สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป	ญ
ลำดับสัญลักษณ์	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน	1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ	1
1.5 ขอบเขต	1
1.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย	2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 บทนำ	3
2.2 การออกแบบเครื่องมือ	4
2.2.1 จุดประสงค์ของการออกแบบเครื่องมือ	4
2.2.2 การวางแผนสำหรับการออกแบบ	4
2.2.3 ขอบเขตการออกแบบเครื่องมือ	5
2.2.4 การออกแบบ	5

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
2.2.5 การตรวจสอบ	5
2.2.6 การวิเคราะห์ก่อนการออกแบบ	5
2.3 การวางแผนการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	6
2.4 ชนิดและหน้าที่ของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	6
2.4.1 จิ๊กและฟิกซ์เจอร์	6
2.4.2 ชนิดของจิ๊ก	7
2.4.3 ชนิดของฟิกซ์เจอร์	14
2.4.4 ประเภทของฟิกซ์เจอร์	19
2.5 หลักการของการสร้างจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	19
2.5.1 โครงสร้างลำตัวของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	19
2.5.2 อุปกรณ์สำหรับยึดงาน	19
2.6 วัสดุที่ใช้ทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	19
2.6.1 คุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุที่ใช้ทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	20
2.7 หลักการของการกำหนดตำแหน่งและการรองรับชิ้นงาน	20
2.7.1 การอ้างอิง	20
2.7.2 การกำหนดตำแหน่งและตัวกำหนดตำแหน่ง	20
2.7.3 ค่าผิดพลาดที่ยอมรับให้ใช้ได้	20
2.7.4 แนวการเคลื่อนที่	21
2.7.5 การจำกัดการเคลื่อนที่	22
2.7.6 การกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน	22
2.8 แบบดรออิ้งของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	23
2.8.1ดรออิ้งแบบประกอบรวม (Assembly)	23
2.8.2 ดรออิ้งแบบแยกส่วน (Detail)	24
2.8.3 การใช้ข้อความบนดรออิ้ง	24
2.8.4 การกำหนดขนาดบนดรออิ้ง	25

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
2.9 การแนะนำโปรแกรมเขียนแบบ	26
2.10การออกแบบเครื่องจักรกล	28
2.10.1 การออกแบบสปริง	28
2.10.2 การออกแบบลิ่มและสลัก	33
2.10.3 การออกแบบเพลา	39
2.10.4 การออกแบบเฟือง	42
บทที่ 3 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์	
3.1 ขั้นตอนดำเนินการ	46
3.2 ศึกษาข้อมูลและวิธีเกี่ยวกับการออกแบบ	46
3.3 ศึกษา Painting Color and Printing Color Test Method	46
3.4 ศึกษาโปรแกรมในการเขียนแบบ	47
3.5 ศึกษาขนาดชิ้นงานตัวอย่าง	47
3.6 ภาพสเก็ตของชิ้นส่วนอุปกรณ์สำหรับกระบวนการทดสอบแผ่นตัวอย่างสี	48
3.7 การคำนวณด้าน Machine Design	77
3.7.1 การเลือกขนาดสปริง	77
3.7.2 การเลือกขนาดลิ่ม	79
3.7.3 การเลือกขนาดเพลา	80
3.7.4 การเลือกขนาดเฟือง	80
3.8 แบบของชิ้นส่วนอุปกรณ์สำหรับกระบวนการทดสอบแผ่นตัวอย่างสี	81
3.9 การวิเคราะห์ข้อมูล	109
3.10 เอกสารประกอบการใช้งานสำหรับอุปกรณ์	109

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
บทที่ 4 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
4.1 สรุปผลการดำเนินงาน	110
4.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น	110
4.3 แนวทางในการแก้ปัญหา	110
4.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	110
บรรณานุกรม	111
ภาคผนวก	112
ภาคผนวก ก Painting Color and Printing Color Test Method	113
ภาคผนวก ข มาตรฐานในการเรียก Screw ของญี่ปุ่น	119
ภาคผนวก ค รายละเอียดวัสดุ	122
ภาคผนวก ง คุณสมบัติทางกลของโลหะและอโลหะ	127
ประวัติผู้วิจัย	139

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน 2
ตารางที่ 3.1 Drawing and Operation List 81
ตารางที่ ข.1 มาตรฐานในการเรียก Screw ของญี่ปุ่น 119
ตารางที่ ค.1 แสดงรายละเอียดวัสดุชนิดแผ่นเรียบ 121
ตารางที่ ค.2 แสดงรายละเอียดวัสดุชนิดท่อตัน 122
ตารางที่ ค.3 แสดงรายละเอียดวัสดุสกรู 123
ตารางที่ ค.4 แสดงรายละเอียดวัสดุสกรู 124
ตารางที่ ค.5 แสดงรายละเอียดวัสดุสกรู 124
ตารางที่ ง.1 แสดงคุณสมบัติทางกลของลวดสปริง 126
ตารางที่ ง.2 แสดงค่าประมาณของความยาวอิสระและความยาวแข็งตัวของลวดสปริง 126
ตารางที่ ง.3 แสดงค่าความเค้นออกแบบสำหรับวัสดุสปริง 127
ตารางที่ ง.4 แสดงขนาดลิ่มมาตรฐานที่ใช้กับเพลาขนาดต่างๆ 127
ตารางที่ ง.5 แสดงขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R775-1969 128
ตารางที่ ง.6 แสดงค่าตัวประกอบความล้า 128
ตารางที่ ง.7 แสดงขนาดเฟืองมาตรฐาน 129
ตารางที่ ง.8 แสดงมาตรฐานของฟันเฟือง 129
ตารางที่ ง.9 แสดงคุณสมบัติทางกลของเหล็กหล่อบางชนิด 130
ตารางที่ ง.10 แสดงคุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าผสม 132
ตารางที่ ง.11 แสดงคุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าที่ชุบแข็งได้ 134
ตารางที่ ง.12 แสดงตัวประกอบความหนาแน่นสำหรับร่องลิ่ม 136

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 2.1 แสดงจิ๊กคว้านรู 7
รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานต่างๆ โดยใช้จิ๊กเจาะรู 7
รูปที่ 2.3 แสดงจิ๊กแบบเทมเพลท 8
รูปที่ 2.4 แสดงจิ๊กแบบแผ่น 9
รูปที่ 2.5 แสดงจิ๊กแบบแซนวิช 9
รูปที่ 2.6 แสดงจิ๊กแบบแผ่นมุมฉาก 10
รูปที่ 2.7 แสดงจิ๊กแบบแผ่นปรับมุม 10
รูปที่ 2.8 แสดงจิ๊กแบบกล่อง 11
รูปที่ 2.9 แสดงจิ๊กแบบแชลเนล 11
รูปที่ 2.10 แสดงจิ๊กแบบฝาปิด 12
รูปที่ 2.11 แสดงจิ๊กแบบหัวแบ่ง 12
รูปที่ 2.12 แสดงจิ๊กแบบแคร่ 13
รูปที่ 2.13 แสดงจิ๊กแบบหลายตำแหน่ง 14
รูปที่ 2.14 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น 15
รูปที่ 2.15 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก 15
รูปที่ 2.16 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นปรับมุม 16
รูปที่ 2.17 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบปากกา 16
รูปที่ 2.18 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง 17
รูปที่ 2.19 แสดงชิ้นงานที่ถูกกระทำโดยฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง 17
รูปที่ 2.20 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบดูเพล็ก 18
รูปที่ 2.21 แสดงโปรไฟล์ 18
รูปที่ 2.22 แสดงความสัมพันธ์กันของค่าที่ยอมรับได้ระหว่างชิ้นงานกับจิ๊ก 21
รูปที่ 2.23 แสดงแนวของการเคลื่อนที่ 21
รูปที่ 2.24 แสดงสลัก 3 ตัวที่จำกัดการเคลื่อนที่ 5 ทิศทาง 22
รูปที่ 2.25 แสดงแบบตรออิ้งประกอบรวม 23
รูปที่ 2.26 แสดงแบบตรออิ้งแบบแยกส่วน 24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 2.27 แสดงการใช้ข้อความกำหนดขนาด 24
รูปที่ 2.28 แสดงการกำหนดขนาดแบบขนาดจำกัด 25
รูปที่ 2.29 แสดงการกำหนดขนาดแบบอิงขนาดหลัก 26
รูปที่ 2.30 แสดงแผนผังขั้นตอนการออกแบบ 27
รูปที่ 2.31 แสดงสปริงขด 30
รูปที่ 2.32 แสดงค่าตัวประกอบความหนาแน่นสำหรับ สปริงขดรับแรงดึงและรับแรงกด 31
รูปที่ 2.33 ปลายสปริงขดรับแรงกด 32
รูปที่ 2.34 ระยะยุบตัวของสปริงขด 33
รูปที่ 2.35 ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส 33
รูปที่ 2.36 ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบเรียว 34
รูปที่ 2.37 ลิ่มแบน 34
รูปที่ 2.38 แซดเดิลคีย์ 35
รูปที่ 2.39 ลิ่มวงเดือน 35
รูปที่ 2.40 แทนเจนเชียลคีย์ 36
รูปที่ 2.41 สปลายน์ 36
รูปที่ 2.42 ลิ่มกลมหรือสลัก 37
รูปที่ 2.43 แรงบนรอยต่อด้วยลิ่ม 38
รูปที่ 2.44 แสดงเพลาอยู่ภายใต้แรงต่างๆ 40
รูปที่ 2.45 แสดงการเรียกชื่อส่วนของฟันเฟือง 43
รูปที่ 3.1 แสดงขนาดชิ้นงานตัวอย่าง 47
รูปที่ 3.2 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-025 49
รูปที่ 3.3 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-024 50
รูปที่ 3.4 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-023 51
รูปที่ 3.5 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-001 52
รูปที่ 3.6 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-002 53

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 3.7 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-003 54
รูปที่ 3.8 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-004 55
รูปที่ 3.9 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-005 57
รูปที่ 3.10 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-006 58
รูปที่ 3.11 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-007 59
รูปที่ 3.12 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-008 60
รูปที่ 3.13 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-009 61
รูปที่ 3.14 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-010 62
รูปที่ 3.15 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-011 63
รูปที่ 3.16 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-012 64
รูปที่ 3.17 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-013 65
รูปที่ 3.18 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-014 66
รูปที่ 3.19 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-015 68
รูปที่ 3.20 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-016 69
รูปที่ 3.21 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-017 70
รูปที่ 3.22 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-018 71
รูปที่ 3.23 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-019 72
รูปที่ 3.24 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-020 73
รูปที่ 3.25 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-021 74
รูปที่ 3.26 แสดงภาพสเก็ต Part No.PUY-022 75
รูปที่ 3.27 แสดง Part No.PUY-026 83
รูปที่ 3.28 แสดง Part No.PUY-025 84
รูปที่ 3.29 แสดง Part No.PUY-024 85
รูปที่ 3.30 แสดง Part No.PUY-023 86
รูปที่ 3.31 แสดง Part No.PUY-022 87
รูปที่ 3.32 แสดง Part No.PUY-021 88

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 3.33 แสดง Part No.PUY-020 89
รูปที่ 3.34 แสดง Part No.PUY-019 90
รูปที่ 3.35 แสดง Part No.PUY-018 91
รูปที่ 3.36 แสดง Part No.PUY-017 92
รูปที่ 3.37 แสดง Part No.PUY-016 93
รูปที่ 3.38 แสดง Part No.PUY-015 94
รูปที่ 3.39 แสดง Part No.PUY-014 95
รูปที่ 3.40 แสดง Part No.PUY-013 96
รูปที่ 3.41 แสดง Part No.PUY-012 97
รูปที่ 3.42 แสดง Part No.PUY-011 98
รูปที่ 3.43 แสดง Part No.PUY-010 99
รูปที่ 3.44 แสดง Part No.PUY-009 100
รูปที่ 3.45 แสดง Part No.PUY-008 101
รูปที่ 3.46 แสดง Part No.PUY-007 102
รูปที่ 3.47 แสดง Part No.PUY-006 103
รูปที่ 3.48 แสดง Part No.PUY-005 104
รูปที่ 3.49 แสดง Part No.PUY-004 105
รูปที่ 3.50 แสดง Part No.PUY-003 106
รูปที่ 3.51 แสดง Part No.PUY-002 107
รูปที่ 3.52 แสดง Part No.PUY-001 108
รูปที่ ก.1 แสดงรูปการทดสอบการหลุดลอก (Peeling test) 114
รูปที่ ก.2 แสดงรูปการทดสอบ Cross-Cut peeling test 115
รูปที่ ก.3 แสดงรูปตัวอย่างการเหลาดินสอที่ใช้ในการทดสอบ Pencil Hardness 115
รูปที่ ก.4 แสดงรูปการทดสอบ Pencil Hardness 116
รูปที่ ก.5 แสดงรูปการทดสอบ Sand Rubber Eraser Abrasion Test 116

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ ค.1 แสดงรูปขนาดวัสดุแผ่นเรียบ 121
รูปที่ ค.2 แสดงขนาดวัสดุชนิดท่อตัน 122
รูปที่ ง.1 แสดงตัวประกอบของผิวสำเร็จสำหรับเหล็กกล้า 136
รูปที่ ง.2 แสดงแผนภูมิความไวของรอยเจาะสำหรับเหล็กกล้า และอลูมิเนียมผสมเหนียวที่อยู่ภายใต้การดัดกลับไป กลับมาหรือการดึงกดสลับกันในแนวนอน ในกรณีที่ รัศมีรอยเจาะโตกว่าในรูป ให้หาค่า q ที่ค่ารัศมี r=4 mm 137
รูปที่ ง.3 แสดงแผนภูมิความไวของรอยเจาะชิ้นงานที่อยู่ภายใต้ การบิดกลับไปกลับมา ในกรณีที่รัศมีรอยเจาะ โตกว่าในรูป ให้หาค่า q ที่ค่ารัศมี r=4 mm 137
รูปที่ ง.4 แสดงเพลาที่มีรูเจาะในแนวรัศมี 138

ลำดับสัญลักษณ์

σ_u	คือ ความต้านแรงดึงต่ำสุด	หน่วย kN/mm^2
τ_n	คือ ความต้านแรงเฉือนทนทาน	หน่วย kN/mm^2
d	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	หน่วย mm
E	คือ โมดูลัสความยืดหยุ่น	หน่วย kN/mm^2
G	คือ โมดูลัสเฉือนของวัสดุ	หน่วย kN/mm^2
D_o	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของขดสปริง	หน่วย mm
D_i	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขดสปริง	หน่วย mm
$\overline{D}_o$	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสปริงขดหลังขยายตัว	หน่วย mm
T	คือ โมเมนต์บิดบนเพลา	หน่วย N-mm
F	คือ แรงที่กระทำกับลิ่ม	หน่วย N
d	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลา	หน่วย mm
b	คือ ความกว้างของลิ่ม	หน่วย mm
l	คือ ความยาวของลิ่ม	หน่วย mm
τ	คือ ความเค้นเฉือนบนลิ่ม	หน่วย kN/mm^2
h	คือ ความสูงของลิ่ม	หน่วย mm
σ_c	คือ ความเค้นอัดบนลิ่มหรือเพลาหรือดุมล้อ	หน่วย kN/mm^2
C_m	คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด	
C_t	คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด	