

เอกชัย จงเสรีเจริญ : การเตรียมฟิล์มบางหลายชั้นโลหะออกไซด์ด้วยเทคนิคสเปตเตอร์ริงและการหาลักษณะเฉพาะเพื่อการประยุกต์ใช้เชิงแสง (PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF SPUTTERED METAL OXIDE MULTILAYER THIN FILMS FOR OPTICAL APPLICATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ประยูร สงศิริฤทธิกุล, 107 หน้า

คำสำคัญ: ฟิล์มบางโลหะออกไซด์, ฟิล์มบางหลายชั้น

โลหะออกไซด์เป็นวัสดุที่มีบทบาทสำคัญสำหรับการใช้เป็นวัสดุเคลือบเชิงแสงเนื่องจากมีสมบัติที่สามารถปรับเปลี่ยนได้หลายประการ เช่น ความโปร่งแสง ความมีเสถียรภาพต่อสภาวะแวดล้อมและสารเคมี เป็นต้น ไทเทเนียมไดออกไซด์และซิลิกอนไดออกไซด์คือวัสดุที่เป็นที่รู้จักอย่างดีในการนำไปใช้เป็นวัสดุเคลือบผิวเชิงแสง ในงานวิจัยนี้ ฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ถูกเตรียมด้วยกระบวนการอาร์เอฟแมกนีตรอนสเปตเตอร์ริงแบบดั้งเดิมและแบบที่มีวิธีการรีแอคทีฟแก๊สไทมมิง (RGT) สำหรับฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ถูกเตรียมด้วยกระบวนการอาร์เอฟแมกนีตรอนสเปตเตอร์ริงแบบดั้งเดิมนั้น ฟิล์มที่เตรียมได้ทุกชั้นมีค่าการส่งผ่านที่สูงมากกว่าร้อยละ 85 ในช่วงแสงที่ตามองเห็น ค่าการส่งผ่านของฟิล์มมีแนวโน้มลดลงเมื่อเตรียมด้วยความดันขณะเคลือบที่มีค่าสูง ผลจากการวัดด้วยเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (XANES) ฟิล์มบางทุกเงื่อนไขมีโครงสร้างเป็นการผสมกันของเฟสรูไทล์และอนาเทส และผลการวิเคราะห์โครงสร้างเฉพาะบริเวณ (EXAFS) พบว่าที่การเตรียมด้วยความดันต่ำจะส่งผลให้ระยะพันธะไกลกว่าที่การเตรียมด้วยความดันสูง

สำหรับการเตรียมฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยกระบวนการอาร์เอฟแมกนีตรอนสเปตเตอร์ริงแบบ RGT ที่ความดันขณะเคลือบและกำลังที่ใช้เคลือบคงที่ เงื่อนไขการเตรียมที่ใช้สำหรับการศึกษานี้คือช่วงระยะเวลาที่ปล่อยให้ไหลเข้าและหยุดการไหลของแก๊สออกซิเจนเข้าไปขณะเคลือบจากผลการวัดสมบัติเชิงแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงชนิดแบบอัลตราไวโอเล็ตและแสงมองเห็นพบว่า ค่าการส่งผ่านของชั้นงานที่เคลือบจะแตกต่างจากชั้นงานที่ไม่ถูกเคลือบอย่างเห็นได้ชัดตำแหน่งที่มีค่าการส่งผ่านสูงสุดของตัวอย่างที่ให้แก๊สออกซิเจนในช่วงที่สั้นกว่าจะมีตำแหน่งที่ค่าความยาวคลื่นสูงกว่า และโดยเฉลี่ยแล้วค่าการส่งผ่านของชั้นงานที่เคลือบจะมีค่าน้อยกว่าชั้นงานที่ไม่ได้เคลือบด้วยฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ ผลจากการวัดด้วยเทคนิค XANES พบโครงสร้างที่ผสมกันของเฟสรูไทล์และอนาเทส ซึ่งในการหาสัดส่วนของเฟสรูไทล์ต่ออนาเทสในโครงสร้างของฟิล์มจะใช้เทคนิคการรวมกันเชิงเส้น ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องเป็นอย่างดีกับผลจากการวัดด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ นอกจากนี้ มีการแสดงผลจากการหาแนวโน้มของกราฟ EXAFS เพื่อดูระยะของพันธะในฟิล์มที่เตรียมได้อีกด้วย

ฟิล์มบางหลายชั้นของไทเทเนียมไดออกไซด์และซิลิกอนไดออกไซด์ ถูกเตรียมและศึกษา
ลักษณะเฉพาะ ชั้นฟิล์มของซิลิกอน ไดออกไซด์ถูกเตรียมด้วยเทคนิคสปัตเตอร์ริงแบบ RGT เคลือบลง
บนชั้นฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ในหลาย ๆ ชั้นงานที่ถูกเตรียมด้วยเงื่อนไขต่าง ๆ ก่อนหน้านี้ ฟิล์ม
บางหลายชั้นที่เตรียมได้มีสเปกตรัมค่าการส่งผ่านที่เปลี่ยนไปจากสเปกตรัมที่ได้จากฟิล์มบางชั้นเดียว
โดยจะมีตำแหน่งที่ให้ค่าการส่งผ่านสูงสุดเลื่อนไปทางความยาวคลื่นที่สูงกว่า ในกรณีนี้ที่เตรียมด้วยการ
ให้แก๊สออกซิเจนในช่วงที่สั้นกว่า ค่าการส่งผ่านโดยเฉลี่ยของฟิล์มบางหลายชั้น พบว่ามีค่าสูงกว่าฟิล์ม
บางชั้นเดียว จากผลการทดลองเหล่านี้ทำให้ได้ว่า ฟิล์มบางหลายชั้นของของไทเทเนียมไดออกไซด์
และซิลิกอน ไดออกไซด์นั้นเหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการเคลือบกันการสะท้อนและ
ฟิลเตอร์



สาขาวิชาฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

EKACHAI CHONGSEREECHAROEN : PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF
SPUTTERED METAL OXIDE MULTILAYER THIN FILMS FOR OPTICAL APPLICATION.
THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRAYOON SONGSIRIRITTHIGUL, Ph.D. 107 PP.

Keyword: Metal oxide thin films, Multilayer

Metal oxides are important role of the optical coating materials because of its tunable properties, excellent optical transparency, and chemical and environmental stability. Titanium dioxide and silicon dioxide are two well-known materials to produce the optical thin films. Titanium dioxide thin films were successfully fabricated via RF magnetron sputtering and reactive gas timing (RGT) sputtering. For RF magnetron sputter deposition, all samples exhibit a high transmittance ($> 85\%$ T) in visible region. The transmittance tended to decrease as the working pressure increased. Refractive index depends on working pressure. Mixing phase of Rutile and Anatase were found in all films corresponding to XANES results. The fitted plots of EXAFS data in the R-space show that the bond length of the lower working pressure sample is greater than that of higher.

By using RGT technique, TiO_2 thin films were fabricated with fixed working pressure and power. The oxygen flow timing was varied. The transmittance spectra from UV-vis measurement of the RGT samples are obviously different from the spectrum of uncoated glass slide. The maximum transmittance spectra obtained with shorter oxygen flow timings exhibit longer wavelengths compared to those obtained with longer flow timings. All of the investigated metal oxides lowered the optical transmittance of undeposited glass when applied as a single layer of TiO_2 and the transmittance is slightly sensitive to in the film structure. The normalized Ti K-edge XANES result in fluorescence mode at different oxygen timing sequence are reported. The characteristics in pre-edge and white line regions reveal the rutile-anatase phase mixture. Linear combination fitting of XANES data exhibits that weight of TiO_2 anatase and rutile depend on the oxygen flow timing which is good agreement between XANES and XRD results. Bond length between Ti – O and Ti - Ti were shown by EXAFS results.

$\text{TiO}_2+\text{SiO}_2$ multilayer thin films were fabricated. Transmittance of $\text{TiO}_2+\text{SiO}_2$ multilayer is different from SiO_2 single layer. XANES and EXAFS results are analyzed. In the visible area, the light transmittance of $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ multilayer films was larger than that of a single layer TiO_2 film. The shorter oxygen flow duration results in a larger wavelength shift in the maximum transmittance spectrum. These multilayer thin films are suitable to be used for anti-reflection coating and filter applications.



School of Physics
Academic Year 2021

Student's Signature _____
Advisor's Signature _____