บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมสูงขึ้น ทำให้ทั้งทางภาครัฐบาลและเอกชนให้ความสำคัญต่อการตรวจสอบวัสดุและผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาตรฐานในการผลิต เพื่อความปลอดภัย เพื่อความประหยัด และเพื่อเป็นการรับรองคุณภาพของสินค้าและวัสดุ การถ่ายภาพด้วยรังสีเป็นการตรวจสอบโดยไม่ทำลายตัวอย่าง (Nondestructive testing) วิธีหนึ่ง การตรวจสอบโครงสร้างเพื่อหาข้อบกพร่องของวัสดุโดยวิธีนี้ หากไม่พบข้อบกพร่องก็ยังสามารถนำวัสดุนั้นไปใช้งานได้ การถ่ายภาพด้วยรังสีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ การถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ (X-ray radiography) และการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา (Gamma-ray radiography) ทั้งสองวิธีอาศัยคุณสมบัติในการทะลุทะลวงผ่านวัสดุของรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ และทางอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง แต่ถ้านำไปตรวจสอบวัตถุที่มีส่วนประกอบเป็นธาตุบางชนิด เช่น ไฮโดรเจน ลิเทียม โบรอน แกโดลิเนียม ฯลฯ การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนอาจให้รายละเอียดที่ดีกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ธาตุเหล่านี้อยู่ปะปนกับธาตุอื่นๆ การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนจึงมีประโยชน์ในการตรวจสอบวัสดุอุตสาหกรรมบางชนิดที่มีส่วนประกอบเป็นพลาสติก ยาง เรซิน โพลิเมอร์ น้ำมัน น้ำ ตลอดจนสารองค์ประกอบต่างๆ

ในระยะแรกการพัฒนาการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนมุ่งเน้นไปที่ การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู และพัฒนาอุปกรณ์ในการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนที่ใช้กับเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเป็นส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูมีข้อจำกัดในการใช้งาน และไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ดังนั้นการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้ไอโซโทปรังสีจึงเป็นที่สนใจอย่างกว้างขวาง เพราะประหยัดค่าใช้จ่าย เคลื่อนย้ายได้ และสามารถนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้ อย่างไรก็ดี การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้ไอโซโทปรังสีมีข้อเสียในเรื่องระดับความเข้มของนิวตรอนต่ำ จึงส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการถ่ายภาพนานและคุณภาพของภาพถ่ายไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นจุดประสงค์หลักในการพัฒนาเทคนิคการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนสำหรับต้นกำเนิดรังสีนิวตรอนความเข้มต่ำ คือ การลดระยะเวลาในการถ่ายภาพและปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายโดยใช้เทคนิคที่เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาเทคนิคการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนสำหรับเทอร์มัลนิวตรอนความเข้มต่ำ

1.2.2 เพื่อศึกษาวิจัยเปรียบเทียบคุณภาพของภาพถ่ายที่ได้จากเทคนิคต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นกับเทคนิคที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 หาระดับความดำบนฟิล์มที่เหมาะสม เพื่อทำพรี-เอกซ์โพเชอร์ด้วยรังสีเอกซ์หรือแสง

1.3.2 ออกแบบและสร้างนิวตรอนคอลลิเมเตอร์ (Neutron collimator) ที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายภาพด้วยเทอร์มัลนิวตรอนความเข้มต่ำ

1.3.3 ถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้เทคนิคต่างๆ ได้แก่ เทคนิคที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เทคนิคพรี-เอกซ์โพเชอร์ เทคนิคการหล่อเย็นฟิล์มและฉาก และเทคนิคการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องถ่ายรูป

1.3.4 ตรวจสอบและเปรียบเทียบคุณภาพของภาพถ่ายที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้เทคนิคที่พัฒนาขึ้น และเทคนิคที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา

1.4.2 หาระดับความดำบนฟิล์มที่เหมาะสม เพื่อทำพรี-เอกซ์โพเชอร์ด้วยรังสีเอกซ์หรือแสง

1.4.3 ออกแบบและสร้างนิวตรอนคอลลิเมเตอร์ (Neutron collimator) ที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายภาพด้วยเทอร์มัลนิวตรอนความเข้มต่ำ

1.4.4 ถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้เทคนิคต่างๆ ได้แก่ เทคนิคที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เทคนิคพรี-เอกซ์โพเชอร์ เทคนิคการหล่อเย็นฟิล์มและฉาก และเทคนิคการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้กล้องถ่ายรูป

1.4.5 ตรวจสอบและเปรียบเทียบคุณภาพของภาพถ่าย ที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้เทคนิคที่พัฒนาขึ้น และเทคนิคที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

1.4.6 สรุปผลการวิจัยและเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เทคนิคการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนที่เหมาะสมสำหรับเทอร์มัลนิวตรอนความเข้มต่ำ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบวัสดุโดยไม่ทำลาย

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ประสม สุขสว่าง, พ.ศ.2523[1] ได้เสนองานวิจัยเรื่อง "การศึกษาวิธีการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน" เป็นการออกแบบอุปกรณ์เพื่อใช้งานถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยเป็นแหล่งกำเนิดเทอร์มัลนิวตรอน และความเข้มของเทอร์มัลนิวตรอน ที่ใช้ในการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน คือ 2.91×10^6 นิวตรอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที วิธีการถ่ายภาพโดยตรงใช้แผ่นเพิ่มความเข้มแกโดลิเนียมวางให้แนบสนิทข้างหลังฟิล์ม ผลการตรวจสอบสามารถเห็นดินส่งกระสุนที่บรรจุอยู่ในลูกปืนได้เป็นอย่างดี การถ่ายภาพโดยวิธีถ่ายทอดใช้แผ่นเพิ่มความเข้มอินเดียม และแผ่นเพิ่มความเข้มดิสโพรเซียม ซึ่งจากการทดลอง สามารถตรวจรายละเอียดโครงสร้างภายในของต้นกำเนิดรังสีอิริเดียม-192 ได้เป็นอย่างดี

2. นิวัฒน์ ตะโพนทอง, พ.ศ.2531[2] ได้เสนองานวิจัยเรื่อง "การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยเทคนิคแทรก-เอตช์" การทดลองได้ใช้ท่อขนาด 8 นิ้ว เป็นตัวบังคับลำนิวตรอนจาก เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1 (ปปว.-1/1) ซึ่งใช้เป็นต้นกำเนิดนิวตรอน มีนิวตรอนฟลักซ์ที่ตำแหน่งชิ้นงานประมาณ 7×10^6 นิวตรอนต่อตารางเมตรต่อวินาที ผลการวิจัยพบว่า ระยะเวลาในการถ่ายภาพที่เหมาะสมคือ 60 ถึง 150 นาที และใช้เวลาในการกัดขยายรอยอนุภาคบนแผ่นภาพ โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที พบว่าวิธีการถ่ายภาพดังกล่าวใช้ถ่ายภาพวัสดุ ธาตุเบาและธาตุที่มีรังสีได้ผลตรงตามแนวทฤษฎีทุกประการ และได้พัฒนาการอัดภาพจาก แผ่นฟิล์มที่มีรอยแทรก-เอตช์ลงบนกระดาษอัดภาพขาวดำ โดยใช้รูรับแสงขนาด 4.5 มิลลิเมตร และเวลาที่เปิดแสง 3 ถึง 6 วินาที

3. ศศิพันธุ์ ณ สงขลา, พ.ศ.2538[3] ได้เสนองานวิจัยเรื่อง "การพัฒนาฉากสังกะสีซัลไฟด์ (เงิน) เพื่อการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน" เป็นการพัฒนาฉากสำหรับการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน ฉากที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยสารเรืองรังสี คือ สังกะสีซัลไฟด์ (เงิน) และสารดูดกลืนนิวตรอน คือลิเทียมเมตาบอเรต โดยมีไอโซบิวทิลอาซิเทตและอะซิโตน เป็นสารยึดเหนี่ยว และได้ทดสอบฉากเปลี่ยนรังสีนิวตรอนที่ผลิตขึ้น โดยทำการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน จากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1 (ปปว.-1/1) เปรียบเทียบภาพถ่ายกับ ภาพถ่ายที่ได้จากฉากเรืองรังสีชนิด NE-426 และ

Gd_2O_2S(Tb) รวมทั้งฉากโลหะแกโดลิเนียม พบว่าภาพถ่ายด้วยนิวตรอนโดยใช้ฉากที่พัฒนาขึ้น มีค่าความดำบนแผ่นฟิล์มความไวในการเกิดภาพ และรีโซลูชันของภาพเป็นที่น่าพอใจ

4. K. L. Swinth, ค.ศ.1974[4] ได้เสนองานวิจัยเรื่อง "Low-Flux Neutron Imaging" ได้พัฒนาการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้ต้นกำเนิดรังสีนิวตรอนความเข้มต่ำ ทั้งวิธีการถ่ายภาพโดยตรงและวิธีการถ่ายทอด สำหรับการถ่ายภาพโดยวิธีการถ่ายโดยตรง ใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนซึ่งทำด้วย ^{6}LiF-ZnS(Ag) NE-421 NE-425 ฉากโลหะแกโดลิเนียม และ Gd_2O_2S(Tb) และใช้เทคนิคการถ่ายภาพที่อุณหภูมิต่ำประมาณ –10 องศาเซลเซียส ส่วนการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยวิธีถ่ายทอดใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอนยูโรเพียม และดิสโพรเซียม จากการวิจัยพบว่า Gd_2O_2S(Tb) ให้รีโซลูชันของภาพดี แต่ใช้เวลาในการถ่ายภาพนานกว่า ฉาก ^{6}LiF-ZnS(Ag)ถึง 7 เท่า การใช้ฉากเพิ่มความเข้มระหว่างกระบวนการถ่ายทอด จะช่วยลดฟลักซ์ที่ต้องการสำหรับความดำบนฟิล์มที่กำหนดได้ 30 % และช่วยให้ความเปรียบต่าง (Contrast) ของภาพดีขึ้นและการให้ความเย็นแก่ฟิล์มและฉาก มีผลทำให้ความล้มเหลวแบบรีสิโพรซิตีลดลง และสามารถลดระยะเวลาในการถ่ายภาพโดยวิธีถ่ายโดยตรง (ใช้ฉาก Gd_2O_2S:Tb) ได้ถึง 80 %

5. G. L. Baheti และคณะ, ค.ศ.1989[5] ได้เสนองานวิจัยเรื่อง "Optimization Techniques in Low-Flux Neutron Radiography" เป็นงานวิจัยเพื่อหาความหนาของสารหน่วงนิวตรอน ความยาวของแคดเมียมในนิวตรอนคอลลิเมเตอร์ และตำแหน่งของต้นกำเนิดรังสีนิวตรอนที่เหมาะสม พบว่าฟลักซ์จะสูงที่สุดที่ความหนาของสารหน่วงนิวตรอนเท่ากับ 2 เซนติเมตร และตำแหน่งของต้นกำเนิดรังสีอยู่ในแนวเดียวกับนิวตรอนคอลลิเมเตอร์ การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยใช้เทคนิคพรี-เอกซ์โพเชอร์ที่ความดำ 0.8 จะช่วยลดระยะเวลาในการถ่ายภาพลง 1/3 ถึง 2/3 ของเวลาเดิม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย