

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์การทดลอง และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในการทดลอง

3.1.1 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการสร้างหัวตรวจวัดไอเอทานอล

1. ท่อนาโนคาร์บอน

ท่อนาโนคาร์บอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นของ Nanomaterials Research Unit มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นท่อนาโนคาร์บอนผนังหลายชั้น (Multi-walled Carbon nanotubes) มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าแบบสารกึ่งตัวนำ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ก

2. พีวีเอ (Polyvinyl alcohol, PVA)⁽²¹⁾

พีวีเอเป็นของบริษัท Fluka Chamika Switzerland ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ข ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง มีสูตรโมเลกุล คือ $[-CH_2CHOH-]_n$ มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ สีขาว มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 67,000 กรัมต่อโมล คุณสมบัติบางประการของพีวีเอแสดงในตาราง 3.1



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.1 ก. แสดงท่อนาโนคาร์บอน ข. แสดงพีวีเอ

3. แผ่นอุณหภูมิ

แผ่นอุณหภูมิใช้เป็นแผ่นรองรับสาร(ท่อนาโนคาร์บอนหรือวัสดุคอมโพสิตระหว่างท่อนาโนคาร์บอนกับพอลิเมอร์) และสำหรับเป็นแกนของฮีตเตอร์(Heater)

ตารางที่ 3.1⁽⁸⁾ แสดงคุณสมบัติบางประการของพีวีเอ

Appearance	White granule
molecules weight	Mw ~67000
extent of labeling	86-89 mol% hydrolysis ~1000 polymerization
total impurities	10.0-11.6% residual content of acetyl
inorganic residue	$\leq 0.5\%$
Viscosity	~10 mPa.s, 4 % in H ₂ O(20 °C)
ester number	130-150

4. เครื่องชั่งสาร

เครื่องชั่งสารที่ใช้เป็นของบริษัท A&D ผลิตในประเทศญี่ปุ่น model FX-40 CJ Jewelry balance ความละเอียด 0.1 mg พิกัดน้ำหนัก 41 กรัม ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องชั่งสาร

5. Silver paint

Silver paint เป็นของบริษัท Fujikura kasei จากประเทศญี่ปุ่น ชนิด D-550 ใช้สำหรับทำอิเล็กโทรด(electrode) และติดขั้วทองแดง

6. เส้นลวดทองแดงเบอร์ 45

ลวดทองแดงเบอร์ 45 เป็นของบริษัท SIAM ELECTRIC INDUSTRIES ผลิตในประเทศไทยญี่ปุ่น

7. ผ้าซิลสกรีน (Silk Screen)

ผ้าซิลกรีน ใช้สำหรับทำซิลสกรีน(Silk Screen) สารลงบนแผ่นอลูมินา ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงผ้าซิลสกรีน

8. ขวดแก้วขนาดเล็ก

ขวดแก้วขนาดเล็กเป็นภาชนะสำหรับใส่สาร ขนาด 5 มิลลิลิตร

9. กระบอกฉีดยา

กระบอกฉีดยาใช้วางสารละลายฟิวเอขนาด 1 มิลลิลิตร

10. เครื่อง Ultrasonic Cleaner

เครื่อง Ultrasonic Cleaner ที่ใช้เป็นของบริษัท Astroson NewYork ดังแสดงในรูปที่ 3.4

11. Socket IC

Socket IC ใช้สำหรับติดหัวตรวจวัดไอเอทานอลและฮีตเตอร์

12. เส้นลวดนิโครม

ลวดนิโครมใช้สำหรับทำฮีตเตอร์



รูปที่ 3.4 แสดง เครื่อง Ultrasonic Cleaner

13. เตาเผาสาร

เตาเผาสารเป็นของบริษัท Lenton (FURNACES) ผลิตในประเทศไทย มีอุณหภูมิสูงสุด $1,600^{\circ}\text{C}$ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 เพื่อใช้อบแผ่นอลูมินา



รูปที่ 3.5 แสดงเตาเผาสาร

14. กล้อง Zoom Stereo Microscope

กล้อง Zoom Stereo Microscope เป็นของบริษัท Olympus Optical ผลิตในประเทศญี่ปุ่น model C-011 กำลังขยายสูงสุด 40 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงกล้อง Zoom Stereo Microscope

