

การวัดความหนาของฟิล์มบางโดยใช้แสงเลเซอร์ฮีเลียมนีออน



นายไพรัตน์ ธรรมแสง

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

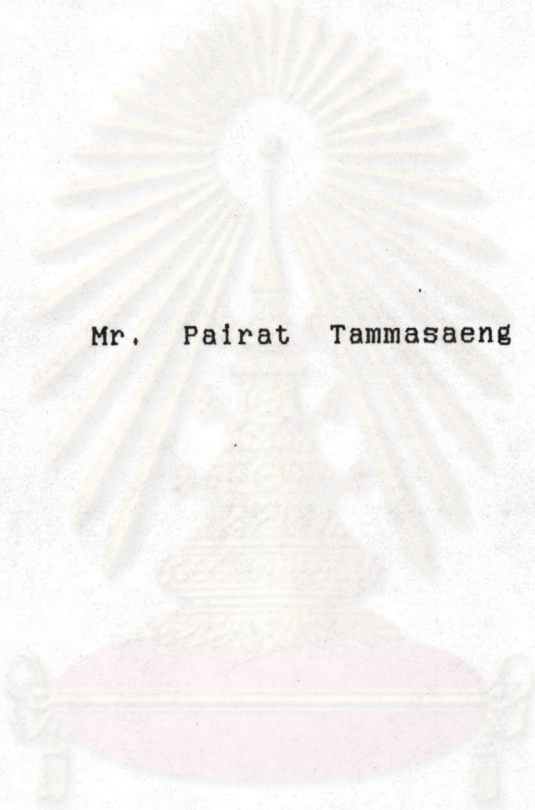
ISBN 974-577-383-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016419

I10306110

Thickness Measurement of Thin Film by a He-Ne Laser



Mr. Pairat Tammasaeng

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Physics
Graduate School
Chulalongkorn University


1990

ISBN 974-577-383-2

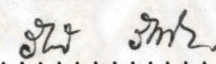


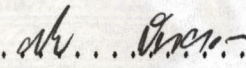
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวัดความหนาของฟิล์มบางโดยใช้แสงเลเซอร์ฮีเลียมนีออน
โดย นายไพรัตน์ ธรรมแสง
ภาควิชา ฟิสิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. กิโย โป ปันยารชุน

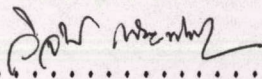
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับปริญญาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

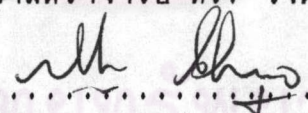

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรากิจ)

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. รุชนี สักวีระธรรม)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. กิโย โป ปันยารชุน)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร สิงห์พันธุ์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิโย โป เจริญกุล)

ศูนย์วิทยานิพนธ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อแจกจ่ายในกรอบสี่เหลี่ยมที่พิมพ์แยกเดี่ยว

นายไพรัตน์ ธรรมแสง : การวัดความหนาของฟิล์มบางโดยใช้แสงเลเซอร์ฮีเลียมนีออน
(THICKNESS MEASUREMENT OF THIN FILM BY A He-Ne LASER) อ.ที่ปรึกษา :
รศ.ดร.ภิญโญ บันยารชุน, 62 หน้า ISBN 974-577-383-2

ได้ทำการวัดความหนาของฟิล์มบางโดยใช้วิธีการแทรกสอดของแสง แสงที่นำมาใช้คือแสงเลเซอร์ฮีเลียมนีออน ซึ่งเป็นแสงเอกรงค์ที่มีความเข้มสูง ในการทำการวัดได้สร้างเครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มบาง เครื่องมือนี้จะสามารถสังเกตรั้วของการแทรกสอดของแสง และสามารถวัดระยะระหว่างรั้วของแถบมืด (ρ) และระยะของรั้วของแถบมืดที่เปลี่ยนไปจากแนวเดิม ($\Delta\rho$) จากนั้นสามารถคำนวณหาความหนาของฟิล์มบาง (Δh) และทำการตรวจสอบผลการวัดโดยวิธีการวัดการดูดกลืนของแสง โดยใช้โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวตรวจวัด เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนา h ที่ได้จากการวัดจากการแทรกสอดกับ $\ln(I/I_0)$ ซึ่งได้จากการวัดการดูดกลืนของแสง

การวิเคราะห์จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนา Δh และ $\ln(I/I_0)$ มีลักษณะเป็นเส้นตรงซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการดูดกลืนแสงของฟิล์มบาง แสดงว่าเครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มบางที่ใช้แสงเลเซอร์ฮีเลียมนีออน สามารถนำไปใช้ในการวัดได้จริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ฟิสิกส์
สาขาวิชา ฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2532

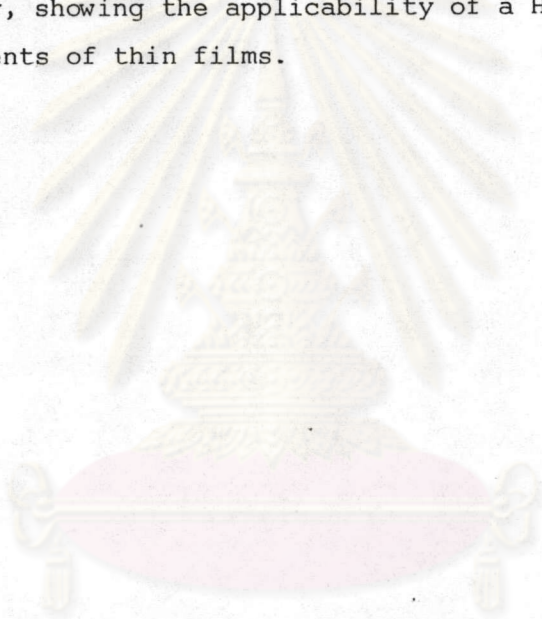
ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม



มหาวิทยาลัยราชภัฏบรจบุรี

PAIRAT TAMMASAENG : THICKNESS MEASUREMENT OF THIN FILM BY A He-Ne LASER. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. BHIYAYO PANYARJUN Ph.D., 62 PP. ISBN 974-577-383-2

Thickness measurement of thin films using the method of light multiple beam interference has been investigated. A monochromatic and intense beam from a He-Ne laser was the source of light. Thin film thickness meter was constructed to observe and measure the distance between consecutive fringes (ρ) and fringe shifts ($\Delta\rho$) from which the thickness of thin films could be evaluated. The results of the measurements were compared to those from the method of light absorption using a phototransistor as a detector. The analysis of the relation between measured thickness (Δh) and $\ln(I/I_0)$ indicates linearity, showing the applicability of a He-Ne laser as a tool for thickness measurements of thin films.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ฟิสิกส์
สาขาวิชา ฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จเป็นรูปเล่มได้ด้วยความอนุเคราะห์ จาก
รองศาสตราจารย์ ดร.ภิญโญ บัณยารชุน ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ได้ให้ความช่วย
เหลือแนะนำทั้งทางด้านทฤษฎีและการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่าน
อาจารย์ไว้เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

อนึ่งขอขอบพระคุณคุณอัจฉริยา เฉลิมเต็ม ที่ช่วยพิสูจน์อักษรของ
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และผู้วิจัยยังได้รับความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่โรงงานภาควิชา
ฟิลิกส์ โรงงานของคณะวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ NMR ที่ให้ความช่วยเหลือ
และเจ้าหน้าที่ที่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือในสถานที่ดังกล่าว จึงขอขอบพระคุณ
เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 บทนำ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	4
2. ทฤษฎีพื้นฐานของแสง.....	6
2.1 แนวความคิดที่เกี่ยวกับแสงที่ได้จากการแผ่รังสีเกิด.....	6
2.2 แบบจำลองอนุภาคของคลื่น.....	7
2.3 การแทรกสอด.....	9
2.4 การแทรกสอดของคลื่นสองขบวน.....	11
2.5 หลักการซ้อนทับของคลื่น.....	14
2.6 การแทรกสอดของคลื่นหลายขบวน.....	19
2.7 ริ้วที่เกิดจากฟิล์มบาง.....	26
2.8 การดูดกลืน.....	35
3. เลเซอร์อีเลียมเนียน.....	38
3.1 หลักการของเลเซอร์.....	38

บทที่		หน้า
4.	การสร้างเครื่องมือ.....	44
	4.1 เครื่องวัดความหนาของฟิล์มบางโดยใช้แสงเลเซอร์ อีเลียมเนียน.....	44
	4.2 เครื่องมือวัดความเข้มของแสง.....	50
5.	การเก็บข้อมูล.....	52
6.	วิเคราะห์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	59
	6.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	59
	6.2 ข้อเสนอแนะ.....	60
	เอกสารอ้างอิง.....	61
	ประวัติผู้เขียน.....	62

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	แสดงข้อมูลของเส้นสเปกตรัมของเลเซอร์ฮีเลียมนีออน.....	41
5.1	ข้อมูลของการวัดความหนาและการดูดกลืนแสงของฟิล์มบาง.....	56



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงเครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มบางแบบต่างๆ.....	2
2.1	แสดงแนวของรังสีของแสงที่เคลื่อนที่ในตัวกลางที่แตกต่างกัน....	8
2.2	แสดงหลักการของเพอร์เมทในการเกิดการหักเห.....	8
2.3	แสดงการรวมเวกเตอร์ของ E_1 และ E_2	14
2.4	แสดงการเกิดการซ้อนทับของ $E_1(t)$ และ $E_2(t)$ ได้ผลรวมเป็น $E(t)$	17
2.5	การกระจายของความหนาแน่นของกำลัง.....	18
2.6	การเกิดการแทรกสอดเนื่องจากการส่งผ่านของคลื่นหลายขบวน..	21
2.7	การแจกแจงรั้วแสดงความเข้มของคลื่น.....	24
2.8	รั้วของการแทรกสอดที่เกิดจากแสงสะท้อนบนระนาบ.....	25
2.9	แสดงแนวทางเดินของระยะทางเชิงแสง	26
2.10	การตกกระทบของแสงบนฟิล์มบาง.....	28
2.11	แสดงแหล่งกำเนิดแสงแบบจุดที่ทำให้เกิดการแทรกสอด.....	29
2.12	ภาพหน้าตัดของการเกิดรั้วเนื่องจากฟิล์มอากาศ.....	31
2.13	การเกิดรั้วของฟิล์มเมื่อแหล่งกำเนิดแสงอยู่ไกลมาก.....	32
2.14	หน้าคลื่นของแหล่งกำเนิดแสงแบบจุดหลังการสะท้อน.....	33
2.15	แสดงการดูดกลืนแสงของตัวกลาง.....	35
3.1	แสดงการดูดกลืนและการปล่อยพลังงานแบบเกิดขึ้นเอง.....	39
3.2	แสดงการปล่อยแสงแบบกระตุ้น.....	39
3.3	ระดับพลังงานในการเกิดเลเซอร์ของก๊าซฮีเลียมนีออน.....	42
3.4	ส่วนประกอบของเลเซอร์ฮีเลียมนีออน.....	42
4.1	แบบส่วนประกอบของเครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มบาง.....	45
4.2	แสดงระบบของฟิล์มบาง.....	46
4.3	แสดงส่วนประกอบภายในตัวกล้อง.....	46
4.4	แสดงทิศทางเดินของแสง.....	47
4.5	เครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มบาง.....	48
4.6	แสดงการวางเครื่องแยกแสงกับทิศทางของแสงเลเซอร์.....	49
4.7	เครื่องมือวัดความเข้มของแสง.....	50
4.8	วงจรภาคจ่ายกำลังไฟฟ้าขนาด 10 โวลต์.....	51
4.9	แสดงการจัดเครื่องมือวัดความเข้มแสง.....	51

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
๕.๑	แสดงการจัดฟิล์มเพื่อใช้ในการวัดเพื่อจัดเก็บข้อมูล.....	๕๓
๕.๒	ภาพแสดงลายเส้นที่ได้จากเครื่องวัดความหนาของฟิล์มบาง.....	๕๓
๕.๓	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Δh กับ $\ln(I/I_0)$	๕๘



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย