

บทที่ 3 วิธีการทดลอง

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้เตรียมสารตัวอย่าง (Sample) โดยการผสมสังกะสีออกไซด์ บิสมัทออกไซด์ และโคบอลต์ออกไซด์ ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน โดยวิธี Ball Milling จากนั้นนำสารไปอัดขึ้นรูปให้เป็นเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 16 มิลลิเมตร และมีความหนาประมาณ 3.5 มิลลิเมตร โดยเครื่องอัดไฮดรอลิก และนำไปเผาซินเตอร์ (Sintering) ที่อุณหภูมิ 1,050 1,100 และ 1,150 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาศึกษาพื้นผิวด้วยกล้องแสง นำตัวอย่างมาขัดผิวให้เรียบเพื่อนำไปศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคด้วยเครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD) และนำมาทำขั้วไฟฟ้าเพื่อวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าด้วยชุดวัด I-V ในงานวิจัยนี้ใช้วัสดุอุปกรณ์และมีวิธีดำเนินการทดลองดังต่อไปนี้

3.1 สารเคมี และสารละลาย

- 1) Zinc Oxide (ZnO) บริษัท Sigma – Aldrich ความบริสุทธิ์ 99.9%
- 2) Bismuth Oxide (Bi_2O_3) บริษัท Sigma – Aldrich ความบริสุทธิ์ 99.9%
- 3) Cobalt Oxide (CoO) บริษัท Sigma – Aldrich ความบริสุทธิ์ 99.9%
- 4) Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) บริษัท Merek – Kгаа ความบริสุทธิ์ 99.9%
- 5) Conductive Silver Paint บริษัท SPI Supplies

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 1) บีกเกอร์ขนาด 600 และ 100 มิลลิลิตร
- 2) ช้อนตักสาร
- 3) ช้อนคนสาร
- 4) แท่งแม่เหล็กคนสาร
- 5) หลอดทดลอง
- 6) อลูมิเนียมฟรอยด์
- 7) กระจกบอกลาสติค
- 8) ตะแกรงกรองสาร
- 9) เทปกาวและเทปพันเกลียว

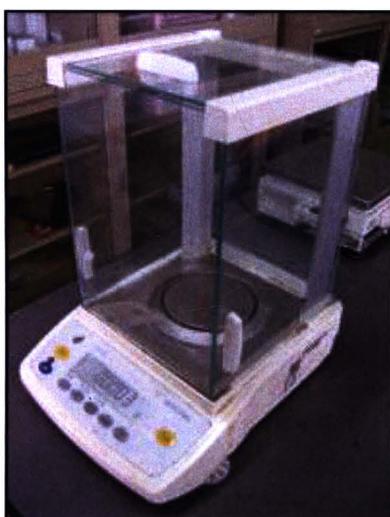


รูปที่ 3.1 วัสดุอุปกรณ์พื้นฐานทั่วไปที่ใช้ในการทดลอง

นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือที่สำคัญในการทดลอง ซึ่งอยู่ในกระบวนการสังเคราะห์สารเซรามิกส์ ดังต่อไปนี้

3.2.1 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง Sartorius รุ่น ED224S

เครื่องชั่งละเอียดควบคุมการทำงานด้วยระบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ชั่งได้สูงสุด 220 g พร้อมชุดอุปกรณ์ชั่งมวลวัตถุในน้ำสำหรับหาความหนาแน่น ผลิตโดย Scientific Promotion Co., LTD ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง Sartorius รุ่น ED224S และ ชุดอุปกรณ์สำหรับชั่งวัตถุในของเหลว ของ Scientific Promotion Co., LTD ประเทศเยอรมันนี

3.2.2 กระจกพลาสติก และเม็ดบดเซอร์โคเนีย

เม็ดบดเซอร์โคเนียจะใส่ในกระจกพลาสติกพร้อมกับสารผสม เพื่อใช้ผสมเนื้อสารให้กระจายอย่างสม่ำเสมอระหว่างบอลมิลลิ่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 กระจกพลาสติก และเม็ดบดเซอร์โคเนีย สำหรับ Ball Mill

3.2.3 เครื่องผสมสารตัวอย่าง (Ball Milling)

เครื่องผสมสารใช้สำหรับผสมสารสังกะสีออกไซด์ บิสมัทออกไซด์ และโคบอลต์ออกไซด์ เข้าด้วยกัน โดยวิธีหมุนกระจกพลาสติกที่เรียกว่า Rolling เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้สารผสมที่มีเนื้อสารกระจายอย่างสม่ำเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 เครื่องผสมสารตัวอย่าง Ball Milling

3.2.4 แม่พิมพ์ (Punch and die)

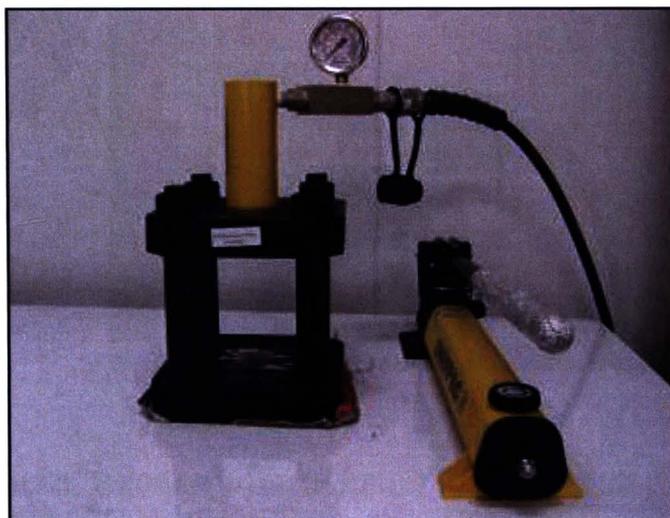
แม่พิมพ์ทำด้วยเหล็กกล้าสแตนเลส ใช้สำหรับเป็นแม่พิมพ์ในการอัดสารตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แม่พิมพ์สำหรับอัดสารตัวอย่าง [โกเมน ปาปะโถ]

3.2.5 เครื่องอัดสารตัวอย่าง

เครื่องอัดสารตัวอย่างใช้อัดสารตัวอย่างให้จับกันแน่นก่อนนำไปเผา เครื่องอัดชนิดนี้ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก บริษัท ENERPAC รุ่น P391 อัดได้ที่ความดันสูงสุด 10,000 PSI หรือ 700 BAR ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 เครื่องอัดสารตัวอย่าง

3.2.6 ถ้วยเผาอลูมินา

ถ้วยเผาอลูมินาใช้สำหรับบรรจุเม็ดสารที่อัดขึ้นรูปเพื่อเข้าเตาเผา ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ถ้วยเผาอลูมินา

3.2.7 เตาแผ่นความร้อน (Hot Plate)

เตาแผ่นความร้อนใช้สำหรับให้ความร้อนสารที่เป็นของเหลวในบีกเกอร์ โดยกวนด้วยแท่งแม่เหล็กจนแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 เตาแผ่นความร้อน (Hot Plate) บริษัท IKA C-MAG รุ่น HS7

3.2.8 เตาอบสาร

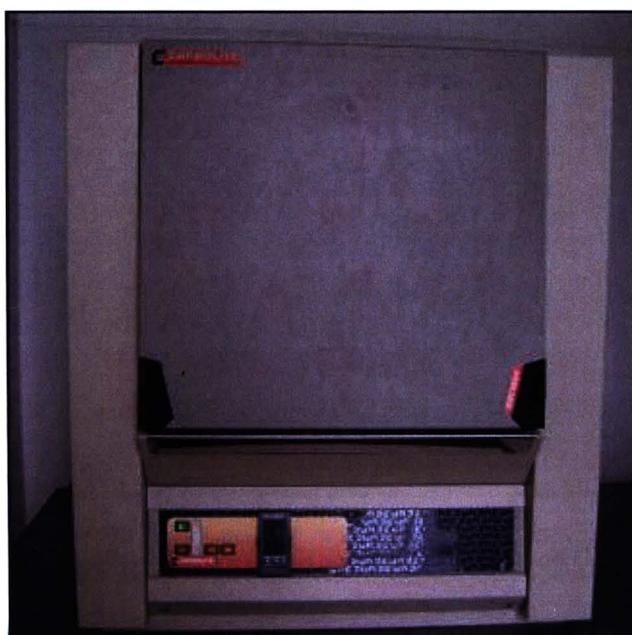
เตาอบสารใช้สำหรับควบคุมอุณหภูมิ และอุณหภูมิสูงสุดสามารถอบได้ 300 °C ใช้อบสารตัวอย่างให้แห้งก่อนที่จะนำไปเผา และใช้อบสารเพื่อกำจัดความชื้นในสาร ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 เตาอบสารตัวอย่าง BINDER ของบริษัท Scientific Promotion Co., LTD รุ่น ED115

3.2.9 เตาเผาสาร

เตาเผาสารสามารถเผาสารที่อุณหภูมิสูงสุด 1,300 °C และมีระบบควบคุมอัตโนมัติในการเพิ่มและลดอุณหภูมิ และเวลาในการเผาได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 เตาเผาสาร CARBOLITE บริษัท Thermal Engineering, English รุ่น 3508

3.2.10 เครื่องขัดชิ้นงาน

เครื่องขัดชิ้นงานใช้สำหรับขัดชิ้นงานให้เรียบด้วยกระดาษทราย ก่อนการวิเคราะห์อื่นๆต่อไป โดยสามารถควบคุมความเร็วในการหมุนเพื่อขัดชิ้นงานได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 เครื่องขัดชิ้นงาน MECAPOL บริษัทเอ็กเทรค อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด รุ่น P262

3.2.11 กล้องจุลทรรศน์แบบแสงสะท้อน (Biological Microscope; BM)

กล้องจุลทรรศน์แบบแสงสะท้อนใช้สำหรับศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค โดยบันทึกภาพในลักษณะของเกรนต่างๆ ของสารตัวอย่างดังรูปที่ 3.12



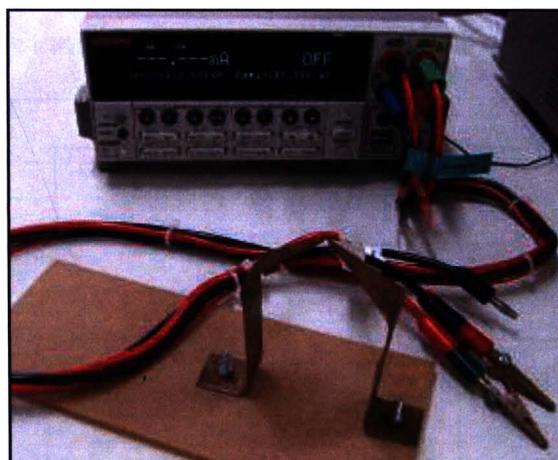
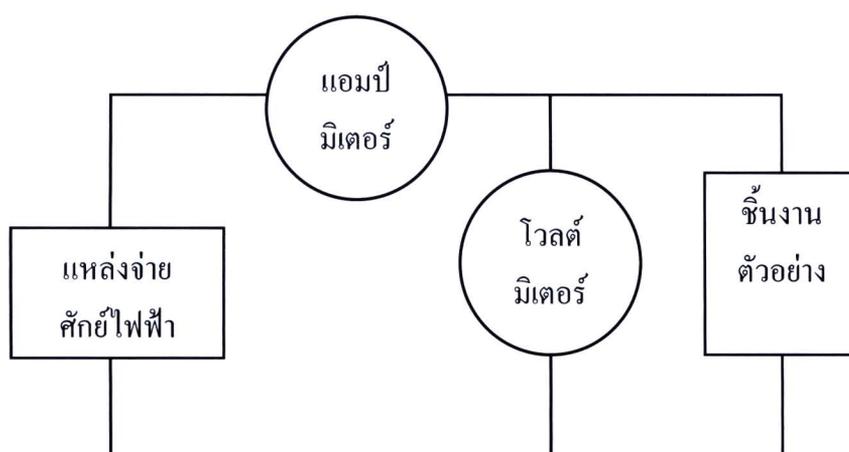
รูปที่ 3.12 กล้องจุลทรรศน์แบบแสงสะท้อน บริษัท Meiji Techno Co., LTD. รุ่น MX4300L

3.2.12 เครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD)

เครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ใช้สำหรับศึกษา และวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคโดยจะบันทึกเป็นกราฟระหว่างมุม กับจำนวนสัญญาณที่นับได้ในช่วงเวลาหนึ่ง และนำข้อมูลกราฟมาเปรียบเทียบกับข้อมูลของรูปแบบตามมาตรฐาน [14-16] JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standard) เพื่อนำมาเปรียบเทียบโครงสร้างต่อไป

3.2.13 ชุดวัด I-V

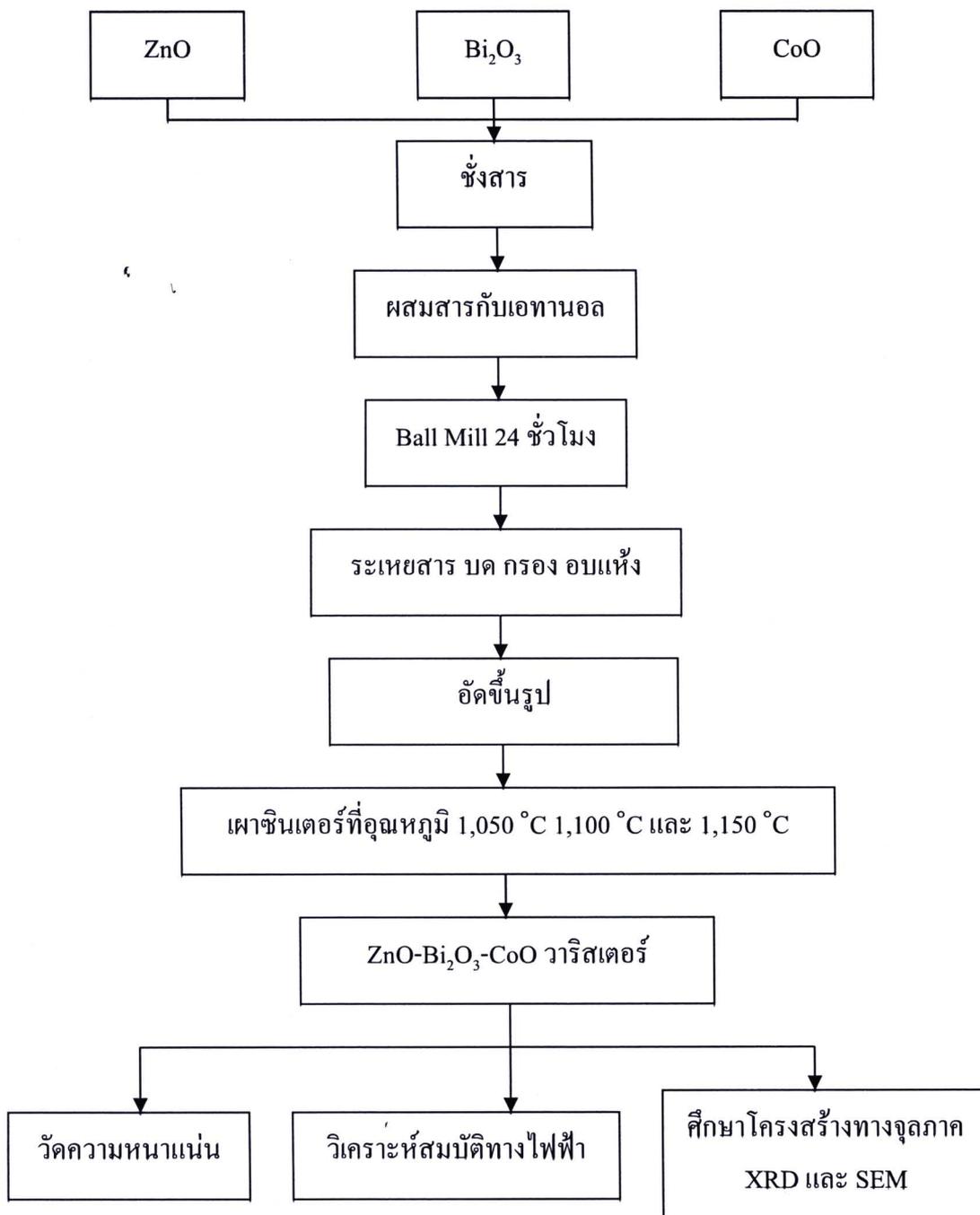
ชุดวัด I-V ใช้สำหรับศึกษาลักษณะเฉพาะและสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน โดยการวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน และความต่างศักย์ไฟฟ้าตกคร่อม เพื่อวิเคราะห์ความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ (Breakdown Voltage, V_b) แสดงไดอะแกรมดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ไดอะแกรม พร้อมเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า (KEITHLEY รุ่น 2410 1100V Source Meter)

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

ในการเตรียม ZnO-Bi₂O₃-CoO วาริสเตอร์ ด้วยกระบวนการทางเซรามิกส์ จะทำการผสมสารในอัตราส่วนของเปอเซนต์โมล แล้วผ่านกระบวนการต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการเตรียม ZnO-Bi₂O₃-CoO วาริสเตอร์

3.4 การเตรียมสารตัวอย่าง

3.4.1 ชั่งตวงสารและผสมสาร

ชั่งสารต่างๆ จากการคำนวณน้ำหนักของสารตั้งต้นแต่ละชนิด แล้วนำไปสู่กระบวนการตามแผนผัง รูปที่ 3.14

ตัวอย่าง การคำนวณส่วนผสม ZnO (81.39 g/mol) Bi₂O₃ (465.96 g/mol) และ CoO (74.933 g/mol) เพื่อให้ได้สาร ZnO-Bi₂O₃-CoO

ที่ส่วนผสม ZnO : Bi₂O₃ : CoO เท่ากับ 97.5 : 0.5 : 2 % mol

ZnO	1	mol	=	81.39 g
ZnO	100	mol	=	8,139 g
ZnO	97.5	mol	=	(97.5 x 8,139)/100
			=	7,935.525 g
Bi ₂ O ₃	1	mol	=	465.96 g
Bi ₂ O ₃	100	mol	=	46,596 g
Bi ₂ O ₃	0.5	mol	=	(0.5 x 46,596)/100
			=	232.98 g
CoO	1	mol	=	74.933 g
CoO	100	mol	=	7,493.3 g
CoO	2	mol	=	(2 x 7,493.3)/100
			=	149.866 g
รวมสารตั้งต้นทั้งหมด			=	8,318.371 g

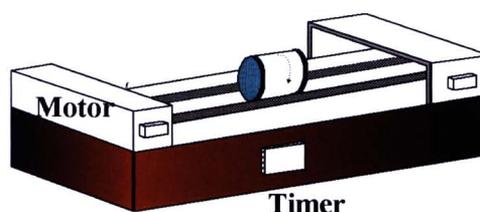
ถ้าต้องการเตรียมสาร ZnO-Bi₂O₃-CoO 30 g ต้องใช้สารตั้งต้น

ZnO	97.5 %mol	=	(7,935.525 x 30)/8,318.371
		=	28.6193 g
Bi ₂ O ₃	0.5 %mol	=	(232.98 x 30)/8,318.371
		=	0.8402 g
CoO	2 %mol	=	(149.866 x 30)/8,318.371
		=	0.5405 g

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมของ ZnO Bi₂O₃ และ CoO จากการทดลอง

สาร ตัวอย่าง หมายเลข	อัตราส่วนต่างๆ ของสารตัวอย่างผสม (ZnO+Bi ₂ O ₃ +CoO) = 30 g					
	ZnO		Bi ₂ O ₃		CoO	
	%mol	มวล(g)	%mol	มวล(g)	%mol	มวล(g)
1	98.75	28.9583	0.5	0.8392	0.75	0.2024
2	98.5	28.8906	0.5	0.8394	1	0.2703
3	97.5	28.6193	0.5	0.8402	2	0.5405
4	96.5	28.3481	0.5	0.8407	3	0.8112
5	98	28.0952	1	1.6409	1	0.2639
6	97	27.8297	1	1.6422	2	0.5282
7	96	27.5638	1	1.6434	3	0.7928
8	94	27.0307	1	1.6459	5	1.3234
9	89	25.6908	1	1.6522	10	2.657
10	97	26.6075	2	3.1401	1	0.2525
11	96	26.3523	2	3.1423	2	0.5053
12	95	26.0968	2	3.1446	3	0.7586

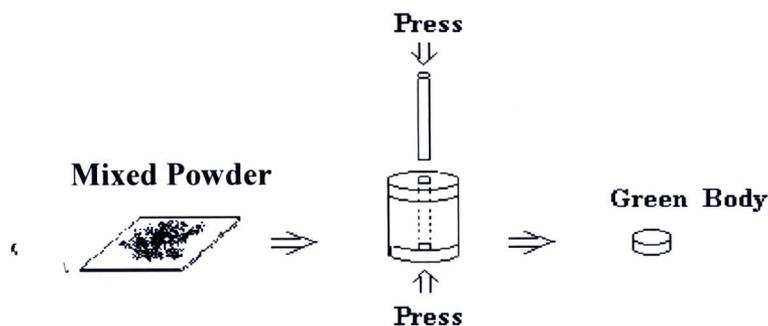
ซังสารตามตารางที่ 3.1 โดยใช้เครื่องซังความละเอียด 4 ตำแหน่ง นำสารทั้งสามที่ซังได้แต่ละสัดส่วนใส่ในกระบอกพลาสติกพร้อมกับเม็ดบดจำนวน 100 เม็ด และใส่สารละลายเอทานอลประมาณ 100 มิลลิลิตร นำไปผสมด้วยการหมุนกระบอกพลาสติก (Rolling) ดังรูปที่ 3.15 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กระทั่งสารผสมเข้ากันดี เราจะกำหนดหมายเลขให้สารตัวอย่างตามจำนวนโมลเปอร์เซ็นต์ดังแสดงในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.15 การผสมสาร (Ball milling) โดยวิธี Rolling [5]

3.4.2 การอัดขึ้นรูป

นำสารตัวอย่างแต่ละอัตราส่วนมาอย่างละ 1.6 กรัม เทสารตัวอย่างลงในแม่พิมพ์ทรงกระบอก ทำด้วยเหล็กกล้า นำไปอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกด้วยความดัน 800 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะได้ลักษณะตัวอย่าง (Green Body) เป็นเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร และหนาประมาณ 3.5 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.16 จากนั้นทำเช่นเดียวกับสารตัวอย่างที่มีส่วนผสมต่าง ๆ กัน



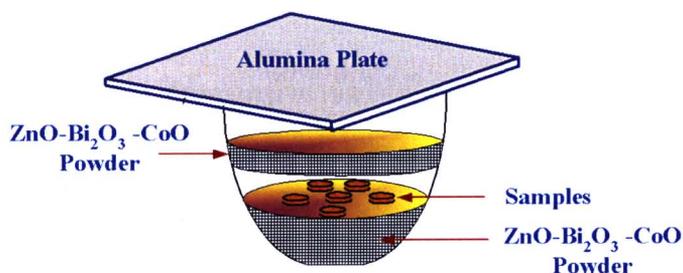
รูปที่ 3.16 ไดอะแกรมแสดงการอัดขึ้นรูปของเม็ดสารตัวอย่าง [5]

3.4.3 การอบสาร

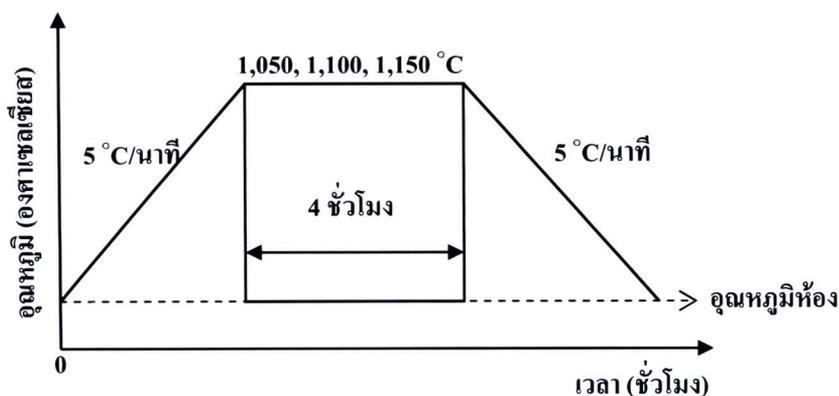
นำสารตัวอย่างที่อัดแล้วไปอบให้แห้งในตู้อบสาร ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส

3.4.4 การเผาซินเตอร์ (Sintering)

นำสารตัวอย่างในข้อ 3.4.3 ที่ได้วางเรียงในถ้วยอลูมินา โดยใช้ผงสารผสมกลบเม็ดสาร [5] (ดังรูปที่ 3.17) แล้วไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 1,050 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งในการเผาจะใช้อัตราการเพิ่มและลดอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส/นาที ดังแสดงไดอะแกรมรูปที่ 3.18 และทำเช่นเดียวกันกับที่อุณหภูมิ 1,100 และ 1,150 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.17 การเผาซินเตอร์โดยการกลบผง ZnO-Bi₂O₃-CoO รอบๆ ชิ้นงาน [5]



รูปที่ 3.18 แสดงอัตราการเพิ่มและลดอุณหภูมิระหว่างการเผาซินเตอร์

3.4.5 การขัดผิว

นำสารตัวอย่างในข้อ 3.3.4 มาขัดผิวหน้าทั้ง 2 ด้านด้วยเครื่องขัดโดยใช้กระดาษทรายเพื่อให้ได้ชิ้นตัวอย่างที่เรียบ และมีความหนาเพียง 2 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 สารตัวอย่าง (Sample) หลังการขัดผิวให้เรียบ

3.5 การวัดความหนาแน่น

เม็ดสารที่ได้จากการเผาซินเตอร์จะถูกนำมาขัดให้เม็ดสารมีความเรียบ และนำสารที่ได้ไปต้มภายใต้อุณหภูมิ 80°C เพื่อให้โมเลกุลของน้ำเข้าไปแทรกในรูพรุนภายในเม็ดสาร จากนั้นนำเม็ดสารที่ต้มแล้วไปชั่งน้ำหนักด้วยวิธีการชั่งในน้ำ จะได้น้ำหนักของสารที่ชั่งในน้ำ $W(\text{fl})$ และนำสารไปอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อไล่น้ำออกจากภายในเม็ดสาร จากนั้นนำสารที่ผ่านการอบไปชั่งในอากาศ จะได้น้ำหนักสารในอากาศ $W(\text{a})$ และนำค่าน้ำหนักสารที่ชั่งได้มาหาความหนาแน่นของเม็ดสาร

จากหลักการของอะคิมิดีสที่กล่าวว่า “ของแข็งที่จุ่มลงในของเหลวจะมีแรงของการลอยตัว (G) กระทำ ซึ่งแรงลอยตัวนี้จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ด้วยของแข็งนั้น โดยปริมาตรของของแข็งที่จุ่มในของเหลว $V(s)$ จะเท่ากับปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ $V(fl)$ ”

$$\text{ความหนาแน่นหาได้จาก} \quad \rho = \frac{M}{V} \quad (3.1)$$

เมื่อ M คือ มวลของของแข็ง มีหน่วยเป็นกรัม (g)

V คือ ปริมาตรของของแข็ง มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3)

ในการหาความหนาแน่นต้องทราบตัวแปรต่างๆ ดังนี้

- 1) น้ำหนักที่อ่านค่าได้ในเครื่องชั่งของตัวอย่างที่ชั่งในอากาศ $W(a)$
- 2) น้ำหนักที่อ่านค่าได้ในเครื่องชั่งของตัวอย่างที่ชั่งในน้ำ $W(fl)$
- 3) แรงลอยตัวของของแข็งในของเหลว ซึ่งหาได้จาก

$$G = W(a) - W(fl) \quad (3.2)$$

ความหนาแน่นของของแข็งที่ถูกชั่งในอากาศ (ρ) หาได้จาก

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{W(a)}{V(s)g} = \frac{W(a)}{V(fl)g} \quad (3.3)$$

เมื่อ $V(s)$ คือ ปริมาตรของวัตถุ

$V(fl)$ คือ ปริมาตรของของเหลว

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

เมื่อกำหนดให้ความหนาแน่นของของเหลวคือ $\rho(fl)$ ดังนั้น

$$V(fl) = \frac{M(fl)}{\rho(fl)} \quad (3.4)$$

$$\text{แรงลอยตัวหาได้จาก} \quad G = \rho Vg \quad (3.5)$$

$$\rho V = \frac{G}{g}$$

เมื่อ

$$M(\text{fl}) = \rho V = \frac{G}{g}$$

$$V(\text{fl}) = \frac{G}{\rho(\text{fl})g} \quad (3.6)$$

นำสมการที่ (3.6) แทนในสมการที่ (3.3)

$$\rho = \frac{W(a) \cdot \rho(\text{fl})}{G} \quad (3.7)$$

แทนสมการ (3.2) ลงใน (3.7)

$$\rho = \frac{W(a) \cdot \rho(\text{fl})}{W(a) - W(\text{fl})} \quad (3.8)$$

สมการที่ 3.8 เป็นสมการที่จะนำไปใช้หาความหนาแน่นของสารต่อไป

3.6 ศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค และสมบัติทางไฟฟ้าของวาริสเตอร์

3.6.1 ศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค และขนาดเกรนด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงสะท้อน

บันทึกภาพในลักษณะของเกรนต่างๆ ของสารตัวอย่าง ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงสะท้อน โดยนำเม็ดสารตัวอย่างแต่ละเงื่อนไขมาส่องด้วยกล้องที่กำลังขยายเท่ากับ 20 และ 50 เท่า แล้วเทียบสเกลมาตรฐาน เพื่อวัดขนาดของเกรนที่ตำแหน่งต่างๆ จากรูปถ่าย จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของเกรนและวิเคราะห์หาค่าความต่างศักย์เบรกดาวน์ต่อเกรน (V_g)

3.6.2 ศึกษาลักษณะเฉพาะและสมบัติทางไฟฟ้า

ศึกษาสมบัติทางไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้าและความต้านทานของวาริสเตอร์ที่ทำจาก $\text{ZnO-Bi}_2\text{O}_3\text{-CoO}$ โดยนำเม็ดสารหลังการขัดผิวหน้าสองด้านจนเรียบไปทำขั้วไฟฟ้าด้วยกาวเงิน (Silver paint) จากนั้นวัดค่าความต่างศักย์ตกคร่อม และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเม็ดสารตัวอย่างด้วยชุดวัด I-V ดังไดอะแกรมรูปที่ 3.13 เพื่อวิเคราะห์ความต่างศักย์เบรกดาวน์ (Breakdown Voltage, V_b) และเขียนกราฟความสัมพันธ์ในลักษณะของความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า J (mA/cm^2) กับสนามไฟฟ้า E (V/cm)

เพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เป็นเชิงเส้น (α) [2] โดย พิจารณาช่วงความไม่เป็นเชิงเส้นของกราฟซึ่งอยู่ในช่วงความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า J_1 (1 mA/cm^2) ถึง J_2 (10 mA/cm^2) และคำนวณจากสมการ

$$\alpha = \frac{\log J_2 - \log J_1}{\log E_2 - \log E_1}$$

3.6.3 วิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคจากเครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์

นำตัวอย่างชิ้นงานไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD) โดยจะบันทึกเป็นกราฟระหว่างมุมกับจำนวนสัญญาณที่นับได้ในช่วงเวลาหนึ่ง และนำข้อมูลกราฟมาเปรียบเทียบกับข้อมูลของกราฟรูปแบบตามมาตรฐาน [14-16] JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standard) เพื่อนำมาเปรียบเทียบโครงสร้างต่อไป

3.6.4 วิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

นำตัวอย่างที่อัตราส่วนต่าง ๆ ไปวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยเตรียมตัวอย่าง 2 แบบต่ออัตราส่วนหนึ่งๆ คือ ทำการหักตัวอย่างเม็ดสารให้ได้ลักษณะในการส่องทั้งบริเวณพื้นผิว และบริเวณภายในเม็ดสาร เพื่อศึกษาลักษณะ โครงสร้างของเกรนต่อไป