

การนับร่อยอนุภาคแอลฟาบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรตโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย

นายอภิชาติ สระวาสี



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-639-087-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**COMPUTER-AIDED ALPHA TRACK COUNTING ON CELLULOSE NITRATE  
FILMS**

**Mr. Apichart Sravasi**

**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**

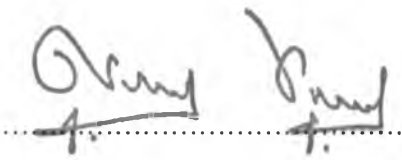
**ISBN 974-639-087-2**

หัวข้อวิทยานิพนธ์                      การนับรอยอนุภาคแอลฟาบนฟิล์มเซลลูโลสในเครื่องโดยใช้  
คอมพิวเตอร์ช่วย

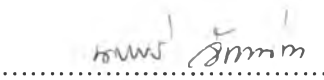
โดย    นายอภิชาติ สระวาตี  
ภาควิชา                                        นิเวศลิษฐ์เทคโนโลยี  
อาจารย์ที่ปรึกษา                          รองศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย สุมิตร  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม                      อาจารย์ เคโซ ทองอร่าม

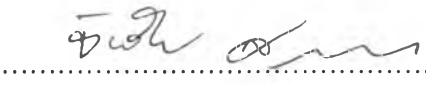
---


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการ  
ศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชูติวงศ์ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว )

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
( รองศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย สุมิตร )

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
( อาจารย์ เคโซ ทองอร่าม )

  
.....กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์ )

อภิชาติ สระวาสี : การนับรอยอนุภาคแอลฟาบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรตโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย  
(COMPUTER-AIDED ALPHA TRACK COUNTING ON CELLULOSE NITRATE FILMS) อ. ที่ปรึกษา :  
รศ. ดร. ธัชชัย สุมิตร. อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ. เคโซ ทองอร่าม, 179 หน้า, ISBN 974-693-087-2

การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมสำหรับการนับรอยอนุภาคแอลฟาบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรต โดย  
การแปลงรอยอนุภาคแอลฟาที่นับจากฟิล์ม ให้อยู่ในภาพของบิตแมทริกซ์ การพัฒนาการนับและวิเคราะห์รอยอนุภาคแอลฟา  
จะประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนเตรียมข้อมูล นำฟิล์มเซลลูโลสไนเตรตที่ผ่านขบวนการ แทรค-เอทซ์ (track-etch) ไปส่องดู  
ด้วยกล้องจุลทรรศน์ เก็บรอยอนุภาคแอลฟาแล้วส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยใช้กล้องวิดีโอ ขั้นตอนการประมวลผลภาพ นำ  
ข้อมูลภาพมากำจัดสัญญาณรบกวนและเปลี่ยนให้เป็นภาพขาว-ดำ หาขอบภาพ ทำให้ขอบของภาพมีความต่อเนื่อง และทำให้  
ภาพของรอยอนุภาคแอลฟามีเฉพาะขอบภาพ ขั้นตอนการนับและวิเคราะห์ ทำการนับภาพโดย การติดตามขอบภาพของแต่ละ  
รอยอนุภาค เก็บข้อมูลของพิกัดรอยอนุภาคนั้นๆ แล้วนำไปวิเคราะห์ หลังจากนั้นทำการลบภาพที่นับแล้วออก ทำการหาภาพ  
ใหม่ต่อไป จนหมดทั้งภาพ ในการนับรอยอนุภาคเดี่ยวจะทำการนับได้ถูกต้อง แตรอยอนุภาคที่มีการซ้อนตั้งแต่สองรอยหรือ  
มากกว่า จะถูกนับเป็นรอยเดี่ยว

วิธีการนับรอยอนุภาคแอลฟา ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนับรอยอนุภาคแอลฟาเดี่ยวได้รวดเร็ว และ ถูกต้องเกือบ  
สมบูรณ์ บนภาพขนาด 352x352 พิกเซล

ภาควิชา ..... นิวเคลียร์ เทคโนโลยี .....  
สาขาวิชา ..... นิวเคลียร์ เทคโนโลยี .....  
ปีการศึกษา ..... 2540 .....

ลายมือชื่อนิสิต ..... อนิชาต์ สระวาสี .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... จ.เค.สุมิตร .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... เค.ซ.ทองอร่าม .....

# # C718830 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY  
KEY WORD: ALPHA TRACK / COUNTING / SOFTWARE  
APICHART SRAVASI : COMPUTER-AIDED ALPHA TRACK COUNTING ON CELLULOSE  
NITRATE FILMS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. TATCHAI SUMITRA, Ph.D.  
THESIS CO-ADVISOR : DACHO THONG-ARAM, 179 pp. ISBN 974-693-087-2

The Thesis deals with the development of a program that can count alpha particle tracks on cellulose nitrate films. The input alpha particle tracks are pre-processed in the form of bit image matrix. The development of a technique for counting and analyzing alpha tracks essentially consists of the following procedures : In the preparation stage, the picture of particle tracks are seen through microscope. VideoCapture device will store picture of alpha tracks into microcomputer. In image processing process, noise points are removed and pictures are transformed into binary images. Boundary points of alpha particle tracks are defined by image dilation and image subtraction. In the counting and analyzing process, binary images are determined for contour of connected pixels by edge contouring process. In the process coordinates of image are recorded and analyzes. After that the picture that has been counted is removed from the original image and the counting continue until all the pictures of alpha particle tracks are counted. In this counting system, image of the single alpha particle can be counted precisely but two or more overlapping tracks will be mistakenly counted as one.

The alpha track counting system can count quickly single alpha image with almost 100% accuracy on 352x352 pixels image.

ภาควิชา..... นิวเคลียร์ เทคโนโลยี.....  
สาขาวิชา..... นิวเคลียร์ เทคโนโลยี.....  
ปีการศึกษา..... 2540.....

ลายมือชื่อนิสิต..... *APICHART SRAVASI*.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *TATCHAI SUMITRA*.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *DACHO THONG-ARAM*.....



## กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษา และ การวิจัยครั้งนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย สุมิตร ที่ได้กรุณาจัดหาเอกสาร และอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จน วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ อาจารย์ เดโช ทองอร่าม ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว ที่กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับรอยอนุภาคแอลฟา รวมทั้ง จัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดในการทำวิทยานิพนธ์นี้

สุดท้ายขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนให้มีการวิจัยนี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ

## บทที่

1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	2
2. อนุภาคแอลฟาและการเกิดรอยบนแผ่นฟิล์ม.....	3
2.1 อนุภาคแอลฟา.....	3
2.1.1 อันตรกิริยาของอนุภาคแอลฟากับสสาร.....	4
2.1.2 พิสัยของอนุภาคแอลฟา.....	5
2.2 กลไกการเกิดรอย.....	7
2.2.1 ทฤษฎี ไอออนเอกซ์โปรชันสไปค์.....	7
2.2.2 ทฤษฎี อิเล็กตรอนิกส์เทอร์มาลสไปค์.....	9
2.3 ลักษณะของรอยอนุภาค.....	9
2.4 การกักรอย.....	12
2.5 การนับรอย.....	15
3. การเตรียมภาพรอยอนุภาคแอลฟาและการประมวลผลภาพ.....	17
3.1 การสร้างรอยอนุภาคแอลฟาบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรต.....	17
3.2 การนำภาพรอยอนุภาคแอลฟาเข้าสู่คอมพิวเตอร์.....	19
3.3 การประมวลผลภาพรอยอนุภาคแอลฟา.....	22

บทที่	สารบัญญ(ต่อ)	หน้า
	3.3.1 การประมวลผลภาพแบบจุด.....	22
	3.3.2 การประมวลผลภาพแบบเป็นพื้นที่.....	26
	3.3.3 Nonlinear Filtering.....	29
4.	การสร้างโปรแกรมน์บรอยอนุภาคแอลฟา.....	32
	4.1 โปรแกรมน์บรอยอนุภาคแอลฟาบนฟิล์มเซลล์ูโลสไนเตรต.....	32
	4.2 การหาเงื่อนไขการล้างก็ดรอยที่เหมาะสม.....	53
5.	สรุป วิจาร์ณั และ ข้อเสนอแนะ.....	59
	5.1 สรุปผลการวิจัย.....	59
	5.2 วิจาร์ณัผลการวิจัย.....	60
	5.3 ข้อเสนอแนะ.....	60
	รายการอ้างอิง.....	61
	ภาคผนวก ก.....	64
	ภาคผนวก ข.....	70
	ประวัติผู้เขียน.....	179



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 เส้นใจที่ใช้เป็นแนวทางสำหรับกัศรอยบนวัสดุบันทึกรอย รังสีที่เป็นพลาสติก.....	11
ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบการนับรอยอนุภาคด้วยตากับการใช้โปรแกรมนับ.....	57

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 อัตราการสูญเสียพลังงานของอนุภาคแอลฟาในเซลล์ลูโลสไนเตรต.....	5
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของอนุภาคแอลฟา กับพิสัยในอากาศแห่งที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสความดัน 1 บรรยากาศ.....	6
2.3 รูปรอยอนุภาคแอลฟาเดี่ยวถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน.....	7
2.4 การเกิดรอยของอนุภาคตามทฤษฎีไอออนเอกซ์โปรชันสไปค์.....	8
2.5 แสดงการกัดรอยของอนุภาคแอลฟาที่เกิดจากอนุภาคแอลฟาพลังงานต่างๆกันบนฟิล์ม เซลล์ลูโลสไนเตรต CA80 โดยใช้ NaOH 2.5 N เป็นเวลา 20 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....	10
2.6 แผนภาพแสดงการกัดรอยของอนุภาคบนแผ่นวัสดุบันทึกรอย.....	12
2.7 รอยที่จากอนุภาคที่มีประจุเคลื่อนที่ทำมุมต่างๆกับวัสดุตัวกลาง	
ก. รูปของรอยจะปรากฏเมื่อ $V_T > V_G$ และ $\phi = 90^\circ$ .....	13
ข. รูปของรอยจะหายไปเมื่อ $V_T \sin\phi < V_G$ .....	13
ค. รูปของรอยจะเริ่มหายไปเมื่อ $V_T \sin\phi = V_G$ .....	13
2.8 ความสัมพันธ์ของจำนวนรอยสัมพันธ์กับรอยอนุภาคแอลฟาบนแผ่นวัสดุบันทึกรอย ชนิดต่างๆ กับเวลาในการกัดรอย โดยใช้สารละลาย KOH 30% ที่ 60°C.....	15
3.1 อุปกรณ์กัดรอยอนุภาคแอลฟาบนฟิล์ม.....	18
3.2 แสดงกล้องจุลทรรศน์ที่ต่อเข้ากับกล้องวิดีโอ และ กล้องถ่ายภาพ.....	19
3.3 แสดงการ์ดแสดงผลของคอมพิวเตอร์ ที่เป็น video capture ด้วย .....	20
3.4 แสดงช่องสัญญาณ ต่างๆของตัว video capture card.....	20
3.5 แสดงโปรแกรมจับภาพวิดีโอที่มีมาพร้อมกับ video capture card.....	21
3.6 คอมพิวเตอร์และเครื่อง scanner.....	21
3.6 แสดงภาพที่มีความคมชัดน้อย กับความคมชัดปกติ.....	22
3.7 แสดงภาพที่มีความคมชัดต่ำพร้อมกับ brightness histogram.....	23
3.8 แสดงภาพที่มีความคมชัดสูงพร้อมกับ brightness histogram.....	24

## สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.9 ภาพก่อนทำ binary contrast.....	25
3.10 ภาพหลังทำ binary contrast พร้อมจุด cutoff.....	25
3.11 การประมวลผลภาพแบบพื้นที่โดยใช้ kernel.....	27
3.12 แสดงค่า kernel ที่ใช้ในการประมวลผลภาพแบบต่างๆ.....	28
3.13 ภาพรอยอนุภาคที่ได้จากการจับภาพจากกล้องจุลทรรศน์.....	30
3.14 ภาพรอยอนุภาคที่ผ่านขบวนการประมวลผลภาพ binary contrast.....	30
3.15 ภาพรอยอนุภาคที่ผ่านการทำ dilation.....	31
3.16 ภาพรอยอนุภาคที่ผ่านการทำ dilation outlining.....	31
4.1 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมนับรอยอนุภาคแอลฟา.....	33
4.2 รูปแสดง project.vbp.....	34
4.3 รูปรอยอนุภาคแอลฟาที่ขอบภาพต่อเนื่องและมีเฉพาะขอบภาพเท่านั้น.....	35
4.4 แผนผังการทำงานของฟอร์ม prepare .....	35
4.5 ฟอร์ม prepare ระหว่างการพัฒนา .....	36
4.6 ฟอร์ม load ระหว่างการพัฒนา.....	36
4.7 ฟอร์ม prepare เมื่อถูกเรียกเข้าใช้งาน.....	37
4.8 แสดงการเก็บข้อมูลภาพแบบ bit matrix ตัวเลข 1 จะแทนจุดสีดำ ตัวเลข 0 จะแทนจุดสีขาว.....	38
4.9 แสดงตำแหน่งจุดภาพที่อยู่ติดกัน.....	39
4.10 รูปภาพแบบสองระดับ(ขาว-ดำ)ที่มีขอบภาพต่อเนื่อง.....	39
4.11 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมหาขอบภาพและนับภาพ.....	40
4.12 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมติดตามขอบภาพเพื่อหาจุดแรก.....	41
4.13 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมติดตามขอบภาพเพื่อหาจุดที่สอง.....	42
4.14 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมติดตามขอบภาพเพื่อหาจุดที่สามและจุดต่อไป ในกรณีจุดที่สองอยู่ด้านขวาของจุดแรก.....	43
4.15 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมติดตามขอบภาพเพื่อหาจุดที่สามและจุดต่อไป ในกรณีจุดที่สองอยู่ด้านซ้ายของจุดแรก.....	44

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.16 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมติดตามขอบภาพเพื่อหาจุดที่สามและจุดต่อไป ในกรณีจุดที่สองอยู่ด้านบนของจุดแรก.....	45
4.17 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมติดตามขอบภาพเพื่อหาจุดที่สามและจุดต่อไป ในกรณีจุดที่สองอยู่ด้านล่างของจุดแรก.....	46
4.18 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมติดตามขอบภาพเพื่อหาจุดที่สามและจุดต่อไป ในกรณีจุดที่สองอยู่ด้านบนขวาของจุดแรก.....	47
4.19 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมติดตามขอบภาพเพื่อหาจุดที่สามและจุดต่อไป ในกรณีจุดที่สองอยู่ด้านล่างขวาของจุดแรก.....	48
4.20 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมติดตามขอบภาพเพื่อหาจุดที่สามและจุดต่อไป ในกรณีจุดที่สองอยู่ด้านบนซ้ายของจุดแรก.....	49
4.21 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมติดตามขอบภาพเพื่อหาจุดที่สามและจุดต่อไป ในกรณีจุดที่สองอยู่ด้านล่างซ้ายของจุดแรก.....	50
4.22 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมย่อย def_edge(i,j).....	51
4.23 รูปรอยอนุภาคแรกที่โปรแกรมนับรอยพบและค่าพิกัดที่ถูกเก็บ.....	52
4.24 เวลาถ่ายภาพ 5 นาที เวลาล้างกัศรอย 10 นาที.....	53
4.25 เวลาถ่ายภาพ 5 นาที เวลาล้างกัศรอย 20 นาที.....	53
4.26 เวลาถ่ายภาพ 5 นาที เวลาล้างกัศรอย 30 นาที.....	54
4.27 เวลาถ่ายภาพ 5 นาที เวลาล้างกัศรอย 40 นาที.....	54
4.28 เวลาถ่ายภาพ 10 นาที เวลาล้างกัศรอย 10 นาที.....	54
4.29 เวลาถ่ายภาพ 10 นาที เวลาล้างกัศรอย 20 นาที.....	55
4.30 เวลาถ่ายภาพ 10 นาที เวลาล้างกัศรอย 30 นาที.....	55
4.31 เวลาถ่ายภาพ 10 นาที เวลาล้างกัศรอย 40 นาที.....	55
4.32 เวลาถ่ายภาพ 20 นาที เวลาล้างกัศรอย 10 นาที.....	56
4.33 เวลาถ่ายภาพ 20 นาที เวลาล้างกัศรอย 20 นาที.....	56
4.34 เวลาถ่ายภาพ 20 นาที เวลาล้างกัศรอย 30 นาที.....	56

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.35 เวลาถ่ายภาพ 20 นาที เวลาล้างก็ดรอย 4 นาที.....	57