สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
2.1	เครื่องกัดโลหะด้วยไฟฟ้า (EDM Machine)	5
2.2	อิเล็กโตรดทองแดง	7
2.3	วัสดุชิ้นงาน JIS SS400	9
2.4	การลากผ่านของหัววัด ไปบนพื้นผิวของชิ้นงาน	12
2.5	ระยะของค่าช่องไฟในการสปาร์ค	14
2.6	ลักษณะการหุ้มชิ้นตรวจสอบด้วยเรซิน	15
2.7	ลักษณะแนวทางการขัดชิ้นตรวจสอบสลับเป็นตาราง	15
2.8	ลักษณะผิวชิ้นงานที่แสดงการสะท้อนของแสงจากกล้องจุลทรรศน์ ก่อนและหลังกัดด้วยน้ำยา	17
2.9	ลักษณะชั้นหลอมสีขาวและชั้นใต้ชั้นหลอมสีขาวที่เกิดจากการกัดเหล็กเพลาขาว	18
2.10	รอยแตกร้าวที่เกิดจากการกัดชิ้นงาน (ก) ที่ค่ากระแสไฟฟ้า 6 แอมแปร์ เวลาเปิด 100 ไมโครวินาที (ข) ที่ค่ากระแสไฟฟ้า 25 แอมแปร์ เวลาเปิด 100 ไมโครวินาที	19
2.11	พีโซอิเลคตริคทรานสดิวเซอร์	21
2.12	ชิ้นสารเซรามิคโก่งงอไปมาทำให้เกิดคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิค กระจายไปในอากาศ	21
2.13	แมกนีโตสตริคทีฟทรานสดิวเซอร์	22
2.14	เครื่องอัลตร้าโซนิค	23
2.15	ส่วนประกอบเครื่องอัลตร้าโซนิคและการทำงานของtoolและสารslurry	24
2.16	ชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการอัลตร้าโซนิก	25
2.17	ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดคลื่นความถี่อัลตร้าโซนิค	26
2.18	ตัวจับยึดอิเล็กโตรด	27
2.19	การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ของกระบวนการ EDM/USV	28
3.1	ขั้นตอนแผนงานวิจัย	32
3.2	วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการวิจัย เหล็กเพลาขาว (JIS SS400)	33

3.3 การติดตั้งเครื่องกำเนิดคลื่นความถี่อัลตร้าโซนิคเข้ากับเครื่องกัดโลหะด้วยไฟฟ้า 34
3.4 การติดตั้งอุปกรณ์ในกระบวนการ EDM/USV ที่เพิ่มผงขัดในของเหลวตัวกลาง..... 35
3.5 ลักษณะของตัวจับยึดอิเล็กโตรด 35
3.6 เครื่องวัดความหยาบผิวเฉลี่ย รุ่น surfcorder SE-40C 38
3.7 เครื่องเลเซอร์ไวโบรมิเตอร์ 39
3.7 กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสง (OM) ของ Nikon รุ่น Epiphot 200..... 40
3.8 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) รุ่น JEOL JSM-5410..... 41
4.1 ผลของการเปลี่ยนระยะความยาวของอิเล็กโตรดต่อค่าความถี่ 42
4.2 อัตราการขจัดเนื้องาน (MRR) ของชิ้นงานเหล็กเพลาขาว..... 43
4.3 อัตราส่วนการสึกหรอของอิเล็กโตรด (EWR) ของชิ้นงานเหล็กเพลาขาว 45
4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับช่องสปาร์ค 46
4.5 ความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) ของชิ้นงานเหล็กเพลาขาว..... 47
4.6 พื้นที่ภาคตัดขวางของชิ้นงานที่แสดงให้เห็นลักษณะชั้นหลอมสีขาวี่ปกคลุมบริเวณผิวหน้า ชิ้นงานของแต่ละกระบวนการ ที่ค่ากระแสไฟฟ้า6 A และ 25 A 49
4.7 รอยแตกร้าวขนาดเล็กที่เกิดจากกระบวนการสปาร์ค..... 52
4.8 รอยแตกร้าวขนาดเล็กที่เกิดจากกระบวนการสปาร์คร่วมกับการใช้คลื่นอัลตร้าโซนิค 53
4.9 รอยแตกร้าวขนาดเล็กที่เกิดจากกระบวนการสปาร์คร่วมกับการใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคที่ผสมผงอนุภาค SiC 54
4.10 ความหนาแน่นของรอยแตกร้าวขนาดเล็กที่เกิดจากกระบวนการ EDM, กระบวนการ EDM/USV และกระบวนการ EDM/USV/Ab ที่ค่ากระแสไฟฟ้า 6 A และ 25 A..... 55

ผ.1 เครื่องกัดโลหะด้วยไฟฟ้า 65
ผ.2 แสดงส่วนประกอบ และการติดตั้งอุปกรณ์ในกระบวนการ EDM/USV 66
ผ.3 ส่วนประกอบ และการติดตั้งอุปกรณ์ในกระบวนการ EDM/USV/Ab 67
ผ.4 ตัวอย่างการนับรอยแตกร้าวขนาดเล็ก 68
ผ.5 เครื่องขัดผิวชิ้นงานแบบหมุน (Polishing machine) 69
ผ.6 กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสง (OM) ของ Nikon รุ่น Epiphot 200 70
ผ.7 ขนาดของตัวจับยึดอิเล็กโตรด 72