

การทดลองเรื่อง

การถ่ายภาพด้วยรังสีนิวตรอน โดยวิธี Direct Method

จัดทำโดย

นางสาวชนิต พรนำพา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์(กำแพงแสน)

นางสาวกุลวดี ห่อทรัพย์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

นางสาวโสภาวดี บริบูรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการถ่ายภาพด้วยรังสีนิวตรอน โดยวิธี Direct Method
2. เพื่อเปรียบเทียบเวลาในการถ่ายภาพ
3. เพื่อศึกษาโครงสร้างภายในของวัตถุตัวอย่าง

ทฤษฎี

การถ่ายภาพด้วยรังสีนิวตรอนจำเป็นต้องใช้เครื่องกำเนิดรังสีนิวตรอนที่มีความเข้มสูง เช่น เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย โดยใช้ท่อบังคับรังสีนิวตรอนออกจากแกนของเครื่องปฏิกรณ์ ปรมาณูวิจัยไปยังชิ้นงานที่ต้องการถ่ายภาพ

การถ่ายภาพด้วยนิวตรอนเป็นการส่งลำรังสีนิวตรอน(Thermal neutron)ผ่านวัตถุที่ต้องการตรวจสอบการดูดกลืนและการกระเจิงของนิวตรอน เนื่องจากวัตถุที่ตรวจสอบมีผลทำให้นิวตรอน มีความเข้มลดลงตามขนาดและชนิดของวัสดุภายในตัวอย่าง ในการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนมีความจำเป็นต้องใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอน (Neutron convertor screen) เนื่องจากฟิล์มบันทึกภาพไม่ไวต่อนิวตรอน โดยฉากเปลี่ยนนิวตรอนจะทำหน้าที่ดูดกลืนนิวตรอนแล้วปลดปล่อยรังสีลงบนแผ่นฟิล์ม ซึ่ง Convertor Screen ที่ใช้จะเป็นแผ่น Gadolinium ในการถ่ายภาพด้วยรังสีนิวตรอนนั้น จะต้องวาง Convertor Screen ไว้หลังฟิล์ม เนื่องจากรังสีนิวตรอนไม่ทำปฏิกิริยากับฟิล์ม ทำให้นิวตรอน กระทบผ่านฟิล์มมีความเข้มสูง เมื่อกระทบกับแผ่น Gadolinium ที่มีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีนิวตรอนสูง จะได้รับรังสีอิเล็กตรอนที่มีความเข้มสูงเช่นเดียวกัน แต่ถ้าหากเรานำแผ่น Convertor Screen วางไว้หน้าฟิล์ม Gadolinium จะดูดกลืนรังสีนิวตรอน ส่งผลให้รังสีอิเล็กตรอนที่ออกจาก Convertor Screen มีความเข้มต่ำ ทำให้ประสิทธิภาพของภาพลดลง

ความเข้มของภาพถ่ายด้วยรังสีนิวตรอนขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีนิวตรอน ระยะเวลาในการถ่ายภาพ และความหนาของวัตถุตัวอย่าง ซึ่งเป็นไปตามสมการ

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

โดยที่

I = ความเข้มของรังสีนิวตรอนหลังผ่านวัตถุตัวอย่าง

I_0 = ความเข้มของรังสีนิวตรอนก่อนผ่านวัตถุตัวอย่าง

μ = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสี

x = ความหนาของวัตถุตัวอย่าง

อุปกรณ์การทดลอง

1. ฟิล์ม Kodak MX125
2. วัตถุตัวอย่าง (Hard disk, Disk drive, ใบไม้)
3. Converter Screen (Gadolinium)
4. Cassette
5. เครื่องกำเนิดรังสีนิวตรอน
6. Aluminium Foil

วิธีการทดลอง

1. เตรียมฟิล์ม โดยตัดฟิล์มให้มีขนาดพอเหมาะกับ Cassette
2. นำฟิล์มที่ได้และ Converter Screen นำไปวางใน Cassette โดยวาง Converter Screen บนฟิล์ม
3. ติดวัตถุตัวอย่างบน Cassette ด้วย Aluminium Foil และนำไปวางบนแท่นเพื่อทำการฉายรังสีนิวตรอน
4. ทำการฉายรังสี Hard disk, Disk drive และ ใบไม้ เป็นเวลา 5 ,4 และ 3 นาที ตามลำดับ
5. นำฟิล์มที่ได้ไปล้างตามขั้นตอนต่อไป

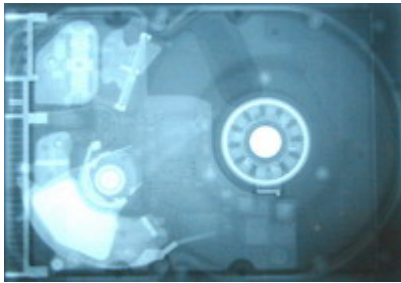
ขั้นตอนในการล้าง Film มีดังนี้

- Developing เป็นกระบวนการ reduce เงินโบรไมด์ที่ถูกรังสี ให้เป็นโลหะเงินซึ่งมีสีดำ โดยใช้สารละลายที่ปั่นต่าง ใช้เวลา 5 นาที
- Stop Bath เป็นกระบวนการทำให้สารละลาย Developer ที่ตกค้างอยู่ให้เป็นกลางโดยใช้สารละลายที่มีสภาพเป็นกรด น้ำ Stop Bath เป็นส่วนผสมระหว่าง acetic acid กับน้ำ หรือถ้าจำเป็น ใช้น้ำธรรมดาให้ไหลผ่าน film ก็ได้ ใช้เวลา 3 นาที

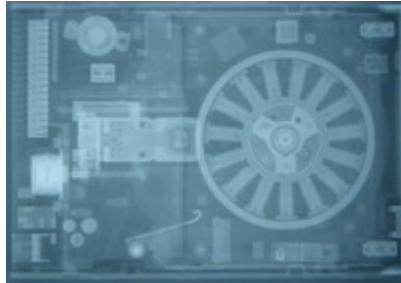
- Fixing เป็นกระบวนการชะล้างฟลักเงินโบรไมด์ที่ไม่ได้ถูกรังสีออกจาก film โดยใช้สารละลายเคมีที่เป็นกรดนอกจากนี้ น้ำยา Fixer ยังช่วยทำให้เงาติดใน film อยู่ตัว (harden) และช่วยทำให้สารละลาย Developer ที่ตกค้างอยู่มีสภาพเป็นกลาง ใช้เวลา 5 นาที
- Washing เป็นการล้างเอาสารละลายที่ตกค้างอยู่ออกด้วยน้ำ ใช้เวลา 3 นาที
- Drying เป็นการผึ่ง film ให้แห้งในอากาศ หรือให้อากาศอุ่นที่ปราศจากฝุ่นเป่า film ซึ่งตามปกติทำเป็นตู้อบ film มีพัดลมดูดอากาศและที่กรองอากาศ

6. นำฟิล์มที่ได้มาเปรียบเทียบความเข้มของภาพกับเวลาที่ใช้ในการฉายรังสี

ผลการทดลอง



รูปที่ 1 แสดงภาพถ่ายของ Hard disk ซึ่งใช้เวลาในการถ่าย 5 นาที



รูปที่ 2 แสดงภาพถ่ายของ Disk drive ซึ่งใช้เวลาในการถ่าย 4 นาที



รูปที่ 3 แสดงภาพถ่ายของ ใบบน ซึ่งใช้เวลาในการถ่าย 3 นาที

สรุปผลการทดลอง

1. การถ่ายภาพโดย Direct method เป็นวิธีการถ่ายภาพโดยไม่ทำลายวัตถุ สามารถทำได้โดยให้รังสีนิวตรอนผ่านวัตถุตัวอย่างโดยตรง แล้วใช้ convertor screen เป็นตัวเปลี่ยนรังสีนิวตรอนให้กลายเป็นรังสีอิเล็กตรอนเพื่อให้รังสีอิเล็กตรอนไปทำปฏิกิริยากับ film เพราะรังสีนิวตรอนไม่สามารถทำปฏิกิริยากับ film ได้โดยตรง
2. จากการทดลองจะพบว่าจากภาพที่ถ่ายด้วยเวลา 3 และ 5 นาทีจะมีความคมชัดน้อยกว่าภาพที่ถ่ายด้วยเวลา 4 นาที
3. ภาพที่ถ่ายด้วยเวลา 3 นาที ภาพที่ได้จะจางกว่าถ่ายด้วยเวลา 4 นาที ส่วนภาพที่ถ่ายด้วยเวลา 5 นาที ภาพที่ได้จะเข้มกว่าถ่ายด้วยเวลา 4 นาที
4. จากการถ่ายภาพด้วยรังสีนิวตรอนจะสามารถเห็นโครงสร้างภายในของวัตถุตัวอย่างได้
5. ระยะเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพ, ความหนาของวัตถุตัวอย่างและค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืน มีผลต่อความชัดเจนของภาพ

6. วัสดุแต่ละชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีนิวตรอนต่างกัน ทำให้ภาพที่ได้ความมืดความสว่างแตกต่างกันไปตามค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนของธาตุนั้นๆ โดยที่ พื้นที่ที่มีความสว่างแสดงว่า วัสดุดูดกลืนรังสีนิวตรอนได้ดี ส่วนพื้นที่ที่มีความมืดแสดงว่า ธาตุนั้นดูดกลืนรังสีนิวตรอนได้ไม่ดี

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองจะพบว่าจากภาพที่ถ่ายด้วยเวลา 3 และ 5 นาทีจะมีความคมชัดน้อยกว่าภาพที่ถ่ายด้วยเวลา 4 นาที เนื่องจากว่าการใช้ฟิล์มมีข้อจำกัดต่อความไวของรังสี ถ้าได้รับปริมาณรังสีที่ต่ำกว่าช่วง dynamic range จะเรียกว่า Under Exposure ทำให้ภาพที่ได้จะมีลักษณะจาง ไม่คมชัด และถ้าได้รับปริมาณรังสีที่สูงกว่าช่วง dynamic range จะเรียกว่า Over Exposure ทำให้ภาพที่ได้มีลักษณะทึบ ไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดได้ชัดเจน ภาพที่ได้ความมืดความสว่างแตกต่างกันเนื่องจาก วัสดุแต่ละชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีนิวตรอนต่างกัน โดยที่ วัสดุที่สามารถดูดกลืนรังสีนิวตรอนได้ดี (ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนสูง) พื้นที่นั้นจะสว่าง ส่วนธาตุที่ดูดกลืนรังสีนิวตรอนได้ไม่ดี (สัมประสิทธิ์การดูดกลืนต่ำ) พื้นที่นั้นจะมืด ในการทดลองเราต้องใช้ convertor screen เนื่องจาก film ไม่ดูดกลืนรังสีนิวตรอน แต่จะดูดกลืนรังสีอิเล็กตรอน convertor screen จึงเป็นตัวช่วยเปลี่ยนรังสีนิวตรอนเป็นรังสีอิเล็กตรอน