สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

53

เรื่อง

การสร้างเครื่องดิฟเฟอเรนเชียลเทอร์มอลอนาไลซีส

(Construction of Differential Thermal Analysis Instrument)

นายอารีย์ วิเชียรฉาย หัวหน้าโครงการ
นายวิชิต ศิริโชติ ผู้ร่วมวิจัย

เงินงบประมาณ 308,460 บาท ปี พ.ศ. 2534
(สามแสนแปดพันสี่ร้อยหกสิบบาท)

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KCH
QA
370
0662P
เลขหมู่ 117609
เลขทะเบียน
วัน เดือน ปี 10 ส.ค. 2554
b.12345678
i.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญรูป	ค
บทคัดย่อ และภาษาอังกฤษ	ง
บทที่	
1. บทนำ	1
2. หลักการพื้นฐานของเครื่องวิเคราะห์ความแตกต่างทางด้านความร้อน	2
2.1 นิยมต่าง ๆ ของรูปสัญญาณที่ได้จากเครื่อง DTA	6
3. การดำเนินงานสร้าง	7
4. ผลการทดลองที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ความแตกต่างความร้อน (DTA) ที่สร้างขึ้น	12
5. สรุปผลการสร้างเครื่อง DTA	23
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	26
หัวข้อคำชี้แจงประกอบการของบประมาณโครงการวิจัย	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
1.	ตัวอย่างอุณหภูมิและพลังงานที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาของสารต่างๆ	5
2.	แสดงค่าผิดพลาดในการทดลองครั้งต่างๆ	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้าที่
2.1	ส่วนประกอบของเครื่อง DTA	3
2.2	ตัวอย่างสัญญาณที่ได้จากเครื่อง DTA	4
2.3	ตัวอย่างการหาค่าต่างๆบนเส้นสัญญาณของ DTA	6
3.1	วงจรรวมส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง DTA	8
3.2	แสดงวงจรควบคุมทิศทางมอเตอร์	9
3.3	เครื่อง DTA ที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว	10
4.1	ผลการทดลองเครื่อง DTA โดยใช้สารตัวอย่างเป็นซินเดียวกับสารอ้างอิง	12
4.2	ผลการทดลองครั้งที่หนึ่งโดยสารที่ใช้คือ KNO_3	14
4.3	ผลการทดลองครั้งที่สองโดยสารที่ใช้คือดีบุก	16
4.4	ผลการทดลองครั้งที่สามโดยสารที่ใช้คือดีบุก	18
4.5	ผลการทดลองครั้งที่สี่โดยใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเป็นค่าต่างๆ	20
4.6	ผลการทดลองครั้งที่ห้าโดยใช้กรดเบนโซอิกเป็นตัวทดสอบ	22
ก.	วงจรแหล่งกำเนิดแรงดัน 5V +15V -15V	27
ข.	วงจรดิจิตอลโวลต์มิเตอร์	28
ค.	วงจรแบ่งแรงดันของส่วนแสดงผล	29
ง.	วงจรแปลงสัญญาณแตกต่างเป็นแบบข้างเดียว	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง การสร้างเครื่องดิฟเฟอเรนเชียลเทอร์มอลอนาไลซีส
(Construction of Differential Thermal Analysis Instrument)
หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.อารีย์ วิเชียรฉาย
ผู้ร่วมวิจัย อ.วิชิต ศิริโชติ
อ.จิติ หนูแก้ว

บทคัดย่อ

การสร้างเครื่อง Differenttial Thermal Analysis (DTA) เพื่อใช้วัดคุณสมบัติทางความร้อนของสสารชนิดของแข็ง โดยการให้พลังงานความร้อนเพิ่มเชิงเป็นชิ้นเส้น วัดความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างสารที่ใช้อ้างอิงกับสารที่ใช้ทดสอบ โดยสารอ้างอิงและสารที่ใช้ทดสอบอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ในการวัดได้ออกแบบและสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญได้แก่ เตาความร้อน, แทนวางภาชนะใส่สารและภาชนะใส่สาร, เครื่องควบคุมอัตราการเพิ่มของความร้อนเชิงเส้น และ เครื่องขยายสัญญาณจากหัววัดอุณหภูมิ สัญญาณที่ได้จากการวัดและแสดงผลบนเครื่องบันทึกผลแบบ x-y โดยแกน x เป็นอุณหภูมิที่ให้แก่สาร แกน y เป็นความแตกต่างอุณหภูมิของสารทั้งสอง เมื่นาเครื่องที่สร้างขึ้นไปทำการวัดจุดหลอมเหลวของสาร KNO_3, Sn และ กรดเบนโซอิก ปรากฏว่าค่าที่ได้ผิดพลาดไม่เกิน 3%

Abstract

An apparatus for thermoanalytical studying, differentail Thermal Analysis (DTA), was designed and built. The DTA instrument is used for measuring temperature difference ΔT (T_{sample}-$T_{reference}$) versus reference temperature. The instrument consists of four parts ; an eletric furnace (600°c), crucibles, a differential DC amplifier and linearly heating rate controller. Preliminary test of the instrument was done by determination of the melting point of KNO_3, Sn and Benzoic acid samples. Results have show accurate to within 3%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างเครื่องวิเคราะห์ความแตกต่างความร้อน

(Construction of Differential Thermal Analysis)

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้เจริญก้าวหน้าไปมากและกำลังจะเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ในไม่ช้านี้ การจะทำให้ประเทศพัฒนาไปอย่างไม่หยุดยั้ง เราจำเป็นต้องสร้างสรรค์เทคโนโลยีขึ้นมาเองมิใช่จะคอยรับจากต่างประเทศตลอดไป ซึ่งจะทำให้ประเทศของเราต้องตามหลังเขาอยู่ตลอดไป

ปัจจัยสำคัญในการที่จะพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมาใช้ได้เองนั้นประกอบไปด้วยปัจจัยหลายๆ ด้านเช่น นโยบายของรัฐบาล บุคลากร และเครื่องมือวัดที่แม่นยำและเป็นมาตรฐานเป็นต้น สำหรับปัจจัยสองอย่างแรกเรามีบ้างแล้ว แต่เครื่องมือวัดที่เป็นมาตรฐานเรายังต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศอยู่ซึ่งมีราคาแพงมาก ทำให้ในการวิจัยและพัฒนาที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือดังกล่าวต้องเสียเงินลงทุนอย่างน้อยหนึ่งส่วนสามของการลงทุนทั้งหมด ซึ่งทำให้ลดอัตราความก้าวหน้าลงอย่างน่าเสียดาย

เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดสูงต้องใช้เทคโนโลยีในการสร้างอย่างมาก เมื่อต้องการใช้งานในเบื้องต้นจึงจำเป็นที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ แต่ในการใช้งานบางครั้งไม่ต้องการความละเอียดมากนักเครื่องมือวัดชนิดนี้ถ้าเราให้ความสนใจและศึกษาอย่างจริงจังก็จะสามารถสร้างใช้เองได้ จะทำให้ลดการนำเข้าจากต่างประเทศได้เป็นจำนวนมาก อีกทั้งเป็นรากฐานของการพัฒนาอุตสาหกรรมบ้านเราต่อไป

เครื่องมือวิเคราะห์ความแตกต่างความร้อน (Differential Thermal Analysis ,DTA) เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่สามารถสร้างใช้งานเองได้ เครื่องมือชนิดนี้มีใช้กันแพร่หลายในการวิจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเชิงความร้อน ไม่ว่าจะเป็นซีเมนต์ ,พลาสติก, เซรามิกส์เป็นต้น ซึ่งมีใช้กันมากในอุตสาหกรรมเหมืองแร่, อุตสาหกรรมปิโตเคมี และการวิเคราะห์คุณภาพของดิน เป็นต้น

โครงงานพิเศษนี้จึงได้ศึกษาและออกแบบสร้างเครื่องมือดังกล่าวขึ้น โดยใช้หลักการวัดความแตกต่างอุณหภูมิของสารอ้างอิงกับสารที่ใช้ทดสอบ เมื่อสารทั้งสองอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกันและมีการเพิ่มอุณหภูมิแบบเชิงเส้น ในการสร้างเครื่องมือดังกล่าวให้สามารถใช้งานได้จำเป็นต้องสร้างส่วนประกอบที่จำเป็นคือ เตาความร้อน ,เครื่องควบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุมอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ และเครื่องขยายสัญญาณจากหัววัดอุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งค่าที่เราวัดได้จะบอกให้เราถึงคุณสมบัติต่างๆของสาร เช่น

- พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร
- ค่าความจุความร้อนจำเพาะ
- ความบริสุทธิ์ของสารที่ใช้ทดสอบ
- ชนิดของสารที่ใช้ทดสอบ
- ปริมาณของส่วนประกอบของสาร
- อัตราการเกิดปฏิกริยา
- จุดหลอมเหลว, จุดเดือด, จุดที่สารเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง

จากที่กล่าวมาเป็นเพียงประโยชน์บางประการจากการวัดด้วยเครื่อง DTA ซึ่งขึ้นอยู่กับการนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์และนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไป

2. หลักการพื้นฐานของเครื่องวิเคราะห์ความแตกต่างทางความร้อน

เครื่องมือวิเคราะห์ความแตกต่างทางความร้อน (DTA) ใช้หลักการวัดความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างสารตัวอย่าง(sample) และ สารอ้างอิง (reference) ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกันและได้รับพลังงานความร้อนเดียวกัน ภาชนะใส่สารตัวอย่าง (sample)และสารอ้างอิง จะอยู่ในเตาไฟฟ้า โดยที่ภาชนะใส่สารทั้งสองวางในตำแหน่งสมมาตรกัน เพื่อให้สารตัวอย่าง(sample) และ สารอ้างอิง(reference) ได้รับปริมาณความร้อนเท่ากัน

เครื่องมือนี้ใช้ในการศึกษาพลังงานความร้อนที่เกิดปฏิกริยาเคมี การเปลี่ยนแปลงทางสถานะ พลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสสาร เป็นต้น และนอกจากนี้ยังสามารถแสดงถึงปฏิกริยาของสารตัวอย่าง(sample) ว่าเป็นปฏิกริยาดูดความร้อนซึ่งมี ΔH เป็นบวก หรือ ปฏิกิริยาคายความร้อน ซึ่งมี ΔH เป็นลบ การบันทึกผลการทดลองของเครื่องมือชนิดนี้จะบันทึกโดยการเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิแตกต่าง (ΔT) และ อุณหภูมิอ้างอิง (T)(ในบางเครื่องอาจใช้เวลา) จากหลักการพื้นฐานดังกล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 2.1

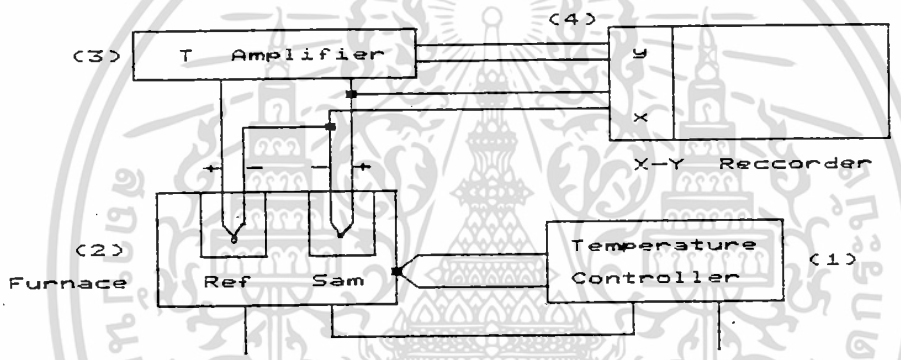
ส่วนที่ 1 คือเครื่องควบคุมอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ ทำหน้าที่ควบคุมให้ความร้อนในเตาเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอเป็นเชิงเส้น โดยใช้หัววัดอุณหภูมิเป็นตัวคอยตรวจสอบค่าอุณหภูมิในเตาแล้วส่งให้เครื่องควบคุมรับรู้เพื่อส่งสัญญาณควบคุมออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 คือเตาไฟฟ้า ภายในเตามีลักษณะทรงกระบอกกรวง จะมีภาชนะใส่สารตัวอย่างและสารอ้างอิง โดยที่ภายชนะทั้งสองจะวางอยู่ในตำแหน่งที่สมมาตรกัน และมีหัววัดอุณหภูมิต่ออยู่กับภาชนะใส่สารทั้งสอง

