

課題番号 : F-16-KT-0041
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : Al ナノ粒子アレイの作製と発光増強
Program Title(English) : Fabrication and photoluminescence properties of the periodic arrays of aluminum nanoparticles
利用者名(日本語) : 岡紗 帆, 村井 俊介
Username(English) : S. OKa, 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 University

1. 概要(Summary)

金属ナノ粒子に光を照射すると、局在型表面プラズモン(=金属表面上における自由電子の集団的振動)と電磁波がカップリングし、局在型表面プラズモンポラリトン(LSPPs)が生じる。また、金属ナノ粒子が光の波長と同程度の周期で並ぶ時、この LSPPs と光回折の同時励起が可能となる。協同プラズモニックモードと呼ばれるこの両者が同時励起された状態では、隣接する LSPP の位相が揃い、大幅な電場増強が引き起こされる。発光体とこのような金属のナノ周期構造を組み合わせることで、発光特性の大幅な変調が可能である。本研究では、地球上に豊富に存在し、安価であり、また局所電場の増強が大きく、優れたプラズモニック材料である Al からなるナノ粒子アレイの上に発光層を作製し、発光増強について詳しく調べた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速高精度電子ビーム描画装置、深堀りドライエッチング装置、ナノインプリントシステム、ドライエッチング装置

【実験方法】

高速電子線描画装置と Si 深堀りエッチングによりパターンを転写した Si ウエハをモールドとしたナノインプリントを Al 薄膜上に行った。ドライエッチングによるアッシングを京大ナノハブ拠点で行った後、NIMS 微細加工 PF にて反応性イオンエッチングを施すことで Al ナノ粒子アレイを作製した。研究室にて得られた構造の光学特性を調べた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 は、波長 473 nm の s 偏光に対する透過率(グレー塗りつぶし)と、473 nm レーザーで励起した時の発光増強度(波長 540-700 nm の発光強度の積算値)(青線)の光入射角依存性である。発光増強度は励起光の入射角度によって変化し、17.7°にて最大 11.8 倍に達することが分かる。また、透過率が減少する角度において発光増強が高くなっている。透過率の減少は、発光層への励起光の吸収量の増加を示唆しており、Al ナノ粒子アレイによって、発光層へと散乱され色素に吸収される励起光量が増加し、それに伴って発光増強が得られたと考えられる。

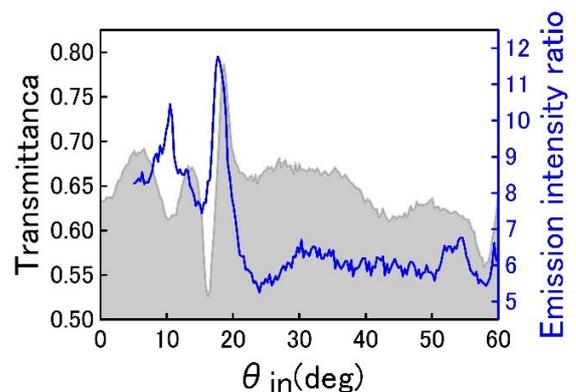


Fig. 1: Optical transmission for s-polarized $\lambda = 473$ nm light (left axis) and emission intensity excited by a laser with $\lambda = 473$ nm (right), as a function of angle of incidence. The emission intensity was integrated over the spectral range from 510 to 680 nm, and normalized to that from the reference film made on a flat substrate.

4. その他・特記事項(Others)

・他の機関の利用: NIMS 微細加工 PF (16C020)。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 岡ら、日本セラミックス協会 2017 年会 (2017 年 3 月 17 日、日本大学)。

6. 関連特許(Patent)

なし。