

## การสร้างเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด

ปริญญานิพนธ์  
ของ  
โชค ประเทืองทิพย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา  
เมษายน 2542

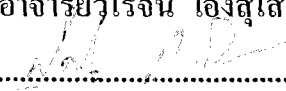
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์  
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา  
มหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

  
.....ประธาน

(อาจารย์วิโรจน์ เอ็งสุโสมณ)

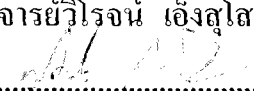
  
.....กรรมการ

(อาจารย์สุดใจ เหง้าสีไพร)

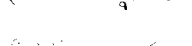
คณะกรรมการสอบ

  
.....ประธาน

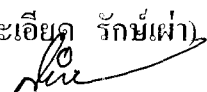
(อาจารย์วิโรจน์ เอ็งสุโสมณ)

  
.....กรรมการ

(อาจารย์สุดใจ เหง้าสีไพร)

  
.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร.ละเอียด รัชเผ่า)

  
.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์สำอางค์ ลังจเงิน)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ

  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่ 29 เดือน เมษายน พ.ศ 2542

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์วีโรจน์ เอ็งสุโสภณ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์สุุดใจ เห่งสีไพร กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนการแก้ไขปรับปรุง ตำวนภาษาในการเขียนเป็นอย่างดี และขอขอบคุณ ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า และอาจารย์สำอังก์ สังข์เงิน กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร รองศาสตราจารย์ชูชีพ อ่อนโคกสูง อาจารย์สุจิตต์ รักษ์เผ่า และอาจารย์ประเสริฐ เรือนนระการ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมนับเป็นคุณค่าอย่างยิ่งแก่การศึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงตลอดไป

ขอขอบพระคุณ คุณสมเกียรติ ไพศาลอัมพงษ์ กรรมการผู้จัดการ และคุณชชาติ ผลวิวัฒน์ ผู้จัดการโรงงาน บริษัทเอ็น เอส เอฟ กรุ๊ป จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือวัดความเข้มและความรู้เฉพาะด้านในงานพิมพ์เขียว

ขอขอบพระคุณ คุณถาวร ลีนุดพงษ์ กรรมการบริหาร และ คุณวิฑูรย์ ลีนุดพงษ์ ผู้จัดการโรงงาน บริษัทเอทีพี อินดัสตรี จำกัด ที่ให้ความเอื้อเฟื้อสนับสนุนในการศึกษาวิจัย

ผู้วิจัยขอแนะนำคุณพระศรีรัตนตรัย กุศลผลบุญ และกรรมดีที่จะบังเกิดขึ้นจากงานวิจัยนี้ ขอมอบแด่ คุณบิดา คุณมารดา ผู้มีอุปการะคุณ ภรรยาและบุตรทั้งสอง รวมถึงบุคคลที่ให้การสนับสนุนทุกท่าน

โชคก ประเทืองทิพย์

## สารบัญ

| บทที่                                                                                             | หน้า     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1 บทนำ.....                                                                                       | 1        |
| ภูมิหลัง.....                                                                                     | 1        |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย.....                                                                      | 3        |
| ความสำคัญของการวิจัย.....                                                                         | 4        |
| ขอบเขตของการวิจัย.....                                                                            | 4        |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....                                                                              | 6        |
| สมมติฐานการวิจัย.....                                                                             | 8        |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                                             | 9        |
| ความหมายของพิมพ์เขียว.....                                                                        | 9        |
| พัฒนาการของกระดาษพิมพ์เขียว.....                                                                  | 10       |
| หลักการสร้างภาพของพิมพ์เขียวไดอะโซ.....                                                           | 12       |
| ผลิตภัณฑ์กระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซ.....                                                              | 13       |
| รายละเอียดและส่วนประกอบของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบต่าง ๆ...<br>แสงที่ใช้ในการถ่ายพิมพ์เขียว..... | 16<br>21 |
| แอมโมเนีย และแอมโมเนียน้ำ.....                                                                    | 24       |
| ความปลอดภัยในการใช้เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนีย.....                                        | 25       |
| ราคาเครื่องถ่ายพิมพ์เขียว.....                                                                    | 26       |
| การคิดต้นทุนพิมพ์เขียว.....                                                                       | 27       |
| งานตรวจสอบคุณภาพความคมชัดของกระดาษพิมพ์เขียว.....                                                 | 28       |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....                                                                         | 31       |
| ศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ.....                                                                    | 31       |
| สร้างต้นแบบเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด.....                                      | 32       |

|                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของสำเนาพิมพ์เขียวที่ได้จากการถ่าย<br>ด้วยเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด.....                                                                 | 34  |
| 4 ผลการวิจัย.....                                                                                                                                                                 | 40  |
| 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....                                                                                                                                             | 52  |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย.....                                                                                                                                                      | 52  |
| ความสำคัญของการวิจัย.....                                                                                                                                                         | 52  |
| ขอบเขตของการวิจัย.....                                                                                                                                                            | 52  |
| ตัวแปรที่จะศึกษา.....                                                                                                                                                             | 53  |
| การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....                                                                                                                                                 | 55  |
| การวิเคราะห์ข้อมูล.....                                                                                                                                                           | 56  |
| สรุปผล.....                                                                                                                                                                       | 57  |
| อภิปรายผล.....                                                                                                                                                                    | 58  |
| ข้อเสนอแนะ.....                                                                                                                                                                   | 59  |
| บรรณานุกรม.....                                                                                                                                                                   | 60  |
| ภาคผนวก.....                                                                                                                                                                      | 64  |
| ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือวัดความเข้ม.....                                                                                                                    | 65  |
| ภาคผนวก ข แสดงแผนผังฯ แบบ และรูปภาพ ของเครื่องถ่าย<br>พิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด.....                                                                                      | 67  |
| ภาคผนวก ค เครื่องมือวัดความเข้ม ค่าใช้จ่ายการสร้างเครื่องถ่าย<br>พิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด และแผ่นพิมพ์เขียวที่ใช้<br>ทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียว..... | 95  |
| ประวัติย่อของผู้วิจัย.....                                                                                                                                                        | 101 |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                                                 | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 กรอบความคิดการวิจัย.....                                                                | 8    |
| 2 การสร้างภาพของพิมพ์เขียวไดอะโซ.....                                                     | 12   |
| 3 ส่วนฉายแสงและส่วนสร้างภาพในเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบ<br>แอมโมเนีย.....               | 13   |
| 4 โครงสร้างภายในเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียว.....                                             | 20   |
| 5 ความสัมพันธ์ของความไวแสงกับความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ต....                          | 22   |
| 6 หลอดควอตซ์ชนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง.....                                                   | 23   |
| 7 การตรวจสอบคุณภาพความคมชัดของพิมพ์เขียวด้วยผู้เชี่ยวชาญ.....                             | 29   |
| 8 การตรวจสอบคุณภาพความคมชัดของพิมพ์เขียวด้วยเครื่องมือวัด<br>ความเข้ม.....                | 30   |
| 9 การสร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด.....                            | 36   |
| 10 แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดที่มี<br>หลายองค์ประกอบ.....              | 70   |
| 11 แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดชนิด<br>กระดาษพิมพ์เขียวไวแสงต่ำ.....     | 71   |
| 12 แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดชนิด<br>กระดาษพิมพ์เขียวไวแสงปานกลาง..... | 72   |
| 13 แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดชนิด<br>กระดาษพิมพ์เขียวไวแสงสูง.....     | 73   |
| 14 ส่วนฉายแสง.....                                                                        | 74   |
| 15 รายการชิ้นงานและวัสดุ.....                                                             | 75   |
| 16 โครงขาตั้ง.....                                                                        | 76   |
| 17 ลินชัก.....                                                                            | 77   |
| 18 กล้องฉายแสง.....                                                                       | 78   |

|    |                                                           |     |
|----|-----------------------------------------------------------|-----|
| 19 | ฝากล่องฉายแสง.....                                        | 79  |
| 20 | ก้ำยันฝากล่องฉายแสง.....                                  | 80  |
| 21 | แกนยึดก้ำยัน.....                                         | 81  |
| 22 | ส่วนสร้างภาพ.....                                         | 82  |
| 23 | รายการชิ้นงานและวัสดุ.....                                | 83  |
| 24 | กล่องสร้างภาพ.....                                        | 84  |
| 25 | ลิ้นชักใส่แอมโมเนียมน้ำ.....                              | 85  |
| 26 | ฝากล่องสร้างภาพ.....                                      | 86  |
| 27 | ฝาปิดลิ้นชักแอมโมเนียมน้ำ.....                            | 87  |
| 28 | ฝาปิดลิ้นชักแอมโมเนียมน้ำ.....                            | 88  |
| 29 | วงจรไฟฟ้า.....                                            | 89  |
| 30 | ส่วนฉายแสงและส่วนสร้างภาพ.....                            | 90  |
| 31 | ลิ้นชักใส่ของใต้ส่วนฉายแสง.....                           | 90  |
| 32 | ด้านหน้าของส่วนฉายแสง.....                                | 91  |
| 33 | ลิ้นชักส่วนสร้างภาพ แอมโมเนียมน้ำ และภาชนะพลาสติก.....    | 91  |
| 34 | ลิ้นชักใส่ภาชนะพลาสติกของส่วนสร้างภาพ.....                | 92  |
| 35 | แผ่นปิดลิ้นชักมีรูเพื่อให้แอมโมเนียมน้ำระเหย.....         | 92  |
| 36 | แบบต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบขั้นต้นบนส่วนฉายแสง.....        | 93  |
| 37 | แบบต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบจริงบนส่วนฉายแสง.....           | 93  |
| 38 | ถุงบรรจุกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซชนิดม้วน.....               | 94  |
| 39 | กระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซขนาด A4 .....                       | 94  |
| 40 | เครื่องมือวัดความเข้ม.....                                | 96  |
| 41 | แผ่นพิมพ์เขียวที่ใช้ทดสอบชนิดความไวแสงต่ำ (FM9).....      | 98  |
| 42 | แผ่นพิมพ์เขียวที่ใช้ทดสอบชนิดความไวแสงปานกลาง (FM11)..... | 99  |
| 43 | แผ่นพิมพ์เขียวที่ใช้ทดสอบชนิดความไวแสงสูง (FM12).....     | 100 |

## บัญชีตาราง

### ตาราง

### หน้า

|   |                                                                                                                                                                                                                    |    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | การเปรียบเทียบกระดาดพิมพ์เขียวไดอาโซระบบแอมโมเนีย ระบบ<br>น้ำยา และระบบรีดอัดน้ำยา.....                                                                                                                            | 16 |
| 2 | หลอดควอตซ์ชนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง.....                                                                                                                                                                              | 23 |
| 3 | แสดงค่าความเข้มที่ได้จากการทดสอบเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบ<br>แอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาดพิมพ์เขียวไดอาโซไวแสงต่ำ<br>โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงเดย์ไลท์ฉายแสงกับการสร้าง<br>ภาพด้วยไอของแอมโมเนียน้ำ.....     | 40 |
| 4 | แสดงค่าความเข้มที่ได้จากการทดสอบเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบ<br>แอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาดพิมพ์เขียวไดอาโซไวแสงต่ำ<br>โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงคูโลวท์ฉายแสงกับการสร้าง<br>ภาพด้วยไอของแอมโมเนียน้ำ.....      | 42 |
| 5 | แสดงค่าความเข้มที่ได้จากการทดสอบเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบ<br>แอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาดพิมพ์เขียวไดอาโซไวแสง<br>ปานกลางโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงเดย์ไลท์ฉายแสง<br>กับการสร้างภาพด้วยไอของแอมโมเนียน้ำ..... | 43 |
| 6 | แสดงค่าความเข้มที่ได้จากการทดสอบเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบ<br>แอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาดพิมพ์เขียวไดอาโซไวแสง<br>ปานกลางโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงคูโลวท์ฉายแสง<br>กับการสร้างภาพด้วยไอของแอมโมเนียน้ำ.....  | 45 |
| 7 | แสดงค่าความเข้มที่ได้จากการทดสอบเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบ<br>แอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาดพิมพ์เขียวไดอาโซไวแสงสูง<br>โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงเดย์ไลท์ฉายแสงกับการสร้าง<br>ภาพด้วยไอของแอมโมเนียน้ำ.....     | 47 |

|    |                                                                                                                                                                                                               |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8  | แสดงค่าความเข้มที่ได้จากการทดสอบเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบ<br>แอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซไวแสงสูง<br>โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงอุลไวท์ฉายแสงกับการสร้าง<br>ภาพด้วยไอของแอมโมเนีย..... | 49 |
| 9  | สรุปผลการทดสอบคุณภาพความคมชัดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน<br>อุตสาหกรรมญี่ปุ่นของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนีย<br>แบบประหยัด.....                                                                              | 51 |
| 10 | การเปรียบเทียบส่วนประกอบต่าง ๆ และการใช้งานของเครื่องถ่าย<br>พิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียจากต่างประเทศกับเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียว<br>ระบบแอมโมเนียแบบประหยัด.....                                                  | 68 |
| 11 | รหัสและรายละเอียดองค์ประกอบในการทดสอบหาคุณภาพความ<br>คมชัด.....                                                                                                                                               | 69 |

# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

งานด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม อุตสาหกรรม ก่อสร้าง โยธา และงานผลิตอื่นอีกหลายสาขา ล้วนแล้วต้องอาศัยการออกแบบเขียนแบบด้วยกันทั้งสิ้น (Madsen and others. 1996 : 2 - 8) ถึงแม้ว่าในการออกแบบเขียนแบบมีความก้าวหน้าถึงระดับที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (computer aided design) แล้วก็ตาม ในที่สุดก็จะได้แบบต้นฉบับ (original drawing) ไว้ใช้งาน การนำแบบต้นฉบับไปใช้งานโดยตรงไม่เป็นที่นิยม เพราะอาจทำให้รายละเอียดที่สำคัญสูญเสียได้ ผู้ใช้งานส่วนใหญ่นิยมใช้แบบสำเนา เพราะแบบสำเนาเป็นตัวแทนของแบบต้นฉบับ (Morris. 1969 : 294) และรายละเอียดที่สมบูรณ์ ผู้ใช้งานนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องโดยไม่ต้องกังวลว่าจะสกปรกหรือชำรุดเสียหายแต่อย่างใดเพราะสำเนาสามารถถ่ายได้จากแบบต้นฉบับตลอดเวลาที่ต้องการ (ชาติชาย วัชรเสวิน. 2523 : 1)

การทำสำเนาทำได้หลายวิธี ได้แก่ การพิมพ์ (printing) การคัดลอก (copying) การอัดสำเนา (mimeographing) การถ่ายเอกสาร (photocopying) และการถ่ายพิมพ์เขียว (blue printing) เป็นต้น (Luzadder. 1967 : 651 - 652) ส่วนจะเลือกวิธีใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน ในด้านอุตสาหกรรมศึกษาซึ่งให้การศึกษาในสาขาต่าง ๆ เช่น สาขาช่างก่อสร้าง สาขาช่างออกแบบ สาขาช่างแม่พิมพ์ สาขาช่างเขียนแบบ และสาขาช่างอุตสาหกรรม ฯลฯ สำเนาจึงเป็นสื่อประเภทหนึ่งซึ่งช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (ประหยัด จิระวรพงษ์. 2527 : 267)

การถ่ายพิมพ์เขียวจัดอยู่ในการถ่ายเอกสารด้วยปฏิกิริยาเคมี (photochemical copying) เป็นระบบที่ใช้กันมานานแล้วตั้งแต่ ค.ศ. 1881 (Jacobson and Jacobson. 1976 : 158) และยังคงใช้อย่างกว้างขวางต่อมา โดยเฉพาะงานด้านสถาปัตยกรรม งานก่อสร้าง งานโยธา งานแม่พิมพ์ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ และงานเขียนแบบเครื่องกลทั่วไป การนำไปใช้งานจึงเกี่ยวข้องกับผู้ที่ทำงานร่วมกันหลายฝ่าย ซึ่งต่างก็มีความจำเป็นที่ต้อง

ใช้สำเนาเป็นสื่อกลางช่วยให้การทำงานที่มีหลายขั้นตอน แต่ต่างสถานที่ให้มีความสะดวกยิ่งขึ้น และหากการทำงานมีขั้นตอนมากขึ้นเท่าไร ความต้องการใช้สำเนาก็ยังมีความจำเป็นมากยิ่งขึ้น ซึ่งงานในลักษณะที่กล่าวถึงมักเป็นงานขนาดใหญ่ผู้ออกแบบเขียนแบบกำหนดให้มีขนาดของแบบต้นฉบับ ตั้งแต่ A2, A1 และ A0 ตามลำดับ จึงไม่เหมาะที่จะนำไปถ่ายสำเนาด้วยเครื่องถ่ายเอกสารขนาดสำนักงานทั่วไป เพราะมีความสามารถถ่ายเอกสารได้เพียงขนาด A4 และ A3 เท่านั้น ถึงแม้ว่าตามศูนย์บริการถ่ายเอกสารมีเครื่องถ่ายเอกสารขนาดใหญ่ก็ตาม แต่เมื่อเทียบค่าใช้จ่ายต่อแผ่นกับการถ่ายสำเนาด้วยเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวแล้วก็ยังมีราคาสูงกว่า (โอเช่ ประเทศไทย จำกัด. 2540 : 1)

เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวที่ใช้กันอยู่นำเข้ามาจากหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา เยอรมันนี ฝรั่งเศส อิตาลี เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น และเกาหลี เป็นต้น เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวมีด้วยกัน 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแอมโมเนีย (dry process) ระบบน้ำยา (semi - dry process) และระบบอัดน้ำยา (pressure diazo process) (สมเกียรติ ไพศาลอึ้งพงษ์. 2523 : 23) ทั้ง 3 ระบบเป็นเครื่องที่ดีมีเทคโนโลยีทันสมัยประกอบด้วยกลไกอัตโนมัติ ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ มีราคาสูงตั้งแต่หลายหมื่นบาทจนถึงกว่าล้านบาท (ยูเนียบลูพริ้นท์ จำกัด. 2539 : 1 - 2) นับเป็นส่วนหนึ่งของสินค้าเทคโนโลยีที่ประเทศไทยต้องจ่ายค่าเทคโนโลยีจำนวนมาก (ทุนวิจัยองค์ความรู้ใหม่. 2540 : 8)

เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวทั้ง 3 ระบบ มีส่วนสำคัญหลัก 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนฉายแสง (exposure section) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ฉายแสงเพื่อให้เกิดภาพแฝง (latent image) บนกระดาษพิมพ์เขียว ซึ่งประกอบด้วย หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดพิเศษแผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ตสูง (super actinic fluorescent) ขนาดหลอดละ 140 วัตต์ ถึง 180 วัตต์ จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 7 หลอด ติดตั้งอยู่ภายในหลอดแก้วกลมใสทรงกระบอกแนวนอน ยาว 1.50 เมตร หมุนรอบตัวอยู่กับที่พร้อมกับการเคลื่อนที่ของสายพานขับเพื่อทำหน้าที่นำกระดาษพิมพ์เขียวเคลื่อนที่ไปพร้อมกันกับแบบต้นฉบับผ่านเข้าไปในเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวเพื่อรับการฉายแสง โดยมีกลไกอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมเวลาและความเร็ว ในส่วนสร้างภาพ (developing section) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่สร้างภาพแฝงที่เกิดขึ้นจากการฉายแสงให้เป็นภาพจริง (dye image) โดยอาศัยปฏิกิริยาอัดโนมัติปัมไอแอมโมเนีย หรือน้ำยาให้ทำหน้าที่สร้างภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบของเครื่องถ่าย

พิมพ์เขียว (สากลภัณฑ์ จำกัด. ม.ป.ป. : 1) ทั้งสองส่วนที่กล่าวถึงนี้เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาสูง เป็นสินค้าเทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะกลไกอัตโนมัติที่ใช้อิเล็กทรอนิกส์ควบคุม

จากสภาพปัญหาของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวที่มีราคาสูง ประกอบกับภาวะเศรษฐกิจกำลังประสบปัญหาจากการลดลงของค่าเงิน งบประมาณทุกหน่วยงานต้องปรับลด ความสามารถในการจัดซื้อต่ำ แต่ความจำเป็นในการใช้งานยังคงอยู่ เป็นเหตุให้ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ว่า ถ้าสร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวขึ้นด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่ผลิตได้ในประเทศมีค่าใช้จ่ายที่ประหยัด ในราคาไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท และมีค่าใช้จ่ายในระหว่างการใช้งานและบำรุงรักษาต่ำ โดยออกแบบให้ส่วนฉายแสงใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาวางเรียงอยู่ในกล่องสี่เหลี่ยมทรงแบนราบ ผิวหน้าปิดด้วยกระจกแผ่นใสทำหน้าที่ฉายแสงแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดพิเศษที่แผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ตสูงกับส่วนสร้างภาพที่สร้างเป็นรูปกล่องสี่เหลี่ยมทรงสูง ภายในกล่องด้านล่างบรรจุภาชนะใส่แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ammonium hydroxide) ทำหน้าที่สร้างภาพและไม่มีกลไกอัตโนมัติ ซึ่งกระบวนการนี้จะทำให้ได้สำเนาพิมพ์เขียวที่มีความคมชัดด้วยหลักการที่ให้มีการฉายแสงทั่วแผ่นพิมพ์เขียวพร้อมกันและส่วนสร้างภาพที่ใช้การอบด้วยไอรระเหยของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์พร้อมกัน นำสำเนาพิมพ์เขียวที่ได้ไปเปรียบเทียบความคมชัดกับเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standard : JIS) ด้วยเครื่องมือวัดความเข้ม (densitometer) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะแก้ปัญหาด้วยการออกแบบสร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียมแบบประหยัดตรงตามความมุ่งหมาย และความสำคัญของการวิจัยที่จะกำหนดไว้ต่อไป

### \* ความมุ่งหมายของการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้เพื่อ

1. เพื่อออกแบบสร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียมแบบประหยัด
2. เพื่อทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบ

แอมโมเนียมแบบประหยัด

## ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้เครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่มีคุณภาพความคมชัดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น เป็นต้นแบบในการสร้างเพื่อนำไปใช้งานในภาคการผลิตและอุตสาหกรรมศึกษา และใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาต่อไป

## ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. เครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่ออกแบบสร้างขึ้นมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนฉายแสง และส่วนสร้างภาพ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ส่วนฉายแสง เป็นส่วนที่มีหน้าที่ฉายแสง เพื่อให้แสงทำปฏิกิริยากับสารไวแสงที่เคลือบบนกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ มีรูปร่างเป็นกล่องทรงสี่เหลี่ยมแบน

1.2 ส่วนสร้างภาพ เป็นส่วนที่มีหน้าที่สร้างภาพแฝงให้เกิดภาพจริงโดยใช้ไอแอมโมเนียที่ได้จากการระเหยของแอมโมเนีย น้ำ มีรูปร่างเป็นกล่องสี่เหลี่ยมสูง

2. กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ (diaz paper) ที่ใช้ในการทดสอบหาคุณภาพความคมชัด มี 2 ขนาด ได้แก่ ขนาด A1 ซึ่งมีความกว้าง 594 มิลลิเมตร ยาว 841 มิลลิเมตร และขนาด A4 ซึ่งมีความกว้าง 210 มิลลิเมตร ยาว 297 มิลลิเมตร (มอก. 2531 : 7) เป็นชนิดลายเส้นสีน้ำเงินทั้ง 2 ขนาด มีความไวแสงดังนี้

2.1 ความไวแสงต่ำ (low speed)

2.2 ความไวแสงปานกลาง (medium speed)

2.3 ความไวแสงสูง (high speed)

3. แบบต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดใช้กระดาษไขเขียนแบบมาตรฐานขนาด A1 น้ำหนัก 90 - 95 กรัม/ตารางเมตร และแผ่นแบบพลาสติกใส (transparency film) ที่ใช้สำหรับทดสอบขนาด A4

4. การทดสอบหาคุณภาพความคมชัด แบ่งออก 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นขั้นตอนทดสอบเบื้องต้นโดยผู้วิจัยนำกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซกับแบบต้นฉบับขนาด A1 ในแต่ละชนิดความไวแสงมาทดสอบการถ่ายภาพ

เกี่ยวข้องกับส่วนฉายแสงและส่วนสร้างภาพ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าเครื่องที่สร้างขึ้นถ่ายพิมพ์เขียวขนาด A1 ได้ และเป็นการสำรวจช่วงเวลาในการฉายแสงและการสร้างภาพตามที่ได้กำหนดไว้ ในขั้นตอนนี้ใช้การเปรียบเทียบกับพิมพ์เขียวในแต่ละชนิดความไวแสงที่ได้จากการถ่ายด้วยเครื่องที่ผลิตจากต่างประเทศ

ขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นการทดสอบจริง ผู้วิจัยใช้การออกแบบการทดลองแฟกทอเรียล (factorial experimental in completely randomized design) ควบคุมการทดสอบ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังนี้

- 4.1 ความไวแสงของกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ 3 ชนิด
- 4.2 ความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 ชนิด
- 4.3 เวลาฉายแสง 4 ระดับ
- 4.4 เวลาสร้างภาพ 3 ระดับ

การทดสอบจำแนกตามกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ น้ำหนัก 80 กรัม/ตารางเมตร มีความไวแสงต่างกัน 3 ชนิด ที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น

นอกจากนี้เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของการทดสอบ ผู้วิจัยทำซ้ำ (replication) อีก 1 ครั้งในแต่ละลำดับของแต่ละชนิดความไวแสง ดังนั้นจำนวนหน่วยทดสอบ (experiment units) ที่ใช้กับเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะมีทั้งสิ้นเท่ากับ  $(3 \times 2 \times 4 \times 3) \times 2 = 144$  แผ่นทดสอบ และในแต่ละชนิดความไวแสง ผู้วิจัยจะใช้การสุ่ม (random) ด้วยวิธีการจับฉลาก ในแต่ละการทดสอบที่มีหลายองค์ประกอบสัมพันธ์กัน (treatment combinations) เพื่อขจัดความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการใช้งานของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ซึ่งอาจจะมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ทำการทดสอบ ดังแสดงไว้ในแผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดที่มีหลายองค์ประกอบสัมพันธ์กัน

## 5. ตัวแปรต้น มีดังนี้

- 5.1 ความไวแสงของกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ 3 ชนิด ดังนี้
  - 5.1.1 ความไวแสงต่ำ
  - 5.1.2 ความไวแสงปานกลาง
  - 5.1.3 ความไวแสงสูง

## 5.2 ความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 ชนิด

5.2.1 ความเข้มแสงจากหลอด 'TL' D36 w/54 ชนิดแสงเดย์ไลท์

5.2.2 ความเข้มแสงจากหลอด 'TL' D36 w/84 ชนิดแสงทูลไวท์

## 5.3 เวลาฉายแสง 4 ระดับ

5.3.1 120 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงต่ำ และ 30 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงปานกลางและสูง

5.3.2 130 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงต่ำ และ 40 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงปานกลางและสูง

5.3.3 140 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงต่ำ และ 50 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงปานกลางและสูง

5.3.4 150 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงต่ำ และ 60 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงปานกลางและสูง

## 5.4 เวลาสร้างภาพ 3 ระดับ

5.4.1 5 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงทั้ง 3 ชนิด

5.4.2 10 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงทั้ง 3 ชนิด

5.4.3 15 วินาที ใช้กับกระดวยไวแสงทั้ง 3 ชนิด

## 6. ตัวแปรตามมีดังนี้

คุณภาพของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดด้านความคมชัด

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด หมายถึง เครื่องถ่ายสำเนาพิมพ์เขียวที่มีส่วนฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดประหยัด และมีส่วนสร้างภาพเป็นกล่องสี่เหลี่ยมทรงสูง ภายในใส่ภาชนะที่มีแอมโมเนียน้ำสร้างด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่ผลิตในประเทศ มีค่าใช้จ่ายในการสร้างและการทำงานต่ำ

2. กระดวยพิมพ์เขียวไดอาโซ หมายถึง กระดวยที่เคลือบสารไวแสงไดอาโซใช้สำหรับงานถ่ายพิมพ์เขียว แบ่งตามความไวแสงได้ 3 ชนิดคือ ความไวแสงต่ำ ปานกลาง และสูง

3. ความไวแสงของกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ หมายถึง ความสามารถในการทำปฏิกิริยาของสารไดอาโซ ที่เคลือบอยู่บนกระดาษพิมพ์เขียวกับแสงอัลตราไวโอเล็ตจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ และใช้เวลาทำปฏิกิริยากับแสงตามชนิดของกระดาษ

4. ความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ หมายถึง ปริมาณความสว่างของแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดเคย์ไลท์ ขนาด 36 วัตต์ ให้ความสว่างหลอดละ 2,600 ลูเมน จำนวน 7 หลอด และชนิดคูลไวท์ ขนาด 36 วัตต์ ให้ความสว่างหลอดละ 3,350 ลูเมน จำนวน 7 หลอด

5. เวลาฉายแสง หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ฉายแสง เพื่อให้แสงทำปฏิกิริยากับสารไดอาโซที่เคลือบบนกระดาษพิมพ์เขียวในส่วนที่แสงไปกระทบ

6. เวลาสร้างภาพ หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้สร้างภาพจากภาพแฝงให้เกิดภาพจริง ด้วยการทำปฏิกิริยาของไอแอมโมเนียกับส่วนที่มีสารไดอาโซคงเหลืออยู่

7. คุณภาพเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบไอแอมโมเนียแบบประหยัด หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทำสำเนาพิมพ์เขียวด้วยกระดาษไดอาโซให้มีความคมชัด โดยเทียบกับเกณฑ์การวัดความเข้ม (density) ของเส้นและภาพ (solid) กับความเข้มของพื้นภาพ (background) ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standard. 1979 : 2) ด้วยเครื่องมือวัดความเข้ม

8. ความคมชัดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น หมายถึง เกณฑ์ที่กำหนดความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพของกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ 80 กรัม/ตารางเมตร คือ

ความไวแสงต่ำ มีความเข้มของเส้นและภาพไม่น้อยกว่า 1.3

ความไวแสงปานกลาง มีความเข้มของเส้นและภาพไม่น้อยกว่า 1.15

ความไวแสงสูง มีความเข้มของเส้นและภาพไม่น้อยกว่า 0.95

ความไวแสงต่ำ ปานกลาง และสูง มีความเข้มของพื้นภาพไม่มากกว่า 0.14

9. ขนาดกระดาษตัดในงานพิมพ์เขียว หมายถึง ขนาดกระดาษตัดที่สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนดขึ้นเป็นมาตรฐานดังนี้

A0 เท่ากับ 841 x 1189 มิลลิเมตร

A1 เท่ากับ 594 x 841 มิลลิเมตร

A2 เท่ากับ 420 x 594 มิลลิเมตร

A3 เท่ากับ 297 x 420 มิลลิเมตร

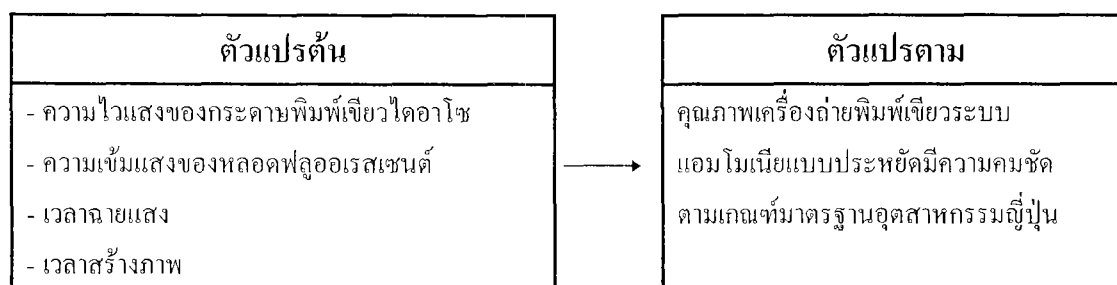
A4 เท่ากับ 210 x 297 มิลลิเมตร

### สมมติฐานการวิจัย

1. เครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้นมีราคาไม่เกิน 10,000 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการใช้งานต่ำ
2. เครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้นมีคุณภาพความคมชัดตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น

### กรอบความคิดการวิจัย

การสร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด



ภาพประกอบ 1 กรอบความคิดการวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ จึงได้รวบรวมนำเสนอ ดังนี้

1. ความหมายของพิมพ์เขียว
2. พัฒนาการของกระบวนการพิมพ์เขียว
3. หลักการสร้างภาพของพิมพ์เขียวไดอะโซ
4. ผลิตภัณฑ์กระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซ
5. รายละเอียดและส่วนประกอบของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบต่าง ๆ
6. แสงที่ใช้ในการถ่ายพิมพ์เขียว
7. แอมโมเนีย และแอมโมเนียน้ำ
8. ความปลอดภัยในการใช้เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนีย
9. ราคาเครื่องถ่ายพิมพ์เขียว
10. การคิดต้นทุนพิมพ์เขียว
11. งานตรวจสอบคุณภาพความคมชัดของกระดาษพิมพ์เขียว

#### 1. ความหมายของพิมพ์เขียว

พิมพ์เขียว (blueprint) หมายถึง สำเนาที่ได้จากการถ่ายพิมพ์เขียวด้วยการนำต้นฉบับที่เขียนขึ้นจากกระดาษโปร่งแสงนำไปวางทาบบนกระดาษอาบนํ้ายาพิมพ์เขียวและเปิดไฟให้แสงผ่าน แสงจะทำปฏิกิริยากับนํ้ายาที่เคลือบบนกระดาษพิมพ์เขียว นํ้ากระดาษดังกล่าวไปทานํ้ายาเคมีก็จะเกิดภาพสีน้ำเงินขึ้น (ศิริพงษ์ พยอมแย้ม. 2530 : 20)

การถ่ายพิมพ์เขียวเป็นการทำสำเนาจากแบบต้นฉบับมีกระบวนการที่คล้ายกับการถ่ายภาพ เมื่อกระดาษไวแสง (sensitive paper) ถูกฉายแสงจะเกิดภาพเนกาตีฟบนกระดาษไวแสง นำไปล้างในนํ้าภาพจริงจะปรากฏขึ้น กระดาษที่ใช้พิมพ์เขียวเป็นกระดาษขาวที่ฉาบด้วยสารละลายแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ของเหล็ก และเฟอร์โรไซยาไนด์ของโปตัสเซียม

เมื่อได้รับการฉายแสงผ่านต้นฉบับสารเคมีจะทำปฏิกิริยากับแสงที่มากกระทบ และแสงจะไม่ผ่านส่วนที่เป็นเส้นหรือภาพทึบ ต่อจากนั้นนำกระดาษที่ผ่านการฉายแสงแล้วไปล้างน้ำสะอาดและต้องระมัดระวังอย่าให้มีรอยขีดข่วน ภาพจะปรากฏขึ้นบนผิวหน้าของกระดาษ โดยมีสีฟ้าเป็นพื้นผิว ความคมชัดระหว่างพื้นสีฟ้าและเส้นสีขาวจะชัดเจนยิ่งขึ้น โดยนำกระดาษนั้นจุ่มลงในสารละลายของโปตัสเซียมไบโครเมต หลังจากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อขจัดสิ่งเปื้อนอื่นอีกครั้งหนึ่ง

การแก้ไขรายละเอียดทำได้โดยการเขียนตัวหนังสือหรือภาพ โดยนำสารละลายที่เข้มข้นของด่างทาลงบนพื้นสีฟ้าจะทำให้ขาวสดใสขึ้น สารละลายที่ใช้คือสารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมไบคาร์บอเนตผสมน้ำก็ใช้ได้เช่นกัน

งานพิมพ์เขียวที่ดีประกอบด้วยเส้นสีขาวที่สะอาดกับพื้นสีฟ้าที่สดใสซึ่งทำให้เกิดขึ้นได้ เพียงแต่ใช้เวลาการฉายแสงที่ถูกต้อง และจะให้ได้ดีควรใช้เศษกระดาษพิมพ์เขียวขนาดเล็กทดลองสัก 1 - 2 ครั้งก่อนลงมือปฏิบัติจริง ถ้าพื้นผิวของภาพมีสีฟ้าซีดแสงที่ใช้น้อยไปจึงควรเพิ่มเวลาฉายแสงมากขึ้น และถ้าพื้นผิวของภาพมีสีฟ้าเข้มกับเส้นไม่ชัดเจนเป็นการให้แสงมากเกินไปและเวลาฉายแสงควรลดลง (Luzadder. 1967 : 651 - 653)

## 2. พัฒนาการของกระดาษพิมพ์เขียว

กระดาษพิมพ์แบบแปลนซึ่งโดยทั่วไปมักเรียกว่ากระดาษพิมพ์เขียว มีบทบาทเข้ามาในประเทศไทย ใช้ในวงการออกแบบและวงการก่อสร้างมานานหลายสิบปีแล้ว เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกในการทำสำเนาจากต้นฉบับ เป็นการประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย เพราะในการออกแบบการก่อสร้างจำเป็นที่จะต้องมีสำเนาหลายฉบับเพื่อแจกจ่ายไปยังบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ไม่จำเป็นที่จะต้องเขียนต้นฉบับขึ้นมาหลาย ๆ ฉบับ ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูง

ในสมัยก่อนกระดาษพิมพ์เขียวเป็นระบบที่ใช้อินทรีเคมี ทำให้เกิดภาพสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นระบบเก่าแก่ที่เรียกว่า Blueprint Process แต่หลังจากปี ค.ศ. 1881 ได้มีการใช้สารอนินทรีเคมีในการทำให้เกิดภาพเป็นสีต่าง ๆ ขึ้น เป็นต้นว่า สีน้ำเงิน สีดำ สีน้ำตาล สีแดง ฯลฯ ซึ่งเป็นระบบที่ดีกว่า เรียกว่า Diazotype Process

Blueprint Process → อินทรีย์เคมี → สีนํ้าเงิน

Diazotype Process → อนินทรีย์เคมี → สีต่าง ๆ

นอกจากนี้ระบบ Diazotype Process มิได้จำกัดอยู่แต่เพียงเป็นกระดาษอย่างเดียว แต่อาจจะเป็นพลาสติกหรือฟิล์มก็ได้ ขึ้นอยู่กับการนำเอาสารเคมีที่ไวแสงนี้ไปเคลือบบนวัสดุรองรับ (base) ชนิดใดก็ได้ ถ้านำไปเคลือบบนกระดาษ กระดาษนั้นก็จะเป็กระดาษไวแสง ใช้เป็นกระดาษพิมพ์แบบแปลนได้ ถ้านำไปเคลือบบนแผ่นฟิล์ม ฟิล์มนั้นก็เป็ฟิล์มไวแสง

Diazotype Process เป็น Positive Process ที่ทำให้เกิดเส้นหรือภาพเข้มบนพื้นขาว (dark lines on a white background) Diazotype Process เริ่มต้นปี ค.ศ. 1881 โดยนักวิทยาศาสตร์ชื่อ Mr. Berthelst & Ville ได้ค้นพบสารอนินทรีย์เคมีไวแสงชนิดหนึ่ง เรียกว่า Diazo Compounds ในการทำให้เกิดภาพได้สำเร็จ ต่อมาในปี ค.ศ. 1890 ได้มีกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ Mr. Green, Gross & Bevan ได้ค้นพบว่า Diazotize Primuline มีความไวต่อแสงและสามารถใช้ผลิตวัสดุไวแสงได้ และในปี ค.ศ. 1895 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Mr. Andresen ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Diazo Compounds อย่างละเอียดจนสามารถเข้าใจถึงปฏิกิริยาเคมีขั้นพื้นฐาน

การผลิตกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซเป็นสินค้าเริ่มต้นโดย Kalle Company แห่งเยอรมันนี โดยใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ว่า “โอซาลิด” (OZALID) การผลิตอาศัยผลงานวิจัยของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ Mr. Kogel & Neuhaus (Jacobson and Jacobson. 1976 : 158)

ผลิตภัณฑ์กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซที่ Kalle Company ผลิตขึ้นเป็นครั้งแรกมี 2 ระบบคือ

1. ระบบแห้ง หรือระบบแอมโมเนีย (dry process or ammonia developed process) เป็นระบบที่ใช้ไอแอมโมเนียในการทำให้เกิดภาพ
2. ระบบเปียก หรือครึ่งแห้งครึ่งเปียก (wet or semidry process) เป็นระบบที่ใช้นํ้า developer ในการทำให้เกิดภาพ

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบใหม่ที่เรียกว่าระบบรีดอัดนํ้ายา (pressure diazo process) ซึ่งเป็นแบบที่พัฒนามาจาก 2 ระบบที่กล่าวมาแล้ว กระดาษพิมพ์เขียวที่ได้จะแห้งนำไปใช้งานได้ทันที (สมเกียรติ ไพศาลอึ้งพงษ์. 2523 : 18 - 21) กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซในแต่ละระบบยังสามารถผลิตให้เกิดสีต่าง ๆ ได้และให้มีความไวแสงได้หลาย

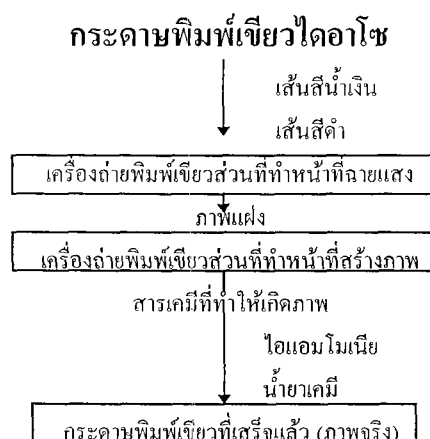
ชนิดด้วย ซึ่งหมายถึงการถ่ายได้ช้าหรือเร็วนั่นเอง (เอ็น. เอส. เอฟ. ไดอาโซ ซัพพลาย จำกัด. ม.ป.ป. : 1 - 6)

### 3. หลักการสร้างภาพของพิมพ์เขียวไดอาโซ

พิมพ์เขียวไดอาโซ เป็นระบบถ่ายภาพที่มีประโยชน์มากให้ผลดีในด้านความสามารถในการใช้งานและความประหยัดผู้ใช้โดยตรง ได้แก่ สถาปนิก นักเขียนแบบ และวิศวกรหลายสาขา พิมพ์เขียวไดอาโซนี้บางท่านเรียกว่า “white printing” ทั้งนี้เพราะภาพที่เกิดขึ้นจะเกิดเป็นภาพ positive หมายถึงการเกิดเส้นทึบบนพื้นขาว (positive dye image on white background) ซึ่งตรงข้ามกับกระบวนการถ่ายพิมพ์เขียว (blueprint process) ที่เกิดภาพ negative ซึ่งหมายถึงเกิดเส้นขาวบนพื้นสีน้ำเงิน (whiteline on dark background)

การเรียกกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซนี้ว่า บลูพริ้นต์ เป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้องเพราะภาพที่เกิดขึ้นแตกต่างกันและสารเคมีที่ใช้คนละประเภท จึงควรเรียกกระดาษที่ผลิตขึ้นโดยอาศัยระบบไดอาโซนี้ว่า กระดาษไดอาโซหรือกระดาษไวแสง โดยทั่วไปยังคงเรียกติดปากว่ากระดาษพิมพ์เขียว ซึ่งที่ถูกต้องควรเรียกว่า “กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ”

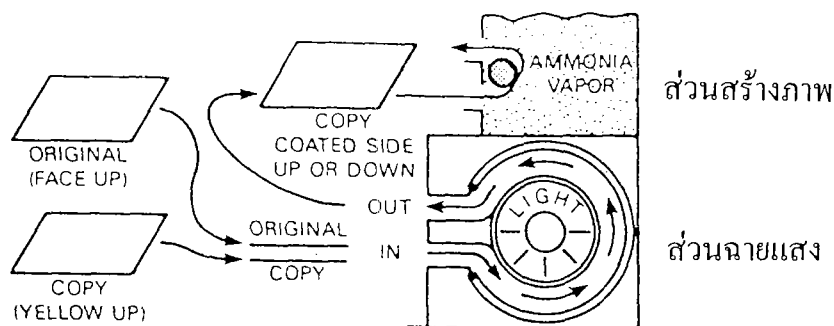
การสร้างภาพของพิมพ์เขียวไดอาโซอธิบายได้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การสร้างภาพของพิมพ์เขียวไดอาโซ

จากภาพประกอบ 2 แสดงให้เห็น ถึงเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวทุกระบบ มี 2 ส่วนทำงานเป็นไปตามลำดับ เริ่มจากนำต้นฉบับมาติดกับกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ ให้ต้นฉบับด้านที่ใช้งานมาติดกับส่วนที่รับแสง กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซอยู่ด้านหลังให้ด้านที่เคลือบสารเคมีอยู่ในทิศทางรับแสงเช่นเดียวกับต้นฉบับ ในส่วนแรกนี้เรียกว่า ส่วนฉายแสง ทำหน้าที่ทำลายสารเคมีไวแสงที่เคลือบบนกระดาษในส่วนที่ถูกแสงให้หมดไป และส่วนที่ถูกเส้นทึบหรือภาพบนต้นฉบับบังแสงไว้ สารเคมีไวแสงยังคงเหลืออยู่ และภาพแฝงจะปรากฏในขั้นตอนนี้ ต่อจากนั้นนำกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซที่ผ่านการฉายแสงแล้วผ่านเข้าเครื่องถ่ายฯ ในส่วนสร้างภาพซึ่งเป็นส่วนที่สอง ทำหน้าที่สร้างภาพด้วยสารเคมีสร้างภาพ ในขั้นตอนนี้สารเคมีสร้างภาพจะทำปฏิกิริยากับสารเคมีไวแสงที่เคลือบอยู่บนกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซทำให้เกิดภาพจริงที่เสร็จสมบูรณ์

ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ส่วนฉายแสงและส่วนสร้างภาพในเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนีย

ข้อแตกต่างของกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซแต่ละระบบขึ้นอยู่กับวิธีทำให้เกิดภาพ ซึ่งแต่ละระบบใช้สารเคมีสร้างภาพที่แตกต่างกัน ทำให้สารเคมีที่เคลือบบนกระดาษแต่ละระบบแตกต่างกัน และเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวที่ใช้ก็ต้องมีระบบที่แตกต่างกันด้วย

#### 4. ผลกระทบที่กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ

ในประเทศไทยมีโรงงานที่สามารถผลิตกระดาษพิมพ์เขียวได้ 3 ระบบคือ

1 ระบบแห้ง หรือระบบแอมโมเนีย ซึ่งแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ดังนี้

1.1 กระดาษพิมพ์เขียวลายเส้นสีน้ำเงิน มีระดับความเร็วในการถ่ายดังนี้

1.1.1 ความเร็วสูง

1.1.2 ความเร็วปานกลาง

1.1.3 ความเร็วต่ำ

1.2 กระดาษพิมพ์เขียวลายเส้นสีดำ มีระดับความเร็วในการถ่ายดังนี้

1.2.1 ความเร็วสูง

1.2.2 ความเร็วปานกลาง

1.2.3 ความเร็วต่ำ

2. ระบบเปียกหรือระบบน้ำยา แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.1 กระดาษพิมพ์เขียวลายเส้นสีน้ำเงินมีระดับความเร็วในการถ่ายดังนี้

2.1.1 ความเร็วสูง

2.1.2 ความเร็วปานกลาง

2.2 กระดาษพิมพ์เขียวลายเส้นสีดำมีระดับความเร็วในการถ่ายดังนี้

2.2.1 ความเร็วสูง

2.2.2 ความเร็วปานกลาง

3. ระบบรีดอัดน้ำยา มีทั้งลายเส้นสีน้ำเงินและสีดำ ระดับความเร็วสูง กระดาษในระบบนี้สามารถนำไปใช้ในการถ่ายพิมพ์เขียวด้วยเครื่องระบบแห้งหรือแอมโมเนียได้

การที่มีกระดาษพิมพ์เขียวหลายระบบนั้นทำให้มีความแตกต่างในเรื่องของความเร็วของการป้อนกระดาษเพราะความเร็วที่แตกต่างกันก็จะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับผู้ซื้อ จะซื้อความเร็วชนิดไหน ซึ่งมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องคือ ขนาดไฟส่องสว่างของเครื่อง ความต้องการในเรื่องความสะดวก ความต้องการความคมชัด และความต้องการให้มีอายุใช้งาน (shelflife) นาน เป็นต้น (ความเร็วในการถ่าย หมายถึง ความไวแสง)

ข้อแตกต่างของความเร็วของกระดาษพิมพ์เขียวสามารถที่จะจำแนกข้อดีข้อเสียของแต่ละชนิดได้ดังนี้

ความเร็วสูง

ข้อดี

1. ถ่ายได้เร็ว ไม่เสียเวลาในการถ่ายมาก

2. ประหยัดไฟฟ้าและแรงงาน

## ข้อเสีย

1. ภาพหรือเส้นที่ปรากฏจะคมชัดน้อยกว่าเมื่อเทียบกับความความเร็วปานกลางและความเร็วต่ำ

**ความเร็วปานกลาง** ข้อดีและข้อเสียอยู่ระหว่างความเร็วสูงกับ ความเร็วต่ำ

## ข้อดี

1. ภาพหรือเส้นที่ปรากฏชัดเจนมากกว่า
2. อายุการใช้งานของกระดาษมีมากกว่า

## ข้อเสีย

1. การถ่ายทำได้ช้ากว่า ทำให้เสียเวลามากกว่า
2. เสียค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าและแรงงานมากกว่า

(สมเกียรติ ไพศาลอึ้งพงษ์. 2513 : 21 - 25)

กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

|         |                 |                                   |
|---------|-----------------|-----------------------------------|
| FM 9    | ระบบแอมโมเนีย   | ลายเส้นสีน้ำเงิน ชนิดไวแสงต่ำ     |
| FM 11   | ระบบแอมโมเนีย   | ลายเส้นสีน้ำเงิน ชนิดไวแสงปานกลาง |
| FM 12   | ระบบแอมโมเนีย   | ลายเส้นสีน้ำเงิน ชนิดไวแสงสูง     |
| AM 9    | ระบบน้ำยา       | ลายเส้นสีดำ ชนิดไวแสงสูง          |
| AM 10 B | ระบบน้ำยา       | ลายเส้นสีน้ำเงิน ชนิดไวแสงสูง     |
| AM 7    | ระบบน้ำยา       | ลายเส้นสีดำ ชนิดไวแสงพิเศษ        |
| PD 12   | ระบบรีดอัดน้ำยา | ลายเส้นสีน้ำเงิน ชนิดไวแสงสูง     |
| PD 12 N | ระบบรีดอัดน้ำยา | ลายเส้นสีดำ ชนิดไวแสงสูง          |

(เอ็น. เอส. เอฟ. ไดอาโซ ซัพพลาย จำกัด. 2541 : 1)

|        |           |                              |
|--------|-----------|------------------------------|
| A 60 N | ระบบน้ำยา | ลายเส้นสีดำ ชนิดไวแสงสูง     |
| A 75 N | ระบบน้ำยา | ลายเส้นสีดำ ชนิดไวแสงปานกลาง |

(โอเช่ ประเทศไทย จำกัด. 2540 : 7)

|         |               |                                   |
|---------|---------------|-----------------------------------|
| G 120 B | ระบบแอมโมเนีย | ลายเส้นสีน้ำเงิน ชนิดไวแสงสูง     |
| G 100 B | ระบบแอมโมเนีย | ลายเส้นสีน้ำเงิน ชนิดไวแสงปานกลาง |

**G 55 B    ระบบแอมโมเนีย    ลายเส้นสีน้ำเงิน ชนิดไวแสงต่ำ**  
(สากลภัณฑ์ จำกัด. ม.ป.ป. : 4)

ตาราง 1 การเปรียบเทียบกระดาดพิมพ์เขียวไดอาโซระบบแอมโมเนียระบบน้ำยา และระบบรีดอัดน้ำยา

| ระบบกระดาด                                                         | แอมโมเนีย           | น้ำยา                                             | รีดอัดน้ำยา           |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|
| รายละเอียดของกระดาด                                                |                     |                                                   |                       |
| 1. สารเคมีที่มีบทบาทสำคัญในการเกิดภาพ สารไวแสงและสารที่ทำให้เกิดสี | อยู่ในกระดาดทั้งคู่ | สารไวแสงอยู่ในกระดาด สารที่ทำให้เกิดสีอยู่ในน้ำยา | อยู่ในกระดาดทั้งคู่   |
| 2. สารเคมีที่ทำให้เกิดภาพ                                          | แอมโมเนีย           | ผงเคมี                                            | น้ำยาแอ็คติเวเตอร์    |
| 3. ลักษณะกระดาดที่ถ่ายเสร็จ                                        | แห้ง                | ชื้น                                              | แห้ง                  |
| 4. กลิ่น                                                           | มีกลิ่นแอมโมเนีย    | ไม่มี                                             | ไม่มี                 |
| 5. ความเร็วในการเกิดภาพ                                            | เกิดภาพสมบูรณ์ทันที | ต้องคอย                                           | ต้องคอย               |
| 6. พื้นของภาพหลังการถ่าย                                           | ขาวดี               | ขาวสู้แอมโมเนียไม่ได้                             | ขาวสู้แอมโมเนียไม่ได้ |
| 7. อายุการใช้งาน                                                   | นานที่สุด           | สั้นกว่าแอมโมเนีย                                 | สั้นกว่าแอมโมเนีย     |

(เอ็น. เอส. เอฟ. ไดอาโซ ซัพพลาย จำกัด. ม.ป.ป. : 6)

## 5. รายละเอียดและส่วนประกอบของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบต่าง ๆ

เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวมี 3 ระบบได้แก่ ระบบแอมโมเนีย ระบบน้ำยา และระบบรีดอัดน้ำยา ได้นำมากล่าวถึงบางรุ่นดังนี้

### 4.1 เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนีย

4.1.1 คุณลักษณะทั่วไป เป็นเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวรุ่น REGMA D570 เป็นวิวัฒนาการของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียที่สมบูรณ์แบบผลิตจากประเทศฝรั่งเศส มีระบบโปรแกรมดิจิทัล (digital program) ควบคุมการทำงานของเครื่องทั้งหมด การออกแบบให้ผู้ปฏิบัติงานถูกต้องตามหลักสรีรวิทยา (ergonomics)

### 4.1.2 คุณลักษณะเฉพาะ

4.1.2.1 เป็นเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนีย มีระบบกำจัดกลิ่นแอมโมเนีย (degassing system) ก่อนที่กระดาดสำเนาจะออกจากเครื่อง โดยนำส่งผ่านท่อระบายอากาศ

4.1.2.2 ใช้หลอดซูเปอร์แอคทีฟฟลูออเรสเซนต์ (super activated fluorescent lamp) ขนาด 140 วัตต์ จำนวน 7 หลอด รวม 980 วัตต์ มีระบบโปรแกรมดิจิทัลควบคุมจำนวนหลอดให้ส่องสว่างได้ตามความเหมาะสมของงานแต่ละประเภท

4.1.2.3 ควบคุมความเร็วด้วยโปรแกรมดิจิทัลตั้งแต่ 0.5 เมตร/นาทึ่ ถึง 11 เมตร/นาทึ่

4.1.2.4 ถ่ายพิมพ์เขียวได้กว้างถึง 120 เซนติเมตร ความยาวไม่จำกัด

4.1.2.5 ควบคุมการไหลของน้ำยาแอมโมเนียโดยโปรแกรมดิจิทัลมากหรือน้อยได้ตามความเหมาะสม ด้วยมิเตอร์ปั๊ม (metering pump)

4.1.2.6 ควบคุมการเดินน้ำหรือถอยหลังได้ตามความต้องการ ในกรณีที่แบบต้นฉบับและกระดาษพิมพ์เขียวใดอาจไขป้อนเข้าเครื่องไม่เรียบร้อยด้วยระบบโปรแกรมดิจิทัล

4.1.2.7 มีระบบควบคุมอุณหภูมิในการถ่ายกระดาษพิมพ์เขียว ใดอาจและฟิล์มถ่ายแม่แบบอัตโนมัติด้วยระบบโปรแกรมดิจิทัล เพื่อป้องกันการตั้งอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมในการถ่ายแบบ

4.1.2.8 สายพานทำด้วยผ้าชนิดพิเศษมีความยืดหยุ่น (elastic belt) เพื่อป้องกันไม่ให้แบบต้นฉบับและสำเนาขยับงอตัวชนกับขอบเครื่องฯ ตลอดจนป้องกันหลอดแก้ว (glass cylinder) ไม่ให้แตกในกรณีที่มือของแข็ง เช่น ปากกา คลิป มีติดกระดาษ ตกเข้าไปในเครื่อง

4.1.2.9 มีระบบประหยัดพลังงานไฟฟ้า

4.1.2.10 มีระบบป้องกันแสงอัลตราไวโอเล็ตรบกวนผู้ปฏิบัติงาน

4.1.2.11 ตัวเครื่องตั้งอยู่บนขาเหล็กที่แข็งแรง ลักษณะเป็นตู้คอนโซลพร้อมที่เก็บถังแอมโมเนียอย่างมิดชิด

4.1.2.12 มีที่ตัดกระดาษพิมพ์เขียวอยู่ติดกับตัวเครื่องด้วยเส้นเอ็นพร้อมที่เก็บกระดาษพิมพ์เขียวชนิดม้วนความยาว 50 เมตร 3 ม้วน

4.1.2.13 มีระบบระบายความร้อนและกลิ่นแอมโมเนีย ด้วยพัดลมระบายอากาศขนาด 600 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

4.1.2.14 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 ไซเคิล 1 เฟส 3.1 กิโลวัตต์

4.1.2.15 น้ำหนัก 150 กิโลกรัม

(เอ็น. เอส. เอฟ. ไดอาโซ ซัพพลาย จำกัด. : 2539 : 1 - 2)

#### 4.2 เครื่องถ่ายภาพพิเศษ ระบบน้ำยา

รายละเอียดเครื่องถ่ายภาพพิเศษระบบน้ำยาสำเร็จรูปชนิด 4 หลอดรุ่น - ROWE 5004 เป็นผลิตภัณฑ์ของ ROTH & WEBER ประเทศเยอรมันนี มีคุณสมบัติดังนี้

4.2.1 ถ่ายพิมพ์เขียวและผ่านน้ำยาสำเร็จรูปในเครื่องเดียวกัน ใช้กับน้ำยาชนิดเข้มข้น ไม่ต้องผสมน้ำ ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

4.2.2 ใช้หลอดอัลตราแอคทีฟลูออเรสเซนต์ (ultra actinic fluorescent lamp) หลอดละ 140 วัตต์ จำนวน 4 หลอด

4.2.3 มีระบบควบคุมปั้มน้ำยาอัตโนมัติ

4.2.4 มีสายพานรองรับหลอดแก้วทำด้วยวัสดุพิเศษ มีความทนต่อความยืดหยุ่น เมื่อถูกความร้อน

4.2.5 ถ่ายได้กว้างที่สุด 122 เซนติเมตร ความยาวไม่จำกัด

4.2.6 อัตราความเร็วในการถ่ายสูงสุด 8 เมตร/นาทีก

4.2.7 มีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร โดยผ่านฟิวส์

4.2.8 มีระบบประหยัดพลังงานด้วยไมโครสวิตช์ ควบคุมการทำงานของเครื่อง ถ้าไม่มีการป้อนงานภายใน 60 วินาที เครื่องจะอยู่ในระบบพร้อมใช้ (stand by) หลอดไฟจะดับและปั้มน้ำยาจะปิดป้องกันไม่ให้น้ำยาไหลย้อนกลับสู่ถัง และสามารถถ่ายต่อไปทันทีที่ป้อนงานเข้าไปใหม่

4.2.9 มีสวิตช์ปรับเดินหน้าถอยหลังเพื่อป้องกันแบบต้นฉบับและกระดาษพิมพ์เขียวติดเครื่อง

4.2.10 มีที่ตัดกระดาษพิมพ์เขียวม้วนด้วยเส้นเอ็น

4.2.11 มีที่บรรจุกระดาษขนาดกว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 50 เมตร  
จำนวน 2 ม้วน

4.2.12 มีขั้นตอนการผ่านน้ำยาและทำให้กระดาษแห้งไม่ต้องใช้ตัวทำความร้อน (heater) การสร้างภาพเป็นระบบลูกกลิ้ง 3 ลูก อาบน้ำยาลงบนกระดาษพิมพ์เขียว จึงทำให้ประหยัดน้ำยาและประหยัดไฟฟ้า

4.2.13 สามารถเลือกสีพิมพ์ถ่ายแบบได้ทั้งสีดำ และสีน้ำเงิน เหมาะสำหรับใช้ในห้องปรับอากาศเพราะปราศจากกลิ่น

4.2.14 สามารถใช้กับกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดได้

4.2.15 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 ไซเคิล 0.98 KVA

4.2.16 น้ำหนัก 115 กิโลกรัม

(ยูเนี่ยนบลูพริ้นต์ จำกัด. 2539 : 1 - 2)

#### 4.3 เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบปริคอัดน้ำยา

4.3.1 คุณลักษณะทั่วไป เป็นเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบปริคอัดน้ำยา รุ่น BRUNING PD101 ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นวิวัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์ของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบ semi - dry โดยใช้ PD activator เป็นตัวทำปฏิกิริยาประกอบด้วย Monoethanolamine 2 - Metyl - Pentane - 2, 4 - Dinol (ซึ่งประกอบจากอนุพันธ์ความเป็นต่าง) ตัดปัญหาเรื่องกลิ่นรบกวนและมลภาวะเป็นพิษจากน้ำยาไม่ทำลายบรรยากาศในการทำงาน

##### 4.3.2 คุณลักษณะเฉพาะ

4.3.2.1 เป็นเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวที่สามารถถ่ายและสร้างภาพได้ภายในเครื่องเดียวกัน พร้อมที่รองรับสำเนาที่ถ่ายเสร็จแล้ว

4.3.2.2 ใช้น้ำยาสำเร็จรูป PD Activator ผสมเสร็จจากโรงงาน

4.3.2.3 ใช้หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ชนิดพิเศษขนาด 180 วัตต์  
จำนวน 1 หลอด

4.3.2.4 ความเร็วในการถ่ายพิมพ์เขียวตั้งแต่ 0.15 เมตร/นาทีถึง 6 เมตร/นาที

4.3.2.5 ถ่ายพิมพ์เขียวได้กว้าง 120 เซนติเมตร ความยาวไม่จำกัด

4.3.2.6 ปรับเดินหน้าหรือถอยหลังได้ ในกรณีที่แบบต้นฉบับและกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซป้อนเข้าเครื่องไม่เรียบร้อย

4.3.2.7 เปิดและปิดเครื่องได้ทันทีเมื่อต้องการใช้ ไม่ต้องอุ่นเครื่อง

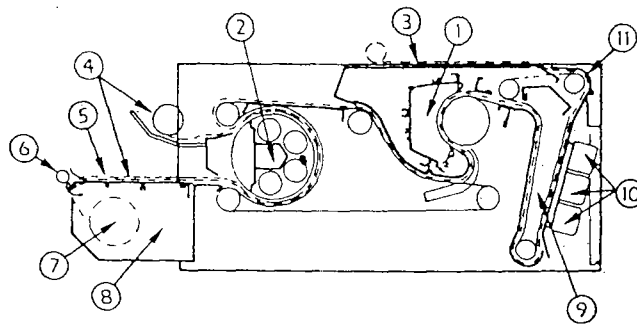
4.3.2.8 ถ่ายพิมพ์เขียวได้ทั้งกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซระบบน้ำยาสำเร็จรูปและระบบแอมโมเนีย

#### 4.3.2.9 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 ไซเคิล กระแส 4 แอมป์

(เอ็น. เอส. เอฟ. ไดอาโซ ซัพพลาย จำกัด. 2539 : 1 - 2)

##### โครงสร้างภายในเครื่องถ่ายภาพเขียว

จากที่ได้กล่าวถึงเครื่องถ่ายภาพเขียวระบบต่าง ๆ มาแล้ว เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบสำคัญชัดเจนยิ่งขึ้น ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 โครงสร้างภายในเครื่องถ่ายภาพเขียว

1. ส่วนสร้างภาพ
2. ส่วนฉายแสง
3. แผ่นสำเนา
4. ตันฉบับ
5. ร่องตัด
6. ลวดตัด
7. ม้วนกระดาษพิมพ์เขียว
8. ช่องเก็บกระดาษพิมพ์เขียว
9. ช่องกำจัดกลิ่น
10. หลอดไฟ

## 6. แสงที่ใช้ในการถ่ายพิมพ์เขียว

ในงานพิมพ์เขียว รังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อการทำให้เกิดภาพแสงแดดจากดวงอาทิตย์ก็เป็นรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีอยู่ในธรรมชาติ แต่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานเพราะมีความเข้มแสงไม่แน่นอนและมีเฉพาะในเวลากลางวันเท่านั้น หลอดไฟฟ้าจึงมีบทบาทในการให้แสงสว่างโดยเฉพาะหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีผู้นิยมนำมาใช้ในงานในลักษณะต่าง ๆ มาก

กระบวนการให้แสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซ (gas discharge) และปฏิกิริยาฟลูออเรสเซนต์ โดยเริ่มจากให้กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วหลอดหนึ่งไปยังขั้วหลอดอีกข้างหนึ่ง จะทำให้อิเล็กตรอนวิ่งออกจากไส้หลอดมาจำนวนหนึ่งซึ่งภายในหลอดบรรจุก๊าซอาร์กอนและไอปรอทไว้ อิเล็กตรอนจำนวนนี้จะวิ่งไปกระทบกับไอปรอทและแปรพลังงานจากการกระทบนี้ออกมาในรูปพลังงานแสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แสงดังกล่าวถูกเรียกว่า แสงเหนือม่วง หรืออัลตราไวโอเล็ต จะกระจายไปทั่วภายในหลอด และไปกระทบกับสารเรืองแสง (fluorescent) ที่เคลือบไว้ด้านในหลอดเกิดเรืองแสงและมีความสว่างขึ้น (สุพจน์ เอื้องไพโรจน์. 2538 : 77)

จากหลักการทางฟิสิกส์การที่จะได้แสงสว่างในช่วงที่ตามนุษย์มองเห็นได้นั้น รังสีอัลตราไวโอเล็ตจะต้องมีความยาวคลื่น (wave length) น้อยกว่า 400 นาโนเมตร และการที่จะให้ได้แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์มากขึ้นนั้นมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ 2 กรณี คือ

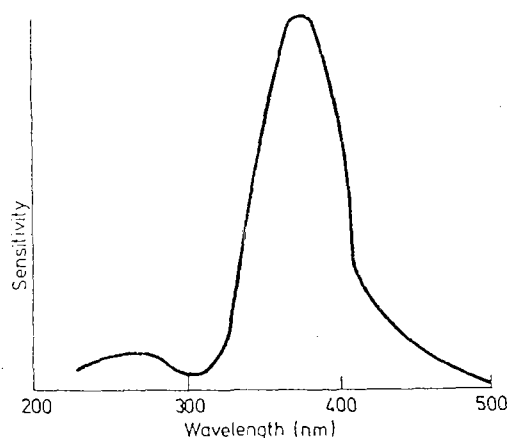
1. การทำให้มีรังสีอัลตราไวโอเล็ตมีปริมาณมากขึ้น
2. การใช้สารเคลือบผิวภายในหลอดให้มีประสิทธิภาพในการเรืองแสงมากขึ้น

รังสีอัลตราไวโอเล็ตโดยทั่วไปเป็นที่เข้าใจว่าเป็นพลังงานแสง แต่ความเป็นจริงแล้วมันเป็นคลื่นแม่เหล็กที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 100 ถึง 400 นาโนเมตร ซึ่งทาง International Commission on Illumination ได้แบ่งรังสีอัลตราไวโอเล็ตไว้มี 3 ชนิด ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นดังนี้

1. รังสีอัลตราไวโอเล็ต - เอ (UV - A) มีความยาวคลื่น 315 - 400 นาโนเมตร
2. รังสีอัลตราไวโอเล็ต - บี (UV - B) มีความยาวคลื่น 280 - 315 นาโนเมตร
3. รังสีอัลตราไวโอเล็ต - ซี (UV - C) มีความยาวคลื่น 100 - 280 นาโนเมตร

(บำรุง สมสวัสดิ์ และณรงค์ พิศุขมทอง. 2535 : 1 - 2)

ในการถ่ายภาพเขียวระบบไดอาโซกำหนดให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เกิดจากแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีความยาวคลื่นในช่วง 315 - 410 นาโนเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงของรังสีอัลตราไวโอเล็ต - เอ (Jacobson and Jacobson, 1976 : 160) และยังมีรังสีที่มีปริมาณสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้กันโดยทั่วไป ด้วยเหตุนี้หลอดที่ใช้ในงานพิมพ์เขียวจึงเป็นหลอดที่ต้องใช้กำลังไฟฟ้าสูง และมีความยาวมากกว่าปกติเป็นผลให้มียาราคาสูง เช่น หลอด Ultra actinic fluorescent 140 วัตต์ ยาว 150 เซนติเมตร เป็นต้น ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ความสัมพันธ์ของความไวแสงกับความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ต

หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้ในงานพิมพ์เขียวมีดังนี้

หลอดแอคทีนิก (actinic lamps) เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติในการแผ่รังสีอัลตราสูงระหว่าง 350 ถึง 420 นาโนเมตร มีชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับงานในแต่ละประเภทดังนี้

1. 'TL'/03 และ 'TL'/05 เป็นหลอดที่แผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ตมีความยาวคลื่น 375 นาโนเมตร และ 420 นาโนเมตร ตามลำดับ พลังงานแสงที่จ่ายออกมาจากหลอดชนิดนี้มีความเหมาะสมกับความไวแสงของกระดาษในระบบไดอาโซที่ใช้ในการพิมพ์

2. 'TL'/09 เป็นหลอดที่แผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ตระหว่าง 350 - 390 นาโนเมตร ใช้สำหรับงานรักษาโรคผิวหนัง กับดักยุง และขบวนการเคมีภาพถ่าย (Philips Lighting. 1987 : 416 - 417)

หลอดสำเนาไดอาโซ (diaz copying lamps) เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นหลอดควอตซ์แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง ใช้ในงานพิมพ์ระบบไดอาโซ (diaz printing) มีแรงเคลื่อนตั้งแต่ 550 โวลต์ ถึง 1,800 โวลต์ ต้องอาศัยอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้า หลอดชนิดนี้ห่อหุ้มด้วยแก้วทรงกระบอกเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของไอโซน ดังภาพประกอบ 6 และตาราง 1



ภาพประกอบ 6 หลอดควอตซ์ชนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง

ตาราง 2 หลอดควอตซ์ชนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง

| ชนิด            | แรงเคลื่อนไฟฟ้า<br>(โวลต์) | ความยาว<br>(ม.ม.) | เส้นผ่าศูนย์กลาง<br>(ม.ม.) | น้ำหนัก<br>(กรัม) |
|-----------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| HOKI 2500 W     | 550                        | 1481              | 54                         | 980               |
| HOKI 3000 W     | 1250                       | 1489              | 47                         | 980               |
| KOKI 3000 W - S | 1250                       | 925               | 47                         | 740               |
| HOKI 5000 W     | 1800                       | 1429              | 62                         | 1350              |
| HOKI 6500 W     | 1770                       | 1429              | 62                         | 1400              |

หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้สร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ผู้วิจัยได้ศึกษาและเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้กับอาคาร สำนักงาน และบ้านพักอาศัย คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีชนิดแสงเคย์ไลต์ และคูลูไวท์ ตามลำดับ และหลังจากนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพความสว่างของหลอด 'TL' D 36w ระหว่าง

รุ่นมาตรฐานกับรุ่นซูเปอร์ 80 ซีรีส์ พบว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ในรุ่นซูเปอร์ 80 ซีรีส์ ซึ่งเป็นรุ่น 'TL' D 36w/84 ชนิดแสงคู่ไวท์ มีประสิทธิภาพสูงสุดถึง 92 ลูเมน/วัตต์ ให้ความสว่าง 3,350 ลูเมน มากกว่ารุ่นมาตรฐาน ร้อยละ 30 ขณะเดียวกันก็สามารถคง ความสว่างได้ยาวนานกว่า โดยแสงจะคงความสว่างได้ถึง ร้อยละ 90 ตลอดอายุการใช้งาน นาน 10,000 ชั่วโมง (ฟิลิปส์อิเล็กทรอนิกส์. 2538 : 10) เป็นที่นิยมใช้กันในทุกสถานที่ เช่น อาคารสำนักงาน สถาบันการศึกษา อุตสาหกรรมทั่วไป ร้านค้าภัตตาคาร ศูนย์แสดง สินค้า เป็นต้น หาซื้อได้ง่ายเพราะมีจำหน่ายทั่วไป ราคาต่อหลอดไม่เกิน 75 บาท และ ยังมีข้อดีอีกประการหนึ่งคือ ปริมาณรังสีไวโอเล็ตที่แผ่กระจายจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ กล่าวถึงนี้มีในระดับต่ำไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ (สุพจน์ เอื้องไพโรจน์. 1995 : 88)

## 7. แอมโมเนียและแอมโมเนียม

แอมโมเนีย เป็นสารประกอบทางเคมีระหว่างไนโตรเจนและไฮโดรเจน มีสูตร ทางเคมี  $\text{NH}_3$  สถานะเป็นก๊าซ มีชื่อทางเคมีว่า “แอมโมเนีย แอนไฮดรัส” (ammonia anhydrous) พบทั่วไปตามชั้นของบรรยากาศที่เปลือกโลก พบว่า มีการรวมกับแร่ธาตุ อื่น ๆ ในกระบวนการที่ทำให้เกิดการบดเคี้ยวและในที่มีออกซิเจนจะมีก๊าซแอมโมเนียเกิดขึ้น แอมโมเนียค้นพบโดยนักบวชชาวอียิปต์รูปหนึ่ง พบครั้งแรกจากการสกัดมาจากเยี่ยวอูฐ ในสมัยกลางได้แอมโมเนียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (ammonium hydrogen carbonate) แอมโมเนียมไนเตรต (ammonium nitrate) แอมโมเนียมไนไตรท์ (ammonium nitrite) และแอมโมเนียมฟอสเฟต (ammonium phosphate) แอมโมเนียเป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่น ร้อนแรง ทำให้หายใจไม่ออก เป็นของเหลวที่อุณหภูมิ 33.5 องศาเซลเซียส ละลายได้ดี ในน้ำที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส แอมโมเนียละลายได้ในน้ำ มีค่าเป็น 1,148 เท่า ของ ความจุของมัน แอมโมเนียจัดอยู่ในกลุ่มของพวกโลหะแอลคาไล โดยพิจารณาจาก คุณสมบัติของมันเมื่อรวมตัวกับกรดจะเกิดเป็นเกลือแอมโมเนียม นั่นคือแอมโมเนียจะถูก แทนที่โดยแอมโมเนียม (ทัศนีย์ จูตะกานนท์. 2533 : 22)

แอมโมเนียเมื่อทำให้เย็นจัดและมีความดันสูง จะกลายเป็นของเหลวไม่มีสี ถ้า ทำให้เย็นต่อไปจะกลายเป็นของแข็งสีขาว ละลายน้ำจะเป็นเบสอ่อน ละลายในแอลกอฮอล์ ได้ เตรียมได้จากการเผาเกลือแอมโมเนียมกับปูนขาว ในทางอุตสาหกรรมเตรียมโดยวิธี

การฮาเบอร์ (haber process) คือให้ไนโตรเจน ( $N_2$ ) จากอากาศทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน ( $H_2$ ) ที่อุณหภูมิและความดันสูง ในบรรยากาศปกติไม่ติดไฟ (ลัดดา มีสุข. 2533 : 30)

แอมโมเนีย  $NH_3$  เป็นสารเคมีที่มีการใช้ รองลงมาจากกรดซัลฟูริก (sulfuric) วัตถุประสงค์ของการผลิตแอมโมเนีย  $NH_3$  คือ water gas อุตสาหกรรมที่ใช้แอมโมเนียมากคือ การทำปุ๋ย วัตถุระเบิด การกลั่นน้ำมัน ระบบทำความเย็น ฟอกน้ำตาล ฟอกหนัง ย้อมสี ฯลฯ แอมโมเนียมีทั้งชนิดเป็นก๊าซและเป็นสารละลาย ก๊าซและไอจากสารละลายทำให้ แสบตา แสบจมูก มีความดันสูง ถึงหรือขวดที่บรรจุก๊าซและสารละลายเวลาเปิดถึงหรือ ขวดต้องระมัดระวังเพราะในอากาศร้อนจะมีไอยูอยู่ในขวดมาก เมื่อคลายจุกไอยะดันออกมา (สุชาดา ชินะจิตร. 2528 : 31)

แอมโมเนียไฮดรอกไซด์ เรียกโดยทั่วไปว่า แอมโมเนียน้ำ มีชื่อภาษาอังกฤษ หลายชื่อ ได้แก่ ammonia solution, aqua ammonia, ammonia hydrate มีสูตรเคมี  $NH_4OH$  มีคุณสมบัติเป็นของเหลวไม่มีสี กลิ่นฉุน ความเข้มข้นสูง ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียโดยประมาณใช้ในอุตสาหกรรมทอผ้า การผลิตเรยอน (rayon) ยาง ปุ๋ย ความเย็น การควมแน่น สารโพลีเมอร์ การถ่ายภาพ (การล้างภาพแฝง) ยา สบู่ หมึก วัตถุระเบิด เซรามิก ไซสบู สารอินทรีย์สังเคราะห์ ตัวเติมอาหาร ตัวทำความสะอาด เครื่องใช้ภายในบ้าน (Sax and Lewis Sr. 1976 : 52)

## 8. ความปลอดภัยในการใช้เครื่องถ่ายภาพเขียว

ก๊าซแอมโมเนียเป็นก๊าซที่มีกลิ่นฉุน มันอาจส่งกลิ่นตลอดเวลาที่ทำงาน เครื่องถ่ายภาพเขียวบางเครื่องถูกออกแบบ และสร้างขึ้นให้มีความปลอดภัยจากก๊าซแอมโมเนีย ด้วยแผ่นกรองไอแอมโมเนียและมีพัดลมดูดอากาศเสียออกไปด้วย เมื่อเริ่มทำการถ่าย ภาพเขียวคุณภาพความคมชัดจะดีและลดลงไปเรื่อย ๆ โดยสังเกตได้จากกระดาษพิมพ์เขียว ที่ถ่าย ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะแอมโมเนียน้ำใช้มานานแล้วก็ได้ ฉะนั้นแอมโมเนียควร เปลี่ยนตามกำหนดเวลา ในการเปลี่ยนแอมโมเนียควรปฏิบัติด้วยความระมัดระวังดังต่อไปนี้

1. การป้องกันตา เป็นการป้องกันที่ต้องระมัดระวังมากที่สุด ให้หลีกเลี่ยงไม่ให้ สัมผัสกับแอมโมเนียโดยตรง การป้องกันกระทำได้โดยการสวมแว่น หรือสิ่งอื่นที่ป้องกัน ตาได้ เมื่อต้องจับหยิบหรือยกถังบรรจุน้ำยาแอมโมเนีย

2. หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับแอมโมเนียและกรองแอมโมเนีย เพราะจะทำให้เกิดอาการแสบและไหม้ที่ผิวหนัง

3. หลีกเลี่ยงไอน้ำแอมโมเนียเข้าทางลมหายใจ ซึ่งโดยปกติการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนียไม่ยินยอมให้หายใจเข้าไป เพราะจะทำอันตรายต่อระบบการหายใจ ให้หลีกเลี่ยงโดยการหายใจยาว ๆ และกั้นลมหายใจเมื่อเปิดถังบรรจุแอมโมเนีย การเก็บการเคลื่อนย้ายถังบรรจุแอมโมเนียควรปฏิบัติตามข้อแนะนำ ข้อบังคับ จากผู้จำหน่าย

4. การปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อแอมโมเนียน้ำหกใส่ผิวหนัง ต้องล้างทันทีด้วยปริมาณน้ำจำนวนมากและถอดเสื้อผ้าออกถ้าจำเป็น ถ้าตาได้รับแอมโมเนียน้ำจะมีผลแสบคันในทันที ต้องล้างน้ำอย่างน้อย 15 นาที สำหรับผู้ที่ได้รับก๊าซแอมโมเนียเข้าไป ต้องนำออกจากพื้นที่เพื่อรับอากาศบริสุทธิ์และช่วยหายใจด้วยการผายปอด และให้ออกซิเจนช่วยด้วย ถ้ามีอาการแน่นหรือสลับ ต้องส่งตัวเข้ารับการรักษายาบาลอย่างรีบเร่ง

แสงอัลตราไวโอเล็ต ภายใต้ข้อกำหนดของกลุ่มการใช้งานจะไม่ปล่อยรังสีอัลตราไวโอเล็ตออกจากส่วนฉายแสง แต่อย่างไรก็ตามผู้ปฏิบัติงานควรหลีกเลี่ยงการมองดูแสงโดยตรงเพราะทำให้เสียตาได้ (Madsen and others. 1996 : 2 - 8)

## 9. ราคาเครื่องถ่ายพิมพ์เขียว

ราคาเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวเป็นสิ่งสำคัญข้อหนึ่งที่ใช้ในการตัดสินใจซื้อเครื่องนั้น ๆ มาใช้งาน ในประเทศไทยมีผู้แทนจำหน่ายเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวจากต่างประเทศหลายบริษัทหลายรุ่น และยังแบ่งออกเป็นระบบต่าง ๆ ได้แก่ ระบบแอมโมเนีย ระบบน้ำยา และระบบปริ๊ตคั่นน้ำยา ซึ่งในแต่ละระบบก็ยังมีส่วนประกอบปลีกย่อยแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้ใช้ รวมไปถึงขีดความสามารถของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียว โดยมีราคาตั้งแต่หนึ่งแสนบาทขึ้นไป ผู้วิจัยขอแนะนำไว้พอสังเขปดังนี้

เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวโรวี (ROWE) เป็นผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีของ ROTH & WEBER ประเทศเยอรมันนี

ระบบแอมโมเนีย

ROWE 2002 (2 x 140 w) ราคา 135,000 บาท

ROWE 2003 (3 x 140 w) ราคา 175,000 บาท

|                |             |      |               |
|----------------|-------------|------|---------------|
| ROWE 2004      | (4 x 140 w) | ราคา | 235,000 บาท   |
| ROWE 6000 - 1  | (6 kw)      | ราคา | 1,000,000 บาท |
| ROWE 6000 - 2  | (6 kw)      | ราคา | 1,400,000 บาท |
| ROWE 6000 - 3  | (6 kw)      | ราคา | 1,600,000 บาท |
| ROWE 6500      | (6 kw)      | ราคา | 2,300,000 บาท |
| ROWE 6500 - B  | (6 kw)      | ราคา | 1,500,000 บาท |
| ROWE 6500 - R  | (6 kw)      | ราคา | 1,700,000 บาท |
| ROWE 6500 - RB | (6 kw)      | ราคา | 1,900,000 บาท |
| ระบบน้ำยา      |             |      |               |
| ROWE 5002      | (2 x 140 w) | ราคา | 150,000 บาท   |
| ROWE 5003      | (3 x 140 w) | ราคา | 190,000 บาท   |
| ROWE 5004      | (4 x 140 w) | ราคา | 250,000 บาท   |

(ยูเนียนบลูพริ้นต์ จำกัด. 2539 : 1 - 2)

#### 10. การคิดต้นทุนของฟิล์มเขียวที่ถ่ายด้วยเครื่องถ่ายฟิล์มเขียวระบบแอมโมเนีย

แบบประหยัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยกำหนดให้มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 5 ปี

เครื่องถ่ายฟิล์มเขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด

ราคาเครื่อง 10,000 บาท

อายุใช้งาน 5 ปี

ใช้งานวันละ (1 เดือนทำงาน 22 วัน) 8 ชั่วโมง

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (36 w x 7 หลอด) 252 วัตต์ (0.252 kw)

การคิดต้นทุนมีดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ต้นทุนเครื่อง} &= \frac{10,000}{5 \text{ ปี} \times 12 \text{ เดือน} \times 22 \text{ วัน} \times 8 \text{ ชั่วโมง}} \\
 &= 0.960 \text{ บาท/ชั่วโมง} \\
 &= 0.016 \text{ บาท/นาที}
 \end{aligned}$$

กระดาษฟิล์มเขียวทั้ง 3 ชนิดความไวแสงมีต้นทุนดังนี้

ขนาด A1 (54.9 x 84.1 cm) ราคา 7 บาท/แผ่น

แอมโมเนียน้ำ 27 เปอร์เซ็นต์ ขนาดน้ำหนัก 4.5 ปอนด์ ราคา 80 บาท

ถ้าถ่ายพิมพ์เขียวได้ 160 แผ่นจะมีต้นทุน 0.50 บาท/แผ่น

เวลาที่ใช้ในการถ่ายไม่เกิน 60 วินาที/แผ่น หรือ 1 นาที/แผ่น

(สำหรับความไวแสงปานกลาง และสูง)

การสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้า =  $0.252 \text{ kw} \times 8 \text{ ชั่วโมง}$

= 2.016 หน่วย

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท 1 วัน (8 ชั่วโมง) ใช้งานต้องจ่ายเงิน

=  $3 \text{ บาท} \times 2.016 = 6.048 \text{ บาท/8 ชั่วโมง}$

∴ 1 นาที =  $6.048 \text{ บาท} \div 480 \text{ นาที} = 0.0126 \text{ บาท/แผ่น}$

เพราะฉะนั้นต้นทุนของการถ่ายพิมพ์เขียว 1 แผ่นมีรายละเอียดดังนี้

ต้นทุนเครื่อง 0.016 บาท/นาที

กระดาษพิมพ์เขียว A1 7 บาท/แผ่น

ความสิ้นเปลืองแอมโมเนียน้ำ 0.50 บาท/แผ่น

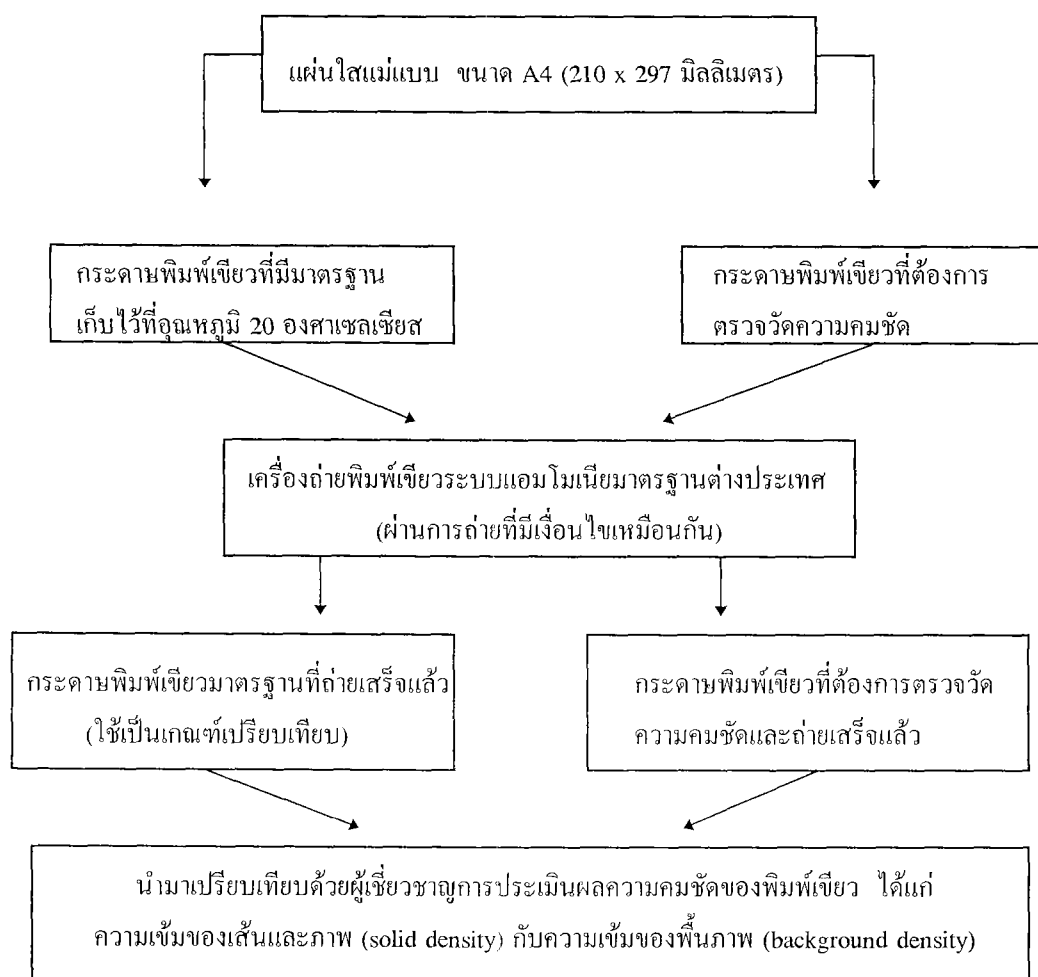
ค่าไฟฟ้า 0.0126 บาท/แผ่น

ราคาต่อแผ่น รวม 7.529 บาท

## 10. งานตรวจสอบคุณภาพความคมชัดของกระดาษพิมพ์เขียว

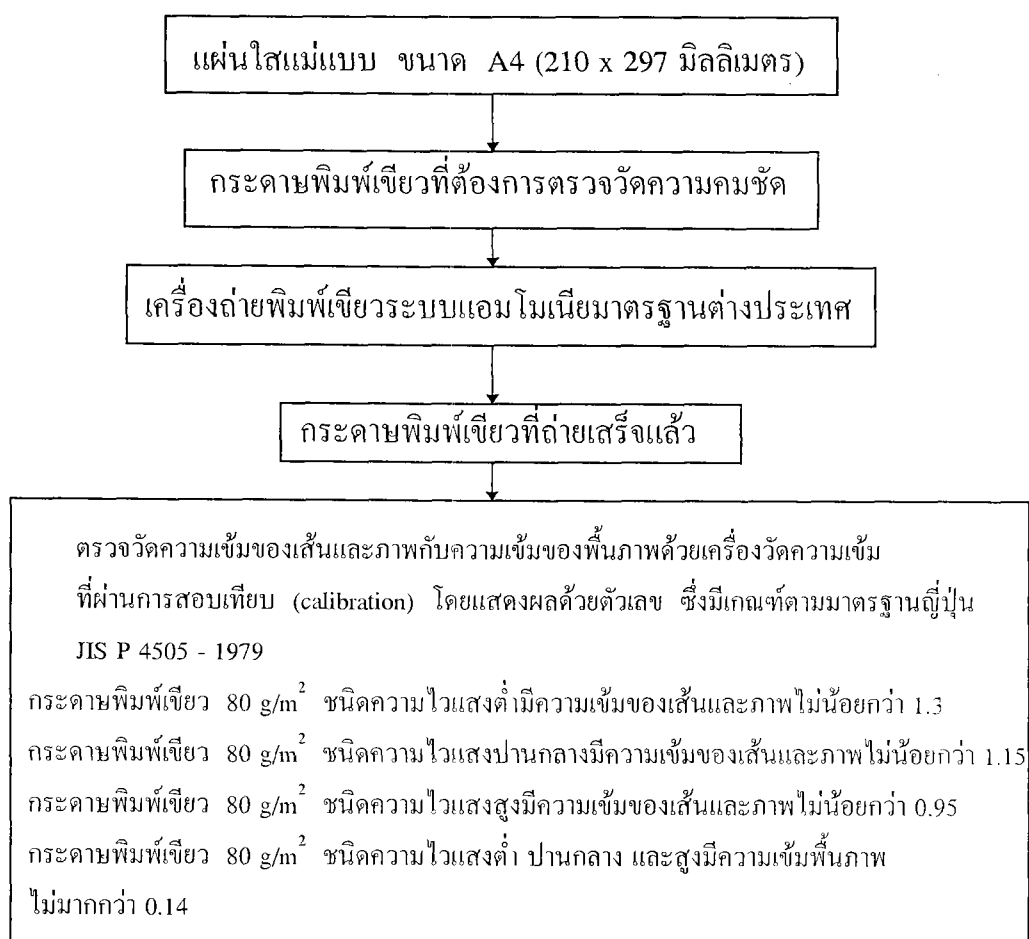
กระดาษพิมพ์เขียวที่ใช้กันทั่วไป ก่อนที่จะนำออกจำหน่ายต้องผ่านกระบวนการผลิตที่มีขั้นตอนการผลิตตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตแต่ละรายใช้เป็นเกณฑ์ในการผลิต ตั้งแต่ชนิดของกระดาษ ชนิดของสารเคมี การเคลือบสารเคมีไวแสง และงานตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ งานตรวจสอบคุณภาพความคมชัด นับว่าเป็นงานตรวจสอบคุณภาพที่สำคัญด้านหนึ่งของผู้ผลิตให้ความสำคัญมาก เพราะเป็นตัวชี้วัดความเชื่อถือของกระดาษพิมพ์เขียว งานตรวจสอบคุณภาพความคมชัดจึงได้รับการพัฒนาวิธีการตรวจสอบจากวิธีที่ใช้ผู้เชี่ยวชาญการตรวจวัดด้วยสายตา มาเป็นการนำเทคโนโลยีเครื่องมือวัดระบบดิจิทัลที่ทันสมัยที่เรียกว่า เครื่องมือวัดความเข้ม ใช้ตรวจสอบความคมชัด ทำให้ผลการตรวจสอบมีมาตรฐานสูง มีความแน่นอนและเป็นที่เชื่อถือได้ (เอ็น. เอส. เอฟ. กรุ๊ป จำกัด. 2541 : 1 - 2) ซึ่งจะนำมากล่าวถึง ดังภาพประกอบ 7 และ 8

### วิธีประเมินผลความคมชัดด้วยผู้เชี่ยวชาญ



ภาพประกอบ 7 การตรวจสอบคุณภาพความคมชัดของพิมพ์เขียวด้วยผู้เชี่ยวชาญ

## วิธีประเมินผลความคมชัดด้วยเครื่องมือวัดความเข้ม



ภาพประกอบ 8 การตรวจสอบคุณภาพความคมชัดของพิมพ์เขียวด้วยเครื่องมือวัด  
ความเข้ม

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบสร้างเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดในงานวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนดำเนินงาน 3 ขั้นตอนคือ

1. ศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ
  2. สร้างเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด
  3. ทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของสำเนาพิมพ์เขียวที่ได้จากการถ่ายด้วยเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้น
- ผู้วิจัยนำการออกแบบเครื่องจักรกลของ วสิทธิ์ อิงภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน (2535 : 14) มาเป็นแนวทางในการออกแบบวิจัย ดังภาพประกอบ 9 รายละเอียดในการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ

1. การออกแบบเบื้องต้นดังนี้
  - 1.1 ศึกษาคู่มือการทำงานและสอบถามความรู้จากผู้ใช้งานเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบต่าง ๆ
  - 1.2 ศึกษาและค้นคว้าหนังสือเอกสารเผยแพร่ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวและกระดาษพิมพ์เขียวระบบต่าง ๆ
  - 1.3 ศึกษาหลักการทำงานและองค์ประกอบสำคัญของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียโดยละเอียด
  - 1.4 ร่างแบบ ออกแบบ และเขียนแบบ เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ผู้วิจัยเขียนแบบ ภาพประกอบ แสดงส่วนต่าง ๆ เพื่อใช้ในการสร้าง มีแบบแยกชิ้น ชิ้นส่วนมาตรฐาน และแบบวงจรไฟฟ้า
  - 1.5 ส่งแบบให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุง

2. สร้างต้นแบบ (phototype) เครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามแบบที่เขียนขึ้นทีละส่วนตามแบบเบื้องต้นที่กำหนดไว้

3. นำเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ มีจุดบกพร่องที่ต้องแก้ไขดังนี้

3.1 ลดความสูงของส่วนฉายแสงลงจาก 1050 มิลลิเมตรเป็น 1000 มิลลิเมตร

3.2 ใส่ออกซิเจนในหมวนรอบตัว ความถี่ 75 มิลลิเมตร เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย

3.3 เพิ่มช่องภายในลิ้นชัก ขนาด 95 มิลลิเมตร 1 ช่อง เพื่อใส่หมวนกระดาษพิมพ์เขียว

3.4 ลดความสูงของส่วนสร้างภาพลงจาก 1,220 มิลลิเมตร เป็น 1,100 มิลลิเมตร

4. แก้ไขแบบให้ถูกต้องตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะ

## ขั้นที่ 2 สร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด

เสนอเป็นงานวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. วัสดุอุปกรณ์

#### 1.1 วัสดุอุปกรณ์สำเร็จรูปได้แก่

1.1.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ จำนวน 14 หลอด  
(เคยล์ไลท์ 7 หลอด, กูลไวท์ 7 หลอด)

1.1.2 บัลลาสต์ 36 วัตต์ จำนวน 7 ตัว

1.1.3 สตาร์ทเตอร์ จำนวน 7 อัน

1.1.4 ขั้วหลอดสปริง จำนวน 7 คู่

1.1.5 สวิทช์เปิดปิด จำนวน 1 ชุด

1.1.6 อุปกรณ์ควบคุมเวลาชนิดปรับได้ จำนวน 1 ตัว

1.1.7 กระดิ่งไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว

1.1.8 สายไฟขนาด 1.0 ตารางมิลลิเมตร ชนิดเส้นเดียว

จำนวน 25 เมตร

- 1.1.9 คลับฟิวส์ จำนวน 1 ชุด
- 1.1.10 กระจกเรียบใสขนาด 5 x 594 x 1,220 มิลลิเมตร
- จำนวน 1 แผ่น
- 1.1.11 ล้อยางขนาด 75 มิลลิเมตร จำนวน 4 ล้อ
- 1.1.12 บานพับขนาด 38 มิลลิเมตร จำนวน 2 อัน
- 1.1.13 บานพับขนาด 100 มิลลิเมตร จำนวน 3 อัน
- 1.1.14 มือจับลิ้นชัก จำนวน 3 อัน
- 1.1.15 รางลิ้นชักขนาดยาว 500 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชุด
- 1.1.16 ฟองน้ำขนาด 7 x 650 x 1,250 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 1.1.17 ภาชนะพลาสติก 1 ใบ
- 1.1.18 สีสเปรย์ จำนวน 8 กระป๋อง
- 1.1.19 สกรูเกลียว และตะปู
- 1.1.20 กาวลาเท็กซ์

## 1.2 อุปกรณ์ที่สร้างตามแบบ

- 2.1.1 กล่องฉายแสงทำด้วยไม้อัดขนาด 130 x 650 x 1,250 มิลลิเมตร
- 2.1.2 กล่องสร้างภาพทำด้วยไม้อัดขนาด 230 x 230 x 1,100 มิลลิเมตร
- 2.1.3 ลิ้นชักทำด้วยไม้อัดขนาด 110 x 590 x 1195 มิลลิเมตร
- 2.1.4 ฝาปิด - เปิดกล่องฉายแสงขนาด 15 x 665 x 1,250 มิลลิเมตร
- 2.1.5 โกรงเหล็กขนาด 500 x 650 x 1,250 มิลลิเมตร
- 2.1.6 แกนยึดค้ำยันทำด้วยเหล็ก
- 2.1.7 ค้ำยันทำด้วยเหล็ก

2. สร้างต้นแบบเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอนิเมเนียบแบบประหยัดที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 นำอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดติดตั้งเข้ากับกล่องฉายแสงและเดินสายไฟฟ้าตามแบบวงจรที่กำหนดไว้

2.2 นำกล่องฉายแสงที่ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้วประกอบเข้ากับ  
โครงเหล็ก

2.3 ติดตั้งลูกล่อเข้ากับขาโครงเหล็ก

2.4 นำลิ้นชักประกอบเข้ากับโครงเหล็ก

2.5 ทดลองการทำงานของระบบไฟฟ้า

2.6 ประกอบฝาปิดกล่องฉายแสง พร้อมส่วนประกอบกับกล่อง

ฉายแสง

2.7 นำกล่องสร้างภาพมาตรวจสอบความเรียบร้อยและเติมแอมโมเนียน้ำ  
ลงในภาชนะพลาสติกเพื่อทดลองใช้งาน

2.8 ทดลองใช้งานเครื่องถ่ายภาพเชื่อมระบบแอมโมเนียแบบประหยัด  
เพื่อเตรียมพร้อมในการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดต่อไป

### ขั้นที่ 3 ทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพเชื่อมระบบ

#### แอมโมเนียแบบประหยัด

ที่ผู้วิจัยสร้างตามแบบนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเรียบร้อยและ  
ทดลองใช้งาน เพื่อสร้างแบบฟอร์มควบคุมการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดมีขั้นตอน  
ดังนี้

1. สร้างแบบฟอร์มตารางบันทึกผลการทดสอบหาคุณภาพความคมชัด เพื่อ  
ตรวจสอบตัวแปรต้นที่มีองค์ประกอบสัมพันธ์กันทั้ง 4 ตัวแปรกับเครื่องถ่ายภาพเชื่อม  
ระบบแอมโมเนียแบบประหยัดด้วยเกณฑ์การวัดความคมชัด ซึ่งหมายถึงค่าความเข้ม  
ของเส้นและภาพกับค่าความเข้มของพื้นภาพด้วยเครื่องมือวัดความเข้ม ตามมาตรฐาน  
อุตสาหกรรมญี่ปุ่น เพื่อให้การทดสอบครอบคลุมตัวแปรทั้ง 4 ตัว และตัวแปรแต่ละตัว  
แบ่งออกได้ 3, 2, 4 และ 3 ระดับ การทดสอบแต่ละครั้งผู้วิจัยทำซ้ำอีก 1 ครั้ง และนำ  
เครื่องมือการออกแบบองค์ประกอบการทดลองมาใช้ควบคุมการทดสอบงานวิจัย โดยมี  
จำนวนชิ้นงานทดสอบทั้งสิ้นเท่ากับ  $(3 \times 2 \times 4 \times 3) \times 2 = 144$  แผ่น ซึ่งอธิบายได้ตาม  
ลำดับดังนี้

3 หมายถึง จำนวนชนิดของความไวแสง 3 ชนิด

2 หมายถึง จำนวนชนิดของความเข้มแสง 2 ชนิด

- |   |         |                      |               |
|---|---------|----------------------|---------------|
| 4 | หมายถึง | ระยะเวลาการฉายแสง    | 4 ระดับ       |
| 3 | หมายถึง | ระยะเวลาสร้างภาพ     | 3 ระดับ       |
| 2 | หมายถึง | การทำ 2 ครั้งในแต่ละ | ลำดับการทดสอบ |

จากจำนวนชิ้นงานทดสอบจำนวน 144 แผ่น แบ่งตามชนิดความไวแสงได้ 6 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มความไวแสงต่ำ ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์เคย์ไลท์  
12 ลำดับ 24 แผ่น

กลุ่มที่ 2 กลุ่มความไวแสงต่ำ ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์คูไลท์  
12 ลำดับ 24 แผ่น

กลุ่มที่ 3 กลุ่มความไวแสงปานกลาง ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์เคย์ไลท์ 12 ลำดับ 24 แผ่น

กลุ่มที่ 4 กลุ่มความไวแสงปานกลาง ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์คูไลท์ 12 ลำดับ 24 แผ่น

กลุ่มที่ 5 กลุ่มความไวแสงสูง ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์เคย์ไลท์ 12 ลำดับ 24 แผ่น

กลุ่มที่ 6 กลุ่มความไวแสงสูง ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์คูไลท์ 12 ลำดับ 24 แผ่น

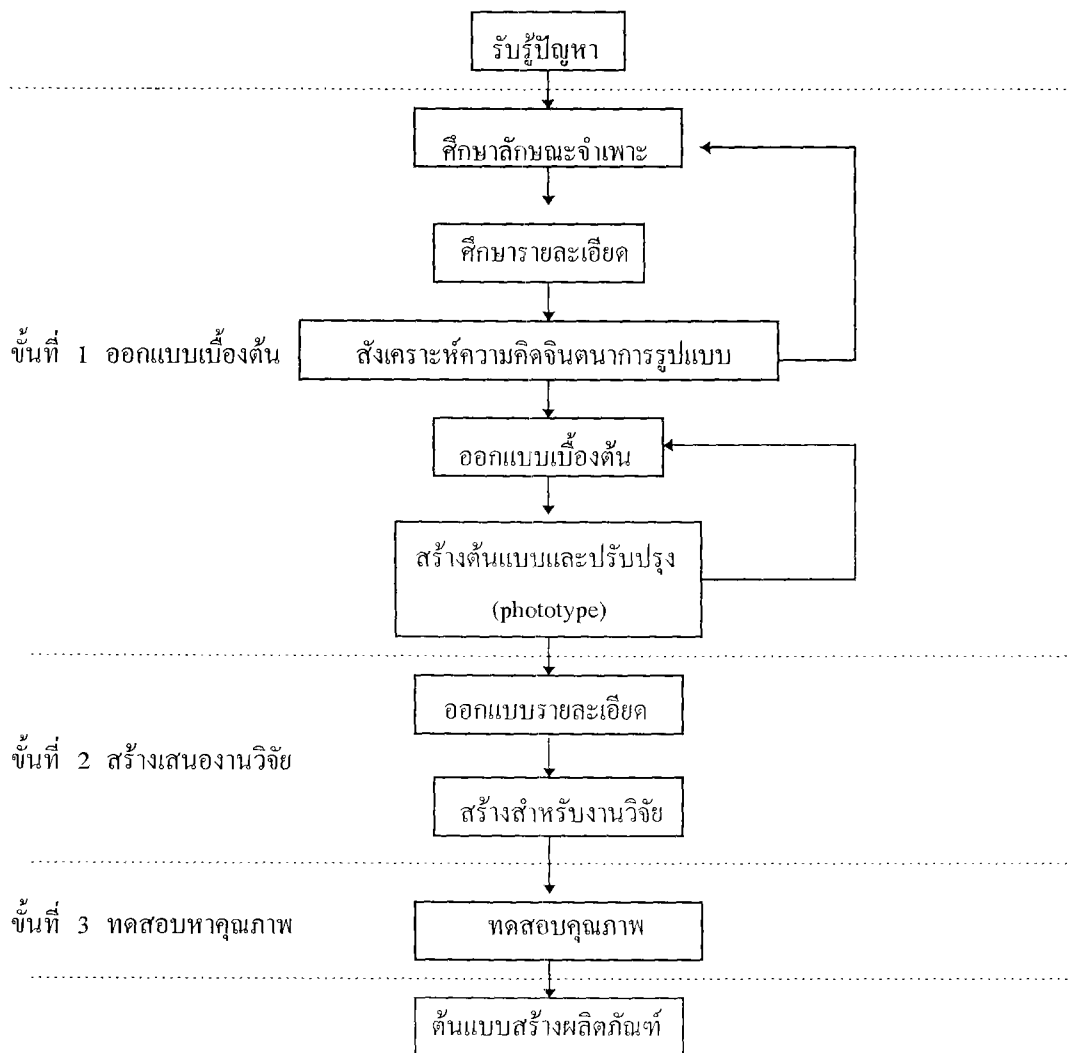
เพื่อให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้จัดทำแผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดขึ้นจำนวน 4 แผ่น (หน้า 70-73)

3. ผู้วิจัยนำมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JIS) มาใช้เป็นเกณฑ์การวัดคุณภาพความคมชัดดังนี้

3.1 กระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรมระบบแอนะล็อกชนิดความไวแสงต่ำ ความไวแสงปานกลาง และความไวแสงสูง ทั้ง 3 ชนิด มีค่าความเข้มของเส้นและภาพไม่น้อยกว่า 1.30, 1.15 และ 0.95 ตามลำดับ (Japanese Industrial Standard. 1979 : 2)

3.2 กระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรมระบบแอนะล็อกชนิดความไวแสงต่ำ ความไวแสงปานกลาง และความไวแสงสูง ทั้ง 3 ชนิด มีค่าความเข้มของพื้นภาพไม่มากกว่า 0.14 (Japanese Industrial Standard. 1979 : 2)

### ในการทำงานวิจัยมีขั้นตอนการทำงาน 3 ขั้นตอน



ภาพประกอบ 9 การสร้างเครื่องถ่ายภาพพิเศษระบบแอมโมเนียแบบประหยัด

#### สถานที่ออกแบบสร้าง ระยะเวลาสร้าง และการทดสอบ

1. การออกแบบสร้างและการทดสอบหาคุณภาพเครื่องถ่ายภาพพิเศษระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ผู้วิจัยออกแบบสร้างและทดสอบที่บ้านเลขที่ 579/68 หมู่ที่ 6 ถนนพหลโยธิน แขวงสายไหม เขตสายไหม กรุงเทพฯ
2. ระยะเวลาสร้างและทดสอบหาคุณภาพความคมชัด ผู้วิจัยดำเนินการตั้งแต่วันที่ เดือนตุลาคมถึงธันวาคม 2541

### การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. แจ้งความจำนงขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย นำไปขอความอนุเคราะห์ยัง บริษัท เอ็น. เอส. เอฟ. กรู๊ป จำกัด เพื่อใช้เครื่องมือวัดความเข้ม ตรวจสอบผลการทดสอบ
2. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบ
3. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบ ประหยัดที่สร้างขึ้น แบ่งออกได้ 2 ขั้นตอนดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** เป็นการทดสอบขั้นต้น ผู้วิจัยนำแบบต้นฉบับกระดาษ ขนาด A1 เขียนด้วยหมึกสีดำตามมาตรฐานงานเขียนแบบเครื่องกล (มอก. 2520 : 3) และมาตรฐานการเขียนแบบทางสถาปัตยกรรมและการก่อสร้าง (มอก. 2525 : 13) ให้ด้านที่ต้องการถ่ายภาพพิมพ์เขียววางแนบกับกระจกของส่วนฉายแสง ใช้เทปกาชชนิดใส ดัดยึดมุมทั้ง 4 ไว้ ต่อจากนั้นนำกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซขนาดเดียวกันให้ด้านที่เคลือบ สารไวแสงทาบกับต้นฉบับ ทั้งชนิดความไวแสงต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ จำนวน 2 ชุด ชุดละ 36 แผ่น รวม 72 แผ่น มาทดสอบ โดยเริ่มจากชุดที่ 1 ให้มีการ ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ ชนิดแสงเดย์ไลท์ และสร้างภาพ ด้วยไอแอมโมเนียที่ระเหยจากแอมโมเนีย น้ำชนิดความเข้มข้นร้อยละ 27 ซึ่งบรรจุอยู่ใน ภาชนะพลาสติกมีปริมาตรคำนวณได้เท่ากับ 600 มิลลิเมตร และภาชนะนี้ถูกวางไว้ใน ด้านล่างของส่วนสร้างภาพเพื่อให้ไอแอมโมเนียที่ระเหยเคลือบอยู่ภายในส่วนสร้างภาพ ในส่วนของชุดที่ 2 การทดสอบมีวิธีการเช่นเดียวกับชุดที่ 1 ต่างกันด้วยการเปลี่ยนหลอด ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ ชนิดแสงคูลไวท์

ในการทดสอบผู้วิจัยดำเนินการทดสอบโดยนำกระดาษพิมพ์เขียวในแต่ละชนิด ความไวแสงนำไปฉายแสงลำดับละ 1 แผ่น ด้วยเวลาตามที่กำหนดไว้ ต่อจากนั้นนำไป สร้างภาพด้วยไอแอมโมเนียด้วยเวลาตามที่กำหนดไว้เช่นกัน ในการทดสอบขั้นตอนที่ 1 นำพิมพ์เขียวที่ได้จากการถ่ายด้วยเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียมาเข้าจากต่าง ประเทศเปรียบเทียบ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่าเครื่องมีความสามารถถ่ายภาพพิมพ์เขียว ขนาด A1 ได้ และเป็นการยืนยันช่วงเวลาที่ใช้ในการฉายแสงและสร้างภาพ ตามที่กำหนดไว้

**ขั้นตอนที่ 2** เป็นการทดสอบจริง โดยนำเอาแบบมาตรฐานสำหรับทดสอบ ความคมชัด ซึ่งเป็นแบบแผ่นพลาสติกใสขนาด A4 มาใช้เป็นแบบต้นฉบับ เนื่องจาก

ไม่เสียรูปเมื่อส่วนฉายแสงมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ให้ด้านที่ต้องการถ่ายพิมพ์เขียววางแนบกับกระจกของส่วนฉายแสง ใช้เทปกาวใสติดยึดมุมทั้ง 4 ไว้ ต่อจากนั้นนำกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซ ขนาด A4 ทั้ง 3 ชนิดความไวแสงมาถ่ายสำเนาลำดับละ 1 แผ่น และทำซ้ำอีก 1 แผ่น ต่อจากนั้นนำไปสร้างภาพด้วยไอแอมโมเนียที่มีแอมโมเนีย น้ำปริมาณเท่ากับการทดสอบในขั้นตอนที่ 1 ตามลำดับที่กำหนดไว้ในตาราง บันทึกผลการทดสอบจากการสุ่มทั้ง 6 กลุ่ม กลุ่มละ 24 แผ่น รวม 6 กลุ่ม เท่ากับ 144 แผ่น ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้แอมโมเนีย น้ำ 600 มิลลิลิตรต่อ 48 แผ่น และเปลี่ยนชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามแผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบที่กำหนดไว้

4. รวบรวมชิ้นงานทดสอบในแต่ละกลุ่มชนิดความไวแสง จำนวน 6 กลุ่ม
5. นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบแล้วส่งไปตรวจสอบด้วยเครื่องวัดความเข้มยังบริษัทที่ขอความอนุเคราะห์ไว้ (หน้า 96)
6. นำผลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความเข้มบันทึกลงในตารางบันทึกผลการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดที่เตรียมไว้ทั้ง 6 กลุ่ม เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละชนิดความไวแสงทุกลำดับการทดสอบมาเรียงลำดับลงในตารางทั้ง 6 กลุ่ม ดังนี้

1. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงต่ำ ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์เดย์ไลท์
2. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงต่ำ ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์คูสไวท์
3. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงปานกลาง ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์เดย์ไลท์
4. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงปานกลาง ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์คูสไวท์
5. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงสูง ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์เดย์ไลท์

6. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงสูง ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์  
 คูลไวท์

#### การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจัดกระทำดังนี้

เสนอเป็นข้อความบรรยายเกี่ยวกับคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียว  
 ระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ประกอบด้วยตารางแสดงค่าความเข้มการทดสอบหา  
 คุณภาพความคมชัด 6 กลุ่มดังนี้

1. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงต่ำ ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์  
 เดย์ไลท์

2. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงต่ำ ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์  
 คูลไวท์

3. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงปานกลาง ที่ฉายแสงด้วยหลอด  
 ฟลูออเรสเซนต์เดย์ไลท์

4. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงปานกลาง ที่ฉายแสงด้วยหลอด  
 ฟลูออเรสเซนต์คูลไวท์

5. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงสูง ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์  
 เดย์ไลท์

6. กระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงสูง ที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์  
 คูลไวท์

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสร้างและทดสอบคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดตามกระบวนการที่ได้กำหนดไว้แล้ว ดังนี้

1. การออกแบบและสร้างเป็นไปตามแบบที่กำหนดไว้
2. การทดสอบคุณภาพความคมชัดของเครื่องด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซชนิดความไวแสงต่ำ ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงเคย์ไลท์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 7 หลอด ได้ความคมชัดจากการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความเข้ม ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงค่าความเข้มที่ได้จากผลการทดสอบเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซไวแสงต่ำ โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงเคย์ไลท์ฉายแสงกับการสร้างภาพด้วยไอของแอมโมเนีย

| ลำดับที่ | เวลาฉายแสงและ<br>เวลาสร้างภาพ<br>(วินาที) | ความเข้มของเส้นและภาพ        |                            |           | ความเข้มของพื้นภาพ          |                            |           |
|----------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|-----------|
|          |                                           | เกณฑ์มาตรฐานไม่น้อยกว่า 1.30 |                            |           | เกณฑ์มาตรฐานไม่มากกว่า 0.14 |                            |           |
|          |                                           | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 1   | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 1  | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย |
| T1       | 120, 5                                    | 1.56                         | 1.65                       | 1.605     | 0.16                        | 0.16                       | 0.16      |
| T2       | 120, 10                                   | 1.60                         | 1.76                       | 1.68      | 0.16                        | 0.16                       | 0.16      |
| T3       | 120, 15                                   | 1.80                         | 1.60                       | 1.70      | 0.17                        | 0.18                       | 0.175     |
| T4       | 130, 5                                    | 1.64                         | 1.66                       | 1.65      | 0.14                        | 0.14                       | 0.14 (1)  |
| T5       | 130, 10                                   | 1.60                         | 1.60                       | 1.60      | 0.14                        | 0.14                       | 0.14 (2)  |
| T6       | 130, 15                                   | 1.57                         | 1.66                       | 1.615     | 0.13                        | 0.15                       | 0.14 (3)  |
| T7       | 140, 5                                    | 1.76                         | 1.79                       | 1.775     | 0.15                        | 0.16                       | 0.155     |
| T8       | 140, 10                                   | 1.60                         | 1.85                       | 1.725     | 0.15                        | 0.17                       | 0.16      |
| T9       | 140, 15                                   | 1.74                         | 1.80                       | 1.77      | 0.15                        | 0.16                       | 0.155     |
| T10      | 150, 5                                    | 1.37                         | 1.86                       | 1.615     | 0.15                        | 0.17                       | 0.16      |
| T11      | 150, 10                                   | 1.72                         | 1.93                       | 1.825     | 0.15                        | 0.16                       | 0.155     |
| T12      | 150, 15                                   | 1.83                         | 1.84                       | 1.835     | 0.16                        | 0.16                       | 0.16      |

จากตาราง 3 แสดงค่าความคมชัดประกอบด้วย ค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพ โดยมีลำดับที่มีองค์ประกอบทดสอบสามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้น พบว่า ความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพมีค่าตัวเลขผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่มากกว่า 1.30 คือทุกลำดับของการทดสอบ โดยลำดับที่ T12 มีค่าตัวเลข 1.835 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุด และในส่วนของความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 0.14 นั้น มีลำดับที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 3 ลำดับของการทดสอบคือลำดับที่ T4, T5 และ T6 ซึ่งลำดับที่ T4, T5 และ T6 มีค่าตัวเลข 0.14 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุด กล่าวโดยสรุปได้ว่า “การใช้กระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรมความไวแสงต่ำ ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงแคบๆ ขนาด 36 วัตต์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานความคมชัดทั้งความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่นคือ ลำดับการทดสอบที่ T4, T5 และ T6 ซึ่งมีองค์ประกอบของระยะเวลาฉายแสงกับเวลาสร้างภาพดังนี้”

ลำดับที่ T4 ใช้เวลาฉายแสง 130 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 5 วินาที

ลำดับที่ T5 ใช้เวลาฉายแสง 130 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 10 วินาที

ลำดับที่ T6 ใช้เวลาฉายแสง 130 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 15 วินาที

สำเนาพิมพ์เขียวที่ได้จากการทดสอบในลำดับที่ T4 ประกอบด้วยค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพคือ 1.65 กับค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพคือ 0.14 เป็นสำเนาพิมพ์เขียวที่มีความคมชัดดีที่สุด ส่วนสำเนาพิมพ์เขียวในลำดับอื่นที่มีความเข้มของเส้นและภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานความคมชัด และเมื่อพิจารณาค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพต่างก็พบว่า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ลำดับการทดสอบดังกล่าวจึงไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น

3. การทดสอบคุณภาพความคมชัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวชนิดความไวแสงต่ำ ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงกะพริบ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 7 หลอด ได้ความคมชัดจากการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความเข้ม ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงค่าความเข้มที่ได้จากผลการทดสอบเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซไวแสงต่ำ โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงอุลไวท์ฉายแสงกับการสร้างภาพด้วยไอของแอมโมเนีย

| ลำดับที่ | เวลาฉายแสงและ<br>เวลาสร้างภาพ<br>(วินาที) | ความเข้มของเส้นและภาพ        |              |              | ความเข้มของพื้นภาพ          |              |               |
|----------|-------------------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|---------------|
|          |                                           | เกณฑ์มาตรฐานไม่น้อยกว่า 1.30 |              |              | เกณฑ์มาตรฐานไม่มากกว่า 0.14 |              |               |
|          |                                           | ค่าที่วัดได้                 | ค่าที่วัดได้ | ค่าเฉลี่ย    | ค่าที่วัดได้                | ค่าที่วัดได้ | ค่าเฉลี่ย     |
|          |                                           | ครั้งที่ 1                   | ครั้งที่ 2   |              | ครั้งที่ 1                  | ครั้งที่ 2   |               |
| T1       | 120, 5                                    | 1.46                         | 1.61         | <b>1.535</b> | 0.36                        | 0.28         | 0.32          |
| T2       | 120, 10                                   | 1.67                         | 1.68         | <b>1.675</b> | 0.30                        | 0.34         | 0.32          |
| T3       | 120, 15                                   | 1.74                         | 1.55         | <b>1.645</b> | 0.35                        | 0.36         | 0.355         |
| T4       | 130, 5                                    | 1.67                         | 1.37         | <b>1.52</b>  | 0.22                        | 0.33         | 0.275         |
| T5       | 130, 10                                   | 1.85                         | 1.71         | <b>1.78</b>  | 0.24                        | 0.26         | 0.25          |
| T6       | 130, 15                                   | 1.73                         | 1.64         | <b>1.685</b> | 0.29                        | 0.34         | 0.315         |
| T7       | 140, 5                                    | 1.36                         | 1.43         | <b>1.395</b> | 0.22                        | 0.18         | 0.20          |
| T8       | 140, 10                                   | 1.54                         | 1.64         | <b>1.59</b>  | 0.19                        | 0.18         | <b>0.185*</b> |
| T9       | 140, 15                                   | 1.74                         | 1.61         | <b>1.675</b> | 0.20                        | 0.22         | 0.21          |
| T10      | 150, 5                                    | 1.19                         | 1.72         | <b>1.455</b> | 0.19                        | 0.21         | 0.20          |
| T11      | 150, 10                                   | 1.69                         | 1.71         | <b>1.7</b>   | 0.18                        | 0.22         | 0.20          |
| T12      | 150, 15                                   | 1.56                         | 1.55         | <b>1.555</b> | 0.20                        | 0.33         | 0.265         |

จากตาราง 4 แสดงค่าความคมชัดประกอบด้วย ค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพ และลำดับที่มีองค์ประกอบทดสอบ สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้น พบว่า ความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพมีค่าตัวเลขผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 1.30 คือทุกลำดับของการทดสอบ โดยลำดับที่ T5 มีค่าตัวเลข 1.78 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุด และในส่วนของความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพไม่มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือไม่มากกว่า 0.14 แต่มีค่าตัวเลขที่ดีที่สุดอยู่ 5 ลำดับคือ ลำดับที่ T7, T8, T9 T10 และ T11 ซึ่งลำดับที่ T8 มีค่าตัวเลข 0.185 เป็นค่า ความเข้มที่ดีที่สุด กล่าวโดยสรุปได้ว่า “การใช้กระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซชนิดความไวแสงต่ำ ฉายแสงด้วยหลอด

ฟลูออเรสเซนซ์ชนิดแสงอุลไวท์ ขนาด 36 วัตต์ ใช้เวลา ฉายแสง 120 ถึง 150 วินาที และใช้เวลาสร้างภาพด้วยไอระเหยของแอมโมเนีย น้ำ 5 ถึง 15 วินาที เป็นองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน ทำให้สำเนาพิมพ์เขียวที่ได้มีความคมชัดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของอุตสาหกรรมญี่ปุ่น”

4. การทดสอบคุณภาพความคมชัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซชนิดความไวแสงปานกลาง ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนซ์ชนิดแสงเคย์ไลท์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 7 หลอด ได้ความคมชัดจากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดความเข้ม ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงค่าความเข้มที่ได้จากผลการทดสอบเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซไวแสงปานกลาง โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนซ์ชนิดแสงเคย์ไลท์ ฉายแสงกับการสร้างภาพด้วยไอของแอมโมเนีย น้ำ

| ลำดับที่ | เวลาฉายแสงและ<br>เวลาสร้างภาพ<br>(วินาที) | ความเข้มของเส้นและภาพ        |                            |              | ความเข้มของพื้นภาพ          |                            |                  |
|----------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|
|          |                                           | เกณฑ์มาตรฐานไม่น้อยกว่า 1.15 |                            |              | เกณฑ์มาตรฐานไม่มากกว่า 0.14 |                            |                  |
|          |                                           | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 1   | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย    | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 1  | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย        |
| T1       | 30, 5                                     | 1.31                         | 1.29                       | <b>1.30</b>  | 0.22                        | 0.27                       | 0.245            |
| T2       | 30, 10                                    | 1.45                         | 1.44                       | <b>1.445</b> | 0.18                        | 0.19                       | 0.185            |
| T3       | 30, 15                                    | 1.42                         | 1.40                       | <b>1.41</b>  | 0.19                        | 0.16                       | 0.175            |
| T4       | 40, 5                                     | 1.31                         | 1.13                       | <b>1.22</b>  | 0.14                        | 0.14                       | <b>0.14 (5)</b>  |
| T5       | 40, 10                                    | 1.45                         | 1.45                       | <b>1.45</b>  | 0.15                        | 0.15                       | 0.15             |
| T6       | 40, 15                                    | 1.46                         | 1.43                       | <b>1.445</b> | 0.16                        | .015                       | 0.155            |
| T7       | 50, 5                                     | 1.28                         | 1.24                       | <b>1.26</b>  | .014                        | 0.14                       | <b>0.14 (4)</b>  |
| T8       | 50, 10                                    | 1.43                         | 1.43                       | <b>1.43</b>  | 0.15                        | 0.14                       | 0.145            |
| T9       | 50, 15                                    | 1.45                         | 1.48                       | <b>1.465</b> | 0.14                        | 0.15                       | 0.145            |
| T10      | 60, 5                                     | 1.29                         | 1.46                       | <b>1.375</b> | 0.13                        | 0.14                       | <b>0.135 (3)</b> |
| T11      | 60, 10                                    | 1.38                         | 1.38                       | <b>1.38</b>  | 0.13                        | 0.13                       | <b>0.13 (2)</b>  |
| T12      | 60, 15                                    | 1.56                         | 1.43                       | <b>1.495</b> | 0.13                        | 0.12                       | <b>0.125 (1)</b> |

จากตาราง 5 แสดงค่าความคมชัดประกอบด้วย ค่าตัวเลขความเข้มของเส้น และภาพกับความเข้มของพื้นภาพ และลำดับที่มีองค์ประกอบทดสอบ สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัที่สร้างขึ้น พบว่า ความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพมีค่าตัวเลขผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 1.15 คือทุกลำดับของการทดสอบ โดยลำดับที่ T12 มีค่าตัวเลข 1.495 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุด และในส่วนของความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่มากกว่า 0.14 นั้น มีลำดับที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 5 ลำดับของการทดสอบคือ ลำดับที่ T4, T7, T10, T11 และ T12 ซึ่งลำดับที่ T12 มีค่าตัวเลข 0.125 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุด กล่าวโดยสรุปได้ว่า “การใช้กระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซชนิดความไวแสงปานกลางฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงยูวีไลท์ ขนาด 36 วัตต์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานความคมชัดทั้งความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่นคือ ลำดับการทดสอบที่ T4, T7, T10, T11 และ T12 ซึ่งมีองค์ประกอบของระยะเวลาฉายแสงกับเวลาสร้างภาพดังนี้”

ลำดับที่ T4 ใช้เวลาฉายแสง 40 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 5 วินาที

ลำดับที่ T7 ใช้เวลาฉายแสง 50 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 5 วินาที

ลำดับที่ T10 ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 5 วินาที

ลำดับที่ T11 ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 10 วินาที

ลำดับที่ T12 ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 15 วินาที

สำเนาพิมพ์เขียวที่ได้จากการทดสอบในลำดับที่ T12 ประกอบด้วยค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพคือ 1.495 กับค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพคือ 0.14 เป็นสำเนาพิมพ์เขียวที่มีความคมชัดดีที่สุด ส่วนสำเนาพิมพ์เขียวในลำดับอื่นที่มีความเข้มของเส้นและภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานความคมชัด และเมื่อพิจารณาค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพต่างก็พบว่า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ลำดับการทดสอบดังกล่าวจึงไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น

5. การทดสอบคุณภาพความคมชัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซชนิดความไวแสงปานกลางฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงยูวีไลท์ขนาด 36 วัตต์จำนวน 7 หลอดได้ความคมชัดจากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดความเข้ม ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงค่าความเข้มที่ได้จากผลการทดสอบเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนีย  
แบบประหยัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซไวแสงปานกลาง โดยใช้หลอด  
ฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงอุลไวท์ฉายแสงกับการสร้างภาพด้วยไอของแอมโมเนีย

| ลำดับที่ | เวลาฉายแสงและ<br>เวลาสร้างภาพ<br>(วินาที) | ความเข้มของเส้นและภาพ        |                            |              | ความเข้มของพื้นภาพ          |                            |                  |
|----------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|
|          |                                           | เกณฑ์มาตรฐานไม่น้อยกว่า 1.15 |                            |              | เกณฑ์มาตรฐานไม่มากกว่า 0.14 |                            |                  |
|          |                                           | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 1   | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย    | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 1  | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย        |
| T1       | 30, 5                                     | 1.27                         | 1.30                       | <b>1.372</b> | 0.35                        | 0.35                       | 0.35             |
| T2       | 30, 10                                    | 1.55                         | 1.59                       | <b>1.57</b>  | 0.77                        | 0.61                       | 0.69             |
| T3       | 30, 15                                    | 1.54                         | 1.46                       | <b>1.500</b> | 0.49                        | 0.44                       | 0.465            |
| T4       | 40, 5                                     | 1.30                         | 1.41                       | <b>1.355</b> | 0.23                        | 0.21                       | 0.22             |
| T5       | 40, 10                                    | 1.51                         | 1.41                       | <b>1.460</b> | 0.22                        | 0.21                       | 0.215            |
| T6       | 40, 15                                    | 1.50                         | 1.57                       | <b>1.535</b> | 0.23                        | 0.19                       | 0.21             |
| T7       | 50, 5                                     | 1.32                         | 1.36                       | <b>1.340</b> | 0.15                        | 0.15                       | 0.15             |
| T8       | 50, 10                                    | 1.52                         | 1.45                       | <b>1.485</b> | 0.14                        | 0.15                       | 0.145            |
| T9       | 50, 15                                    | 1.51                         | 1.53                       | <b>1.520</b> | 0.16                        | 0.16                       | 0.16             |
| T10      | 60, 5                                     | 1.21                         | 1.14                       | <b>1.175</b> | 0.13                        | 0.13                       | <b>0.13 (3)</b>  |
| T11      | 60, 10                                    | 1.29                         | 1.25                       | <b>1.270</b> | 0.13                        | 0.13                       | <b>0.13 (2)</b>  |
| T12      | 60, 15                                    | 1.39                         | 1.39                       | <b>1.390</b> | 0.13                        | 0.12                       | <b>0.125 (1)</b> |

จากตาราง 6 แสดงค่าความคมชัดประกอบด้วย ค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพ และลำดับที่มีองค์ประกอบทดสอบ สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้น พบว่า ความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพมีค่าตัวเลขผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 1.15 คือทุกลำดับของการทดสอบ โดยลำดับที่ T12 มีค่าตัวเลข 1.39 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุด และในส่วนของความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่มากกว่า 0.14 นั้น มีลำดับที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 3 ลำดับของการทดสอบคือ ลำดับที่ T10, T11 และ T12 ซึ่งลำดับที่ T12 มีค่าตัวเลข 0.125 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุด กล่าวโดยสรุปได้ว่า “การใช้กระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซชนิดความไวแสงปานกลาง

ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงอุลไวท์ ขนาด 36 วัตต์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานความคมชัดทั้งความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่นคือ ลำดับการทดสอบที่ T10, T11 และ T12 ซึ่งมีองค์ประกอบของระยะเวลาฉายแสงกับเวลาสร้างภาพดังนี้”

ลำดับที่ T10 ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 5 วินาที

ลำดับที่ T11 ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 10 วินาที

ลำดับที่ T12 ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 15 วินาที

สำเนาพิมพ์เขียวที่ได้จากการทดสอบในลำดับที่ T12 ประกอบด้วยค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพคือ 1.39 กับค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพคือ 0.125 เป็นสำเนาพิมพ์เขียวที่มีความคมชัดดีที่สุด ส่วนสำเนาพิมพ์เขียวในลำดับอื่นที่มีความเข้มของเส้นและภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานความคมชัด และเมื่อพิจารณาค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพต่างก็พบว่า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ลำดับการทดสอบดังกล่าวจึงไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น

6. การทดสอบคุณภาพความคมชัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซชนิดความไวแสงสูง ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงยูไวท์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 7 หลอด ได้ความคมชัดจากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดความเข้ม ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงค่าความเข้มที่ได้จากผลการทดสอบเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซไวแสงสูง โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงยูวีไลท์ฉายแสงกับการสร้างภาพด้วยไอของแอมโมเนีย

| ลำดับที่ | เวลาฉายแสงและ<br>เวลาสร้างภาพ<br>(วินาที) | ความเข้มของเส้นและภาพ        |                            |              | ความเข้มของพื้นภาพ          |                            |                   |
|----------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------|
|          |                                           | เกณฑ์มาตรฐานไม่น้อยกว่า 0.95 |                            |              | เกณฑ์มาตรฐานไม่มากกว่า 0.14 |                            |                   |
|          |                                           | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 1   | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย    | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 1  | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย         |
| T1       | 30, 5                                     | 1.04                         | 0.95                       | <b>0.995</b> | 0.15                        | 0.11                       | <b>0.13 (11)</b>  |
| T2       | 30, 10                                    | 1.15                         | 1.11                       | <b>1.13</b>  | 0.11                        | 0.11                       | <b>0.11 (6)</b>   |
| T3       | 30, 15                                    | 1.11                         | 1.23                       | <b>1.17</b>  | 0.11                        | 0.11                       | <b>0.11 (4)</b>   |
| T4       | 40, 5                                     | 1.12                         | 1.00                       | <b>1.06</b>  | 0.09                        | 0.09                       | <b>0.09 (8)</b>   |
| T5       | 40, 10                                    | 1.15                         | 1.23                       | <b>1.19</b>  | 0.10                        | 0.11                       | <b>0.105 (3)</b>  |
| T6       | 40, 15                                    | 1.20                         | 1.20                       | <b>1.20</b>  | 0.10                        | 0.10                       | <b>0.10 (2)</b>   |
| T7       | 50, 5                                     | 1.08                         | 1.03                       | <b>1.055</b> | 0.09                        | 0.09                       | <b>0.09 (9)</b>   |
| T8       | 50, 10                                    | 1.17                         | 1.16                       | <b>1.165</b> | 0.09                        | 0.10                       | <b>0.095 (5)</b>  |
| T9       | 50, 15                                    | 1.24                         | 1.17                       | <b>1.205</b> | 0.11                        | 0.10                       | <b>0.105 (1)</b>  |
| T10      | 60, 5                                     | 1.04                         | 1.04                       | <b>1.04</b>  | 0.09                        | 0.10                       | <b>0.095 (10)</b> |
| T11      | 60, 10                                    | 1.13                         | 1.13                       | <b>1.13</b>  | 0.11                        | 0.11                       | <b>0.11 (6)</b>   |
| T12      | 60, 15                                    | 1.18                         | 1.08                       | <b>1.13</b>  | 0.12                        | 0.11                       | <b>0.115 (7)</b>  |

จากตาราง 7 แสดงค่าความคมชัดประกอบด้วย ค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพ และลำดับที่มีองค์ประกอบทดสอบ สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้น พบว่า ความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพมีค่าตัวเลขผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 0.95 คือทุกลำดับของการทดสอบ โดยลำดับที่ T9 มีค่าตัวเลข 1.205 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุด และในส่วนของความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ ไม่มากกว่า 0.14 นั้น มีลำดับที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกลำดับของการทดสอบ ซึ่งลำดับที่ T4 และ T7 มีค่าตัวเลข 0.09 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุด กล่าวโดยสรุปได้ว่า “การใช้กระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซชนิดความไวแสงสูงฉายแสงด้วย

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงเคย์ไลท์ ขนาด 36 วัตต์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานความคมชัด ทั้งความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม ญี่ปุ่นทั้งหมด 12 ลำดับ ซึ่งมีองค์ประกอบของระยะเวลาฉายแสงกับเวลาสร้างภาพดังนี้”

|              |                         |                           |
|--------------|-------------------------|---------------------------|
| ลำดับที่ T1  | ใช้เวลาฉายแสง 30 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 5 วินาที  |
| ลำดับที่ T2  | ใช้เวลาฉายแสง 30 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 10 วินาที |
| ลำดับที่ T3  | ใช้เวลาฉายแสง 30 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 15 วินาที |
| ลำดับที่ T4  | ใช้เวลาฉายแสง 40 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 5 วินาที  |
| ลำดับที่ T5  | ใช้เวลาฉายแสง 40 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 10 วินาที |
| ลำดับที่ T6  | ใช้เวลาฉายแสง 40 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 15 วินาที |
| ลำดับที่ T7  | ใช้เวลาฉายแสง 50 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 5 วินาที  |
| ลำดับที่ T8  | ใช้เวลาฉายแสง 50 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 10 วินาที |
| ลำดับที่ T9  | ใช้เวลาฉายแสง 50 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 15 วินาที |
| ลำดับที่ T10 | ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 5 วินาที  |
| ลำดับที่ T11 | ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 10 วินาที |
| ลำดับที่ T12 | ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที | ใช้เวลาสร้างภาพ 15 วินาที |

สำหรับพิมพ์เขียวที่ได้จากการทดสอบในลำดับที่ T6 ประกอบด้วยค่าตัวเลข ความเข้มของเส้นและภาพคือ 1.20 กับค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพคือ 0.10 เป็น สำเนาพิมพ์เขียวที่มีความคมชัดดีที่สุด

7. การทดสอบคุณภาพความคมชัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซ ชนิดความไวแสงสูงฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงยูไวท์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 7 หลอด ได้ความคมชัดจากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดความเข้ม ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงค่าความเข้มที่ได้จากการทดสอบเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดด้วยกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซไวแสงสูง โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงอุลตราไวโอเล็ตฉายแสงกับการสร้างภาพด้วยไอของแอมโมเนีย

| ลำดับที่ | เวลาฉายแสงและ<br>เวลาสร้างภาพ<br>(วินาที) | ความเข้มของเส้นและภาพ        |                            |              | ความเข้มของพื้นภาพ          |                            |                  |
|----------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|
|          |                                           | เกณฑ์มาตรฐานไม่น้อยกว่า 0.95 |                            |              | เกณฑ์มาตรฐานไม่มากกว่า 0.14 |                            |                  |
|          |                                           | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 1   | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย    | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 1  | ค่าที่วัดได้<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย        |
| T1       | 30, 5                                     | 0.89                         | 0.97                       | 0.93         | 0.16                        | 0.16                       | 0.16             |
| T2       | 30, 10                                    | 1.14                         | 1.12                       | <b>1.13</b>  | 0.19                        | 0.18                       | 0.185            |
| T3       | 30, 15                                    | 0.12                         | 1.10                       | <b>1.11</b>  | 0.18                        | 0.16                       | 0.17             |
| T4       | 40, 5                                     | 0.95                         | 0.98                       | <b>0.965</b> | 0.13                        | 0.13                       | <b>0.13 (6)</b>  |
| T5       | 40, 10                                    | 1.15                         | 1.07                       | <b>1.11</b>  | 0.13                        | 0.14                       | <b>0.135 (2)</b> |
| T6       | 40, 15                                    | 1.10                         | 1.17                       | <b>1.135</b> | 0.13                        | 0.13                       | <b>0.13 (1)</b>  |
| T7       | 50, 5                                     | 0.95                         | 0.86                       | 0.905        | 0.13                        | 0.15                       | <b>0.14</b>      |
| T8       | 50, 10                                    | 1.00                         | 1.00                       | <b>1.00</b>  | 0.12                        | 0.12                       | <b>0.12</b>      |
| T9       | 50, 15                                    | 1.09                         | 1.05                       | <b>1.07</b>  | 0.13                        | 0.12                       | <b>0.125 (5)</b> |
| T10      | 60, 5                                     | 0.80                         | 0.60                       | 0.70         | 0.11                        | 0.11                       | <b>0.11 (4)</b>  |
| T11      | 60, 10                                    | 1.00                         | 0.89                       | 0.945        | 0.11                        | 0.11                       | <b>0.11</b>      |
| T12      | 60, 15                                    | 1.08                         | 1.08                       | <b>1.08</b>  | 0.12                        | 0.15                       | <b>0.135 (3)</b> |

จากตาราง 8 แสดงค่าความคมชัดประกอบด้วย ค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพ และลำดับที่มืองค์ประกอบการทดสอบ สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้น พบว่า ความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของเส้นและภาพมีค่าตัวเลขผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 0.95 คือลำดับที่ T2, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T11, และ T12 โดยลำดับที่ T6 มีค่าตัวเลข 1.135 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุดของการทดสอบ และในส่วนของความคมชัดที่แสดงด้วยค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ ไม่มากกว่า 0.14 นั้นมีลำดับที่ผ่านเกณฑ์คือ ลำดับที่ T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 และ T12 ซึ่งลำดับที่ T11 และ T12 มีค่าตัวเลข 0.11 เป็นค่าความเข้มที่ดีที่สุด กล่าวโดยสรุปได้ว่า

“การใช้กระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรมความไวแสงสูงฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดแสงคูไวท์ ขนาด 36 วัตต์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานความคมชัดทั้งความเข้มของเส้น และภาพกับความเข้มของพื้นภาพตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่นคือ ลำดับการทดสอบที่ T4, T5, T6, T8, T9 และ T12 ซึ่งมีองค์ประกอบของระยะเวลาฉายแสง กับเวลาสร้างภาพดังนี้”

ลำดับที่ T4 ใช้เวลาฉายแสง 40 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 5 วินาที

ลำดับที่ T5 ใช้เวลาฉายแสง 40 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 10 วินาที

ลำดับที่ T6 ใช้เวลาฉายแสง 40 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 15 วินาที

ลำดับที่ T8 ใช้เวลาฉายแสง 50 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 10 วินาที

ลำดับที่ T9 ใช้เวลาฉายแสง 50 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 15 วินาที

ลำดับที่ T12 ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 15 วินาที

สำเนาพิมพ์เขียวที่ได้จากการทดสอบในลำดับที่ T6 ประกอบด้วยค่าตัวเลข ความเข้มของเส้นและภาพคือ 1.135 กับค่าตัวเลขความเข้มของพื้นภาพคือ 0.13 เป็น สำเนาพิมพ์เขียวที่มีความคมชัดดีที่สุด ส่วนสำเนาพิมพ์เขียวในลำดับอื่นที่มีความเข้มของ เส้นและภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานความคมชัด และเมื่อพิจารณาค่าตัวเลขความเข้มของ พื้นภาพต่างก็พบว่า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ลำดับการทดสอบดังกล่าวจึงไม่ผ่านเกณฑ์ มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น

จากผลการทดสอบความคมชัดของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบ ประหยัดที่นำมาวิเคราะห์ตามที่กล่าวมาแล้วนั้น เพื่อให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้นำ มาสรุปไว้ดังตาราง 9

ตาราง 9 สรุปผลการทดสอบคุณภาพความคมชัดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม  
ญี่ปุ่นของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด

| ชนิดแสง  | ความไวแสง            | ลำดับการทดสอบ |              | ความเข้มของเส้นและภาพ<br>ไม่น้อยกว่า |       |       | ความเข้มของ<br>พื้นภาพไม่มากกว่า<br>0.14 | อันดับความ<br>คมชัด |
|----------|----------------------|---------------|--------------|--------------------------------------|-------|-------|------------------------------------------|---------------------|
|          |                      | เวลาฉายแสง    | เวลาสร้างภาพ | 1.3                                  | 1.15  | 0.95  |                                          |                     |
| เดย์ไลท์ | ต่ำ<br>(ตาราง 3)     | T4            | 130, 5       | 1.65                                 |       |       | 0.14                                     | 1                   |
|          |                      | T5            | 130, 10      | 1.60                                 |       |       | 0.14                                     | 3                   |
|          |                      | T6            | 130, 15      | 1.615                                |       |       | 0.14                                     | 2                   |
|          | ปานกลาง<br>(ตาราง 5) | T4            | 40, 5        |                                      | 1.22  |       | 0.14                                     | 5                   |
|          |                      | T7            | 50, 5        |                                      | 1.26  |       | 0.14                                     | 4                   |
|          |                      | T10           | 60, 5        |                                      | 1.375 |       | 0.135                                    | 3                   |
|          |                      | T11           | 60, 10       |                                      | 1.495 |       | 0.13                                     | 2                   |
|          |                      | T12           | 60, 15       |                                      |       |       | 0.125                                    | 1                   |
|          | สูง<br>(ตาราง 7)     | T1            | 30, 5        |                                      |       | 0.995 | 0.13                                     | 11                  |
|          |                      | T2            | 30, 10       |                                      |       | 0.13  | 0.11                                     | 6                   |
|          |                      | T3            | 30, 15       |                                      |       | 1.17  | 0.11                                     | 4                   |
|          |                      | T4            | 40, 5        |                                      |       | 1.06  | 0.09                                     | 8                   |
|          |                      | T5            | 40, 10       |                                      |       | 1.19  | 0.105                                    | 3                   |
|          |                      | T6            | 40, 15       |                                      |       | 1.20  | 0.10                                     | 2                   |
|          |                      | T7            | 50, 5        |                                      |       | 1.055 | 0.09                                     | 9                   |
|          |                      | T8            | 50, 10       |                                      |       | 1.165 | 0.095                                    | 5                   |
|          |                      | T9            | 50, 15       |                                      |       | 1.205 | 0.105                                    | 1                   |
|          |                      | T10           | 60, 5        |                                      |       | 1.04  | 0.095                                    | 10                  |
|          |                      | T11           | 60, 10       |                                      |       | 1.13  | 0.11                                     | 6                   |
|          |                      | T12           | 60, 15       |                                      |       | 1.13  | 0.115                                    | 7                   |
| คูลไวท์  | ต่ำ (ตาราง 4)        | T8            | 140, 10      | 1.59                                 |       |       | 0.185*                                   | * ไม่ผ่านเกณฑ์      |
|          | ปานกลาง<br>(ตาราง 6) | T10           | 60, 5        |                                      | 1.175 |       | 0.13                                     | 3                   |
|          |                      | T11           | 60, 10       |                                      | 1.270 |       | 0.13                                     | 2                   |
|          |                      | T12           | 60, 15       |                                      | 1.390 |       | 0.13                                     | 1                   |
|          | สูง<br>(ตาราง 8)     | T4            | 40, 5        |                                      |       | 0.965 | 0.13                                     | 6                   |
|          |                      | T5            | 40, 10       |                                      |       | 1.11  | 0.135                                    | 2                   |
|          |                      | T6            | 40, 15       |                                      |       | 1.135 | 0.13                                     | 1                   |
|          |                      | T8            | 50, 10       |                                      |       | 1.00  | 0.12                                     | 5                   |
|          |                      | T9            | 50, 15       |                                      |       | 1.07  | 0.125                                    | 4                   |
|          |                      | T12           | 60, 15       |                                      |       | 1.08  | 0.135                                    | 3                   |

จากตาราง 9 สรุปผลการทดสอบคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ulyแสดงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดแสงเดย์ไลท์ ให้คุณภาพความคมชัด ทั้งในด้านความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพและมีจำนวนชิ้นงานทดสอบผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่นดีกว่าชนิดแสงคูลไวท์

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การออกแบบสร้างและทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพฟิล์มเขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อดังนี้คือ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบสร้างเครื่องถ่ายภาพฟิล์มเขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด
2. เพื่อทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพฟิล์มเขียวระบบ

แอมโมเนียแบบประหยัด

#### ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้เครื่องถ่ายภาพฟิล์มเขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่มีคุณภาพความคมชัดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น เป็นต้นแบบในการสร้างเพื่อนำไปใช้งานในภาคการผลิตและอุตสาหกรรมศึกษา และใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าพัฒนาต่อไป

#### ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. เครื่องถ่ายภาพฟิล์มเขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้นมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนฉายแสง และส่วนสร้างภาพ มีรายละเอียดดังนี้
  - 1.1 ส่วนฉายแสง เป็นส่วนที่มีหน้าที่ฉายแสง เพื่อให้แสงทำปฏิกิริยากับสารไวแสงที่เคลือบบนกระดาษฟิล์มเขียวไดอาโซ
  - 1.2 ส่วนสร้างภาพ เป็นส่วนที่มีหน้าที่สร้างภาพแฝงให้เกิดภาพจริง โดยใช้ไอแอมโมเนียที่ได้จากการระเหยของแอมโมเนีย

2. กระจกพิมพ์เขียวไดอาโซที่ใช้ในการทดสอบหาคุณภาพความคมชัด มี 2 ขนาด คือ ขนาด A1 และขนาด A4 ชนิดลายเส้นสีน้ำเงินทั้ง 2 ขนาดมีความไวแสงดังนี้

2.1 ความไวแสงต่ำ

2.2 ความไวแสงปานกลาง

2.3 ความไวแสงสูง

3. แบบต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบหาคุณภาพความคมชัด ใช้กระจกไขเขียนแบบมาตรฐาน ขนาด A1 และแผ่นแบบพลาสติกใส ขนาด A4

4. แผนการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดแบ่งออก 2 ขั้นตอนดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** ขั้นการทดสอบเบื้องต้น โดยผู้วิจัยนำกระจกพิมพ์เขียวไดอาโซกับแบบต้นฉบับขนาด A1 ในแต่ละชนิดความไวแสงมาทดสอบการถ่ายพิมพ์เขียวกับส่วนฉายแสงและส่วนสร้างภาพเพื่อให้เกิดความมั่นใจในการถ่ายพิมพ์เขียวขนาด A1 ได้ และเป็นการยืนยันเวลาที่ใช้ในการฉายแสงและสร้างภาพตามที่กำหนดไว้ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยเปรียบเทียบความคมชัดกับกระจกพิมพ์เขียวไดอาโซในแต่ละชนิดความไวแสงที่ได้จากการถ่ายด้วยเครื่องที่ผลิตจากต่างประเทศ

**ขั้นตอนที่ 2** ขั้นการทดสอบจริง ผู้วิจัยใช้การออกแบบทดลองแฟกทอเรียลควบคุมการทดสอบ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังนี้

4.1 ความไวแสงของกระจกพิมพ์เขียวไดอาโซ 3 ชนิด

4.2 ความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 ชนิด

4.3 เวลาฉายแสง 4 ระดับ

4.4 เวลาสร้างภาพ 3 ระดับ

การทดสอบจำแนกตามความไวแสงของกระจกพิมพ์เขียวไดอาโซ และชนิดของแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น

## ตัวแปรที่จะศึกษา

ในการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้นในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรที่จะทำการศึกษาไว้ ดังนี้

### ตัวแปรต้น มีดังนี้

1. ความไวแสงของกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซ 3 ชนิดดังนี้
  - 1.1 ความไวแสงต่ำ
  - 1.2 ความไวแสงปานกลาง
  - 1.3 ความไวแสงสูง
2. ความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 ชนิด
  - 2.1 ความเข้มแสงจากหลอด 'TL' D36 W/54 ชนิดแสงเดย์ไลท์
  - 2.2 ความเข้มแสงจากหลอด 'TL' D36 W/84 ชนิดแสงคู่ไวท์
3. เวลาฉายแสง 4 ระดับ
  - 3.1 120 วินาทีใช้กับกระดาษไวแสงต่ำและ 30 วินาที ใช้กับกระดาษไวแสงปานกลางและสูง
  - 3.2 130 วินาทีใช้กับกระดาษไวแสงต่ำและ 40 วินาที ใช้กับกระดาษไวแสงปานกลางและสูง
  - 3.3 140 วินาทีใช้กับกระดาษไวแสงต่ำและ 50 วินาที ใช้กับกระดาษไวแสงปานกลางและสูง
  - 3.4 150 วินาทีใช้กับกระดาษไวแสงต่ำและ 60 วินาที ใช้กับกระดาษไวแสงปานกลางและสูง
4. เวลาสร้างภาพ 3 ระดับ
  - 4.1 5 วินาทีใช้กับกระดาษไวแสงต่ำ ปานกลาง และสูง
  - 4.2 10 วินาทีใช้กับกระดาษไวแสงต่ำ ปานกลาง และสูง
  - 4.3 15 วินาทีใช้กับกระดาษไวแสงต่ำ ปานกลาง และสูง

### ตัวแปรตาม มีดังนี้

คุณภาพของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดถ่ายสำเนาพิมพ์เขียวไดอะโซทั้ง 3 ชนิดความไวแสง มีความคมชัดตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น

## การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. แจ้งความจำนงขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยนำไปขอความอนุเคราะห์ยัง บริษัท เอ็น. เอส. เอฟ. กรู๊ป จำกัด ที่มีเครื่องมือวัดความเข้ม เพื่อใช้เครื่องมือวัดความเข้ม ตรวจสอบผลการทดสอบ

2. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

3. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ที่สร้างขึ้น แบ่งออกได้ 2 ขั้นตอนดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** เป็นการทดสอบขั้นต้น ผู้วิจัยนำแบบต้นฉบับกระดาษ ขนาด A1 เขียนด้วยหมึกสีดำ ตามมาตรฐานงานเขียนแบบเครื่องกลและมาตรฐาน การเขียนแบบทางสถาปัตยกรรมและการก่อสร้าง ให้ด้านที่ต้องการถ่ายภาพพิมพ์เขียววาง แนบกับกระจกของส่วนฉายแสง ใช้เทปกาชชนิดใสยึดติดมุมทั้ง 4 ไว้ ต่อจากนั้นนำ กระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซขนาดเดียวกันให้ด้านที่เคลือบสารไวแสงทาบกับต้นฉบับ ทั้งชนิดความไวแสงต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ จำนวน 2 ชุด ชุดละ 36 แผ่น รวม 72 แผ่น มาทดสอบ โดยเริ่มจากชุดที่ 1 ให้มีการฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ ชนิดแสงเคย์ไลท์ และสร้างภาพด้วยไอแอมโมเนียที่ระเหยจากแอมโมเนีย น้ำ ในส่วนชุดที่ 2 การทดสอบมีวิธีการเช่นเดียวกันกับชุดที่ 1 ต่างกันที่ฉายแสงด้วย หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ ชนิดแสงคูลไวท์

ในการทดสอบผู้วิจัยดำเนินการทดสอบโดยนำกระดาษพิมพ์เขียวในแต่ละชนิด ความไวแสงนำไปฉายแสงลำดับละ 1 แผ่นด้วยเวลาตามที่กำหนดไว้ ต่อจากนั้นนำไป สร้างภาพด้วยไอแอมโมเนียด้วยเวลาตามที่กำหนดไว้เช่นกัน ในการทดสอบขั้นตอนที่ 1 นี้ นำพิมพ์เขียวที่ได้จากการ ถ่ายด้วยเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียนำเข้ามาจาก ต่างประเทศเปรียบเทียบ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่าเครื่องมีความสามารถถ่ายพิมพ์เขียว ขนาด A1 ได้ และเป็นการยืนยันช่วงเวลาที่ใช้ในการฉายแสงและสร้างภาพตามที่ กำหนดไว้

**ขั้นตอนที่ 2** เป็นการทดสอบจริง โดยนำเอาแบบมาตรฐานสำหรับทดสอบ ความคมชัด ซึ่งเป็นแบบแผ่น พลาสติกใสขนาด A4 มาใช้เป็นแบบต้นฉบับ เนื่องจาก ไม่เสียรูปเมื่อส่วนฉายแสงมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ให้ด้านที่ต้องการถ่ายพิมพ์เขียววางแนบกับ

กระจกของส่วนฉายแสง ใช้เทปกาวใสติดยึดมุมทั้ง 4 ไว้ ต่อจากนั้นนำกระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรมขนาด A4 ทั้ง 3 ชนิดความไวแสงมาถ่ายสำเนาลำดับละ 1 แผ่น และทำซ้ำอีก 1 แผ่น ต่อจากนั้นนำไปสร้างภาพด้วยไอแอมโมเนีย ตามลำดับที่กำหนดไว้ในตาราง บันทึกผลการทดสอบฯ จากการสุ่มทั้ง 6 กลุ่ม กลุ่มละ 24 แผ่น รวม 6 กลุ่มเท่ากับ 144 แผ่น ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้แอมโมเนียน้ำ 600 มิลลิลิตรต่อ 48 แผ่น

4. รวบรวมชิ้นงานทดสอบในแต่ละกลุ่มชนิดความไวแสงจำนวน 6 กลุ่ม

5. นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบแล้วส่งไปตรวจสอบด้วยเครื่องวัดความเข้มยังบริษัทที่ขอความอนุเคราะห์ไว้

6. นำผลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความเข้มบันทึกลงในตารางบันทึกผลการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดที่เตรียมไว้ทั้ง 6 กลุ่มเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้นเพื่อให้ทราบว่ามีคุณภาพความคมชัดตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่นหรือไม่ การทดสอบได้นำกระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรม 3 ชนิด ความไวแสงคือ ความไวแสงต่ำ ปานกลาง และสูง ผ่านการฉายแสงและการสร้างภาพตามกระบวนการทดสอบที่ได้กำหนดไว้รวม 6 กลุ่ม สามารถจำแนกออกได้ 2 จำพวกตามชนิดของแสงที่ใช้ในการฉายแสง ดังนี้

1. การทดสอบคุณภาพความคมชัด ด้วยการฉายแสงจากหลอด

ฟลูออเรสเซนต์ ชนิดแสงเคย์ไลท์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 7 หลอด มี 3 กลุ่มดังนี้

1.1 กระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรมไวแสงต่ำ

1.2 กระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรมไวแสงปานกลาง

1.3 กระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรมไวแสงสูง

2. การทดสอบคุณภาพความคมชัด ด้วยการฉายแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์

ชนิดแสงคูไวท์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 7 หลอด มี 3 กลุ่มดังนี้

2.1 กระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรมไวแสงต่ำ

2.2 กระดาษพิมพ์เขียวไดอะแกรมไวแสงปานกลาง

### 2.3 กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซไวแสงสูง

การออกแบบและสร้างเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงเคย์ไลท์ ขนาด 36 วัตต์ และสร้างภาพด้วยไออนแอมโมเนียที่ระเหยจากแอมโมเนียที่มีคุณภาพสามารถถ่ายสำเนาพิมพ์เขียวไดอาโซได้ความคมชัดทั้ง 3 ชนิดความไวแสงตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่นและนำไปใช้เป็นข้อกำหนดในการใช้งานได้ดังนี้

กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซความไวแสงต่ำ ใช้เวลาฉายแสง 130 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 5 - 15 วินาที

กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซความไวแสงปานกลาง ใช้เวลาฉายแสง 60 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 5 - 15 วินาที

กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซความไวแสงสูง ใช้เวลาฉายแสง 30, 40, 50, 60 วินาที ใช้เวลาสร้างภาพ 5 - 15 วินาที

ค่าใช้จ่ายในการสร้างไม่เกิน 10,000 บาท ในส่วนความสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าในการถ่ายสำเนาพิมพ์เขียวแต่ละครั้งอยู่ในระดับ 0.016 บาท/นาฬิกา หรือชั่วโมงละ 0.96 บาท และความสิ้นเปลืองแอมโมเนียอยู่ในระดับไม่มากกว่า 0.50 บาท/แผ่น

### สรุปผล

การออกแบบสร้างและทดสอบหาคุณภาพความคมชัดเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่ใช้กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซที่มีความไวแสงชนิดต่าง ๆ มาผ่านการฉายแสงกับต้นฉบับด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดแสงเคย์ไลท์และคู่วัดในระยะเวลาที่กำหนดไว้ และนำไปสร้างภาพด้วยไออนแอมโมเนียที่ระเหยจากแอมโมเนียตามระยะเวลาที่กำหนดไว้เช่นกัน ต่อจากนั้นนำผลการทดสอบไปตรวจสอบหาความคมชัดด้วยเครื่องวัดความเข้ม นำผลที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น เพื่อเป็นข้อบ่งชี้ว่าเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้มีคุณภาพเพียงใด

จากผลการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ผลปรากฏว่ากระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงเคย์ไลท์ และสร้างภาพด้วยไออนแอมโมเนียที่ระเหยจากแอมโมเนียให้ความ

คมชัดตามเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 3 ชนิดความไวแสง แต่สำหรับกระดาศพิมพ์เขียวไดอาโซที่ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงคู่ไวท์ และสร้างภาพด้วยไอแอมโมเนียที่ระเหยจากแอมโมเนียในเงื่อนไขที่เหมือนกันนั้น ให้ความคมชัดตามเกณฑ์มาตรฐานเพียง 2 ชนิดความไวแสงคือ ความไวแสงปานกลางและสูง ส่วนความไวแสงต่ำไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

## ✧ อภิปรายผล

จากการออกแบบสร้างและทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดนำมาอภิปรายผลดังนี้

1. การออกแบบสร้างและนำไปทดสอบ พบว่า ในส่วนฉายแสงมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการสะสมความร้อนที่เกิดจากการถ่ายแบบพิมพ์เขียวต่อเนื่องในเวลานาน อาจเป็นผลต่อสารไวแสงที่เคลือบบนกระดาศพิมพ์เขียวในขณะฉายแสงได้ และในส่วนของการสร้างภาพซึ่งใช้ภาชนะพลาสติกขนาดเล็กใส่แอมโมเนียอาจมีจำนวนไม่เพียงพอของพื้นที่ผิวที่ใช้ในการระเหยของไอแอมโมเนีย ส่งผลกระทบต่อการสร้างภาพ ซึ่งอาจไม่สมบูรณ์โดยเฉพาะการใช้งานอย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ความเนบสนิทของแบบต้นฉบับและกระดาศพิมพ์เขียวไดอาโซกับผิวกระจกส่วนฉายแสงมีผลต่อความคมชัดที่ได้

2. การทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิจัยในบทที่ 4 จะเห็นว่าผลความคมชัดทั้งในด้านความเข้มของเส้นและภาพกับความเข้มของพื้นภาพ ซึ่งฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงคู่ไวท์ให้ผลความคมชัดดีกว่าการฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงคู่ไวท์ แม้ว่าแสงคู่ไวท์ให้ผลดีกว่าแสงคู่ไวท์ แต่เมื่อนำลำดับการทดสอบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานความคมชัดเพียงบางลำดับมาพิจารณา เป็นไปได้ว่าความคมชัดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอาจมีอยู่ระหว่างช่วงเวลาในแต่ละลำดับการทดสอบ เพราะเวลาที่ใช้ในการฉายแสงและสร้างภาพแต่ละลำดับการทดสอบห่างกัน 10 วินาที และ 5 วินาที ตามลำดับ ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวอาจห่างกันมากเกินไปทำให้ผลการทดสอบที่ได้ครอบคลุมไม่ชัดเจน

## ข้อเสนอแนะ

การออกแบบสร้างและทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพฟิล์มเขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ควรเพิ่มเติมกระบวนการจากการวิจัยนี้ดังนี้

### 1. การออกแบบและสร้าง

1.1 ในส่วนฉายแสง การออกแบบควรแก้ไขแบบของกระจกให้ตัดมุมขนาด 4 เซนติเมตร 45 องศา ทั้ง 4 มุม เพื่อความสะดวกในการเปลี่ยนหลอดและเจาะรูกลมขนาด 12 มิลลิเมตร ที่ด้านซ้ายและขวาของกล่องฉายแสงด้านละ 10 รู เพื่อระบายอากาศร้อน

ฝากล่องฉายแสงควรมีน้ำหนักที่เหมาะสมเพื่อทำหน้าที่กดแบบต้นฉบับและกระดาษฟิล์มเขียวให้แนบสนิทกับผิวกระจก

1.2 ในส่วนสร้างภาพควรแก้ไขปรับปรุงขยายส่วนล่างของกล่องสร้างภาพเพื่อให้มีพื้นที่ผิวของแอมโมเนียน้ำระเหยไอแอมโมเนียได้มากขึ้นและต่อเนื่องเป็นผลดีต่อการสร้างภาพให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. การทดสอบหาคุณภาพความคมชัด ควรให้ระยะเวลาฉายแสงและระยะเวลาสร้างภาพมีช่วงห่างของเวลาลดลง

### ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

การทดสอบคุณภาพความคมชัดควรกำหนดระยะเวลาฉายแสงและเวลาสร้างภาพให้มีช่วงเวลาที่ห่างกันลดลงจากเดิมและควรทดสอบครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดเพื่อให้ผลการทดสอบที่ได้มีความละเอียดมากขึ้น

## บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

ชาติชาย วัชรเสวิน. คู่มือการอ่านแบบพิมพ์เขียวเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : กองบริการ  
อุตสาหกรรมภาคเหนือ, 2523.

“ทฤษฎีองค์ความรู้ใหม่,” ข่าวสด. 9 ตุลาคม 2540. หน้า 8.

ทัศนีย์ จูตะกานนท์. สารานุกรมศัพท์เคมี. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,  
2523.

ประหยัด จิระวรพงษ์. หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยีการศึกษา. พิษณุโลก :  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2527.

ฟิลิปส์อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัท. ฟิลิปส์ไลติง. กรุงเทพฯ :  
ม.ป.ท., 2538.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. วิธีเขียนแบบทั่วไปทางเครื่องกล.  
กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2520.

\_\_\_\_\_. การเขียนแบบทางสถาปัตยกรรมและการก่อสร้าง. กรุงเทพฯ :  
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2525.

\_\_\_\_\_. ขนาดกระดาษตัดสำหรับกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน. กรุงเทพฯ :  
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2531.

ยูเนียนบลูพริ้นต์ จำกัด, บริษัท. ใบแจ้งราคา. กรุงเทพฯ : ฝ่ายขายบริษัทยูเนียน  
บลูพริ้นต์ จำกัด, 2539.

\_\_\_\_\_. เครื่องพิมพ์แบบ ROWE 5004. กรุงเทพฯ : ฝ่ายขายบริษัทยูเนียนบลูพริ้นต์  
จำกัด, 2539.

ลัดดา มีสุข. พจนานุกรมศัพท์เคมี. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊กส์เซนเตอร์, 2533.

วสิทธิ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ :  
ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2534.

ศิริพงศ์ พยอมเย็น. การพิมพ์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,  
2530.

สมเกียรติ ไพศาลอัมพงษ์. พฤติกรรมการณ์ซื้อและทัศนคติของผู้ซื้อที่มีต่อผลิตภัณฑ์

กระดาษพิมพ์แบบแปลนในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ พ.ม. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. ถ่ายเอกสาร.

สากกลัณฑ์ จำกัด, บริษัท. เอกสารเผยแพร่. กรุงเทพฯ : ส่วนวิชาการ บริษัทสากกลัณฑ์  
จำกัด, ม.ป.ป.

สุชาดา ชินะจิตร. อันตรายจากสารเคมี. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี  
(ไทย - ญี่ปุ่น), 2528.

สุพจน์ เอื้องไฟโรจน์. “หลอดฟลูออเรสเซนต์ยอคนิยมในปัจจุบัน,” เมืองไฟฟ้า. 65 :  
89 ; มิถุนายน 1995.

โอเซ่ (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัท. ไบเสนอรากา. กรุงเทพฯ : ฝ่ายขายบริษัท  
โอเซ่ (ประเทศไทย) จำกัด, 2540.

\_\_\_\_\_. ข้อเปรียบเทียบเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวโอเซ่และเครื่องถ่ายเอกสาร รุ่น 7050  
FAMILY. กรุงเทพฯ : ฝ่ายขายบริษัทโอเซ่ (ประเทศไทย) จำกัด, 2540.

เอ็น. เอส. เอฟ. กรู๊ป จำกัด, บริษัท. งานตรวจสอบคุณภาพความคมชัดของกระดาษ  
พิมพ์เขียว. สมุทรสาคร : ฝ่ายโรงงานบริษัท เอ็น. เอส. เอฟ. กรู๊ป จำกัด,  
2541.

เอ็น. เอส. เอฟ. ไดอาโซ ซัพพลาย จำกัด, บริษัท. ไบรดา. กรุงเทพฯ : ฝ่ายขายบริษัท  
เอ็น. เอส. เอฟ. ไดอาโซ ซัพพลาย จำกัด, 2541.

\_\_\_\_\_. รายละเอียดเครื่องถ่ายพิมพ์เขียว REGMA 570. กรุงเทพฯ : ฝ่ายขายบริษัท  
เอ็น. เอส. เอฟ. ไดอาโซ ซัพพลาย จำกัด, 2539.

\_\_\_\_\_. รายละเอียดเครื่องถ่ายพิมพ์เขียว BRUNING PD101. กรุงเทพฯ : ฝ่ายขาย  
บริษัท เอ็น. เอส. เอฟ. ไดอาโซ ซัพพลาย จำกัด, 2539.

\_\_\_\_\_. จุดเริ่มต้นและความเป็นมาของกระดาษพิมพ์เขียว. กรุงเทพฯ : ฝ่ายขาย  
บริษัท เอ็น. เอส. เอฟ. ไดอาโซ ซัพพลาย จำกัด, ม.ป.ป.

Cochran, William G. and Gertrude M. Cox, Experimental Design. 2nd ed.

Singapore : Chong Moh offset Printing, 1957.

Jacobson, Kurt. I. and Ralph E. Jacobson. **Imaging System**. 1st ed. London :

Focal Press, 1976.

Japanese Industrial Standard, Association. **Diazo Sensitized Paper**. Japan : JSA.

Publishing, 1979.

Luzadder, Warren J. **Fundamentals of Engineer Drawing**. 5th ed. New Delhi :

Prentice Hall, 1981.

Madsen, David A. and others. **Engineering Drawing and Design**. 2 nd ed.

New York : Delmar Publishers, 1996.

Morris, William. **The American Heritage Dictionary of the English Language**.

New York : American Heritage Publishing Co., Inc., 1969.

Philips Lighting. **Compact Lighting Catalogue**. Netherlands. : Philips Publishing,

1978 - 1979.

Sax, N. Irvine and Richard J. Lewis Sr, **Hawley's Condensed Chemical**

**Dictionary**. 11th ed. New York : Van Nostrand Reinhold, 1976.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือขอความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือวัดความเข้ม



ที่ ทม 1007/ 3471

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๑ ตุลาคม 2541

เรื่อง ขอให้เครื่องมือวัดความเข้มเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้จัดการโรงงาน บริษัท เอ็น เอส เอฟ ไดอารี่ ขัฟฟลาย จำกัด

เนื่องด้วย นายโชคก ประเทืองทิพย์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างเครื่องถ่ายภาพฟิล์มเขียวระบบแอมรอนีแบบประหยัด" โดยมี อาจารย์วิโรจน์ เอ็งสุรสมณ และ อาจารย์สุดาจ เห่งสีพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอใช้เครื่องมือวัดความเข้ม (densitometer) เพื่อตรวจสอบความเข้มของฟิล์มเขียวที่ได้จากการถ่ายด้วยเครื่องถ่ายภาพฟิล์มเขียวระบบแอมรอนีแบบประหยัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และรับรองผลการตรวจสอบ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายโชคก ประเทืองทิพย์ ได้เก็บข้อมูลดังกล่าว เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทร/โทรสาร 258-4119

## ภาคผนวก ข

แสดงแผนผังฯ แบบ และรูปภาพ ของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียว  
ระบบแอมโมเนียแบบประหยัด

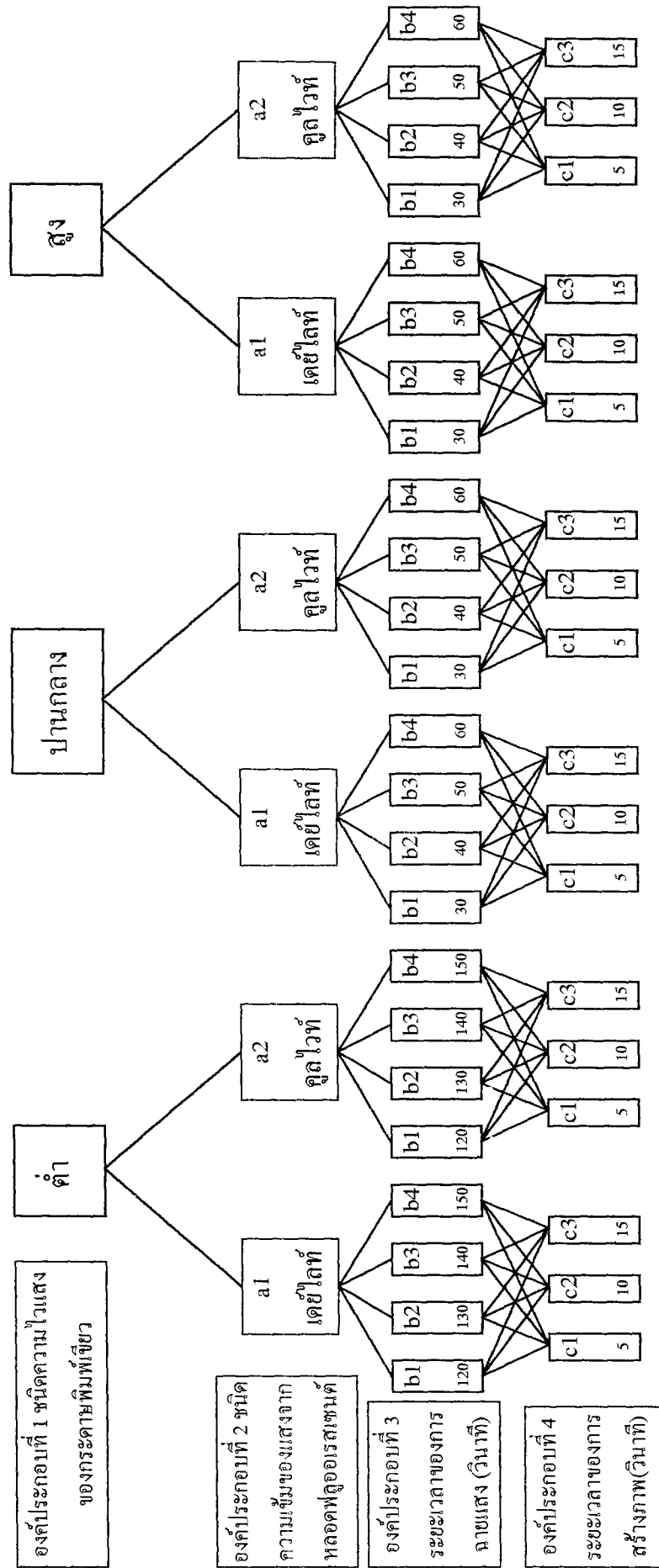
ตาราง 10 การเปรียบเทียบส่วนประกอบต่าง ๆ และการทำงานของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียจากต่างประเทศกับเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด

| ส่วนประกอบ<br>และการใช้งาน | เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนีย<br>ต่างประเทศ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนีย<br>แบบประหยัด                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ส่วนฉายแสง                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- หลอดรูปเปอร์แอลทิเวต หรือหลอดอัลตราแอคทีฟฟลูออเรสเซนต์ 140 ถึง 180 วัตต์ ยาว 150 เซนติเมตร ตั้งแต่ 1 ถึง 7 หลอด</li> <li>- ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ ผ่านสายพาน ลำเลียงแบบต้นฉบับและกระดาษพิมพ์เขียว</li> <li>- มีโปรแกรมดิจิทัลควบคุมความเร็ว</li> <li>- มีระบบป้องกันแสงอัลตราไวโอเล็ต</li> <li>- ใช้กับกระดาษพิมพ์เขียวทั่วไป</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบประหยัด 36 วัตต์ ยาว 120 เซนติเมตร 7 หลอด</li> <li>- ไม่มีมอเตอร์ขับเคลื่อน ทั้งแบบต้นฉบับและกระดาษพิมพ์เขียว วางนึ่งอยู่กับที่</li> <li>- ไม่มี</li> <li>- ไม่มี</li> <li>- ใช้กับกระดาษพิมพ์เขียวทั่วไป</li> </ul> |
| ส่วนสร้างภาพ               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ไอแอมโมเนียจากแอมโมเนียน้ำ</li> <li>- ทำงานด้วยการใช้ปั๊ม ปั๊มไอแอมโมเนีย</li> <li>- มีแผ่นกรองกลืนแอมโมเนีย แต่มีอายุการใช้งาน บางรุ่นไม่มีแผ่นกรองจะใช้การระบายออกด้วยท่อระบายอากาศ</li> </ul>                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ไอแอมโมเนียจากแอมโมเนียน้ำ</li> <li>- ไม่มีปั๊ม ใช้การระเหยและเก็บไอแอมโมเนียในกล่อง</li> <li>- ไม่มีแผ่นกรอง เพราะใช้งานในส่วนที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก</li> </ul>                                                                      |
| การใช้งาน                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ่ายได้ขนาด A00 ซึ่งมีขนาด 1189 มิลลิเมตร ไม่จำกัดความยาว (เป็นขนาดพิเศษ)</li> <li>- ใช้กำลังไฟฟ้า ตั้งแต่ 1000 วัตต์ ถึง 6000 วัตต์</li> <li>- ต้องอาศัยบริการหลังขายจากผู้จำหน่าย</li> <li>- เสียค่าบริการ</li> </ul>                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ่ายได้ขนาด A<sub>1</sub> ซึ่งมีขนาด 594 x 841 มิลลิเมตร</li> <li>- ใช้กำลังไฟฟ้า 250 วัตต์ ถึง 400 วัตต์</li> <li>- ซ่อมแก้ไขด้วยตัวเองได้</li> <li>- ไม่มีค่าบริการ</li> </ul>                                                         |
| ราคาเครื่อง                | - 50,000 บาท ถึงมากกว่า 1,000,000 บาท                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | - ต่ำกว่า 10,000 บาท                                                                                                                                                                                                                                                              |

ตาราง 11 รหัสและรายละเอียดองค์ประกอบในการทดสอบหาคุณภาพความคมชัด

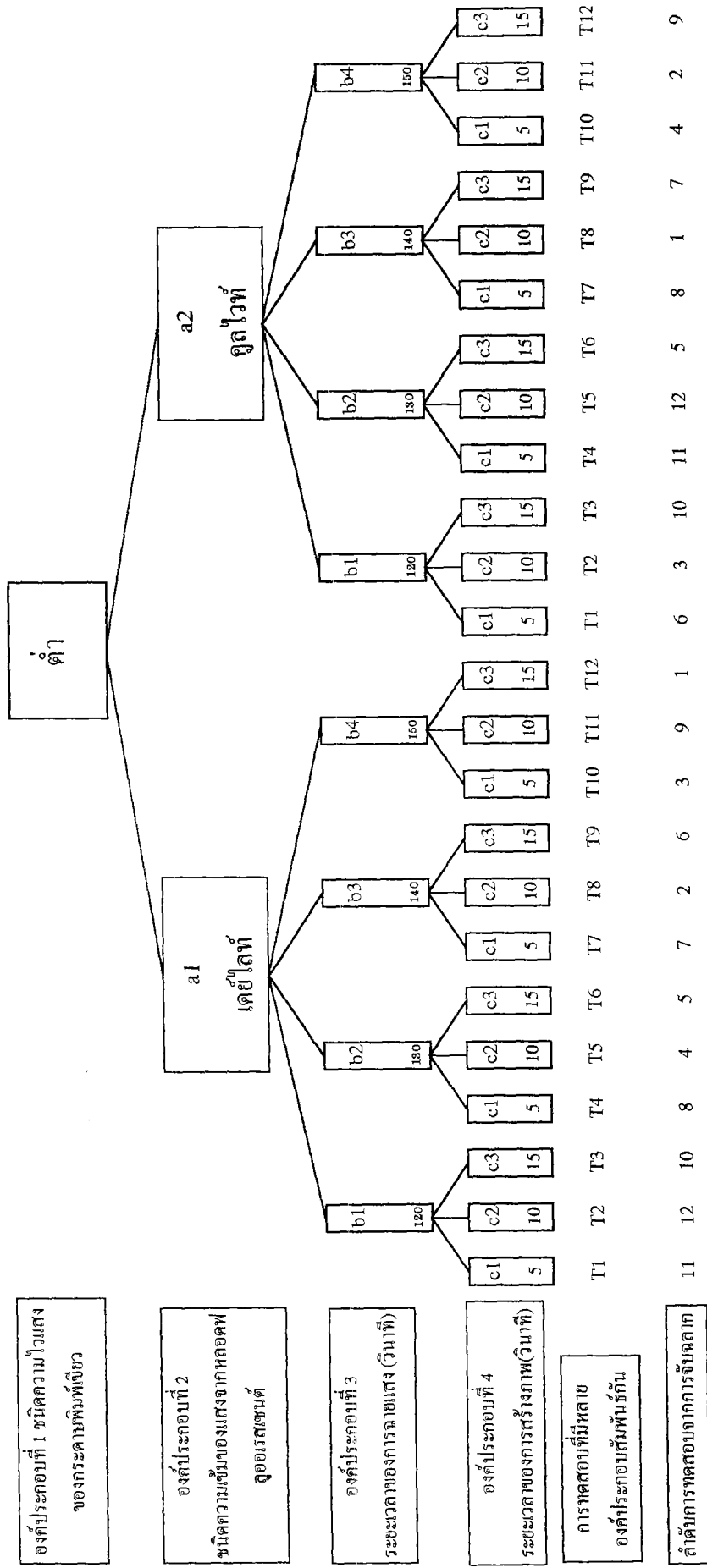
| องค์ประกอบ                 | รหัสรายละเอียด                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>องค์ประกอบที่ 1</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ความไวแสง มี 3 ชนิด        | <p>กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ ความไวแสงต่ำ</p> <p>กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ ความไวแสงปานกลาง</p> <p>กระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ ความไวแสงสูง</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>องค์ประกอบที่ 2 (A)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ความเข้มแสง มี 2 ชนิด      | <p><math>a_1</math> หมายถึง แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดเคย์ไลท์ มี<br/>ความสว่างหลอดละ 2,600 ลูเมน จำนวน 7 หลอด</p> <p><math>a_2</math> หมายถึง แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดคูโลไวท์ มี<br/>ความสว่างหลอดละ 3,350 ลูเมน จำนวน 7 หลอด</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>องค์ประกอบที่ 3 (B)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| เวลาฉายแสง มี 4 ระดับ      | <p><math>b_1</math> หมายถึง ระยะเวลาฉายแสง 120 วินาที ใช้กับกลุ่มไวแสงต่ำ<br/>ระยะเวลาฉายแสง 30 วินาที ใช้กับกลุ่มไวแสงปานกลาง<br/>และสูง</p> <p><math>b_2</math> หมายถึง ระยะเวลาฉายแสง 130 วินาที ใช้กับกลุ่มไวแสงต่ำ<br/>ระยะเวลาฉายแสง 40 วินาที ใช้กับกลุ่มไวแสงปานกลาง<br/>และสูง</p> <p><math>b_3</math> หมายถึง ระยะเวลาฉายแสง 140 วินาที ใช้กับกลุ่มไวแสงต่ำ<br/>ระยะเวลาฉายแสง 50 วินาที ใช้กับกลุ่มไวแสงปานกลาง<br/>และสูง</p> <p><math>b_4</math> หมายถึง ระยะเวลาฉายแสง 150 วินาที ใช้กับกลุ่มไวแสงต่ำ<br/>ระยะเวลาฉายแสง 60 วินาที ใช้กับกลุ่มไวแสงปานกลาง<br/>และสูง</p> |
| <b>องค์ประกอบที่ 4 (C)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| เวลาสร้างภาพ มี 3 ระดับ    | <p><math>c_1</math> หมายถึง ระยะเวลาอบไอแอมโมเนีย 5 วินาที</p> <p><math>c_2</math> หมายถึง ระยะเวลาอบไอแอมโมเนีย 10 วินาที</p> <p><math>c_3</math> หมายถึง ระยะเวลาอบไอแอมโมเนีย 15 วินาที</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดที่มีหลายองค์ประกอบสัมพัทธ์กัน



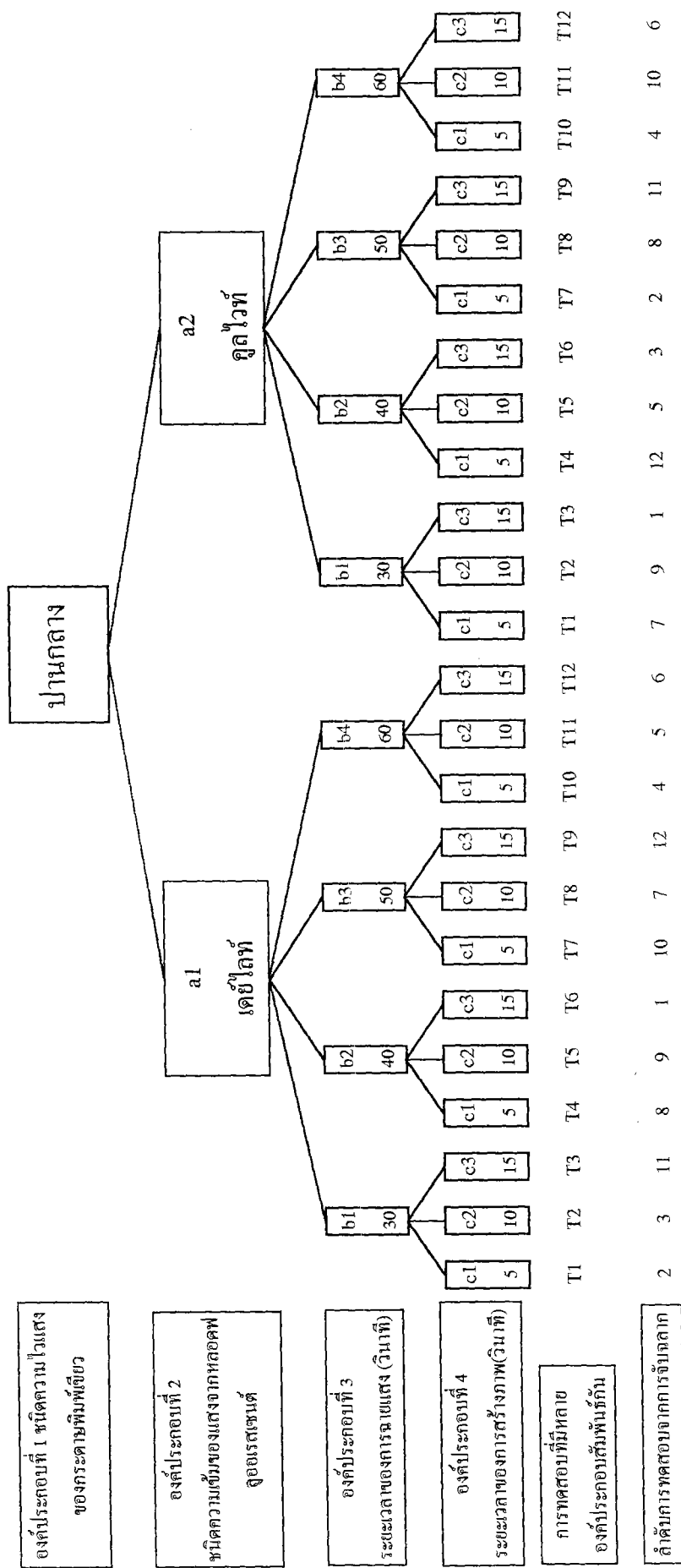
ภาพประกอบ 10 แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความคมชัดที่มีหลายองค์ประกอบ

แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความคุ้มค่าของטיפולสัมพันธกิจ

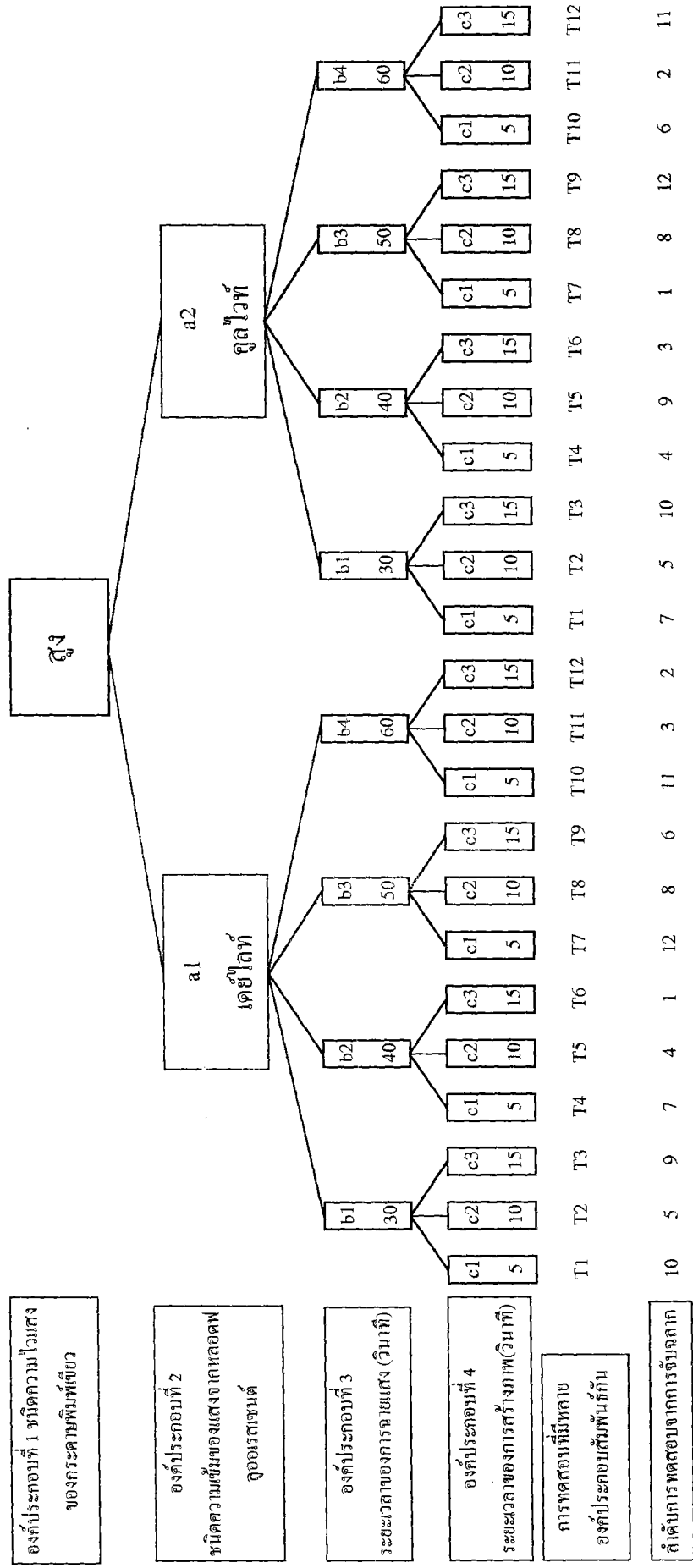


ภาพประกอบ 11 แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความคุ้มค่า ทัศนียภาพพืชมัช ทัศนียภาพพืชมัช

แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความชัดเจนที่หลายองค์ประกอบสัมพัทธ์กัน



แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความสอดคล้องที่มีหลายองค์ประกอบสัมพันธ์กัน

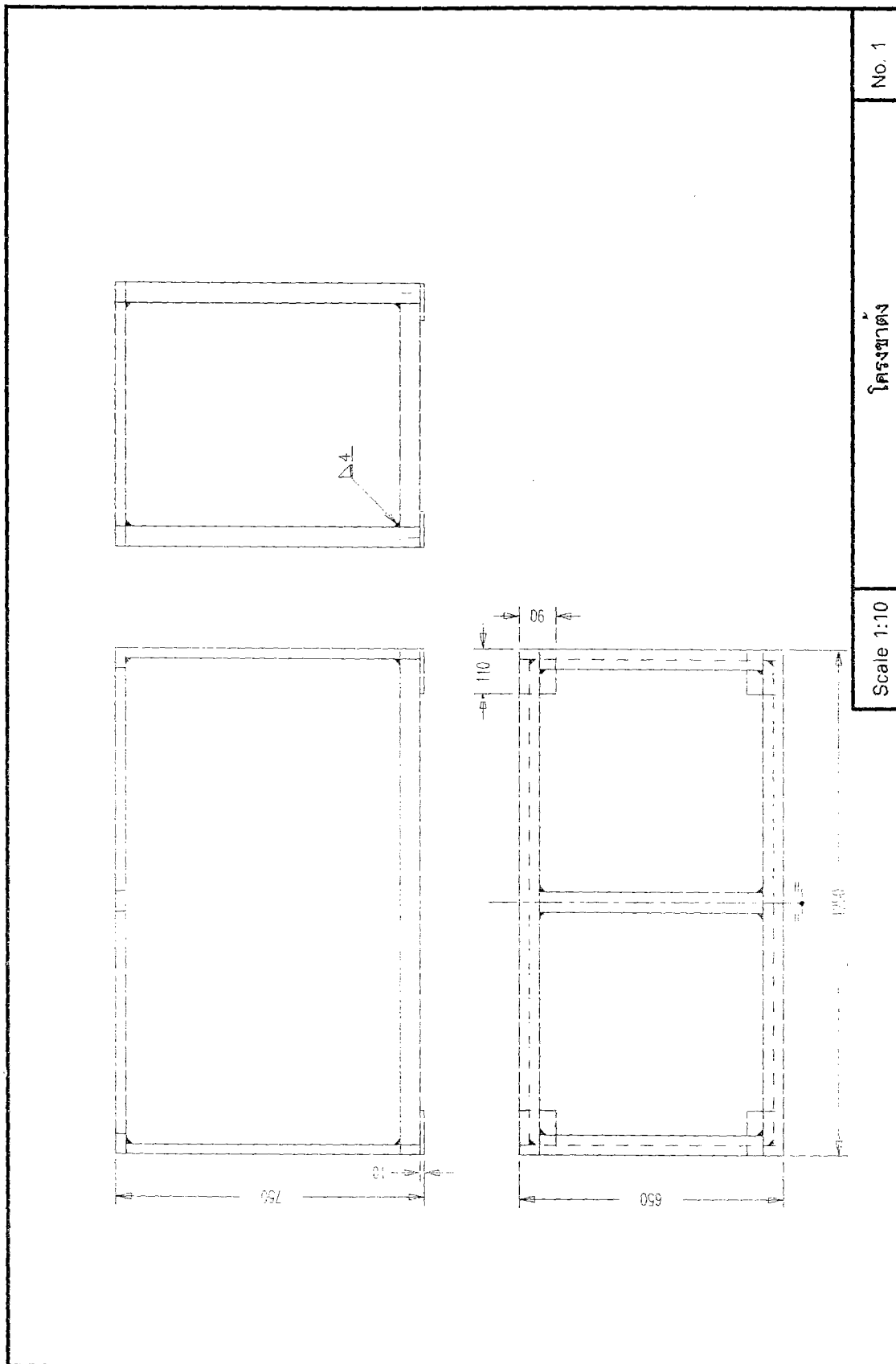


ภาพประกอบ 13 แผนผังแสดงรายละเอียดการทดสอบหาคุณภาพความชัด ชนิดกระดาษพิมพ์เขียวไวแสงสูง

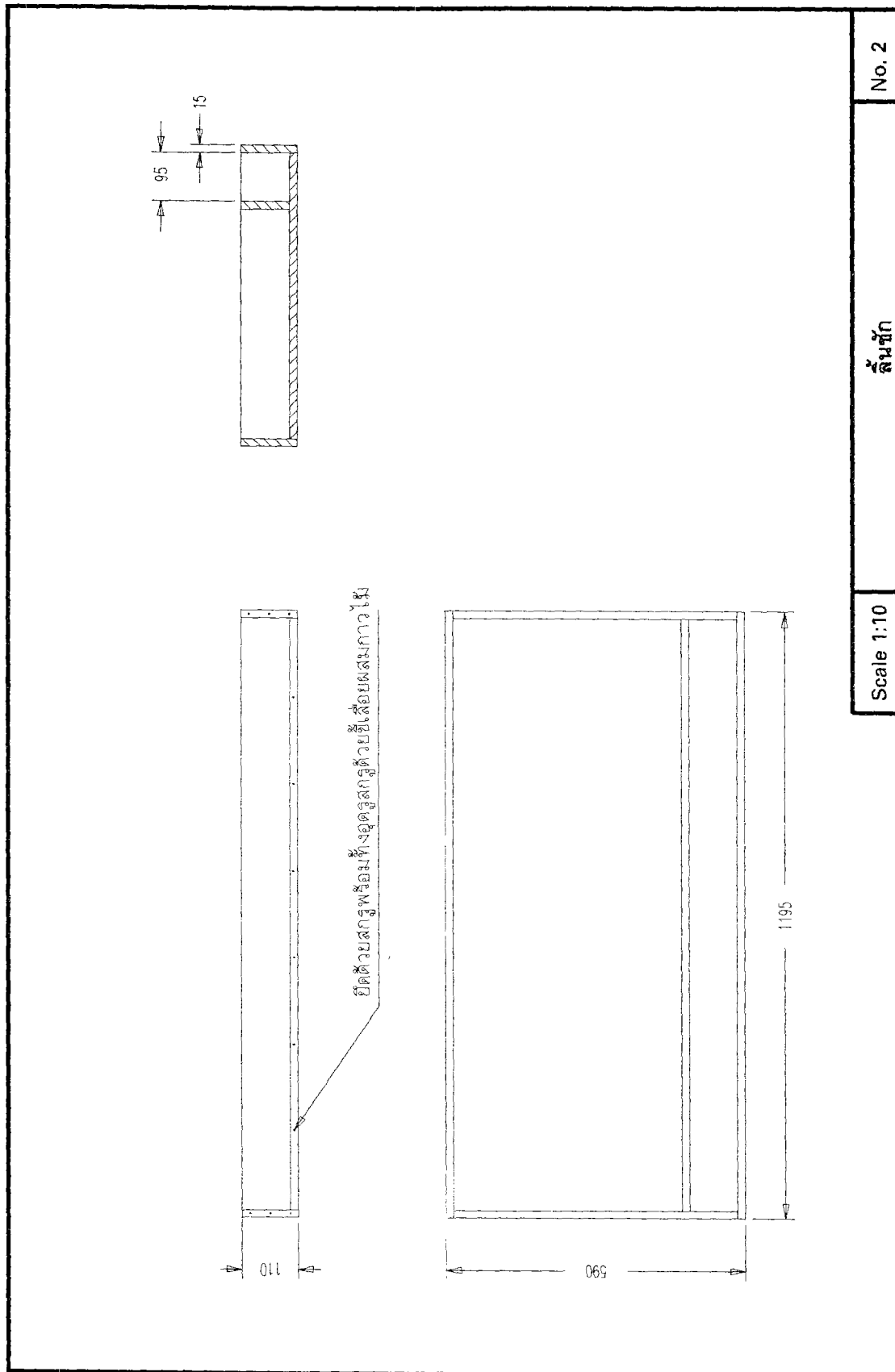


| หมายเลข | ชื่อ                | ขนาด                  | วัสดุ                     | จำนวน  | หมายเหตุ |
|---------|---------------------|-----------------------|---------------------------|--------|----------|
| 1       | โครงขาตั้ง          | 750 x 650 x 1250 มม.  | ท่อเป็น 50 x 25 x 1.6 มม. | 1 ชุด  |          |
| 2       | ลิ้นชัก             | 110 x 590 x 1195 มม.  | ไม้ัดหนา 15 มม.           | 1 ชุด  |          |
| 3       | กล่องฉายแสง         | 130 x 650 x 1250 มม.  | ไม้ัดหนา 15 มม.           | 1 ชุด  |          |
| 4       | ฝากล่องฉายแสง       | 35 x 675 x 1250 มม.   | ไม้ัดหนา 15 มม.           | 1 ชุด  |          |
| 5       | คานรองลิ้นชัก       | 25 x 50 x 650 มม.     | ไม้                       | 2 ชิ้น |          |
| 6       | กระจก               | 5 x 620 x 1250 มม.    | กระจกใส                   | 1 แผ่น |          |
| 7       | ค้ำยันฝากล่องฉายแสง | Ø 9 x 2.31 x 575 มม.  | ท่อกลม                    | 1 ชุด  |          |
| 8       | แกนยึดค้ำยัน        | 14 x 50 x 90 มม.      | เหล็กเชื่อมประกอบ         | 1 ชุด  |          |
| 9       |                     |                       |                           |        |          |
| 10      |                     |                       |                           |        |          |
| 11      | บานพับ              | 100 มม.               | เหล็กเคลือบสี             | 3 ชุด  | Std.     |
| 12      | ลูกล้อ              | 75 มม.                | แบบล้อยางหมุนรอบตัว       | 4 ชุด  | "        |
| 13      | สวิทช์              | เปิด - ปิด 3 จุด      |                           | 1 ชุด  | "        |
| 14      | กระดิ่งไฟฟ้า        | 100 x 200 x 40 มม.    |                           | 1 ชุด  | "        |
| 15      | หลอดฟลูออเรสเซนต์   | 36 วัตต์ ยาว 1200 มม. |                           | 7 ชุด  | "        |
| 16      | ตัวหลอด             | ขาตั้ง                |                           | 7 ชุด  | "        |
| 17      | บัลลาสต์            | 36 - 40 วัตต์         |                           | 7 ชุด  | "        |
| 18      | สตาฟเตอร์           | 36 - 40 วัตต์         |                           | 7 ชุด  | "        |
| 19      | ชุดรางเลื่อน        | ยาว 500 มม.           |                           | 2 ชุด  | "        |
| 20      | ชุดตั้งเวลา         | 0 - 240 วินาที        |                           | 1 ชุด  | "        |
| 21      | มือจับ              | 100 มม.               |                           | 4 ชุด  | "        |
| 22      | พรม                 | 5 x 665 x 1250 มม.    |                           | 1 ผืน  | "        |
| 23      | สกรูตัวแอล          | ยาว 25 มม.            |                           | 1 ชุด  | "        |

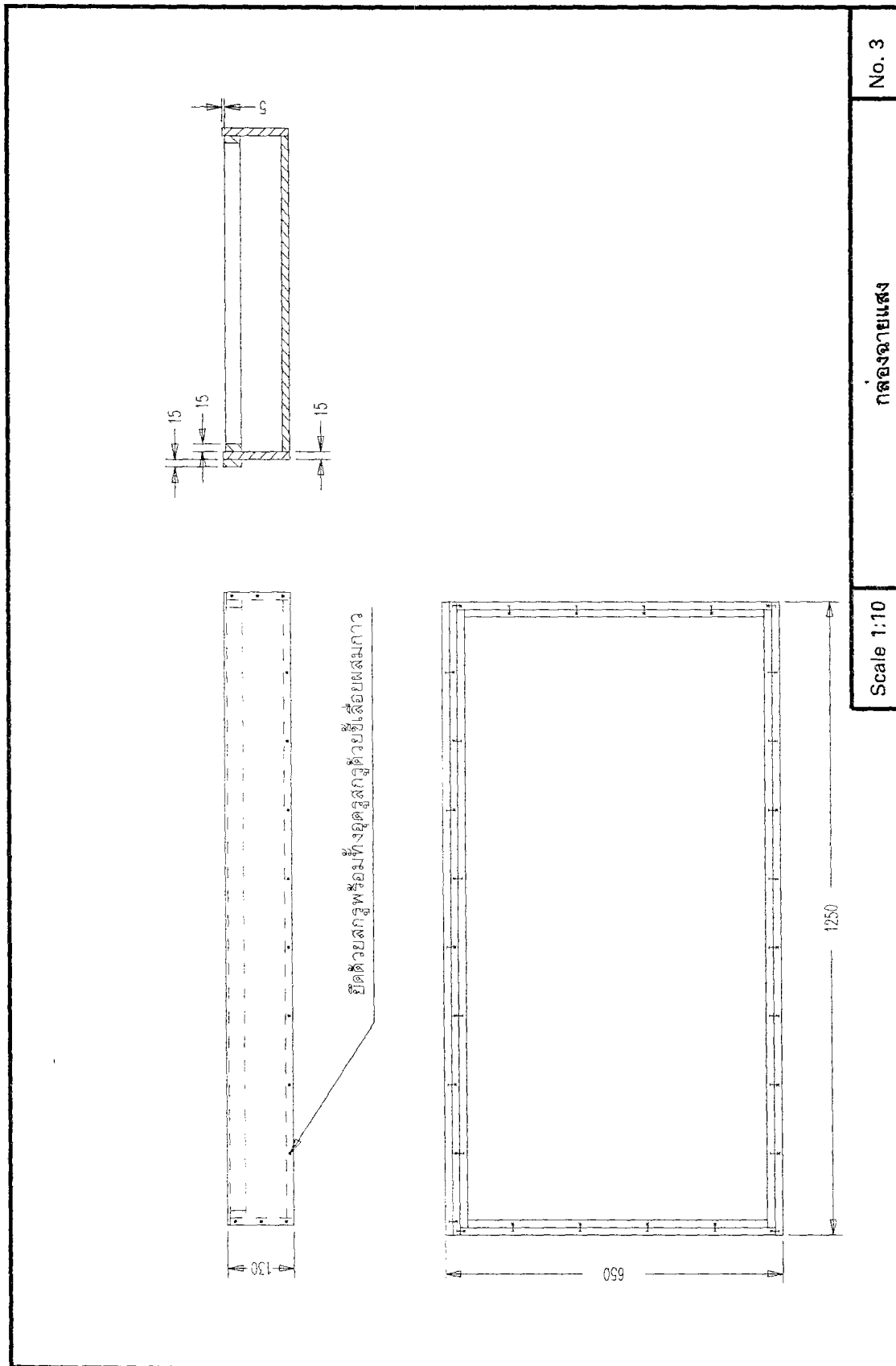
ภาพประกอบ 15 รายการชิ้นงานและวัสดุ



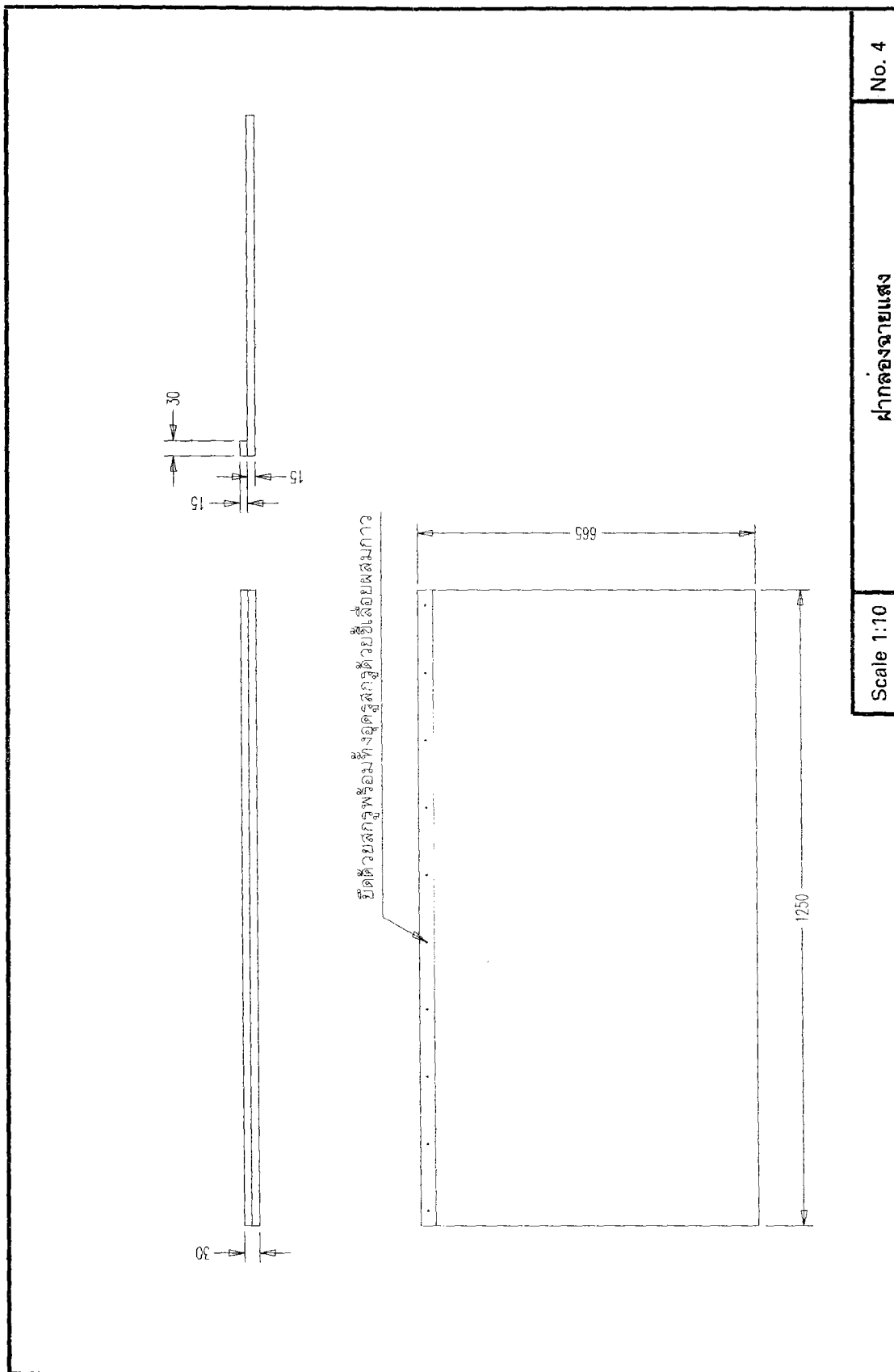
ภาพประกอบ 16 โครงขาตั้ง



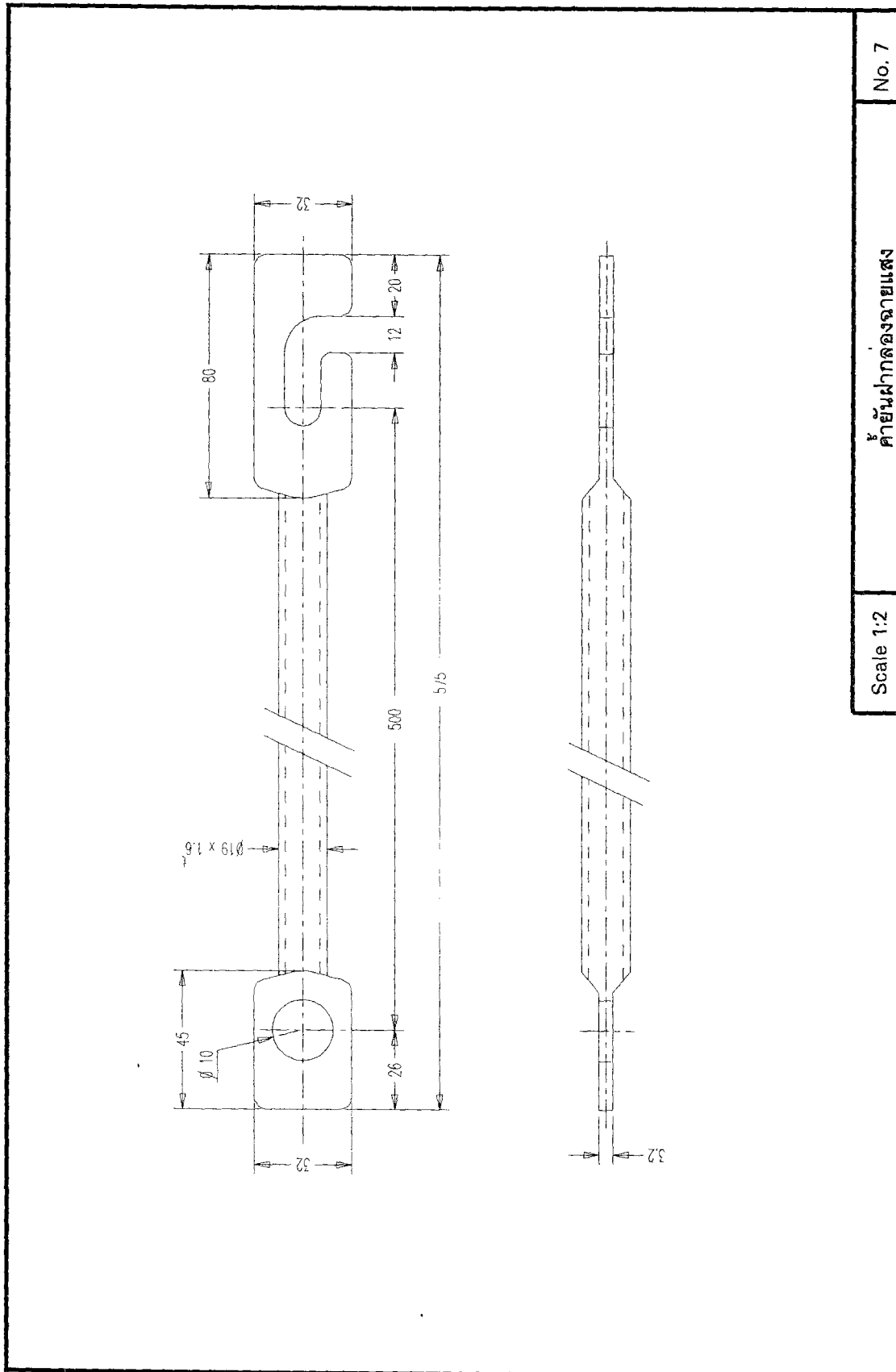
ภาพประกอบ 17 ลิ้นชัก



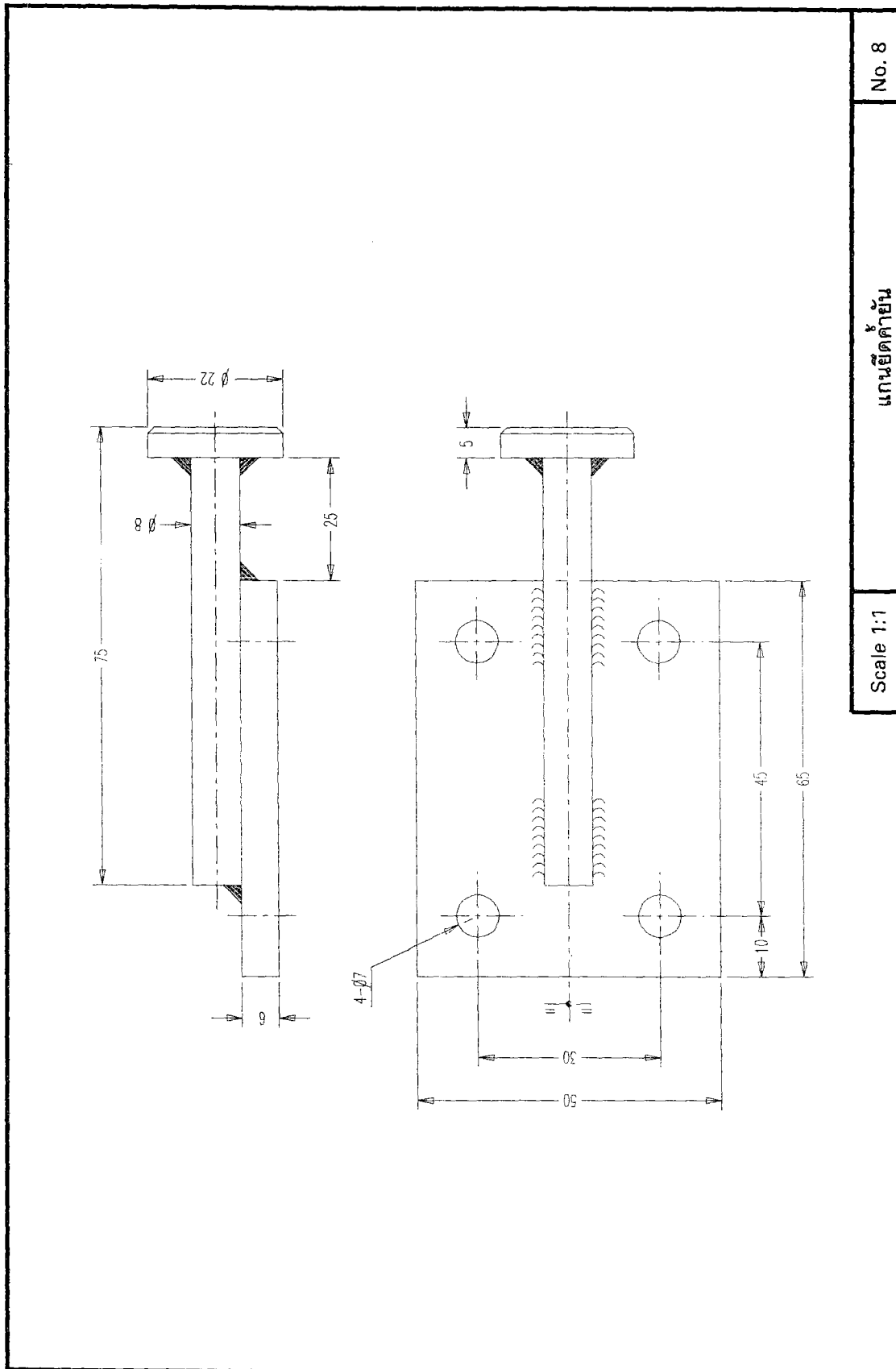
ภาพประกอบ 18 กล่องฉายแสง



ภาพประกอบ 19 ฝากล่องฉายแสง



ภาพประกอบ 20 ค่ายันฟากล่องฉายแสง



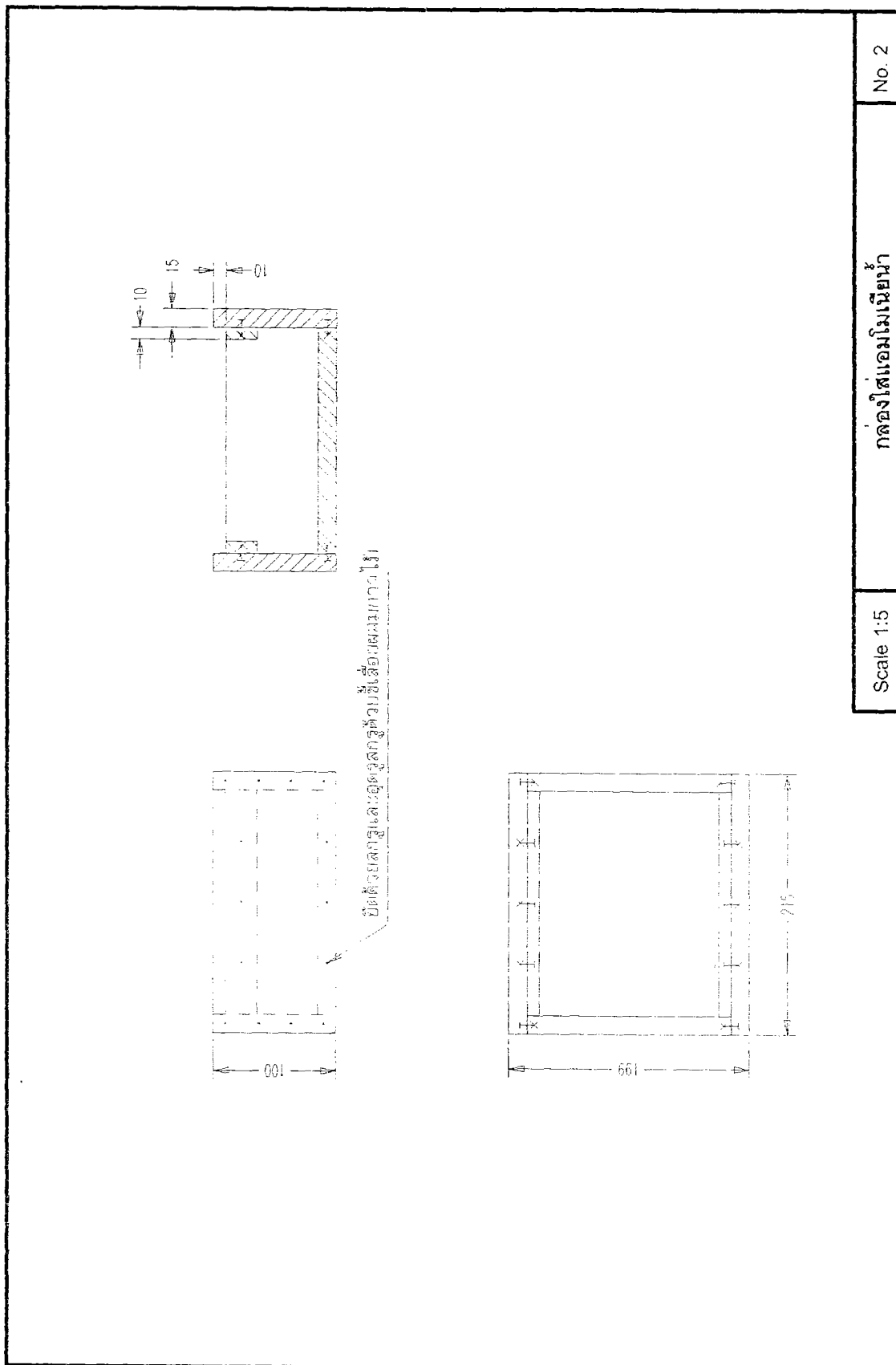
ภาพประกอบ 21 แกนยึดค้ำยัน



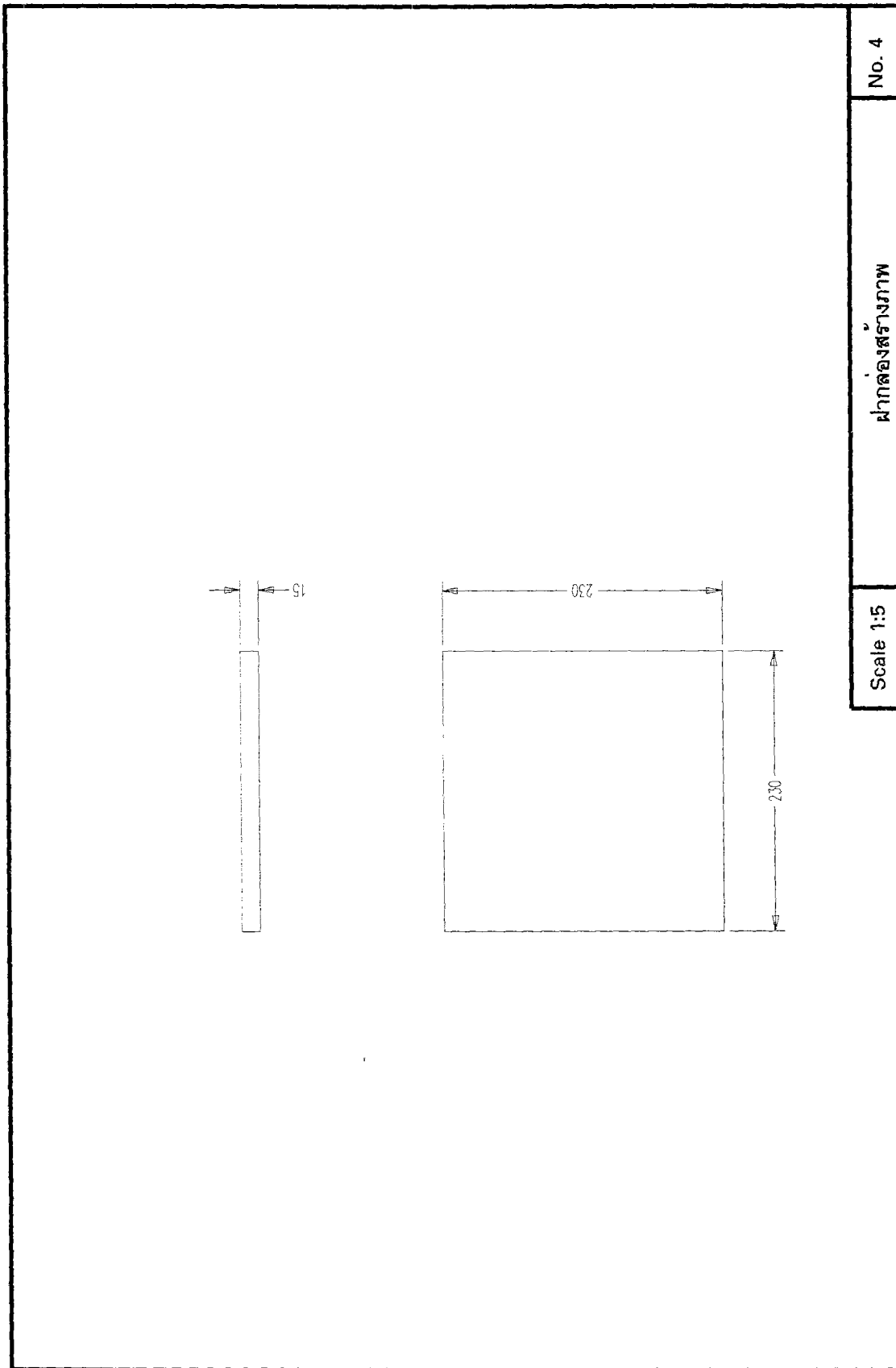
| หมายเลข | ชื่อ                      | ขนาด                 | วัสดุ            | จำนวน  | หมายเหตุ |
|---------|---------------------------|----------------------|------------------|--------|----------|
| 1       | กล่องสร้างภาพ             | 230 x 460 x 1085 มม. | ไม้อัดหนา 15 มม. | 1 ชุด  |          |
| 2       | ลิ้นชักใส่เทปโบนีนี้น้ำ   | 100 x 199 x 215 มม.  | ไม้อัดหนา 15 มม. | 1 ชุด  |          |
| 3       | ฝากล่องสร้างภาพ           | 15 x 230 x 230 มม.   | ไม้อัดหนา 15 มม. | 1 ชุด  |          |
| 4       | ฝาปิดลิ้นชักเทปโบนีนี้น้ำ | 4 x 169 x 200 มม.    | ไม้อัดหนา 4 มม.  | 1 แผ่น |          |
| 5       | ฝาปิดลิ้นชักเทปโบนีนี้น้ำ | 4 x 169 x 230 มม.    | ไม้อัดหนา 4 มม.  | 1 แผ่น |          |
| 6       |                           |                      |                  |        |          |
| 7       |                           |                      |                  |        |          |
| 8       | ภาชนะใส่เทปโบนีนี้น้ำ     | ∅ 140 x 60 มม.       | พลาสติก          | 1 ใบ   | Std      |
| 9       | บานพับ                    | 38 มม.               | เหล็กเคลือบสี    | 2 ชุด  | "        |
| 10      | มือจับ                    | 100 มม.              | อลูมิเนียม       | 2 ชุด  | "        |
| 11      |                           |                      |                  |        |          |
| 12      |                           |                      |                  |        |          |
| 13      |                           |                      |                  |        |          |
| 14      |                           |                      |                  |        |          |
| 15      |                           |                      |                  |        |          |
| 16      |                           |                      |                  |        |          |
| 17      |                           |                      |                  |        |          |
| 18      |                           |                      |                  |        |          |
| 19      |                           |                      |                  |        |          |
| 20      |                           |                      |                  |        |          |
| 21      |                           |                      |                  |        |          |
| 22      |                           |                      |                  |        |          |
| 23      |                           |                      |                  |        |          |

ภาพประกอบ 23 รายการชิ้นงานและวัสดุ

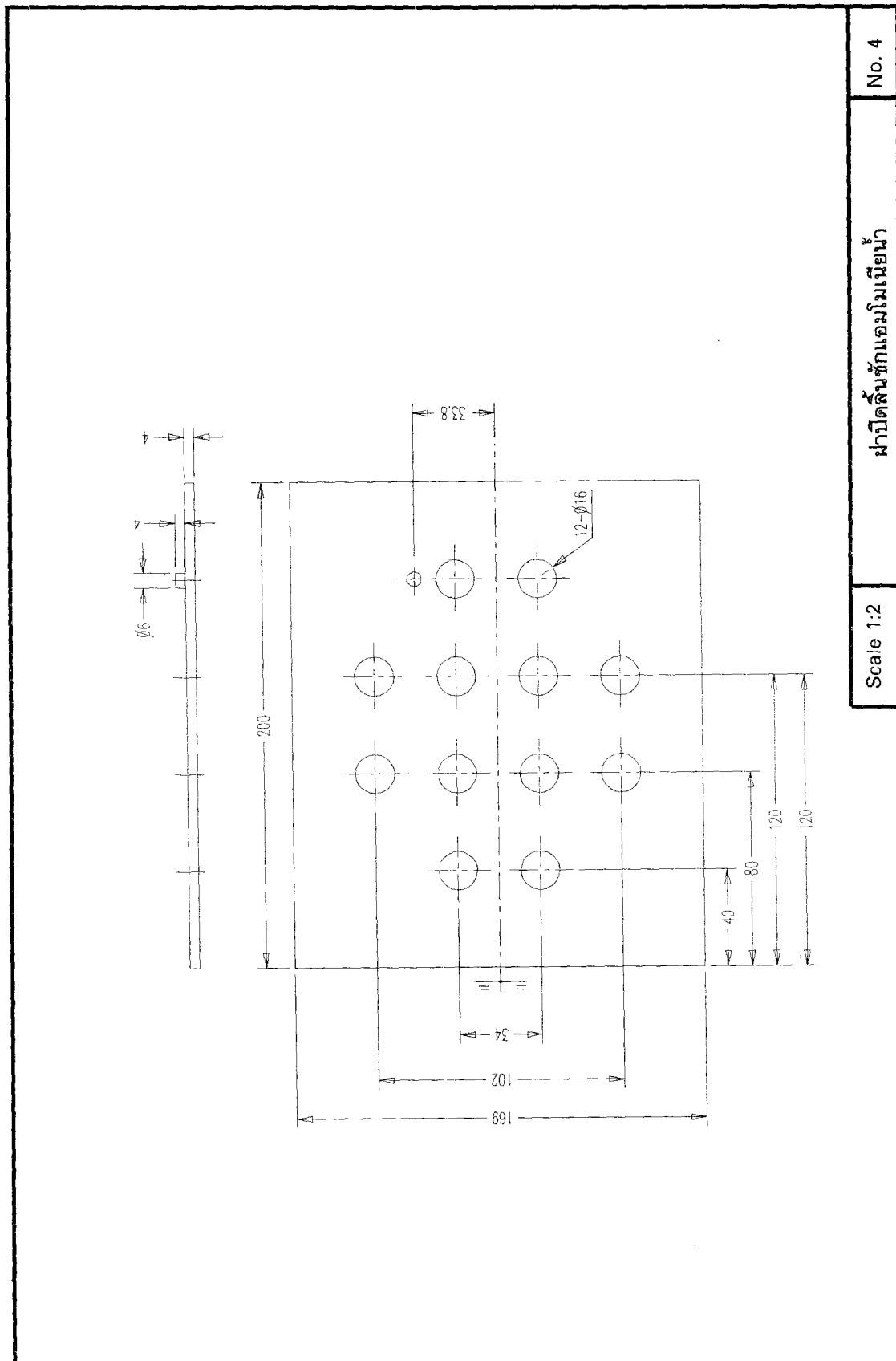




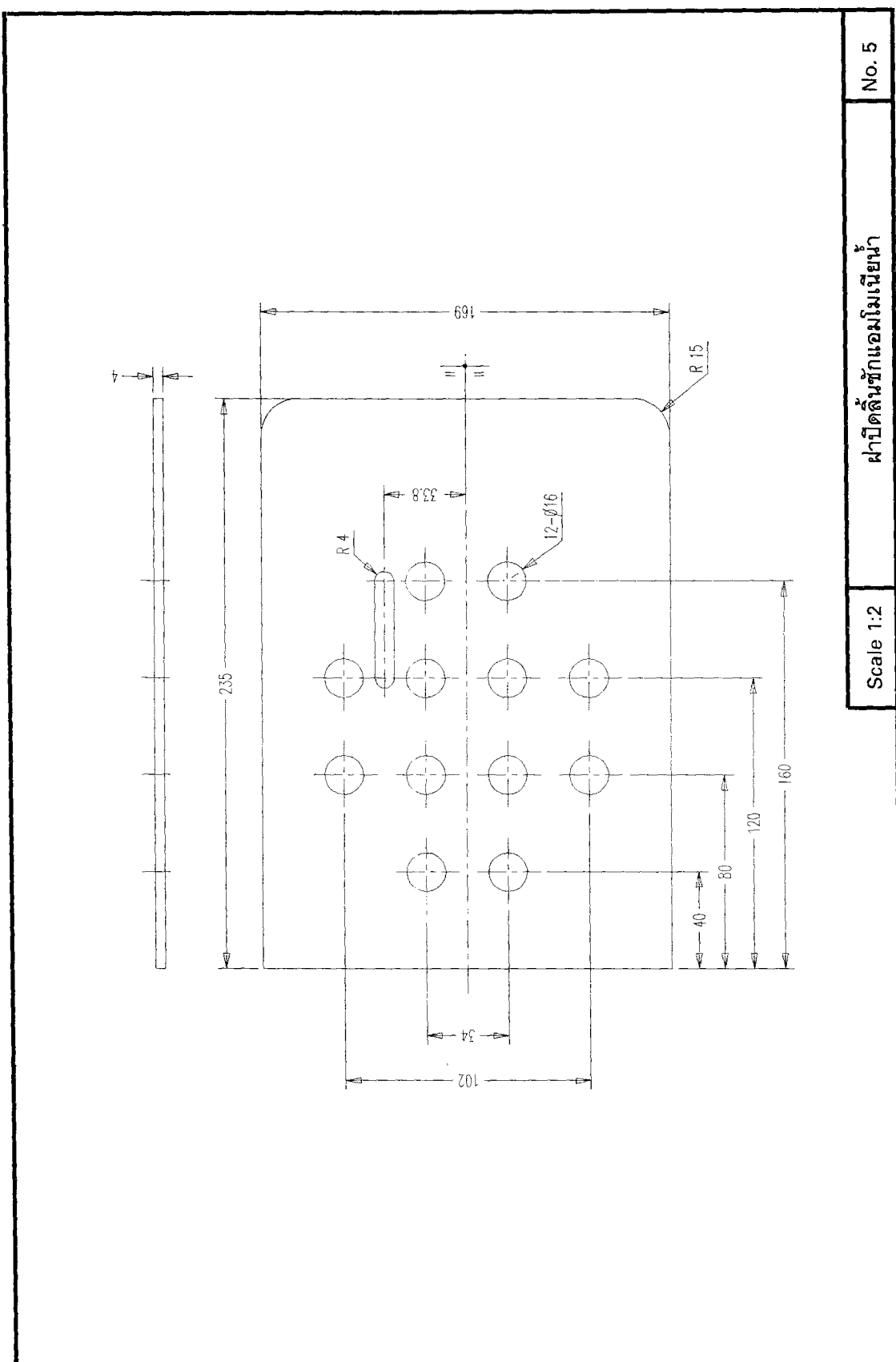
ภาพประกอบ 25 กล่องใส่แอมโมเนีย



ภาพประกอบ 26 ฝากล่องสร้างภาพ



ภาพประกอบ 27 ฝาปิดลิ้นชักแอมโมเนีย



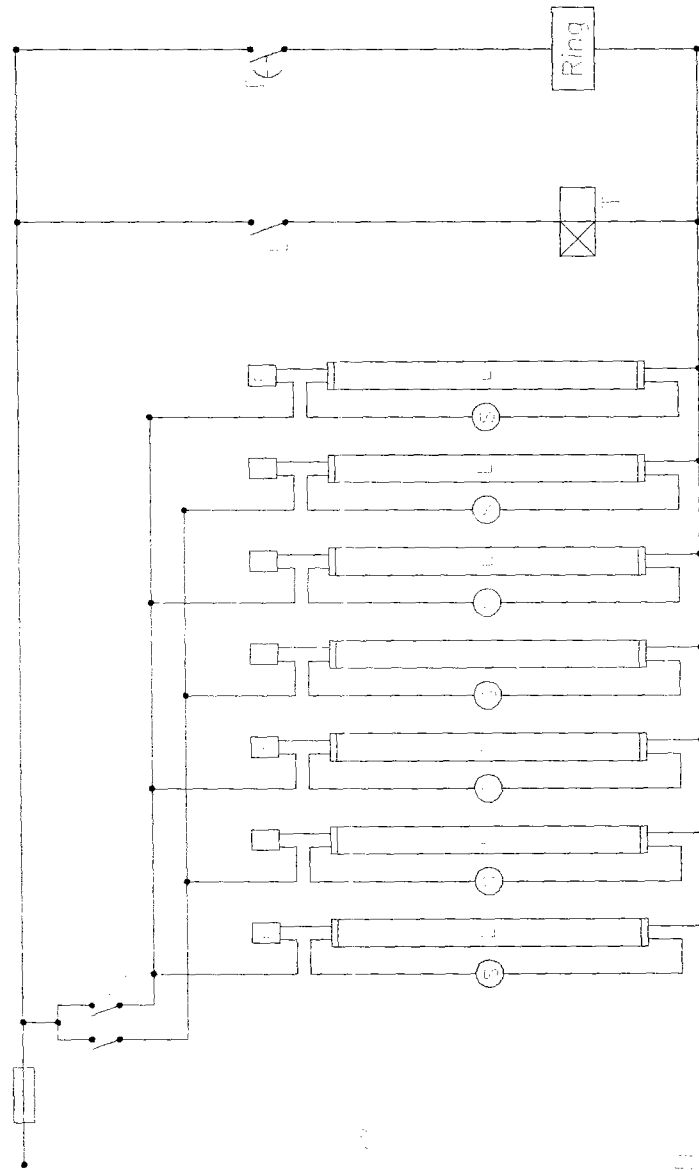
No. 5

ฝาปิดลิ้นชักแอมโมเนีย

Scale 1:2

ภาพประกอบ 28 ฝาปิดลิ้นชักแอมโมเนีย

# LIGHTING AND TIMING CONTROL CIRCUIT

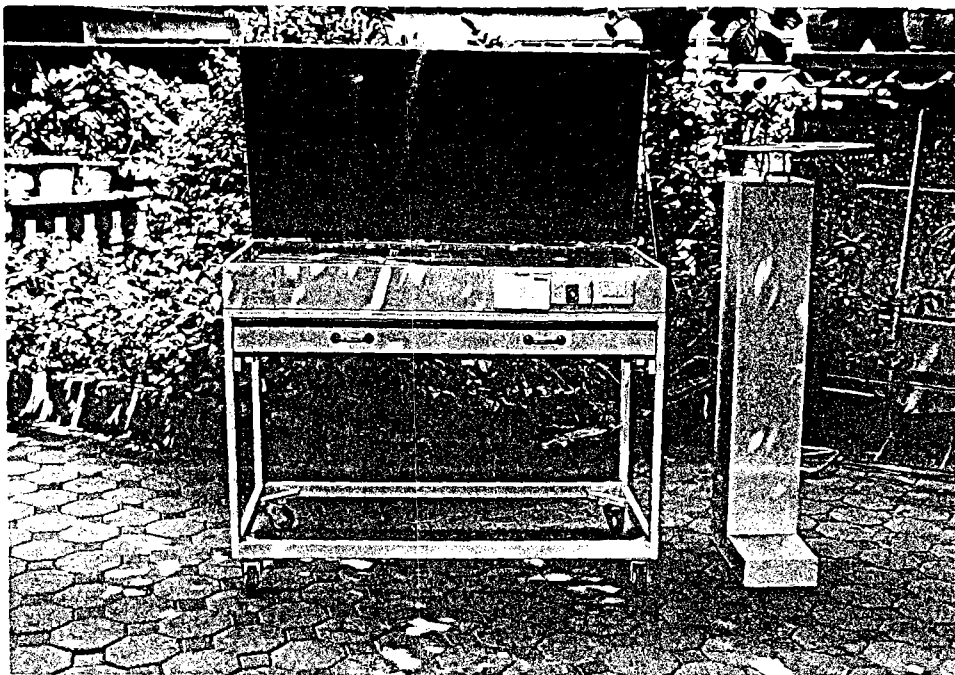


T = Timer

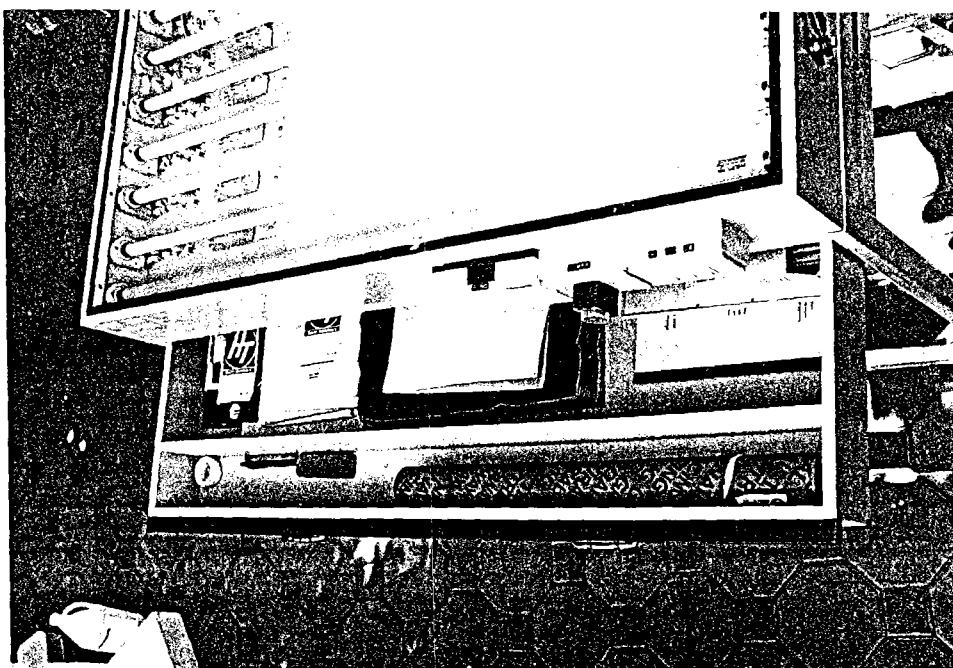
L = Lamp

F = Fuse

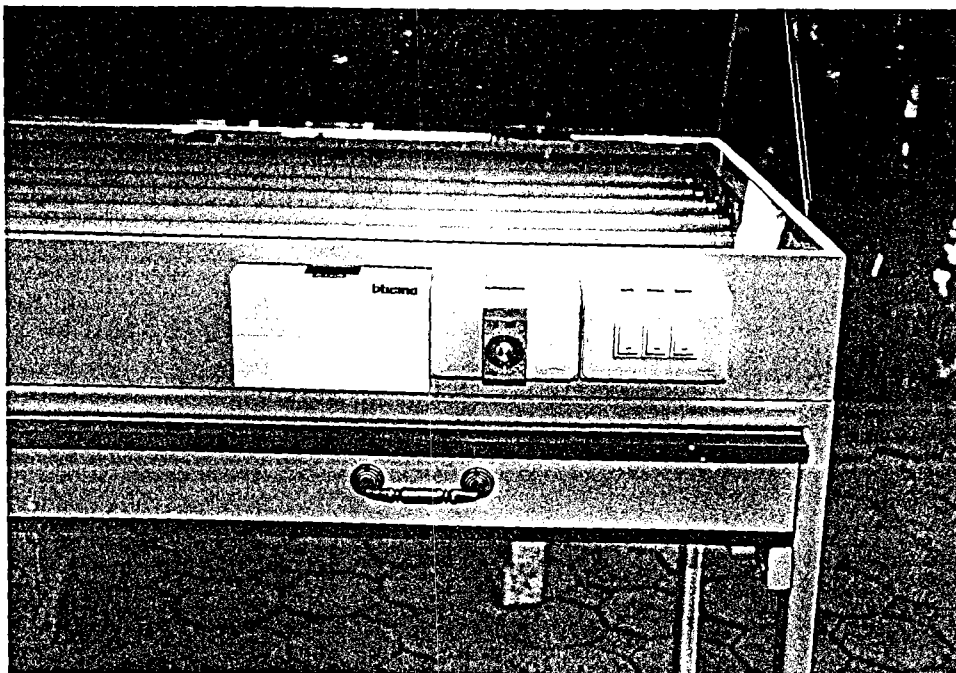
ภาพประกอบ 29 วงจรไฟฟ้า



ภาพประกอบ 30 ส่วนฉายแสง และส่วนสร้างภาพ



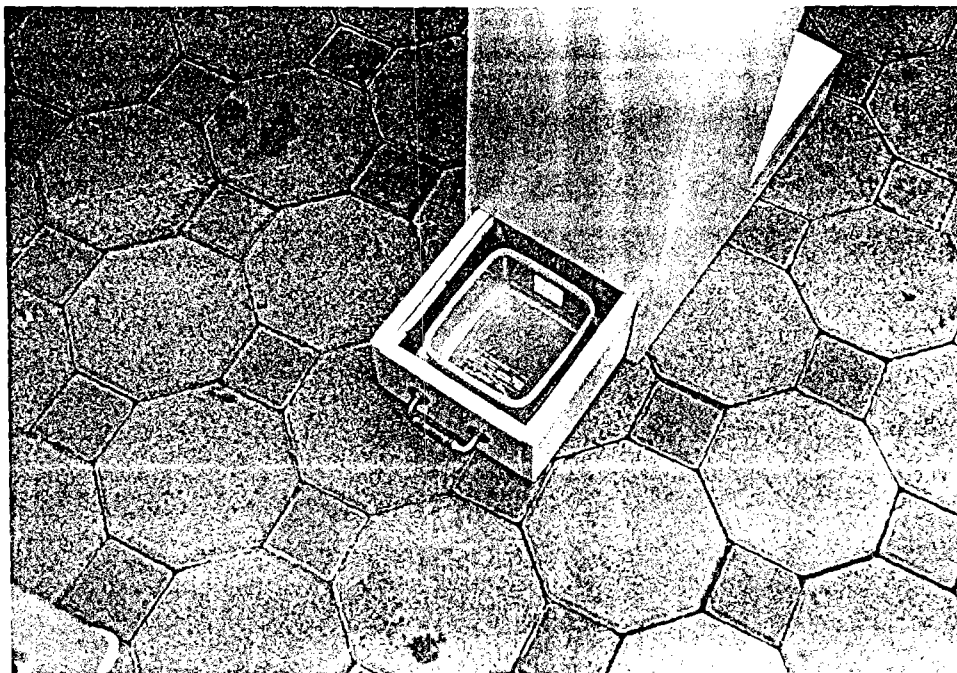
ภาพประกอบ 31 ถังชักไฟของใต้ส่วนฉายแสง



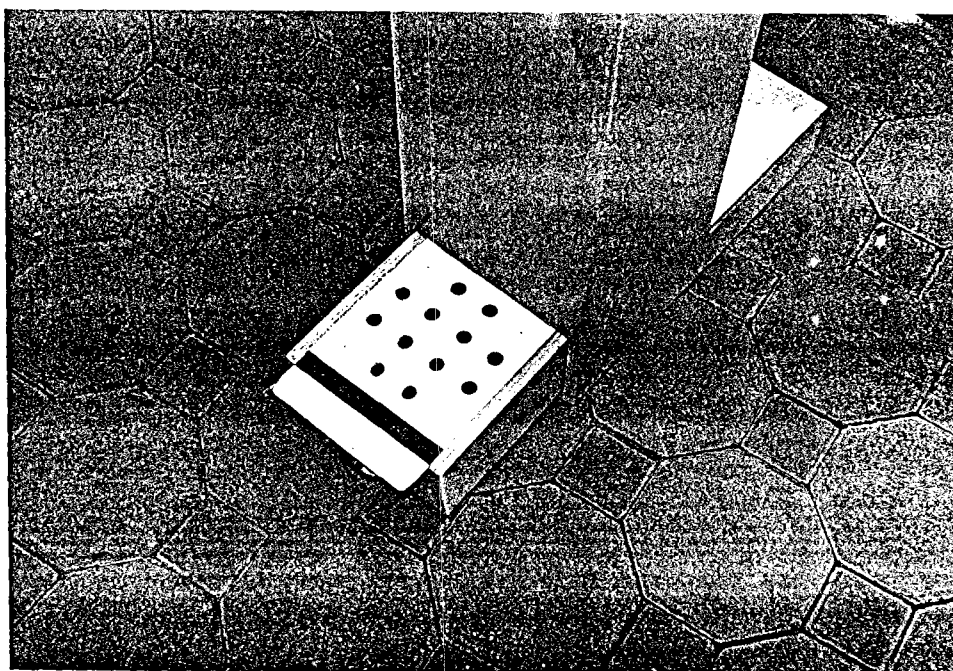
ภาพประกอบ 32 ด้านหน้าของส่วนฉายแสง



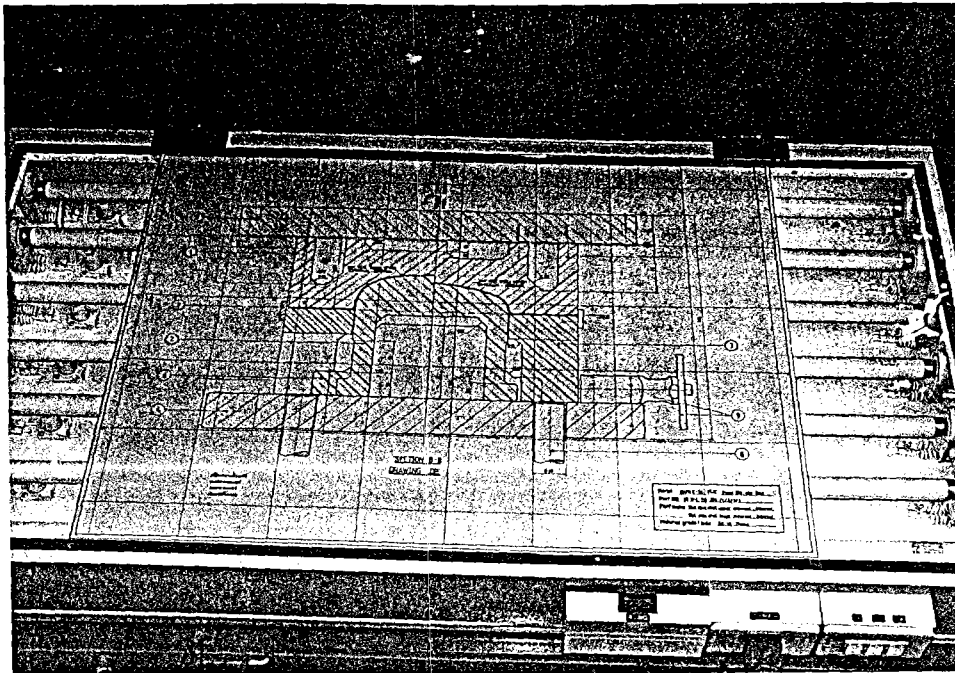
ภาพประกอบ 33 ชิ้นส่วนสร้างภาพ , แอมโมเนียและภาชนะพลาสติก



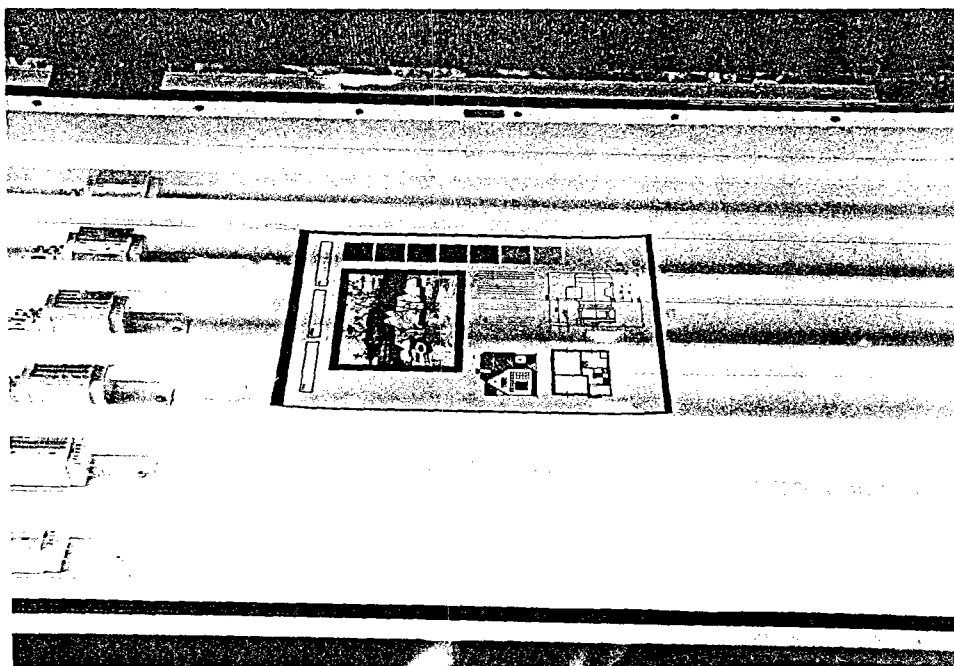
ภาพประกอบ 34 ลินชักใส่ภาชนะพลาสติกของส่วนสร้างภาพ



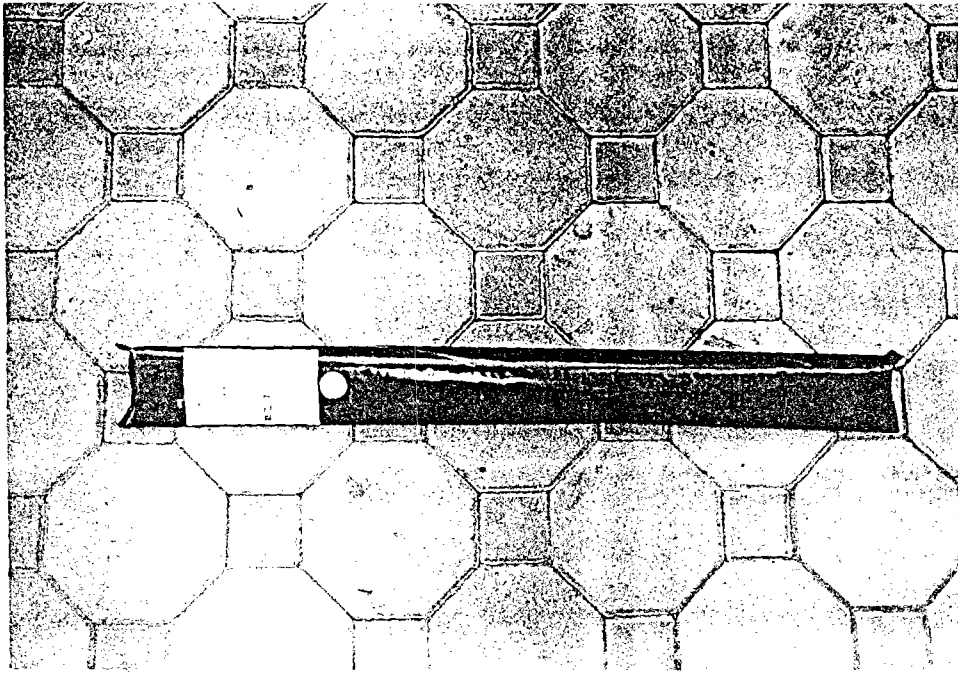
ภาพประกอบ 35 แผ่นปิดลินชักมีรูเพื่อให้แอมโมเนียระเหย



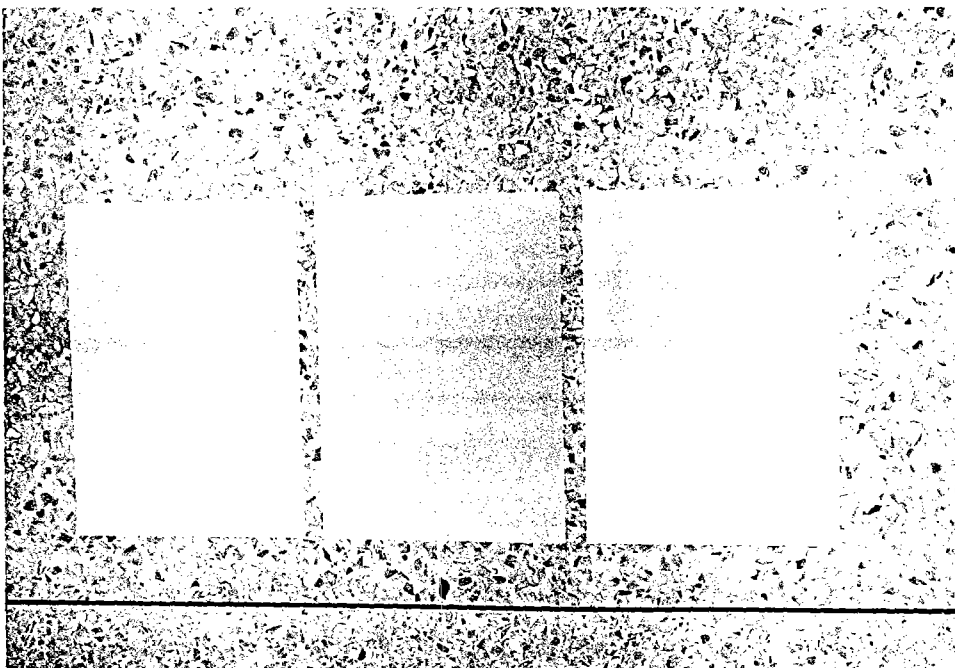
ภาพประกอบ 36 แบบต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบขั้นต้นบนส่วนฉายแสง



ภาพประกอบ 37 แบบต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบจริงบนส่วนฉายแสง



ภาพประกอบ 38 ถูบบรรจุกระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซชนิดม้วน



ภาพประกอบ 39 กระดาษพิมพ์เขียวไดอะโซขนาด A4

## ภาคผนวก ค

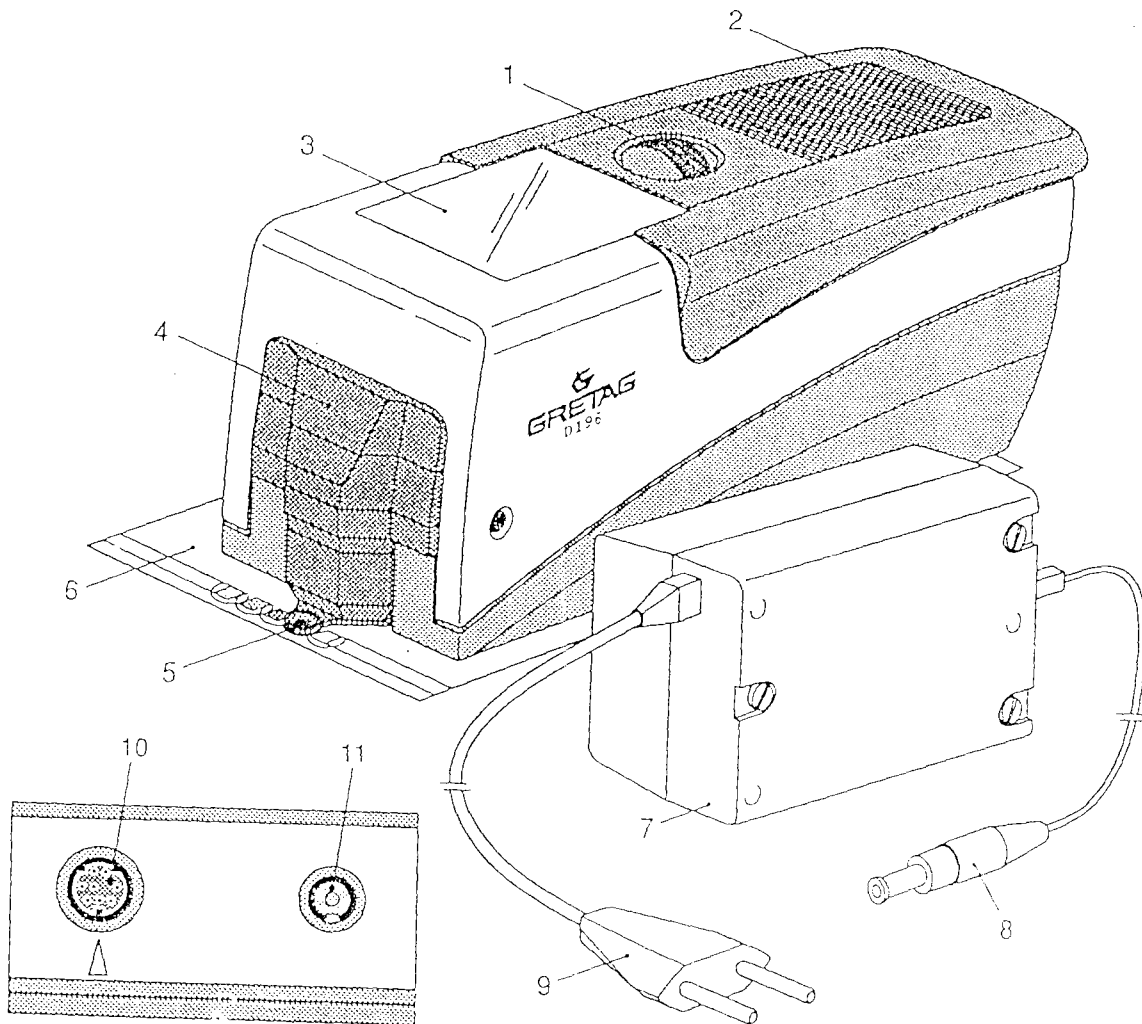
### เครื่องมือวัดความเข้ม

ค่าใช้จ่ายการสร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอนิเมเนียแบบประหยัด

และ

แผ่นพิมพ์เขียวที่ใช้ทดสอบหาคุณภาพความคมชัด

ของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียว



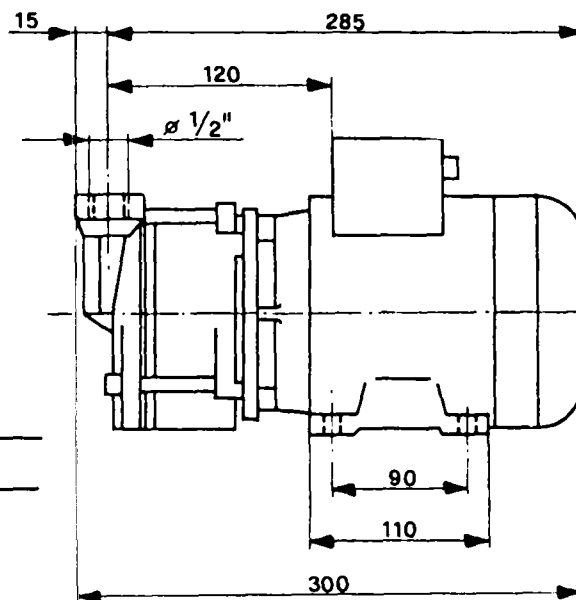
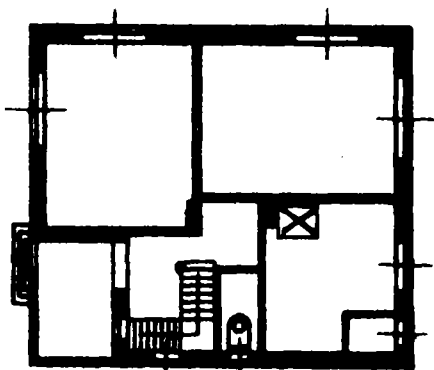
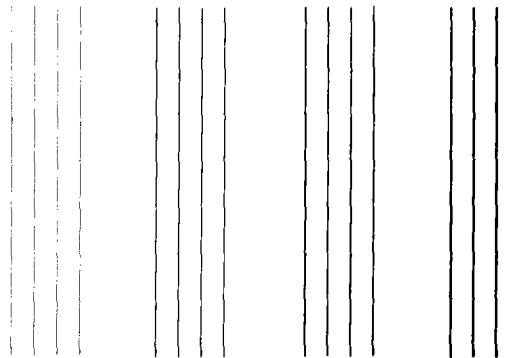
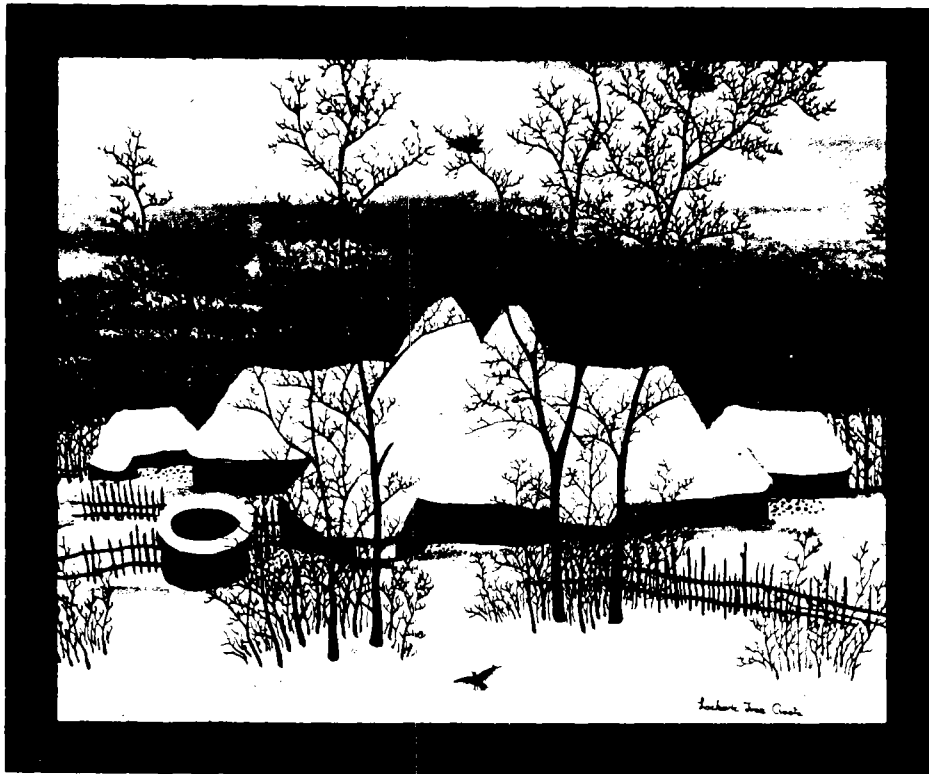
### ส่วนต่างๆของเครื่องวัดความเข้ม ( function element )

- |                                             |                                            |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1. ลูกบอลล์ควบคุม ( control ball )          | 7. อุปกรณ์ชาร์จไฟ ( charger )              |
| 2. รูปแบบการวัด ( measurement key )         | 8. ปลั๊กชาร์จไฟฟ้า ( charger plug )        |
| 3. จอแสดงรายละเอียด ( display )             | 9. สายไฟฟ้า ( power cable )                |
| 4. ชุดเครื่องมือวัด ( measuring module )    | 10. ขั้วรับส่งข้อมูล ( data interface )    |
| 5. เลนส์ที่ใช้วัด ( measuring aperture )    | 11. รูเสียบปลั๊กชาร์จไฟ ( charger socket ) |
| 6. การ์ดที่ใช้สอบเทียบ ( calibration card ) |                                            |

### ภาพประกอบ 40 เครื่องมือวัดความเข้ม ( densitometer )

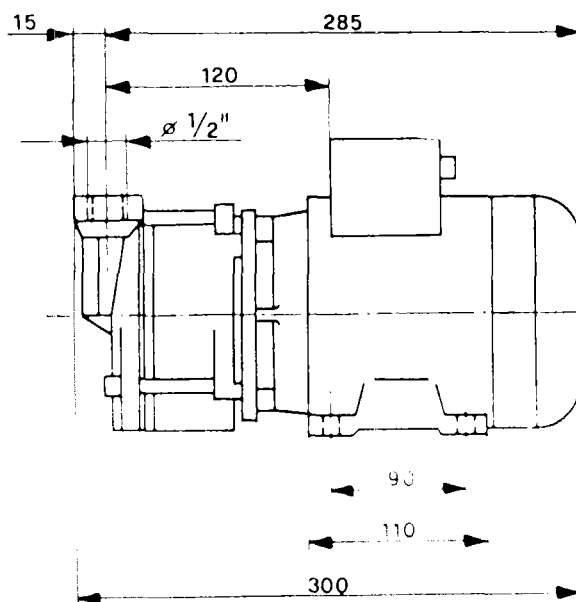
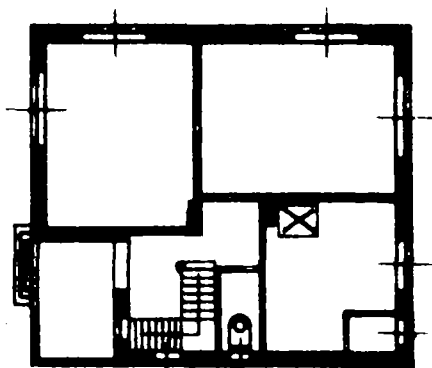
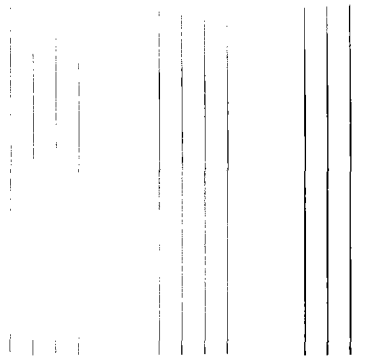
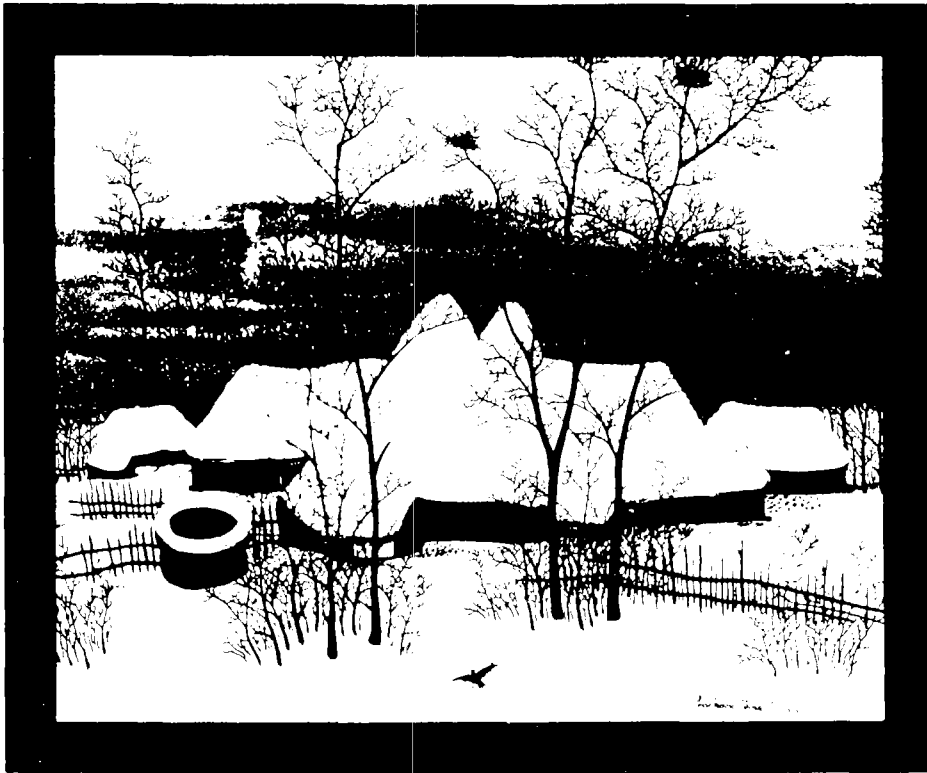
## ค่าใช้จ่ายการสร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด

| รายการ                              | จำนวน     | ราคาต่อหน่วย | ราคารวม(บาท) |
|-------------------------------------|-----------|--------------|--------------|
| ไม้อัด 4ฟุตx8ฟุตx15มม.              | 3 แผ่น    | 750          | 2250         |
| ไม้เนื้อแข็ง 1"x2"x2ม.              | 1 แผ่น    | 40           | 40           |
| ขั้วหลอดขาสปริง                     | 14 อัน    | 10           | 140          |
| ขั้วสตาร์ทเตอร์                     | 7 อัน     | 5            | 35           |
| สตาร์ทเตอร์                         | 7 อัน     | 10           | 70           |
| ขั้วต่อ                             | 7 อัน     | 2            | 14           |
| หลอดฟลูออเรสเซนต์ เคย์ไลย์ 36 วัตต์ | 7 หลอด    | 60           | 420          |
| บัลลาสต์ 36 วัตต์                   | 7 อัน     | 50           | 350          |
| บานพับ ขนาด 4 นิ้ว                  | 2 อัน     | 30           | 60           |
| บานพับ ขนาด 1.5 นิ้ว                | 2 อัน     | 15           | 30           |
| รางลื่นชักยาว 18 นิ้ว               | 2 คู่     | 30           | 60           |
| ท่อเหล็ก 2"x1"x1.6มม.x6ม.           | 3 เส้น    | 160          | 480          |
| สีสเปรย์                            | 8 กระป๋อง | 40           | 320          |
| สายไฟ 1มม.x100ม.(THW)               | 1 ขด      | 150          | 150          |
| กระดิ่งไฟฟ้า                        | 1 ชุด     | 160          | 160          |
| อุปกรณ์ควบคุมเวลา                   | 1 ชุด     | 850          | 850          |
| มือจับ ขนาด 4 นิ้ว                  | 2 อัน     | 20           | 40           |
| มือจับ ขนาด 2 นิ้ว                  | 2 อัน     | 10           | 20           |
| สวิทช์ National                     | 1 ชุด     | 150          | 150          |
| กระจกใส 620x1230x6มม.               | 1 แผ่น    | 350          | 350          |
| ฟองน้ำ 70x150 ซม.                   | 1 ผืน     | 150          | 150          |
| ลูกล่อนขนาด 3 นิ้ว                  | 4 ลูก     | 75           | 300          |
| ลวดเชื่อม 2.6 มม.                   | 1 ห่อ     | 80           | 80           |
| กระดาษทรายขัดไม้เบอร์ 3             | 1 โหล     | 45           | 45           |
| เบ็ดเตล็ด                           |           |              | 450          |
| ค่าแรง                              |           |              | 2000         |
| รวมทั้งสิ้น                         |           |              | 9014 บาท     |

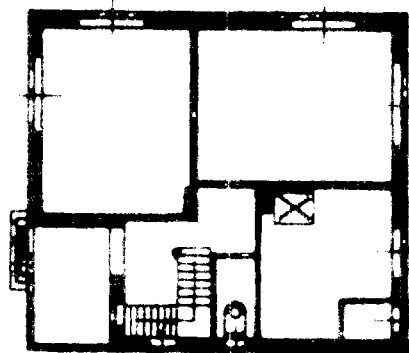
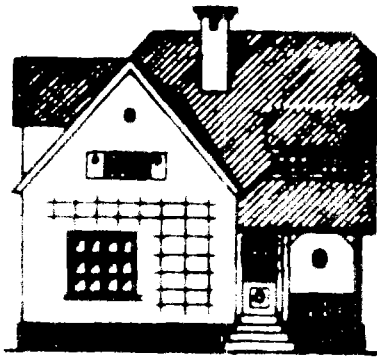


DL CM # 1 2 SOLID \_\_\_\_\_  
 FM9 BACK6. \_\_\_\_\_  
 EXPOSE 120 130 140 150  
 DEVELOP 5 10 15

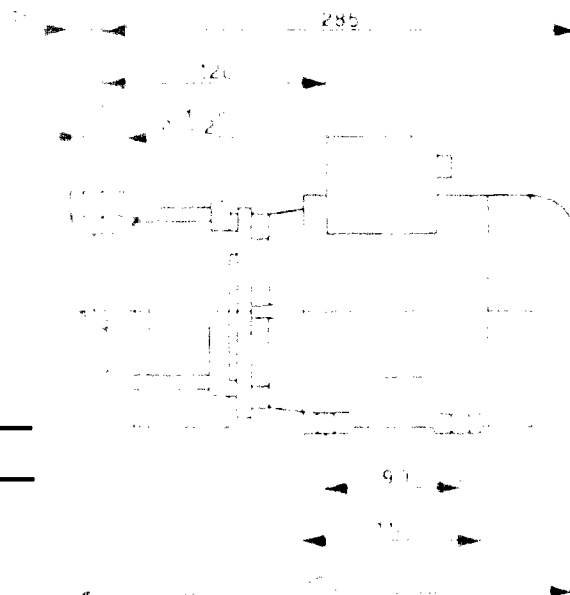
ภาพประกอบ 41 แผ่นพิมพ์เขียวที่ใช้ทดสอบ ชนิดความไวแสงต่ำ (FM9)



ภาพประกอบ 42 แผ่นพิมพ์เขียวที่ใช้ทดสอบ ชนิดความไวแสงปานกลาง (FM11)



DL CW # ① 2 SOLID \_\_\_\_\_  
 FM12 BACKG. \_\_\_\_\_  
 EXPOSE 30 ④ 50 60  
 DEVELOP 5 10 ⑮



ภาพประกอบ 43 แผ่นพิมพ์เขียวที่ใช้ทดสอบ ชนิดความไวแสงสูง (FM12)

## ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายโชค ชื่อสกุล ประเทืองทิพย์

เกิดวันที่ 16 เดือน พฤศจิกายน พุทธศักราช 2496

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 579/68 หมู่ 6 ซอยแอนเนกซ์ 43  
ถนนพหลโยธิน แขวงสายไหม เขตสายไหม  
กรุงเทพมหานคร 10220

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน ผู้จัดการแผนกออกแบบ

สถานที่ทำงานปัจจุบัน บริษัท เอ ที พี. อินดัสตรี จำกัด  
119 ซอยสองพี่น้อง ถนนรามคำแหง แขวงสวนหลวง  
เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

### ประวัติการศึกษา

- |           |                                                                                    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| พ.ศ. 2505 | ชั้นประถมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนวัดประดิษฐาราม<br>อำเภอชนบุรี จังหวัดชนบุรี        |
| พ.ศ. 2508 | ประถมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนประถมทวีธาภิเษก<br>อำเภอบางกอกใหญ่ จังหวัดชนบุรี      |
| พ.ศ. 2511 | มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนทวีธาภิเษก<br>อำเภอบางกอกใหญ่ จังหวัดชนบุรี            |
| พ.ศ. 2515 | ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ช่างกลโรงงาน)<br>จากโรงเรียนช่างกลปทุมวัน กรุงเทพมหานคร      |
| พ.ศ. 2518 | ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ช่างกลโลหะ)<br>จากวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร |
| พ.ศ. 2520 | คอ.บ. (เครื่องมือกล)<br>จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพมหานคร                    |
| พ.ศ. 2542 | กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา)<br>จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ                           |

# การสร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด

บทคัดย่อ  
ของ  
โชค ประเทืองทิพย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

เมษายน 2542

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบสร้างและทดสอบหาคุณภาพความคมชัดของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด โดยมีตัวแปรต้นที่เป็นองค์ประกอบสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปรคือ ความไวแสงของกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซ ความเข้มแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เวลารายแสง และเวลาสร้างภาพ ซึ่งในแต่ละตัวแปรยังแบ่งได้อีกหลายชนิดและหลายระดับ การทดสอบกระทำโดยนำกระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซพร้อมต้นฉบับโปร่งแสง ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์และสร้างภาพตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ผลการทดสอบปรากฏว่ากระดาษพิมพ์เขียวไดอาโซทั้ง 3 ชนิดความไวแสง ฉายแสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงเดย์ไลท์ สร้างภาพด้วยไอแอมโมเนียที่ระเหยจากแอมโมเนียทำให้ความคมชัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม ญี่ปุ่น

ในด้านความประหยัดมีค่าใช้จ่ายในการสร้างประมาณ 9,000 บาท ส่วนความสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าและแอมโมเนียในการใช้งานมีค่าใช้จ่ายต่ำ

**A CONSTRUCTION OF ECONOMICAL BLUE PRINTING MACHINE  
USING AMMONIA SYSTEM**

**AN ABSTRACT  
BY  
CHODOKE PRATUANGTIP**

**Presented in partial fulfillment of the requirements for the  
Master of Education degree in Industrial Education  
at Srinakharinwirot University  
April 1999**

The purpose of this research was to design, construct and to test for quality of an economical blue printing machine using ammonia system. The quality was indicated by the sharpness of the image appraised according to the Japanese Industrial Standard. The tests were conducted by exposing a fluorescent light through transparent original drawing and diazo paper to create an image and developed in ammonia vapour. The results were three types of blueprint paper used in conjunction with daylight fluorescent lamp met the standard.