

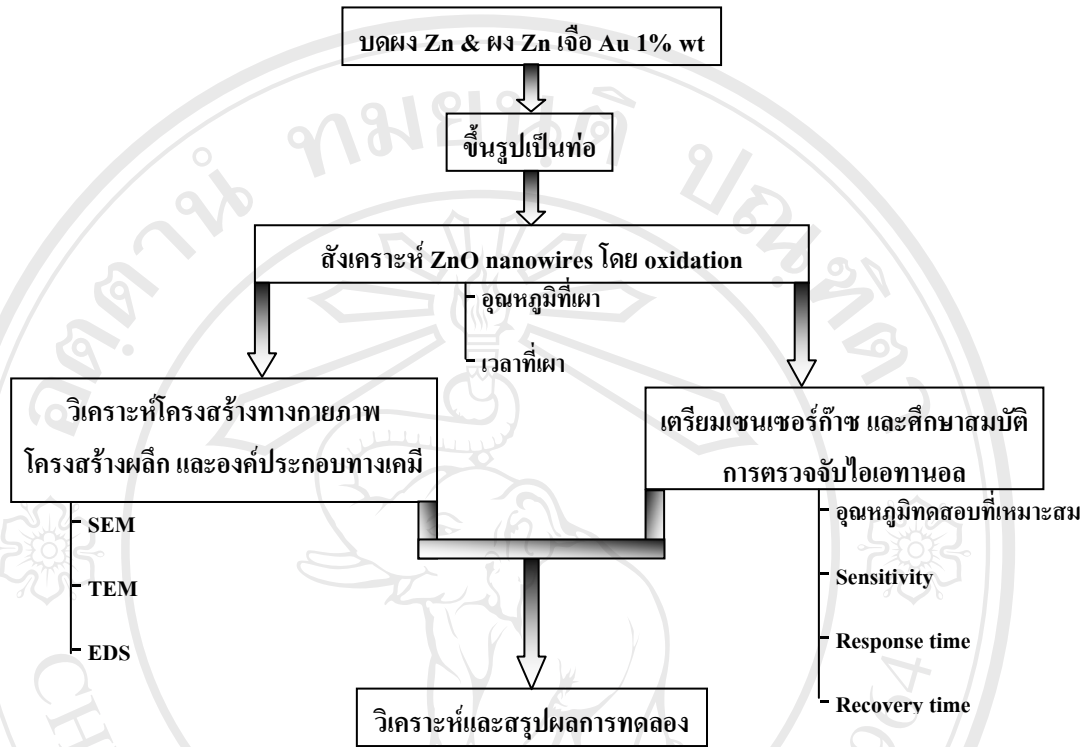
บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์การทดลอง และวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้สนใจที่จะศึกษา และสังเคราะห์เส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์โดยวิธีการออกซิเดชัน โดยใช้เงื่อนไขกระบวนการออกซิเดชันที่เหมาะสม และมีตัวแปรที่สนใจศึกษาคือ อุณหภูมิของการเผา เวลาที่ใช้ในการเผา และผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ ซึ่งสารซิงค์ออกไซด์ที่ทำการสังเคราะห์ได้ จะถูกนำไปวิเคราะห์สภาพพื้นผิว รูปร่าง และขนาด ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) วิเคราะห์โครงสร้างของเส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบทะลุผ่าน (Transmission Electron Microscope, TEM) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคสเปกโทรสโกปีพลังงานกระจาย (Energy Dispersive Spectroscopy, EDS) และเส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้จะถูกนำไปศึกษาสมบัติการตอบสนองต่อไอเอทานอล เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เป็นเซนเซอร์เอทานอลต่อไป และงานวิจัยนี้สามารถแบ่งขั้นตอนการทดลองออกเป็นลำดับขั้นตอนได้ดังนี้

- 1 กระบวนการขึ้นรูปท่อสังกะสี และท่อสังกะสีที่เจือด้วยทองคำ โดยการอัดจากผงสังกะสี และผงสังกะสีที่เจือทองคำ
- 2 กระบวนการสังเคราะห์เส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์โดยการออกซิเดชันท่อสังกะสี และท่อสังกะสีที่เจือทองคำด้วยเงื่อนไขการเผาต่างๆ เช่น อุณหภูมิ และเวลา เป็นต้น
- 3 กระบวนการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพ โครงสร้างผลึก และองค์ประกอบทางเคมีของเส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้ โดยวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพด้วย Scanning Electron Microscope (SEM) วิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วย Transmission Electron Microscope (TEM) และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)
- 4 กระบวนการเตรียมเซนเซอร์ก๊าซจากท่อสังกะสี และท่อสังกะสีที่เจือทองคำที่ผ่านกระบวนการออกซิเดชัน
- 5 การศึกษาสมบัติในการตรวจจับไอเอทานอลของเซนเซอร์ก๊าซที่เตรียมได้ เช่น สภาพไว หรือเวลาตอบสนอง รวมทั้งหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการตรวจวัด เช่น อุณหภูมิของเซนเซอร์ก๊าซขณะทดสอบ
- 6 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

วิธีการทดลองในงานวิจัยนี้สามารถแสดงได้ดังแผนภาพในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงวิธีการทดลอง

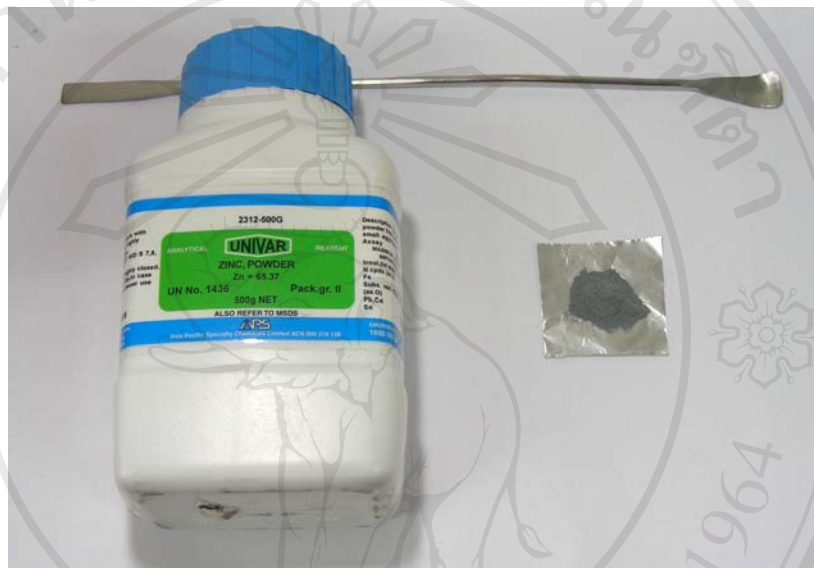
โดยที่วิธีการทดลอง พร้อมทั้ง วัสดุ อุปกรณ์การทดลองต่างๆที่ใช้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 กระบวนการขึ้นรูปท่อสังกะสี และท่อสังกะสีเจือด้วยทองคำ

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ต้องการสังเคราะห์เส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์ และนำไปประยุกต์ใช้เป็นเซนเซอร์ก๊าซ จึงมีความจำเป็นต้องทำการสังเคราะห์เส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์ให้อยู่บนพื้นผิวของวัสดุที่มีรูปร่างลักษณะเหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นเซนเซอร์ก๊าซ ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้งานวิจัยนี้ทำการสังเคราะห์เส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์บนผิวของท่อสังกะสี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง

ภายในของรูท่อ ประมาณ 0.8 มิลลิเมตร ซึ่งท่อสังกะสีเตรียมโดยการอัดขึ้นรูปจากผงสังกะสี ดังมีรายละเอียดกระบวนการเตรียมท่อสังกะสี และท่อสังกะสีที่เจือด้วยทองคำ ดังนี้

เริ่มด้วยการบดผงสังกะสี และผงสังกะสีผสมกับทองคำด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักของ สังกะสีต่อทองคำ เป็น 99 ต่อ 1 หรือ อาจกล่าวได้ว่าเจือทองคำ 1% โดยน้ำหนัก โดยผงสังกะสีที่ใช้มีความบริสุทธิ์ 99.9% ผลิตโดยบริษัท Ajax Chemicals ซึ่งมีลักษณะเป็นผงสีเทา-ดำดังรูปที่ 3.2

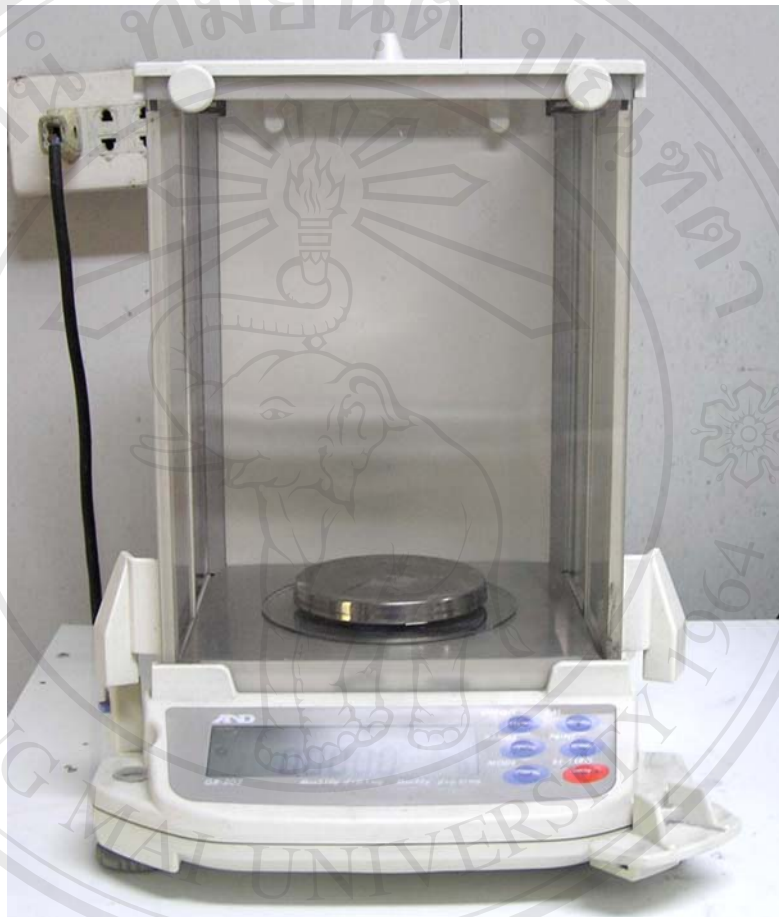


รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะผงสังกะสีที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.3 ด้านซ้ายมือแสดงแผ่นทองคำเปลว ด้านขวามือแสดงผงสังกะสีที่ผสมกับทองคำด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักของ สังกะสีต่อทองคำเป็น 99 ต่อ 1

ทองคำที่ใช้ในการทดลองนี้ได้จากการบดแผ่นทองคำเปลว ดังรูปที่ 3.3 ซ้ำยมือ ส่วนด้านขวามือ เป็นลักษณะของผงสังกะสีที่บดผสมกับทองคำเปลวด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักของสังกะสีต่อทองคำเป็น 99 ต่อ 1



รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องชั่งสารรุ่น GR-202 ผลิตโดยบริษัท A&D ประเทศญี่ปุ่น



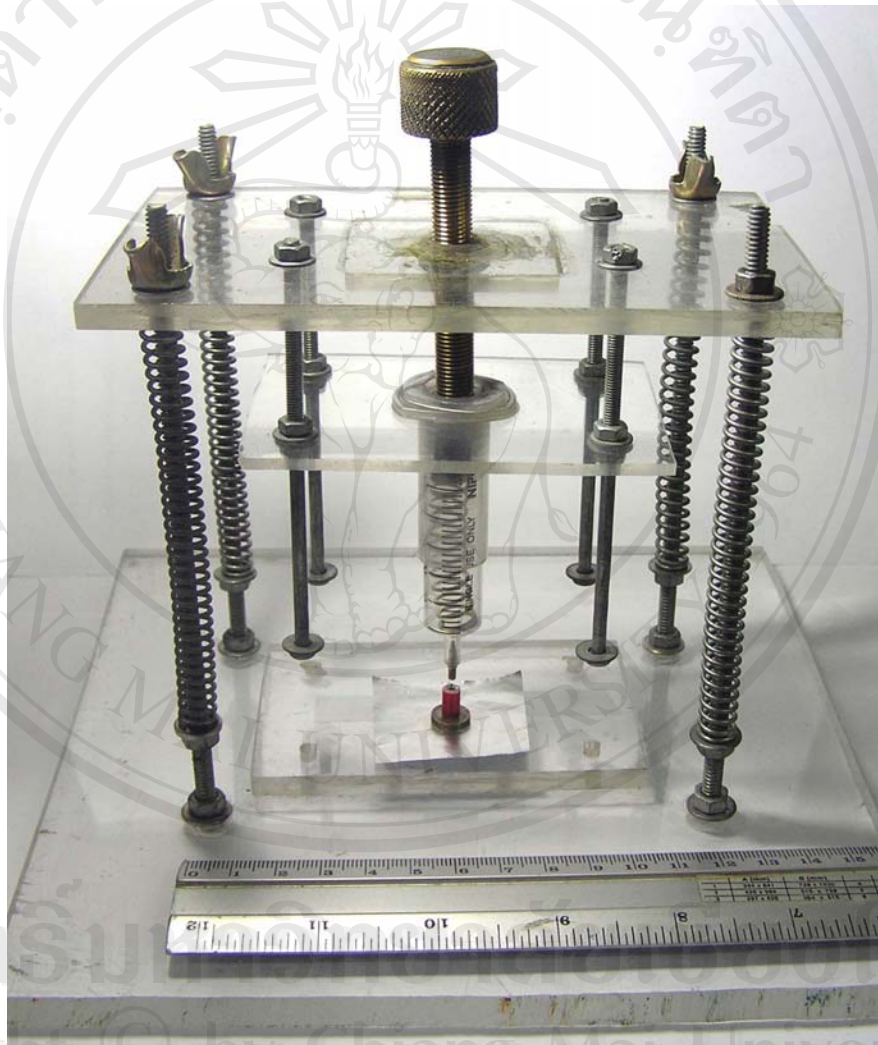
รูปที่ 3.5 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการบดสาร

หลังจากได้ผงสังกะสี และผงสังกะสีผสมทองคำที่บดละเอียดแล้ว นำผงสังกะสีและผงสังกะสีผสมทองคำไปทำการอัดขึ้นรูปด้วยชุดปั๊มอัด ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งชุดปั๊มอัดสารทำจากทองเหลือง โดยมีเบ้าที่ทำจากกระดากุ้งเป็นท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในประมาณ 2 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 7 มิลลิเมตร

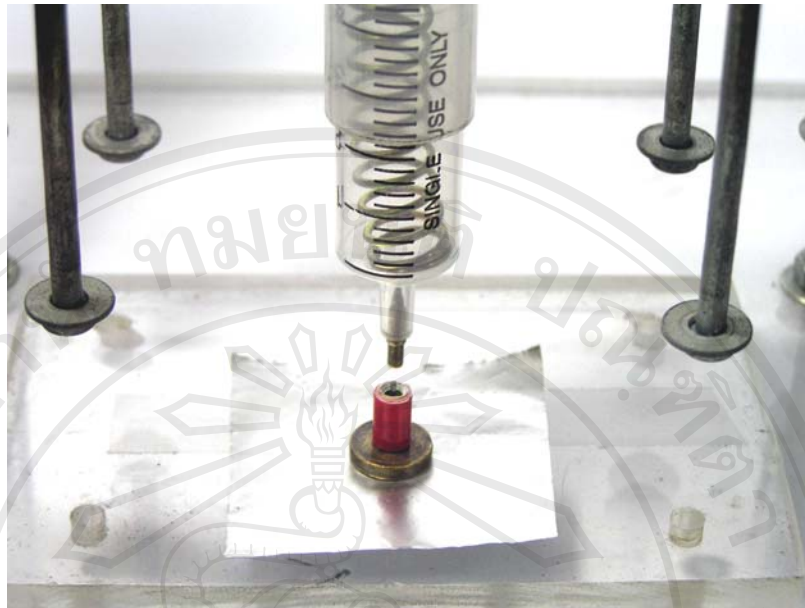


รูปที่ 3.6 แสดงชุดอุปกรณ์ปั๊มอัดสาร ที่ใช้ในการขึ้นรูปท่อสังกะสี

ทำการชั่งผงสังกะสี หรือผงสังกะสีผสมทองคำ ที่บดแล้วประมาณ 0.04 กรัม เพื่อนำไปอัดขึ้นรูปเป็นท่อสังกะสี หรือท่อสังกะสีผสมทองคำ 1 ท่อ โดยใช้เครื่องอัดสารของห้องวิจัยฟิสิกส์ประยุกต์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดังรูปที่ 3.7 โดยใช้แรงอัดประมาณ 350 ตันต่อตารางเมตร

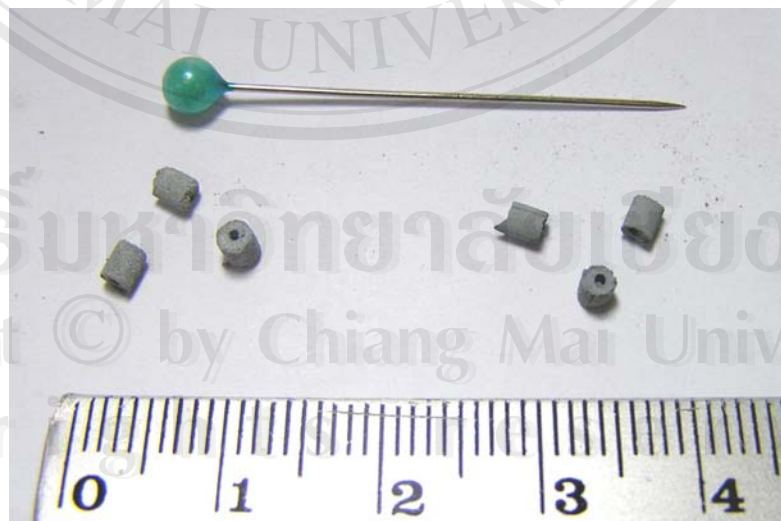


รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องอัดสารของห้องวิจัยฟิสิกส์ประยุกต์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



รูปที่ 3.8 แสดงส่วนขยายของเครื่องอัดสาร

หลังจากทำการอัดขึ้นรูปผงสังกะสี และผงสังกะสีผสมทองคำแล้ว เมื่อผ่าเบ้ากระดาษ ออก จะได้ท่อสังกะสี หรือท่อสังกะสีผสมทองคำ ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของรูท่อ ประมาณ 0.8 มิลลิเมตร ตามต้องการ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงท่อสังกะสี (รูปซ้ายมือ) และท่อสังกะสีเจือทองคำ (รูปขวามือ) ที่ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปแล้ว

3.2 กระบวนการออกซิเดชันท่อสังกะสี และท่อสังกะสีเจือทองคำ

หลังจากได้ท่อสังกะสี และท่อสังกะสีที่เจือทองคำที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปแล้ว ลำดับต่อไปของการทดลองเพื่อทำการสังเคราะห์เส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์ คือ นำท่อสังกะสี และท่อสังกะสีที่เจือทองคำวางนอนบนอะลูมินาโบ๊ต (Alumina boat) ทุกท่อ โดยถือว่าลักษณะของการวางท่อเป็นตัวแปรควบคุม แล้วจึงนำไปเผาด้วยเตาเผาแบบท่อแนวนอน ดังรูปที่ 3.10 โดยทำการเผาด้วยเงื่อนไขต่างๆ คือ ใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 6°C ต่อนาที โดยเริ่มจากอุณหภูมิห้องจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ คือ 600 , 700 , และ 800°C และรักษาอุณหภูมินั้นไว้ให้คงที่นาน 6 , 12 , และ 24 ชั่วโมง โดยปราศจากการผ่านก๊าซใดๆ และเมื่อครบตามเวลาที่ต้องการ จึงทำการปิดเตาเผาแล้วปล่อยให้ตัวอย่าง (Sample) เย็นตัวลงอย่างช้าๆ จนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำตัวอย่างออกจากเตาเผาเพื่อไปวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพด้วย Scanning Electron Microscope (SEM) ต่อไป



รูปที่ 3.10 แสดงเตาเผาแบบท่อแนวนอน (รูปซ้ายมือ) และ Controller ควบคุมอุณหภูมิ (รูปขวามือ) ของห้องวิจัยฟิสิกส์ประยุกต์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



รูปที่ 3.11 แสดงท่อน้ำเกลือ (รูปซ้ายมือ) และท่อน้ำเกลือที่เชื่อมท่อ (รูปขวามือ) ที่ผ่านการเผาแล้ว

3.3 กระบวนการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพ โครงสร้างผลึก และองค์ประกอบทางเคมีของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้

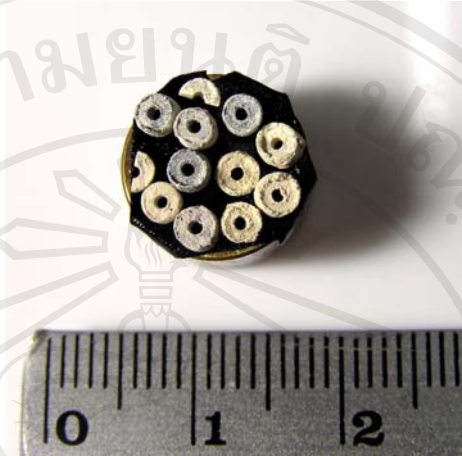
3.3.1 กระบวนการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพด้วย Scanning Electron Microscope (SEM)

หลังจากผ่านกระบวนการสังเคราะห์เส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์โดยการออกซิเดชัน ท่อน้ำเกลือ และท่อน้ำเกลือที่เชื่อมท่อแล้ว นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพด้วย

Scanning Electron Microscope (SEM) โดยมีรายละเอียดการเตรียมตัวอย่าง ดังนี้

เนื่องจากการจะนำตัวอย่างไปวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพด้วย Scanning Electron Microscope (SEM) นั้นจำเป็นต้องติดตัวอย่างกับวัสดุรองรับตัวอย่างสำหรับ Scanning Electron Microscope (SEM) ที่เรียกว่า Stub ที่ส่วนใหญ่ทำจากทองเหลืองเสียก่อน โดยอาศัยเทปคาร์บอน (Carbon tape) เป็นตัวช่วยยึดตัวอย่างให้ติดกับ Stub แล้วยังเป็นตัวเชื่อมการนำไฟฟ้าของตัวอย่างกับ Stub อีกด้วย ดังรูปที่ 3.12 และก่อนการนำตัวอย่างเข้าเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) นั้นควรจะอบไล่ความชื้นจากตัวอย่างเสียก่อน เพราะภายในเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) เป็นระบบสุญญากาศ ซึ่งถ้าตัวอย่างมีความชื้นสูงอาจทำให้ระบบสุญญากาศไม่สามารถลด

ความดันจนเหมาะสมสำหรับการทำงานของเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) ได้ หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพ และวิเคราะห์ผลต่อไป



รูปที่ 3.12 แสดงการตัดตัวอย่างลงบน Stub เพื่อเตรียมนำไปวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพด้วย Scanning Electron Microscope (SEM)



รูปที่ 3.13 แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ที่ศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กตรอน (EMRSc) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3.3.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วย Transmission Electron Microscope (TEM)

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วย Transmission Electron Microscope (TEM) เริ่มด้วยการเขียนเส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์จากผิวของท่อสังกะสีหรือท่อสังกะสีที่เจือทองคำ ที่ผ่านกระบวนการเผาแล้วด้วยเข็มหมุดลงบนแผ่นรองรับตัวอย่างสำหรับ Transmission Electron Microscope (TEM) ซึ่งเรียกว่า Copper grid ดังรูปที่ 3.14 โดยต้องมั่นใจว่ามีเส้นลวดนาโนซิงค์ออกไซด์อยู่บน Copper grid ที่จะนำไปวิเคราะห์จริงๆ และมากพอสำหรับการวิเคราะห์ โดยอาจอาศัยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงเข้าช่วยในการเตรียมตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงนำ Copper grid ที่มีตัวอย่างอยู่ติดกับ Holder สำหรับ Transmission Electron Microscope (TEM) ดังรูปที่ 3.15 แล้วจึงนำเข้าเครื่อง Transmission Electron Microscope (TEM) ทำการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกของตัวอย่าง และวิเคราะห์ผลต่อไป



รูปที่ 3.14 แสดง Copper grid สำหรับตัวอย่างที่จะวิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วย Transmission Electron Microscope (TEM)



รูปที่ 3.15 แสดง Specimen holder สำหรับ Transmission Electron Microscope(TEM)



รูปที่ 3.16 แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission Electron Microscopy, TEM) ที่ศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กตรอน (EMRSc) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3.3.3 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย Energy

Dispersive Spectroscopy (EDS)

สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) นั้นสามารถทำการวิเคราะห์ได้พร้อมกับการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพด้วย Scanning Electron Microscope (SEM) จึงทำให้การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพด้วย Scanning Electron Microscope (SEM) ถือเป็นการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) ไปพร้อมกัน



รูปที่ 3.17 แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

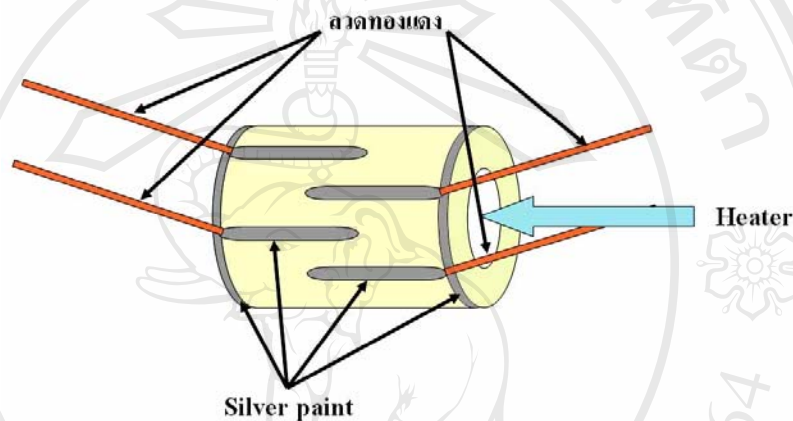
และอุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Energy Dispersive Spectroscopy, EDS)

ที่ศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กตรอน (EMRSc) คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3.4 กระบวนการเตรียมเซนเซอร์ก๊าซจากท่อสังกะสี และท่อสังกะสีเจือทองคำที่ผ่านกระบวนการออกซิเดชัน

หลังจากได้ท่อสังกะสี และท่อสังกะสีที่เจือทองคำที่ผ่านกระบวนการออกซิเดชันแล้ว นำตัวอย่างที่ได้ไปติด Contact แบบ Inter-digital contact โดยใช้ Silver paint และลวดทองแดง ดังรูปที่ 3.18 โดยใช้กล้อง Zoom stereo microscope ดังรูปที่ 3.19 ช่วยในการทำงาน

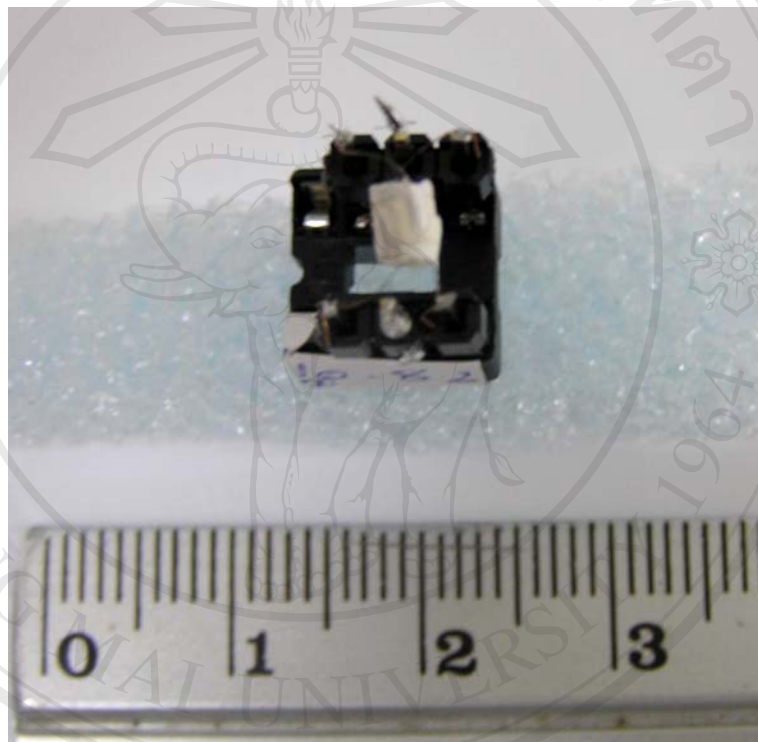


รูปที่ 3.18 แสดงการติด Contact แบบ Inter-digital contact สำหรับตัวอย่าง เพื่อเตรียมทำเป็น เซนเซอร์ก๊าซ



รูปที่ 3.19 แสดงกล้อง Zoom stereo microscope รุ่น C-01 ของบริษัท OLYMPUS

การติด Contact แบบ Inter-digital contact ทำได้โดยการใส่ Silver paint ทาบนผิวของตัวอย่าง และนำลวดทองแดงที่ผ่านการขัดผิวแล้วมาติดกับตัวอย่าง โดยอาศัย Silver paint เป็นตัวช่วย หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างที่ติด Contact แล้วไปอบเพื่อให้ Silver paint แห้ง ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจมีการทา Silver paint ซ้ำเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและประสิทธิภาพของ Contact ก่อนนำตัวอย่างไปบัดกรีติดกับ Socket ดังรูปที่ 3.20 เพื่อความสะดวกและเหมาะสำหรับการนำไปทดสอบสมบัติการเป็นเซนเซอร์ก๊าซต่อไป

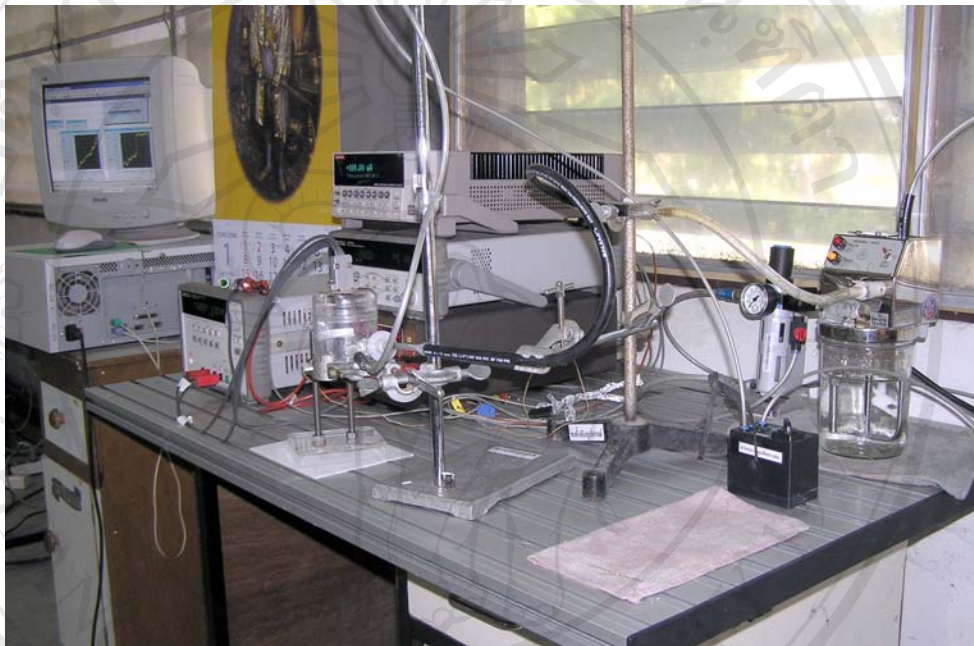


รูปที่ 3.20 แสดงเซนเซอร์ก๊าซติดบน Socket ที่พร้อมสำหรับการทดสอบ

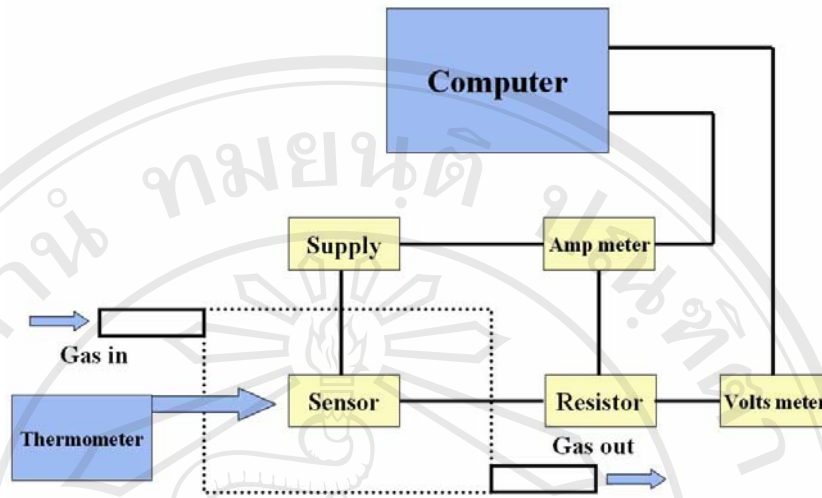
อนึ่ง การที่เซนเซอร์ก๊าซจะสามารถทำงานได้จำเป็นต้องมีอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งการที่จะเพิ่มอุณหภูมิให้กับเซนเซอร์ก๊าซในงานวิจัยนี้ใช้ Heater ที่ทำจากลวดนิโครมเบอร์ 55 ที่ผ่านการขัดผิวแล้วนำมาขดเป็นสปริง โดยให้มีความต้านทานของ Heater ประมาณ $35-40\ \Omega$ แล้วนำ Heater ที่ได้ใส่เข้าไปในรูท่อของตัวอย่างก่อนบัดกรีติดกับ Socket

3.5 ขั้นตอนการศึกษาสมบัติในการตรวจจับไอเอทานอลของเซนเซอร์ก๊าซที่เตรียมได้

หลังจากได้เซนเซอร์ก๊าซที่พร้อมสำหรับการทดสอบสมบัติในการตรวจจับไอเอทานอลแล้ว นำเซนเซอร์ก๊าซไปติดกับอุปกรณ์ในชุดทดสอบสมบัติการตรวจจับก๊าซ ดังรูปที่ 3.21 โดยที่ชุดทดสอบสมบัติการตรวจจับก๊าซมีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.21 แสดงชุดทดสอบสมบัติการตรวจจับก๊าซของเซนเซอร์ก๊าซ ที่ห้องวิจัยฟิสิกส์ประยุกต์
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



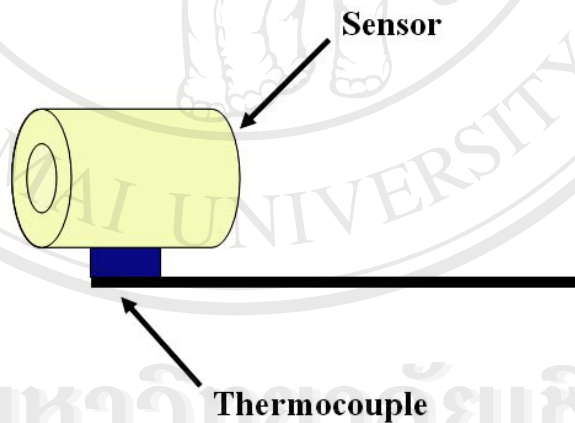
รูปที่ 3.22 แสดงแผนผังการทำงานของชุดทดสอบสมบัติการตรวจจับก๊าซ

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

สำหรับกระบวนการวัดอุณหภูมิของเซนเซอร์ก๊าซในการทดลองนี้ใช้ Thermocouple ที่ต่อกับ Data acquisition ในการวัด โดยเมื่อติดเซนเซอร์ก๊าซที่จะทำการทดสอบเข้ากับ Chamber ในชุดทดสอบสมบัติการตรวจจับก๊าซแล้ว จึงทำการเลื่อน Thermocouple ที่ติดอยู่กับแท่นยึดอย่างระมัดระวังเข้าไปใกล้กับเซนเซอร์ก๊าซ เพื่อวัดอุณหภูมิของเซนเซอร์ก๊าซต่อไป ดังรูปที่ 3.23 โดยที่ระยะห่างระหว่าง Thermocouple กับเซนเซอร์ก๊าซควรจะน้อยที่สุดเพื่อที่จะสามารถวัดอุณหภูมิของเซนเซอร์ก๊าซได้ถูกต้องที่สุด และระยะห่าง หรือตำแหน่งของ Thermocouple เทียบกับเซนเซอร์ก๊าซถือเป็นตัวแปรควบคุมที่มีผลต่อผลการทดลองค่อนข้างมาก



รูปที่ 3.23 แสดงแท่นยึด Thermocouple ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิของเซนเซอร์ก๊าซ



รูปที่ 3.24 แสดงการวัดอุณหภูมิของเซนเซอร์ก๊าซโดย Thermocouple

การทดลองนี้ใช้เครื่อง Alcohol simulator ดังรูปที่ 3.25 ในการควบคุมอุณหภูมิของไอเอทานอลที่ใช้ในการทดลอง โดยจะควบคุมอุณหภูมิของสารละลายเอทานอลให้มีอุณหภูมิคงที่เท่ากับ 34°C ตลอดเวลา ทำให้ความเข้มข้นของไอเอทานอลที่ระเหยออกมามีค่าคงที่ และในการทดลองนี้ใช้เครื่องปั๊มอากาศสำหรับตู้เลี้ยงปลาทั่วไป ดังรูปที่ 3.26 ช่วยในกระบวนการ Flow gas

ต่างๆ ทั้งไอของเอทานอลจากเครื่อง Alcohol simulator และอากาศผ่านไปยัง Chamber ที่มี เซนเซอร์ก๊าซอยู่

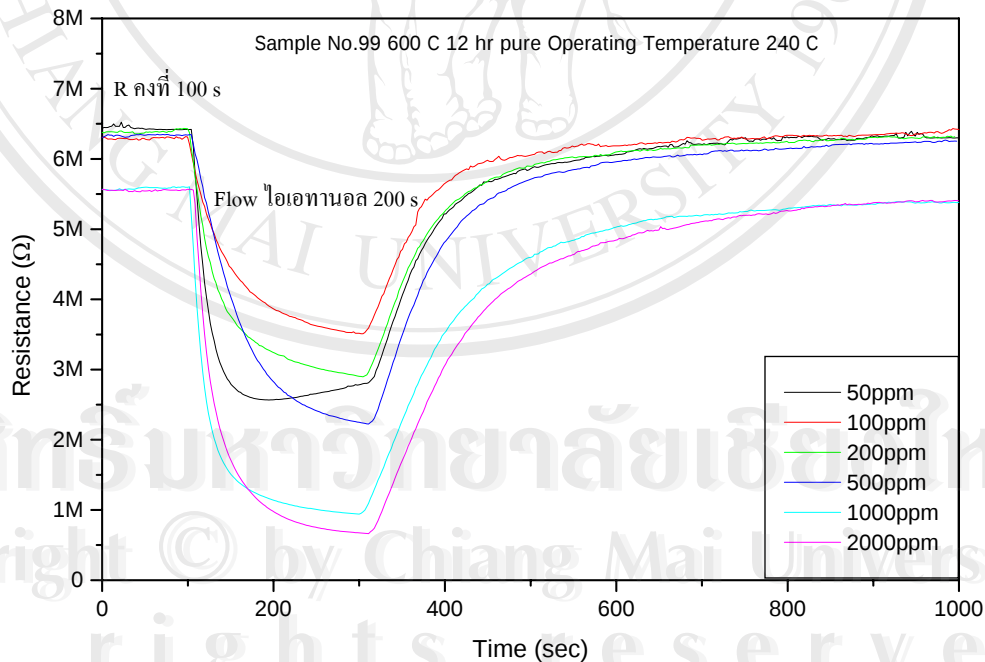


รูปที่ 3.25 แสดงเครื่อง Alcohol simulator ที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิของไอเอทานอล



รูปที่ 3.26 แสดงเครื่องปั๊มอากาศที่ใช้สำหรับตู้เลี้ยงปลาทั่วไป ที่ใช้สำหรับผ่านก๊าซต่างๆไปยัง Chamber ที่ใช้ในการทดลอง

หลังจากต่ออุปกรณ์ต่างๆในชุดทดสอบสมบัติการตรวจจับก๊าซ และติดตั้งอย่างใน Chamber รวมทั้งจัดตำแหน่งของ Thermocouple และเตรียมสารละลายเอทานอลที่มีความเข้มข้นต่างๆ คือ 50, 100, 200, 500, 1000, และ 2000 ppm เรียบร้อยแล้ว (รายละเอียดของการเตรียมสารละลายเอทานอลความเข้มข้นต่างๆแสดงในภาคผนวก ก) จึงเริ่ม Run Program Vee Pro และเริ่มเพิ่มความต่างศักย์ที่ให้กับ Heater เพื่อให้ความร้อนแก่เซนเซอร์ก๊าซ จนเซนเซอร์ก๊าซมีอุณหภูมิ 260°C ปลอ่ยให้ความต้านทานของเซนเซอร์ก๊าซค่อยๆคงที่แล้วจึงเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ที่ให้กับ Heater จนเซนเซอร์ก๊าซมีอุณหภูมิที่ต้องการที่จะทำการทดลอง โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิสูงและที่ความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลต่ำก่อน เมื่อเซนเซอร์ก๊าซมีอุณหภูมิตามที่ต้องการและความต้านทานของเซนเซอร์ก๊าซเริ่มคงที่แล้ว จึงเริ่ม Run program VEE Pro เพื่อเก็บข้อมูล โดยปลอ่ยให้ความต้านทานของเซนเซอร์ก๊าซคงที่ต่อไปอีก 100 วินาที จึงเริ่ม Flow alcohol นาน 200 วินาทีและปลอ่ยให้ความต้านทานของเซนเซอร์ก๊าซค่อยๆคืนตัวจนครบ 1000 และ 1200 วินาที จึงหยุด Run program เพื่อเก็บข้อมูล ดังรูปที่ 3.27 จากนั้นปลอ่ยให้ความต้านทานของเซนเซอร์ก๊าซคงที่อีกครั้ง จึงเริ่มทำการเก็บข้อมูลครั้งต่อไปได้



รูปที่ 3.27 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลการทดสอบสมบัติการตรวจจับไอเอทานอล

สำหรับเงื่อนไขที่ใช้ทำการทดลองคือ เริ่มด้วยการเลือกเซนเซอร์ก๊าซที่เผาด้วยเงื่อนไขต่างๆ มาทดสอบสมบัติการตรวจจับไอเอทานอลกับสารละลายเอทานอลเข้มข้น 1000 ppm ซึ่งเซนเซอร์ก๊าซที่เลือกมาทดสอบสำหรับงานวิจัยนี้คือ เซนเซอร์ก๊าซที่เผาด้วยเงื่อนไขอุณหภูมิ 600°C เวลา 24 ชั่วโมง ทั้งเซนเซอร์ก๊าซที่เตรียมจากท่อสังกะสี และเซนเซอร์ก๊าซที่เตรียมจากท่อสังกะสีที่เจือทองคำ โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิต่างๆ คือ 260, 240, 220, 200, และ 180°C ตามลำดับ แล้ววิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้เพื่อหาค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการตรวจจับไอเอทานอล แล้วจึงนำค่าอุณหภูมินั้นไปใช้ทดสอบสมบัติการตรวจจับไอเอทานอลกับเซนเซอร์ก๊าซที่เตรียมด้วยเงื่อนไขอื่นๆ ต่อไป โดยทดสอบกับสารละลายเอทานอลเข้มข้น 50, 100, 200, 500, 1000, และ 2000 ppm ตามลำดับ แล้วจึงนำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ผล