

複合成膜手法により成膜された低屈折率 SiO₂ 光学薄膜の親水性評価[3]

Hydrophilicity evaluation of low refractive index SiO₂ Optical Thin Films by Electron Beam and Sputtering Evaporation part3

○伊藤 睦記¹, 松平 学幸², 室谷 裕志¹, (東海大院工¹, (株) シンクロン²)

○Mutsuki Ito¹, Takayuki Matsudaira², Hiroshi Murotani¹

(Grad. sch. of Eng., Tokai Univ.¹, SHINCRON Co., Ltd.²)

Email : murotani@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

1. 背景・目的

光学薄膜に求められる各種特性は、年々高度化し、それに伴い光学特性と各種機能性を両立できる光学薄膜への関心が高まっている。親水膜の代表例として TiO₂ の光触媒機能がある。しかし、TiO₂ は高屈折材料であることに加え、太陽光や紫外線が照射されないと機能を発揮しないという欠点がある。

本研究室では DC パルス(DC : Direct current)スパッタリングと EB (EB : Electron beam) 蒸着を同一真空容器内で同時に稼働させ、連続的に成膜を行う複合成膜手法を開発し、SiO₂ 光学薄膜の低屈折率化に成功している¹。さらに、先行研究により複合成膜手法により成膜された低屈折率 SiO₂ 薄膜は、膜構造が多孔質になることから高い親水性を示すことが分かっているが、高温高湿下に暴露すると表面に CH 基が付着し、親水性を失ってしまう²。そこで、複合成膜手法により蒸着材料を SiO₂、スパッタリングターゲットを Ti にすることで SiO₂ と TiO₂ の混合膜を作製し、低屈折率且つ CH 基を分解できる光触媒機能を持った薄膜を作製することが期待できる。

本研究では、複合成膜手法により成膜された低屈折率 SiO₂-TiO₂ 光学薄膜における親水性の評価を目的とした。

2. 実験方法

本実験では複合成膜装置を用いて、蒸着材料を SiO₂ (Merck 社製)、スパッタリングターゲットを Ti(USTRON 社製)とし、N-BK7 (SCHOTT 社製)基板上に SiO₂-TiO₂ 光学薄膜を成膜した。成膜条件は、スパッタリング出力を 1500W とし、ターゲットの下部から Ar ガスを 500sccm、O₂ ガスを 100sccm 導入することで反応性スパッタリングを行い、光学的吸収を抑えた。さらに EB 蒸着の成膜レートを変化させることで異なる混合比の SiO₂-TiO₂ 光学薄膜を 3 種類、加えてターゲットを Si(USTRON 社製)にし、SiO₂ 単体の複合成膜手法を成膜した。

作製した薄膜の分光特性を分光光度計(日本分光社製、V-670)にて測定した。親水性の評価は JIS R3257 に基づいて、接触角 θ を求めた。接触角の計測は成膜直後、環境試験機装置(ESPEC 社製、SH-641)による高温高湿試験後(85°C, 85%, 24h)、UV ランプ(funakoshi 社製、UVGL-58, 6W、ピーク波長 254nm)をサンプルに対して 2cm の距離で照射した後の計 3 回行った。

3. 結果及び考察

作製した薄膜の分光スペクトルを Figure 1 に示す。各条

件の混合比は成膜レートの比により算出した。分光スペクトルからわかるようにすべての条件で顕著な光学吸収認められない。これらの分光スペクトルから計算した屈折率ほどの条件でも一般に知られている SiO₂ の屈折率 1.46 より低屈折率を示した。

Figure 2 に各サンプルの親水試験の結果を示す。成膜直後では各条件で親水性(接触角 0°)を発現していることが分かる。これは、膜の構造が多孔質になることから、毛細管現象により親水性を発現していると考えられる。また、環境試験後ではすべての条件で親水性は失われたが、UV 照射を 10 時間行うことで接触角は低下した。TiO₂ の含有量が多いほど接触角が低下したことから、UV 照射を行うことで光触媒作用により親水性が復活したと考えられる。

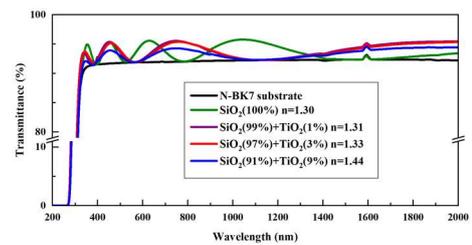


Figure 1 Transmittance spectra.

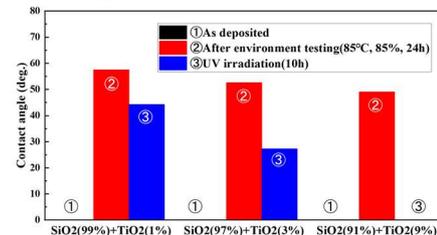


Figure 2 Change of a contact angles.

4. 結論

複合成膜により成膜された SiO₂-TiO₂ 光学薄膜は低屈折率を示した。

環境試験を行うと親水性は失われたが、UV 照射を行うことにより親水性が復活した。

謝辞

測定および評価を協力していただきました東海大学研究推進部技術共同管理室の森川氏、小田氏に感謝致します。

参考文献

- 1) 東海大学, ファインクリスタル, シンクロン; 特許 JP5901571.2016-03-18.
- 2) 伊藤睦記, “複合成膜手法により成膜された低屈折率 SiO₂ 光学薄膜の親水性評価[2]”, 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, p268, 13p-N203-7(2021).