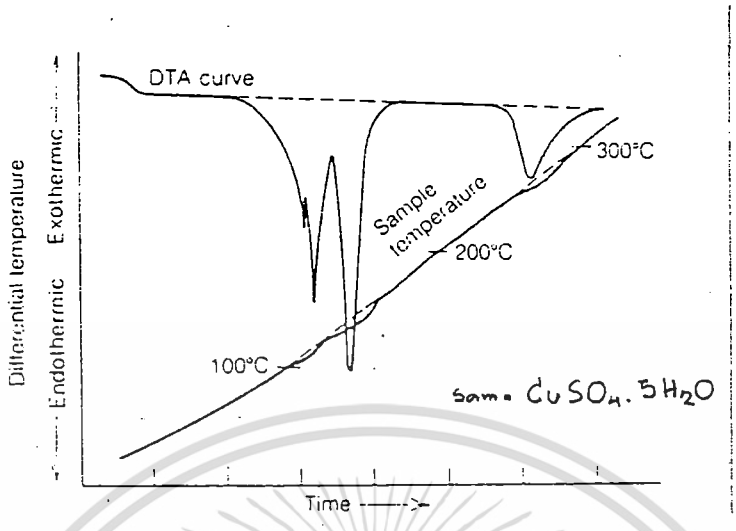
ส่วนที่ 3 คือส่วนขยายสัญญาณความแตกต่าง(ΔT)เพราะสัญญาณที่ได้มีค่าน้อยมากจึงต้องนำมาขยายก่อน

ตัวอย่างของสัญญาณที่ได้จากเครื่อง DTA แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของเครื่อง DTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างสัญญาณที่ได้จากเครื่อง DTA

ในการหาการเปลี่ยนแปลงพลังงานหรือเอนทาลปี(enthalpy) (ΔH) ของสารเมื่อเกิดปฏิกิริยา จากกราฟ DTA นั้น ต้องทราบค่าคงที่ของเครื่องมือที่ใช้วัดก่อน ซึ่งก็คือ

$$K = \frac{\text{จำนวนพลังงานความร้อนที่ให้ขณะเกิดปฏิกิริยา}}{\text{พื้นที่ใต้กราฟ}}$$

จากนั้นจะสามารถหาการเปลี่ยนแปลงพลังงานได้จาก

$$\Delta H = \int_{T1}^{T2} K\, \Delta T dT \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

โดย T1 คืออุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดปฏิกิริยา

T2 คืออุณหภูมิสุดท้ายของการเกิดปฏิกิริยา

ตัวอย่างอุณหภูมิ และพลังงานที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาของสารต่างๆที่เป็นมาตรฐานแสดงในตารางที่ 1

เมื่อให้ความร้อนแก่สารแล้วสารเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน (Edothermic)มีสาเหตุมาจาก

- น้ำที่เป็นส่วนประกอบภายในสารแตกตัวแยกออกไป
- โครงสร้างของสารเกิดการแตกสลาย
- เกิดการหลอมเหลว หรือ กลายเป็นไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สารเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายใน

- สภาพแม่เหล็กของสารเกิดการเปลี่ยนแปลง มักเกิดในพวกสารเฟอร์โรแมกเนติก

แต่ถ้าสารนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน(Exothermic)จะมีสาเหตุมาจาก

- เกิดผลึกขึ้นมาใหม่ภายในสาร

- เกิดการเผาไหม้

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้วิเคราะห์การเกิดปฏิกิริยาในการตัวอย่างได้

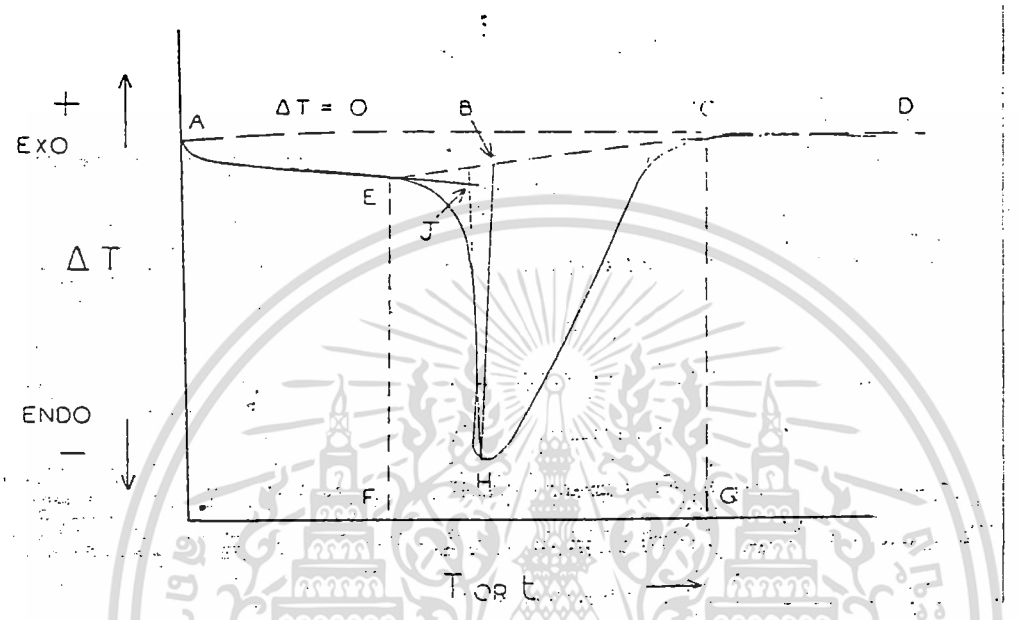
ตารางที่ 1 ตัวอย่างอุณหภูมิและพลังงานที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาของสารต่างๆ

Substance	Kind of transformation	Temperature (° C)	Heat of reaction (cal/g)	ΔH-fusion (kcal/Mole)
Gallium	Melting point	29.8		1.335
NH_4NO_3	Structural transf.	32		
NH_4NO_3	Structural transf.	85		
NH_4NO_3	Structural transf.	125		
KNO_3	Structural transf.	127.8		
Na_2SO_4	Structural transf.	147		
AgJ	Structural transf.	147		
$AgNO_3$	Structural transf.	160		
NH_4NO_3	Melting point	170		
$AgNO_3$	Melting point	212	16,7	
Na_2SO_4	Structural transf.	215		
Tin	Melting point	231 [redacted] $\pm$ 0.001		1.68
Bismuth	Melting point	271.0		2.63
AgCl	Melting point	307		
$NaNO_3$	Melting point	314	45,3	
Lead	Melting point	327.4		1.141
KNO_3	Melting point	339	25.3	
Ag_2SO_4	Structural transf.	432		
AgJ	Melting point	552		
Na_3AlF_6 (cryolife)	Structural transf.	562.7		
K_2SO_4	Structural transf.	583.5		
Na_2MoO_4	Structural transf.	642		
Ag_2SO_4	Melting point	652		
Aluminium	Melting point	660.0 $\pm$ 0.2		2.57
Na_2MoO_4	Melting point	687		
KCl	Melting point	775		
NaCl	Melting point	801		
Witherite, $BaCO_3$	Structural transf.	810 $\pm$ 1.0		
Silver	Melting point	961	25.0	2.70
Norsethite, $BaMg(CO_3)_2$	Structural transf.	968		
Witherite, $BaCO_3$	Structural transf.	980		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 นิยามต่างๆของรูปสัญญาณที่ได้จากเครื่อง DTA

นิยามต่างๆ ที่ควรทราบแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการหาค่าต่างๆบนเส้นสัญญาณของ DTA

จากรูปเส้นไข่ปลา AD เรียกว่าเส้นฐาน (base line) หมายถึงเส้นที่แสดงค่า $\Delta T = 0$ ซึ่งหมายถึงอุณหภูมิของสารทดสอบไม่แตกต่างกับอุณหภูมิของสารอ้างอิง

เส้น AE, CD หมายถึง ในช่วงอุณหภูมินั้นสารตัวอย่าง(sample)ที่ใช้ในการทดสอบยังไม่เกิดปฏิกิริยาใดๆ (ΔT ประมาณศูนย์) กราฟที่ได้จะประมาณได้ว่าเป็นเส้นฐาน

ในขณะที่สารตัวอย่าง เกิดปฏิกิริยาดูดหรือคายความร้อน จะทำให้เส้นกราฟแยกออกจากเส้นฐาน และเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลง เส้นกราฟจะกลับคืนสู่เส้นฐานอีกครั้ง เมื่อสารตัวอย่างเกิดปฏิกิริยาดูดความร้อน อุณหภูมิของสารตัวอย่างจะต่ำกว่าอุณหภูมิของสารอ้างอิง ซึ่งที่ให้ค่า ΔT ติดลบ และเมื่อสารตัวอย่างเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน อุณหภูมิตัวอย่างจะสูงกว่าอุณหภูมิของสารอ้างอิง ทำให้ ΔT มีค่าเป็นบวก

เส้นไข่ปลา EC หมายถึงความกว้างของรูปสัญญาณ(peak) ซึ่งจะถูกกำหนดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปของเวลาหรืออุณหภูมิจากจุดที่กราฟแยกออกจากเส้นฐาน จนถึงจุดที่กราฟกลับคืนสู่เส้นฐานอีกครั้ง

ระยะ BH เป็นตัวบอกอุณหภูมิแตกต่างของสารตัวอย่าง กับสารอ้างอิง โดยบอกในรูปขององศาเซลเซียส หรือ องศาเคลวิน

พื้นที่ปิด EHCE จะเป็นสัดส่วนกับพลังงานความร้อนที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา สามารถใช้ในการประมาณจำนวนสารที่ใช้ในการทดสอบได้ นอกจากนี้พื้นที่ปิด EHCE ยังเกี่ยวข้องกับการปรับแต่งเครื่องอีกด้วย

3.การดำเนินการสร้าง

จากส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่อง DTA ในรูปที่ 2.1 ซึ่งส่วนประกอบพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับเครื่อง DTA มีด้วยกัน 3 ส่วนคือ

1.ส่วนควบคุมอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเชิงเส้น

2.ส่วนขยายสัญญาณจากหัววัดอุณหภูมิ

3.ส่วนของเตาก่อเกิดความร้อนและภาชนะใส่สารทดสอบ

เมื่อสร้างส่วนประกอบต่างๆ ที่จำเป็นแต่ละส่วน แล้วนำมารวมกันจะได้วงจรรวมสมบูรณ์ดังในรูปที่ 3.1

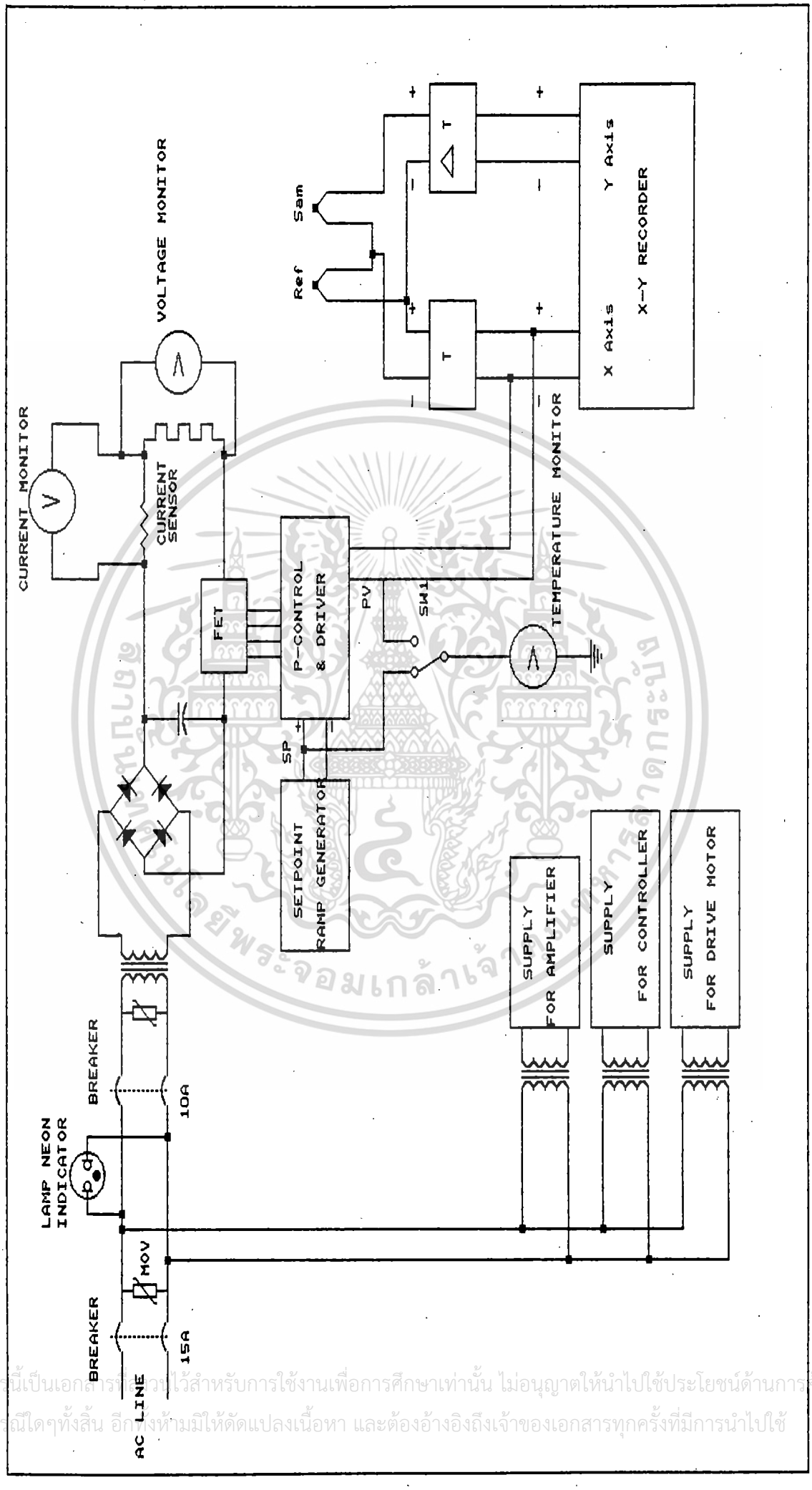
วงจรควบคุมทิศทางของมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 3.2 สวิตช์ sw2 เป็นแบบ DPDT สามจังหวะ ใช้ควบคุมทิศทางของมอเตอร์ที่ใช้ขับระดับของเตาให้เหมาะสม

รูปที่ 3.1 สวิตช์ sw1 เป็นตัวเลือกว่าจะแสดงผลอุณหภูมิในเตาหรือค่าเป้าหมาย

สำหรับรายละเอียดต่างๆ เช่น แหล่งจ่ายไฟให้กับ วงจรขยาย และวงจรควบคุม และส่วนแสดงกระแสและแรงดัน จะแสดงรายละเอียดไว้ที่ภาคผนวก

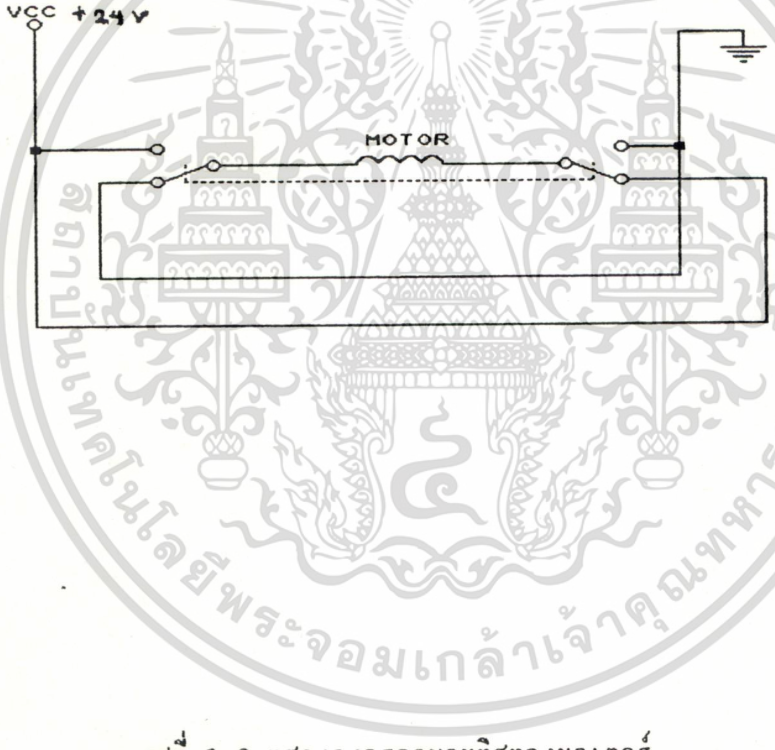
ในรูปที่ 3.3 แสดงรูปจริงของเครื่อง DTA ที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 เป็นวงจรรวมส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง DTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรควบคุมทิศทางมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 รูปเครื่อง DTA จริงที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานเครื่อง DTA ที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผลที่ได้มีค่าผิดพลาดน้อยที่สุดจะมีขั้นตอนดังนี้

1.เปิดไฟฟ้าให้เข้าสู่ระบบทั้งหมดที่ main breaker พร้อมทั้งเปิด power ของ x-y recorder

2.ปรับปุ่ม input ของ x-y recorder ทั้งแกน x และ แกนy มาอยู่ที่ตำแหน่ง zero พร้อมกับปรับสเกลให้เหมาะสม โดยแกน x ถ้าต้องการวัดถึง 500 องศาให้ปรับมาที่ 0.25 v/cm แกน y ให้ทดลองปรับตามขนาดของสัญญาณ โดยปรกติจะอยู่ในย่าน 10 mv/cm, 5 mv/cm และ 2.5 mv/cm

3.ใส่สารที่จะทดสอบในภาชนะใส่สาร โดยพยายามจัดภาชนะใส่สารทั้งสองให้อยู่ในตำแหน่งสมดุลย์และใกล้กันที่สุด แต่ระวังอย่าให้ติดกัน จากนั้นเลื่อนตำแหน่งของเตาให้เหมาะสม พร้อมกับปิดฝาครอบ

4.ปรับปุ่ม ramp controller มาที่ตำแหน่ง pause และกดปุ่ม reset

5.เลือกอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิที่ต้องการคือ 1,2,3,5,7 หรือ 10 องศาต่อนาที

6.ปรับปุ่ม sp/pv monitor ให้มาอยู่ในตำแหน่ง pv ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิในเตา อ่านค่าไว้จากนั้นปรับมาที่ตำแหน่ง sp ซึ่งเป็นอุณหภูมิของค่าเป้าหมาย แล้วปรับอุณหภูมิของค่าเป้าหมายให้เท่ากับอุณหภูมิในเตา โดยปรับที่ปุ่ม adjust จากนั้นปรับปุ่ม sp/pv monitor มาที่ตำแหน่ง pv ดังเดิม

7.ขณะนี้เครื่อง DTA พร้อมที่จะทำงานแล้ว ปรับปุ่ม input ทางแกน y ของ x-y recorder มาที่ตำแหน่ง meas สังเกตว่าปากกาเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งศูนย์หรือไม่ ถ้าเคลื่อนที่ไปมากให้รอสักครู่เพื่อให้อุณหภูมิของสารทั้งสองมีค่าเท่ากัน

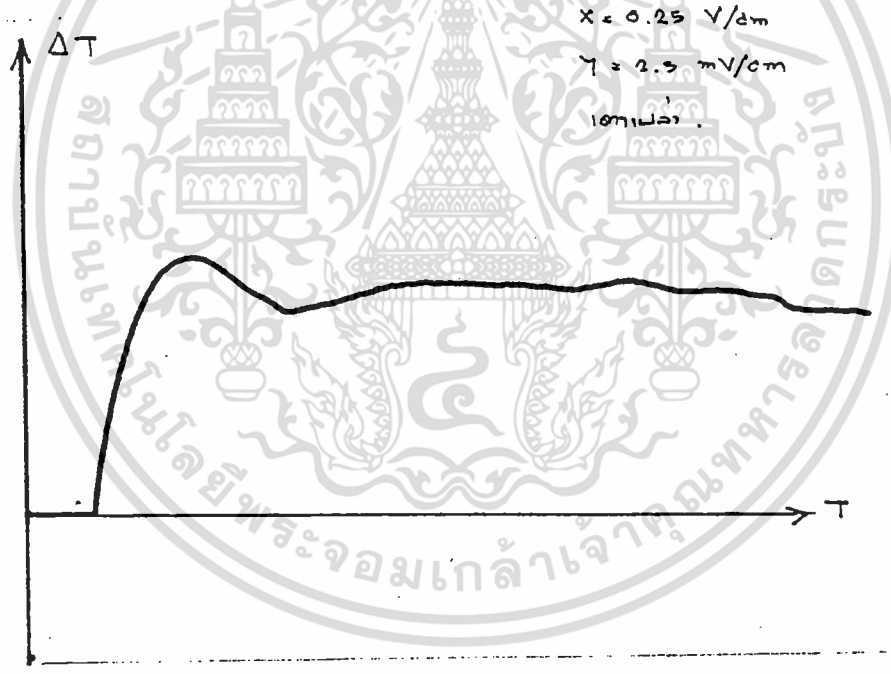
8.จ่ายพลังงานให้กับเตาโดย on เบรคเกอร์ที่ furnace power พร้อมกับปรับสวิทย์ของ ramp controller มาที่ตำแหน่ง start และปรับปุ่ม pen ของ x-y recorder มาที่ down จากนั้นปรับปุ่ม input ทางแกน x มาที่ตำแหน่ง meas ซึ่งเป็นขั้นตอนท้ายสุดของการเดินเครื่อง DTA

ข้อควรระวังในการใช้งานคือ ในระหว่างเดินเครื่องไม่ควรปรับตำแหน่งของเตาอีกและไม่ควรเปิดฝาครอบออก เพราะจะทำให้ผลที่ได้ผิดพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ผลการทดลองที่ได้จากเครื่อง DTA ที่สร้างขึ้น

ในการทดลองใช้งานครั้งแรก ทดลองโดยใช้สารทดสอบเป็นชนิดเดียวกับสารอ้างอิงเพื่อดูลักษณะของเส้นฐาน(base line) ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผลการทดลองเครื่อง DTA โดยใช้สารตัวอย่างเป็นชนิดเดียวกับสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองจะเห็นว่าเส้นฐานมีลักษณะขนานจากเส้นศูนย์ ซึ่งแสดงว่าทางด้านสารทดสอบร้อนกว่าทางด้านสารอ้างอิง สาเหตุอาจมาจากการไม่สมมาตรกันของตำแหน่งที่วางสารทั้งสอง ดังนั้นจึงต้องปรับตำแหน่งที่วางสารโดยขันสกรูที่ฐาน จนกว่าเส้นฐานจะตกกลับเป็นศูนย์ ซึ่งแสดงว่าตำแหน่งทั้งสองสมมาตรกันแล้ว

เมื่อปรับตำแหน่งให้สมมาตรกันแล้วเริ่มทดลองครั้งที่หนึ่งโดยใช้สาร KNO_3 ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.2

จะเห็นว่ามีสัญญาณสองสัญญาณเกิดขึ้น ซึ่งสัญญาณแรกนั้นเกิดเนื่องจากก๊าซ NO_2 ได้แตกตัวไปดังสมการ

$$KNO_3 \longrightarrow K_2O + NO_2$$

ซึ่งการแตกตัวไปนี้ตามค่ามาตรฐานใช้พลังงาน ΔH = 25.3 cal/g

จากผลการทดลองสัญญาณแรกที่เกิดนี้เกิดที่ตำแหน่ง 5.45 ซม.

$= 5.45 \times 0.25$ V

$= 1.3625$ V

สัญญาณทางแกน x คือ 9.94 mV/องศา

ดังนั้นอุณหภูมิที่เกิดคือ $1.3625/9.94 \times 10^{-3}$ คือ 137 องศา

ขนาดของสัญญาณที่เกิดคือ 3 ซม.

$= 3 \times 2.5 \times 10^{-3}$

$= 7.5$ mV

สัญญาณทางแกน y ถูกขยายมา 201.53 เท่า

ดังนั้นสัญญาณที่เกิดขึ้นจริงคือ 7.5 mV/ 201.53 คือ 3.725×10^{-5} V

สัญญาณจากเทอร์โมคับเปิลคือ 40 μV/องศา

ดังนั้นอุณหภูมิที่แตกต่าง(ΔT)คือ $3.725 \times 10^{-5}/40 \times 10^{-6}$ คือ 0.93 องศา

เราจะหาพื้นที่ได้กราฟสัญญาณนี้เพื่อหาค่า K ของเครื่อง DTA นี้ได้จาก

พื้นที่ใต้กราฟจะประมาณเป็นรูปสามเหลี่ยม

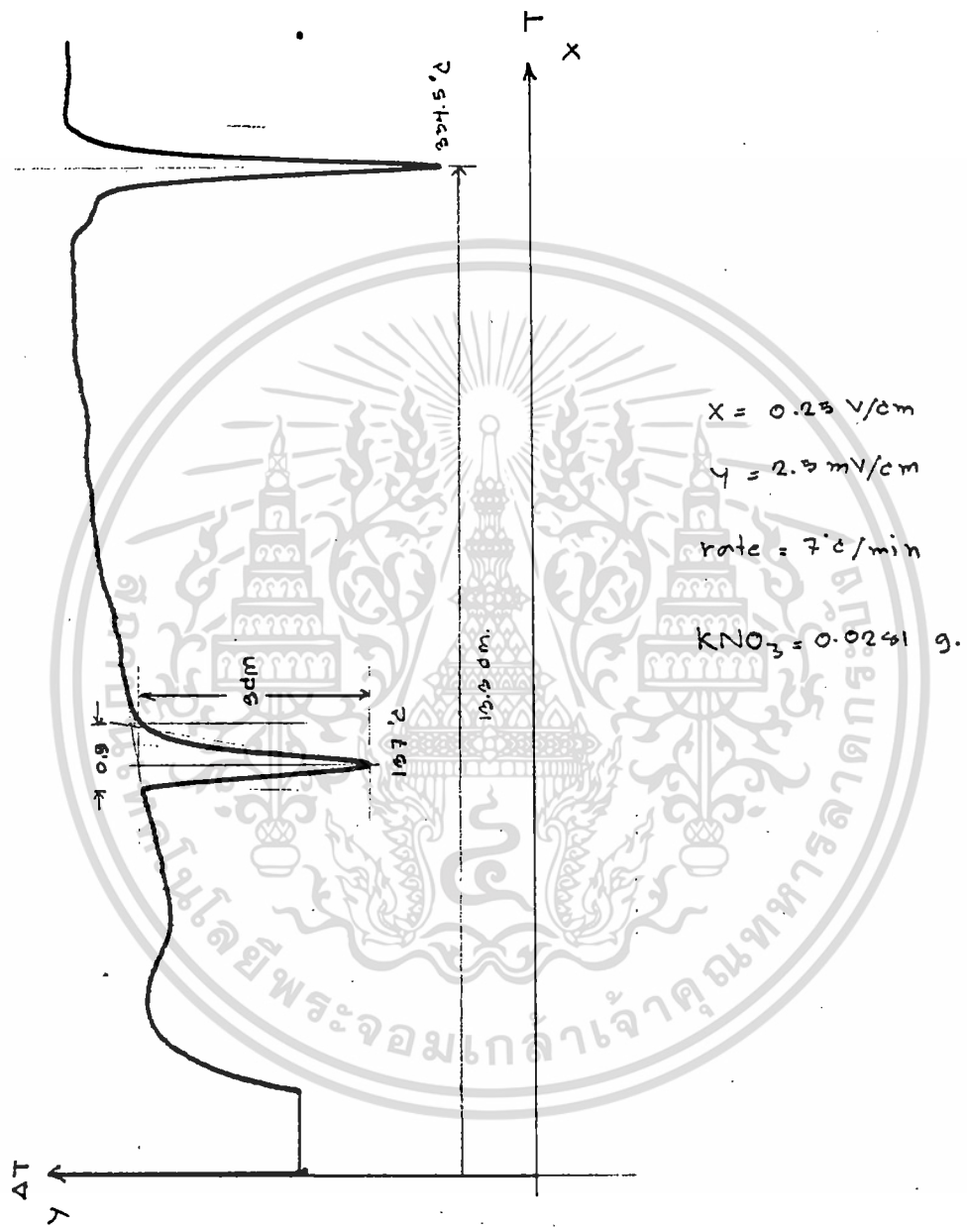
AREA = (สูง x ฐาน)/2

สูงคือ 0.93 องศา

ฐานหาได้จากการคำนวณทางแกน x โดย

ฐาน มีขนาด 0.9 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองครั้งที่หนึ่งโดยสารที่ใช้คือ KNO_3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ สจล.

ดังนั้นขนาดสัญญาณคือ $(0.9 \times 0.25)/9.94 \times 10^{-3} = 22.64$ องศา

เพราะฉะนั้นพื้นที่ใต้กราฟคือ $0.93 \times 22.64/2$

$= 10.526$

จาก สมการพื้นฐานของ DTA

$\Delta H = K \times AREA$

ดังนั้น $K = \Delta H/AREA$

หา ΔH ที่ใช้จาก น้ำหนักสารที่ใช้คือ 0.02819 กรัม

$\Delta H = 25.3 \times 0.02819$

$= 0.71$ cal.

แทนค่าหาค่า K จะได้

$K = 0.71/ 10.526$

$= 0.06754$

จากผลการทดลองสัญญาณที่สองที่เกิดเป็นจุดหลอมเหลวของสารที่เหลืออยู่ซึ่งจากค่ามาตรฐานจะเกิดที่อุณหภูมิ 339 องศา

จากการทดลอง เกิดที่อุณหภูมิ 334.5 องศา ซึ่งผิดพลาดไป 4.49 องศาหรือ 1.33%

การทดลองครั้งที่สองใช้สารทดสอบคือดีบุก ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.3

อุณหภูมิที่หลอมเหลวคือ 240.19 องศา

จากค่ามาตรฐานจะหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 231 องศา

ผิดพลาดไป 9.19 องศา หรือ 3.98 %

ขนาดสัญญาณความแตกต่างอุณหภูมิคือ 5.179 องศา

ช่วงอุณหภูมิขณะเกิดปฏิกิริยาคือ 20.12 องศา

พื้นที่ใต้กราฟคือ 52.1

ค่า ΔH มาตรฐานคือ 1.68 kcal/mole

สารที่ใช้ทดสอบมีน้ำหนัก 0.1369 กรัม หรือ 1.153×10^{-3} mole

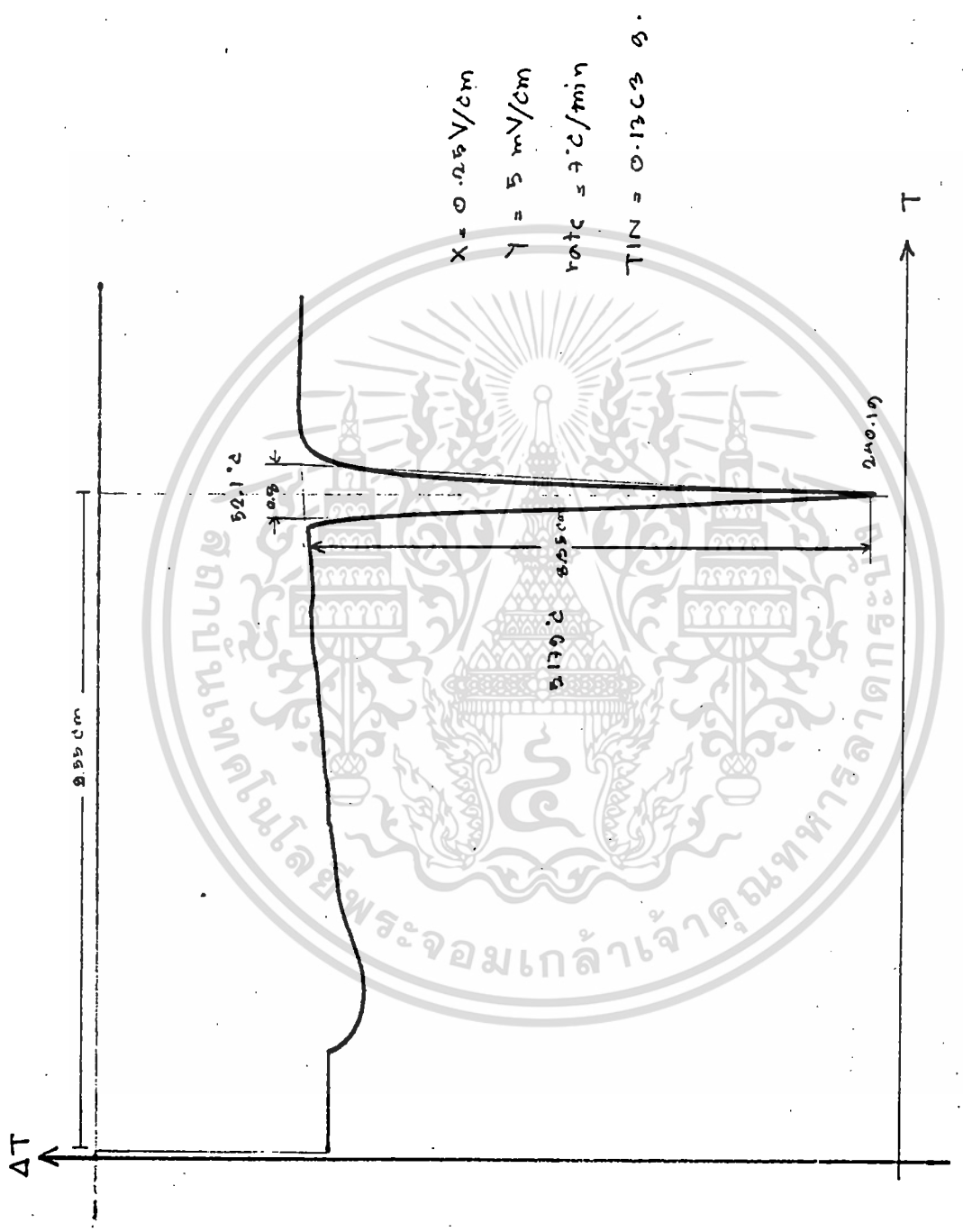
ดังนั้น ΔH ที่ใช้คือ 1.937 cal.

ค่า K คือ 0.037

จากการทดลองสองครั้งได้ค่า Kเฉลี่ยเป็น $(0.06754+0.037)/2$

$K = 0.05227$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ผลการทดลองครั้งที่สองโดยใช้สารทดสอบเป็นดีบุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่สามใช้สารทดสอบคือดีบุกเช่นเดิม ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.4 โดยจะทดลองหาน้ำหนักของสารที่ใช้จากพื้นที่ใต้กราฟ โดยอาศัยค่า K ที่ได้จากสองครั้งแรก

จากการทดลองจุดหลอมเหลวที่ได้คือ 241.45 องศา

ผิดพลาดจากค่ามาตรฐานไป 10.45 องศา หรือ 4.52 %

ขนาดสัญญาณความแตกต่างอุณหภูมิคือ 5.7 องศา

ช่วงอุณหภูมิขณะเกิดการหลอมเหลวคือ 22.63 องศา

พื้นที่ใต้กราฟคือ 64.512

จาก $\Delta H = AREA \times K$

$= 64.512 \times 0.05227$

$= 3.372$ cal.

จากค่า ΔH มาตราฐาน 1.68 kcal/mole

ดังนั้น สารที่ใช้จะมี 2×10^{-3} mole

จะมีน้ำหนัก $= 2 \times 10^{-3} \times 118.69$ g.

$= 0.238$ g.

