

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

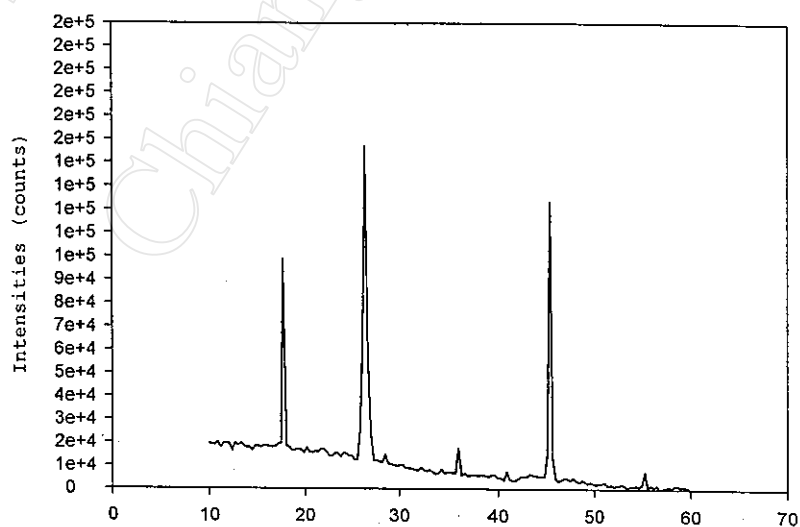
จุดประสงค์ในงานวิจัยนี้คือสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีจากผลึกเชิงเดี่ยวโดยแบ่งการทดลองทั้งหมดออกเป็น 3 ช่วงคือ

1. การทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีจากผลึกเชิงเดี่ยว
  2. การออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีจากผลึกเชิงเดี่ยว
  3. การทดลองเพื่อทดสอบชุดอุปกรณ์กรองรังสีที่สร้างขึ้น
- ซึ่งผลการทดลองในแต่ละช่วงมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.1 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีจากผลึกเชิงเดี่ยว

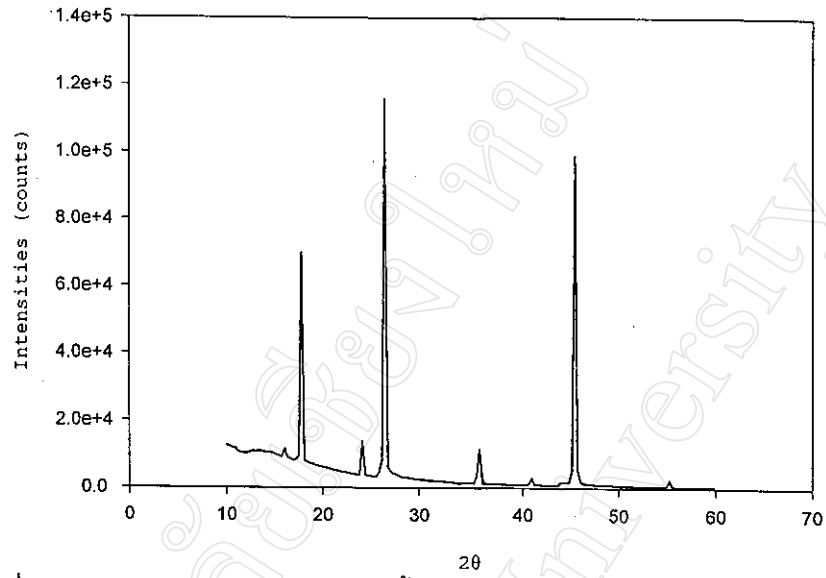
##### 4.1.1 ผลการศึกษามุมแบรอกของผลึกทั้งสี่ชนิด

โดยการตรวจสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์เมื่อผ่านผลึกไมกาชนิดใส, ผลึกไมกาชนิดขุ่น, ผลึกซิลิกอน และแผ่นทองคำ โดยใช้เครื่อง XRD ของบริษัท JEOL ซึ่งผลการตรวจสอบดังกล่าวแสดงในรูปที่ 4.1-4.4

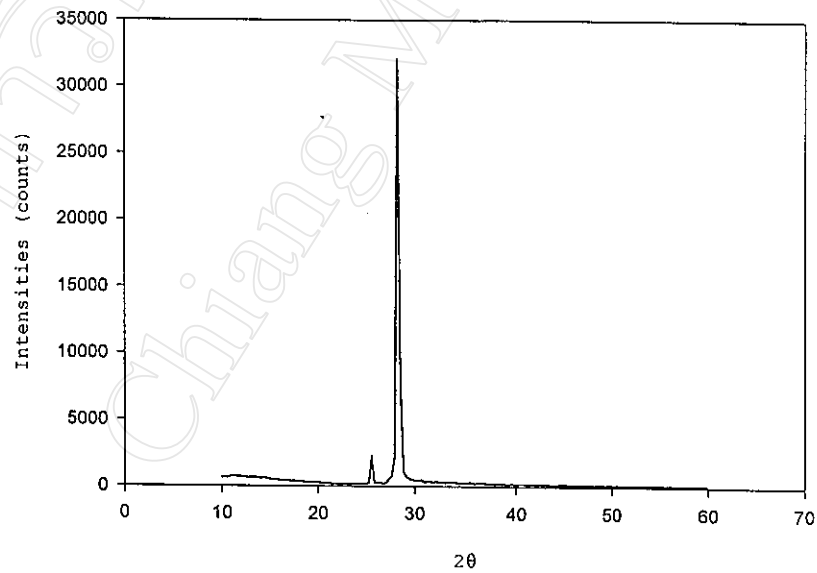


20

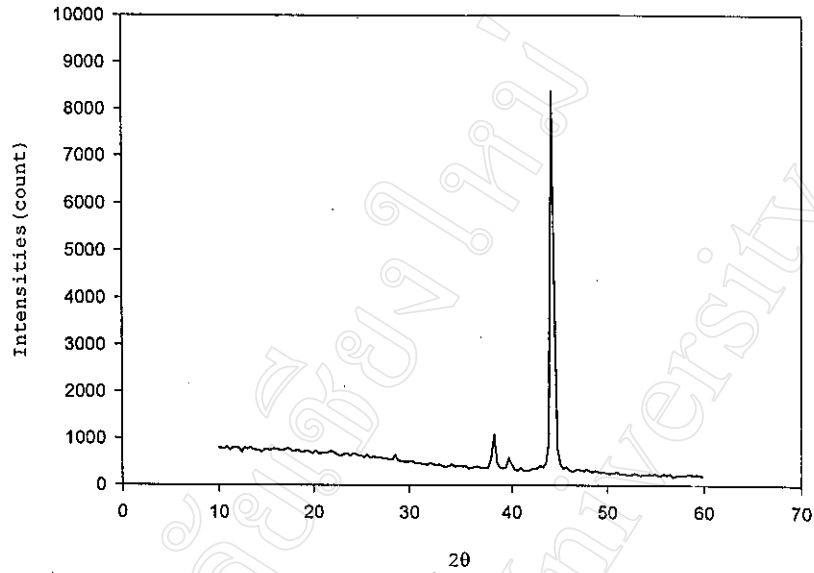
รูปที่ 4.1 แสดงผลการตรวจสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์เมื่อผ่านผลึกไมกาชนิดใส



รูปที่ 4.2 แสดงผลการตรวจสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์เมื่อผ่านผลึกไมกานิตขุน

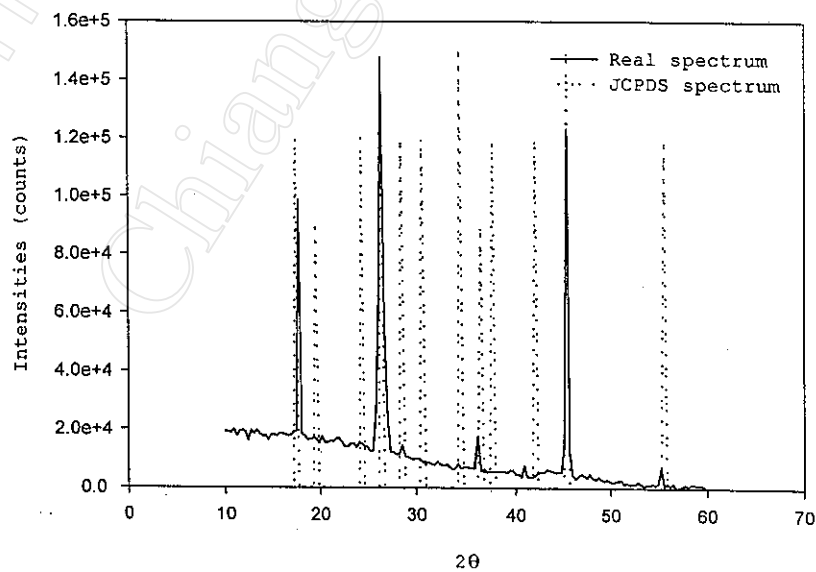


รูปที่ 4.3 แสดงผลการตรวจสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์เมื่อผ่านผลึกซิลิกอน

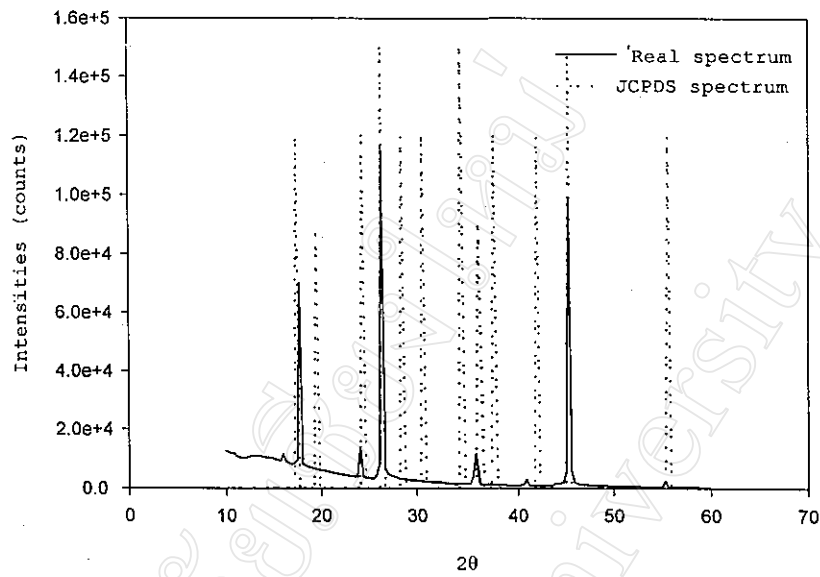


รูปที่ 4.4 แสดงผลการตรวจสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์เมื่อผ่านแผ่นทองคำ

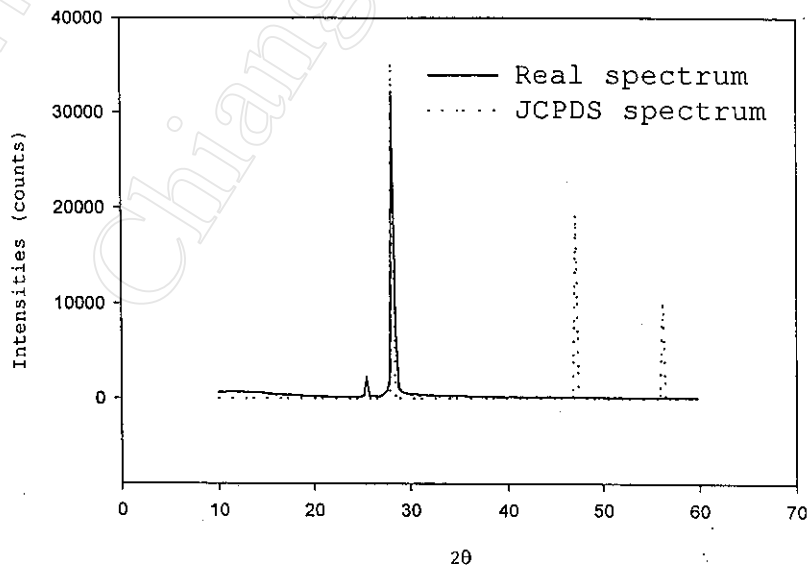
เมื่อนำสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์มาเปรียบเทียบกับสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ที่จำลองขึ้นจากข้อมูลในฐานข้อมูล JCPDS. จะได้ผลการเปรียบเทียบดังแสดงในรูปที่ 4.5-4.8



