บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากการพัฒนาที่รวดเร็วในยุคนี้จึงนำไปสู่การนำสารกัมมันตรังสีเพื่อประยุกต์ใช้ ไม่ว่าจะในด้านพลังงาน ด้านการแพทย์ หรือด้านอุตสาหกรรมต่างๆ ทำให้มนุษย์เราได้รับรังสีได้ง่ายขึ้น และมีความเสี่ยงต่ออาการเจ็บป่วยเมื่อได้รับรังสีมากเกินขนาดได้ แล้วมนุษย์เราก็ไม่สามารถมองเห็นรังสีได้ด้วยตาเปล่า ฉะนั้นการตรวจวัดรังสีจึงมีความสำคัญ ทั้งในด้านการป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ ทั้งยังช่วยในด้านการควบคุมปริมาณรังสีเพื่อให้เหมาะสมกับการไปใช้งานในประเภทต่างๆ

สารบางชนิดเมื่อได้รับพลังงานจากรังสี จะสามารถเปลี่ยนพลังงานจากรังสีที่ได้รับออกมาในรูปแบบของการเปล่งแสงหรือแสงซินทิลเลชัน (Scintillation Light) ได้ ซึ่งสารประเภทนี้เรียกว่า ซินทิลเลเตอร์ (Scintillator) โดยสามารถแบ่งออกเป็นประเภทหลักๆ ได้ 2 ประเภท คือ ที่เป็นสารอินทรีย์ (Organic Materials) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโมเลกุลของไฮโดรเจนคาร์บอน มีทั้งที่อยู่ในสถานะของของแข็งจำพวกพลาสติก เช่น แอนทราซีน (Anthracene: $C_{14}H_{10}$) สไตบีน (Stilbene: $C_{14}H_{12}$) ที่เป็นของเหลว เช่น พี-เทอฟีนิล (P-Terphenyl: $C_{18}H_{14}$) และที่เป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic Materials) ในรูปของผลึกของแข็ง เช่น โซเดียมไอโอไดน์ (NaI) ซีเซียมไอโอไดน์ (CsI) [1]

ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีซินทิลเลเตอร์อยู่เป็นจำนวนมาก แต่ซินทิลเลเตอร์ที่ดีนั้นต้องมีผลผลิตแสงที่สูง ความหนาแน่นสูง การสลายตัวของการเปล่งแสงเร็ว และสัมประสิทธิ์การสูญเสียแสงที่ต่ำ ดังนั้นจึงนำไปสู่การศึกษาและพัฒนาผลึกซินทิลเลเตอร์ออกไซด์ที่เจือด้วยอิออน Ce^{3+} อย่างงานวิจัยนี้ก็ได้นำผลึกเดี่ยว $(Lu,Y)_2SiO_5$:Ce ที่เป็นผลึกซินทิลเลเตอร์ออกไซด์ที่เจือด้วยอิออน Ce^{3+} มาทำการเปรียบเทียบกับผลึกเดี่ยว $Bi_4Ge_3O_{12}$ ซึ่งเป็นผลึกมาตรฐาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางแสงและซินทิลเลชันของผลึกเดี่ยว BGO และ LYSO:Ce ที่มีขนาด 5×5×1, 5×5×3, 5×5×6 และ 5×5×12 mm^3

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางแสงของผลึก BGO และ LYSO:Ce ที่มีความสูงแตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางซินทิลเลชันของผลึก BGO และ LYSO:Ce ที่มีความสูงแตกต่างกัน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเข้าใจกระบวนการทำงานของหัววัดซินทิลเลชัน
2. เรียนรู้การใช้เครื่องสเปกโตฟลูออโรมิเตอร์ (Spectrofluorometer)
3. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของผลึก BGO และ LYSO:Ce ที่มีความสูงแตกต่างกัน ว่าส่งผลอย่างไรต่อซินทิลเลชัน
4. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ อุตสาหกรรม และงานวิจัยที่มีประโยชน์ต่อไป

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษากลไกการเปล่งแสงในผลึกซินทิลเลเตอร์ที่เป็นสารอนินทรีย์
2. ศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางแสงและสมบัติทางซินทิลเลชันของผลึก BGO และ LYSO:Ce ที่มีความสูงแตกต่างกัน ซึ่งได้ทำการศึกษาสมบัติดังต่อไปนี้
   2.1 สเปกตรัมการกระตุ้นและการปลดปล่อยแสงลูมิเนสเซนส์ (Photoluminescence)
   2.2 เอาท์พุตแสง (Light Output)
   2.3 การแยกชัดพลังงาน (Energy Resolution) และการแยกชัดในตัวของผลึก (Intrinsic Energy Resolution)
   2.4 ความไม่เป็นสัดส่วนของยีลด์แสง (Non-Proportionality of Light Yield)
   2.5 โฟโตแฟรกชัน (Photofraction)
   2.6 สัมประสิทธิ์การสูญเสียแสง (Light Loss Coefficient)
   2.7 สัมประสิทธิ์การลดทอนมวลรวม (Total Mass Attenuation Coefficient)

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สมบัติทางแสง

   ทำการศึกษาสเปกตรัมการกระตุ้น และการปลดปล่อยแสงลูมิเนสเซนส์ภายใต้อุณหภูมิห้อง ของผลึกเดี่ยว BGO และ LYSO:Ce โดยใช้เครื่องสเปกโตฟลูออโรมิเตอร์ ฮิตาชิ รุ่น F-2500

2. สมบัติทางซินทิลเลชัน

   ทำการวัดยีลด์โฟโตอิเล็กตรอน และการแยกชัดพลังงานของผลึกเดี่ยว BGO และ LYSO:Ce โดยใช้หลอดทวีคูณแสง (Photomultiplier: PMT) Photonis เบอร์ XP5200B โดยการกระตุ้นด้วยรังสีแกมมาจากแหล่งกำเนิดพลังงานต่างๆ และทำการบันทึกสเปกตรัมด้วยเครื่องวิเคราะห์สัญญาณหลายช่อง (Multichannel Analyzer: MCA) วัดยีลด์โฟโตอิเล็กตรอนโดยเปรียบเทียบตำแหน่งของพีคพลังงานเต็ม จากการวัดรังสีแกมมาของผลึกกับพีคอิเล็กตรอนเดี่ยวจากโฟโตคาโทด (Photocathode) โดยนำค่ากำลังขยายของหลอดทวีคูณแสงมาคำนวณด้วย