สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ซอฟต์แวร์ตรวจพินิจแผ่นวงจรพิมพ์

4.1 ส่วนประกอบทางซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของระบบไม่ว่าเป็นการควบคุมฮาร์ดแวร์, การติดต่อกับผู้ใช้งาน, ส่วนทำการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ สำหรับซอฟต์แวร์ที่ทำการพัฒนา โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ MS - Windows และทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยด้วยโปรแกรม Delphi7 โดยมีส่วนประกอบใหญ่ๆ เป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1.1 ส่วนตั้งระบบ (Setting Phase) [8],[9]

ในส่วนของซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยที่ในการตั้งค่าตัวแปรในการทำงานของฟังก์ชันการตรวจสอบต่างๆ เพื่อให้สามารถตรวจชิ้นงานที่ต้องการได้ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1.1.1 ส่วนเก็บภาพอ้างอิงจะทำการเก็บภาพอ้างอิงซึ่งคือภาพแผ่นวงจรพิมพ์ที่ไม่มีจุดบกพร่อง ภาพที่ทำการเก็บเป็นภาพขนาดย่อยๆ ได้มาจากการที่กล้องแบ่งถ่ายเป็นภาพย่อยจากแผ่นวงจรพิมพ์หนึ่งแผ่น อาจจะทำการถ่าย เป็น 4 ภาพ หรือ บางครั้งถ้าแผ่นวงจรมีขนาดใหญ่ก็อาจจะทำการแบ่งถ่ายภาพออกเป็น 25 ภาพ แต่โดยทั่วไปจะแบ่งถ่ายภาพเป็น 16 ภาพ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ความละเอียดของภาพที่สูง และเป็นประโยชน์มากที่สุดต่อการนำไปวิเคราะห์

4.1.1.2 ส่วนการแบ่งส่วน เป็นส่วนที่ทำภาพให้เป็นสองระดับ เนื่องจากภาพที่นำมาทดสอบเป็นภาพลายเส้นวงจร ซึ่งจะมี 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นลายเส้นทองแดง และส่วนที่เป็นแผ่นวงจร ดังนั้นการตรวจหารอยผิดพลาด หรือรอยตำหนิที่เกิดขึ้นจึงเหมาะสมที่จะประมวลผลจากภาพชนิด 2 ระดับ แต่ข้อมูลภาพที่อ่านเข้ามาเป็นภาพระดับเทา (Gray Level) ซึ่งมี 256 ระดับอยู่ ดังนั้นจึงต้องทำการกำหนดช่วงแบ่งของ 2 ระดับ โดยในที่นี้กำหนดให้ที่ 50 ลงมาเป็นสีดำ (ส่วนที่เป็นแผ่นวงจร) ส่วนค่าที่สูงกว่า 50 ให้เป็นสีขาว (ส่วนที่เป็นลายทองแดง)

4.1.2 ส่วนการตรวจสอบ (Running Phase) [10],[11]

ซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบแผ่นวงจรพิมพ์ โดยมีขั้นตอนในการทำงานดังนี้

4.1.2.1 การจับภาพ (Grabbing Image) ในส่วนนี้จะดึงเอาข้อมูลภาพดิจิตอลจากพื้นที่ที่เราเก็บภาพไว้มาทำการปรับแต่งก่อนส่งไปวิเคราะห์ เนื่องจากในที่นี้เรานำเอาภาพที่ถ่ายไว้แล้วมาเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

4.1.2.2 การประมวลผลภาพ (Image Processing) ในส่วนนี้จะประกอบด้วยฟังก์ชันประมวลผลภาพดิจิตอลโดยประกอบด้วยหลายๆ ฟังก์ชันตามลำดับที่ใช้งานในกระบวนการดังนี้

- ฟังก์ชันเลือกภาพแผ่นวงจรพิมพ์อ้างอิง (Referent Picture) เนื่องจากในทางปฏิบัติแล้ว ภาพที่ได้จากกล้องดิจิตอลที่จะนำมาเป็นภาพอ้างอิงนั้นจะถูกถ่ายมาเป็นจำนวนมาก (ในแผ่นวงจรหนึ่งๆ) ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของแผ่นวงจรพิมพ์ และการตั้งค่าการถ่ายของกล้อง

- การปรับระดับ (Threshold) เนื่องจากกระบวนการที่ใช้ในการตรวจหารอยตำหนิ หรือรอยบกพร่องต้องทำการประมวลผลจากภาพ 2 ระดับ แต่ข้อมูลภาพที่ได้จากกระบวนการก่อนหน้านี้เป็นภาพระดับเทา 256 ระดับอยู่ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของกระบวนการทำภาพให้เป็น 2 ระดับโดยทั่วไปแล้วส่วนนี้จะเป็นส่วนที่กำหนดค่าให้กับจุดพิกเซลต่างๆ ในภาพซึ่งการที่จะกำหนดค่าใดๆ ให้กับในแต่ละพิกเซลนั้นจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่เราสนใจ เช่น ในกรณีของคุณสมบัติที่เราสนใจคือความแตกต่างระหว่างสีในภาพ หรือความสว่างของแต่ละพิกเซล ในขั้นตอนนี้เราก็อาจจะทำให้ระบบสีเทาให้เป็นระดับสีสองระดับ (Threshold) ซึ่งค่าสีที่ปรากฏออกมาจะมีเพียงสองระดับสีเท่านั้น กล่าวคือ สีดำ หรือ สีขาวในพิกเซลใดๆ การกำหนด หรือเลือกระดับค่าสีสองระดับ อาจจะทำได้โดยการเลือกอัตโนมัติ เพื่อหาขีดเริ่มต้น ข้อดีของวิธีนี้ไม่เพียงแต่จะสามารถหาค่าเริ่มเปลี่ยนเพื่อแบ่งภาพเป็น 2 ระดับโดยอัตโนมัติเท่านั้น แต่ยังสามารถขยายจุดจนได้ขนาดที่แท้จริงของตัวเองได้ด้วย หรืออีกวิธีหนึ่งซึ่งใช้ในงานวิจัยนี้ทำได้โดยการใช้คนเป็นผู้กำหนดด้วยตัวเอง ซึ่งการกำหนดระดับสีสองระดับจะต้องใช้การพิจารณาให้เหมาะสมในการจะนำภาพที่ได้ไปประยุกต์ใช้ต่อไป

4.1.2.3 การเปรียบเทียบภาพ (Image Comparison) หลังจากที่ทำให้ภาพที่ต้องการตรวจสอบเป็นภาพที่ผ่านการกรองส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวน หรือสิ่งที่เราไม่สนใจออกแล้ว กระบวนการต่อไปจะทำการเปรียบเทียบภาพทั้งสองแบบจุดต่อจุด เพื่อจะตรวจสอบดูว่าภาพทั้งสองนั้นแตกต่างกันอย่างไรบ้าง ถ้าในส่วนใดส่วนหนึ่งของภาพแผ่นวงจรพิมพ์ที่ต้องการตรวจสอบนั้นแตกต่างจากภาพแผ่นวงจรพิมพ์อ้างอิงก็จะถือว่าเป็นจุดบกพร่องในภาพจากที่ต้องการตรวจสอบ โดยรายละเอียดของอัลกอริทึมในส่วนนี้สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยได้ดังนี้

- การลบภาพ (Image Subtraction) คือ การนำเอาภาพมาลบกันแบบจุดต่อจุด แบบค่าสัมบูรณ์ (Absolute) ดังสมการที่ 4.1

$$D(i,j) = \left| R(i,j) - T(i,j) \right| \qquad (4.1)$$

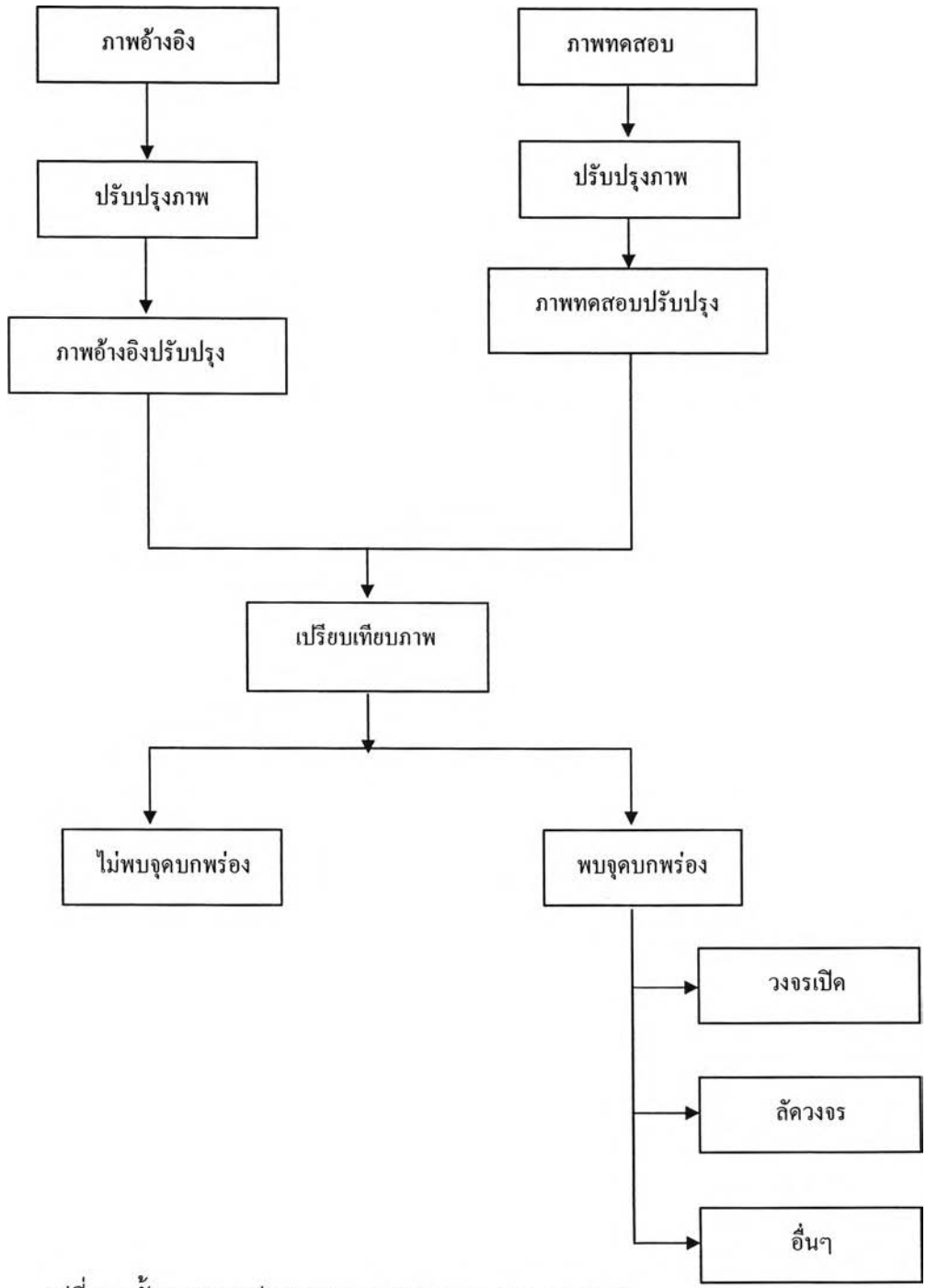
โดย $D(i,j)$ คือ ค่าความสว่างของพิกเซล (i,j) ของภาพผลต่าง (different Image)

$R(i,j)$ คือ ค่าความสว่างของพิกเซล (i,j) ของภาพอ้างอิง

$T(i,j)$ คือ ค่าความสว่างของพิกเซล (i,j) ของภาพที่ต้องการตรวจสอบ

- การดึงส่วนที่เป็นจุดบกพร่องและการตัดสิน (Defect Extraction and Judgement) ภาพผลต่างที่เกิดจากการลบกันในขั้นตอนที่แล้ว ส่วนของภาพที่มีจุดบกพร่องจะมีค่าความสว่างสูงกว่าบริเวณที่ไม่ใช่จุดบกพร่อง ดังนั้นการทำงานในส่วนนี้จะทำการดึงเอาเฉพาะบริเวณที่เป็นจุดบกพร่องออกมาจากภาพ โดยใช้กระบวนการแปลงภาพสองระดับ (Thresholding) จากภาพที่เกิดจากการลบกันซึ่งเป็นภาพแบบ 256 ระดับ ให้กลายเป็นภาพสองระดับ โดยใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนซึ่งค่านี้จะมีผลต่อการตรวจสอบโดยจะเป็นค่าที่ระบุว่าความแตกต่างของความสว่างในภาพทั้งสองจะต้องมีมากเพียงใดจึงถือว่าเป็นบริเวณพิกเซลที่บกพร่อง จากภาพสองระดับที่แปลงมาจากภาพที่เกิดจากากรลบกันบริเวณพิกเซลที่เป็นจุดบกพร่องจะมีค่า 255 และส่วนที่ไม่ใช่จุดบกพร่องจะมีค่าเท่ากับ 0 สำหรับอัลกอริทึมนี้ การจะตัดสินใจว่าแผ่นวงจรพิมพ์นั้นดีหรือมีจุดบกพร่อง จะใช้จำนวนพิกเซลที่เป็นจุดบกพร่องแต่ละส่วนในภาพของแผ่นวงจรพิมพ์ ซึ่งก็คือการนำเอาพิกเซลที่มีค่า 255 ทั้งหมดในแต่ละส่วนของภาพมารวมกันแล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าขอบเขตที่กำหนดเอาไว้ของส่วนนั้น ถ้าค่าจำนวนพิกเซลที่รวมได้มีค่ามากกว่าค่าขอบเขตก็จะถือว่าเป็นส่วนของภาพที่บกพร่อง ถ้าค่าจำนวนพิกเซลบกพร่องในส่วนของภาพนั้นๆ มีค่าไม่เกินค่าขอบเขต ภาพในส่วนนั้นจะถือว่าเป็นส่วนของแผ่นวงจรพิมพ์ที่ไม่บกพร่อง สำหรับค่าขีดเริ่มเปลี่ยนจะขึ้นอยู่กับความละเอียดในการตรวจสอบว่าต้องการตรวจสอบจุดบกพร่องที่มีขนาดเล็กเพียงใด และค่านี้จะมีผลต่อความถูกต้องและความละเอียดของการตรวจสอบค่อนข้างสูง โดยจากการทดลองพบว่า ค่า 50 มีความเหมาะสมในการตรวจสอบมากที่สุด

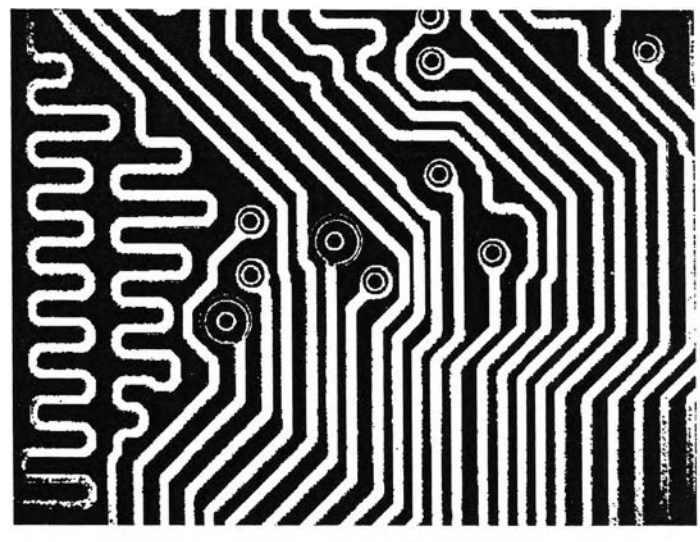
จากกระบวนการต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมดเราสามารถสรุปขั้นตอนต่างๆ ของการประมวลผลภาพ(Image Processing) ที่ใช้ในการตรวจพินิจแผ่นวงจรพิมพ์ได้ตามรูปที่ 4.1 และการปรับระดับขีดเริ่มเปลี่ยนสามารถดูได้จากรูปที่ 4.2 (ก) และ (ข)



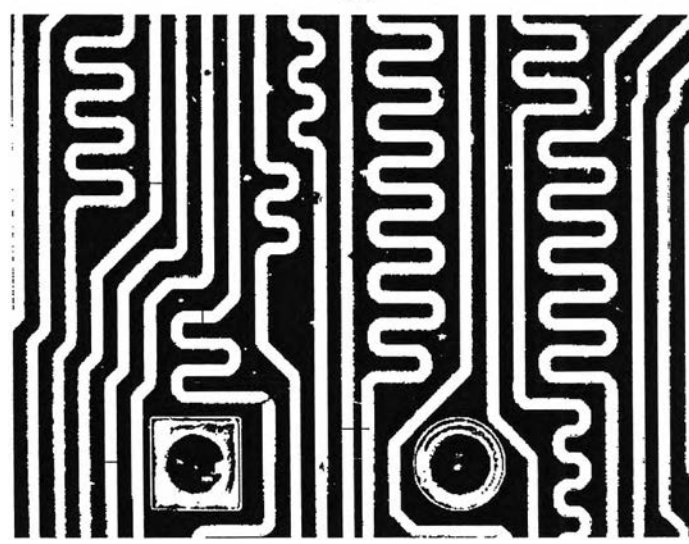
รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ (Image Processing)

