การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีโดยใช้เส้นใยนำแสงเคลือบปลายด้วยซินทิลเลเตอร์

นายวัชรพงษ์ ปถมพานิชย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-639-089-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17942240

DEVELOPMENT OF A DATA ACQUISITION SYSTEM FOR COMPUTED TOMOGRAPHY USING ENDCOATED-SCINTILLATOR FIBER OPTIC CABLE

Mr. WATCHARAPONG PATHOMPANICH

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Nuclear Technology

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-639-089-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีโดยใช้เส้นใยนำแสงเคลือบปลายด้วยซินทิลเลเตอร์
โดย	นายวัชรพงษ์ ปถมพานิชย์
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ เดโช ทองอร่าม)

วัชรพงษ์ ปถมพานิชย์ : การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี โดยใช้เส้นใยนำแสงเคลือบปลายด้วยซินทิลเลเตอร์ (DEVELOPMENT OF A DATA ACQUISITION SYSTEM FOR COMPUTED TOMOGRAPHY USING ENDCOATED-SCINTILLATOR FIBER OPTIC CABLE) อ. ที่ปรึกษา : อ. อรรถพร ภัทรสุมันต์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ. สมยศ ศรีสถิตย์, 81 หน้า. ISBN 974-639-089-9.

ระบบเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีโดยใช้เส้นใยนำแสงเคลือบปลายด้วยซินทิลเลเตอร์ที่พัฒนาขึ้นได้ประยุกต์วิธีการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี โดยมีเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์เรย์เป็นแหล่งกำเนิดรังสี และ เส้นใยพลาสติกนำแสงเคลือบปลายด้วยสารซินทิลเลเตอร์เป็นหัววัดรังสีเอกซ์ ระบบนี้สามารถสแกนเก็บข้อมูลโพรไฟล์จากวัตถุตัวอย่างที่มีขนาดไม่เกิน 10 ซม. x 10 ซม. ด้วยโหมดการหมุนด้วยมุมทีละ 1.8 3.6 หรือ 7.2 องศา และสเต็ปของการสแกนเท่ากับ 0.6 และ 1 มม. ตามลำดับ

จากการทดลองเก็บข้อมูลโพรไฟล์ของวัตถุตัวอย่าง 7 ชนิดแล้วนำไปคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี พบว่าภาพโทโมกราฟีที่ได้มีคุณภาพเป็นที่น่าพอใจ

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

#C718956 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD: COMPUTED TOMOGRAPHY / DATA ACQUISITION / SCINTILLATOR FIBER OPTIC
WATCHARAPONG PATHOMPANICH : DEVELOPMENT OF A DATA ACQUISITION SYSTEM FOR COMPUTED TOMOGRAPHY USING ENDCOATED-SCINTILLATOR FIBER OPTIC CABLE. THESIS ADVISOR : ATTAPORN PATTARASUMUNT, THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. SOMYOT SRISATIT, 81 pp. ISBN 974-639-089-9.

A data acquisition system for computed tomography using endcoated-scintillator fiber optic was developed using X-ray generator as a radiation source and endcoated-scintillator fiber optic as an X-ray detector. This system has a capability in scanning profile data from the object with maximum dimension of 10 cm. x 10 cm. ,step angle of 1.8, 3.6 or 7.2 degree and step increment of 0.6, 1mm. respectively.

The quality of computed tomographic images constructed from the profile data collected from 7 samples using this system was found to be satisfactory.

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากความช่วยของบุคคลหลายฝ่าย ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงต่อ อาจารย์อรรถพร ภัทรสุมันต์ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งคอยดูแลและให้คำปรึกษาแก่ข้าพเจ้ามาตลอด รองศาสตราจารย์สมยศ ศรีสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมผู้ให้ความช่วยเหลือในการนำข้อมูลมาคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ ปุณณชัยยะ และ อาจารย์เดโช ทองอร่ามที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบคุณไปยังคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ แนวคิดและแนวทางการแก้ปัญหาให้แก่ข้าพเจ้าในการนำมาใช้ในงานวิจัย

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณวัลยา ลำสุระนันท์ ซึ่งเป็นผู้สร้างโปรแกรมคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีที่ใช้ในการทดสอบ คุณบัญชา อุนพานิช คุณฐิติกร เห็นทรัพย์ไพบูลย์ และ คุณวิมล ทรัพย์ส่งสุข สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำตลอดงานวิจัย คุณบุญนาถ บัวมีศิลป์สำหรับความช่วยเหลือในงานระบบสแกน คุณทวีศักดิ์ กิระวิทยาสำหรับงานเขียนแบบประกอบวิทยานิพนธ์ คุณสุทธิเกียรติ ชลลาภ คุณทิพาพร อติกานต์กุล คุณทรงศักดิ์ องค์วัฒนากุลและคุณภาณุพันธ์ เข็มหนูสำหรับความช่วยเหลือในการจัดทำวิทยานิพนธ์ คุณกำพล แต้พานิชและคุณสุพร กุลวัฒนันท์ชัยสำหรับความช่วยเหลือในการถ่ายภาพประกอบวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนวิจัยวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาที่ช่วยสนับสนุนเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฉ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 2

1.4 ขั้นตอนการวิจัย..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

2 ทฤษฎี..... 4

2.1 การคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี..... 4

2.1.1 หลักการเก็บข้อมูลโพรไฟล์เพื่อการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี..... 4

2.1.1.1 วิธีสแกนแบบรังสีลำแคบ..... 5

2.1.1.2 วิธีสแกนแบบลำรังสีรูปพัด..... 5

2.1.1.3 วิธีสแกนแบบลำรังสีรูปกรวย..... 6

2.1.2 ทฤษฎีการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี..... 7

2.1.2.1 สัมประสิทธิ์การลดทอนของรังสีเอกซ์..... 7

2.1.2.2 การคำนวณสร้างภาพแบบคอนโวลูชันฟิลเตอร์ แบคโปรเจกชัน..... 8

2.2 หัววัดรังสีชนิดเส้นใยนำแสงที่เคลือบปลายด้วยสารเรืองรังสีเอกซ์..... 10

2.2.1 เส้นใยนำแสง..... 10

2.2.1.1 การแบ่งชนิดเส้นใยนำแสงตามชนิดของไดอิเล็กตริก..... 12

2.2.1.2 การแบ่งชนิดเส้นใยนำแสงตามจำนวนโหมดการเดินทางของแสง.... 14

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
	2.2.1.3 การแบ่งชนิดเส้นใยนำแสงตามลักษณะของดัชนีการหักเห	14
	2.2.2 หลอดทวีคูณแสง	16
	2.2.3 สารเรืองรังสี	18
3	การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณสร้างภาพโดยใช้เส้นใยนำแสงเคลือบปลายด้วยสารเรืองรังสีเอกซ์	20
	3.1 วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	20
	3.2 การออกแบบและสร้างระบบเก็บข้อมูลเพื่อการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี	21
	3.2.1 ระบบวัดรังสีเอกซ์	22
	3.2.1.1 ต้นกำเนิดและหัววัดรังสี	22
	3.2.1.2 ระบบวัดนิวเคลียร์	24
	3.2.2 ระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสีและหมุนวัตถุตัวอย่าง	25
	3.2.3 ระบบเชื่อมโยงสัญญาณ	25
	3.2.3.1 วงจรเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบวัดนิวเคลียร์กับไมโครคอมพิวเตอร์	26
	3.2.3.2 การเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบขับเคลื่อนกับไมโครคอมพิวเตอร์	27
	3.2.4 โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ	31
4	การทดสอบการทำงานของระบบและผลการทดสอบ	36
	4.1 การทดสอบความเป็นเชิงเส้นของวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณเชิงตัวเลข	36
	4.2 การทดสอบผลตอบสนองหัววัดรังสีเอกซ์ที่พัฒนาขึ้นเมื่อเคลือบปลายเส้นใยพลาสติกนำแสงด้วยซินทิลเลเตอร์ที่ความหนาต่างๆกัน	38

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
	4.3 การทดสอบเก็บข้อมูลด้วยระบบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เส้นใยพลาสติกนำแสงเคลือบปลายด้วยซินทิลเลเตอร์สำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี.....	40
	4.4 ผลการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี.....	41
5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	54
	5.1 สรุปผลการวิจัย	54
	5.2 วิจารณ์ผลการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีจากภาพถ่ายรังสี ของวัตถุตัวอย่าง...	55
	5.3 ข้อเสนอแนะ.....	56
	รายการอ้างอิง.....	57
	บรรณานุกรม.....	58
	ภาคผนวก.....	59
	ภาคผนวก ก.....	60
	ภาคผนวก ข.....	71
	ภาคผนวกค.....	73
ประวัติผู้เขียน.....		81

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การแบ่งชนิดของเส้นใยนำแสง..... 13

2.2 คุณสมบัติเส้นใยพลาสติกนำแสงของโมโตโรลารุ่น SH4001..... 15

2.3 ตารางแสดงคุณสมบัติของสารซินทิลเลเตอร์ชนิดต่างๆ..... 18

3.1 การจัดตำแหน่งหมายเลขพอร์ทที่ใช้ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์..... 26

4.1 ผลทดสอบความเป็นเชิงเส้นของวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็น
สัญญาณเชิงตัวเลข..... 37

4.2 ผลทดสอบการตอบสนองของหัววัดรังสีเอกซ์ที่พัฒนาขึ้นเมื่อเคลือบปลาย
เส้นใยพลาสติกนำแสงด้วยซินทิลเลเตอร์ที่ความหนาต่างๆกัน..... 39

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 การจัดระบบสแกนเพื่อการเก็บข้อมูลสำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี..... 4
2.2. ระบบการเก็บข้อมูลแบบรังสีลำแคบ..... 5
2.3 ระบบการเก็บข้อมูลแบบลำรังสีรูปพัด..... 6
2.4 ระบบการเก็บข้อมูลแบบลำรังสีรูปกรวย..... 6
2.5 แสดงเรขาคณิตของลำรังสีเอกซ์ที่เดินทางผ่านตัวกลาง 3 แบบ..... 8
2.6 แสดงการเกิดภาพตามวิธีการแบคโปรเจกชัน..... 9
2.7 โครงสร้างเส้นใยนำแสง..... 10
2.8 การสะท้อนและหักเหของแสงที่ผิวระหว่างตัวกลาง 2 ชนิด..... 11
2.9 แสดงมุมรับแสงของเส้นใยนำแสง..... 12
2.10 แสดงลักษณะการเดินทางของแสงในคอร์ของเส้นใยนำแสงแต่ละชนิด..... 15
2.11 คุณสมบัติต่างๆของเส้นใยพลาสติกนำแสงรุ่น SH4001..... 16
2.12 ภาคตัดขวางหลอดทวีคูณแสง..... 16
2.13 ลักษณะภายนอกของหลอดทวีคูณแสง..... 17
2.14 กราฟแสดงการตอบสนองต่อแสงของหลอดทวีคูณแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆ.... 17
3.1 แผนภาพของระบบเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีโดยใช้
เส้นใยนำแสงเคลือบปลายด้วยซินทิลเลเตอร์..... 21
3.2 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์..... 23
3.3 อุปกรณ์ควบคุมเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์..... 23
3.4 หัววัดรังสีเอกซ์ที่พัฒนาจากเส้นใยพลาสติกนำแสง
เคลือบปลายด้วยสารซินทิลเลเตอร์.....24
3.5 แผนภาพของระบบวัดนิวเคลียร์..... 24
3.6 แสดงการขับกระตุ้นแบบ 2 เฟส..... 25
3.7 การเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบวัดนิวเคลียร์กับไมโครคอมพิวเตอร์..... 26
3.8 ความหมายของบิตต่างๆในรหัสควบคุม..... 27
3.9 แสดงวงจรสวิทช์แสง..... 28

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.10 วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์..... 28
3.11 เส้นใยพลาสติกนำแสง และสารเรืองรังสี ZnS(Ag)..... 29
3.12 ระบบสแกนเพื่อการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี..... 29
3.13 แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ..... 30
3.14 หัววัดรังสีสำหรับงานวิจัยนี้..... 30
3.15 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของเมนูหลัก..... 31
3.16 แสดงเมนูหลักทางหน้าจอไมโครคอมพิวเตอร์..... 32
3.17 แสดงเมนูเลือกโหมดการทำงานของระบบหมุนวัตถุตัวอย่าง..... 32
3.18 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของระบบสแกน..... 33
3.19 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของเมนูย่อย View Profile..... 34
3.20 กราฟข้อมูลโพรไฟล์..... 35
4.1 แผนภาพแสดงระบบการทดสอบประสิทธิภาพของวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณเชิงเส้น..... 36
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างศักดาไฟฟ้า และสัญญาณเชิงตัวเลขจากวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณเชิงตัวเลข..... 37
4.3 แผนภาพแสดงระบบการทดสอบผลตอบสนองของเส้นใยนำแสงเคลือบปลายด้วย ZnS(Ag) ที่ความหนาต่างๆ..... 38
4.4 กราฟแสดงการตอบสนองของหัววัดรังสีเอกซ์ที่พัฒนาขึ้นเมื่อเคลือบปลายเส้นใยพลาสติกนำแสงด้วยสารซินทิลเลเตอร์ที่ความหนาต่างกันที่พลังงานสูงสุดต่างๆของรังสีเอกซ์..... 39
4.5 การจัดอุปกรณ์ระบบเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีโดยใช้เส้นใยนำแสงเคลือบปลายด้วยซินทิลเลเตอร์..... 40
4.6 ภาพถ่ายและภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่างที่ 1..... 41

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.7 ภาพถ่ายและภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่างที่ 2..... 44
4.8 ภาพถ่ายและภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่างที่ 3.....46
4.9 ภาพถ่ายและภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่างที่ 4..... 47
4.10 ภาพถ่ายและภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่างที่ 5..... 49
4.11 ภาพถ่ายและภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่างที่ 6..... 51
4.12 ภาพถ่ายและภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่างที่ 7..... 52