15. Digital Multimeter

Digital Multimeter เป็นของบริษัท JOHN FLUKE ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา

16. Hotplate Stirrer

Hotplate Stirrer ใช้สำหรับการเตรียมสารละลายฟิวเอ ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดง Hotplate Stirrer

17. ตะกั่วบัดกรี

ใช้ติดขั้วของหัวตรวจวัดไอเอทานอลกับขาของ Socket IC

18. หัวแรง

หัวแรง Hakko จากประเทศญี่ปุ่น model 465-6 ใช้กับความต่างศักย์ไฟฟ้า 220-250 AC กำลังไฟฟ้า 60 วัตต์ ใช้สำหรับบัดกรีตะกั่ว สามารถให้ความร้อนได้สูงสุด 500 องศาเซลเซียส

3.1.2 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในทดสอบไอเอทานอล

1. กระบอกฉีดยา

ใช้สำหรับฉีดสารละลายแอลกอฮอล์ใส่ระบบ มีปริมาตร 10 มิลลิลิตร

2. สารละลายแอลกอฮอล์

ใช้สำหรับฉีดพ่นในระบบตรวจวัดมีความเข้มข้นของไอเอทานอลในปริมาณต่าง ๆ

3. เครื่องคอมพิวเตอร์

ใช้ในการบันทึกข้อมูล

4. Power supply RS component PL 310

ใช้สำหรับจ่ายไฟกระแสตรง ให้แก่ Heater ของ Sample

5. Digital multimeter model 196

Digital multimeter model 196 ของบริษัท Kiethley จากประเทศสหรัฐอเมริกา model ความละเอียด 1 μV ใช้สำหรับวัดกระแสของ Sample

6. ระบบตรวจวัด(Chamber)

เป็นระบบปิด ใช้สำหรับตรวจสอบหัวตรวจวัดก๊าซ

7. Digital Multimeter

Model hp 34970 ใช้สำหรับแสดงอุณหภูมิของหัวตรวจวัด

8. Power supply THX 1820P

ใช้สำหรับจ่ายไฟกระแสตรง 5 V ให้แก่ Sample

9. Alcohol simulator

ผลิตโดยบริษัท Guth Laboratories ใช้ในการให้ไอเอทานอลพ่นเข้าไปใน Chamber

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 วิธีการเตรียมสาร

สำหรับการเตรียมสารผสมระหว่างท่อนาโนคาร์บอนกับพีวีเอร้อยละ 0, 1.2, 2, 4 และ 8 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักตามลำดับ สามารถแสดงแผนภาพการเตรียมสารได้ดังรูปที่ 3.8 และมีขั้นตอนดังนี้

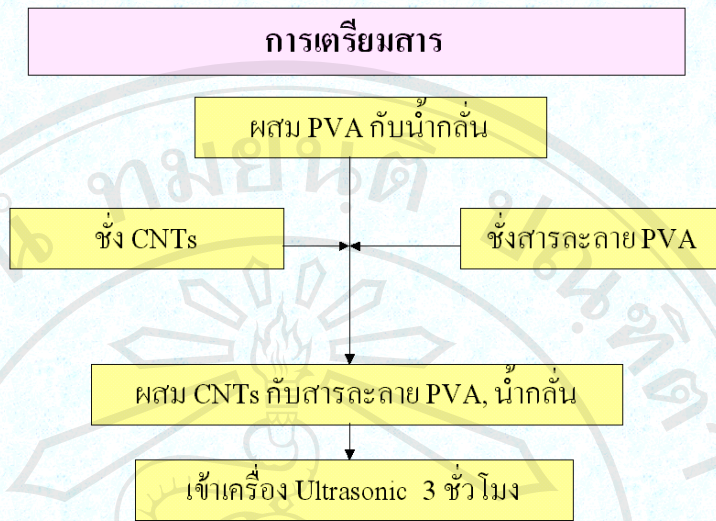
1. นำพีวีเอ 3 กรัม ใส่ลงในน้ำกลั่น 100 กรัม แล้วนำไปอุ่นบนเครื่อง Hotplate stirrer เพื่อให้พีวีเอละลาย จะได้ความเข้มข้นของสารละลายพีวีเอร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก
2. นำพีวีเอ 5, 10 และ 20 กรัม ทำตามขั้นตอนในข้อ 1 ตามลำดับ
3. นำท่อนาโนคาร์บอน 0.5 กรัม ผสมกับสารละลายพีวีเอที่เตรียมไว้จากข้อ 1 – 2 จำนวน 0.2 มิลลิลิตร ลงในขวดขนาดเล็ก จะได้สารผสม 4 ชนิด คือ CNTs+PVA3%, CNTs+PVA5%, CNTs+PVA10% และ CNTs+PVA20% แล้วนำไปไว้ในเครื่อง Ultrasonic Cleaner เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

สารผสมทั้ง 4 ชนิดนี้เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างท่อนาโนคาร์บอนกับพีวีเอ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงอัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารผสมระหว่างท่อนาโนคาร์บอนกับพีวีเอ

ชนิดของสารผสม	อัตราส่วนระหว่างท่อนาโนคาร์บอนกับพีวีเอ (CNTs:PVA) กรัม	PVA %wt
CNTs+PVA3%	0.5:0.006	1.2
CNTs+PVA5%	0.5:0.01	2
CNTs+PVA10%	0.5:0.02	4
CNTs+PVA20%	0.5:0.04	8

4. นำท่อนาโนคาร์บอน 0.5 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 0.2 มิลลิลิตร ผสมในขวดขนาดเล็ก แล้วนำไปไว้ในเครื่อง Ultrasonic Cleaner เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

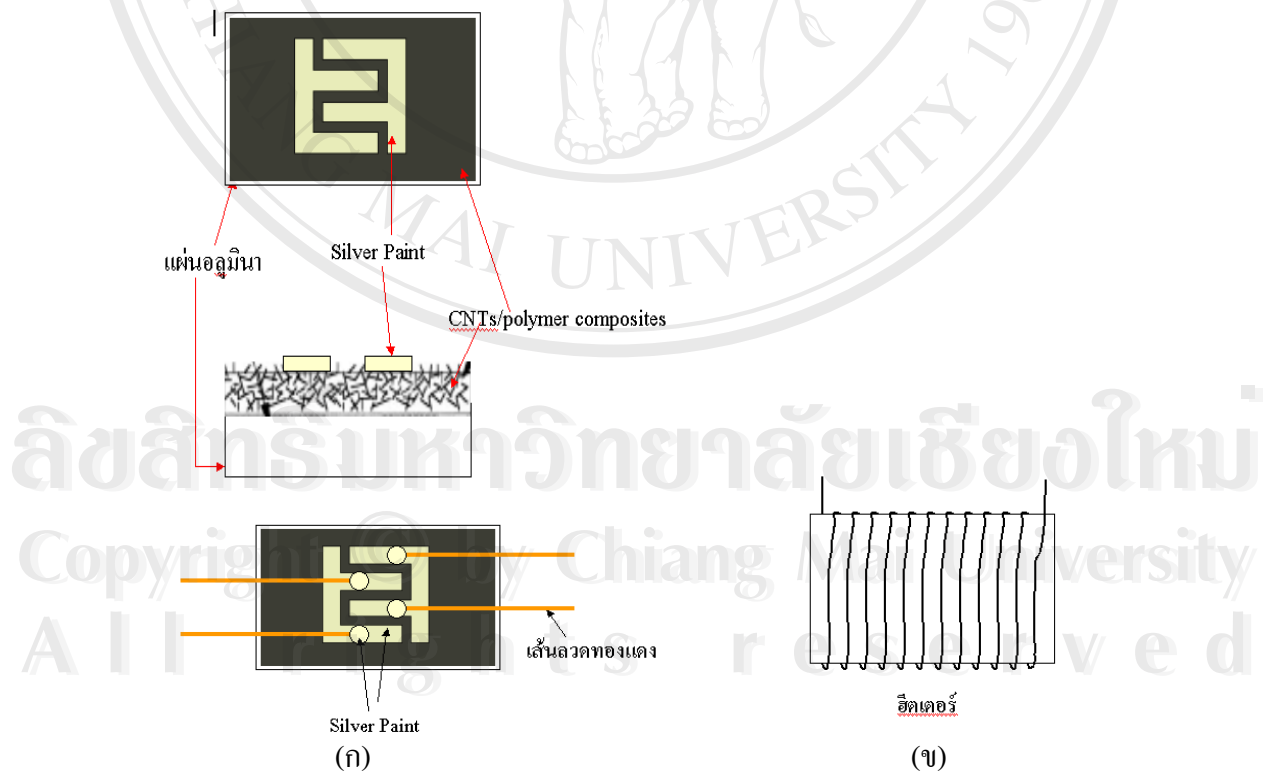
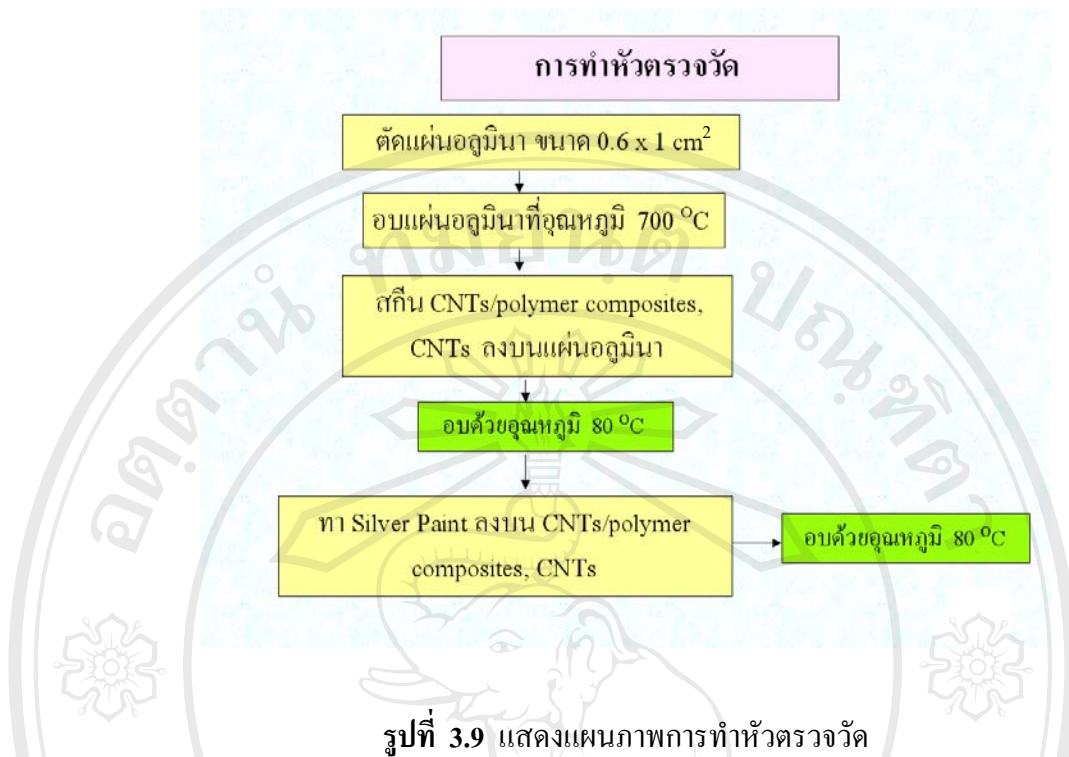


รูปที่ 3.8 แสดงแผนภาพการเตรียมสาร

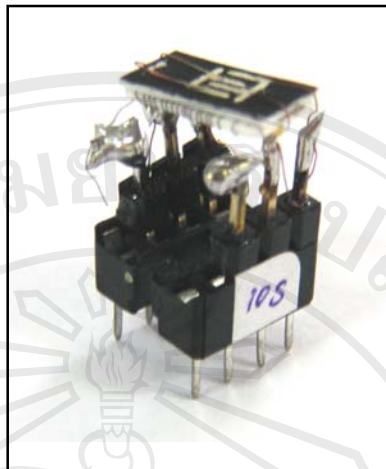
3.2.2 การทำหัวตรวจวัดไอเอทานอล

การทำหัวตรวจวัดดังแสดงในรูปที่ 3.9 และมีขั้นตอนดังนี้

1. ตัดแผ่นอลูมินาขนาด 0.6×1 ตารางเซนติเมตร แล้วทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ หลังจากนั้นนำไปอบที่เตาเผาสารที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง
2. นำสารผสมที่เตรียมไว้สกินลงบนแผ่นอลูมินาด้วยวิธีการซิลสกรินแล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. นำสารจากข้อ 2 ติดคอนแทกต์(contact) แบบอินเตอร์ดิจิตอล(Inter-digital contact) โดยใช้ Silver paint และลวดทองแดง ดังรูปที่ 3.10 (ก) โดยใช้กล้อง Zoom stereo microscope ช่วยในการทำงาน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง
4. ทำฮีตเตอร์โดยการนำขดลวดนิโครมที่ลอกฉนวนออกแล้วมาพันรอบแผ่นอลูมินา ดังรูปที่ 3.10 (ข) โดยให้มีความต้านทานไฟฟ้าประมาณ 20-25 โอห์ม
5. นำหัวตรวจวัดไอเอทานอล และฮีตเตอร์ที่เตรียมไว้แล้วติดเข้ากับ Socket IC โดยการบัดกรี ดังรูปที่ 3.11



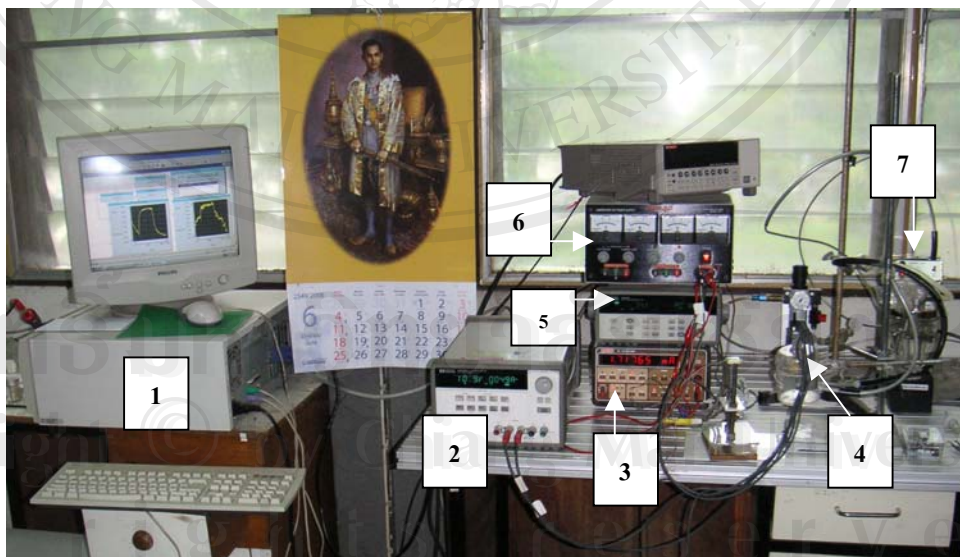
รูปที่ 3.10 ก. แสดงการติดคอนแทกซ์ของหัวตรวจวัดไอเอทานอล ข. แสดงฮีดเตอร์



รูปที่ 3.11 แสดงหัวตรวจวัดไอเอทานอลที่ติดกับ Socket IC เรียบร้อยแล้ว

3.2.3 วิธีการทดสอบหัวตรวจวัดไอเอทานอล

การทดสอบไอเอทานอลจะนำหัวตรวจวัดไอเอทานอลไปติดกับอุปกรณ์ชุดทดสอบสมบัติการตรวจวัดไอเอทานอล ดังรูปที่ 3.12 โดยที่ชุดทดสอบไอเอทานอลมีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.13



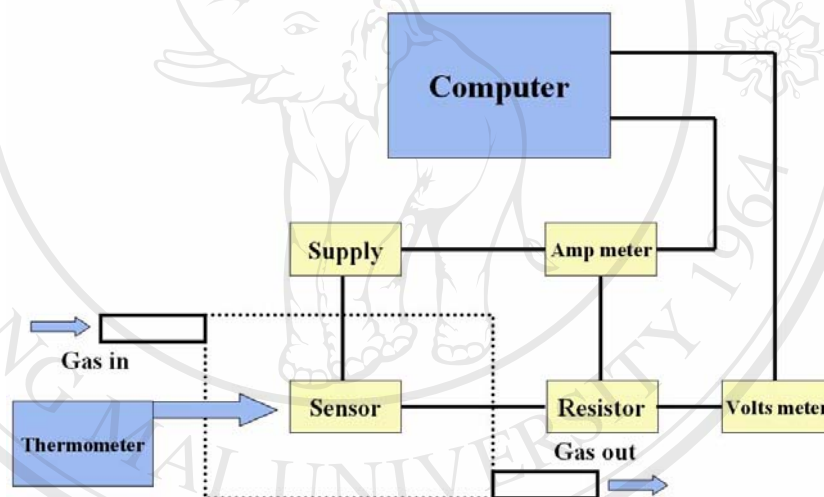
รูปที่ 3.12 แสดงชุดทดสอบสมบัติการตรวจวัดไอเอทานอลของหัวตรวจวัดไอเอทานอล

1. คอมพิวเตอร์ 2. Power supply THX 1820P 3. Digital multimeter 4. Chamber
5. Digital multimeter model 196 6. Power supply RS component PL 310 7. Alcohol simulator

ชุดทดสอบสมบัติการตรวจวัดไอเอทานอลใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลผลการทดลอง โดยอาศัยโปรแกรม VEE Pro Version 6.0 ในการควบคุมเครื่องมือวัดผ่านทางพอร์ตขนาน(Parallel port) เช่น การอ่านค่ากระแสไฟฟ้า ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และค่าอุณหภูมิของหัวตรวจวัดไอเอทานอลจาก Amp-meter และ Data acquisition

สำหรับกระบวนการวัดอุณหภูมิของหัวตรวจวัดไอเอทานอลในการทดลองนี้ใช้

Thermocouple ที่ต่อกับ Data acquisition ในการวัด โดยเมื่อติดหัวตรวจวัดไอเอทานอลที่จะทำการทดสอบเข้ากับ Chamber ในชุดทดสอบสมบัติการตรวจวัดไอเอทานอลแล้ว จึงทำการเลื่อน Thermocouple ที่ติดอยู่กับแท่นยึดเข้าไปสัมผัสกับผิวของหัวตรวจวัดไอเอทานอล เพื่อวัดอุณหภูมิของหัวตรวจวัดไอเอทานอล



รูปที่ 3.13 แสดงแผนผังการทำงานชุดทดสอบสมบัติการตรวจวัดไอเอทานอล

ในการทดลองนี้ใช้เครื่อง Alcohol simulator ในการควบคุมอุณหภูมิของไอเอทานอลที่ใช้ในการทดลองการทดลองนี้ใช้เครื่อง Alcohol simulator ดังรูปที่ 3.14 ในการควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 3.14 แสดงเครื่อง Alcohol simulator ที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิของไอเอทานอล

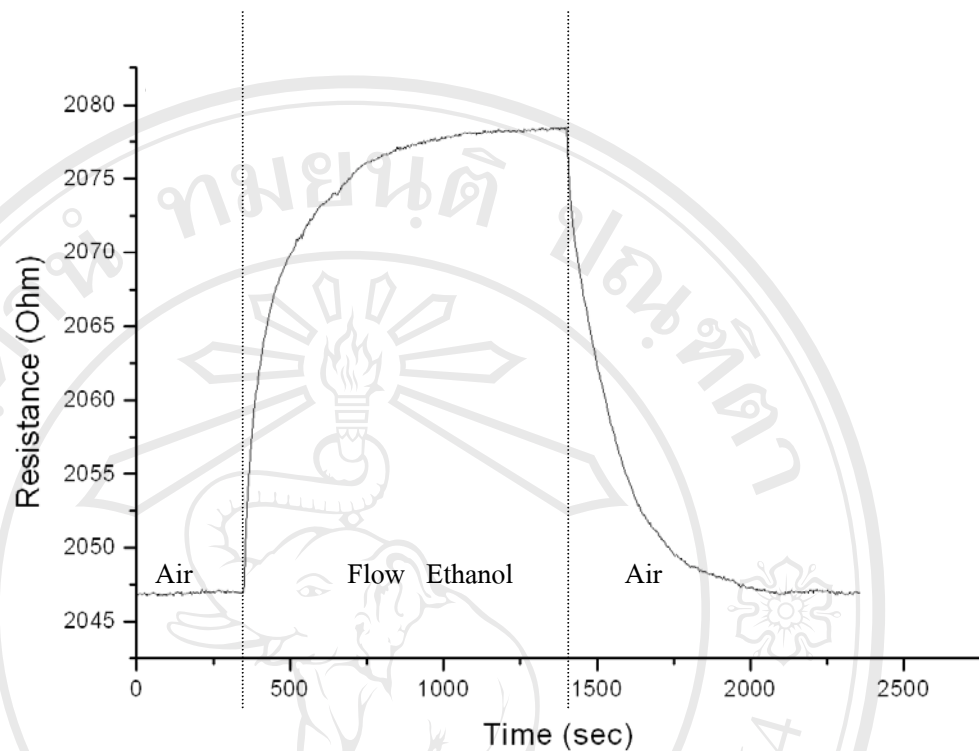
ของไอเอทานอลที่ใช้ในการทดลอง โดยจะควบคุมอุณหภูมิของสารละลายเอทานอลให้มีอุณหภูมิคงที่เท่ากับ 34°C ตลอดเวลา ทำให้ความเข้มข้นของไอเอทานอลที่ระเหยออกมามีค่าคงที่ และใช้เครื่องปั๊มอากาศสำหรับตู้เลี้ยงปลาทั่วไป ดังรูปที่ 3.15 ช่วยในกระบวนการ Flow gas จากเครื่อง Alcohol simulator และอากาศผ่านไปยัง Chamber ที่มีหัวตรวจวัดไอเอทานอลอยู่

หลังจากต่ออุปกรณ์ต่างๆในชุดทดสอบสมบัติการตรวจจับก๊าซ และติดตั้งตัวอย่างใน Chamber รวมทั้งจัดตำแหน่งของ Thermocouple และเตรียมสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 50, 100, และ 1000 ppm เรียบร้อยแล้ว (การเตรียมสารละลายเอทานอลแสดงในภาคผนวก ก) จึงเริ่ม Run Program Vee Pro และเริ่มเพิ่มความต่างศักย์ที่ให้กับ Heater เพื่อให้ความร้อนแก่หัวตรวจวัดไอเอทานอล จนหัวตรวจวัดไอเอทานอลมีอุณหภูมิ 100°C ปล่อยให้ความต้านทานของหัวตรวจวัดไอเอทานอลค่อยๆคงที่แล้วจึงเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ที่ให้กับ Heater จนหัวตรวจวัดไอเอทานอลมีอุณหภูมิที่ต้องการที่จะทำการทดลองโดยทำการทดลองที่อุณหภูมิต่ำและที่ความเข้มข้นของสารละลายเอทานอล 1000 ppm ก่อน เมื่อหัวตรวจวัดไอเอทานอลมีอุณหภูมิตามที่ต้องการและความต้านทานของหัวตรวจวัดไอเอทานอลเริ่มคงที่แล้วจึงเริ่ม Run program VEE Pro เพื่อเก็บข้อมูล โดยปล่อยให้ความต้านทานของหัวตรวจวัดไอเอทานอลคงที่ต่อไปอีก 200 วินาที



รูปที่ 3.15 แสดงเครื่องปั๊มอากาศที่ใช้สำหรับตู้เลี้ยงปลาทั่วไป ที่ใช้สำหรับผ่านก๊าซต่างๆไปยัง Chamber ที่ใช้ในการทดลอง

จึงเริ่ม Flow Ethanol นาน 1500 วินาที (จนกระทั่งค่าความต้านไฟฟ้าของหัวตรวจวัดไอเอทานอลคงที่) และปล่อยให้ความต้านทานของหัวตรวจวัดไอเอทานอลค่อยๆคืนตัวจนค่าความต้านทานไฟฟ้ามีค่าคงตัว (ใช้เวลา 1500 – 2000 วินาที) จึงหยุด Run program เพื่อเก็บข้อมูล ดังรูปที่ 3.16 จากนั้นปล่อยให้ความต้านทานของหัวตรวจวัดไอเอทานอลคงที่อีกครั้งจึงเริ่มทำการเก็บข้อมูลครั้งต่อไปได้



รูปที่ 3.16 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลการทดสอบสมบัติการตรวจวัดไอเอทานอล