บทที่ 3
การทดลอง

ในการศึกษาวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้าง ชุดอุปกรณ์กรองรังสีจากผลึกเชิงเดี่ยว (crystal monochromator) ซึ่งผลึกที่ใช้ในการทดลองนี้มีทั้งหมด 4 ชนิด คือ ผลึกไมกาชนิดใส, ผลึกไมกาชนิดขุ่น,ผลึกซิลิกอนและ แผ่นทองคำ โดยแบ่งการทดลองทั้งหมดออกเป็น 3 ช่วง กล่าวคือ

1. การทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสี จากผลึกเชิงเดี่ยว
2. การออกแบบและสร้าง ชุดอุปกรณ์กรองรังสีจากผลึกเชิงเดี่ยว
3. การทดลองเพื่อทดสอบ ชุดอุปกรณ์กรองรังสี ที่สร้างได้

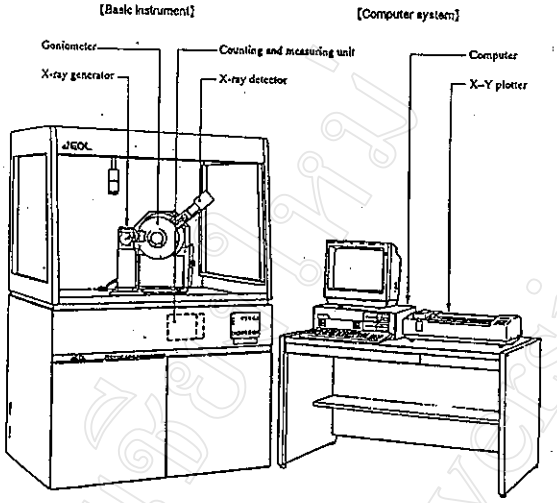
ซึ่งการทดลองในแต่ละช่วงมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีจากผลึกเชิงเดี่ยว

การทดลองในขั้นนี้เป็นการทดลองเบื้องต้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผลึกทั้งสี่ชนิดที่ตอบสนองต่อรังสีเอ็กซ์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์เพื่อหาความเป็นไปได้ในการสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีจากผลึกเชิงเดี่ยวทั้ง 4 ชนิด โดยมีรายละเอียดของการทดลองดังนี้

3.1.1 การทดลองเพื่อศึกษามุมแบรก(Bragg angle) ของผลึกทั้งสี่ชนิด

ทำโดยการตรวจสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์เมื่อผ่านผลึก ไมกาชนิดใส, ไมกาชนิดขุ่น,ซิลิกอน (Si) และแผ่นทองคำ(Au) โดยใช้เครื่อง XRD (X-rays Diffractometor) ของบริษัท JEOL จากนั้นนำ สเปกตรัมของการเลี้ยวเบนที่ได้จากการตรวจวัดดังกล่าว มาพิจารณาค่ามุมแบรกที่ให้ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุด จากนั้นเปรียบเทียบสเปกตรัมที่ได้กับค่าในฐานข้อมูล JCPDS.



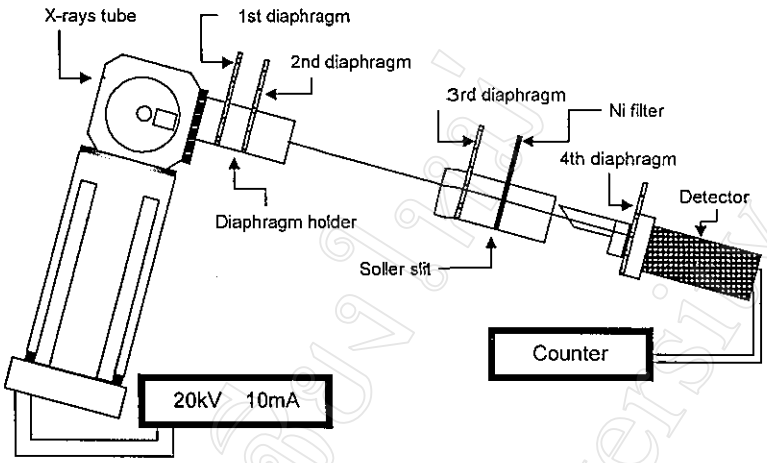
รูปที่ 3.1 แสดงผังการทดลองที่ 3.1.1

3.1.2 การทดลองเพื่อวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เข้าสู่หัววัดรังสีที่มุม 0° ในสภาวะปกติ

ทำการทดลองโดยใช้เครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Seimens ร่วมกับเครื่องตรวจวัดจำนวนอนุภาค จากนั้นวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่ออกจากมุม 0° ซึ่งเป็นปริมาณรังสีที่ออกจากหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์โดยไม่ผ่านสารตัวอย่าง จัดเครื่อง XRD ให้อยู่ในสภาวะปกติ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และจัดชุดอุปกรณ์การทดลองดังแสดงในรูปที่ 3.2 จากนั้นนำนิกเกิลฟิลเตอร์(Ni filter)ซึ่งเป็นอุปกรณ์กรองรังสีออกจากระบบการวัด แล้ววัดปริมาณอนุภาคซ้ำขั้นตอนเดิม เพื่อหาปริมาณรังสีที่ออกจากหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์โดยไม่ผ่านนิกเกิลฟิลเตอร์

ตารางที่ 3.1 แสดงสภาวะต่างๆของเครื่อง XRD ที่ใช้ในการทดลองที่ 3.1.2

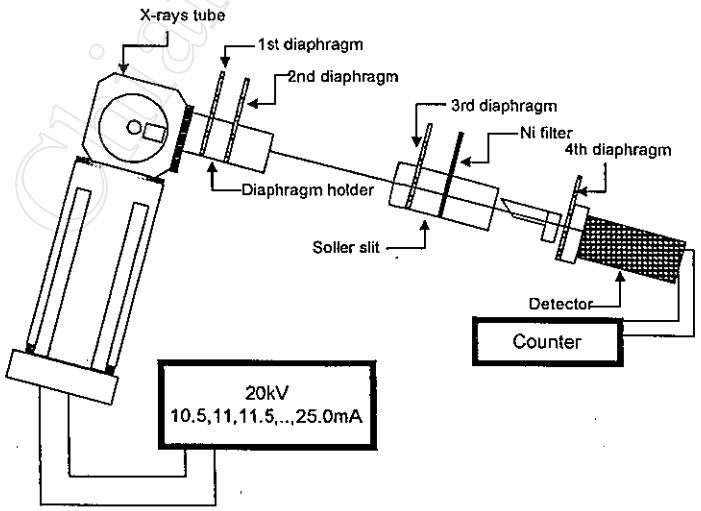
กระแสไฟฟ้า	10 mA	ฟิลเตอร์	Ni
ความต่างศักย์ไฟฟ้า	20 kV	สารตัวอย่าง	-
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 1	3°	Scan step	-
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 2	3°	เวลาที่ใช้ต่อ 1 มุม	1 วินาที
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 3	1°	มุมเริ่มต้น	0°
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 4	0.3°	มุมสุดท้าย	0°



รูปที่ 3.2 แสดงผังการทดลองที่ 3.1.2

3.1.3 การทดลองเพื่อวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เข้าสู่หัววัดรังสีที่มุม 0° ในสภาวะอื่นๆ

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.1.2 โดยให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์คงที่ที่ 20กิโลโวลต์ แต่เปลี่ยนค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้ต่อหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์เป็น 10.5,11.0,11.5,...,19.0,19.5,20.0 มิลลิแอมแปร์ ตามลำดับ โดยใช้นิกเกิลฟิลเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 จากนั้นวัดซ้ำขั้นตอนเดิมโดยนำนิกเกิลฟิลเตอร์ออกจากระบบ วัดปริมาณรังสีที่ออกจากหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ ในแต่ละค่ากระแสที่ให้ เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองที่ 3.1.2 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับค่ากระแสที่ให้ต่อหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์



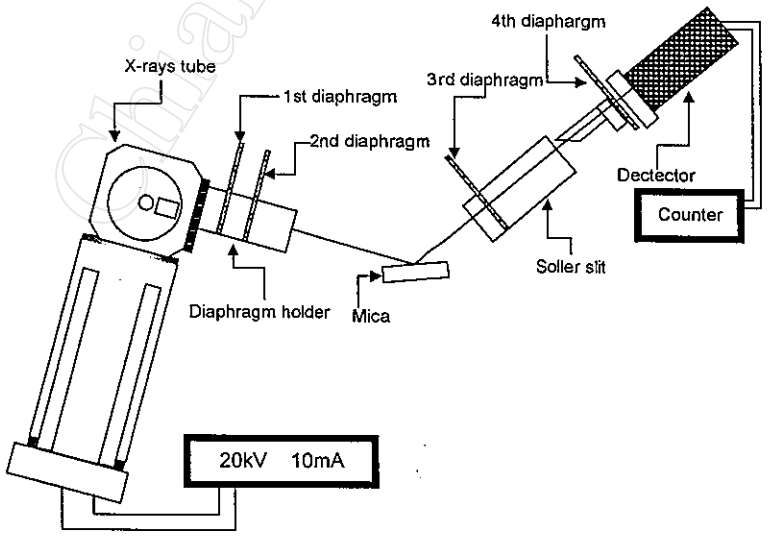
รูปที่ 3.3 แสดงผังการทดลองที่ 3.1.3

3.1.4 การทดลองวัดปริมาณของรังสีเอ็กซ์ที่เกิดจากการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกา ชนิดใส

นำผลึกไมกาชนิดใสเข้าตรวจวัดด้วยเครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Siemens โดยให้หัววัดรังสีเอ็กซ์คงที่อยู่ที่มุมแบรก ซึ่งให้ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุด (ได้จากการทดลองที่ 3.1.1) จากนั้นฉายรังสีเอ็กซ์เข้าสู่ผลึกไมกาชนิดใส โดยตั้งสภาวะของเครื่อง XRD ที่สภาวะปกติดังแสดงในตารางที่ 3.2 ใช้เครื่องตรวจวัดจำนวนอนุภาควัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่ออกจากผลึกไมกาชนิดใสโดยไม่ผ่านนิกเกิลฟิลเตอร์ ดังแสดงเป็นแผนภาพในรูปที่ 3.4 จากนั้นเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์เป็น 10.5,11.0...19.5,20.0 มิลลิแอมแปร์ วัดปริมาณรังสีที่ออกจากผลึกไมกาซ้ำขั้นตอนเดิม

ตารางที่ 3.2 แสดงสภาวะของเครื่อง XRD ที่ใช้ในการทดลองที่ 3.1.4

กระแสไฟฟ้า	10 mA	ฟิลเตอร์	-
ความต่างศักย์ไฟฟ้า	20 kV	สารตัวอย่าง	ไมกาชนิดใส
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 1	3°	Scan step	-
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 2	3°	เวลาที่ใช้ต่อ 1 มุม	1 วินาที
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 3	1°	มุมเริ่มต้น	26.5°
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 4	0.3°	มุมสุดท้าย	26.5°



รูปที่ 3.4 แสดงผังการทดลองที่ 3.1.4

3.1.5 การทดลองวัดปริมาณของรังสีเอ็กซ์ที่เกิดจากการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดขุ่น

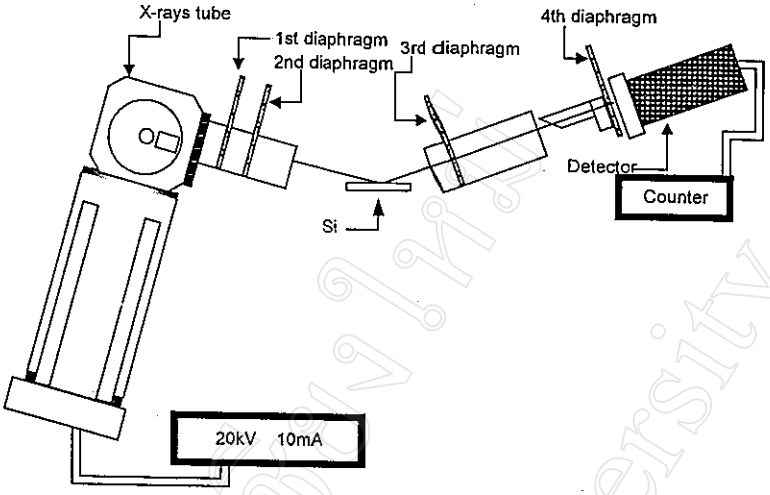
ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.1.4 เปลี่ยนเพียงสารตัวอย่างโดยใช้สารตัวอย่างเป็นไมกาชนิดขุ่น เนื่องจากผลึกชนิดนี้เป็นสารชนิดเดียวกับผลึกไมกาชนิดใส ดังนั้นมุมที่ให้ ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุดจึงเป็นมุมเดียวกันกับการทดลองที่ 3.1.4 บันทึกค่าปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่ออกจากมุมแบรก จากนั้นเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์จากนั้นเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์เป็น 10.5,11.0...19.5,20.0 มิลลิแอมแปร์ วัดปริมาณรังสีที่ออกจากผลึกไมกาซ้ำขั้นตอนเดิม

3.1.6 การทดลองวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เกิดจากการเลี้ยวเบนผ่านผลึกซิลิกอน (Si)

นำผลึกซิลิกอนเข้าตรวจวัดด้วยเครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Siemens โดยให้หัววัดรังสีเอ็กซ์คงที่อยู่ที่มุมแบรก ซึ่งให้ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุด (ได้จากการทดลองที่ 3.1.1) ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ฉายรังสีเอ็กซ์เข้าสู่ผลึกซิลิกอน โดยตั้งสภาวะของเครื่อง XRD ที่สภาวะปกติดังแสดงในตารางที่ 3.3 ทำการวัดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.1.3 จากนั้นเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์เป็น จากนั้นเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์เป็น 10.5,11.0...19.5,20.0 มิลลิแอมแปร์ วัดปริมาณรังสีที่ออกจากผลึกซิลิกอนซ้ำขั้นตอนเดิม

ตารางที่ 3.3 แสดงสภาวะต่างๆของเครื่อง XRD ที่ใช้ในการทดลองที่ 3.1.6

กระแสไฟฟ้า	10 mA	ฟิลเตอร์	-
ความต่างศักย์ไฟฟ้า	20 kV	สารตัวอย่าง	ผลึกซิลิกอน
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 1	3°	Scan step	-
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 2	3°	เวลาที่ใช้ต่อ 1 มุม	1 วินาที
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 3	1°	มุมเริ่มต้น	28.3°
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 4	0.3°	มุมสุดท้าย	28.3°



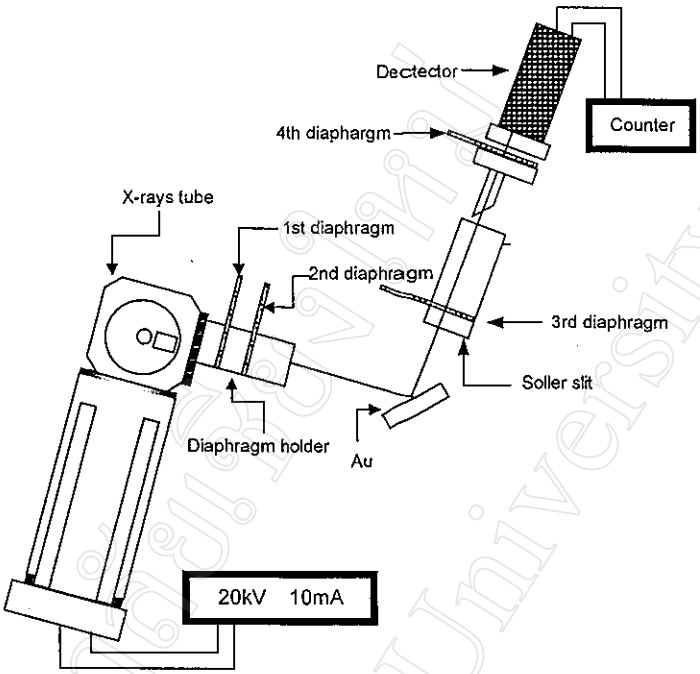
รูปที่ 3.5 แสดงผังการทดลองที่ 3.1.6

3.1.7 การทดลองวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เกิดจากการเลี้ยวเบนผ่านแผ่นทองคำ (Au)

นำแผ่นทองคำเข้าตรวจวัดด้วยเครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Siemens โดยให้หัววัดรังสีเอ็กซ์คงที่อยู่ที่มุมแบรก ซึ่งให้ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุด (ได้จากการทดลองที่ 3.1.1) ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ฉายรังสีเอ็กซ์เข้าสู่แผ่นทองคำ โดยตั้งสภาวะของเครื่อง XRD ที่สภาวะปกติดังแสดงในตารางที่ 3.4 ทำการวัดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.1.3 จากนั้นเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์จากนั้นเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์เป็น 10.5,11.0...19.5,20.0 มิลลิแอมแปร์ วัดปริมาณรังสีที่ออกจากแผ่นทองคำซ้ำขั้นตอนเดิม

ตารางที่ 3.4 แสดงสภาวะต่างๆของเครื่อง XRD ที่ใช้ในการทดลองที่ 3.1.6

กระแสไฟฟ้า	10 mA	ฟิลเตอร์	-
ความต่างศักย์ไฟฟ้า	20 kV	สารตัวอย่าง	แผ่นทองคำ
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 1	3°	Scan step	-
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 2	3°	เวลาที่ใช้ต่อ 1 มุม	1 วินาที
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 3	1°	มุมเริ่มต้น	44.1°
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 4	0.3°	มุมสุดท้าย	44.1°

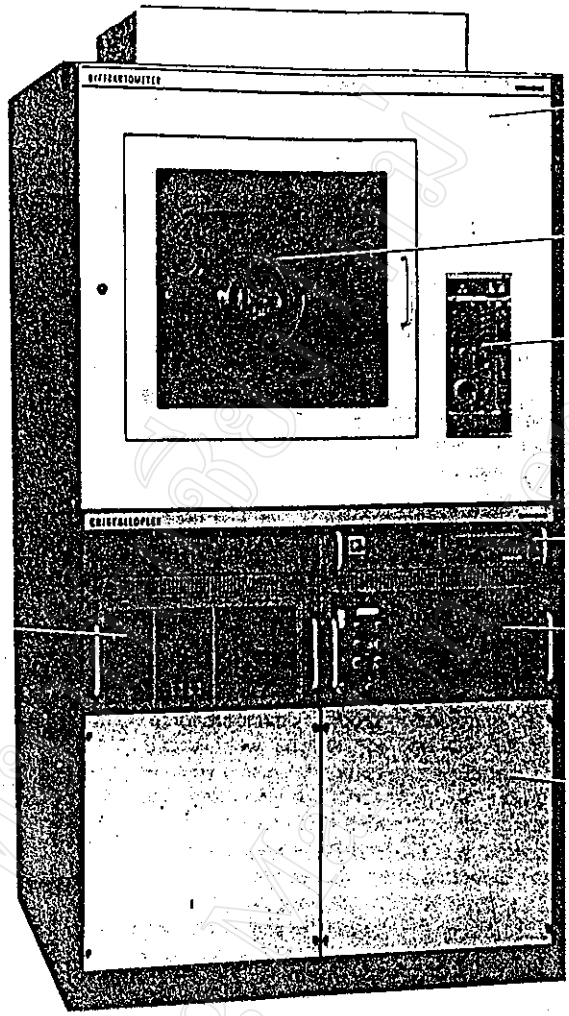


รูปที่ 3.6 แสดงผังการทดลองที่ 3.1.7

การทดลองในขั้นนี้ทำให้ทราบว่าปริมาณรังสีที่ออกจากหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ แล้วเข้าสู่หัววัดรังสีโดยตรง(ไม่ผ่านสารตัวอย่างและนิกเกิลฟิลเตอร์) มีปริมาณเป็นเท่าใด นอกจากนั้นยังทราบถึงปริมาณของรังสีเอ็กซ์ที่เข้าสู่หัววัดโดยตรงและผ่านฟิลเตอร์มีปริมาณเท่าใด นำปริมาณดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับปริมาณของรังสีเอ็กซ์ที่วัดได้จากการเลี้ยวเบนผ่านผลึกทั้ง 4 ชนิดที่มุมแบรกซึ่งให้ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุด หากปริมาณทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันหรือแตกต่างกันไม่มากนัก ก็จะมีความเป็นไปได้สูงในการสร้าง ชุดอุปกรณ์กรองรังสี จากผลึกดังกล่าว

3.2 การออกแบบและสร้าง ชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยใช้การเลี้ยวเบนผ่านผลึกเชิงเดี่ยว

จุดประสงค์ของการออกแบบและสร้าง ชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยใช้การเลี้ยวเบนผ่านผลึกเชิงเดี่ยวในงานวิจัยครั้งนี้เพื่อให้ใช้งานร่วมกับเครื่อง XRD ที่มีอยู่นั่นคือเครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Siemens ดังแสดงในรูปที่ 3.7 ดังนั้นการออกแบบ ชุดอุปกรณ์กรองรังสีนี้จึงต้องคำนึงถึงโครงสร้างหลักของเครื่อง XRD ดังกล่าวโดยแบบที่จะสร้างนั้นจะต้องไม่รบกวนต่อระบบการวัดเดิมของเครื่อง XRD ซึ่งโครงสร้างหลักดังกล่าวมีดังนี้

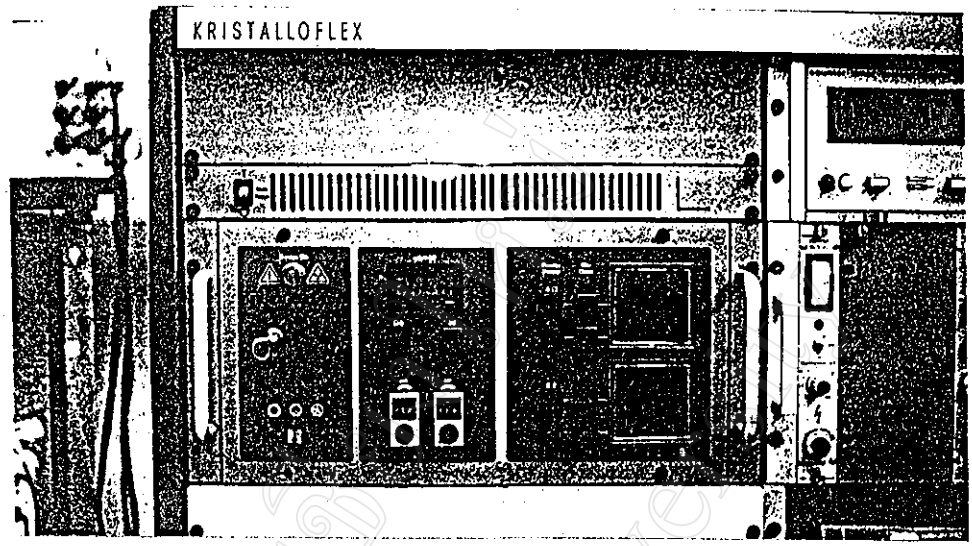


รูปที่ 3.7 แสดงส่วนประกอบของเครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Seimens

3.2.1 โครงสร้างหลักของเครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Seimens

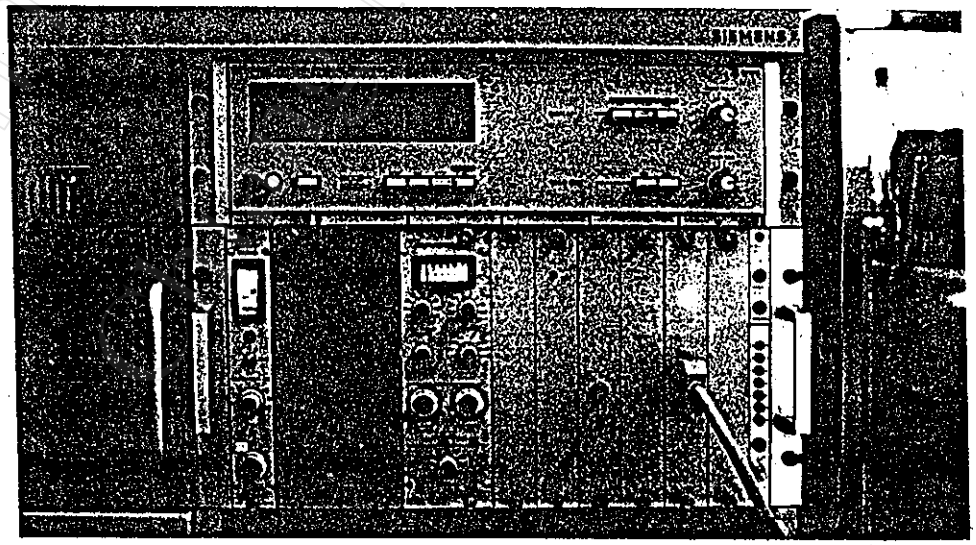
เครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Seimens จะแบ่งส่วนควบคุมทั้งหมดออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนควบคุมหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ ในส่วนนี้จะเป็นการจัดระบบไฟฟ้าแรงสูงและระบบอิเล็กทรอนิกส์ นั่นคือกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ป้อนให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 ซึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้จะไม่รบกวนต่อระบบนี้ จึงไม่ขอกล่าวถึงในที่นี้



รูปที่ 3.8 แสดงส่วนควบคุมหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์

2. ส่วนควบคุมหัววัดรังสีเอ็กซ์ ในส่วนนี้จะเป็นระบบ อิเล็กทรอนิกส์ ดังแสดงในรูปที่ 3.9 ซึ่งใช้ในการแปรค่าปริมาณรังสีที่วัดได้ให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า จากนั้นนำสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ ไปวิเคราะห์เพื่อสร้างเป็นสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ต่อไป ในการวิจัยนี้จะไม่รบกวนต่อส่วนควบคุมนี้เช่นกัน จึงไม่ขอกล่าวถึงในที่นี้



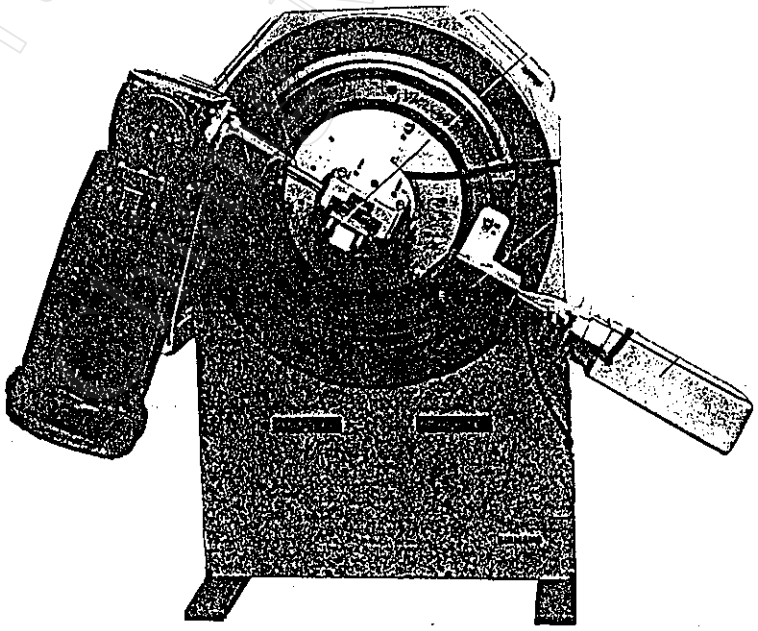
รูปที่ 3.9 แสดงส่วนควบคุมหัววัดรังสีเอ็กซ์

3. ส่วนควบคุมระบบการวัดและกลไกของระบบการวัด ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของการควบคุมระบบกลไกของการวัดทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกได้เป็นส่วนย่อย 2 ส่วนคือ

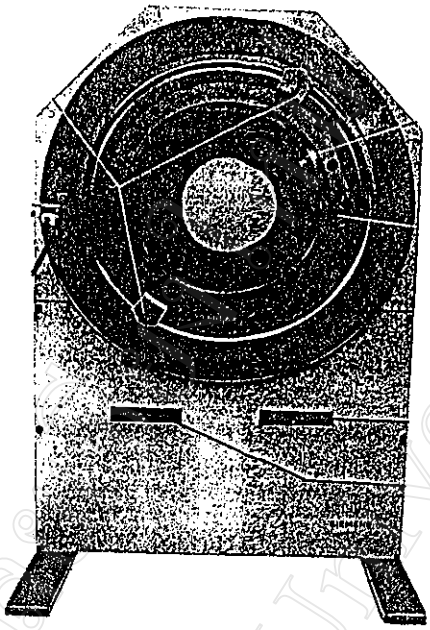
3.1 ส่วนควบคุม ในส่วนนี้จะเป็นกลไกควบคุมอัตราเร็วของการหมุนสารตัวอย่างและหัววัดรังสีเอ็กซ์ รวมถึงควบคุมอัตรา การวัดโดยใช้ Scan step ด้วย

3.2 กลไกควบคุมระบบการวัดในส่วนนี้จะเป็นกลไกที่ใช้ในการตรวจวัดการการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ผ่านสารตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.10 ซึ่งระบบนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

- Goniometer เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยกลไกในการขับวงแหวน 2 วง ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน คือวงแหวนที่ใช้ในการหมุนสารตัวอย่าง และวงแหวนที่ใช้ในการหมุนหัววัดรังสีเอ็กซ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.11 โดยวงแหวนทั้งสองวงนี้จะถูกขับด้วยอัตราเร็วเชิงมุมที่แตกต่างกัน กล่าวคือวงแหวนที่ใช้ในการหมุนสารตัวอย่างจะหมุนด้วยอัตราเร็ว v และวงแหวนที่ใช้ในการหมุนหัววัดรังสีเอ็กซ์จะหมุนด้วยอัตราเร็ว 2v โดยการขับเคลื่อนวงแหวนทั้งสองนี้จะใช้สเต็ปปิ่งมอเตอร์(stepping motor)เป็นตัวขับซึ่งมีความแม่นยำสูง และบอกตำแหน่งมุมของสารตัวอย่างและหัววัดรังสีเอ็กซ์ด้วยระบบ ดิจิตอล



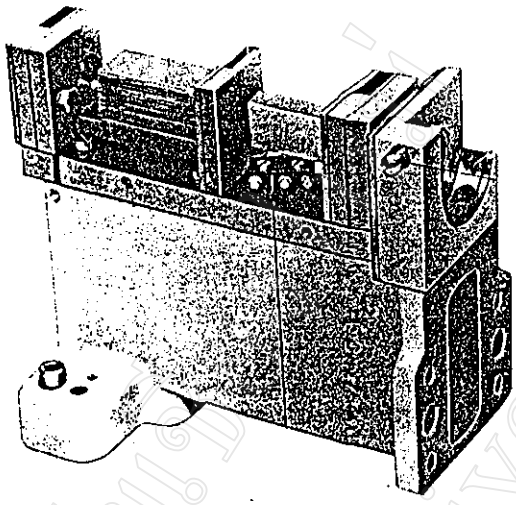
รูปที่ 3.10 แสดงกลไกควบคุมระบบการวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ผ่านสารตัวอย่าง



รูปที่ 3.11 แสดง Goinometer ในเครื่อง XRD รุ่น DX501

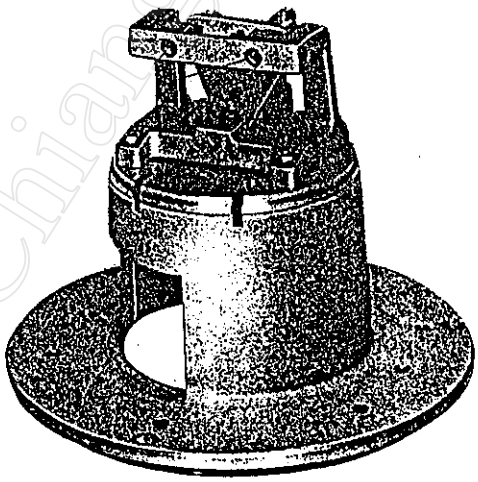
- แท่นวางหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากการแผ่รังสี หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์จึงต้องถูกบรรจุอยู่ภายในแท่นวางหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ ซึ่งแท่นนี้จะติดตั้งอยู่บริเวณ ด้านข้างของ Goniometer

- ช่องใส่ไดอะแฟรม(diaphragm) ในการตรวจวัดสารตัวอย่างด้วยวิธี XRD นั้นมีความจำเป็นต้องใช้ไดอะแฟรม เพื่อเป็นตัวกำหนดปริมาณการกระเจิงของรังสีเอ็กซ์ ซึ่งในเครื่อง XRD รุ่น DX501 จะใช้ช่องใส่ไดอะแฟรมทั้งหมด 2 ชุด แต่ละชุดใส่ไดอะแฟรมได้ 2 ตัว โดยชุดแรกจะติดตั้งให้อยู่ติดกับแท่นวางหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.12 ส่วนชุดที่ 2 จะติดตั้งให้เคลื่อนที่ไปบนวงแหวนที่ใช้ในการขับหัววัดรังสีเอ็กซ์ โดย ไดอะแฟรมทั้งหมดจะวางให้ตั้งฉากกับระนาบของ Goniometer และไดอะแฟรมทั้ง 4 ตัวจะวางตัวอยู่บนเส้นตรงเดียวกันเมื่อมุมของวงแหวนที่ใช้ในการขับหัววัดรังสีเอ็กซ์มีค่า 0 องศา



รูปที่ 3.12 แสดงกล่องใส่ไดอะแฟรมและแท่นวางหัววัดรังสีเอ็กซ์ที่ติดตั้งบนเครื่อง XRD รุ่น DX501

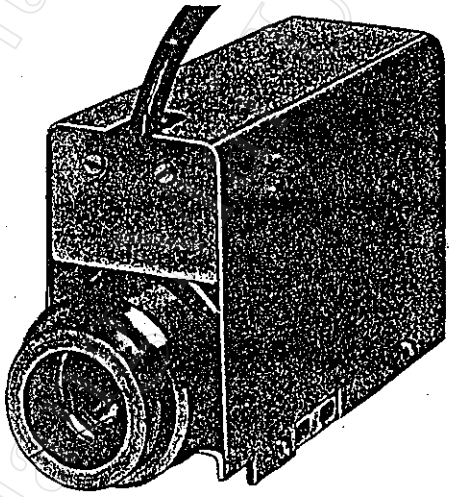
- ช่องใส่สารตัวอย่าง จะติดตั้งให้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับวงแหวนที่ใช้ในการหมุนสารตัวอย่าง มีลักษณะเป็นหมุด 3 ชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.13 เพื่อใช้ในการยึดติดกับถาดบรรจุสารตัวอย่างโดยมีสลักยึดให้อยู่คงที่ และจะต้องตั้งฉากกับระนาบของ Goniometer ตลอดเวลา



รูปที่ 3.13 แสดงช่องในสารตัวอย่างที่ติดตั้งบนเครื่อง XRD รุ่น DX501

- แท่นวางหัววัดรังสีเอ็กซ์ จะติดตั้งอยู่บนวงแหวนที่ใช้ในการหมุนหัววัดรังสีดังแสดงในภาพที่ 3.14 นอกจากมีช่องสำหรับใส่หัววัดรังสีเอ็กซ์แล้ว แท่นวางนี้ยังประกอบด้วยโซลเลอร์สลิต (Soller slit) ซึ่งเป็นแผ่นโลหะบางวางขนานกันหลายๆชั้น โดยแต่ละชั้นมีระยะห่าง 2 องศา มีหน้าที่บีบลำรังสีให้มีความขนานกันมากขึ้น อีกทั้งยังประกอบด้วยช่องใส่ฟิลเตอร์ ซึ่งมีหน้าที่กรองรังสี K_β ออกไป และมีช่องใส่ไดอะแฟรมอีก 2 ช่องดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น

- หัววัดรังสีเอ็กซ์ โดยปกติหัววัดรังสีเอ็กซ์ที่ใช้เป็นชนิดที่ประกอบขึ้นจาก สารเรืองแสงซึ่งมีความสามารถในการตรวจวัดรังสีเอ็กซ์ที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 0.05 nm-0.27nm ดังแสดงในรูปที่ 3.15 โดยมีหลักการทำงานคือแปลงรังสีเอ็กซ์ให้อยู่ในรูปของสัญญาณแสงโฟตอน ซึ่งเกิดจากการเรืองแสงของสารเรืองแสงในหัววัดรังสีเอ็กซ์ จากนั้นแปลงสัญญาณแสงนี้ไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าอีกครั้ง



รูปที่ 3.14 แสดงภาพของหัววัดรังสีเอ็กซ์

3.2.2 การออกแบบและสร้าง ชุดอุปกรณ์กรองรังสี

เนื่องจากระบบการวัดที่มีอยู่ในเครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Siemens เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงดังนั้นชุดอุปกรณ์กรองรังสีที่จะสร้างขึ้นต้องรักษาระบบการวัดเดิมให้มากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าในระบบการวัดมีส่วนที่สัมพันธ์กันอยู่ 3 ส่วนคือ ส่วนของหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์,ส่วนของสารตัวอย่างและส่วนของหัววัดรังสีเอ็กซ์ แต่เนื่องจากความจำกัดของเนื้อที่เป็นเหตุให้การออกแบบ ชุดอุปกรณ์กรองรังสี วางตัวอยู่ระหว่าง 3 ส่วนดังกล่าวมีความเป็นไปได้น้อยมาก

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้บริเวณส่วนปลายของหัววัดรังสีเอ็กซ์ มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ที่จะติดตั้งชุดอุปกรณ์กรองรังสีมากที่สุด เพราะนอกจากจะไม่รบกวนต่อระบบการวัดเดิม ในบริเวณนี้ยังง่ายต่อการติดตั้ง โดยจะติดตั้งชุดอุปกรณ์กรองรังสีที่ช่องวางหัววัดรังสีเอ็กซ์ และเลื่อนตำแหน่งของหัววัดรังสีเอ็กซ์ออกไปอยู่บนชุดอุปกรณ์กรองรังสี ที่สร้างขึ้นแทน

เนื่องจากชุดอุปกรณ์กรองรังสีที่สร้างขึ้นจะต้องติดตั้งบนแท่นวางหัววัดรังสีเอ็กซ์ ซึ่งหมายความว่า ชุดอุปกรณ์กรองรังสี นี้จะต้องเคลื่อนที่ไปบนวงแหวนที่ใช้ขับหัววัดรังสีเอ็กซ์ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยเกี่ยวกับน้ำหนักของชุดอุปกรณ์กรองรังสี เพราะหากออกแบบให้มีขนาดหรือใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสม วงแหวนซึ่งถูกขับด้วยสเต็ปปิ่งมอเตอร์จะมีการหมุนที่ผิดพลาดไปจากเดิม ด้วยเหตุนี้จึงออกแบบให้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีมีขนาดที่ค่อนข้างเล็กและใช้แผ่น อะคลิริค(Acrylic) ซึ่งมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของหัววัดรังสีเอ็กซ์ได้มาเป็นวัสดุที่ใช้ในการสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสี

3.3 การทดลองเพื่อทดสอบ ชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยใช้การเลี้ยวเบนผ่านผลึกเชิงเดี่ยว ที่สร้างขึ้น

การทดลองในขั้นนี้เป็นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยเครื่อง XRD โดยใช้ระบบการกรองรังสีเดิมนั่นคือใช้นิกเกิลฟิลเตอร์เป็นตัวกรองรังสี K_β ออก กับวิเคราะห์โดยการใช้ XRD ที่กรองรังสีด้วย ชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยใช้การเลี้ยวเบนผลึกเชิงเดี่ยว ที่สร้างขึ้น เพื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ถึงความสามารถและประสิทธิภาพของ ชุดอุปกรณ์กรองรังสีที่ได้สร้างขึ้น

การทดลองขั้นนี้แบ่งออกเป็นสองชุด ชุดแรกเป็นชุดควบคุมโดยทำการวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยระบบการกรองรังสีเดิม โดยใช้สารตัวอย่างทั้งสิ้น 5 ชนิด ชุดที่สองเป็นการทดลองเพื่อทดสอบชุดอุปกรณ์กรองรังสีที่ได้สร้างขึ้นโดยการวิเคราะห์สารตัวอย่างชุดเดียวกันที่ได้วิเคราะห์ในชุดแรก ซึ่งสารตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.4 ซึ่งขั้นตอนในการทำการทดลองมีดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลของสารตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ ชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยผลึกเชิงเดี่ยว

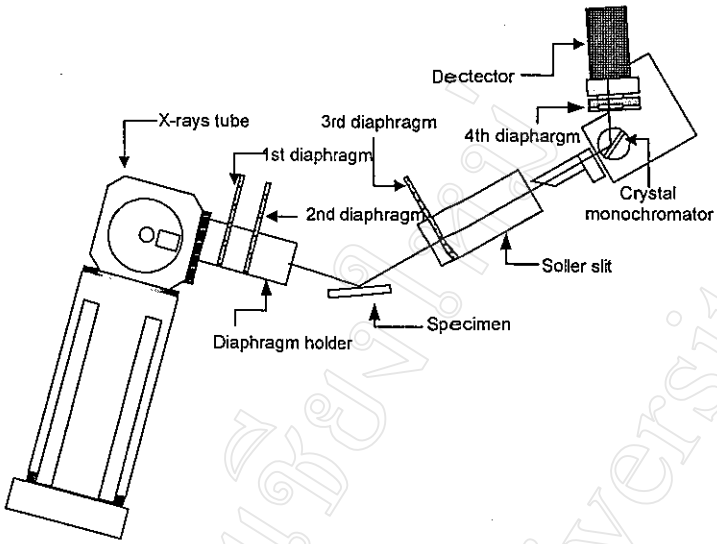
สารตัวอย่างที่	ชื่อ	สูตรเคมี
1	อลูมิเนียมออกไซด์	Al_2O_3
2	บิสมัทออกไซด์	Bi_2O_3
3	คาร์บอน	C
4	ลิเทียมฟลูออไรด์	LiF
5	ทองแดง	Cu

3.3.1 การทดลองเพื่อวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยวิธี XRD โดยใช้นิกเกิลฟิลเตอร์เป็นตัวกรองรังสี

นำสารที่เตรียมไว้ทั้ง 5 ชนิดเข้าทดสอบด้วยเครื่อง XRD รุ่น DX501โดยตั้งให้สภาวะของเครื่องปกติ ดังแสดงในตารางที่ 3.5 บันทึกค่าจำนวนอนุภาคที่วัดได้ในแต่ละช่วงมุมของการวัด เปลี่ยนสารตัวอย่างชนิดใหม่และทำการวัดเช่นเดิม จากนั้นนำข้อมูลระหว่างมุมที่ได้บันทึกค่าไว้กับจำนวนอนุภาคที่วัดได้ ของสารแต่ละชนิดมาสร้างเป็น สเปกตรัมของการเลี้ยวเบนโดยใช้โปรแกรม Sigma Plot for Windows (SPW) จากนั้นนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับค่าจากฐานข้อมูล JCPDS.

ตารางที่ 3.5 แสดงสภาวะต่างๆของเครื่อง XRD ที่ใช้ในการทดลองที่ 3.3.1

กระแสไฟฟ้า	10 mA	ฟิลเตอร์	Ni
ความต่างศักย์ไฟฟ้า	20 kV	สารตัวอย่าง	ตาราง 3.4
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 1	3°	Scan step	-
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 2	3°	เวลาที่ใช้ต่อ 1 มุม	1 วินาที
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 3	1°	มุมเริ่มต้น	10.0°
ขนาดไดอะแฟรมตัวที่ 4	0.3°	มุมสุดท้าย	60.0°



รูปที่ 3.15 แสดงแผนภาพการทดลองที่ 3.3.2

3.3.2 การทดลองเพื่อวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยวิธี XRD โดยใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยอาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกเชิงเดี่ยว ที่สร้างขึ้น

ในการทดลองขั้นนี้จะเป็นการทดสอบระบบการกรองรังสีที่ได้สร้างขึ้นโดยใช้แผ่นผลึก ไมกาทั้ง 2 ชนิดเป็นสารที่ใช้ในการกรองรังสี การทดสอบทำโดยการติดตั้งระบบการกรองรังสีที่สร้างขึ้น เข้ากับเครื่อง XRD ดังแสดงในรูปที่ 3.15 จากนั้นตรวจวัดสารตัวอย่างชุดเดียวกับที่ใช้ตรวจวัดในชุดควบคุมและใช้สภาวะของเครื่องXRD เช่นเดียวกับในการทดลองที่ 3.3.2 บันทึกค่าจำนวนอนุภาคที่วัดได้ในแต่ละช่วงมุมของการวัด เปลี่ยนสารตัวอย่างชนิดใหม่และตรวจวัดสารตัวอย่างเช่นเดิม จากนั้นเพิ่มกระแสไฟฟ้าที่ให้แค่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์เป็น 20 mA และตรวจวัดสารตัวอย่างทั้ง 5 ชนิดซ้ำขั้นตอนเดิม เปรียบเทียบสเปกตรัมของการเลี้ยวเบนที่ได้จากการทดลองทั้งสามชุด กับสเปกตรัมของการเลี้ยวเบนที่ได้จากฐานข้อมูล JCPDS. เพื่อวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์กรองรังสีเอ็กซ์โดยอาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกเชิงเดี่ยวที่ได้สร้างขึ้น