บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการวิจัยการวัดความหนาด้วยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์

อุปกรณ์การทดลอง

ก. หัววัดรังสีแบบพรอพพอร์ชั่นแนล LND 422B

ข. Preamplifier Canberra 2006E

ค. High voltage Ortec 556

ง. เครื่องวิเคราะห์พลังงานหลายช่อง Canberra 35 plus

จ. ต้นกำเนิดรังสี Cd-109 , Fe-55 , Pu-238 ความแรง 20 , 20 , 30 mCi ตามลำดับ

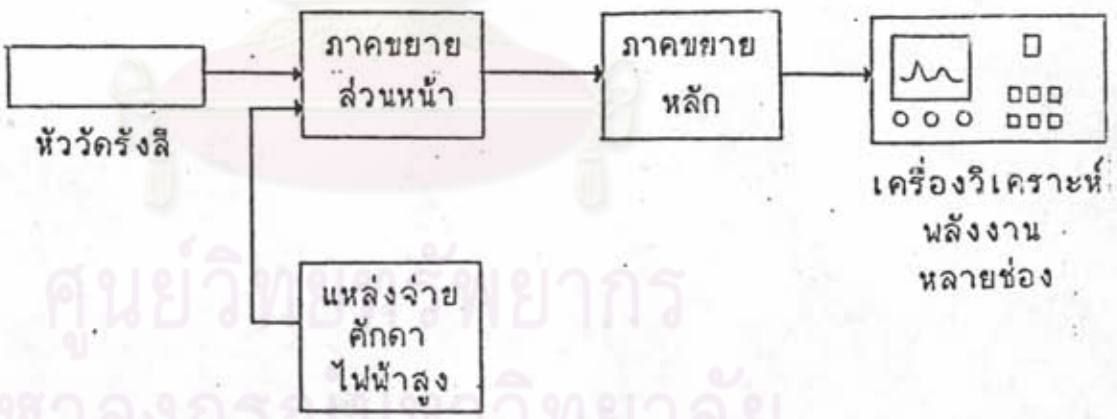
ฉ. แผ่นตัวอย่างโลหะเคลือบ ทองแดงชุบทอง และแผ่นเหล็กวิลาศ ลักษณะของโลหะเคลือบทองแดงชุบทอง คือ เป็นทองแดงขนาด 3 x 3 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ชุบทองโดยวิธี electrolysis ลักษณะของโลหะเคลือบแผ่นเหล็กวิลาศ เป็นแผ่นเหล็กหนา 0.2 มิลลิเมตรชุบดีบุกที่ใช้ในการทำกระป๋องทั่วไป เช่น กระป๋องนม กระป๋องยาฆ่าแมลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

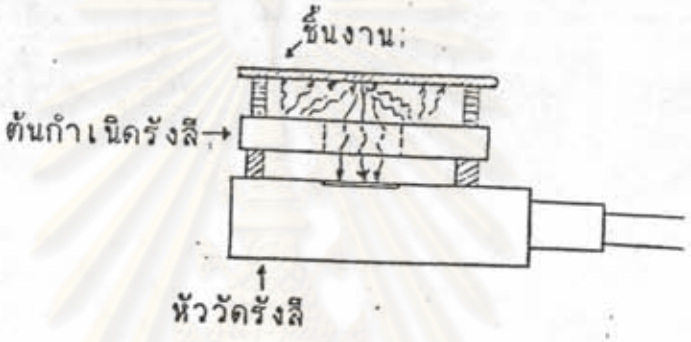
3.2 การทดลองการวัดความหนาของทองที่ชุบบนทองแดง

ในการวิเคราะห์ด้วยการเรืองรังสีเอกซ์ การจัดตำแหน่งของระบบวัดส่วนหน้าให้ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็น เพราะจะมีผลไปถึงประสิทธิภาพในการวัด ตำแหน่งและระยะต่างๆของหัววัดรังสี ต้นกำเนิดรังสี และตัวอย่างจะขึ้นกับลักษณะของต้นกำเนิดรังสี ขนาดหน้าต่างของหัววัดรังสี

3.2.1 การหาตำแหน่งและระยะที่เหมาะสม



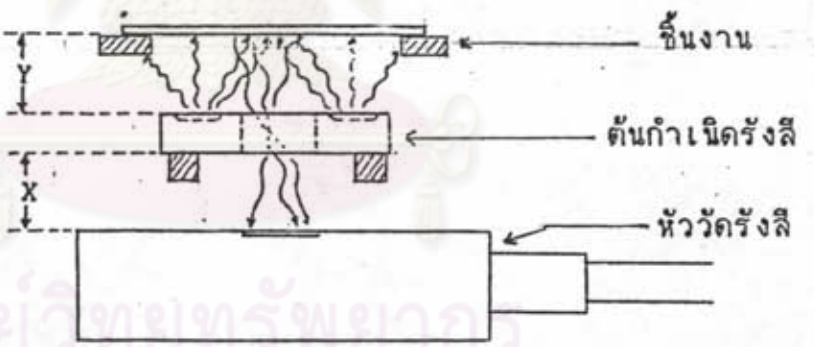
รูปที่ 3.1 แผนภูมิของระบบการวิเคราะห์โดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์



รูปที่ 3.2 แสดงการจัดระบบวัดส่วนหน้าของเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์

การจัดระบบวัดส่วนหน้าดังรูปที่ 3.2 เป็นการจัดแบบ coaxial เหตุที่จัดระบบแบบ coaxial เพราะต้นกำเนิดรังสีมีลักษณะเป็นวงแหวน x คือระยะห่างระหว่างหัววัดรังสีกับต้นกำเนิดรังสี y คือระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับตัวอย่าง(ดังแสดงในรูปที่ 3.3) ทำการทดลอง โดยเริ่มจากระยะ x = 0 มิลลิเมตร y = 0 มิลลิเมตรนับรังสีที่ peak ของทองในเวลา 60 วินาที บันทึกข้อมูล ทำการวัดซ้ำโดยเพิ่มระยะ y ครั้งละ 1 มิลลิเมตรจน y = 10 มิลลิเมตร เพิ่มระยะ x เป็น 1 มิลลิเมตร y = 0 มิลลิเมตร นับรังสีที่ peak ของทองใน

เวลา 60 วินาที บันทึกข้อมูล เพิ่มระยะ y อีก 1 มิลลิเมตร ทำการวัดซ้ำทำดังนี้จนระยะ x = 10 มิลลิเมตร ได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 4.1 จากตารางที่ 4.1 นำไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะและความเข้มได้ดังกราฟรูปที่4.1 ก,ข... ตามลำดับ ทำการเลือกระยะที่เหมาะสมโดยเลือกระยะที่ให้ค่าสัดส่วนระหว่างจำนวนนับกับbackgroundค่อนข้างคงที่ ซึ่งจะเห็นว่าที่ระยะ x เท่ากับ 0 มิลลิเมตร y เท่ากับ 6 มิลลิเมตร เป็นระยะที่เหมาะสมเพราะให้ค่าจำนวนนับสูงที่สุดและให้ค่าสัดส่วนระหว่างจำนวนนับกับbackgroundค่อนข้างคงที่



รูปที่ 3.3 ลักษณะการทดลองหาระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างหัววัดรังสีเอกซ์ ต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ และชิ้นงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2 การทดลองวัดความหนาโดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์

ขั้นตอนการทดลอง

ตัวอย่างทองแดงชุบทองได้มาจากบริษัทชุบเครื่องประดับแห่งหนึ่งซึ่งได้ทำการชุบทองโดยวิธีชุบด้วยไฟฟ้าให้ท่องมีความหนาต่างๆคือ 1 , 2 , 5 , 7 , 10 ,20 ไมครอน โดยใช้เวลาในการชุบเป็นตัวควบคุมให้ได้ความหนาตามต้องการ และได้ทำการชุบ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่หนึ่ง คือความหนา 1 , 2 , 5 , 10 ไมครอน

กลุ่มที่สอง คือความหนา 7 และ 20 ไมครอน

เนื่องจากตัวอย่างมีขนาดเล็กกว่าขนาดของต้นกำเนิดรังสี จึงจำเป็นต้องใช้หน้ากากอะลูมิเนียมเจาะรูเป็นวงกลมสำหรับจำกัดพื้นที่ผิวชิ้นงานวางบิดหน้าตัวอย่างไว้ เพื่อกันการรบกวนจากทองและทองแดงบริเวณด้านข้างของชิ้นงานซึ่งความหนาของหน้ากากอะลูมิเนียมคำนวนจาก

μ ของอลูมิเนียมที่พลังงานของทองเท่ากับ 560 cm^2/gm

จากสูตร $I = I_o e^{-\mu x}$

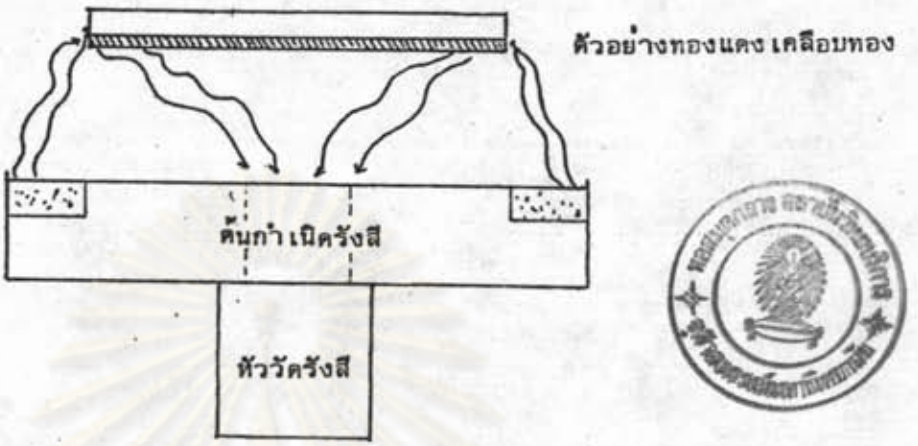
ให้ความเข้มลดลงไป 1000เท่าจะได้

$I/I_o = 1/1000$

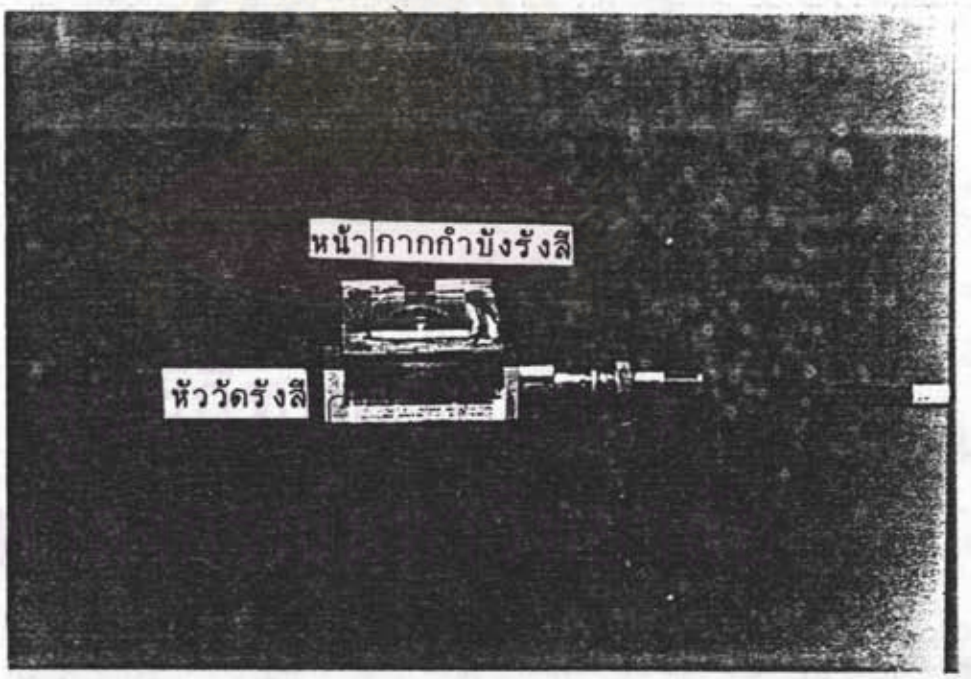
จะได้ความหนาของแผ่นอลูมิเนียมประมาณ 0.1 มิลลิเมตร

นำแผ่นอะลูมิเนียมที่มีความหนาอย่างน้อย 0.1 มิลลิเมตรมาเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 นิ้วแล้วนำมาทำเป็นหน้ากากกำบังรังสีเอกซ์เรืองของทองและทองแดงโดยวางแผ่นหน้ากากซ้อนใต้แผ่นตัวอย่างดังรูปที่ 3.5 เมื่อใช้หน้ากากกำบังรังสีระยะระหว่างหัววัดรังสีกับต้นกำเนิดรังสีจะเปลี่ยนไปแต่เมื่อพิจารณาจาก

กราฟรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าระยะห่างที่เพิ่มขึ้นไม่ทำให้ค่าจำนวนนับเปลี่ยนไปนักจึง สามารถใช้หน้ากากกำบังรังสีได้ทันทีโดยไม่ต้องจัดตำแหน่งระบบวัดส่วนหน้าใหม่



รูปที่ 3.4 แสดงการกวนของทองและทองแดงจากขอบตัวอย่าง



รูปที่ 3.5 แสดงการวางตำแหน่งของหน้ากากกำบังรังสีในการวัดรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของทองและทองแดง

ทำการวัด สเปคตรัม ของตัวอย่างโดยวัดตัวอย่างละ 3 ครั้งๆละ 100 วินาทีแต่ละครั้งจะวางตัวอย่างใหม่ได้ สเปคตรัม ดังแสดงในรูปที่ 4.2 จากรูป สเปคตรัม จะเห็นได้ว่าที่ตำแหน่งพลังงานของทองแดงจำนวนนับของพีคทองแดงจะลดลงเมื่อความหนาของทองเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันเมื่อความหนาของทองเพิ่มขึ้นพีคของทองจะเพิ่มมากขึ้นบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของทองจากการวัดความหนาโดยกล้องจุลทรรศน์และจำนวนนับของพื้นที่ใต้พีคที่พลังงานของทองแดงในตาราง ที่ 4.2 และ 4.3

3.3 <u>การวัดความหนาของดีบุกที่เคลือบบนแผ่นเหล็ก</u>

การจัดระบบวัดเช่นเดียวกับการวัดความหนาทองบนทองแดง ตัวอย่างมีลักษณะต่างกับแผ่นตัวอย่างทองแดงชุบทอง คือ แผ่นเหล็กวิลาศได้มีดีบุกชุบไว้ทั้งสองข้างและดีบุกแต่ละข้างหนาไม่เท่ากัน แต่ผลการวัดจะไม่มากวนกันเพราะความหนาของแผ่นเหล็กเกินความหนาวิกฤต ดังนั้นความเข้มของรังสีเอกซ์เรืองของเหล็กจะคงที่และความหนาขนาดนี้สามารถกำบังรังสีเอกซ์เรือง(L x-ray)ของดีบุกได้ การปรับเทียบความหนาเบื้องต้นได้ทำโดยใช้เครื่องวัดความหนาของโรงงานเหล็กวิลาศได้ความหนาต่างๆดังนี้

#25	ด้านหน้าหนา	3.9 gm/m^2	หรือ .534	ไมครอน
	ด้านหลังหนา	4.2 gm/m^2	หรือ .575	ไมครอน
#25/50	ด้านหน้าหนา	3.9 gm/m^2	หรือ .534	ไมครอน
	ด้านหลังหนา	5.2 gm/m^2	หรือ .712	ไมครอน
#50/100	ด้านหน้าหนา	5.6 gm/m^2	หรือ .767	ไมครอน
	ด้านหลังหนา	10.6 gm/m^2	หรือ 1.45	ไมครอน
#75/50	ด้านหน้าหนา	8.5 gm/m^2	หรือ 1.16	ไมครอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ด้านหลังหนา	5.1 gm/m²	หรือ .698	ไมครอน
#100	ด้านหน้าหนา	10.9 gm/m²	หรือ 1.49	ไมครอน
	ด้านหลังหนา	10.9 gm/m²	หรือ 1.49	ไมครอน

3.3.1 <u>การทดลองวัดความหนาดีบุกโดยวิธีการวัดความเข้มของดีบุก</u>

การทดลองหาระยะที่เหมาะสม

ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.3.1 แต่ใช้พื้นที่ใต้peakของดีบุก ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.4 และกราฟรูปที่ 4.6 ได้ระยะที่เหมาะสมคือระยะระหว่างหัววัดรังสีกับต้นกำเนิดรังสีเท่ากับ 0 มิลลิเมตร ระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเท่ากับ 7 มิลลิเมตร

จัดระบบวัดและระบบวัดส่วนหน้าดังรูปที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ แต่ที่การจัดระบบวัดส่วนหน้าจะแตกต่างกับการจัดระบบวัดส่วนหน้าของทองคือ ไม่ต้องมีหน้ากากอลูมิเนียมเพราะแผ่นตัวอย่างมีขนาดใหญ่

เนื่องจากแผ่นตัวอย่างมีขนาดใหญ่ดีบุกที่เคลือบผิวอาจจะมีความหนาไม่เท่ากัน จึงวัดดีบุกเหล็ก 3 บริเวณ บริเวณละ 3 ครั้งๆละ 100 วินาทีในแต่ละด้านของแผ่นตัวอย่างเพราะแผ่นตัวอย่างมีขนาดใหญ่การเคลือบผิวอาจไม่สม่ำเสมอจึงต้องทำการวัด 3 บริเวณ เพื่อจะได้ความหนาเฉลี่ยของแผ่นตัวอย่าง ได้สเปคตรัมดังรูปที่ 4.8 และข้อมูลดังตารางที่ 4.6

3.3.2 การทดลองวัดความหนาดีบุกโดยวิธีการวัดความเข้มของเหล็ก

การทดลองหาระยะที่เหมาะสม

ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ3.4.1 แต่ใช้พื้นที่ใต้peakของเหล็ก ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.7 และกราฟรูปที่ 4.7 ระยะเหมาะสมคือ หัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสีวางชิดกัน ระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเท่ากับ 6 มิลลิเมตร

จัดระบบวัดและระบบวัดส่วนหน้าเช่นเดียวกับการวัดความเข้มของดีบุก ทำการวัด 3 บริเวณบริเวณละ 3 ครั้งๆละ 100 วินาทีได้สเปคตรัมดังรูปที่ 4.9 และข้อมูลดังตารางที่ 4.8

3.4 การวัดความหนาของโลหะเคลือบผิวโดยวิธีการสะท้อนของรังสีเบตา

3.4.1 การหาPlatueของหัววัดรังสี

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ก. หัววัดรังสีแบบ GM

ข. Counter Ortec 875

ค. Timer Ortec 719

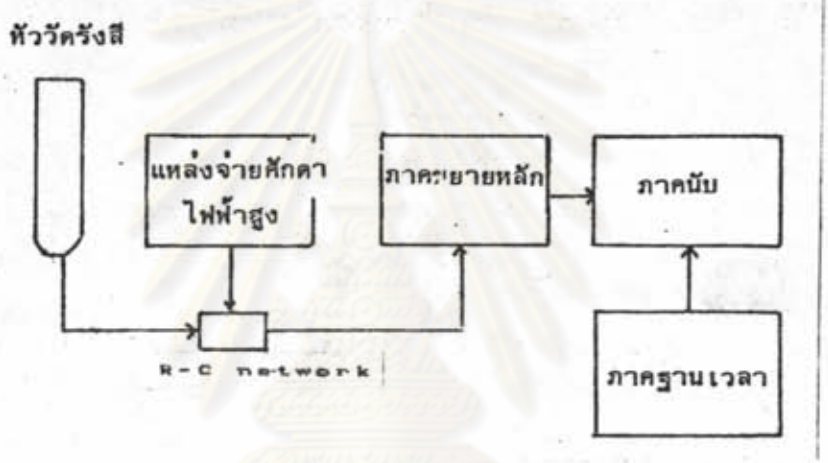
ง. Amplefier Ortec 575A

จ. High Voltage Ortec 556

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉ. ต้นกำเนิดรังสีเบตา Sr-90 แบบวงแหวน ความแรง 1 ไมโครคูรี

จัดอุปกรณ์วัดดังรูป



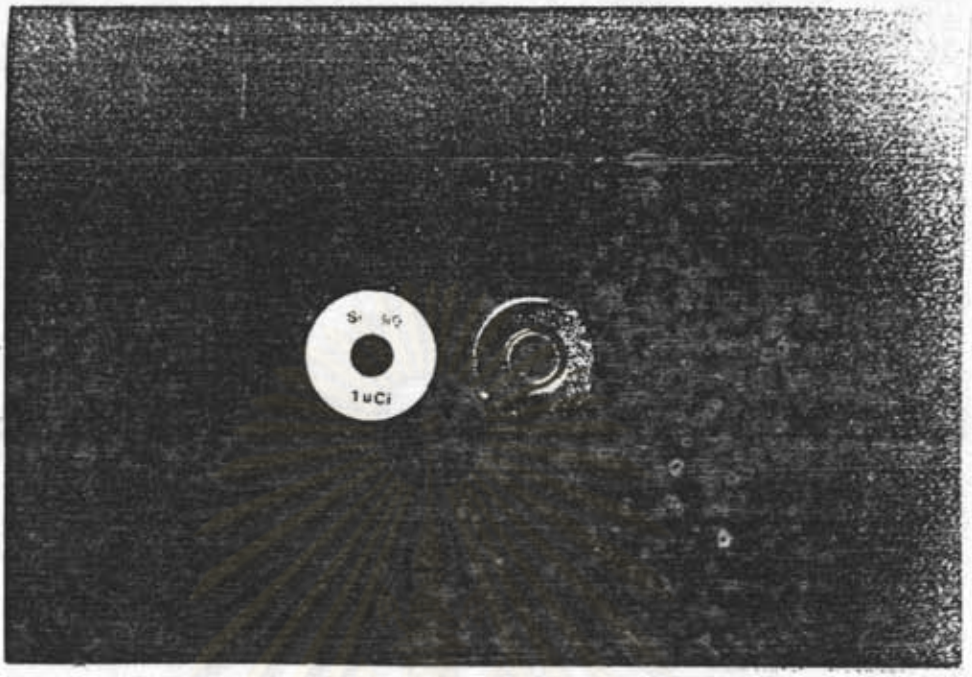
รูปที่ 3.10 แสดงการจัดระบบวัดเพื่อการหาPlatueของหัววัดรังสี

ที่ Amplefier ตั้งอัตราขยายที่ 16 เวลานับ 10 วินาที ตั้งHigh Voltage ที่ 700 volt ทำการนับรังสีเป็นเวลา 10 วินาที บันทึกข้อมูล เพิ่ม volt อีก 50 volt ทำการนับรังสีเป็นเวลา 10 วินาที บันทึกข้อมูล ทำดังนี้จนได้ค่าจำนวนนับที่สูงขึ้นมากซึ่งแสดงว่าที่ค่า volt นั้นเกินจุดทำงานของหัววัดแล้ว ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.10 นำข้อมูลไปเขียนกราฟได้กราฟรูปที่ 4.12 เลือก operating voltage = 900 Volts

3.4.2 การหาระยะที่เหมาะสมระหว่างต้นกำเนิดรังสีและแผ่นตัวอย่าง

ต้นกำเนิดรังสีมีลักษณะเป็นวงแหวนพลาสติก รังสีเบต้าปล่อยออกมาจากร่องวงกลมใกล้ขอบด้านใน มีรังสีเบตาออกมาทั้งด้านหน้าและด้านหลังของต้นกำเนิดรังสีจึงต้องทำกำบังรังสีด้านหลังเพื่อกั้นรังสีเบตาที่จะเข้าหัววัดโดยตรง การกำบังรังสีด้านหลังทำโดยใช้แผ่นตะกั่วกลมหนา 2 มิลลิเมตร เจาะรูกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรตรงกลางวางรองใต้ต้นกำเนิดรังสีดังรูปที่ 3.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะของต้นกำเนิดรังสี Sr-90

รูปที่ 3.12 แสดงการกำบังรังสีด้านหลังของต้นกำเนิดรังสี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการทดลอง

จัดระบบวัดดังหัวข้อที่ 3.4.1 จัดระบบวัดส่วนหน้าดังรูปที่ 3.9 ระยะจากหัววัดรังสีถึงต้นกำเนิดรังสีเท่ากับ 2 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับแผ่นตัวอย่าง 2 มิลลิเมตร ทำการวัดรังสีเบตาเป็นเวลา 1 นาที บันทึกข้อมูล เพิ่มระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับแผ่นตัวอย่างอีก 1 มิลลิเมตร วัดรังสีเบตาเป็นเวลา 1 นาที บันทึกข้อมูลทำซ้ำจนได้ระยะที่ให้จำนวนนับสูงที่สุด ซึ่งจะเป็นระยะที่เหมาะสมในการวัด

3.4.3 <u>ขั้นตอนการวัดความหนาโลหะเคลือบผิวโดยใช้เทคนิคการสะท้อนของรังสีเบตา</u>

จากหัวข้อ 3.4.2 ได้ตำแหน่งที่เหมาะสมคือระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีและตัวอย่างห่างกัน 6 มิลลิเมตร จัดระบบวัดส่วนหน้าดังรูปที่ 3.10 ทำการวัดรังสีเบตาตัวอย่างละ 3 ครั้งๆละ 300 วินาที แต่ละครั้งที่วัดจะทำการหยิบตัวอย่างวางใหม่ บันทึกข้อมูลไว้ในตารางที่ 4.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I1030059A-