# 複合成膜により成膜された低屈折率 SiQ 光学薄膜

Low Refractive Index SiO<sub>2</sub> Optical Thin Films Deposited by Sputtering and Electron Beam Evaporation

東海大工<sup>1</sup>,東海大院工<sup>2</sup>, (株)シンクロン<sup>3</sup> 〇井原 鈴歌<sup>1</sup>,田島 直弥<sup>2</sup>,室谷 裕志<sup>1</sup>,松本 繁治<sup>3</sup>

Sch. of Eng., Tokai Univ.<sup>1</sup>, Grad. Sch. of Eng., Tokai Univ.<sup>2</sup>, SHINCRON Co., Ltd.<sup>3</sup>

# <sup>O</sup>Reika Ihara<sup>1</sup>, Naoya Tajima<sup>2</sup>, Hiroshi Murotani<sup>1</sup>, Shigeharu Matsumoto<sup>3</sup>

## E-mail: murotani@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

### 1. 背景・目的

光学部品には反射による光の損失を防ぐために反 射防止膜が形成されている.超低屈折率の光学薄膜を 表層に用いることにより,入射角依存性を改善するこ とができる.SiO2 は屈折率 1.46 の低屈折率材料として 反射防止膜等に用いられている.膜の屈折率は成膜手 法によって変化する.本研究では,研究室で開発した複 合成膜<sup>1,2)</sup>を用いて,より屈折率の低い SiO2光学薄膜を 作製することを目的とした.

### 2. 実験方法

EB(Electron Beam)法,スパッタリング法及び複合成 膜を用いて N-BK7(SCHOTT 社製)光学ガラス基板上に SiO2 光学薄膜を成膜した.複合成膜はスパッタリング 法による成膜と EB 法による成膜を同時に行うことが できる.この時,スパッタリング領域と EB 領域は同一 真空容器内にある.複合成膜装置の概念図を Fig.1 に示 す.



Fig. 1 Schematic diagram of the combination coating equipment.

スパッタリング法ではターゲット:Si を用い,Ar ガス を 75sccm,O2 ガスを 5sccm 導入し,成膜を行った.EB 法 では蒸着材料に SiO2(メルク社製)を用い,O2 ガスを 2×10<sup>-2</sup>Pa(12sccm)まで導入し,成膜を行った.複合成膜で はドームを常に回転させ,スパッタリング法による成 膜と EB 法による成膜を同時に行った.成膜時の基板温 度は 200°C,総物理膜厚は 500nm で統一した.

膜の分光透過スペクトルは分光光度計(日本分光社 製: V670)を用いて測定した.膜の屈折率は分光透過ス ペクトルより算出した.膜の構造は走査型電子顕微鏡 (SEM: Scanning Electron Microscope, 日立ハイテクノロ ジーズ社製:S-4800)を用いて観察した.

#### 3. 結果及び考察

EB 法,スパッタリング法及び複合成膜を用いて成膜 された SiO<sub>2</sub> 光学薄膜の分光透過スペクトル及び屈折 率(λ=550nm)を Fig.2 に示す.複合成膜により成膜され た SiO<sub>2</sub> 光学薄膜の SEM 画像を Fig.3 に示す.Fig.2(a)よ り,成膜方法に関係なく膜の吸収がないことが確認で きる.EB 法で成膜された SiO2 光学薄膜の屈折率は 1.46 を示した.スパッタリング法では,成膜粒子のエネルギ ーが高いため膜の密度が上昇し,屈折率は 1.47 を示し た.複合成膜によって成膜された SiO2 光学薄膜の屈折 率は 1.31 を示した.この要因として,膜の構造が多孔質 になっていることが Fig.3の SEM 画像から確認できる.



Fig. 2 Transmittance spectra. (a) range from 200 nm to 2000 nm, (b) range from 200 nm to 1400 nm.



Fig. 3 SEM image of SiO<sub>2</sub> optical thin film prepared by sputtering and EB evaporation.

### 4. 結論

複合成膜を用いてスパッタリングによる成膜と EB 法による成膜を同時に行うことで,屈折率 1.31 の SiO<sub>2</sub> 光学薄膜を成膜することができる.

#### 謝辞

成膜に協力して頂いたファインクリスタル株式会社の清野 氏,買手氏に感謝致します.測定に協力して頂いた東海大学研 究推進部技術共同管理室の宮本氏に感謝致します.

#### 参考文献

- 学校法人東海大学,ファインクリスタル株式会社,株式 会社シンクロン.成膜方法.特許第 5901571 号.2016-03-18.
- N. Tajima, H. Murotani, S. Matsumoto, H. Honda, "Stress control in optical thin films by sputtering and electron beam evaporation", Appl. Opt., Vol. 56, Issue 4, pp. C131-C135 (2017).