

ชื่อ-สกุล ผู้เสนอ พิเชษฐ ลิมสุวรรณ สาขาวิชา: \_\_\_\_\_

นาย  น.ส.  นาง  ดร.  อ.  ผศ.  รศ.  ศ.  กายภาพ  ทรัพย์สิน-สิ่งแวดลอม

ชีวภาพ  วิศว-เทคโนโลยี

ที่ทำงาน ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  เกษตร  ศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตธนบุรี โทร. 427-0150  แพทย์  ทัวไป

### TRIPLE-LAYER ANTIREFLECTION COATING

Pichet Limsuwan and Phayap Reungkaew  
Department of Physics, Faculty of Science  
King Mongkut's Inst. of Tech., Thonburi Campus, Bangkok 10140

Triple-layer antireflection coatings on optical glass (BK-7) with a refractive index of  $n = 1.52$  were prepared with high-vacuum evaporation method. The substrates to be coated were placed in the vacuum chamber of the coater and the entire chamber was pump down. Before the evaporation was performed the substrate surfaces were cleaned with a dc glow discharge. Furthermore, the substrates were maintained at temperature about  $300^\circ\text{C}$  during the deposition in order to produce adherent and durable coatings. The materials which were used in these coatings are : outside layer,  $\text{MgF}_2$ ; middle layer,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; inside layer,  $\text{LaF}_3$ . The thickness of the three layers were controlled during the evaporation with quartz monitor. The results for quarter-half-quarter wavelengths coating ( $\lambda = 650\text{ nm}$ ) showed that the reflectance of glass substrates at normal incidence was less than 0.5% from 520 to 845 nm

### การเคลือบเพื่อป้องกันการสะท้อนแสงแบบ 3 ชั้น

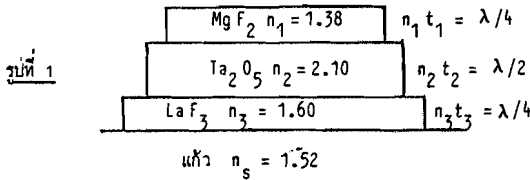
พิเชษฐ ลิมสุวรรณ และ พายัพ เรืองแก้ว  
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

การเคลือบฟิล์มบางแบบ 3 ชั้น ลงบนแผ่นแก้วดัชนีหักเห  $n = 1.52$  เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสะท้อนแสงสามารถเตรียมได้โดยวิธีการระเหยของสารภายใต้สุญญากาศ แผ่นแก้วที่ต้องการเคลือบพร้อมสารเคลือบอยู่ในภายในครอบแก้วของเครื่องเคลือบสารซึ่งจะถูกปั๊มเอาอากาศออกเพื่อให้เป็นสุญญากาศ ก่อนที่จะทำการเคลือบจะต้องทำความสะอาดผิวหน้าของแผ่นแก้วโดยวิธี glow discharge และระหว่างการเคลือบจะต้องให้ความร้อนแก่แผ่นแก้วเพื่อให้มีอุณหภูมิประมาณ  $300^\circ\text{C}$  ทั้งนี้เพื่อการติดแน่นและความคงทนของฟิล์มที่เคลือบ สารที่ใช้เคลือบได้แก่ชั้นนอก  $\text{MgF}_2$ , ชั้นกลาง  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  และชั้นใน  $\text{LaF}_3$  ซึ่งมีความหนา  $\frac{\lambda}{4}, \frac{\lambda}{2}, \frac{\lambda}{4}$ , ตามลำดับที่  $\lambda = 650\text{ nm}$  สำหรับความหนาของฟิล์มสามารถควบคุมได้โดยใช้ผลึกควอทซ์ จากผลการทดลองพบว่าที่แสงตกตั้งฉาก ค่าการสะท้อนของแสงในช่วงความยาวคลื่น 520-845 nm น้อยกว่า 0.5%

ข้อเรื่อง (ไทย) การเคลือบเพื่อป้องกันแสงสะท้อนแบบ 3 ชั้น

รูปที่ 1 เป็นโคอะแกรมแสดงแผ่นฟิล์มและความหนาชั้นต่าง ๆ ที่ถูกเคลือบลงบนแผ่นแก้ว โดยที่

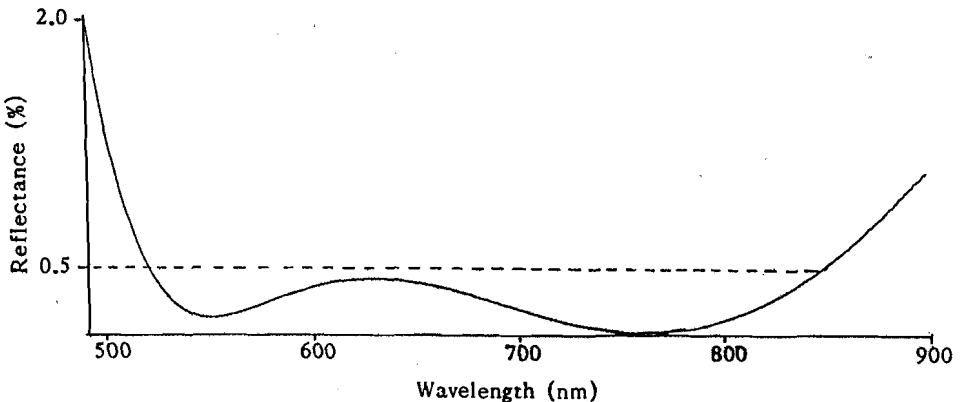
- $n_s$  = ดัชนีหักเหของแผ่นแก้วที่ต้องการเคลือบ = 1.52
- $n_1$  = ดัชนีหักเหของสารเคลือบชั้นนอก คือ  $MgF_2$  = 1.38
- $n_2$  = ดัชนีหักเหของสารเคลือบชั้นกลาง คือ  $Ta_2O_5$  = 2.10
- $n_3$  = ดัชนีหักเหของสารเคลือบชั้นใน คือ  $LaF_3$  = 1.60
- $t$  = ความหนาทางเรขาคณิตของแผ่นฟิล์ม
- $nt$  = ความหนาทางแสง (optical thickness)



เครื่องเคลือบสารที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็น High Vacuum Coating Plant BA 510 ของบริษัท BALZERS ซึ่งในการเคลือบสรุปผลได้ดังนี้

|                       |  |
|-----------------------|--|
| · Film system         | 3 layers ที่ $\lambda = 650 \text{ nm}$  |
| Coating materials     | $LaF_3$ , $Ta_2O_5$ , $MgF_2$  |
| Substrate temperature | $300^\circ\text{C}$  |
| Pressure              | $1 \times 10^{-5}$ mbar  |
| Glow discharge        | 3 min ที่ 100 mA   |
| Evaporation boat      | Tantalum boat สำหรับเคลือบ $MgF_2$ , $LaF_3$<br>Tungsten boat สำหรับเคลือบ $Ta_2O_5$ |
| Deposition rate       | 30 Hz/s  |

ภายหลังจากทำการเคลือบฟิล์มทั้ง 3 ชั้นแล้ว ได้ทำการวัดค่า reflectance ที่แสงตกตั้งฉากในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 480-900 nm โดยใช้ spectrophotometer ซึ่งผลที่ได้แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2

References

1. J.T. Cox and G. Hass, in Physics of Thin Films, Ed. G. Hass and R.E. Thun, Academic Press, New York, (1964), Vol.2, PP.239-304
2. Balzers Technical Report No. BB 800 016 AE (8301) for Standard Multilayer Antireflection Coating for Glass, (1984)