บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการเก็บข้อมูลโปรไฟล์จากการถ่ายภาพชิ้นงานด้วยนิวตรอนโดยใช้ฟิล์มเอกซเรย์บันทึกภาพ หรือที่เรียกว่า "เทคนิคฟิล์ม" นั้น มีสิ่งที่ต้องคำนึงอยู่หลายประการเพราะนิวตรอนสามารถทำอันตรกิริยากับชิ้นงาน และวัสดุกำบังรังสี ซึ่งอาจจะเกิดอันตรกิริยาการชนแบบกระเจิงและการจับนิวตรอน แล้วปลดปล่อยรังสีแกมมา สิ่งเหล่านี้จะส่งผลทำให้เกิดการรบกวนต่อภาพถ่ายด้วยนิวตรอน และภาพโทโมกราฟีที่ได้จะเกิดรอยดำรบกวนรายละเอียดของภาพที่เรียกว่า "อาร์ทิแฟคท์ (artifact)" ดังนั้นในการปรับแก้ค่าข้อมูลโปรไฟล์ ซึ่งได้เสนอแนวทางปรับแก้เพื่อให้ได้ค่าข้อมูลโปรไฟล์ที่เกิดจากการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว นิวตรอนที่กระเจิงกับชิ้นงานทดสอบ จะไม่สามารถลบหายไปจากข้อมูลโปรไฟล์เช่นเดียวกับรังสีแกมมา

อนึ่ง สิ่งที่ควรคำนึงถึงเป็นอย่างมากคือ ระยะเวลาในการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน ถ้าตั้งเวลาในการถ่ายภาพแต่ละโปรไฟล์นานเกินไป นิวตรอนจะมีโอกาสทำให้ชิ้นงานทดสอบเป็นรังสีมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้จะสังเกตได้ว่ารังสีแกมมาที่เกิดขึ้นซึ่งทำให้ฟิล์มดำ สำหรับโปรไฟล์แรก ๆ จะไม่มากนัก และจะเพิ่มความดำขึ้นที่โปรไฟล์หลัง ๆ ของฟิล์มเอกซเรย์แต่ละแผ่น ถึงแม้ว่ามีการปรับแก้ค่าข้อมูล โปรไฟล์โดยใช้ฟิล์มเอกซเรย์แผ่นหลังแล้วก็ตาม ถ้าใช้เวลาในการถ่ายภาพนานเกินไป การปรับแก้ค่าก็จะไม่มีผลดีเท่าที่ควร ซึ่งจะเห็นว่าเป็นจุดด้อยของการเก็บข้อมูลโปรไฟล์ด้วยเทคนิคฟิล์ม แต่ข้อดีก็คือข้อมูลโปรไฟล์ที่ได้จะให้รายละเอียดที่คมชัดกว่าวิธีอื่น ๆ

จากภาพโทโมกราฟีของชิ้นงานทดสอบ ที่ได้ออกแบบรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันออกไป พบว่าได้ภาพที่มีขนาดและรูปร่างเหมือนกันกับชิ้นงานทดสอบ ข้อดีของการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนคือสามารถถ่ายภาพชิ้นงานที่มีเลขอะตอมต่ำ เช่น พลาสติกและพาราฟินได้ดี ซึ่งรังสีเอกซ์ไม่สามารถถ่ายภาพได้ และสามารถเห็นรายละเอียดของชิ้นงานที่มีความหนาแน่นต่างกันภายในภาพเดียวกัน ซึ่งสามารถหาค่ารีโซลูชันได้เท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร และสามารถประยุกต์วิธีสร้างภาพโทโมกราฟีเพื่อหาค่าภาคตัดขวางรวมสำหรับนิวตรอนของวัสดุชิ้นงานทดสอบได้

จากการทดลองพบว่า

1. จากวัตถุตัวอย่าง 7 ชิ้นที่นำมาถ่ายภาพ สามารถมองเห็นภาพโทโมกราฟีได้ชัดเจน มีความดำที่เหมาะสม ให้ความคมชัดและความเปรียบต่างของภาพดี ข้อมูลความดำที่เกิดขึ้นบน

ฟิล์มมีความเข้มมากพอ เนื่องจากใช้เวลาในการถ่ายภาพเหมาะสม เลือกชนิดของวัตถุตัวอย่างที่เหมาะสม จึงทำให้เกิดความเปรียบต่างมากเมื่อนำไปอ่านข้อมูล

2. ภาพโทโมกราฟีของแท่งทองแดงรูปปลายแหลม (Siemen stars) สามารถมองเห็นปลายแหลมได้ชัดเจน แสดงว่ามีความคมชัดดี วัตถุที่มีขนาดเล็กและเป็นเหลี่ยมยังไม่สามารถเห็นได้ชัด แต่ถ้าเลือกใช้ฟิล์มที่มีความเร็วลดลงจะเห็นรายละเอียดชัดเจนขึ้น ระยะทางจากวัตถุถึงฟิล์มค่อนข้างห่าง ไม่สามารถปรับให้ใกล้ได้ ภาพฉายที่ได้จึงบานออก ทำให้ได้ภาพขนาดขยายและไม่คมชัด

3. จากภาพชิ้นงานทดสอบที่ 5 ภาพพาราฟินกับอะลูมิเนียมมีความดำแตกต่างกัน เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีภาคตัดขวางแตกต่างกัน ทำให้ได้ค่าความเปรียบต่างดี

4. เมื่อพิจารณาจากฟิล์มที่เก็บข้อมูลความดำของรังสีแกมมา พบว่าด้านบนของฟิล์มจะมีความดำมากกว่าด้านล่างอย่างชัดเจน เนื่องจากการวางวัตถุตัวอย่างไม่อยู่ในตำแหน่งของบริเวณกึ่งกลางของลำรังสี ขอบฟิล์มด้านบนจะอยู่ใกล้บริเวณกึ่งกลางลำนิวตรอน ส่วนด้านล่างอยู่ห่างออกมาเล็กน้อย

5. ข้อจำกัดในการทดลองนี้ ใช้ได้กับวัตถุตัวอย่างขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 7 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเบา

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากข้อมูลโปรไฟล์ที่ได้รับการปรับแก้ค่าแล้ว ซึ่งควรจะเป็นข้อมูลโปรไฟล์เนื่องจากรังสีนิวตรอนเพียงอย่างเดียว แต่ในความเป็นจริงแล้วยังมีนิวตรอนจากการกระเจิงที่ชิ้นงานทดสอบรวมอยู่ด้วย ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการรบกวนต่อภาพโทโมกราฟี ดังนั้นจึงขอเสนอวิธีแก้ไข 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ใช้แผ่นแคดเมียม (Cd) บาง ๆ วางกั้นลำนิวตรอนที่ทะลุผ่านชิ้นงานทดสอบก่อนที่จะผ่านช่องหน้าต่าง หรือนัยหนึ่งคือ นำแผ่นแคดเมียมบาง ๆ ปิดที่ช่องหน้าต่าง ทั้งนี้นิวตรอนพลังงานต่ำที่กระเจิงออกมาจากชิ้นงานจะถูกแผ่นแคดเมียมดูดจับ และนิวตรอนที่มีพลังงานสูงกว่าบางส่วนจะหลุดรอดผ่านแผ่นแคดเมียมไปตกกระทบฟิล์มทำให้เกิดภาพ สำหรับวิธีนี้อาจต้องใช้เวลานานเกินไปในการถ่ายภาพและอาจทำให้มีรังสีแกมมาไปรบกวนมากขึ้น

วิธีที่ 2 ใช้ท่อนำนิวตรอนรูปรังผึ้ง (honey comb) ซึ่งภายในเคลือบด้วยสารลิเทียม (Li) เนื่องจาก ^{6}Li มีค่าภาคตัดขวางในการดูดจับนิวตรอนช้าได้ดี ดังนั้น เมื่อวางท่อดังกล่าวไว้ระหว่างชิ้นงานทดสอบและช่องหน้าต่าง จะทำให้นิวตรอนที่กระเจิงถูกจับภายในท่อนำนิวตรอน

รูปรังผึ้ง ส่วนนิวตรอนที่ทะลุผ่านชิ้นงานในแนวเส้นตรง จะสามารถผ่านช่องรังผึ้งไปตกกระทบแผ่นฟิล์มได้โดยไม่ถูกจับด้วย ^{6}Li

2. ควรออกแบบให้ฟิล์มและฉากเปลี่ยนนิวตรอนแนบสนิทกันมากขึ้น เช่น ใช้ คาสเซ็ทสูญญากาศ (vacuum cassette) จะทำให้ได้ภาพที่ชัดขึ้น

3. ควรใช้ฟิล์มเอกซเรย์แบบ single coat จะทำให้ภาพมีความคมชัดขึ้น