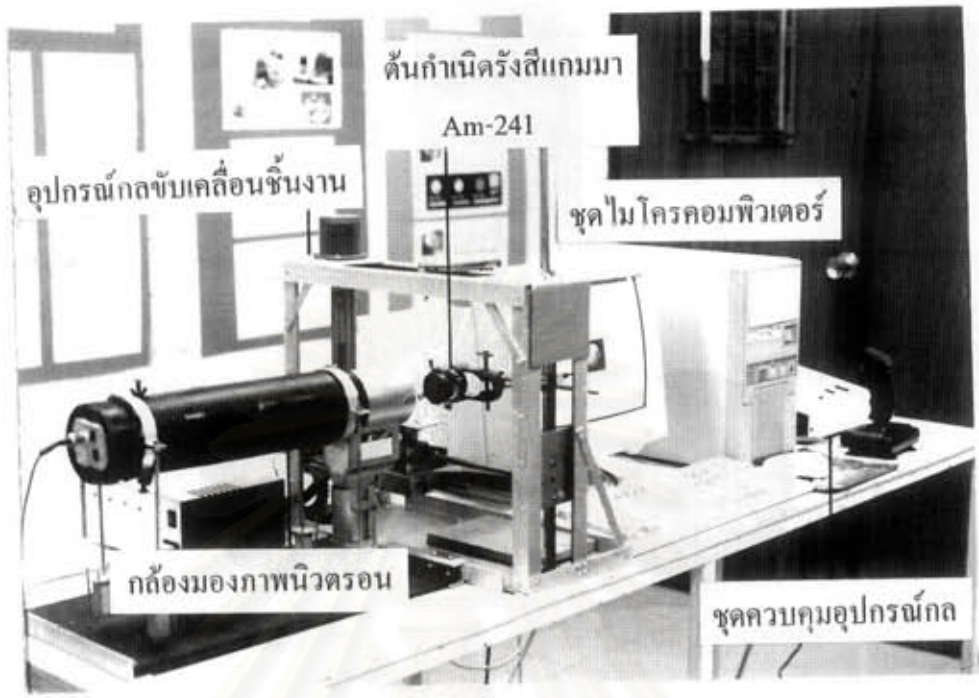
บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 การทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน

ในการทดสอบถ่ายภาพวัตถุตัวอย่างด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน จะต้องคำนึงถึงระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีแกมมาถึงวัตถุตัวอย่าง โดยสังเกตุจากภาพที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์ในขณะทำการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา เพื่อให้ภาพถ่ายที่ได้มีความคมชัด มีความสว่างที่พอเหมาะ มีความบิดเบือนน้อยที่สุด และมีความเปรียบต่างสูง

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้ต้นกำเนิดรังสีแกมมา Am-241 ซึ่งเป็นต้นกำเนิดแบบจุด (Point Source) มีพลังงาน 60 keV ความแรงรังสี 100 มิลลิคูรี่ การจัดอุปกรณ์เพื่อถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา แสดงในรูปที่ 4.1 เป็นการทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน โดยให้แนวกึ่งกลางของต้นกำเนิดรังสีแกมมา Am -241 อยู่ในแนวเดียวกับแนวกึ่งกลางของวัตถุตัวอย่าง และกล้องมองภาพนิวตรอน เพื่อให้กาพถ่ายที่ได้บิดเบือนน้อยที่สุด รวมทั้งวางชิ้นงานให้ติดอยู่ด้านหน้าของกล้องมองกาพเพื่อให้ภาพมีความคมชัด ดังนั้นจะมีแฟกเตอร์เดียวที่จะทำการทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา คือ ระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีแกมมา Am-241 ถึงวัตถุตัวอย่าง เพื่อทดสอบความคมชัดของภาพถ่าย และ ความสว่างที่พอเหมาะของภาพถ่าย ในการทดสอบปรับระยะห่างนั้น จะต้องปรับรูรับแสง ที่หน้ากล้องโทรทัศน์ทุกระยะที่ทำการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาเพื่อให้เหมาะสมกับความเข้มของภาพที่เกิดขึ้นที่จอมองภาพของกล้องมองภาพนิวตรอน กล่าวคือ ถ้าต้นกำเนิดรังสีแกมมาอยู่ใกล้กับหน้ากล้องมองภาพนิวตรอนมากภาพที่ได้จะสว่างมากทำให้ไม่เห็นรายละเอียดของภาพถ่าย ต้องทำการปรับรูรับแสงของกล้องโทรทัศน์ให้มีขนาดเล็กลง แต่ถ้าต้นกำเนิดรังสีแกมมาอยู่ห่างจากหน้ากล้องมองภาพนิวตรอนมากก็จะทำให้ภาพถ่ายสว่างน้อย ต้องปรับรูรับแสงให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จะทำให้เห็นรายละเอียดของกาพถ่ายดีขึ้น ส่วนการทดสอบจะทดสอบที่ระยะต่าง ๆ กัน คือ 3 , 5 , 10 , 15 เซ็นติเมตรตามลำดับ



รูปที่ 4.1 การจัดอุปกรณ์ระบบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน

4.2 ผลการทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน

ผลการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ที่ได้จากวัตถุตัวอย่างที่นำมาทดสอบมีขนาด และรูปร่างที่เล็กกว่าหน้ากล้องมองภาพนิวตรอน เป็นวัตถุตัวอย่างที่รู้จักกันดี เพื่อให้เห็นภาพได้ง่ายต่อการเข้าใจ ดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.2(ก) คือภาพถ่ายรีเลย์รถยนต์ ได้ทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา โดยใช้ต้นกำเนิดรังสีแกมมา Am-241 ซึ่งเป็นต้นกำเนิดแบบจุด ลักษณะการเก็บบันทึกภาพจะบันทึกภาพลงบนฮาร์ดดิสก์ของไมโครคอมพิวเตอร์ ผ่านแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์แปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพ ในขณะทำการทดสอบถ่ายภาพวัตถุตัวอย่างจะบันทึกภาพถ่ายวัตถุตัวอย่างไว้ทั้งหมด 16 เฟรม ที่เวลาต่างกัน และนำภาพถ่ายที่ได้ทั้ง 16 เฟรม ทำการเฉลี่ยด้วย โปรแกรมสำเร็จรูปที่ติดตั้งไว้บนไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายให้ดูดีขึ้น

สำหรับในรูปที่ 4.2 (ข) , (ค) ,(ง) และ (จ) คือภาพถ่ายที่ได้จากการทดสอบการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา โดยให้ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีแกมมาถึงวัตถุตัวอย่าง แตกต่างกัน คือ 3 , 5 , 10 และ 15 เซ็นติเมตรตามลำดับ

(ก) รีเลย์รถยนต์

(ข) ระยะ 3 เซ็นติเมตร

(ค) ระยะ 5 เซ็นติเมตร

(ง) ระยะ 10 เซ็นติเมตร

(จ) ระยะ 15 เซ็นติเมตร

รูปที่ 4.2 ภาพถ่าย และผลของภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาของรีเลย์รถยนต์

รูปที่ 4.3 (ก) คือภาพถ่ายแบตเตอรี่แบบแห้งขนาด 9 โวลต์ ในขณะทำการทดสอบถ่ายภาพวัตถุตัวอย่างจะบันทึกภาพถ่ายวัตถุตัวอย่างไว้ทั้งหมด 16 เฟรม ที่เวลาต่างกัน และนำภาพถ่ายที่ได้ทั้ง 16 เฟรม ทำการเฉลี่ยภาพด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปของไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายให้ดูดีขึ้น

สำหรับในรูปที่ 4.3 (ข) , (ค) ,(ง) และ (จ) เป็นภาพที่ได้จากการทดสอบการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา โดยให้ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีแกมมาถึงวัตถุตัวอย่าง แตกต่างกัน คือ 3 , 5 , 10 และ 15 เซ็นติเมตรตามลำดับ ดังต่อไปนี้

