

19a-F10-10

サブ波長構造を有するメソポーラスシリカから構成される反射防止膜

Antireflection films consisting of mesoporous silica with a sub-wavelength structure

キヤノン(株)¹, 早大² °北村伸¹, 渡邊壮俊¹, 高橋祐彦¹, 菅野陽将², 黒田一幸², 宮田浩克¹

Canon Inc.¹, Waseda Univ.², °Shin Kitamura¹, Masatoshi Watanabe¹, Masahiko Takahashi¹,

Hirokatsu Miyata¹, Yosuke Kanno², Kazuyuki Kuroda²

E-mail: kitamura.shin@canon.co.jp, miyata.hirokatsu@canon.co.jp

【緒言】 カメラで良い画像を得るために、レンズ表面における反射防止技術は極めて重要である。サブ波長サイズの微細構造を有する反射防止膜をレンズにコーティングする事により、波長依存性の少ない優れた反射防止特性が得られるが、反射防止膜とレンズの間の屈折率差は反射を生む要因となる。我々は、メソポーラスシリカ薄膜に反応性イオンエッチングを施す事でサブ波長構造が自発的に形成される事を見出した。このサブ波長構造を有するメソポーラス膜の細孔中に高屈折率材料である TiO_2 を導入すれば、その導入量により反射防止膜自体の屈折率コントロールが可能であり、様々な屈折率のレンズに合わせて屈折率を変調させ、反射防止膜とレンズの間の屈折率差に起因する反射を抑制する事ができる。

【実験】 界面活性剤 (Pluronic P-123)、テトラエトキシシラン、塩酸、水、エタノールを混合した前駆体溶液の塗布、焼成により BK7 ガラス($n=1.52$)基板上にメソポーラスシリカ(MPS)膜を作製後、 C_3F_8 ガスを用いた反応性イオンエッチング(RIE)により、サブ波長構造(SWS)を有する MPS 膜を形成した。細孔中への TiO_2 導入は、チタンテトライソプロポキシドを前駆体とする気相化学成長法により行った。

【結果・考察】 RIE により自発形成された SWS-MPS の電子顕微鏡像を図 1 に示す。サブ波長構造の高さは $\sim 300\text{nm}$ 、ピッチは 100nm 程度であり、先端部においても MPS 膜の細孔構造が維持されている。組成分析において RIE プロセス後に MPS 膜内にかけてフッ素化合物の存在が確認される事、MPS 膜の表面処理により形成される構造のサイズが変化する事などから、フッ素化合物の凝集体が局所的にエッチングを妨げた結果として、この SWS が形成されるものと考えられる。なお、細孔構造を持たないシリカ膜では膜内へのフッ素化合物の侵入は確認されず、このような構造は形成されない。本研究の SWS を有する膜をコーティングした BK7 ガラス基板の反射率を図 2 に示す。BK7 ガラス基板の反射率(図 2-a)は、SWS-MPS 膜($n=1.2$)のコーティングにより低下するが、まだ 1%以上の反射が残存している(図 2-b)。これに対し、BK7 ガラスの屈折率に合うよう導入量を制御して MPS 膜中に TiO_2 を導入すると、全可視光波長領域で 0.5%以下となる良好な反射防止特性が得られた(図 2-c)。この結果はサブ波長構造による屈折率のグラデーション効果に加え、 TiO_2 導入による基板と反射防止膜との屈折率マッチングが有効に機能している事を意味している。当日は導入量の制御方法など本技術についての詳細を報告する。

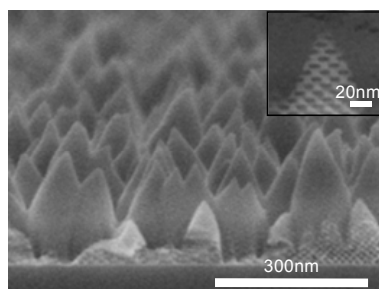


Fig.1. Electron micrographs of the MPS film with a sub-wavelength structure.

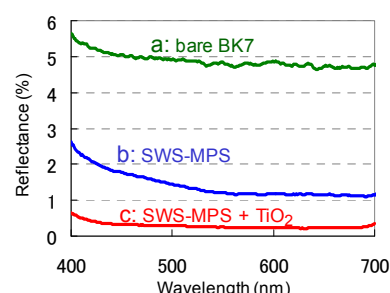


Fig.2. Reflectance of a BK7 substrate with the antireflection coatings