

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
รายการตาราง	(9)
รายการรูป	(10)
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 บทนำ	1
ทฤษฎีและหลักการ	4
1.2.1 กระบวนการปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง	4
1.2.2 หลักการการผสมสารตัวเติมเกลือ (NaCl)	6
1.2.3 การหล่อโลหะแบบอัด	8
1.3 การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ	12
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	12
1.6 ขอบข่ายของการวิจัย	12
1.7 สถานที่ทำการวิจัย	13
2. วิธีการทดลอง	
2.1 สารเคมีและอุปกรณ์	13
2.1.1 สารเคมี	13
2.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมผงตัวอย่าง TiB_2	15
2.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล	17

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ	หน้า
2.2 วิธีดำเนินการทดลอง	
2.2.1 การเตรียมผงตัวอย่างสำหรับการสังเคราะห์ผง TiB_2	19
2.2.1.1 ผลกระทบของความดันภายในเตาปฏิกรณ์ SHS	19
2.2.1.2 ผลกระทบของเวลาบดผสมสารตั้งต้น	19
2.2.1.3 ผลกระทบของความดันอัดชิ้นงาน	20
2.2.1.4 ผลกระทบของการเติมสารตัวเติม NaCl	20
2.2.2 การชะละลายผง TiB_2 -MgO	20
2.2.3 การหล่อผสม Al- TiB_2	23
3. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง	
3.1 การสังเคราะห์ผง TiB_2 ระดับนาโน	25
3.1.1 ผลกระทบของความดันภายในเตาปฏิกรณ์ SHS	25
3.1.2 ผลกระทบของเวลาบดผสมสารตั้งต้น	28
3.1.2.1 ขนาดอนุภาคของผงผสมระหว่าง TiO_2 กับ B_2O_3 ก่อนการสังเคราะห์	28
3.1.2.2 ขนาดอนุภาคของผงผลิตภัณฑ์ TiB_2 หลังการสังเคราะห์	30
3.1.3 ผลกระทบของความดันอัดชิ้นงาน	35
3.1.4 ผลกระทบของการเติมสารตัวเติม NaCl	41
3.2 การหล่อผสม Al- TiB_2 โดยวิธีการหล่อโลหะแบบอัด	46
4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	
ก ตารางแสดงน้ำหนักผงตัวอย่างในทุกๆ เงื่อนไขการทดลอง	65
ข Mould ที่ใช้ในการหล่อโลหะแบบอัด	71
ประวัติผู้เขียน	74

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 คุณสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของ TiB_2	1
1.2 ผลการคำนวณค่า T_{ad} ของปฏิกิริยาในสมการที่ 3	7
3.1 ขนาดอนุภาคของผงผสมระหว่าง TiO_2 กับ B_2O_3 ที่เวลาบดผสม ก่อนการสังเคราะห์	29
3.2 ขนาดอนุภาคของผงผลิตภัณฑ์ TiB_2 ที่เวลาบดผสม หลังการสังเคราะห์	31
3.3 เปรูเซ็น โดยน้ำหนักของผงผลิตภัณฑ์ TiB_2 หลังการสังเคราะห์ที่เวลาบดผสมต่างๆ	33
3.4 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยของผงผลิตภัณฑ์ TiB_2 หลังการสังเคราะห์ ที่ความดันต่าง ๆ	38
3.5 อุณหภูมิอะเดียเบติกของปฏิกิริยาหลักเมื่อมีการเติม NaCl	42
3.6 ขนาดอนุภาคของผลิตภัณฑ์ TiB_2 ที่เติม NaCl	44
3.7 ความแข็งชิ้นงาน MMC ที่ผลิตเอง	57
ก.1 น้ำหนักของสารตั้งต้นที่ใช้ในการทดลอง TiO_2 , B_2O_3 , Mg และ NaCl	65
ก.2 น้ำหนักของผงตัวอย่างก่อนและหลังการชะละลายจาก ผลกระทบของเวลาบดผสมสารตั้งต้น	66
ก.3 น้ำหนักของผงตัวอย่างก่อนและหลังการชะละลายจาก ผลกระทบของความหนาแน่นอัด	67
ก.4 น้ำหนักของผงตัวอย่างก่อนและหลังการชะละลายจาก ผลกระทบของการเติมสารตัวเติม NaCl	68
ก.5 น้ำหนักของชิ้นงานผง TiB_2 ทุกๆ ขนาดอนุภาคและขนาดความดัน	69

รายการรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของวัสดุผสมที่มีอะลูมิเนียมเป็นเนื้อและมีการเติมผง SiC ขนาดอนุภาคระดับไมโครเมตรที่ปริมาณการเติมผงต่างกัน	2
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาสำหรับกระบวนการ SHS	4
1.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_{ad} และ $\Delta H_{298}^{\circ}/C_p$ ของสารบางชนิดที่ผลิตโดย SHS	5
1.4 ลักษณะการเผาไหม้ของสารในระบบ SHS	6
1.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง T_{ad} ต่อจำนวนโมลของเกลือ	8
1.6 ลักษณะการหล่อโลหะแบบอัด	9
2.1 ผง TiO_2 ความบริสุทธิ์ 79.90%	13
2.2 ผง B_2O_3 ความบริสุทธิ์ 99.00%	14
2.3 ผง Mg ความบริสุทธิ์ 99.00%	14
2.4 ผง NaCl ความบริสุทธิ์ 99.7%	14
2.5 ผง TiB_2 (commercial)	15
2.6 แท่งอะลูมิเนียมเกรด A356	15
2.7 เครื่องซังสาร 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ AND รุ่น GF-300	16
2.8 เครื่องบด Planetary ball mill ยี่ห้อ Retsch รุ่น PM 100/200 Retsch	16
2.9 เครื่องอัดสาร Thermo press ยี่ห้อ Jean Wirtz รุ่น Thermo press M	16
2.10 เครื่องปฏิกรณ์ SHS	17
2.11 กระดาษกรอง เบอร์ 5 ยี่ห้อ What man	18
2.12 X-ray Diffractometer (XRD) ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น X'Pert MP	18
2.13 Laser Particle Size Analyzer (LPSA) ยี่ห้อ COULTER รุ่น LS 230	18
2.14 Scanning Electro Microscope (SEM) ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM-5800LV	18
2.15 Brunauer-Emmett-Teller (BET) รุ่น SA3100	19
2.16 ผังแสดงขั้นตอนในการสังเคราะห์ผง TiB_2	21
2.17 ภาพถ่ายขั้นตอนในการสังเคราะห์ผง TiB_2	22
2.18 ผังแสดงขั้นตอนในการหล่อผสม Al- TiB_2	23
2.19 ภาพถ่ายขั้นตอนการหล่อผสม Al- TiB_2	24

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.1	โครงสร้างเตาปฏิกรณ์ SHS	25
3.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกิบส์ของปฏิกิริยา	26
3.3	ภาพถ่ายชิ้นงานตัวอย่างที่สังเคราะห์แล้วที่ความดันต่างๆ ภายในเตาปฏิกรณ์ SHS	27
3.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอนุภาคของผงผสมระหว่าง TiO_2 กับ B_2O_3 กับเวลาบดผสมต่างๆ ก่อนการสังเคราะห์	28
3.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของอนุภาคผงผสมระหว่าง TiO_2 กับ B_2O_3 กับเวลาบดผสมต่างๆ ก่อนการสังเคราะห์	29
3.6	ตัวอย่าง XRD ของผงตัวอย่างหลังการสังเคราะห์ (ตัวอย่างบด 15 นาที)	30
3.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอนุภาคของผงผลิตภัณฑ์ TiB_2 กับเวลาบดผสมต่างๆ หลังการสังเคราะห์	32
3.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของผงผลิตภัณฑ์ TiB_2 กับเวลาบดผสมต่างๆ หลังการสังเคราะห์	32
3.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ผง TiB_2 กับเวลาบดต่าง ๆ กัน หลังการสังเคราะห์	34
3.10	ตัวอย่างผงผลิตภัณฑ์ก่อนการชะละลาย (ตัวอย่างบด 15 นาที)	34
3.11	ผงผลิตภัณฑ์ TiB_2 หลังการชะละลายที่ทุกๆ เวลาบดผสม	35
3.12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันอัดชิ้นงานกับความหนาแน่นอัดของชิ้นงาน	36
3.13	แสดง XRD Pattern ของผงตัวอย่างภายใต้ตัวแปรความดันอัดชิ้นงาน	37
3.14	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันอัดชิ้นงานกับขนาดอนุภาคเฉลี่ย TiB_2	38
3.15	ลักษณะการจัดเรียงตัวของผงตัวอย่างเมื่อใช้ความดันในการอัดชิ้นงานต่างกัน	39
3.16	ตัวอย่างผงผลิตภัณฑ์ก่อนการชะละลาย (ผงตัวอย่างที่ความดันอัด 1000 psi)	40
3.17	แสดงตัวอย่างผงผลิตภัณฑ์ TiB_2 หลังการชะละลาย	40
3.18	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ในระบบ TiO_2 - B_2O_3 -Mg-NaCl	42
3.19	แสดง XRD Pattern ของผงตัวอย่างภายใต้ตัวแปรการเติมสารตัวเติม NaCl	43
3.20	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดผงผลิตภัณฑ์ TiB_2 กับปริมาณ NaCl	45
3.21	แสดงตัวอย่างผงผลิตภัณฑ์ก่อนการชะละลาย (ผงตัวอย่างเติม NaCl 1.0 โมล)	45

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.22 แสดงตัวอย่างผงผลิตภัณฑ์ TiB ₂ ที่มีการเติมสารตัวเติม NaCl หลังการชะละลาย	46
3.23 แสดงลักษณะรูปร่างของชิ้นงานผงผลิตภัณฑ์ TiB ₂	47
3.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นอัดของชิ้นงาน กับความดันในการอัดขึ้นรูปชิ้นงานผง TiB ₂	48
3.25 แสดงโครงสร้างจุลภาคของผงผลิตภัณฑ์ TiB ₂	48
3.26 แสดงภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	49
3.27 แสดงรอยต่อระหว่างบริเวณอะลูมิเนียม และบริเวณ MMC ที่ความดัน 1500 psi	50
3.28 แสดง Elemental mapping ชิ้นงาน MMC ขนาดอนุภาคผงผลิตภัณฑ์ TiB ₂ 5 μ m	51
3.29 แสดง Elemental ชิ้นงาน MMC ขนาดอนุภาคผงผลิตภัณฑ์ TiB ₂ 168 nm	51
3.30 แสดง Elemental mapping ชิ้นงาน MMC ขนาดอนุภาคผงผลิตภัณฑ์ TiB ₂ 101 nm	52
3.31 แสดง Profile บนชิ้นงาน MMC ที่ทำการวัดความแข็ง	52
3.32 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งบนชิ้นงานและค่าความแข็งของชิ้นงาน ที่ขนาดอนุภาคผง TiB ₂ ต่างๆ	54
3.33 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งบนชิ้นงานและค่าความแข็งของชิ้นงาน ที่ความดันอัดผง TiB ₂ ต่างๆ	55
3.34 แสดงความแข็งของวัสดุโดยใช้โปรแกรม Cambridge Engineering Selector V. 3.0	57
3.35 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแข็งของวัสดุชนิดต่างๆ	58
3.36 ภาพถ่าย SEM และ TEM TiB ₂	59
ผข.1 ภาพถ่ายโมล (mould) ที่ใช้ในการหล่อโลหะแบบอัด	71