T221179456

สำหรับตัวอย่างในการทำงานของอัลกอริทึมของการตรวจสอบแบบนี้ แสดงได้ดังรูป 4.3 โดยในรูป (ก) ถึง (ง) เป็นภาพส่วนหนึ่งของแผ่นวงจรพิมพ์อ้างอ้างอิงที่เก็บไว้ซึ่งเป็นภาพที่วงจรไม่มีจุดบกพร่อง ในรูป (จ) เป็นภาพที่ผ่านกระบวนการกรองสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการออกจากภาพแผ่นวงจรพิมพ์ทดสอบ (ฉ) เป็นภาพที่ได้ผ่านการลบภาพทดสอบกับภาพอ้างอิงโดยจะเห็นได้ว่าภาพของพิกเซลส่วนที่มีจุดบกพร่องจะปรากฏออกมา หรือกล่าวได้ว่าเป็นส่วนที่เกิดความแตกต่างระหว่างภาพแผ่นวงจรพิมพ์อ้างอิง กับแผ่นวงจรพิมพ์ทดสอบ

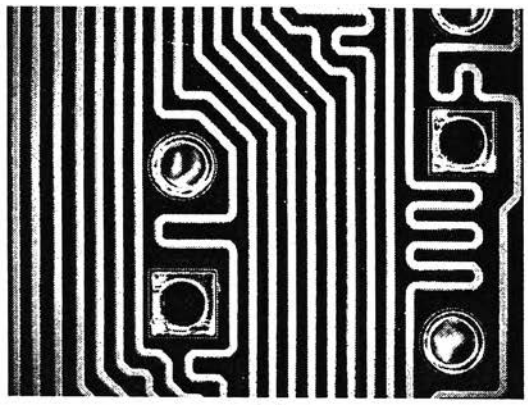


(ก)

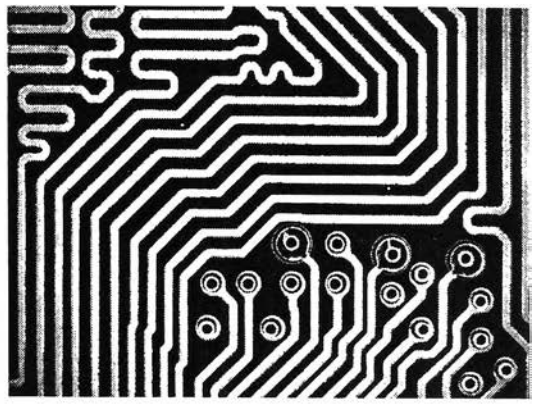


(ข)

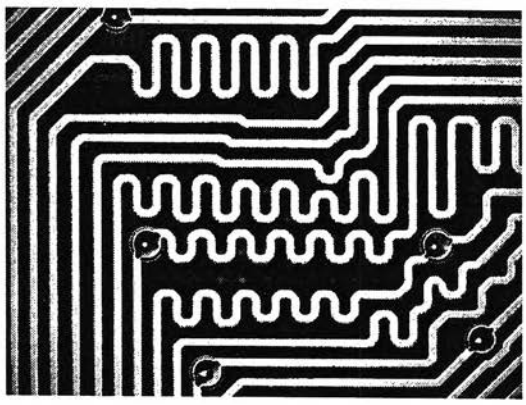
รูปที่ 4.2 (ก) และ (ข) ภาพสองระดับ โดยใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน



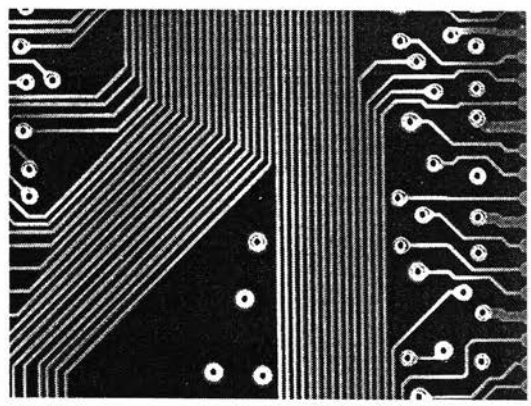
(ก)



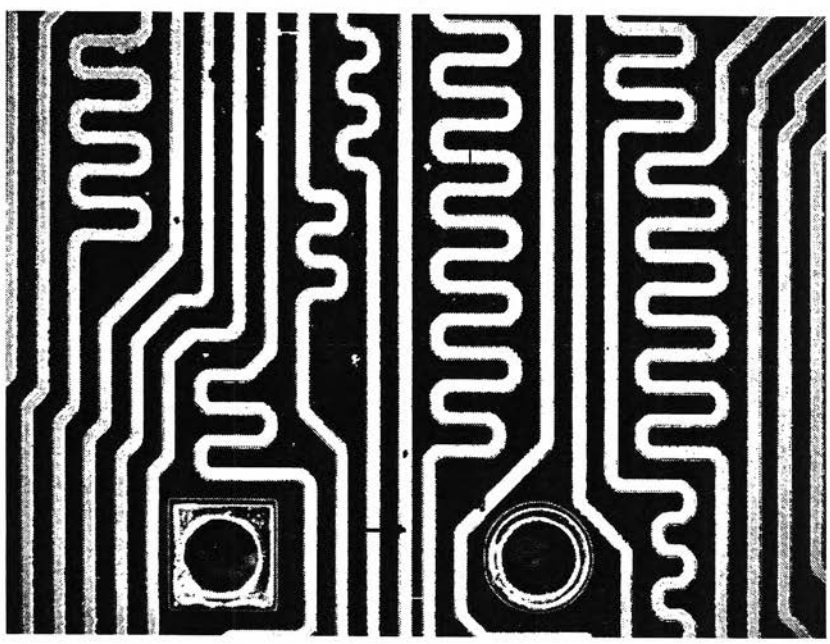
(ข)



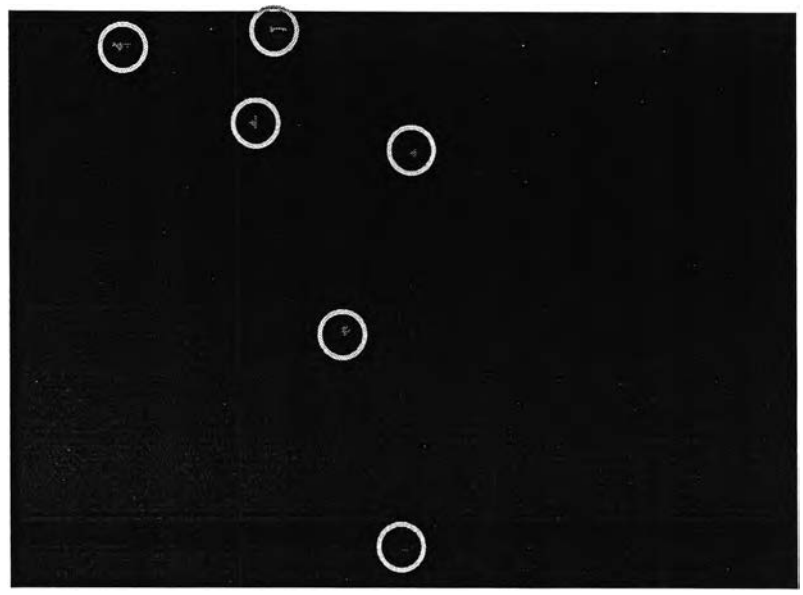
(ค)



(ง)



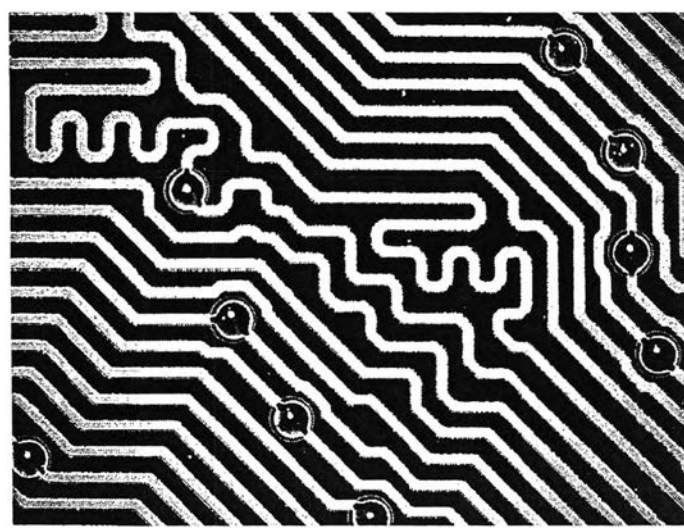
(จ)



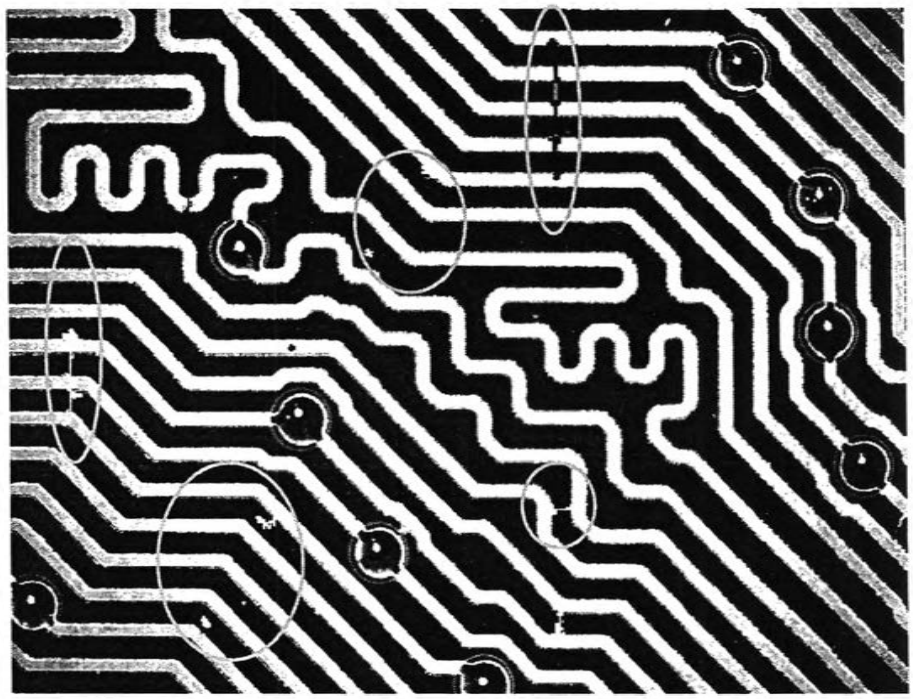
(ฉ)

รูปที่ 4.3 (ก) ส่วนหนึ่งของภาพแผ่นวงจรพิมพ์อ้างอิง (ข) ส่วนหนึ่งของภาพแผ่นวงจรพิมพ์อ้างอิง
(ค) ส่วนหนึ่งของภาพแผ่นวงจรพิมพ์อ้างอิง (ง) ส่วนหนึ่งของภาพแผ่นวงจรพิมพ์อ้างอิง
(จ) ภาพที่ผ่านการกรองสัญญาณรบกวน (ฉ) ภาพแผ่นวงจรพิมพ์ที่ผ่านการลบภาพอ้างอิง

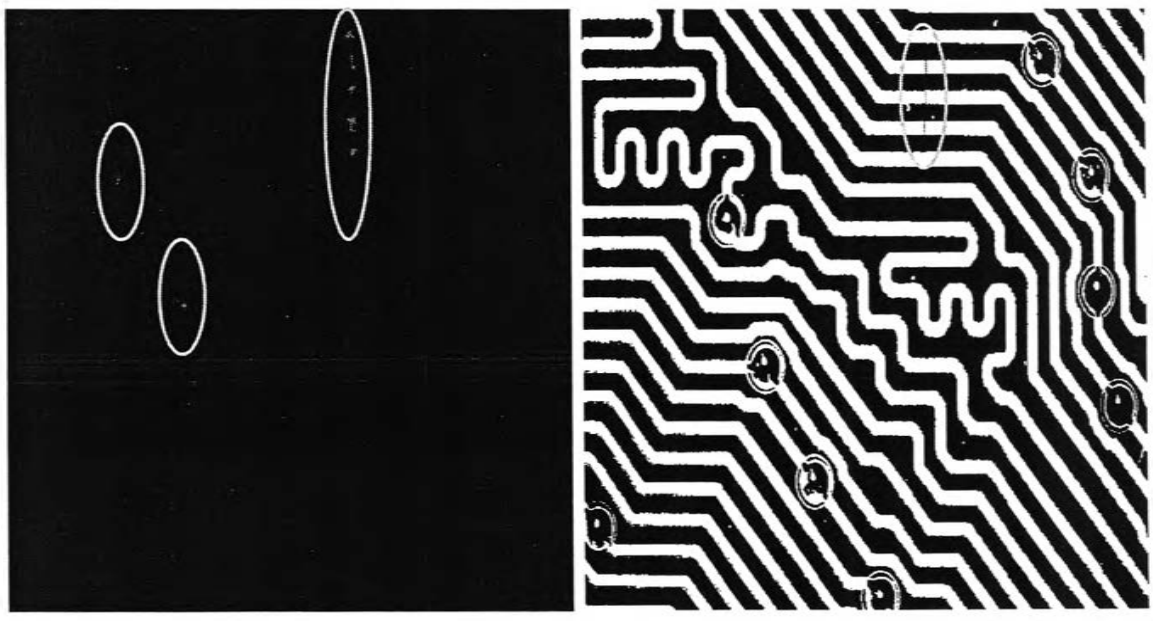
4.1.2.4 ส่วนแสดงผล (Operator Display) โปรแกรมจะทำการแสดงผลจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นบนแผ่นวงจรพิมพ์ โดยผู้ทำการทดสอบสามารถดูได้ที่หน้าจอ โดยสามารถดูได้ทั้งจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นทั้งหมด และแยกดูว่าเกิดจุดบกพร่องแบบวงจรเปิด หรือ ลัดวงจรได้โดยตรงที่หน้าจอเช่นกัน ดังในรูปที่ 4.4



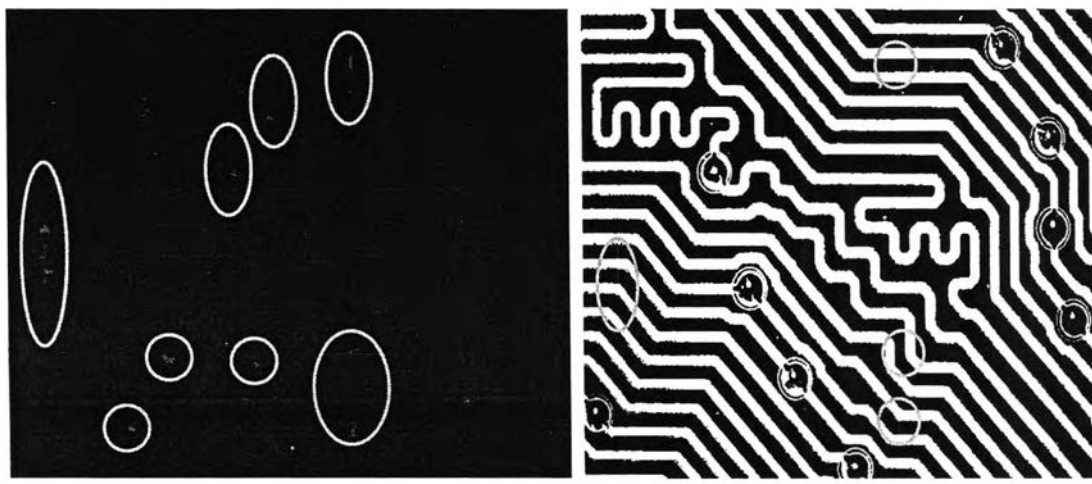
(ก)



(ข)



(ค) (ง)



(จ) (ฉ)

รูปที่ 4.4 (ก) ภาพแผ่นวงจรพิมพ์อ้างอิง (ข) ภาพแผ่นวงจรพิมพ์ทดสอบ (ค) ภาพจุดบกพร่องจำลองที่เกิดขึ้นบนแผ่นวงจรพิมพ์ (ง) ภาพจุดบกพร่องจำลองแบบวงจรเปิดที่ตรวจพบ (จ) ภาพจุดบกพร่องจำลองที่เกิดขึ้นบนแผ่นวงจรพิมพ์ (ฉ) ภาพจุดบกพร่องจำลองแบบลัดวงจรที่ตรวจพบ