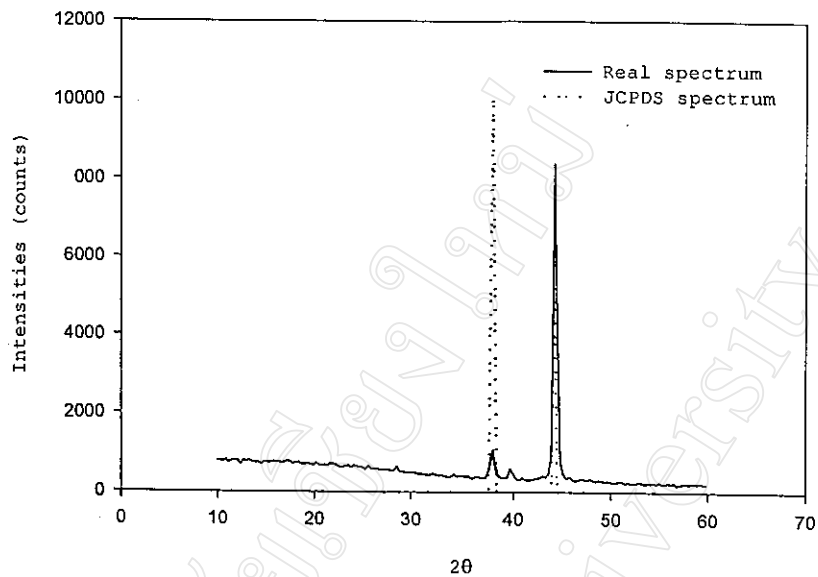
รูปที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของผลึกไมกานิตไธกับสเปกตรัมจำลองที่สร้างขึ้น



รูปที่ 4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของผลึกไมกาชนิดซุ่น กับสเปกตรัมจำลองที่สร้างขึ้น



รูปที่ 4.7 แสดงผลการเปรียบเทียบสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของผลึกซิลิกอนกับ สเปกตรัมจำลองที่สร้างขึ้น



รูปที่ 4.8 แสดงผลการเปรียบเทียบสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของแผ่นทองคำกับ สเปกตรัมจำลองที่สร้างขึ้น

จะเห็นได้ว่าสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของไมกาชนิดโน, ไมกาชนิดซูนและผลึกซิลิกอนมีความสอดคล้องกับแบบจำลองสเปกตรัมที่ได้สร้างขึ้น ส่วนสเปกตรัมของแผ่นทองคำไม่สอดคล้องกับแบบจำลองที่สร้างได้ จากการทดสอบพบว่าเป็นสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของสารทองแดง ซึ่งผสมอยู่ในแผ่นทองคำที่ใช้ในการทดสอบ

จากสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ที่ตรวจวัดได้ในสารแต่ละชนิดทำให้ทราบมุมที่เกิดการเลี้ยวเบนและให้ความเข้มของสเปกตรัมสูงสุดดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงมุมและค่า d-spacing ของสารที่ให้ความเข้มของการเลี้ยวเบนสูงสุด

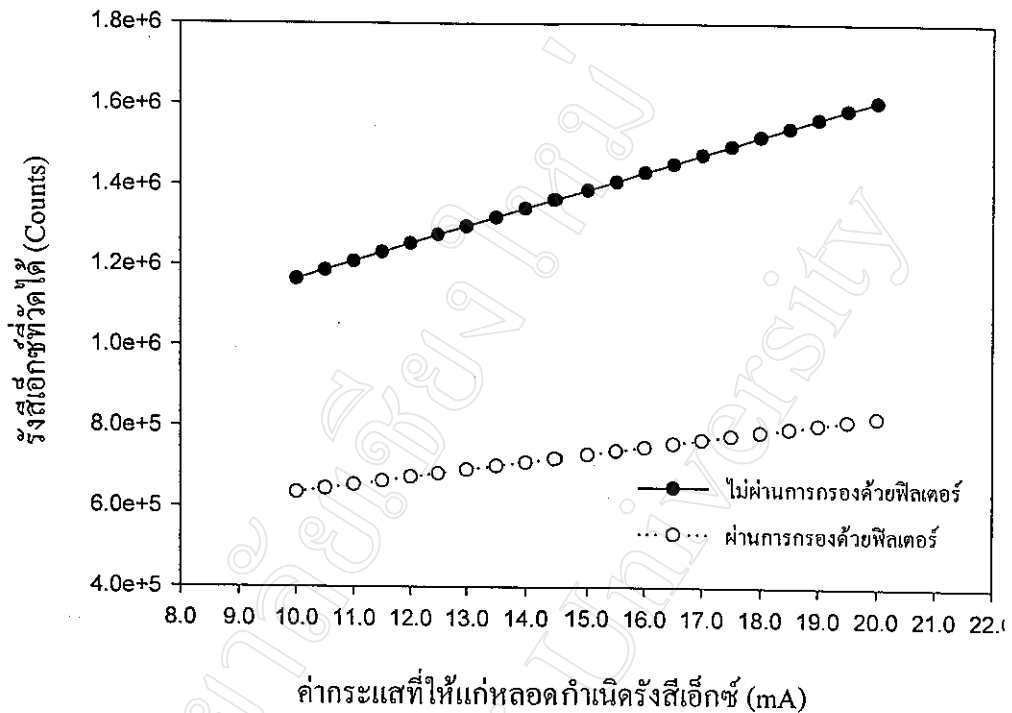
สาร	มุมที่ให้ความเข้มการเลี้ยวเบนสูงสุด (degree)	d-spacing (nm.)
ไมกาชนิดโน	26.5	3.361
ไมกาชนิดซูน	26.5	3.361
ซิลิกอน	28.3	3.151
ทองคำ	44.1	2.047

#### 4.1.2 ผลการวัดปริมาณรังสีเอกซ์ที่เข้าสู่หัววัดรังสีที่มุม $0^{\circ}$ ในสภาวะต่างๆ

โดยใช้เครื่อง XRD รุ่น DX501ของบริษัท Siemens ร่วมกับเครื่องตรวจวัดจำนวนอนุภาค วัดปริมาณรังสีเอกซ์ที่ออกจากมุม  $0^{\circ}$  ซึ่งเป็นปริมาณรังสีที่ออกจากหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์โดยไม่ผ่านสารตัวอย่าง และให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ต่างๆกัน ผลการวัดแสดงในตารางที่ 4.2 และจะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์กับปริมาณรังสีเอกซ์ที่วัดได้มีลักษณะแปรผันตรงซึ่งกันและกันดังแสดงในรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวัดปริมาณรังสีเอกซ์ที่มุม  $0^{\circ}$  โดยไม่ผ่านสารตัวอย่างและให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ต่างๆกัน

ค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ (mA.)	ปริมาณรังสีเอกซ์ที่วัดได้ (Counts)	
	ไม่ผ่านการกรองด้วยฟิลเตอร์	ผ่านการกรองด้วยฟิลเตอร์
10.0	1165574	635821
10.5	1187795	645205
11.0	1209980	654517
11.5	1233018	664015
12.0	1255280	673529
12.5	1276975	682725
13.0	1298470	692430
13.5	1320465	701535
14.0	1343360	711045
14.5	1365355	720460
15.0	1387450	729885
15.5	1408645	739247
16.0	1432846	748669
16.5	1453072	758151
17.0	1476237	767518
17.5	1498432	776923
18.0	1522541	786255
18.5	1542915	795645
19.0	1565791	805097
19.5	1587851	814351
20.0	1607400	823911



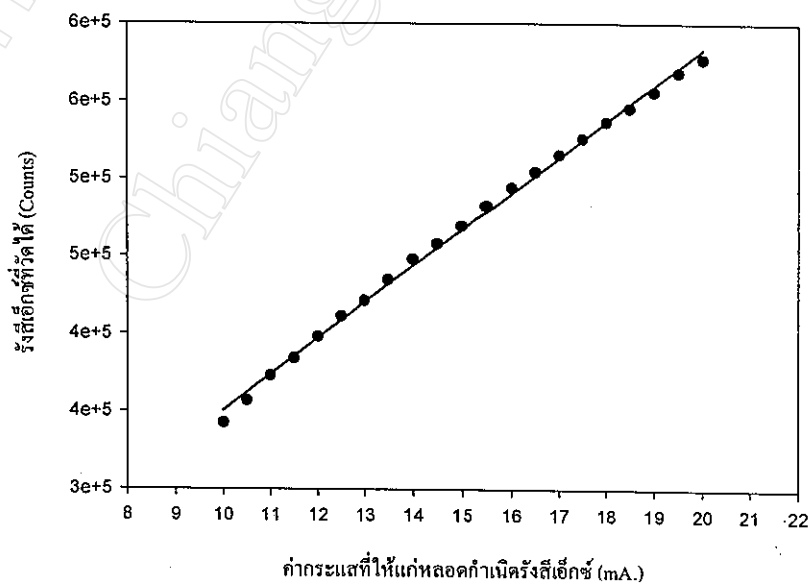
รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่วัดได้กับค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์

4.1.3 ผลการวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เกิดจากการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดใดที่สถานะต่างๆ

โดยใช้เครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Siemens ร่วมกับเครื่องตรวจวัดจำนวนอนุภาควัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดใดที่มุม  $2\theta$   $26.5^\circ$  ซึ่งเป็นมุมที่ทำให้ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุด โดยให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ต่างๆกัน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3 และจะเห็นได้ว่าค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณอนุภาครังสีเอ็กซ์ที่วัดได้ในลักษณะเชิงเส้นดังแสดงในรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดไอที่มุม  $2\theta = 26.5^\circ$  โดยให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ต่างๆกัน

ค่ากระแส (mA.)	ปริมาณรังสีเอ็กซ์ (Counts)	ค่ากระแส (mA.)	ปริมาณรังสีเอ็กซ์ (Counts)
10.0	342590	15.5	482360
10.5	357090	16.0	494246
11.0	372955	16.5	504618
11.5	384143	17.0	515588
12.0	398131	17.5	526069
12.5	411148	18.0	537059
13.0	421437	18.5	545756
13.5	434838	19.0	556319
14.0	448024	19.5	568621
14.5	457981	20.0	577357
15.0	469596		



รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดไอที่มุม  $2\theta = 26.5^\circ$  กับค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์

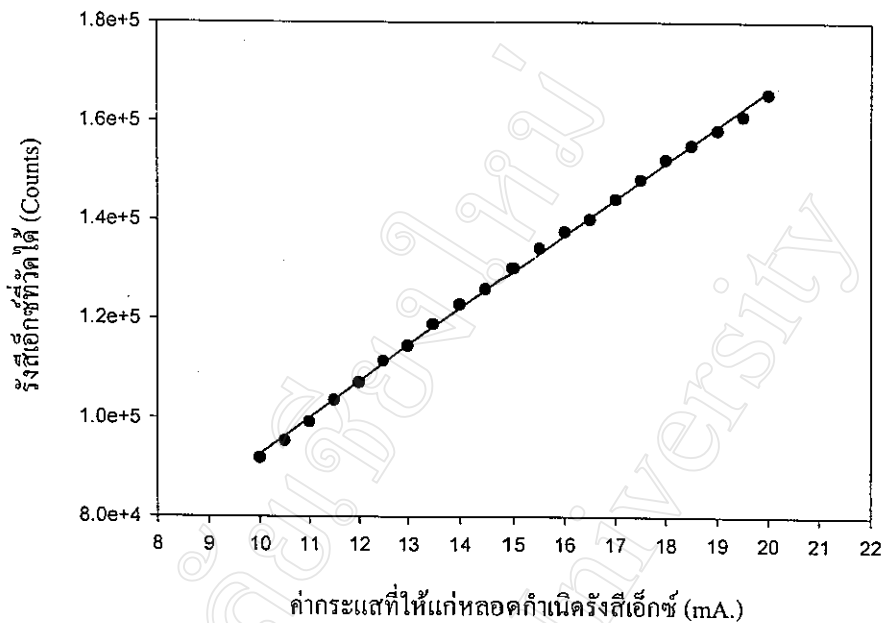


4.1.4 ผลการวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เกิดจากการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดชั้นที่ สภาวะ ต่างๆ

โดยใช้เครื่องXRD รุ่นDX501 ของบริษัท Siemens ร่วมกับเครื่องตรวจวัดจำนวน อนุภาควัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดชั้นในสภาวะต่างๆ ที่มุม  $2\theta$   $26.5^\circ$  ซึ่งเป็น มุมที่ให้ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุด โดยให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ต่างๆ กัน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.4 และจะเห็นได้ว่าค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ มี ความสัมพันธ์กับปริมาณอนุภาครังสีเอ็กซ์ที่วัดได้ในลักษณะเชิงเส้นดังแสดงในรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดชั้นที่มุม  $2\theta$   $26.5^\circ$  โดยให้ ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ต่างๆกัน

ค่ากระแสที่ให้แก่ หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ (mA.)	ปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่วัด ได้ (Counts)	ค่ากระแสที่ให้แก่ หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ (mA.)	ปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่วัด ได้ (Counts)
10.0	91856	15.5	134212
10.5	95410	16.0	137592
11.0	99206	16.5	140112
11.5	103648	17.0	144258
12.0	107248	17.5	148188
12.5	111590	18.0	152216
13.0	114628	18.5	155162
13.5	118984	19.0	158222
14.0	122918	19.5	161050
14.5	126050	20.0	165520
15.0	130258		

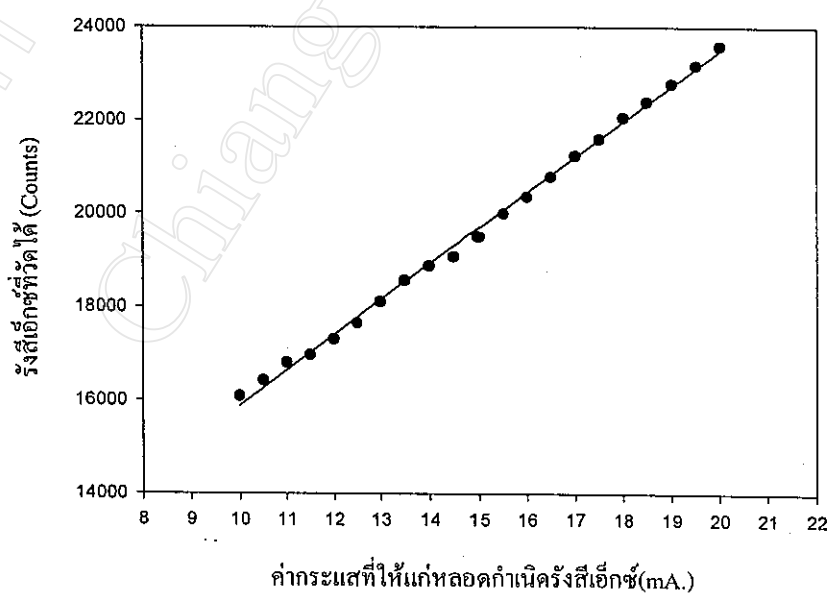


รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดซุนที่มุม  $2\theta = 26.5^\circ$  กับค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์

4.1.5 ผลการวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เกิดจากการเลี้ยวเบนผ่านผลึกซิลิกอนที่สภาวะต่างๆ โดยใช้เครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Siemens ร่วมกับเครื่องตรวจวัดจำนวนอนุภาควัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกซิลิกอนในสภาวะต่างๆ ที่มุม  $2\theta = 28.3^\circ$  ซึ่งเป็นมุมที่ให้ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุด โดยผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.5 และจะเห็นว่าค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณอนุภาครังสีเอ็กซ์ที่วัดได้ในลักษณะเชิงเส้นดังแสดงในรูปที่ 4.12

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวัดปริมาณรังสีเอกซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกซิลิกอนที่มุม  $2\theta = 28.3^\circ$  โดยให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ต่างๆกัน

ค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ (mA.)	ปริมาณรังสีเอกซ์ที่วัดได้ (Counts)	ค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ (mA.)	ปริมาณรังสีเอกซ์ที่วัดได้ (Counts)
10.0	16086	15.5	19994
10.5	16427	16.0	20355
11.0	16804	16.5	20787
11.5	16972	17.0	21237
12.0	17307	17.5	21596
12.5	17655	18.0	22064
13.0	18114	18.5	22403
13.5	18570	19.0	22787
14.0	18876	19.5	23175
14.5	19074	20.0	23589
15.0	19500		

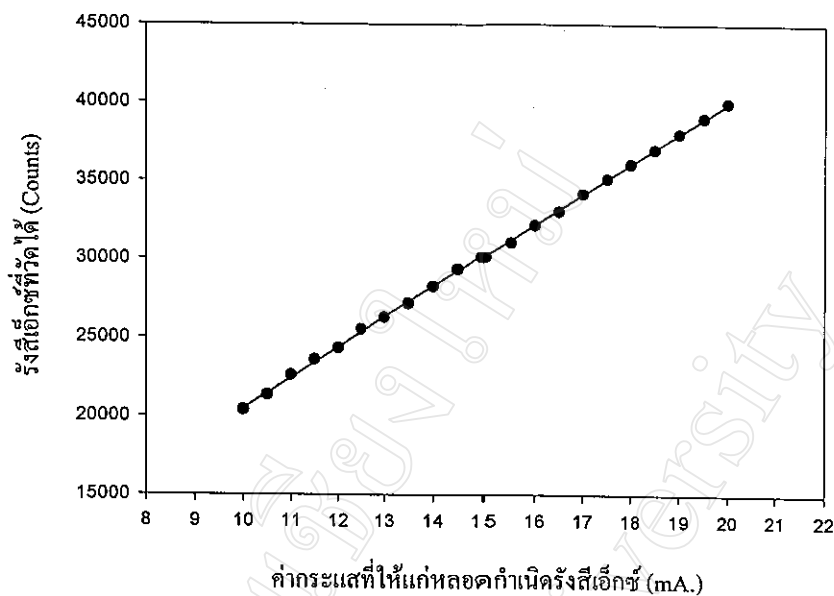


รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีเอกซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกซิลิกอนที่มุม  $2\theta = 28.3^\circ$  กับค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์

4.1.6 ผลการวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เกิดจากการเลี้ยวเบนผ่านแผ่นทองคำในสภาวะต่างๆ โดยใช้เครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Siemens ร่วมกับเครื่องตรวจวัดจำนวนอนุภาควัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านแผ่นทองคำในสภาวะต่างๆ ที่มุม  $44.1^\circ$  ซึ่งเป็นมุมที่ให้ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุด โดยให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ต่างๆ กัน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.6 และจะเห็นได้ว่าค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณอนุภาครังสีเอ็กซ์ที่วัดได้ในลักษณะเชิงเส้นดังแสดงในรูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านแผ่นทองคำที่มุม  $44.1^\circ$  โดยให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ต่างๆ กัน

ค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ (mA.)	ปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่วัดได้ (Counts)	ค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ (mA.)	ปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่วัดได้ (Counts)
10.0	20396	15.5	31019
10.5	21358	16.0	32151
11.0	22625	16.5	33020
11.5	23595	17.0	34140
12.0	24333	17.5	35099
12.5	25551	18.0	36062
13.0	26299	18.5	37003
13.5	27173	19.0	38018
14.0	28251	19.5	39012
14.5	29364	20.0	39990
15.0	30121		



รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านแผ่นทองคำที่มุม 44.2° กับค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์

จากการทดลองในขั้นนี้ทำให้ทราบว่า ปริมาณรังสีที่ออกจากหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์โดยไม่ผ่านการกรองด้วยนิกเกิลฟิลเตอร์มีปริมาณเท่าใด เทียบกับปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกทั้ง 4 ชนิด ที่มุมซึ่งให้ความเข้มของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนสูงสุดดังแสดงในตารางที่ 4.7

เมื่อพิจารณาตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าปริมาณรังสีที่ตกกระทบบนหัววัดรังสีเอ็กซ์โดยตรงและไม่ผ่านฟิลเตอร์ จะมีค่าลดลงประมาณ 50% เมื่อใช้ฟิลเตอร์เป็นตัวกรองรังสี ซึ่งปริมาณนี้คือปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่ตกกระทบลงบนสาร ตัวอย่างที่ต้องการตรวจวัดในระบบการวัดที่ใช้ นิกเกิลฟิลเตอร์เป็นตัวกรองรังสี เมื่อเปรียบเทียบปริมาณนี้กับปริมาณรังสีที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกสองชนิดคือผลึกไมกาชนิดไอและผลึกไมกาชนิดซุ่น จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันไม่มากนัก ซึ่งสามารถใช้รังสีปริมาณดังกล่าวนี้ ในการตรวจวัดสารตัวอย่างได้ถึงแม้ว่ามีปริมาณรังสีจะแตกต่างจากระบบการวัดเดิม ทั้งนี้สามารถทำให้ระบบเพิ่มปริมาณรังสีเอ็กซ์ได้โดยการเพิ่มค่ากระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์หรือเพิ่มระยะเวลาในการวัด ซึ่งจะทำให้ปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เข้าสู่ระบบมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เข้าสู่ระบบการวัดเดิม

เนื่องจากปริมาณรังสีที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกซิลิกอน และแผ่นทองคำมีค่าต่ำกว่าปริมาณรังสีในระบบการวัดปกติมาก ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้น้อยมากในการสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีจากผลึกซิลิกอนและแผ่นทองคำ ด้วยเหตุนี้ทำให้ต้องตัดผลึกซิลิกอนและแผ่นทองคำออกจากระบบการทดลอง โดยจะออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีจากผลึก 2 ชนิดเท่านั้น

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่วัดโดยตรงจากหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ ปริมาณกับรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบนผ่านผลึกทั้งสี่ชนิด ที่สภาวะต่างๆ

ค่ากระแส (mA.)	ไม่ผ่านสารตัวอย่าง		ไมกาไล	ไมกาขุน	ซิลิกอน	แผ่นทองคำ
	ไม่ใช้ Filter	ใช้ Filter				
10.0	1165574	635821	342590	91856	16086	20396
10.5	1187795	645205	357090	95410	16427	21358
11.0	1209980	654517	372955	99206	16804	22625
11.5	1233018	664015	384143	103648	16972	23595
12.0	1255280	673529	398131	107248	17307	24333
12.5	1276975	682725	411148	111590	17655	25551
13.0	1298470	692430	421437	114628	18114	26299
13.5	1320465	701535	434838	118984	18570	27173
14.0	1343360	711045	448024	122918	18876	28251
14.5	1365355	720460	457981	126050	19074	29364
15.0	1387450	729885	469596	130258	19500	30121
15.5	1408645	739247	482360	134212	19994	31019
16.0	1432846	748669	494246	137592	20355	32151
16.5	1453072	758151	504618	140112	20787	33020
17.0	1476237	767518	515588	144258	21237	34140
17.5	1498432	776923	526069	148188	21596	35099
18.0	1522541	786255	537059	152216	22064	36062
18.5	1542915	795645	545756	155162	22403	37003
19.0	1565791	805097	556319	158222	22787	38018
19.5	1587851	814351	568621	161050	23175	39012
20.0	1607400	823911	577357	165520	23589	39990

## 4.2 การออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยใช้การเลี้ยวเบนผ่านผลึกเชิงเดี่ยว

จุดประสงค์ของการออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยอาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกเชิงเดี่ยวในงานวิจัยนี้เพื่อให้ใช้งานร่วมกับเครื่อง XRD รุ่น DX501 และ DX500 ของบริษัท Siemens และระบบที่สร้างขึ้นจะไม่รบกวนต่อระบบการวัดเดิมและระบบอิเล็กทรอนิกส์ ของเครื่อง XRD แต่อย่างใดในส่วนของ การสร้างชุดอุปกรณ์กรองรังสีนี้จะใช้แผ่นอะคลิลิกเป็นวัสดุในการสร้าง เพราะมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงสามารถจะรับน้ำหนักของหัววัดรังสีเอ็กซ์ได้