(ก) แบตเตอรี่แบบแห้งขนาด 9 โวลต์

(ข) ระยะ 3 เซ็นติเมตร

(ค) ระยะ 5 เซ็นติเมตร

(ง) ระยะ 10 เซ็นติเมตร

(จ) ระยะ 15 เซ็นติเมตร

รูปที่ 4.3 ภาพถ่าย และผลของภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาของแบตเตอรี่แบบแห้งขนาด 9 โวลต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>วิจารณ์ผลการทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา</u>

สำหรับผลการทดสอบการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน จากวัตถุตัวอย่างทั้งสองแบบ ที่ผ่านมาแล้วนั้นจะสรุปได้ดังนี้

ภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาโดยชิ้นงานรีเลย์รถยนต์ ลักษณะของชิ้นงานจะเป็นพลาสติกห่อหุ้มขดลวดทองแดง และเหล็กอยู่ กล่าวคือ วัตถุธาตุเบาที่เป็นพลาสติกห่อหุ้มขดลวดทอง และเหล็กซึ่งเป็นวัตถุธาตุหนัก และภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาโดยชิ้นงานแบตเตอรี่แบบแห้งขนาด 9 โวลต์ ลักษณะของชิ้นงานจะเป็นอะลูมิเนียมห่อหุ้ม กราไฟต์ และสังกะสี อยู่ กล่าวคือ วัตถุธาตุเบาที่เป็นอะลูมิเนียมห่อหุ้มกราไฟต์ และ สังกะสี ซึ่งเป็นวัตถุธาตุเบาและหนักตามลำดับเมื่อทำการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา โดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอนเป็นอุปกรณ์รับภาพทำการแสดงภาพ และบันทึกภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ จากผลการทดสอบครั้งนี้จะเห็นรายละเอียดของขดลวดทองแดง และเหล็กที่อยู่ด้านในได้ ส่วนพลาสติกรังสีแกมมาจะทะลุผ่านหมด และภาพถ่ายที่ได้จะคมชัดที่สุดที่ระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีแกมมาถึงหน้ากล้องมองภาพนิวตรอน 15 เซ็นติเมตร โดยการปรับรูรับแสงของกล้องโทรทัศน์ให้กว้างสุด และถ้าให้ระยะห่างของต้นกำเนิดรังสีแกมมา ถึงหน้ากล้องมองภาพนิวตรอนมากกว่านี้จะทำให้ภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมามีความสว่างน้อย

4.3 การทดสอบการปรับปรุงคุณภาพของภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ในการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน แสดงผลบนจอมอนิเตอร์และเก็บบันทึกลงบนฮาร์ดดิสก์ของไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งภาพถ่ายที่ได้สามารถปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้นได้โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ติดตั้งบนไมโครคอมพิวเตอร์

สำหรับขั้นตอนการทดสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายนั้น ขั้นแรกจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ตามรูปที่ 3.1 ก. แล้วถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาให้ได้ภาพถ่ายที่ตำแหน่งเดิม จำนวน 16 เฟรม ที่เวลาต่างกัน ซึ่งจะได้ภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาออกมาทั้งหมด 16 ภาพ จากนั้นนำภาพทั้ง 16 ภาพที่ได้มาทำการเฉลี่ย และปรับความเปรียบต่างของภาพ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปบนไมโครคอมพิวเตอร์ ในการทดสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาครั้งนี้ได้ทำการทดสอบกับวัตถุตัวอย่างเป็นไอซีที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์

4.4 ผลการปรับปรุงคุณภาพของภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

จากการทดสอบปรับปรุงคุณภาพของภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่ติดตั้งบนไมโครคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้แสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการเฉลี่ยภาพที่ถ่ายด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน

รูปที่ 4.4 (ก) เป็นภาพของไอซีที่ใช้เป็นวัตถุตัวอย่างในการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยให้ระยะห่างของวัตถุตัวอย่างถึงต้นกำเนิดรังสีแกมมา Am-241 มีค่าเท่ากับ 10 เซ็นติเมตร

รูปที่ 4.4 (ข) เป็นภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาของวัตถุตัวอย่าง ที่แสดงบนจอมอนิเตอร์โดยยังไม่ปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่าย รายละเอียดของภาพถ่ายยังไม่ชัดเจน

รูปที่ 4.4 (ค) เป็นภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาของวัตถุตัวอย่าง เมื่อทำการเฉลี่ย 2 เฟรม รายละเอียดของภาพถ่ายดีขึ้นกว่าภาพถ่ายที่ยังไม่ปรับปรุงคุณภาพของภาพ

รูปที่ 4.4 (ง) เป็นภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาของวัตถุตัวอย่าง เมื่อทำการเฉลี่ย 4 เฟรม ภาพที่ได้จะดีกว่า ภาพถ่ายที่เฉลี่ย 2 เฟรม

รูปที่ 4.4 (จ) เป็นภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาของวัตถุตัวอย่าง เมื่อทำการเฉลี่ย 8 เฟรม ภาพที่ได้จะดีกว่าภาพถ่ายที่ เฉลี่ย 4 เฟรม

รูปที่ 4.4 (ฉ) เป็นภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาของวัตถุตัวอย่าง เมื่อทำการเฉลี่ย 16 เฟรม ภาพถ่ายจะมีรายละเอียดชัดเจนขึ้น และอ่อนนุ่ม กว่า ภาพถ่ายที่ ทำการเฉลี่ย 8 เฟรม

รูปที่ 4.4 (ช) เป็นภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาของวัตถุตัวอย่าง เมื่อทำการเฉลี่ย 16 เฟรม และปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยการปรับค่าความเปรียบต่างของภาพ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปบนไมโครคอมพิวเตอร์ ภาพถ่ายที่ได้จะมีความเปรียบต่างดีขึ้นกว่าภาพที่ยังไม่ปรับค่าความเปรียบต่างของภาพ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ก) รีเลย์รถยนต์

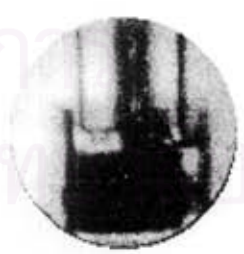
(ข) ยังไม่ปรับปรุง

(ค) เฉลี่ยภาพ 2 เฟรม

(ง) เฉลี่ยภาพ 4 เฟรม

(จ) เฉลี่ยภาพ 8 เฟรม

(ฉ) เฉลี่ยภาพ 16 เฟรม



(ช) เฉลี่ยภาพ 16 เฟรมและ
ปรับความเปรียบต่าง

รูปที่ 4.4 ภาพถ่ายจากการปรับปรุงคุณภาพของภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา โดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

4.5 การทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน

การถ่ายภาพวัตถุตัวอย่างด้วยนิวตรอน เป็นการทดสอบชิ้นงานแบบไม่ทำลาย เหมือนกับการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน และทำการบันทึกภาพลงบนฮาร์ดดิสก์ของไมโครคอมพิวเตอร์ ผ่านแผงวงจรแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพ เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

การจัดระบบอุปกรณ์ในการทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน สำหรับการถ่ายภาพวัตถุตัวอย่าง นั้น ใช้นิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติเดินเครื่องที่กำลัง 100 กิโลวัตต์ และ 700 กิโลวัตต์ ชิ้นงานที่ใช้ทดสอบคือ ขวดสเปรย์ระงับกลิ่นปากขนาดเล็กบรรจุของเหลวอยู่ภายใน และ ตัวอักษรพลาสติกหนา 1 มิลลิเมตร ได้จัดระบบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยให้อุปกรณ์กลขับเคลื่อนชิ้นงาน กล้องมองภาพนิวตรอน และวัตถุตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบ อยู่ในบริเวณของลำนิวตรอน ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ส่วนระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ขับเคลื่อนชิ้นงาน และไมโครคอมพิวเตอร์ อยู่ด้านนอก เพื่อความปลอดภัยจากรังสีขณะปฏิบัติงานทำการทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอน

รูปที่ 4.5 การจัดอุปกรณ์ระบบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน

4.6 ผลการทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน

ผลของการทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ที่ได้จากวัตถุตัวอย่างที่นำมาทดสอบมีขนาด และรูปร่างที่เล็กกว่าหน้ากล้องมองภาพนิวตรอน เป็นวัตถุตัวอย่างที่รู้จักกันดี เพื่อให้เห็นภาพได้ง่ายต่อการเข้าใจ ดังต่อไปนี้

ในรูปที่ 4.6 (ก) คือภาพถ่ายของขวดสเปรย์ระงับกลิ่นปากขนาดเล็กบรรจุของเหลวอยู่ภายใน เพื่อใช้เป็นชิ้นงานทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน

รูปที่ 4.6 (ข) คือภาพถ่ายด้วยนิวตรอนที่ได้จากการทดสอบการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน โดยให้ระยะห่างจากชัตเตอร์ เปิด/ปิด ลำนิวตรอน ถึงชิ้นงานที่ติดอยู่ด้านหน้ากล้องมองภาพนิวตรอนมีค่าเท่ากับ 70 เซ็นติเมตร ที่ตำแหน่งชิ้นงานมีค่าความเข้มของนิวตรอนฟลักซ์เท่ากับ 8.81×10^4 นิวตรอนต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวินาที

รูปที่ 4.6 (ค) คือภาพถ่ายด้วยนิวตรอนที่ได้จากการทดสอบการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน โดยให้ระยะห่างจากชัตเตอร์เปิด/ปิดลำนิวตรอนถึงชิ้นงานที่ติดอยู่ด้านหน้ากล้องมองภาพนิวตรอนมีค่าเท่ากับ 70 เซ็นติเมตร ที่ตำแหน่งชิ้นงานมีค่าความเข้มของนิวตรอนฟลักซ์เท่ากับ 7.85×10^5 นิวตรอนต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวินาที

รูปที่ 4.7 (ก) คือภาพถ่ายของตัวอักษร "นพ" ทำด้วยพลาสติกหนา 1 มิลลิเมตรเพื่อใช้เป็นชิ้นงานทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน

รูปที่ 4.7 (ข) คือภาพถ่ายด้วยนิวตรอนที่ได้จากการทดสอบการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน โดยให้ระยะห่างจากชัตเตอร์ เปิด/ปิด ลำนิวตรอน ถึงชิ้นงานที่ติดอยู่ด้านหน้ากล้องมองภาพนิวตรอนมีค่าเท่ากับ 70 เซ็นติเมตร ที่ตำแหน่งชิ้นงานมีค่าความเข้มของนิวตรอนฟลักซ์เท่ากับ 8.81×10^4 นิวตรอนต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวินาที

รูปที่ 4.7 (ค) คือภาพถ่ายด้วยนิวตรอนที่ได้จากการทดสอบการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน โดยให้ระยะห่างจากชัตเตอร์เปิด/ปิดลำนิวตรอนถึงชิ้นงานที่ติดอยู่ด้านหน้ากล้องมองภาพนิวตรอนมีค่าเท่ากับ 70 เซ็นติเมตร ที่ตำแหน่งชิ้นงานมีค่าความเข้มของนิวตรอนฟลักซ์เท่ากับ 7.85×10^5 นิวตรอนต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวินาที

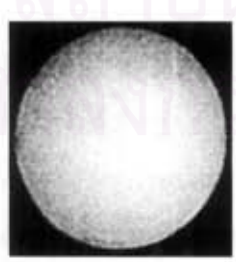
(ก) ขวดสเปรย์ระงับกลิ่นปากบรรจุของเหลว

(ข) 8.81×10^{4} neutron/cm^{2}/s

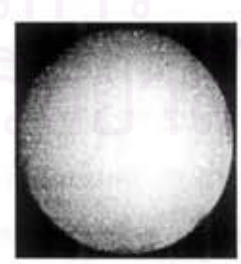
(ค) 7.85×10^{5} neutron/cm^{2}/s

รูปที่ 4.6 ภาพถ่ายและผลของภาพถ่ายด้วยนิวตรอนของขวดสเปรย์ระงับกลิ่นปาก

(ก) ตัวอักษรพลาสติก



(ข) 8.81×10^{4} neutron/cm^{2}/s



(ค) 7.85×10^{5} neutron/cm^{2}/s

รูปที่ 4.7 ภาพถ่ายและผลของภาพถ่ายด้วยนิวตรอนของตัวอักษรพลาสติก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>วิจารณ์ผลการทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอน</u>

สำหรับผลการทดสอบการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน จากวัตถุตัวอย่างทั้งสองแบบ ที่ผ่านมาแล้วนั้นจะสรุปได้ดังนี้

ขวดสเปรย์ระงับกลิ่นปากขนาดเล็กบรรจุของเหลวอยู่ภายในครึ่งขวด ลักษณะของชิ้นงานจะทำจากขวดอะลูมิเนียมห่อหุ้มด้วยน้ำซึ่งเป็นธาตุเบา กล่าวคือ ธาตุเบาที่เป็นน้ำ เมื่อทำการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน จะแสดงภาพบนจอมอนิเตอร์ และบันทึกภาพลงบนฮาร์ดดิสก์ของไมโครคอมพิวเตอร์ จากผลการทดสอบครั้งนี้จะเห็นรายละเอียดของระดับของเหลวและอากาศเหนือระดับของเหลวที่อยู่ภายในขวดสเปรย์ระงับกลิ่นปากขนาดเล็กได้ และตัวอักษร "นพ" ลักษณะของชิ้นงานทำจากพลาสติกหนา 1 มิลลิเมตร กล่าวคือ ธาตุเบาที่เป็นพลาสติกเมื่อทำการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอนแสดงภาพบนจอมอนิเตอร์ และบันทึกภาพลงบนฮาร์ดดิสก์ของไมโครคอมพิวเตอร์ จากผลการทดสอบครั้งนี้จะเห็นรายละเอียดของตัวอักษร"นพ"ภาพถ่ายด้วยนิวตรอนที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนที่มีค่าความเข้มของนิวตรอนฟลักซ์ 7.85×10^5 นิวตรอนต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวินาทีจะชัดกว่าภาพถ่ายด้วยนิวตรอน ที่มีค่าความเข้มของนิวตรอนฟลักซ์ 8.81×10^4 นิวตรอนต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวินาทีเล็กน้อย โดยการปรับรูรับแสงของกล้องโทรทัศน์ให้ได้ภาพถ่ายที่มีความสว่างพอเหมาะ

4.7 เปรียบเทียบผลของภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน

ผลการทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอน ที่ผ่านมาแล้วนั้นเป็นการทดสอบเพื่อหาแฟกเตอร์ที่ทำให้คุณภาพของภาพถ่ายคมชัด และมีความสว่างที่เหมาะสม เมื่อทราบแฟกเตอร์ที่ทำให้คุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอน ก็จะเป็นการเปรียบเทียบภาพถ่ายที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอน เพื่อให้เห็นข้อแตกต่างของภาพถ่ายที่ได้จากการถ่ายภาพทั้งสองแบบ ดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.8 (ก) คือภาพถ่ายของรีเลย์รถยนต์มีขนาดกว้าง 2 เซ็นติเมตร ยาว 3 เซนติเมตร หนา 1.5 เซ็นติเมตรเป็นชิ้นงานที่ใช้ทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ลักษณะของชิ้นงานจะเป็นขดลวดทองแดงและเหล็กห่อหุ้มด้วยพลาสติก

รูปที่ 4.8 (ข) คือภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ผลที่ได้สามารถเห็นรายเอียดของขดลวดทองแดงและเหล็ก

รูปที่ 4.8 (ค) คือภาพถ่ายด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ผลที่ได้จะเห็นเฉพาะพลาสติกที่ห่อหุ้มขดลวดทองแดง

รูปที่ 4.9 (ก) คือภาพถ่ายของขวดสเปรย์ระงับกลิ่นปากมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซ็นติเมตร สูง 5 เซ็นติเมตรเป็นชิ้นงานที่ใช้ทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ลักษณะของชิ้นงานจะเป็นขวดอะลูมิเนียมห่อหุ้มด้วยน้ำอยู่ภายใน

รูปที่ 4.9 (ข) คือภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ผลที่ได้สามารถเห็นระดับของเหลวได้เล็กน้อยและเหล็กที่อยู่ภายในขวดสเปรย์

รูปที่ 4.9 (ค) คือภาพถ่ายด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ผลที่ได้จะสามารถเห็นระดับของเหลวชัดกว่าภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาและพลาสติกที่อยู่ภายในขวดสเปรย์

รูปที่ 4.10 (ก) คือภาพถ่ายของคอนเน็กเตอร์มีขนาดกว้าง 3 เซ็นติเมตร ยาว 3 เซ็นติเมตร หนา 0.5 เซ็นติเมตรเป็นชิ้นงานที่ใช้ทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ลักษณะของชิ้นงานเป็นพลาสติกห่อหุ้มด้วยลวดทองแดงและเหล็ก

รูปที่ 4.10 (ข) คือภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ผลที่ได้สามารถเห็นรายละเอียดของลวดทองแดงและเหล็ก

รูปที่ 4.10 (ค) คือภาพถ่ายด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ผลที่ได้สามารถเห็นเฉพาะพลาสติกที่ห่อหุ้มลวดทองแดงและเหล็ก

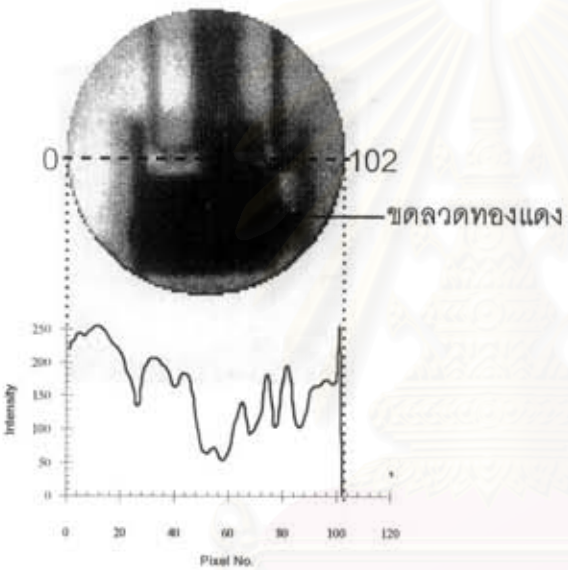
รูปที่ 4.11 (ก) คือภาพถ่ายของสายโคแอกเซียลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซ็นติเมตรเป็นชิ้นงานที่ใช้ทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ลักษณะของชิ้นงานเป็นยางห่อหุ้มด้วยลวดทองแดง

รูปที่ 4.11 (ข) คือภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ผลที่ได้สามารถเห็นรายละเอียดของลวดทองแดง

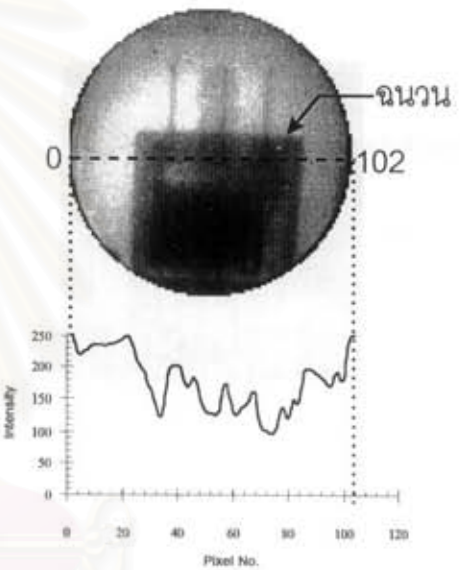
รูปที่ 4.11 (ค) คือภาพถ่ายด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ผลที่ได้สามารถเห็นเฉพาะยางที่ห่อหุ้มลวดทองแดงจะไม่เห็นรายละเอียดข้างใน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ก) รีเลย์รถยนต์



(ข) ภาพที่ถ่ายด้วยรังสีแกมมา

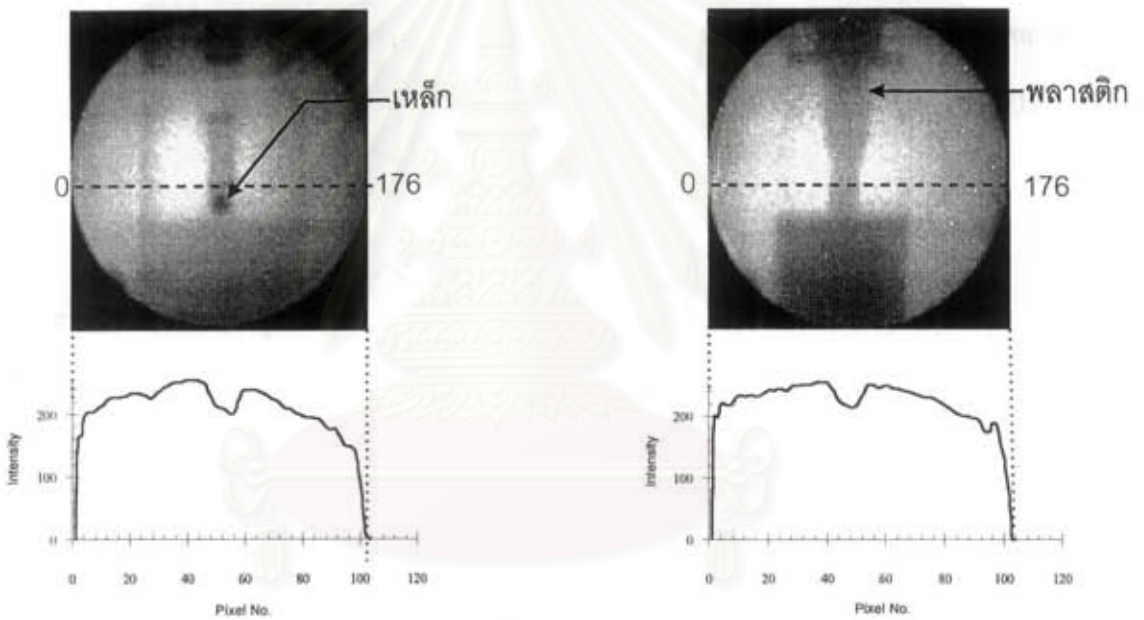


(ค) ภาพที่ถ่ายด้วยนิวตรอน

รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบภาพที่ถ่ายด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอนของรีเลย์รถยนต์

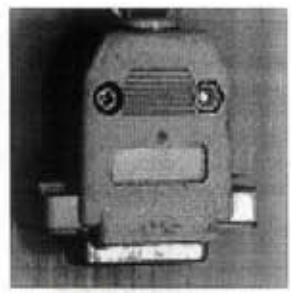
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ก) ขวดสเปรย์ระงับกลิ่นปากบรรจุของเหลว

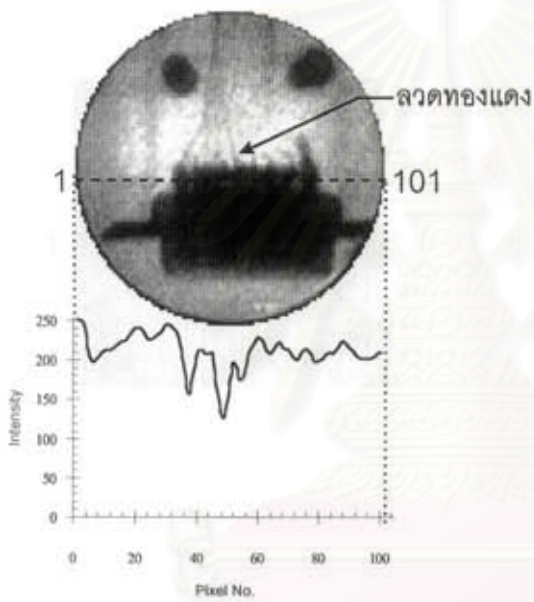


(ข) ภาพที่ถ่ายด้วยรังสีแกมมา (ค) ภาพที่ถ่ายด้วยนิวตรอน

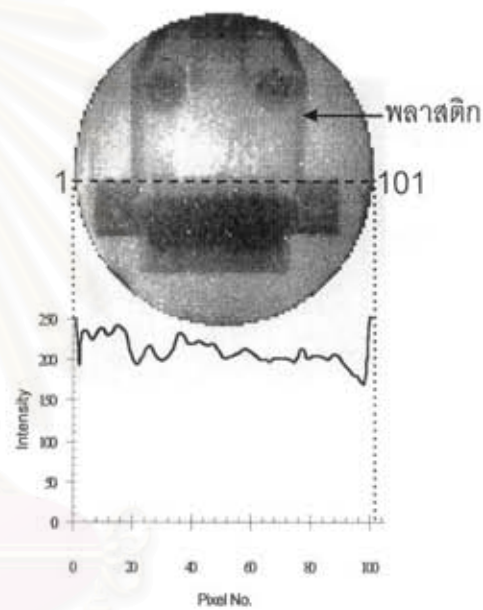
รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบภาพที่ถ่ายด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ของขวดสเปรย์ระงับกลิ่นปากบรรจุของเหลว



(ก) คอนเน็กเตอร์



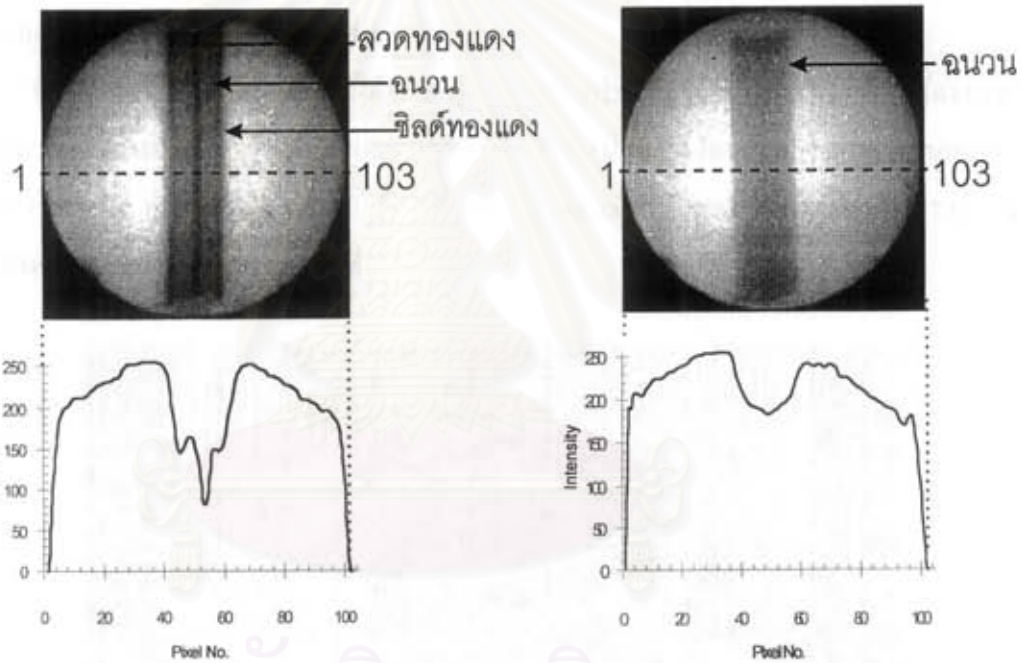
(ข) ภาพที่ถ่ายด้วยรังสีแกมมา



(ค) ภาพที่ถ่ายด้วยนิวตรอน

รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบภาพที่ถ่ายด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอนของคอนเน็กเตอร์

(ก) สายโคแอกเชียล



(ข) ภาพที่ถ่ายด้วยรังสีแกมมา

(ค) ภาพที่ถ่ายด้วยนิวตรอน

รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบภาพที่ถ่ายด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอนของสายโคแอกเชียล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8 การทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนสำหรับชิ้นงานที่เคลื่อนที่

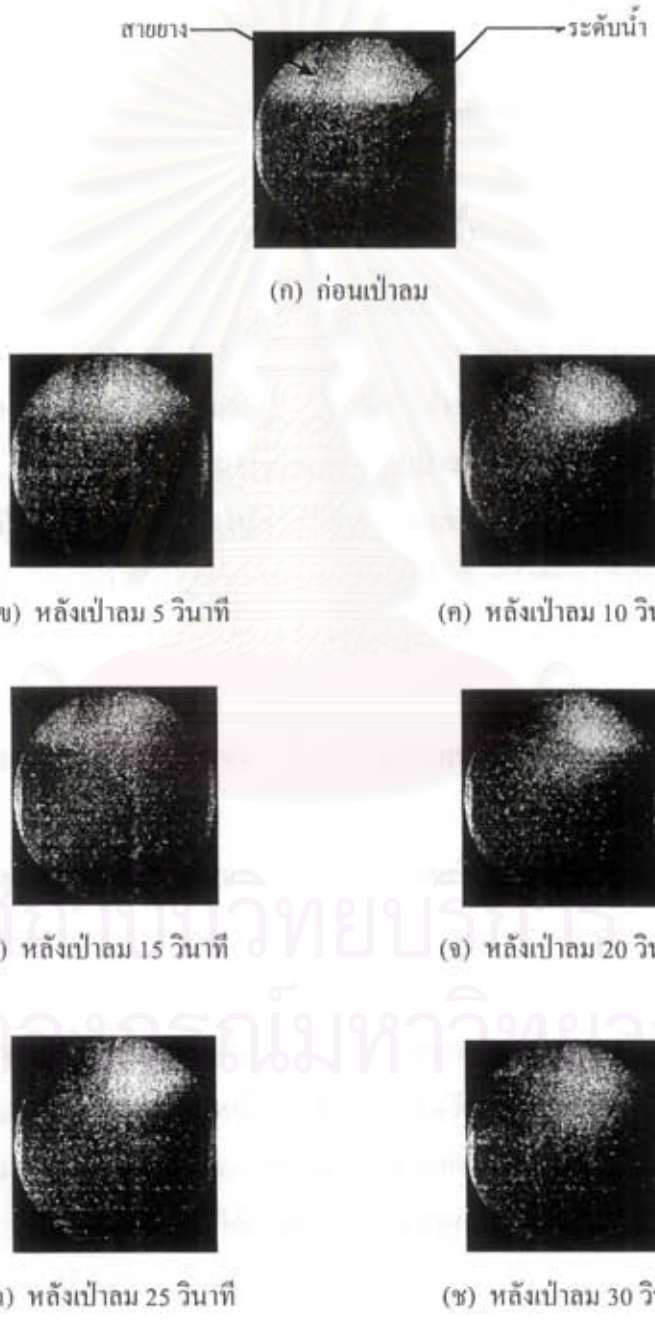
การถ่ายภาพชิ้นงานด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน ในงานวิจัยนี้สามารถทำการถ่ายภาพวัตถุตัวอย่างในขณะเคลื่อนที่ (Dynamic Image) ซึ่งแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ แบบลักษณะ Real-time และในการทดสอบถ่ายภาพวัตถุตัวอย่างในครั้งนี้ได้เลือก วัตถุตัวอย่างเป็นกระป๋องเหล็กเคลือบสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซ็นติเมตร สูง 10 เซ็นติเมตร ซึ่งภายในบรรจุน้ำไว้ และมีสายยางยาวประมาณ 7 เมตร ปลายด้านหนึ่งจุ่มอยู่ใต้ผิวน้ำที่บรรจุในกระป๋อง แล้วทำการทดสอบโดยการเป่าลมเข้าไปในกระป๋องอย่างต่อเนื่องในขณะทำการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน การจัดอุปกรณ์ชิ้นงานสำหรับทดสอบถ่ายภาพชิ้นงานที่เคลื่อนที่ด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอน แสดงในรูปที่ 4.12

นิวตรอนที่ใช้ในการทดสอบได้จากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย (ปปว-1/1) ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เดินเครื่องที่ 700 กิโลวัตต์ ตำแหน่งที่วางวัตถุตัวอย่างอยู่ห่างจากชัตเตอร์สำหรับ เปิด / ปิด ลำนิวตรอน เท่ากับ 70 เซ็นติเมตร และมีค่านิวตรอนฟลักซ์เท่ากับ 7.85×10^5 นิวตรอนต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวินาที

รูปที่ 4.12 อุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนสำหรับชิ้นงานที่เคลื่อนที่

4.9 ผลการทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนสำหรับชิ้นงานที่เคลื่อนที่

ผลของการถ่ายภาพวัตถุตัวอย่างที่เป็นกระป๋องเหล็กเคลือบสังกะสีซึ่งภายในบรรจุน้ำ และมีสายยางจุ่มอยู่ใต้ผิวน้ำ ทำการเป่าลมอย่างต่อเนื่องในขณะที่ถ่ายภาพด้วยนิวตรอน จะได้ผลการทดสอบดังนี้



(ก) ก่อนเป่าลม

(ข) หลังเป่าลม 5 วินาที

(ค) หลังเป่าลม 10 วินาที

(ง) หลังเป่าลม 15 วินาที

(จ) หลังเป่าลม 20 วินาที

(ฉ) หลังเป่าลม 25 วินาที

(ช) หลังเป่าลม 30 วินาที

รูปที่ 4.13 ภาพถ่ายด้วยนิวตรอนสำหรับชิ้นงานที่เคลื่อนที่

รูปที่ 4.13 เป็นภาพถ่ายระดับน้ำภายในกระป๋อง จะแสดงให้เห็นถึงขณะก่อนเป่าลมในรูป 4.13 (ก) และเมื่อเป่าลมลงไปในกระป๋องผ่านทางสายยาง จะได้ผลการทดสอบดังในรูปที่ 4.13 (ข) , (ค) , (ง) , (จ) , (ฉ) และ (ช) ที่เวลาต่าง ๆ กัน ซึ่งเป็นการบันทึกภาพเคลื่อนไหวโดยการเชื่อมโยงจากกล้องโทรทัศน์ไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์แปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพ และจะบันทึกภาพในรูปแบบไฟล์ภาพซึ่งมีนามสกุลเป็น .avi ทำการถ่ายภาพทั้งหมด 897 เฟรม ต่อเวลา 30 วินาที

<u>วิจารณ์ผลการทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนสำหรับชิ้นงานที่เคลื่อนที่</u>

จากผลการทดสอบที่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.13 นั้นเป็นการแสดงถึงภาพถ่ายที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องมองภาพนิวตรอนสำหรับวัตถุตัวอย่างที่เคลื่อนที่โดยวัตถุตัวอย่างที่ใช้จะเป็นลักษณะวัตถุธาตุหนักห่อหุ้มวัตถุธาตุเบา ซึ่งผลของการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน จะเห็นรายละเอียดของวัตถุธาตุเบา ที่เป็นน้ำ และอากาศได้ดังนี้

รูปที่ 4.13 (ก) เป็นภาพถ่ายชิ้นงานก่อนทำการเป่าลมลงไปในกระป๋องเหล็กเคลือบสังกะสี จะเห็นภาพ ถ่ายที่มีระดับน้ำนิ่งอยู่ภายในกระป๋อง และอากาศจะอยู่เหนือระดับน้ำ

รูปที่ 4.13 (ข) ,(ค) , (ง) , (จ) , (ฉ) และ (ช) เป็นภาพถ่ายชิ้นงานหลังจากการเป่าลมลงไปในกระป๋อง ผ่านทางสายยาง ด้วยเวลา 5 , 10 , 15 , 20 , 25 และ 30 วินาที ตามลำดับ

4.10 การทดสอบถ่ายภาพชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่กว่าด้านหน้ากล้องมองภาพนิวตรอน

การทดสอบถ่ายกาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยใช้กล้องมองกาพในงานวิจัยนี้ เนื่องจากด้านหน้าของกล้องมองกาพนิวตรอนมีลักษณะเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซ็นติเมตร จึงทำให้การทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนกับวัตถุตัวอย่างที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้องมองภาพนิวตรอนจะสามารถถ่ายกาพวัตถุตัวอย่างได้ทันทีโดยติดตั้งวัตถุตัวอย่างให้ติดกับด้านหน้ากล้องมองภาพนิวตรอน ส่วนวัตถุตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้องมองกาพนิวตรอน ต้องถ่ายกาพวัตถุตัวอย่างด้วยรังสีแกมมาหรือนิวตรอนทีละส่วนของวัตถุตัวอย่าง แล้วนำภาพถ่ายที่ได้มาต่อกันให้ครบทุกส่วนจึงทำให้เห็นภาพถ่ายที่มีขนาดใหญ่กว่าหน้ากล้องมองภาพนิวตรอนได้

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์กลขับเคลื่อนชิ้นงานควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้สามารถวางและขับเคลื่อนวัตถุตัวอย่างเพื่อทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา

หรือนิวตรอนเป็นแบบ แมตริกซ์ 2×2 และ แมตริกซ์ 3×3 โดยให้ได้ภาพถ่ายทั้งหมด 4 ภาพ และ 9 ภาพตามลำดับ สำหรับการจัดอุปกรณ์ในการทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอน ดังในรูปที่ 3.1 (ก) และ 3.1 (ข) ตามลำดับ กล่าวคือ ต้นกำเนิดรังสีแกมมาที่ใช้ เป็น Am-241 จัดให้ระยะห่างของต้นกำเนิดรังสีแกมมา Am-241 อยู่ห่างจากวัตถุตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 10 เซ็นติเมตร และวัตถุตัวอย่างอยู่ห่างจากด้านหน้ากล้องมองภาพนิวตรอน 1 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ ส่วนนิวตรอนได้จากต้นกำเนิดนิวตรอนของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย (ปปว-1/1) ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เดินเครื่องที่ 700 กิโลวัตต์ ตำแหน่งที่วางอุปกรณ์กลและวัตถุตัวอย่างอยู่ห่างจากชัตเตอร์ สำหรับ เปิด / ปิด ลำนิวตรอน เท่ากับ 70 เซ็นติเมตร และมีค่านิวตรอนฟลักซ์เท่ากับ 7.85×10^5 นิวตรอนต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวินาที หลังจากนั้นจึงนำภาพถ่ายแต่ละภาพไปปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้วทำการตัดต่อภาพด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปบนไมโครคอมพิวเตอร์

4.11 ผลการทดสอบถ่ายภาพชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่กว่าด้านหน้ากล้องมองภาพนิวตรอน

จากการทดสอบถ่ายภาพวัตถุตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้องมองภาพนิวตรอนด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอน ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 4.14 ถึงรูปที่ 4.17 แสดงผลของภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอน เป็นแบบ แมตริกซ์ 2×2 และ แมตริกซ์ 3×3 ดังนี้

รูปที่ 4.14 (ก) เป็นภาพของวัตถุตัวอย่างแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาด 4 ซม. $\times$ 7 ซม. ที่ใช้เป็นวัตถุตัวอย่างในการทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยให้ระยะห่างของวัตถุตัวอย่างถึงต้นกำเนิดรังสีแกมมา Am-241 มีค่าเท่ากับ 10 เซ็นติเมตร

รูปที่ 4.14 (ข) เป็นภาพถ่ายวัตถุตัวอย่าง ที่ปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้วโดยทำการเฉลี่ย 16 เฟรม และปรับค่าความเปรียบต่าง ทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาร่วมกับอุปกรณ์กลขับเคลื่อนชิ้นงานแบบ แมตริกซ์ 2×2 ได้ภาพทั้งหมด 4 ภาพ

รูปที่ 4.14 (ค) เป็นภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์หลังจากต่อภาพแล้วแบบแมตริกซ์ 2×2 และบันทึกภาพลงบนฮาร์ดดิสก์ของไมโครคอมพิวเตอร์

รูปที่ 4.15 (ก) เป็นภาพถ่ายวัตถุตัวอย่างเบรกเกอร์สวิตช์ ที่มีขนาด 7 ซม. $\times$ 5 ซม. หนา 3 ซม. ใช้เป็นวัตถุตัวอย่างในการทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยให้ระยะห่างของวัตถุตัวอย่างถึงชัตเตอร์เปิด/ปิดลำนิวตรอน มีค่าเท่ากับ 70 เซ็นติเมตร

รูปที่ 4.15 (ข) เป็นภาพถ่ายวัตถุตัวอย่าง ที่ปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้วโดยทำการเฉลี่ย 16 เฟรม และปรับค่าความเปรียบต่าง ทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนร่วมกับอุปกรณ์กลขับเคลื่อนชิ้นงานแบบ แมตริกซ์ 3×3 ได้ภาพทั้งหมด 9 ภาพ

รูปที่ 4.15 (ค) เป็นภาพถ่ายด้วยนิวตรอนของเบรกเกอร์สวิตช์หลังจากต่อภาพแล้วแบบ แมตริกซ์ 3 × 3 และบันทึกภาพลงบนฮาร์ดดิสก์ของไมโครคอมพิวเตอร์

รูปที่ 4.16 (ก) เป็นภาพถ่ายวัตถุตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์สวิตช์ที่มีขนาด 9 ซม. × 10 ซม. หนา 1 ซม. ใช้เป็นวัตถุตัวอย่างในการทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาโดยให้ระยะห่างของวัตถุตัวอย่างถึงต้นกำเนิดรังสีแกมมา Am-241 มีค่าเท่ากับ 10 เซ็นติเมตร

รูปที่ 4.16 (ข) เป็นภาพถ่ายวัตถุตัวอย่าง ที่ปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้วโดยทำการเฉลี่ยภาพ 16 เฟรม และปรับค่าความเปรียบต่าง ทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาร่วมกับอุปกรณ์กลขับเคลื่อนชิ้นงานแบบ แมตริกซ์ 3 × 3 ได้ภาพทั้งหมด 9 ภาพ

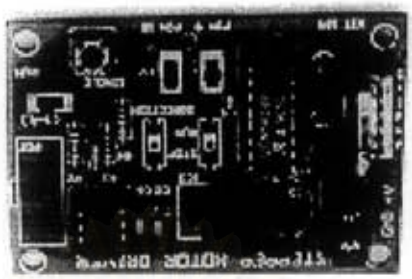
รูปที่ 4.16 (ค) เป็นภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาของเซอร์กิตเบรกเกอร์สวิตช์ หลังจากการต่อภาพแล้วแบบ แมตริกซ์ 3 × 3 และบันทึกภาพลงบนฮาร์ดดิสก์ของไมโครคอมพิวเตอร์

รูปที่ 4.17 (ก) เป็นภาพถ่ายวัตถุตัวอย่างอุปกรณ์ชุด ปิด/เปิดไฮดรอลิกที่มีขนาด 9 ซม. × 6 ซม. หนา 1 ซม. ใช้เป็นวัตถุตัวอย่างในการทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอน โดยให้ระยะห่างของวัตถุตัวอย่างถึงชัตเตอร์เปิด/ปิดลำนิวตรอนมีค่าเท่ากับ 70 เซ็นติเมตร

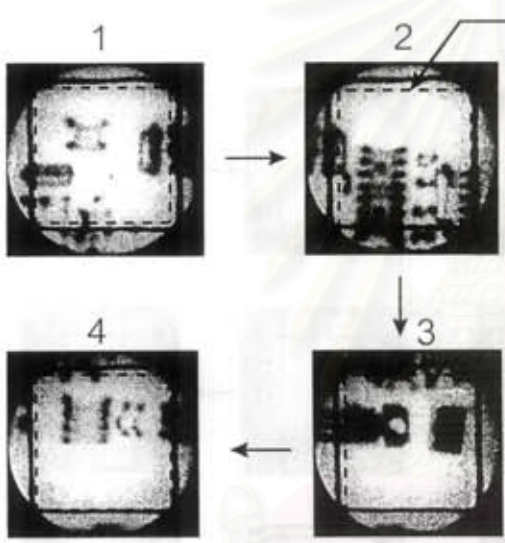
รูปที่ 4.17 (ข) เป็นภาพถ่ายวัตถุตัวอย่าง ที่ปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้วโดยทำการเฉลี่ย 16 เฟรม และปรับค่าความเปรียบต่าง ทดสอบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนร่วมกับอุปกรณ์กลขับเคลื่อนชิ้นงานแบบ แมตริกซ์ 3 × 3 ได้ภาพทั้งหมด 9 ภาพ

รูปที่ 4.17 (ค) เป็นภาพถ่ายด้วยนิวตรอนของอุปกรณ์ชุดปิด/เปิดไฮดรอลิก จากการต่อภาพแล้วแบบ แมตริกซ์ 3 × 3 และบันทึกภาพลงบนฮาร์ดดิสก์ของไมโครคอมพิวเตอร์

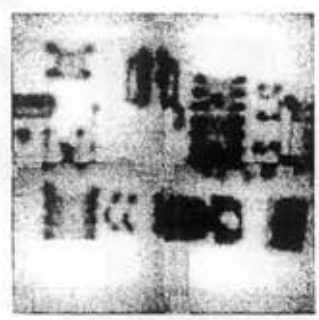
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) แผงวงจงอิเล็กทรอนิกส์



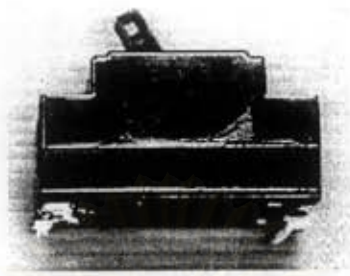
(ข) ภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมา
ก่อนต่อภาพแมตริกซ์ 2×2



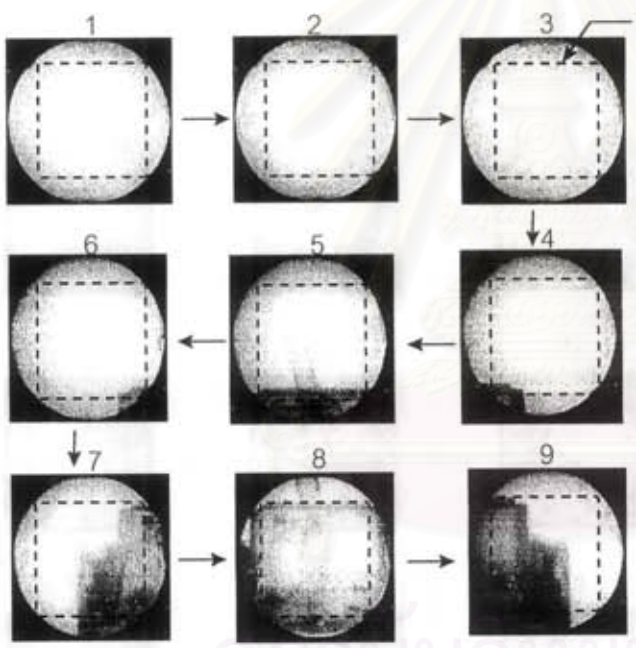
(ค) ภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมา
หลังต่อภาพแมตริกซ์ 2×2

รูปที่ 4.14 ภาพถ่ายและภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาแบบแมตริกซ์ 2 × 2 ของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

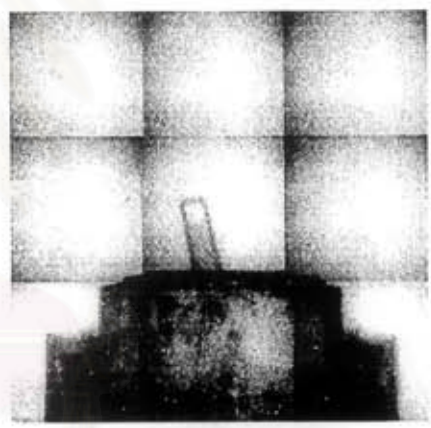
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) เบรกเกอร์สวิตช์



(ข) ภาพถ่ายด้วยนิวตรอนก่อน
ต่อภาพแบบแมตริกซ์ 3×3

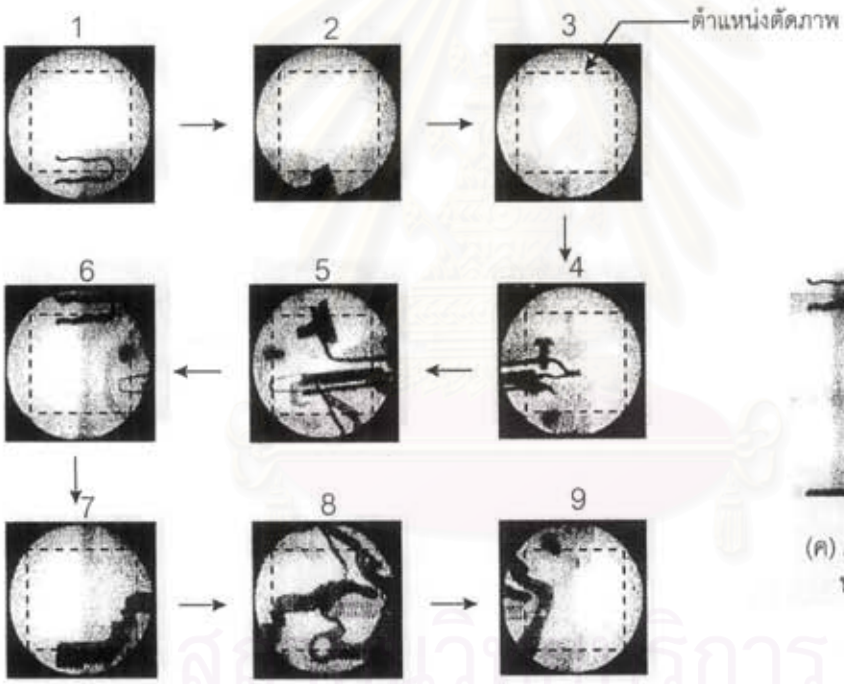


(ค) ภาพถ่ายด้วยนิวตรอนหลัง
ต่อภาพแบบแมตริกซ์ 3×3

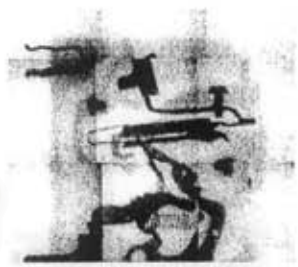
รูปที่ 4.15 ภาพถ่ายและภาพถ่ายด้วยนิวตรอนแบบแมตริกซ์ 3 × 3 ของเบรกเกอร์สวิตช์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ก) เซอร์กิตเบรกเกอร์สวิตช์



(ข) ภาพถ่ายด้วยนิวตรอนก่อนต่อภาพแมตริกซ์ 3×3

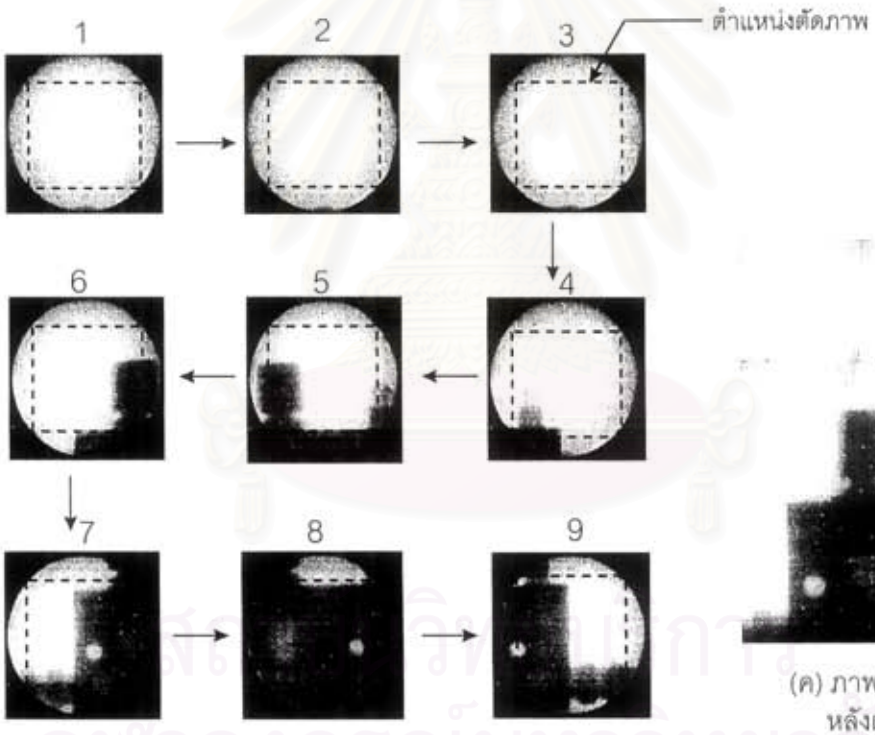


(ค) ภาพถ่ายด้วยนิวตรอน
หลังต่อภาพแมตริกซ์ 3×3

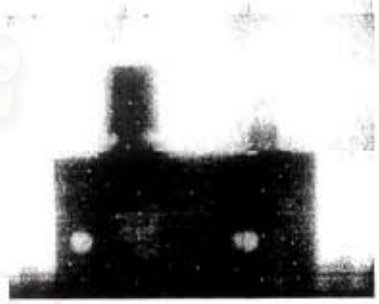
(ข) ภาพถ่ายด้วยนิวตรอนก่อนต่อภาพแมตริกซ์ 3×3

รูปที่ 4.16 ภาพถ่ายและภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาแบบแมตริกซ์ 3 × 3 ของเซอร์กิตเบรกเกอร์สวิตช์

(ก) อุปกรณ์ชุดเปิด / ปิด ไฮดรอลิก



(ข) ภาพถ่ายด้วยนิวตรอนก่อนต่อภาพแมตริกซ์ 3×3



(ค) ภาพถ่ายด้วยนิวตรอน
หลังต่อภาพแมตริกซ์ 3×3

รูปที่ 4.17 ภาพถ่ายและภาพถ่ายด้วยนิวตรอนแบบแมตริกซ์ 3 × 3 ของ อุปกรณ์ชุดเปิด / ปิด ไฮดรอลิก

วิจารณ์ผลการทดสอบถ่ายภาพชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่กว่าด้านหน้ากล้องมองภาพนิวตรอน

จากผลการทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและนิวตรอนที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.14 ถึง รูปที่ 4.17 เป็นการแสดงถึงภาพถ่ายชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้องมองภาพนิวตรอน โดยจะเป็นการถ่ายภาพ แบบ แมตริกซ์ 2 × 2 และ แมตริกซ์ 3 × 3

ภาพถ่ายชิ้นงานแบบ แมตริกซ์ 2 × 2 ซึ่งมีขนาดอยู่ระหว่าง 3.5 เซ็นติเมตร ถึง 7 เซ็นติเมตร จะได้ภาพทั้งหมด 4 ภาพ จากนั้นจึงทำการตัดต่อภาพด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปของไมโครคอมพิวเตอร์ และภาพถ่ายชิ้นงานแบบ แมตริกซ์ 3 × 3 ซึ่งมีขนาดไม่เกิน 10.5 ซม. × 10.5 ซม. จะได้ภาพทั้งหมด 9 ภาพ จากนั้นจึงทำการตัดต่อภาพ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปของไมโครคอมพิวเตอร์

ภาพถ่ายที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาจะเห็นมีขอบดำของแต่ละภาพส่วนภาพถ่ายที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนจะมีขอบดำน้อยกว่า ทั้งนี้เพราะต้นกำเนิดรังสีแกมมาเป็นแบบจุด ลำรังสีแกมมาที่ออกจากต้นกำเนิดจึงบานออก ส่วนนิวตรอนจะเป็นลำนิวตรอนขนานออกมากระทบกับวัตถุตัวอย่างและกล้องมองภาพจึงทำให้ภาพถ่ายที่ได้สม่ำเสมอกว่าการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย