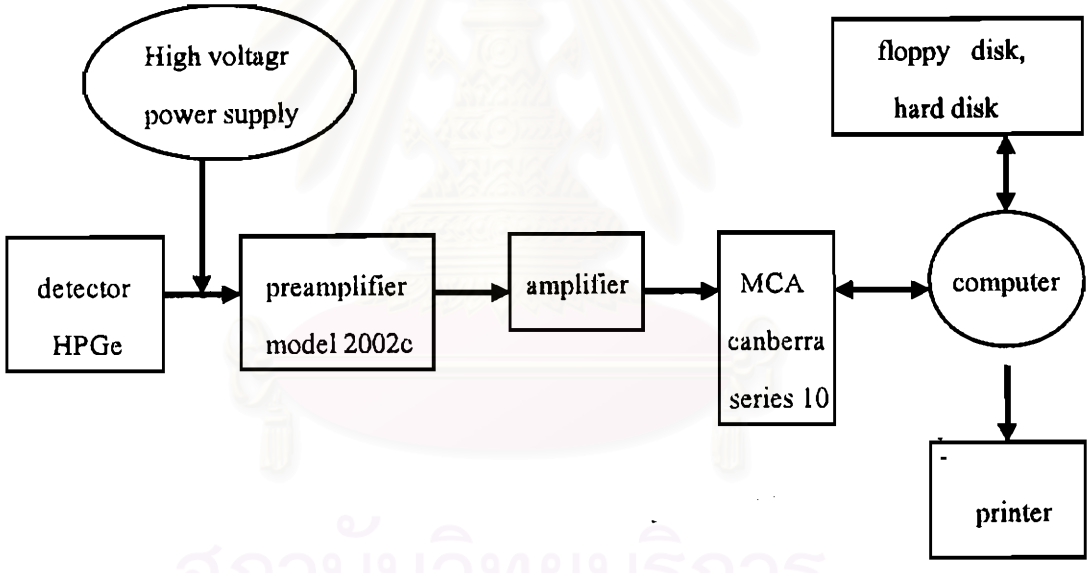
บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยมีดังต่อไปนี้

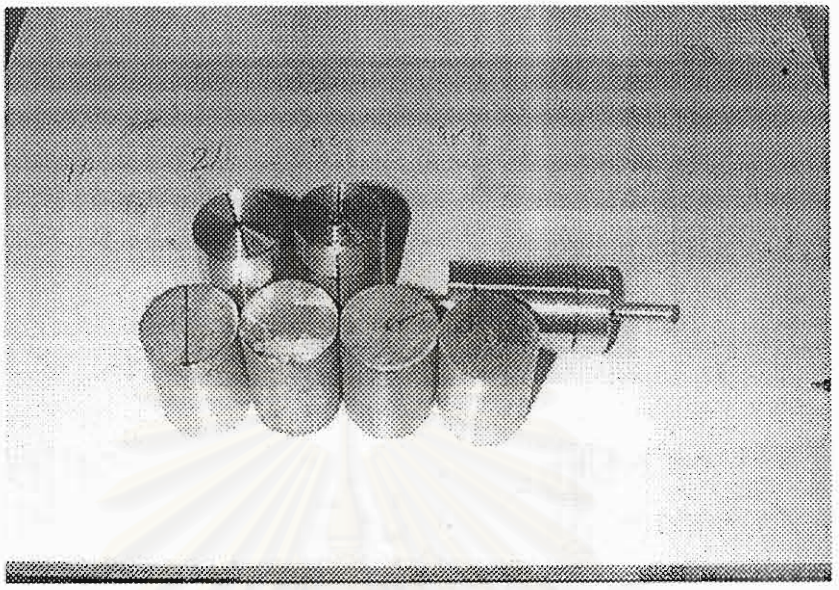
1. ต้นกำเนิดรังสีแกมมา Cs-137 ความแรงรังสี 5.5 มิลลิคูรี
2. ชิ้นงานอะลูมิเนียมตันทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.0 เซนติเมตร ยาว 9.0 เซนติเมตร
3. หัววัดรังสี semiconductor ชนิด HPGe (High Purity Germanium) model GC 3021 แบบ Closed-end coaxial ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative efficiency) 20 % ที่พลังงานรังสีแกมมา 1330 keV
4. แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง (High Voltage Power Supply)
5. Preamplifier model 2002C
6. เครื่องวิเคราะห์แบบหลายช่องพลังงาน (MCA) CANBERRA SERIES 10 PLUS
7. ไมโครคอมพิวเตอร์
8. ตะกั่วกำบังรังสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

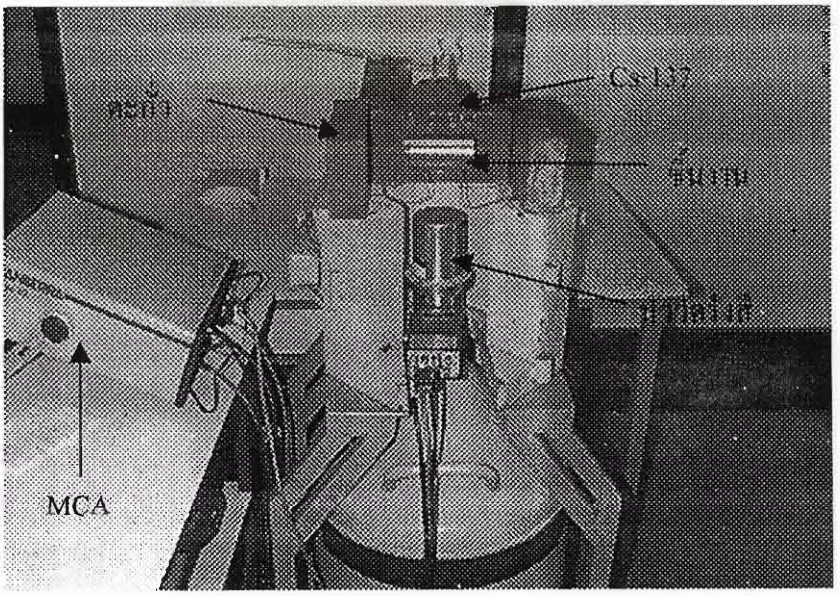


รูปที่ 3.1 แผนภาพการจัดอุปกรณ์และระบบวัดรังสีแกมมา

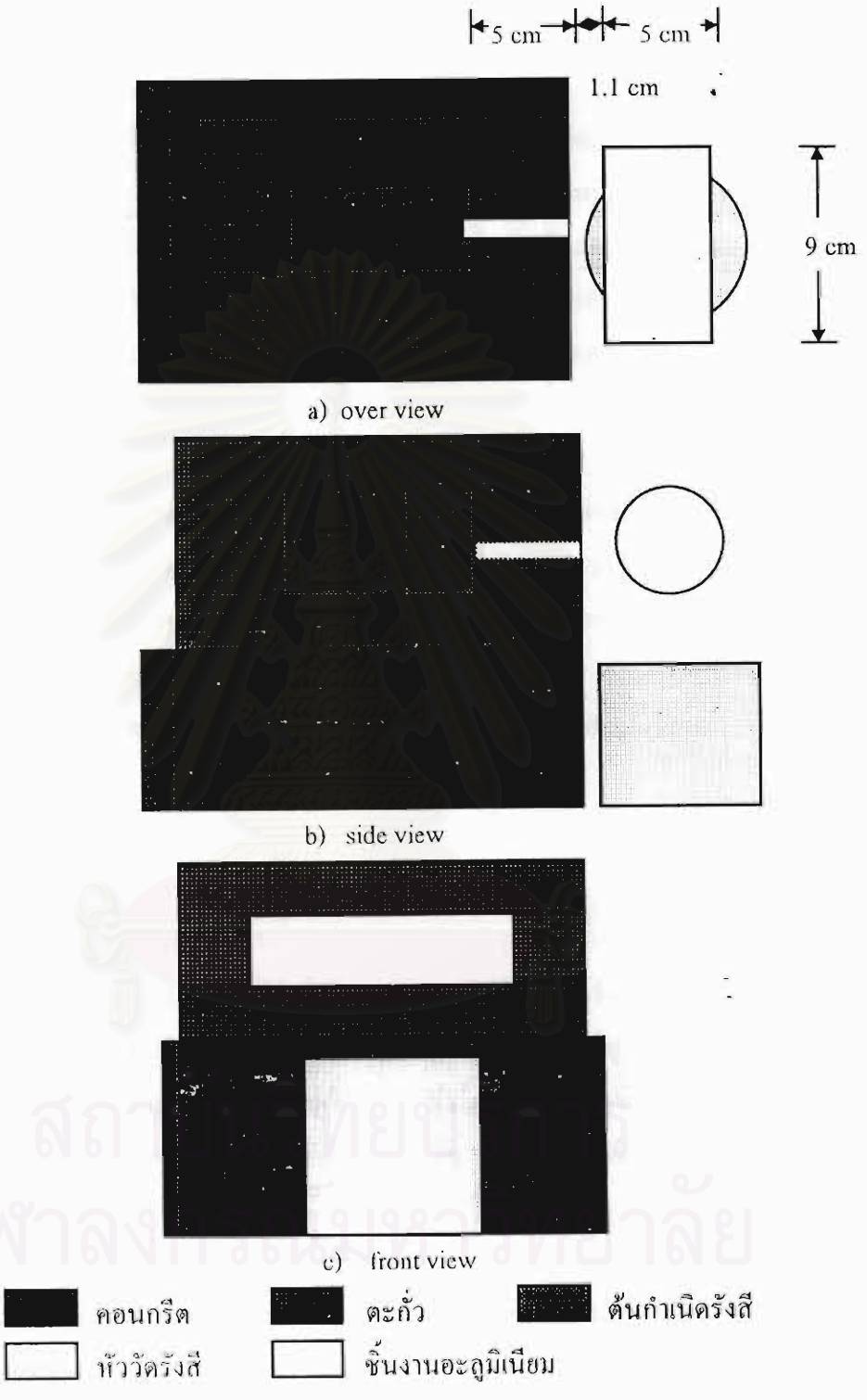
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะชิ้นงานอะลูมิเนียม



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของระบบวัดรังสี



รูปที่ 3.4 แสดงการจัดระบบวัดรังสี

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการหารอยบกพร่องภายในชิ้นงานอะลูมิเนียมตันทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.0 เซนติเมตร ยาว 9.0 เซนติเมตร ด้วยเทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลแกมมาเรย์สแกตเตอริงสเปกโทรสโคปี โดยศึกษาลักษณะของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมซึ่งหาได้จากการนำสเปกตรัมของการกระเจิงคอมพ์ตันที่กระเจิงจากชิ้นงานที่มีรอยบกพร่องภายในลบออกจากสเปกตรัมที่กระเจิงจากชิ้นงานที่ไม่มีรอยบกพร่อง จะได้ดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมที่เปรียบเสมือนเป็นสเปกตรัมที่กระเจิงจากรอยบกพร่องภายในชิ้นงาน ในการวิจัยนี้ได้มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้ คือ

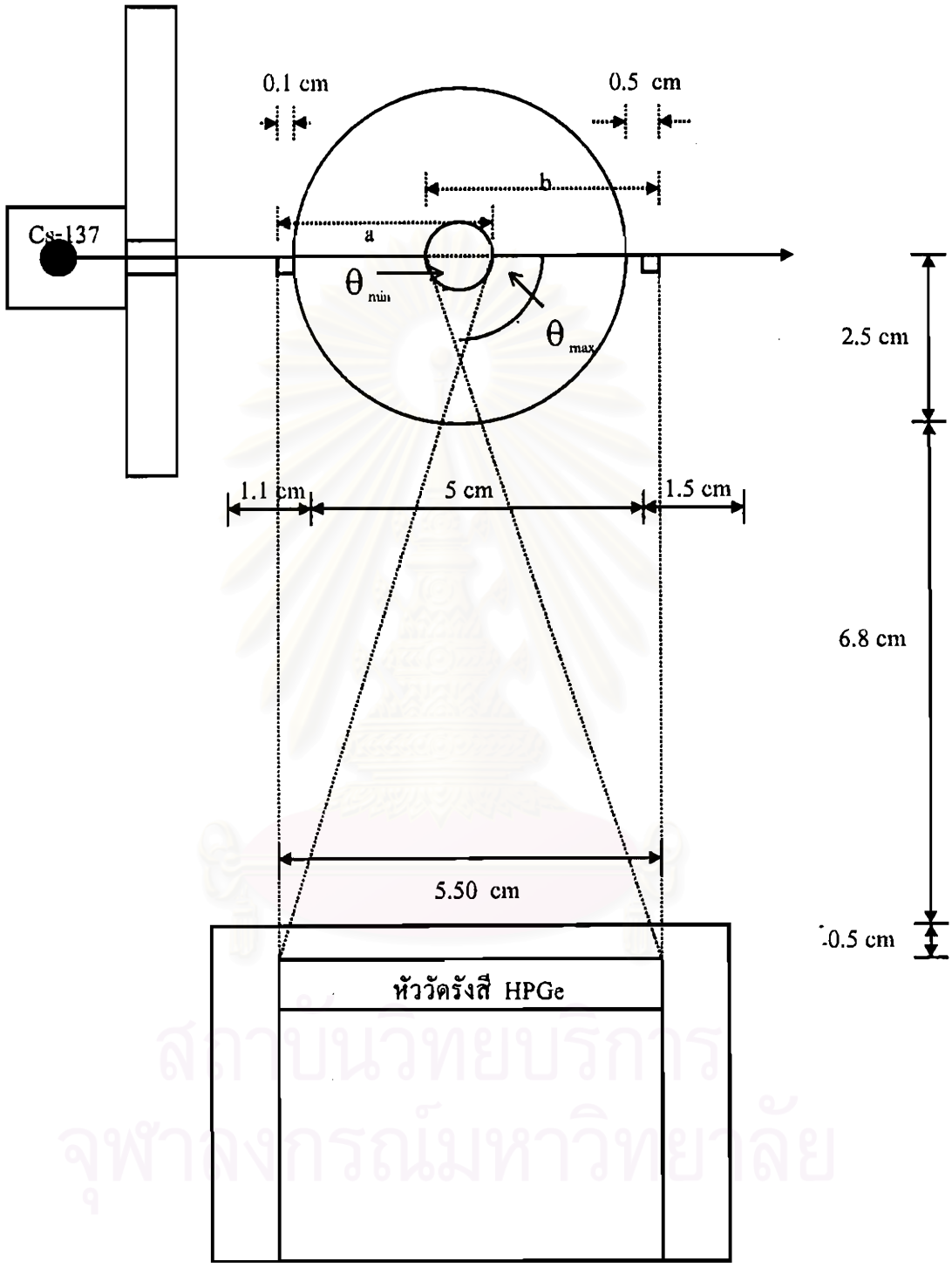
- ศึกษาผลของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเมื่อรอยบกพร่องอยู่ในตำแหน่งต่างกัน
- ศึกษาผลของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเมื่อใช้เวลาในการวัดรังสีต่างกัน
- ศึกษาผลของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเมื่อขนาดของรอยบกพร่องภายในชิ้นงานต่างกัน
- ศึกษาผลของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเมื่อชิ้นงานอะลูมิเนียมต่างชนิดกัน

3.2.1 การศึกษาผลของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเมื่อรอยบกพร่องภายในชิ้นงานอะลูมิเนียมอยู่ในตำแหน่งต่างกัน

รอยบกพร่องภายในชิ้นงานทำได้โดยเจาะรูตลอดแนวแกนทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตร ในการวิจัยได้จัดระบบวัดรังสีให้หัววัดรังสีทำมุม 90° กับแนวลำรังสีพลังงาน 662 keV จากต้นกำเนิดรังสี Cs-137 ความแรงรังสี 5.5 มิลลิคูรี และใช้ตะกั่วบังคับลำรังสีให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตร หัววัดรังสีห่างจากชิ้นงานอะลูมิเนียม 6.8 เซนติเมตร ซึ่งตำแหน่งของรอยบกพร่องจะมี 2 ลักษณะคือ รอยบกพร่องที่อยู่ในแนวที่ลำรังสีผ่านและรอยบกพร่องที่ไม่อยู่ในแนวที่ลำรังสีผ่าน

3.2.1.1 รอยบกพร่องที่อยู่ในแนวที่ลำรังสีผ่าน

ตำแหน่งของรอยบกพร่องภายในชิ้นงานที่อยู่ในแนวลำรังสี ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตร มี 3 ตำแหน่งคือ ตำแหน่งที่ห่างจากขอบชิ้นงานทางด้านใกล้แหล่งกำเนิดรังสีเป็นระยะ 0.70 , 1.95 และ 3.20 เซนติเมตร ตามลำดับ ใช้เวลาในการวัดรังสี 10,000 วินาที ซึ่งการจัดระบบวัดรังสีแสดงได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงการจัดระบบวัดรังสีเมื่อรอยบกพร่องอยู่ในแนวลำรังสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากระบบวัดรังสีในรูปที่ 3.5 เพื่อหาดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมของรอยบกพร่องที่อยู่ในแนวลำรังสี เราสามารถคำนวณหาช่วงพลังงานของรังสีแกมมาที่กระเจิงจากรอยบกพร่องภายในชิ้นงานอะลูมิเนียมเข้าสู่หัววัดรังสีที่มีขนาดความกว้างของหัววัดรังสี 5.5 เซนติเมตร และระยะจากแนวลำรังสีจนถึงหัววัดรังสีเท่ากับ 9.8 เซนติเมตร เมื่อเราหามุมต่ำสุด(θ_{min}) และมุมสูงสุด(θ_{max}) ที่กระเจิงจากรอยบกพร่องจากสมการ

$$\theta_{min} = \tan^{-1}(9.8/b) \qquad \text{----- (3.1)}$$

$$\theta_{max} = 180^{\circ} - \tan^{-1}(9.8/a) \qquad \text{----- (3.2)}$$

เมื่อ

a = ระยะจากขอบชิ้นงานด้านแหล่งกำเนิดรังสีถึงตำแหน่งปลายสุดของรอยบกพร่อง + 0.1 เซนติเมตร

b = ระยะจากขอบชิ้นงานด้านตรงข้ามแหล่งกำเนิดรังสีถึงตำแหน่งแรกสุดของรอยบกพร่อง + 0.5 เซนติเมตร

จากความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับมุมกระเจิงดังสมการ (2.33) ก็สามารถหาช่วงพลังงาน (E_{min} - E_{max}) ที่กระเจิงจากรอยบกพร่องภายในชิ้นงานได้ ในการวิจัยนี้เราหาดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมจากตำแหน่งดังต่อไปนี้

- ตำแหน่งห่างจากขอบชิ้นงานด้านแหล่งกำเนิดรังสี 0.70เซนติเมตร

$$\theta_{min} = \tan^{-1}(9.8/4.7)$$
$$= 64.4^{\circ}$$
$$\theta_{max} = 180^{\circ} - \tan^{-1}(9.8/1.8)$$
$$= 180^{\circ} - 79.6^{\circ}$$
$$= 100.4^{\circ}$$

จากสมการ(2-33) ได้ $E_{min} = 261.7$ keV

$E_{max} = 381.4$ keV

- ตำแหน่งห่างจากขอบชิ้นงานด้านแหล่งกำเนิดรังสี 1.95 เซนติเมตร

$$\theta_{min} = \tan^{-1}(9.8/3.5)$$
$$= 70.3^{\circ}$$
$$\theta_{max} = 180^{\circ} - \tan^{-1}(9.8/3.1)$$
$$= 180^{\circ} - 72.4^{\circ}$$
$$= 107.6^{\circ}$$

ได้ช่วงพลังงาน $E_{min} = 246.4$ keV

$E_{max} = 356.1$ keV

- ตำแหน่งห่างจากขอบชิ้นงานด้านแหล่งกำเนิดรังสี 3.20 เซนติเมตร

$$\theta_{min} = \tan^{-1}(9.8/2.2)$$
$$= 77.3^{\circ}$$
$$\theta_{max} = 180^{\circ} - \tan^{-1}(9.8/4.4)$$
$$= 180^{\circ} - 65.8^{\circ}$$
$$= 114.2^{\circ}$$

