

บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เตาเกลือ (salt bath) ที่มีอ่างเกลือทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม(Stainless Steel) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 230 มิลลิเมตร ความลึกของอ่าง 450 มิลลิเมตร อุณหภูมิภายในอ่างเกลือสามารถปรับอุณหภูมิสูงสุดในการใช้งาน 1000°C โดยมีเทอร์โมคัพเบิลสำหรับวัดอุณหภูมิรอบอ่างเกลือและอุณหภูมิภายในอ่างเกลือ

3.1.2 เตาอบ (muffle) สำหรับอุ่นชิ้นงานก่อนนำไปเคลือบผิว เตาอบที่ใช้มีท่อต่อเข้ากับถังก๊าซไนโตรเจนเพื่อควบคุมบรรยากาศภายในเตาให้เป็นก๊าซไนโตรเจน

3.1.3 เกลือบอแรกซ์ ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) เป็นสารที่ใช้เป็นตัวทำละลาย

3.1.4 เฟอร์โรวานเนเดียม (Fe-V) เป็นสารฟอร์มคาร์ไบด์ที่ใช้ในการทดลอง โดย เฟอร์โรวานเนเดียมที่ใช้ประกอบด้วยวานเนเดียม 84 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

3.1.5 เฟอร์โรซิลิคอน (Fe-Si) เป็นสารที่ช่วยในการเกิดชั้นคาร์ไบด์โดย เฟอร์โรซิลิคอนที่ใช้ประกอบด้วยซิลิคอน 76 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

3.1.6 เฟอร์โรไทเทเนียม (Fe-Ti) เป็นสารที่ช่วยในการเกิดชั้นคาร์ไบด์โดย เฟอร์โรไทเทเนียมที่ใช้ประกอบด้วยไทเทเนียม 70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

3.1.7 เฟอร์โรแมงกานีส (Fe-Mn) เป็นสารที่ช่วยในการเกิดชั้นคาร์ไบด์โดย เฟอร์โรแมงกานีสที่ใช้ประกอบด้วยแมงกานีส 80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

3.2 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

3.2.1 ตัดชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือ D2 และเหล็กกล้าเครื่องมือ H13 ซึ่งมีส่วนผสมทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 3.1 ให้มีขนาด 25 มิลลิเมตร x 25 มิลลิเมตรหนา 10 มิลลิเมตร เจาะรูไว้สำหรับร้อยด้วยลวดทนความร้อนเพื่อแขวนชิ้นงานลงในอ่างเกลือ

3.2.2 ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจนถึงเบอร์ 600 เพื่อกำจัดสนิมและสิ่งสกปรกที่ผิวชิ้นงาน

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าเครื่องมือ D2 และ เหล็กกล้าเครื่องมือ H13 ที่ใช้ในการทดลอง (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

เหล็กกล้า	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Fe
D2	1.05	0.31	0.34	0.023	0.021	11.3	0.76	0.251	1.01	bal.
H13	0.30	0.88	0.35	0.019	0.035	5.05	1.34	0.23	1.00	bal.

3.3 เงื่อนไขในการทดลอง

3.3.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณของรีติวเซอร์ต่อความหนาชั้นเคลือบวานาเดียมคาร์ไบด์ จึงทำการเคลือบผิวเหล็กกล้า D2 โดยใช้เฟอร์โรวานาเดียม 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 1000°C และแปรผันชนิดและปริมาณของรีติวเซอร์ที่เติมลงในอ่างเกลือดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การแปรผันชนิดและปริมาณของรีติวเซอร์ที่ใช้ในการทดลอง

	ชนิดของรีติวเซอร์		
	เฟอร์โรซิลิคอน	เฟอร์โรไทเทเนียม	เฟอร์โรแมงกานีส
1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	✓	×	×
3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	✓	✓	✓
5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	✓	✓	✓
10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	✓	✓	✓

✓ = ทำการทดลอง × = ไม่ทำการทดลอง

3.3.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของเวลาต่อความหนาชั้นเคลือบวานาเดียมคาร์ไบด์ จึงใช้เวลาในการเคลือบผิว 1 ถึง 9 ชั่วโมงในทุกการทดลองที่แสดงในตารางที่ 3.2

3.3.3 เพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดเหล็กต่อความหนาชั้นเคลือบวานาเดียมคาร์ไบด์ โดยเคลือบผิวเหล็กกล้า H13 ด้วยวานาเดียมคาร์ไบด์ตามเงื่อนไขในหัวข้อ 3.3.1 และ 3.3.2

3.4 ขั้นตอนการเคลือบผิว

แผนภูมิขั้นตอนการเคลือบผิวแสดงในรูปที่ 3.1

3.4.1 เติมผงบอแรกซ์น้ำหนัก 10 กิโลกรัมลงในอ่างเกลือ ให้ความร้อนจนอุณหภูมิในอ่างเกลือเท่ากับ 800°C เติมเฟอร์โรวานาเดียมปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักลงในอ่างเกลือบอแรกซ์หลอมเหลวและคนให้เฟอร์โรวานาเดียมกระจายในเกลือหลอมเหลว ให้ความร้อนจนอุณหภูมิในอ่างเกลือเท่ากับ 850°C ขณะเดียวกันนำชิ้นงานที่ได้จากการเตรียมในหัวข้อ 3.2 มาอุ่นในเตาอบที่อุณหภูมิ 600°C เป็นเวลา 30 นาที ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน

3.4.2 เติมเฟอร์โรซิลิโคน, เฟอร์โรไทเทเนียม หรือ เฟอร์โรแมงกานีส ตามปริมาณที่ต้องการลงในอ่างเกลือ และคนให้กระจายตัวในเกลือหลอมเหลว

3.4.3 นำชิ้นงานออกจากเตาอบ และนำชิ้นงานมาอุ่นต่อในอ่างเกลือที่อุณหภูมิ 850°C เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิในอ่างเกลือเป็น 1000°C จึงเริ่มจับเวลาการเคลือบผิว

3.4.4 เมื่อครบกำหนดเวลา นำชิ้นงานออกจากอ่างเกลือและปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ ล้างคราบเกลือบอแรกซ์ที่ติดบนผิวชิ้นงานออกด้วยน้ำร้อน

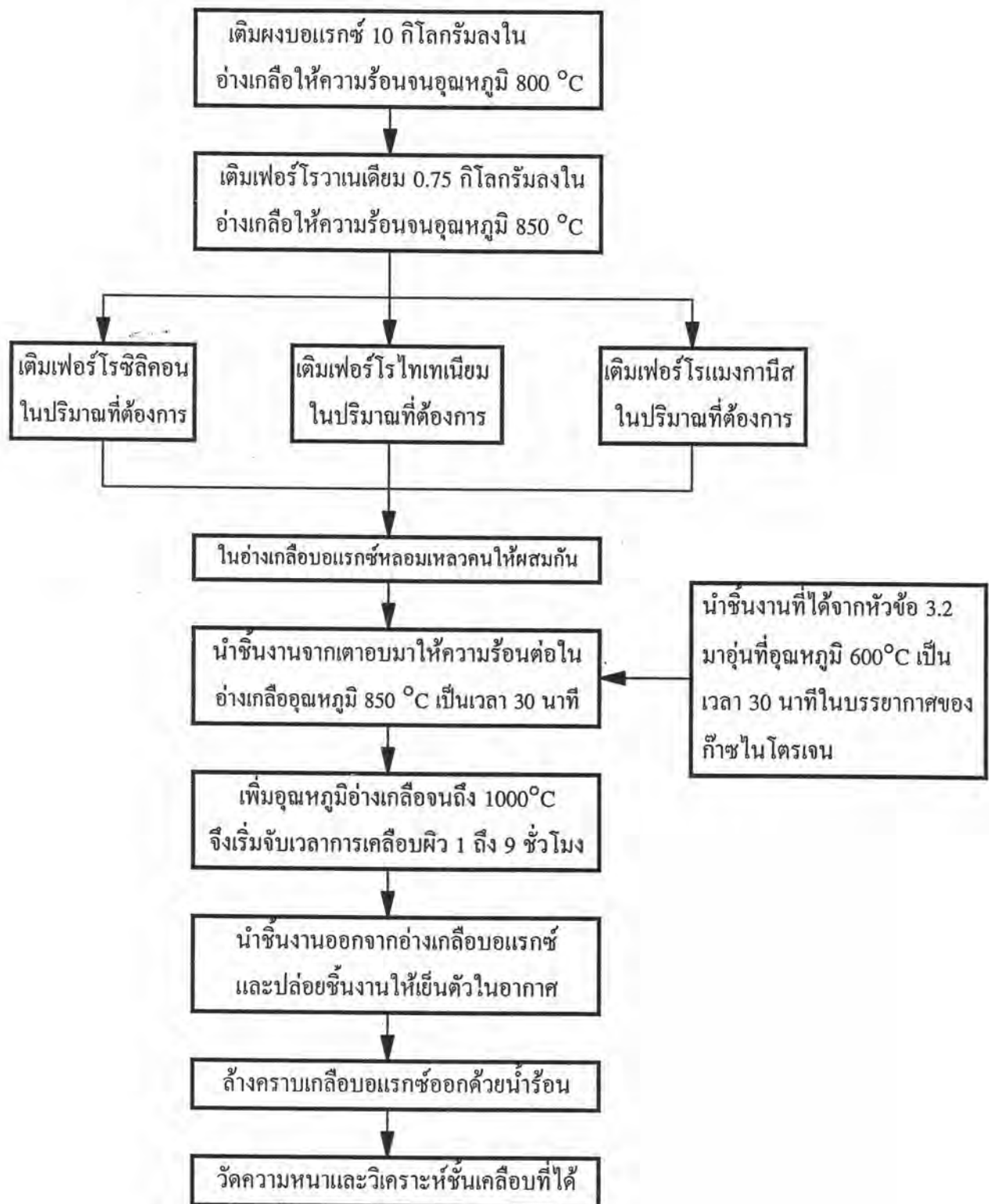
3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ชั้นเคลือบ

3.5.1 นำชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบผิวมาตัดตามภาคตัดขวาง และอัดเป็นชิ้นงานตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ ขัดชิ้นงานตัวอย่างด้วยกระดาษทรายจนถึงเบอร์ 1200 และขัดเงาด้วยผงอะลูมิน่าแล้วจึงกัดผิวด้วยน้ำยา Alcoholic ferric chloride

3.5.2 นำชิ้นงานตัวอย่างที่ได้จากหัวข้อ 3.5.1 มาตรวจสอบชั้นเคลือบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา (Optical microscope) และใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscope, SEM) วิเคราะห์ธาตุของชั้นเคลือบด้วยวิธี EDS

3.5.3 วัดความหนาชั้นเคลือบด้วยเครื่อง Image Analyzer

3.5.4 วิเคราะห์ผิวชั้นงานด้วยเครื่อง X-ray Diffractometer (XRD) โดย
เครื่อง XRD ที่ใช้ในการทดลองนี้มีทองแดงเป็นเป้า (target)



รูปที่ 3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทดลองการเคลือบผิว