

複合成膜により成膜された低屈折率 SiO₂ 光学薄膜の光散乱特性(4)

Light Scattering of Low Refractive Index SiO₂ Optical Thin Films Deposited by Sputtering and Electron Beam Evaporation Part 4

東海大院工¹, (株)シンクロン² ○(M2)若宮 大生¹, 松本繁治², 室谷 裕志¹

Graduate School of Eng., Tokai Univ.¹ SHINCROON CO.LTD.²

Taisei Wakamiya¹, Shigeharu Matsumoto², Hiroshi Murotani¹

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

1. 背景・目的

現在, 実用されている低屈折率光学薄膜は, 膜に微細構造をもたせることにより有効屈折率を下げている. 本研究室では, 成膜時に圧力が大きく異なる 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稼働させた状態でドームを回転することにより, 2 種類の成膜を交互にかつ連続的に行う複合成膜手法を開発した¹⁾. この複合成膜手法により, SiO₂ 光学薄膜の低屈折化に成功している.

これまでの研究では, 複合成膜手法で成膜した低屈折率 SiO₂ 光学薄膜の光散乱特性は DC パルス出力が 500W のとき, ミー散乱がわずかに発生し, 1000W 以上でレイリー散乱が支配的になることがわかっているが, ミー散乱の発生原因が何であるかは明らかになっていない. 本研究では, 複合成膜手法で成膜した低屈折率薄膜における主要な散乱体を特定するために DC パルス出力 0W と 500W, 1000W の複合成膜手法で SiO₂ 光学薄膜を成膜し, スパッタ出力の有無や DC パルス出力による膜構造の違いから散乱体について検討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表面粗さ Ra が 1nm の合成石英を用いた. 成膜方法は DC パルススパッタリング法と EB 蒸着法の複合成膜手法と比較対象の EB 蒸着法で SiO₂ 薄膜を成膜した. 成膜時の EB 蒸着材料には SiO₂, スパッタリングターゲットには Si を使用し, スパッタリングターゲットの下部と基板ドーム近傍から Ar と O₂ を導入した. 複合成膜手法の成膜条件は DC パルススパッタ出力を 0W すなわち放電させない状態と 500W, 1000W で成膜した. 成膜した SiO₂ 光学薄膜の表面構造の違いを光学顕微鏡, SEM, AFM で観察した. また, 紫外可視近赤外分光光度計 (JASCO: V-670) で分光正透過率と分光前方散乱率を測定した.

3. 結果・考察

複合成膜手法の DC パルス出力 0W と 500W で成膜した SiO₂ 光学薄膜の AFM 画像を Fig.1 に, 破断面を鳥瞰で観察した SEM 画像を Fig.2 に示した. Fig.1 および Fig.2 より, DC パルス出力 0W では膜表面に数 100nm のひび割れが確認された. また, Fig.3 に示した分光前方散乱スペクトルにおいて, DC パルス出力 0W で顕著な散乱が発生したことから, 膜に発生したひび割れによりミー散乱が発生したと考えられる. また, DC パルス出力に比例して散乱率が減少していることから, スパッタリングにより膜のグレイン同士の密着性が向上し, ひび割れが抑制されていると考えられる.

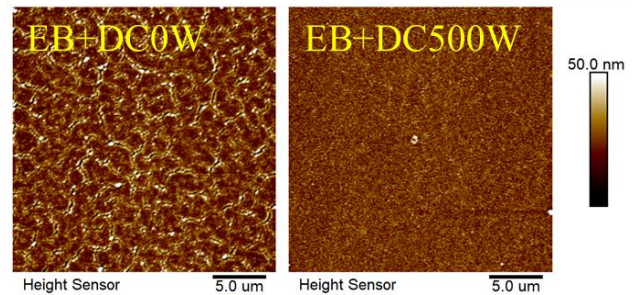


Fig. 1 AFM images of SiO₂ optical thin films.

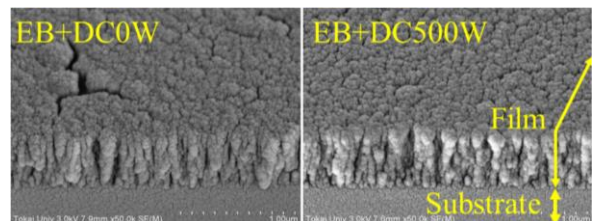


Fig. 2 SEM images of SiO₂ optical thin films.

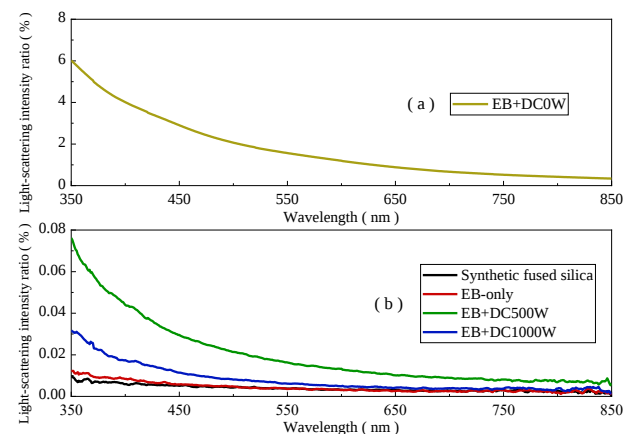


Fig. 3 Light scattering spectra of SiO₂ optical thin films.

4. 結論

複合成膜手法によって成膜された低屈折率 SiO₂ 光学薄膜のミー散乱に寄与する散乱体は膜に発生したひび割れの可能性が高い. また, このひび割れはスパッタ出力に比例して抑制されることが考えられる.

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.