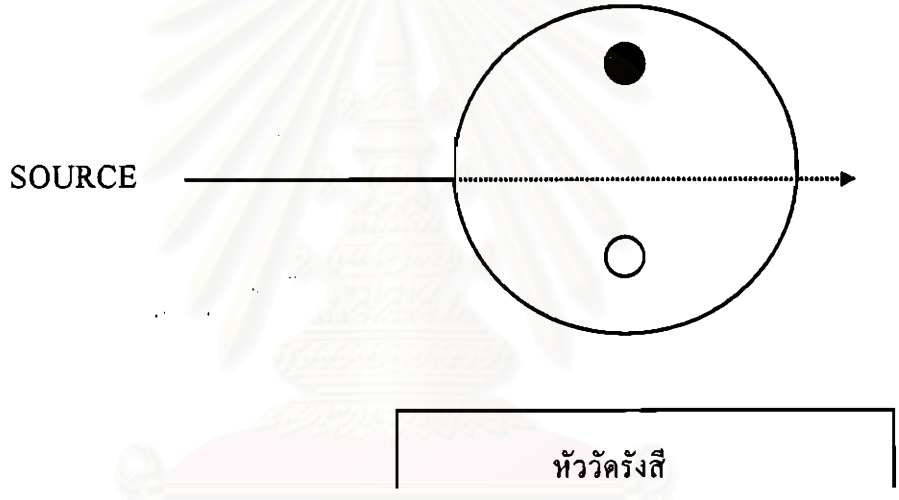
ได้ช่วงพลังงาน $E_{min} = 234.2$ keV

$E_{max} = 329.2$ keV

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.1.2 รอยบกพร่องไม่อยู่ในแนวที่ลำรังสีผ่าน

ในการวิจัยนี้ได้ทดลองใช้รอยบกพร่อง 2 ตำแหน่ง คือรอยบกพร่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตร ในตำแหน่งระหว่างแนวลำรังสีกับหัววัดรังสีห่างจากขอบชิ้นงานด้านใกล้หัววัดรังสีเป็นระยะ 0.70 เซนติเมตรและตำแหน่งในด้านตรงข้ามหัววัดรังสีห่างจากขอบชิ้นงานด้านใกล้หัววัดรังสีเป็นระยะ 3.20 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.6



● รอยบกพร่องในด้านตรงข้ามหัววัดรังสี

○ รอยบกพร่องด้านใกล้หัววัดรังสี

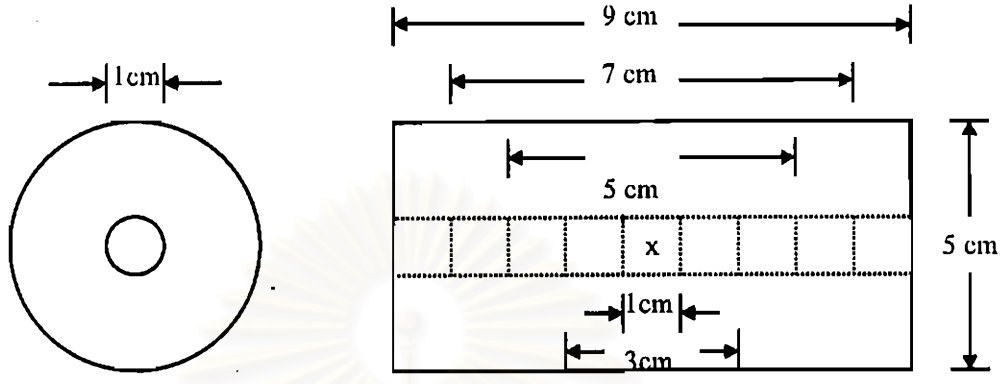
รูปที่ 3.6 แสดงตำแหน่งรอยบกพร่องที่ไม่อยู่ในแนวลำรังสี

3.2.2 การศึกษาผลของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเมื่อใช้เวลาในการวัดต่างกัน

ในการวัดรังสีเพื่อหาสเปกตรัมของการกระเจิงคอมพ์ตันจากชิ้นงานอะลูมิเนียม โดยจัดระบบวัดรังสีดังรูปที่ 3.5 เพื่อหาดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัม เมื่อใช้เวลาในการวัดรังสีเพิ่มขึ้น ความเข้มรังสีของสเปกตรัมของการกระเจิงคอมพ์ตันจะเพิ่มมากขึ้นตามเวลาที่ใช้ แต่บริเวณที่เป็นรอยบกพร่องภายในชิ้นงานจะไม่เกิดการกระเจิง ทำให้ความเข้มรังสีของสเปกตรัมที่กระเจิงจากชิ้นงานที่มีรอยบกพร่องภายในเพิ่มขึ้นน้อยกว่าสเปกตรัมที่กระเจิงจากชิ้นงานที่ไม่มีรอยบกพร่อง ถ้าใช้เวลาในการวัดมากขึ้นความแตกต่างของความเข้มรังสีของสเปกตรัมในช่วงพลังงานที่เกิดจากการกระเจิงของรอยบกพร่องดังที่ได้คำนวณในหัวข้อ 3.2.1.1 ก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมที่ได้ก็จะมีความเข้มสูงขึ้นในช่วงพลังงานดังกล่าว เมื่อใช้เวลาในการวัดรังสีมากขึ้น ในการวิจัยนี้ได้หาพื้นที่ใต้พีคในช่วงพลังงานที่กระเจิงจากรอยบกพร่องภายในชิ้นงาน โดยใช้เวลาในการวัดรังสีเป็นเวลา 4000 , 8000 , 12000 , 16000 และ 20000 วินาที ตามลำดับ

3.2.3 การศึกษาผลของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเมื่อขนาดของรอยบกพร่องภายในชิ้นงานมีขนาดต่างกัน

เมื่อขนาดของรอยบกพร่องมีขนาดเล็กลง โอกาสของการเกิดการกระเจิงคอมพ์ตันจะยิ่งมากขึ้น เนื่องจากความหนาแน่นภายในชิ้นงานเพิ่มสูงขึ้น ความเข้มรังสีของสเปกตรัมที่กระเจิงจากรอยบกพร่องภายในชิ้นงานที่มีขนาดเล็กจะสูงขึ้น ดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมที่ได้ก็จะมีความเข้มรังสีลดลงเมื่อขนาดของรอยบกพร่องมีขนาดเล็กลง ดังนั้นเพื่อต้องการศึกษาผลของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเมื่อขนาดของรอยบกพร่องมีขนาดต่างกัน ได้จัดระบบวัดรังสีดังรูปที่ 3.5 โดยใช้ชิ้นงานอะลูมิเนียมตันทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.0 เซนติเมตร ยาว 9.0 เซนติเมตร รอยบกพร่องภายในชิ้นงานเจาะยาวตลอดแนวแกนทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตร และให้ความยาวของรอยบกพร่องลดลงครั้งละ 2 เซนติเมตร คือ 9 , 7 , 5 , 3 , 1 และ 0 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.7



ด้านหน้า ด้านข้าง

ลำรังสีตกกระทบชิ้นงานที่ตำแหน่ง X

รูปที่ 3.7 ภาพลักษณะชิ้นงานอะลูมิเนียมเมื่อความยาวของรอยบกพร่องมีขนาดต่างกัน

3.2.4 การศึกษาผลของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเมื่อชิ้นงานอะลูมิเนียมต่างชนิดกัน

ในการทดลองได้ใช้ชิ้นงานอะลูมิเนียมตันทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.0 เซนติเมตร ยาว 6.5 เซนติเมตร โดยใช้ชนิดที่มีคุณภาพต่ำกว่าเดิมคือเป็นชนิดที่มีรูพรุนภายในชิ้นงานมากกว่า เนื้อชิ้นงานหยาบกว่า และความเป็นมันวาวน้อยกว่า โดยจัดระบบวัดรังสีเช่นเดิมคือ วัดมุมการกระเจิงคอมพ์ตันที่ 90° ชิ้นงานอยู่ห่างจากหัววัดรังสี 6.8 เซนติเมตร และห่างจากต้นกำเนิดรังสี 6.5 เซนติเมตร สำหรับการทดลองนี้ได้ศึกษาดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมของรอยบกพร่องภายในชิ้นงานที่มีลักษณะต่างกันดังนี้คือ

3.2.4.1 เมื่อตำแหน่งของรอยบกพร่องต่างกัน

จัดระบบวัดรังสีดังที่ได้กล่าวมาแล้วตำแหน่งของรอยบกพร่องภายในชิ้นงาน โดยศึกษาดิฟเฟอเรนเชียลของรอยบกพร่องที่เจาะยาวตลอดแนวแกนทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.96 เซนติเมตร ในตำแหน่งที่อยู่ในแนวที่ลำรังสีผ่าน 3 ตำแหน่งคือ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากขอบชิ้นงานด้านใกล้ต้นกำเนิดรังสี เป็นระยะ 0.72 , 1.90 และ 3.32 ตามลำดับ และรอยบกพร่องที่อยู่ในตำแหน่งใกล้หัววัดรังสี

3.2.4.2 เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบกพร่องต่างกัน

จัดระบบการวัดรังสีเช่นเดิม โดยศึกษาดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบกพร่องมีขนาดต่างกันคือ 0.96 , 0.63 และ 0.45 เซนติเมตร ตามลำดับ และเปรียบเทียบกับตำแหน่งของรอยบกพร่องในแนวลำรังสีแต่ละตำแหน่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย