

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.1	กระบวนการทำร่องด้านเรเดียลและด้านทรัสิทธิ์	1
2.1	วงจรไฟฟ้าเครื่องกัดโลหะด้วยเคมีไฟฟ้า (Electrochemical machine).....	7
2.2	เซลล์อิเล็กโทรไลต์เป็นการเคลื่อนที่ของไอออน	8
2.3	การกระจายการไหลของกระแสไฟฟ้าในเซลล์อิเล็กโทรไลต์	10
2.4	การกระจายการไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างช่องว่างอิเล็กโทรดที่แคบมากๆ	11
2.5	มูลฐานความรู้เบื้องต้นของ ECM	11
2.6	ระบบเครื่องกัดโลหะด้วยเคมีไฟฟ้าสำหรับสปินเดิลมอเตอร์	13
2.7	แผนภาพกล่อง	15
2.8	ตัวแบบสำหรับการวิเคราะห์พิเศษเหลือ	25
3.1	ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในกระบวนการกัดร่อง	34
3.2	ขั้นตอนการออกแบบการทดลองเพื่อการวิเคราะห์	38
3.3	สลีฟสำหรับกัดร่องด้วยเครื่องกัดโลหะด้วยเคมีไฟฟ้า	39
3.4	เครื่องกัดโลหะด้วยเคมีไฟฟ้า (ECM Machining)	40
3.5	กระบวนการกัดร่องด้วยเครื่องกัดโลหะด้วยเคมีไฟฟ้า	40
3.6	สลีฟหลังจากผ่านกระบวนการกัดร่องด้วยเครื่องกัดโลหะด้วยเคมีไฟฟ้า	41
3.7	การวัดค่าความลึกและอัตราส่วนของร่อง	42
3.8	กราฟการคำนวณค่าความลึกและอัตราส่วนของร่องเฉลี่ย	43
3.9	เครื่องตรวจสอบองค์ประกอบของร่อง	43
4.1	แผนภาพกล่องแสดงผลความลึกของร่องของปัจจัยกระแสไฟฟ้า	47
4.2	การทดสอบการกระจายและความเป็นอิสระของข้อมูลความลึกของร่อง ของปัจจัยกระแสไฟฟ้า	48
4.3	แผนภาพกล่องแสดงผลอัตราส่วนของร่องของปัจจัยกระแสไฟฟ้า	49
4.4	การทดสอบการกระจายและความเป็นอิสระของข้อมูลอัตราส่วนของร่อง ของปัจจัยกระแสไฟฟ้า	50
4.5	แผนภาพกล่องแสดงผลความลึกของร่องของปัจจัยสัญญาณพัลส์	52

4.6	การทดสอบการกระจายและความเป็นอิสระของข้อมูลความถี่ของร่อง ของปัจจัยสัญญาณพัลส์	52
4.7	แผนภาพกล่องแสดงผลอัตราส่วนของร่องของปัจจัยสัญญาณพัลส์	54
4.8	การทดสอบการกระจายและความเป็นอิสระของข้อมูลอัตราส่วนของร่อง ของปัจจัยสัญญาณพัลส์	54
4.9	แผนภาพกล่องแสดงผลความถี่ของร่องของปัจจัยอัตราการทำงาน ต่อคาบเวลา	56
4.10	การทดสอบการกระจายและความเป็นอิสระของข้อมูลความถี่ของร่อง ของปัจจัยอัตราการทำงานต่อคาบเวลา	56
4.11	แผนภาพกล่องแสดงผลอัตราส่วนของร่องของปัจจัยอัตราการทำงาน ต่อคาบเวลา	58
4.12	การทดสอบการกระจายและความเป็นอิสระของข้อมูลอัตราส่วนของร่อง ของปัจจัยอัตราการทำงานต่อคาบเวลา	58
4.13	แผนภาพกล่องแสดงผลความถี่ของร่องของปัจจัยช่องว่าง	60
4.14	การทดสอบการกระจายและความเป็นอิสระของข้อมูลความถี่ของร่อง ของปัจจัยช่องว่าง	61
4.15	แผนภาพกล่องแสดงผลอัตราส่วนของร่องของปัจจัยช่องว่าง	62
4.16	การทดสอบการกระจายและความเป็นอิสระของข้อมูลอัตราส่วนของร่อง ของปัจจัยช่องว่าง	63
4.17	Normal Probability Plot of Standard Effect ของแต่ละปัจจัย ต่อค่าความถี่ของร่อง	64
4.18	Normal Probability Plot of Standard Effect ของแต่ละปัจจัย ต่อค่าอัตราส่วนของร่อง	66
4.19	อิทธิพลหลักของค่าเฉลี่ย Signal-to-Noise Ratio (S/N) แต่ละปัจจัย ของค่าเฉลี่ยความถี่ของร่อง	71
4.20	อิทธิพลหลักของค่าเฉลี่ยความถี่ของร่องแต่ละปัจจัย	71
4.21	อิทธิพลหลักของค่าเฉลี่ย Signal-to-Noise Ratio (S/N) แต่ละ ปัจจัยของอัตราส่วนของร่อง	75
4.22	อิทธิพลหลักของค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของร่องแต่ละปัจจัย	75

4.23	ฮีสโตแกรมแสดงค่าเฉลี่ยความลึกของร่องระหว่างระดับที่ได้จากการวิจัย กับระดับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน	82
4.24	ฮีสโตแกรมแสดงค่าความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ความลึกของร่อง ระหว่างระดับที่ได้จากการวิจัยกับระดับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน.....	83
4.25	ฮีสโตแกรมแสดงค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของร่องระหว่างระดับที่ได้จากการวิจัย กับระดับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน	84
4.28	ฮีสโตแกรมแสดงค่าความสามารถของกระบวนการ (Cpk) อัตราส่วนของร่อง ระหว่างระดับที่ได้จากการวิจัยกับระดับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน.....	85