รายการรูปประกอบ

รูป **หน้า**

2.1 กราฟความสัมพันธ์ของแผนภูมิเฟสกับพลังงานอิสระกิบส์ 5

2.2 อิทธิพลของความร้อนที่มีต่อชิ้นงานเชื่อมและบริเวณกระทบร้อน(HAZ) 6

2.3 โครงสร้างบริเวณเนื้อเชื่อมและบริเวณกระทบร้อน(HAZ) 7

2.4 แผนภาพสมดุลเหล็ก-คาร์บอนเปรียบเทียบ อุณหภูมิสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆ ของรอยเชื่อมและแผนภาพสมดุล 8

2.5 Iron-chromium phase diagram at 8% nickel 13

2.6 ภาพจำลองการเชื่อมติก 15

2.7 ภาพจำลองการเชื่อมมิก 15

2.8 ส่วนประกอบหลักของเครื่อง DTA 17

2.9 ตัวอย่างกราฟจากการวิเคราะห์ผลต่างของความร้อน 18

2.10 ส่วนประกอบหลักของเครื่อง SS-DTA 19

2.16 ผลลัพธ์ของ SS-DTA (ก) อุณหภูมิการเย็นที่ได้จากการวัดเทียบกับอุณหภูมิอ้างอิงที่ (ข) ผลต่างอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิจริงกับอุณหภูมิอ้างอิงที่สร้างโดยการคำนวณ thermal cycle equations 20

3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 22

3.2 แผนผังส่วนประกอบของเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ใช้เทคนิค SS-DTA 23

3.3 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบ 8 ช่องสัญญาณ 23

3.4 วงจรพื้นฐานของเทอร์โมคัปเปอร์ 24

3.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต 25

3.6 Thermocouple transmitter รุ่น Primus TM 004 26

3.7 Data Acquisition Card 27

3.8 ความแตกต่างของผลต่างอุณหภูมิเมื่อ $W = 0.5, 1.5,$ และ 3.5 ของ SUS321 เกิด $Cr_{23}C_6$ ในช่วงอุณหภูมิ 570-630 องศาเซลเซียส 30

3.9 แสดงขั้นตอนการทำงานระบบการปรับค่า W แบบอัตโนมัติ 31

3.10 แสดงผลต่างของอุณหภูมิ(เส้นสีเขียว) เทียบกับเส้นอ้างอิง(เส้นสีแดง) 32

3.11 ผลที่ได้จากการ Decision ข้อมูล แสดงการระบุช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนเฟสเกิดขึ้น 32

3.12 ขั้นตอนการทำงานของระบบการตรวจจับการเปลี่ยนเฟสของโลหะแบบอัตโนมัติ 32

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป **หน้า**

4.1 ข้อมูลการเย็นตัวของการเชื่อมเชื่อมสเตนเลส SUS 321 35
4.2 อุณหภูมิการเย็นที่ได้จากการวัดเทียบกับอุณหภูมิอ้างอิงที่สร้างด้วยวิธีสมการวัฏจักรความร้อน และมีค่า R^2= 0.9937 36
4.3 ผลที่ได้จากการทำ SS-DTA โดยใช้อุณหภูมิอ้างอิงที่สร้างจากด้วยวิธีสมการวัฏจักรความร้อน 37
4.4 อุณหภูมิการเย็นที่ได้จากการวัดเทียบกับอุณหภูมิอ้างอิงที่สร้างด้วยวิธี Polynomial function ที่ Order 3, 6, และ 12 38
4.5 ผลที่ได้จากการทำ SS-DTA โดยใช้อุณหภูมิอ้างอิงที่สร้างจากด้วยวิธี วิธี Polynomial function ที่ Order 3, 6, และ 12 38
4.6 อุณหภูมิการเย็นที่ได้จากการวัดเทียบกับอุณหภูมิอ้างอิงที่สร้างด้วยวิธี 4 –segment Piecewise Nonlinear Approximation ที่ Order 3, 6, และ 12 39
4.7 ผลที่ได้จากการทำ SS-DTA โดยใช้อุณหภูมิอ้างอิงที่สร้างจากด้วยวิธี 4 –segment Piecewise Nonlinear Approximation ที่ Order 3, 6, และ 12 40
4.8 อุณหภูมิการเย็นที่ได้จากการวัดเทียบกับอุณหภูมิอ้างอิงที่สร้างด้วยวิธี Piecewise Linear Approximation ที่ W มีค่าเท่ากับ 0.5, 1.5, และ 3.5 วินาที 40
4.9 ผลที่ได้จากการทำ SS-DTA โดยใช้อุณหภูมิอ้างอิงที่สร้างจากด้วยวิธี Piecewise Linear Approximation ที่ W มีค่าเท่ากับ 0.5, 1.5, และ 3.5 วินาที 41
4.10 ชิ้นงานที่นำไปหล่อขึ้นรูปกับพอลิเมอร์ 43
4.11 เครื่องขัดผิวหน้าโลหะ 43
4.12 การกัดผิวหน้าโลหะด้วยกรด Oxalic acid 44
4.13 แสดงตำแหน่งการติดเทอร์โมคัปเปอร์แบบ 8 จุด 44
4.14 แสดงตำแหน่งการติดเทอร์โมคัปเปอร์แบบ 6 จุด 45
4.15 (ก)โครงสร้างจุลภาคของวัสดุ stainless steel SUS 321 เทียบกับ (ข) ผลต่างอุณหภูมิที่ได้จากการทำ SS-DTA 45
4.16 (ก)โครงสร้างจุลภาคของวัสดุ stainless steel SUS 321จากการทำ SEM และ(ข)ผลต่างอุณหภูมิที่ได้จากการทำ SS-DTA 46
4.17 (ก)โครงสร้างจุลภาคของวัสดุ Alloy 617จากการทำ SEM และ(ข)ผลต่างอุณหภูมิที่ได้จากการทำ SS-DTA 47

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป **หน้า**

4.18 (ก)โครงสร้างจุลภาคของวัสดุ zinc จากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และ(ข)ผลต่างอุณหภูมิที่ได้จากการทำ SS-DTA 47
4.19 (ก)โครงสร้างจุลภาคของวัสดุ ERCoCr-A ผสมกับ ER30 จากการทำ SEM และ(ข)ผลต่างอุณหภูมิที่ได้จากการทำ SS-DTA 48
4.20 (ก)โครงสร้างจุลภาคของวัสดุ Incoloy 800H จากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และ(ข) ผลต่างอุณหภูมิที่ได้จากการทำ SS-DTA 49
4.21 ผลที่ได้จากการทำ SS-DTA โดยใช้เทคนิค piecewise linear กับ (ก) segment width 1.5 s และ (ข) segment width 1.65 s จากการทดสอบกับ stainless steel SUS 321 50
4.22 แสดงตัวอย่างผลการทำ SS-DTA ที่ผ่านการหาค่าสัมบูรณ์ 50
4.23 แสดงตัวอย่างผลการสร้างเส้นอ้างอิงด้วย Zero order hold of data segment peak 51
4.24 แสดงตัวอย่างผลการสร้างเส้นอ้างอิงด้วย Adaptive threshold 51
4.25 แสดงตัวอย่างผลที่ได้จากการทำDecision ข้อมูล 51
4.26 Accuracy curve 53
4.20 Accuracy curve ในช่วงค่า λ = 2.2 ถึง 2.4 และเพิ่มขึ้นที่ละ 0.025 53
ก.1 ผลที่ได้จากระบบหาการเปลี่ยนเฟสแบบอัตโนมัติของสเตนเลส SUS321 60
ก.2 ผลที่ได้จากระบบหาการเปลี่ยนเฟสแบบอัตโนมัติของสเตนเลส SUS321 60
ก.3 ผลที่ได้จากระบบหาการเปลี่ยนเฟสแบบอัตโนมัติของ ER309 ผสมกับ ERCoCr-A 61
ก.4 ผลที่ได้จากระบบหาการเปลี่ยนเฟสแบบอัตโนมัติของ alloy617 61
ก.5 ผลที่ได้จากระบบหาการเปลี่ยนเฟสแบบอัตโนมัติของ zinc alloy 62
ก.6 ผลที่ได้จากระบบหาการเปลี่ยนเฟสแบบอัตโนมัติของ Incoloy 800H 62