

複合成膜手法による TiO₂ 薄膜の低屈折率化の検討

Low Refractive Index of TiO₂ Thin Film Deposited by Combination Coating Method

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

○Kosuke Endo¹, Hiroshi Murotani¹, Takayuki Matsudaira²,
(Grad. Sch. of Eng., Tokai Univ. ¹, SHINCRON Co., Ltd. ²)

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

1. 背景・目的

本研究室では, EB (EB: Electron beam) 蒸着法と DC パルス (DC: Direct current) スパッタリング法を同一真空容器内に設置して同時に作動させ, 連続的に行う複合成膜手法を開発した¹⁾。先行研究において, 複合成膜手法により SiO₂, MgF₂, Al₂O₃ 光学薄膜の低屈折率化に成功している。しかし, MgF₂ において屈折率の低下の割合が小さかったことから, 非晶質の薄膜よりも結晶性を持つ薄膜の方が低屈折率化がしにくい可能性が示唆された。これは, 非晶質膜の構成原子の空間的配置に関する自由度が結晶質膜よりも大きいことに起因していると考えられるが, 明確な結論に至っていない。そこで TiO₂ 薄膜を本手法で作製すれば, 同じ材料で膜構造の異なる低屈折率膜を成膜し, 低屈折率化と結晶構造の関係性について検討することができる可能性がある。

本研究では, 複合成膜手法を用いて TiO₂ 薄膜を作製し, 低屈折率化について検討した。

2. 実験方法

本実験では, 成膜用基板に N-BK7 (Schott 社製) 光学ガラス基板を用いた。成膜材料は, 蒸着材料に TiO_{1.7} (Merck 社製), スパッタリングターゲットに Ti (純度 4N, USTRON 社製) を使用した。本実験では複合成膜の実成膜レートに対するスパッタリングの成膜レートの比率(以降“スパッタ成膜レート比率”)を一定にして成膜時のチャンバー内圧力を変化させた実験(実験①)と, チャンバー内圧力を一定にしてスパッタ成膜レート比率を変化させた実験(実験②)を行った。その後, 作製した TiO₂ 薄膜の分光特性を分光光度計 (V-670, JASCO 社製) で測定し, ハルトマンの分散式を用いて膜の屈折率を求めた。

3. 結果および考察

実験①で作製した各サンプルの屈折率と成膜時チャンバー内圧力の関係を Fig. 1 に示す。Fig. 1 より, 成膜時のチャンバー内圧力が高くなるほど屈折率が低くなることが分かった。これは, 成膜時のチャンバー内の圧力が上昇することで膜の密度が低下したためだと考えられる。

実験②で作製した各サンプルの屈折率とスパッタ成膜レート比率の関係を Fig. 2 に示す。Fig. 2 より, スパッタ成膜レート比率が小さくなるにつれて屈折率が低くなることが分かった。スパッタ成膜レート比率を少なくするとエネルギーの高いスパッタ粒子が少なくなり, 膜が密になりにくくなっていると考えられる。

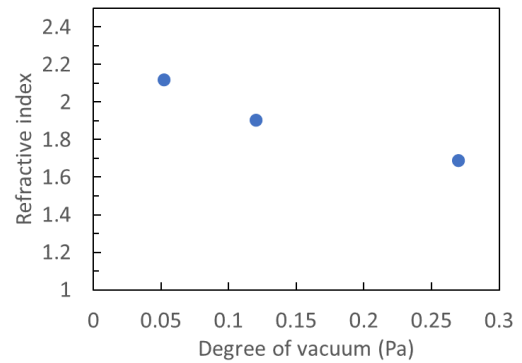


Fig. 1 Relation between degree of vacuum and refractive index (λ = 550 nm)

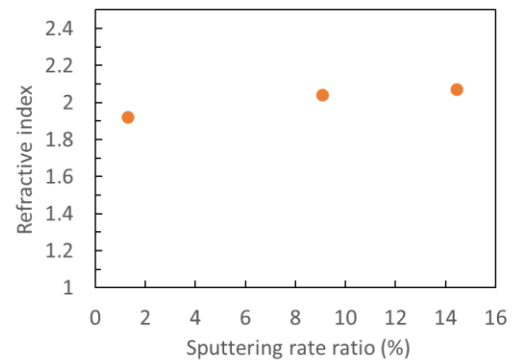


Fig. 2 Relation between sputtering rate ratio and refractive index (λ = 550 nm)

4. 結論

複合成膜手法において, 成膜時のチャンバー内圧力を大きくすることで膜の屈折率が下がることが分かった。また, スパッタ成膜レート比率を小さくすることで膜の屈折率が下がることが分かった。どちらも膜の密度の低下に由来すると考えられる。

5. 謝辞

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。

6. 参考文献

- 1) 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.