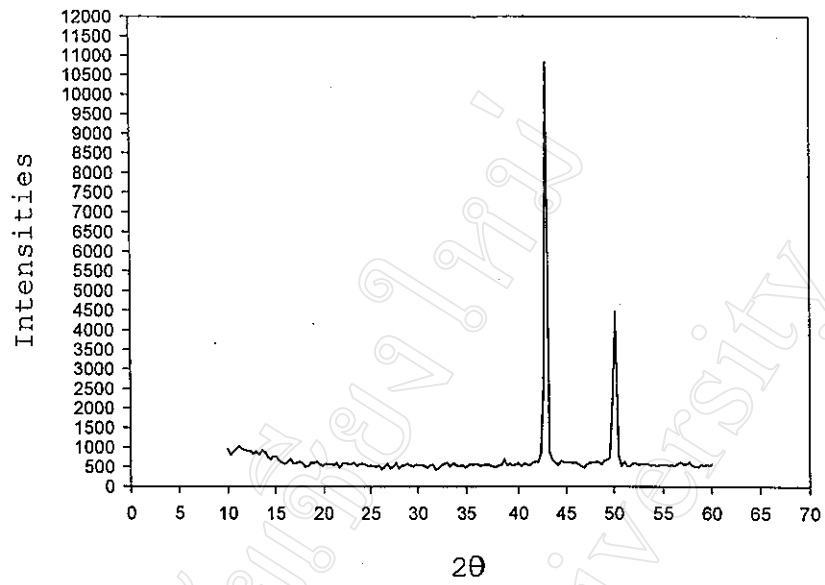
ในการออกแบบชุดอุปกรณ์กรองรังสีจะออกแบบเพียง 1 ชุดให้ใช้ได้กับผลึกทั้งสองชนิดโดยเป็นชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยอาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกสองชนิดคือ ไมกาชนิดใสและผลึกไมกาชนิดขุ่น ทั้งนี้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยอาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกทั้งสองถูกออกแบบให้มีรูปแบบที่เหมือนกันแตกต่างกันเพียงสารที่ใช้ในการกรองรังสี โดยองค์ประกอบหลักของชุดอุปกรณ์กรองรังสีมีทั้งหมด 5 ส่วน รายละเอียดทั้งหมดแสดงในภาคผนวก ผ.1

## 4.3 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์กรองรังสีเอ็กซ์ที่ได้สร้างขึ้น

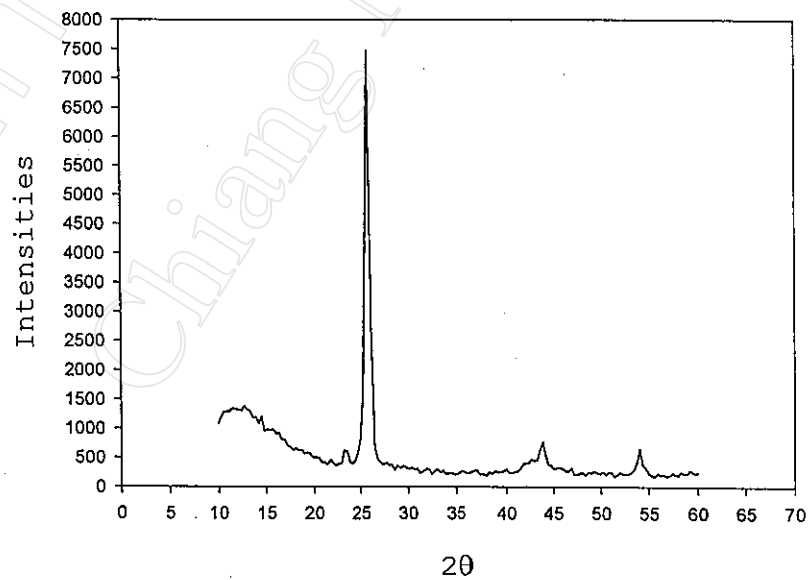
การทดลองในขั้นนี้เป็นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยวิธี XRD โดยใช้ระบบการกรองรังสีเดิมคือใช้ฟิลเตอร์ในการกรองรังสี  $K_{\beta}$  ออกกับการวิเคราะห์สารตัวอย่างชุดเดียวกัน โดยการใช้ชุดอุปกรณ์ในการกรองรังสีโดยอาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกเชิงเดี่ยวที่ได้สร้างขึ้นจากนั้นนำ ผลที่ได้ไปวิเคราะห์ถึงความสามารถและประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์กรองรังสีที่ได้สร้างขึ้น

### 4.3.1 ผลการทดลองเพื่อวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยวิธี XRD โดยใช้ฟิล์มฟิลเตอร์เป็นตัวกรองรังสี

โดยการตรวจวัดสารตัวอย่าง 5 ชนิดคือ  $Cu, C, Al_2O_3, Bi_2O_3$  และ  $LiF$  ด้วยเครื่อง XRD รุ่น DX501 บันทึกค่าจำนวนอนุภาคที่วัดได้ในแต่ละช่วงมุมของการวัด จากนั้นนำ ข้อมูลที่ได้สร้างเป็นสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด โดยผลของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของสารทั้ง 5 ชนิดแสดงในรูปที่ 4.25-4.29 ตามลำดับ

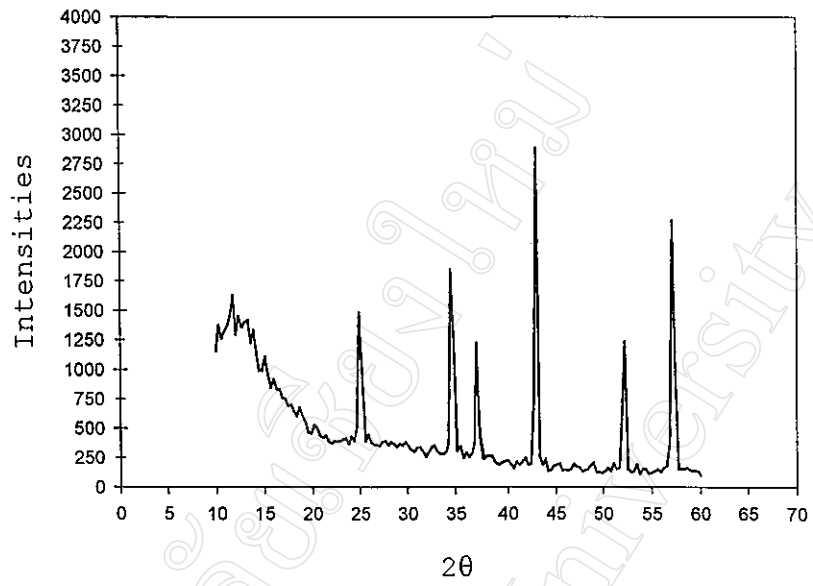


รูปที่ 4.25 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของ Cu

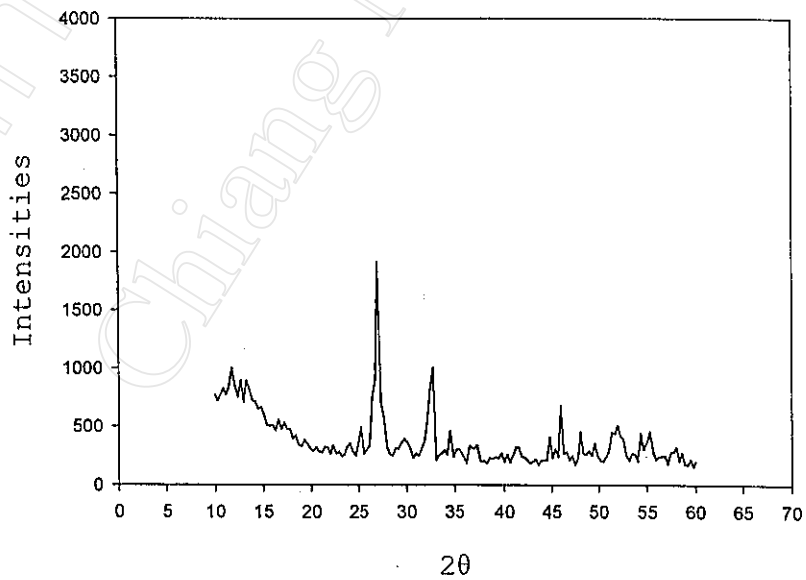


รูปที่ 4.26 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของ C

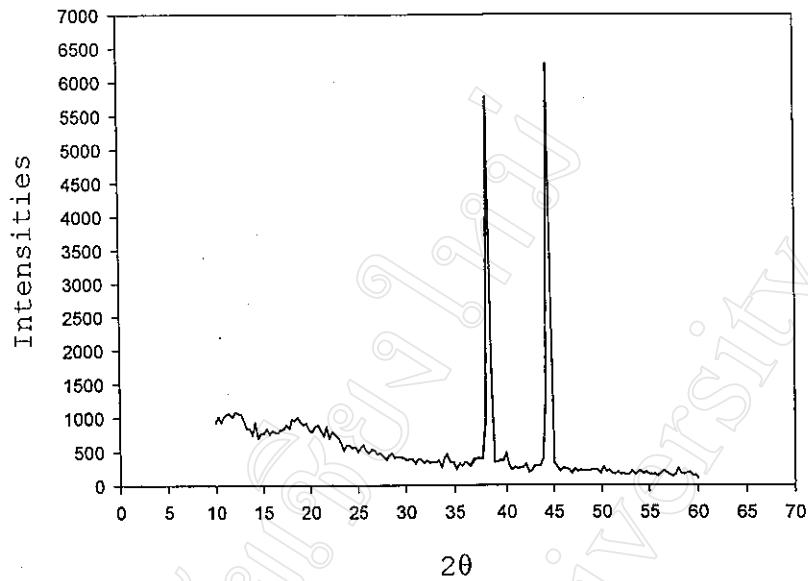




รูปที่ 4.27 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของ  $\text{Al}_2\text{O}_3$



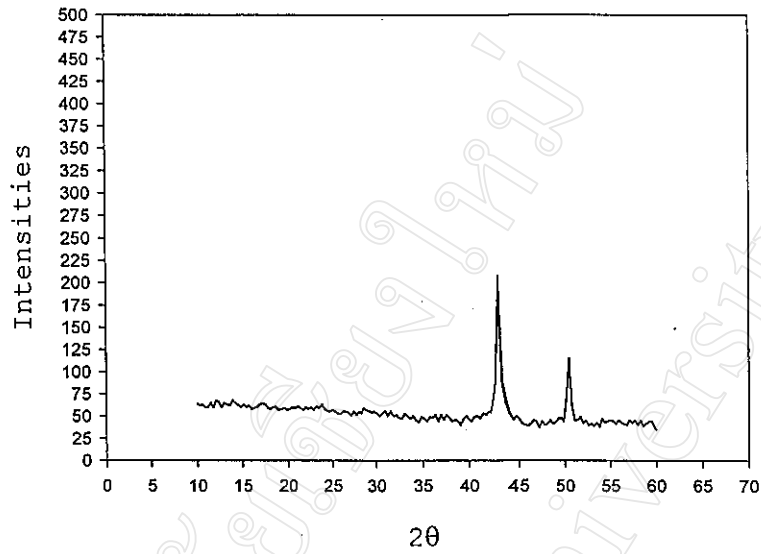
รูปที่ 4.28 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของ  $\text{Bi}_2\text{O}_3$



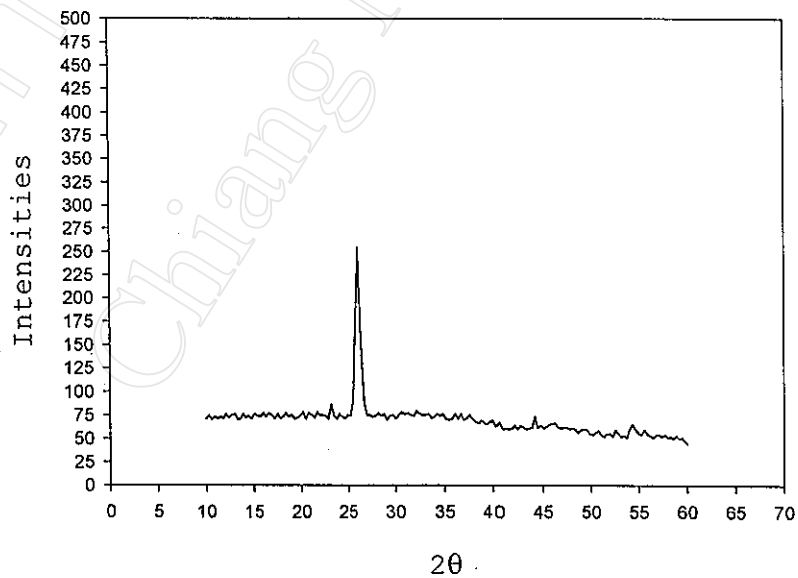
รูปที่ 4.29 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของ LiF

4.3.2 ผลการทดลองเพื่อวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยวิธี XRD โดยใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยอาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกเชิงเดี่ยวที่สร้างขึ้น

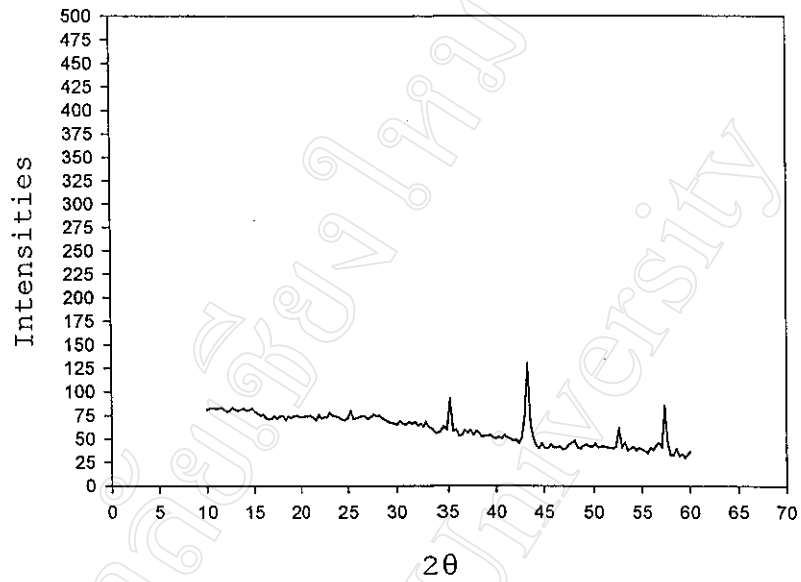
การทดลองขั้นนี้เป็นการทดลองเพื่อทดสอบระบบการกรองรังสีที่ได้สร้างขึ้นโดยใช้แผ่นไมก้าทั้งสองชนิดในการกรองรังสี การทดลองทำโดยติดตั้งชุดอุปกรณ์กรองรังสีที่สร้างขึ้นเข้ากับเครื่อง XRD ในสภาวะปกติ ตรวจวัดสารตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด บันทึกค่าจำนวนอนุภาคที่วัดได้ในแต่ละช่วงมุมการวัด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้สร้างเป็นสเปกตรัมการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์โดยผลของสเปกตรัมดังกล่าวแสดงในรูปที่ 4.30-4.39



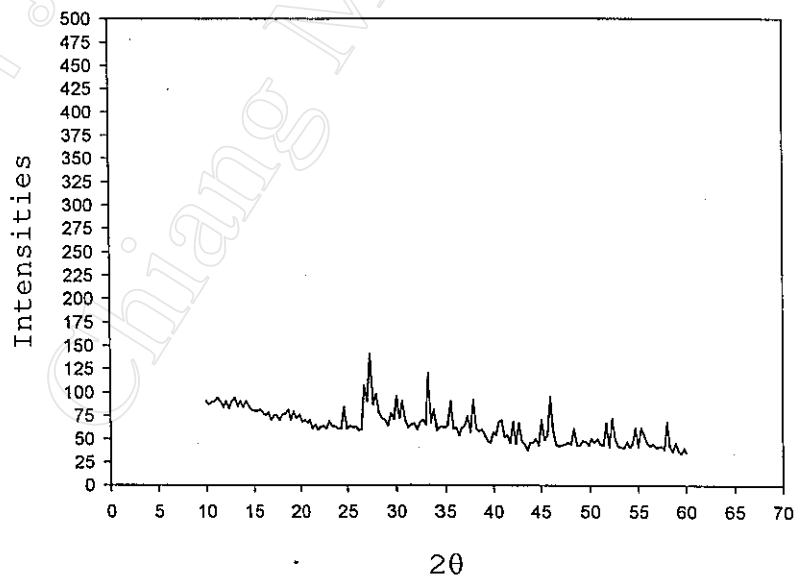
รูปที่ 4.30 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร Cu  
โดยใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีซึ่งใช้ผลึกโมกานนิตไสเป็นตัวกรองรังสี



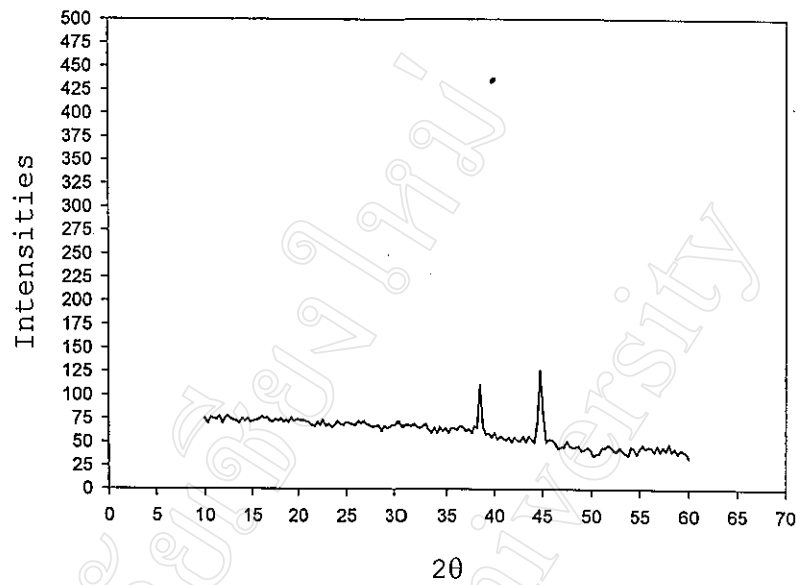
รูปที่ 4.31 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร C  
โดยใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีซึ่งใช้ผลึกโมกานนิตไสเป็นตัวกรองรังสี



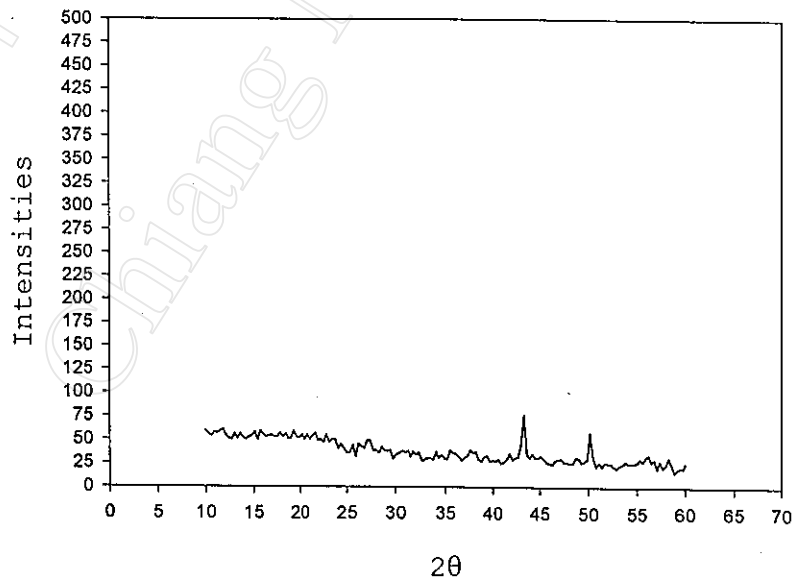
รูปที่ 4.32 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร  $\text{Al}_2\text{O}_3$   
โดยใช้ชุดอุปกรณ์รอกังรังสีซึ่งใช้ผลึกโมกกาไนต์ไนไลเป็นตัวรอกังรังสี



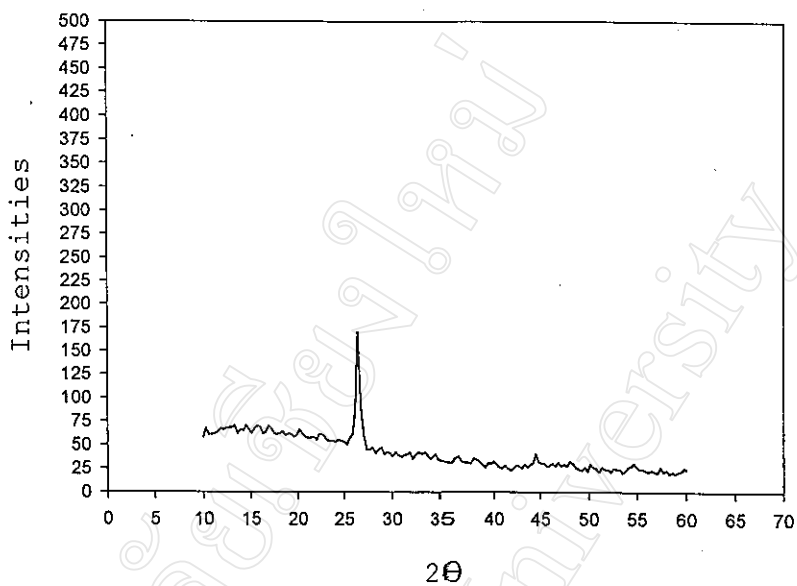
รูปที่ 4.33 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร  $\text{Bi}_2\text{O}_3$   
โดยใช้ชุดอุปกรณ์รอกังรังสีซึ่งใช้ผลึกโมกกาไนต์ไนไลเป็นตัวรอกังรังสี



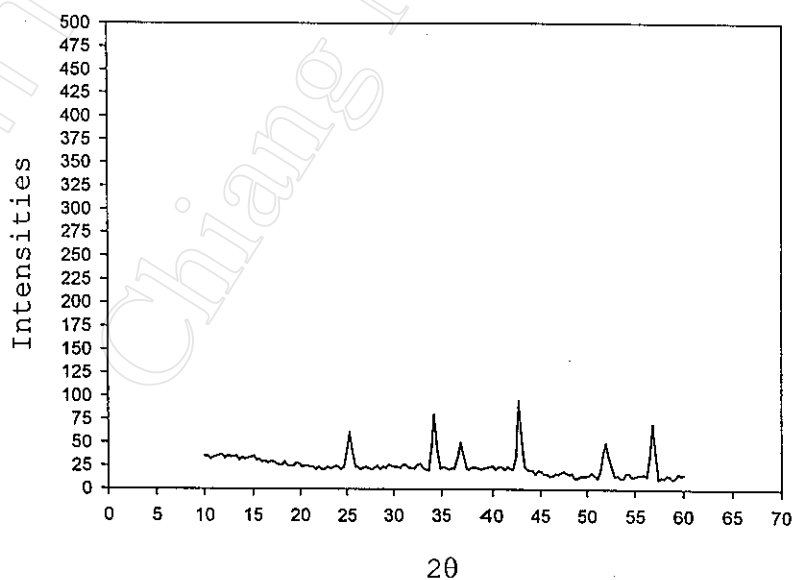
รูปที่ 4.34 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร LiF  
โดยใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีซึ่งใช้ผลึกไมกาชนิดใดเป็นตัวกรองรังสี



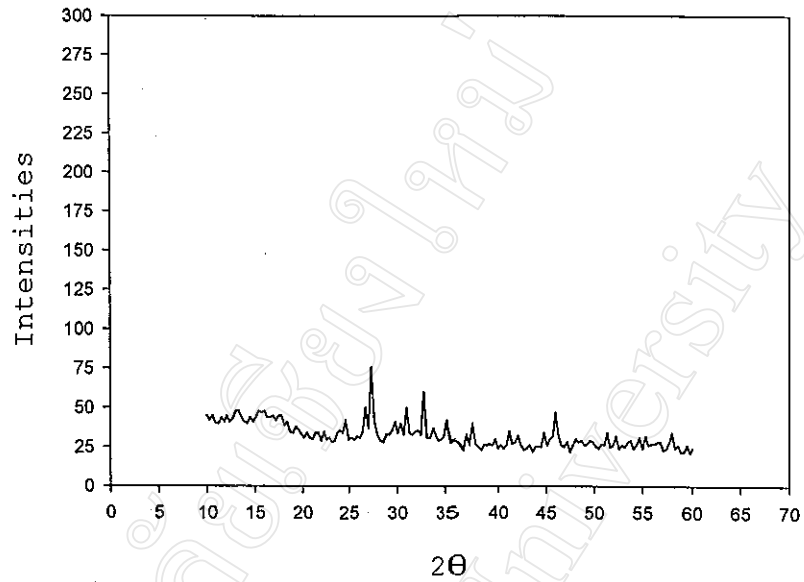
รูปที่ 4.35 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร Cu  
โดยใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีซึ่งใช้ผลึกไมกาชนิดซุ่นเป็นตัวกรองรังสี



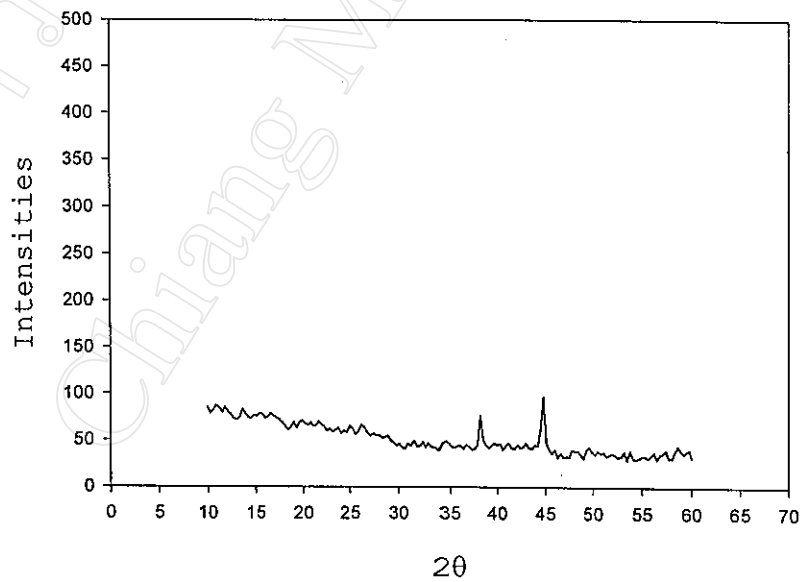
รูปที่ 4.36 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร C  
โดยใช้ชุดอุปกรณ์การองรังสีซึ่งใช้ผลึกโมกกาซนิตซุ่นเป็นตัวกรองรังสี



รูปที่ 4.37 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร  $\text{Al}_2\text{O}_3$   
โดยใช้ชุดอุปกรณ์การองรังสีซึ่งใช้ผลึกโมกกาซนิตซุ่นเป็นตัวกรองรังสี

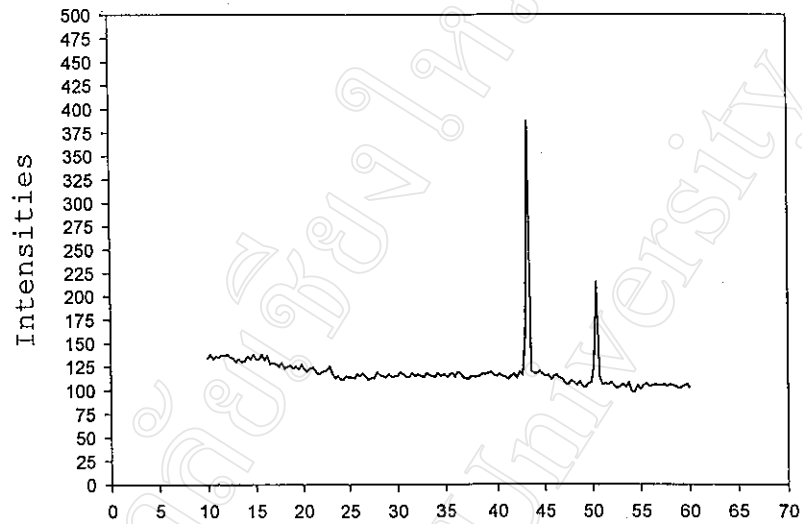


รูปที่ 4.38 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร  $\text{Bi}_2\text{O}_3$   
โดยใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีซึ่งใช้ผลึกไมกาชนิดซุนเป็นตัวกรองรังสี

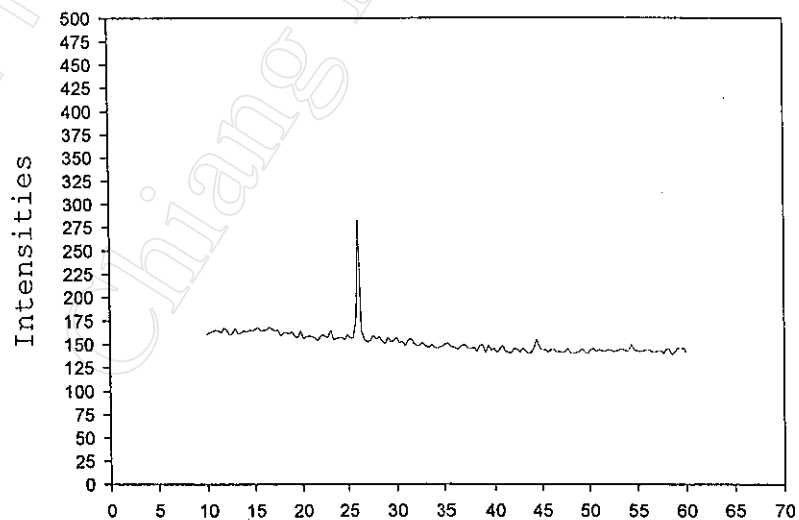


รูปที่ 4.39 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร  $\text{LiF}$   
โดยใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีซึ่งใช้ผลึกไมกาชนิดซุนเป็นตัวกรองรังสี

เมื่อเพิ่มกระแสที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์จาก 10 มิลลิแอมแปร์เป็น 20 มิลลิแอมแปร์ เพื่อศึกษาผลของค่ากระแสที่มีต่อสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ สเปกตรัมที่ได้จะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4.40-4.49

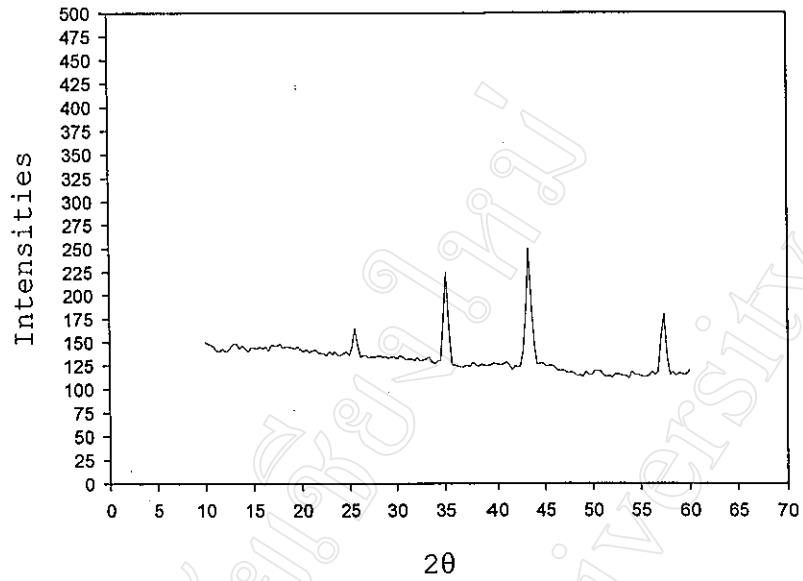


รูปที่ 4.40 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของสาร Cu โดยใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสี ซึ่งใช้ผลึกโมกานิตไสเป็นตัวกรองรังสี โดยให้กระแสต่อหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ 20 มิลลิแอมแปร์

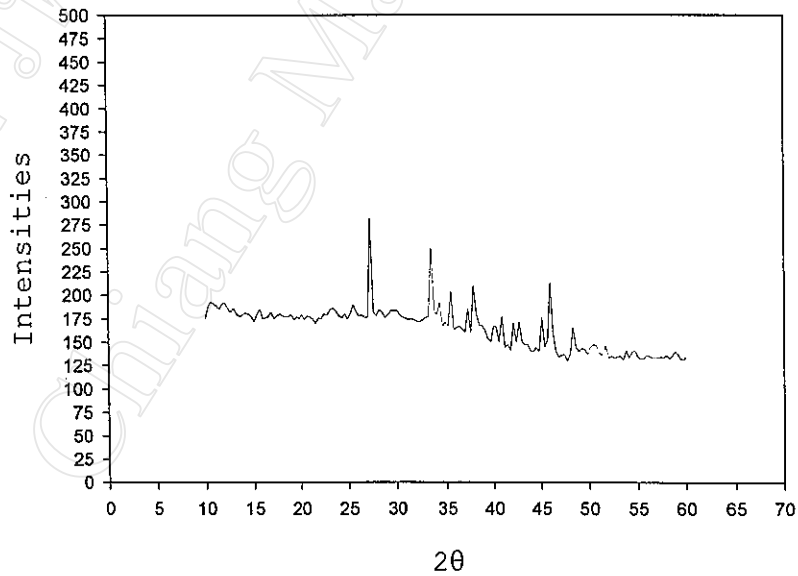


รูปที่ 4.41 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของสาร C โดยใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสี ซึ่งใช้ผลึกโมกานิตไสเป็นตัวกรองรังสี โดยให้กระแสต่อหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ 20 มิลลิแอมแปร์

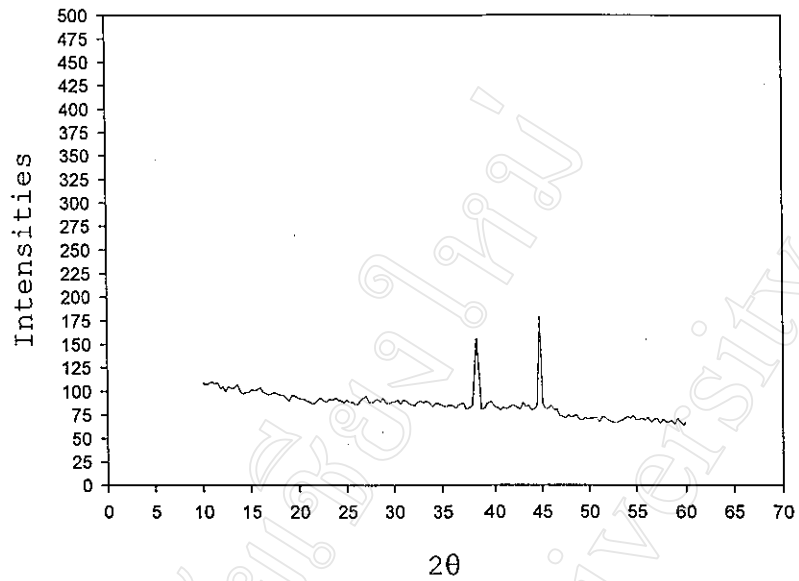




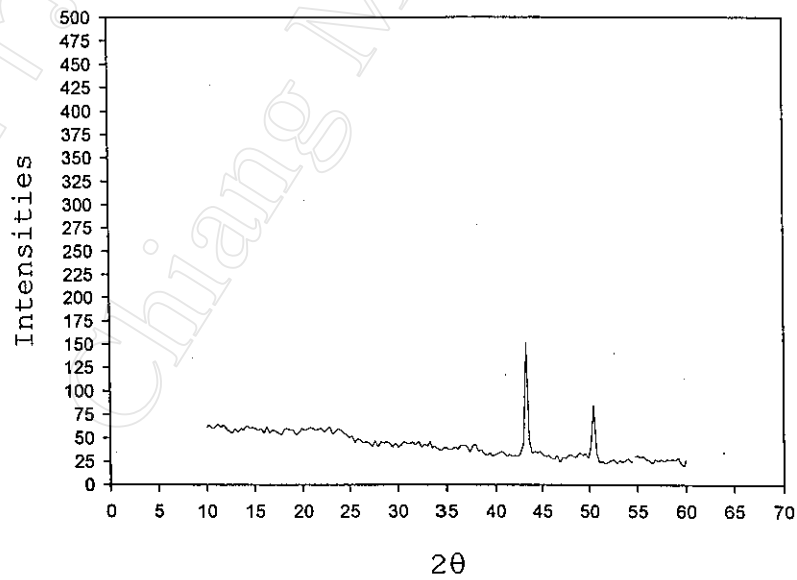
รูปที่ 4.42 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร  $\text{Al}_2\text{O}_3$  โดยใช้ชุดอุปกรณ์รอกวงรังสี ซึ่งใช้ผลึกโมกกาไนต์ไสเป็นตัวรอกวงรังสี โดยให้กระแสต่อหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 20 มิลลิแอมแปร์



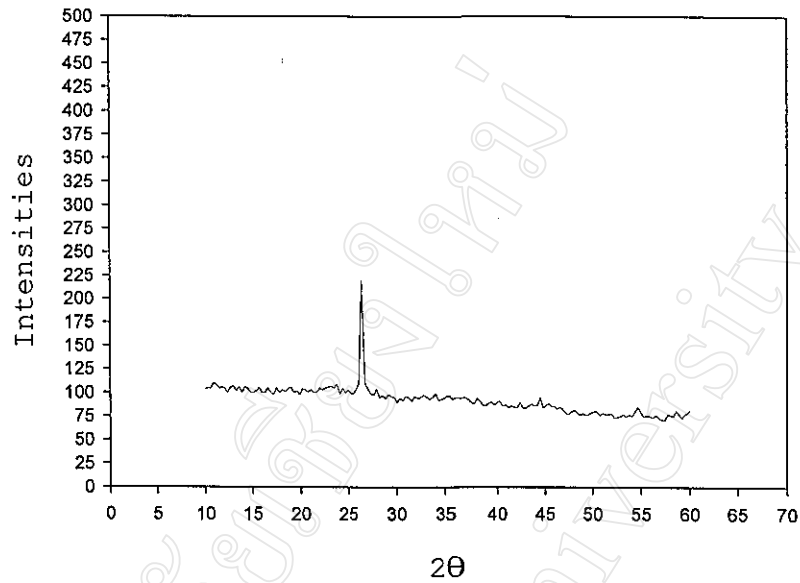
รูปที่ 4.43 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  โดยใช้ชุดอุปกรณ์รอกวงรังสี ซึ่งใช้ผลึกโมกกาไนต์ไสเป็นตัวรอกวงรังสี โดยให้กระแสต่อหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 20 มิลลิแอมแปร์



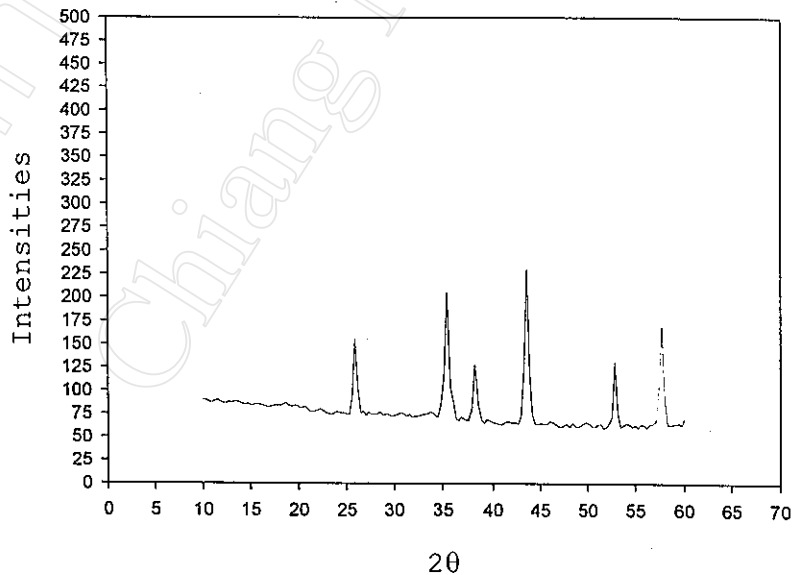
รูปที่ 4.44 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร LiF โดยใช้ชุดอุปกรณ์การรังสี ซึ่งใช้ผลึกโมกกาซนิตไคเป็นตัวกรองรังสี โดยให้กระแสต่อหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 20 มิลลิแอมแปร์



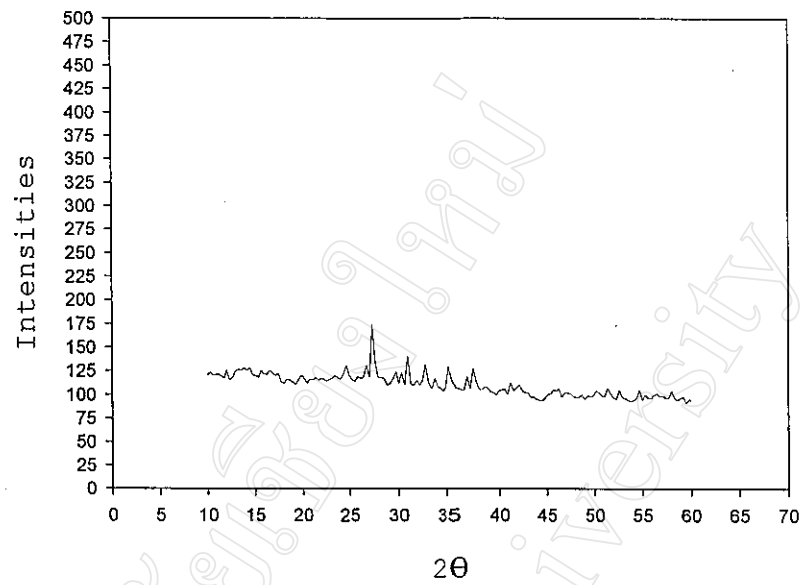
รูปที่ 4.45 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร Cu โดยใช้ชุดอุปกรณ์การรังสี ซึ่งใช้ผลึกโมกกาซนิตซูนเป็นตัวกรองรังสี โดยให้กระแสต่อหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 20 มิลลิแอมแปร์



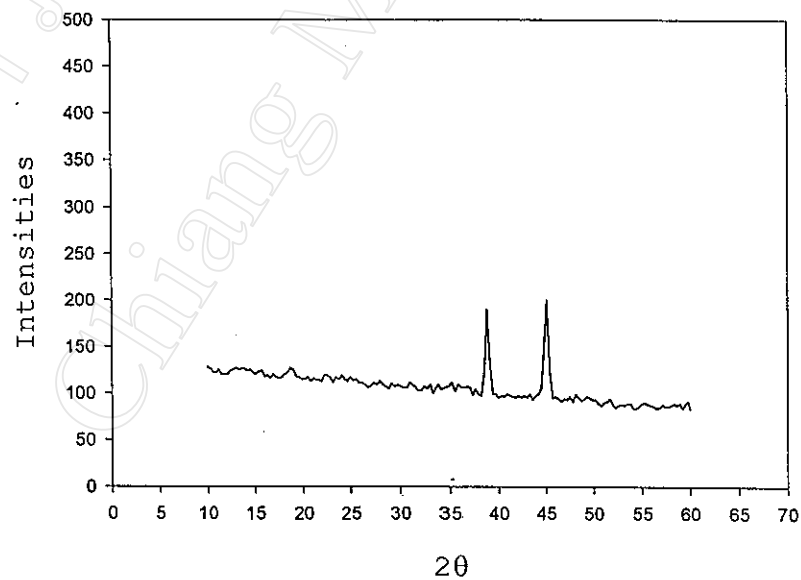
รูปที่ 4.46 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร C โดยใช้ชุดอุปกรณ์รังสี ซึ่งใช้ผลึกโมกกาซนิคซูนเป็นตัวกรองรังสี โดยให้กระแสต่อหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 20 มิลลิแอมแปร์



รูปที่ 4.47 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> โดยใช้ชุดอุปกรณ์รังสี ซึ่งใช้ผลึกโมกกาซนิคซูนเป็นตัวกรองรังสี โดยให้กระแสต่อหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 20 มิลลิแอมแปร์



รูปที่ 4.48 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  โดยใช้ชุดอุปกรณ์การรังสี ซึ่งใช้ผลึกไมกาชนิดซุนเป็นตัวกรองรังสี โดยให้กระแสต่อหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 20 มิลลิแอมแปร์



รูปที่ 4.49 แสดงสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสาร  $\text{LiF}$  โดยใช้ชุดอุปกรณ์การรังสี ซึ่งใช้ผลึกไมกาชนิดซุนเป็นตัวกรองรังสี โดยให้กระแสต่อหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 20 มิลลิแอมแปร์

#### 4.4 สรุปผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์กรองรังสีเอ็กซ์ที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึก

ในการสรุปผลเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์กรองรังสีเอ็กซ์ที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกทั้งสองชนิดที่ได้สร้างขึ้นนั้น ทำโดยการนำสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างซึ่งผ่านการกรองรังสีด้วยระบบที่แตกต่างกัน มาวิเคราะห์เพื่อหาค่า d-spacing ของสารนั้นๆ แล้วนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อน โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

##### 4.4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์กรองรังสีเอ็กซ์ที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดใส

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์กรองรังสีเอ็กซ์ที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดใสทำโดยการนำสเปกตรัมที่ได้จากการตรวจวัดสารตัวอย่างด้วยวิธี XRD ของสารทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ Cu, C,  $Al_2O_3$ ,  $Bi_2O_3$  และ LiF ซึ่งการตรวจวัดสารดังกล่าวทำด้วยเครื่อง XRD รุ่น DX501 ของบริษัท Siemens และในการตรวจวัดนี้จะใช้ระบบการกรองรังสี 2 ระบบที่แตกต่างกันกล่าวคือ ระบบแรกใช้นิกเกิลฟิลเตอร์ ซึ่งเป็นระบบกรองรังสีเดิมของเครื่อง XRD ชนิดเป้าทองแดง ในการกรองรังสี ระบบที่สองใช้ชุดอุปกรณ์กรองรังสีโดยอาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดใส ซึ่งเป็นระบบที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นใหม่ในการกรองรังสีเมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งของสเปกตรัมที่ตรวจวัดได้จากระบบการกรองรังสีทั้งสองระบบ โดยให้ค่ากระแสที่ป้อนแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์มีค่าแตกต่างกันคือ 10 มิลลิแอมแปร์และ 20 มิลลิแอมแปร์ จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการเปรียบเทียบตำแหน่งของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ผ่านสารตัวอย่าง 5 ชนิด โดยใช้ระบบการกรองรังสีที่แตกต่างกันสองระบบ และให้ค่ากระแสแอมป์ที่วัดได้ของรังสีเอ็กซ์ 10 มิลลิแอมแปร์

สาร	ลำดับ ความเข้ม	ระบบที่ใช้ निकเกิลฟิลเตอร์			ระบบที่ใช้การเลี้ยวเบนผ่าน ผลึกโมกานิต			% error
		$2\theta$	d	$I/I_0$	$2\theta$	d	$I/I_0$	
Cu	1	43.00	2.103	100	43.30	2.089	100	0.66
	2	50.20	1.817	41	50.50	1.807	55	0.55
C	1	25.90	3.437	100	26.20	3.398	100	1.13
	2	43.90	2.061	10	44.20	2.047	28	0.68
	3	54.10	1.694	9	54.40	1.685	25	0.53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	43.00	3.288	100	43.30	2.088	100	0.67
	2	34.60	2.728	57	35.20	2.547	72	1.66
	3	57.10	1.971	38	57.40	1.604	65	0.50
	4	25.00	2.590	26	-	-	-	-
	5	52.30	1.748	28	52.60	1.739	48	0.57
	6	37.30	2.021	23	-	-	-	-
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	27.10	3.288	100	27.40	3.252	100	1.09
	2	32.80	2.728	57	33.40	2.680	85	1.76
	3	46.00	1.971	38	46.00	1.971	67	0.00
	4	34.60	2.590	26	35.50	2.527	64	2.43
	5	25.30	3.517	28	24.70	3.601	60	2.39
	6	44.80	2.021	23	45.10	2.009	50	0.59
LiF	1	44.50	2.034	100	44.80	2.021	100	0.64
	2	38.20	2.354	92	38.50	2.336	88	0.76

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการเปรียบเทียบตำแหน่งของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ผ่านสารตัวอย่าง 5 ชนิด โดยใช้ระบบการกรอกรังสีที่แตกต่างกันสองระบบ และให้ค่ากระแสแอมป์ของหลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 20 มิลลิแอมป์

สาร	ลำดับ ความเข้ม	ระบบที่ใช้เทคนิคฟิลเตอร์			ระบบที่ใช้การเลี้ยวเบนผ่าน ผลึกโมกาชนิดใส			% error
		$2\theta$	d	$I/I_0$	$2\theta$	d	$I/I_0$	
Cu	1	43.00	2.103	100	43.30	2.089	100	0.67
	2	50.20	1.817	41	50.50	1.807	56	0.55
C	1	25.90	3.437	100	26.20	3.398	100	1.13
	2	43.90	2.061	10	44.50	2.034	54	1.31
	3	54.10	1.694	9	54.40	1.685	53	0.53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	43.00	3.288	100	43.30	2.088	100	0.67
	2	34.60	2.728	57	35.20	2.547	90	1.66
	3	57.10	1.971	38	57.20	1.604	72	0.50
	4	25.00	2.590	26	25.60	3.477	66	2.30
	5	52.30	1.749	28	-	-	-	-
	6	37.30	2.021	23	-	-	-	-
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	27.10	3.288	100	27.40	3.252	100	1.09
	2	32.80	2.728	57	33.40	2.680	89	1.76
	3	46.00	1.971	38	46.00	1.971	76	0.00
	4	34.60	2.590	26	35.50	2.527	72	2.43
	5	25.30	3.517	28	25.60	3.476	67	1.17
	6	44.80	2.021	23	45.10	2.009	62	0.59
LiF	1	44.50	2.034	100	44.80	2.021	100	0.64
	2	38.20	2.354	92	38.50	2.336	87	0.76

เมื่อนำค่า d-spacing ที่ได้จากการตรวจวัดสารตัวอย่างด้วยวิธี XRD โดยใช้ระบบการกรองรังสีที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกโมกกาชนิดใดเทียบกับค่า d-spacing ของสารทั้ง 5 ชนิด จากฐานข้อมูล JCPDS. จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.10 และ 4.11

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า d-spacing ที่ได้จากการตรวจวัดสารตัวอย่างด้วยวิธี XRD ของระบบการกรองรังสีที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกโมกกาชนิดใดกับค่าจากฐานข้อมูล JCPDS. โดยให้กระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์เป็น 10 มิลลิแอมแปร์

สาร	ลำดับ ความเข้ม	ค่าจากฐานข้อมูล JCPDS.		ระบบที่ใช้การเลี้ยวเบน ผ่านผลึกโมกกาชนิดใด		% error
		d	I/I <sub>0</sub>	d	I/I <sub>0</sub>	
Cu	1	2.088	100	2.089	100	0.05
	2	1.808	46	1.807	55	0.06
C	1	3.348	100	3.398	100	1.49
	2	2.027	15	2.047	28	0.99
	3	1.674	6	1.685	25	0.66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	2.085	100	2.088	100	0.14
	2	2.552	90	2.547	72	0.20
	3	1.601	80	1.604	65	0.19
	4	3.479	75	-	-	-
	5	1.740	45	1.739	48	0.06
	6	2.379	40	-	-	-
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	3.253	100	3.252	100	0.03
	2	2.708	40	2.680	85	1.03
	3	1.958	25	1.971	67	0.66
	4	2.559	16	2.527	64	1.25
	5	3.456	20	3.601	60	4.20
	6	-	-	2.009	50	-
LiF	1	2.013	100	2.021	100	0.40
	2	2.325	95	2.336	88	0.47



ตารางที่ 4.11 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า d-spacing ที่ได้จากการตรวจวัดสารตัวอย่างด้วยวิธี XRD ของระบบการกรองรังสีที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดใดกับค่าจากฐานข้อมูล JCPDS. โดยให้กระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์เป็น 20 มิลลิแอมแปร์

สาร	ลำดับ ความเข้ม	ค่าจากฐานข้อมูล JCPDS.		ระบบที่ใช้การเลี้ยวเบน ผ่านผลึกไมกาชนิดใด		% error
		d	I/I <sub>0</sub>	d	I/I <sub>0</sub>	
Cu	1	2.088	100	2.089	100	0.05
	2	1.808	46	1.807	56	0.06
C	1	3.348	100	3.398	100	1.49
	2	2.027	15	2.034	54	0.35
	3	1.674	6	1.685	53	0.66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	2.085	100	2.088	100	0.14
	2	2.552	90	2.547	90	0.20
	3	1.601	80	1.604	72	0.19
	4	3.479	75	3.477	66	0.06
	5	1.740	45	-	-	-
	6	2.379	40	-	-	-
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	3.253	100	3.252	100	0.03
	2	2.708	40	2.680	89	1.03
	3	1.958	25	1.971	76	0.66
	4	2.559	16	2.527	72	1.25
	5	3.456	20	3.476	67	0.58
	6	-	-	2.009	62	-
LiF	1	2.013	100	2.021	100	0.40
	2	2.325	95	2.336	87	0.47

#### 4.4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์กรองรังสีเอ็กซ์ที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดซูน

ในทำนองเดียวกัน เมื่อนำสเปกตรัมที่ได้จากการตรวจวัดสารตัวอย่างด้วยวิธี XRD ของสารทั้ง 5 ชนิดซึ่งกรองรังสีโดยชุดอุปกรณ์กรองรังสีเอ็กซ์ที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกาชนิดซูนเปรียบเทียบกับสเปกตรัมที่ได้จากระบบที่ใช้ निकเกิลฟิลเตอร์ในการกรองรังสี โดยให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์เป็น 10 และ 20 มิลลิแอมแปร์ จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการเปรียบเทียบตำแหน่งของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ผ่านสารตัวอย่าง 5 ชนิด โดยใช้ระบบการกรองรังสีที่แตกต่างกันสองระบบ และให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 10 มิลลิแอมแปร์

สาร	ลำดับ ความเข้ม	ระบบที่ใช้ निकเกิลฟิลเตอร์			ระบบที่ใช้การเลี้ยวเบนผ่าน ผลึกไมกาชนิดซูน			% error
		2 $\theta$	d	I/I <sub>0</sub>	2 $\theta$	d	I/I <sub>0</sub>	
Cu	1	43.00	2.103	100	43.30	2.089	100	0.67
	2	50.20	1.817	41	50.20	1.817	75	0.00
C	1	25.90	3.437	100	26.50	3.361	100	2.21
	2	43.90	2.061	10	44.50	2.034	23	1.31
	3	54.10	1.694	9	54.70	1.677	18	1.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	43.00	3.288	100	42.70	2.116	100	0.67
	2	34.60	2.728	57	34.30	2.612	84	0.85
	3	57.10	1.971	38	56.80	1.619	73	0.43
	4	25.00	2.590	26	25.30	3.517	64	1.18
	5	52.30	1.748	28	52.00	1.757	56	0.52
	6	37.30	2.021	23	37.00	2.427	52	0.75
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	27.10	3.288	100	27.40	3.252	100	1.10
	2	32.80	2.728	57	32.80	2.728	79	0.00
	3	46.00	1.971	38	46.00	1.971	66	0.00
	4	34.60	2.590	26	35.20	2.547	62	1.66
	5	25.30	3.517	28	24.70	3.601	55	2.39
	6	44.80	2.021	23	44.80	2.021	45	0.00
LiF	1	44.50	2.034	100	44.80	2.021	100	0.64
	2	38.20	2.354	92	38.20	2.354	79	0.00

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการเปรียบเทียบตำแหน่งของสเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ผ่านสารตัวอย่าง 5 ชนิด โดยใช้ระบบการกรองรังสีที่แตกต่างกันสองระบบ และให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ 20 มิลลิแอมแปร์

สาร	ลำดับ ความเข้ม	ระบบที่ใช้ निकเกิดฟิลเตอร์			ระบบที่ใช้การเลี้ยวเบนผ่าน ผลึกไมกาชนิดซุ่น			% error
		$2\theta$	d	I/I <sub>0</sub>	$2\theta$	d	I/I <sub>0</sub>	
Cu	1	43.00	2.103	100	43.30	2.089	100	0.67
	2	50.20	1.817	41	50.50	1.807	56	0.55
C	1	25.90	3.437	100	26.50	3.361	100	2.21
	2	43.90	2.061	10	44.50	2.034	43	1.31
	3	54.10	1.694	9	54.70	1.677	39	1.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	43.00	3.288	100	43.00	2.102	100	0.00
	2	34.60	2.728	57	35.50	2.527	89	2.43
	3	57.10	1.971	38	57.70	1.596	74	0.99
	4	25.00	2.590	26	25.90	3.437	68	3.43
	5	52.30	1.748	28	52.90	1.729	57	1.09
	6	37.30	2.021	23	38.20	2.354	56	2.28
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	27.10	3.288	100	27.40	3.252	100	1.10
	2	32.80	2.728	57	32.80	2.728	75	0.00
	3	46.00	1.971	38	46.30	1.959	61	0.61
	4	34.60	2.590	26	35.20	2.547	74	1.66
	5	25.30	3.517	28	24.70	3.601	75	2.39
	6	44.80	2.021	23	-	-	-	-
LiF	1	44.50	2.034	100	45.10	2.009	100	1.23
	2	38.20	2.354	92	38.80	2.319	95	1.49

เมื่อนำค่า d-spacing ที่ได้จากการตรวจวัดสารตัวอย่างด้วยวิธี XRD โดยใช้ระบบการกรองรังสีที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกานิตซูน เทียบกับค่า d-spacing ของสารทั้ง 5 ชนิดจากฐานข้อมูล JCPDS. โดยให้ค่ากระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์เป็น 10 และ 20 มิลลิแอมแปร์ จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.14 และ 4.15 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า d-spacing ที่ได้จากการตรวจวัดสารตัวอย่างด้วยวิธี XRD ของระบบการกรองรังสีที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกานิตซูน กับค่าจากฐานข้อมูล JCPDS. โดยให้กระแสแก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์เป็น 10 มิลลิแอมแปร์

สาร	ลำดับ ความเข้ม	ค่าจากฐานข้อมูล JCPDS.		ระบบที่ใช้การเลี้ยวเบน ผ่านผลึกไมกานิตซูน		% error
		d	I/I <sub>0</sub>	d	I/I <sub>0</sub>	
Cu	1	2.088	100	2.089	100	0.05
	2	1.808	46	1.817	75	0.50
C	1	3.348	100	3.361	100	0.40
	2	2.027	15	2.034	23	0.35
	3	1.674	6	1.677	18	0.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	2.085	100	2.116	100	1.50
	2	2.552	90	2.612	84	2.35
	3	1.601	80	1.619	73	1.12
	4	3.479	75	3.517	64	1.10
	5	1.740	45	1.757	56	0.98
	6	2.379	40	2.427	52	2.02
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	3.253	100	3.252	100	0.03
	2	2.708	40	2.728	79	0.74
	3	1.958	25	1.971	66	0.66
	4	2.559	16	2.547	62	0.47
	5	3.456	20	3.601	55	4.20
	6	-	-	2.021	45	-
LiF	1	2.013	100	2.021	100	0.40
	2	2.325	95	2.354	79	1.25

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า d-spacing ที่ได้จากการตรวจวัดสารตัวอย่างด้วยวิธี XRD ของระบบการกรองรังสีที่อาศัยการเลี้ยวเบนผ่านผลึกไมกานิตซูน กับค่าจากฐานข้อมูล JCPDS. โดยให้กระแสแก๊พลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์เป็น 20 มิลลิแอมแปร์

สาร	ลำดับ ความเข้ม	ค่าจากฐานข้อมูล JCPDS.		ระบบที่ใช้การเลี้ยวเบน ผ่านผลึกไมกานิตซูน		% error
		d	I/I <sub>0</sub>	d	I/I <sub>0</sub>	
Cu	1	2.088	100	2.089	100	0.05
	2	1.808	46	1.807	56	0.06
C	1	3.348	100	3.361	100	0.40
	2	2.027	15	2.034	43	0.36
	3	1.674	6	1.677	39	0.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	2.085	100	2.102	100	0.82
	2	2.552	90	2.527	89	0.98
	3	1.601	80	1.596	74	0.31
	4	3.479	75	3.437	68	1.20
	5	1.740	45	1.729	57	0.63
	6	2.379	40	2.354	56	1.05
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	3.253	100	3.252	100	0.30
	2	2.708	40	2.728	75	0.74
	3	1.958	25	1.959	61	0.05
	4	2.559	16	2.547	74	0.47
	5	3.456	20	3.601	75	4.20
	6	-	-	-	-	-
LiF	1	2.013	100	2.009	100	0.20
	2	2.325	95	2.319	95	0.26