บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

การตรวจสอบโครงสร้างภายในของชิ้นงาน ด้วยวิธีการถ่ายภาพโดยไม่ทำลายตัวอย่างที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ (X-ray Radiography) และการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา (Gamma ray Radiography) ซึ่งให้ผลดีสำหรับวัสดุชนิดต่างๆที่มีเนื้อเดียวกัน เช่น พลาสติก โลหะฯลฯ แต่ในกรณีที่มีโลหะหนักปนอยู่กับวัสดุเบา จะเห็นรายละเอียดเฉพาะส่วนที่เป็นโลหะ

การถ่ายภาพด้วยนิวตรอน (Neutron Radiography) เป็นการตรวจสอบตัวอย่างอีกวิธีหนึ่ง ที่สามารถให้รายละเอียดของชิ้นงานได้ดีกว่าการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา สำหรับวัสดุบางชนิด เช่น วัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำบางอย่าง ได้แก่ ยาง พลาสติก โพลิเมอร์ และวัสดุที่ประกอบด้วยธาตุที่มีค่าภาคตัดขวางต่อการเกิดปฏิกิริยากับนิวตรอน (Neutron cross section) สูง เช่น โบรอน (B) ลิเทียม (Li) แคดเมียม (Cd) เป็นต้น

วิธีการถ่ายภาพ โดยทั่วไปนิยมใช้การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีถ่ายตรง ใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนที่เป็นโลหะและบันทึกภาพด้วยฟิล์มรังสีเอกซ์ เนื่องจากใช้เวลาในกระบวนการถ่ายภาพทั้งหมด จนได้ภาพที่ต้องการ น้อยกว่าการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีถ่ายทอด แต่ในกรณีที่ต้นกำเนิดนิวตรอนมีรังสีแกมมาสูง หรือวัตถุที่ต้องการถ่ายมีกัมมันตภาพรังสี การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีถ่ายทอดจะให้ภาพที่คมชัดกว่า เนื่องจากไม่มีผลรบกวนจากรังสีแกมมา

การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีแทรคเอตช์ เป็นการถ่ายภาพในลักษณะถ่ายตรง บันทึกภาพด้วยฟิล์มพลาสติก ซึ่งไม่ไวต่อแสง รังสีเอกซ์ หรือรังสีแกมมา ใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนที่ปลดปล่อยรังสีอัลฟาทำให้เกิดรอยอนุภาคบนฟิล์ม ซึ่งฟิล์มจะให้ภาพปรากฏออกมาเมื่อล้างกัดรอยในสารละลายด่าง เช่น ฟิล์มโกดัก CN85 type B ซึ่งเป็นฟิล์มไนโตรเซลลูโลสเคลือบผิวทั้งสองด้านด้วยฉากเปลี่ยนนิวตรอนลิเทียมบอเรต ($Li_2B_4O_7$)

การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนบีอี-10 เป็นการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีแทรคเอตช์ ซึ่งใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนที่ผลิตจากสารประกอบโบรอนคาร์ไบด์ที่มีการเพิ่มความเข้มข้นของไอโซโทปโบรอน-10 (Enriched Boron Carbide, $^{10}B_4C$) ซึ่งมีภาคตัดขวางต่อการเกิดปฏิกิริยากับนิวตรอนได้สูง บันทึกภาพด้วยฟิล์มไนโตรเซลลูโลส เมื่อใช้ต้นกำเนิด

นิวตรอนที่มีฟลักซ์ของนิวตรอนเท่ากัน จะใช้เวลาในการถ่ายภาพสั้นกว่าการถ่ายภาพโดยใช้ฟิล์มโกดัก CN85 type B วิทยานิพนธ์นี้จึงเป็นการศึกษาและทดลองถึงข้อดีและข้อจำกัดของการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีแทรคเอตช์ โดยใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนบีอี-10 บันทึกภาพด้วยฟิล์มไนโตรเซลลูโลส เปรียบเทียบกับการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยเทคนิคอื่น ๆ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาและทดสอบการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน โดยใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนบีอี-10

1.2.2 เพื่อทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพและการล้างกัดรอย

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ทดลองถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนบีอี-10 และใช้เทอร์มัลนิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย ปปว-1/1

1.3.2 ทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการถ่ายภาพและเงื่อนไขที่เหมาะสมในการล้างกัดรอย ได้แก่ อุณหภูมิและเวลา

1.3.3 ทดสอบคุณภาพของภาพถ่ายด้วยนิวตรอน ได้แก่ ความไวในการถ่ายภาพ (Sensitivity) ความสามารถในการแจกแจงรายละเอียดของภาพ (Resolution) และความเปรียบต่างของภาพถ่าย (Contrast) เป็นต้น

1.3.4 เปรียบเทียบและประเมินคุณภาพของภาพจากการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน โดยใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนบีอี-10 กับการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีอื่น ได้แก่ การใช้ฉากแกโดลิเนียมกับฟิล์มรังสีเอกซ์ ฉากดิสโปรเซียมกับฟิล์มรังสีเอกซ์ และฉาก NE426 กับฟิล์มถ่ายรูป เป็นต้น

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน

1.4.2 ทดลองถ่ายภาพด้วยนิวตรอน

1.4.3 ทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการถ่ายภาพ และเงื่อนไขที่เหมาะสมในการล้างกัดรอย

1.4.4 ทดสอบคุณภาพของภาพถ่ายด้วยนิวตรอน

1.4.5 เปรียบเทียบและประเมินคุณภาพของภาพถ่ายจากการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน

1.4.6 สรุปผลและเขียนรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 การสำรวจงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.5.1 ประสม สุขสว่าง[4] ได้ศึกษาวิธีการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน โดยใช้ต้นกำเนิดนิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย ปปว-1/1 เดินเครื่องด้วยกำลัง 1000 กิโลวัตต์ โดยทำการทดลองที่ตำแหน่งท่อนำนิวตรอนขนาด 2 นิ้ว มีฟลักซ์ของนิวตรอน 2.91×10^6 นิวตรอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีถ่ายตรง ใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนเป็นแผ่นโลหะแกโดลิเนียมและแคดเมียม และถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีถ่ายทอด ใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนเป็นแผ่นโลหะอินเดียมและดิสโปรเซียม บันทึกภาพด้วยฟิล์ม Kodak Industrex AA พบว่า ภาพถ่ายจากการใช้ฉากแกโดลิเนียมให้ภาพคมชัดดีกว่าวิธีอื่น.

1.5.2 นิวัฒน์ ตะโพนทอง[3] ได้ทดลองถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีแทรคเอตช์ โดยใช้ต้นกำเนิดนิวตรอนจากต้นกำเนิดนิวตรอนแบบไอโซโทปรังสี พลูโตเนียม-เบริลเลียม (Pu/Be) ความแรง 5 คูรี และนิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย ปปว-1/1 ที่ตำแหน่งท่อนำนิวตรอนขนาด 8 นิ้วด้านทิศเหนือ เดินเครื่องด้วยกำลัง 1000 กิโลวัตต์ การถ่ายภาพใช้ฟิล์ม Kodak CN85 Type B ซึ่งเป็นฟิล์มไนโตรเซลลูโลสเคลือบผิวทั้งสองด้านด้วยฉากเปลี่ยนนิวตรอนลิเทียมบอเรต การถ่ายภาพโดยใช้ต้นกำเนิดนิวตรอนแบบไอโซโทปรังสีใช้เวลา 30 วัน และถ่ายภาพโดยใช้นิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยฯ ใช้เวลาถ่ายภาพ 1 ชั่วโมง ดูภาพถ่ายโดยวางฟิล์มบนกระดาษดำ.

1.5.3 ศศิพันธุ์ ณ สงขลา[6] พัฒนาฉากสังกะสีซัลไฟด์(เงิน) ซึ่งเป็นฉากเปลี่ยนนิวตรอนชนิดเรืองแสง เพื่อการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน โดยใช้ส่วนผสมของสารประกอบลิเทียมเมตาบอเรต ($LiBO_2$) 10 ส่วน สังกะสีซัลไฟด์(เงิน) 15 ส่วน และใช้ไอโซบิวทิลอาซิเทต 6 ส่วน เป็นสารยึดเหนี่ยว ทำการทดลองถ่ายภาพ โดยใช้ต้นกำเนิดนิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย ปปว-1/1 เดินเครื่องด้วยกำลัง 700 กิโลวัตต์ ใช้เวลาถ่ายภาพ 10 นาที ภาพถ่ายแสดงรายละเอียดของภาพ (Resolution) ได้ 250 ไมโครเมตร.

1.5.4 Wada, N.[35] ถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้ต้นกำเนิดนิวตรอนแบบไอโซโทปรังสีแคลิฟอเนียม-252 (^{252}Cf) บันทึกภาพด้วยฟิล์มไนโตรเซลลูโลส และปรับความเปรียบต่างของ

ภาพโดยใช้อุปกรณ์อัดขยายภาพ ส่องลำแสงความเข้มสูงผ่านแผ่นฟิล์ม ทำให้แสงที่ผ่านส่วนที่ขุ่นและส่วนที่ใสมีความเข้มแตกต่างกันมากขึ้น

1.5.5 นเรศร์ จันทน์ขาว[14] ได้พัฒนาวิธีการดูภาพถ่ายนิวตรอนบนฟิล์มแทรคเอตช์โดยการสแกนฟิล์มด้วยสแกนเนอร์ (Scanner) ที่มีแผ่นโลหะผิวเรียบมันอยู่ด้านหลังฟิล์ม ซึ่งพบว่าภาพที่ปรากฏบนจอไมโครคอมพิวเตอร์ สามารถปรับแต่งให้มีความสว่าง (Brightness) ความเปรียบต่าง (Contrast) และความคมชัด (Sharpness) ให้อยู่ในระดับที่พอใจได้

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีแทรคเอตช์ โดยใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนบีอี-10(BE-10) ซึ่งปลดปล่อยรังสีอัลฟาเมื่อได้รับนิวตรอน และบันทึกภาพด้วยฟิล์มไนโตรเซลลูโลส รังสีอัลฟามีพิสัยสั้นจึงให้ภาพถ่ายที่มีรายละเอียดสูง ฟิล์มบันทึกภาพไม่ไวต่อแสง รังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาจึงใช้งานสะดวก สามารถใช้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ห้องมืด และถ่ายภาพวัตถุที่มีกัมมันตภาพรังสีได้ แต่มีข้อจำกัดที่ฟิล์มมีความเข้มและความเปรียบต่างของภาพต่ำ ไม่สะดวกในการสังเกตรายละเอียด

การวิจัยเป็นการศึกษากระบวนการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีแทรคเอตช์ในขั้นตอนการถ่ายภาพ การล้างกัดรอย และการปรับเพิ่มความเปรียบต่างของภาพถ่าย ทำให้การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีแทรคเอตช์ สามารถให้ภาพถ่ายที่มีความเปรียบต่างสูงขึ้น ทำให้สังเกตและวิเคราะห์ภาพถ่ายได้สะดวก เป็นการสนับสนุนศักยภาพของวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายโดยวิธีการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ดียิ่งขึ้น