

課題番号 : F-19-KT-0135
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : ナノインプリントを用いた蛍光材料の高性能化(2)
Program Title (English) : Improving optical material performance by nanoimprint (2)
利用者名(日本語) : 村井俊介
Username (English) : S. Murai
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 : リソグラフィ・露光・描画装置、プラズモン、蛍光材料、フォトニクス、マテリアルサイエンス

1. 概要(Summary)

近年、金属や誘電体メタサーフェスによる発光制御が注目されている。ナノ構造として金属ナノシリンダーを周期配列させたプラズモニックアレイを用いると、表面プラズモンポラリトン(SPP)と光回折を組み合わせた協同モードによる高効率光取出しにより、指向性ある発光増強が実現する。これに対し高屈折率誘電体ナノシリンダーアレイを用いるとミー共鳴と光回折を組み合わせた協同モードが実現する。金属の大きな吸収損失や発光中心から金属へのエネルギー移動に伴う発光中心の失活を懸念し、ナノ構造の材料を損失の少ない誘電体に変える試みが近年進んでいる。本研究ではプラズモニック材料と非プラズモニック材料における発光増強効果の比較を目的とし可視域で SPP 吸収を示す Ag および可視域での吸収が小さく高い屈折率を示す TiO₂ からなるナノシリンダー周期アレイを作製し、発光増強効果の比較と考察を行った。特に励起光から蛍光への変換効率について研究を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ナノインプリントシステム、ドライエッチング装置、超高分解能電界放出型走査電子顕微鏡、大面積超高速電子線描画装置、プラズマ CVD 装置

【実験方法】

シリカガラス基板上にナノインプリント法を用いて Ag と TiO₂ ナノシリンダーからなる周期 460 nm の三角格子アレイを作製した。これらの上に色素を含むポリメチルメタクリレート (PMMA) 膜をスピンコートした。得られた試料に対して透過率の入射角依存性、CW レーザー(波長 460 nm)励起による発光の放出角依存性の測定、蛍光寿命測定ならびに積分球による全吸収、全発光測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

透過率測定から周期構造の性質と SPP の有無を反映した

結果が得られた。発光の放出角依存性の測定結果において透過率の減少と対応した波長での発光増強が見られ、各試料の共鳴波長によって大きく増強される波長に違いが見られた。また積分球による全発光測定では、Ag アレイの方が発光増強効果が高いことが示された。得られた結果は発光性メタサーフェスの設計に重要である。

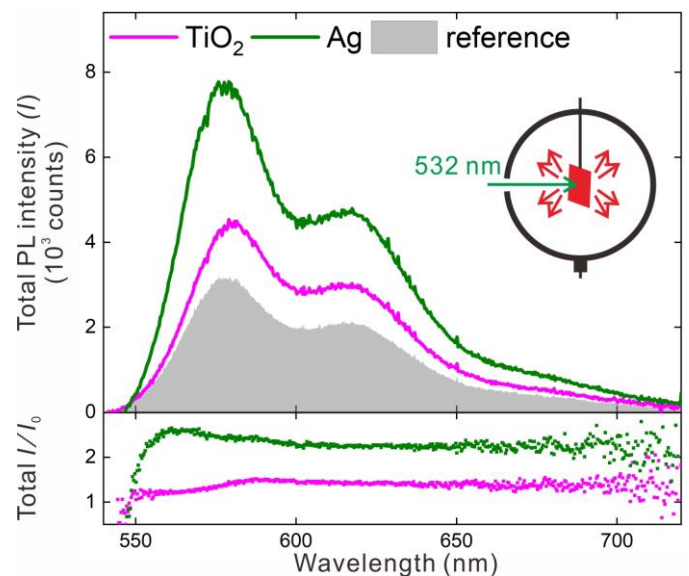


Fig. 1 Typical total PL intensity measured with an integrating sphere. Excitation laser wavelength = 532 nm. The bottom panels show the total PL intensity divided by that of the reference.

4. その他・特記事項(Others)

物質・材料研究機構利用 F-19-NM-0022, 0027, 0031, 0040, 0051, 0089

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) S. Murai et al, ECS J. Solid State Sci. Technol.**9**(1), (2020) 011614

6. 関連特許(Patent)

なし