ศึกษาการใช้ฟิล์มถ่ายรูปธรรมดาในงานด้านการบันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล

นายพูลสุข พงษ์พัฒน์

002117

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2520

I16728397

STUDIES ON THE POSSIBILITY OF USING COMMERCIAL FILMS AS PERSONAL DOSIMETER

Mr. Poonsuk Pongpat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1977

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.วิภัช ประจวบเหมาะ)

คณบดี

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ .....สุวรรณ แสงเพ็ชร์..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพ็ชร์)

.....วิทิต เกษตุปต์..... กรรมการ

(อาจารย์ วิทิต เกษตุปต์)

.....ปรีชา การสุทธิ์..... กรรมการ

(อาจารย์ ปรีชา การสุทธิ์)

อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย : อาจารย์ วิทิต เกษตุปต์

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์เรื่อง ศึกษาการใช้ฟิล์มถ่ายรูปธรรมดาในงานด้านการบันทึกปริมาณ-รังสีประจำตัวบุคคล

โดย นายพูลสุข พงษ์พัฒน์

แผนกวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ศึกษาการใช้ฟิล์มถ่ายรูปธรรมดาในงานด้านการบันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล

ชื่อ นายพูลสุข พงษ์พัฒน์

แผนกวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2519

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ฟิล์มถ่ายรูปธรรมดาในการวัดรังสีประจำตัวบุคคลในครั้งนี้ ได้ใช้ฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan; Kodak Plus-X-Pan; Kodak Panatomic-X; Ilford HP4; Ilford FP4; Aglapan 400; Agfa Super Pan; Agfa Isopan ISS และ Fuji Neopan SS ซึ่งมีขายอยู่ทั่วไปในท้องตลาด ทำการศึกษาเพื่อหาความไวของฟิล์มที่มีต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ การจางหายของภาพแฝง ตลอดจนความถูกต้องในการบันทึกรังสี

ผลการวิจัยพบว่า ฟิล์มถ่ายรูปธรรมดาดังกล่าว แม้จะแสดงความไวในการบันทึกรังสีน้อยกว่าฟิล์มมาตรฐาน (Kodak RM Type 2) ที่ใช้บันทึกรังสีโดยเฉพาะก็ตาม แต่ก็มีความไวสูงสุดในช่วงพลังงาน 30-50 keV ซึ่งใกล้เคียงกับของฟิล์มที่ใช้บันทึกรังสีโดยเฉพาะ คือ 30-60 keV สำหรับผลการศึกษาการจางหายของภาพแฝง พบว่าที่อุณหภูมิห้องปกติ (25-35 °ซ., 40-70 % R.H.) มีการจางหายประมาณ 2.4 % ส่วนผลการวัดปริมาณรังสี ซึ่งทำที่พลังงานเฉลี่ย 840 keV (Ra-Be source) พบว่าค่าที่อ่านได้คลาดเคลื่อนจากค่าที่ได้จากฟิล์มมาตรฐานประมาณ 10-20 % จากเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นทึบแสงกับปริมาณรังสีที่พลังงาน 840 keV ที่มีลักษณะโค้งขึ้นอย่างสม่ำเสมอ และในที่สุดจะถึงค่าคงที่อิ่มตัว เมื่อความหนาแน่นทึบแสงมีค่าเข้าใกล้หนึ่งนี่เอง ทำให้สามารถจะอนุมานเส้นกราฟดังกล่าวนี้ในรูปของสมการคำนวณได้คือ $Y = 1-e^{-(2.527\times10^{-4})X}$ เมื่อ X คือค่าความหนาแน่นทึบแสงสุทธิ และ Y คือปริมาณรังสี หน่วยมิลลิเรินท์เก้น โดยใช้สมการนี้ก็สามารถที่จะประมาณค่าปริมาณรังสีอย่างคร่าว ๆ หรือใช้เป็นข้อมูลประกอบการหาค่าที่ถูกต้องต่อไปได้

Thesis Title	Studies on the possibility of using commercial films as personal dosimeter
Name	Mr. Poonsuk Pongpat
Department	Nuclear Technology
Academic Year	1976

ABSTRACT

To study the possibility of using commerical black and white film as personal dosimeter, the Kodak Tri-X-Pan; Kodak Pous-X-Pan; Kodak Panatomic-X; Ilford HP4; Ilford FP4; Agfapan 400; Agfa Super Pan; Agfa Isopan ISS and Fuji Neopan SS were exposed to X-rays and γ -rays in order to find out the response of these film to radiation such as sensitivity, latent image fading and accuracy of recording.

The results showed that (i) even-the sensitivity of recording the radiation dose of commercial films are less than standard film (Kodak Radiation Monitoring Type 2) but the maximum sensitivity full in the energy range of 30-50 kev which closed to 30-60 kev of standard film. (ii) at room temperature (25-35^{o}C, 40-70 % R.H.) the latent image fading occured about 2.4 % (iii) at 840 kev (Ra-Be source), the dose reading from commercial film deviated from standard film reading about 10-20 % (iv) the curve of Net optical density VS exposure of Kodak Tri-X-Pan (ASA400) can be represented by a equation of the form $Y = 1-e^{-(2.527\times10^{-4})X}$ where Y = Net optical densityand X = exposure in milliRoentgen.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากผู้เขียนได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จาก อาจารย์ วิทิต เกษคุปต์ หัวหน้ากองสุขภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ และ อาจารย์ วิวัฒน์ จันทราพรชัย กองป้องกันรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ. ที่นี้

นอกจากนี้ขอขอบคุณ คุณวิมาลย์ ทองมิตร คุณกิจจา จงกิตติวิทย์ คุณปรีชา-ประคองวงศ์ คุณสมพร จองกำ คุณยุพา น้อยอยู่นิตย์ คุณณิภา แก้วชวง และ คุณสมาน สุขรอด ที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
3 - 1	แสดงการใช้น้ำยาเคมีในกระบวนการล้างฟิล์มของฟิล์มแต่ละชนิด	40
4 - 1	ผลสนองตอบต่อรังสีเอกซ์ (64 keV) ต่อฟิล์ม Kodak (ASA 400) เมื่อใช้อุณหภูมิควบคุมในกระบวนการล้างฟิล์มต่างกัน	48
4 - 2	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan	50
4 - 3	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) ที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5	52
4 - 4	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Plus-X-Pan (ASA 125)	56
4 - 5	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Plus-X-Pan (ASA 125) ที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5	58
4 - 6	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Panatomic-X (ASA 32)	60
4 - 7	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Panatomic-X (ASA 32) ที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5	62
4 - 8	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP.4 (ASA 400-650)	64
4 - 9	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP.4 (ASA 400-650) ที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5	66
4 - 10	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP 4 (ASA 125)	68
4 - 11	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP 4 (ASA 125) ที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5	70
4 - 12	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Pan 400 (ASA 400)	72

ตารางที่		หน้า
4 - 13	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Pan 400 (ASA 400) ที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5	74
4 - 14	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Super Pan (ASA 200)	76
4 - 15	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Super Pan (ASA 200) ที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5	78
4 - 16	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Isopan ISS (ASA 100)	80
4 - 17	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Isopan ISS (ASA 100) ที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5	82
4 - 18	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Fuji, Neopan SS (ASA 100)	84
4 - 19	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Fuji, Neopan SS (ASA 100) ที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5	86
4 - 20	การจางหายของภาพแฝงเมื่อเก็บฟิล์มทดลอง (Kodak-Tri-X-Pan) ในสภาวะต่างกัน	88
4 - 21	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นทึบแสงกับปริมาณรังสีจาก $^{226}_{Ra-Be}$	90
4 - 22	การเปรียบเทียบผลการวัดปริมาณรังสีระหว่างฟิล์มทดลอง ฟิล์มมาตรฐานและเครื่องวัดรังสีมาตรฐาน	92
5 - 11	แสดงผลการวิเคราะห์ผลการวัดปริมาณรังสีของฟิล์มทดลองเทียบกับฟิล์มมาตรฐาน	96

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
2 - 1	แสดงส่วนประกอบของฟิล์ม	5
2 - 2	การทดลองหาสภาพนำไฟฟ้าเนื่องจากอิออน	7
2 - 3	ภาพ 2 มิติ แสดงการเกิดสภาพนำไฟฟ้าเนื่องจากอิออนในผลึก	8
2 - 4	สภาพนำไฟฟ้าเนื่องจากแสงสว่าง	9
2 - 5	แสดงการเกิดกระแสไฟฟ้าเนื่องจากแสงสว่าง	9
2 - 6	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาในผลึก AgBr	12
2 - 7	อัตราการสูญเสียพลังงานของอีเลคตรอนโดยเฉลี่ยต่อระยะทางในอิมัลชันวัดรังสีเอกซ์ (โดยการคำนวณ)	12
2 - 8	แสดงการเกิดภาพแฝงตามทฤษฎีของ Gurney & Mott (ก) และของ Mitchell (ข)	16
2 - 9	แสดงการจางหายของฟิล์ม X - Ray (ความไวน้อย)	18
2 - 10	แสดงการจางหายของฟิล์ม X - Ray (ความไวสูง)	18
2 - 11	แสดงอิทธิพลของความชื้นต่อการจางหายของภาพแฝง	19
2 - 12	แสดงความล้มเหลวของกฎรีซิโปรซิตี้	20
2 - 13	แสดง Reciprocity Failure ของอิมัลชันแบบช้า	23
2 - 14	แสดง Characteristic curve ของฟิล์มวัดรังสีเอกซ์ที่อัตราปริมาณรังสีต่าง ๆ กัน	23
2 - 15	แสดงลักษณะของเส้น Characteristic curve	24
2 - 16	แสดงแถบความไวของฟิล์มต่อรังสีเอกซ์	26
2 - 17	แสดง "การขึ้นอยู่กับพลังงาน" ที่คำนวณได้จากปฏิกิริยาของโฟตอนกับ AgBr บริสุทธิ์	27
2 - 18	แสดงการจัดลักษณะการวัดความหนาแน่นทึบแสง	33
3 - 1	แสดงการเตรียมฟิล์มทดลองกับฟิล์มมาตรฐาน	36

ภาพที่		หน้า
3 - 2	เครื่องวัดรังสีแกมมา (Victoreen, Condensor r-Meter Model 570)	37
3 - 3	เครื่องเดนซิโตมิเตอร์ (Densitometer)	38
3 - 4	เครื่องเซนซิโตมิเตอร์ (Sensitometer)	38
3 - 5	เครื่องวัดอุณหภูมิ	39
3 - 6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Equivalent energy และ Half value thiokness	44
4 - 1	ผลสนองตอบต่อรังสีเอกซ์ (64 keV) ของฟิล์ม Kodak (ASA 400) เมื่อใช้อุณหภูมิควบคุมในกระบวนการล้างฟิล์มต่างกัน	49
4 - 2	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400)	51
4 - 3	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400)	53
4 - 4	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Plus-X-Pan (ASA 125)	57
4 - 5	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Plus-X-Pan (ASA 125)	59
4 - 6	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Panatomic-X (ASA 32)	61
4 - 7	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Panatomic-X (ASA 32)	63
4 - 8	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP 4 (ASA 400-650)	65
4 - 9	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP 4 (ASA 400-650)	67
4 - 10	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford FP 4 (ASA 125)	69

ภาพที่		หน้า
4 - 11	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford FP 4 (ASA 125)	71
4 - 12	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Pan 400 (ASA 400)	73
4 - 13	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Pan 400 (ASA 400)	75
4 - 14	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Super Pan (ASA 200)	77
4 - 15	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Super Pan (ASA 200)	79
4 - 16	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Isopan ISS (ASA 100)	81
4 - 17	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Isopan ISS (ASA 100)	83
4 - 18	ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Fuji, Neopan SS (ASA 100)	85
4 - 19	ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Fuji, Neopan SS (ASA 100)	87

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
รายการตารางประกอบ ..... ง
รายการภาพประกอบ ..... จ

บทที่

1. บทนำ 1
2. ทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับฟิล์ม 3
3. การดำเนินการวิจัยและอุปกรณ์ 34
4. ผลการวิจัย 46
5. สรุปผลการวิจัย 93

บรรณานุกรม 98
ภาคผนวก 99
ประวัติการศึกษา 102