

การพัฒนาจากเรื่องรังสีแกมมา โคลิเนียมออกไซด์ ไฟล์ (เทอร์เบียม)
สำหรับการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และนิวตรอน



นางสาวชลธิชา กฤษณ์เพชร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-3513-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF A GADOLINIUM OXYSULPHIDE (TERBIUM) FLUORESCENT SCREEN
FOR X-RAY AND NEUTRON RADIOGRAPHY



Miss Chonticha Kritpetch

ศูนย์วิทยุโทรทัศน์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Nuclear Technology
Department of Nuclear Technology

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-17-3513-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาจากเรื่องรังสีแกมมา โคลิเนียมออกไซด์ไฟต์ (เทอร์เบียม)
สำหรับการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และนิวตรอน

โดย

นางสาวชลธิชา กฤษณ์เพ็ชร


สาขาวิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา

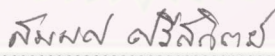
รองศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล)

ชลธิชา กฤษณ์เพ็ชร : การพัฒนาฉากเรืองรังสีแกดโดลิเนียมออกซีซัลไฟด์(เทอร์เบียม)
 สำหรับการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และนิวตรอน (DEVELOPMENT OF A
 GADOLINIUM OXYSULPHIDE (TERBIUM) FLUORESCENT SCREEN
 FOR X-RAY AND NEUTRON RADIOGRAPHY) : อ. ที่ปรึกษา : รศ.สมยศ ศรีสถิตย์,
 จำนวนหน้า 68 หน้า. ISBN 947-17-3513-8.

การพัฒนาฉากเรืองรังสีสำหรับการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และนิวตรอนนั้น ได้เลือกใช้สาร
 เรืองรังสีชนิดแกดโดลิเนียมออกซีซัลไฟด์ (เทอร์เบียม) $[Gd_2O_2S (Tb)]$ ซึ่งสามารถทำอันตรกิริยากับ
 รังสีเอกซ์หรือนิวตรอนให้แสงเรืองในช่วงความยาวคลื่นแสง 545 นาโนเมตร เมื่อผสมกับสารยึด
 เกาะชนิดต่าง ๆ พบว่า ยูรีเทน (urethane) ให้ผลการทดลองที่ดีและเหมาะสมในอัตราส่วนผสม 1:1
 สามารถทำเป็นสเปรย์พ่นเคลือบบนแผ่นอะลูมิเนียมบางได้ดีและยึดเกาะแน่น โดยความหนาที่
 เหมาะสมของชั้นเรืองรังสีคือ 83.50 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์
 เปรียบเทียบกับฉากชนิดตะกั่วและฟลูออโรเมทัลลิก (fluorometallic screen) พบว่าให้ความดำบน
 ฟิล์มอยู่ในระดับกลาง มีผลตอบสนองต่อค่าเอกซ์โพสเซอร์ต่าง ๆ ได้ดี โดยมีค่ารีโซลูชัน (resolution)
 และค่าแฟกเตอร์ความเข้มเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร และ 5.12 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิเวศวิทยาเทคโนโลยี
 สาขาวิชา นิเวศวิทยาเทคโนโลยี
 ปีการศึกษา 2548

ลายมือชื่อนิติ.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*สมยศ ศรีสถิตย์*
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4670280521 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD : FLUORESCENT SCREEN / RADIOGRAPHY / X-RAY / GADOLINIUM
OXYSULPHIDE (TERBIUM)/PHOSPHOR

CHONTICHA KRITPETCH : DEVELOPMENT OF A GADOLINIUM OXYSULPHIDE
(TERBIUM) FLUORESCENT SCREEN FOR X-RAY AND NEUTRON RADIOGRAPHY.

THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SOMYOT SRISATIT, 68 pp. ISBN 974-17-3513-8.

Development of a fluorescent screen for x-ray and neutron radiography using Gd_2O_2S (Tb) as a luminescence material was conducted. When interacted with x-rays or neutrons, the selected Gd_2O_2S (Tb) fluoresced then gave off lights of 545 nm wavelength. Gd_2O_2S (Tb) fine powder was mixed homogeneously with a suitable ratio of urethane binder (1:1) then coated on an aluminum plate. The optimum thickness of the fluorescent material was found to be 83.50 mg/cm^2 . The relative speed for x-ray radiography using the developed screen was found to be in between a lead and a fluorometallic intensifying screens. The image resolution and the intensification factor for 120 keV x-rays was found to be 0.5 mm and 5.12, respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Nuclear Technology

Field of study Nuclear Technology

Academic year 2005

Student's signature.....

Advisor's signature..... *Somyot Srisatit*

Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ.สมยศ ศรีสถิตย์ ที่คอยให้คำแนะนำและเป็นທີ່ปรึกษาที่ดีเลิศ อนุเคราะห์ตำราและเอกสารเชิงวิชาการ และคอยตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณ รศ.นเรศร์ จันทน์ขาว และคุณเฉลิมพงษ์ โพรธิ์ลี ที่ให้คำแนะนำในการถ่ายภาพด้วยรังสี พร้อมทั้งอนุเคราะห์อุปกรณ์ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบริษัทสหมิตรเทรดเดอร์ จำกัด สาขาสวนแดง จังหวัดสุพรรณบุรี และ ผศ. อรรถพร ภัทรสุมันต์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำวิทยานิพนธ์ เช่น พู่กันลม ถังออกซิเจน พร้อมทั้งยังให้คำแนะนำทางด้านเทคนิคในการพันสีกอีกด้วย

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการทำงานวิจัย

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา-มารดา พี่สาว และพ่อจ้อย ที่ให้การสนับสนุนทางการเงิน ที่พักและให้กำลังใจ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉู
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	5
2.1 ประวัติของการถ่ายภาพด้วยรังสีและฉากเรืองรังสี.....	5
2.2 หลักการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์.....	6
2.3 ฉากเพิ่มความเข้มรังสี (Intensifying screen)	8
2.4 ฉากเรืองรังสี	9
2.5 การถ่ายภาพด้วยนิวตรอน.....	15
2.6 คุณภาพของภาพถ่ายรังสี.....	21
บทที่ 3 วัสดุและอุปกรณ์วิจัย.....	
3.1 ดันกำเนิดรังสีเอกซ์และนิวตรอน.....	24
3.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างฉากเรืองรังสีเอกซ์.....	27
3.3 ฟิล์ม (film) และเคมีภัณฑ์ในการสร้างภาพ.....	30
3.4 อุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพของฉากเรืองรังสี	30

บทที่ 4	วิธีการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย	
4.1	การเลือกสารยึดเหนี่ยวที่เหมาะสม.....	33
4.2	การหาอัตราส่วนที่เหมาะสม.....	36
4.3	การหาความหนาที่เหมาะสมของฉากเรื่องรังสี.....	38
4.4	การทดสอบคุณภาพของฉากเรื่องรังสี.....	43
4.5	การถ่ายภาพด้วยนิวตรอน.....	55
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	60
5.2	วิจารณ์ผลการวิจัย	61
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	62
	รายการอ้างอิง.....	63
	ภาคผนวก.....	65
	ภาคผนวก ก.....	66
	ภาคผนวก ข.....	67
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงคุณสมบัติบางประการของสารฟอสฟอรัสชนิดต่างๆ.....	13
2.2 หมายเลขและขนาดของ IQI แบบเส้นลวดของ DIN54 109.....	22
4.1 คุณสมบัติทางกายภาพบางประการของสารยึดเหนี่ยวเมื่อทิ้งไว้ให้แห้ง.....	33
4.2 ค่าความดำของฟิล์มเมื่อนำไปถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์เมื่อประกบกับฉากเกิดโคลิเนียมออกซีซัลไฟด์(เทอร์เบียม) ที่ใช้สารยึดเหนี่ยวต่างชนิดกัน.....	35
4.3 ค่าความดำของฟิล์มเมื่ออัตราส่วนของผลึกเกิด โคลิเนียมออกซีซัลไฟด์และสารยึดเหนี่ยวเปลี่ยนไป	37
4.4 ค่าความดำของฟิล์มเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น (กาวน้ำUHU เป็นสารยึดเหนี่ยว).....	39
4.5 ค่าความดำของฟิล์มเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น (ยูรีเทน SS2000 เป็นสารยึดเหนี่ยว).....	41
4.6 ผลของปริมาณรังสีต่อความดำบนฟิล์มเมื่อใช้ฉากเพิ่มความเข้ม.....	45
4.7 ความเปรียบต่างของฉากแต่ละชนิดที่พลังงานต่างๆ.....	50
4.8 ความเปรียบต่างของฉากเรื่องรังสีที่สร้างขึ้น ณ พลังงานรังสีเอกซ์ต่าง.....	51
4.9 เปรียบเทียบค่าเอกซ์โพเชอร์ของฉากชนิดต่างๆ ที่ทำให้ฟิล์มมีค่าความดำเท่ากับ 2.....	52
4.10 เปรียบเทียบค่าแฟกเตอร์ความเข้ม ของฉากชนิดต่างๆ.....	52
4.11 แสดงผลการถ่ายภาพวัสดุด้วยรังสีเอกซ์ที่พลังงานและเอกซ์โพเชอร์ที่เหมาะสม.....	53
4.12 เปรียบเทียบภาพถ่ายด้วยนิวตรอนของฉากเรื่องรังสีที่พัฒนาขึ้นกับ โคนิก้า	57

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 หลักการถ่ายภาพด้วยรังสี.....	7
2.2 การจัดระบบถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์.....	7
2.3 การเกิดการเรืองรังสีในผลึกที่มีสารเจือปน.....	9
2.4 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่างๆ.....	10
2.5 โครงสร้างทั่วไปของฉากเรืองรังสี.....	11
2.6 สเปกตรัมของแสงที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากแคลเซียมทั้งสเดทและแกด โคลิเนียม ออกซีซัลไฟด์(เทอร์เบียม) โดยเปรียบเทียบกับ การตอบสนองต่อแสงของฟิล์ม.....	14
2.7 สเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์ในทั้งสเดทและแกด โคลิเนียม.....	14
2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนนิวตรอนและรังสีเอกซ์ของธาตุ ที่มีเลขอะตอมต่างๆ.....	16
2.9 การจัดอุปกรณ์ในการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน.....	17
2.10 ลักษณะของท่อบังคับลำนิวตรอนแบบโซลลอร์และไคเวอร์เจนต์.....	19
2.11 ความเปรียบต่างของภาพถ่ายทางรังสี.....	20
3.1 หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์และชุดควบคุม.....	24
3.2 เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1ปรับปรุงครั้งที่1.....	25
3.3 แกด โคลิเนียมออกซีซัลไฟด์(เทอร์เบียม).....	27
3.4 ยูรีเทน(urethane) ตราSS2000.....	28
3.5 ฟูกันลม.....	29
3.6 ปืนฉีดพ่น.....	29
3.7 เหล็กชั้นบันได.....	31
3.8 IQI DIN54 109(1962).....	31
4.1 การจัดระบบการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ โดยมีระยะห่างระหว่างจุดโฟกัสถึงฟิล์ม เท่ากับ 70 เซนติเมตร.....	36
4.2 ฉากเรืองรังสีที่ทำขึ้นเพื่อหาความหนาที่เหมาะสม.....	38
4.3 ภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ของฉากเรืองรังสีเพื่อทำการหาความหนาที่เหมาะสม.....	38
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของชั้นเรืองรังสีและความดำของฟิล์ม โดยใช้กาว UHU เป็นสารยึดเหนี่ยว.....	40

4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของชั้นเรอริงสีและความดำของฟิล์ม โดยใช้ยูรีเทน SS2000 เป็นสารยึดเหนี่ยว.....	42
4.6	แผนภาพความสม่ำเสมอของฉากที่พัฒนาขึ้น.....	43
4.7	การจัดอุปกรณ์ในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์เพื่อทำการหาผลตอบสนองของปริมาณ รังสีของฟิล์มที่ประกบกับฉากชนิดต่างๆ และไม่ประกบกับฉากใดๆ.....	44
4.8	ภาพถ่ายทางรังสีเพื่อทำการหาผลตอบสนองต่อปริมาณรังสี.....	44
4.9	กราฟเปรียบเทียบระหว่างเอกซ์โพเชอร์กับความดำสำหรับฟิล์มที่ใช้ฉากชนิดต่าง....	46
4.10	ภาพถ่ายทางรังสีของเหล็กชั้นบันได.....	47
4.11	กราฟเอกซ์โพเชอร์ของฉากเรอริงสีที่สร้างขึ้น ณ พลังงานรังสีเอกซ์ต่างๆ.....	47
4.12	การจัดอุปกรณ์ในการทดลองหารีโซลูชัน.....	48
4.13	กราฟแสดงค่าความดำของฟิล์มเพื่อจะทำการหารีโซลูชัน.....	49
4.14	กราฟแสดงความเปรียบเทียบที่รังสีเอกซ์พลังงานต่าง ๆ ของฉากชนิดต่าง ๆ.....	50
4.15	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเอกซ์โพเชอร์กับความเปรียบเทียบที่พลังงานต่าง..	51
4.16	ภาพพลาสติกชั้นบันไดในแบบต่างๆ.....	55
4.17	ภาพถ่ายด้วยนิวตรอนของพลาสติกชั้นบันไดแบบต่างๆ เปรียบเทียบระหว่าง ฉากGOSที่พัฒนาขึ้น และฉากGOSของโคนิก้า.....	56