

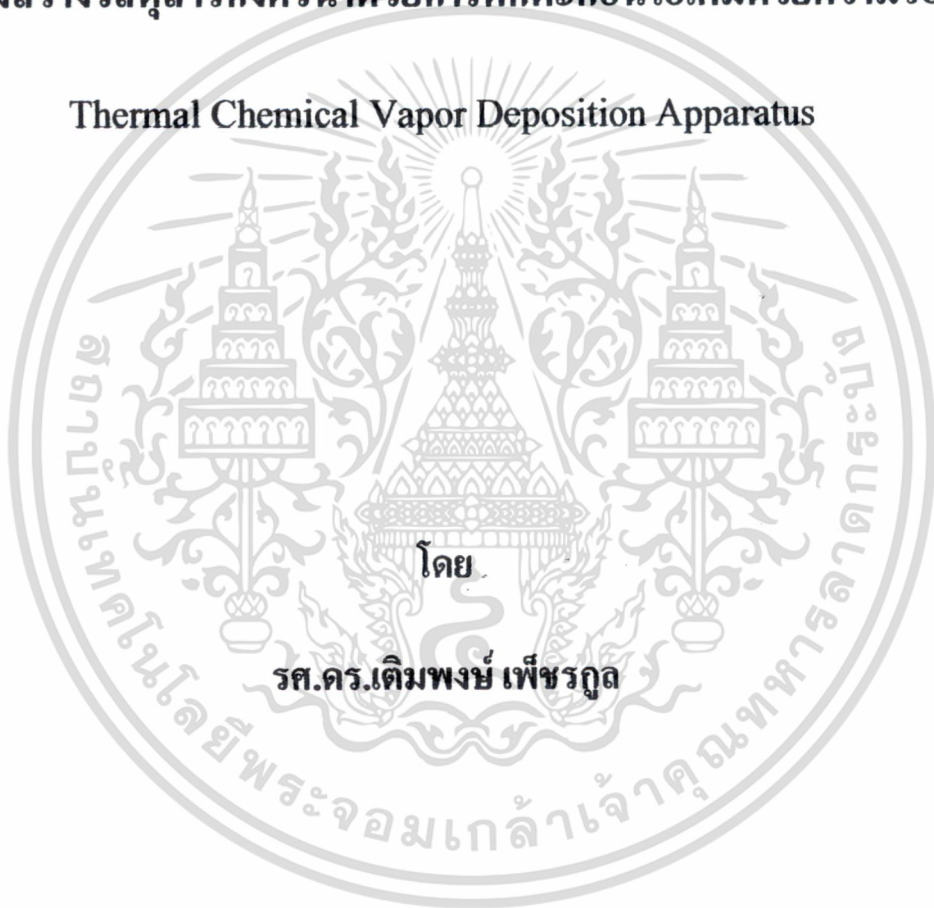
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานโครงการวิจัย

เรื่อง

เครื่องสร้างวัสดุสารกึ่งตัวนำด้วยการตกตะกอนไอเคมีด้วยความร้อน

Thermal Chemical Vapor Deposition Apparatus



ได้รับการสนับสนุนจากเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยี

RC/H

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

TK

๗๘๗๑.๘๕

ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๑

๓๗๗๑๓

b. 10160909
i.

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 105792
วัน,เดือน,ปี..... 2 S.ก. 2552

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัยนี้เป็นอย่างสูง ขอขอบคุณนายชลินทร์ สุทธิเนตร
นักศึกษานิเทศศาสตร์โทหลักสูตรวิศวกรรมไมโครอิเล็กทรอนิกส์ในการประกอบและทดสอบ
คุณสมบัติของเครื่อง สดุดทำขอบขอบคุณนักศึกษานิเทศศาสตร์โทหลักสูตรวิศวกรรมไมโครอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่มี
ส่วนช่วยเหลือทุกท่าน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

II

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 กระบวนการสร้าง NMOS	3
รูปที่ 2.2 โพลซาร์ตกระบวนการ NMOS	4
รูปที่ 2.3 กระบวนการสร้าง CMOS	5
รูปที่ 2.4 กระบวนการสร้าง ไบโพลาร์	6
รูปที่ 2.5 โพลซาร์ตกระบวนการสร้าง ไบโพลาร์	7
รูปที่ 2.6 CVD ชนิดต่างๆ	9
รูปที่ 2.7 Horizontal Thermal Furnace	13
รูปที่ 3.1 วงจรกำลัง Three zone furnace power circuit	14
รูปที่ 3.2 วงจรควบคุม	16
รูปที่ 3.3 วงจรเชื่อมต่อ RS485	17
รูปที่ 3.4 แสดงภาพถ่ายด้านบนขณะที่ยังไม่ประกอบท่อควอตซ์	32
รูปที่ 3.5 แสดงด้านหลังของเครื่อง Thermal CVD	33
รูปที่ 3.6 แสดงให้เห็นมิติด้านหน้าและข้างของเครื่อง Thermal CVD	33
รูปที่ 3.7 แสดงให้เห็นด้านหน้าของเครื่อง Thermal CVD แสดงส่วนหน้าปิดควบคุม และแสดงผลอุณหภูมิ	34
รูปที่ 3.8 แสดงเครื่อง Thermal CVD เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อย โดยติดตั้ง ชุดขดลวดความร้อน 3 ชุด	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

III

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
สารบัญรูป	II
สารบัญ	III
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์	2
2.1 กระบวนการสร้าง NMOS	2
2.2 กระบวนการสร้าง CMOS	5
2.3 กระบวนการสร้างไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์	6
2.4 การสร้างชั้นวัสดุด้วยการตกตะกอนทางเคมี	8
2.5 รูปแบบของเครื่อง CVD ต่างๆ	8
2.6 Horizontal Thermal Furnace	13
บทที่ 3 การสร้างและประกอบเครื่อง THERMAL CVD	14
3.1 วงจรต่างๆ	14
3.1.1 วงจรกำลัง	14
3.1.2 วงจรควบคุม	16
3.1.3 วงจรเชื่อมต่อ RS485	17
3.2 การควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IV

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.9 แสดงค่าอุณหภูมิขลวดความร้อน flat zone ของ Thermal CVD กับอุณหภูมิที่ตั้งไว้	35
รูปที่ 3.10 แสดงค่าอุณหภูมิขลวดความร้อน โซนซ้ายมือของ Thermal CVD กับอุณหภูมิที่ตั้งไว้	36
รูปที่ 3.11 แสดงค่าอุณหภูมิขลวดความร้อน โซนขวามือของ Thermal CVD กับอุณหภูมิที่ตั้งไว้	37
รูปที่ 3.12 แสดงอุณหภูมิของ Thermal CVD แบบเปิดลูป (open loop) ที่ตำแหน่งต่างๆของท่อควอตซ์	38
รูปที่ 3.13 แสดงอุณหภูมิ Thermal CVD แบบปิดลูป (closed loop) ที่ตำแหน่งต่างๆของท่อควอตซ์	39

3.3 การสร้างและการประกอบเครื่อง	32
3.4 ผลการทดสอบ	35
3.4.1 การทดสอบการปรับค่าพารามิเตอร์ของ Thermal CVD ในแต่ละโซน	35
3.4.2 การทดสอบเครื่อง Thermal CVD กับตำแหน่งของเตา	38
บทที่ 4 สรุปและวิจารณ์ผล	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	42
ภาคผนวก ก	43
ภาคผนวก ข	45
ภาคผนวก ค	62



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

การสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงทางไมโครอิเล็กทรอนิกส์หลายอย่างประกอบกัน อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีดังกล่าวเหล่านี้ค่อนข้างที่มีราคาสูงมากในแต่ละประเภท อีกทั้งยังต้องใช้เทคโนโลยีร่วมกันหลายประเภทจึงจะสามารถสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาได้ เทคโนโลยีเหล่านี้ถูกรวมเรียกว่าเทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ เป็นไปได้ยากที่จะสามารถจัดตั้งเทคโนโลยีขึ้นมาทั้งหมด เพราะจะต้องใช้งบประมาณเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในโครงการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ที่จะใช้ความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ประกอบกับไมโครอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างเครื่องมือใช้งานขึ้นเองเพื่อที่จะนำไปใช้งานวิจัย การเรียนการสอนทั้งในระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงเทคโนโลยีที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับงบประมาณและประโยชน์ใช้งานเป็นที่ตั้ง เทคโนโลยีการสร้างวัสดุสารกึ่งตัวนำด้วยการตกตะกอนไอเคมีเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางและเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่สำคัญซึ่งยังสามารถแบ่งได้หลายประเภทอีกเช่นกัน เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้เลือกใช้การสร้างวัสดุสารกึ่งตัวนำด้วยการตกตะกอนไอเคมีแบบความร้อนเพราะมีราคาที่ไม่สูงนักเมื่อเทียบกับแบบอื่น และมีระบบที่ไม่ยุ่งยาก ดูแลรักษาง่ายนอกจากนี้ยังสามารถที่จะประยุกต์ไปใช้งานอื่นๆ ได้อีกเช่น การแพร่สารเจือด้วยความร้อน การขับเคลื่อนด้วยความร้อน การสร้างออกไซด์ด้วยความร้อน การแอนนัลด้วยความร้อนเป็นต้น โดยสามารถที่ปรับโครงสร้างและกระบวนการสร้างบางอย่างให้เหมาะสม

จากข้อดีดังที่ได้กล่าวมาแล้วจึงทำให้ผู้วิจัยทำการสร้าง “เครื่องสร้างวัสดุสารกึ่งตัวนำด้วยการตกตะกอนไอเคมีด้วยความร้อน” โดยจะมีโครงสร้างเป็นแบบสามโซนความร้อนซึ่งจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบความร้อนโซนเดียวและเหมาะสมกับงานไมโครอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการความเที่ยงตรงของความร้อนและมีปริมาตรพื้นที่ความร้อนคงที่ที่กว้างแต่ราคาก็มีราคาที่สูงกว่าประมาณสามเท่าเช่นกัน งานวิจัยนี้จะช่วยในลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศและช่วยลดงบประมาณได้ประมาณสามเท่า เป็นการใช้ศักยภาพของบุคลากรในองค์กรให้เกิดประโยชน์สูงสุด และยังเป็นการพัฒนาบุคลากรภายในให้มีประสิทธิภาพด้วยเงินงบประมาณภายใน นอกจากนี้สามารถผลิตให้แก่ผู้ที่สนใจหรือผลิตเป็นเครื่องใช้งานในอุตสาหกรรมได้ถ้ามีความต้องการ

บทที่ 2

เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์

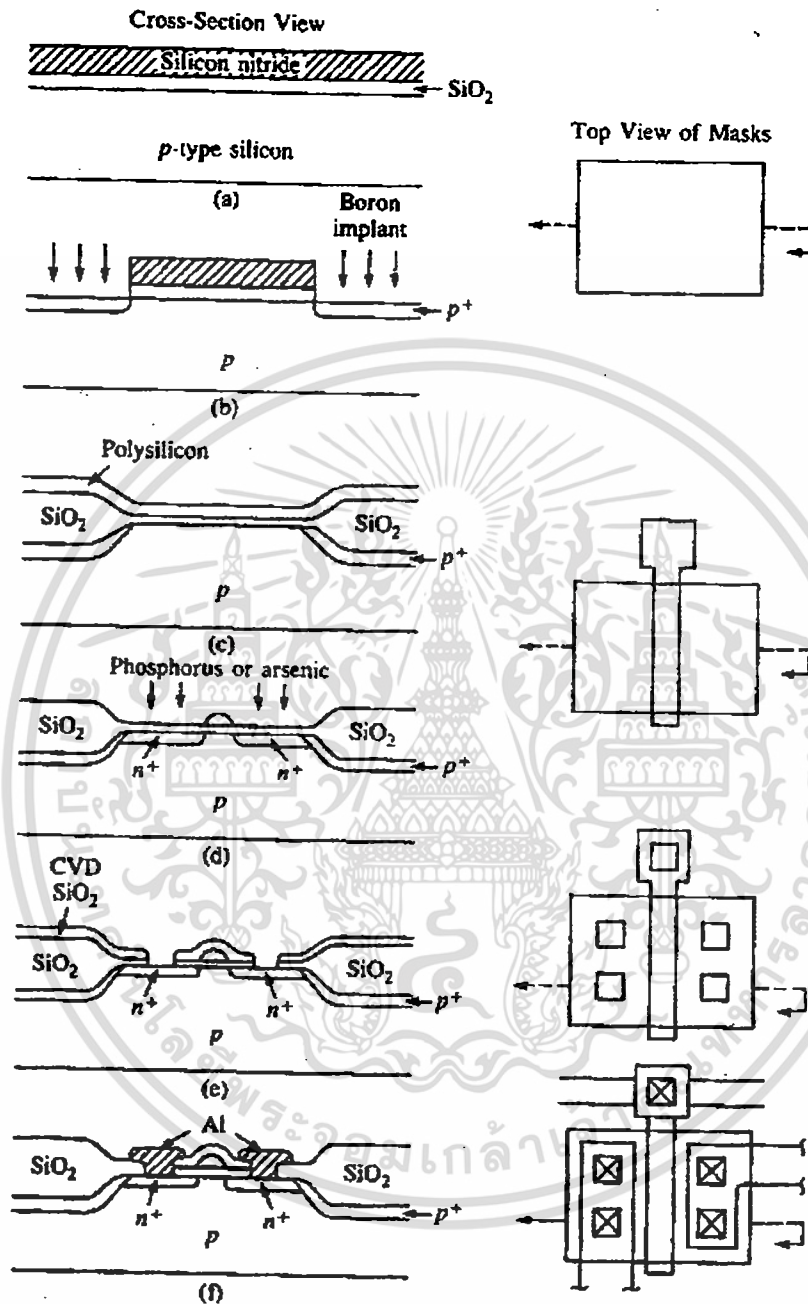
เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีวงจรรวมคือเทคโนโลยีที่ใช้สร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากเข้าไว้ด้วยกันบนแผ่นซิลิกอนเล็ก ๆ ที่เรียกว่า “ชิพ” (Chip) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญได้แก่ ทรานซิสเตอร์ ซึ่งทำให้เทคโนโลยีวงจรรวมสามารถแบ่งได้ตามชนิดของทรานซิสเตอร์ ได้แก่เทคโนโลยี MOS และเทคโนโลยีไบโพลาร์ นอกจากนี้เทคโนโลยีแบบ MOS ยังสามารถแยกได้เป็น PMOS และ NMOS

กระบวนการ (Process) คือลำดับขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งแต่ละขั้นตอนก็จำเป็นต้องใช้ เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน แต่ละขั้นตอนมาประกอบกันสุดท้ายก็จะได้อุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ออกมา ซึ่งก็จะได้อุปกรณ์วงจรรวมเช่นกัน ในลำดับต่อไปเราจะกล่าวถึง กระบวนการสำคัญอื่นได้แก่กระบวนการ NMOS, ไบโพลาร์ และ CMOS ซึ่งจะต้องอาศัยเทคโนโลยีหลายอย่างประกอบกัน ได้แก่ Oxidation, Photolithography, Etching, Diffusion, Evaporation ฯลฯ

2.1 กระบวนการ NMOS

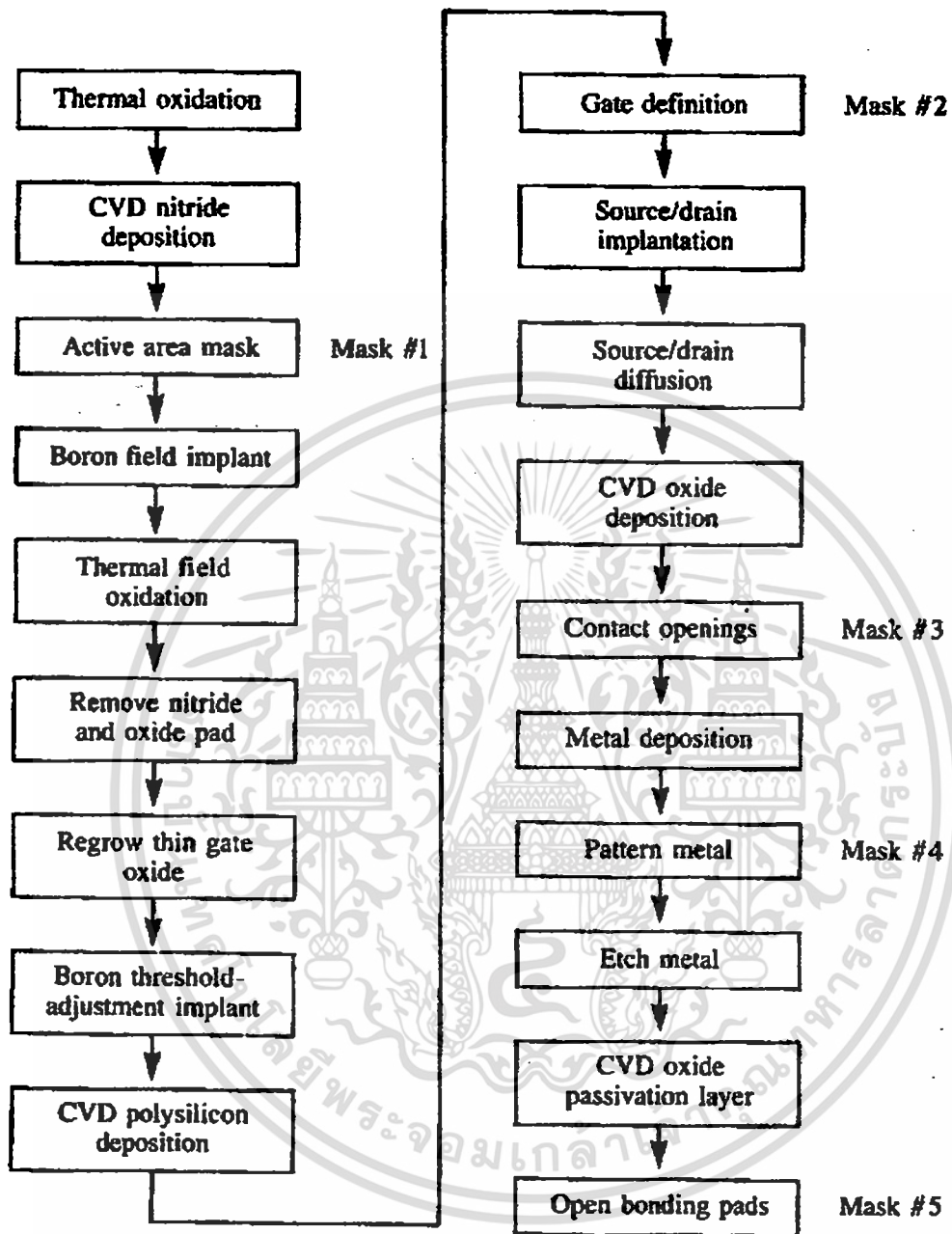
รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนหรือกระบวนการสร้าง NMOS ซึ่งเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญในเทคโนโลยีวงจรรวมแบบ NMOS โดยแสดงกระบวนการพื้นฐานเท่านั้น ซึ่งในกระบวนการจริงจะมีความซับซ้อนกว่านี้ จากรูป 2.1 จะประกอบด้วยขั้นตอนการสร้างชั้นฉนวนซิลิกอนไนไตรด์ลงบนพื้นที่ที่ต้องการสร้าง NMOS โดยจะต้องมี Mask เป็นตัวกำหนดพื้นที่ของ NMOS ซึ่งการที่จะทำให้เกิดพื้นที่ซิลิกอนไนไตรด์ต้องอาศัยกระบวนการ Photolithography และการสกัด Etching ลำดับต่อไปเป็นการสร้างบริเวณเดรน และ ซอส ของ NMOS โดยใช้เทคนิค ไอออนอิมพลานท์ จากนั้นจะเป็นลำดับ ขั้นตอนการสร้าง โพลีซิลิกอนเกต หลังจากนั้นก็จะสร้างขั้วโลหะ ซึ่งรายละเอียดขั้นตอนต่าง ๆ และรูป MASK สามารถแสดงได้

ผังรูป 2.2



รูปที่ 2.1 กระบวนการสร้าง NMOS a) ซิลิกอนปกคลุมด้วยซิลิกอน ไดออกไซด์และซิลิกอน ไน ไตรด์, b) กัด โดยใช้มาสก์ที่ 1 c) โครงสร้างหลังลอกซิลิกอน ไน ไตรด์และเคลือบ โพลีซิลิกอน, d) หลังจากกัด โพลีซิลิกอน โดยใช้มาสก์ 2, e) ใช้มาสก์ 3 เปิด ลอนแทค f) โครงสร้างสุดท้ายโดยใช้มาสก์ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



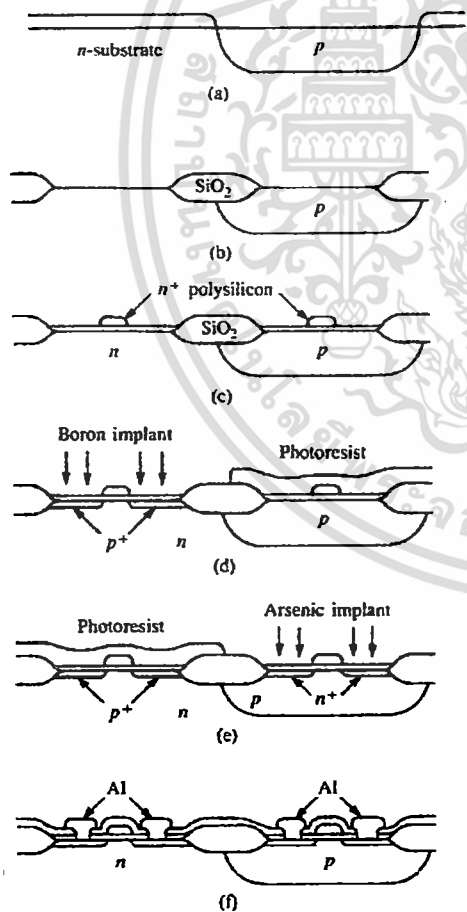
รูปที่ 2.2 โฟซาร์ตกระบวนการ NMOS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กระบวนการสร้าง CMOS (Complementary MOS)

กระบวนการสร้าง CMOS จะมีขั้นตอนคล้ายกับการสร้าง NMOS มาก เพียงแค่เพิ่มเติมขั้นตอนพิเศษบางขั้นตอนลงไป สำหรับภาพตัดขวางกระบวนการสร้างแสดงดังรูปที่ 2.3 จากรูปจะเห็นว่าเมื่อเพิ่มมาส์กพิเศษเพิ่มเติมเข้ามา คือ P-Well หรือบางทีอาจจะเรียกว่า P-tub ต่อจากนั้นก็จะมีมาส์กพิเศษที่ใช้ในการสร้าง NMOS ลงบน P-Well ส่วนขั้นตอนต่าง ๆ มีลักษณะคล้ายกับ NMOS มาก

วงจร CMOS ยุคใหม่มักจะใช้ N-Well แทน P-Well เพราะว่า N-Well สามารถเพิ่ม NMOS เข้าไปโดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงอะไรมากมาย และสามารถสร้างวงจรรวมที่มี NMOS และ CMOS อยู่ในชิปเดียวกันได้ นอกจากนี้ยังมีแบบ Twin-Well คือมีทั้ง P-Well และ N-Well ซึ่งสร้างลงบนฐานรองที่มีค่าความต้านทาน สูงมาก ๆ นอกจากนี้ ฐานรองที่มีค่าความต้านทานสูงมาก ๆ มักจะสร้างอยู่บนแผ่นฐานรองที่มีค่าความต้านทานที่ต่ำมาก ๆ เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่เรียกว่า "Latch up"



รูปที่ 2.3 กระบวนการสร้าง CMOS

a) การแพร่ p-well

b) การสร้างออกไซด์

c) การสร้างเกตออกไซด์และ โพลีซิลิกอน

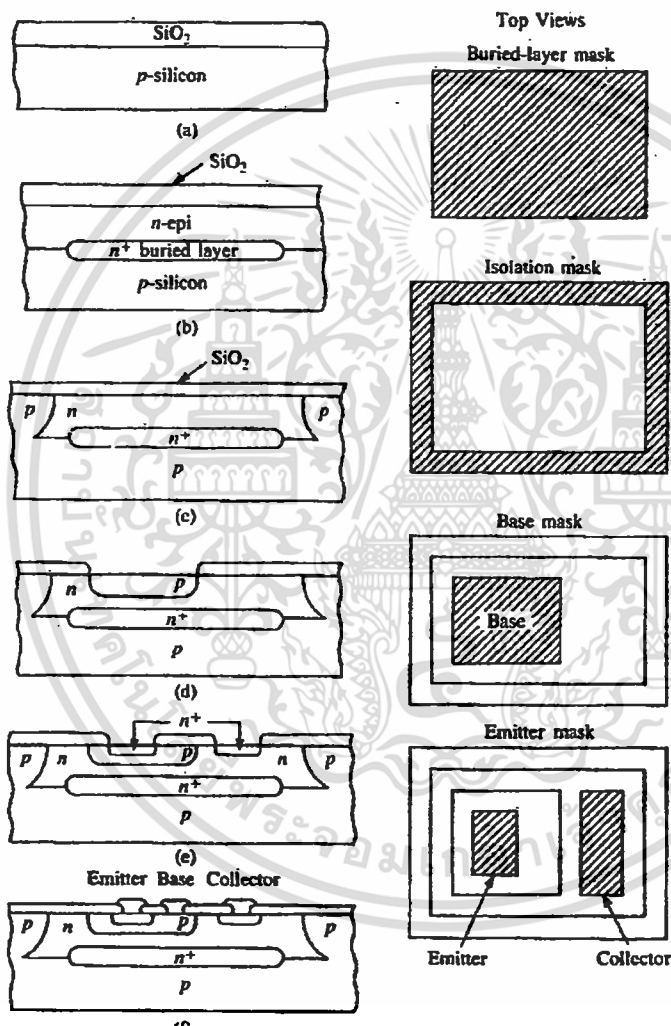
d) อิมพลันซอสตรอน PMOS

e) อิมพลันซอสตรอน NMOS

g) สร้างคอนแทคโลหะ

2.3 กระบวนการสร้างไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์

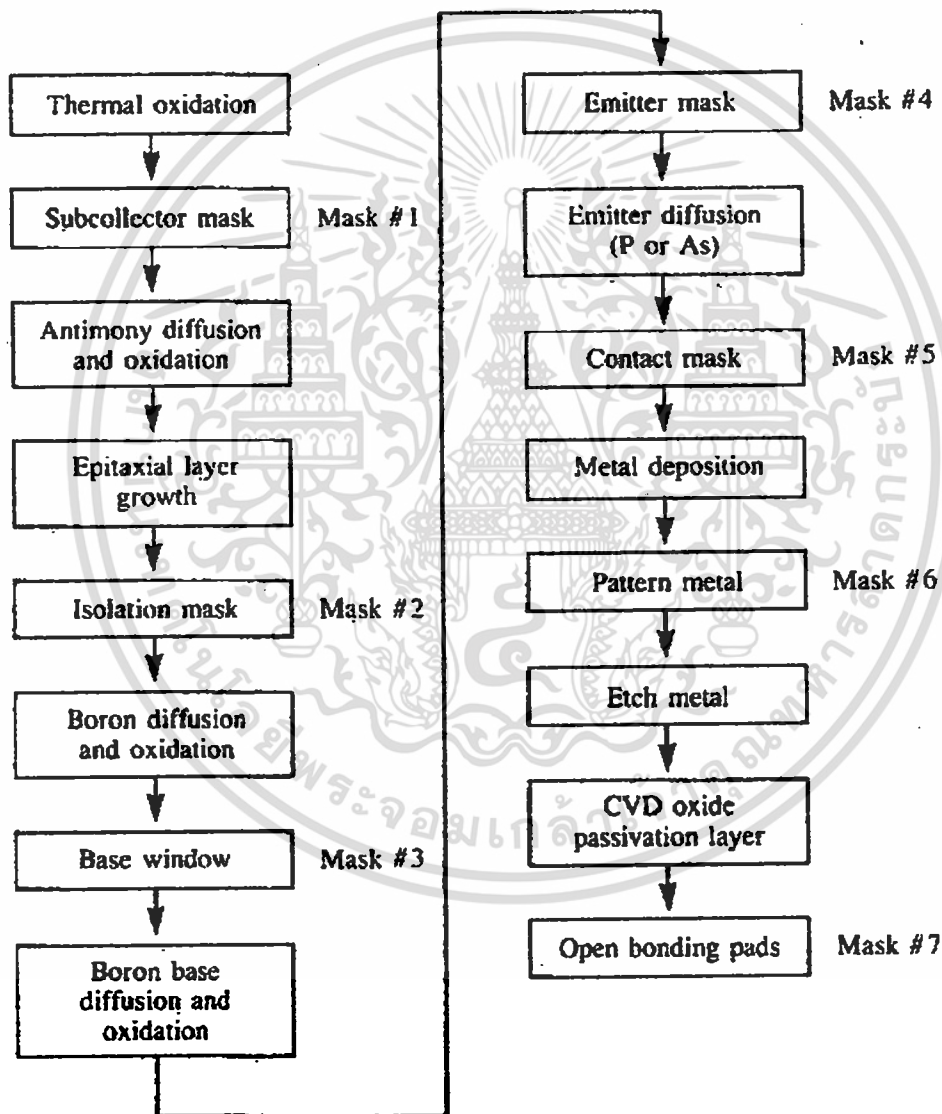
กระบวนการสร้างไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ แสดงไว้ในรูป 2.4 การสร้างไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์จะมีขั้นตอนที่ยุ่ยากมากกว่า NMOS เพราะจะต้องมีชั้นพิเศษเรียกว่า Barrier layer หรือ Sub collector ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการลดค่าความต้านทานของชั้น คอลเลกเตอร์ เริ่มต้นด้วยการสร้างชั้นซิลิกอน ไดออกไซด์ จากนั้นใช้มาสก์แรกในการกำหนดตำแหน่งชั้น Barrier layer ชั้นนี้คือการแพร่ หรือยิงไอออน อะตอม สารเจือลงไป ต่อจากนั้นเป็นขั้นตอนที่ยุ่ยากอีกขั้นตอนหนึ่ง ที่ไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ต้องมี คือการสร้าง



รูปที่ 2.4 กระบวนการสร้างไบโพลาร์ a) แผ่นซิลิกอนที่มีซิลิกอน ไดออกไซด์ b) สร้างชั้นฝัง โดยใช้มาสก์ 1 และสร้างชั้นซิลิกอน ไดออกไซด์ c) สร้างชั้น ไอ โซเลชัน โดยใช้มาสก์ที่ 2, d) แพร่สารเจือ โบรอน โดยใช้มาสก์ที่ 3, e) สร้างอิมิตเตอร์และคอลเลกเตอร์ โดยมาสก์ที่ 4, f) สร้างคอนแทคและ โลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้น Epitaxy ลงบนแผ่นฐานรองเดิม ชั้น Epitaxy นี้ จะต้องเป็นชั้นซิลิกอนที่เป็น Single crystal แบบเดียวกับแผ่นฐานเดิมซึ่งเป็นชั้นซิลิกอนที่มีคุณภาพสูงหลังจากนั้น ใช้มาสก์ที่สอง เพื่อเปิดพื้นที่สำหรับ แพร่สารเจือชนิด P เรียกว่า Deep-p diffusion คือจะต้องแพร่สารเจือชนิด P ลงบนแผ่น Epitaxy ชนิด N จนสารเจือชนิด P ทะลุไปยังแผ่นฐานชนิด P เราเรียกว่า Isolation มีหน้าที่ทำให้ไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์แต่ละตัวแยกขาดจากกันทางไฟฟ้า แม้จะสร้างลงบนแผ่นฐานซิลิกอนชนิดเดียวกัน ลำดับต่อไปคือการสร้างชั้นเบส ลงบนคอลเลคเตอร์ หลังจากนั้นก็สร้างชั้นอิมิตเตอร์ลงโนเบส อีกทีหนึ่ง และทำการต่อขั้วด้านบนเพื่อไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 2.5 โพลีคริเจอร์กระบวนการสร้างไบโพลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การสร้างชั้นวัสดุด้วยการตกตะกอนทางเคมี (Chemical Vapor Deposition)

การสร้างชั้นวัสดุด้วยการตกตะกอนทางเคมี หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า CVD ซึ่งมาจากคำว่า Chemical Vapor Deposition นั้น เป็นการสร้างวัสดุใหม่ลงบนวัสดุเดิมที่เรียกว่าแผ่นฐาน (Substrate) โดยวัสดุที่เกิดเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ โดยมากจะมีโครงสร้างแบบ Polycrystalline อาศัยหลักการที่พลังงานภายนอกอย่างเช่น ความร้อน ไปแตกตัวสารประกอบ หรือไปทำปฏิกิริยากับสารประกอบในสถานะก๊าซ วัสดุที่เราต้องการสร้างจะเกิดขึ้นบริเวณพื้นผิวของแผ่นฐาน ในกระบวนการสร้างวงจรรวม จะมีขั้นตอนที่ต้องใช้ CVD อยู่เสมอ อย่างเช่นการสร้างชั้น Polysilicon ชั้นซิลิกอน ไดออกไซด์ และซิลิกอน ไนไตรด์ ซึ่งขั้นตอนการสร้างวงจรรวม จะต้องสร้างชั้นเหล่านี้หลายครั้ง และเทคนิคที่ใช้ก็คือ CVD กระบวนการ CVD มักจะต้องกระทำที่อุณหภูมิสูง และที่ความดันต่ำ

2.5 รูปแบบของเครื่อง CVD ต่าง ๆ

เครื่อง CVD มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ละชนิดมีทั้งข้อดี และข้อเสีย ในการผลิตวงจรรวม หรือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องอาศัยเครื่อง CVD หลากหลายชนิดประกอบกัน แม้สิ่งที่มุ่งหวังจะเหมือนกัน ก็คือต้องการให้เกิดชั้นฟิล์มบางขึ้นบนแผ่นฐาน สาเหตุที่ต้องการเครื่อง CVD หลากหลายชนิดเป็นเพราะปัญหาทางเทคนิคเองด้วย จากความร้อน และเป็นปัญหาของการกุ่มทุนด้วย

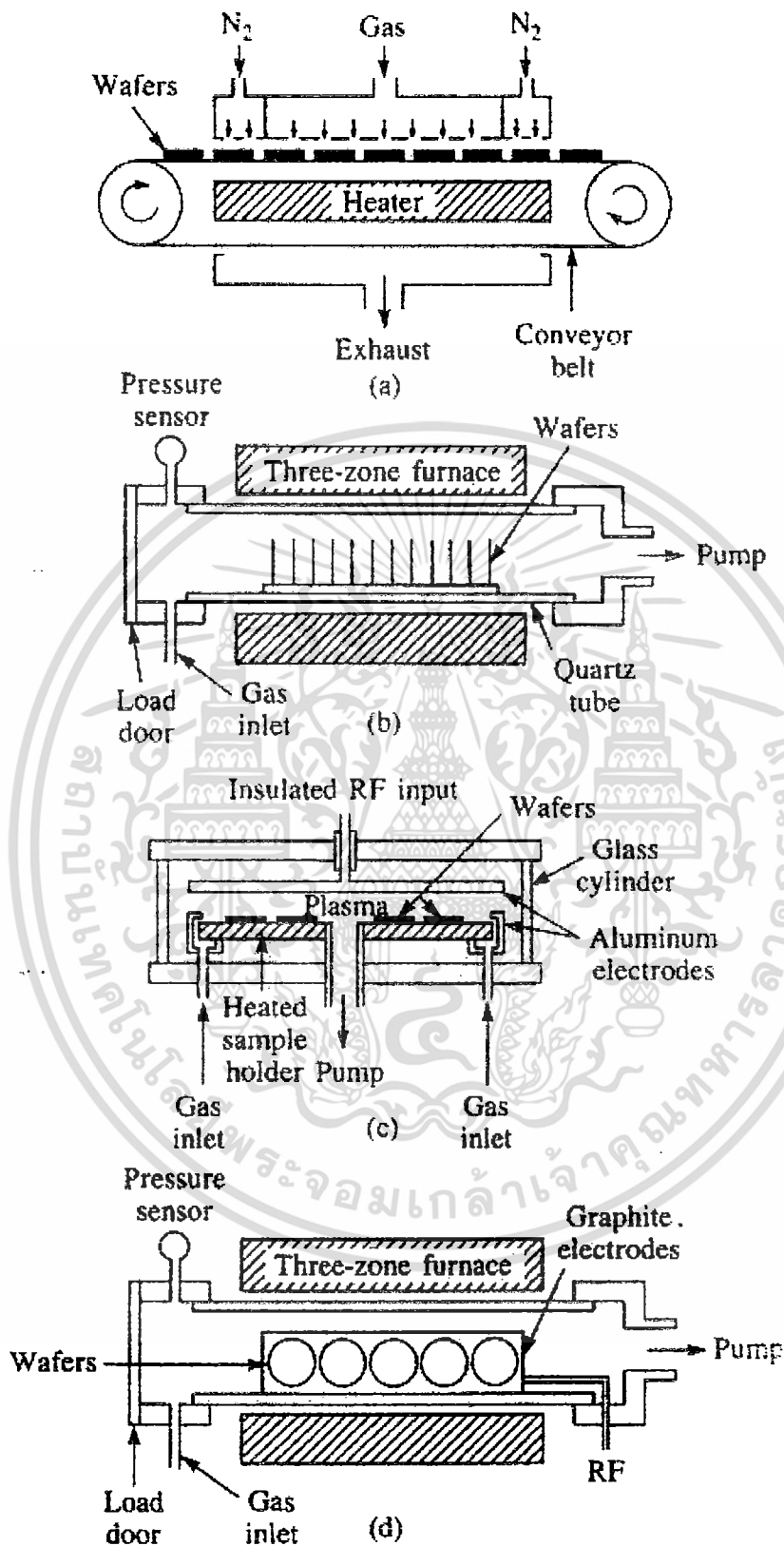
เครื่อง CVD ชนิดต่าง ๆ สามารถแสดงได้ในรูป 2.6 ชนิดแรกที่จะกล่าวถึง เรียกว่า Atmospheric – pressure CVD ภาวะพิเศษคือการทำงานที่ความดันบรรยากาศ เครื่อง CVD แบบนี้มักจะใช้ในขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างวงจรรวม คือสร้างชั้นป้องกัน หรือ Passivation layer ข้อดีของเครื่องนี้กระทำให้ความดันบรรยากาศ คือไม่ยุ่งยากในการใช้งาน สามารถทำได้กับแผ่นเวเฟอร์ปริมาณมาก ๆ แต่ข้อเสียคือจะสิ้นเปลืองก๊าซมากและอาจจะได้คุณภาพของชั้นฉนวนที่คุณภาพไม่ดีมากนัก เครื่องนี้แสดงไว้ในรูปที่ 2.6(a)

แบบที่สองที่จะแนะนำต่อไปเรียกว่า Low pressure CVD หรือ Hot-wall low pressure CVD แสดงดังรูปที่ 2.6(b) ข้อดีของ CVD แบบนี้คือเรื่องความสม่ำเสมอ หรือ Uniformity และสามารถสร้างได้ครั้งละมาก ๆ หลายแผ่นเช่นเดียวกัน แต่ข้อเสียคือต้องใช้ความร้อนที่สูง และต้องใช้ความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ จึงทำให้ต้องมีระบบปั๊มอากาศและระบบหล่อเย็น ในกรณีที่อุณหภูมิใช้งานสูงเกิน 1000 C

แบบที่สามเรียกว่า Plasma enhance CVD ข้อดีของแบบนี้คือกระทำให้ความร้อนไม่สูงมากนัก ประมาณ 400 C เท่านั้น แต่มีข้อแม้ว่าจะต้องกระทำให้ความดันที่ต่ำด้วย หลักการอาศัยพลังงานภายนอก โดยมากนิยมเป็นคลื่นความถี่วิทยุ Radio frequency (RF) ที่มีกำลังงานสูงให้เข้าไปในบรรยากาศที่ต่ำหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



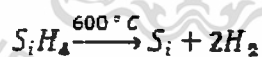
รูปที่ 2.6 CVD ชนิดต่างๆ a) Atmospheric-pressure, b) hot-wall LPCVD three-zone, c) parallel-plate plasma-enhanced CVD system, d) PECVD system using a three zone furnace tube

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณว่าเป็นศูนย์ พลังงานคลื่นวิทยุจะไปทำหน้าที่แตกตัวก๊าซที่เป็นสารประกอบให้แตกตัวออก การแตกตัวนี้เรียกว่าพลาสมา หรือจะเรียกว่าพลาสมาคือก๊าซที่แตกตัว หรือบรรยากาศก๊าซที่แตกตัวการแตกตัวนี้จะเกิดขึ้นที่ความดันบรรยากาศที่ต่ำเท่านั้น ความดันบรรยากาศที่สูงจะไม่สามารถ ทำให้ก๊าซแตกตัวได้ แต่กระบวนการแตกตัวของก๊าซแบบนี้ จะให้อุณหภูมิเกิดขึ้นในกระบวนการไม่สูงนักประมาณ 400 – 500 C เท่านั้น ผิดกับการใช้ความร้อนแบบ Hot-wall ที่ต้องอาศัยความร้อนสูง ในการแตกตัว คือระดับ 800 – 1200 C ซึ่งในการสร้างวงจรรวม บางขั้นตอน ไม่ต้องการหรือพยายามหลีกเลี่ยง ขั้นตอนที่ต้องมีต้องมีความร้อนสูง ๆ ในการแตกตัว ดังกล่าวนี้ เหตุผลเพราะว่า ขั้นตอนที่มีความร้อนสูง ส่งผลเสียต่อขั้นตอนที่ได้สร้างเสร็จมาแล้ว คือทำให้อะตอมสารเจือต่าง ๆ ที่แพร่อยู่ในแผ่นฐาน เกิดการเคลื่อนตัว แพร่ซึมลงไปจากที่เคยกำหนดไว้ และถ้าขั้นตอนความร้อนสูง ใช้เวลานาน จะส่งผลทำให้ขั้นตอนที่เคยทำมาก่อนเกิดการเสียหายได้ ปัญหาจากความร้อนจึงต้องถูกจำกัดด้วยอุณหภูมิ และเวลา ซึ่งผลคูณของอุณหภูมิและเวลาเรียกว่า Thermal budget มิฉะนั้นจะเกิดการเสียหายต่อวงจรรวม หรืออุปกรณ์ได้ รูปแสดงเครื่อง CVD แบบ Plasma enhance CVD แสดงได้ยังรูป 2.6(c)

สำหรับแบบสุดท้ายในรูป 2.6(d) ยังคงจัดเป็นประเภท Plasma enhance CVD เพียงแต่ว่าออกแบบให้มีแนวอนแทนที่จะเป็นแนวตั้งเพราะแนวตั้งนั้นจะมีพื้นที่ใช้สอยน้อย ทำให้สร้างชิ้นสารลงบนจำนวนแผ่นเวเฟอร์ได้น้อย ส่วนแบบในรูป 2.6(d) ออกแบบให้ตัวระบบปิดแนวอนสามารถบรรจุแผ่นเวเฟอร์ได้คราวละมาก ๆ เพื่อลดต้นทุนในการผลิต โดยได้ปรับที่ขั้วและขั้นตอนของ RF ให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอตลอดทุกเวเฟอร์ และอาจมีความร้อนแบบ Hot – wall ช่วยด้วยอีกส่วนหนึ่ง

ตัวอย่างกระบวนการในการสร้างวงจรรวมที่ต้องใช้ CVD ในการสร้าง การสร้างชั้น Polysilicon Deposition กระบวนการสร้างมักใช้เครื่องแบบ LPCVD โดยมีปฏิกิริยาดังต่อไปนี้

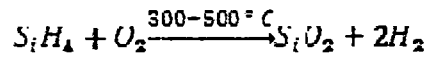


เริ่มต้นจากก๊าซไซเรน เมื่ออุณหภูมิสูงประมาณ 600 C ก๊าซไซเรนจะแตกตัวและจับตัวเป็น Silicon ที่ผิวหน้าแผ่นฐาน นอกจากนี้จะเกิดก๊าซไฮโดรเจนซึ่งจะถูกดูดออกด้วยระบบปั๊มสุญญากาศ อุณหภูมิของปฏิกิริยาที่สูงเกินไป เช่นที่ 800 – 1000 C จะทำให้อัตราการเกิดซิลิกอนน้อยลง นอกจากนี้ชั้น Polysilicon อาจจะทำให้การแพร่สารเจือไปพร้อมกันเลยในขณะที่กำลังสร้างชั้นฟิล์ม Polysilicon โดยการใช้ก๊าซที่มีสารประกอบของอะตอมสารเจือเข้าไปแต่โดยมากแล้ว ชั้น Polysilicon มักถูกสร้างแบบไม่เติมอะตอมสารเจือ แต่จะไปทำการเติมอะตอมสารเจือด้วยขั้นตอนที่ตามมาในภายหลังเช่นการแพร่ซึมหรือการไอออนอิมพลานต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการ *Silicon Dioxide Deposition* เป็นขั้นตอนการสร้างชั้นฉนวนไฟฟ้า *Silicon dioxide*

โดยมีปฏิกิริยาการเกิดดังต่อไปนี้



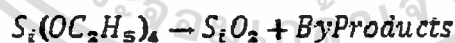
ปฏิกิริยาเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 300 – 500 C ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้เกิดปฏิกิริยาอื่นเกิดขึ้นได้เช่น การสร้างชั้น Si_3O_4 บนชั้นอลูมิเนียมควรให้ไม่เกิน 577 C ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่าง Si_3O_4 กับอลูมิเนียม

ในระหว่างการสร้างออกไซด์อาจจะเติมอะตอมสารเจือลงไปด้วยก็ได้เพื่อผลบางประการเช่น มักจะเติมอะตอมสารเจือฟอสฟอรัส ลงไปในซิลิกอนไดออกไซด์ ทำให้ชั้นซิลิกอนไดออกไซด์เกิดการอ่อนตัวไหลตามแรงก๊าซได้ ทำให้เกิดความราบเรียบได้ง่าย มักจะนิยมใช้สร้างชั้นซิลิกอนไดออกไซด์ ปกคลุมชั้นโลหะ อะตอมฟอสฟอรัส จะถูกผสมเข้าไปในบรรยากาศ ระหว่างสร้างชั้นซิลิกอนไดออกไซด์ตัวอย่างเช่น

กระบวนการนี้ใช้เครื่อง PLCVD ในการสร้าง ออกไซด์ที่มีฟอสฟอรัสผสมปริมาณน้อยๆบางทีเรียกว่า Phospho/silical glass หรือกระบวนการสร้างออกไซด์ บนแผ่นผิวหน้าซิลิกอนมีปฏิกิริยาทางเคมีคือ

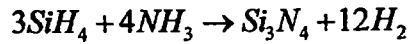


นอกจากนี้แล้วการใช้สารตั้งต้นเป็นของเหลวแทนก๊าซอย่างเช่น TEOS (Tetraethylorthosilicate) ก็สามารถใช้กับ LPCVD มีอุณหภูมิในปฏิกิริยาระหว่าง 650 ถึง 750 C ปฏิกิริยาคือ

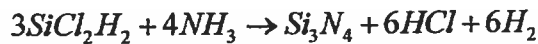


เช่นเดียวกันยังสามารถทำการโค๊ปได้ด้วยโดยเติมฟอสฟอรัสอาร์ซีนหรือโคโบเรนลงไปด้วยในระหว่างปฏิกิริยากระบวนการสร้างชั้นซิลิกอนไนไตรด์ ชั้นฉนวนซิลิกอนไนไตรด์มีประโยชน์ในการป้องกันความชื้นและโซเดียม ได้เป็นอย่างดี และดีกว่าซิลิกอนไดออกไซด์ ซึ่งจะต้องใช้ความหนาที่มากกว่า ดังนั้นในวงจรรวมขนาดใหญ่ VLSI มักจะใช้ทั้งชั้นออกไซด์ และซิลิกอนไนไตรด์ ประกอบกันเพื่อทำเป็นชั้นป้องกัน นอกจากนี้อาจจะใช้เป็นเกตของอุปกรณ์ประเภท Programmable memory

ปฏิกิริยาทางเคมีในการสร้างชั้นไนไตรด์ สามารถใช้ได้ทั้งไซเรนและ ไคโคโลไซเลน ทำปฏิกิริยากับ แอมโมเนีย เพื่อทำให้เกิดซิลิกอนไนไตรด์ อุณหภูมิของปฏิกิริยาอยู่ระหว่าง 700 – 900 C ที่ความดันบรรยากาศ ดังสมการ

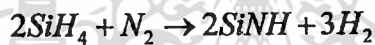


ไคโคโลไซเรน ก็สามารถใช้ได้กับ LPCVD ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 700-800 C



การสร้างฟิล์มไนไตรด์สามารถใช้ความร้อนเพียงอย่างเดียวได้ แต่มักไม่เป็นที่นิยม เพราะต้องใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 1000 ถึง 1100 C และมีอัตราการเกิดที่ต่ำมาก

ระบบพลาสมามักจะนิยมใช้อย่างกว้างขวางกว่า ในการสร้างชั้นซิลิกอนไนไตรด์ดังปฏิกิริยา



ซึ่งใช้ไซเรนกับไนโตรเจน แต่ถ้าใช้ไซเรนกับแอมโมเนียเราจะใช้ก๊าซอาร์กอนเป็นบรรยากาศพลาสมา



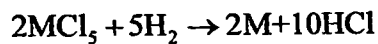
การสร้างชั้นโลหะด้วยกระบวนการ CVD นอกจากชั้นจนวนต่าง ๆ แล้วชั้นโลหะก็สามารถที่จะสร้างได้จากวิธี CVD ในปัจจุบันชั้นโลหะที่นิยมสร้างเช่น โมลิบดีนัม Mo, แทนทาลัม Ta, ไททาเนียม Ti, และทังสแตน

W

สำหรับทังสแตน W มีปฏิกิริยาการสร้างดังนี้



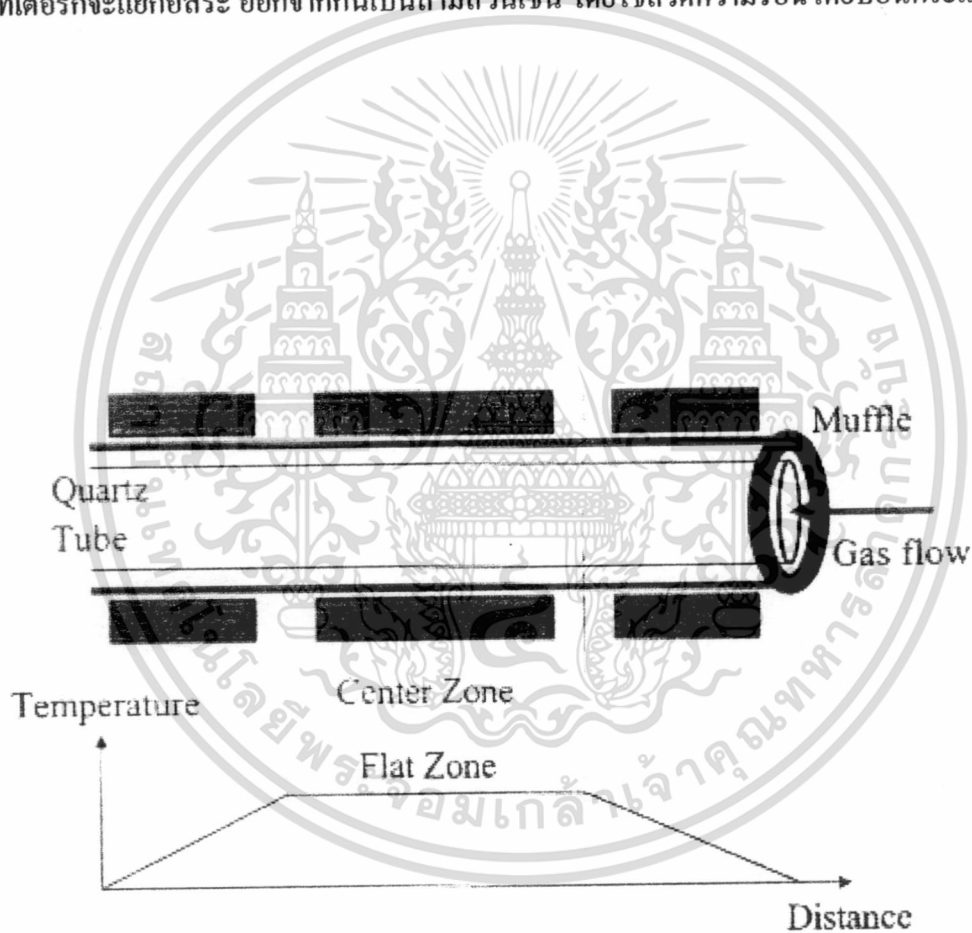
ส่วน Mo, Ta, Ti มีปฏิกิริยาการเกิดคล้ายกันคือ



โดย M คืออะตอมของ Mo, Ta, Ti

2.6 Horizontal Thermal Furnace

ลักษณะของเตาความร้อนสามารถแสดงได้ยังรูปที่ 2.7 ท่อความร้อนหรือเซรามิค มักจะนำมาใช้ในส่วนของ *Process tube* เป็นที่ที่แผ่นเวเฟอร์ได้รับความร้อน บริเวณจะประกอบด้วยท่อควอตซ์ ฮีทเตอร์ การออกแบบ มักนิยมจะแยกส่วนเป็นอิสระสามส่วนคือส่วนหน้าส่วนกลาง และส่วนท้าย ทั้งนี้เพื่อที่จะต้องการให้บริเวณ ส่วนกลางมีอุณหภูมิคงที่อย่างมาก เรียกว่า *Flat zone* คือบริเวณที่อุณหภูมิคงที่ค่าเดียว ส่วนหัวและท้าย ท่อควอตซ์ จะเป็นส่วนที่มีอุณหภูมิลาดขึ้นมา ตั้งแต่อุณหภูมิต่ำที่ปากท่อ และค่อย ๆ สูงขึ้นไปยัง *Flat zone* ซึ่งสามารถ แสดงได้ยังรูปที่ 2.7 บริเวณ *Flat zone* อุณหภูมิจะควบคุมให้มีความเที่ยงตรง $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ที่ 1000°C สำหรับ ฮีทเตอร์ก็จะแยกอิสระ ออกจากกันเป็นสามส่วนเช่น โดยใช้ลวดความร้อนโดยป้อนกระแสสูง เข้าไป



รูปที่ 2.7 Horizontal Thermal Furnace

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

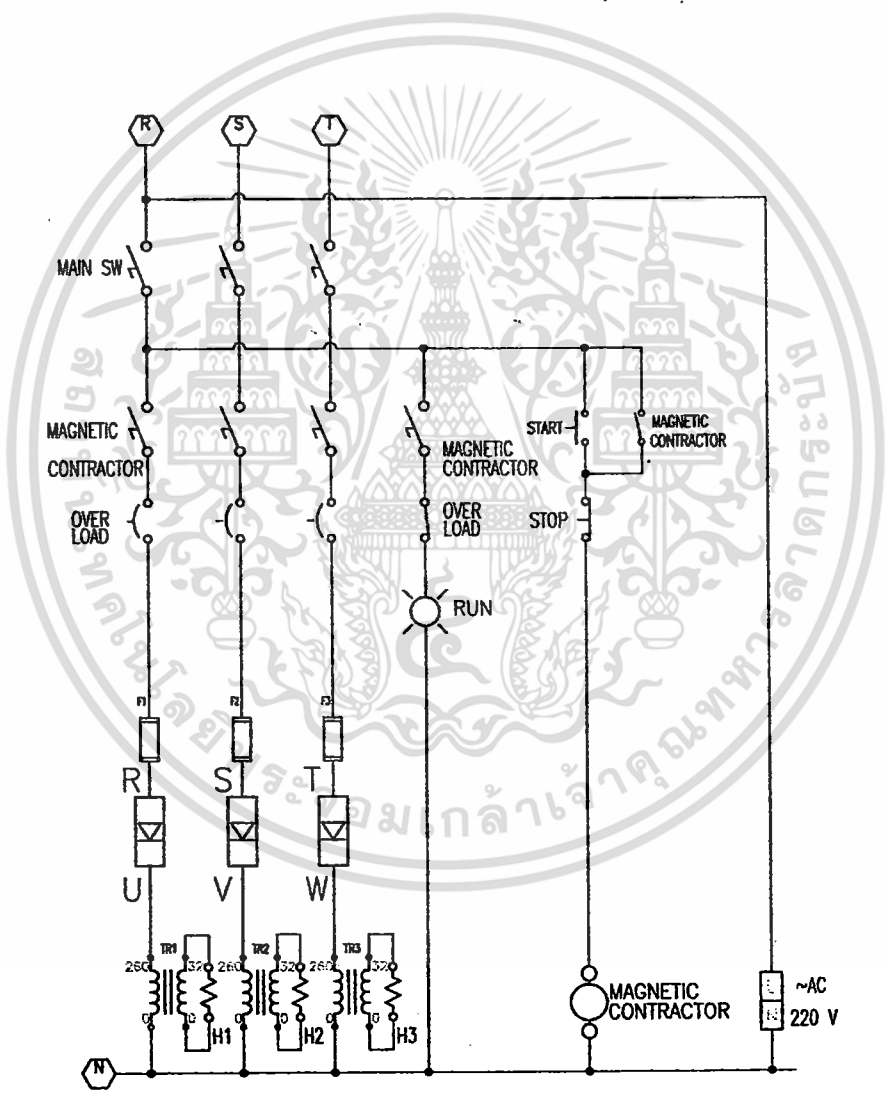
การสร้างและประกอบเครื่อง THERMAL CVD

ในบทนี้จะกล่าวถึงวงจรต่างๆที่ใช้ในเครื่อง Thermal CVD อันประกอบด้วยวงจรกำลัง วงจรควบคุมอุณหภูมิ วงจรเชื่อมต่อ RS485 การควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์ การประกอบและการทดสอบเครื่อง

3.1 วงจร

หัวข้อนี้จะแสดงวงจรที่ใช้งานและหลักการทำงานของวงจรต่างๆดังต่อไปนี้

3.1.1 วงจรกำลัง



Power Circuit
Three zone furnace

รูปที่ 3.1 วงจรกำลัง Three zone furnace power circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แม้ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกำลังมีหน้าที่จ่ายกระแสให้ขดลวดความร้อน วงจรกำลังจะประกอบไปด้วย

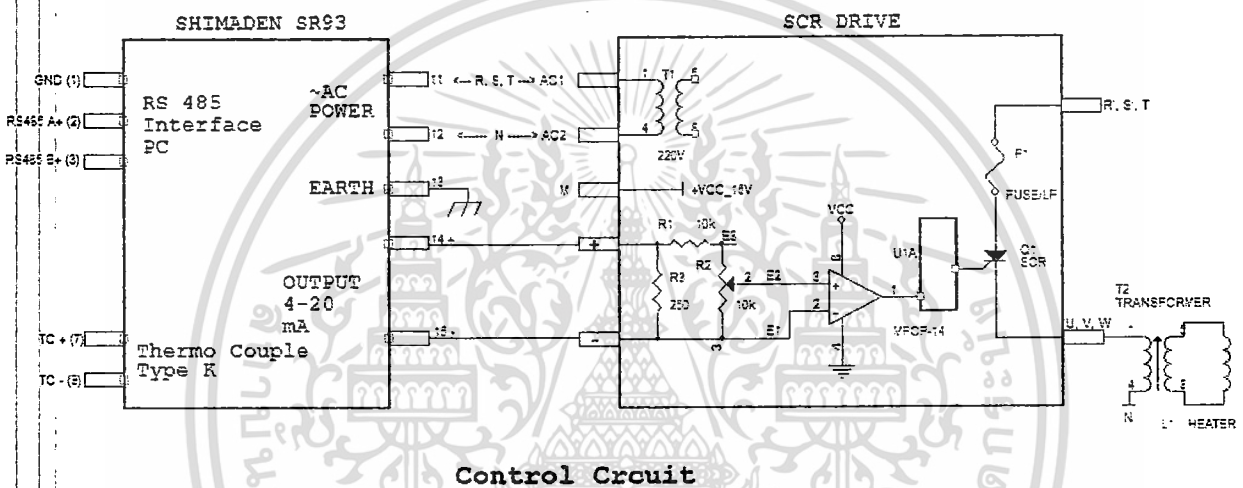
1. MAIN SWITCH
2. MAGNETIC CONTRACTOR
3. OVER LOAD
4. FUSE
5. SCR DRIVER
6. ISOLATE TRANFORMER
7. HEATER COIL
8. SWITCH START
9. SWITCH STOP
10. PILOT LAMP RUN
11. AC OUTLET

จากในรูป 3.1 วงจรกำลัง ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้ามาที่ R, S, T จากนั้นเมื่อต่อวงจรด้วย MAIN SWITCH กระแสไฟฟ้าก็จะเข้ามาอยู่ที่ R', S', T' ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่จุดนี้จะเข้าไปเลี้ยงวงจรสวิทช์ START, STOP และวงจรควบคุมด้วยเช่นเดียวกัน หลังจากนั้น เมื่อเรากดสวิทช์ START กระแสไฟฟ้าก็จะผ่านเข้าไปยัง สวิทช์ STOP ที่มีหน้าสัมผัสเป็นปรกติปิด (NORMAL CLOSE) จากนั้นกระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านไปยัง COIL ของ MAGNETIC CONTRACTOR ทำให้หน้าสัมผัสของ MAGNETIC CONTRACTOR ถูกดึงเข้ามาในขณะเดียวกันก็ทำให้ หน้าสัมผัสช่วยต่อวงจรและมีไฟเลี้ยง COIL ดังไว้ถึงแม้ว่า สวิทช์ START จะปล่อยออกไปแล้วก็ตาม เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหน้าสัมผัสของ MAGNETIC CONTRACTOR ก็จะผ่านไปยัง OVER LOAD ซึ่งจะทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อ กระแสไหลเกิน จากค่าที่เราได้ตั้งไว้หลังจากนั้นกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่าน FUSE ผ่านต่อเข้าไปยังที่ขั้ว R ของ SCR DRIVE แล้วถูกปรับขนาดกระแสและแรงดันด้วยมุมในการ TRIG จากวงจรควบคุม แล้วไปออกยังขั้ว U ไหลต่อไปยัง ISOLATE TRANFORMER ไปครบวงจรที่ N ซึ่งหม้อแปลงทางด้านนี้เป็นขด PRIMARY แล้วแปลงไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปออกที่ขั้ว SECONDARY โดยขั้วด้านนี้ก็จะต่อกับขดลวดทำความร้อนหรือHEATER โดยลักษณะของ กระแสและแรงดันจะเป็นลักษณะการเปลี่ยนแรงดันจากแรงดันไฟสูงกระแสต่ำมาเป็นแรงดันที่ต่ำแต่กระแส สูงเพื่อใช้ในการเลี้ยง HEATER เมื่อต้องการหยุดการทำงานเมื่อใดก็เพียงแต่กดสวิทช์ STOP หน้าสั้มผัส NORMAL CLOSE ก็จะถูกตัดออกไฟก็ไม่ไหลไปเลี้ยง COIL ทุกอย่างก็จะหยุดลง โดยในวงจรกำลังนี้จะมี AC OUTLET 220 V ไว้เป็นเต้าเสียบสำหรับอุปกรณ์อื่น ๆ

3.1.2 วงจรควบคุม



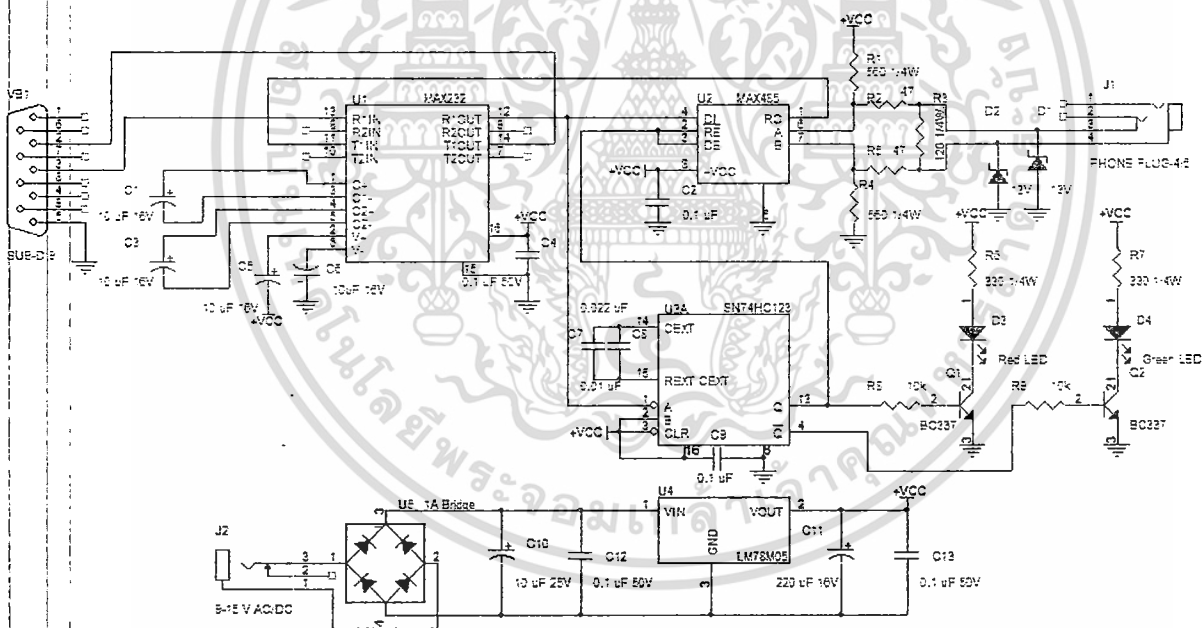
รูปที่ 3.2 วงจรควบคุม

หลักการทำงานของวงจรควบคุม วงจรควบคุมจะประกอบไปด้วยกล่องควบคุม ของ SHIMADEN รุ่น SR93 โดยต่อ LINE เข้ากับขั้ว (11), ต่อ NUTRAL เข้ากับขั้ว (12), ต่อกราวด์เข้ากับ (13), ต่อเซนเซอร์วัดอุณหภูมิโดยใช้ THERMO COUPLE TYPE K ต่อ (+) เข้าที่ขั้ว (7), ต่อ (-) เข้าที่ขั้ว (9), ต่อขั้วของตัวแปลงสัญญาณ RS485 ขั้ว (+) และ (-) ต่อเข้ากับจุดต่อของ RS485 ฟังก์ชันกล่องควบคุม (1)(2)(3), ต่อ OUTPUT1 ซึ่งเป็นกระแสที่ใช้ควบคุม SCR DRIVE ขนาด (4-20 mA) โดยขั้ว (+) ของ OUTPUT1 ต่อเข้ากับ TRIGGER INPUT CURRENT (TIC) ขั้ว (+) ของ SCR DRIVE และต่อขั้ว (-) ของ OUTPUT1 ต่อเข้ากับขั้ว (-) ของ SCR DRIVE ที่ SCR DRIVE ต่อไฟเลี้ยง 220 V เข้าที่ (AC1) และ (AC2), ต่อ (E1) เข้ากับ (-), ต่อ (E2) เข้ากับ (E3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการทำงานของวงจรควบคุม เมื่อเราจ่ายไฟให้กล่องควบคุม SHIMADEN รุ่น SR93 ลักษณะการควบคุม จะเป็นแบบ PID ซึ่งสามารถตั้งค่าควบคุมได้ภายในกล่องควบคุมทั้งแบบ MANUAL และแบบ AUTO และสามารถควบคุมอุณหภูมิแบบ OPEN LOOP และ CLOSE LOOP และสามารถ สั่งการ ควบคุมผ่านทาง PORT RS485 และสามารถติดตามบันทึกผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งจะต่อกันแบบเครือข่ายได้หลายตัว เราสามารถทำการตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการลง ไปยังกล่องควบคุม โดยผ่านทาง คีย์หน้ากล่องควบคุมหรือตั้งผ่านจากหน้าจอของคอมพิวเตอร์ ได้ทั้งสองทางหลังจากนั้นกล่องควบคุมจะทำการเปรียบเทียบค่าระหว่างค่าที่ตั้งไว้กับค่าที่อ่านได้จาก เซนเซอร์ถ้าค่าที่อ่านได้น้อยกว่าค่าอุณหภูมิที่ต้องการก็จะสั่งให้ SCR DRIVE ทำงาน เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ก็จะสั่งให้ SCR DRIVE หยุดทำงานตามค่าพารามิเตอร์ที่ตั้งไว้ในกล่องควบคุม

3.1.3 วงจรเชื่อมต่อ RS485



RS485 Interface Circuit

รูปที่ 3.3 วงจรเชื่อมต่อ RS485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์

โปรแกรมควบคุมอุณหภูมิ Shimaden Lite

โปรแกรม Shimaden Lite คือ โปรแกรมที่มีไว้ให้ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่ากล่องควบคุมอุณหภูมิ สามารถติดตาม และเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ

ได้อย่างรวดเร็วผ่านช่องทางระบบสื่อสาร RS485

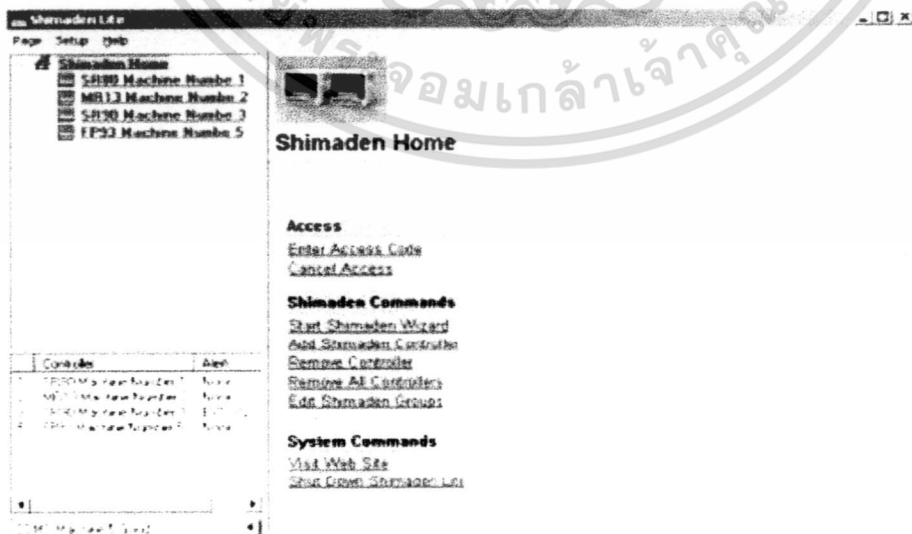
รายละเอียด:

- มี Shimaden Wizard ช่วยในการค้นหาช่องทางในการสื่อสารอย่างอัตโนมัติ
- มีวิธีการที่เรียบง่ายในการเข้าไปดูค่าต่าง ๆ ในกล่องควบคุม
- มีการดูค่าเป็นกลุ่มสามารถดูค่าได้มากถึง 6 กล่องควบคุมในเวลาเดียวกัน
- สามารถเก็บบันทึกข้อมูลออกมาเป็นไฟล์ชนิด CSV ได้ซึ่งสามารถนำไปใช้เปิดด้วยโปรแกรม Excel ได้
- สามารถแจ้งเตือนสถานะของกล่องควบคุมได้
- มีกล่องเครื่องมือหรือทูลบาร์ (Toolbar) ทำให้สะดวกในการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ
- แสดงการติดตามค่าตามช่วงเวลาต่าง แสดงออกมาอยู่ในรูปของกราฟ
- สามารถเข้าไปเปลี่ยนแปลงควบคุมตั้งค่าต่าง ๆ เพียงสั่งงานผ่านทาง โปรแกรมเช่นเดียวกับการสั่งผ่านหน้าจอของกล่องควบคุมโดยตรง
- สนับสนุนการสื่อสารแบบเครือข่ายในรูปแบบมาตรฐาน RS485 ทำให้สามารถใช้งานร่วมกับระบบอื่น ๆ ที่ใช้มาตรฐานเดียวกันได้
- ใช้งานบน Windows 95,98,Me,2000,XP และ Vista

การใช้งานโปรแกรม

เมื่อต่อกล่องอินเตอร์เฟส RS485 กับกล่องควบคุมเรียบร้อยแล้วทำการเรียกใช้งานโปรแกรม Sshimaden Lite จากหน้าจอหรือจาก Start up เมนูจาก Windows ก็ได้เมื่อทำการเรียกใช้งานครั้งแรก Shimaden Wizard จะทำงานขึ้นมาอย่างอัตโนมัติเพื่อทำการตั้งค่า พอร์ตสื่อสาร แต่ถ้าไม่ได้รับการตอบรับจากกล่องควบคุมจะแสดงสถานะไม่ตอบสนอง ซึ่งหมายถึงไม่สามารถสื่อสารกับกล่องควบคุมได้

หน้าหลักของโปรแกรม Shimaden Lite



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณพื้นที่แสดงกล่องควบคุม (Viewing Areas):

แสดงในรูปแบบของผังต้นไม้ในบริเวณด้านซ้ายของหน้าต่าง สามารถคลิกลงบนรายชื่อต่าง ๆ เพื่อแสดงค่าต่าง ๆ ออกมาได้

บริเวณเข้าถึงกล่องควบคุม (Access):

“Enter Access Code” ใช้สำหรับป้อนรหัสเข้าถึงกล่องควบคุม

“Cancel Access” สำหรับยกเลิกการเข้าถึงกล่องควบคุม

บริเวณคำสั่งควบคุม (Shimaden Commands):

“Start Shimaden Wizard” ใช้สำหรับค้นหากล่องควบคุมอัตโนมัติ (Auto)

“Add Shimaden Controller” ใช้สำหรับตั้งค่ากล่องควบคุมด้วยตัวเอง (manual)

“Remove Controller” ลบเอากล่องควบคุมออกไป

“Remove All Controllers” ลบเอากล่องควบคุมทั้งหมดออกไป

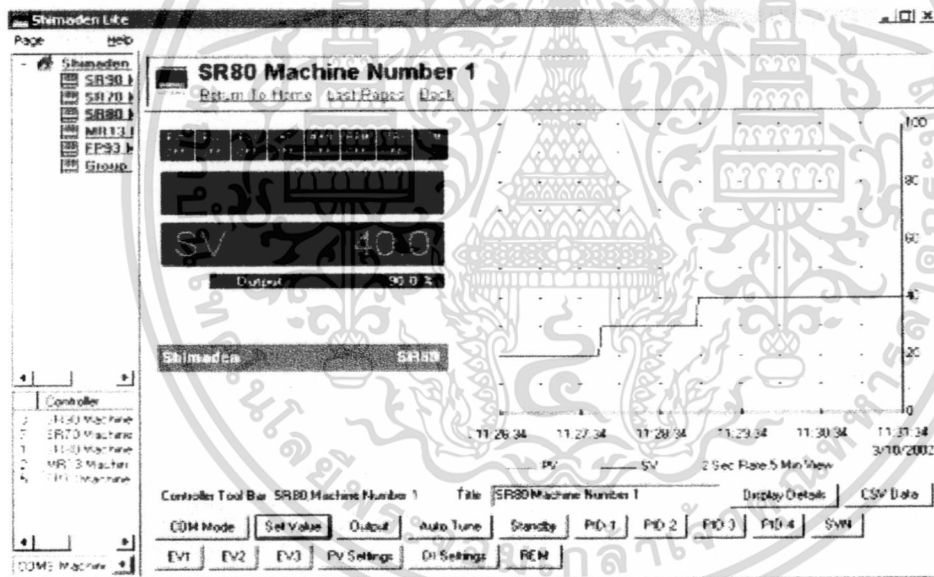
“Edit Shimaden Groups” ตั้งค่าแก้ไขการแสดงผลกล่องควบคุม โดยแสดงอยู่ในรูปของกลุ่ม

คำสั่งระบบ (System Commands):

“Visit Web Site” เชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ผู้ผลิต www.intech.co.nz

“Shut Down Shimaden Lite” ใช้สำหรับปิดโปรแกรม

การแสดงผลกล่องควบคุม (Controller Display)



แสดงค่าอุณหภูมิของกล่องควบคุม แสดงอยู่ในรูปของกราฟแสดงให้เห็นผลทั้งค่าก่อนหน้าและค่าในปัจจุบัน และยังมีค่าของของขบวนการ Process Value (PV) และ ค่าที่ตั้งไว้หรือค่าเป้าหมาย Set Value (SV)

กล่องเครื่องมือ (Tool bar) ที่ด้านล่างใช้ ใช้สำหรับเข้าถึงและเขียนค่าต่าง ๆ ลงไปยังกล่องควบคุม เมื่อคลิกเมนู “Return to Home” ก็จะกลับไปยังหน้าหลักของโปรแกรม คลิกเมนู “Last Pages” ก็จะกลับไปยัง 10 รายการสุดท้ายที่ผ่านมา หรือกด “Back” ก็จะกลับไปแค่ 1 ขั้นตอนที่ผ่านมา

กล่องเครื่องมือจะแสดงผลแตกต่างกันอยู่ที่ว่าใช้ กล่องควบคุมรุ่นใด เมื่อกล่องควบคุมกล่องใดมีการติดต่อกับ การอ่านและเขียนค่าลงไปทีกล่องควบคุมบริเวณที่หน้าจอด้านบนของกล่องจะแสดงเป็นแถบสีแดง ปุ่ม “Display Details” สำหรับเปลี่ยนค่าแกน Y และ ตั้งค่า การเก็บบันทึกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ CSV สามารถนำไป เปิดใน Excel ได้

ปุ่ม “CSV Data” ใช้เปิดคู่มือที่มีไฟล์ CSV เก็บอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงรายละเอียดกล่องควบคุม (Display Details)

กล่องควบคุมนี้ใช้กำหนดค่าต่าง ๆ ของกราฟ ข้อมูลแจ้งเตือนและไฟล์รายงาน CSV

Shimaden Display Details [X]

Controller

Title

Units

Decimal Point (Supplied by Controller)

Outputs

Trend Graph Details

Top of Graph

Bottom of Graph

Record Rate

- Title คือชื่อของกล่องควบคุมที่แสดงอยู่ในรายการที่หน้าจอ
- Units คือหน่วยอุณหภูมิที่แสดงบนหน้าจอและหน่วยของ PV และ SV
- Decimal Point ตั้งค่าโดยโปรแกรมเป็นการอ่านค่าความละเอียดในการแสดงผล
- Outputs เลือกค่าเอาต์พุตซึ่งบางรุ่นจะมีหลายเอาต์พุต

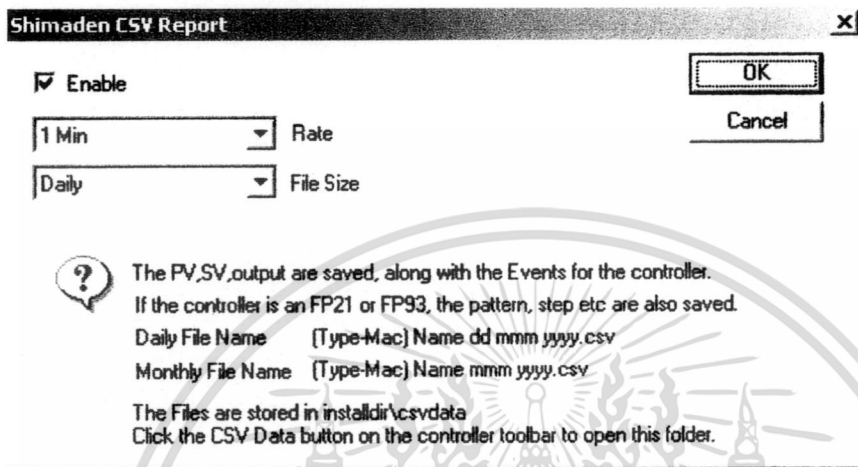
The Trend graph details,

- Top of Graph ตั้งค่าสูงสุดของกราฟได้
- Bottom of Graph ตั้งค่าต่ำสุดของกราฟได้
- Record rate อัตราการบันทึกข้อมูล เมื่ออัตราการบันทึกเปลี่ยนค่าข้อมูลก่อนหน้านี้อาจจะถูกล้างหายไป เส้นจุดสีแดงในแนวตั้งที่แสดงบนกราฟแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมถูกเริ่มต้นใหม่
- CSV Report ใช้ตั้งค่ารายละเอียดของไฟล์ CSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CSV Reports

CSV Reports ใช้บันทึกข้อมูลอุณหภูมิของตัวควบคุมตู้ไฟล์ CSV ไฟล์นี้จะทำการบันทึกค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงของ PV, SV, Output และ เหตุการณ์ต่าง ๆ Events อัตราการสุ่มข้อมูลขนาดของไฟล์ สามารถตั้งได้ และ ไฟล์นี้จะเก็บอยู่ที่โฟลเดอร์ installdir\csvdata.



- Enable เปิดใช้งาน CSV Report.

- Rate คือ อัตราการสุ่มข้อมูลที่นำไปเก็บบันทึกbbb

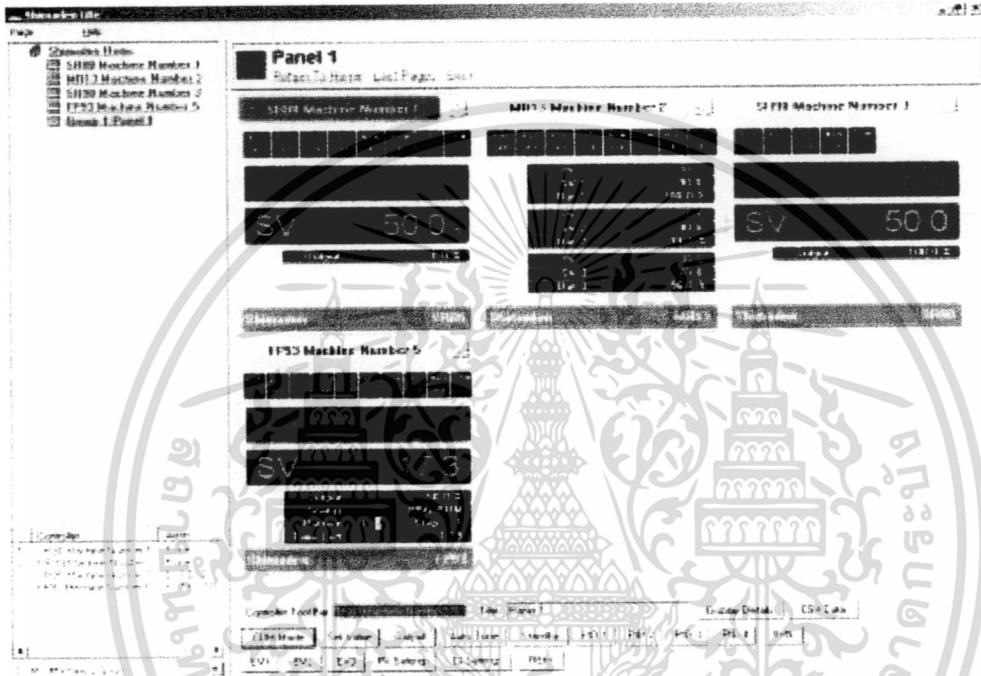
- File Size คือขนาดของไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shimaden Groups

Shimaden Groups ใช้แสดงผลกรณีที่กล่องควบคุมมีจำนวนมากและต้องดูค่าไปพร้อม ๆ กันหลาย ๆ ชุดซึ่งสามารถดูค่าได้พร้อมกันถึง 6 กล่องควบคุมและแบ่งได้เป็นกลุ่มสูงถึง 100 กลุ่ม

การแสดงผลเป็นกลุ่ม (Shimaden Group Display)

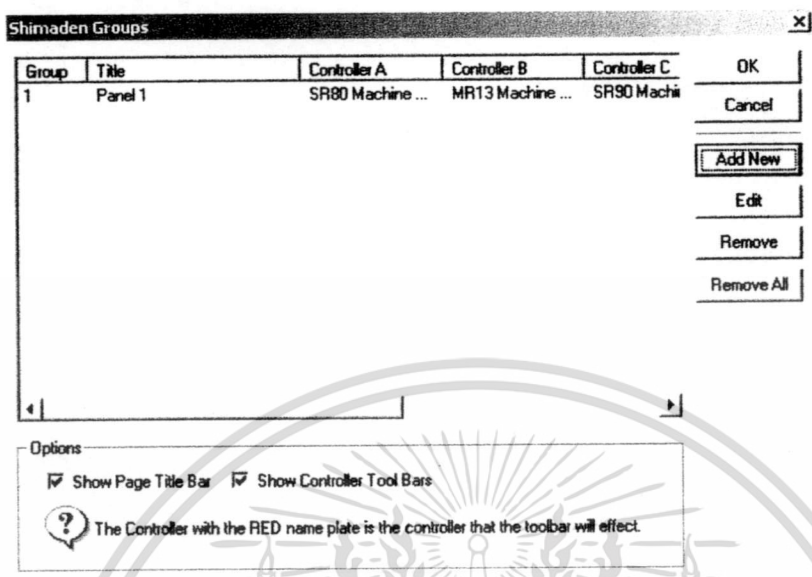


คลิกที่กล่องใดกล่องนั้นก็จะสามารถควบคุมและตั้งค่าต่าง ๆ ได้ ถ้าคลิกที่รูปภาพด้านขวาของแต่ละสีแดงก็สามารถเข้าไปดูกราฟที่กล่องควบคุมนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งกลุ่ม (Shimaden Group Setup)

Check "Edit Shimaden Groups" on the Shimaden Home page.



Group	Title	Controller A	Controller B	Controller C
1	Panel 1	SR80 Machine ...	MR13 Machine ...	SR90 Machi...

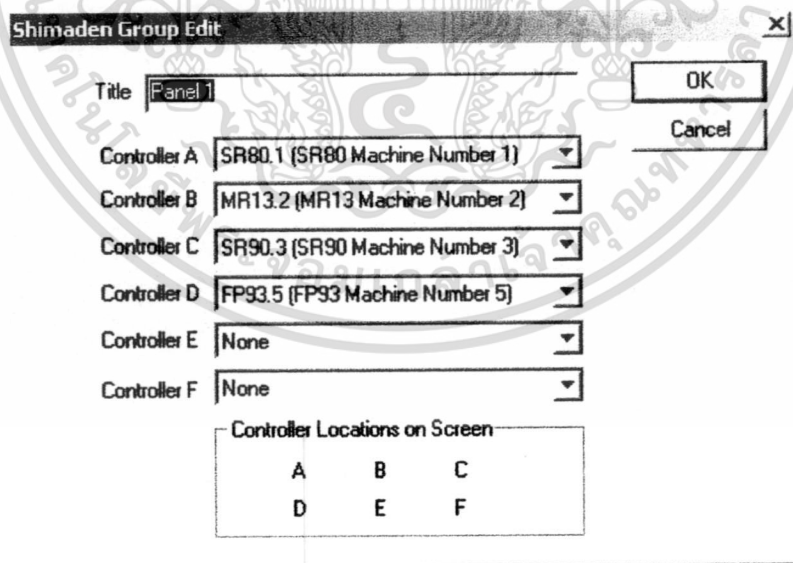
Options

Show Page Title Bar Show Controller Tool Bars

? The Controller with the RED name plate is the controller that the toolbar will effect.

- เพิ่มกลุ่มใหม่. ใช้ปุ่ม "Add New"
- การแก้ไขเลือกกลุ่มที่สร้างไว้แล้ว ใช้ปุ่ม "Edit"
- การลบออกไปเลือกกลุ่มก่อนแล้วใช้ปุ่ม "Remove"
- ถ้าต้องการลบออกทั้งหมด "Remove All"

Add New/ Edit



Shimaden Group Edit

Title: Panel 1

Controller A: SR80.1 (SR80 Machine Number 1)

Controller B: MR13.2 (MR13 Machine Number 2)

Controller C: SR90.3 (SR90 Machine Number 3)

Controller D: FP93.5 (FP93 Machine Number 5)

Controller E: None

Controller F: None

Controller Locations on Screen

A	B	C
D	E	F

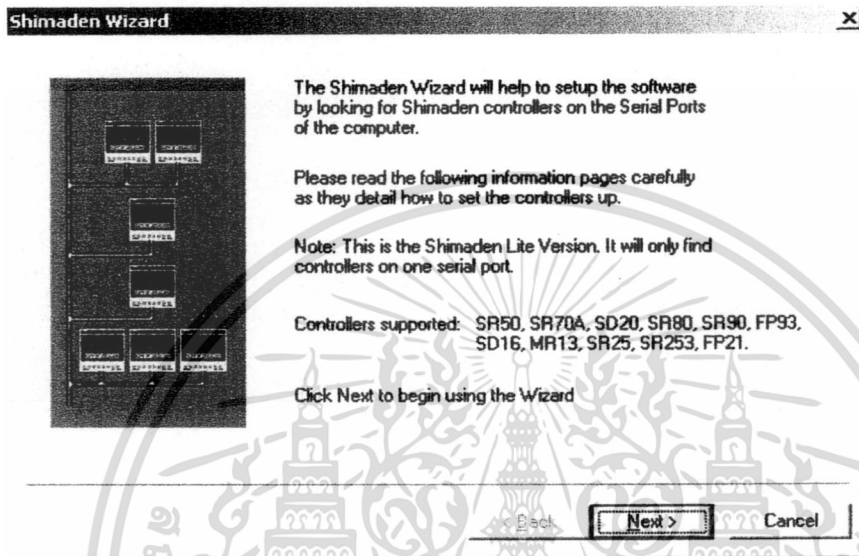
เลือกตัวควบคุม A ถึง F และชื่อของตัวควบคุมคลิก OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shimaden Wizard

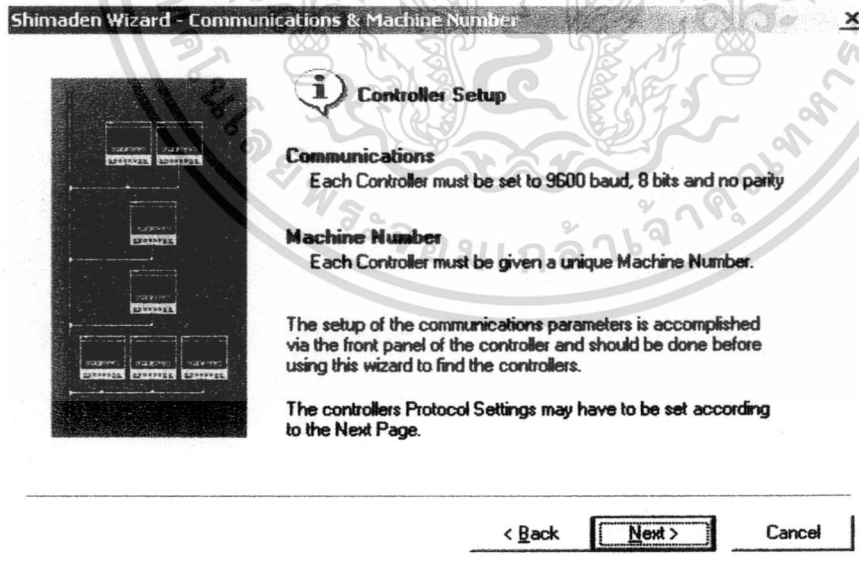
Shimaden Wizard ใช้ในการค้นหาตัวควบคุม ทั้งหมดบนพอร์ตสื่อสาร ตัวควบคุมต้องตั้งค่าให้เรียบร้อยก่อนใช้งานเสมอ
ต้องตั้งค่าหมายเลขของสถานีไม่ให้ตรงกันซึ่งจะเกิดการชนกันของสัญญาณได้

ขั้นที่ 1:



Click Next

ขั้นที่ 2:

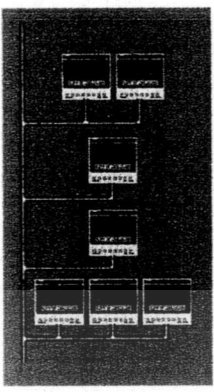


Click Next.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 3:

Shimaden Wizard - Protocol Settings



Protocol Settings for Each Controller Type

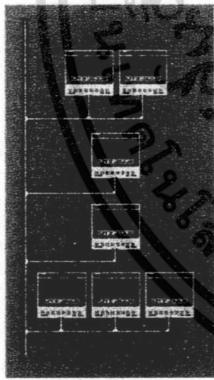
- SR50 Protocol = noml
- SR70 Default (No selection Required)
- SD20 Default (No selection Required)
- SR25 Default (No Selection Required)
- SR253 Protocol = SR25 Mode
- FP21 4800 Baud (If a FP21 is on the loop, all controllers must be set to 4800 Baud)
- SR80, SR90 CTrl = STX_ETX_CR , Bcc = Add
- FP93 CTrl = STX_ETX_CR , Bcc = Add
- SD16 SchA = STX_ETX
- MR13 CTrl = STX_ETX_CR , Bcc = Add

< Back

Click Next

ขั้นที่ 4:

Shimaden Wizard - RS485 Settings



Controller Time Delay Settings (dELY) - RS485 only.

Controller	Value Required	Delay =
SR50	200	0.128 * value (mSec)
SR70	200	0.1 * value (mSec)
SD20	12	2 * value (mSec)
SR80, SR90, FP93	40	0.512 * value (mSec)
SD16	200	0.1 * value (mSec)
MR13	75	0.25 * value (mSec)

These settings must be set to the Value Required for RS485 use, otherwise the controller will not respond correctly.

< Back

Click Next

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 5:

Shimaden Wizard - Port Settings

Select Ports

COM1 COM3
 COM2 COM4 - Not Available

Select Baud Rate

9600 4800 (Required for FP21 Controllers)

Scanning Controllers

10 Last machine number to scan on each port
 Look for Machine 0 to Machine Number 10

< Back Next > Cancel

เลือก พอร์ต ที่จะทำการค้นหา อัตราการส่งรับข้อมูล (Baud rate) และจำนวนที่จะทำการค้นหา

Click Next.

ขั้นที่ 6:

Shimaden Wizard - Find Controllers

Find Shimaden Controllers

Click Start to begin scanning the port(s). Start

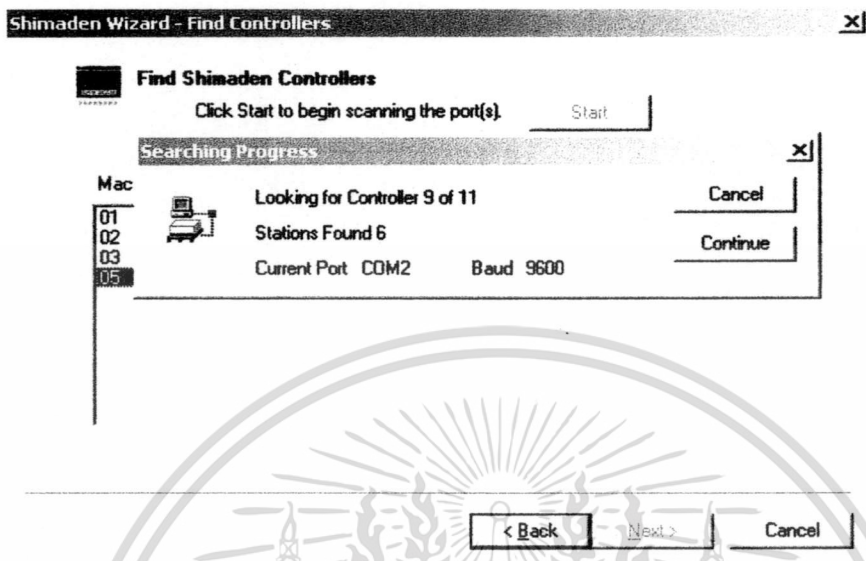
During Searching, click the Continue button to stop the search, accepting the controllers found so far.

< Back Next > Cancel

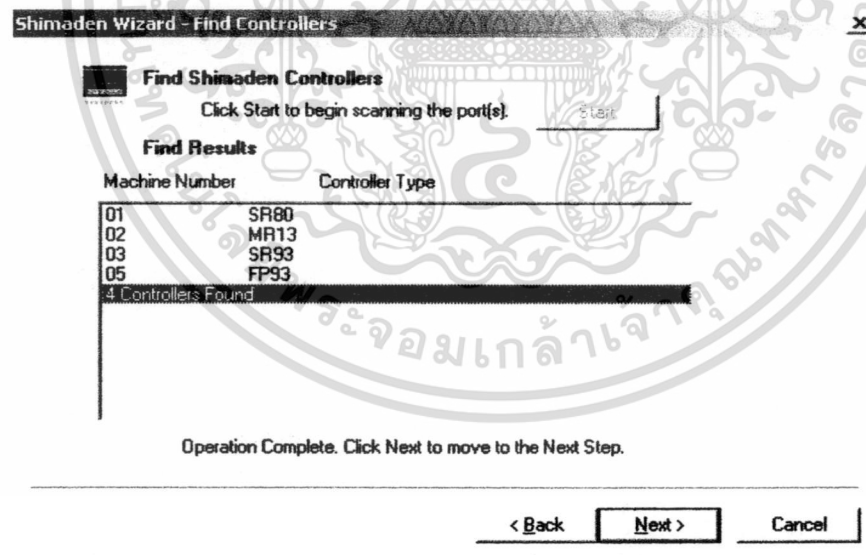
Click Start เริ่มต้นค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 6: - Search Progress



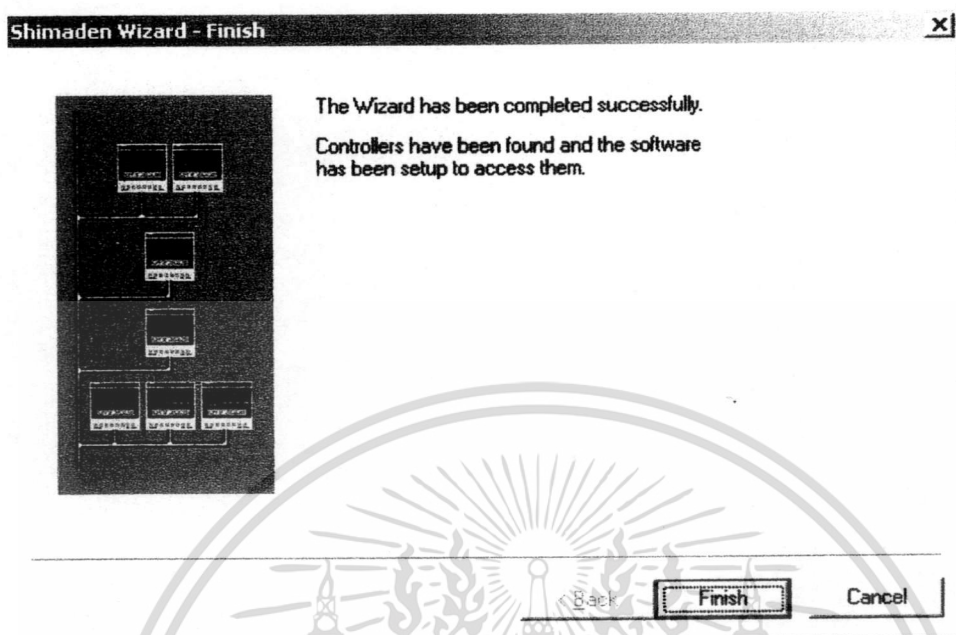
ขั้นที่: Search Complete



Click Next.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 7: Finish



Click Finish ทำการบันทึกกล่องควบคุมและรายละเอียดในการสื่อสารไว้เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้รหัสในการเข้าถึง (Access Codes)

การใช้รหัสในการเข้าถึงสามารถป้องกันการเข้าใช้โปรแกรมอย่างไม่ถูกต้องได้

- “Enter Access Code” ใช้ป้อนรหัสในการเข้าถึงระบบ
- “Cancel Access” ใช้ยกเลิก Access code.

การตั้งค่ารหัสในการเข้าถึง (Setting Access Codes)

ที่หน้า Home คลิก Setup “Passwords”

The screenshot shows a window titled "Passwords" with three sections for setting passwords:

- Passwords - Controller Buttons:** Includes a "Password" field, a "New Password" button, and "OK" and "Cancel" buttons.
- Passwords - Program Setup:** Includes a "Password" field and a "New Password" button.
- Passwords - Program Close:** Includes a checkbox labeled "Use Password To Close", a "Password" field, a "New Password" button, and "OK" and "Cancel" buttons.

คลิก New Password สำหรับตั้งค่า Password ใหม่ที่ต้องการ

The screenshot shows a dialog box titled "New Password" with two input fields:

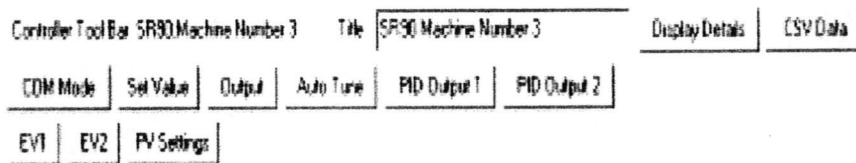
- New Password:** The first input field.
- Confirm New Password:** The second input field.

At the bottom, there are "OK" and "Cancel" buttons.

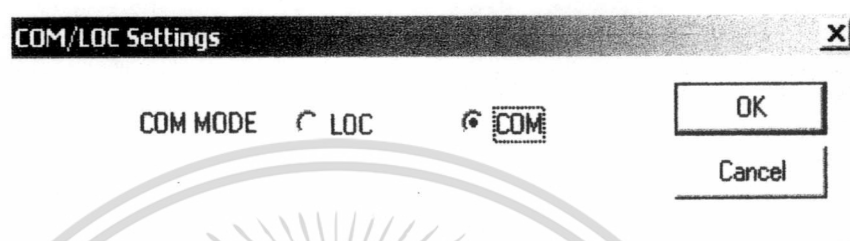
เมื่อโปรแกรมรับค่าเรียบร้อยแล้วก็จะเข้าสู่ขั้นตอนของการป้องกัน เมื่อจะเข้าถึง
กล่องควบคุมจะต้องป้อน Password ในการเข้าถึงระบบ

SR93 Dialog Boxes

Toolbar

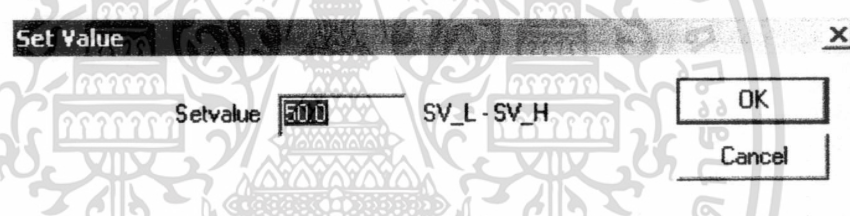


COM Mode



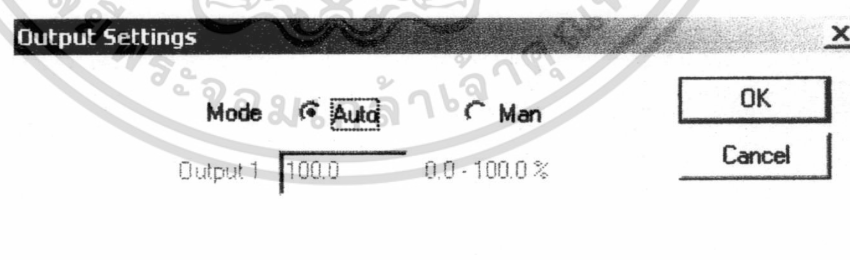
คลิก COM เพื่อเปลี่ยนเป็น COM mode คลิก LOC เพื่อเปลี่ยนไปเป็น LOCAL mode
คลิก OK เพื่อบันทึกการตั้งค่า

Set Value



การตั้งค่าควบคุม Set value แล้ว ตั้งค่าลงไป คลิก OK เพื่อบันทึกการตั้งค่า

Output



คลิก "Auto" สำหรับการทำงานแบบอัตโนมัติ, คลิก "Man" แล้วใส่ค่าเอาต์พุตลงไป
สำหรับการทำงานแบบ Manual คลิก OK เพื่อบันทึกการตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับตั้งระบบแบบอัตโนมัติ (Auto Tune)

Auto Tune Settings

Auto Tune Off On

OK

Cancel

คลิกปุ่ม Auto Tune เพื่อทำการปรับตั้งระบบสามารถยกเลิกได้เมื่อต้องการ คลิก OK เพื่อบันทึกการตั้งค่า

PID Output 1, 2

PID Output 1 Settings

P 5.0 0.0 - 99.9 %

I 120 0 - 6000 Secs

D 30 0 - 3600 Secs

Man Reset -50.0 -50.0 - 50.0 %

Target Function 0.40 0.00 - 1.00

Hys 2.0 0.1 - 100.0 %

OK

Cancel

ตั้งค่า PID parameters ลงไปได้เอง คลิก OK เพื่อบันทึกการตั้งค่า EV1, EV2

EV1 Settings

Event Mode Ld

Setpoint 30.0

Hysteresis 0.5 0 - 1000 Unit

Standby Mode 1

OK

Cancel

Help

เลือกเหตุการณ์ Event ที่ต้องการ คลิก OK เพื่อบันทึกการตั้งค่า

PV Settings

PV Settings

PV Bias 0.0 -1999 - 1999 Unit

PV Filter 0 0 - 100 Secs

OK

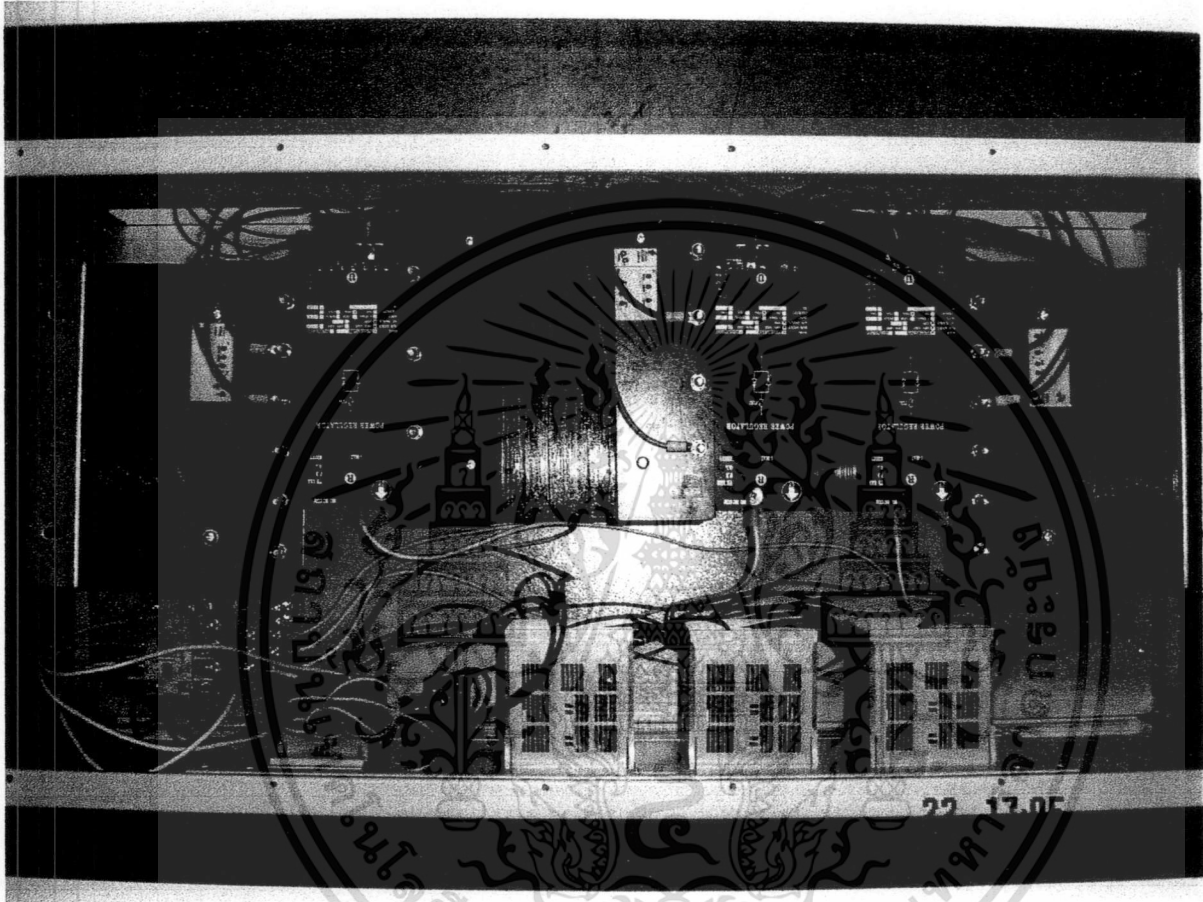
Cancel

ใส่ค่าขดเซ PV Bias และค่า Filter ได้ตามที่ต้องการ คลิก OK เพื่อบันทึกการตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การสร้างและการประกอบ Thermal CVD

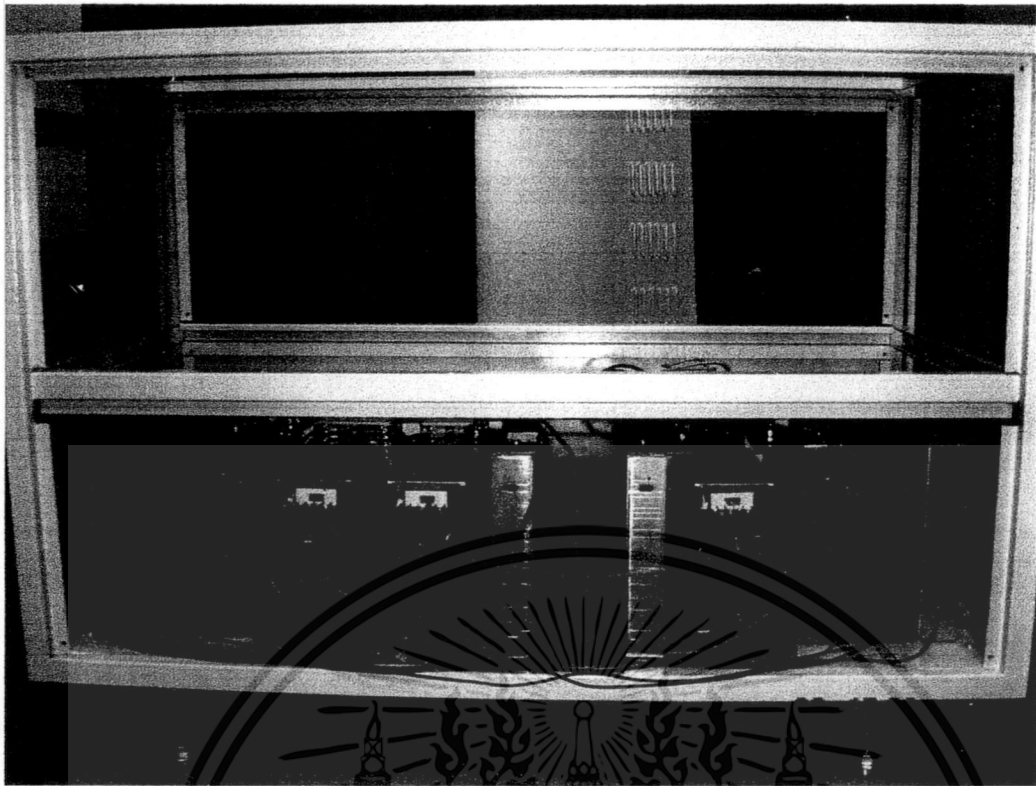
หลังจากออกแบบวงจรต่างๆ ได้นำมาประกอบวงจรเข้าด้วยกันในตู้ที่ออกแบบไว้และสุดท้ายนำเอา ท่อควอตซ์มาประกอบในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อรอการทดสอบเครื่อง สำหรับขั้นตอนการประกอบเครื่อง สามารถแสดงได้ดังลำดับภาพต่างๆดังต่อไปนี้



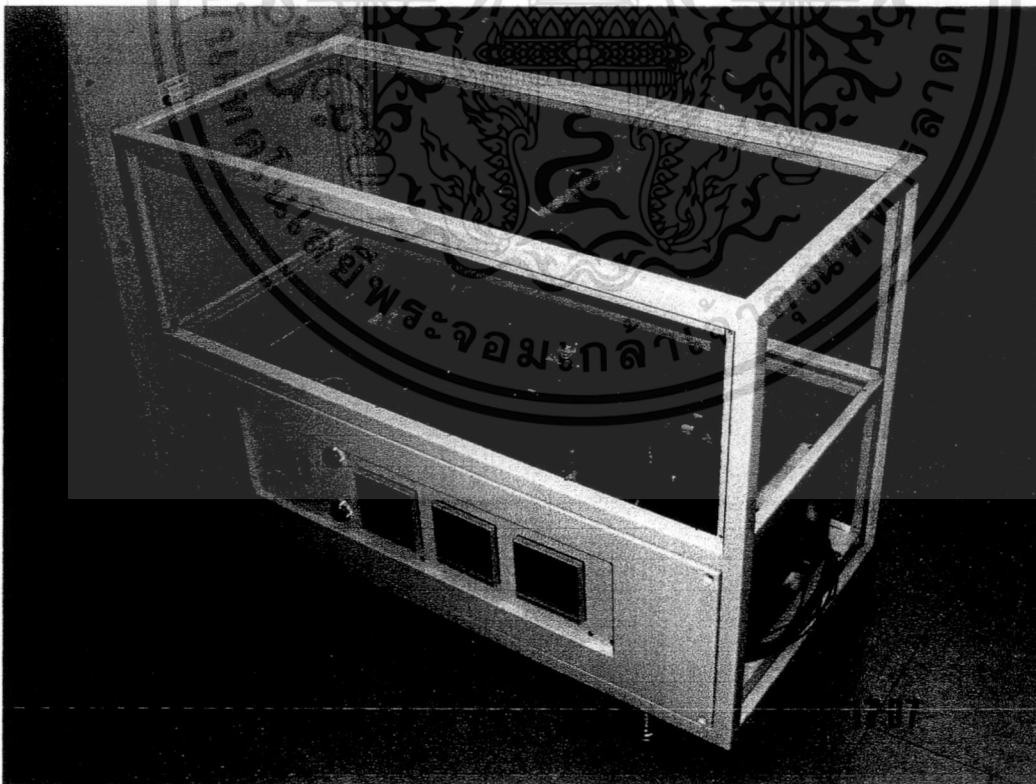
รูปที่ 3.4 แสดงภาพถ่ายด้านบนขณะที่ยังไม่ประกอบท่อควอตซ์

รูปที่ 3.4 แสดงให้เห็นด้านบนแสดงให้เห็นตำแหน่งการวางหม้อแปลงสามตัว ชุดควบคุมและมิเตอร์สำหรับ ควบคุมและแสดงผล สำหรับด้านหลังและด้านหน้าและด้านข้างแสดงได้ดังรูปที่ 3.5, 3.6 และ 3.7 ตามลำดับ ส่วนการติดตั้งขดลวดความร้อนทั้ง 3 ชุดแล้วสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

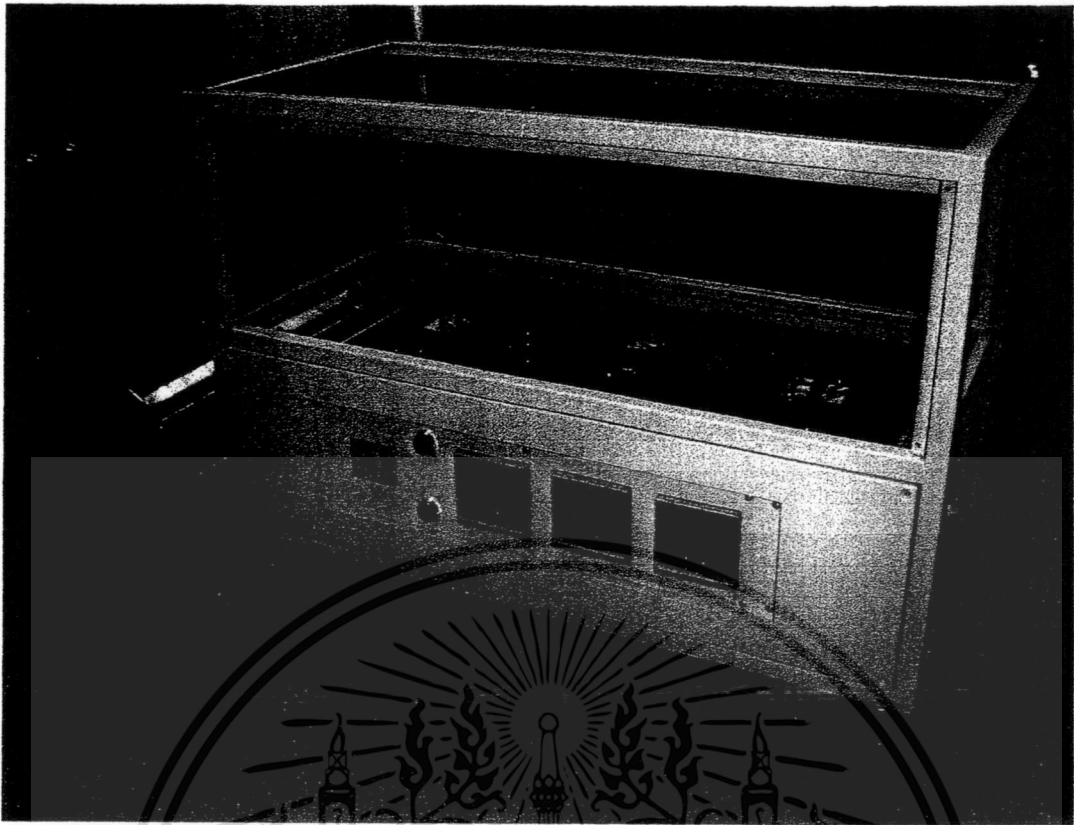


รูปที่ 3.5 แสดงด้านหลังของเครื่อง Thermal CVD

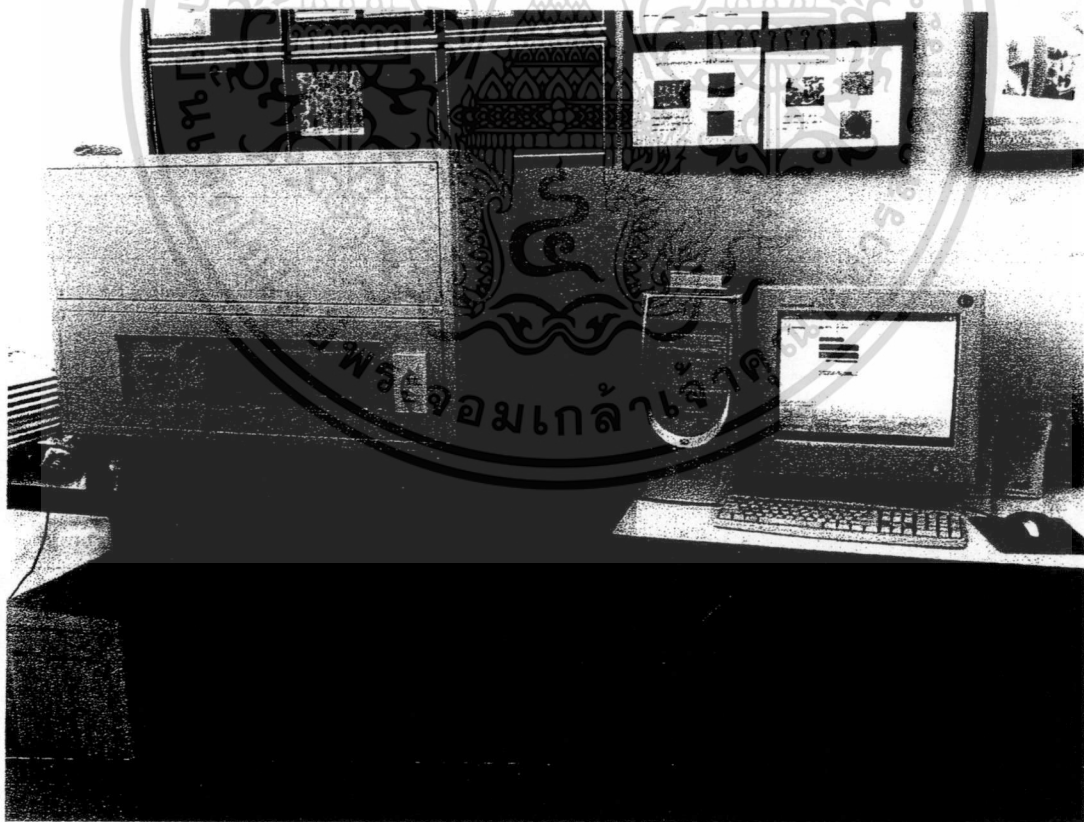


รูปที่ 3.6 แสดงให้เห็นมิติด้านหน้าและข้างของเครื่อง Thermal CVD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงให้เห็นด้านหน้าของเครื่อง Thermal CVD แสดงส่วนหน้าปิดควบคุมและแสดงผลอุณหภูมิ



รูปที่ 3.8 แสดงเครื่อง Thermal CVD เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อย โดยติดตั้งชุดควบคุมความร้อน 3 ชุดพร้อมควบคุมด้วย

คอมพิวเตอร์

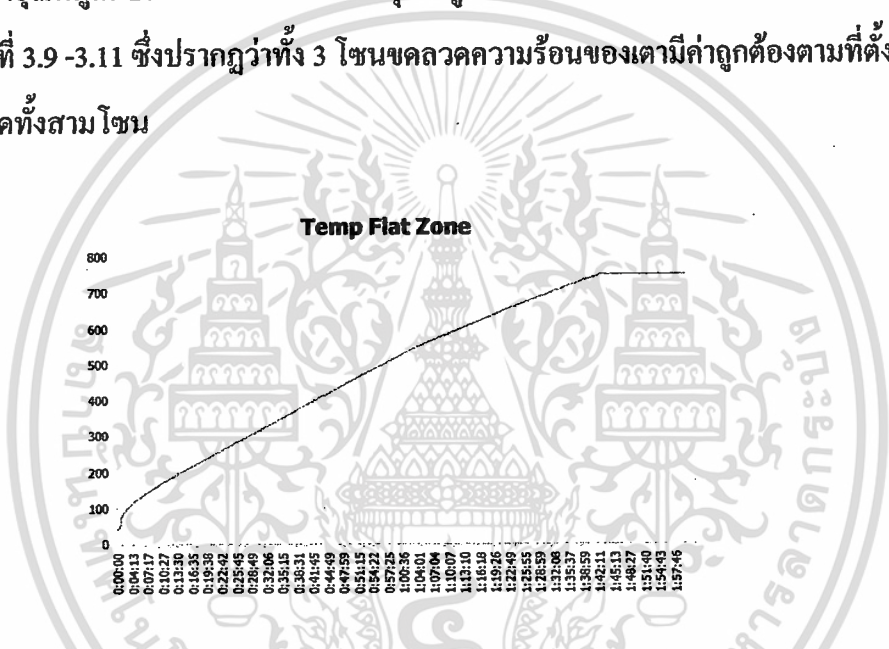
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ผลการทดสอบ

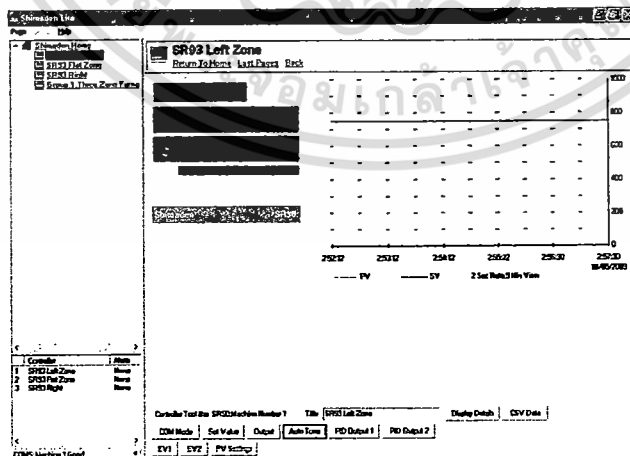
หลังจากการประกอบเครื่อง Thermal CVD เราจะมาทำการทดสอบ โดยมีสองขั้นตอนได้แก่ การทดสอบการปรับค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ของเครื่องในการควบคุมอุณหภูมิในแต่ละ โซนทั้งสามโซน และการทดสอบอุณหภูมิกับตำแหน่งค่าระยะทางต่างๆของท่อควอตซ์

3.4.1 การทดสอบการปรับค่าพารามิเตอร์ของ Thermal CVD ในแต่ละโซน

ทำการปรับ โดยใช้การทำงานแบบอัตโนมัติ ทำการตั้งค่าที่ต้องการแล้วให้ทำการหาค่าพารามิเตอร์ โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าอุณหภูมิกับเวลา โดยทำการตั้งค่าอุณหภูมิตดสอบที่ 750 องศาเซลเซียส ทั้งสามโซน ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.9 -3.11 ซึ่งปรากฏว่าทั้ง 3 โซนขดลวดความร้อนของเตามีค่าถูกต้องตามที่ตั้งค่าไว้ มีอุณหภูมิที่คงที่ตลอดทั้งสาม โซน



ก) แสดงการเข้าถึงอุณหภูมิตั้งไว้กับเวลา

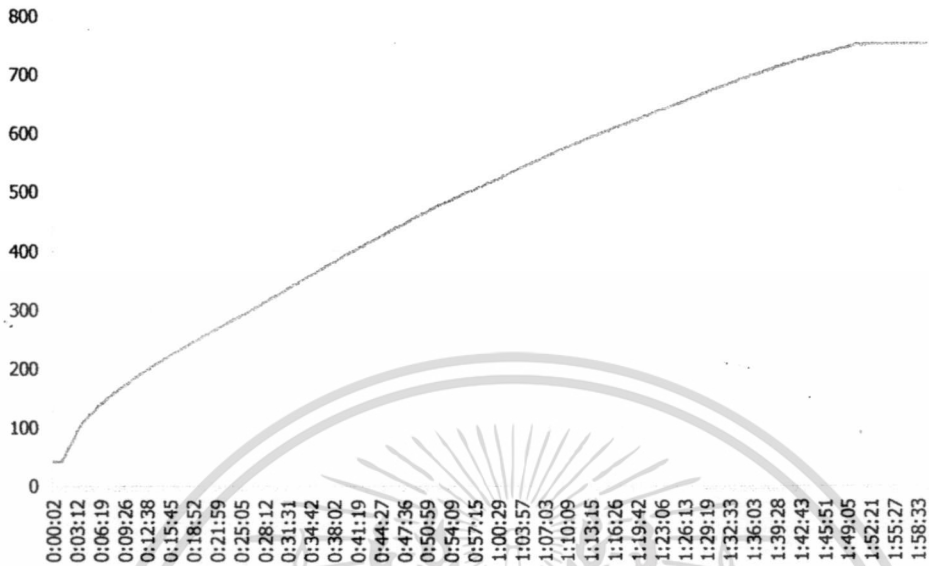


ข) แสดงการคงค่าอุณหภูมิกับค่าที่ตั้งไว้กับเวลา

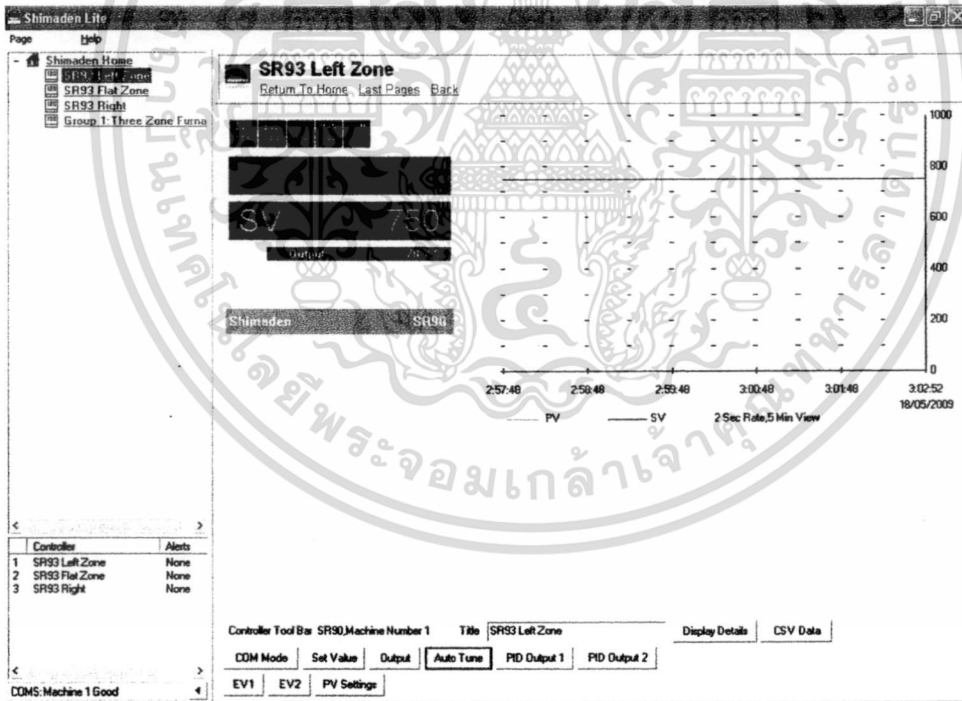
รูปที่ 3.9 แสดงค่าอุณหภูมิตดสอบความร้อน flat zone ของ Thermal CVD กับ อุณหภูมิที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Temp Left Zone



ก) แสดงการเข้าถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้กับเวลา

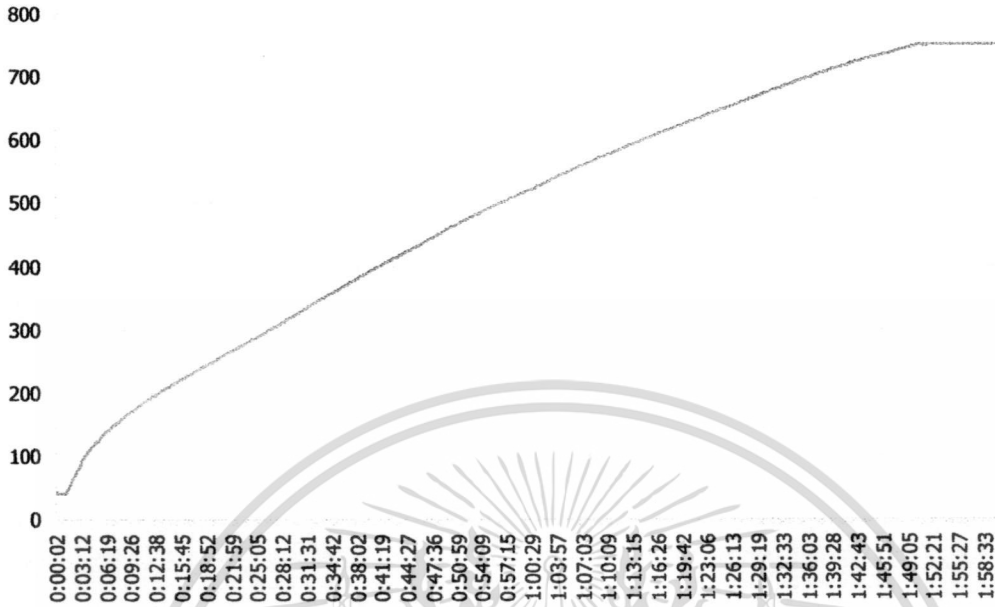


ข) แสดงการคงค่าอุณหภูมิกับค่าที่ตั้งไว้กับเวลา

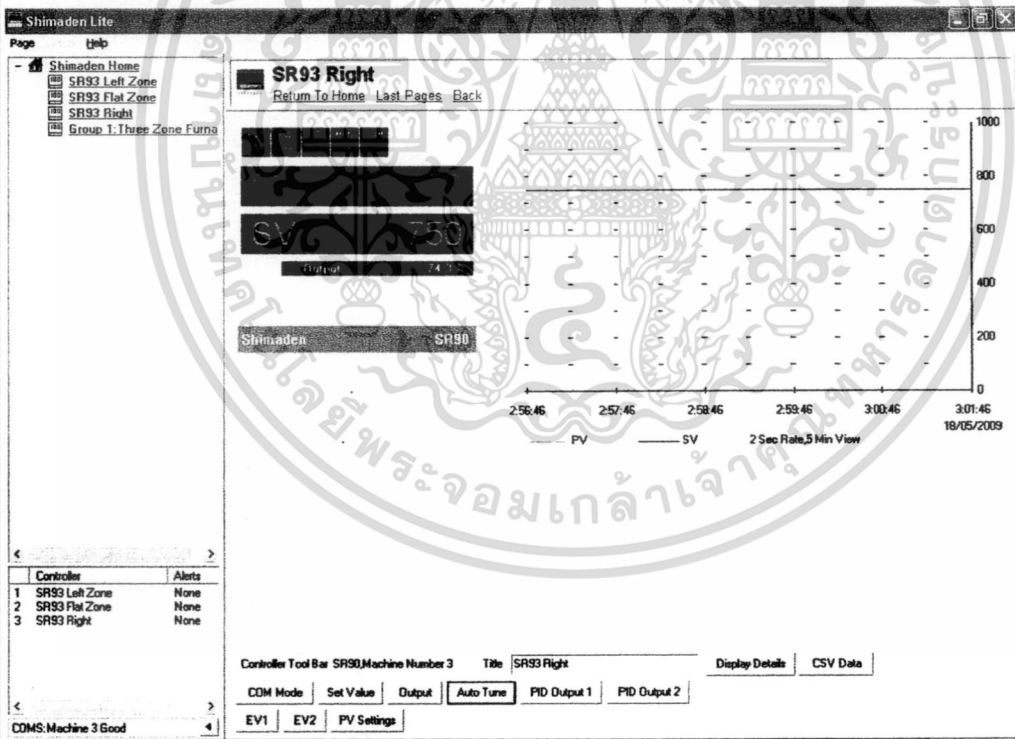
รูปที่ 3.10 แสดงค่าอุณหภูมิขลวดความร้อน โซนซ้ายมือของ Thermal CVD กับ อุณหภูมิที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Temp Right Zone



ก) แสดงการเข้าถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้กับเวลา



ข) แสดงการคงค่าอุณหภูมิกับค่าที่ตั้งไว้กับเวลา

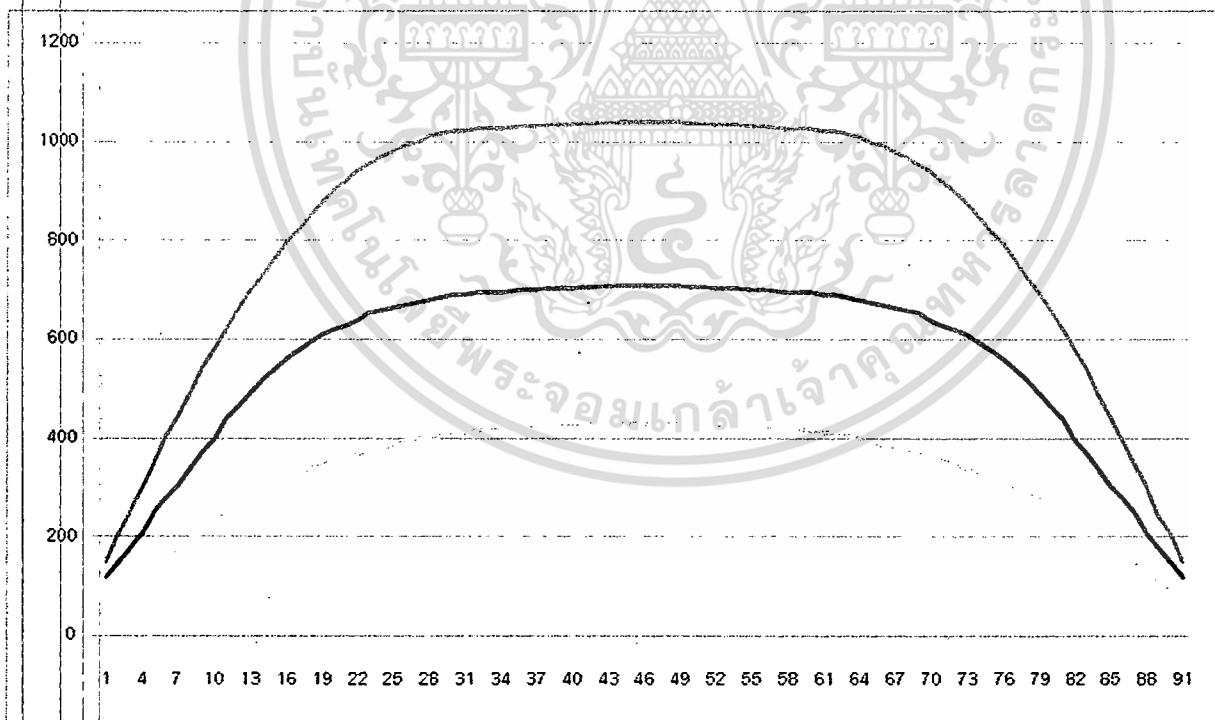
รูปที่ 3.11 แสดงค่าอุณหภูมิขดลวดความร้อน โชนขวามือของ Thermal CVD กับ อุณหภูมิที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การทดสอบเครื่อง Thermal CVD กับตำแหน่งของเตา

เนื่องจากลักษณะของ Thermal CVD เป็นลักษณะแบบแนวนอน Horizontal ดังนั้นระยะที่อุณหภูมิคงที่ที่เรียกว่า flat zone นั้นมีความสำคัญยิ่งเพราะจะเป็นช่วงที่จะใช้สร้างวัสดุชิ้นงาน ระยะนี้ควรมีอุณหภูมิคงที่และมีระยะที่ยาวเพื่อใช้งานได้กว้างขวาง การทดสอบจะแบ่งได้สองแบบด้วยกันได้แก่ การทดสอบแบบเปิดรูป (open loop) และการทดสอบแบบปิดรูป (closed loop)

การทดสอบแบบเปิดรูปเป็นการทดสอบการควบคุมค่าการป้อนกระแสคงที่ โดยจะป้อนเป็นค่าสัดส่วนกับค่าสูงสุด ผลการทดสอบแบบเปิดรูป (Open loop) แกน x เป็นระยะทางวัดจากด้านซ้ายสุดของเตาเป็นจุด 0 มีหน่วยเป็น เซนติเมตร แกน Y เป็นอุณหภูมิ ในหน่วยของศาเซลเซียส โดยมีค่า Out put ที่ใช้ทดสอบ สามค่าคือ สีเขียว 50 % สีแดง 75% และสีฟ้า 100%จากการทดสอบแสดงได้ดังรูปที่ 3.12 โดยแสดงที่การตั้งค่าควบคุมการป้อนสัดส่วนกระแสสูงสุด สามค่าที่แตกต่างกัน จากผลที่ได้แสดงให้เห็นช่วง flat zone ตรงกลาง และบริเวณซ้ายและขวาที่อุณหภูมิจะขึ้นลงเป็นช่วง ramp ของอุณหภูมิ



รูปที่ 3.12 แสดงอุณหภูมิของ Thermal CVD แบบเปิดรูป (open loop) ที่ตำแหน่งต่างๆของท่อควอดซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบต่อไปคือการทดสอบแบบปิดรูป (Closed loop) ซึ่งจะเป็นการทดสอบแบบตั้งค่าควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ไว้ค่าหนึ่ง เมื่ออุณหภูมิของเตาคงที่ จะทำการวัดอุณหภูมิของเตาที่ตำแหน่งต่างๆ เพื่อที่จะดูรูปแบบอุณหภูมิของเตา จากการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.13

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าค่าที่ตั้งไว้คือ 750 องศาเซนเซียส เตาสามารถที่จะควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ที่บริเวณ *flat zone* และมีค่าถูกต้อง นอกจากนี้จะเห็นในช่วงอุณหภูมิลาดหรือ *ramp zone* ที่บริเวณโชนทางซ้ายและขวา การลาดชันของอุณหภูมิจึงมีค่าคงที่และมีความสมมาตร



รูปที่ 3.13 แสดงอุณหภูมิ Thermal CVD แบบปิดรูป (closed loop) ที่ตำแหน่งต่างๆของท่อควอตซ์

บทที่ 4

สรุปและวิจารณ์ผล

โครงการวิจัย “เครื่องสร้างวัสดุสารกึ่งตัวนำด้วยการตกตะกอนไอเคมีด้วยความร้อน” (Thermal Chemical Vapor Deposition Apparatus) นี้ประสบความสำเร็จทุกประการ โดยเครื่องนี้สามารถแยกควบคุมอุณหภูมิได้อย่างอิสระทั้งสามบริเวณ สามารถทำงาน ได้อุณหภูมิสูงสุด 1000 องศาเซลเซียสและสามารถทำงานได้จนถึงอุณหภูมิ 1150 องศาเซลเซียสสามารถรักษาอุณหภูมิกึ่งที่ได้ตลอดเวลาใช้งาน เหมาะสมในกระบวนการที่ต้องการควบคุมคุณภาพสูงเช่นงานไมโครอิเล็กทรอนิกส์ มีช่วงอุณหภูมิกึ่งที่กลางเตา (Flat Zone) มากกว่า 30 เซนติเมตรทำให้สามารถใช้งาน ได้กว้างขวาง นอกจากจะใช้งานเป็นเครื่องสร้างวัสดุสารกึ่งตัวนำแล้วยังสามารถประยุกต์ใช้งานทางด้านอื่น ได้อีกเช่น การสร้างออกไซด์ด้วยความร้อน การขับลิเทียม และการแพร่สารเจือด้วยความร้อน การแอนนัลด้วยความร้อน แม้เครื่องนี้จะทำงานที่ความดันบรรยากาศ แต่ก็สามารถประยุกต์กับกระบวนการที่ความดันต่ำได้ในอนาคต

สำหรับปัญหาและอุปสรรคได้แก่เรื่องงบประมาณที่จำกัดแต่สามารถแก้ไข โดยนำเองงบประมาณส่วนอื่นมาช่วยเสริม ปัญหาต่อมาคือความล่าช้าในการอนุมัติเริ่ม โครงการทำให้โครงการดำเนินการล่าช้าออกไปประมาณสองเดือน ปัญหาในการสั่งซื้ออุปกรณ์บางอย่างที่ต้องเสียเวลาในการจัดซื้อ ปัญหาค่าเงินที่อ่อนตัวทำให้ราคาอุปกรณ์มีราคาเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามอุปสรรคเหล่านี้สามารถแก้ไขให้ลุล่วงไปได้ในที่สุด

ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการเป็นการพัฒนาบุคลากรในหน่วยงาน เป็นการช่วยเหลือครุภัณฑ์นำเข้าจากต่างประเทศที่มีราคาแพงได้โดยโครงการนี้สามารถลดต้นทุนได้อย่างน้อยประมาณสามถึงสี่แสนบาท สามารถมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเรียนการสอนซึ่งประโยชน์ดังกล่าวเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการเริ่มต้น นอกจากนี้ยังสามารถผลิตในเชิงพาณิชย์สำหรับผู้สนใจทั่วไปผู้วิจัยต้องขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นอย่างสูงและหวังว่าจะได้รับการสนับสนุนสำหรับโครงการวิจัยลักษณะนี้อีกในอนาคตต่อไป

บรรณานุกรม

- 1) Hong Xiao, "Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology", Prentice Hall, 2001.
- 2) Richard C. Jager, "Introduction to Microelectronic Fabrication", Addison-Wesley, 1989.
- 3) เดิมพงษ์ เพ็ชรกุล, เอกสารประกอบการสอนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2551.
- 4) เอกสารประกอบการอบรมความรู้ด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. Electronics Research Center, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



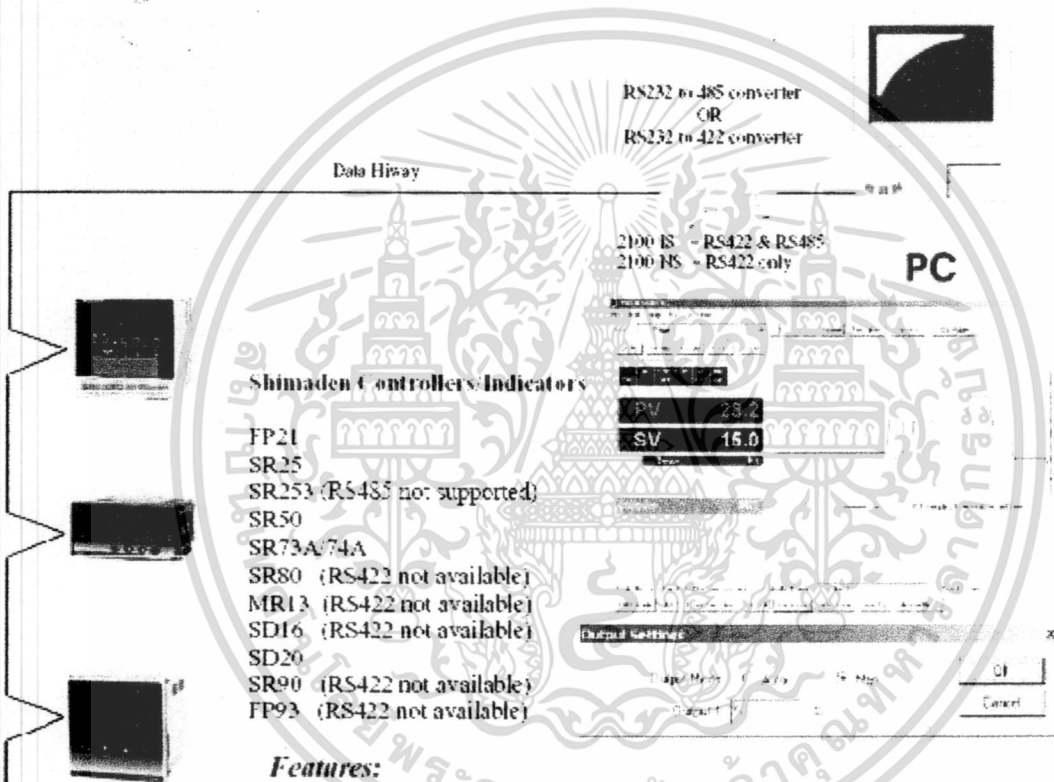
ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SHIMADEN CO., LTD.

Shimaden Lite

Shimaden Controllers and Shimaden Lite software working together to offer one of the most user friendly and advanced packages available.



Features:

- Auto seek: Find controllers automatically.
- Auto configuration: MicroScan automatically adopts controller configuration.
- User friendly controller configuration from computer.
- Password protection.
- Trend graph of PV & SV.
- Trend graph has most re
- Scan settings 1 sec, 15 sec, 1 min.
- Controller identification label.
- Alert window for showing status of controller events.
- Recording function into CSV Report for viewing data.

Note:

- MR13 has no SV facility from computer.
- 2100-IS / 2100-NS not required when using RS232.
- RS232 will connect to one controller only.

Oct 2002 Shimaden Co., Ltd.

Shimaden accepts no responsibility for damage or losses from Software or Hardware supplied

(The contents of the brochures are subject to change without notice.)

Temperature and Humidity Control Specialists
SHIMADEN CO., LTD.
Head Office: 220-10 Kamezaki, Nishiku, Tokyo 179-0231 Japan
Phone: +81-3-2251-7267 Fax: +81-3-2251-7288
E-mail: sp-cp@shimaden.co.jp URL: <http://www.shimaden.co.jp>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SR90 Series Digital Controller

COMMUNICATION INTERFACE (RS-232C/RS-485)

INSTRUCTION MANUAL

Thank you for purchasing the Shimaden SR90 series controller.
Please check that the delivered product is the correct item you ordered. Please do not begin operating this product until you have read this instruction manual thoroughly and you understand its contents.

This instruction manual describes the communication interface which is an optional function of the SR90 digital controller. For details of SR90's performance and parameters, please refer to the separate instruction manual.

CONTENTS

1. Outline	2
2. Specifications	2
3. Connecting controller with host computer	2 ~ 3
3-1 RS-232C	2
3-2 RS-485	3
3-3 3-state output control	3
4. Setting of parameters related to communication	3 ~ 5
4-1 Setting of communication mode	3
4-2 Setting of communication address	4
4-3 Setting of communication data format	4
4-4 Setting of start character	4
4-5 Communication BCC check setting screen	4
4-6 Communication rate setting screen	4
4-7 Setting of delay time	4
4-8 Communication memory mode selecting screen	5
5. Outline of standard serial communication protocols	5 ~ 12
5-1 Communication procedure	5
5-2 Communication format	5
5-3 Details of read commands (R)	8
5-4 Details of write commands (W)	9
5-5 Details of response codes	10
5-6 Details of communication data addresses	11
6. Communication data address list	12 ~ 15
7. Supplementary explanation	15
7-1 Table of measuring range codes	15
7-2 Table of event types	15
8. ASCII code list	16

SHIMADEN CO., LTD.

SR90C-1AE
Dec. 2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Outline

There are two types of communication systems, RS-232C and RS-485 employable as the SR90 series communication interface (however, only RS-485 applies for SR91). Each of them is capable of setting various data for the SR90 and reading through a personal computer or the like, using signals which comply with EIA standards. RS-232C and RS-485 are data communication standards established by the Electronic Industries Association of the U.S. (EIA). The standards cover electrical and mechanical aspects, that is, matters related to applicable hardware but not the data transmission procedure of software. Therefore, it is not possible to communicate unconditionally with an apparatus which has the same interface. Hence, users need to have sufficient knowledge of specifications and transmission procedure.

When RS-485 is used, two or more of SR90 controllers can be connected to one another. There seems to be a limited number of personal computers, etc., which support this interface, but the use of a line converter for RS-232C <—> RS-485 creates stability.

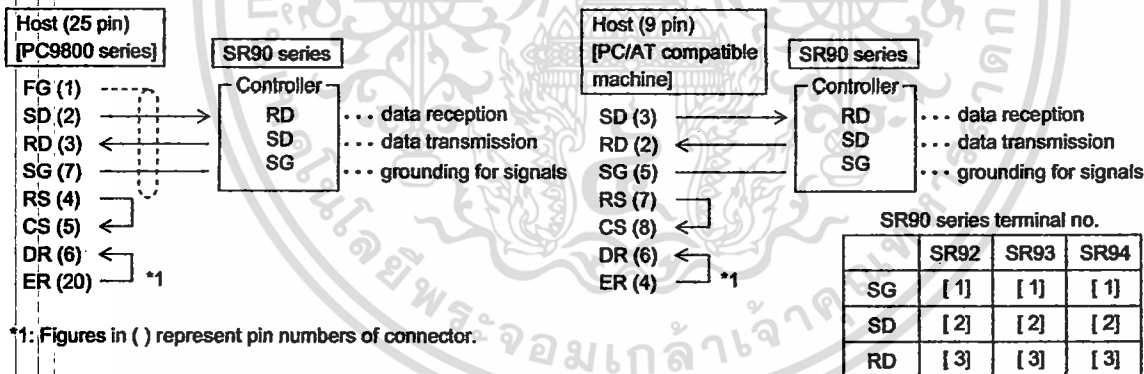
2. Specifications

- Signal level : Following EIA'S RS-232C and RS-485
- Communication system : RS-232C 3-line half duplex system
RS-485 2-line half duplex multidrop (bus) system
- Synchronization system : Half duplex start-stop synchronization system
- Communication distance : RS-232C 15 m maximum
RS-485 maximum total of 500 m (differs depending on conditions.)
- Communication rate : 1200, 2400, 4800, 9600 and 19200bps
- Transmission procedure : No procedure
- Data format : Data 7 bits, even parity stop 1 bit
Data 8 bits, no parity, stop 1 bit
- Communication code : ASCII codes
- Isolation : Insulated between communication signals and various inputs, system and various outputs

3. Connecting controller with host computer

The SR90 series controller is provided with only 3 lines for input and output, i.e., for data transmission, data reception and grounding for signals, not with any other signal lines. Since the controller has no control line, control signals should be taken care of on the host side. In this instruction, an example of control signal processing methods is shown in drawings (portions surrounded by dotted lines). As the method depends on the system, however, you are advised to refer to the specifications of the host computer for details.

3-1. RS-232C



*1: Figures in () represent pin numbers of connector.

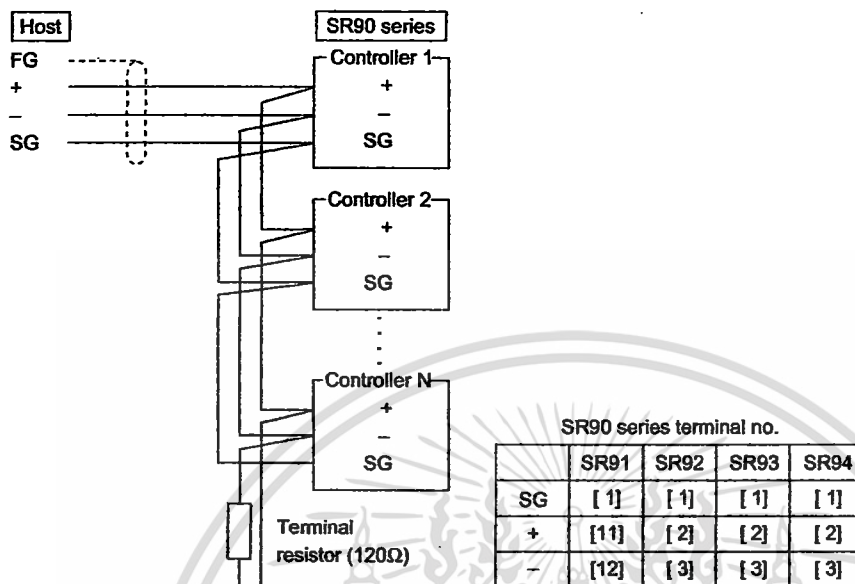
3-2. RS-485

The input/output logical level of the SR90 controller is basically as follows:

In the mark state - terminal < + terminal

In the space state - terminal > + terminal

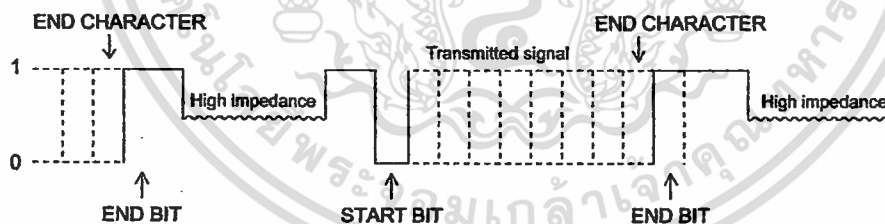
Until immediately before transmission, however, plus terminals and minus terminals of the controller have high impedance and outputs at the above levels are produced immediately before starting transmission. (See 3-3. 3-state output control.)



Note 1: In the case of RS-485, provide it with the attached terminal resistor of 1/2W, 120Ω across terminals + and if necessary. Nevertheless, it should be provided to only the last controller. If two or more controllers are provided with terminal resistors, correct operation cannot be guaranteed.

3-3. 3-state output control

Since RS-485 is of the multidrop system, transmission output has high impedance always while communication is not carried out or signals are being received in order to avoid collision between transmission signals. It changes from high impedance to the normal output condition immediately before transmission and returns to high impedance control simultaneously when transmission terminates. As the 3-state control is delayed by about 1 msec (maximum) from the completion of transmission of an end character end bit, however, a few microseconds' delay should be provided if the host side starts transmission immediately upon reception.

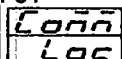


4. Setting of parameters related to communication

There are the following 8 communication-related parameters for the SR90 series controller. These parameters are unable to be set or changed by communication; use front key for setting and changing. When parameters are set, see 5. Explanation of Screen and Setting of the separate instruction manual for the controller and follow the described steps.

4-1. Setting of communication mode

1-34



Initial value: Loc
Setting range: Com, Loc

Select communication mode. Front key operation allows only change from COM to LOC, though.

Code	Effective command	COM lamp
Loc	Read	Unlighted
Com	Read, write	Lighted

4-2. Setting of communication address

1-35

Addr
!

Initial value: 1

Setting range: 1 ~ 255

While one SR90 controller is connected to one host computer in the case of 232C, RS-485 employs the multidrop system allowing it to be connected to a maximum of 32. Actually, however, communication has to be carried out bilaterally. Therefore, each instrument is assigned an address (machine No.) so that only the instrument with the designated address can answer.

Note 1: Although 1 to 255 addresses are available for setting, the number of connectable controllers is 31 maximum.

4-3. Setting of communication data format

1-36

DATA
7E1

Initial value: 7E1

Setting range: 2 types shown in the following table.

Select either one of the communication data formats shown below.

Code	Data length	Parity	Stop bit
7E1	7 bit	EVEN	1 bit
8N1	8 bit	None	1 bit

4-4. Setting of start character

1-37

StAR
STX

Initial value: STX

Setting range: STX, ATT

Setting a control code to be used.

Code	Start character	Text end character	End character
STX	STX (02H)	ETX (03H)	CR (0DH)
ATT	"@" (40H)	": " (3AH)	CR (0DH)

4-5. Communication BCC check setting screen

1-38

bcc
!

Initial value: 1

Setting range: 1 ~ 4

Select a BCC operation method to be used in BCC checking.

Code	BCC operation method
1	Addition
2	Addition +2's complement
3	XOR
4	None

4-6. Communication rate setting screen

1-39

bps
1200

Initial value: 1200 bps

Setting range: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bps

Select a rate at which data are transmitted to host computer.

4-7. Setting of delay time

1-40

DELY
20

Initial value: 20

Setting range: 1 ~ 100

Set the length of delay time from receipt of a communication command to transmission.

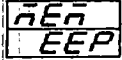
Delay time (msec) = Set value (count) × 0.512 (msec)

Note 1: When RS-485 is used, some converters take longer time for 3-state control than others and it may lead to signal collision. This can be avoided by increasing delay time. Care should be taken particularly when the communication rate is slow (1200bps or 2400bps).

Note 2: Actual delay time from receipt of a communication command to transmission is a total of the above-mentioned delay time and command processing time by software. Particularly for writing commands, about 400 msec may be taken for processing.

4-8. Communication memory mode selecting screen

1-41



Initial value: EEP
Selectable range: EEP, Ram, r_E

Since the number of writing cycles of volatile memory EEPROM used in SR90 series is fixed, the life of EEPROM is shortened if SV data or the like are rewritten frequently by communication. To prevent this, in case data are to be rewritten frequently by communication, set the RAM mode in which only RAM data are rewritten without rewriting EEPROM, thereby maintaining the life of EEPROM as long as possible.

Code	Description
EEP mode	In this mode EEPROM data are also rewritten every time data are changed by communication. Accordingly, data are maintained when power is turned off.
RAM mode	In this mode only RAM data are rewritten but EEPROM data are not when data are changed by communication. Therefore, RAM data are deleted when power is turned off. Upon applying power again, operation starts with data stored in EEPROM.
r_E mode	SV and OUT data are written in RAM. All other data are written in EEPROM.

5. Outline of standard serial communication protocols

In the SR90 series, the Shimaden standard serial communication protocol. This enables you to acquire and/or change data from instruments, which employ the standard serial protocol, by using the same format.

5-1. Communication procedure

(1) Master/slave relation

- The master side means personal computer or PLC (host).
- The slave side means the SR90 series controller.
- A communication command from the master side starts communication and a response from the slave side terminates it. If abnormality such as a communication format error or a BCC error occurs, there will be no response. No response is sent, either, to broadcast instruction.

(2) Communication procedure

Communication goes on by transferring the transmission right to each other in the pattern that the slave side responds to the master side.

(3) Time-out

In case receipt of the end character does not complete within one second after receiving the start character, it is time-out and the controller is automatically put in the state of waiting for another command (a new start character). Accordingly, the host side should set a one second minimum as the time-out duration.

5-2. Communication format

The SR90 Series allows for a variety of communication formats (start character, text end character, end character and BCC operating method) and communication data formats (data bit length, whether or not of parity, and stop bit length) for easy compliance with other protocols.

Nonetheless, the following serves as their basic format and you are encouraged to use them uniformly:

• Communication format

Control code (start character, text end character, end character)→STX_ETX_CR

Check sum (BCC operating method)→Add

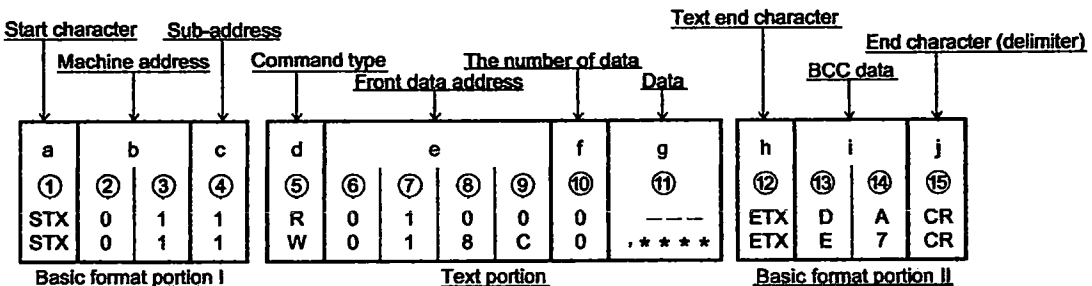
• Communication data format (data bit length, whether or not of parity, stop bit length)→7E1 or 8N1

For setting a communication format and a communication data format, see "4. Setting of parameters related to communication."

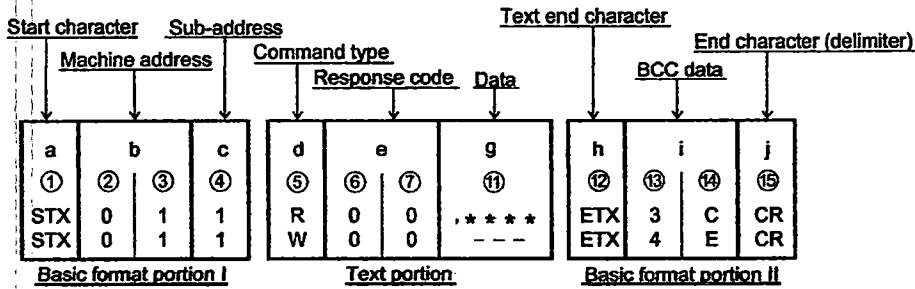
(1) Outline of communication format

The communication format comprises the basic format portion I, the text portion and the basic format portion II.

1) Communication command format



2) Response format



- The basic format portions I and II are common to read commands (R), write commands (W) and responses. Nonetheless, in BCC data of i(⑬, ⑭) operation result data is inserted each time.
- The text portion differs depending on the types of commands, data addresses, responses, etc.

(2) Details of basic format portion I

a : Start character [① : 1 digit / STX(02H) or "@"(40H)]

- Indicates the start of communication bloc.
- Upon receipt of start character, it is judged as the first character of a new communication bloc.
- A start character and a text end character are selected in a pair.
(See 4-4. Setting of start character.)
Select with STX (02H) — ETX (03H), or select with "@"(40H) — ":"(3AH).

b : Machine address [②, ③ : 2 digits]

- Designates the instrument to communicate with.
- Address can be designated in a range from 1 to 255 (10 numerals).
- Binary 8 bit data (1 : 0000 0001 ~ 99 : 0110 0011) are split into high position 4 bits and low position 4 bits and converted to ASCII data.
②: ASCII data converted from the high position 4 bits.
③: ASCII data converted from the low position 4 bits.
- Since the machine address=0 (30H, 30H) is used for broadcast instruction, it cannot be used as a machine address. As the SR90 series controller does not support broadcast instruction, address=0 has no response.

c : Sub-address [④ : 1 digit]

- As the SR90 series are single loop controllers, their sub-address is fixed to ④ = 1 (31H). Designation of any other address is taken as a sub-address error and there

will be no response.

(3) Details of basic format portion II

h : Text end character [⑫ : 1 digit / ETX(03H) or ":" (3AH)]

- Indicates that the text portion terminates right before this character.

i : BCC data [⑬, ⑭ : 2 digits]

- BCC (Block Check Character) checks if there is any error in communication.
- There will be no response if BCC operation results in a BCC error.
- The following indicates the 4 types of BCC operation: (Type of BCC operation can be set on the front screen.)

(1) Add

Add operation is performed on every 1 character of ASCII data (1 byte) from the start character ① through the text end character ⑫.

(2) Add + 2' complement

Add operation is performed on every 1 character of ASCII data (1 byte) from the start character ① through the text end character ⑫, and two's complement of the low position 1 byte of the operation result is taken.

(3) Exclusive OR

XOR (exclusive OR) operation is performed on every 1 character of ASCII data (1 byte) from the machine address ② right after the start character through the text end character ⑫.

(4) None

BCC operation is not performed. (⑬, ⑭ are omitted.)

- Regardless of the length of data bits (7 or 8), operation is carried out with 1 byte (8 bits) as a unit.
- The low position 1 byte data obtained as a result of the operations mentioned above is split into high position 4 bits and low position 4 bits and converted to ASCII codes.
⑬: ASCII data converted from high position 4 bits.
⑭: ASCII data converted from low position 4 bits.

Example 1: In the case of a read command (R) with Add set for BCC

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑫	⑬	⑭	⑮
STX	0	1	1	R	0	1	0	0	0	ETX	D	A	CR

02H +30H +31H +31H +52H +30H +31H +30H +30H +30H +03H = 1DAH

Low position 1 byte of result of addition (1DAH)=DAH

⑬: "D"=44H, ⑭: "A"=41H

Example 2: In the case of a read command (R) with Add + 2's complement set for BCC

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
STX	0	1	1	R	0	1	0	0	0	0	ETX	2	6	CR

02H +30H +31H +31H +52H +30H +31H +30H +30H +30H +30H +03H = 1DAH

Low position 1 byte of result of addition (1DAH)=DAH

Two's complement of low position 1 byte (DAH)=26H

⑬: "2"=32H, ⑭: "6"=36H

Example 3: In the case of a read command (R) with XOR set for BCC

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
STX	0	1	1	R	0	1	0	0	0	0	ETX	5	0	CR

02H 30H ⊕31H ⊕31H ⊕52H ⊕30H ⊕31H ⊕30H ⊕30H ⊕30H ⊕30H ⊕03H = 50H

• ⊕ = XOR (exclusive OR), though.

Low position 1 byte of result of operation (50H)=50H

⑬: "5"=35H, ⑭: "0"=30H

j: End character (delimiter) [⑮: 1 digit/CR]

• Indicates that it is the end of communication message.

(4) Basic format portions I and II common condition

1. If abnormalities as listed below are found in the basic format portions, there will be no response:

- There is a hardware error.
- Machine address or sub-address is different from that of the designated instrument.
- Any of the characters specified in the above communication format is not in its specified position.
- The result of BCC operation differs from BCC data.

2. Conversion of data: Every 4 bits of binary data are converted to ASCII data.

3. <A> through <F> in hexadecimal numbers are converted to ASCII data by using capital letters.

(5) Outline of text portion

The text portion changes according to the types of commands and responses. For details of the text portion, see 5-3 Details of read commands (R) and 5-4. Details of write commands (W).

d: Type of commands [⑤: 1 digit]

- "R" (52H/capital letter): Indicates that it is a read command or a response to read command. Used to read (take) various data of SR90 from personal computer, PLC, etc.
- "W" (57H/capital letter): Indicates that it is a write command or a response to write command. Used to write (change) various data in SR90 from personal computer, PLC, etc.
- "B" (42H/capital letter): Indicates that it is broadcast instruction. Since SR90 does not support broadcast instruction, this is unable to be used.
- There is no response when any other abnormal character besides "R" and "W" is recognized.

e: Front data address [⑥, ⑦, ⑧, ⑨: 4 digits]

- For a read command (R) or a write command (W), designates a front data address of where to read from or write in.
- A front data address is designated by binary number 16 bit (1 word/0 ~ 65535) data.
- 16 bit data are split into 4 bit groups and converted to ASCII data.

Binary numbers (16 bits)	D15, D14, D13, D12	D11, D10, D9, D8	D7, D6, D5, D4	D3, D2, D1, D0
	0 0 0 0	0 0 0 1	1 0 0 0	1 1 0 0
Hexadecimal numbers (Hex)	0H "0"	1H "1"	8H "8"	CH "C"
ASCII data	30H ⑥	31H ⑦	38H ⑧	43H ⑨

• For data addresses, refer to 6. Details of communication data addresses.

f: The number of data [⑩: 1 digit]

- For a read command (R) or a write command (W), designates the number of data to be read or written.
- The number of data is designated in the following range by converting binary number 4 bit data to ASCII data:
"0" (30H) (one) ~ "9" (39H) (ten)
- For write commands, the number is fixed to "0" (30H) (one).
- The actual number of data is <the number of data = designated numerical value of data + 1>.

g: Data [⑪: The number of digits depends on the number of data.]

- Designates data to be written (data to be changed) for write command (W) or data to be read for response to a read command (R).
- The data format is as follows:

g (⑪)

.. 2CH	First data				Second data				nth data			
	High position 1st digit	2nd digit	3rd digit	Low position 4th digit	High position 1st digit	2nd digit	3rd digit	Low position 4th digit	High position 1st digit	2nd digit	3rd digit	Low position 4th digit

- Data is always preceded by comma (", " 2CH) to show the subsequent portion is data.
 - No punctuation code is used between data and data.
 - The number of data is determined by the number of data (f: ⑩) of the communication command format.
 - Each data is expressed by binary 16 bits (1 word), excluding a decimal point, as a unit. The position of decimal point is fixed in each data.
 - 16 bit data are split into 4 bit groups and respectively converted to ASCII data.
 - For details of data, refer to 5-3. Details of read commands (R) and 5-4. Details of write command (W).
- e : Response code [⑥, ⑦: 2 digits]
- Designates a response code to a read command (R) or a write command (W).
 - Binary 8 bit data (0 ~ 255) are split to high position 4 bits and low position 4 bits and respectively converted to ASCII data.
 - ⑥: ASCII data converted from high position 4 bits.
 - ⑦: ASCII data converted from low position 4 bits.
 - In the case of normal response, "0" (30H), "0" (30H) is designated.
 - In the case of abnormal response, abnormal code No. is converted to ASCII data and designated.
 - For details of response codes, refer to 5-5. Details of Response codes.

5-3. Details of read commands (R)

Read commands (R) are used by a personal computer, PLC or the like to read (take) various data in SR90.

(1) Read Command (R) format

- The format of the text portion of a read command (R) is shown below:
(The basic format portions I and II are common to all commands and responses.)

Text portion

d	e				f
⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
R	0	4	0	0	4
52H	30H	34H	30H	30H	34H

d: Indicates that it is a read command.
 e: Designates the front data address of data to be read.
 f: Designates how many data (words) are to be read from the front data address.

- The above command means the following:
 Front data address of data to be read = 0400H (hexadecimal)
 = 0000 0100 0000 0000 (binary)
 The number of data to be read = 4H (hexadecimal)
 = 0100 (binary)
 = 4 (decimal)
 (The actual number of data) = 5 (4 + 1)

Thus, the command designates reading of 5 data from the data address 0400H.

(2) Normal response format to read command (R)

- The following is the normal response format (text portion) to read commands (R):
(The basic format portions I and II are common to all commands and responses.)

Text portion

d	e		first data					g	second data				5th data			
⑤	⑥	⑦					⑩									
R	0	0	,	0	0	1	E	0	0	7	8					
52H	30H	30H	2CH	30H	30H	31H	45H	30H	30H	37H	38H					
													0	0	0	3
													30H	30H	30H	33H

- d(⑤): <R (52H)> indicating that it is a response to a read command (R) is inserted.
- e(⑥, ⑦): The response code <0 0 (30H, 30H)> indicating that it is a normal response to the read command (R) is inserted.
- g(⑩): Response data to the read command is inserted.
 The data format is as follows:
 1. To begin with, <(2CH)> indicating the head of data is inserted.
 2. Then, data in the number according to <the number of data to be read> are inserted one by one, starting from the <data of the front data address for reading>.
 3. Nothing is inserted between the respective data.
 4. The respective data comprise binary 16 bits (1 word) data, excluding a decimal point, and are converted, 4 bits as a unit, to ASCII data and inserted.
 5. The position of decimal point is fixed in the respective data.
 6. The number of characters of response data is as follows:
 Number of characters=1 + 4x number of data to be read

Read head data address (0400H)	Data address 16 bits (1 word)		Data 16 bits (1 word)	
	Hexadecimal	Hexadecimal	Hexadecimal	decimal
0	0400	001E	30	
1	0401	0078	120	
2	0402	001E	30	
3	0403	0000	0	
4	0404	0003	3	

- To the above read command (R), the following data are returned one by one as response data: Thus, the above data can be read.

(3) Abnormal response format to read command (R)

- The following is the abnormal response format (text portion) to read commands (R): (The basic format portions I and II are common to all commands and responses.)

Text Portion

d	e	
⑤	⑥	⑦
R	0	7
52H	30H	37H

- d(⑤): <R (52H)> indicating that it is a response to a read command (R) is inserted.
- e(⑥, ⑦): A response code indicating that it is an abnormal response to the read command (R) is inserted. For details of abnormal response code, refer to 5-5. Details of response codes.
- No response data are inserted in an abnormal response.

5-4. Details of write commands (W)

A write command is used by a personal computer, PLC, etc. to write (change) various data in SR90.

To use a write command, the COM mode has to be selected on the 4-1 Communication mode selecting screen. As this parameter is unable to be changed from LOC to COM by front key operation, however, the change should be made by the following command transmission: (In the case of address=01, sub-address=1, start character=STX and BBC operation=addition)

Command format

STX	0	1	1	W	0	1	8	C	0	,	0	0	0	1	ETX	E	7	CR
02H	30H	31H	31H	57H	30H	31H	38H	43H	30H	2CH	30H	30H	30H	31H	03H	45H	37H	0DH

Once the above command is transmitted and a normal response is returned, the COM LED lamp on the front panel lights and mode is changed to communication.

(1) Write command (W) format

- The following is the text format of a write command. (The basic format portions I and II are common to all commands and responses.)

Text Portion

d	e				f	g				
⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	Data to be written				
W	0	4	0	0	0	,	0	0	2	8
57H	30H	34H	30H	30H	30H	2CH	30H	30H	32H	38H

- d: Indicates that it is a write command. It is fixed to "W" (57H).
- e: Designates the front data address of data to be written (changed).
- f: Designates the number of data to be written (changed).
- g: Designates data to be written (changed).
 - To begin with, <(2CH)> indicating the head of data is inserted.
 - Then, data to be written (changed) are inserted.
 - The respective data comprise binary 16 bits (1 word) data, excluding a decimal point, and are converted, 4 bits as a unit, to ASCII data and inserted.
 - The position of decimal point is fixed in the respective data.
- The above command means the following:

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Front data address of data to be written = 0400H (hexadecimal)
 = 0000 0100 0000 0000 (binary)
 The number of data to be written = 0H (hexadecimal)
 = 0000 (binary)
 = 0 (decimal)
 (The actual number of data) = one (0+1)
 Data to be written = 0028H (hexadecimal)
 = 0000 0000 0010 1000 (binary)
 = 40 (decimal)
 Thus, writing (changing) of data address 0400H and one piece of data (40: decimal) is designated.

	Data address 16 bits (1 word)		Data 16 bits (1 word)	
	Hexadecimal	Decimal	Hexadecimal	Decimal
Address (400H) → 0	0400	1024	0028	40
The number of data to be written: one (0H)	0401	1025	0078	120
	0402	1026	001E	30

(2) Normal response format to write command (W)

- The following is the normal response format (text portion) to a write command (W). (The basic format portions I and II are common to all commands and responses.)

text portion

d ⑤	e ⑥	⑦
W 57H	0 30H	0 30H

- d(⑤): <W (57H)> indicating that it is a response to a write command (W) is inserted.
- e(⑥, ⑦): A response code <00 (30H, 30H)> indicating that it is a normal response to the write command (W) is inserted.

(3) Abnormal response format to write command (W)

- The following is the abnormal response format (text portion) to a write command (W). (The basic format portions I and II are common to all commands and responses.)

text portion

d ⑤	e ⑥	⑦
W 57H	0 30H	9 39H

- d(⑤): <W (57H)> indicating that it is a response to a write command (W) is inserted.
- e(⑥, ⑦): A response code indicating that it is an abnormal response to the write command (W) is inserted.
- For details of abnormal codes, refer to 5-5 Details of response codes.

5-5. Details of response codes

(1) Types of response codes

- Communication responses to read commands (R) and write commands (W) always contains response codes.
- Response codes are divided broadly into two types:

Response codes { Normal response codes
 Abnormal response codes

- A response code comprises 8 bits data of binary numbers (0 ~ 255).
- The types of response codes are listed below:

A List of Response Codes

Response code		Type of code	Description
Binary numbers	ASCII		
0000 0000	"0", "0" : 30H, 30H	Normal response	Normal response to read command (R) or write command (W)
0000 0001	"0", "1" : 30H, 31H	Hardware error in text portion	When a hardware error such as framing overrun or parity error has been detected in data in the text portion.
0000 0111	"0", "7" : 30H, 37H	Format error of text portion	Format of text portion is different from what was fixed.
0000 1000	"0", "8" : 30H, 38H	Error in data of text portion, data address or the number of data	Data of text portion is not in fixed format, or data address or the number of data is different from designated one.
0000 1001	"0", "9" : 30H, 39H	Data error	Data to be written get beyond range in which setting is possible.
0000 1010	"0", "A" : 30H, 41H	Execution command error	Execution command (such as AT command) was received in conditions where that execution command is not acceptable.
0000 1011	"0", "B" : 30H, 42H	Write mode error	Some types of data are unable to be changed at certain points in time. Write command containing such data was received at such a time.
0000 1100	"0", "C" : 30H, 43H	Specification or option error	Write command containing data of specification or option which was not added was received.

(2) Priority order of response codes

The smaller the value of response code, the higher the priority of the response code; When two or more response codes are generated, a response code of higher priority order is returned.

5-6. Details of communication data addresses

(1) Data address and read/write

- In a data address, binary numbers (16 bit data) are expressed by hexadecimal numbers, with 4 bits as a unit.
- R/W means that data are capable of being read and written.
- R means that data are only for reading.
- W means that data are only for writing.
- In case a data address only for writing is designated by a read command (R), or a data address only for reading is designated by a write command (W), it results in a data address error and the abnormal response code "0", "8" (30H, 38H) "error in data format, data address or the number of data in text portion" is returned.

(2) Data address and the number of data

- If a data address which is not included in the data addresses for SR90 is designated as the front data address, it results in a data address error, and the abnormal response code "0", "8" (30H, 38H) "error in data format, data address or the number of data in text portion" is returned.
- Even when a front data address is included in the data address list, the data address added with the number of data gets out of the data address list, it results in an error of the number of data, and abnormal response code "0", "8" (30H, 38H) " is returned.

(3) Data

- Since data comprise binary numbers (16 bit data) without a decimal point, the form of data, whether there is a decimal point or not, etc., have to be confirmed. (See the instruction manual of the instrument itself.)

Example: How to express data with decimal point

		Hexadecimal data
20.0%	→	200 → 00C8
100.00°C	→	10000 → 2710
-40.00°C	→	-4000 → F060

- In data of which the unit is UNIT, the position of decimal point depends on the measuring range.
- In case of a special measuring range, (measuring range of over 0 ~ 50,000°C such as 32768) binary numbers without code (16 bit data: 0 ~ 65535) will be used for the data which depends on the measuring range.
- In other data than the above, binary numbers with code (16 bit data: -32768 ~ 32767) are used.

Example) How to express 16 bit data

Data with code		Data without code	
Decimal	Hexadecimal	Decimal	Hexadecimal
0	0000	0	0000
1	0001	1	0001
⋮	⋮	⋮	⋮
32767	7FFF	32767	7FFF
-32768	8000	32768	8000
-32767	8001	32769	8001
⋮	⋮	⋮	⋮
-2	FFFE	65534	FFFE
-1	FFFF	65535	FFFF

- (4) <Reserved> in parameter portions
- When a <reserved> portion is read in reply to a read command (R), or written in reply to a write command (W), normal response code "0", "0" (30H, 30H) is returned.
- (5) Option-related parameters
- When the data address of a parameter which is not added as an option is designated, abnormal response code "0", "C" (30H, 43H)"Specification, option error" is returned to a read command (R) as well as a write command (W). If an address of data only for reading is read, however, the (0000H) data are returned.
- (6) Parameters not shown in front panel displays owing to action specifications or setting specifications
- Even parameters which are not shown (used) on the front panel displays owing to action specifications or setting specifications are possible to be read and written in communication.

6. Communication data address list

Data address (hex)	Parameter	Setting range	R/W
0040	Series code 1	Unless four series codes from 0x0040 are read at a time, an error code (08) will be returned.	R
0041	Series code 2		R
0042	Series code 3		R
0043	Series code 4		R

- The address areas listed above become product ID data areas and data are ASCII data, 8 bids as a unit. Therefore, one address represents two data.
- A series code is expressed by 8 data maximum and a surplus area is filled with 00H data.

Example 1) SR91	Address	H	L	H	L	Example 2) SR92	Address	H	L	H	L
	0040	"S"	"R"	53H	52H		0040	"S"	"R"	53H	52H
	0041	"9"	"1"	39H	31H		0041	"9"	"2"	39H	32H
	0042			00H	00H		0042			00H	00H
	0043			00H	00H		0043			00H	00H

- Code selection data are expressed by 56 data maximum and a surplus area is filled with 00H data.

Data address (hex)	Parameter	Setting range	R/W
0100	PV_W	Measured value	R
0101	SV_W	SV value in execution	R
0102	OUT1_W	Control output 1 value	R
0103	OUT2_W	Control output 2 value (without option = 0000H)	R
0104	EXE_FLG	Action flag (bit without action = 0)	R
0105	EV_FLG	Event output flag (without option = 0000H)	R

0109	HB_W	HB current value (without option = 0000H)	R
010A	HL_W	HL current value (without option = 0000H)	R

• EXE_FLG, EV_FLG Details are shown below.

	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
EXE_FLG :	0	0	0	0	0	0	0	COM	0	0	0	0	0	0	MAN	AT
EV_FLG :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	EV2	EVI

• Higher limit side PV_SO, CJ_SO, b---, REM_SO, HB_SO = 7FFFH

• Lower limit side PV_SO, CJ_SO, c---, REM_SO, HB_SO = 8000H

• Invalid data for HB and HL=7FFEh

Data address (hex)	Parameter	Setting range	R/W
0182	OUT1_W	Control output 1, Set value in MAN operation	W
0183	OUT2_W	Control output2, Set value in MAN operation	W
0184	AT	0=No execution, 1=Execution	W
0185	MAN	0=AUTO, 1=MAN	W

018C	COM	0=LOC, 1=COM	W
------	-----	--------------	---

0300	SV1	Target set value	R/W
------	-----	------------------	-----

030A	SV_L	Set value limiter on lower limit side	R/W
------	------	---------------------------------------	-----

030B	SV_H	Set value limiter on higher limit side	R/W
------	------	--	-----

0400	PB1	control output 1 proportional band	R/W
------	-----	------------------------------------	-----

0401	IT1	control output1 integral time	R/W
------	-----	-------------------------------	-----

0402	DT1	control output1 derivative time	R/W
------	-----	---------------------------------	-----

0403	MR1	manual reset	R/W
------	-----	--------------	-----

0404	DF1	Hysteresis	R/W
------	-----	------------	-----

0405	011_L	control output 1 lower output limiter	R/W
------	-------	---------------------------------------	-----

0406	011_H	control output 1 higher output limiter	R/W
------	-------	--	-----

0407	SF1	control output 1 target value function	R/W
------	-----	--	-----

0460	PB21	control output 2 proportional band	(option) R/W
------	------	------------------------------------	--------------

0461	IT21	control output 2 integral time	(option) R/W
------	------	--------------------------------	--------------

0462	DT21	control output 2 derivative time	(option) R/W
------	------	----------------------------------	--------------

0463	DB21	dead band	(option) R/W
------	------	-----------	--------------

0464	DF21	Hysteresis	(option) R/W
------	------	------------	--------------

0465	021_L	control output 2 lower output limiter	(option) R/W
------	-------	---------------------------------------	--------------

0466	021_H	control output 2 higher output limiter	(option) R/W
------	-------	--	--------------

0467	SF21	control output 2 target value function	(option) R/W
------	------	--	--------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data address (hex)	Parameter	Setting range	R/W
0500	EV1_MD	Event 1 mode See "7-2 Event type list." (option)	R/W
0501	EV1_SP	Event 1 set value See "7-2 Event type list." (option) A change to communication is also possible when OFF, So or Hb is set for the event mode but any change of event mode is followed by initialization. (Writable range = -1999 ~ 9999)	R/W
0502	EV1_DF	Event 1 hysteresis (option)	R/W
0503	EV1_STB	Event 1 stand-by actions (option) 1: Alarm action without stand-by 2: Alarm action with stand-by (when power is plied) 3: Alarm action with stand-by (when power is applied and when SV is changed) 4: Control action without stand-by	R/W
0508	EV2_MD	Event 2 mode See "7-2 Event type list." (option)	R/W
0509	EV2_SP	Event 2 set value See "7-2 Event type list." (option) A change to communication is also possible when OFF, So or Hb is set for the event mode but any change of event mode is followed by initialization. (Writable range = -1999 ~ 9999)	R/W
050A	EV2_DF	Event 2 hysteresis (option)	R/W
050B	EV2_STB	Event 2 standby actions (option) 1: Alarm action without standby 2: Alarm action with standby (when power is plied) 3: Alarm action with standby (when power is applied and when SV is changed) 4: Control action without standby	R/W
0590	HBS	Heater break alarm setting (option)	R/W
0591	HBL	Heater loop alarm setting (option)	R/W
0592	HB_MD	Setting of heater break alarm mode 0=LC, 1=RE (option)	R/W
0593	Reserved	Heater loop alarm setting (option)	R/W
0594	HB_STB	Heater break standby setting 0=OFF, 1=ON (option)	R/W
05A0	A01_MD	Analog output mode 0=Pv, 1=SV, 2=dEV, 3=OUT1, 4=OUT2 (option)	R/W
05A1	A01_L	Analog output scale on lower limit side (option)	R/W
05A2	A01_H	Analog output scale on higher limit side (option)	R/W
05B0	COM_MEM	Communication memory mode 0=EED, 1=RAM, 2=r_E (option)	R/W
0600	ACTMD	Output characteristics 0=rA, 1=dA	R/W
0601	01_CYC	SV1 proportional cycle	R/W
0604	02_CYC	SV2 proportional cycle (option)	R/W
060A	SOFTD1	Set data for soft start 1	R/W
0611	KLOCK	Keylock 0=OFF 1=Lock except the screen group for user's setting and communication mode 2=Lock except SV and communication mode 3=Lock except communication mode	R/W
0701	PV_B	PV bias	R/W
0702	PV_F	PV filter	R/W

Data address (hex)	Parameter	Setting range	R/W
0704	UNIT	Unit of input data 0: "°C" 1: "°F"	R/W
0705	RANGE	Refer to 7-1. Table of measuring range codes	R/W
0706	Reserved		R/W
0707	DP	0: None 1: 0.1 2: 0.01 3: 0.001	R/W
0708	SC_L	-1999 ~ 9989 UNIT	Unchangeable except linear input
0709	SC_H	-1989 ~ 9999 UNIT	

7. Supplementary explanation

7-1. Table of measuring range codes

Input	Code	Type of Input	Measuring range	
			°C	°F
Thermocouple	01	B *1	0 ~ 1800	0 ~ 3300
	02	R	0 ~ 1700	0 ~ 3100
	03	S	0 ~ 1700	0 ~ 3100
	04	K	-199.9 ~ 400.0	-300 ~ 750
	05	K	0.0 ~ 800.0	0 ~ 1500
	06	K	0 ~ 1200	0 ~ 2200
	07	E	0 ~ 700	0 ~ 1300
	08	J	0 ~ 600	0 ~ 1100
	09	T	-199.9 ~ 200.0	-300 ~ 400
	10	N	0 ~ 1300	0 ~ 2300
	11	PLII	0 ~ 1300	0 ~ 2300
	12	WRe5-26	0 ~ 2300	0 ~ 4200
	13	U	-199.9 ~ 200.0	-300 ~ 400
	14	L	0 ~ 600	0 ~ 1100
R.T.D.	31	Pt100	-200 ~ 600	-300 ~ 1100
	32	Pt100	-100.0 ~ 100.0	-150.0 ~ 200.0
	33	Pt100	-50.0 ~ 50.0	-50.0 ~ 120.0
	34	Pt100	0.0 ~ 200.0	0.0 ~ 400.0
	35	Jpt100	-200 ~ 500	-300 ~ 1000
	36	Jpt100	-100.0 ~ 100.0	-150.0 ~ 200.0
	37	Jpt100	-50.0 ~ 50.0	-50.0 ~ 120.0
mV	71	-10 ~ 10mV		
	72	0 ~ 10mV		
	73	0 ~ 20mV		
	74	0 ~ 50mV		
	75	10 ~ 50mV		
	76	0 ~ 100mV		
Voltage V	81	-1 ~ 1V		
	82	0 ~ 1V		
	83	0 ~ 2V		
	84	0 ~ 5V		
	85	1 ~ 5V		
	86	0 ~ 10V		
Current mA	91	0 ~ 20mA		
	92	4 ~ 20mA		

Owing to scaling function, any measuring range can be set within the following range.

Scaling range: -1999 to 9999 counts
Span : 10 to 5000 counts on condition of lower side < higher side, though.

*1 Thermocouple B: Accuracy cannot be guaranteed on temperatures below 400 °C and 752 °F.

7-2. Table of event types

Alarm code	Event type	Number	Initial value	Setting range
oFF	None	0	-----	-----
Hd	Higher limit deviation	1	2000 Unit	-1999 ~ 2000 Unit
Ld	Lower limit deviation	2	-1999 Unit	-1999 ~ 2000 Unit
od	Outside higher/lower limit deviations	3	2000 Unit	0 ~ 2000 Unit
ld	Within higher/lower limit deviations	4	2000 Unit	0 ~ 2000 Unit
HA	Higher limit absolute value	5	Higher limit vale of measuring range	Within measuring range
LA	Lower limit absolute value	6	Lower limit value of measuring range	Within measuring range
So	Scaleover	7	EV output to continue after scaleover	
Hb	Heater break/heater loop	8	EV output to continue after heater break alarm is output.	

8. ASCII code list

	b7b6b5	000	001	010	011	100	101	110	111
b4 ~ b1		0	1	2	3	4	5	6	7
0000	0	NUL	TC7 (DLE)	SP	0	@	P	`	p
0001	1	TC1 (SOH)	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	2	TC2 (STX)	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	3	TC3 (ETX)	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	4	TC4 (EOT)	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	5	TC5 (ENQ)	TC8 (NAK)	%	5	E	U	e	u
0110	6	TC6 (ACK)	TC9 (SYN)	&	6	F	V	f	v
0111	7	BEL	TC10 (ETB)	'	7	G	W	g	w
1000	8	FE0 (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	9	FE1 (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	A	FE2 (LF)	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	B	FE3 (VT)	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	C	FE4 (FF)	IS4 (FS)	,	<	L	\	l	|
1101	D	FE5 (CR)	IS3 (GS)	-	=	M	]	m	}
1110	E	SO	IS2 (RS)	.	>	N	^	n	~
1111	F	SI	IS1 (US)	/	?	O	_	o	DEL

The contents of this instruction manual are subject to change without notice for improvement.

Temperature and Humidity Control Specialists

SHIMADEN CO., LTD.

Head Office: 2-30-10 Kitamachi, Nerima-Ku, Tokyo 179-0081 Japan

Phone: +81-3-3931-7891 Fax: +81-3-3931-3089

E-MAIL: exp-dept@shimaden.co.jp URL: http://www.shimaden.co.jp

PRINTED IN JAPAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น กรุณาอย่านำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SR90 Series (SR91, SR92, SR93, SR94) Digital Controller Instruction Manual

Thank you for purchasing a Shimaden product.
Please check that the delivered product is the correct item you ordered.
Please do not begin operating this product before you read this instruction manual
thoroughly and understand its contents.

Notice: Please ensure that this instruction manual is given to the final user of the instrument.

Preface: This instruction manual is meant for those who will be involved in the wiring, installation, operation and routine maintenance of the SR90 series (SR91, SR92, SR93 and SR94). It describes matters to be attended to in handling the SR90 series, how to install it, its wiring, its functions and operating procedures. Keep this manual at the work site while handling the instrument and follow the guidance provided herein

Contents

1. Safety Rules.....	2	5-7. Explanation of Screen Group 1 and Setting.....	14~18
2. Introduction.....	3	(1) Setting of Key lock.....	14
2-1. Check before Use.....	3	(2) Setting of Output.....	15
2-2. Handling Instruction.....	4	(3) Setting of Event.....	16
3. Installation and Wiring.....	4~7	(4) Heater Current Monitor Screen.....	16
3-1. Installation Site.....	4	(5) Setting of Heater Break/Loop Alarm.....	16
3-2. Mounting.....	4	(6) Setting of Analog Output Type.....	16
3-3. External Dimensions and Panel Cutout.....	5	(7) Setting of Communication.....	17
3-4. Wiring.....	6	(8) Setting of Control Output Characteristic.....	17
3-5. Terminal Layout.....	7	(9) Setting of Soft Start Time.....	17
3-6. Terminal Arrangement Table.....	7	(10) Setting of SV Limiter.....	17
4. Names and Functions of Parts on Front Panel.....	8	(11) Setting of PV Bias Value.....	18
5. Explanation of Screens and Setting.....	9~18	(12) Setting of PV Filter Time.....	18
5-1. Parameter Flow.....	9	(13) Setting of Measuring Range Code.....	18
5-2. Display upon Power-ON.....	10	(14) Setting of Temperature Unit.....	18
5-3. How to Change Screens.....	10	(15) Setting of Input Scaling.....	18
(1) How to Change Screens in Screen Group 0.....	10	5-8. Table of Measuring Range Codes.....	18
(2) How to Change Screen Group 0 to/from Screen Group 1.....	10	6. Explanation of Functions.....	19~20
(3) How to Change Screens in Screen Group 1.....	10	6-1. Events.....	19
(4) How to Change Set Values (Data).....	10	6-2. Setting of Event Standby Action.....	19
5-4. Before Starting Up.....	11	6-3. Alarm Actions Diagrams.....	19
(1) Checking of Wiring.....	11	6-4. P.I.D.....	19
(2) Application of Operating Power.....	11	6-5. Manual Reset.....	20
(3) Setting of Measuring Range.....	11	6-6. Lower Limit and Higher Limit Setting Limiters.....	20
(4) Setting of Control.....	11	6-7. Proportional Cycling Time.....	20
(5) Setting of Control Output Characteristics.....	11	6-8. Auto Return Function.....	20
(6) Setting of Event Type.....	11	6-9. Control Output Characteristics.....	20
(7) Setting of Analog Output.....	11	6-10. Soft Start.....	20
(8) Note on Initialization Following Data Change.....	11	7. Maintenance and Troubleshooting.....	21~22
5-5. Procedure of Setting in Screen Group 0.....	11	7-1. Procedure of Maintenance Replacement and Matters to Be Attended to.....	21
(1) Setting of Target Set Value.....	11	7-2. Causes of Trouble and Troubleshooting.....	21
(2) Manual Setting of Control Output.....	11	7-3. Error Codes, Causes and Remedies.....	22
(3) AT (Auto Tuning).....	12	8. Record of Parameter Setting.....	23
(4) Setting of Event Set Value.....	12	9. Specifications.....	24~25
(5) Set Value Bias.....	13		
5-6. Explanation of Screen Group 0 and Setting.....	14		

SHIMADEN CO., LTD.

SR90F-1AE
Dec. 2001

- 1 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แม้ว่ากรรมสิทธิ์ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Safety Rules

For matters regarding safety, potential damage to equipment and/or facilities, additional instructions and notes are indicated by the following headings.

⚠ WARNING: This heading indicates hazardous conditions that could cause injury or death of personnel unless extreme caution is exercised.

⚠ CAUTION: This heading indicates hazardous conditions that could cause damage to equipment and/or facilities unless extreme caution is exercised.

NOTE: This heading indicates additional instructions and/or notes.

The mark \oplus represents a protective conductor terminal. Make sure to ground it properly.

⚠ WARNING

The SR90 series is designed for controlling temperature, humidity and other physical quantities of general industrial equipment. Avoid using it for control of devices upon which human life is dependent. When used, adequate and effective safety measures must be taken. No warranty is valid in the case of an accident arising from the use of this product without having taken such safety measures.

⚠ WARNING

- For using this instrument, house it in a control box or the like to prevent terminals from coming into contact with personnel.
- Do not draw out the instrument out from its case. Do not let your hand or any conductive body into the case. It may lead to serious injury or death due to an electric shock.
- Make sure to ground protective conductor terminals.

⚠ CAUTION

To avoid damage to connected equipment, facilities or the SR90 itself due to a fault of the product, safety measures must be taken before usage, such as the installation of a fuse, an overheating protection device and the like. No warranty is valid in the case of an accident arising from the use of this product without such safety measures.

⚠ CAUTION

- The alert mark \triangle on the plate affixed to the instrument: On the terminal nameplate affixed to the case of this instrument, the alert mark \triangle is printed. This is to warn you of the risk of electric shock which may result if the charger is touched while being energized.
- As a means to turn the power off, a switch or a breaker should be installed in the external power circuit to be connected to the power terminal of the instrument. Fix the switch or the breaker adjacently to the instrument in a position which allows it to be operated with ease, with an indication that it is a means of turning the power off. Use a switch or a breaker which meets IEC947 requirements.
- Fuse: Since the instrument does not have a built-in fuse, do not forget to install a fuse in the power circuit to be connected to the power terminal. A fuse should be positioned between a switch or a breaker and the instrument and mounted on the L side of the power terminal. Fuse rating/characteristics: 250 VAC 0.5 A/medium lagged or lagged type. Use a fuse which meets IEC127 requirements.
- Voltage/current of a load to be connected to the output terminal and the alarm terminal should be within a rated range. Otherwise, the temperature will rise to reduce the life of the product and/or to result in problems with the product. For rated voltage/current, see 9. Specifications. The output terminal should be connected with a device which meets the requirements of IEC1010.
- A voltage/current different from that of the input specification should not be applied to the input terminal. It may reduce the life of the product and/or result in problems with the product. For rated voltage/current, see 9. Specifications. In the case of voltage or current input, the input terminal should be connected to a device which meets IEC1010 requirements. The instrument is provided with a draft hole for heat discharge. Take care to prevent metal and other foreign matter from entering into it. Failure to do so may result in trouble with the instrument or may even cause a fire.
- Do not block the draft hole or allow dust or the like to stick to it. A rise in temperature or insulation failure may result in a reduction of the life of the product and/or problems with it or may cause a fire. For spaces between installed instruments, refer to 3-3. External Dimensions and Panel Cutout.
- It should be noted that repeated tolerance tests against voltage, noise, surge, etc., may lead to deterioration of the instrument.
- Users are prohibited from remodeling the product or using it in a prohibited way.

2. Introduction

2-1. Check before Use

This product has been fully inspected for quality assurance prior to shipment. Nevertheless, you are requested to make sure that there is no error, damage or shortage of delivered items by checking the model codes and the external view of the product and the number of accessories.

① Confirmation of Model Codes

Check the model codes affixed to the case of the product to ascertain if the respective codes designate what was specified when you ordered it, referring to the following code table:

SR90 series is based on 3 types of selectable codes SR91-SR92-SR93 and SR94. Please refer to the following example of model codes.

Example of SR91 model type codes:

S R 9 1 - 8 Y - 9 0 - 0 N 0

1. Series
2. Input
3. Control output (1)
4. Power supply
5. Event
6. Option
 - Control output (2)
 - heater break alarm
7. Remarks
 - Analog output
 - Communication
 - Set value bias

SR91

8: Multi-input, Thermocouple, R.T.D., Voltage (mV),
4: Current (mA), 6: Voltage (V)
Y: Contact, I: Current, P: SSR drive voltage, V: Voltage
90: 100-240V AC, 08: 24V AC/DC
0: None, 1: Event output
N: None
Y: Contact, I: Current, P: SSR drive voltage, V: Voltage
1: heater break alarm (30A)
2: heater break alarm (50A)
[Selectable only when adjustment output 1 is Y, P and
event output is added
3: 0-10mV DC, 4: 4-20mA DC, 6: 0-10V DC
5: RS-485
8: Set value bias 1 point
0: Without, 9: With

Example of SR92 model type codes:

S R 9 2 - 8 Y - N - 9 0 - 0 0 0 0

1. Series
2. Input
3. Control output (1)
4. Control output (2)
5. Power supply
6. Event output or
Event output +
heater break alarm
7. Analog output
8. Communication or
Set value bias
9. Remarks

SR92

8: Multi-input, Thermocouple, R.T.D., Voltage (mV),
4: Current (mA), 6: Voltage (V)
Y: Contact, I: Current, P: SSR drive voltage, V: Voltage
N: None, Y: Contact, I: Current, P: SSR drive voltage,
V: Voltage
90: 100-240V AC, 08: 24V AC/DC
0: None, 1: Event output
2: Event output + heater break alarm 30A
3: Event output + heater break alarm 50A
[Both 2: 3: selectable only when adjustment output 1 is Y, P.]
0: None, 3: 0-10mV DC, 4: 4-20mA DC, 6: 0-10V DC
0: None, 5: RS-485, 7: RS-232C,
8: Set value bias 1 point
0: Without, 9: With

Example of SR93, SR94 model type codes:

S R 9 3 - 8 Y - N - 9 0 - 0 0 0 0

1. Series
2. Input
3. Control output (1)
4. Control output (2)
5. Power supply
6. Event output or
Event output +
heater break alarm
7. Option
 - Analog output
 - Set value bias
 - Analog output +
Set value bias
8. Remarks
 - Communication

SR93, SR94

8: Multi-input, Thermocouple, R.T.D., Voltage (mV),
4: Current (mA), 6: Voltage (V)
Y: Contact, I: Current, P: SSR drive voltage, V: Voltage
N: None, Y: Contact, I: Current, P: SSR drive voltage,
V: Voltage
90: 100-240V AC, 08: 24V AC/DC
0: None, 1: Event output
2: Event output + heater break alarm 30A
3: Event output + heater break alarm 50A
[Both 2: 3: selectable only when adjustment output 1 is Y, P.]
00: None
30: 0-10mV DC, 40: 4-20mA DC, 60: 0-10V DC
08: Set value bias 1 point
38: 0-10mV DC + set value bias 1 point
48: 4-20mA DC + set value bias 1 point
68: 0-10V DC + set value bias 1 point
05: RS-485, 07: RS-232C,
0: Without, 9: With

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

② Accessories	
This instruction manual	1 copy
The Communication interface instruction manual (in case optional communication function is added)	1 copy
Unit seals	1 sheet
Current detector for heater break alarm (CT) (in case optional heater break alarm function is added)	
For 30A: Model CTL-6-S	1 pc.
For 50A: Model CTL-12-S36-8	1 pc.

NOTE: For any problem with the product, shortage of accessories or request for information, please contact our agent or our sales office in your neighborhood.

2. Handling Instruction

- ① Do not operate the keys on the front panel with a hard or sharply pointed object. Operate the keys only by softly touching them by your fingertips.
- ② When cleaning the instrument, wipe it gently with a dry cloth. Never use solvent such as a thinner.

3. Installation and Wiring

1. Installation Site (environmental conditions)

⚠ CAUTION

This instrument should not be used in any of the places mentioned below. Selection of these places may result in trouble with the instrument, damage to it or even a fire.

- ① Where flammable gas, corrosive gas, oil mist and particles that can deteriorate electrical insulation are generated or abundant.
- ② Where the temperature is below -10°C or above 50°C .
- ③ Where the relative humidity is above 90%RH or below the dew point.
- ④ Where highly intense vibration or impact is generated or transferred.
- ⑤ Near high voltage power lines or where inductive interference can affect the operation of the instrument.
- ⑥ Where the instrument is exposed to dew drops or direct sunlight.
- ⑦ Where the height is above 2000 m.
- ⑧ Outdoors.

NOTE: The environmental conditions belong to the installation category II of IEC664 and the degree of pollution is 2.

2. Mounting

⚠ CAUTION

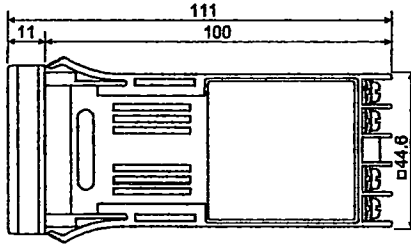
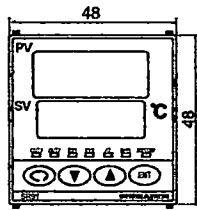
For safety's sake and to protect the functionality of the product, do not draw out its body from the case. If it needs to be drawn out for replacement or repair, call our agent or our sales office in your neighborhood.

- ① Cut a hole for mounting the controller in the panel by referring to the cutout drawing in Section 3-3.
- ② The panel thickness should be 1.0 ~ 4.0 mm.
- ③ As the instrument is provided with pawls for fixing, just press it firmly from the front of the panel.
- ④ The SR90 series instrument is designed in a panel-mounting mode. Never use it without mounting on the panel.

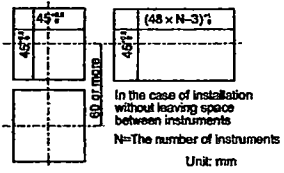
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไข และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3-3. External Dimensions and Panel Cutout

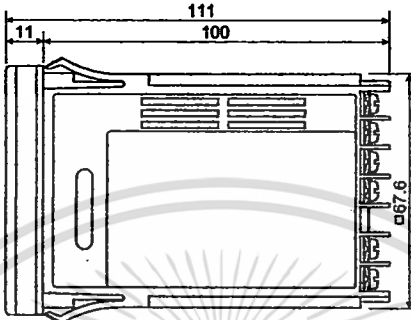
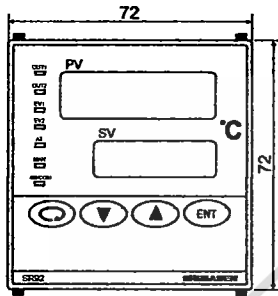
SR91



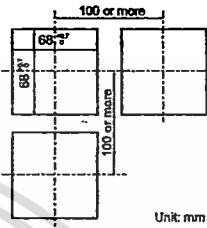
Panel cutout drawing



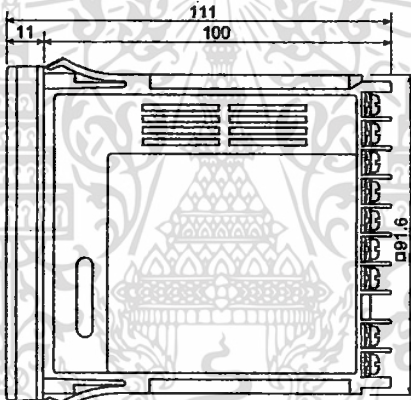
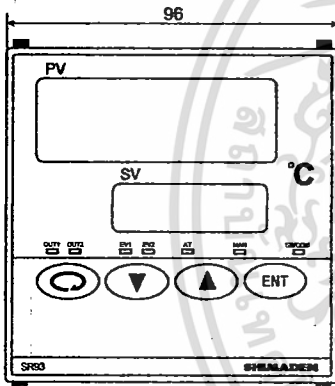
SR92



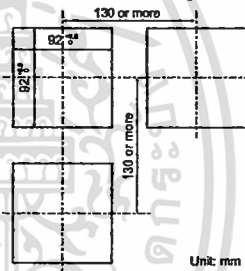
Panel cutout drawing



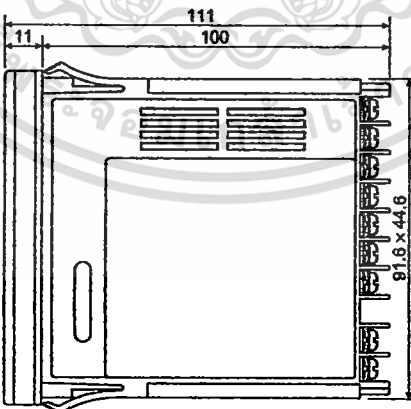
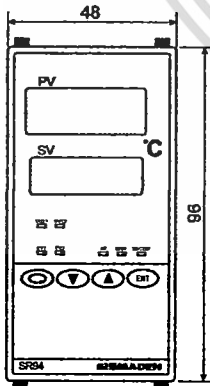
SR93



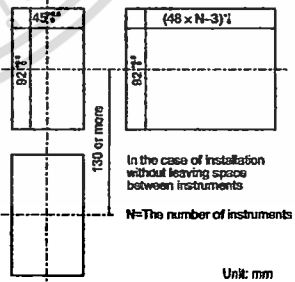
Panel cutout drawing



SR94

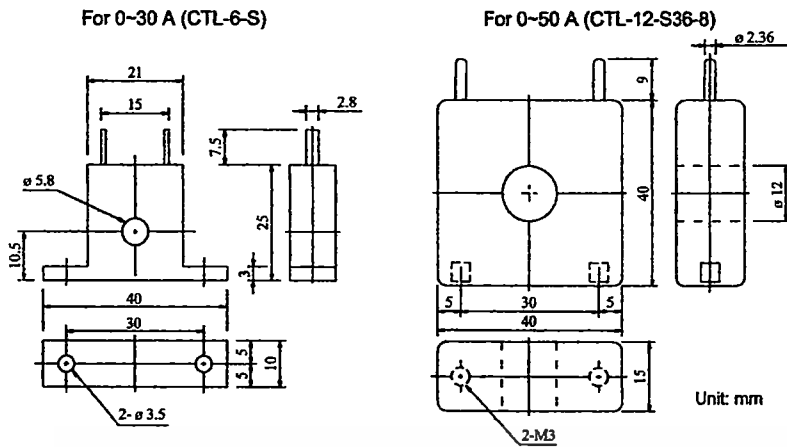


Panel cutout drawing



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา -5- ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External dimensions of current detectors (CT) of heater break alarm



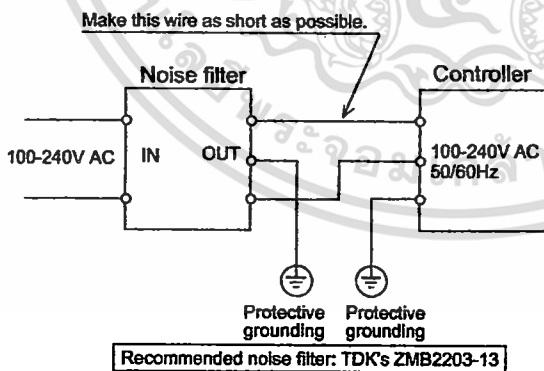
4. Wiring:

In the wiring operation, close attention should be paid to the following:

WARNING

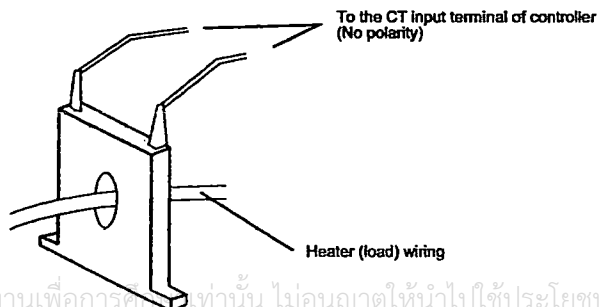
- Make sure to disconnect this product from any power source during the wiring operation to prevent an electric shock.
- Be certain that the protective conductor terminal (⊕) is properly grounded. Otherwise, an electric shock may result.
- To prevent an electric shock, do not touch wired terminals and other charged elements while they are being energized.

- ① In the wiring operation, follow the terminal layout shown in Section 3-5 and the terminal arrangement in Section 3-6 and make sure to carry out the correct wiring process.
- ② Use a press-fit terminal which fits an M3.5 screw and has a width of 7 mm or less.
- ③ In the case of thermocouple input, use a compensating conductor compatible with the selected type of thermocouple.
- ④ In the case of R.T.D. input, the resistance of a single lead wire must be 5Ω or less and the three wires must have the same resistance.
- ⑤ The input signal wire must not be accommodated with a high-voltage power cable in the same conduit or duct.
- ⑥ Shield wiring (single point grounding) is effective against static induction noise.
- ⑦ Twisting the input wires at short and equal intervals is effective against electromagnetic induction noise.
- ⑧ In wiring for power supply, use a wire or cable whose performance is equal to or higher than the 600V vinyl insulated wire having a sectional area of 1 mm² or larger.
- ⑨ The wire for grounding must have a sectional area of 2 mm² or larger and must be grounded at a grounding resistance of 100Ω or less.
- ⑩ Clamp the screws of terminals firmly.
Clamping torque: 1.0 N · m (10 kgf · cm)
- ⑪ If the instrument appears to be easily affected by power supply noise, use a noise filter to prevent malfunctioning. Mount the noise filter on the grounded panel and make the wire connection between the noise filter output and the power line terminals of the controller as short as possible.



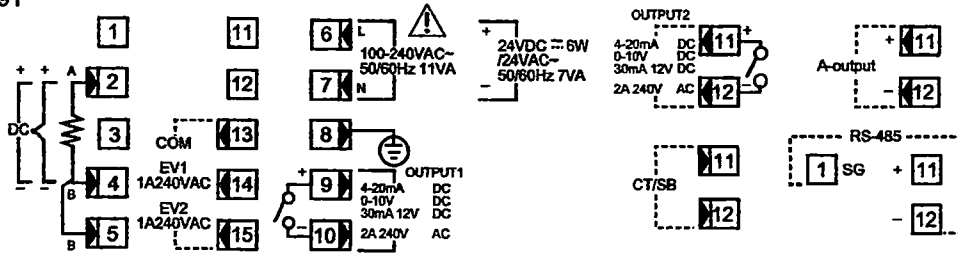
⑫ Connection of current detector (CT)

Insert a load line through the hole of the noise filter meant for the controller. With this wire, connect the secondary side terminal of CT to the CT input terminal of the SR90 series controller.

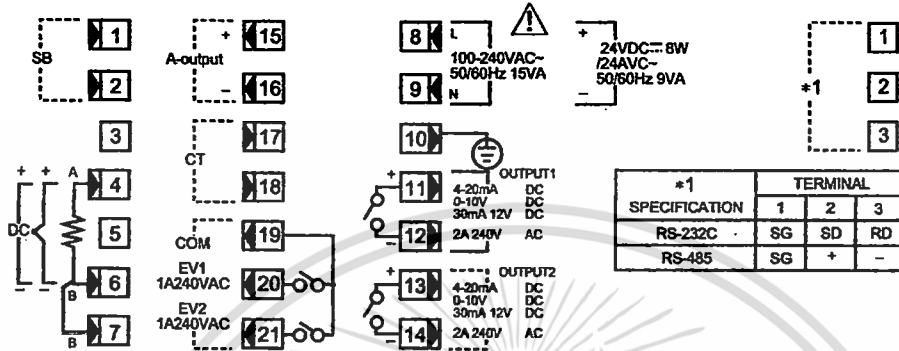


3-5. Terminal Layout (Follow the terminal layout and terminal arrangement table shown below in your wiring operation.)

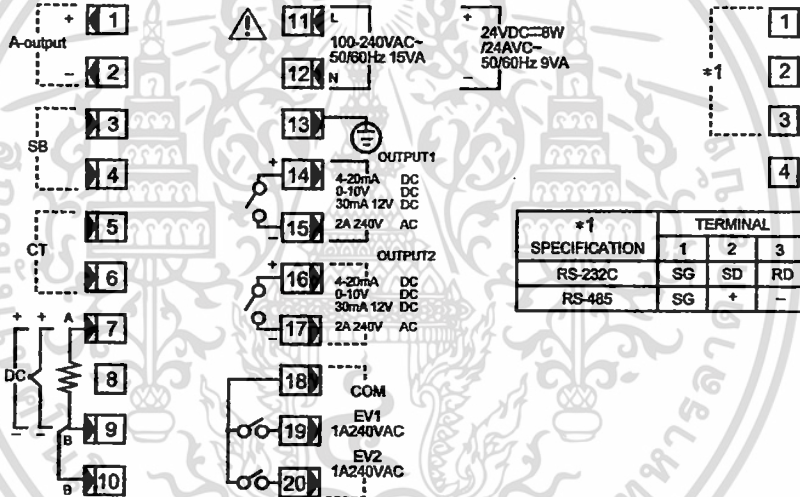
SR91



SR92



SR93 & SR94



3-6. Terminal Arrangement Table

Name of terminal	Description/Code	Terminal No.		
		SR91	SR92	SR93 - 94
Power supply	100-240V AC/24V AC: L, 24V DC: + 100-240V AC/24V AC: N, 24V DC: -	6 7	8 9	11 12
Protective conductor	⊕	8	10	13
Input	R.T.D.: A, thermocouple/voltage/current: + R.T.D.: B, thermocouple/voltage/current: - R.T.D.: B	2 4 5	4 6 7	7 9 10
Control output 1	Contact: NO, SSR drive voltage/Voltage/Current: + Contact: NO, SSR drive voltage/Voltage/Current: -	9 10	11 12	14 15
Control output 2 (option)	Contact: NO, SSR drive voltage/Voltage/Current: + Contact: NO, SSR drive voltage/Voltage/Current: -	11 12	13 14	16 17
Event output (option)	COM EV1 EV2	13 14 15	19 20 21	18 19 20
Heater break (option)	CT input	11-12	17-18	5-6
Analog output (option)	+ -	11 12	15 16	1 2
Communication (option)	RS-232C: SD, RS-485: + RS-232C: RD, RS-485: - SG RS-485: + RS-485: -	 1 11 12	2 3 1	2 3 1
Set value bias (option)	การที่สมมติไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการตั้งค่า	11-12	1-2	3-4

NOTE:

With thermocouple/voltage/current input, shorting across B and B terminal will cause an error.

NOTE:

The optional functions of the SR90 are subject to the following conditions:

SR91:

Only one of control output 2, heater break alarm, analog output, communication and set value bias is selectable.

SR92:

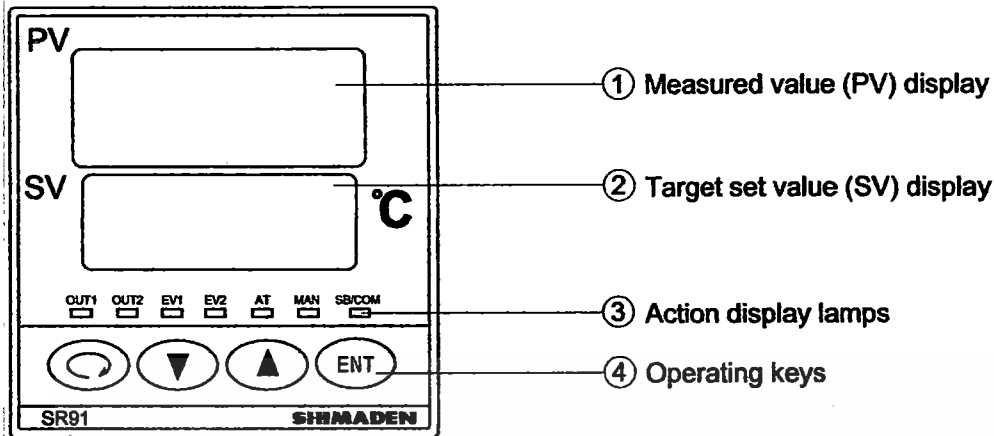
Communication and set value bias are not selectable simultaneously.

SR93/94:

Communication and analog output, or communication and set value bias are not selectable simultaneously. Simultaneous selection of analog output and set value bias is possible, though.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา -7- ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Names and Functions of Parts on Front Panel

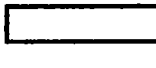


Name	Function
① Measured value (PV) display:	<ol style="list-style-type: none"> (1) Present measured value (PV) is displayed on the screen group 0, basic screen and output display screens (OUT1 and OUT2). (red) (2) Type of parameter is shown on each parameter screen.
② Target set value (SV) display:	<ol style="list-style-type: none"> (1) Target set value (SV) is displayed on the basic screen of the screen group 0. (green) (2) Present output value is displayed by % on control output monitor screens (OUT1, OUT2) of the screen group 0. (3) Selected item and set value are displayed on each parameter screen.
③ Action display lamps:	<ol style="list-style-type: none"> (1) Control output indicators: OUT1 and OUT2 (option) (green) <ul style="list-style-type: none"> • OUT1 lights when output turns ON and goes out when it turns OFF during contact or SSR drive voltage output. • The brightness changes in proportion to output increase/decrease during current or voltage output. • OUT2 functions only if the option is added. (2) Event output indicators: EV1/EV2 (option) (orange) <ul style="list-style-type: none"> • Light when assigned events (including heater break/loop alarm) turn ON if event option is added. (3) Auto tuning action indicator: AT (green) <ul style="list-style-type: none"> • Flashes when ON is selected by key on the AT action selection screen and AT is executed by key, and goes out when AT terminates automatically or is released. (4) Manual control output action indicator: MAN (green) <ul style="list-style-type: none"> • Flashes when manual control output is selected on control output display screens (OUT1, OUT2); remains unlit during automatic control output. (5) Set value bias/communication indicator: SB/COM (option) (green) <ul style="list-style-type: none"> • Lights when optional set value bias function is added and at the time of shorting across SB terminal (set value bias in action). • Lights when optional communication function is added and COM mode is selected. Goes out when Local is selected for communication mode.
④ Operating keys:	<ol style="list-style-type: none"> (1) (parameter) key <ul style="list-style-type: none"> • Pressing this key on any screen of the screen group 0 and the screen group 1 calls the next screen onto display. • When pressed continuously for 3 seconds, this key functions to move between the basic screen of screen group 0 and the initial screen of screen group 1. • Pressing this key simultaneously with key in the screen group 1 calls the preceding screen onto display. (2) (down) key <ul style="list-style-type: none"> • When pressed on a parameter screen, the decimal point of the rightmost digit flashes and the set data decreases or moves backward. (3) (up) key <ul style="list-style-type: none"> • When pressed on a parameter screen, the decimal point of the rightmost digit flashes and the set data increases or moves forward. (4) (entry/registration) key <ul style="list-style-type: none"> • Used to register a set data changed by means of or key on a parameter screen. • Pressing this key simultaneously with key on a screen of the screen group 1 calls the preceding screen onto display. • When pressed continuously for 3 seconds on the control output screens (OUT1, OUT2), this key functions to switch between automatic output and manual output.

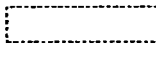
5. Explanation of Screens and Setting

5-1. Parameter Flow (Outline of Parameter Flow displayed below. Set parameter according to the explanation of each setting screen)

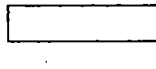
NOTE: Four kinds of frame lines signify the following:



Screens regularly shown by key operation and other means



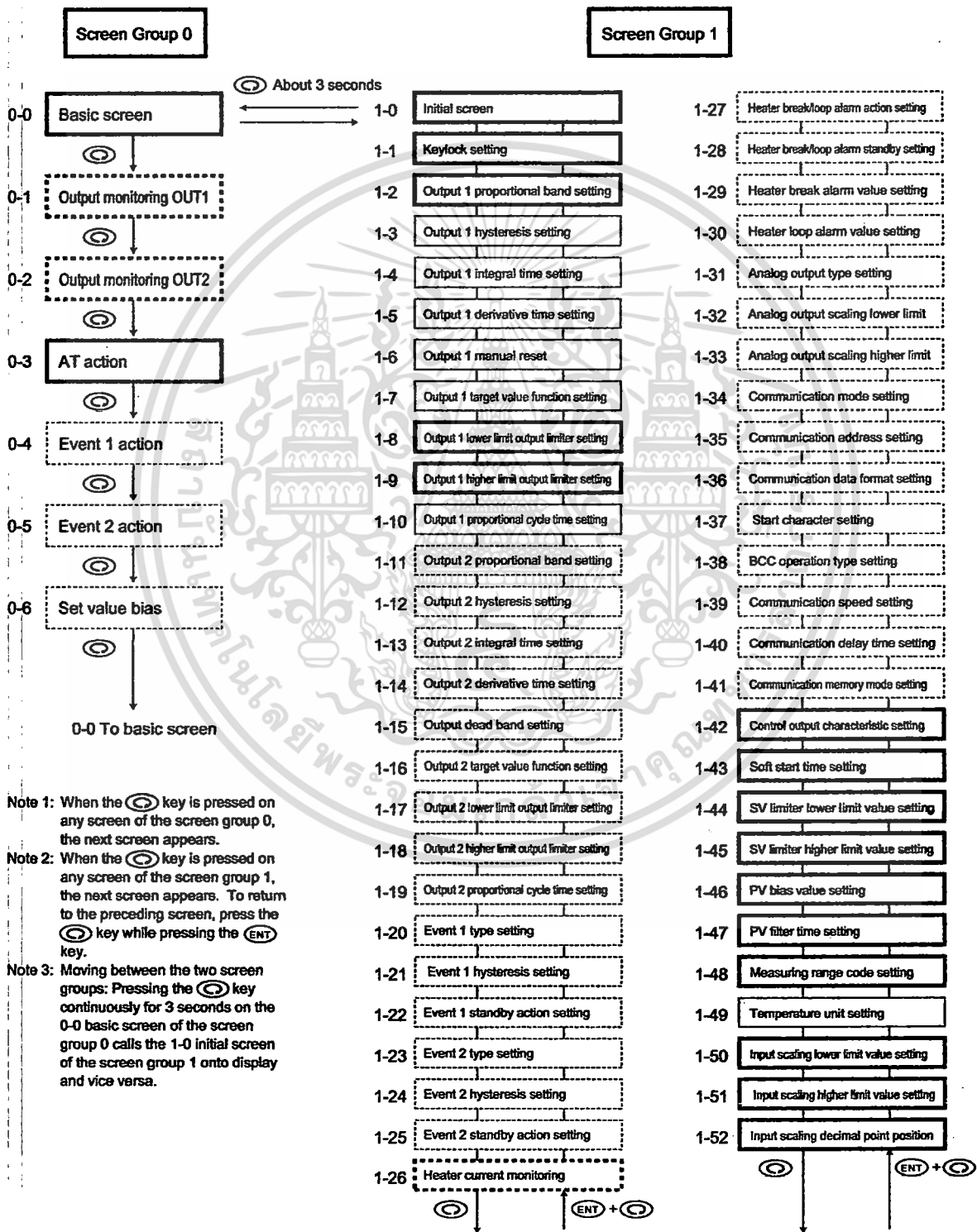
Screens which may or may not be shown depending on control action modes (PID action or ON/OFF action)



Screens shown when appropriate options are added or selected



Screens for monitoring (without automatic return after 3 minutes)



Note 1: When the key is pressed on any screen of the screen group 0, the next screen appears.

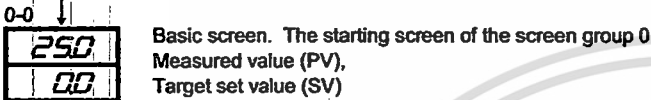
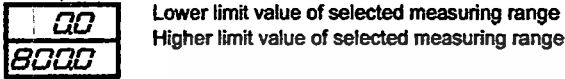
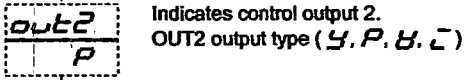
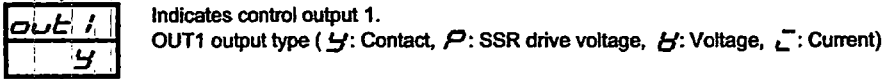
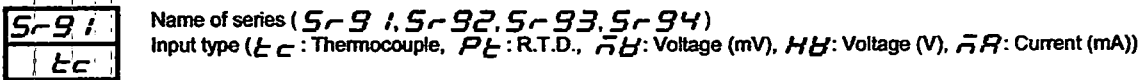
Note 2: When the key is pressed on any screen of the screen group 1, the next screen appears. To return to the preceding screen, press the key while pressing the **ENT** key.

Note 3: Moving between the two screen groups: Pressing the key continuously for 3 seconds on the 0-0 basic screen of the screen group 0 calls the 1-0 initial screen of the screen group 1 onto display and vice versa.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในบริษัทฯ ไม่สามารถเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 1. หากกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 2. 9- ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Display upon Power-ON

When power is applied, initial screens upon power-ON are displayed successively, each for about 1 second. Then the basic screen is displayed.



The 0-0 basic screen is followed by screens on which various functions are set by means of operating keys. For the screen sequence, refer to "Parameter Flow" in the preceding page.

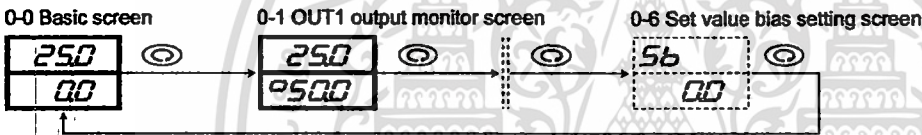
3. How to Change Screens

Screen group 0 (the group of screens for setting primarily by the end user)

Screen group 1 (the group of screens for setting primarily by the manufacturer and equipment manufacturers)

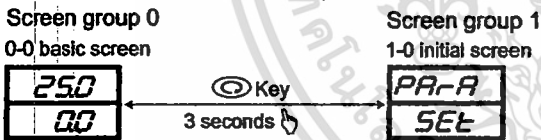
(1) How to change screens in screen group 0

Every time the PARA key is pressed, the screen moves to the next and the 0-0 basic screen returns when it is pressed on the last screen.



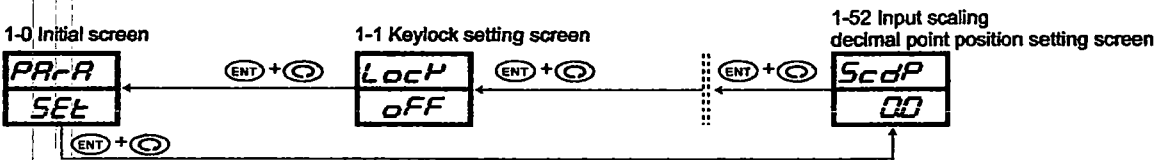
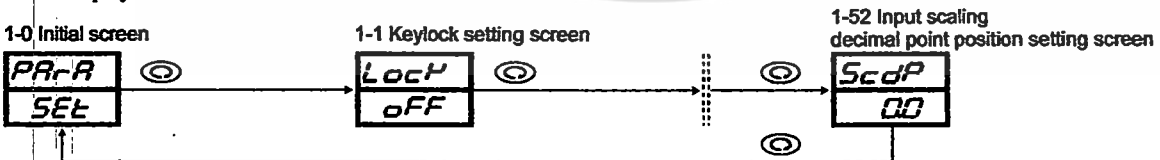
(2) How to change screen group 0 to/from screen group 1

Pressing the key continuously for 3 seconds on the basic screen of the screen group 0 calls the 1-0 initial screen of the screen group 1 onto display. Also by pressing the key continuously on the 1-0 initial screen of screen group 1 calls the basic screen of screen group 0.



(3) How to change screen in screen group 1

Starting from the 1-0 initial screen of the screen group 1, every time the key is pressed, the next screen appears and the 1-0 initial screen returns when it is pressed on the last screen. By pressing the key while pressing the key in the screen group 1, you can go back to the preceding screen. When the key is pressed while the key is being pressed on the 1-0 initial screen, the last screen of this group, i.e., the 1-52 input scaling decimal point position setting screen appears on the display.



(4) How to change set values (data)

To change data on a screen which is called by pressing the key, use the or key, and register the changed data by pressing the key.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5-4. Before Starting Up

To begin with, check the wiring and set the items listed below by the setting methods of the screen groups. (Factory-set items and items already set by equipment manufacturers need not be set here.)

- (1) **Checking of wiring:** Check that the wiring to connected terminals is carried out properly. Erroneous wiring will result in burnout.
- (2) **Application of operating power:** Apply operating power. The controller is energized and the data display and other lamps light.
- (3) **Setting of measuring range:** Call the 1-48 measuring range code screen of the screen group 1 and select a code from the measuring range codes. For current, voltage or mV input, lower/higher limit values and the position of decimal point should be set. (Depending on a selected code, selection on the 1-49, 1-50 or 1-51 screen will be required.)
- (4) **Setting of control:** In the case of ON-OFF (two-position) action, call the 1-2 output 1 proportional band setting screen of the mode 1 screen group and select OFF and register it. Follow the same procedure for output 2 if the option is added. Omit this setting in the case of AT.
- (5) **Setting of control output characteristics:** Call the 1-42 control output characteristic setting screen of the screen group 1 and select either RA or DA correspondingly to output characteristic specification as shown in the table.
- (6) **Setting of event type:** If the optional event function is added, call the 1-20 event alarm type code setting screen of the screen group 1 and select and register a code.
- (7) **Setting of analog output:** If the optional analog output function is added, call the 1-31 analog output type setting screen of the screen group 1 and select one from the setting range and register it.
- (8) **Note on initialization following data change:** When the code of measuring range, type of event or type of analog output is changed, a set value is initialized and resetting is required.

5-5. Procedure of Setting in Screen Group 0

In the following section 5-6, the flow of setting screens is explained in the next section, "Explanation of Screen Group 0 and Setting." In this section, the procedure of setting is described.

Key operation:

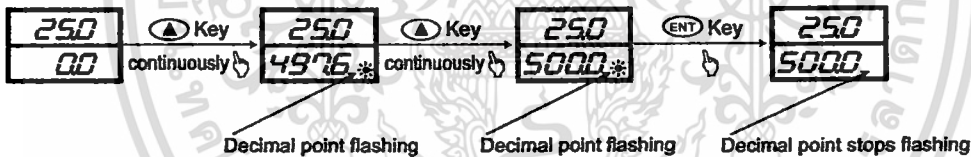
Use the \odot key to call the next screen. On each setting screen, use the \blacktriangle or \blacktriangledown key for selection and the ENT key for registration. Nevertheless, in case the value of manual control output is changed on the output monitor screen, the ENT key need not be pressed.

(1) Setting of target set value (SV)

- ① To set a target set value (SV), press the \blacktriangle or \blacktriangledown key on the 0-0 basic screen. When either of the keys is pressed continuously, the decimal point of the rightmost digit flashes and the numerical value keeps increasing or decreasing. When it reaches a target set value, press the ENT key to register.
- ② Once it reaches the target set value, the digit stops flashing. (Setting of a target set value is not possible while auto tuning (AT) is in execution. AT should be relieved for setting.)

Example: 500.0°C is to be set as a target set value.

0-0 basic screen



(2) Manual setting of control output

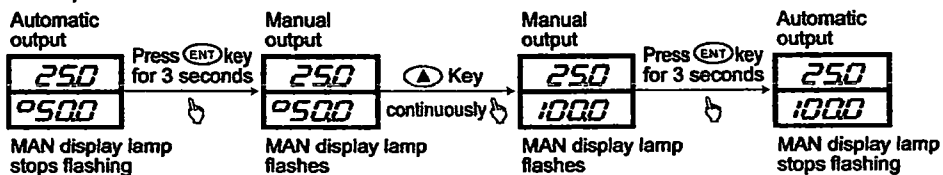
- 1) **Switching between automatic output and manual output on output monitor screen (OUT1 and OUT2) and setting:**

To switch auto to manual and vice versa, press the ENT key for 3 seconds continuously on the output 1 or output 2 screen. Upon turning to manual, the MAN lamp flashes and it remains unlighted during automatic output. To set a target value, press the \blacktriangle or \blacktriangledown key on the output monitor screen to keep the numerical value increasing or decreasing until a target value is reached. To release manual output, press the ENT key again for 3 seconds continuously, and automatic output returns.

 - ① If the output mode of either output 1 or output 2 is changed to manual, the output mode of the other is also changed to manual. Also, if changed to auto, the output of the other will be changed to auto as well.
 - ② In case the output of output 1 is at 100.0%, 0999 is displayed on the output 1 screen and the decimal point of 0 flashes.
 - ③ In case the output of output 2 is at 100.0%, 0999 is displayed on the output 2 screen and the decimal point of 0 flashes.
 - ④ In case output is of contact or SSR drive voltage and OFF is set for proportional band (P), the value of output will be 0.0% or 100.0%.
 - ⑤ In case output is of voltage or current and OFF is set for proportional band (P), the value of output will be the lower limit value or the higher limit value of a set limiter.

While auto tuning (AT) is in execution, switching to manual output is not possible. It should be done after releasing AT.

0-1 Output monitor screen



2) Supplementary explanation of using the manual adjustment output
Monitor screens (OUT1 and OUT2) and automatic/manual output:

- ① When automatic output is changed to manual, output is put in a balanceless/bumpless action and the value of output right before the change is displayed. Changing from manual to auto also causes bumpless action but not if the PV value is outside the proportional band.
- ② If power supply is shut off and power is applied again, control output continues to be in auto or manual at the time when power supply is shut off.

Note: Although a change to another screen in the manual mode is possible, it should be noted that control output is manual in this case. Flashing of the MAN monitor LED indicates that the manual mode is ON.

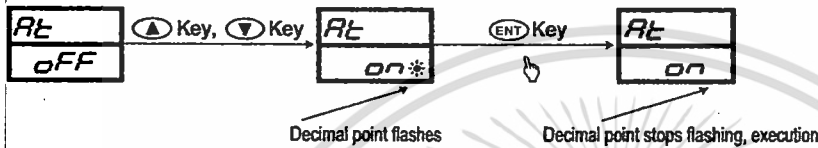
(3) AT (auto tuning)

AT is the function of automatically processing and setting P.I.D., the parameters of P.I.D. control. Processing time differs depending on the details of control.

1) Execution of AT

Pressing the \blacktriangle or \blacktriangledown key on the 0-3 AT action control screen changes *OFF* displayed on the bottom to *ON* and the decimal point of the rightmost digit flashes. Then press the ENT key. The AT lamp flashes and AT starts. When AT is executed, ON/OFF action of output in response to rising and falling of the measured value from the target set value is repeated several times to store PID values internally and AT ends. At the same time control using stored PID values begins and the AT lamp goes out.

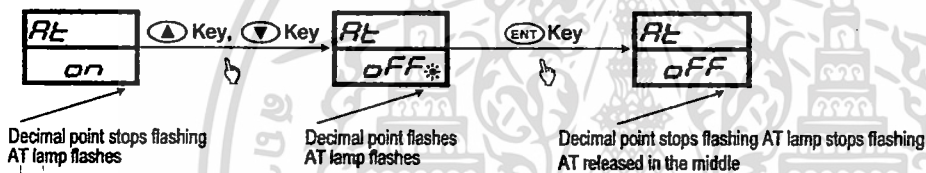
0-3 AT action control screen



2) Halfway releasing of AT

To stop AT in the middle of execution, select *OFF* by using the \blacktriangle or \blacktriangledown key on the AT action control screen and by pressing the ENT key, releases the AT and the decimal point and the AT lamp stops flashing.

0-3 AT action control screen



Note: In case AT is released in the middle, PID values are not changed.

3) In the following conditions, AT is unable to be executed:

- ① Control output is in manual. (The AT screen not displayed.)
- ② Scaleover of PV (measured value). (The AT screen not displayed.)
- ③ OFF is selected for proportional band (P) of output 1. (The AT screen not displayed.)
- ④ Lock No. 2 or 3 selected on the keylock screen.

4) If the following occur while AT is in execution, AT will be released:

- ① The output value has been at 0% or 100% continuously for 200 minutes.
- ② Scaleover of PV value

5) AT works as follows in the instrument of two-output specifications:

- ① RA characteristic: PID constants are common to OUT1 and OUT2.
- ② DA characteristic: AT is executed only for OUT1 and while AT is in execution, output of OUT2 is at 0% or the lower limiter value of output limiter.

(4) Setting of event set value

Before a value is set, an event type should be set as described in the following paragraph, 1) Event type setting. When an event type code is changed, however, all the set values (data) concerning the event are initialized.

1) Event type (alarm type) setting

Call the 1-20 event 1 type code setting screen of the screen group 1 and select one from the type codes Hd, Ld, od, id, HA and LA by pressing the \blacktriangle and \blacktriangledown keys. Then register it by the ENT key.

There are the following 6 event type (alarm type) codes: *Hd*: Higher limit deviation, *Ld*: Lower limit deviation, *od*: Outside higher/lower limit deviations, *id*: Within higher/lower limit deviations, *HA*: Higher limit absolute value, *LA*: Lower limit absolute value. A selected code is displayed and an action point is to be set for the selected event type (alarm type). (*OFF*: None, *SO*: Scaleover, and *HB*: Heater break/loop alarm are screen display only.)

2) Setting of event value

The 0-4 event 1 set value setting screen or the 0-5 event 2 set value setting screen will set. It will be on display when either of the previous 6 types of event is selected.

Set the aimed value by pressing the \blacktriangle or \blacktriangledown key on screen. When the ENT key is pressed to register the set event value, the decimal point stops flashing.

Setting ranges: Higher limit deviation value or lower limit value: -1999 ~ 2000 units

Outside or within higher/lower limit deviation values: 0 ~ 2000 units

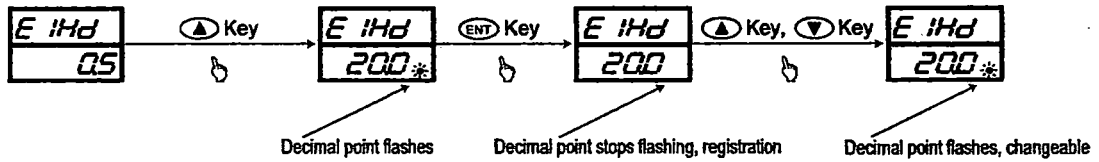
Higher limit absolute value or lower limit absolute value: Within measuring range

(No event value can be set while AT (auto tuning) is in execution. Set after releasing AT.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ทำการคืนใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง-12- และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0-4 Event 1 set value screen



3) Changing the event value

To change the value, pressing the \blacktriangle or the \blacktriangledown key causes the decimal point to flash and the value will change. Press the ENT key to set your aimed value, the decimal points will stop flashing.

(5) Set value bias

1) Set value bias

As an optional function, additional setting of another target set value is possible.

It is set as a set value bias which indicates a deviation from the target set value.

For instance, when 20°C has been set as the target set and you want to set another set value at 30°C, set the set value bias at +10°C.

The set value bias becomes effective when the SB terminals are closed.

When the SB terminals are open, the target set value becomes effective.

This function is used conveniently to switch a target value between "summer and winter"/"day and night" and the like.

2) Setting of set value bias

In case the optional set value bias function is added, press the \blacktriangle or \blacktriangledown key on the 0-6 screen to set a numerical value of set value bias and register the value by pressing the ENT key. The decimal point stops flashing.

The set value remains effective while the SB terminals are shorted and is added to the target set value. When a set value bias is set, the SB/COM lamp lights.

Setting range: -1999~5000 units



6. Explanation of Screen Group 0 and Setting

Screen Group 0

by operation:

The **⏪** key is used to proceed to the next screen. The **⏩** key and the **⏴** key are used for selection on each setting screen and the **ENT** key is used for registration. The **ENT** key need not be pressed, however, when a manual control output value is changed on the output monitor screen.

To move between the screen group 0 and the screen group 1, press the **⏪** key continuously for 3 seconds on the 0-0 basic screen or the 1-0 initial screen as described below.

0 Basic screen
 250
 00
 Initial value: Lower limit value of measuring range
 Setting range: Within measuring range (within SV limiter)
 A measured value (PV) is displayed on the top and the bottom is for display and setting of a target set value (SV).
 For details, see Section 5-5 (1).

1 Output 1 (OUT1) monitor screen
 250
 500
 A measured value (PV) is displayed. The bottom is for monitoring of the control output value of output 1 in the automatic mode and for changing a set value in the manual mode.
 Manual output setting range: 0.0 ~ 100.0% (within output 1 limiter)
 ● Output monitor screens (OUT1 and OUT2) and auto/manual output
 • For switching auto to manual and vice versa, the **ENT** key is pressed continuously for 3 seconds on the output 1 or output 2 screen.
 • When the output mode (auto or manual) of either output 1 or output 2 is changed, the output mode of the other is also changed.
 • When the output is manual the Man lamp flashes.
 For details, see Section 5-5 (2).

2 Output 2 (OUT2) monitor screen
 250
 500
 A measured value (PV) is displayed. The bottom is for monitoring of the control output value of output 2 in the automatic mode and for changing a set value in the manual mode.
 Manual output setting range: 0.0 ~ 100.0% (within output 2 limiter)
 In the manual mode, the screen appears only if the optional function of output 2 is added.
 For details, see Section 5-5 (2).

3 AT (auto tuning) action control screen
 At
 OFF
 Initial value: OFF
 Setting range: OFF, ON
 AT is set when ON is selected and is released when OFF is selected. This screen does not appear during manual output and when OFF is set for proportional band (P) of output 1. While AT is being executed, key operation other than for releasing AT, setting keylock and switching a communication mode is not possible.
 For AT action, see Section 5-5 (3).

4 Event 1 (EV1) set value setting screen
 E Hd
 2000
 Initial value:
 Higher limit deviation value 2000 units
 Lower limit deviation value -1999 unit
 Outside higher/lower deviations, or within deviations: 2000 units
 Higher limit absolute value: Higher limit value of measuring range
 Lower limit absolute value: Lower limit value of measuring range
 Setting range:
 Higher limit deviation value or lower limit deviation value: -1999 ~ 2000 units
 Outside higher/lower limit deviations or within deviations: 0 ~ 2000 units
 Higher limit absolute value or lower limit absolute value: Within measuring range
 This screen is displayed when the optional event function is added and alarm code is assigned to Hd ~ LA and the action point of the assigned alarm type is set on it.
 For details, see Section 5-5 (4).

To the 0-5 screen

5-7. Explanation of Screen Group 1 and Setting

Screen Group 1

Key operation:

The **⏪** key is used to proceed to the next screen. The **⏩** key and the **⏴** key are used for selection on each setting screen and the **ENT** key is used for registration. When the **⏪** key is pressed while the **ENT** key is being pressed, the preceding setting screen is called back.

To the 1-2 screen

1-0 Initial screen
 PAR
 SEt
 Initial screen
 ENT + ⏪
 1-52
 To the input scaling decimal point position setting screen

Pressing the **⏪** key for 3 seconds continuously on the basic screen calls this screen. There is no item to be set on this screen. When the **⏪** key is pressed, the keylock setting screen, which is the first setting screen, appears. Pressing the **⏪** key while the **ENT** key is being pressed calls the last screen, i.e., the input scaling decimal point position setting screen.

(1) Setting of keylock
 Key lock setting screen

1-1 Key lock setting screen
 LOCK
 OFF
 Initial value: OFF
 Setting range: OFF, 1, 2, 3

Lock items which you don't want to be changed. Data are unable to be changed on locked screens. Select OFF to release the lock.

The following table shows lock numbers and ranges to be locked:

Lock No.	Range to be locked
OFF	Release of lock (All data allowed to be changed.)
1	Keylock for all screens except the screen group 0 and communication mode.
2	Keylock for all screens except basic screen and communication mode.
3	Keylock for all screens except communication mode.

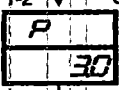
To the 1-2 screen

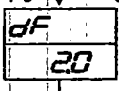
0-5 Event 2 (EV2) set value setting screen
 E2Ld
 -1999
 The above description of the 0-4 screen applies to the 0-5 screen, only with a change of EV1 to EV2.

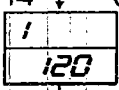
0-6 Set value bias (SB) setting screen
 Sb
 00
 Initial value: 0 units
 Setting screen: -1999 ~ 5000 units
 This screen is displayed when the optional set value bias function is added. A set value is effective while the SB terminals are shorted and it is added to or reduced from the set value. When an SB is set, the monitor LED lamp SB/COM lights.

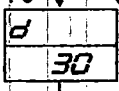
To the 0-0 basic screen

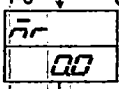
(2) Setting of output

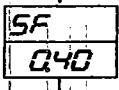
1-2 Output 1 propotional band (P) setting screen

 Initial value: 3.0%
 Setting range: OFF, 0.1 ~ 999.9%
 Basically setting of this item is not necessary for the execution of auto tuning. For proportional band, refer to Section 6-4 (1). To change to ON-OFF (two-position) action, select OFF.

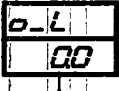
1-3 Output 1 hysteresis setting screen

 Initial value: 20 units
 Setting range: 1 ~ 999 units
 Set the "Hysteresis" of ON-OFF action. This screen is displayed only when OFF is selected for "P=OFF" on the preceding 1-2 screen.

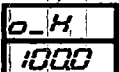
1-4 Output 1 integral time setting screen

 Initial value: 120 seconds
 Setting range: OFF, 1 ~ 6000 seconds
 Basically, setting of this item is not necessary when auto tuning is executed. For integral time, refer to Section 6-4 (2). This screen is not displayed when P=OFF is selected.

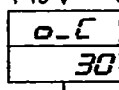
1-5 Output 1 derivative time setting screen.

 Initial value: 30 seconds
 Setting range: OFF, 1 ~ 3600 seconds
 Basically, setting of this item is not necessary when auto tuning is executed. For integral time, refer to Section 6-4 (3). This screen is not displayed when P=OFF is selected.

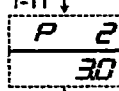
1-6 Output 1 manual reset setting screen

 Initial value: 0.0% or -50.0% when the controller is of 2 output specifications.
 Setting range: -50.0% ~ 50.0%
 A value for offset correction is set when OFF is selected for 1 (P action or PD action). This screen is not displayed when P=OFF is selected. Refer to Section 6-5.

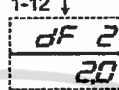
1-7 Output 1 target value function setting screen

 Initial value: 0.40
 Setting range: OFF, 0.01 ~ 1.00
 A value to be used to suppress overshooting or undershooting in expert PID is set. Setting 1.00 for SF makes overshoot minimum. When SF=OFF is selected, expert PID does not function and ordinary PID action is carried out. This screen is not displayed when P=OFF is selected.

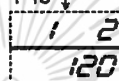
1-8 Output 1 lower limit output limiter setting screen

 Initial value: 0.0
 Setting range: 0.0 ~ 99.9%
 A lower limit value of control output 1 is set. For output limiter, refer to Section 6-6.

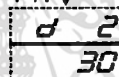
1-9 Output 1 higher limit output limiter setting screen

 Initial value: 100.0
 Setting range: o_L1+0.1 ~ 100.0%
 A higher limit value of control output 1 is set.


1-10 Output 1 proportional cycling time setting screen

 Initial value: Contact output: 30 seconds
 SSR drive voltage output: 3 seconds
 Setting range: 1 ~ 120 seconds.
 Proportional cycling time of control output 1 is set. The screen is not displayed for voltage or current output. For proportional cycling time, refer to Section 6-7

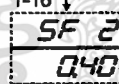
1-11 Output 2 (OUT2) proportional band (P) setting screen

 Initial value: 3.0%
 Setting range: OFF, 0.1 ~ 999.9%
 The same as the output 1 (OUT1) proportional band (P) setting screen. This screen is displayed when the optional output 2 function is added.

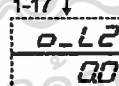
1-12 Output 2 hysteresis setting screen

 Initial value: 20 units
 Setting range: 1 ~ 999 units
 "Hysteresis" for ON-OFF action is set. This screen is displayed only when P=OFF is selected on the preceding 1-11 screen.

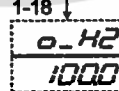
1-13 Output 2 integral time setting screen

 Initial value: 120 seconds
 Setting range: OFF, 1 ~ 6000 seconds
 The same as the output 1 integral time setting screen.

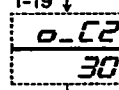
1-14 Output 2 derivative time setting screen.

 Initial value: 30 seconds
 Setting range: OFF, 1 ~ 3600 seconds
 The same as the output 1 derivative time setting screen.

1-15 Output deadband setting screen

 Initial value: 0 units
 Setting range: -1999 ~ 5000 units
 The position of the action output 2 against the action position of output 1 is set. For dead band, refer to section 6-9.

1-16 Output 2 target value function setting screen

 Initial value: 0.40
 Setting range: OFF, 0.01 ~ 1.00
 The same as the output 1 target value function setting screen.

1-17 Output 2 lower limit output limiter setting screen

 Initial value: 0.0
 Setting range: 0.0 ~ 99.9%
 A lower limit value of control output 2 is set.

1-18 Output 2 higher limit output limiter setting screen

 Initial value: 100.0
 Setting range: o_L2+0.1 ~ 100.0%
 A higher limit value of control output 2 is set.

1-19 Output 2 proportional cycle time setting screen

 Initial value: Contact output: 30 seconds
 SSR drive voltage output: 3 seconds
 Setting range: 1 ~ 120 seconds.
 Proportional cycling time of control output 2 is set.

To the 1-10 screen

To the 1-20 screen

(3) Setting of events

Please refer to section 6-1, 6-2 and 6-3.

Event 1 type code setting screen

Initial value: Hd
 Setting range: OFF, Hd, Ld, od, id, HA, LA, So, Hb
 The type of event to be selected as event 1 is selected from the following code table.

Table of Event Type (Alarm Type) Codes

Code	Type of event	Remarks
OFF	No selection	
Hd	Higher limit deviation	Initial value of event 1
Ld	Lower limit deviation	Initial value of event 2
od	Outside higher/lower limit deviations	
id	Within higher/lower limit deviations	
HA	Higher limit absolute value	
LA	Lower limit absolute value	
So	Scaleover	Standby action is invalid.
Hb	Heater break/loop alarm	Displayed only when the option is added.

Event 1 hysteresis setting screen

Initial value: 5 units
 Setting range: 1 ~ 999 units
 ON-OFF hysteresis is set for event 1.
 This screen is displayed when an alarm type code is selected from Hd, Ld, od, id, HA, LA.

Event 1 standby action code setting screen

Initial value: 1
 Setting range: 1, 2, 3, 4
 An event 1 standby action type code is selected from the following table.
 This screen is displayed when an alarm type code is selected from Hd, Ld, od, id, HA, LA.

Table of Standby Action Codes

Code	Description
1	Without standby function
2	Standby action only when power is applied.
3	Stand-by action when power is applied and when SV in execution is changed.
4	Control mode (without standby)

Event 2 type code setting screen

Initial value: Ld
 Setting range: OFF, Hd, Ld, od, id, HA, LA, So, Hb
 The type of alarm to be selected as event 2 is selected from the table of codes.

Event 2 hysteresis setting screen

Initial value: 5 units
 Setting range: 1 ~ 999 units
 ON-OFF hysteresis is set for event 2.
 This screen is displayed when an alarm type code is selected from Hd, Ld, od, id, HA, LA.

Event 2 standby action code setting screen

Initial value: 1
 Setting range: 1, 2, 3, 4
 An event 2 standby action type code is selected from the following table.
 This screen is displayed when an alarm type code is selected from Hd, Ld, od, id, HA, LA.

(4) Heater current monitor screen

1-26 Heater current monitor screen

This screen is displayed when the optional heater break/loop alarm function is added and used to monitor heater current. (There is no item to be set on this screen.)

Note:
 Heater break/loop alarm works on output 1.
 Heater break/loop alarm is selectable as event 1 or event 2.
 Heater break/loop alarm is assignable in case output 1 is of contact or SSR drive voltage.

As this screen is for monitoring only, auto return does not function.

(5) Setting of heater break/loop alarm

1-27 Heater break/loop alarm action setting screen

Initial value: Lc
 Setting range: Lc, rE

Lc (Lock mode): In this mode, once a break or loop alarm is output, the alarm output is maintained until OFF is selected on the heater break or loop alarm value setting screen or the power supply is cut.

rE (Real mode): An alarm is turned ON or OFF according to a rise or fall of the value of current from a set value. The hysteresis for the release of alarm output is fixed to 0.2A.

1-28 Heater break/loop standby action setting screen

Initial value: OFF
 Setting range: OFF, ON

When ON is set, alarm output is withheld or kept to be on standby until the current value enters its normal range once even if the current at the time of applying power is such that an alarm should be output.

1-29 Heater break alarm value setting screen

Initial value: OFF
 Setting range: OFF, 0.1 ~ 50.0A
 Heater current is detected by CT while control output is ON.
 Lower current than a set value of current is taken as abnormal and an alarm is output.

1-30 Heater loop alarm value setting screen

Initial value: OFF
 Setting range: OFF, 0.1 ~ 50.0A
 Heater current is detected by CT while control output is OFF.
 Higher current than a set value of current is taken as abnormal and an alarm is output.

(6) Setting of analog output type

1-31 Analog output type setting screen

Initial value: P1
 Setting range: P1, SV, out 1, out 2

An item intended to be output as an analog signal is selected from 4 items: Measured value (PV), target set value (SV), control output 1 (OUT1) and control output 2 (OUT2).

1-32 Analog output scaling lower limit setting screen

Initial value: 0.0 (The lower limit value of setting range for PV and SV and 0.0 for OUT1 and OUT2.)
 Setting range: Within measuring range when PV or SV is selected 0.0 ~ 100.0% when OUT1 or OUT2 is selected.
 A minimum value (0mV, 4mA or 0V) of analog output signal is set as the lower limit value of scaling for an intended output value.

To the 1-26 screen

To the 1-33 screen

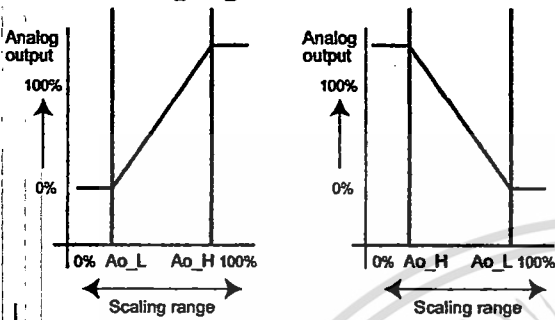
1-33 Analog output scaling higher limit setting screen

Ao_H
8000

Initial value: 800.0 (The higher limit value of setting range for PV and SV and 100.0 for OUT1 and OUT2.)
Setting range: Within measuring range when PV or SV is selected 0.0 ~ 100.0% when OUT1 or OUT2 is selected.)

A maximum level (10mV, 20mA or 10V) of analog output signal is set as the higher limit value of scaling for an intended output value.
Inversed scaling of Ao_L>Ao_H is also possible. (H-L=±1 count or above)

The following diagrams show analog output characteristics by scaling:
In the case of Ao_L<Ao_H In the case of Ao_L>Ao_H



(7) Setting of communication

For the communication function, refer to the Communication Instruction Manual provided separately.

1-34 Communication mode setting screen

com
Loc

Initial value: Loc (local)
Setting range: Loc, Com (com)

Only a change from Com to Loc is possible by operating keys.
Communication is enabled in the mode displayed on the bottom.

1-35 Communication address setting screen

Addr
1

Initial value: 1
Setting range: 1 ~ 255

A machine number is set in case two or more controllers are connected through communication.

1-36 Communication data format setting screen

DATA
7E1

Initial value: 7E1 (Data length 7 bits, even parity, stop bit 1)
Setting range: 7E1, 8N1 (Data length 8 bits, non-parity, stop bit 1)

A communication data format is set.

1-37 Start character setting screen

Stx
Stx

Initial value: Stx
Setting range: Stx, Att

Which of Stx (STX) and Att (@) is used as the start character of communication format is set.

1-38 BCC operation type setting screen

bcc
1

Initial value: 1
Setting range: 1 ~ 4

An operation type for error detection BCC check is set from 1 to 4 shown in the following table:

Table of BCC Operation Types

Type of Operation	Description
1	Add operation from start character to text end character
2	2's complement after add operation from start character to text end character
3	Exclusive OR operation immediately after start character to text end character
4	Without BCC operation

1-39 Communication speed setting screen

bPS
1200

Initial value: 1200
Setting range: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bps
A communication speed is set but 19200 bps is displayed as 1920 because of limitation in the number of digits.

