

เครื่องตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมจากเมล็ดข้าว

โดยการประมวลผลภาพ

A MACHINE FOR RICE CONTAMINANT DETECTION
USING IMAGE PROCESSING



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....62883
วัน,เดือน,ปี..... 23 ส.ค. 2549

เลข.....
.....

ปฏิญานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมจากเมล็ดข้าว

โดยการประมวลผลภาพ

A MACHINE FOR RICE CONTAMINANT DETECTION
USING IMAGE PROCESSING



ปริญญานิพนธ์นี้สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2548

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง เครื่องตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมจากเมล็ดข้าวสารโดยการประมวลผลภาพ

ผู้จัดทำ

1. นายวรวิทย์ ขจิตวงศ์ รหัส 46015192
2. นายสุพจน์ ปานมุณี รหัส 46015204



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง เครื่องตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมจากเมล็ดข้าวสารโดยการประมวลผลภาพ

A MACHINE FOR RICE CONTAMINANT DETECTION USING IMAGE PROCESSING

นายววิทย์ ขจิตวงศ์ รหัส 46015192

นายสุพจน์ ปานมูณี รหัส 46015204

โครงการได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมจากเมล็ดข้าว

โดยการประมวลผลภาพ

นายวรวิทย์ ขจิตวงศ์ รหัส 46015192

นายสุพจน์ ปานมุณี รหัส 46015204

อ.ชินภัทร นันทจิวากรชัย อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

ข้าวไทยนับว่าเป็นข้าวที่มีคุณภาพในอันดับต้นของโลก และมีมาตรฐานอันเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก ปัจจุบันเหล่านี้ส่งผลให้ข้าวเป็นผลผลิตส่งออกสำคัญของประเทศไทย แต่บางครั้งการมีสิ่งแปลกปลอมปะปน เช่นเศษหิน, เศษดิน ปะปนอยู่กับข้าวนี้ อาจทำให้มูลค่าของข้าวลดลง จึงทำการผลิตเครื่องตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมจากเมล็ดข้าวเพื่อเช็คสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนอยู่กับข้าว และเป็นการทดสอบความเร็วของตัว CCD ที่สามารถตรวจจับเมล็ดข้าวได้ในแต่ละช่วงเวลาเพื่อนำไปสู่การพัฒนากำจัดสิ่งแปลกปลอม ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพแก่เมล็ดข้าวอีกวิธีหนึ่ง

ดังนั้นปริญญาโทฉบับนี้ขอนำเสนอเครื่องตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมจากเมล็ดข้าว โดยการทำงานของเครื่องจะตรวจจับภาพของเมล็ดข้าวและสิ่งแปลกปลอมที่ถูกส่งผ่านตัวตรวจจับภาพแบบเส้นจากชิพ CCD และนำสัญญาณภาพที่ได้จาก CCD มาขยายช่วงสัญญาณให้ได้ขนาดแรงดันที่ต้องการและแสดงผลของการตรวจจับออกทาง LED ถ้า LED สว่างแสดงว่ามีการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมเกิดขึ้นที่ CCD และจะแสดงผลการนับสิ่งแปลกปลอมที่สามารถตรวจวัดได้ในแต่ละรางด้วย 7-segment 2 หลัก

A MACHINE FOR RICE CONTAMINANT DETECTION USING IMAG PROCESSING

Mr.Vorawit kajitwong No.46015192

Mr. Suphot Panmune No.46015204

Mr. Chinnapat Nantajivakornchai (Advisor)

Education Year 2005

ABSTRACT

Thai rice is a top quality rice in the world, which has an accepted standard worldwide. This brings rice is an important export product of Thailand. Sometime rice may consist of strangers e.g. small rocks, soil etc. These contaminates will reduce rice valuation. Classification of rice and its contaminate can improve more purify of rice. However classification machine needs an efficient detection method and hardware, which are called detection machine.

This project will presents a detection machine to specify the difference of rice and its contaminates. The detection machine consists of line detector from CCD sensors. The CCD input will be amplified and display result of the detection to LED. When LED is turned on, the detector detects a contaminates. The detector also display a counter of detected contaminates to 2 digits 7-Segment.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นมาได้ ด้วยความช่วยเหลือจากเพื่อนๆ หลายคน และอาจารย์หลายท่าน โดยเฉพาะ อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวารชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำแนะนำ และความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์ในการจัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	VI
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีทั่วไปของการตรวจจับภาพ	2
2.1. ความหมายของการตรวจจับภาพ	2
2.2. ส่วนประกอบของเครื่องตรวจจับภาพ	2
2.3. คุณสมบัติเฉพาะของการตรวจจับภาพ	4
2.3.1 ความละเอียดของภาพและการเติมแต่ง	4
2.3.2 สีและโทนสี	4
2.4. CCD (Charge Coupled Device)	5
2.4.1 การแนะนำ CCD	5
2.4.2 รูปแบบและขนาดของ CCD	5
2.4.3 สถาปัตยกรรมของ CCD (CCD Architectures)	7
2.4.4 CCD พื้นฐาน (CCD Basic)	10
2.4.5 เทคโนโลยีของ CCD	12
บทที่ 3 การประยุกต์ใช้งาน VHDL กับ Microprocessor , DSP	18
3.1. การประยุกต์ใช้งาน VHDL กับ Microprocessor,DSP	18
3.2. การนำไปใช้งาน	18
3.3. งานการออกแบบวงจรดิจิทัล	25
บทที่ 4 การออกแบบและการทำงานของวงจร	26
4.1. การทำงานของวงจร	26
4.2. การทำงานของวงจร Drive CCD	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
4.3. การทำงานของ CCD	28
4.4. การทำงานของดีฟลิปฟล็อป (D Flip Flop) 74HC74	29
4.5. การทำงานของวงจร Shift Register	31
4.6. รูปและการบวนการตรวจสอบภาพด้วย CCD	32
4.6. วงจรการทำงาน	34
บทที่ 5 ผลและวิจารณ์ผลการทดสอบ	41
5.1. การทดลองวัดสัญญาณต่างๆ	41
5.2. ศึกษาผลของความลาดชันของรางที่มุมมองศาต่างๆ	48
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	53
ภาคผนวก	
บรรณานุกรม	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างกระจก 3 ชั้น พร้อมกับเลนส์ที่ประกอบเป็นหัวสแกน	3
รูปที่ 2.2 ตัวอย่าง CCD	3
รูปที่ 2.3 Point Scanning	5
รูปที่ 2.4 Line Scanning	6
รูปที่ 2.5 Area Scanning	7
รูปที่ 2.6 Full-Frame Architecture	8
รูปที่ 2.7 Frame-Transfer Architecture	9
รูปที่ 2.8 Interline Architecture	10
รูปที่ 2.9 Photon Interaction with Silicon	11
รูปที่ 2.10 Potential Well and Barriers	11
รูปที่ 2.11 Floating Diffusion Readout Structure	12
รูปที่ 2.12 Color Sequential Capture	13
รูปที่ 2.13 Three-chip Color Capture	13
รูปที่ 2.14 Intergral Color Filter Array Patterns	14
รูปที่ 2.15 Normal and Thinned CCD	15
รูปที่ 2.16 Interline CCD Showing Photodiode and Non Sensitive CCD covered by Light Shield	16
รูปที่ 2.17 Interline CCD With Microlenticular Array	16
รูปที่ 3.1 สัญญาณไฟฟ้า Signal	19
รูปที่ 3.2 Gate ต่างๆ	19
รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานของ Input – Output ของ JK Flip-Flop	21
รูปที่ 3.4 วงจรการทำงานของ JK Flip-Flop ขณะที่ป้อน Clock ให้กับวงจร	22
รูปที่ 3.5 วงจรการทำงานของ JK Flip-Flop ขณะที่ป้อน Clock ให้กับวงจร และมีการ Control Register	23
รูปที่ 3.6 การทำงานของวงจร Multiplexer	24
รูปที่ 3.7 รูปการออกแบบวงจรดิจิทัล	25
รูปที่ 3.8 ลำดับของการพัฒนา ASIC และ FPGA โดยใช้ HDL	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมอธิบายการทำงานของวงจร	26
รูปที่ 4.2 ช่วงความกว้างของช่องสัญญาณต่างๆ	27
รูปที่ 4.3 รูปสัญญาณต่าง ๆ ที่จ่ายให้กับ CCD	28
รูปที่ 4.4 วงจรการทำงานของ CCD	29
รูปที่ 4.5 วงจรการทำงานของ D – Flip-Flop	30
รูปที่ 4.6 Timing Diagram ของ ดี- ฟลิปฟลอปจากข้อมูลวงจรจริง	30
รูปที่ 4.7 การนำ D FLIPFLOP มาจัดวงจรเป็นรับเข้าแบบอนุกรม และส่งออกแบบขนาน	31
รูปที่ 4.8 หลังจากมีสัญญาณ CLOCK เข้ามาครบ 8 ลูก DATA ที่ส่งเข้ามาในจังหวะที่สัมพันธ์ กับ สัญญาณ CLOCK จะปรากฏออกมาที่ ขา QA , QB , QC , QD , QE , QF , QG และ QH	31
รูปที่ 4.9 รูปที่ 4.9 แสดงการเคลื่อนที่ของเมสส์ข้าวสีขาวที่ผ่านการตรวจจับของ CCD ในรางขนาด 8 ช่อง	32
รูปที่ 4.10 สัญญาณที่ส่งมาจากวงจร Buffer เป็นสัญญาณดิจิทัลและสัญญาณที่ได้ เป็นสัญญาณที่ CCD ตรวจพบข้าวสีขาว	33
รูปที่ 4.11 แสดงการเคลื่อนที่ของเมสส์ข้าวสีดำที่ผ่านการตรวจจับของ CCD ในรางขนาด 8 ช่อง	33
รูปที่ 4.12 สัญญาณที่ส่งมาจากวงจร Buffer เป็นสัญญาณดิจิทัลและสัญญาณที่ได้ เป็นสัญญาณที่ CCD ตรวจพบข้าวสีดำ	33
รูปวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5v, -5v, 12v	34
รูปวงจรรวม	35
รูปวงจรสร้างสัญญาณ Drive CCD	36
รูปวงจรสร้างสัญญาณที่นำไปเปรียบเทียบกับข้อมูล Data	37
รูปวงจรสร้าง Address	38
รูปวงจร Shift register serial parallel	39
รูปวงจร Counter แสดงออกด้วย 7-segment 2 หลัก	40
รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปสัญญาณที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจ่ายให้กับตัว CCD โดยแสดงค่าช่วงเวลาของ TG	41
รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปสัญญาณที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจ่ายให้กับตัว CCD โดยแสดงค่าช่วงเวลาของ θ_1 , θ_2	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปสัญญาณที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจ่ายให้กับตัว CCD โดยแสดงค่าช่วงเวลาของ RB , CLB	41
รูปที่ 5.4 แสดงช่วงสัญญาณการเปรียบเทียบข้อมูลของ CLOCK , TG , RB , CLB , PHASE1 , PHASE2 ถูกสร้างขึ้นเพื่อจ่ายให้กับตัว CCD	42
รูปที่ 5.5 แสดงช่วงสัญญาณการเปรียบเทียบข้อมูลของ CLOCK , RB , CLB , PHASE1 , PHASE ถูกสร้างขึ้นเพื่อจ่ายให้กับตัว CCD	42
รูปที่ 5.6 สัญญาณที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจะนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ออกจาก CCD	43
รูปที่ 5.7 สัญญาณ Address	43
รูปที่ 5.8 สัญญาณ Address	43
รูปที่ 5.9 สัญญาณที่ออกจาก CCD ขณะที่ยังไม่มีการตรวจจับวัตถุ	44
รูปที่ 5.10 สัญญาณภาพเทียบกับแรงดันอ้างอิง	45
รูปที่ 5.11 สัญญาณภาพที่ผ่านวงจร Comparator เทียบระหว่างสัญญาณ Input กับสัญญาณ Output	45
รูปที่ 5.12 สัญญาณที่ถูกขยายสัญญาณเพื่อให้ได้สัญญาณที่มีขนาด 5 V	46
รูปที่ 5.13 สัญญาณ Data ที่ผ่าน D-Flip-flop เทียบกับสัญญาณ Singnal	46
รูปที่ 5.14 สัญญาณ Data ที่ผ่าน D-Flip-flop เทียบกับสัญญาณ Singnal	47
รูปที่ 5.15 สัญญาณ Data ที่ผ่าน D-Flip-flop เทียบกับสัญญาณ Singnal	47
รูปที่ 5.16 กราฟแสดงความลาดชันของรางที่ 1 กับจำนวนของเสียบ	49
รูปที่ 5.17 กราฟแสดงความลาดชันของรางที่ 3 กับจำนวนของเสียบ	50
รูปที่ 5.18 กราฟแสดงความลาดชันของรางที่ 5 กับจำนวนของเสียบ	51
รูปที่ 5.19 กราฟแสดงความลาดชันของรางที่ 7 กับจำนวนของเสียบ	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติของ Gate ต่างๆ	27
ตารางที่ 4.2 การใช้งานของวงจร FULL ADDER	28
ตารางที่ 4.3 แสดงคุณสมบัติของ JK Flip-Flop	28
ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติการทำงาน JK Flip-Flop กรณีที่มี Clock	29
ตารางที่ 4.5 Graphical Symbol	30
ตารางที่ 4.6 คุณสมบัติการทำงานของวงจร Multiplexer	31
ตารางที่ 5.1 จำนวนของเสียบที่นับได้ของรางที่ 1 ในลักษณะต่างๆ	49
ตารางที่ 5.2 จำนวนของเสียบที่นับได้ของรางที่ 3 ในลักษณะต่างๆ	50
ตารางที่ 5.3 จำนวนของเสียบที่นับได้ของรางที่ 5 ในลักษณะต่างๆ	51
ตารางที่ 5.4 จำนวนของเสียบที่นับได้ของรางที่ 7 ในลักษณะต่างๆ	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันผลผลิตทางการเกษตรถือว่าเป็นผลผลิตที่ทุกประเทศต้องการ และผลผลิตทางการเกษตรก็เป็นผลผลิตที่สำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของหลายๆประเทศ ดังนั้นขั้นตอนทุกๆขั้นตอนในการผลิตก็จัดได้ว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้มาตรฐานการผลิตเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะการคัดแยกผลผลิตจัดเป็นส่วนที่สำคัญมากเพราะการคัดแยกผลผลิตทางการเกษตรมีหลากหลายรูปแบบและใช้เวลานาน

จากความคิดเบื้องต้นที่จะลดระยะเวลาในการคัดแยกและเพื่อเพิ่มมูลค่าทางการผลิตจึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะประยุกต์เอาความรู้ทางด้านจิตตอลิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการทำโปรเจกต์นี้ คือ เครื่องตรวจสอบเมล็ดข้าวสาร โดยการประมวลผลภาพ ซึ่งจะตรวจสอบจากลักษณะสีของผลผลิต ที่รับสัญญาณภาพจากตัวซีซีดี (Charge Coupled Device) โดยจะนำสัญญาณภาพที่ได้จากตัว CCD มาควบคุมการทำงานของวงจรในบางส่วนและสัญญาณอีกบางส่วนจะถูกส่งออกไปแสดงผลด้วย LED โดยผ่านการขยายช่วงสัญญาณเพื่อให้ได้สัญญาณแรงดันตามที่ต้องการ เมื่อได้ช่วงของแรงดันแล้วจะทำให้สามารถระบุความแตกต่างของสีเมล็ดข้าวได้โดยแยกออกเป็นสองจำพวกคือ เมล็ดข้าวที่มีสีเข้ม เช่น สีดำ สีน้ำเงิน และสีอ่อน เช่น สีขาว สีเหลืองอ่อน ซึ่งถ้าจัดอยู่ในพวกสีอ่อนจะไม่แสดงผลออกทาง LED แต่ถ้าเป็นสีเข้ม จะแสดงผลออกทาง LED และจะนับค่าของเมล็ดข้าวที่ไม่ต้องการด้วย 7 – Segment เพื่อที่จะทราบได้ว่าเมล็ดข้าวมีถึงแปลกลดประมาณกี่เปอร์เซ็นต์และเป็นแนวทางที่จะนำไปพัฒนาสู่ขั้นตอนของการแปรรูปเมล็ดข้าวที่ไม่ต้องการในอนาคต

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาและการประยุกต์ใช้งานของสัญญาณภาพ จาก CCD
2. เพื่อศึกษาและออกแบบการแปลงสัญญาณภาพเป็นสัญญาณดิจิทัล
3. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งาน PHDL
4. เพื่อศึกษาและออกแบบกลไกการคัดแยกผลผลิตทางการเกษตร
5. เพื่อศึกษาและควบคุมการทำงานร่วมของทุกส่วนในวงจรเพื่อสามารถคัดแยกผลผลิตได้ตามต้องการ

บทที่ 2

ทฤษฎีทั่วไปของการตรวจจับภาพ

2.1. ความหมายของการตรวจจับภาพ

การตรวจจับภาพเป็นการแปลงภาพหรือวัตถุ และเอกสารให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล เครื่องตรวจจับภาพจะอ่านภาพหรืออิมเมจที่ประกอบด้วยจุด (หรือพิกเซล) จำนวนมาก จากนั้นซอฟต์แวร์ของการตรวจจับจะแปลงภาพให้เป็นข้อมูลบิตดิจิทัลแล้วนำออกไปใช้งานตามที่ต้องการ โดยไฟล์ภาพที่ถูกตรวจจับขึ้นมาจะถูเก็บไว้ในฐานข้อมูล

2.2. ส่วนประกอบของเครื่องตรวจจับภาพ

ส่วนประกอบของเครื่องตรวจจับภาพตามมาตรฐานก็จะต้องมีอุปกรณ์ต่างรวมเข้าไว้ด้วยกัน เช่น หลอดไฟ (Lamp) , เลนส์ (Lens) , กระจกเงา (Mirrors) , แผ่นกระจกใส (Glass Plate) , หัวตรวจจับภาพ (Scan Head) , อุปกรณ์จับประจุไฟฟ้า (CCD) , แผ่นกรองแสง (Filters) , แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) , แผงวงจรรวม (Control Circuitry) , หัวต่อเชื่อม (Interface Port) และอุปกรณ์อื่นๆ โดยจะอธิบายถึงความสำคัญของอุปกรณ์ดังนี้

- 2.2.1 หลอดไฟ (Lamp) มีจำนวนหนึ่งหลอด จะทำหน้าที่ส่องแสงไปยังเอกสารหรือรูปภาพเพื่อให้เกิดแสงสะท้อนไปยังกระจก หลอดไฟในเครื่องตรวจจับส่วนใหญ่เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดนีออน
- 2.2.2 เลนส์ (Lens) จะทำหน้าที่รับแสงสะท้อนจากกระจก เพื่อเพิ่มความคมชัดให้กับข้อมูล จากนั้นแสดงข้อมูลที่ได้ไปยังซีซีดี
- 2.2.3 กระจกเงา (Mirrors) โดยทั่วไปแล้วกระจกจะมี 3 แผ่นในตัวเครื่อง จะทำหน้าที่สะท้อนแสงที่หักเหมาจากหลอดไฟ เพื่อให้แสงนั้นผ่านเลนส์แล้วส่งต่อไปยังซีซีดี
- 2.2.4 หัวตรวจจับภาพ (Scan Head) ประกอบด้วยชุดของกระจก เลนส์ ฟิเตอร์และซีซีดีจะทำหน้าที่เคลื่อนผ่านเอกสารหรือรูปภาพอย่างช้าๆ เพื่ออ่านข้อมูลไปประมวลผล
- 2.2.5 แผ่นกรองแสง (Filters) มีลักษณะเป็นแผ่นแก้วสีขาวโปร่งใสหรือสีอื่น ๆ ใช้สวมไว้ต่อจากเลนส์ ทำหน้าที่เป็นฉากกันแสงสีบางสี และเพิ่มแสงสีบางสีไปตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

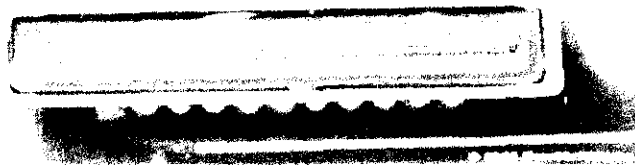
กระทบบนซีซีดี นอกจากนั้น แผ่นกรองแสงนี้ยังช่วยเปลี่ยนความเข้มของสีของวัตถุและสามารถช่วยสร้างภาพให้มีลักษณะพิเศษตามที่ต้องการ

2.2.6 แผ่นกระจกใส (Glass Plate) เป็นแผ่นแก้วหน้าโปร่งใส เป็นส่วนวางเอกสารหรือรูปภาพก่อนเริ่มการตรวจจับภาพ



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างกระจก 3 ชั้น พร้อมกับเลนส์ที่ประกอบเป็นหัวสแกน

2.2.7 อุปกรณ์จับประจุไฟฟ้า (CCD) เป็นอุปกรณ์หัวใจของการตรวจจับภาพ ซีซีดีเป็นเทคโนโลยีที่ตรวจจับ (Optical sensor) ซีซีดี คือชุดของไดโอดขนาดเล็กที่มีความไวแสง โดยจะเปลี่ยนโฟตอน (ซึ่งคือแสง) ให้เป็นอิเล็กตรอน (ซึ่งคือสัญญาณไฟฟ้า) ไดโอดชนิดนี้จะเรียกว่า Photosites ซึ่งเอกสารที่ต้องการตรวจจับภาพจะถูกวางครอบบนซีซีดีซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เครื่องตรวจจับภาพใช้ในการจับภาพที่แปลงข้อมูลอนาล็อกให้เป็นข้อมูลในรูปดิจิทัล จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปจับผ่านระบบออฟติคัล ซึ่งเป็นเลนส์และระบบกระจก แล้วประมวลผลไปใช้ต่อไป



รูปที่ 2.2 ตัวอย่าง CCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงวงจรรวม (Control Circuitry) ใช้สำหรับกำหนดและควบคุมการทำงานของ การตรวจจับภาพ ในเรื่องของความละเอียด ความสว่าง (Brightness) สัดส่วนขนาดของภาพ และการเลือกพิมพ์จากการตรวจจับภาพ

2.3. คุณสมบัติเฉพาะของการตรวจจับภาพ

2.3.1 ความละเอียดของภาพและการแต่งเติม

ความละเอียดของภาพเป็นคุณสมบัติแรกๆ ที่ผู้ใช้งานสแกนเนอร์ควรทราบ โดยปกติแล้ว เครื่องตรวจจับภาพจะเก็บรายละเอียดของสิ่งที่อ่านและแบ่งออกเป็นจุดเล็ก ๆ หรือที่เรียกว่า พิกเซล ดังนั้นความละเอียดจึงเป็นการวัดจำนวนพิกเซลที่เครื่องตรวจจับภาพสามารถเก็บรายละเอียดของเอกสารหรือภาพโดยวัดเป็นจุดภาพต่อตารางนิ้ว หรือ dpi (Dot Per Inch) ส่วนใหญ่เครื่องตรวจจับภาพมีความละเอียดเริ่มต้นที่ 300 dpi หรือ 300×300 จุดต่อนิ้ว หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เครื่องตรวจจับภาพสามารถอ่านภาพที่สแกนได้ 90,000 พิกเซลต่อพื้นที่ 1 ตารางนิ้วในการ เครื่องตรวจจับภาพจะอ่านภาพ 2 ครั้ง อ่านไปและอ่านย้อนกลับอีกทียวหนึ่ง

บางครั้งความละเอียดของการตรวจจับภาพอาจมีค่าแตกต่างกันเช่น 300×600 จุดต่อนิ้ว หมายความว่า เครื่องตรวจจับภาพหยุดเมื่ออ่านค่าในแนวตั้งบ่อยครั้งกว่าอ่านในแนวนอน ซึ่งดูเหมือนว่าเอาต์พุตที่ได้จะมีคุณภาพดีกว่า แต่การพิจารณาควรพิจารณาจากตัวเลขที่น้อยกว่าแทน เพราะเป็นค่าที่บอกถึงคุณภาพของการตรวจจับภาพที่น่าเชื่อถือ

เครื่องตรวจจับภาพรุ่นใหม่ ๆ จะมีความละเอียดตั้งแต่ 300 600 1,000 1,200 dpi เครื่องตรวจจับภาพบางรุ่นมีค่าความละเอียด 2 ประเภท คือ Optical และ Interpolate (หรือ Enhanced) ความละเอียด Optical จะวัดจากจำนวนพิกเซลจริง ๆ ถ้าความละเอียดมีค่าสูง คุณภาพงานที่ได้จะสูงตามไปด้วย ส่วนความละเอียด Interpolate เป็นค่าเฉลี่ยที่ค่าพิกเซล 2 พิกเซลติดกัน เพื่อสร้างพิกเซลที่สามสี่ของจุดที่สร้างขึ้นใหม่จะอยู่ระหว่างจุด 2 จุดที่อยู่ติดกัน เครื่องตรวจจับภาพจะคาดคะเนจุดที่จะสร้างใหม่นี้ในระหว่างการตรวจจับภาพเลย สำหรับในการพิจารณาให้ใช้ค่าความละเอียด Optical ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความละเอียดจริง ๆ ของการตรวจจับภาพและมีความน่าเชื่อถือมากกว่า

2.3.2 สีและโทนสี

สีและโทนสีเป็นส่วนที่สำคัญเกี่ยวกับการตรวจจับภาพ คำนึงภาพจากเครื่องตรวจจับภาพ จะอยู่ในรูปแบบดิจิทัล ขนาดของไฟล์รูปภาพ จะประกอบด้วยจำนวนพิกเซลเป็นร้อยเป็นพัน ซึ่งจะถูกบันทึกค่าความเข้มสีของพิกเซลแต่ละพิกเซล ด้วยจำนวน 1 บิต หรือหลาย ๆ บิต และรูปแบบการเก็บข้อมูล มีหลายระบบซึ่งคิดจากบิต เช่น 1 บิต 8 บิต 24 บิต โดยถ้าเป็นข้อมูลแบบ 1 บิต จะใช้สำหรับเก็บข้อมูลพิกเซล 2 สถานะ คือ “ 1 ” และ “ 0 ” ซึ่งจะแสดงสีได้เฉพาะขาวกับ

ค่า แต่ถ้าเป็น 8 บิต จะให้ความแตกต่างของสีถึง 256 ระดับ การรวมแม่สีมีเทคนิคที่เรียกว่า Dithering ซึ่งจะแสดงสีได้ไม่เหมือนกับ ความจริงที่เห็นได้ สำหรับ 24 บิต จะให้ภาพที่มีสีใกล้เคียงจริงมากที่สุด เรียกว่า Photo Realistic โดยจะแบ่ง 24 บิตเป็น 3 ส่วน คือ แดง , เขียว , น้ำเงิน ส่วนละ 8 บิต เมื่อรวมทั้ง 3 เข้าด้วยกันแล้ว จะสามารถแสดงสีได้ถึง 16.7 ล้านสี

2.4. CCD (Charge Coupled Device)

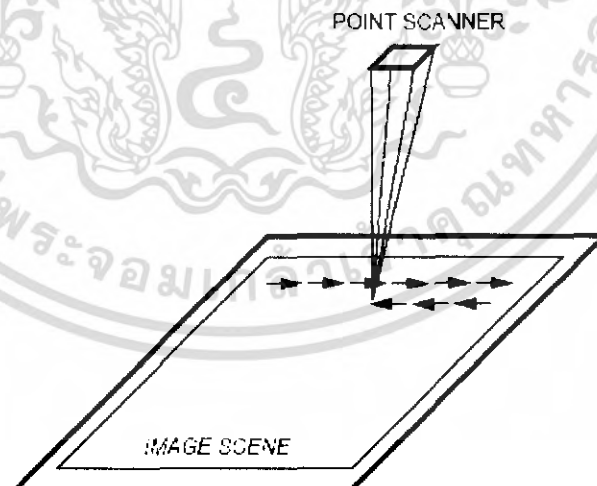
2.4.1 การแนะนำ CCD

CCD ถูกประดิษฐ์ครั้งแรกในช่วงปลายทศวรรษ 1960 โดย Bell Labs โดยเบื้องต้นมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนา Computer memory circuit และในปี 1970 ได้ถูกนำออกมาสาธิตการใช้งาน อย่างไรก็ตาม CCD ยังสามารถนำมาไปใช้ในด้านอื่น ๆ ได้อีก รวมถึงการประมวลผลของสัญญาณ (Signal Processing) และการสร้างรูปภาพ (Imaging) ในที่สุด CCD ก็ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถตอบสนองกับแสงที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 1.1 ไมครอนเมตร (ช่วง Spectrum ของแสงที่สามารถมองเห็นได้ของมนุษย์คือ 0.4 ไมครอนเมตร ถึง 0.7 ไมครอนเมตร) ในปัจจุบันการนำ CCD มาใช้ในการสร้างหน่วยความจำจึงลดลง แต่ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบและสร้างภาพ (Imaging Sensor)

2.4.2 รูปแบบและขนาดของ CCD

การสร้างรูปแบบ (Image Sensing) สามารถทำได้โดยการใช้เทคนิค 3 เทคนิคดังนี้

2.4.2.1 ตรวจสอบภาพแบบจุด (Point Scanning) ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งจะมีการอ่านค่าที่จุดเพียงจุดเดียวเรียกว่าพิกเซล (Pixel) โดยรูปจะได้รับการอ่านตามลำดับตามคู่ลำดับ X Y



รูปที่ 2.3 Point Scanning

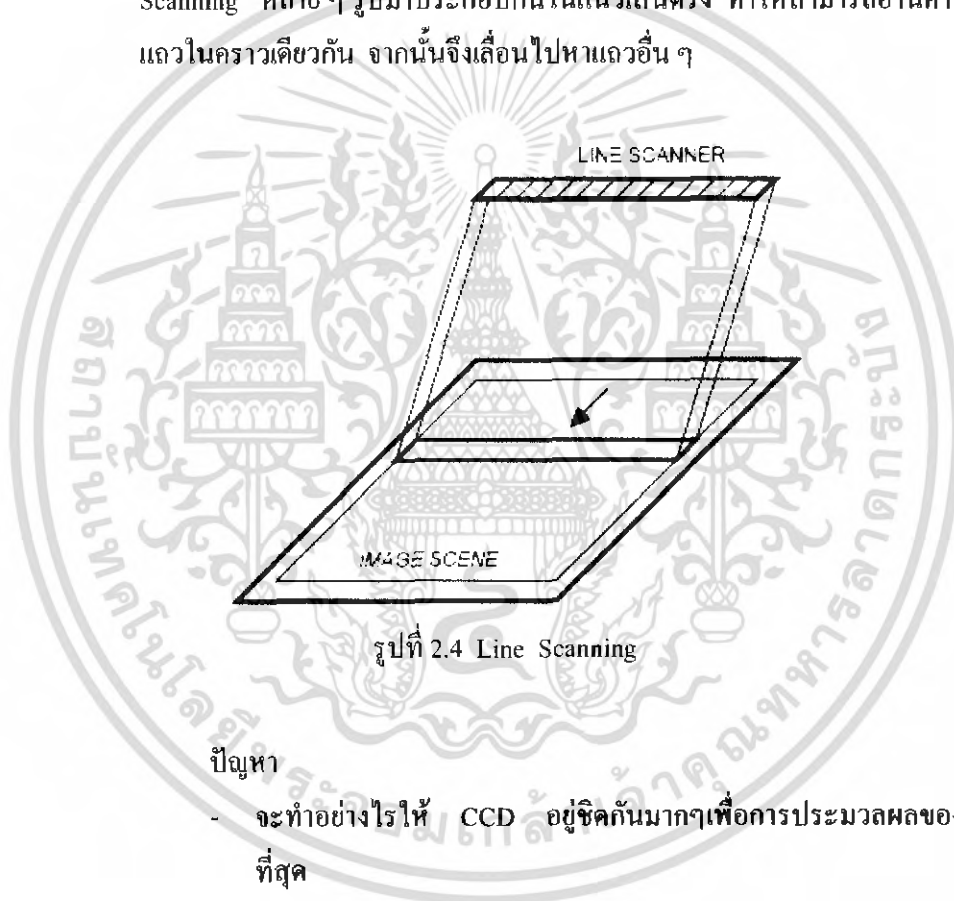
ข้อดี

- คุณภาพของภาพที่ได้สูง
- มีการอ่านค่าแบบ Uniform (ทุกจุดบนรูปแบบอ่านด้วย CCD เดียวกัน)
- พัฒนาง่าย

ข้อเสีย

- อาจมีข้อผิดพลาดจากการเลื่อนตำแหน่งในการอ่านข้อมูล
- ความเร็วต่ำ

2.4.2.2 ตรวจจับภาพแบบเส้น (Line Scanning) ดังรูปที่ 2.4 มีการนำเอา CCD แบบ Point Scanning หลาย ๆ รูปมาประกอบกันในแนวเส้นตรง ทำให้สามารถอ่านค่าได้เป็นแถวในคราวเดียวกัน จากนั้นจึงเลื่อนไปหาแถวอื่น ๆ



ปัญหา

- จะทำอย่างไรให้ CCD อยู่ชิดกันมากๆเพื่อการประมวลผลของภาพที่ดีที่สุด

ข้อดี

- เร็วกว่าแบบ Point Scanning

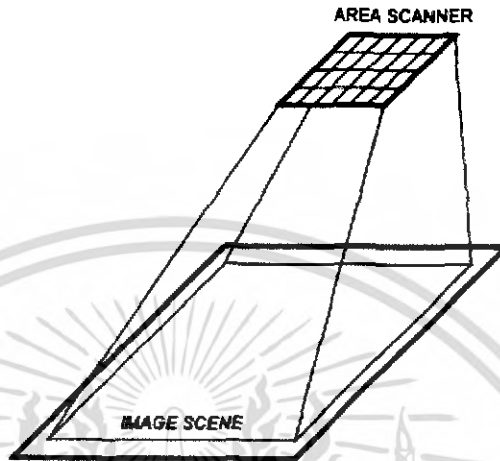
ข้อเสีย

- การอ่านค่า CCD หลายๆ ตัวทำให้เกิด Error และอ่านค่าได้ไม่เท่ากันในแต่ละจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ราคาสูง

2.4.2.3 ตรวจสอบภาพทั่วพื้นที่ (Area Scanning) ดังรูปที่ 2.5 ใช้ Array 2 มิติของ CCD แบบ Point Scanning จะสามารถอ่านข้อมูลได้มากขึ้นในการตรวจจับ 1 ครั้ง



รูปที่ 2.5 Area Scanning

ข้อดี

- อ่านข้อมูลได้เร็วที่สุด

- มีความซับซ้อนต่ำ

ข้อเสีย

- มีอัตราข้อมูลต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio) ต่ำ

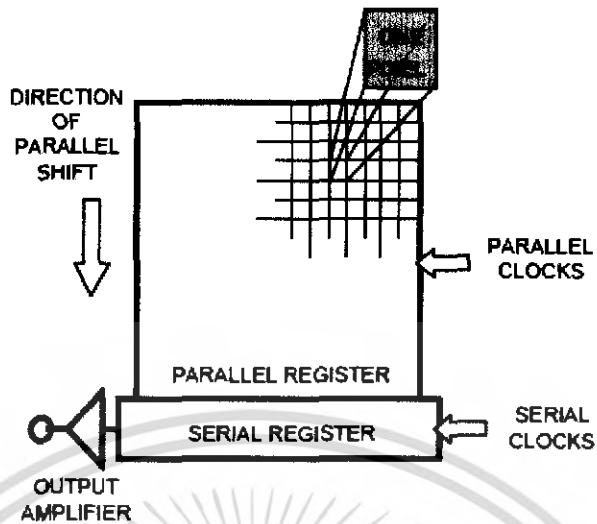
- ราคา เพราะมีจำนวนของ CCD ที่จะใส่ใน Wafer ต่ำลง

2.4.3 สถาปัตยกรรมของ CCD (CCD Architectures)

CCD มีหลายรูปแบบสถาปัตยกรรม ซึ่งรูปแบบหลักที่ใช้ในปัจจุบัน คือ Full Frame (FF) , Frame Transfer (FT) , Interline (IL)

2.4.3.1 Full Frame (FF) มีรูปแบบการทำงานที่ง่ายที่สุดในการทำงาน วิธีนี้จะประกอบไปด้วย (ดังรูปที่ 2.6)

- Parallel CCD Shift Register
- Serial CCD Shift Register
- Signal Sensing output amplifier



รูปที่ 2.6 Full-Frame Architecture

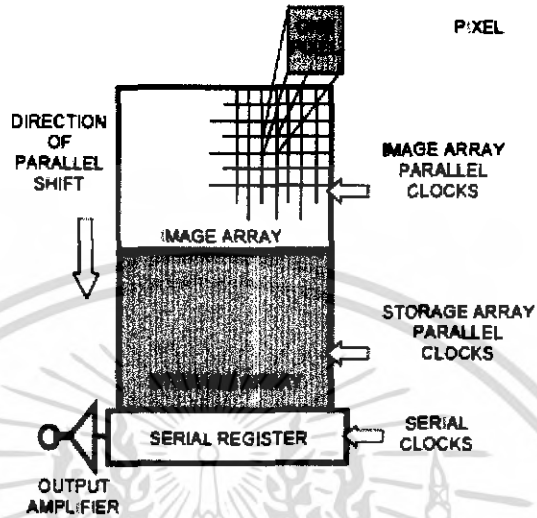
รูปภาพจะได้รับสัญญาณได้จะถูกส่งไปจุดของ Array แบบขนาน (Parallel) ต้องทำหน้าที่เป็นระนาบของรูปภาพ จากนั้นภาพที่ได้จะถูกแบ่งออกเป็นบล็อก ๆ ในรูปแบบของ Discrete element ซึ่งจำนวนของ Discrete element นี้จะถูกกำหนดด้วยจำนวนพิกเซลในแนวราบ ซึ่งจะทำให้แถวของรูปภาพ จะถูก Shift ไปในรูปแบบ Parallel ไปเรื่อย ๆ จน เป็นข้อมูลที่เป็น Stream จนกว่าข้อมูลทุก ๆ ของภาพจะถูกถ่ายโอนไปจาก Chip เสร็จสมบูรณ์ และ Stream ที่ได้นั้นจะถูกนำไปสร้างเป็นภาพอีกครั้ง

วิธีนี้ต้องมีการ Synchronized ระหว่าง Illumination (แหล่งกำเนิดแสง) และการอ่านข้อมูลออกในรูปแบบของ Stream นี้เพื่อรักษาภาพของภาพ

- ง่ายในการออกแบบ
- Resolution สูง และ Density สูง

2.4.3.2 Frame Transfer (FT) ดังรูปที่ 2.7 CCD แบบ Frame Transfer นั้นจะมีการทำงานคล้ายกับแบบ Full Frame แต่จะแตกต่างกันตรงที่จะมีการแยก Parallel Register ออกต่างหากเรียกว่า Storage Array ซึ่งตัวนี้จะไม่ไวต่อแสง โดยแบบ Frame Transfer จะอ่านภาพแต่ละภาพจาก Storage Array จากนั้นจึงประมวลผลสัญญาณ

เช่นเดียวกับแบบ Full Frame ในขณะที่กำลังประมวลผลอยู่นั้น Storage Array ก็กำลังเก็บข้อมูลของภาพใหม่ต่อไป



รูปที่ 2.7 Frame-Transfer Architecture

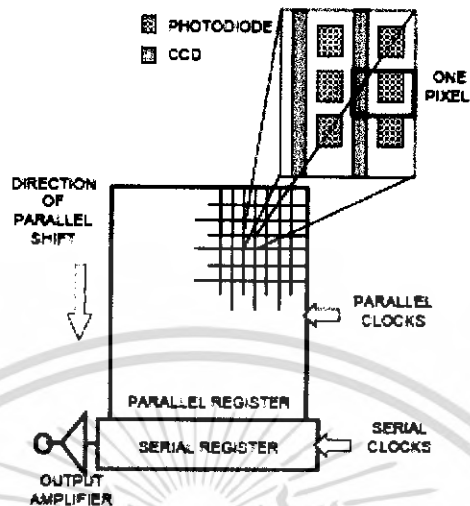
ข้อดี

- มีความต่อเนื่องในการทำงาน
- มี Frame Rates

ข้อเสีย

- Resolution ต่ำกว่า FF
- ราคาสูงกว่า FF

2.4.3.3 Interline (IL) ดังรูปที่ 2.8 มีการแยกหน่วยที่ทำหน้าที่ในการตรวจจับ ออกจากส่วนอ่านค่า โดยการเพิ่มส่วนที่ช่วยกันลำแสง (Light Shielded) เข้าไปในระหว่างแถวของอุปกรณ์ในการตรวจจับภาพซึ่งช่วยให้ทุก ๆ พิกเซลที่เก็บข้อมูลได้จะถูกส่งไปยังส่วนที่กันลำแสงทันทีและจะได้ผลลัพธ์เช่นเดียวกับแบบ Full Frame และ Frame Transfer แต่แบบ Full Frame และแบบ Frame Transfer นั้นในขณะที่อ่านค่าจะสามารถประมวลผลภาพถัดไปได้ในอัตราการทำงานที่ต่างๆ กัน



รูปที่ 2.8 Interline Architecture

ข้อเสีย

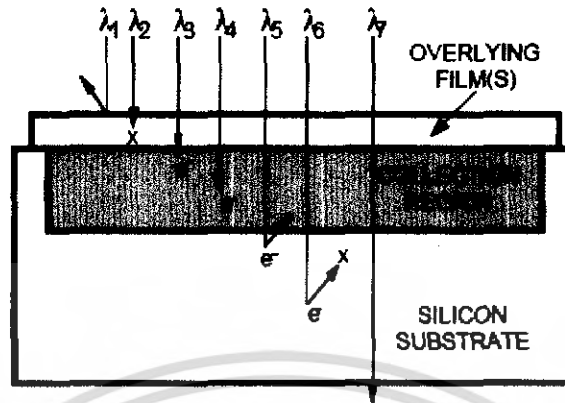
- มีความซับซ้อนสูง ทำให้มีราคาสูงตามไปด้วย
- มีความไวต่ำ เพราะมีส่วนที่ไวแสงน้อย ต้องเสียพื้นที่ไปกับส่วนที่กันลำแสง
- เกิดความล่าช้าในการเปลี่ยนข้อมูลจาก Photodiode ไปยัง CCD

2.4.4 CCD พื้นฐาน (CCD Basic)

การสร้างภาพของ CCD มี 3 ขั้นตอน คือ

- การฉายแสง ซึ่งจะนำการเปลี่ยนจากแสงเป็นประจุไฟฟ้าในแต่ละพิกเซล
- ประจุไฟฟ้าจะถ่วงโอนระหว่างกันในฐานะของซิลิกอน
- ต้องมีการเปลี่ยนจากประจุไฟฟ้าเป็นแรงดันและขยายสัญญาณ

2.4.4.1 การเปลี่ยนจากแสง (Photon) เป็นประจุไฟฟ้า การทำงานเริ่มขึ้นเมื่อแสงในรูปของ Photon ให้ตกลงไปยังภาพเป็น Array ของพิกเซล และจะเกิดการดูดซับ Photon โดยซิลิกอน และทำให้เกิดการตอบโต้ขึ้น เป็นการสร้างหลุมอิเล็กตรอน (Electron Hold) ดังรูปที่ 2.9

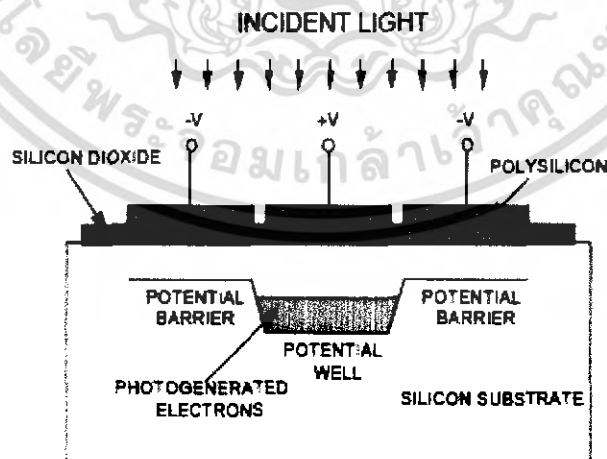


รูปที่ 2.9 Photon Interaction with Silicon

จำนวนของอิเล็กตรอน ที่ได้ในแต่ละทิกเซลจะเป็นสัดส่วนโดย ตรงกับ พลังงานแสงและแสงที่ฉายแสงลงไปและเป็น Non - Linearly กับความยาวคลื่น (Wave Length) กับลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกรตรวจจับ อิเล็กตรอน ดังนั้นจึงมีการฉาบฟิล์มบาง ๆ บนผิวของซิลิกอนเพื่อลดการหักเหของแสงที่อาจเกิดขึ้นภายในตัวเก็บประจุที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณโฟตรอนจะถูกดูดซับที่ความลึก (Depth) ต่างๆ กันของซิลิกอนตามแต่ความยาวคลื่นของโฟตรอนและบางส่วนไม่สามารถตรวจจับได้

2.4.4.2 Potential Wells and Barriers , CCD ถูกผลิตขึ้นตามหลักของ MOS (

Metal Oxide Semiconductor) โครงสร้าง CCD จึงประกอบไปด้วยชั้นต่าง ๆ ซ้อน ๆ กันตามแนวตั้ง ดังรูปที่ 2.10 โดยจะมีชั้นของตัวนำวางอยู่บนสารกึ่งตัวนำ ซึ่งแยกออกจากกันโดยใช้ Silicon dioxide

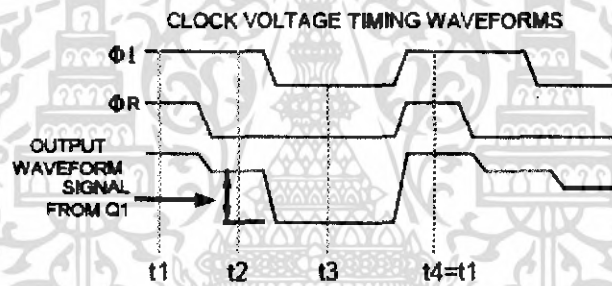


รูปที่ 2.10 Potential Well and Barriers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจ่ายแรงดันให้กับ Polysilicon gate จะทำให้ความต่างศักย์ของไฟฟ้าสถิตของ Silicon เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดความต่างศักย์ที่สามารถตรวจจับได้ เมื่อมีการสร้างอิเล็กตรอนจากแสงที่ตกกระทบ (Incident light) ซึ่งจะเกิดขึ้นที่ Gate เหล่านั้นถูกต้องไว้

2.4.4.3 Readout Techniques , ประจุที่ได้จะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ ซึ่งอิเล็กตรอนจะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันซึ่งจะง่ายขึ้นในการทำงานของ Chip ซึ่งเทคนิคในการเปลี่ยนนี้ ก็คือการใช้ floating diffusion sense node ตามด้วยการปรับเปลี่ยนแรงดันความแหล่งจ่ายของวงจร ในการทำงานเริ่มจากการ เคล็ชอุปกรณ์ ผ่านทาง reset gate และ reset drain เพื่อเป็นการคายประจุ จากนั้นแรงดันที่จ่ายเข้าไปใหม่ จะไปทำการชาร์ตประจุอีกครั้งและทำการเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง และส่งไปยัง Output ของอุปกรณ์ และในหลักการการทำงานนี้จะถูกการเลื่อน Phase ไปยังสุดท้ายของ CCD ดังรูปที่ 2.11

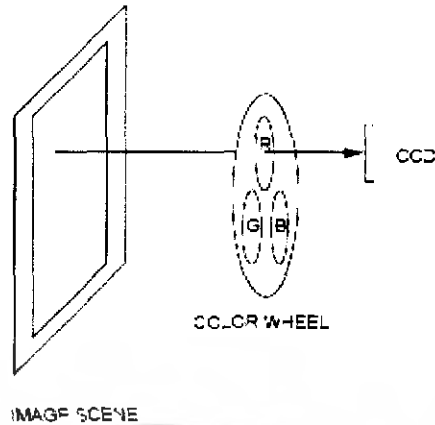


รูปที่ 2.11 Floating Diffusion Readout Structure

2.4.5 เทคโนโลยีของ CCD

2.4.5.1 การใช้ CCD ในการสร้างภาพ Monochrome (สีเดียว) ทำให้ไม่เป็นธรรมชาติ ในการที่จะระบุสีต่าง ๆ ได้แก่ แดง เขียว น้ำเงิน (RGB) ในแต่ละพิกเซล มี 3 วิธีการ ในการที่จะแยกสีต่าง ๆ ออกได้ แต่ปัญหาหลักร่วมก็คือ ต้องมีปริมาณ ข้อมูลเพิ่มมากขึ้นถึง 3 เท่า

- 1) Color Sequential ดังรูปที่ 2.12 วิธีนี้จะทำให้การใช้การฉายแสงสลับกันไปทีละสี โดยใช้ตัวกรองแสงตามแต่ละสีที่ต้องการ และนำข้อมูลที่ได้นำมาสร้างเป็นรูปใหม่



รูปที่ 2.12 Color Sequential Capture

ข้อดี

- คุณภาพจะยังคงเหมือนเดิมกับการใช้ CCD สีเดียว

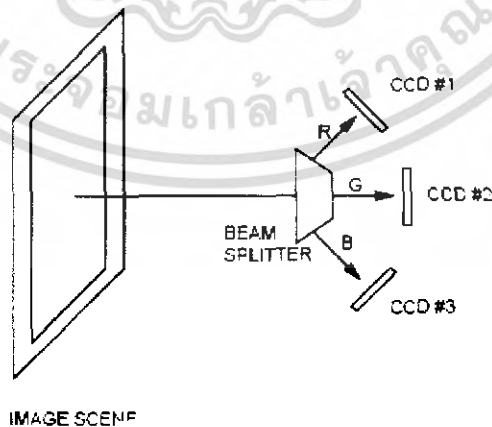
ข้อเสีย

- การใช้แหล่งกำเนิดแสงสามแหล่งทำให้ลดจำนวนภาพในแต่ละหน่วยเวลาลงถึง 3 เท่า
- ตารางเพิ่มกลไกการสลับ Filter ของแสง เป็นการทำให้ระบบซับซ้อนขึ้น

ขึ้น

2) Three-Chip Color ดังรูปที่ 2.13 จะเป็นการใช้การสลับสี โดยใช้วงจรของ Filter การใช้ Three-Chip Color จะใช้แสงในการแยกภาพออกเป็น 3 ภาพย่อย (ตามสีที่แยกได้) และให้ CCD ในแต่ละช่วงสี ซึ่งวางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม และอ่านค่าพร้อม ๆ กัน

วิธีนี้ภาพจะถูกสร้างขึ้นโดยการ Synchronizing Output ระหว่าง CCD ถึง 3 แสงนำมาสร้างเป็นภาพเดียวกัน



รูปที่ 2.13 Three-chip Color Capture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

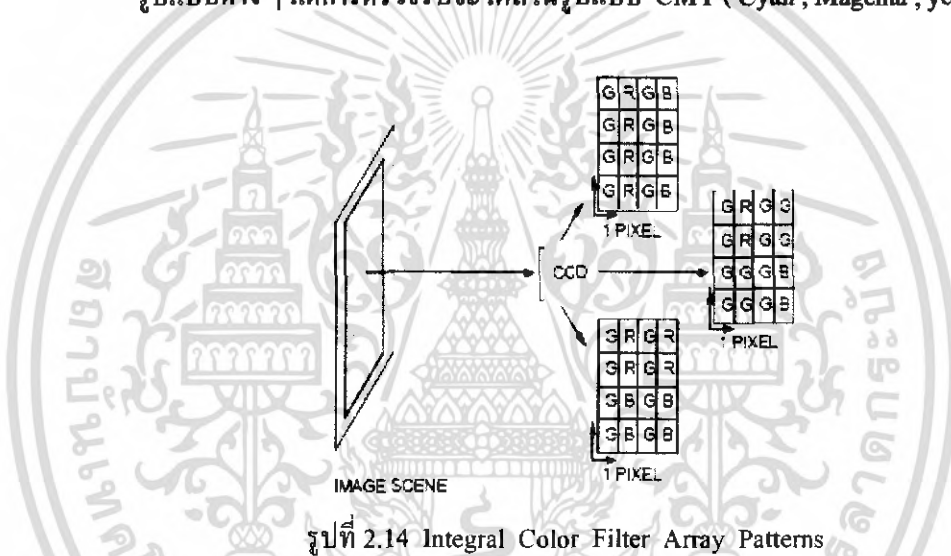
ข้อดี

- อัตราการทำงานเท่ากับการใช้ CCD ชุดเดียว

ข้อเสีย

- ความซับซ้อนสูงมาก
- การปรับค่าของ CCD แต่ละหน่วยเป็นไปได้ยาก
- Effective data rate เป็น 3 เท่า

- 3) Integral Data Filter Array (CFA) ดังรูปที่ 2.14 แทนที่จะใช้ในการสร้าง chip ซึ่งแยกสีต่าง ๆ เป็น 3 สี วิธีนี้จะมีการสร้างคุณสมบัติพิเศษบน Chip ให้สามารถตอบสนองต่อสีทั้ง 3 ได้ด้วยตนเองในแต่ละพิกเซล โดยการใช้ Photo resists ในรูปแบบต่าง ๆ แต่การตรวจรับจะได้สีในรูปแบบ CMY (Cyan , Magenta , yellow)

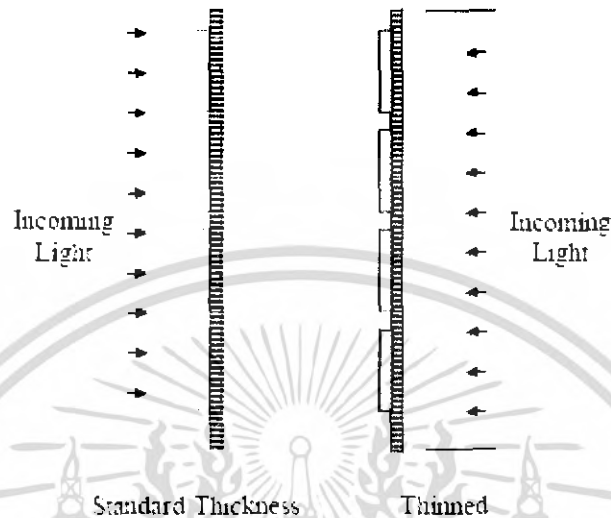


ข้อเสีย

- ไม่ได้สีเป็น RGB ทำให้ได้รูปไม่เป็นตามธรรมชาติ
- ข้อมูลสูญหายทำให้ Resolution ลดลงต้องเพิ่ม Sampling
- ต้องมีการสร้างพิกเซลที่มีข้อมูลของสีที่ขาดหายไปขึ้นมาใหม่

- 2.4.5.2 การทำให้ซิลิกอนบางลง (Silicon Thinning) คั่งที่กล่าวมาแล้ว พิล์มบาง ๆ จะช่วยในการดูดซับการสะท้อนแสงตามความขามคลื่น แล้วอิเล็กตรอนจะถูกสร้างขึ้นด้านบนของพื้นผิว (ปกติจะเป็นแสงอุตราไวโคเลต และแสงสีน้ำเงิน) อิเล็กตรอนเหล่านี้จะเกิดการสูญหายไปโดยการทำปฏิกิริยากับพื้นผิวซิลิกอน ในการเพิ่มการ

ตอบสนองให้กับ CCD นั้นจำเป็นจะต้องทำให้ด้านหลังของแผ่นเวเฟอร์บางลงซึ่งมีความหนาประมาณ 10 – 15 ไมโครเมตร ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 Normal and Thinned CCD

ข้อดี

- การตอบสนองของแสงสีน้ำเงินและอุตราไวโอเลตดีขึ้น

ข้อเสีย

- ราคาแพง
- การหีบจับยาก

2.4.5.3 UV Enhancement Coating เนื่องจากว่าการทำให้ซิลิกอนบางลงได้ยาก เพราะฉะนั้นจะมีการเพิ่ม Phosphors ลงไปที่ด้านบน CCD Phosphors นี้จะมีลักษณะใสและหนาประมาณ 0.45 ไมโคร

ข้อดี

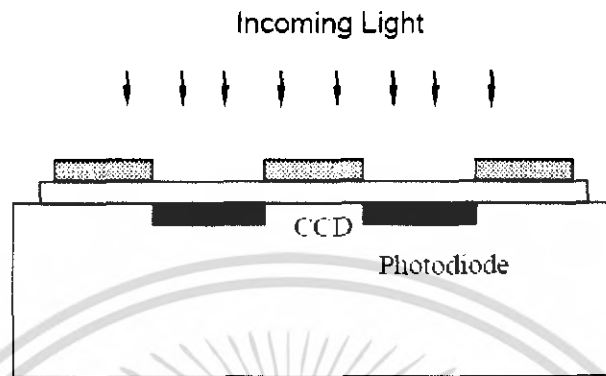
- จะเป็นตัวดูดซับ UV และแสงสีน้ำเงินให้มีช่วงความยาวคลื่นสูงขึ้น

ข้อเสีย

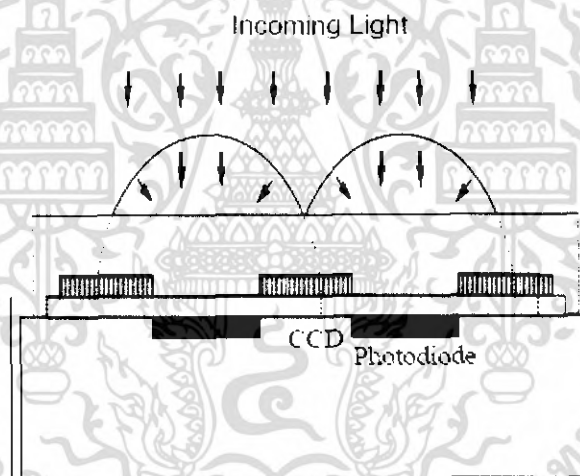
- ในกรณีที่เกิดการกระเจิงของแสงจะทำให้ข้อมูลสูญหายได้

2.4.5.4 Microlens Array เนื่องจากการอ่านโดยใช้เทคนิค Inline (IL) จะทำให้มีความไวต่ำเนื่องจากต้องมีการเพิ่มแถวของโฟโตไดโอดขึ้น ดังนั้นเพื่อจะปรับปรุงความไวแสงให้มากขึ้นจึงได้มีการสร้างเลนส์เล็ก ๆ ครอบขึ้นในแต่ละพิกเซล ซึ่ง

เลนส์เหล่านี้จะทำการรวมแสงที่ส่งไปยังอุปกรณ์ซึ่งไม่ไวต่อแสง ให้ส่งไปยังบริเวณที่ไวต่อแสง (Photo Diode) เพียงอย่างเดียว ดังรูปที่ 2.16 และ 2.17



รูปที่ 2.16 Interline CCD Showing Photodiode and Non Sensitive CCD covered by Light Shield



รูปที่ 2.17 Interline CCD With Microlenticular Array

ข้อดี

- มีความไวแสงเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า

ข้อเสีย

- การบรรจุอุปกรณ์ทำได้ยาก
- การออกแบบเลนส์ทำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4.5.5 CCD ความเร็วสูง (High Speed CCD) ในการพัฒนา CCD ให้สามารถรองรับ อัตราการทำงานได้มากขึ้นนั้นจำเป็นต้องพัฒนา CCD ให้มีความไวสูงขึ้นตามไปด้วย เช่น

- การสร้างวงจรถ่ายสัญญาณบนชิพ CCD ซึ่งจะต้องระมัดระวังไม่ให้ใช้พลังงานมากเกินไป เพราะจะทำให้คุณภาพของการอ่านข้อมูลลดลง
- การทำให้ CCD มีหลาย ๆ Output โดยการแบ่งกลุ่มของ CCD ออกเป็นบล็อกแล้วสามารถทำให้การอ่านข้อมูลทำพร้อม ๆ กันได้ แต่จะต้องไม่ให้มีจำนวน Output มากเกินไปจะทำให้การประมวลผลยุ่งยาก



62883

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การประยุกต์ใช้งาน VHDL กับ Microprocessor , DSP

3.1. การประยุกต์ใช้งาน VHDL กับ Microprocessor,DSP

ในการสร้างวงจรรีจิสตรอล็อกิกทรอนิกส์ โดยปกติจะมีวงจรเป็นจำนวนมากสร้างอยู่บน Printed Circuit Board หรือ PCB ซึ่งต่อมาจากความก้าวหน้าของการผลิตวงจรรวมขนาดใหญ่มาก (very Large Scale Integration หรือ VLSI) ได้ทำให่วงจรรีจิสตรอล็อกิก

การกำหนดมาตรฐานของภาษาที่จะใช้สำหรับการบรรยายพฤติกรรมของวงจร ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

- ต้องเป็นภาษาที่เขียนในรูปแบบรีจิสตรอล็อกิก และสามารถเข้าใจได้ทั้งคนและเครื่อง
- ต้องสามารถนำไปจำลองการทำงานได้ (Simulation Language)

ซึ่งภาษาที่ได้ จึงเป็นภาษาโปรแกรมระดับสูง เช่นเดียวกับภาษา Pascal, Fortran สำหรับภาษาที่ใช้ นี้ เรียกว่า Hardware Description Language หรือ HDL ซึ่งให้ชื่อต่อมาว่า VHSIC-HDL หรือ VHDL ในปัจจุบันภาษาที่ใช้ได้แก่ AHDL (Altera HDL) VHDL (VHSIC-HDL) และ Verilog-HDL

3.2. การนำไปใช้งาน

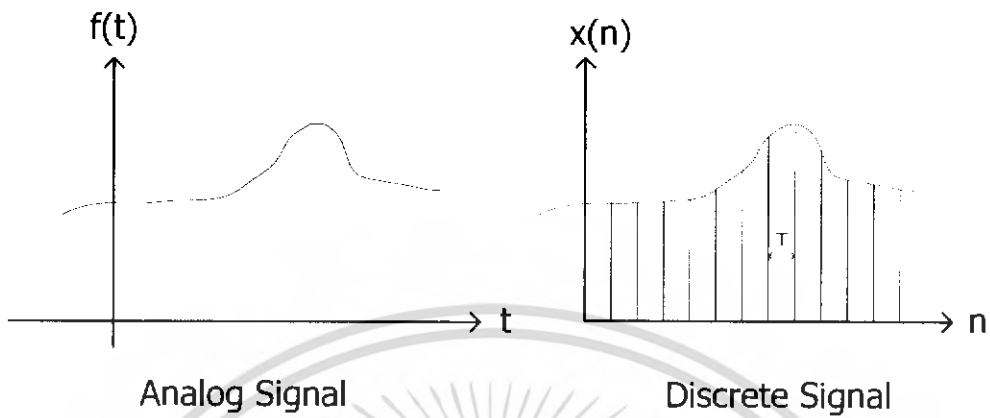
จะเห็นว่าในการออกแบบวงจรรีจิสตรอล็อกิก โดยทั่วไปแล้ว จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้า (Signal Process) วิเคราะห์สัญญาณภาพ (Image Processing) และสัญญาณเสียง เป็นต้น

ดังนั้นถ้าเราพิจารณาจำกัดความของสัญญาณไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เพื่อที่จะเข้าไปในการออกแบบ VHDL ก็จะทำให้เข้าใจการนำไปใช้งานได้ดีขึ้น

สัญญาณไฟฟ้า Signal ประกอบด้วย

1. Analog Signal
2. Digital Signal

การเปลี่ยนสัญญาณจาก Analog \longrightarrow Digital \longrightarrow Analog ทำได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 สัญญาณไฟฟ้า Signal

เพื่อที่จะทำการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้า จำเป็นจะต้องนำไปต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

Analog Elements

1. Passive Elements ได้แก่ R,L,C เป็นต้น

2. Active Elements ได้แก่ Tr,Op เป็นต้น

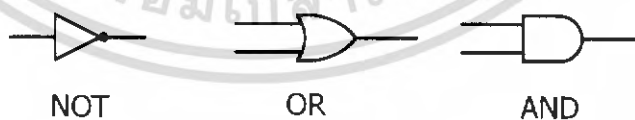
นำไปต่อเป็นวงจร Filter ต่างๆ

Digital Elements

1. Determination Element ได้แก่ AND, OR เป็นต้น

2. Memory Element ได้แก่ RS Flip-Flop, JK Flip-Flop เป็นต้น

Determination element



รูปที่ 3.2 Gate ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

กำหนดการทำงานโดย Truth Table

INPUT	OUTPUT
0	1
1	0

INPUT		OUTPUT OR	OUTPUT AND
X	Y	Z	Z
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	1

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติของ Gate ต่างๆ

แสดงโดยสมการ Boolean Equation

$Y = \bar{X}$	(NOT GATE)
$Z = X + Y$	(OR GATE)
$Z = X * Y$	(AND GATE)

การนำไปใช้งานวงจร FULL ADDER มีการทำงานดังนี้

0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1	1
+0	+1	+0	+0	+1	+1	+0	+1
----	----	----	----	----	----	----	----
0	1	1	1	10	10	10	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาเป็นตาราง Truth Table

A	B	C IN	FA	C OUT
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

ตารางที่ 3.2 การใช้งานของวงจร FULL ADDER

นำมาเขียนสมการ Boolean equation

$$FA = \bar{A} * \bar{B} * CIN + \bar{A} * B * \overline{CIN} + A * \bar{B} * \overline{CIN} + A * B * CIN$$

$$COUT = \bar{A} * B * CIN + A * \bar{B} * CIN + A * B * \overline{CIN} + A * B * CIN$$

ทำการ simplify COUT

$$COUT = B * CIN + A * CIN + A * B$$

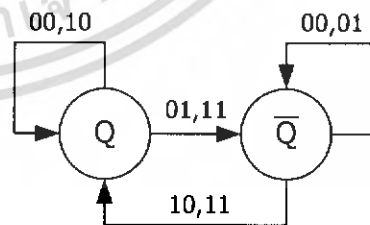
Memory element

ได้แก่ Flip-Flop ต่างๆ ในที่นี้ พิจารณา JK Flip-Flop

Truth Table

J	K	Q(n+1)
0	0	Q(n)
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q(n)}$

State diagram



ตารางที่ 3.3 แสดงคุณสมบัติของ JK Flip-Flop

รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานของ Input - Output ของ JK Flip-Flop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการของ JK Flip-Flop ได้ดังนี้

$$Q(n+1) = (J + K)Q(n) + \overline{JK}Q(n) + \overline{Q(n)} + JKQ(n)$$

$$= \overline{K}Q(n) + JQ(n)$$

ในกรณีมี Clock P

$$Q(n+1) = \overline{PK}Q(n) + PJQ(n)$$

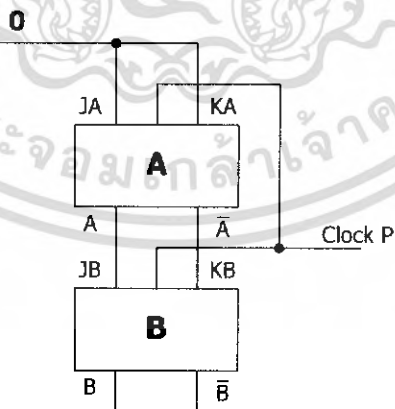
นำไปใช้งาน การส่งข้อมูล

register A, B

P : A B

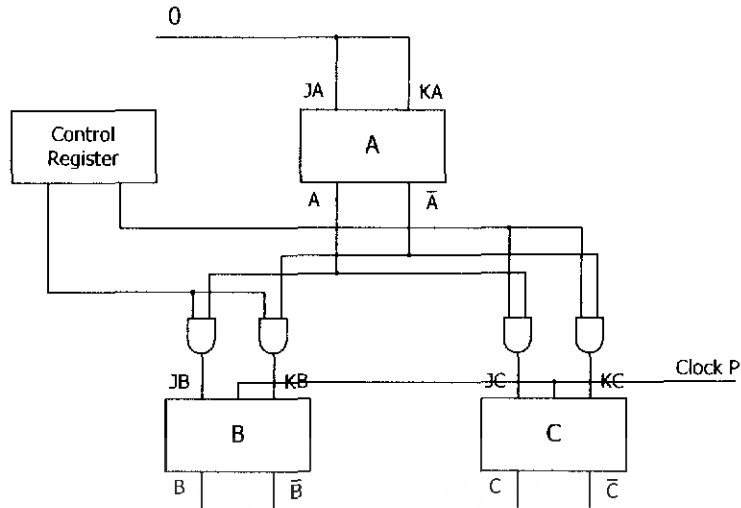
P	A(n)	B(n)	A(n+1)	B(n+1)
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	1	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติการทำงาน JK Flip-Flop กรณีที่มี Clock



รูปที่ 3.4 วงจรการทำงานของ JK Flip-Flop ขณะที่ป้อน Clock ให้กับวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรการทำงานของ JK Flip-Flop ขณะที่เปลี่ยน Clock ให้กับวงจร และมีการ Control Register

S	X1	X2	F(S,X1,X2)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

S	F(S,X1,X2)
0	X1
0	X2

ตารางที่ 3.5 Graphical Symbol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

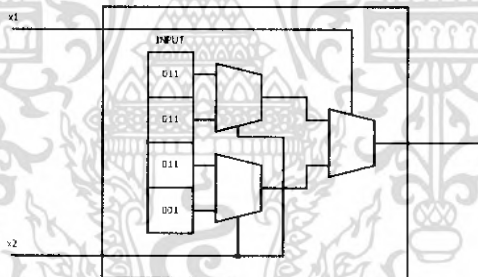
วงจร Multiplexer

ใน Field – Programmable Gate Array (FPGA)

Circuit for a two-input LUT

X1	X2	F1
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ตารางที่ 3.6 คุณสมบัติการทำงานของวงจร Multiplexer



รูปที่ 3.6 การทำงานของวงจร Multiplexer

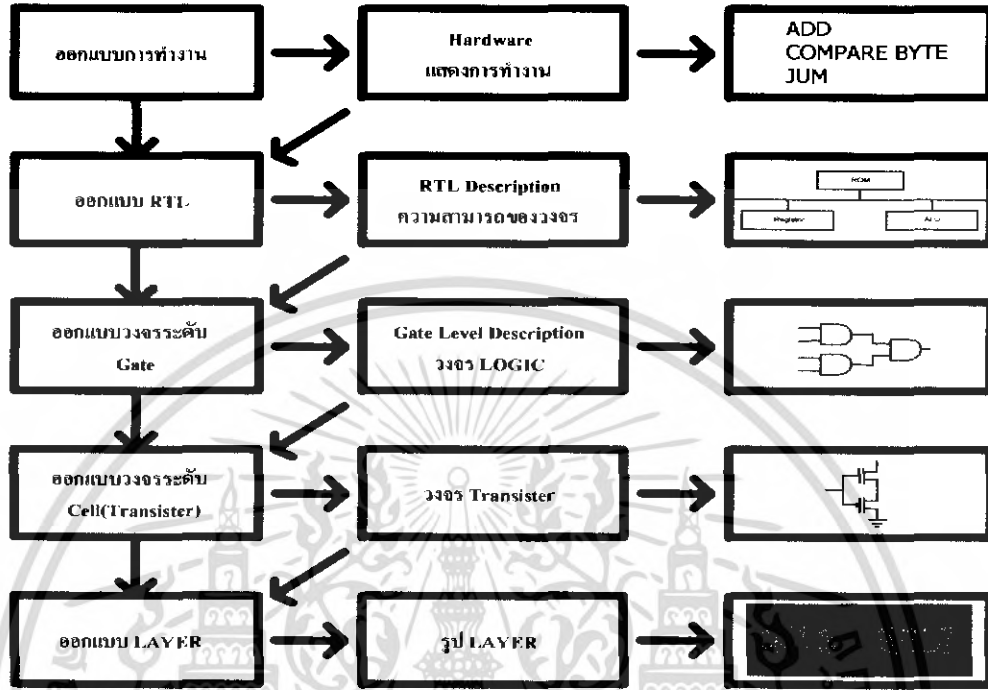
จากนี้ต่อไปเราก็จะนำเอาภาษา VHDL มาทำการออกแบบวงจรดิจิทัลต่างๆ ได้แก่วงจร

Combination Logic และ Sequential Logic

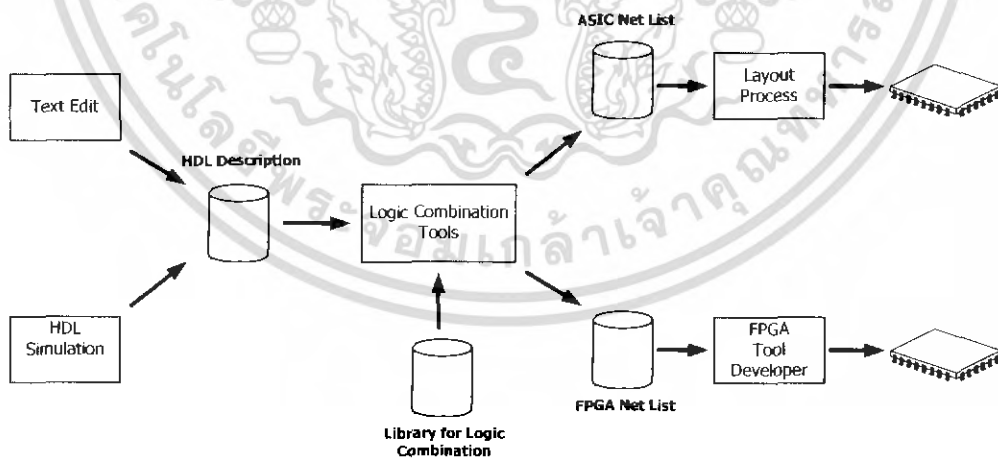
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3. งานการออกแบบวงจรดิจิทัล

พิจารณา Top-Down Design



รูปที่ 3.7 รูปการออกแบบวงจรดิจิทัล



รูปที่ 3.8 ลำดับของการพัฒนา ASIC และ FPGA โดยใช้ HDL

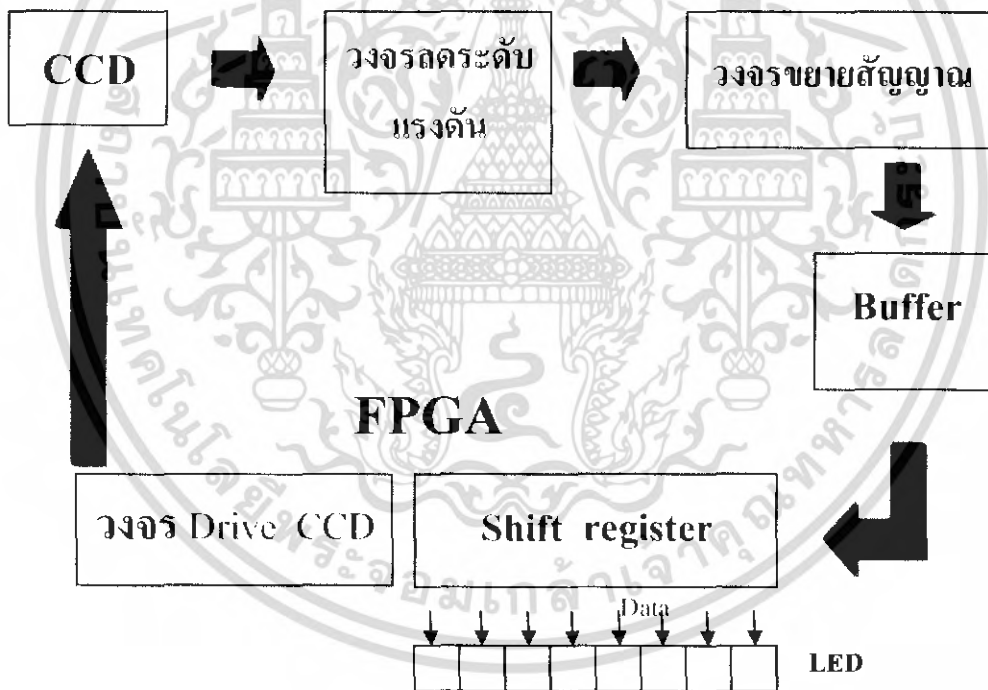
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบและการทำงานของวงจร

4.1. การทำงานของวงจร

ขั้นตอนแรกของการทำงานคือต้องสร้างสัญญาณที่จะใช้ Drive CCD เพื่อที่จะทำให้ตัว CCD สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ และเมื่อ CCD สามารถตรวจจับวัตถุและสร้างสัญญาณได้ จะนำสัญญาณที่ได้จาก CCD มาทำการขยายช่วงสัญญาณ และนำมา Comparator เพื่อให้ได้สัญญาณในช่วงที่ใช้งานจริงทั้งหมด ของ 8 ช่วงสัญญาณ และนำสัญญาณที่ได้จากการ Comparator มาผ่านวงจร D-Flip-Flop เพื่อที่จะปรับสัญญาณให้ออกตามเงื่อนไขที่ต้องการตลอดทั้งสัญญาณ และส่งออกไปแสดงผลยังตัวแสดงผล เช่น หลอด LED หรือ วงจรนับ

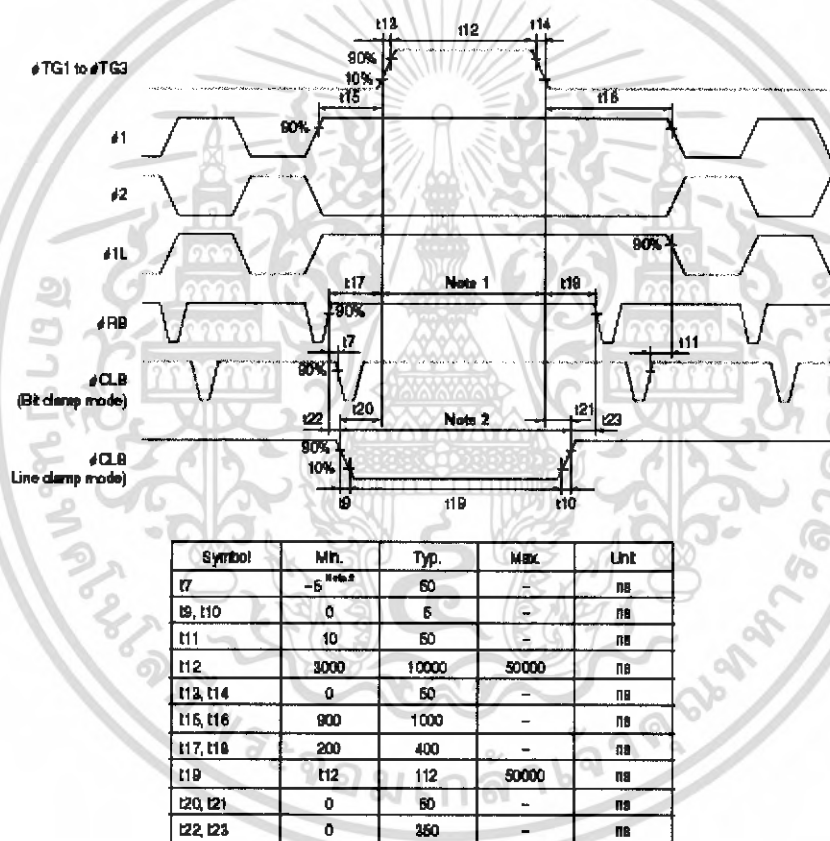


รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมอธิบายการทำงานของวงจร

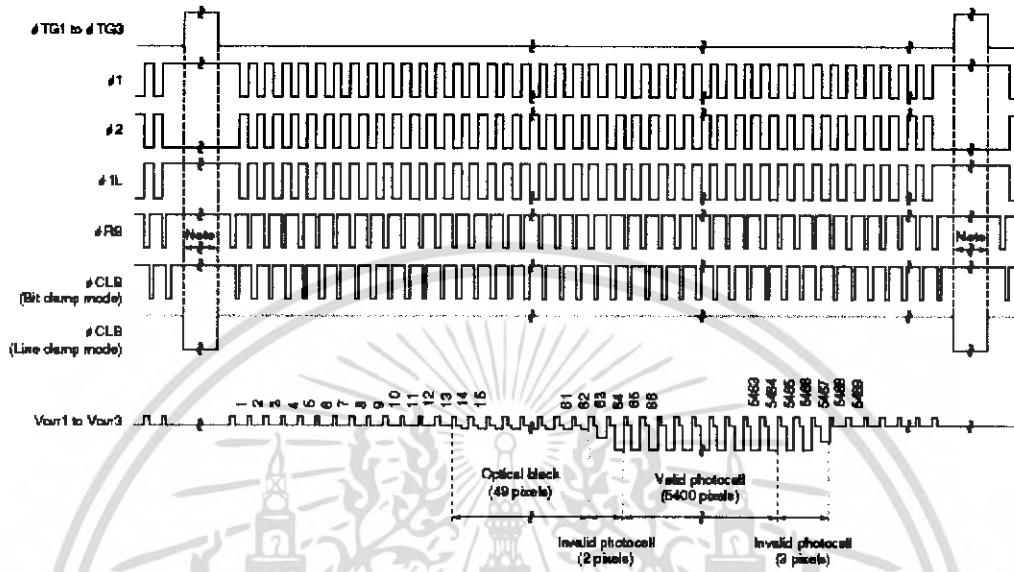
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. การทำงานของวงจร Drive CCD

วงจร Drive CCD เป็นวงจรที่ใช้สร้างสัญญาณที่จ่ายให้กับตัว CCD เพื่อให้ CCD ทำงานได้ตามช่วงเวลาที่ต้องการ โดยการที่จะ Drive CCD ได้นั้นเราจะต้องสร้างสัญญาณหลักด้วยกันดังนี้ คือ สัญญาณ ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_{TG} , ϕ_{CLB} , ϕ_{RB} , ϕ_{1L} ซึ่งทั้งหมดนี้จะถูกสร้างขึ้นจากการนำสัญญาณความถี่มาผ่านวงจรหารความถี่ และนำมารวมกันทางลอจิก จึงทำให้ได้สัญญาณตามที่ต้องการ ซึ่งสัญญาณทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กันทางความถี่และมีค่าช่วงเวลาตามที่ตัว CCD ต้องการดังรูป



รูปที่ 4.2 ช่วงความกว้างของช่องสัญญาณต่างๆ

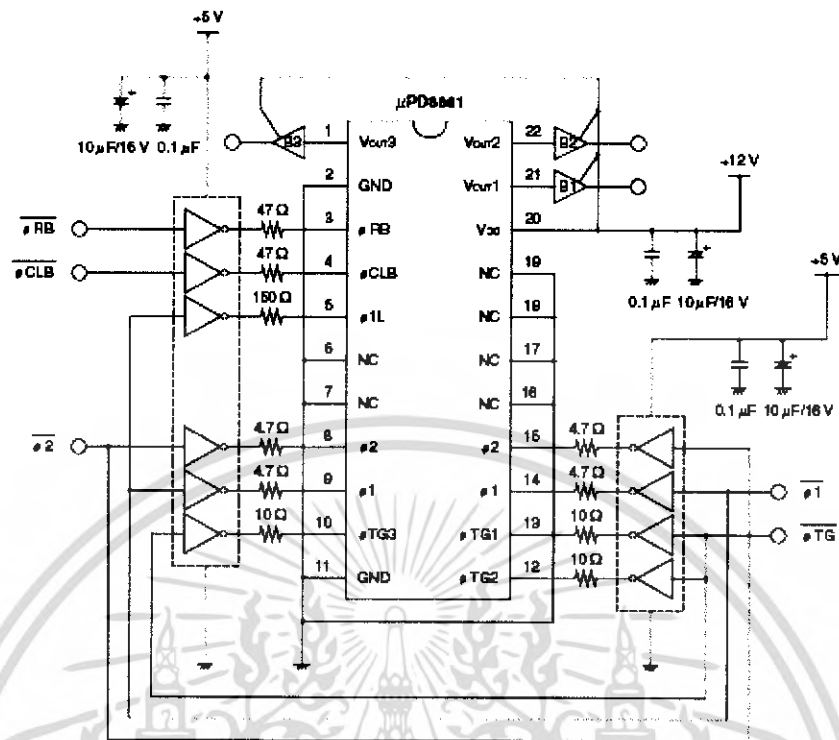


รูปที่ 4.3 รูปสัญญาณต่าง ๆ ที่จ่ายให้กับ CCD

4.3. การทำงานของ CCD

การทำงานของ CCD จะเป็นการส่งคลื่นความถี่เข้าหาวัตถุที่จะตรวจจับ โดยใช้แสงสว่างของหลอดไฟเป็นตัวช่วยในการเพิ่มแสง และใช้กระจกในการสะท้อนแสงรวมถึงการใช้เลนส์ในการรวมแสงเพื่อให้ได้ภาพที่มีความคมชัดและถูกต้อง เมื่อ CCD ส่งคลื่นความถี่ไปตกกระทบบนผิววัตถุ จะทำให้เกิดการดูดซับของคลื่นที่ขึ้นบนวัตถุและสะท้อนความถี่ที่ไม่ต้องการกลับมาซึ่งนั่นจะเป็นตัวบอกให้ CCD รู้ว่าสีที่ตรวจจับเป็นสีอะไรและมีรายละเอียดอะไรบ้าง โดยในการฉายแสงแต่ละครั้งก็จะมีมีการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่ในแต่ละพิกเซล ซึ่ง CCD ที่ใช้จะเป็นประเภทการสแกนภาพทั้งแถว และสัญญาณภาพที่ได้จะออกมาในช่วงความถี่ของสีหลัก คือ RGB และจะถูกนำไปเปรียบเทียบเพื่อให้ได้รูปที่เหมือนจริงมากที่สุด สำหรับการใช้งานสำหรับการตรวจจับผลผลิตทางการเกษตรนี้เลือกใช้เพียงสีเขียวก็พอเมื่อได้สัญญาณที่ต้องการแล้วจะถูกส่งไปยังขั้นตอนอื่น ๆ

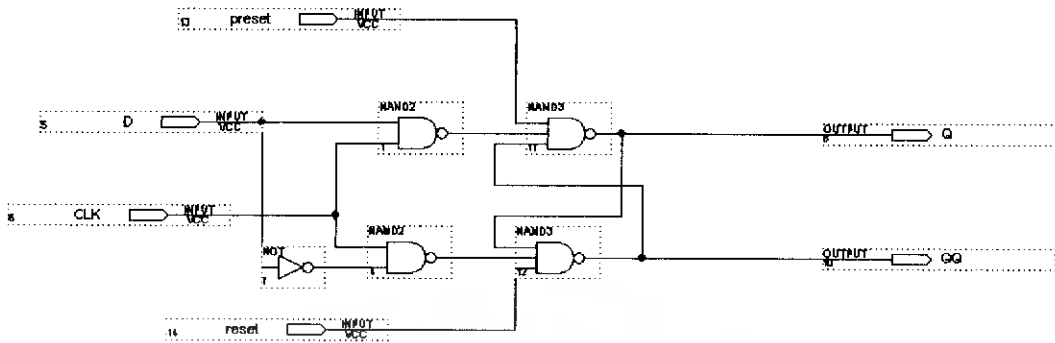
ตัว CCD จะทำงานได้ในช่วงเวลาที่ต้องการก็จะขึ้นอยู่กับสัญญาณที่เราใช้ Drive CCD ซึ่งตัว CCD จะมีขาสัญญาณหลักที่จะรับสัญญาณจากภายนอกคือรูป และสัญญาณที่จะทำให้ตัว CCD ทำงานได้นั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กันแต่ละช่วงเวลาด้วย



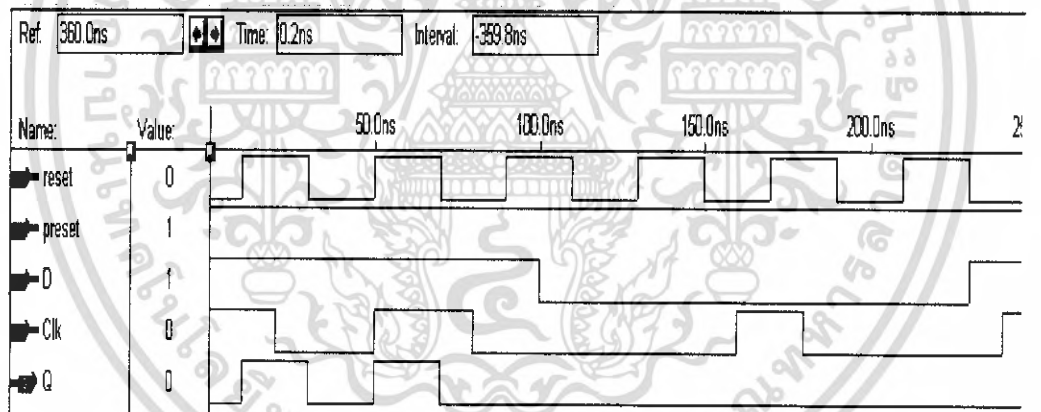
รูปที่ 4.4 วงจรการทำงานของ CCD

4.4. การทำงานของดี ฟลิปฟลอป (D Flip Flop) 74HC74

การทำงานของ ดี ฟลิปฟลอปจะเป็นการทำงานเปรียบเสมือนตัวเปรียบเทียบสัญญาณที่เข้ามา เพื่อที่จะกำหนดสัญญาณ Output ตามความต้องการที่จะนำสัญญาณออกไปใช้งาน คือ จะเริ่มทำงานเมื่อมีการจ่ายสัญญาณให้กับขาต่างๆ โดยจะได้รับสัญญาณดังนี้ ขา CLR = สัญญาณที่ออกมาจาก CCD (ซึ่งสัญญาณนี้ถูกการคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว) ขา D = 1 , ขา SET= 1 และขาที่จ่ายสัญญาณ Clock เพื่อใช้กำหนดช่วงสัญญาณในการทำงาน ซึ่งจะเริ่มพิจารณาที่ขา Set หรือ Reset ก่อน โดยเลือกใช้งานได้ตามความต้องการ เช่น จากการทดลองเลือกใช้ขา Reset และให้สัญญาณที่ขา Reset เป็น 0 จะทำให้ ดีฟลิปฟลอปทำงานทันทีโดยไม่สนใจสัญญาณที่ขาอื่น ๆ และจะทำให้ค่าสัญญาณที่ขา Q มีค่าเป็น 0 แต่ถ้าขา Reset ได้รับสัญญาณที่เป็น 1 จะทำให้ขา Reset อยู่ในสภาวะไม่ทำงานหรือเกิดการไม่สนใจขานี้ทันทีโดยจะเริ่มมาพิจารณาการทำงานของขาต่อไปคือขา Clock ซึ่งการทำงานของ Clock จะถูกสั่งให้ทำงานในขอบขาขึ้นหรือเมื่อได้รับสัญญาณเป็น 1 และเมื่อพิจารณาขา Clock เรียบร้อยแล้วจะเริ่มทำการพิจารณาข้อมูลที่เข้าขา D ต่อไป ถ้าขา D มีสัญญาณเข้า 1 สัญญาณออกที่ขา Q ก็เป็น 1 แต่ถ้าขา D มีสัญญาณเข้า 0 สัญญาณที่ขา Q จะออกมาเป็น 0 ด้วยคังทามมิงไดอะแกรม ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 4.5 วงจรการทำงานของ D-Flip-Flop



รูปที่ 4.6 Timing Diagram ของ ดี- ฟลิปฟลอปจากข้อมูลวงจรถจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

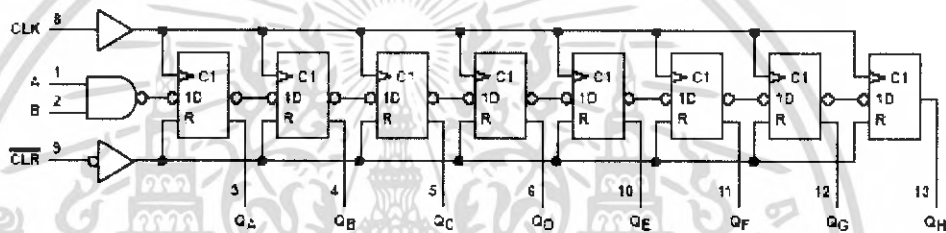
4.5. การทำงานของ Shift Register

จะเป็นการแปลงข้อมูลแบบส่งเข้าอนุกรม เปลี่ยนให้ส่งออกเป็นแบบขนาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้งานต่อ

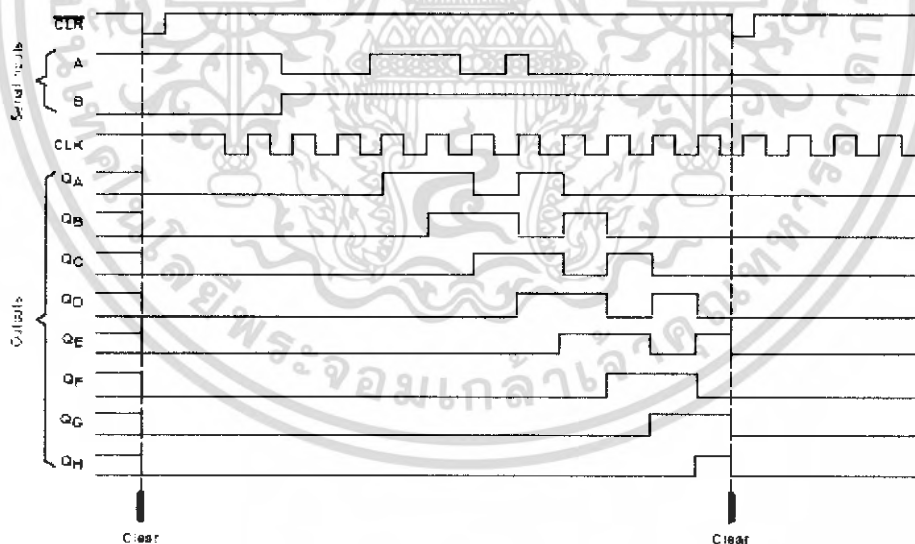
ตัวเลื่อนข้อมูลแบบ SIPO สามารถนำเอาทั้งหมดมาใช้ได้ใน 2 ลักษณะ คือ

- นำเอาทั้งหมดขนานมาใช้ คือ OUTPUT QA, QB, QC และ QD
- นำเอาทั้งหมดอนุกรมมาใช้ คือ จาก QA มาใช้ การนำเอาทั้งหมดขนานมาใช้ จะต้องอาศัยการเลื่อน 4 จังหวะ จึงจะได้ข้อมูลมาครบถ้วน ส่วนข้อมูลอนุกรมจะได้ครบก็ต่อเมื่อต้องอาศัยการเลื่อน 8 จังหวะ

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการใช้ฟลิปฟล็อปชนิด D ในการเลื่อนข้อมูลแบบรับเข้าอนุกรม และส่งออกแบบขนาน



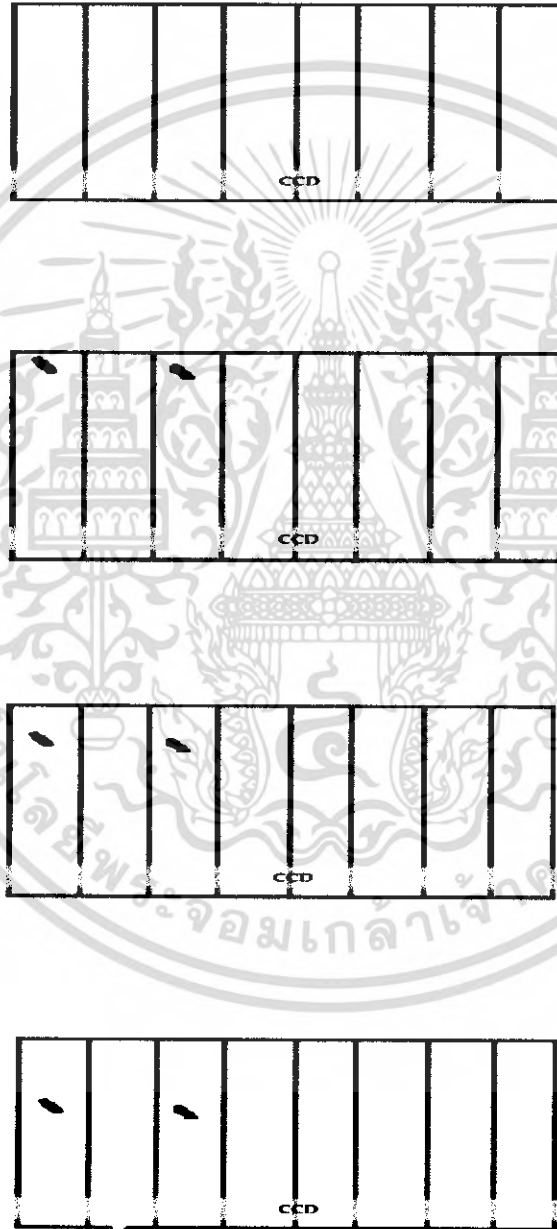
รูปที่ 4.7 การนำ D FLIPFLOP มาจัดวงจรเป็นรับเข้าแบบอนุกรม และส่งออกแบบขนาน



รูปที่ 4.8 หลังจากมีสัญญาณ CLOCK เข้ามาครบ 8 ลูก DATA ที่ส่งเข้ามาในจังหวะที่สัมพันธ์กับสัญญาณ CLOCK จะปรากฏออกมาที่ ขา QA, QB, QC, QD, QE, QF, QG และ QH

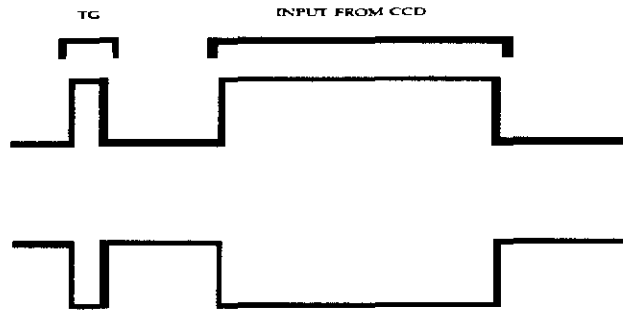
การรับข้อมูลแบบอนุกรมในลักษณะนี้สัญญาณ CLOCK ของฝ่ายรับจะต้องมีคาบเวลาเท่ากับสัญญาณ CLOCK ของฝ่ายหลัง (แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสัญญาณเดียวกัน) ข้อมูลที่รับได้จึงจะเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง

4.6. รูปและกระบวนการการตรวจจับภาพด้วย CCD

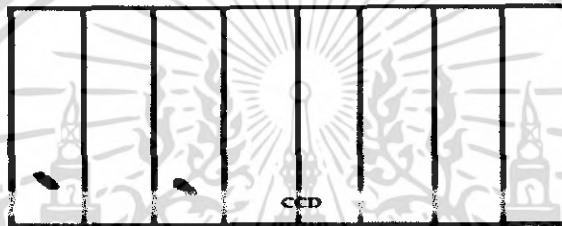


รูปที่ 4.9 แสดงการเคลื่อนที่ของเมล็ดข้าวตอกขาวที่ผ่านการตรวจจับของ CCD ในขนาด 8 ช่อง

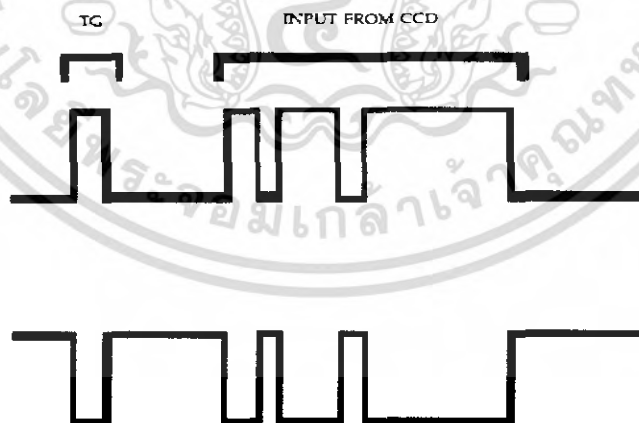
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 สัญญาณที่ส่งมาจากวงจร Buffer เป็นสัญญาณดิจิทัล และสัญญาณที่ได้ เป็นสัญญาณที่ CCD ตรวจพบข่าวสีขาว



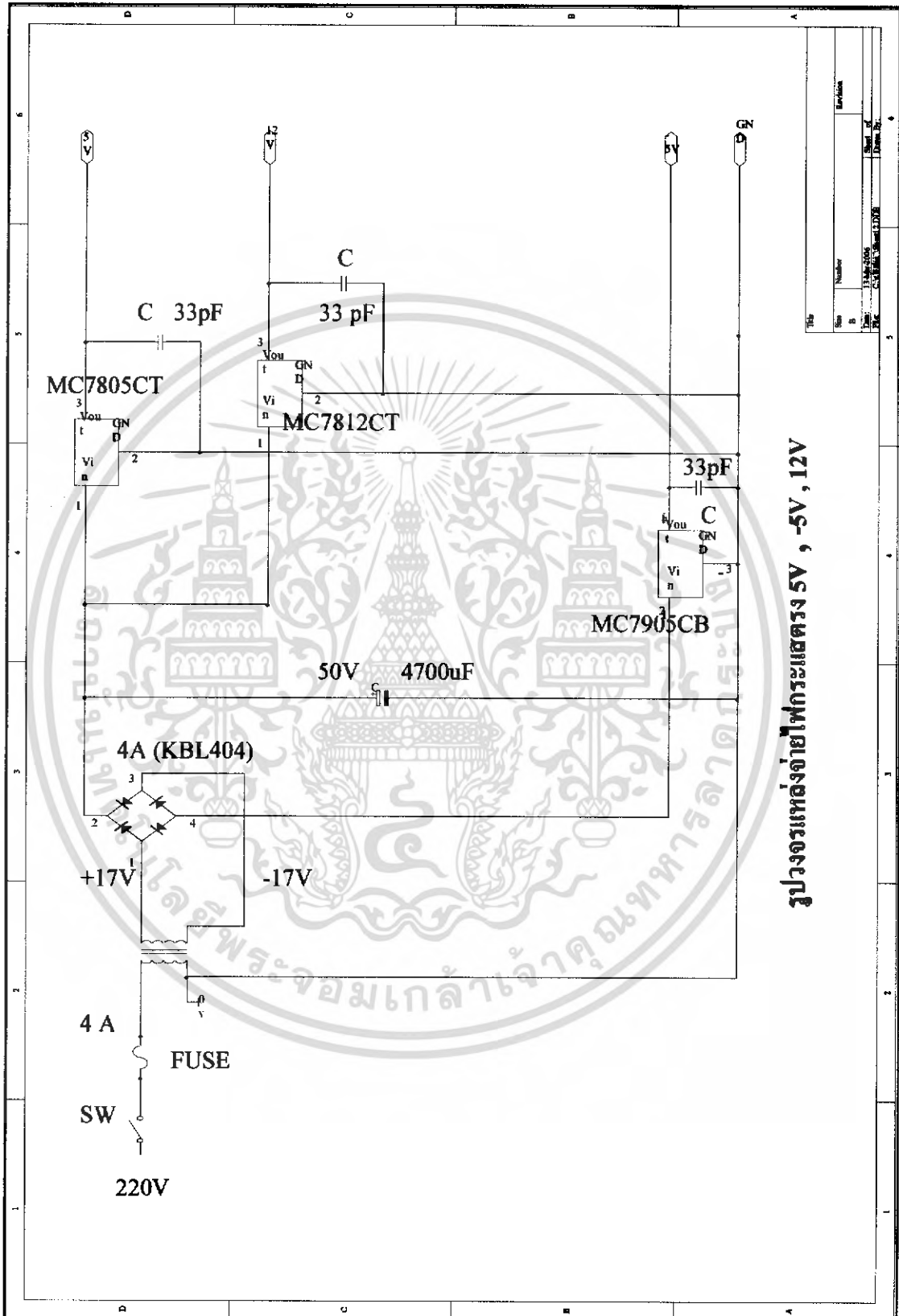
รูปที่ 4.11 แสดงการเคลื่อนที่ของเมล็ดข่าวสีดำที่ผ่านการตรวจจับของ CCD ในรางขนาด 8 ช่อง



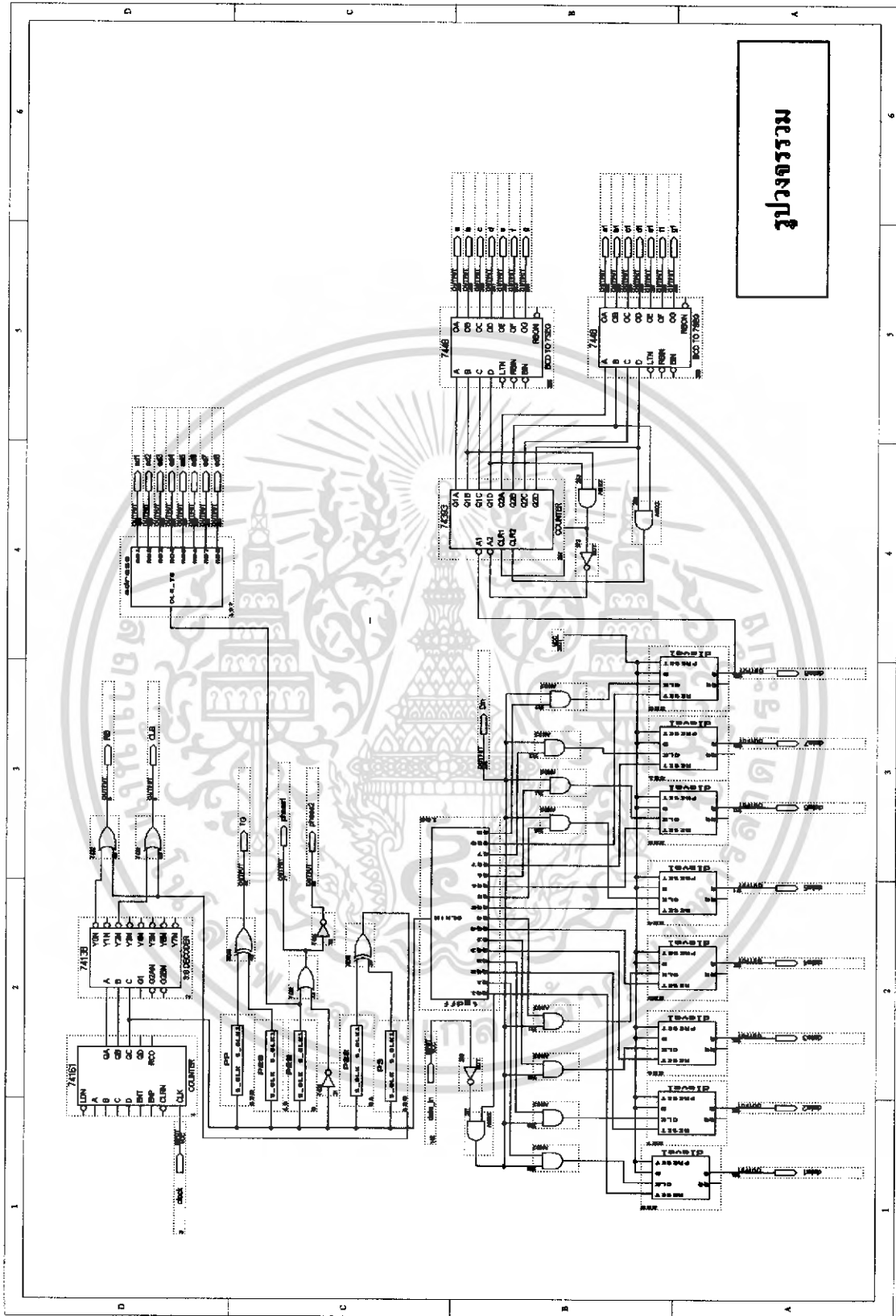
รูปที่ 4.12 สัญญาณที่ส่งมาจากวงจร Buffer เป็นสัญญาณดิจิทัล และสัญญาณที่ได้ เป็นสัญญาณที่ CCD ตรวจพบข่าวสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7. วงจรการทำงาน

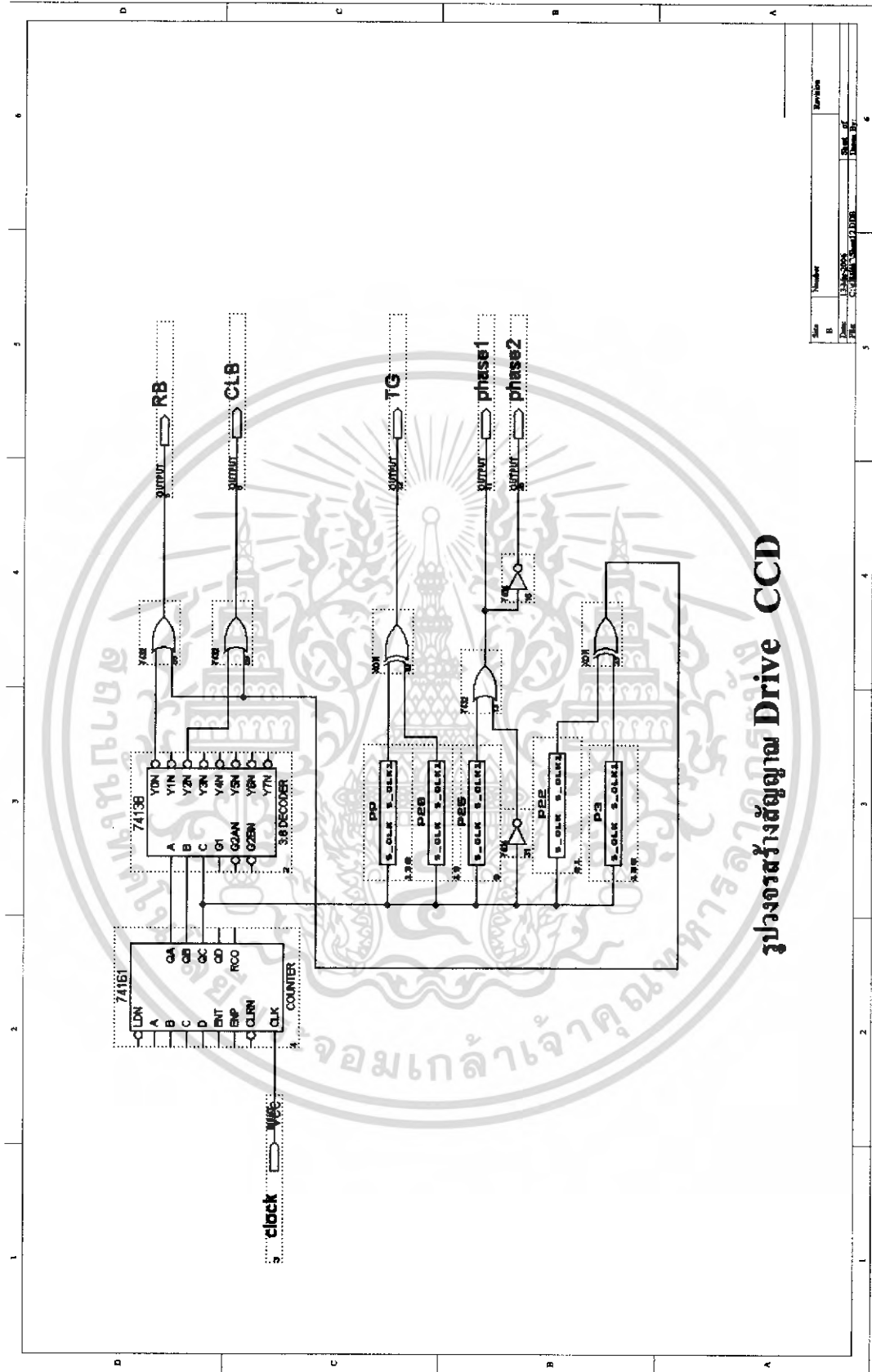


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปวงจรรวม

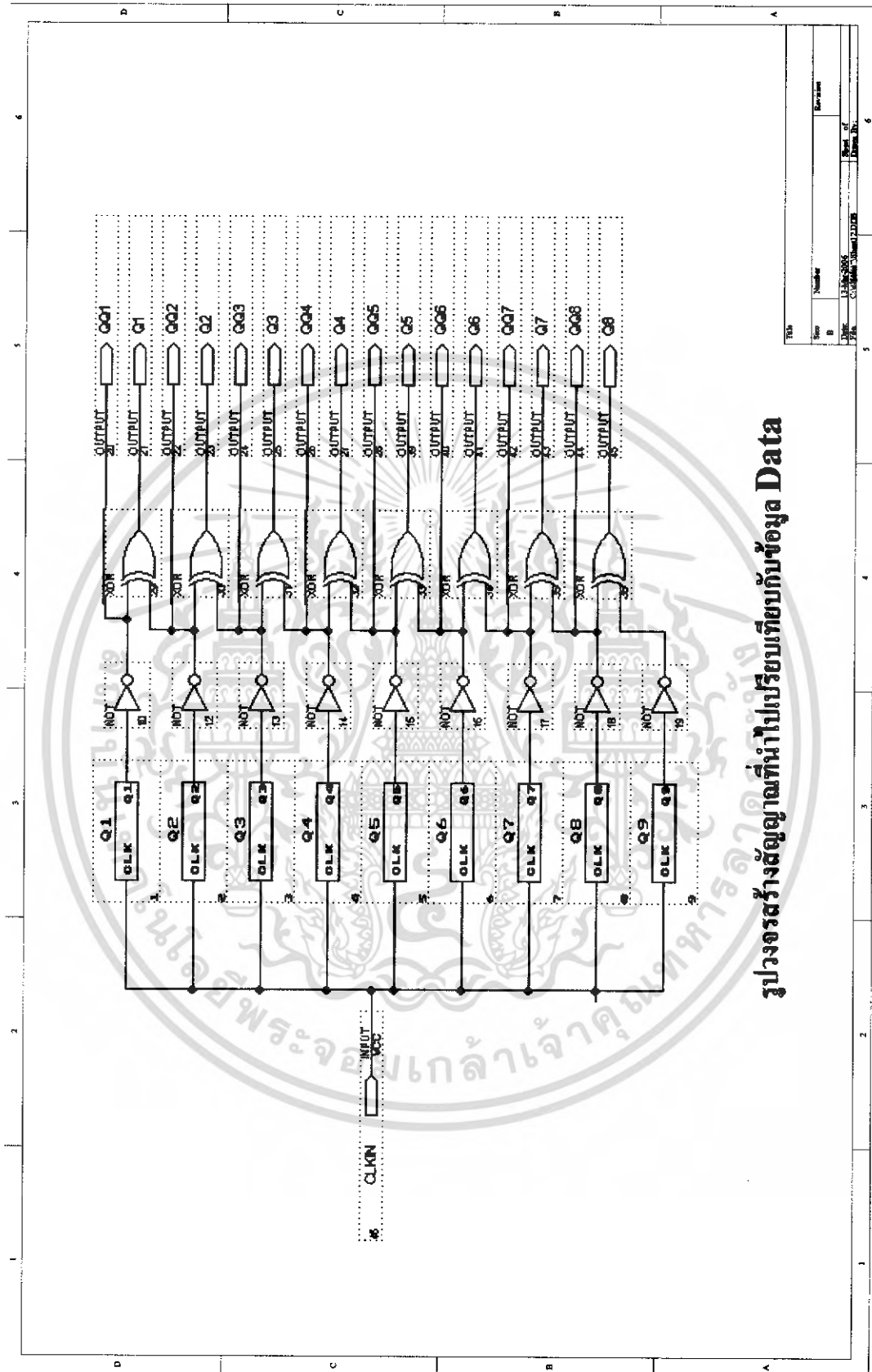
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



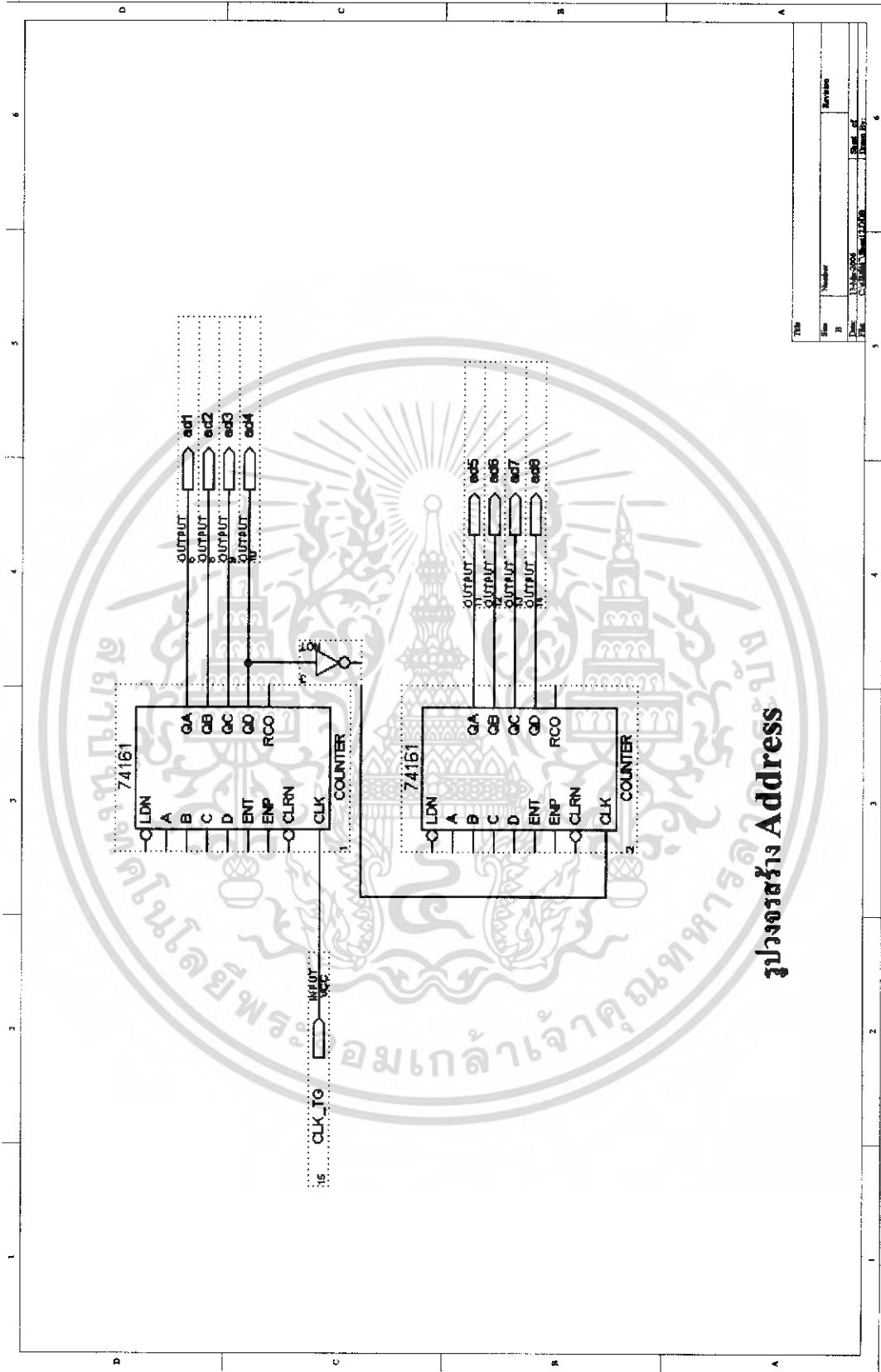
แผงวงจรมอเตอร์ Drive CCD

Size	Number	Revision
B	13342002	
File	CCD Drive (1) DIB	Sheet of
		Drawn By

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

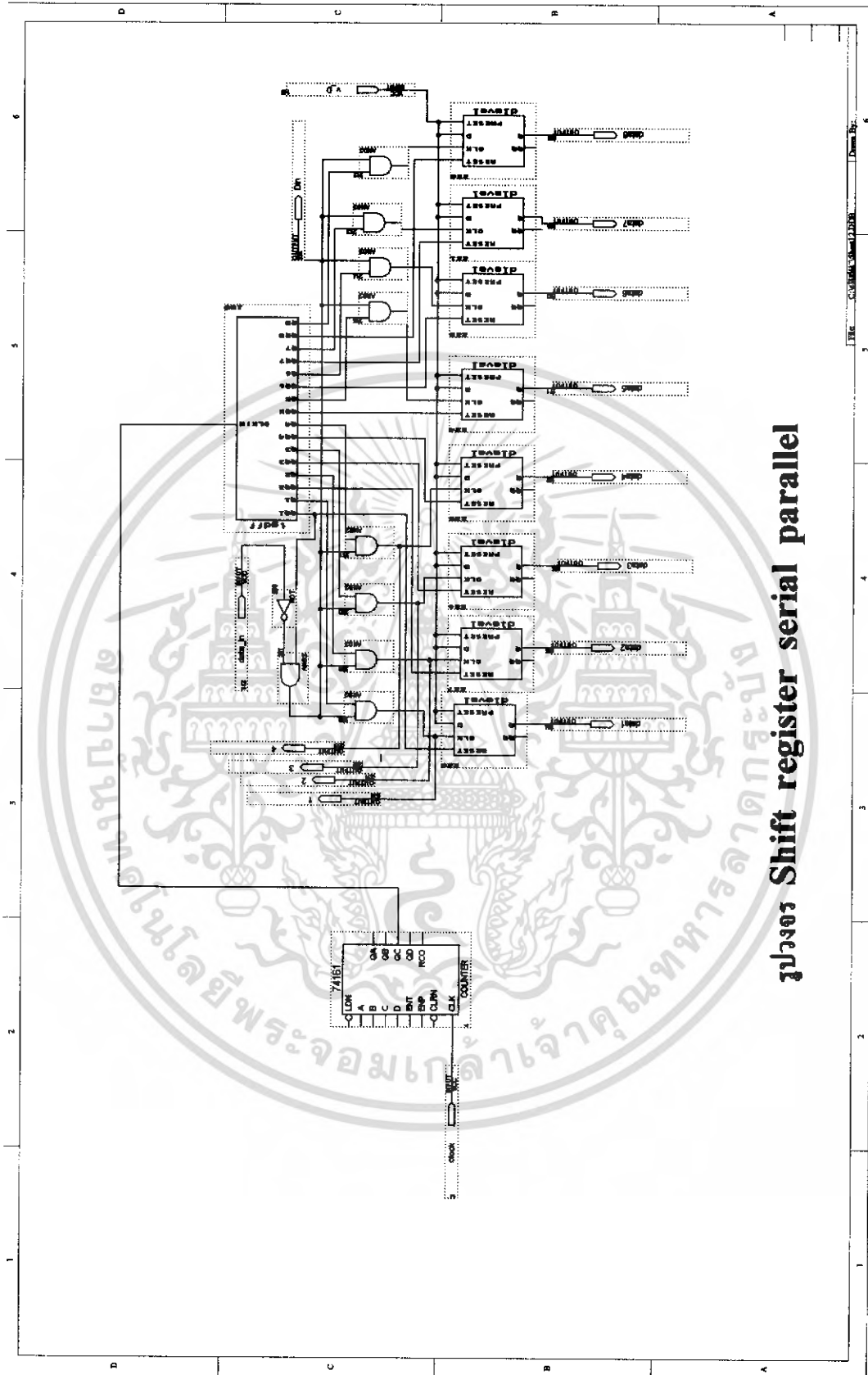


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

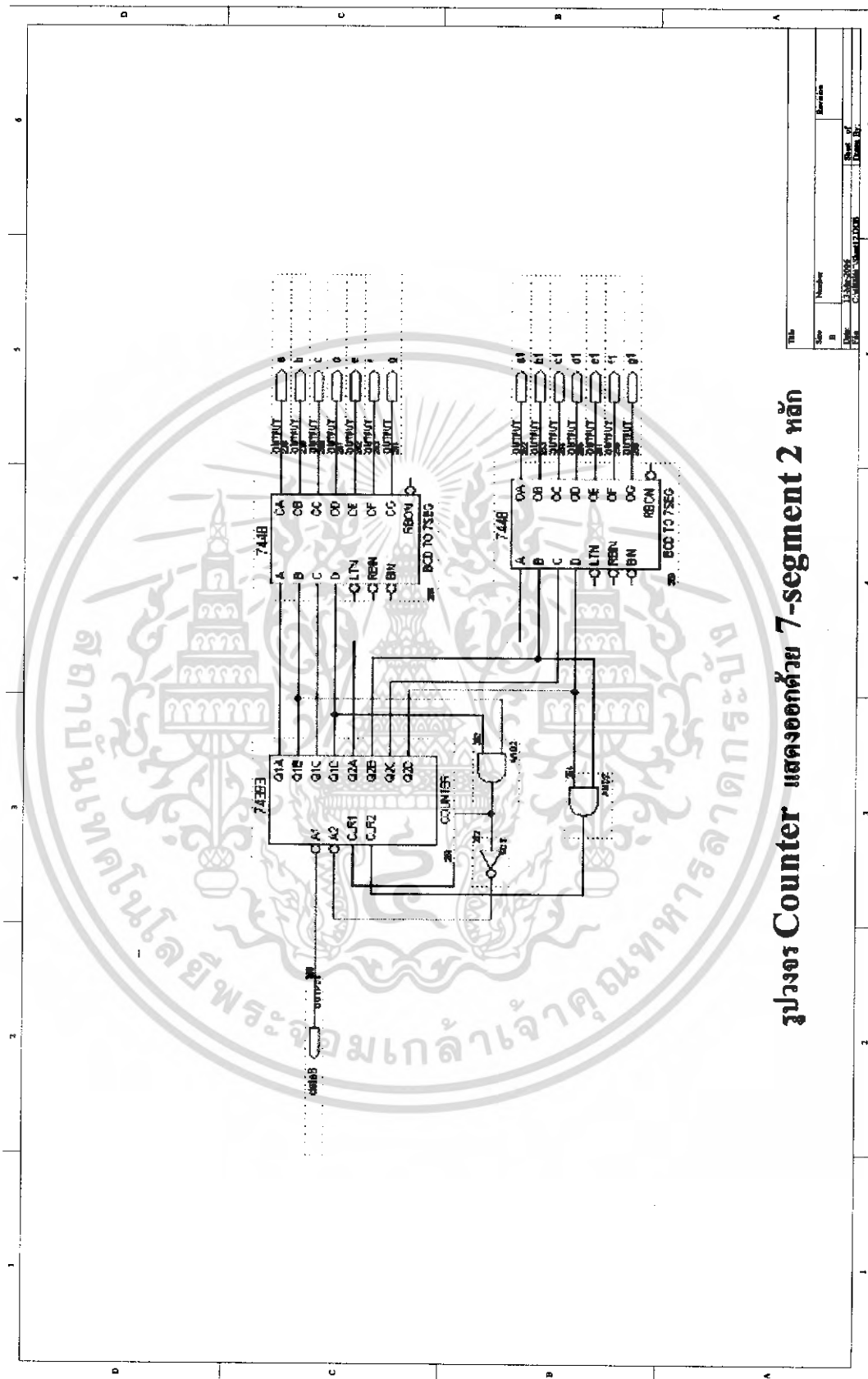


รูปวงจรรหัส Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปวงจร Counter แสดงออกด้วย 7-segment 2 หลัก

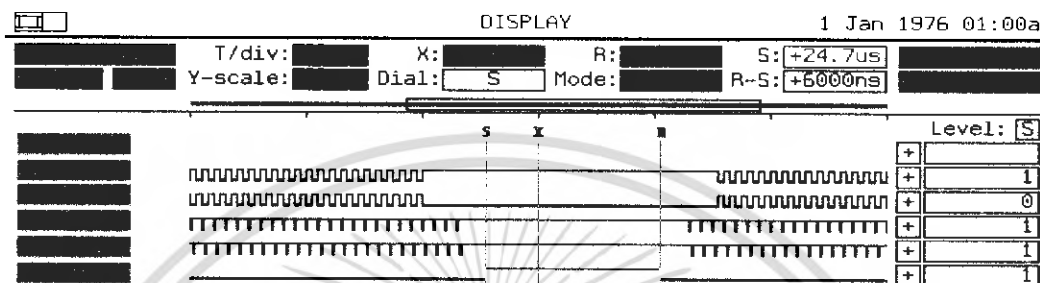
Title	7448-2005		
Size	A	Number	1
File	C:\Users\Student\Desktop	Sheet of	1
		Drawn By	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

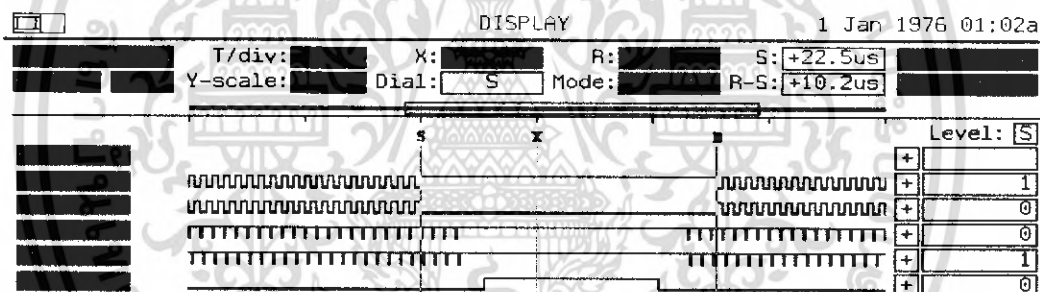
บทที่ 5

ผลการทดลอง

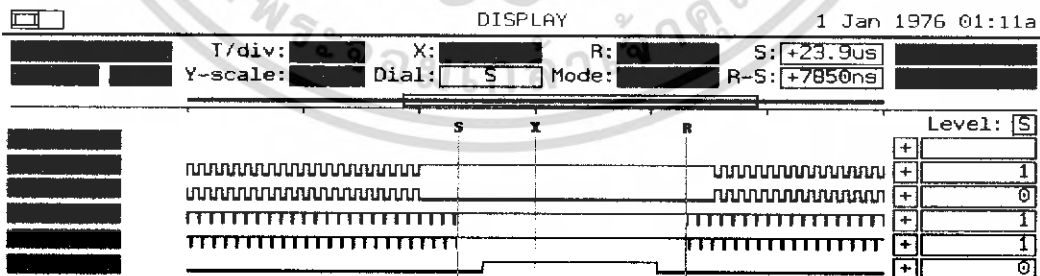
5.1. การทดลองวัดสัญญาณต่างๆ



รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปสัญญาณที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจ่ายให้กับตัว CCD โดยแสดงค่าช่วงเวลาของ TG

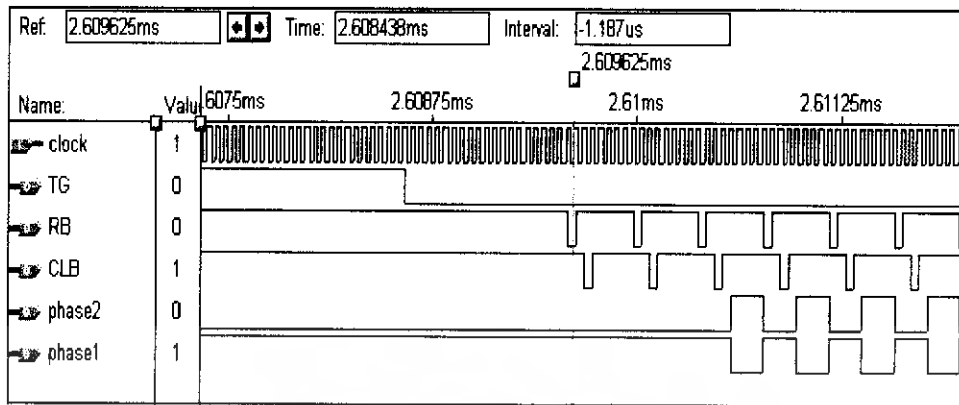


รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปสัญญาณที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจ่ายให้กับตัว CCD โดยแสดงค่าช่วงเวลาของ ๑1, ๑2

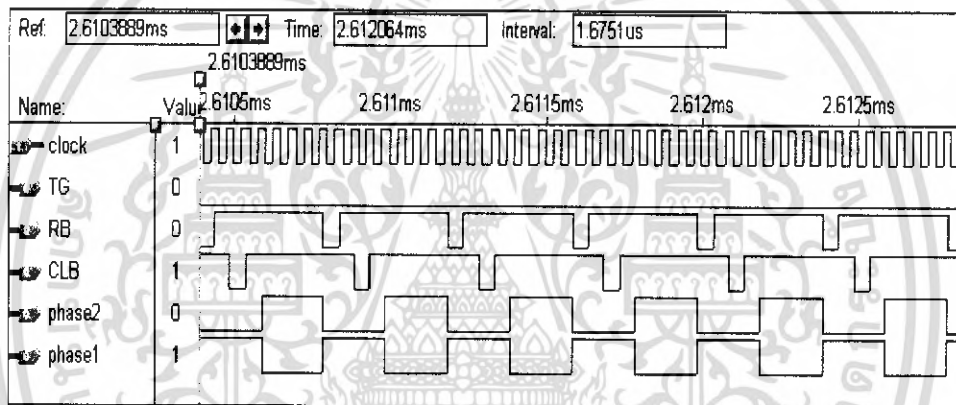


รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปสัญญาณที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจ่ายให้กับตัว CCD โดยแสดงค่าช่วงเวลาของ RB, CLB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงช่วงสัญญาณการเปรียบเทียบข้อมูลของ CLOCK , TG , RB , CLB , PHASE1 , PHASE2 ถูกสร้างขึ้นเพื่อจ่ายให้กับตัว CCD



รูปที่ 5.5 แสดงช่วงสัญญาณการเปรียบเทียบข้อมูลของ CLOCK , RB , CLB , PHASE1 , PHASE2 ถูกสร้างขึ้นเพื่อจ่ายให้กับตัว CCD

โดยที่

ØTG คือ สัญญาณที่จ่ายให้กับขาที่ 10, 12, 13 ของตัว CCD

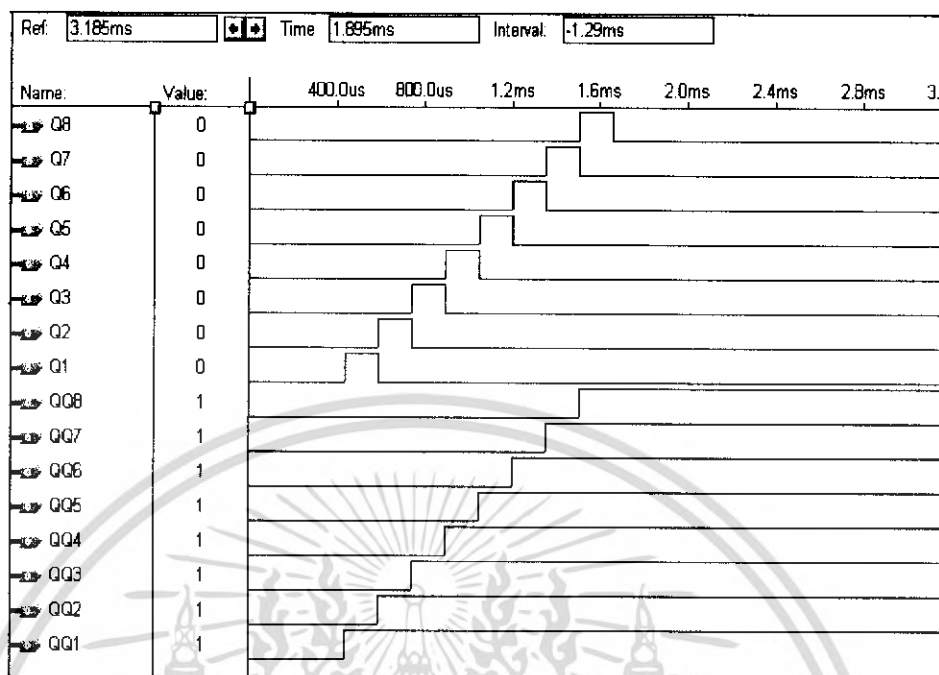
Ø1 คือ สัญญาณที่จ่ายให้กับขาที่ 5, 9, 14 ของตัว CCD

Ø2 คือ สัญญาณที่จ่ายให้กับขาที่ 8, 15 ของตัว CCD

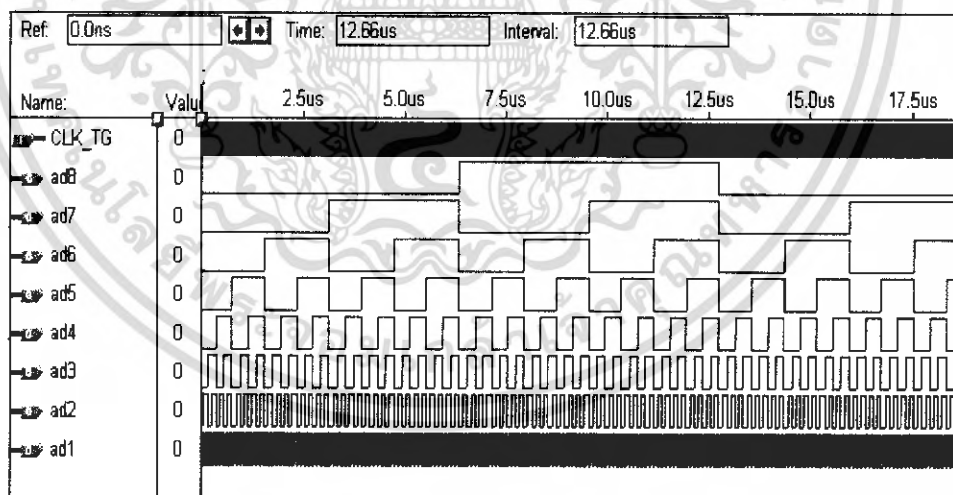
ØRB คือ สัญญาณที่จ่ายให้กับขาที่ 3 ของตัว CCD

ØCLB คือ สัญญาณที่จ่ายให้กับขาที่ 4 ของตัว CCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

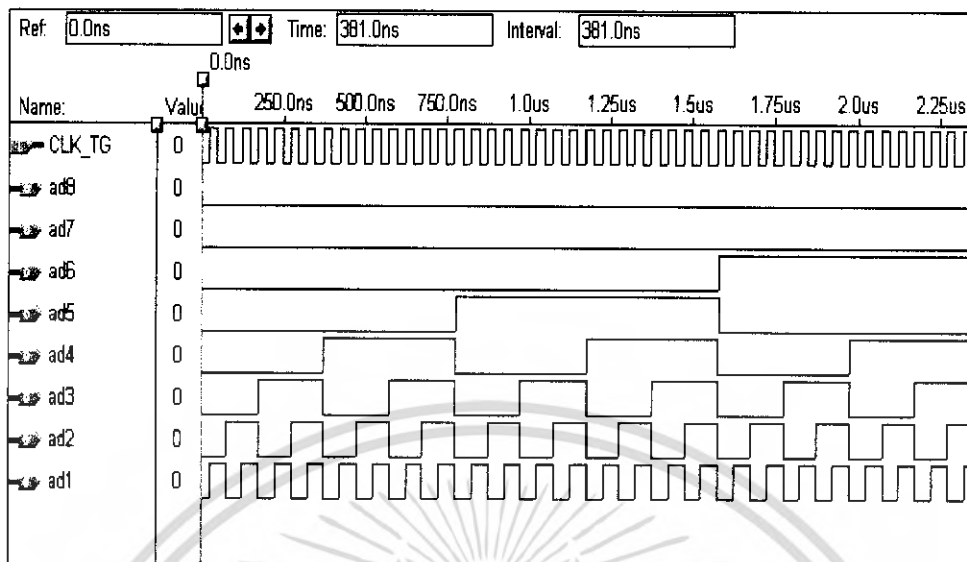


รูปที่ 5.6 สัญญาณที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจะนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ออกจาก CCD

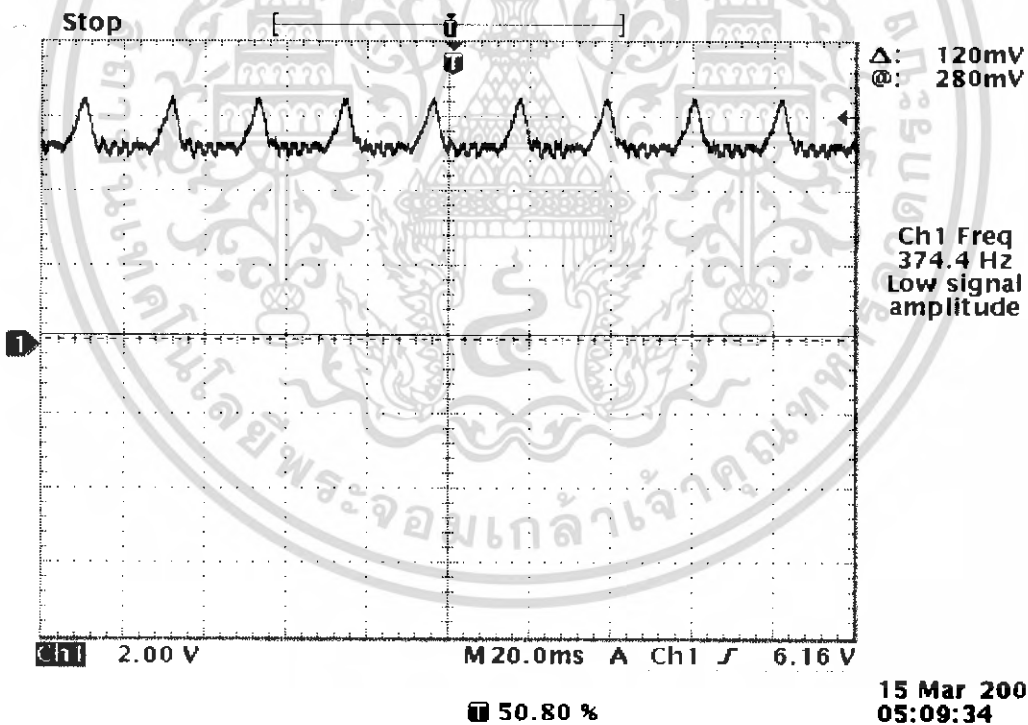


รูปที่ 5.7 สัญญาณ Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

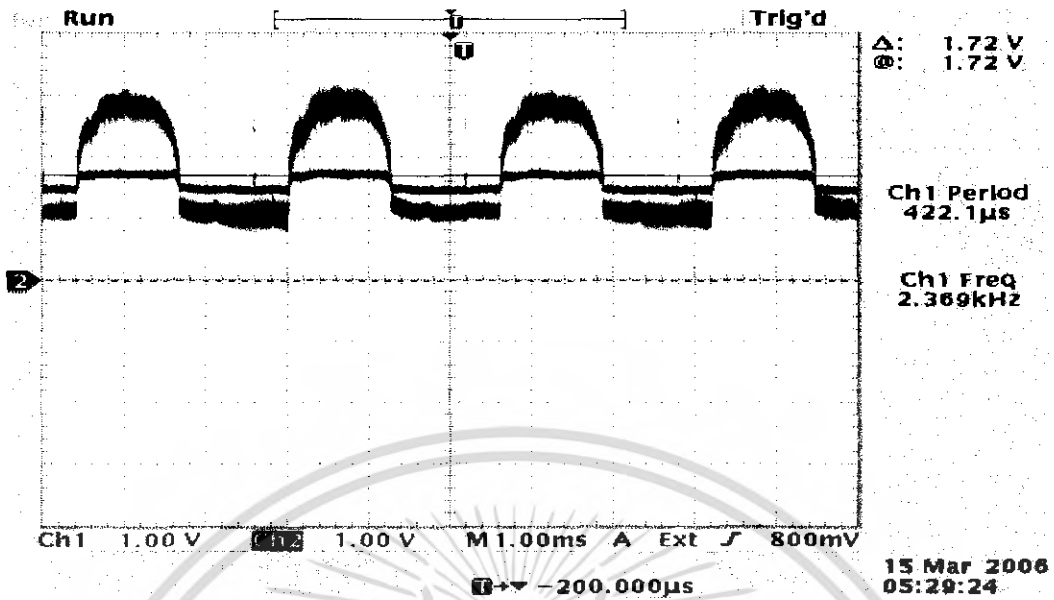


รูปที่ 5.8 สัญญาณ Address

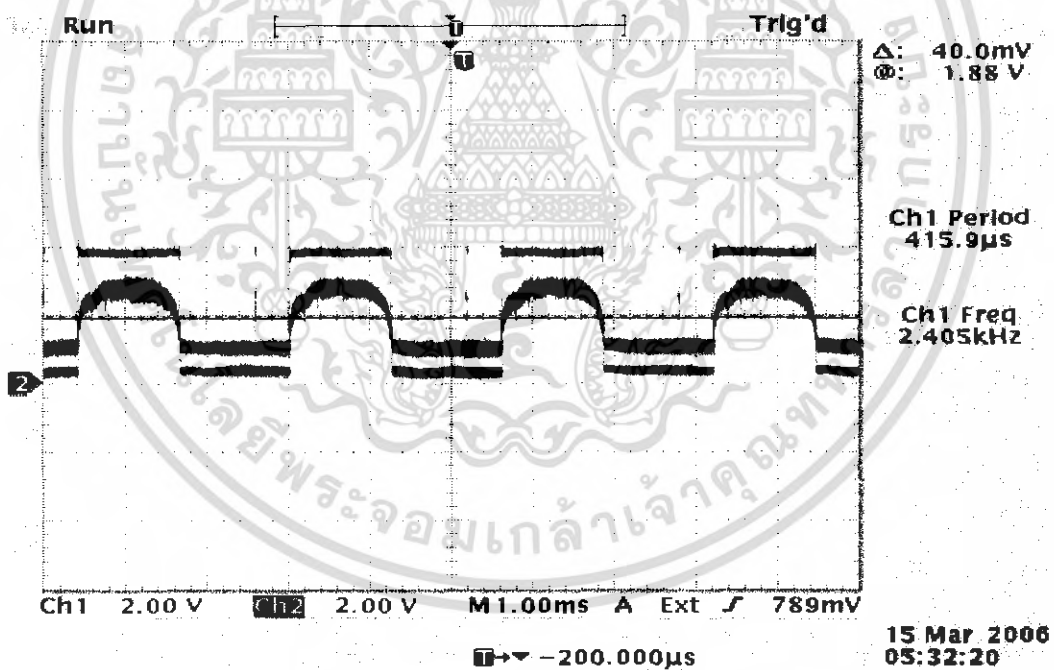


รูปที่ 5.9 สัญญาณที่ออกจาก CCD ขณะที่ยังไม่มีการตรวจจับวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

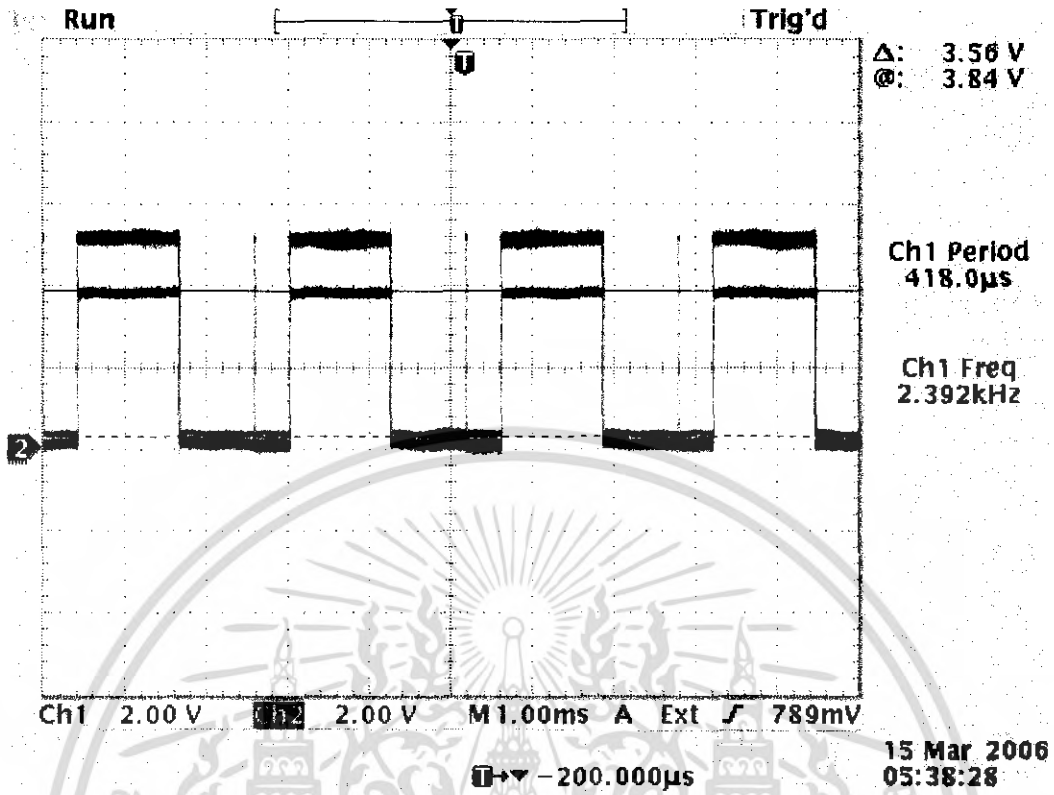


รูปที่ 5.10 สัญญาณภาพเทียบกับแรงดันอ้างอิง

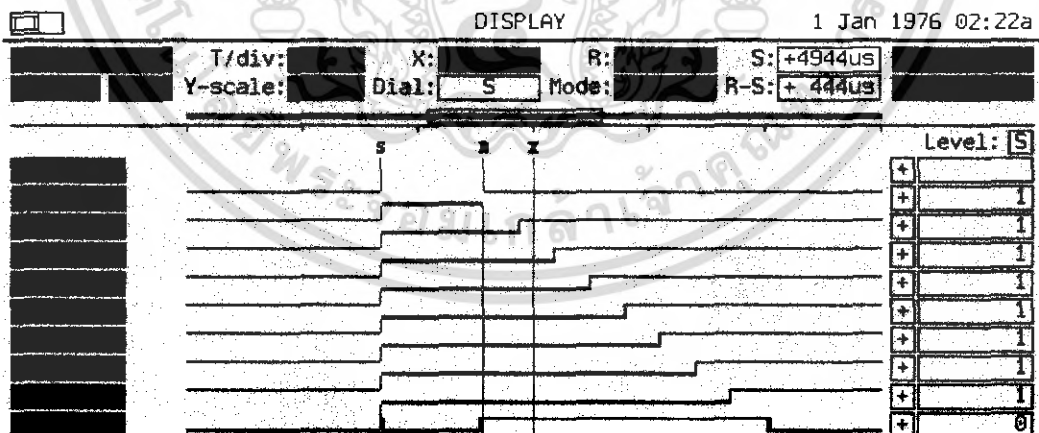


รูปที่ 5.11 สัญญาณภาพที่ผ่านวงจร Comparator เทียบระหว่างสัญญาณ Input กับสัญญาณ Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

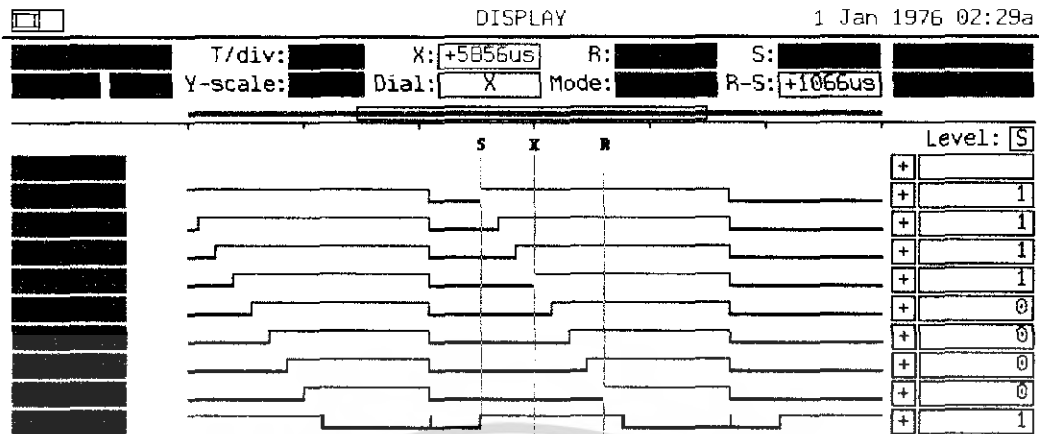


รูปที่ 5.12 สัญญาณที่ถูกขยายสัญญาณเพื่อให้ได้สัญญาณที่มีขนาด 5 V

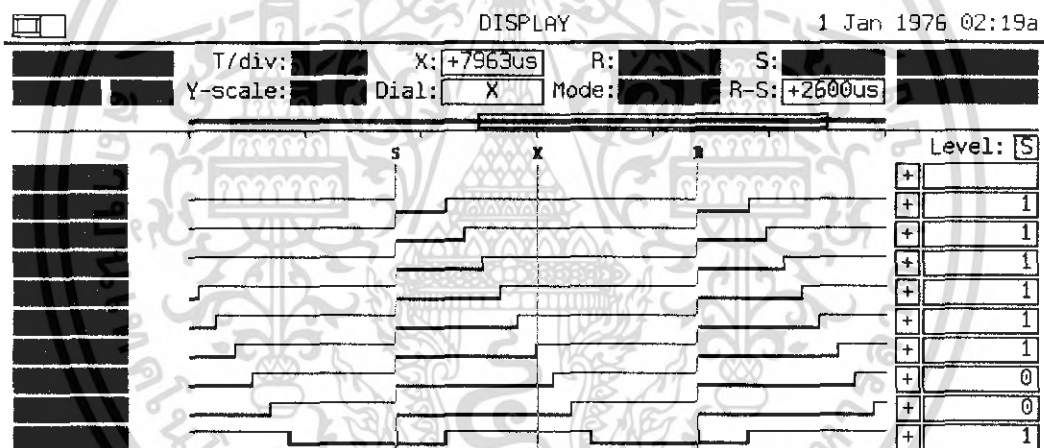


รูปที่ 5.13 สัญญาณ Data ที่ผ่าน D-Flip-flop เทียบกับสัญญาณ Signal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.14 สัญญาณ Data ที่ผ่าน D-Flip-flop เทียบกับสัญญาณ Singnal

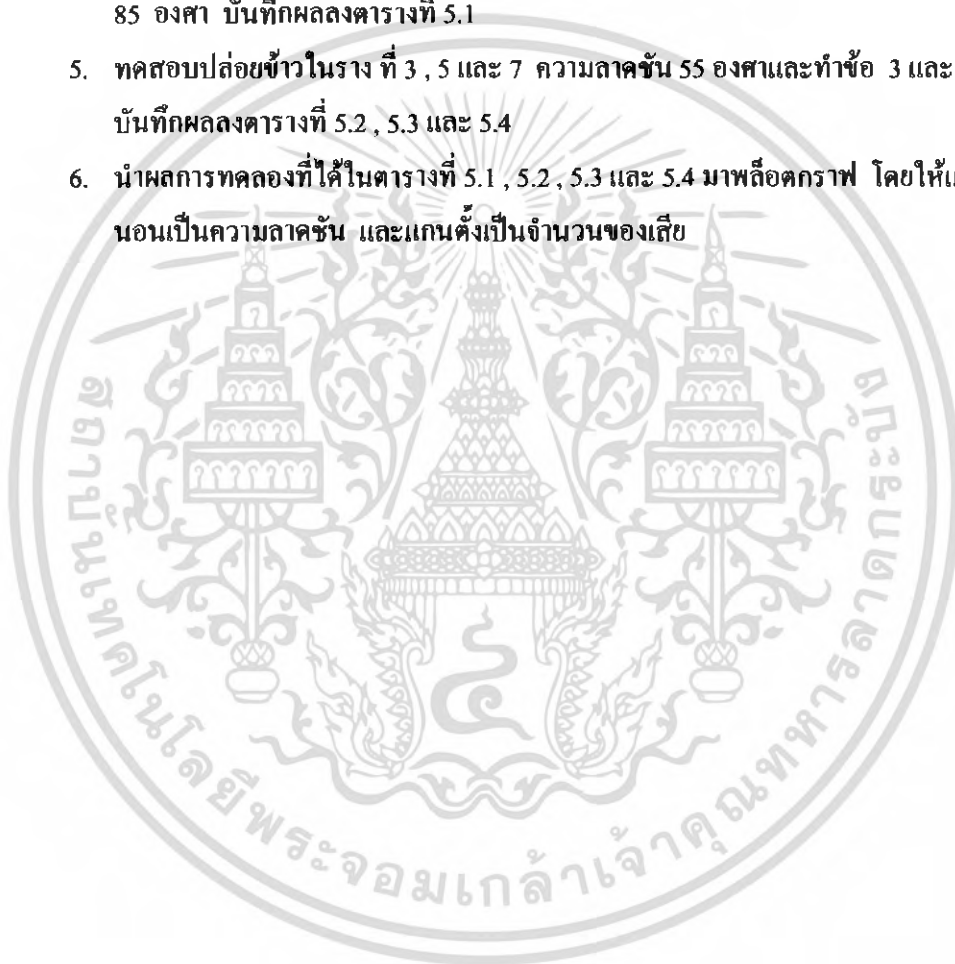


รูปที่ 5.15 สัญญาณ Data ที่ผ่าน D-Flip-flop เทียบกับสัญญาณ Singnal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2. ศึกษาผลของความลาดชันของรางที่มุมมองต่างกัน

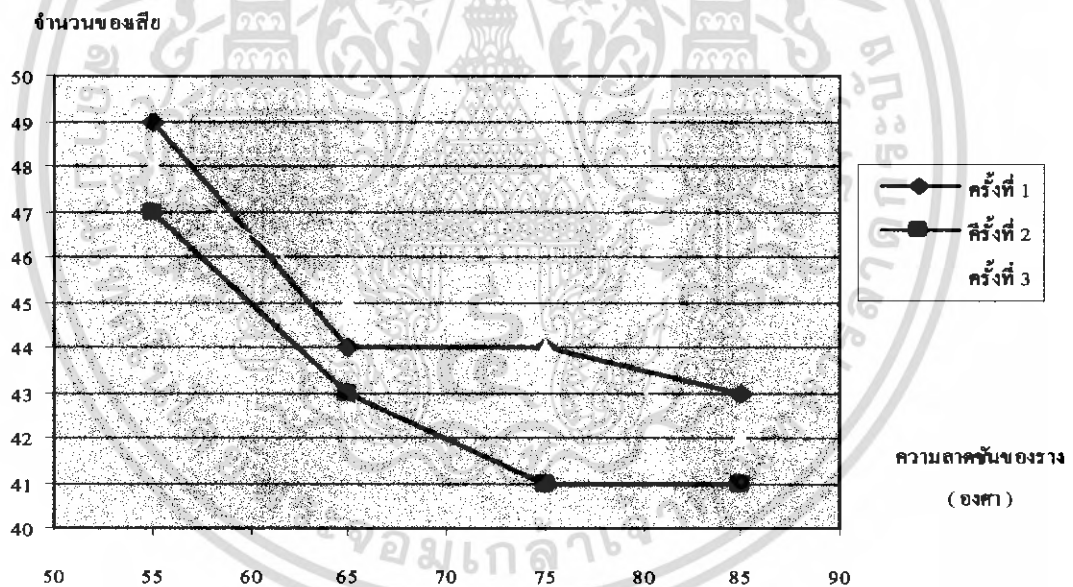
1. เตรียมผลผลิตที่ต้องการเป็นวัตถุขนาดเล็กลักษณะสีขาว เช่น ข้าว และของเสียที่ไม่ต้องการเป็นวัตถุสีดำ จำนวน 50 เมล็ด
2. ปลดปล่อยผลผลิตทั้งหมดให้ไหลตามรางที่ 1 ที่ความลาดชัน 55 องศา
3. นับจำนวนของเสียทั้งหมดที่ LCD แสดงผลของการตรวจจับ แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 5.1
4. ทำการทดลองตาม ข้อ 2 และ 3 อีก โดยเปลี่ยนความลาดชันของรางเป็น 65 , 75 และ 85 องศา บันทึกผลลงในตารางที่ 5.1
5. ทดสอบปล่อยข้าวในราง ที่ 3 , 5 และ 7 ความลาดชัน 55 องศาและทำข้อ 3 และ 4 บันทึกผลลงในตารางที่ 5.2, 5.3 และ 5.4
6. นำผลการทดลองที่ได้ในตารางที่ 5.1 , 5.2 , 5.3 และ 5.4 มาพล็อตกราฟ โดยให้แกนนอนเป็นความลาดชัน และแกนตั้งเป็นจำนวนของเสีย



ผลการทดลอง

ตารางที่ 5.1 จำนวนของเสียที่นับได้ของรางที่ 1 ในลักษณะต่าง ๆ

ครั้งที่ 1	ความลาดชันของราง (องศา)			
	55	65	75	85
1	49	44	44	43
2	47	43	41	41
3	48	45	44	42
ค่าเฉลี่ย	48	44	43	43

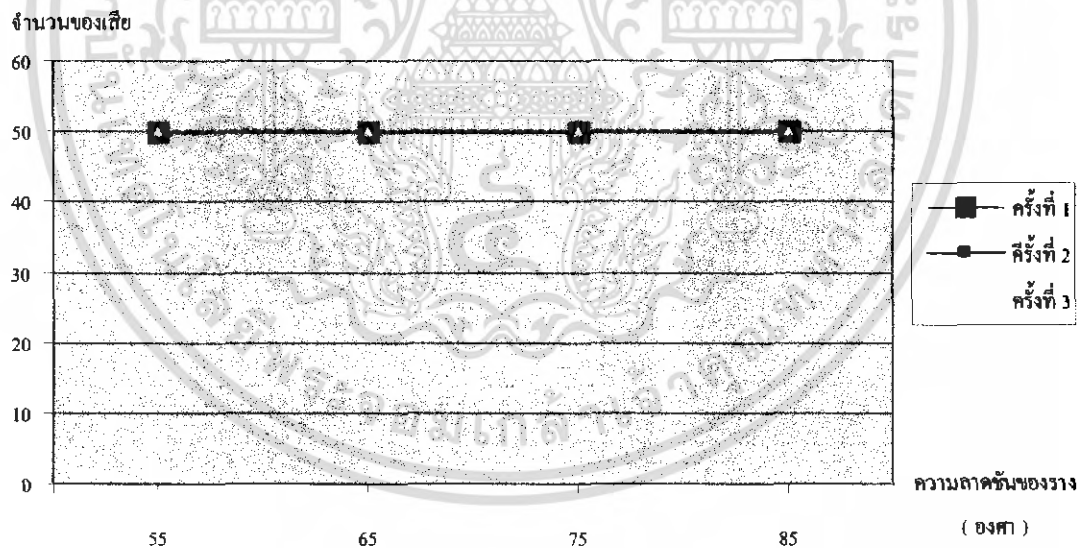


รูปที่ 5.16 กราฟแสดงความลาดชันของรางที่ 1 กับจำนวนของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 จำนวนของเสียที่นับได้ของรางที่ 3 ในลักษณะต่าง ๆ

ครั้งที่ 1	ความลาดชันของราง (องศา)			
	55	65	75	85
1	50	50	50	50
2	50	50	50	50
3	50	50	50	50
ค่าเฉลี่ย	50	50	50	50

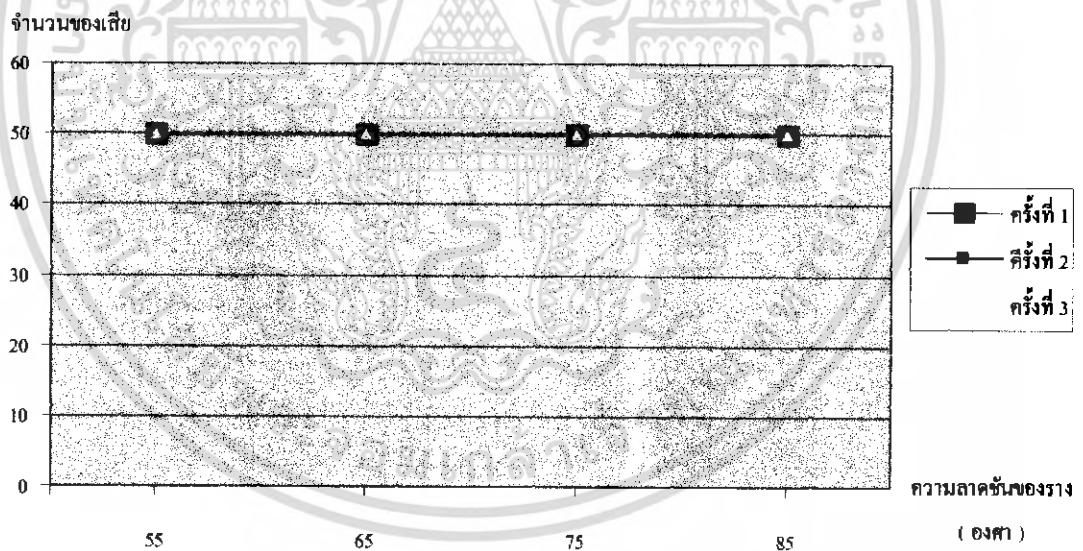


รูปที่ 5.17 กราฟแสดงความลาดชันของรางที่ 3 กับจำนวนของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 จำนวนของเสียที่นับได้ของรางที่ 5 ในลักษณะต่าง ๆ

ครั้งที่ 1	ความลาดชันของราง (องศา)			
	55	65	75	85
1	50	50	50	50
2	50	50	50	50
3	50	50	50	50
ค่าเฉลี่ย	50	50	50	50

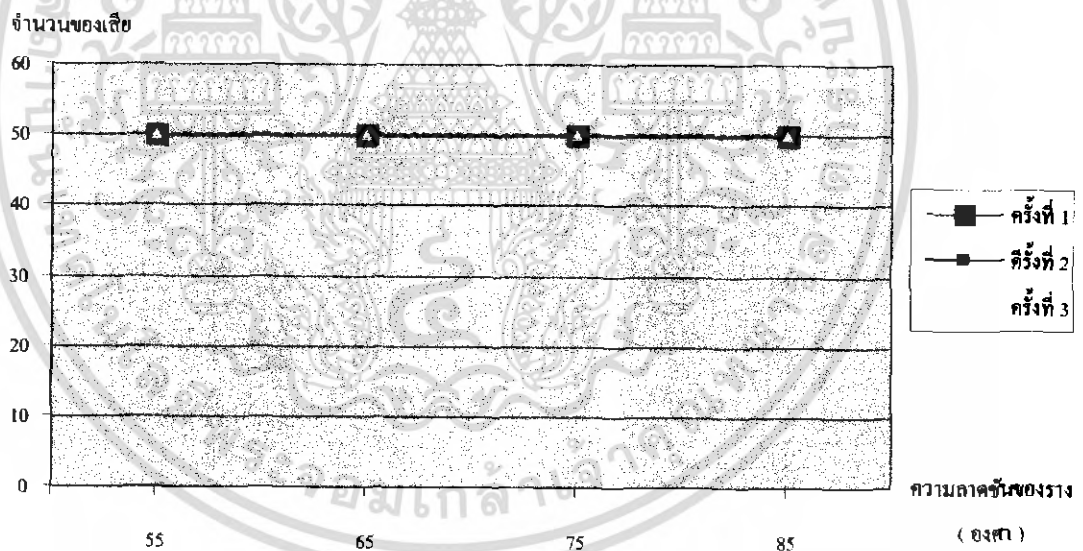


รูปที่ 5.18 กราฟแสดงความลาดชันของรางที่ 5 กับจำนวนของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 จำนวนของเสียที่นับได้ของรางที่ 7 ในลักษณะต่าง ๆ

ครั้งที่ 1	ความลาดชันของราง (องศา)			
	55	65	75	85
1	50	50	50	50
2	50	50	50	50
3	50	50	50	50
ค่าเฉลี่ย	50	50	50	50



รูปที่ 5.19 กราฟแสดงความลาดชันของรางที่ 7 กับจำนวนของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทดลองสามารถบอกได้ว่าระดับสีที่แตกต่างกัน จะมีขนาดข้อมูลที่แตกต่างกัน ซึ่งสีที่อ่อน เช่น สีขาว สีเหลืองอ่อน ๆ จะจัดเป็นสีในโทนเดียวกัน ซึ่ง ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในช่วงแรงดันต่ำ ซึ่งไม่มีผลต่อการตรวจจับ แต่ถ้าเป็นในโทนสีเข้ม เช่น สี ดำ สีน้ำเงิน จะทำให้ข้อมูลที่ได้อยู่ในช่วงแรงดันที่ต้งไว้และส่งผลต่อการตรวจจับ ยิ่งผลผลิตมีความแตกต่างของระดับความเข้มของข้อมูลมากเท่าไร วงจรการคิดแยกนี้ยิ่งมีความเที่ยงตรงมากขึ้น

ความลาดชันของรางที่มุมองศาต่างกัน จะไม่มีผลต่อการตรวจจับวัตถุของ CCD ไม่ว่ามุมในการปล่อยข่าวจะมากหรือน้อยก็ตาม CCD ก็ยังสามารถตรวจจับวัตถุแปลกปลอมที่วิ่งผ่านได้ แต่จะมีความแตกต่างที่ว่าในของเสีย 1 ชิ้น CCD จะตรวจจับได้ทั้งหมดก็จุดในเมล็ดข้าวที่วิ่งผ่านแต่ละครั้ง ถึง LED จะสว่างเพียงครั้งเดียวต่อการตรวจจับสิ่งแปลกปลอม 1 ครั้ง แต่ไม่ได้หมายความว่า CCD จะตรวจจับได้เพียงจุดเดียวต่อการตรวจจับเมล็ดข้าวในครั้งนั้น ๆ อาจจะมากกว่า 1 ก็ได้

นอกจากนี้ในการทดลอง เรายังพบข้อผิดพลาดที่เกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น สีของผลผลิตที่ไม่ได้มีสีเดียวกันทั้งหมด รวมถึงแสงสว่างที่ใช้ในการตรวจจับ และสัญญาณรบกวน ที่จะทำให้เกิดการแสดงผลเกิดการผิดพลาดได้ ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหามาได้บางส่วนโดยการควบคุมแสงไฟที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะทำการวัดผลการทดลองเสถียรยิ่งขึ้น

โครงการชิ้นนี้จะเห็นได้ว่าได้ประสบผลตามจุดมุ่งหมายหลายส่วนแต่ยังมีอีกหลายส่วนที่ต้องทำการพัฒนาและปรับปรุงต่อไป เช่น ในด้านการควบคุม การประมวลผล และอื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของการตรวจจับดีกว่าที่ทดลองไว้

บรรณานุกรม

ชำนาญ ปัญญาใส และ วัชรกร หนูทอง, ภาษา VHDL สำหรับการออกแบบวงจรดิจิทัล
ชั้นขั้วดี ฟังแสงโชติช่วง และคณะ, Digital System Design การออกแบบระบบดิจิทัล,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
พรชัย ศรีปัญญาพงศ์, “เอกสารอบรมไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051” ศูนย์บริการและพัฒนา
วิศวกรรมศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-
ลาดกระบัง



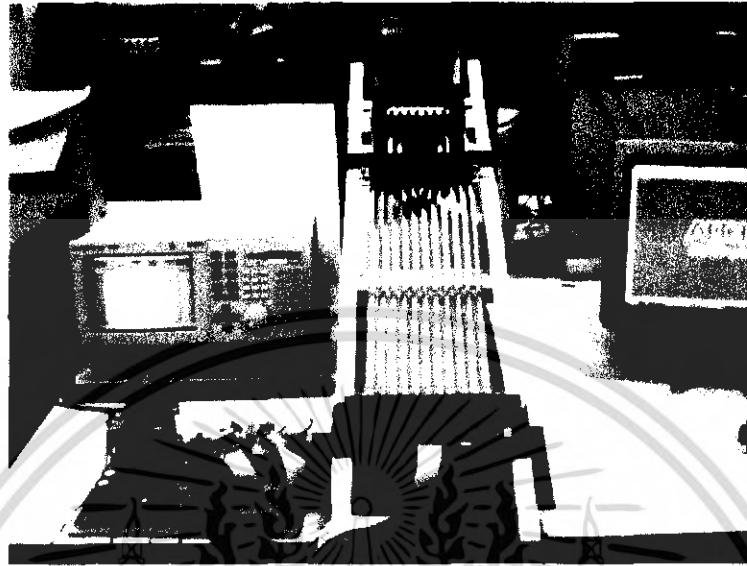
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



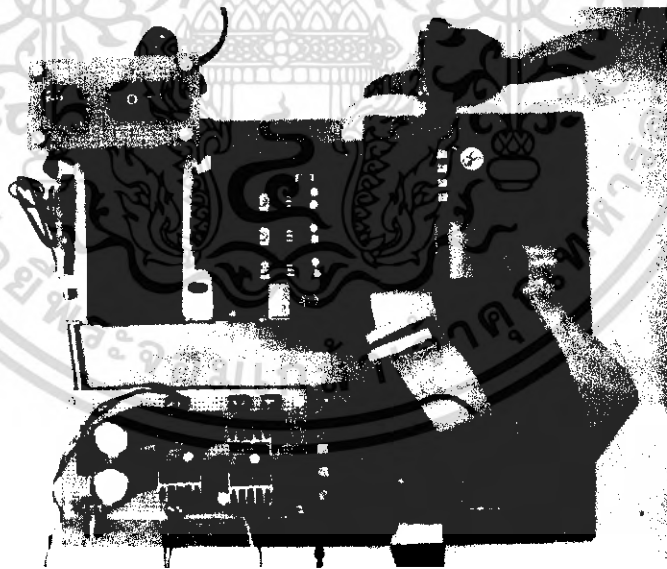
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพประกอบของเครื่องคัดแยกและอุปกรณ์



รูปเครื่องคัดแยกเมล็ดข้าวสาร

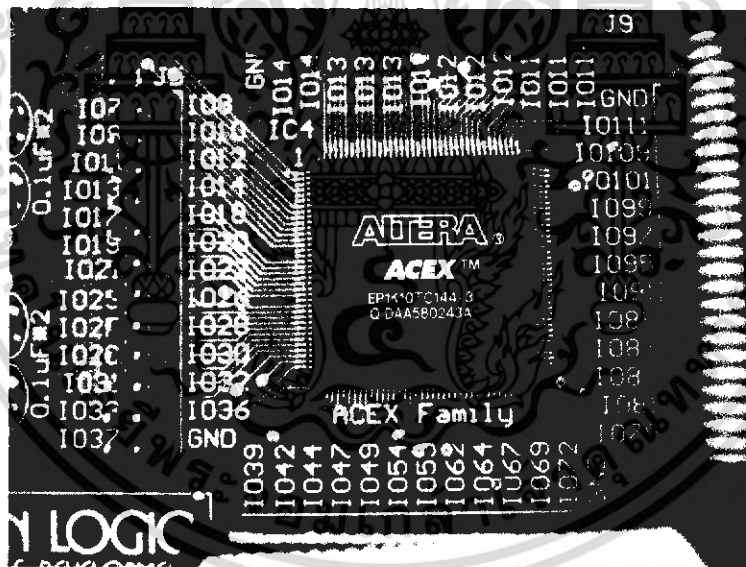


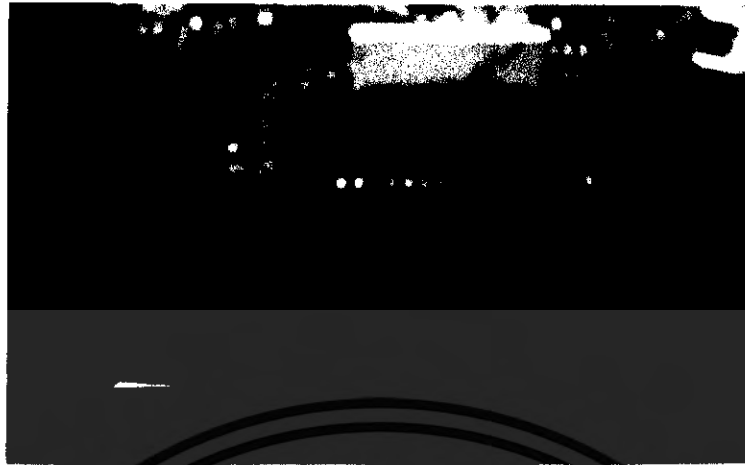
รูปวงจรควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป CCD พร้อมเลนส์ขาย ทั้ง 3 ที่ไม่มี Data sheet (ก็เป็นของใช้งานไม่ได้ไปละครับ)



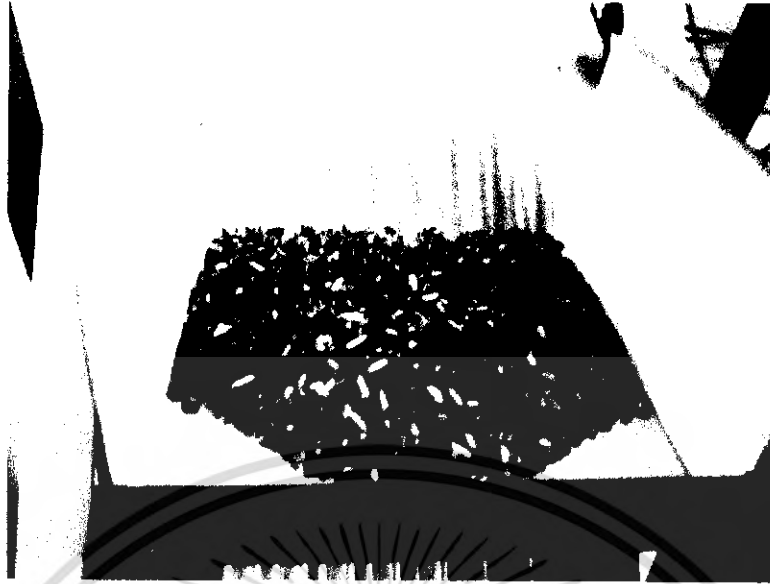


รูปชุดหัวเป่า

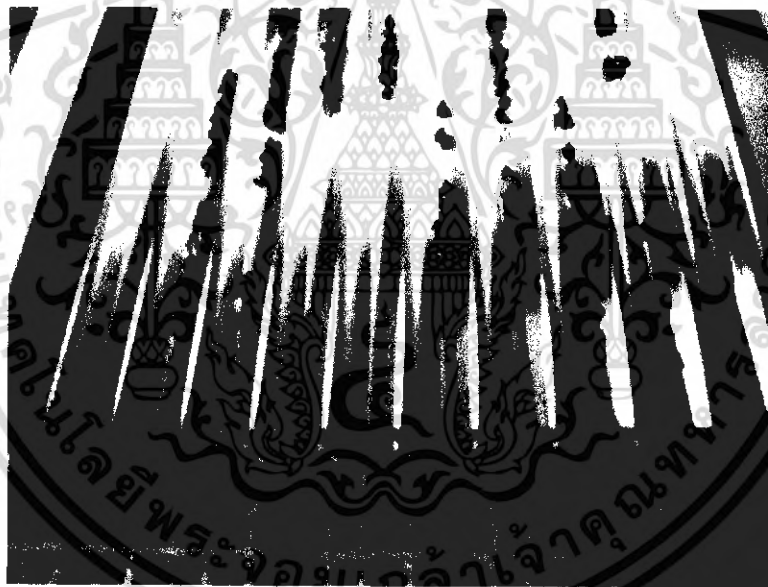


รูปชุดวงจร CCD และเมล็ดข้าวสารที่ผ่านการตรวจเช็คแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



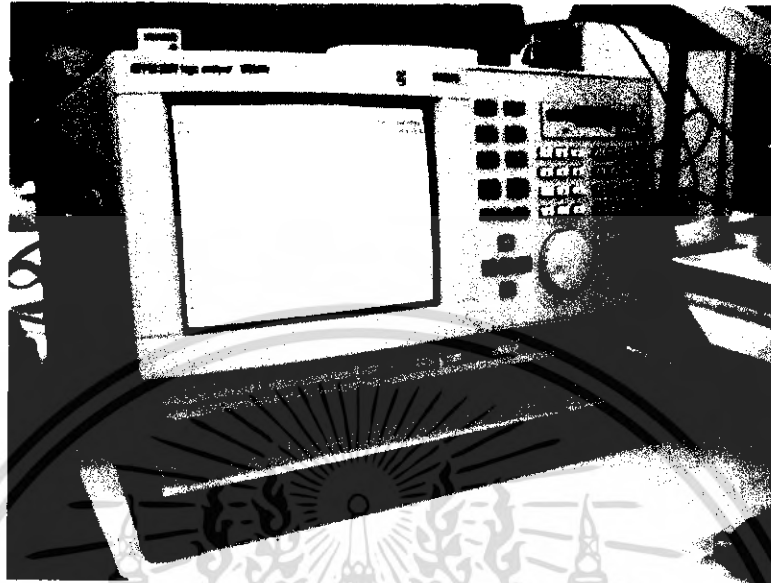
รูปชุดปล่อยเมล็ดข้าว



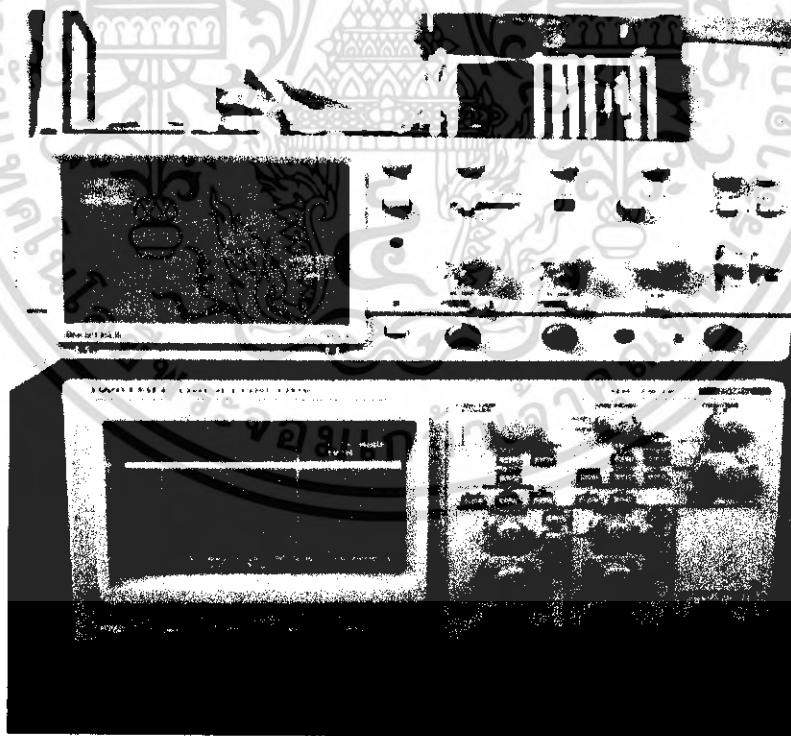
รูปเมล็ดข้าวขณะวิ่งบนรางคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งสำคัญมากๆ สำหรับการทำโปรเจคนี้



ลอจิกนาเลเซอร์



Oscilloscope

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5400 PIXELS \times 3 COLOR CCD LINEAR IMAGE SENSOR

DESCRIPTION

The μ PD8861 is a color CCD (Charge Coupled Device) linear image sensor which changes optical images to electrical signal and has the function of color separation.

The μ PD8861 has 3 rows of 5400 pixels, and each row has a single-sided readout type of charge transfer register. And it has reset feed-through level clamp circuits and voltage amplifiers. Therefore, it is suitable for 600 dpi/A4 color image scanners, color facsimiles and so on.

FEATURES

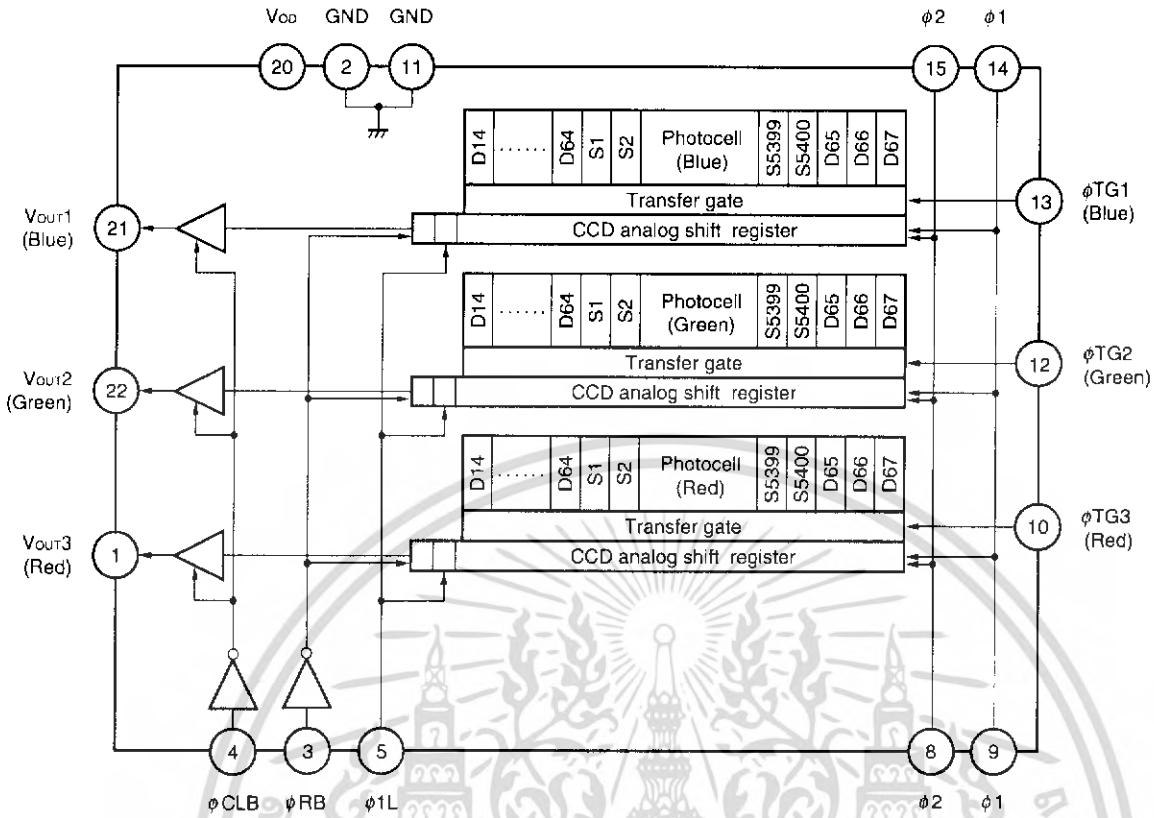
- Valid photocell : 5400 pixels \times 3
- Photocell pitch : 5.25 μ m
- Photocell size : 5.25 \times 5.25 μ m²
- Line spacing : 42 μ m (8 lines) Red line - Green line, Green line - Blue line
- Color filter : Primary colors (red, green and blue), pigment filter (with light resistance 10⁷ lx \cdot hour)
- Resolution : 24 dot/mm A4 (210 \times 297 mm) size (shorter side)
600 dpi US letter (8.5" \times 11") size (shorter side)
- Drive clock level : CMOS output under 5 V operation
- Data rate : 6 MHz Max.
- Power supply : +12 V
- On-chip circuits : Reset feed-through level clamp circuits
Voltage amplifiers

ORDERING INFORMATION

Part Number	Package
μ PD8861CY	CCD linear image sensor 22-pin plastic DIP (10.16 mm (400))

The information in this document is subject to change without notice. Before using this document, please confirm that this is the latest version.
Not all devices/types available in every country. Please check with local NEC representative for availability and additional information.

BLOCK DIAGRAM

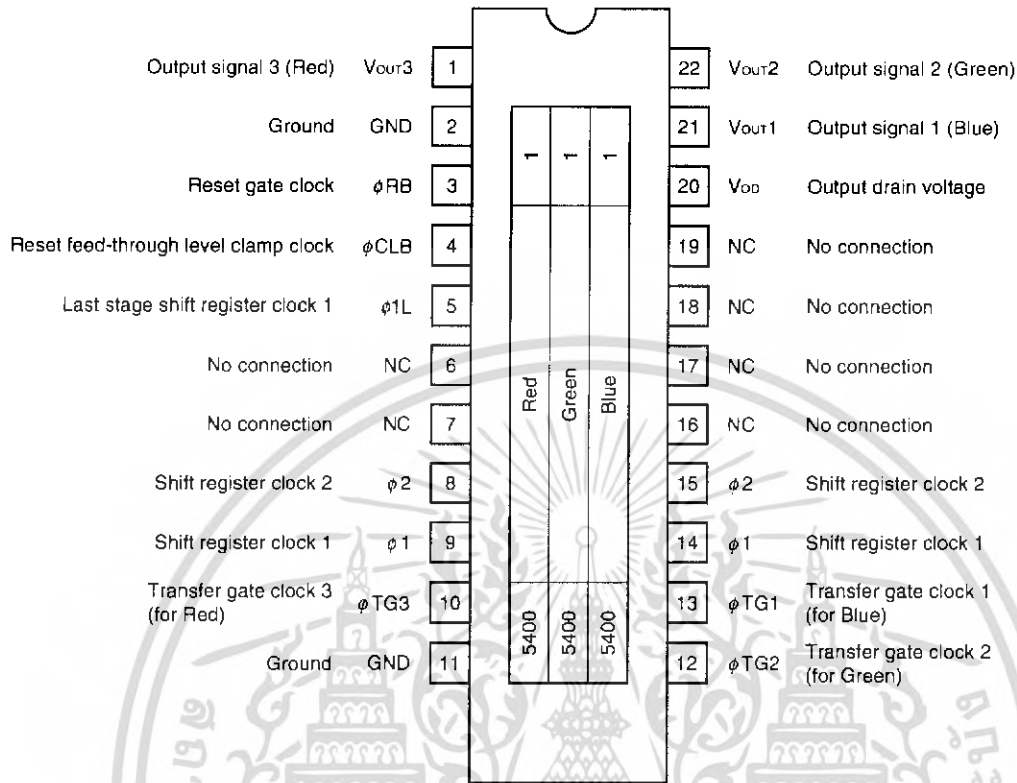


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

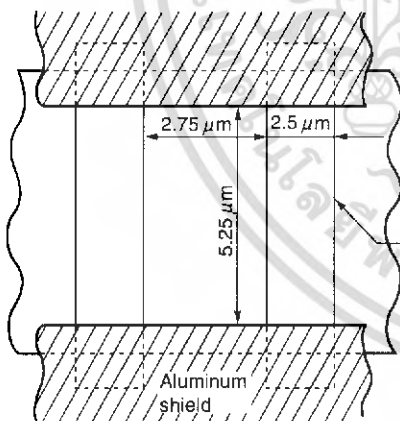
PIN CONFIGURATION (Top View)

CCD linear image sensor 22-pin plastic DIP (10.16 mm (400))

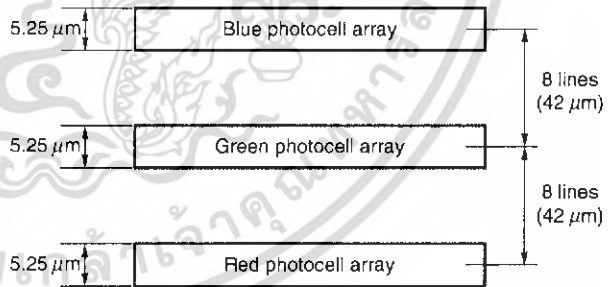
• μPD8861CY



PHOTOCELL STRUCTURE DIAGRAM



PHOTOCELL ARRAY STRUCTURE DIAGRAM (Line spacing)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (TA = +25°C)

Parameter	Symbol	Ratings	Unit
Output drain voltage	V _{OD}	-0.3 to +15	V
Shift register clock voltage	V _{∅1} , V _{∅2} , V _{∅1L}	-0.3 to +8	V
Reset gate clock voltage	V _{∅RB}	-0.3 to +8	V
Reset feed-through level clamp clock voltage	V _{∅CLB}	-0.3 to +8	V
Transfer gate clock voltage	V _{∅TG1} to V _{∅TG3}	-0.3 to +8	V
Operating ambient temperature	T _A	0 to +60	°C
Storage temperature	T _{stg}	-40 to -70	°C

Caution Product quality may suffer if the absolute maximum rating is exceeded even momentarily for any parameter. That is, the absolute maximum ratings are rated values at which the product is on the verge of suffering physical damage, and therefore the product must be used under conditions that ensure that the absolute maximum ratings are not exceeded.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS (TA = +25°C)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Output drain voltage	V _{OD}	11.4	12.0	12.6	V
Shift register clock high level	V _{∅1H} , V _{∅2H} , V _{∅1LH}	4.5	5.0	5.5	V
Shift register clock low level	V _{∅1L} , V _{∅2L} , V _{∅1LL}	-0.3	0	-0.5	V
Reset gate clock high level	V _{∅RBH}	4.5	5.0	5.5	V
Reset gate clock low level	V _{∅RBL}	-0.3	0	+0.5	V
Reset feed-through level clamp clock high level	V _{∅CLBH}	4.5	5.0	5.5	V
Reset feed-through level clamp clock low level	V _{∅CLBL}	-0.3	0	-0.5	V
Transfer gate clock high level	V _{∅TG1H} to V _{∅TG3H}	4.5	V _{∅1H} ^{Note}	V _{∅1H} ^{Note}	V
Transfer gate clock low level	V _{∅TG1L} to V _{∅TG3L}	-0.3	0	+0.3	V
Data rate	f _{∅RB}	-	1.0	6.0	MHz

Note When Transfer gate clock high level (V_{∅TG1H} to V_{∅TG3H}) is higher than Shift register clock high level (V_{∅1H}), Image lag can increase.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{OD} = 12\text{ V}$, data rate (f_{DR}) = 1 MHz, storage time = 5.5 ms, input signal clock = 5 V_{p-p}, light source : 3200 K halogen lamp + C-500S (infrared cut filter, t = 1 mm) + HA-50 (heat absorbing filter, t = 3 mm)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Saturation voltage	V_{sat}		2.0	2.5	-	V
Saturation exposure	Red	SE _R	-	0.420	-	lx*s
	Green	SE _G	-	0.429	-	lx*s
	Blue	SE _B	-	0.739	-	lx*s
Photo response non-uniformity	PRNU	$V_{out} = 1.0\text{ V}$	-	6	20	%
Average dark signal	ADS	Light shielding	-	0.2	2.0	mV
Dark signal non-uniformity	DSNU	Light shielding	-	1.5	5.0	mV
Power consumption	P_w		-	360	540	mW
Output impedance	Z_o		-	0.35	1	kΩ
Response	Red	R_R	4.15	5.94	7.72	V/lx*s
	Green	R_G	4.07	5.82	7.57	V/lx*s
	Blue	R_B	2.36	3.38	4.39	V/lx*s
Image lag	IL	$V_{out} = 1.0\text{ V}$	-	1.5	7.0	%
Offset level ^{Note 1}	V_{OS}		4.0	5.5	7.0	V
Output fall delay time ^{Note 2}	t_d	$V_{out} = 1.0\text{ V}$	-	25	-	ns
Total transfer efficiency	TTE	$V_{out} = 1.0\text{ V}$, data rate = 6 MHz	92	98	-	%
Response peak	Red		-	630	-	nm
	Green		-	540	-	nm
	Blue		-	460	-	nm
Dynamic range	DR1	$V_{sat}/DSNU$	-	1666	-	times
	DR2	V_{sat}/σ_{CDS}	-	2777	-	times
Reset feed-through noise ^{Note 1}	RFTN	Light shielding	0	750	1500	mV
Random noise (CDS)	σ_{CDS}	Light shielding, bit clamp mode	-	0.9	-	mV

Notes 1. Refer to **TIMING CHART 2, 3.**

2. When the fall time of ϕ_{1L} (t_{f1}) is the Typ. value (refer to **TIMING CHART 2, 3**).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT PIN CAPACITANCE (T_A = +25°C, V_{OD} = 12 V)

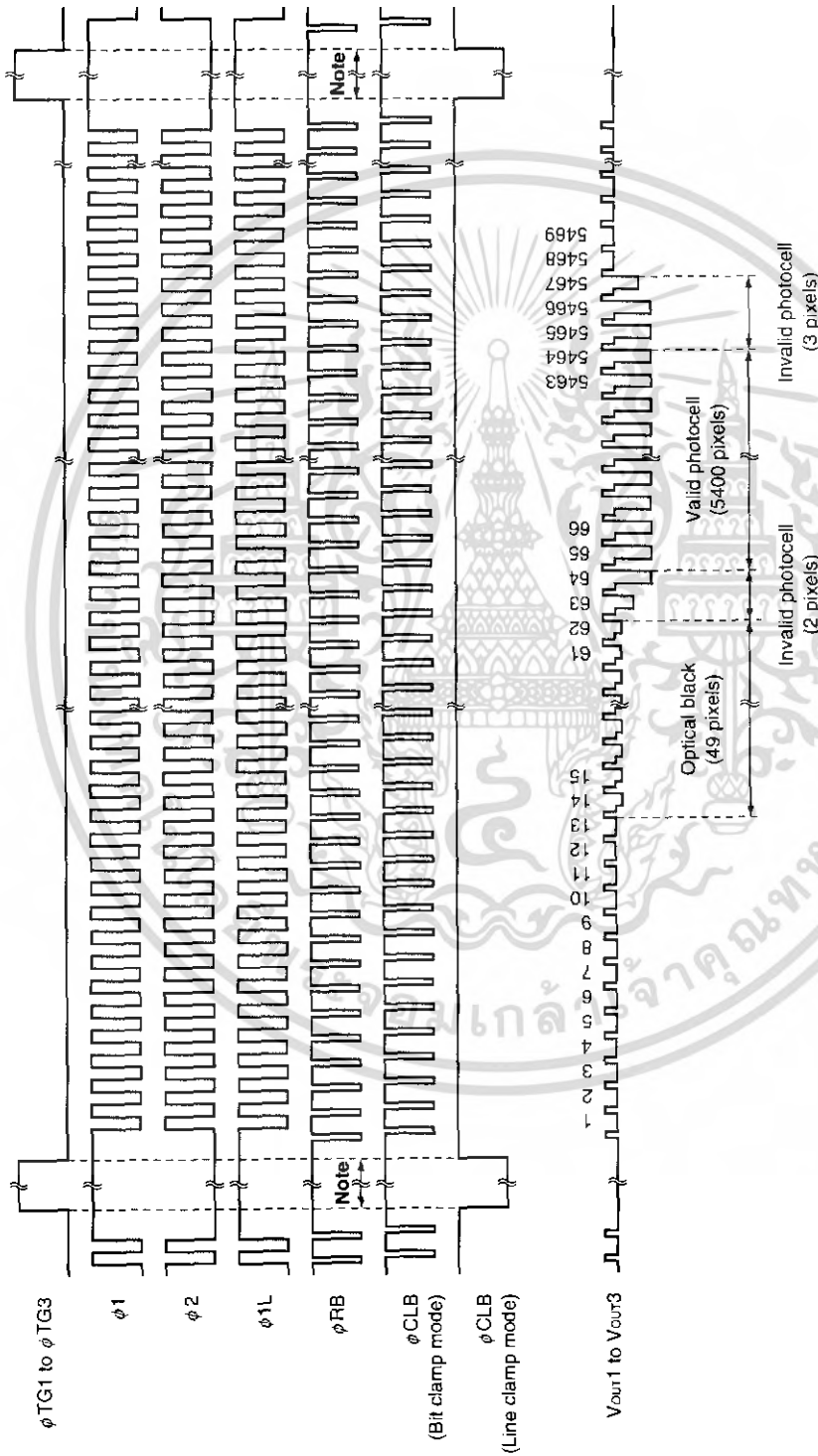
Parameter	Symbol	Pin name	Pin No.	Min.	Typ.	Max.	Unit	
Shift register clock pin capacitance 1	C _{φ1}	φ 1	9	–	300	–	pF	
			14	–	300	–	pF	
Shift register clock pin capacitance 2	C _{φ2}	φ 2	8	–	300	–	pF	
			15	–	300	–	pF	
Last stage shift register clock pin capacitance	C _{φL}	φ 1L	5	–	10	–	pF	
Reset gate clock pin capacitance	C _{φRB}	φ RB	3	–	10	–	pF	
Reset feed-through level clamp clock pin capacitance	C _{φCLB}	φ CLB	4	–	10	–	pF	
Transfer gate clock pin capacitance	C _{φTG}	φ TG1	13	–	100	–	pF	
			φ TG2	12	–	100	–	pF
			φ TG3	10	–	100	–	pF

Remark Pin 9 and 14 (φ1), 8 and 15 (φ2) are each connected inside of the device.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING CHART 1 (for each color)

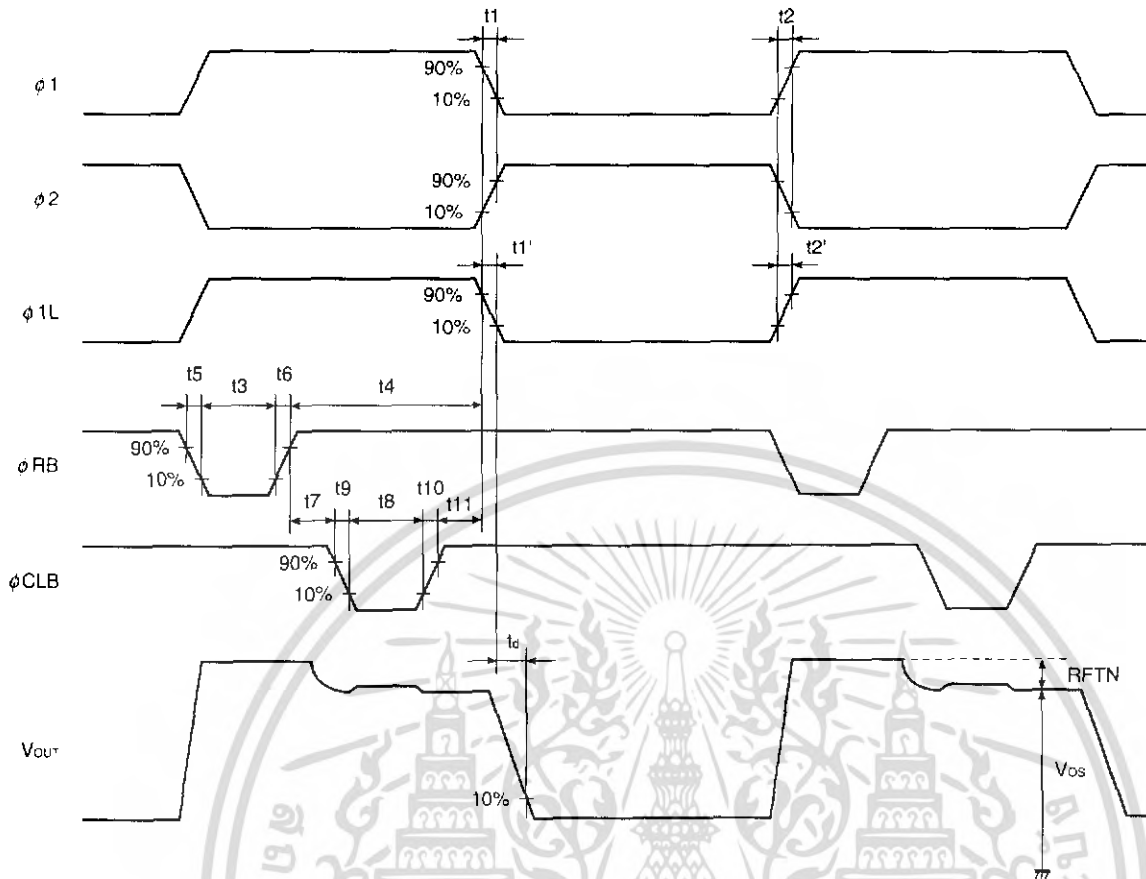


Note Set the ϕ RB and ϕ CLB (Bit clamp mode) to high level during this period.

And stop the ϕ RB pulse while the ϕ CLB pulse is low level at line clamp mode.

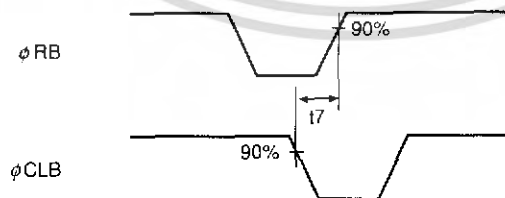
Remark Inverse pulse of the ϕ TG1 to ϕ TG3 can be used as ϕ CLB at line clamp mode.

TIMING CHART 2 (Bit clamp mode, for each color)



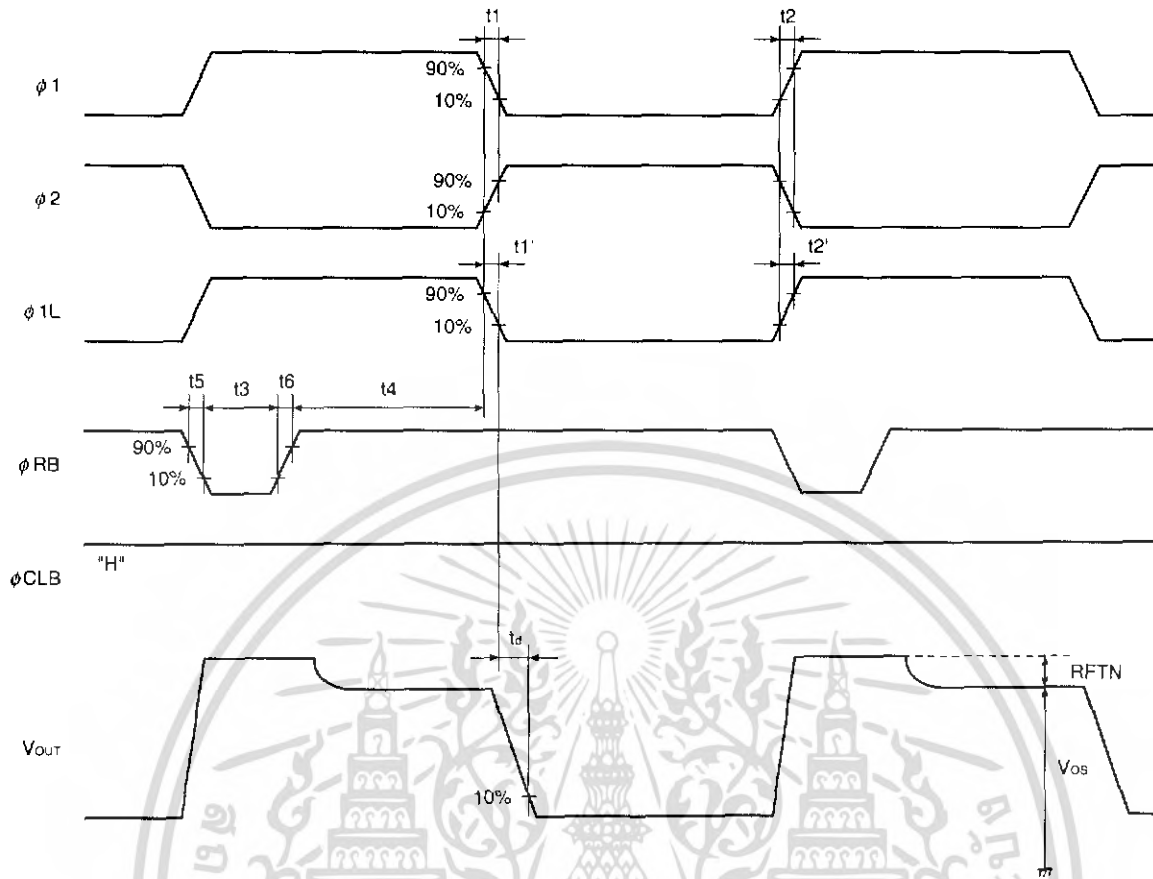
Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
t1, t2	0	25	-	ns
t1', t2'	0	5	-	ns
t3	20	200	-	ns
t4	40	300	-	ns
t5, t6	0	5	-	ns
t7	-5 <small>Note</small>	50	-	ns
t8	35	200	-	ns
t9, t10	0	5	-	ns
t11	10	50	-	ns

Note Min. of t7 shows that the ϕRB and ϕCLB overlap each other.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

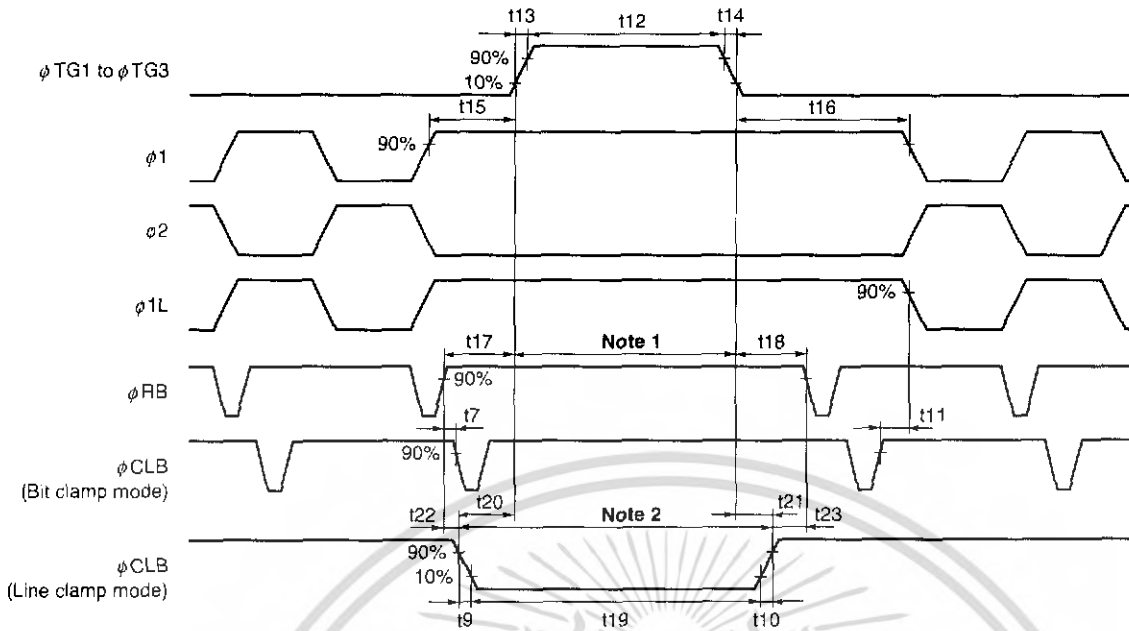
TIMING CHART 3 (Line clamp mode, for each color)



Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
t1, t2	0	25	-	ns
t1', t2'	0	5	-	ns
t3	20	200	-	ns
t4	40	300	-	ns
t5, t6	0	5	-	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

★ TIMING CHART 4



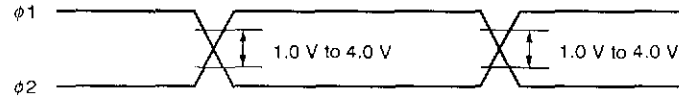
Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
t7	-5 ^{Note 3}	50	-	ns
t9, t10	0	5	-	ns
t11	10	50	-	ns
t12	3000	10000	50000	ns
t13, t14	0	50	-	ns
t15, t16	900	1000	-	ns
t17, t18	200	400	-	ns
t19	t12	t12	50000	ns
t20, t21	0	50	-	ns
t22, t23	0	350	-	ns

- Notes**
1. Set the ϕ RB and ϕ CLB (Bit clamp mode) to high level during this period.
 2. Stop the ϕ RB pulse during this period.
 3. Min. of t7 shows that the ϕ RB and ϕ CLB overlap each other.

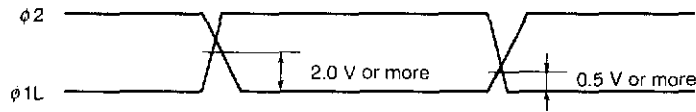
Remark Inverse pulse of the ϕ TG1 to ϕ TG3 can be used as ϕ CLB.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

★ φ1, φ2 cross points



φ1L, φ2 cross points



Remark Adjust cross points (φ1, φ2) and (φ1L, φ2) with input resistance of each pin.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEFINITIONS OF CHARACTERISTIC ITEMS

1. Saturation voltage : **V_{sat}**

Output signal voltage at which the response linearity is lost.

2. Saturation exposure : **SE**

Product of intensity of illumination (Ix) and storage time (s) when saturation of output voltage occurs.

3. Photo response non-uniformity : **PRNU**

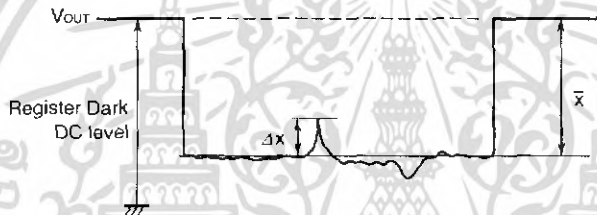
The output signal non-uniformity of all the valid pixels when the photosensitive surface is applied with the light of uniform illumination. This is calculated by the following formula.

$$PRNU (\%) = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100$$

Δx : maximum of $|x_j - \bar{x}|$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^{5400} x_j}{5400}$$

x_j : Output voltage of valid pixel number j



4. Average dark signal : **ADS**

Average output signal voltage of all the valid pixels at light shielding. This is calculated by the following formula.

$$ADS (mV) = \frac{\sum_{j=1}^{5400} d_j}{5400}$$

d_j : Dark signal of valid pixel number j

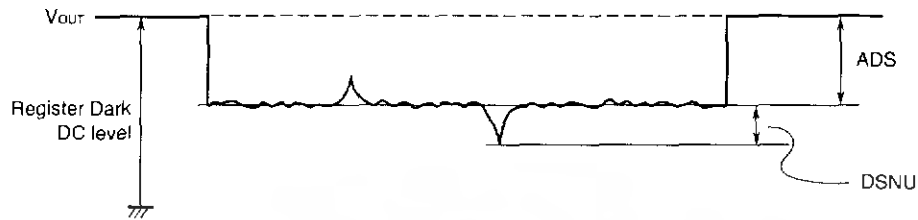
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Dark signal non-uniformity : **DSNU**

Absolute maximum of the difference between ADS and voltage of the highest or lowest output pixel of all the valid pixels at light shielding. This is calculated by the following formula.

DSNU (mV) : maximum of $|d_j - ADS|_{j=1 \text{ to } 5400}$

d_j : Dark signal of valid pixel number j



6. Output impedance : **Zo**

Impedance of the output pins viewed from outside.

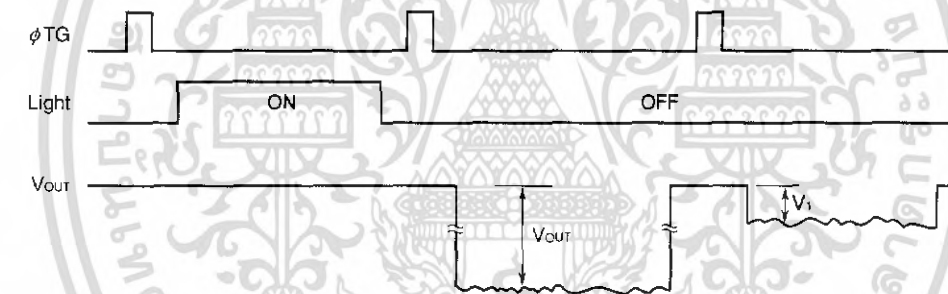
7. Response : **R**

Output voltage divided by exposure ($I \times s$).

Note that the response varies with a light source (spectral characteristic).

8. Image lag : **IL**

The rate between the last output voltage and the next one after read out the data of a line.



$$IL (\%) = \frac{V_1}{V_{out}} \times 100$$

9. Random noise (CDS) : σ_{CDS}

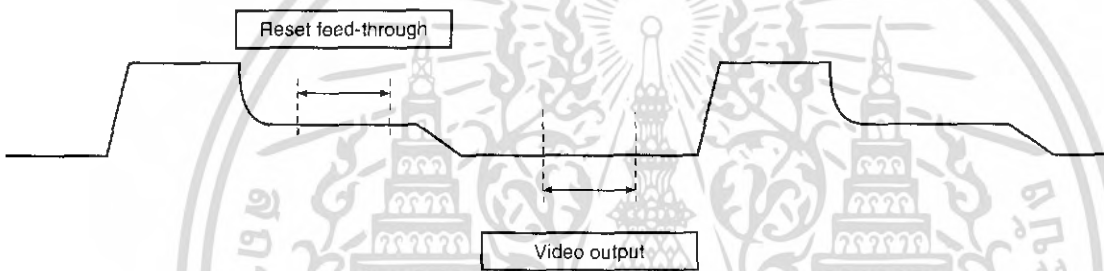
Random noise σ_{CDS} is defined as the standard deviation of a valid pixel output signal with 100 times (=100 lines) data sampling at dark (light shielding). σ_{CDS} is calculated by the following procedure.

1. One valid photocell in one reading is fixed as measurement point.
2. The output level is measured during the reset feed-through period which is averaged over 100 ns to get "VD_i".
3. The output level is measured during the video output time averaged over 100 ns to get "VO_i".
4. The correlated double sampling output is defined by the following formula.

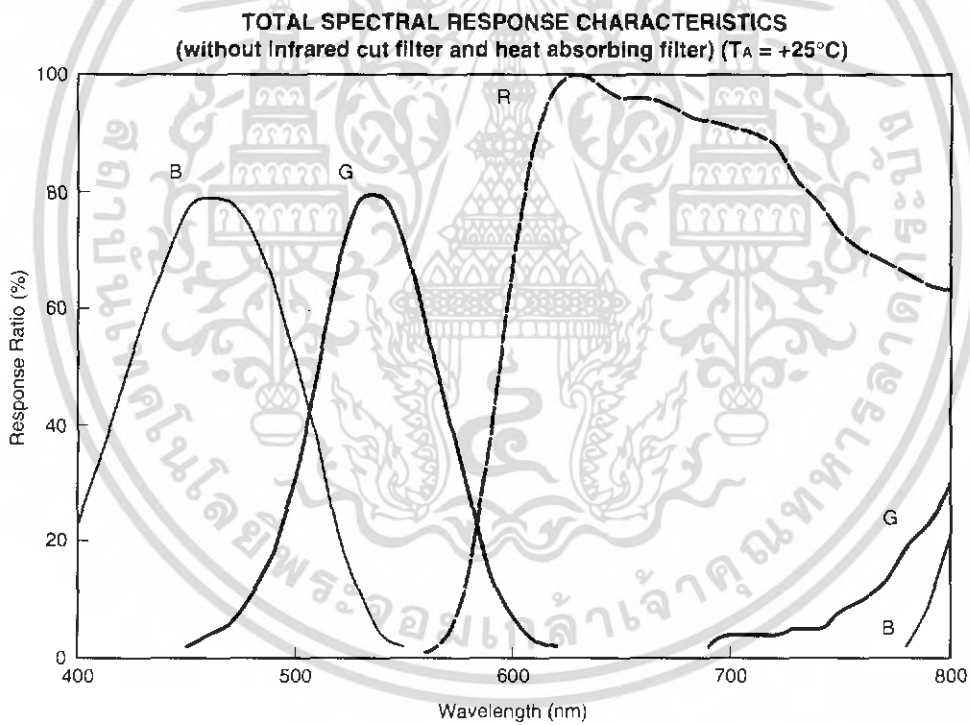
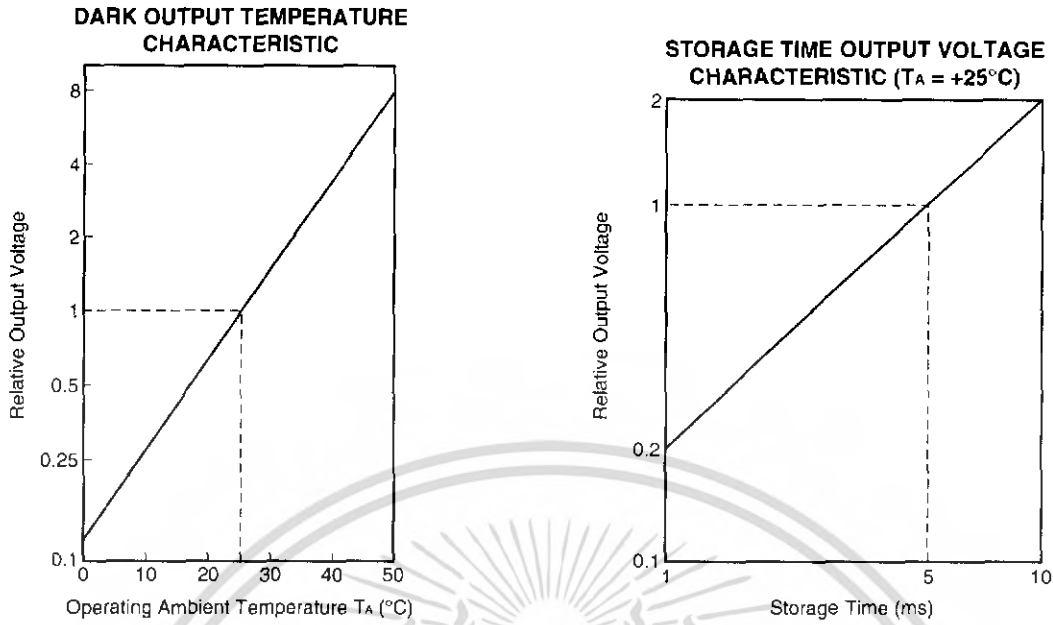
$$VCDS_i = VD_i - VO_i$$

5. Repeat the above procedure (1 to 4) for 100 times (= 100 lines).
6. Calculate the standard deviation σ_{CDS} using the following formula equation.

$$\sigma_{CDS} (mV) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{100} (VCDS_i - \bar{V})^2}{100}}, \quad \bar{V} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} VCDS_i$$

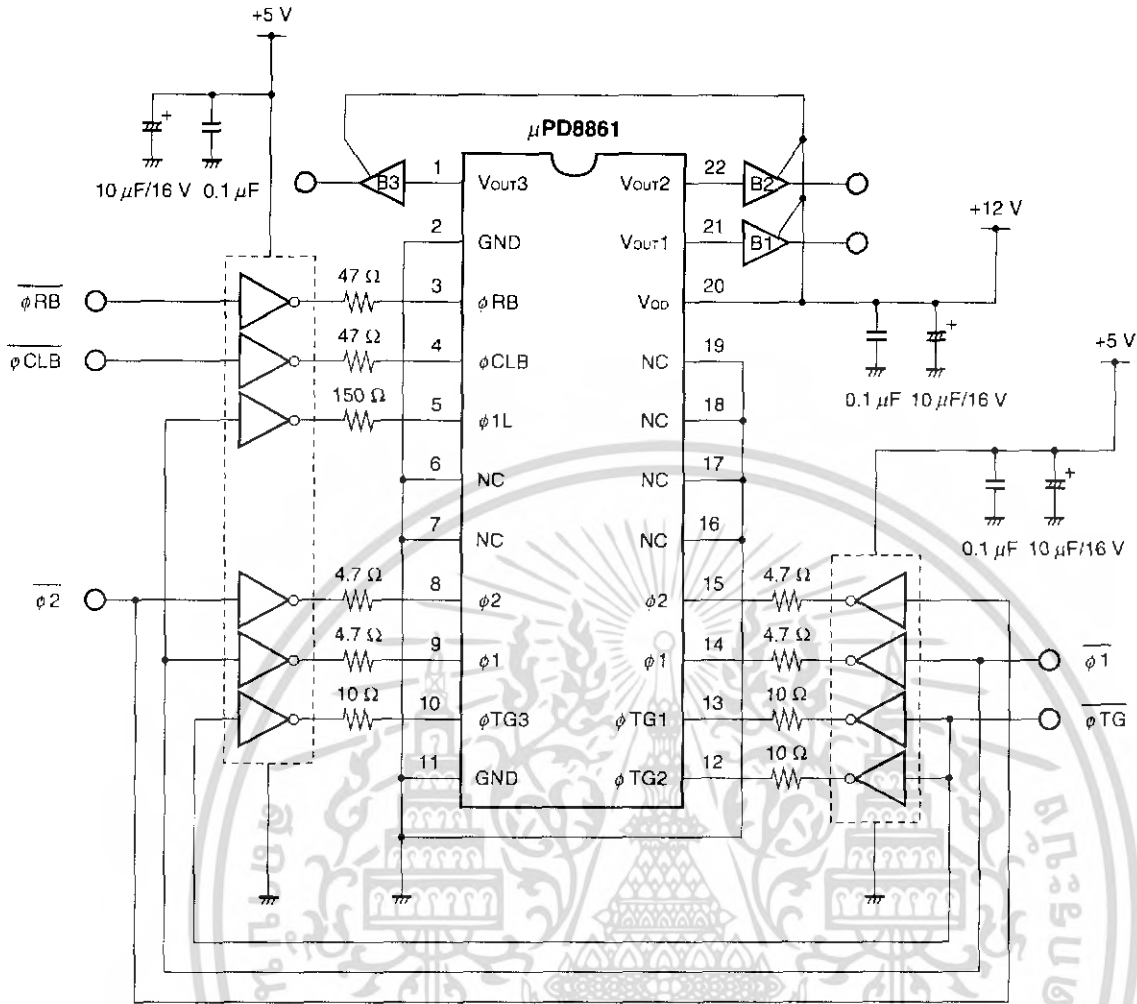


STANDARD CHARACTERISTIC CURVES (Nominal)

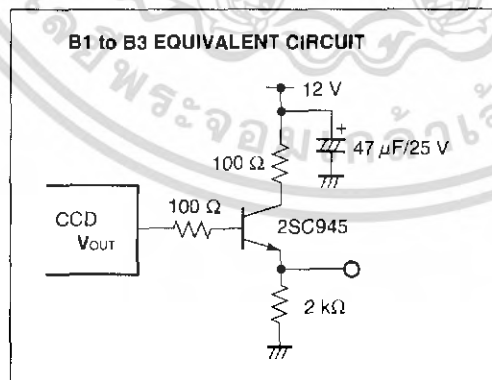


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION CIRCUIT EXAMPLE



Remark The inverters shown in the above application circuit example are the 74HC04 (data rate < 2 MHz) or the 74AC04 (2 MHz ≤ data rate < 6 MHz).

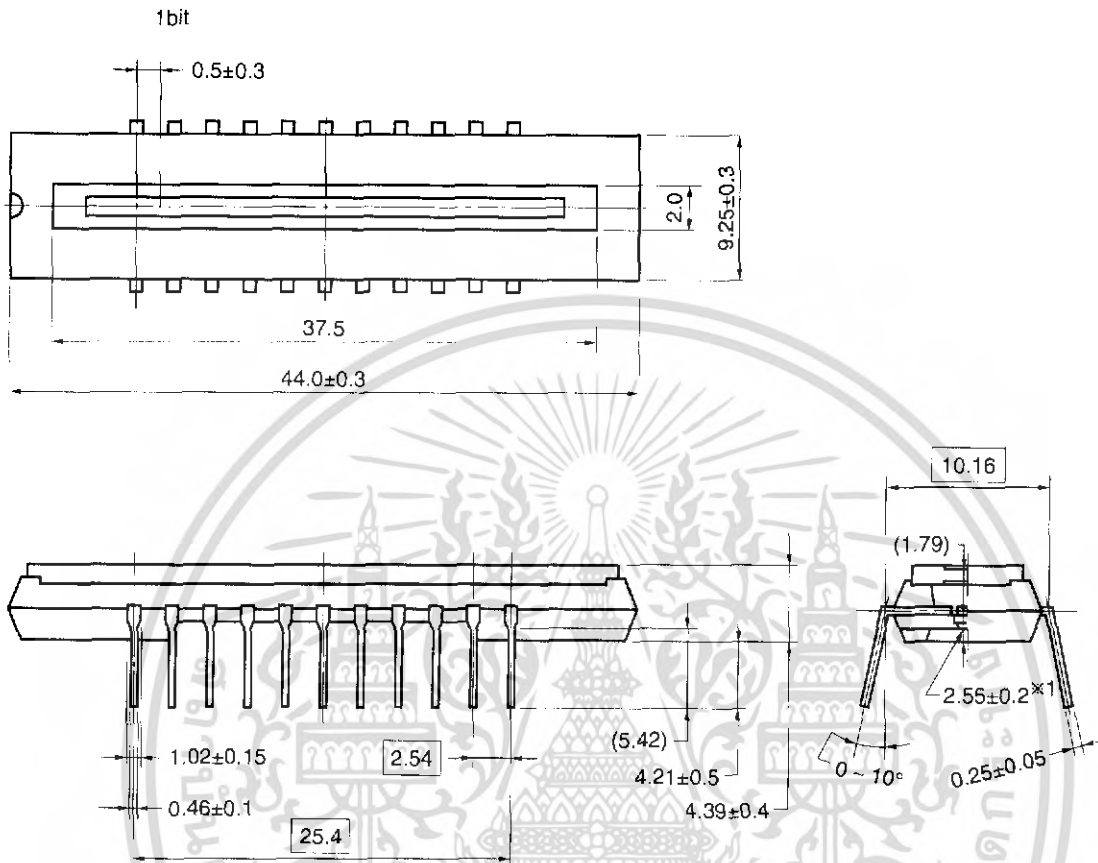


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DRAWING

CCD LINEAR IMAGE SENSOR 22-PIN PLASTIC DIP (10.16 mm (400))

(Unit : mm)



Name	Dimensions	Refractive index
Plastic cap	42.9 × 8.35 × 0.7 ^{×2}	1.5

×1 The bottom of the package ↔ The surface of the chip

×2 The thickness of the cap over the chip

22C-1CCD-PKG6-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RECOMMENDED SOLDERING CONDITIONS

When soldering this product, it is highly recommended to observe the conditions as shown below.

If other soldering processes are used, or if the soldering is performed under different conditions, please make sure to consult with our sales offices.

For more details, refer to our document "Semiconductor Device Mounting Technology Manual" (C10535E).

Type of Through-hole Device

μPD8861CY : CCD linear image sensor 22-pin plastic DIP (10.16 mm (400))

Process	Conditions
Partial heating method	Pin temperature : 300 °C or below, Heat time : 3 seconds or less (per pin)

Caution During assembly care should be taken to prevent solder or flux from contacting the plastic cap. The optical characteristics could be degraded by such contact.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTES ON CLEANING THE PLASTIC CAP

① CLEANING THE PLASTIC CAP

Care should be taken when cleaning the surface to prevent scratches. The optical characteristics of the CCD will be degraded if the cap is scratched during cleaning.

We recommend cleaning the cap with a soft cloth moistened with one of the recommended solvents below. Excessive pressure should not be applied to the cap during cleaning. If the cap requires multiple cleanings it is recommended that a clean surface or cloth be used.

② RECOMMENDED SOLVENTS

The following are the recommended solvents for cleaning the CCD plastic cap. Use of solvents other than these could result in optical or physical degradation in the plastic cap. Please consult your sales office when considering an alternative solvent.

Solvents	Symbol
Ethyl Alcohol	EtOH
Methyl Alcohol	MeOH
Isopropyl Alcohol	IPA
N-methyl Pyrrolidone	NMP

[MEMO]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTES FOR CMOS DEVICES

① PRECAUTION AGAINST ESD FOR SEMICONDUCTORS

Note:

Strong electric field, when exposed to a MOS device, can cause destruction of the gate oxide and ultimately degrade the device operation. Steps must be taken to stop generation of static electricity as much as possible, and quickly dissipate it once, when it has occurred. Environmental control must be adequate. When it is dry, humidifier should be used. It is recommended to avoid using insulators that easily build static electricity. Semiconductor devices must be stored and transported in an anti-static container, static shielding bag or conductive material. All test and measurement tools including work bench and floor should be grounded. The operator should be grounded using wrist strap. Semiconductor devices must not be touched with bare hands. Similar precautions need to be taken for PW boards with semiconductor devices on it.

② HANDLING OF UNUSED INPUT PINS FOR CMOS

Note:

No connection for CMOS device inputs can be cause of malfunction. If no connection is provided to the input pins, it is possible that an internal input level may be generated due to noise, etc., hence causing malfunction. CMOS devices behave differently than Bipolar or NMOS devices. Input levels of CMOS devices must be fixed high or low by using a pull-up or pull-down circuitry. Each unused pin should be connected to V_{DD} or GND with a resistor, if it is considered to have a possibility of being an output pin. All handling related to the unused pins must be judged device by device and related specifications governing the devices.

③ STATUS BEFORE INITIALIZATION OF MOS DEVICES

Note:

Power-on does not necessarily define initial status of MOS device. Production process of MOS does not define the initial operation status of the device. Immediately after the power source is turned ON, the devices with reset function have not yet been initialized. Hence, power-on does not guarantee out-pin levels, I/O settings or contents of registers. Device is not initialized until the reset signal is received. Reset operation must be executed immediately after power-on for devices having reset function.

- **The information in this document is current as of June, 2001. The information is subject to change without notice. For actual design-in, refer to the latest publications of NEC's data sheets or data books, etc., for the most up-to-date specifications of NEC semiconductor products. Not all products and/or types are available in every country. Please check with an NEC sales representative for availability and additional information.**
 - No part of this document may be copied or reproduced in any form or by any means without prior written consent of NEC. NEC assumes no responsibility for any errors that may appear in this document.
 - NEC does not assume any liability for infringement of patents, copyrights or other intellectual property rights of third parties by or arising from the use of NEC semiconductor products listed in this document or any other liability arising from the use of such products. No license, express, implied or otherwise, is granted under any patents, copyrights or other intellectual property rights of NEC or others.
 - Descriptions of circuits, software and other related information in this document are provided for illustrative purposes in semiconductor product operation and application examples. The incorporation of these circuits, software and information in the design of customer's equipment shall be done under the full responsibility of customer. NEC assumes no responsibility for any losses incurred by customers or third parties arising from the use of these circuits, software and information.
 - While NEC endeavours to enhance the quality, reliability and safety of NEC semiconductor products, customers agree and acknowledge that the possibility of defects thereof cannot be eliminated entirely. To minimize risks of damage to property or injury (including death) to persons arising from defects in NEC semiconductor products, customers must incorporate sufficient safety measures in their design, such as redundancy, fire-containment, and anti-failure features.
 - NEC semiconductor products are classified into the following three quality grades:
 "Standard", "Special" and "Specific". The "Specific" quality grade applies only to semiconductor products developed based on a customer-designated "quality assurance program" for a specific application. The recommended applications of a semiconductor product depend on its quality grade, as indicated below. Customers must check the quality grade of each semiconductor product before using it in a particular application.
 "Standard": Computers, office equipment, communications equipment, test and measurement equipment, audio and visual equipment, home electronic appliances, machine tools, personal electronic equipment and industrial robots
 "Special": Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.), traffic control systems, anti-disaster systems, anti-crime systems, safety equipment and medical equipment (not specifically designed for life support)
 "Specific": Aircraft, aerospace equipment, submersible repeaters, nuclear reactor control systems, life support systems and medical equipment for life support, etc.
- The quality grade of NEC semiconductor products is "Standard" unless otherwise expressly specified in NEC's data sheets or data books, etc. If customers wish to use NEC semiconductor products in applications not intended by NEC, they must contact an NEC sales representative in advance to determine NEC's willingness to support a given application.
- (Note)
- (1) "NEC" as used in this statement means NEC Corporation and also includes its majority-owned subsidiaries.
 - (2) "NEC semiconductor products" means any semiconductor product developed or manufactured by or for NEC (as defined above).

M8E 00.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้