

課題番号 : F-21-NM-0040
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : TiO₂ ナノ構造の作製と光学特性
Program Title (English) : Fabrication of TiO₂ nanostructures and their optical property
利用者名(日本語) : 愛知広樹
Username (English) : K. Aichi
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduate school of Eng., Kyoto Univ.
キーワード/Keyword : フォトニクス、リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

誘電体ナノ粒子を光の波長程度の周期で配列させた構造に光を照射すると、ミー共鳴と呼ばれる誘電体ナノ粒子と周辺物質との大きな屈折率差に起因した光閉じ込めが起こる。このミー共鳴が、構造の周期性に起因する面内の光回折を介して放射結合し、表面格子共鳴と呼ばれるモードが誘起される。このモードによって生じる強い電場は周囲の光学応答を増強させる働きがあり、応用例の一つとして発光増強がある。

誘電体の一種である TiO₂ は、可視域での高い透明性と適度に高い屈折率を持ち、光学的損失が少ないため、ナノ構造の材料として注目されている。しかし、加工によってナノ構造を高精度に作製することが困難であるため、実験的な実証は限られている。

本研究では、従来のリフトオフ法で作製可能な Cr ナノ構造を TiO₂ 薄膜上に作製し、この試料にドライエッチングを行う方法で TiO₂ ナノ構造の作製を試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 酸化膜ドライエッチング装置

【実験方法】

京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の多元スパッタリング装置によって蛍光体基板の上に TiO₂ 薄膜を成膜した後、リフトオフ用レジストとエスパーサーの塗布および電子線描画によってレジストのナノホール構造を形成した。次に、この試料の上に Cr 薄膜を蒸着し、レジストを除去することで TiO₂ 薄膜上に Cr ナノシリンダー構造を得た。NIMS 微細加工プラットフォームの酸化膜ドライエッチング装置によって、この試料に対して Ar と SF₆ の混合ガスによるドライエッチングを行った後、Cr を除去することで蛍光体基板の上に TiO₂ ナノシリンダー構造を作製した。最終的に得られた構造に対して SEM と AFM による観察と発光増強度測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

SEM 像と AFM 像から TiO₂ ナノシリンダー構造の生成が確認できた(Figs. 1a, 1b)。前方方向に最大 4.0 倍の発光増強が得られた(Fig. 1c)。

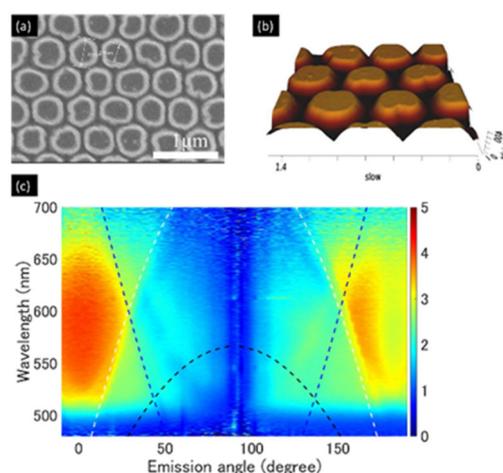


Fig.1 (a) SEM and (b) AFM images for TiO₂ nanostructures on the phosphor substrate. (c) Emission enhancement defined as the luminescence from the phosphor plate with the TiO₂ nanostructures normalized to that from the same plate without nanostructures.

4. その他・特記事項(Others)

・他の機関の利用: 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 愛知広樹・村井俊介・田中勝久、チタニアメタ表面の作製と発光制御への応用、2021 年度日本材料学会半導体エレクトロニクス部門委員会 第 2 回研究会・ナノ材料部門委員会第 1 回研究会(口頭発表 2021 年 11 月 13 日)

6. 関連特許(Patent)

なし。