

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 การทดสอบระบบจ่ายไฟฟ้าศักดาสูงแบบสวิตชิงและไฟฟ้าศักดาต่ำสำหรับหลอดรังสีเอกซ์

การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถในการจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง

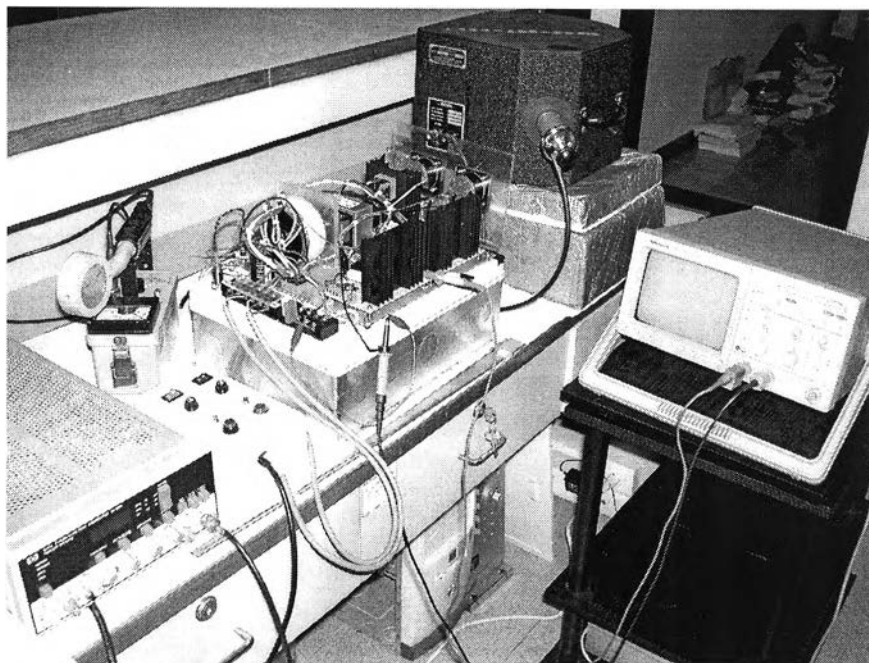
การทดลองเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่าง DC Voltage Input ที่ส่งจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาต่ำหลังจากการกรองกระแสและ Regulate เรียบร้อยแล้วกับค่า High Voltage Output ที่ได้จากหม้อแปลง High Voltage เพื่อดูความสัมพันธ์เชิงเส้น

##### 4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดลอง

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูงแบบสวิตชิงสำหรับหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ที่พัฒนาขึ้น
2. มิเตอร์วัดไฟฟ้าศักดาสูง (Electrostatic Meter) ของ Electric Instrument Service Model ESH No.ES-12228
3. เครื่องอ่านรูปสัญญาณ (Oscilloscope) ของ Tektronix Model TDS360
4. มิเตอร์วัดศักดาไฟฟ้าแบบดิจิตอล
5. มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าของ Sanwa

##### 4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์ทดสอบการทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูงแบบสวิตชิง ดังแสดงในภาพที่ 4.1
2. ใช้ Volt Meter วัดศักดาไฟฟ้าบริเวณไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาต่ำ และอ่านค่าไฟฟ้าศักดาสูงจาก Electrostatic Meter จากนั้นทำการปรับค่าความต้านทานปรับค่าได้เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้ากระแสตรงด้านทางเข้ากับไฟฟ้าศักดาสูงทางด้านขาออก ซึ่งค่า kV ที่อ่านได้จะอ่านได้จาก Electrostatic Meter ได้เพียง 30 kV ค่าหลังจากนั้นจะได้จากการ Extrapolate แล้วนำไปใช้สำหรับปรับเทียบสเกลของ kVp Meter ต่อไป

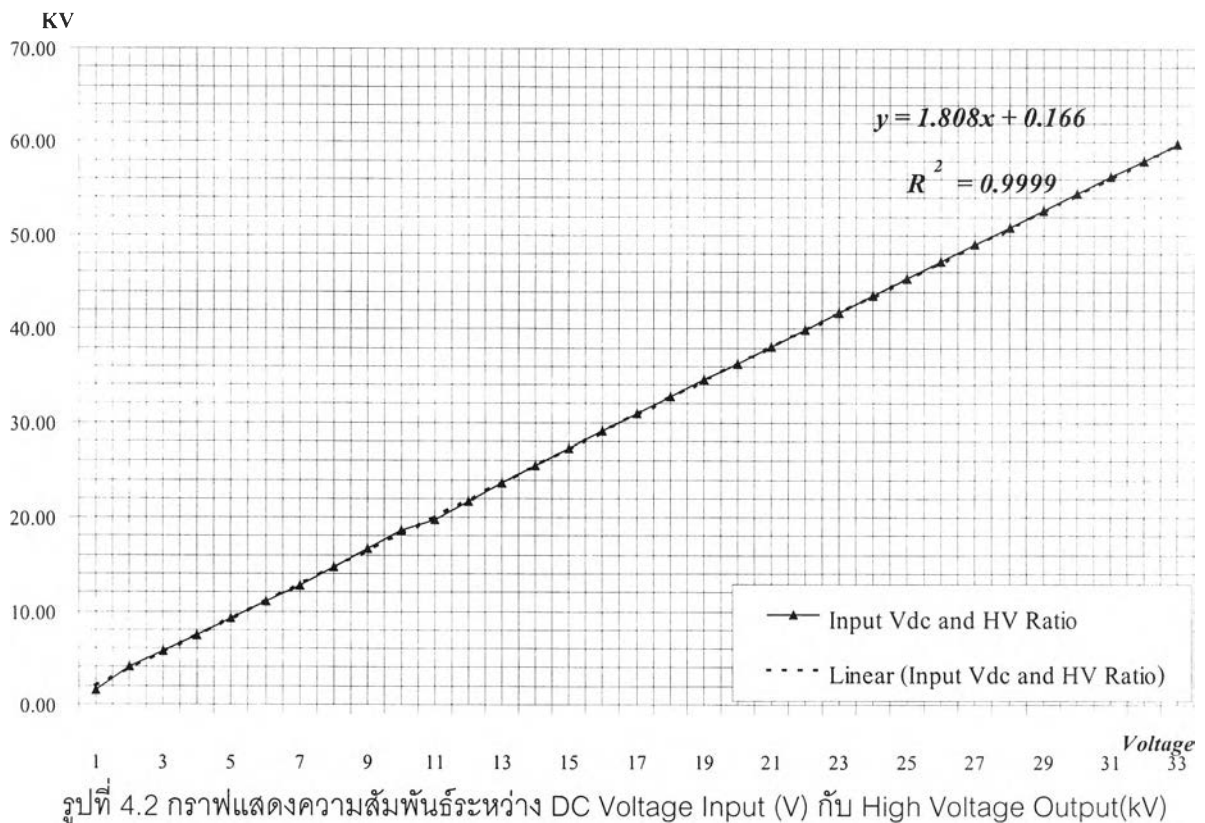


รูปที่ 4.1 อุปกรณ์การทดสอบการทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้าคิกดาสูงแบบสวิตซิง

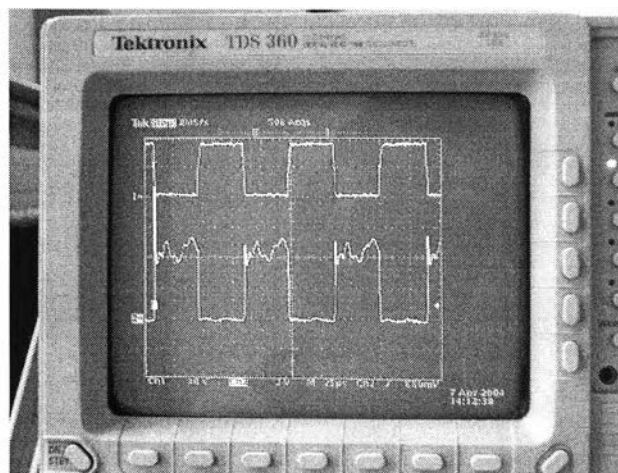
- นำผลการทดลองที่ได้มาจัดทำเป็นตารางดังตารางที่ 4.1 Plot กราฟดังแสดงในรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่าง DC Voltage Input(V) กับ High Voltage Output (kV)

ลำดับที่	คิกดาไฟฟ้า กระแสตรงด้าน ทางเข้า(V)	ไฟฟ้าคิกดาสูง ด้านทางออก (kV)	ลำดับที่	คิกดาไฟฟ้า กระแสตรงด้าน ทางเข้า(V)	ไฟฟ้าคิกดาสูง ด้านทางออก (kV)
1	1	1.50	10	19	34.52
2	3	5.80	11	21	38.13
3	5	9.20	12	23	41.75
4	7	12.80	13	25	45.37
5	9	16.60	14	27	48.98
6	11	19.80	15	29	52.60
7	13	23.60	16	31	56.21
8	15	27.25	17	33	59.83
9	17	30.90			



ในส่วนของไฟเลี้ยงไส้หลอด เนื่องจากไม่สามารถอ่านกระแส Filament โดยตรงจึงอ่านค่า Voltage ตกคร่อม Filament ที่มีความต้านทานประมาณ 2 โอห์ม เมื่อนำความต้านทานและความต่างศักย์ที่อ่านได้ (จุดเหมาะสมที่ 2.5 V ที่มี Intensity สูงสุด) มาคำนวณตามกฎของโอห์ม จะได้ค่ากระแส 1.25 Amp. หากมีการปรับค่า Voltage น้อยกว่า 2.5 V จะทำให้อิเล็กตรอนอิสระออกมา น้อย แต่หากปรับมากกว่า 2.5 V จะทำให้เกิด Loading Effect ต่อ อุปกรณ์ High Voltage ซึ่งสามารถสังเกตได้จาก Wave form ที่เสียรูปไป



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะของรูปคลื่นของแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักย์สูงที่ความถี่ 12.6 kHz

## 4.2 การทดลองเคลือบสารเรืองรังสีเอกซ์

### 4.2.1 อุปกรณ์สำหรับการทดลอง

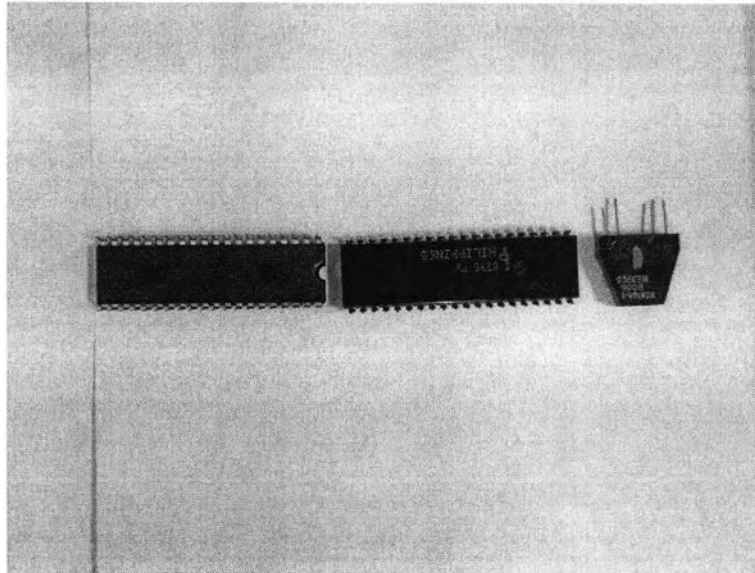
1. กระจกใสหนา 5 มม. ขนาด 165x254 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น
2. สีเคลือบกระจกและตัวทำละลาย
3. เครื่องพ่นอัดอากาศ
4. เครื่องเป่าลมร้อน
5. สารเรืองรังสีเอกซ์ ZnS และ  $Gd_2O_2:Tb^{3+}$

### 4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

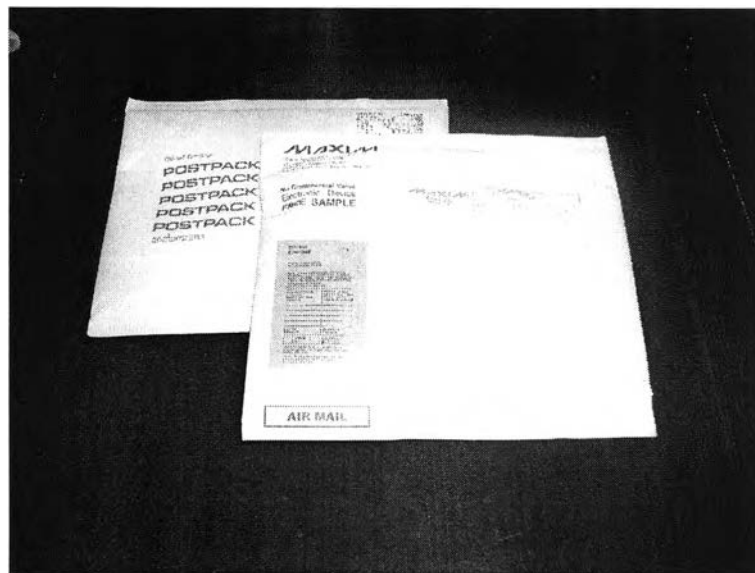
1. ทำการผสมสารเชื่อมประสาน ( สีเคลือบกระจกแบบใส ) กับตัวทำละลายในอัตราส่วน 1:1 ของสีและตัวทำละลาย และวัดปริมาตรที่ทำการผสม ( 5 ml : 5 ml )
2. ชั่งน้ำหนักสารเรืองรังสีเอกซ์ ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือ ZnS และ  $Gd_2O_2S:Tb^{3+}$  ในหน่วยกรัม (g) (จำนวน 1 g) เทผสมลงไปตามความหนาแน่นที่ทำการศึกษา โดยทั้งนี้ความเข้มข้นของสารเรืองรังสีคือ ค่าของน้ำหนักหารด้วยปริมาตรของสารเชื่อมประสาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.1 g/ml
3. จากนั้นนำกระจกที่จะทำการเคลือบจำนวนสองบานมาปิดด้วยแผ่นทองแดงและกระดาษขาว บริเวณที่ไม่ต้องการทำการเคลือบ โดยเว้นช่องสำหรับเคลือบ และทำการวัดพื้นที่เปิดไว้เป็นหน่วย ตารางเซนติเมตร ( $cm^2$ ) ซึ่งช่องเปิดมีขนาด 0.8 x 25.7 cm เท่ากับ 20.56 ตารางเซนติเมตร ดังนั้นจะได้ความหนาเชิงพื้นที่ เท่ากับ 48.64  $mg/cm^2$
4. ทำการพ่นสารผสม ( $ZnS$  และ  $Gd_2O_2S:Tb^{3+}$ ) ที่ได้โดยผ่านเครื่องพ่นอัดอากาศโดยตั้งระยะสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ทำการพ่นสารเรืองรังสีไปกลับเป็นจำนวน 2 รอบไปและกลับ สลับกับการเป่าด้วยลมร้อนตามลำดับจนสารหมด
5. นำกระจกที่ได้มาลอกกระดาษขาวออก
6. นำจากเรืองรังสีที่ได้มาติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง เพื่อเพิ่มปริมาณแสงที่ได้จากการเรืองรังสี และทำการพ่นสีดำปิดบริเวณที่ไม่ได้ทำการเคลือบ เพื่อไม่ให้แสงจากภายนอกเข้าไปรบกวนระบบสแกนภาพ
7. นำจากเรืองรังสีที่ได้ไปทดสอบการสแกนต่อไป

#### 4.2.3 ผลการทดลอง

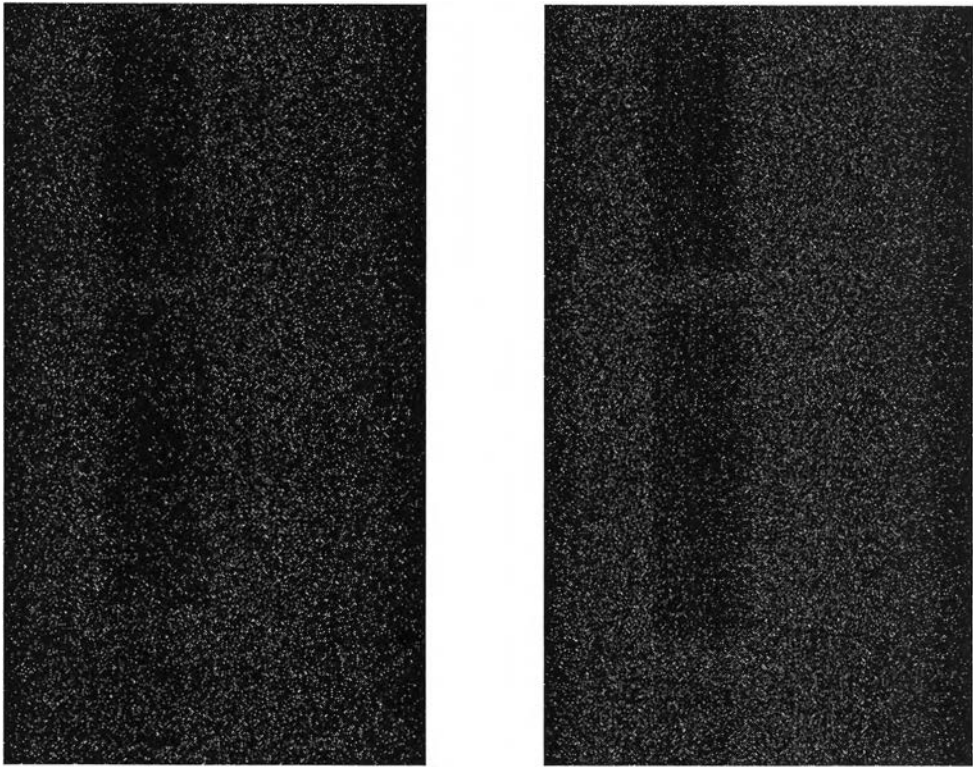
หลังจากที่ได้ทำการเคลือบสารเรืองรังสีบนกระจกทั้งสองตัวอย่างจึงนำมาทดสอบด้วยการสแกนภาพรังสีเอกซ์โดยทั้งสองตัวอย่างมีความหนา  $48.64 \text{ mg/cm}^2$  และมีความเข้มข้น  $0.1 \text{ g/ml}$  บนพื้นที่เคลือบ  $20.56$  ตารางเซนติเมตร



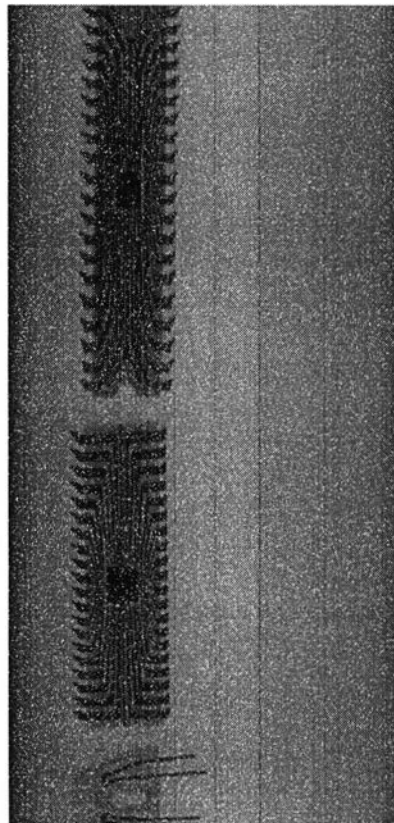
รูปที่ 4.4 วัตถุตัวอย่างที่ใช้ในการสแกน



รูปที่ 4.5 พัสดุที่ใช้ในการทดสอบ



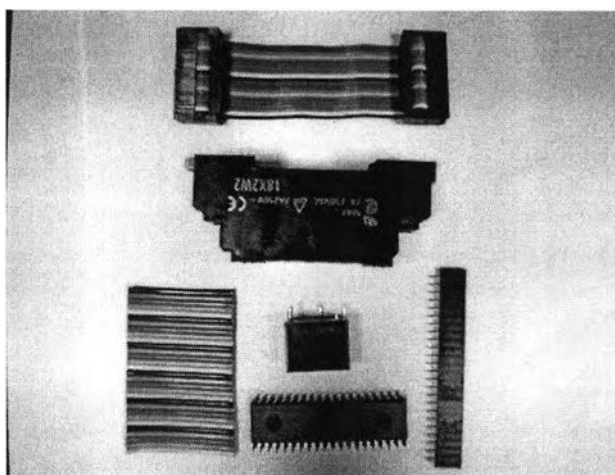
รูปที่ 4.6 ภาพสแกนที่ได้จากระบบโดยใช้สารเรืองรังสี ZnS (ซ้าย) และ  $Gd_2O_3:Tb^{3+}$  (ขวา)



รูปที่ 4.7 ภาพที่สแกนได้ที่ได้จากแผ่นเรืองรังสีเชิงพาณิชย์

### 4.3 การทดลองถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ด้วยหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์

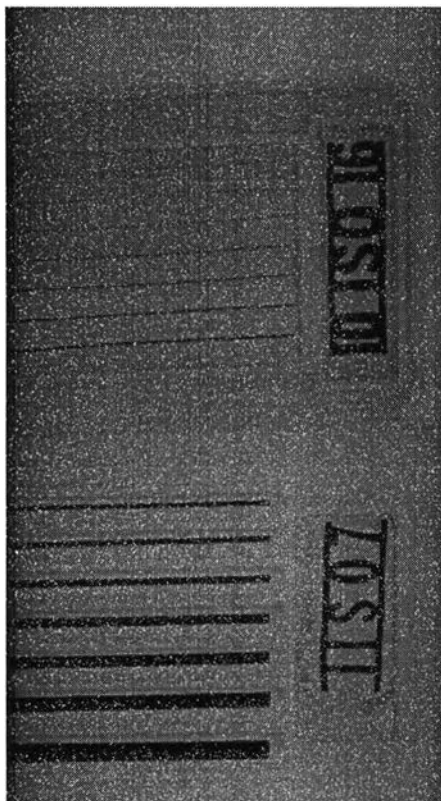
ดังภาพที่ 4.6 และ 4.7 เป็นการถ่ายภาพจากระบบสแกนที่พัฒนาขึ้นและถ่ายที่ระดับความสูงของหลอด 6 เซนติเมตร ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางของลำรังสีมีขนาดเท่ากับ 6 เซนติเมตร บนภาพที่สแกนได้ แต่จะเห็นได้ว่าแผ่น Screen ที่พัฒนาขึ้นนั้น มีความคมชัดต่างจากแผ่นเชิงพาณิชย์มากจึงได้ใช้แผ่นเชิงพาณิชย์เป็นตัวแทนในการเก็บและทดสอบภาพ ซึ่งจากวัตถุตัวอย่างในรูปที่ 4.8 เมื่อนำไปถ่ายภาพจากระบบที่พัฒนาโดยใช้แผ่นเรืองรังสีเชิงพาณิชย์ทำให้ได้คุณภาพของภาพถ่ายที่ดีขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.9 และ 4.10



รูปที่ 4.8 ภาพวัตถุตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 4.9 ภาพที่สแกนได้จากวัตถุตัวอย่าง



รูปที่ 4.10 เส้นลวดตรวจสอบความไว ตามมาตรฐาน DIN54 109(1962) แสดงความละเอียดของแผ่นเรืองรังสีเชิงพาณิชย์

#### 4.4 การทดลองการเก็บข้อมูล Profile ระดับสีเทา (Gray scale) และการทำ Probability Distribution Function (PDF) ของภาพที่สแกนได้

การเก็บข้อมูล Profile ระดับสีเทา (Grayscale) และการทำ Probability Distribution Function (PDF) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบความเปรียบต่าง (Contrast) และความละเอียด (Resolution) ของภาพที่สแกนได้

##### 4.4.1 อุปกรณ์สำหรับการทดลอง

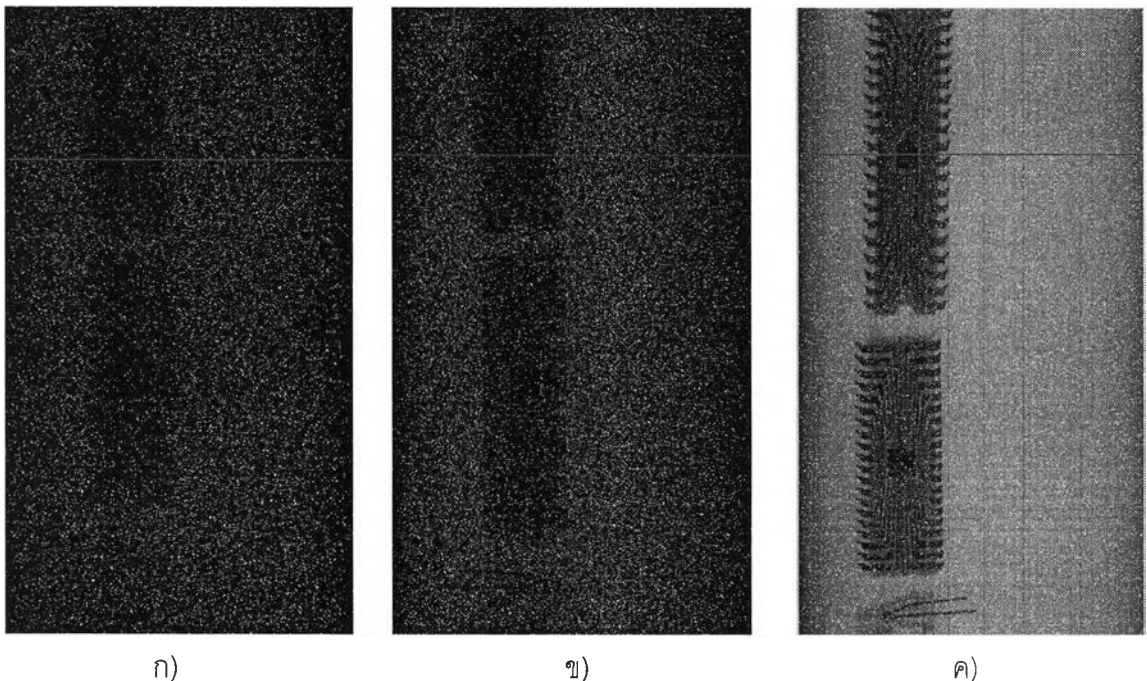
1. เพิ่มข้อมูลภาพถ่ายรังสีเอกซ์ที่สแกนได้
2. โปรแกรมประมวลผลภาพแบบดิจิทัลที่พัฒนาขึ้น

##### 4.4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เปิดเพิ่มข้อมูลที่สแกนได้บนโปรแกรมประมวลผลภาพแบบดิจิทัลที่พัฒนาขึ้น
2. กดปุ่ม Gray Scale เพื่อให้โปรแกรมปรับภาพให้เป็นแบบ Gray Scale และปรากฏผลภาพบนช่องผลลัพธ์



3. ทำการเลือกแนวเส้น Profile โดยการคลิกลงบนภาพที่สแกนจากแผ่นเรืองรังสีเอกซ์ ZnS,  $Gd_2O_2:Tb^{3+}$  และแผ่นเรืองรังสีเอกซ์เชิงพาณิชย์ (ในการทดลองนี้ได้พยายามเลือกแนวเส้น Profile ที่มีตำแหน่งของวัตถุใกล้เคียงกัน โดยเลือกแนวเส้น Profile หมายเลข 140 เนื่องจากในการสแกนเป็นไปได้อย่างที่จะส่งผ่านวัตถุได้ในตำแหน่งเดียวกันบนสายพาน จึงทำให้ไม่สามารถปรับแก้ค่า Profile จากผลของ Dark Current และ Background ได้) ดังแสดงในรูปที่ 4.11



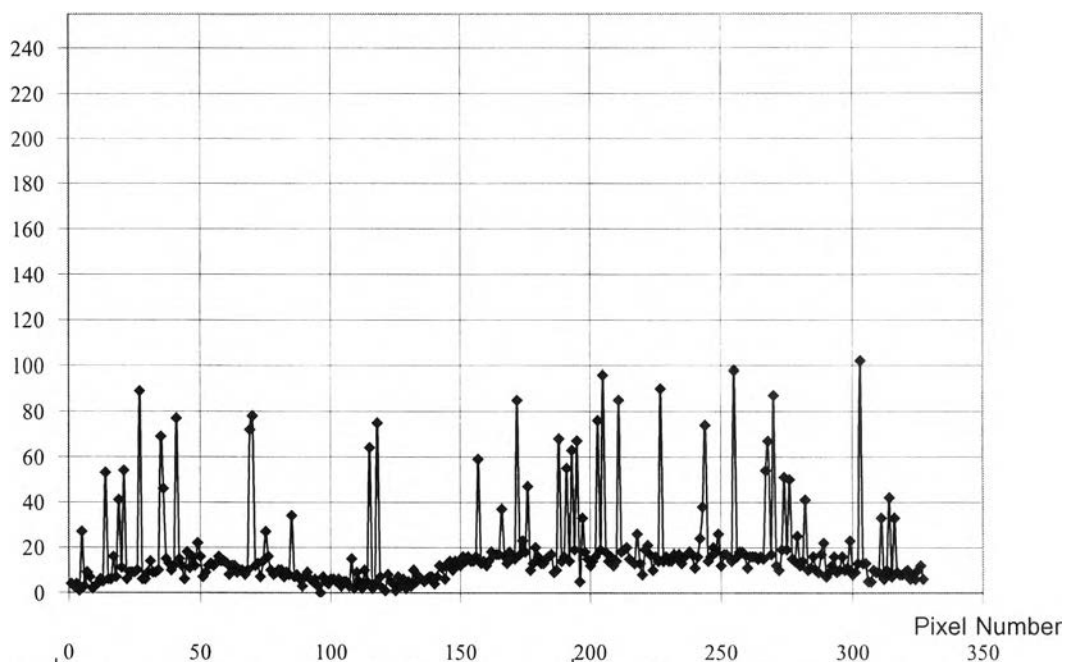
รูปที่ 4.11 แสดงการเลือกแนวเส้น Profile ระดับสีเทาของแผ่นเรืองรังสีเอกซ์ ZnS,  $Gd_2O_2:Tb^{3+}$  และแผ่นเรืองรังสีเอกซ์เชิงพาณิชย์ ดังรูป ก) ,ข) และ ค) ตามลำดับ

4. นำค่า Profile ที่ได้จากการเก็บข้อมูล Profile โดยการกดปุ่ม Get Profile ซึ่งจะได้เป็นแฟ้มข้อมูล (.dat) มา Plot บนโปรแกรม Microsoft Excel
5. ทำการเก็บข้อมูลของจุดภาพบนภาพที่สแกนได้มาทำเป็น Probability Distribution Function (PDF) โดยการกดปุ่ม Get PDF Data
6. นำข้อมูล PDF ที่ได้จากการเก็บข้อมูล PDF ซึ่งจะได้เป็นแฟ้มข้อมูล (.dat) มา Plot บนโปรแกรม Microsoft Excel

#### 4.4.3 ผลการทดลอง

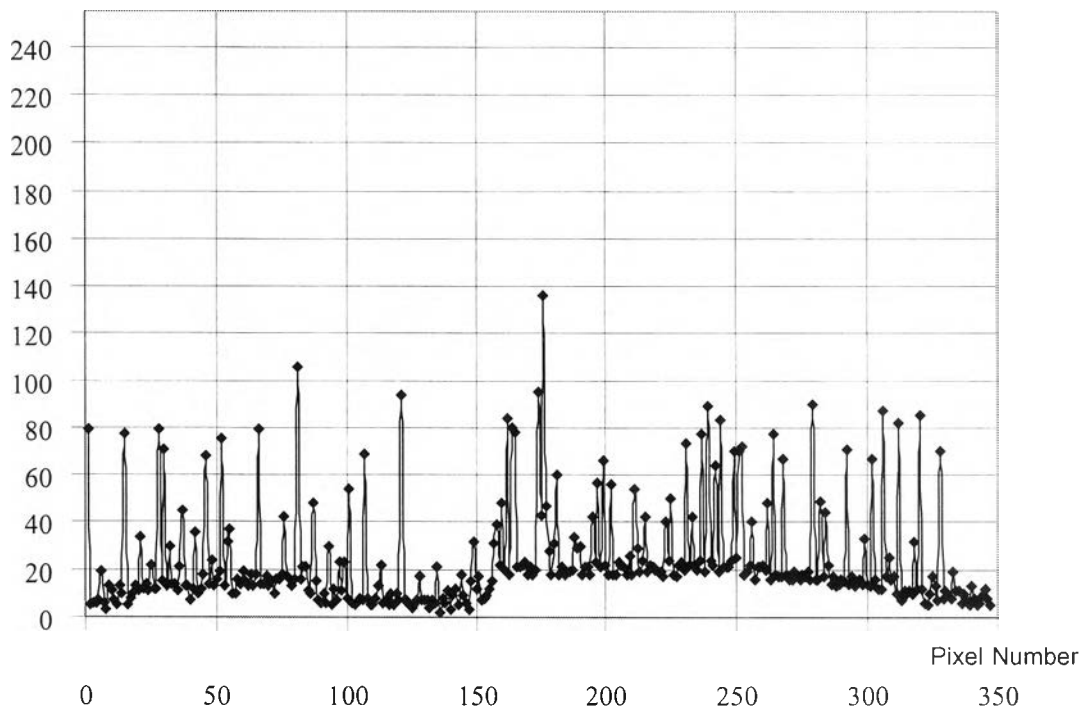
จากการทดลองได้พบว่า Profile ระดับสีเทาของภาพที่สแกนด้วยแผ่นเรืองรังสีเอกซ์ ZnS,  $Gd_2O_2:Tb^{3+}$  และแผ่นเรืองรังสีเอกซ์เชิงพาณิชย์ เป็นดังแสดงในรูปที่ 4.12 ,4.13 และ 4.14 ตามลำดับ (Gray Scale Level 0 คือ สีดำ และ 255 คือสีขาว)

Gray Scale Level (0-255)



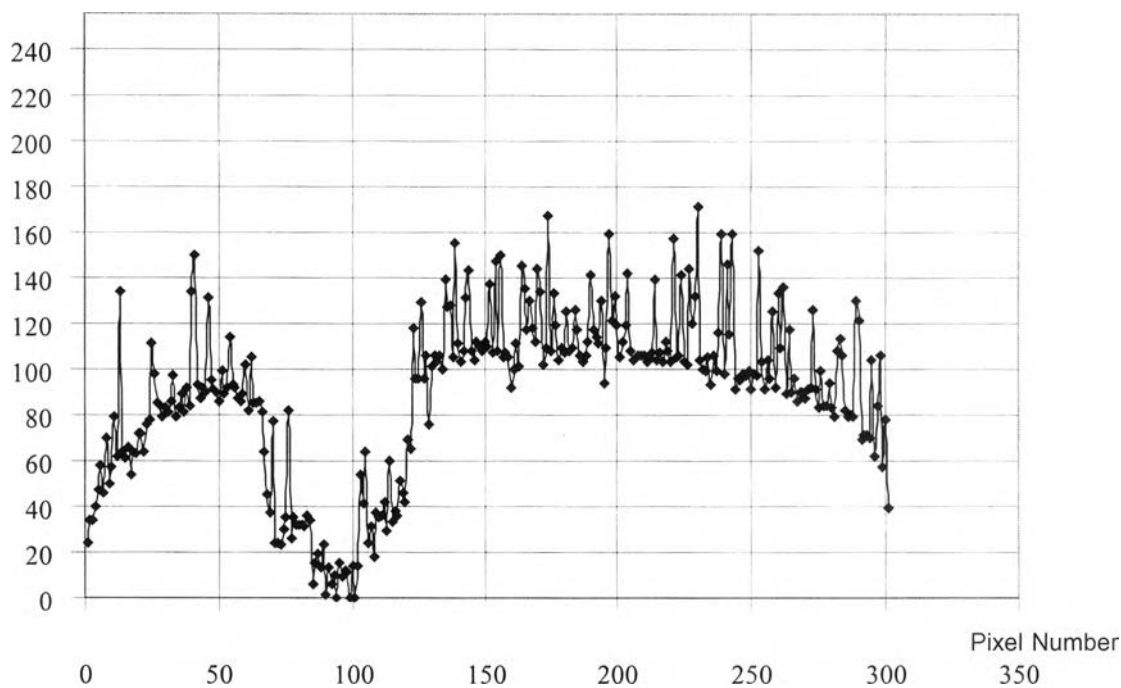
รูปที่ 4.12 แสดงเส้น Profile ระดับสีเทาของภาพที่สแกนด้วยแผ่นเรืองรังสีเอกซ์ ZnS

Gray Scale Level (0-255)



รูปที่ 4.13 แสดงเส้น Profile ระดับสีเทาของภาพที่สแกนด้วยแผ่นเรืองรังสีเอกซ์  $Gd_2O_2:Tb^{3+}$

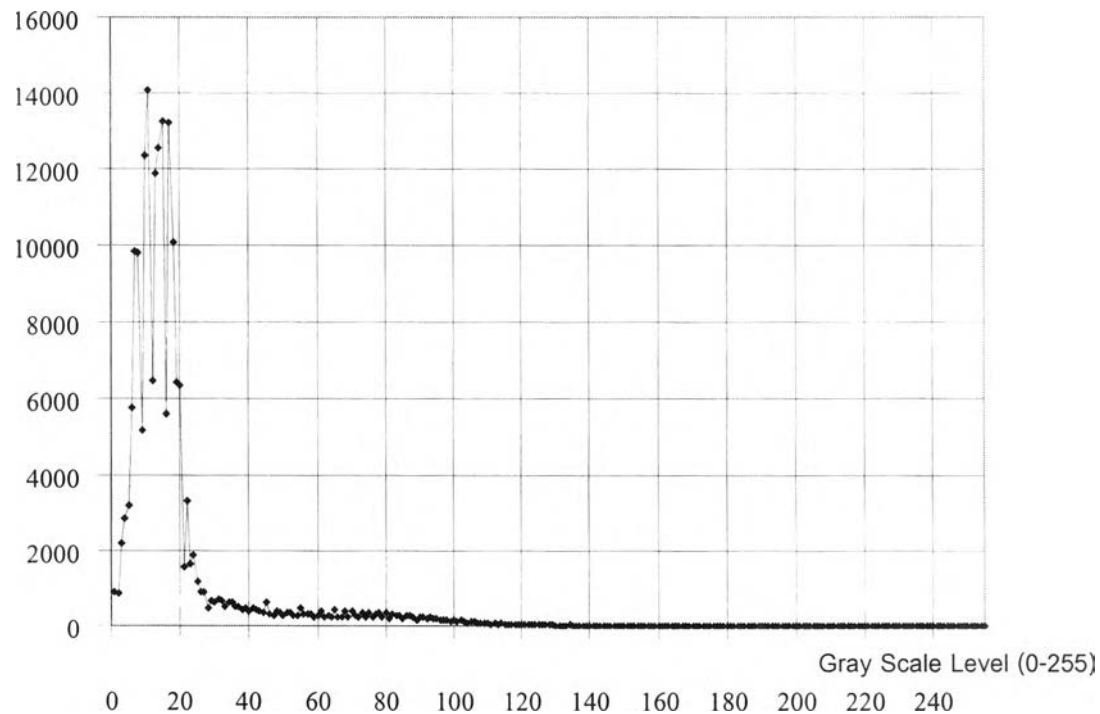
Gray Scale Level (0-255)



รูปที่ 4.14 แสดงเส้น Profile ระดับสีเทาของภาพที่สแกนด้วยแผ่นเรืองรังสีเอกซ์เชิงพาณิชย์

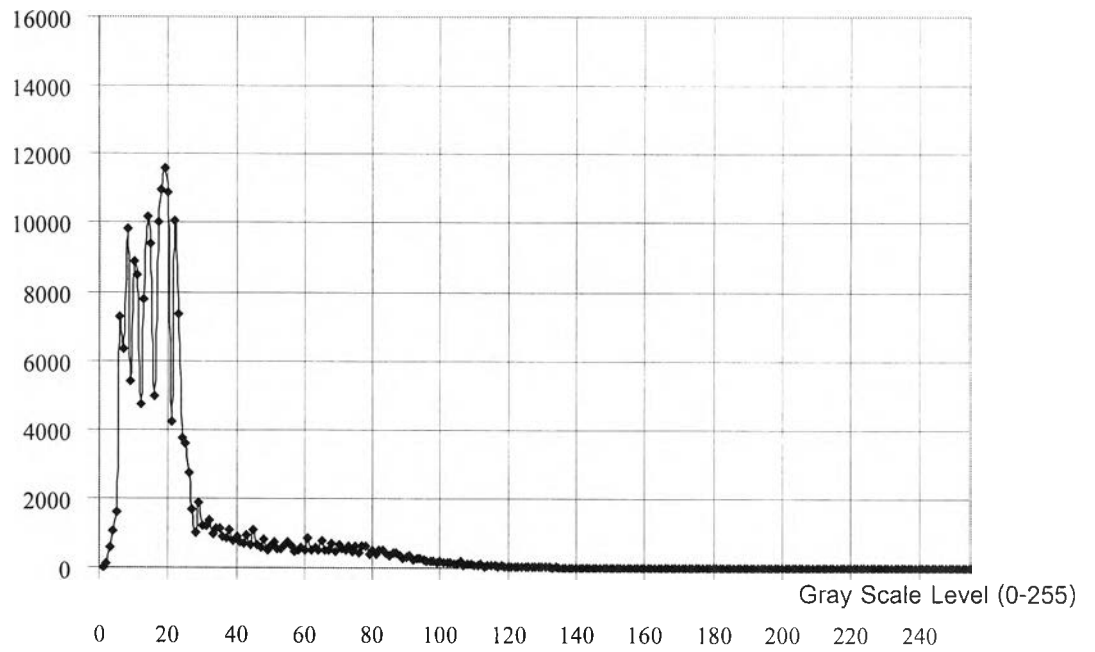
นอกจากนี้การทดลองได้พบว่า กราฟระหว่างจำนวน Pixel ในแต่ละระดับสีเทา หรือ Probability Distribution Function (PDF) ของภาพที่สแกนด้วยแผ่นเรืองรังสีเอกซ์ ZnS,  $Gd_2O_2:Tb^{3+}$  และแผ่นเรืองรังสีเอกซ์เชิงพาณิชย์ เป็นดังแสดงในรูปที่ 4.15 ,4.16 และ 4.17 ตามลำดับ

Number of Count



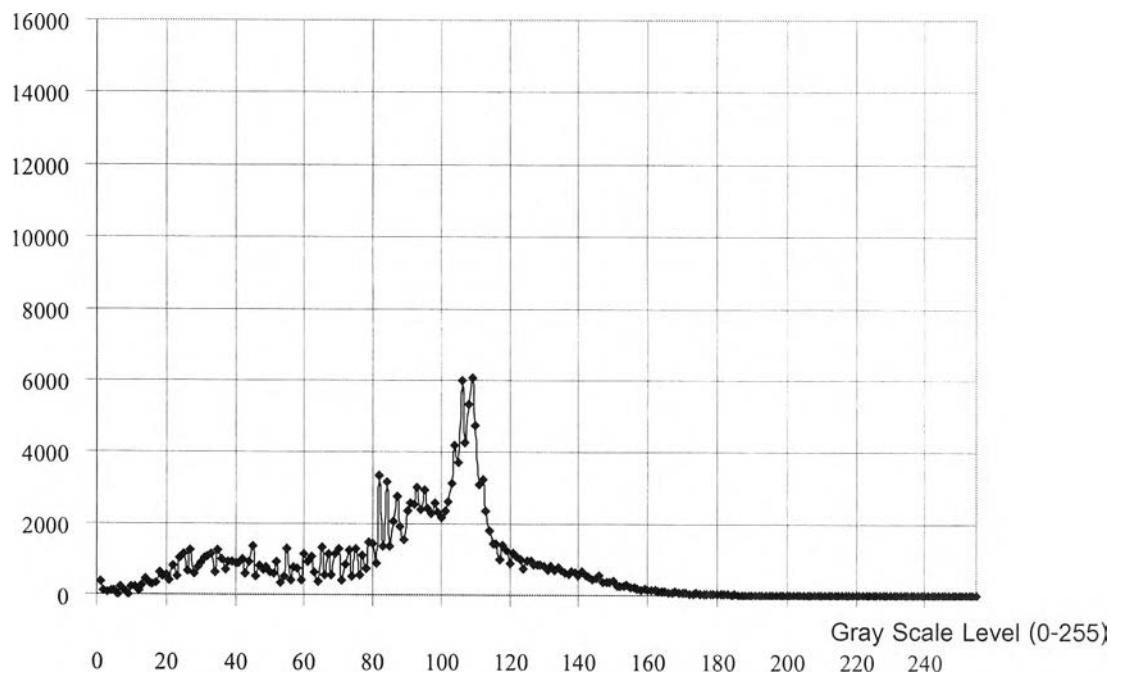
รูปที่ 4.15 แสดงเส้นกราฟ PDF ของภาพที่สแกนด้วยแผ่นเรืองรังสีเอกซ์ ZnS

Number of Count



รูปที่ 4.16 แสดงเส้นกราฟ PDF ของภาพที่สแกนด้วยแผ่นเรืองรังสีเอกซ์  $Gd_2O_2:Tb^{3+}$

Number of Count



รูปที่ 4.17 แสดงเส้นกราฟ PDF ของภาพที่สแกนด้วยแผ่นเรืองรังสีเอกซ์เชิงพาณิชย์

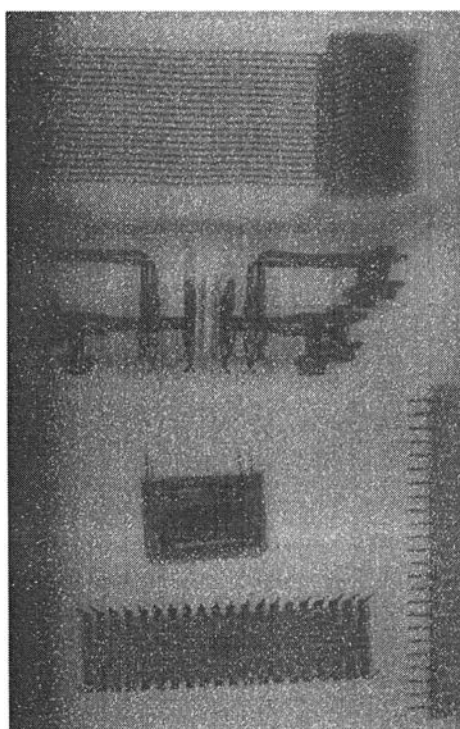
#### 4.5 การทดลองการประมวลผลภาพแบบดิจิทัล

โปรแกรมประมวลผลภาพแบบดิจิทัลจะสามารถประมวลผลภาพได้เช่น

1. การปรับความสว่าง (Brightness)
2. การปรับความเปรียบต่าง (Contrast)
3. การทำภาพเนกาทีฟ (Negative)
4. การทำการตรวจจับขอบภาพ (Edge Detection)
5. การใช้ตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)
6. การใช้ตัวกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)

ในการทดสอบการประมวลผลจะใช้รูปที่ 4.9 เป็นต้นแบบ

1. การปรับความสว่าง (Brightness)



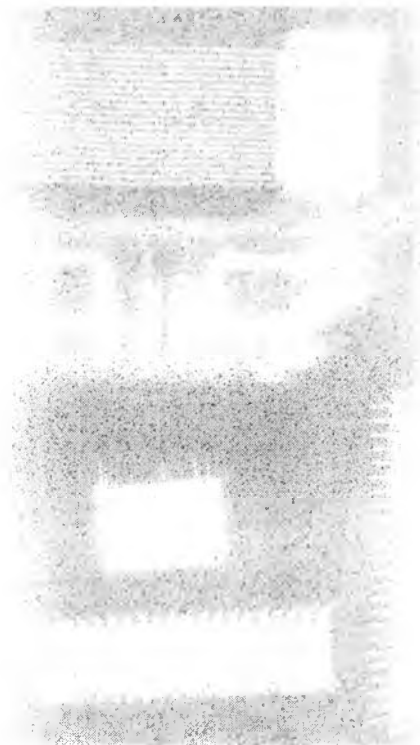
รูปที่ 4.18 รูปวัตถุตัวอย่างที่ได้จากการสแกนหลังการเพิ่ม Brightness

## 2. การปรับความเปรียบต่าง (Contrast)



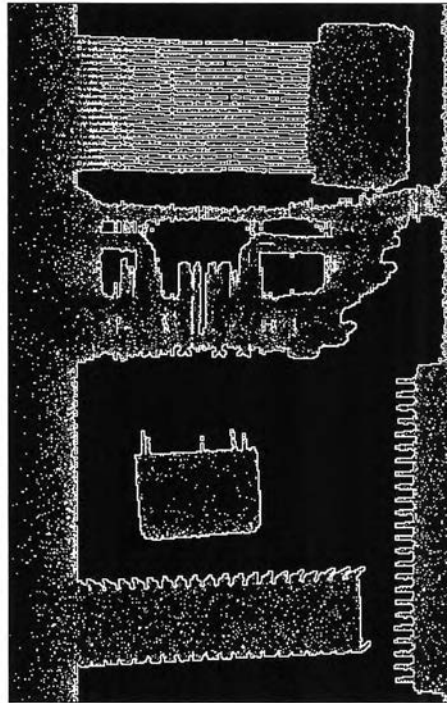
รูปที่ 4.19 รูปวัตถุตัวอย่างที่ได้จากการสแกนหลังการเพิ่ม Contrast

## 3. การทำภาพเนกาทีฟ (Negative)



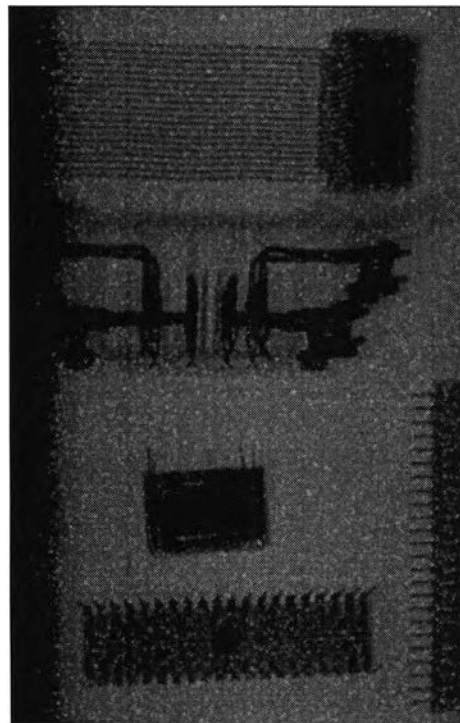
รูปที่ 4.20 รูปวัตถุตัวอย่างที่ได้จากการสแกนหลังการทำเนกาทีฟ

#### 4. การทำการตรวจจับขอบภาพ (Edge Detection)



รูปที่ 4.21 รูปวัตถุตัวอย่างที่ได้จากการสแกนหลังการทำ Edge Detection โดยวิธี Laplacian Edge Detection

#### 5. การใช้ตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)



รูปที่ 4.22 รูปวัตถุตัวอย่างที่ได้จากการสแกนหลังการทำ Low Pass Filter 3x3

## 6. การใช้ตัวกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)



รูปที่ 4.23 รูปวัตถุตัวอย่างที่ได้จากการสแกนหลังการทำ High Pass Filter 3x3