

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	2
2.1 โลหะผสมไทเทเนียม	2
2.2 การแพร่ในของแข็ง	7
2.3 เทคนิคการเคลือบผิว	15
2.4 การทดสอบความแข็ง	18
2.5 การสึกหรอของโลหะ	29
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	34
3.1 อุปกรณ์	34
3.2 วิธีการทดลอง	48
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	53
4.1 ผลการหาอัตราการไหลของแก๊ส	53
4.2 ผลการทดสอบความแข็ง	56
4.3 ผลการทดสอบการสึกหรอ	62
4.4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมวล	66
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	76
เอกสารอ้างอิง	78
ภาคผนวก	80
ภาคผนวก ก	80
ภาคผนวก ข	95
ประวัติผู้เขียน	105

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	แสดงค่าสมบัติเชิงกลของโลหะไทเทเนียมแต่ละชนิด	5
2.2	แสดงค่า error function	13

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างผลึกแบบ BCC	3
2.2 แสดงโครงสร้างผลึกแบบ HCP	3
2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Yield Strength กับ อุณหภูมิ ของโลหะไทเทเนียมแต่ละชนิด	6
2.4 แสดงการแพร่แบบช่องว่าง	8
2.5 แสดงการแพร่แบบแทรก	9
2.6 แสดงถึงการที่อะตอมจะแพร่ผ่านอะตอมข้างเคียงได้ต้องได้รับพลังงานที่เพียงพอ และพลังงานที่ใช้ในการแพร่แบบแทรกจะน้อยกว่าการแพร่แบบช่องว่าง	10
2.7 (a) แสดงว่าถ้าจำนวนอะตอมหนึ่งเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดหนึ่งเราจะเรียกว่า flux (b) แสดง concentration gradient	11
2.8 แสดงค่า Diffusion Coefficient ของโลหะซึ่งจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น	14
2.9 แสดงการกัดวัดแบบบรินเนล	19
2.10 แสดงการกัดแบบวิกเกอร์	22
2.11 แสดงการกัดวัดแบบร็อคเวล	25
2.12 แสดงการสึกหรอแบบเกาะติด	30
2.13 แสดงการสึกหรอแบบขัดถู	31
2.14 แสดงแบบจำลองการทดสอบการสึกหรอแบบต่าง ๆ	33
3.1 แสดงภาพเครื่องตัดสารที่ใช้ในการทดลอง	34
3.2 แสดงเครื่องขัดสารที่ใช้ผงขัดอะลูมินา	35
3.3 แสดงชุดควบคุมอัตราการไหลของแก๊ส	37
3.4 แสดงชุดห้องเผาที่ใช้ในการทดลอง	40
3.5 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดห้องเผา	41
3.6 แสดงปั๊มกลสุญญากาศ	42
3.7 แสดงท่อเกลียวเซรามิกและลวดนำความร้อน	43
3.8 แสดงเตาเผา	44
3.9 แสดงอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิเตา	45

รูป	หน้า
3.10 แสดงเครื่องวัดความแข็ง	46
3.11 แสดงเครื่องวิเคราะห์การสึกหรอ	47
4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของแก๊สอะเซทิลีน (Q) กับระดับความแตกต่างของของเหลวในหลอดรูปตัวยู (ΔH)	53
4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของแก๊สอาร์กอน (Q) กับระดับความแตกต่างของของเหลวในหลอดรูปตัวยู (ΔH)	54
4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของแก๊สแอมโมเนีย (Q) กับระดับความแตกต่างของของเหลวในหลอดรูปตัวยู (ΔH)	55
4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของ MJ12 กับเวลาที่ใช้ในการเผา (ใช้น้ำหนักกด 50 g)	56
4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของ MJ12 กับเวลาที่ใช้ในการเผา (ใช้น้ำหนักกด 100 g)	57
4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของ MJ47 กับเวลาที่ใช้ในการเผา (ใช้น้ำหนักกด 50 g)	59
4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของ MJ47 กับเวลาที่ใช้ในการเผา (ใช้น้ำหนักกด 100 g)	60
4.8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสึกหรอของสารตัวอย่าง MJ12 กับเวลาที่ใช้เผา	62
4.9 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสึกหรอของหัววัดที่ใช้ทดสอบสารตัวอย่าง MJ12 กับเวลาที่ใช้เผา	63
4.10 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสึกหรอของสารตัวอย่าง MJ47 กับเวลาที่ใช้เผา	64
4.11 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสึกหรอของหัววัดที่ใช้ทดสอบสารตัวอย่าง MJ47 กับเวลาที่ใช้เผา	65
4.12 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงมวลต่อพื้นที่กับเวลาของสารตัวอย่าง MJ12	66
4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Log of rate of mass change กับ $1/T$ ของ MJ12	67

รูป	หน้า
4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงมวลต่อพื้นที่กับเวลาของสารตัวอย่าง MJ47	68
4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Log of rate of mass change กับ $1/T$ ของ MJ47	69
4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียหายกับระยะทางที่ทดสอบของ MJ12 เเผที่ 1000 K	70
4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียหายกับระยะทางที่ทดสอบของ MJ12 เเผที่ 1100 K	70
4.18 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียหายกับระยะทางที่ทดสอบของ MJ12 เเผที่ 1200 K	71
4.19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียหายกับระยะทางที่ทดสอบของ MJ12 เเผที่ 1300 K	71
4.20 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียหายกับระยะทางที่ทดสอบของ MJ47 เเผที่ 1000 K	73
4.21 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียหายกับระยะทางที่ทดสอบของ MJ47 เเผที่ 1100 K	73
4.22 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียหายกับระยะทางที่ทดสอบของ MJ47 เเผที่ 1200 K	74
4.23 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียหายกับระยะทางที่ทดสอบของ MJ47 เเผที่ 1300 K	74