

# 複合成膜により成膜された低屈折率 SiO<sub>2</sub> 光学薄膜の多層化

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

東海大院総理工<sup>1</sup>, (株)シンクロン<sup>2</sup> ○(D)田島 直弥<sup>1</sup>, 松本繁治<sup>2</sup>, 室谷 裕志<sup>1</sup>

Graduate School of Eng., Tokai Univ.<sup>1</sup> SHINCRON CO. LTD.<sup>2</sup>

Naoya Tajima<sup>1</sup>, Shigeharu Matsumoto<sup>2</sup>, Hiroshi Murotani<sup>1</sup>

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

## 1. 背景・目的

光学薄膜の屈折率を任意の値に制御することで、光学特性を向上することができる。膜の屈折率制御には、膜に微細構造をもたせることで有効屈折率を下げる方法や、異なる複数の材料を成膜し、膜中の配合比率から平均屈折率として変化させる方法がある。本研究室では、成膜時の圧力が大きく異なる真空蒸着法とスパッタリング法を同一真空容器内に設置して稼働させる複合成膜手法を開発し、SiO<sub>2</sub>光学薄膜の低屈折化に成功している<sup>1)</sup>。複合成膜手法では膜の構造を低密度にすることで低屈折率化を実現している。複合成膜ではガス導入量が膜の屈折率に最も影響を与えている。この多孔質膜は、超音波洗浄による剥がれがないうえ、実用上十分な耐久性を有している。一般的な多孔質膜は機械的耐久性が低いため、成膜粒子のエネルギーが高い手法で積層した際に下地の多孔質膜の屈折率に影響を与えてしまうため、多層膜への応用展開が困難である。本研究では複合成膜を用いて成膜した多孔質膜上に、スパッタリング法で積層した時の、多孔質膜の屈折率の影響を確認することを目的とした。

## 2. 実験方法

本実験では成膜用基板に N-BK7(Schott 社製)光学ガラスを用いた。DC(DC: Direct current)パルススパッタリング法及び複合成膜手法を用いて SiO<sub>2</sub>光学薄膜の成膜を行った。複合成膜は同一真空容器内でスパッタリング法と EB(EB: Electron Beam)蒸着法を同時に成膜する手法である。2層膜の作製では1層目に複合成膜手法を、2層目にスパッタリング法を用いて、各層 250nm の成膜を行った。スパッタリングでは、ターゲットに Si を使用し、出力 1500W で、スパッタ領域から Ar と O<sub>2</sub> ガスを導入した。複合成膜では、上記スパッタリング条件に加え、EB蒸着法の材料に SiO<sub>2</sub>(メルク社製)を使用し、ドーム近傍から Ar ガスを導入した。成膜基板温度は 200°C で成膜を行った。

成膜した SiO<sub>2</sub>光学薄膜の透過率は紫外可視近赤外分光光度計(JASCO:V-670)で測定した。単層膜の正透過率からハルトマンの分散式により屈折率を導出した。

## 3. 結果・考察

成膜手法の異なる SiO<sub>2</sub>光学薄膜の屈折率を Table1 に示す。スパッタリング法で成膜した SiO<sub>2</sub>光学薄膜は一般的な SiO<sub>2</sub>光学薄膜の屈折率と同じ 1.46 を示した。複合成膜で成膜した SiO<sub>2</sub>光学薄膜は、膜密度の低下により 1.30 の屈折率を示した。2

層膜の分光透過スペクトルを Fig.1 示す。設計値は単層膜の成膜で算出した屈折率分散を用いた。Fig.1 より実測値は設計値と同等のスペクトルを示すことから、多層化においても1層目の多孔質膜の屈折率は単層膜と同じ 1.30 を示した。高エネルギー粒子を有するスパッタリングの積層に対しても、複合成膜で成膜された多孔質膜は圧縮や混合されることがなく、低密度を維持している。

Table1 Refractive index of SiO<sub>2</sub> optical thin film

Film structure	First layer		Second layer	
	Deposition methods	Refractive (λ=550nm)	Deposition methods	Refractive (λ=550nm)
N-BK7/SiO <sub>2</sub> /Air	Sputtering	1.46	-	-
	Simultaneous deposition	1.30	-	-
N-BK7/SiO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> /Air	Simultaneous deposition	1.30	Sputtering	1.46

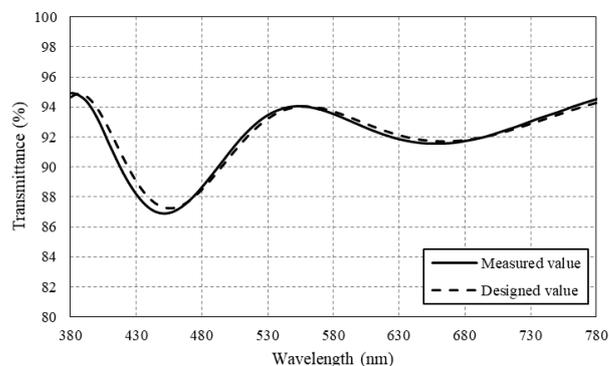


Fig.1 Transmittance spectra of 2-layer film

## 4. 結論

スパッタリングの積層に対しても、複合成膜手法によって成膜した多孔質 SiO<sub>2</sub>光学薄膜は低屈折率を維持できる。

複合成膜で成膜された多孔質膜の多層化は可能である。

## 謝辞

成膜に協力して頂いた株式会社シンクロンの柊川氏に感謝致します。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森川氏に感謝致します。

## 参考文献

- 1) Tokai Uni., FINE CRYSTAL Co. Ltd., Shincron Co. Ltd., deposition method. JP5901571. 2016-03-18.