

課題番号 : F-20-KT-0165
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 金属アレイによるコアシェル型ナノ粒子のアップコンバージョン増強
Program Title (English) : Amplified Up-Conversion Photoluminescence from Core-Shell Nanoparticles on Periodic Lattices
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、表面プラズモン、蛍光材料、フォトニクス、マテリアルサイエンス

1. 概要(Summary)

アルミニウム (Al) は、紫外線までの広い周波数範囲で有効なプラズモン材料として知られていますが、近赤外領域でのプラズモン特性はあまり調査されていません。この研究では、アップコンバージョン (UC) フォトルミネッセンスを Al ナノ構造を使用して増幅し、Al が近赤外領域でも有用なプラズモン材料であることを示しています。 Al ナノシリンダーの周期格子がプラズモンナノ構造 (ナノアンテナ) として選択され、ナノシリンダーのサイズと格子の周期が、局在表面プラズモン共鳴と面内回折の両方を吸収波長 ($\lambda = 980\text{nm}$) に一致するように調整しました。 コアシェルタイプの UC ナノ粒子 (NP) は、NP から Al シリンダーへのエネルギー移動を抑制し、UC のフォトルミネッセンス強度を強化するように設計されています。結果として得られる最適化されたコアシェル UCNP と Al プラズモン格子の組み合わせにより、UC 強度が 100 倍以上向上します。プラズモン材料として従来の Au の代わりに Al を使用することは、低コストと元素の豊富さの観点から有益です。

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

【実験方法】

シリカガラス基板に電子線蒸着法により膜厚 200nm のアルミニウム膜を製膜した。次にナノインプリント法および化合物ドライエッチング装置によりナノアンテナを作製した。このナノアンテナ上にコアシェル UCNP の自己組織化膜を形成し試料とした。得られた試料に 980nm の光を照射し、UC 蛍光を観察した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ナノアンテナ上のコアシェルナノ粒子自己組織化膜はガラス基板上的の同様の膜に比べ非常に強いアップコンバージョン蛍光を示した。入射 980nm 光の強度に対して蛍光強度を調べたところ、特に励起光強度が小さいときにガラス基板上的の自己組織化膜と比べた増強度が高く、最大で 100 倍に達した。これはナノアンテナが光回折を介して 980nm の励起光を自己組織化膜に導くことでコアシェルナノ粒子の光吸収が高められたことによる。

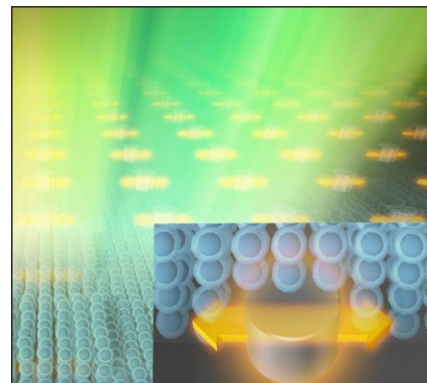


Fig. 1 Sketch of the upconversion nanoparticles on the nanoantenna seal for the enhancement of upconversion luminescence.

4. その他・特記事項(Others) なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1)Gao et al., Adv. Opt. Mater. 9, pp 2001040 (1-10) (2020)

6. 関連特許(Patent) なし