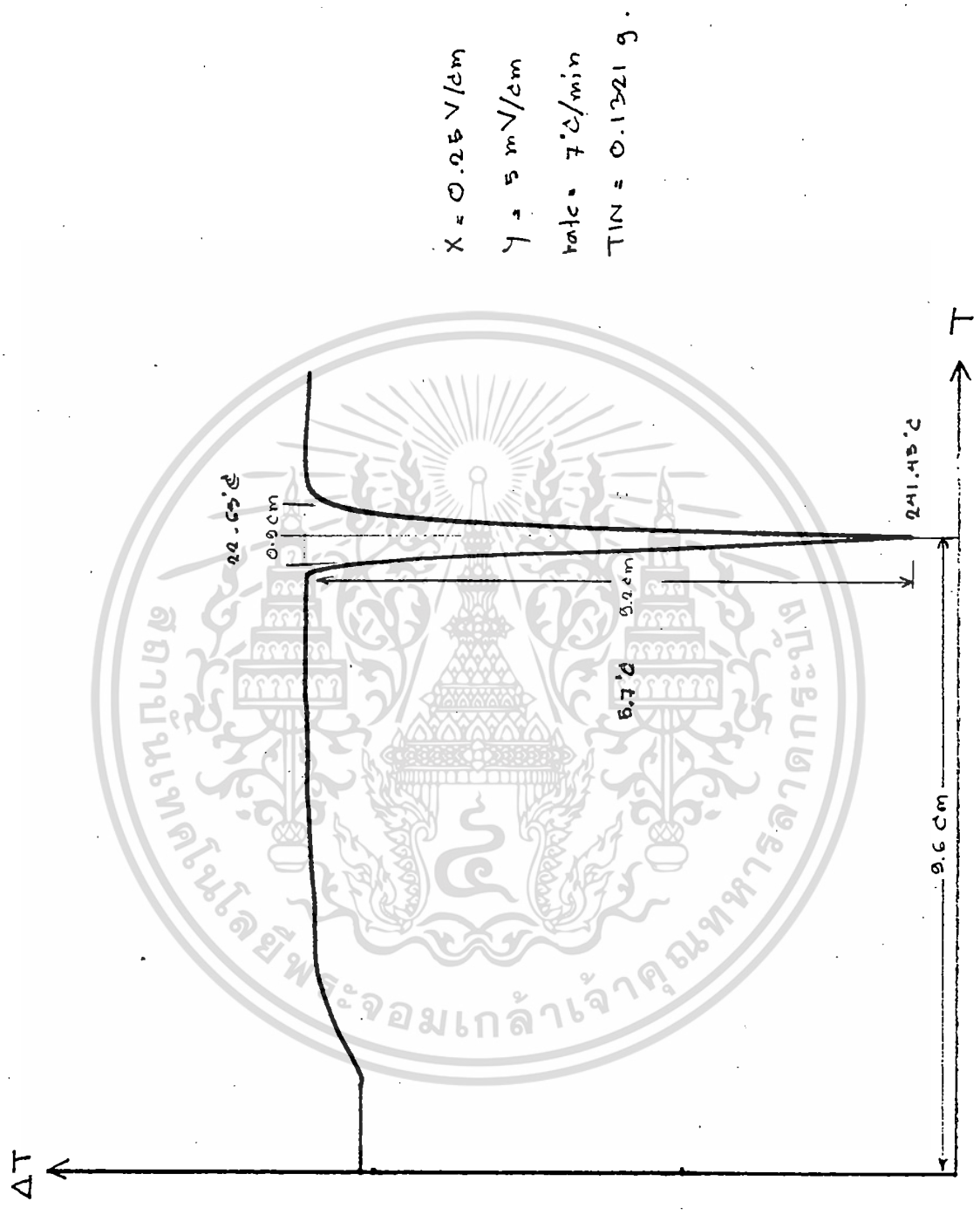
แต่สารที่ใช้จริงๆ มีน้ำหนัก 0.1321 กรัม

ผิดพลาด ไป 0.106 กรัม หรือ 80.3 %

ซึ่งจะเห็นว่ามีค่าผิดพลาดมากในการหามวลของสารที่ใช้ทดสอบ สาเหตุอาจมาจากค่า K ที่ใช้ยังไม่ใช่ค่าที่แท้จริง

117609

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การทดลองครั้งที่สามสารที่ใช้ทดสอบคือดีบุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 4 เป็นการทดลองหาความแตกต่างเมื่อทดลองที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิค่าต่าง ๆ แต่ใช้สารทดสอบตัวเดิมคือดีบุก ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.5

ในทางทฤษฎีถ้าสารชนิดเดียวกันมีมวลเท่ากัน ไม่ว่าจะทดสอบด้วยอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเท่าใด อุณหภูมิที่เกิดการหลอมเหลวและ พลังงานที่ใช้หรือพื้นที่ใต้กราฟจะต้องเท่าเดิม โดยถ้าอัตราการเพิ่มอุณหภูมิมีค่าต่ำขนาดของสัญญาณจะมีค่ามากแต่ขนาดของฐานจะแคบลง ถ้าอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิมีค่ามาก ขนาดของสัญญาณจะเล็กแต่ขนาดของฐานจะกว้าง

ผลการทดลองในรูปที่ 4.5 โดยใช้ดีบุกตัวเดียวกันทดลอบซ้ำกัน

อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 3 องศาต่อนาที

จุดหลอมเหลวเป็น 233.9 องศา ผิดพลาดไป 2.9 องศา หรือ 1.25%

มีขนาดสัญญาณความแตกต่างอุณหภูมิเป็น 3.22 องศา

ขนาดของฐานหรือ ช่วงอุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยา เป็น 13 องศา

พื้นที่ใต้กราฟคือ 20.33

อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 5 องศาต่อนาที

จุดหลอมเหลวเป็น 235.9 องศา ผิดพลาดไป 4.9 องศา หรือ 2.12%

มีขนาดสัญญาณความแตกต่างอุณหภูมิเป็น 3.97 องศา

ขนาดของฐานหรือ ช่วงอุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยา เป็น 17.6 องศา

พื้นที่ใต้กราฟคือ 37.94

อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 7 องศาต่อนาที

จุดหลอมเหลวเป็น 236.4 องศา ผิดพลาดไป 5.4 องศา หรือ 2.28%

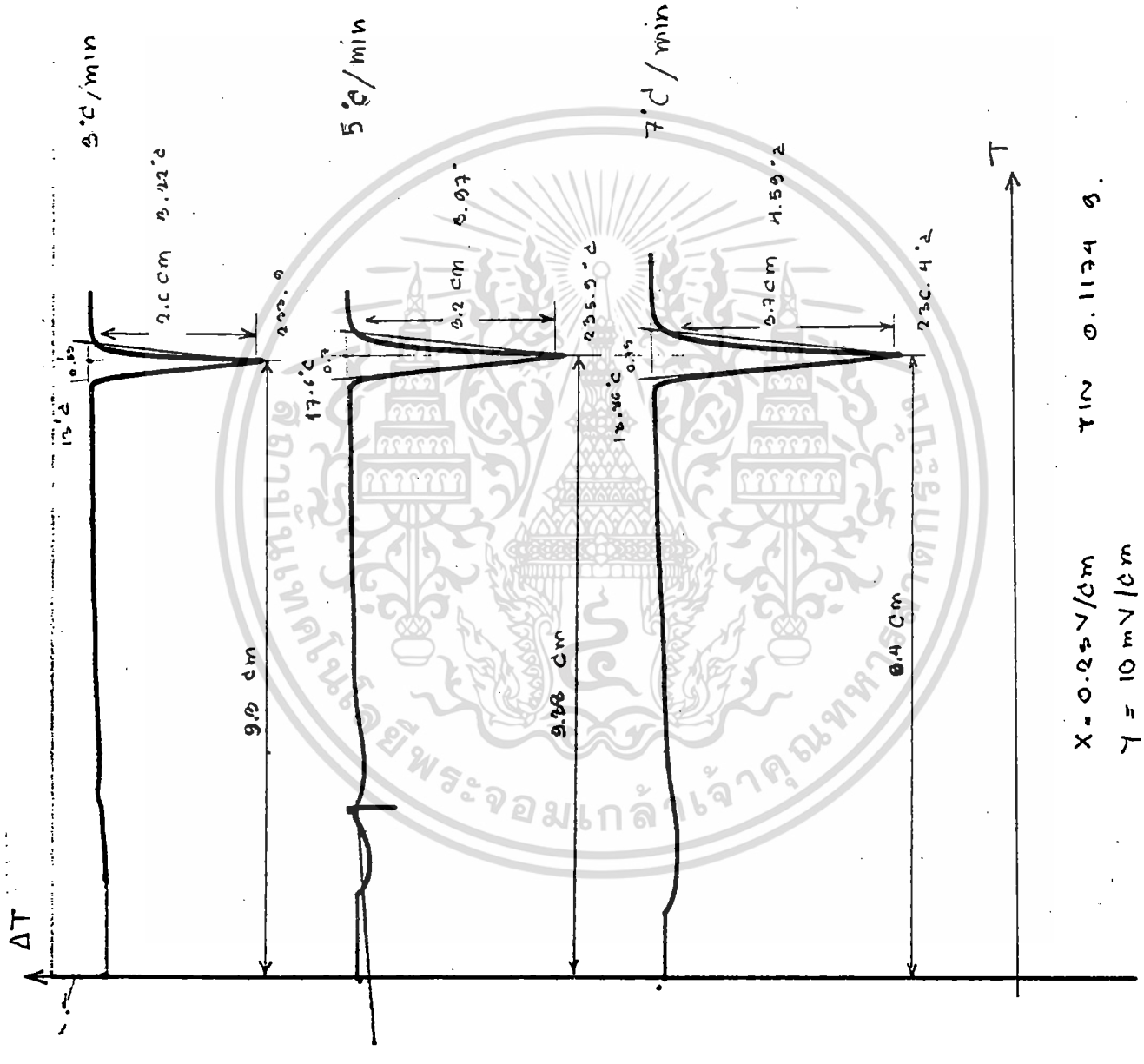
มีขนาดสัญญาณความแตกต่างอุณหภูมิเป็น 4.59 องศา

ขนาดของฐานหรือ ช่วงอุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยา เป็น 18.86 องศา

พื้นที่ใต้กราฟคือ 43.29

จะเห็นว่าจุดที่เกิดการหลอมเหลวมีค่าใกล้เคียงกันทุกค่าอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การทดลองครั้งที่ 4 โดยใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเป็นค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

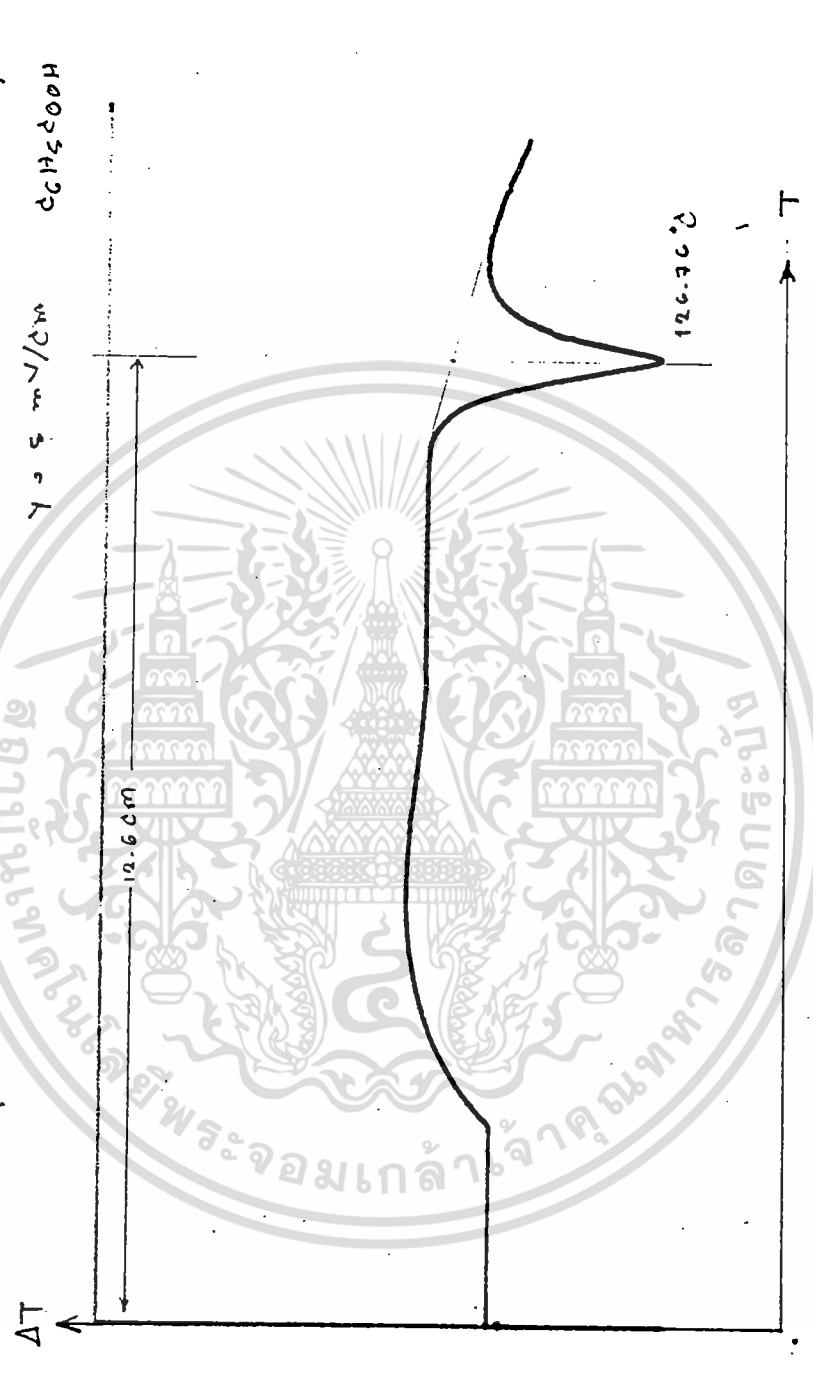
การทดลองครั้งที่ 5 ใช้เบนโซอิก(C_6H_5COOH)ในการทดสอบ ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.6

จากการทดลองได้จุดหลอมเหลวเป็น 126.76 องศา

ค่ามาตรฐานจะหลอมเหลวที่ 122.37 องศา

ผิดพลาดไป 4.39 องศา หรือ 3.59 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การทดลองครั้งที่ 5 ใช้เบนโซอิกเป็นตัวทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.สรุปผลการสร้างเครื่อง DTA

จากผลการทดลองในหัวข้อที่ 4 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงค่าผิดพลาดในการทดลองครั้งต่างๆ

การทดลองครั้งที่	ค่ามาตรฐาน(องศา)	ค่าที่วัดได้(องศา)	ผิดพลาด(%)
1	339	334.5	1.33
2	231	240.2	3.98
3	231	241.5	4.52
4	231	233.9	1.25
	231	235.9	2.12
	231	236.4	2.28
5	122.37	126.76	3.59
		ค่าผิดพลาดเฉลี่ย	2.72

จากตารางจะได้ค่าผิดพลาดเฉลี่ยเป็น 2.72 % ซึ่งค่าผิดพลาดนี้เป็นค่าผิดพลาดรวม ซึ่งประกอบด้วยค่าผิดพลาดจากการวัดอุณหภูมิทั้งหมดตั้งแต่การนำสัญญาณจากหัววัดเทอร์โมคับเปิล นำมาขยายจนถึงการแสดงผล และค่าผิดพลาดที่เกิดจากการวัดระยะที่เกิดสัญญาณจากกราฟที่ได้จาก x-y recorder

ค่าผิดพลาดที่เกิดจากการวัดนี้จะขึ้นอยู่กับสเกลของ x-y recorder ที่ใช้ โดยกำหนดให้ความละเอียดสูงสุดที่วัดได้จากกราฟคือ 1 มิลลิเมตร ดังนั้น

แกน x สเกล 0.25 V/cm ความละเอียดสูงสุดที่วัดได้คือ 2.52 องศา

0.1 V/cn ความละเอียดสูงสุดที่วัดได้คือ 1 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกน y สเกล 10 mV/cm ความละเอียดสูงสุดที่วัดได้คือ 0.124 องศา

5 mV/cm ความละเอียดสูงสุดที่วัดได้คือ 0.062 องศา

1 mV/cm ความละเอียดสูงสุดที่วัดได้คือ 0.012 องศา

จากการทดลองหาค่า K ของเครื่อง DTA ที่สร้างขึ้นสรุปได้ดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 ได้ค่า K เป็น 0.06754

การทดลองครั้งที่ 2 ได้ค่า K เป็น 0.037

ค่า K เฉลี่ยคือ 0.052

จากค่า K ที่ได้เมื่อนำไปใช้หามวลของสารในการทดลองครั้งที่ 3 จะผิดพลาดไป 80.3 % ซึ่งผิดพลาดไปมากกว่าที่จะยอมรับได้ ซึ่งแสดงว่าค่า Kเฉลี่ย ที่ได้ไม่สามารถใช้แทนค่า K ของเครื่องได้ เมื่อมาดูค่า K ที่ได้ในแต่ละครั้งจะเห็นว่ามีค่าแตกต่างกันมากถึงสองเท่า

สาเหตุที่ค่า K มีค่าแตกต่างกันมากนี้อาจมาจากการวัดพื้นที่ใต้กราฟ ซึ่งวิธีที่ใช้ใช้การประมาณเป็นสามเหลี่ยมซึ่งจริงๆแล้วไม่ใช่รูปสามเหลี่ยม และค่าที่วัดได้อาจผิดพลาดเนื่องจากการวัดดังได้กล่าวไปแล้วจึงทำให้การหาพื้นที่ใต้กราฟผิดพลาดไปด้วย

จากผลการทดลองเครื่อง DTA ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้ดีในระดับหนึ่งโดยเฉพาะการหาจุดที่สารทดสอบเกิดการเปลี่ยนแปลง แต่การใช้งานในการหาพลังงานที่ใช้ในการเกิดการเปลี่ยนแปลงผลที่ได้ยังไม่เป็นที่น่าพอใจนักเนื่องจากค่าที่ได้ผิดพลาดไปมาก จำเป็นจะต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไป

จากการทดลองใช้งานจะเห็นว่าความผิดพลาดเนื่องจากการวัดเป็นความผิดพลาดที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ และทำให้ค่า K มีค่าผิดพลาดไปด้วย ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของเครื่อง DTA ที่สร้างขึ้นลดลง

ดังนั้นในการแก้ไขปรับปรุงนั้นสามารถทำได้โดยนำสัญญาณที่ได้เข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้การประมวลผลสะดวกขึ้นอีกทั้งความผิดพลาดเนื่องจากการวัดจะหมดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1.J.Michael Jacob,Industrial Control Electronics,pp 166-179,Prentice-Hall,Englewood Cliffs,New Jersey,1989

2.E.J.Kennedy,Operational Amplifier Circuit Theory and Application,pp475-483,Holt,Rinehart and Winston,Inc,1988

3.Manual On The Use Of Thermocouples In Temperature Measurement,5th ed.,ASTM,1990

4.W.Smykatz-Kloss,Differential Thermal Analysis,Springer-Verlag ,Berlin ,1974

5.B.wunderlich,Thermal Analysis ,Academic Press,Inc,San Diego,1990

6.G.W.Ewing,Instrumental Methods of Chemical Analysis,Fith Edition,Mcgraw-Hill Book Company,Singapore,1985

7.O.Kubaschewski,Metallurgical Thermo-Chemistry ,Vol 24 ,5th Edition ,Pergamon Press Ltd,Republic of Singapore,1979

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

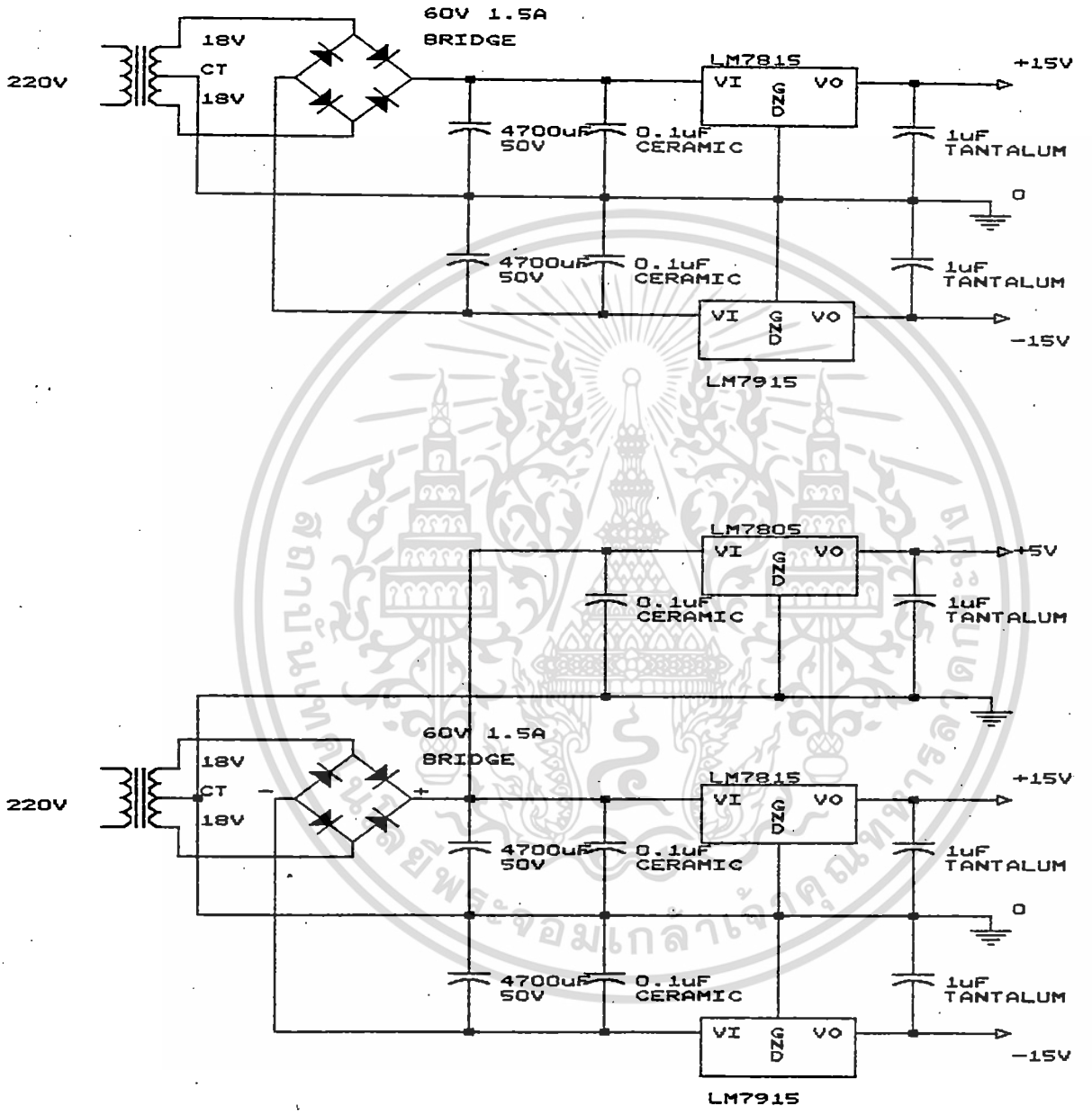
ภาคผนวก

1. แหล่งกำเนิดแรงดัน 5V +15V -15V สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิคส์

แหล่งกำเนิดแรงดันที่ใช้งานมี 4 ชุดคือ 5V +15V -15V สามชุด สำหรับวงจรควบคุมอัตราการเพิ่มอุณหภูมิและวงจรแสดงผล และ +15V -15V หนึ่งชุด สำหรับวงจรขยายสัญญาณ สาเหตุที่ต้องทำหลายชุดเพราะต้องการแยกไม่ให้มีการรบกวนซึ่งกันและกันทางแหล่งกำเนิดแรงดันซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของวงจรขยายสัญญาณลดลง

วงจรแหล่งกำเนิดแรงดันทั้ง4ชุดมีลักษณะเหมือนกันแสดงดังรูปที่ ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก วงจรแหล่งกำเนิดแรงดัน 5V +15V -15V

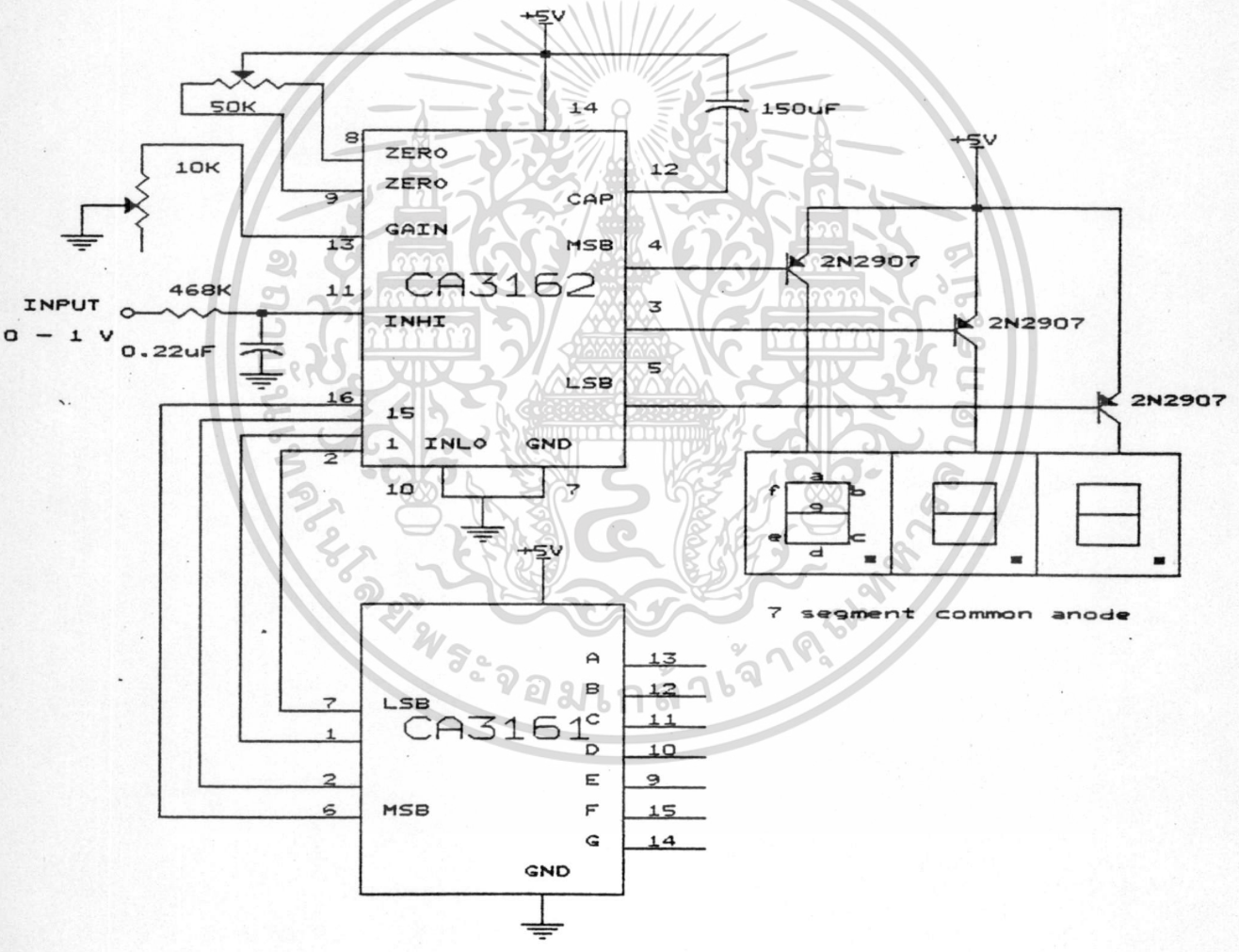
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัวแสดงผลอุณหภูมิ แรงดันและกระแสที่จ่ายให้เตา

ในการแสดงผลจะใช้ดิจิตอลโวลต์มิเตอร์เป็นตัวแสดงผล การแสดงผลอุณหภูมิและแรงดันจะใช้หลักการเดียวกันคือวัดแรงดันของสัญญาณอุณหภูมิและแรงดันที่ตกคร่อมเตา แล้วมาแบ่งแรงดันลงให้เหมาะสมก่อนที่จะส่งให้ดิจิตอลโวลต์มิเตอร์แสดงผล

การแสดงผลกระแสนั้นก็ใช้ดิจิตอลโวลต์มิเตอร์แสดงผลเช่นกัน โดยจะเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดันก่อน ซึ่งทำได้โดยใช้ตัวต้านทานค่าน้อยๆมาอนุกรมกับวงจรที่ต้องการวัดกระแสแล้ววัดแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานนั้น เมื่อเรารู้ค่าความต้านทานและแรงดันที่วัดได้เราก็จะทราบค่ากระแสตามกฎของโอมห์

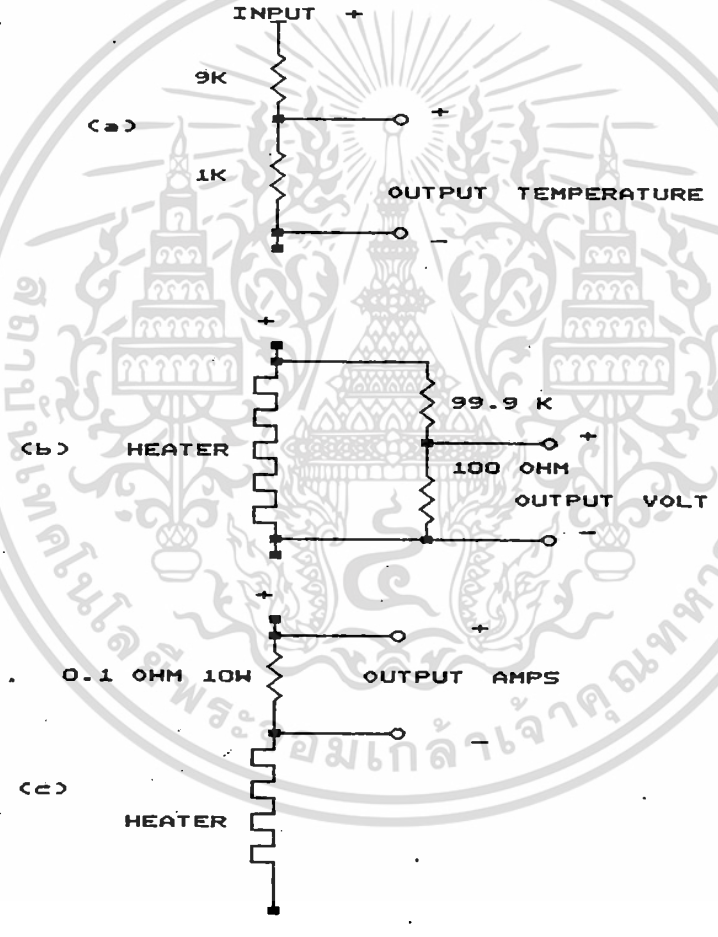
วงจรดิจิตอลโวลต์มิเตอร์แสดงดังรูปที่ ข



รูปที่ ข วงจรดิจิตอลโวลต์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

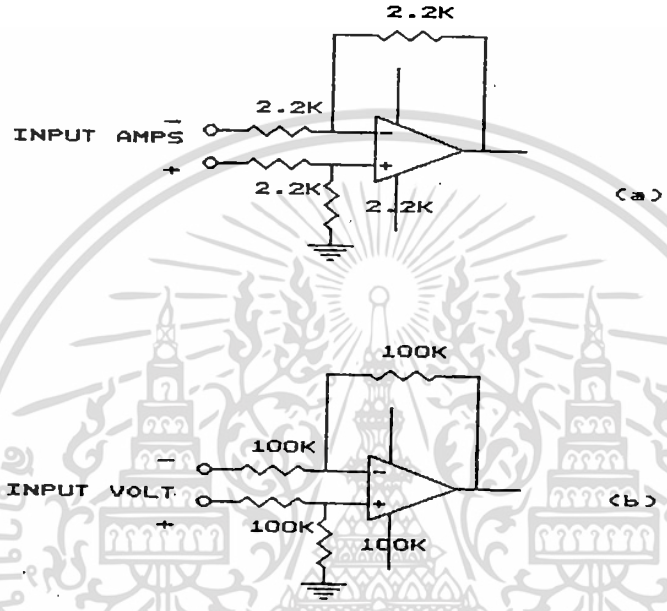
ดิจิตอลโวลต์มิเตอร์ที่สร้างขึ้นวัดแรงดันได้สูงสุด 0.999 V โดยวงจรแบ่งแรงดันสำหรับการวัดอุณหภูมิ แรงดันและกระแส แสดงดังรูปที่ ค a,b,c ตามลำดับ โดยอุณหภูมิที่วัดได้มีค่าตั้งแต่ 0 - 999 องศา ,แรงดันที่วัดได้มีค่าตั้งแต่ 0 - 999 โวลต์ และกระแสที่วัดได้มีค่าตั้งแต่ 0 - 9.99 แอมป์



รูปที่ ค วงจรแบ่งแรงดันของส่วนแสดงผล (a) อุณหภูมิ (b) แรงดัน (c) กระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากวงจรโวลต์มิเตอร์ที่สร้างขึ้นสัญญาณอินพุทเป็นแบบขั้วเดียว (single end) ในการวัดส่วนใหญ่จะใช้วัดสัญญาณแตกต่าง(differential mode) ดังนั้นจึงต้องมีตัวแปลงสัญญาณแตกต่างให้เป็นสัญญาณแบบขั้วเดียว วงจรที่ใช้แสดงดังรูปที่ ง



รูปที่ ง วงจรแปลงสัญญาณแตกต่างเป็นแบบขั้วเดียว
(a) สำหรับกระแส (b) สำหรับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

แบบ ว - 1

หัวข้อคำชี้แจง
ประกอบการของบประมาณโครงการวิจัย
ปีงบประมาณ 2535

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง มหาวิทยาลัย

โครงการวิจัยลำดับที่.....

1. ชื่อโครงการ การสร้างเครื่องดิฟเฟอเรนเชี่ยลเทอร์มอลอนาไลซิส
(Construction of Differential Thermal Analysis Instrument)

2. ประวัติหัวหน้าโครงการและคณะวิจัย

หัวหน้าโครงการ นายอารีย์ วิเชียรฉาย (Dr. Aree Wichianchai)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระดับ 6 ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ สจล.
กศ.บ. (เกียรตินิยม) (ฟิสิกส์) มศว. ประสานมิตร
วท.ม. (โซลิดสเตทฟิสิกส์ เซลแสงอาทิตย์ และหิ่งห้อยรังสีอัลฟา)
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Docteur d'etat es Science (Solid-State Physics)
Bordeaux University, FRANCE

คณะวิจัย นายวิชิต ศิริโชติ
วท.บ. (ฟิสิกส์ประยุกต์) พระจอมเกล้า ลาดกระบัง
วท.ม. (เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายจิติ หนูแก้ว
กศ.บ. (ฟิสิกส์) มศว. สงขลา
วท.ม. (โซลิดสเตทฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง (สจล.) กรุงเทพฯ. 10520
โทร 326-7320-9 ต่อ 396

ประสบการณ์ในงานวิจัยของหัวหน้าโครงการ

- Research Assistant of the Semiconductor Device Research Laboratory (SDRL), Electrical Engineering Department, Chulalongkorn University, 1982-1983
- สร้างและพัฒนาเซลแสงอาทิตย์ชนิดธรรมดา และชนิดรวมความเข้มสูง
- สร้างและพัฒนา หัววัดรังสีอัลฟา
- ศึกษาผิวสัมผัส โลหะ-สารกึ่งตัวนำ
- ศึกษาสารใหม่ ชนิดออกไซด์ผสมของโลหะทรานซิชั่น และ rare earth ชนิด ABO_2 delafossite structure
- สร้างเตาอุณหภูมิสูง เพื่อศึกษาสารกึ่งตัวนำชนิดใหม่ $Cu_x M_{(1-x)} AlO_2$; M = Mg,Sn สำหรับเซลแสงอาทิตย์
- สร้างเครื่องวัด ดี.ซี.ฮิสเทอร์รีซีส ด้วยสนามแม่เหล็กกำลังสูง
- ระบบการเก็บและควบคุมข้อมูลสำหรับ hysteresis curve tracer

ผลงานวิจัยที่ได้รับการพิมพ์เผยแพร่ของหัวหน้าโครงการ

- "Low Cost Solar Cell Technology" 5th EE Conference 1-2 November,1982,Chiengmai University.
- "The Improvement of p-n Junction Alpha Radiation Detector" 5th EE Conference,1982,Chiengmai University.
- "Texturized Solar Cell Technology" 5th EE Conference, 1-2 November, 1982,Chiengmai University.
- "Sur Quelques Nouveux Composes de Structure de type Delafossite [On Some New Compounds of Delafossite Structure]", J. Phys. Chem. Solids 48, 37 (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- "Crystal Structure Determination of Cu $Ni_{0.5}$ $Ti_{0.5}$ O_2 "Rev. Chim. min.t. 23,1986 p. 318
- "On Magnetic Properties of some oxides with Delafossite-type Structure" Mat.Res.Bull., Vol.21, pp.745-752,(1986)
- Comparason des Response Spectrales d'electrodes de $CuAlO_2$ et $CuCrO_2$ [Comparison of $CuAlO_2$ and $CuCrO_2$ electrodes on Spectral Response] C.R.Acad.Sc.Paris, t. 303, Series II, n°5 (1986)
- "Crystal Growth and Electrical Properties of $CuFeO_2$ Single Crystals" J.Solid-state Chem.75, 105 (1988)
- "Determining of the Zero Field Splitting and Exchange Narrowing of EPR linewidth in Cr^{3+} Delafossite-type Oxides " J.Phys.Chem.Solids.49,377 (1988)
- "A Construction of 2 Tesla Electromagnet with Local Materials", 15th Conference on Science and Technology of Thailand , 18-20 Oct. 1989.
- "An Inexpensive High Temperature Electric Furnace for Preparing New Semiconductor Materials", 15th Conference on Science and Technology of Thailand , 18-20 OCt. 1989.
- "DC Electronic Hysteresigraph (Ring Test)" , 15th Conference on Science and Technology of Thailand, 18-20 OCt. 1989.
- "DC Electronic Hysteresigraph (Permeameter Test)", 15th Conference on Science and Technology of Thailand, 18-20 OCt.1989.
- "Electronic Flux Meter",15th Conference on Science and Technology of Thailand, 18-20 OCt. 1989.

งานวิจัยที่กำลังดำเนินงานในปัจจุบัน

- สร้างเตาอุณหภูมิสูงพร้อมระบบควบคุมอุณหภูมิด้วยคอมพิวเตอร์
- สร้างและพัฒนาเครื่องเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์แบบกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สาขาวิชาการที่ทำการวิจัย วิทยาศาสตร์กายภาพ (ฟิสิกส์ประยุกต์)

4. ประเภทของงานวิจัย การวิจัยประยุกต์

5. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

สืบเนื่องจากอุตสาหกรรมในประเทศไทย ได้มีการพัฒนาและมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ในช่วงสองสามปีผ่านมา ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะทางการเมือง ราคาที่ดิน และค่าแรงถูก จึงได้มี การลงทุนจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น และรัฐบาลยังได้มีการสนับสนุน ที่จะพัฒนาด้านอุตสาหกรรม อีกด้วย นอกจากนี้ได้มองเห็นถึงความสำคัญของการทำวิจัยและพัฒนา ด้านต่าง ๆ พร้อมที่จะ ช่วยเหลือและเป็นการรองรับภาคอุตสาหกรรมที่จะเพิ่มขึ้น (1) และปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง ของการทำวิจัยและพัฒนา คือ เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามี ความจำเป็นต้องนำเข้าเครื่องมืออุปกรณ์หลาย ๆ ชนิดจากต่างประเทศ โดยเฉพาะเครื่องมือ ที่ใช้ในงานวิเคราะห์

Differential Thermal Analysis (DTA)(2) เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ชนิดหนึ่ง ปัจจุบันเริ่มนำเข้ามาใช้ในประเทศ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ไม่ยุ่งยากและไม่ซับซ้อน โดยอาศัย การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งเป็นได้ทั้งการดูดความร้อน (endotherm)หรือ การคายความร้อน (exotherm)ของสาร และการเปลี่ยนแปลงของสาร ได้แก่ การเปลี่ยนเฟส (phase transitions) เช่น $SrCO_3$ เปลี่ยนจาก rhombic ไปเป็น hexagonal shape ที่ 950°C เป็น endotherm หรือการเกิดปฏิกิริยา (chemical reaction)ของสาร เช่น การสลายของสารประกอบคาร์บอเนต (carbonate) และไฮเดรท (hydrate)บางตัว จะให้ CO_2 และ H_2O เมื่อได้รับความร้อน เป็นต้น(4) และการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ของสารแต่ละตัว จะให้ หรือ ดูดความร้อนที่แตกต่างกัน นั่นคือจะเกิดที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน จึงทำให้สามารถใช้ ในวิเคราะห์สารต่าง ๆ ได้ นอกจากนั้นเครื่อง DTA สามารถวิเคราะห์ชนิดของสารได้รวดเร็ว กว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์แบบ wet analysis และสามารถแยกชนิดของสาร ประกอบในของผสมได้ง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ เช่น X-ray fluoresence spectrometer, Electron microprobes เป็นต้น สามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็ว แต่ไม่สามารถบอกชนิดและ โครงสร้างของสารประกอบได้ (5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง

(1) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 พ.ศ.2530-2534 สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี

(2) Barrall E.M., "Differential Thermal and Thermogravimetric Analysis", IBM Research Laboratory, San Jose, California, p.433 - 481.

(3) Braun D.R. , Instrumental Methods of Chemical Analysis, McGraw-Hill International Edition, Frog & Sons Printers Ltd.,Singapore, 1 st.ed., 1987, p. 932-948.

(4) Ewing G.W., Instrumental Methods of Chemical Analysis, fifth ed., Mcgraw-Hill Book Co, Singapore, 1987, p.932-948.

(5) Goldstein I.J. and Yakowitz.H. editer, Practical Scanning Electron Microscopy, Plenum press, New York, 1975,pp 580.

(6) RIGAKU CORPORATION," Catalysts and Thermal Analysis", Application Report no. 3 Thermoflex Series , 1987, Rigaku Corporation,pp.4.

(7) RIGAKU CORPORATION, " Technical data/ Riguku Thermal Analysis ", TAS 100 System, 1987, Rigaku Corporation, pp.1- 54.

9. ระเบียบวิธีวิจัย

9.1 รวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่อง DTA

9.2 ออกแบบและจัดซื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ

9.3 สร้างระบบเตาของเครื่อง DTA ที่ให้อุณหภูมิได้ถึง 1250 °C

9.4 สร้างระบบขับเคลื่อน สำหรับ sample holder และ protective tube

9.5 สร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้า (40 A,60 V) และชุดควบคุมกำลัง

9.6 สร้างชุดควบคุมอุณหภูมิ และชุด ramp-generator temperature

9.7 สร้างภาคขยายสัญญาณ

9.8 ทดสอบและตรวจสอบระบบที่สร้างขึ้น

9.9 ทดสอบการทำงานของเครื่อง DTA ที่สร้างขึ้น

9.10 สรุปและรายงานผลการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ขอบเขตของการวิจัย

10.1 ศึกษาและสร้างเครื่อง Difference Thermal Analysis

10.2 เครื่องมือที่สร้างขึ้น ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์สาร

11. ระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2534 ถึงเดือน ตุลาคม 2535

ต.ค. 34 - ธ.ค. 34	รวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่อง DTA
พ.ย. 34 - ม.ค. 35	ออกแบบและจัดซื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ
ธ.ค. 34 - ก.พ. 35	สร้างระบบเตาของเครื่อง DTA ที่ให้อุณหภูมิได้ถึง 1250 C
ธ.ค. 34 - ก.พ. 35	สร้างระบบขับเคลื่อน สำหรับ sample holder และ protective tube
ม.ค. 35 - มี.ค. 35	สร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้า (40 A,60 V) และชุดควบคุมกำลัง
ม.ค. 35 - มี.ค. 35	สร้างชุดควบคุมอุณหภูมิ และชุด ramp-generator temperature
มี.ค. 35 - พ.ค. 35	สร้างภาคขยายสัญญาณ
เม.ษ.35 - ก.ค. 35	ทดสอบและตรวจสอบระบบที่สร้างขึ้น
ส.ค. 35 - ก.ย. 35	ทดสอบการทำงานของเครื่อง DTA ที่สร้างขึ้น
ก.ย. 35 - ต.ค. 35	สรุปและรายงานผลการวิจัย

12. สถานที่ที่จะทำการวิจัยทดลอง และ/หรือเก็บข้อมูล

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

13. อุปกรณ์การวิจัย

13.1 อุปกรณ์ที่จำเป็นในการวิจัย

- DTA ชุดตัวอย่างของต่างประเทศ
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางไฟฟ้า
- ชุดไฮโดรลิกขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. หมวดค่าวัสดุ

1. วัสดุสำนักงาน

- อักษรลอก 4 แผ่น แผ่นละ 60 บาท	เป็นเงิน	240 บาท
- กระดาษไข 3 กล่อง กล่องละ 120 บาท	เป็นเงิน	360 บาท
- กระดาษโรเนียว 5 รีม รีมละ 90 บาท	เป็นเงิน	450 บาท
- หมึกโรเนียว 2 หลอด หลอดละ 50 บาท	เป็นเงิน	100 บาท
- กระดาษยาวบันทึกผลจากเครื่องและเบ็ดเตล็ด	เป็นเงิน	2,550 บาท

รวมค่าวัสดุสำนักงาน 3,700 บาท

2. วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าและอื่น ๆ

- วัสดุสำหรับสร้างเตาไฟฟ้า 1250 °C	เป็นเงิน	65,000 บาท
- วัสดุสร้างระบบยับเคลื่อน	เป็นเงิน	30,000 บาท
- วัสดุสร้างชุดควบคุมกำลังและชุดควบคุมอุณหภูมิ	เป็นเงิน	40,000 บาท
- วัสดุสำหรับสร้างภาคแอมปลิฟายเออร์	เป็นเงิน	25,000 บาท
- ท่ออลูมินาและฉนวนทนความร้อนได้ถึง 1500 °C	เป็นเงิน	25,000 บาท
- ผงอลูมิน่าบริสุทธิ์เป็นสาร reference	เป็นเงิน	2,000 บาท
- ถ้วย platinium ใส่สารตัวอย่างและผงอลูมิน่า	เป็นเงิน	35,000 บาท
- ตู้เหล็กสำหรับรวมชุดต่างๆเป็นตัวเครื่อง DTA	เป็นเงิน	8,000 บาท
- เทอร์โมคัปเปิล ชนิด R	เป็นเงิน	20,000 บาท

รวมค่าวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าและอื่นๆ 250,000 บาท

งบประมาณค่าใช้จ่าย ประจำปี พ.ศ. 2535 308,460 บาท

.....

นายอารีย์ วิเชียรฉาย (หัวหน้าโครงการ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- power source (40 A,60 V)
- recorder
- เตาขนาดเล็ก อุณหภูมิ 1250 °C
- ชุดควบคุมกำลัง และ ชุดควบคุมอุณหภูมิ

13.2 อุปกรณ์ที่มีอยู่แล้ว

- DTA ชุดตัวอย่างของต่างประเทศ ได้รับความช่วยเหลือจากภาคเคมีประยุกต์
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางไฟฟ้า
- recorder

14. รายละเอียดงบประมาณค่าใช้จ่าย ประจำปี พ.ศ. 2535

ก. หมวดค่าจ้างชั่วคราว

- ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยจำนวน 1 คน วุฒิปริญญาตรี อัตราเงินเดือน 4,020 บาท ระยะเวลาการจ้าง 8 เดือน รวมเป็นเงิน 32,160 บาท

รวมหมวดค่าจ้างชั่วคราว 32,160 บาท

ข. หมวดค่าใช้สอย

- ค่าเข้าปกเย็บเล่มรายงาน	รวม 700 บาท
- ค่าถ่ายเอกสารที่จำเป็นในงานวิจัย	รวม 5,000 บาท
- ค่าเชื่อมโครงเหล็กตั้งเตา	รวม 3,000 บาท
- ค่าเชื่อมเหล็กฐานส่วนจ่ายกำลัง	รวม 3,000 บาท
- ค่าเชื่อมเหล็กโครงจับระบบหัววัด DTA	รวม 3,500 บาท
- ค่าสร้างโครงสร้างเตา ชิ้นรูปฉนวนและบุเตา	รวม 6,500 บาท

รวมหมวดค่าใช้สอย 21,700 บาท

ค. หมวดค่าตอบแทน

- ค่าอาหาร ทำงานนอกเวลา นักงานสนับสนุน 1 คน วันละ 60 บาท ระยะเวลา 15 วัน คิดเป็นเงิน 900 บาท

รวมหมวดค่าตอบแทน 900 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้