1-40 Communication delay time setting screen

dELAY
20

Initial value: 20
Setting range: 1 ~ 100
Time lag from receiving a communication command to transmission is set.
Delay time = Set value x 0.512 msec

1-41 Communication memory mode setting screen

MEM
EEP

Initial value: EEP
Setting range: EEP, rAR, r-E

A mode of writing data in EEPROM and RAM in communication is set.

Type	Writing Process
EEP	Writing entirely in EEPROM
rAR	Writing entirely in RAM
r-E	Writing OUT1 and OUT2 in RAM and others in EEPROM

(8) Setting of control output characteristic

1-42 Control output characteristic setting screen

Act
rA

Initial value: rA
Setting range: rA, dA

Characteristic of control output is set.
The following table shows output characteristics of the one-output specification and the two-output specification.

Output specification	Characteristic	OUT 1	OUT 2
1 output	RA	Heating	None
	DA	Cooling	None
2 output	RA	Heating	Cooling
	DA	Heating	Heating

For control output characteristic, refer to Section 6-9.

(9) Setting of soft start time

1-43 Soft start setting screen

SoFt
OFF

Initial value: OFF
Setting range: OFF, 1 ~ 100 seconds
Soft start time for changing output gradually is set.
Soft start does not function when OFF is set.
For details, see Section 6-10.

(10) Setting of SV limiter

1-44 SV limiter lower limit value setting screen

SV_L
00

Initial value: Lower limit value of measuring range
Setting range: Measuring range lower limit value ~ higher limit value - 1 count

In case a narrower setting range of target value than a measuring range is used, a lower limit value is set.
(It can prevent erroneous setting in a risky range and has some other advantageous effect.)

1-45 SV limiter higher limit value setting screen

SV_H
8000

Initial value: Higher limit value of measuring range
Setting range: Measuring range lower limit value ~ higher limit value + 1 count

In case a narrower setting range of target value than a measuring range is used, a higher limit value is set.
(It can prevent erroneous setting in a risky range and has some other advantageous effect.)

Note:
An SV limiter is set so as to be SV limiter lower limit value < SV limiter higher limit and priority is given to the lower limit value. Therefore, a higher limit cannot be set at a smaller value than a lower limit value + 1 count.

To the 1-39 screen สารที่สวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา To the 1-46 screen ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา-17-ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(11) Setting of PV bias value

PV bias value setting screen

Initial value: 0 unit
 Setting range: -1999 ~ 2000 units
 This value is used to correct an input error from a sensor or the like.
 When a bias is used, control is also carried out with a corrected value.

(12) Setting of PV filter time

PV filter time setting screen

Initial value: 0 second
 Setting range: 0 ~ 100 seconds
 In case input changes conspicuously or noise continues, PV filter is used to mitigate such undesirable effect.
 When 0 second is set, filter does not function.

(13) Setting of measuring range code

Measuring range code setting screen

Initial value: Multi 05, voltage 86, current 92
 Setting range: Select from the Table of Measuring Range Codes in Section 5-8
 Each code represents a combination of an input type and a measuring range.

(14) Setting of temperature unit

Temperature unit setting screen

Initial value: C
 Setting range: C, F
 Select C (°C) or F (°F) as the unit of temperature for sensor input.
 This screen is not displayed when linear input (mV, V or mA) is selected.

(15) Setting of input scaling

Input scaling lower limit value setting screen

Initial value: 0.0
 Setting range: -1999 ~ 9989 units
 A lower limit value of scaling of linear input (mV, V or mA) is set. The screen is for monitoring only for sensor input and setting is not possible.

Input scaling higher limit value setting screen

Initial value: 100.0
 Setting range: Sc-L + 10 ~ Sc-L + 5000
 A higher limit value of scaling of linear input (mV, V or mA) is set. For sensor input, the screen is for monitoring only and setting is not possible.

Note:
 If input scaling higher/lower limits is set to make difference between the higher and lower limit values less than + 10 counts or more than +5000 counts, the higher limit value is automatically changed to make the difference +10 counts or +5000 counts.
 A higher limit value which is smaller than a lower limit value + 10 counts or larger than a lower limit value + 5000 counts is unable to be set.

Input scaling decimal point position setting screen

Initial value: 1 digit on the right of the decimal point (0.0)
 Setting range: No decimal point (0) ~ 3 digits on the right of decimal point (0.000)
 The position of decimal point for input scaling is set. For sensor input, this screen is for monitoring only and setting is not possible.

5-8. Table of measuring range codes

Select a measuring range from the following table.
 A change of the code will initialize all data related to the measuring range.

Table of Measuring Range Codes

Input type		Code	Measuring range (°C)	Measuring range (°F)	
Thermocouple	B *1	01	0 ~ 1800	0 ~ 3300	
	R	02	0 ~ 1700	0 ~ 3100	
	S	03	0 ~ 1700	0 ~ 3100	
	K	04 *2	-199.9 ~ 400.0	-300 ~ 750	
		05	0.0 ~ 800.0	0 ~ 1500	
		06	0 ~ 1200	0 ~ 2200	
	E	07	0 ~ 700	0 ~ 1300	
	J	08	0 ~ 600	0 ~ 1100	
	T	09 *2	-199.9 ~ 200.0	-300 ~ 400	
	N	10	0 ~ 1300	0 ~ 2300	
	Multi-input	PLII *3	11	0 ~ 1300	0 ~ 2300
		WreS-26 *4	12	0 ~ 2300	0 ~ 4200
R.T.D.	Pt100	U *5	13 *2	-199.9 ~ 200.0	-300 ~ 400
		L *5	14	0 ~ 600	0 ~ 1100
			31	-200 ~ 600	-300 ~ 1100
			32	-100.0 ~ 100.0	-150.0 ~ 200.0
			33	-50.0 ~ 50.0	-50.0 ~ 120.0
			34	0.0 ~ 200.0	0.0 ~ 400.0
			35	-200 ~ 500	-300 ~ 1000
			36	-100.0 ~ 100.0	-150.0 ~ 200.0
	JPt100		37	-50.0 ~ 50.0	-50.0 ~ 120.0
			38	0.0 ~ 200.0	0.0 ~ 400.0
	mV		71	-10~10mV	Initial value: 0.0 ~ 100.0 Input scaling measuring range: -1999 ~ 9999 Span: 10 ~ 5000 counts Position of decimal point: None 1, 2 or 3 digits on the right of decimal point
			72	0~10mV	
			73	0~20mV	
			74	0~50mV	
			75	10~50mV	
			76	0~100mV	
	Voltage V		81	-1~1V	Initial value: 0.0 ~ 100.0 Input scaling measuring range: -1999 ~ 9999 Span: 10 ~ 5000 counts Position of decimal point: None 1, 2 or 3 digits on the right of decimal point
			82	0~1V	
		83	0~2V		
		84	0~5V		
		85	1~5V		
		86	0~10V		
Current mA		91	0~20mA		
		92	4~20mA		

Thermocouple B, R, S, K, E, J, T, N: JIS/IEC

R.T.D. Pt100: JIS/IEC

JPt100: Former JIS

*1 Thermocouple B: Accuracy guarantee not applicable to 400°C (752°F) and below.

*2 Thermocouple K, T, U: Accuracy of those whose readings are below -100°C is ±0.7% FS

*3 Thermocouple PLII: PlatineI

*4 Thermocouple WreS-26: A product of Hoskins

*5 Thermocouple U, L: DIN 43710

NOTE: Unless otherwise specified, the measuring range will be set as listed below during the shipment from the factory.

Input	Specification/Rating	Measuring range
Multi-input	K thermocouple	0.0 ~ 800.0°C
Voltage (V)	0 ~ 10V DC	0.0 ~ 100.0
Current (mA)	4 ~ 20mA DC	0.0 ~ 100.0

From the 1-0 initial screen of the screen group 1

To the 1-0 initial screen of the screen group 1

6. Explanation of Functions

(All the details are mentioned here except the explanation of 5-5. Procedure of setting screen group 0)

6-1. Events

1) Deviation Alarm

An alarm action point is set by a deviation from target set value (SV). For example, when the target set value is 20°C, +10°C should be set for higher limit deviation alarm in order to put an alarm in action at 30°C and higher. To put an alarm in action at 30°C and lower when the target set value is 100°C, -70°C should be set for higher limit deviation alarm. Higher limit deviation alarm must be higher than the target set value and lower limit deviation alarm must be lower than the target set value. This is conveniently used to make the alarm action point follow deviation from the target set value. The set range will be -1999~2000 unit.

2) Absolute Value Alarm

An alarm action point is set by an absolute value. For example, when the target set value is 20°C, 30°C should be set for higher limit absolute alarm in order to put an alarm in action at 30°C and higher. To put an alarm in action at 30°C and lower when the target set value is 100°C, 30°C should be set for lower limit absolute alarm. Both higher limit and lower limit can be set at any value within the measuring range.

This alarm is convenient when the alarm action point is fixed.

3) Standby Action

This is used to withhold alarm action even when an alarm action point is reached when power is applied and to put the alarm in action on the alarm action point after a target set value (SV) is reached.

4) No-standby Action

If an alarm action point is reached when power is applied, an alarm is output. This is used to output an alarm whenever an alarm action point is reached.

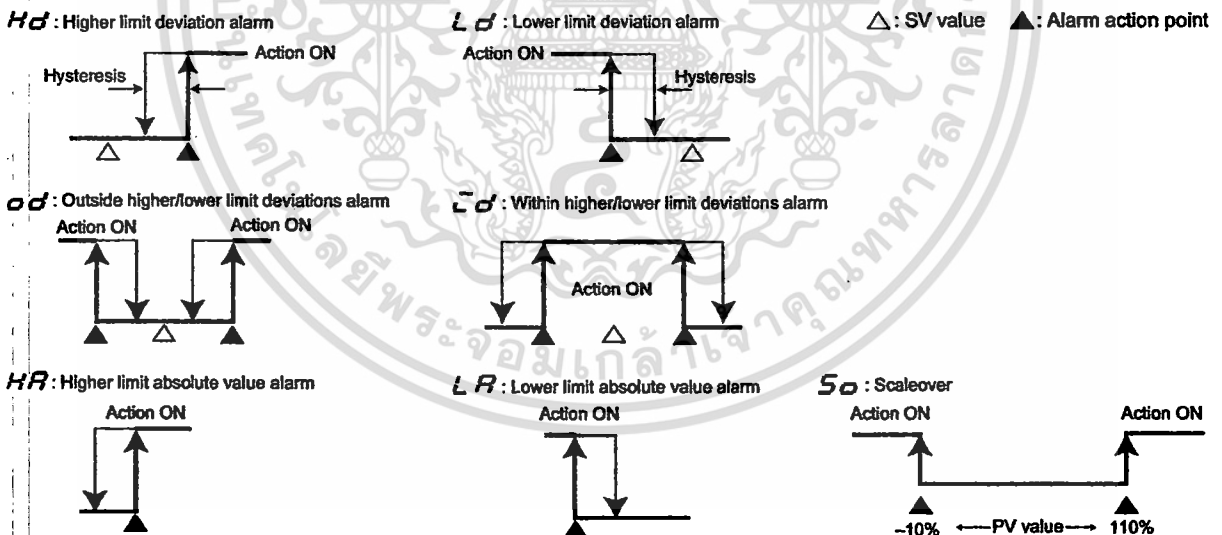
6-2. Setting of Event Standby Action

In the 1-22 event 1 standby action code setting screen in the explanation of the screen group 1:

- 1) Select a code from 1, 2 and 3 of the standby action code table when event output is used as an alarm;
- 2) Select 4 when event output is used for control. Note, however, that setting 4 will turn event output OFF if input goes out of order;
- 3) When 2 is set, the standby function is put in action only when power is applied;
- 4) When 3 is set, the standby function is put in action when power is applied and when SV in execution is changed.
- 5) A change to 1 or 4 while standby action is in execution, the standby action will be released immediately;
- 6) If a PV value is out of a range in which an event action is ON, standby action becomes invalid even when 2 or 3 has been set for standby action. The 1-25 event 2 standby action code setting screen is the same.

6-3. Alarm Action Diagrams

The following are diagrams showing alarm actions that can be selected as event 1 and event 2.



6-4. P.I.D.

1) P (Proportional action)

A percentage at which control output varies with respect to a measuring range is set. Control output increases or decreases in proportion to a difference between PV and SV values. The narrower the proportional band, the more conspicuously output changes to strengthen proportional action. If it is too narrow, however, the result of control will be close to ON-OFF action.

2) I (Integral time)

This is the function to correct an offset (constant deviation). The longer the integral time, the weaker the corrective action and the shorter the time the stronger the action but control result may be undulated due to integral hunting.

3) D (Derivative time)

This is the function to estimate a change in control output, suppress overshoot caused by integration and improve control stability. The longer the derivative time, the stronger the derivative action but control result may be vibratile.

-5. Manual Reset

In PID action, an offset is corrected automatically by I, i.e., integration. When OFF is set for I, correction is not carried out and so output should be increased or decreased manually. This method is called manual reset.

-6. Lower Limit and Higher Limit Setting Limiters

- 1) Output limiter means to limit a minimum or maximum value of control output and this function is effective in maintaining the lowest temperature or suppressing overshooting of control.
- 2) Output limiter gives preference to a lower limit value. When a larger lower limit value than a higher limit value is set, the higher limit value is automatically changed to the lower limit value + 1%. In other words, it is not possible to set a higher limit value which is less than a lower limit + 1%.

-7. Proportional Cycling Time

It should be within a range from 1~120 seconds in the case of contact output or SSR drive voltage output. Proportional cycling time is ON time + OFF time within a proportional band.

-8. Auto Return Function

If no key is operated for 3 minutes or longer on a screen (except the 0-1 output 1 monitor screen, 0-2 output 2 monitor screen and 1-26 heater current monitor screen), the screen automatically changes to the 0-0 basic screen of the mode 0 screen group. This is called auto return.

-9. Control Output Characteristics

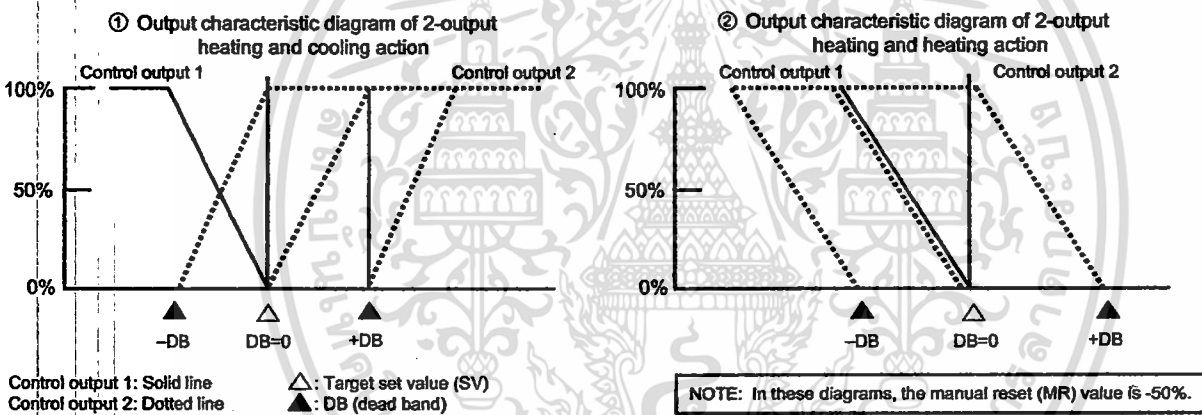
1) One output

For heating action, RA (reverse action) OUT 1 is set, and for cooling action DA (direct action) OUT 1 is set.

2) Two outputs

- ① RA (reverse action) is set for heating action OUT1 and cooling action OUT2.
- ② DA (direct action) is set for heating action OUT1 and heating action OUT2.

Control output characteristics with two outputs are shown in the following diagrams. ① shows heating and cooling control and ② two-stage heating control.



-10. Soft Start

It is the function to raise control output gradually in a set time upon applying power and at the time of return from scaleover to normal. The function effectively prevents excess current from being present in a heater or the like.

1) The soft start function is put in action in the following conditions:

- ① When power is applied in the automatic output mode and when a normal state is returned from scaleover.
- ② When P (proportional band) is not OFF.
- ③ When soft start time has been set, i.e., not OFF.

2) Soft start is released in the following conditions:

- ① Soft start time has elapsed normally.
- ② An output value under soft start control exceeds an PID operated output value.
- ③ Soft start time is turned OFF by key operation.
- ④ The automatic output mode is changed to the manual output mode by key operation.
- ⑤ AT (auto tuning) is executed by key operation.
- ⑥ The setting of P (proportional band) is changed to OFF by key operation.
- ⑦ The measuring range of input is changed by key operation.
- ⑧ A control output characteristic is changed by key operation.

7. Maintenance and Troubleshooting

7-1. Procedure of Maintenance Replacement and Matters to Be Attended to (Steps for replacing defective items)

- ① **Confirmation of Model Code:**
Check the model code of the component part in trouble. (Open the control box, and you can find an appropriate code in the model label affixed to the instrument case.)
- ② **Inquiry on Input Data:**
Ask the manufacturer if input data (control date of external operation, event output, set value of position, etc. at the time when an error occurs) is necessary or not.
- ③ **Confirmation of Present Wiring Condition:**
Check and record the present wiring condition. Please note that in case input data is necessary for control, the same control operation as before is not possible with a replaced product unless such data is input.
- ④ **Confirmation of Present Input Data:**
When data is not known, call the input data for the product, check and record it. In case input data is required, the same control operation as before is not possible with a replaced product unless such data is input.
- ⑤ **Repair of Present Product or Procurement of New Product:**
In case the product in trouble is removable from the site of installation, remove and have it repaired. If it is not possible, arrange to acquire a new product for replacement.
- ⑥ **Setting before Starting Operation:**
When replaced by a new product, check the wiring, apply power and set items as described in 5-4. Before Starting Up.

7-2. Cause of Trouble and Troubleshooting

Problem	Cause	Remedy
① Error code is displayed.	Refer to "Error Codes, Causes and Remedies."	Refer to "Error Codes, Causes and Remedies."
② Displayed PV value seems to be incorrect.	<ol style="list-style-type: none"> ① Set measuring range code is different from that of input sensor/input signal. ② Erroneous wiring to input terminals of sensor 	<ol style="list-style-type: none"> ① Check if set measuring range code is correct for input signal. ② Correct wiring to input terminals of sensor.
③ Display on the front panel goes out and the instrument does not operate.	<ol style="list-style-type: none"> ① Problem with power supply and wiring connection. ② Deterioration of the product. 	<ol style="list-style-type: none"> ① Inspect portions related to power source and wire connection. Check wiring. ② Examine the product and repair or replace.
④ Key unable to be operated.	<ol style="list-style-type: none"> ① Keylock is in effect. ② Deterioration of the product. ③ In case communication function is added, the communication mode (Com) has been set. 	<ol style="list-style-type: none"> ① Release keylock. ② Examine and repair or replace the product. ③ Change the communication setting to the local mode (Loc).
⑤ ON-OFF action of control output is too fast.	<ol style="list-style-type: none"> ① ON-OFF is set for P of PID. ② Too small a value set for hysteresis of ON-OFF action. 	<ol style="list-style-type: none"> ① Change the OFF set for P to two-position type ON-OFF action. ② Increase the hysteresis value of ON-OFF action.

7-3. Error Codes, Causes and Remedies

(1) Input measured value problems

Screen display	Problem	Cause	Remedy
HHHH (HHHH)	Higher limit side scaleover	① A break of thermocouple input wiring ② A break of R.T.D. input A wiring ③ Input measured value exceeded higher limit of measuring range by 10%.	① Check thermocouple input wiring for a possible break. ② Check R.T.D. input A wiring for a possible break. If wiring has no problem, replace R.T.D. ③ For voltage or current input, check the transmitting unit of measured values. Check if set code of measuring range is correct for input signal.
LLLL (LLLL)	Lower limit side scale over	Input measured value fell from lower limit of measuring range by 10%.	Check wiring of inversed polarity for measured value input.
b--- (b---)	A break of R.T.D. input wiring.	① A break of B ② Breaks of ABB	Check R.T.D. input terminals A, B and B for breaks. If wiring has no problem, replace R.T.D.
CJHH (CJHH)	Higher limit side scaleover of reference contact (CJ) of thermocouple input.	Ambient temperature of the product has exceeded 80°C.	① Reduce ambient temperature to the level provided in the environment conditions for the product. ② In case ambient temperature has not exceeded 80°C, examine the SR90.
CJLL (CJLL)	Lower limit side scaleover of reference contact (CJ) of thermocouple input.	Ambient temperature of the product has fallen to -20°C or lower.	① Raise ambient temperature to the level provided in the environment conditions for the product. ② In case ambient temperature has not fallen to -20°C, examine the product.

(2) Heater break/loop alarm problems

Screen display	Problem	Cause	Remedy
HBHH (HBHH)	Input value from heater current detector has exceeded 55.0A.	Excess current	① Reduce the current. ② Examine the product.
HBLL (HBLL)	Input value from heater current detector fails to reached 5.0A.	The product in trouble	Examine, repair or replace the product.

8. Record of Parameter Setting (For convenience sake, recording set values and selected items is recommended.)
 The initial values are of Code 05 (K).

Screen No.	Parameter (Item)/screen display	Initial value	Setting/Selection	Record
0-0	Basic screen	0 (0)	0	
0-1	Output 1 monitor			
0-2	Output 2 monitor			
0-3	AT action	At. (At)	oFF	
0-4	Event 1 set value setting	E1Hd. (E1Hd)	2000 units	
0-5	Event 2 set value setting	E2Hd. (E2Hd)	-1999 units	
0-6	Set value bias setting	Sb. (Sb)	0 units	
1-0	Initial screen	PArA. (PArA)	SEt	
1-1	Keylock setting	KLc. (KLc)	oFF	
1-2	Output 1 proportional band setting	P. (P)	30	
1-3	Output 1 hysteresis	dF. (dF)	20 units	
1-4	Output 1 integral time	I. (I)	120	
1-5	Output 1 derivative time	d. (d)	30	
1-6	Output 1 manual reset	mr. (mr)	00	
1-7	Output 1 target value function	SF... (SF)	0.40	
1-8	Output 1 lower limit output limiter	o-L. (o-L)	00	
1-9	Output 1 higher limit output limiter	o-H. (o-H)	1000	
1-10	Output 1 proportional cycling time	o-C. (o-C)	Y: 30, P: 3	
1-11	Output 2 proportional band setting	P2. (P2)	30	
1-12	Output 2 hysteresis	dF2. (dF2)	20 units	
1-13	Output 2 integral time	I2. (I2)	120	
1-14	Output 2 derivative time	d2. (d2)	30	
1-15	Output 2 dead band	db2. (db2)	0 units	
1-16	Output 2 target value function	SF2. (SF2)	0.40	
1-17	Output 2 lower limit output limiter	o-L2. (o-L2)	00	
1-18	Output 2 higher limit output limiter	o-H2. (o-H2)	1000	
1-19	Output 2 proportional cycling time	o-C2. (o-C2)	Y: 30, P: 3	
1-20	Event 1 type	E1-m. (E1-m)	Hd	
1-21	Event 1 hysteresis	E1-d. (E1-d)	5 units	
1-22	Event 1 standby action	E1-i. (E1-i)	I	
1-23	Event 2 type	E2-m. (E2-m)	Ld	
1-24	Event 2 hysteresis	E2-d. (E2-d)	5 units	
1-25	Event 2 standby action	E2-i. (E2-i)	I	
1-26	Heater current monitor	Hb-A. (Hb-A)		
1-27	Heater break/loop alarm	Hb-m. (Hb-m)	Lc	
1-28	Heater break/loop alarm standby	Hb-i. (Hb-i)	oFF	
1-29	Heater break alarm value	Hb-S. (Hb-S)	oFF	
1-30	Heater loop alarm value	HL-S. (HL-S)	oFF	
1-31	Analog output type	Ao-m. (Ao-m)	Px	
1-32	Analog output scaling lower limit	Ao-L. (Ao-L)	00	
1-33	Analog output scaling higher limit	Ao-H. (Ao-H)	8000	
1-34	Communication mode setting	comm. (comm)	Loc	
1-35	Communication address	Addr. (Addr)	I	
1-36	Communication data format	dAtA. (dAtA)	7E I	
1-37	Start character	SchA. (SchA)	5t5	
1-38	BCC operation type	bcc. (bcc)	I	
1-39	Communication speed	bPS. (bPS)	1200	
1-40	Communication delay time	dely. (dELY)	20	
1-41	Communication memory mode	mem. (mem)	EEP	
1-42	Control output characteristic	Act. (Act)	rA	
1-43	Soft start time	Soft. (Soft)	oFF	
1-44	SV limiter lower limit value	SV-L. (SV-L)	00	
1-45	SV limiter higher limit value	SV-H. (SV-H)	8000	
1-46	PV bias value	PV-b. (PV-b)	0 units	
1-47	PV filter time	PV-F. (PV-F)	0	
1-48	Measuring range codes	Multi: V: rAnG. (rAnG) A: rAnG. (rAnG)	05 86 92	
1-49	Temperature unit	Unit. (Unit)	c	
1-50	Input scaling lower limit	Sc-L. (Sc-L)	00	
1-51	Input scaling higher limit	Sc-H. (Sc-H)	8000	
1-52	Input scaling decimal point position	Scdp. (Scdp)	00	

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัท การใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการฝ่าฝืน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Specifications

Display		RA (reverse characteristic): Heating action (OUT1) and cooling action (OUT2)
Digital display:	Measured value (PV)/7 segments red LED 4 digits Target set value (SV)/7 segments green LED 4 digits	DA (direct characteristic): 2-stage heating action
Display accuracy:	$\pm(0.3\%FS + 1 \text{ digit})$ Excluding reference contact temperature compensation accuracy of thermocouple input. Accuracy of readings lower than $-100^{\circ}C$ of thermocouples K, T, U inputs is $\pm 0.7\%FS$. Accuracy guarantee not applicable to $400^{\circ}C$ ($752^{\circ}F$) and below of B thermocouple.	● Type of control/rating: Contact/1 a 240V AC 2A (resistive load) 1.2A (inductive load) (Common to Output 1 and 2): SSR drive voltage/12V \pm 1.5V DC (Maximum load current 30mA) Current/4~20mA DC (Maximum load resistance 600 Ω) Voltage/0~10V DC (Maximum load current 2mA)
● Display accuracy maintaining range:	23 $^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ (18~28 $^{\circ}C$)	● Control output resolution: Control output 1: approx. 0.0125% (1/8000) Control output 2: approx. 0.5% (1/200)
● Display resolution:	Differs by measuring range (0.001, 0.01, 0.1 and 1)	● Control output 1 Proportional band (P): OFF, 0.1~999.9% (ON-OFF action by OFF) Integral time (I): OFF, 1~6000 seconds (P or PD action by OFF) Derivative time (D): OFF, 1~3600 seconds (P or PI action by OFF)
● Measured value display range:	-10%~110% of measuring range	Target value function: OFF, 0.01~1.00
● Display updating cycle:	0.25 seconds	ON-OFF hysteresis: 1~999 units (Effective when P=OFF)
● Action display/color:	7 type, LED lamp display Control output (OUT1, OUT2)/Green Event (EV1, EV2)/Orange Auto tuning/Green Manual control output (MAN)/Green Set value bias, communication (SB/COM)/Green	Manual reset: -50.0~50.0% (Effective when I=OFF)
Setting		Higher/lower limit output limiter: Lower limit 0.0~99.9%, higher limit 0.1~100.0% (Lower limit value < Higher limit value)
Setting method:	By operating 4 keys (\odot , \blacktriangle , \blacktriangledown and END) on the front panel	Proportional cycle: 1~120 seconds (for contact and SSR drive voltage output)
Target value setting range:	Same as measuring range (within setting limiter)	● Control output 2 (option) Proportional band (P): OFF, 0.1~999.9% (ON-OFF action by OFF) Integral time (I): OFF, 1~6000 seconds (P or PD action by OFF) Derivative time (D): OFF, 1~3600 seconds (P or PI action by OFF)
Setting limiter:	Individual setting for higher and lower limits, any value is selectable within measuring range (Lower limit value < Higher limit value)	Target value function: OFF, 0.01~1.00
Input		ON-OFF hysteresis: 1~999 units (Effective when P=OFF)
Type of input:	Selectable from multiple (TC, Pt, mV), voltage (V) and current (mA)	Dead band: -1999~5000 units (Overlap with a negative value)
Thermocouple:	B, R, S, K, E, J, T, N, PL II, Wre5-26 (UL (DIN 43710))	Higher/lower limit output limiter: Lower limit 0.0~99.9%, higher limit 0.1~100.0% (Lower limit value < Higher limit value)
Input impedance:	500k Ω minimum	Proportional cycle: 1~120 seconds (for contact and SSR drive voltage output)
External resistance tolerance:	below 100 Ω	● Manual control Output setting range: 0.0~100.0% Setting resolution: 0.1% Manual \leftrightarrow auto switching: Balanceless bumpless (within proportional range, however.)
Burnout function:	Standard feature (up scale)	● Soft start: OFF, 1~100 seconds SV value in execution
Reference contact compensation accuracy:	$\pm 1^{\circ}C$ (within the accuracy maintaining range ($23 \pm 5^{\circ}C$)) $\pm 2^{\circ}C$ (between 5 and 45 $^{\circ}C$ of ambient temperature)	● AT point: Control output characteristic: RA (reverse characteristic)/DA (direct characteristic) switching by front key Contact output isolated from all.
R.T.D.:	Pt100/JPt100, 3-wire type	● Isolation: Analog output not insulated from SSR drive voltage, current and voltage but insulated from others. (In case another output is also of SSR drive voltage, current or voltage, however, two outputs are not insulated from each other.)
Normal current:	0.25 mA	■ Event output (option)
Lead wire tolerance:	5 Ω maximum/wire (3 lead wires should have the same resistance.)	● Number of event points: 2 points of EV1 and EV2
Voltage mV:	-10~10, 0~10, 0~20, 0~50, 10~50, 0~100mv DC	● Types: Selectable from the following 9 types for EV1 and EV2:
V:	-1~1, 0~1, 0~2, 0~5, 1~5, 0~10V over 500k Ω	OFF: No selection
Input impedance:	over 500k Ω	Hd: Higher limit deviation
Current mA:	0~20, 4~20mA DC	Ld: Lower limit deviation
Receiving impedance:	250 Ω	od: Outside higher/lower limit deviations
Input scaling function:	Scaling possible for voltage (mV, V) or current (mA) input	wd: Within higher/lower limit deviations
Scaling range:	-1999~9999 counts	HA: Higher limit absolute value
Span:	10~5000 counts	LA: Lower limit absolute value
Position of decimal point:	None, 1, 2 and 3 digits on the right of decimal point	So: Scaleover
Sampling cycle:	0.25 seconds	Hb: Heater break/loop alarm
PV bias:	-1999~2000 units	● Event setting range: Absolute values (both higher limit and lower limit): Within measuring range Deviations (both higher limit and lower limit): -1999~2000 units Higher/lower limit deviations (within/outside): 0~2000 units
PV filter:	0~100 seconds	● Event action: ON-OFF action
Isolation:	Control input not insulated from system, set value bias, and CT input but insulated from others	
Control		
Control mode:		
With 1 output:	Expert PID control with auto tuning function RA (reverse characteristic): Heating action DA (direct characteristic): Cooling action	
With 2 outputs:	Expert PID control with auto tuning function + PID control	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Hysteresis: 1~999 units
- Standby action: Selectable from the following 4 types for EV1 and EV2:
 - 1 Without standby action.
 - 2 Standby when power is applied.
 - 3 Standby when power is applied and when SV value in execution is changed.
 - 4 Control mode without standby action (No alarm is output at the time of abnormal input).
- Output type/rating: Contact (1a × 2 points common)/240V AC 1A (resistive load)
- Output updating cycle: 0.25 seconds
- **Heater break/heater loop alarm (option)**
Break/loop detection only for OUT1 (Selectable when output type is contact or SSR drive voltage)
- Current capacity: 30A, 50A to be designated when CT is ordered.
- Alarm action: Heater current is detected by external CT provided as an accessory.
When heater break is detected while control output is ON=Alarm output ON
When heater loop alarm is detected while control output is OFF=Alarm output ON
OFF, 0.1~50.0A (Alarm action is stopped by setting OFF)
- Current setting range: 0.1A
- Setting resolution: 0.0~55.0A
- Current display range: ±2.0A (Sine wave at 50Hz)
- Display accuracy: ±2.0A (Sine wave at 50Hz)
- Minimum time to identify action: 0.25 seconds (every 0.5 seconds) common to ON and OFF
- Alarm retention mode: Selectable from lock (to retain) and real (not to retain).
- Standby action: Selectable from without (OFF) and with (ON).
- Sampling cycle: 0.5 seconds
- Isolation: CT input not insulated from system and other inputs but insulated from the rest.
- **Set value bias (option)**
 - Setting range: -1999~5000 units
 - Action input: No-voltage contact or open collector (level action) about 5V DC, 1mA maximum
 - Minimum level retention time: 0.15 seconds
 - Isolation: Action input not insulated from system and other inputs but insulated from others
- **Communication function (option)**
 - Type of communication: RS-232C, RS-485
 - Communication system: RS-232C 3-line type half duplex system
RS-485 2-line type half duplex system (RS-485 is of half-duplex multi-drop (bus) system)
 - Synchronization system: Start-stop synchronization system
 - Communication distance: RS-232C The longest: 15 m
RS-485 The longest 500 m (depending on conditions)
 - Communication speed: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bps
 - Data format: 7 bits, even parity, 1 stop bit or 8 bits, non-parity, 1 stop bit
 - Communication address: 1~255
 - Communication memory mode: EEP/RAM/r_E
 - Communication BCC: Add/Add two's S cmp/XOR/None
 - Communication delay time: 1~100 (× 0.512 msec)
 - Communication code: ASCII code
 - Communication protocol: Shimaden's standard protocol
 - Number of connectable instruments: RS-232 1
RS-485 up to 31
 - Isolation: Communication signals insulated from system, each input and each output.
- **Analog output (option)**
 - Number of output points: 1 point
 - Type of analog output: Selectable from measured value, target value (SV in execution), control output 1 and control output 2.
 - Output signal/rating: 4~20mA DC/Maximum load resistance 300Ω
0~10V DC/Maximum load current 2mA
0~10mV DC/Output impedance 10Ω
 - Output scaling: Measured value, target value: Within measuring range (inversed scaling possible)
Control output 1 and 2 0.0~100.0% (inversed scaling possible)
 - Output accuracy: ±0.3% FS (with respect to displayed value)
 - Output resolution: About 0.01% (1/10000)
 - Output updating cycle: 0.25 seconds
 - Isolation: Analog output insulated from system and inputs but not insulated from control output except contact output.
- **General specifications**
 - Data storage: Non-volatile memory (EEPROM)
 - Environmental conditions for instrument operation:
 - Temperature: -10~50°C
 - Humidity: 90% RH or less (no dew condensation)
 - Height: 2000m from the sea level or lower
 - Category: II
 - Degree of pollution: 2
 - Storage temperature: -20~65°C
 - Supply voltage: Either 100-240V AC±10% 50/60Hz or 24V AC/DC±10% to be designated.
 - Power consumption: SR91: 100-240VAC 11VA maximum for AC; 6W for DC 24V; 7VA for AC 24V
SR92, SR93 and SR94: 100-240VAC 15VA maximum for AC; 8W for DC 24V; 9VA for AC 24V
 - Input/noise removal ratio: 50 dB or higher in normal mode (50/60 Hz)
130 dB or higher in common mode (50/60 Hz)
 - Conformity with standards: Safety: IEC1010 and EN61010-1
EMC: EN61326
 - Insulation resistance: Between input/output terminals and power terminal 500V DC 20MΩ or above;
Between input/output terminals and protective conductor terminal 500V DC 20MΩ or above
 - Dielectric strength: Between input/output terminals and power terminal 2300V AC/minute; Between power terminal and protective conductor terminal 1500V AC/minute
 - Protective structure: Only front panel has dust-proof and drip-proof structure equivalent to IP66.
 - Material of case: PPO resin molding (equivalent to UL94V-1)
 - External dimensions: SR91: H48 × W48 × D111 (Panel depth: 100 mm)
SR92: H72 × W72 × D111 (Panel depth: 100 mm)
SR93: H96 × W96 × D111 (Panel depth: 100 mm)
SR94: H96 × W48 × D111 (Panel depth: 100 mm)
 - Mounting: Push-in panel (one-touch mount)
 - Panel thickness: 1.0~4.0 mm
 - Panel cutout: SR91: H45 × W45 mm
SR92: H68 × W68 mm
SR93: H92 × W92 mm
SR94: H92 × W45 mm
 - Weight: SR91: Approximately 170 g
SR92: Approximately 280 g
SR93: Approximately 330 g
SR94: Approximately 240 g

—MEMO—



The contents of this manual are subject to change without notice.

Temperature and Humidity Control Specialists
SHIMADEN CO., LTD.

Head Office: 2-30-10 Kitamachi, Nerima-Ku, Tokyo 179-0081 Japan
 Phone: +81-3-3931-7691 Fax: +81-3-3931-3089
 E-MAIL: exp-dept@shimaden.co.jp URL: <http://www.shimaden.co.jp>

PRINTED IN JAPAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้