

課題番号 : F-20-NM-0086  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 光-物質強結合実験のための高反射誘電体多層膜の作成  
Program Title (English) : Fabrication of highly-reflective dielectric multilayers for light-matter strong coupling experiment  
利用者名(日本語) : 岡田大地  
Username (English) : Daichi Okada  
所属名(日本語) : 理化学研究所 創発物性科学研究センター  
Affiliation (English) : RIKEN Center for Emergent Matter Science  
キーワード/Keyword : フォトニクス、成膜・膜堆積、化学&分子テクノロジー、マテリアルサイエンス

## 1. 概要(Summary)

光共振器の固有モード光子のエネルギーと、物質の遷移のエネルギーを一致させたとき、コヒーレントな量子的相互作用により光-物質強結合状態が生じ、未知の光電子物性を引き出す可能性があることが知られている。我々は、この光物質強結合状態を種々の有機系に展開するにあたり、任意の固有モードを持った光共振器を構成するための高反射率誘電体多層膜の作成を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

全自動スパッタ装置、触針式表面段差計、自動エリブソメータ

### 【実験方法】

上記スパッタ装置を用いて、低屈折率である  $\text{SiO}_2$  と高屈折率である  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  を交互積層する事により、反射率 99 % を超える誘電体多層膜を得る。反射波長帯の最適化のため、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$  それぞれの単層膜も作製し、その膜厚および屈折率を精密に測定・評価した。スパッタ条件(ガス種(流量)・放電パワー)は以下の通りである。

$\text{SiO}_2$ : Ar + (20 sccm)・Power 300 W

$\text{Ta}_2\text{O}_5$ : Ar + (20 sccm)、 $\text{O}_2$  (1 sccm)・Power 300 W

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

上記条件により作製される  $\text{SiO}_2$  単層膜および  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  単層膜の評価により、屈折率はそれぞれ 1.5 および 2.2、製膜レートはそれぞれ 0.04027 nm/s および 0.0599 nm/s であると決定された。これら屈折率と製膜レートから堆積厚を算出し、 $\text{SiO}_2$  および  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  の各層をそれぞれ 86 nm、59 nm の厚みで交互に 8~10 ペア堆積させるのが最適であるとの条件を得た。これに

従って作成した結果、99 % を超える高反射率を有する誘電体多層膜を得た。Fig. 1 に示されるとおり、透過スペクトルでも見て取れる高い品質の誘電体多層膜を再現良く作成できたといえる。スペクトルの再現性は良い一方で、いくつかの基板では肉眼でも白濁ムラが見えるものがあった。電流測定など、広い面積に対して実験を行うためには、この点を改善する必要がある。このムラは基板上にある僅かなゴミや、傷が核となり散乱体を形成していると考えるのが妥当である。概ね洗浄過程に依るものと考えられるため、洗浄方法の検討によりスパッタ前の下地改質を行う。今後は、こうした洗浄方法の検討に加え、作製された誘電体多層膜により光共振器を構成し、研究目的である光-物質強結合を評価していく。

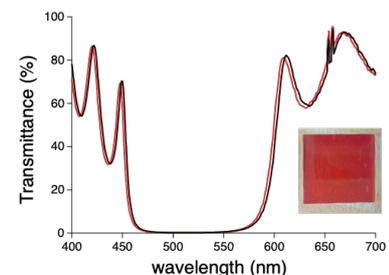


Fig. 1 Transmission spectra of two sample films of dielectric multilayers fabricated with the same sputtering condition, showing good reproducibility. The inset shows an appearance of the fabricated film.

4. その他・特記事項(Others) なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし

6. 関連特許(Patent) なし