

การศึกษาคุณสมบัติการวัดรังสีของอิมิจิงเฟลต

*วิเชียร รตนธงชัย¹ วิไลรัตน์ สุจริต² และนเรศร์ จันทน์ขาว³

¹สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 16 ถ.วิภาวดีรังสิต ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 02-5967600 ต่อ 3414 โทรสาร 02-5620118 E-mail: wichian@tint.or.th

²ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กทม. 10330 โทร. 02-2186781 โทรสาร 02-2186780 E-mail: kloy_phy@hotmail.com

³ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กทม. 10330 โทร. 02-2186781 โทรสาร 02-2186780 E-mail: fnenck@eng.chula.ac.th

บทคัดย่อ

อิมิจิงเฟลตเป็นแผ่นวัดปริมาณรังสีที่ใช้หลักการกระตุ้นการเปล่งแสงของสารเรืองแสงหรือ photo-stimulated luminescent (PSL) ซึ่งเป็นผลึกของแบเรียมฟลูออโรโบรไมด์เจือด้วยยูโรเปียม ในการศึกษาคุณสมบัติด้านความไวต่อรังสี การจางลงของสัญญาณที่บันทึกไว้ โดยใช้รังสีแกมมาจากไอโซโทปรังสียูโรเปียม-152 (Eu-152) รังสีบีตาจากซัลเฟอร์-35 (S-35) และรังสีเอกซ์จากอะเมริเซียม-241 (Am-241) ทำการทดลองโดยใช้อิมิจิงเฟลต Fuji BAS-MS และอ่านค่าสัญญาณที่บันทึกไว้ด้วยเครื่องอ่านอิมิจิงเฟลต ค่า PSL มีความเข้มแปรผันตามปริมาณรังสีที่ได้รับ และสัญญาณที่บันทึกไว้มีค่าจางลดลงตามเวลาที่เก็บไว้ก่อนการอ่าน

คำสำคัญ : อิมิจิงเฟลต IP photo-stimulated luminescent PSL

Study of Imaging Plate Radiation Detection Characterization

*Wichian Ratanatongchai¹ Wilairat Sutcharit² and Nares Chankow³

¹Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization), 16 Vibhavadi Rangsit Road, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand Phone: 662-5967600 ext 3414, Fax: 662-5620118, E-mail: wichian@tint.or.th

²Department of Nuclear Technology, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, 254 Phayathai Road, Pathumwan, Bangkok 10330, Phone: 662-2186781, Fax: 662-2186780, E-mail: kloy_phy@hotmail.com

³Department of Nuclear Technology, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, 254 Phayathai Road, Pathumwan, Bangkok 10330, Phone: 662-2186781, Fax: 662-2186780, E-mail: fnenck@eng.chula.ac.th

Abstract

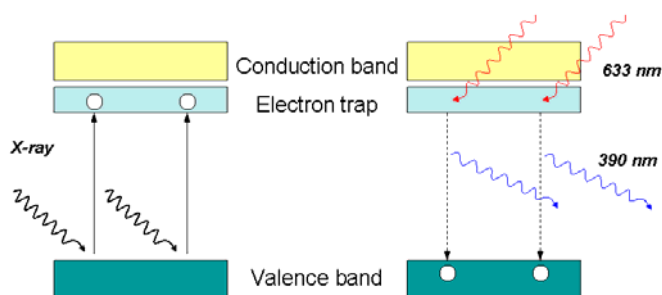
Imaging plate (IP) is an ionizing radiation detector using a photo-stimulated luminescent (PSL) phosphor (BaFBr:Eu²⁺) crystal. Radiation source for the imaging plate study were Eu-152, S-35 and Am-241 for gamma ray, beta ray and X ray source respectively. Characteristics of photo-stimulated luminescent of IP, such as radiation sensitivity, PSL fading and radiation backscattering of Fuji BAS-MS IP signal were investigated using

an IP reader. The PSL signal intensity of IP was proportional to the radiation dose. The exposed IP signal faded away rather quickly as time elapsed.

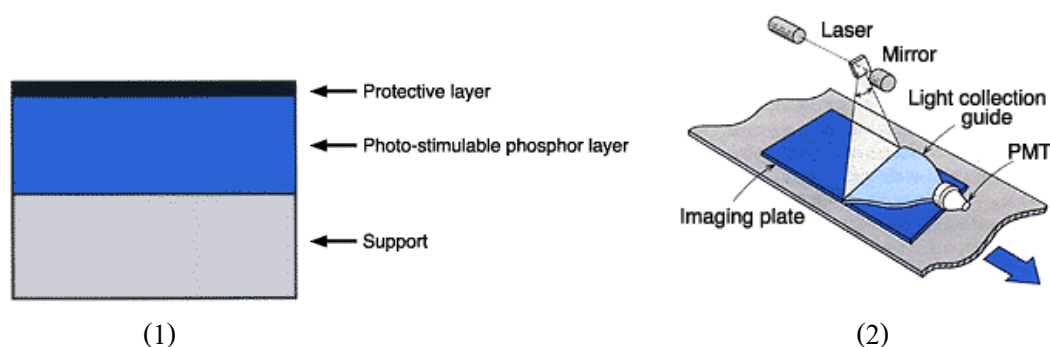
Keywords: imaging plate IP photo-stimulated luminescent PSL

1. บทนำ

อิมิจิงเพลต (imaging plate) หรือ IP เป็นแผ่นบันทึกปริมาณรังสี ประกอบด้วยผลึกเรืองแสงของสารประกอบแบเรียมฟลูออโรโบรไมด์ที่เจือด้วยยูโรเพียม (barium fluorobromide : bivalent europium) มีสูตรโมเลกุลเป็น BaFBr:Eu^{2+} เคลือบอยู่บนแผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์ เมื่ออิมิจิงเพลตได้รับรังสี อิเล็กตรอนบางส่วนจะเคลื่อนที่จากแถบวาเลนซ์ไปที่กับดัก (electron trap) ที่อยู่ระหว่างแถบการนำกับแถบวาเลนซ์ และจะเคลื่อนที่กลับสู่แถบวาเลนซ์อีกครั้ง เมื่อได้รับพลังงานจากแสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 633 นาโนเมตร กระบวนการทั้งหมดนี้เรียกว่า โฟโตสติมูเลตเตดลูมินิสเซนซ์ (photostimulated luminescent) [1] หรือ PSL ดังแสดงรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการโฟโตสติมูเลตเตดลูมินิสเซนซ์ (photostimulated luminescent)



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของอิมิจิงเพลต (1) และการทำงานของเครื่องอ่านอิมิจิงเพลต (2)

การศึกษาคุณสมบัติของอิมิจิงเพลตในด้านความไวต่อรังสี การจางลงของสัญญาณก่อนการอ่าน และการสะท้อนของรังสีจากวัสดุขณะบันทึกปริมาณรังสี ทำการทดลองโดยใช้รังสีแกมมา รังสี

บีตา และรังสีเอกซ์ บันทึกปริมาณรังสีโดยวางต้นกำเนิดรังสีบนอิมิจิงเพลต และสแกนด้วยเครื่องอ่านอิมิจิงเพลตซึ่งใช้แสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 633 นาโนเมตร และแสดงผลการวัดปริมาณรังสีที่บันทึกไว้เป็นค่า PSL ต่อตารางมิลลิเมตร อิมิจิงเพลตมีส่วนประกอบและกระบวนการอ่านค่า PSL [2]

ดังรูปที่ 2

2. วัสดุอุปกรณ์

การศึกษาคุณสมบัติของอิมิจิงเพลต ทำการทดลองโดยใช้รังสีแกมมา รังสีบีตา และรังสีเอกซ์ วัสดุและอุปกรณ์ประกอบด้วย

- 2.1 อิมิจิงเพลต Fuji MS ขนาด 20cm x40cm ผลิตโดยบริษัท ฟุจิฟิล์ม จำกัด ประเทศญี่ปุ่น
- 2.2 เครื่องอ่านอิมิจิงเพลต GE รุ่น Typhoon FLA7000 ผลิตโดยบริษัท GE Health Care จำกัด สหรัฐอเมริกา
- 2.3 โปรแกรมวิเคราะห์และประมวลผล GE Image Quant TL ผลิตโดยบริษัท GE Health Care จำกัด สหรัฐอเมริกา
- 2.4 เครื่องลบอิมิจิงเพลต GE Eraser ผลิตโดยบริษัท GE Health Care จำกัด สหรัฐอเมริกา
- 2.5 ต้นกำเนิดรังสีแกมมา Eu-152 ต้นกำเนิดรังสีบีตา S-35 และต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ Am-241 กัมมันตภาพรังสี 1 ไมโครคูรี

3. วิธีการ

การศึกษาคุณสมบัติของอิมิจิงเพลตประกอบด้วยการทดสอบความไว (imaging plate sensitivity) เพื่อเปรียบเทียบค่า PSL mm^{-2} ที่อ่านจากอิมิจิงเพลตกับปริมาณรังสีที่ได้รับ และการจางของสัญญาณ (signal fading) บนอิมิจิงเพลต ซึ่งทำการทดลองดังนี้

3.1 การทดสอบความไวของอิมิจิงเพลต

ทดสอบความไวของอิมิจิงเพลตต่อรังสีแกมมา รังสีบีตา และรังสีเอกซ์ โดยใช้ไอโซโทป รังสี Eu-152, S-35 และ Am-241 เป็นต้นกำเนิดแต่ละชนิดตามลำดับ วางต้นกำเนิดรังสีบนอิมิจิงเพลตเป็นเวลา 1, 5, 10, 20, 30, 40, 60 และ 80 นาที สแกนและอ่านค่า PSL ด้วยเครื่องอ่านอิมิจิงเพลต และหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า PSL mm^{-2} กับเวลาในการได้รับรังสี

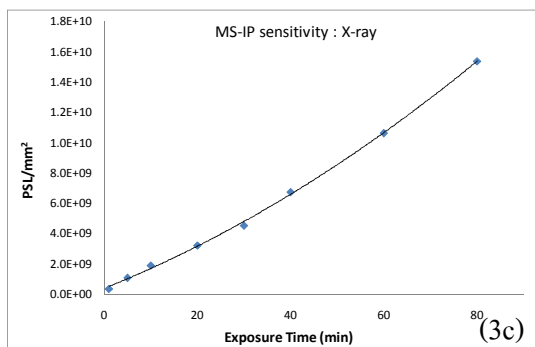
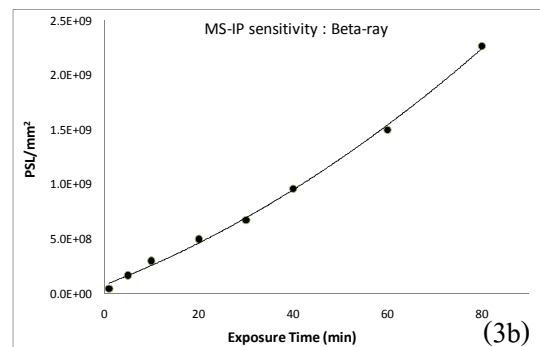
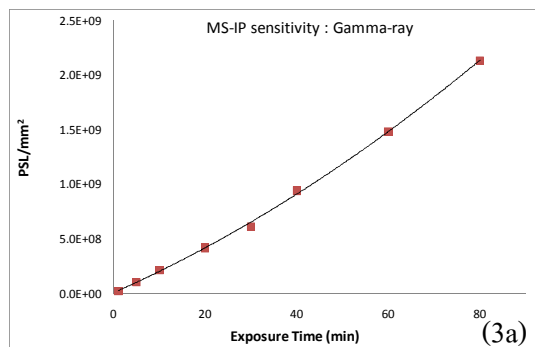
3.2 การทดสอบการจางของสัญญาณบนอิมเมจเพลต

ทดสอบการจางลงของสัญญาณที่บันทึกไว้บนอิมเมจเพลต โดยวางต้นกำเนิดรังสีแกมมา ต้นกำเนิดรังสีบีตา และต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ เป็นเวลา 1 นาที ทั้งช่วงเวลาก่อนการอ่าน 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 นาที สแกนด้วยเครื่องอ่านอิมเมจเพลต และบันทึกค่า PSL mm^{-2} ที่อ่านได้ เปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ของเวลาที่เก็บไว้ก่อนการอ่าน

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การทดสอบความไวของอิมเมจเพลต

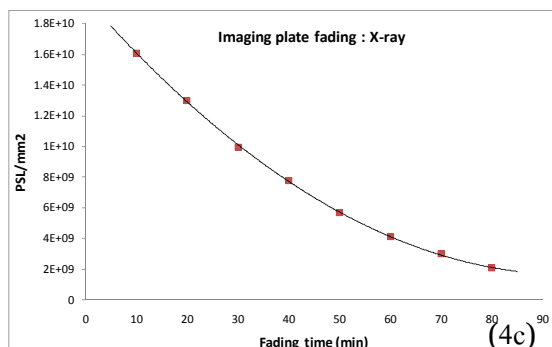
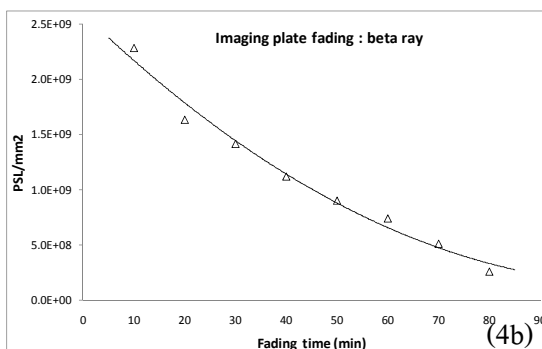
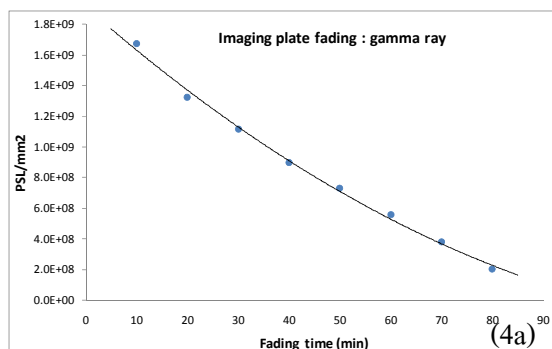
อิมเมจเพลตแบบ Fuji MS ที่ใช้ในการทดลอง มีค่า PSL mm^{-2} ที่อ่านได้แปรผันตามปริมาณรังสีที่ได้รับ โดยมีความไวต่อรังสีแต่ละชนิดในรูปแบบเดียวกัน ทั้งกับรังสีแกมมา รังสีบีตาและรังสีเอกซ์ ดังผลการทดลองในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง PSL mm^{-2} กับปริมาณรังสีแกมมา (3a) รังสีบีตา (3b) และรังสีเอกซ์ (3c) ที่อิมเมจเพลตได้รับ

4.2 การทดสอบการจางของสัญญาณบนอิมเมจเพลต

อิมเมจเพลตที่บันทึกปริมาณรังสีแล้ว หากเก็บไว้โดยยังไม่นำไปอ่านด้วยเครื่องสแกน สัญญาณที่บันทึกไว้จะมีค่าลดลงตามเวลา ในรูปแบบเดียวกัน ทั้งอิมเมจเพลตที่ได้รับรังสีแกมมา รังสีบีตา และรังสีเอกซ์ โดยมีเวลาในการจางลงของสัญญาณครั้งหนึ่งด้วยเวลาประมาณ 40 นาที ดังผลการทดลองรูปที่ 4



รูปที่ 4 การลดลงตามเวลาของค่า PSL mm⁻²
จากอิมิจิงเพลตที่ได้รับรังสีแกมมา (4a)
รังสีบีตา (4b) และรังสีเอกซ์ (4c)

การลดลงตามเวลาของ PSL อยู่ในรูปสมการกำลังสอง โดย $PSL = 1 \times 10^4 t^2 - 3 \times 10^7 t + 2 \times 10^9$ สำหรับรังสีแกมมา $PSL = 2 \times 10^4 t^2 - 4 \times 10^7 t + 3 \times 10^9$ สำหรับรังสีบีตา และ $PSL = 2 \times 10^6 t^2 - 4 \times 10^8 t + 2 \times 10^{10}$ สำหรับรังสีเอกซ์ เมื่อ t คือช่วงเวลาก่อนการอ่าน

5. สรุป

อิมิจิงเพลตเป็นแผ่นบันทึกปริมาณรังสีที่สามารถวัดรังสีได้หลายชนิด ทั้งรังสีแกมมา รังสีบีตา และรังสีเอกซ์ มีความไวต่อรังสีค่อนข้างสูง มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ปัจจุบันมีการผลิตอิมิจิงเพลตหลายชนิด มีการนำมาใช้งานทั้งทางด้านงานวิจัยเพื่อวัดรังสี วัดกัมมันตภาพรังสี การวัดพลังงานรังสี การถ่ายภาพด้วยรังสีทางการแพทย์ การถ่ายภาพด้วยรังสีทางอุตสาหกรรม การนำมาใช้จึงจำเป็นต้องเลือกอิมิจิงเพลตที่เหมาะสมกับประเภทของงาน การตรวจสอบสถานะของการใช้งานและระยะเวลาของกระบวนการทำงานจึงจะได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องและเที่ยงตรง

7. เอกสารอ้างอิง

1. Heinz von Seggern, Photostimulable X-Ray Storage Phosphors: a Review of Present Understanding. Brazilian Journal of Physics, vol. 29, no. 2, June, 1999, 254-268.
2. Fujifilm Corporation, Imaging Plate, (cited 12 Nov 2009). Available at : URL : http://www.fujifilm.com/products/life_science/si_imgplate/img_plate.html.