

金属回折格子における非伝搬モードの表面プラズモン共鳴と量子ドットの発光

The Non-Propagation Mode of the Surface Plasmon Resonance in the Metal Grating Structure and Light Emitting from Quantum Dot

三重大院工, °伊藤峻汰, 平松和政, 元垣内敦司

Graduate School of Eng., Mie Univ., °Ryota Ito, Kazumasa Hiramatsu, Atsushi Motogaito

E-mail: 419m205@m.mie-u.ac.jp

量子ドットは、半導体からなるナノ微粒で、レーザやLEDの発光素子や生態観測をする蛍光材料などに用いられ、バンドギャップより大きなエネルギーを吸収して発光させることで、青色レーザ光を吸収し、緑色や赤色で発光することが可能となる。一方、量子ドットの発光効率が他の半導体材料に比べ低いことが問題として挙げられる。本研究では、金属回折格子を用い、表面プラズモン共鳴による発光増強を図る。金属回折格子にて周期構造を用いることで、微粒子ではできなかった再現性を確保できる。これまでに金属回折格子上のある特定箇所表面プラズモンを局在させ、波数が0の際に生じる伝搬しない伝搬型表面プラズモン（以下、非伝搬モードという）が存在することを見出した[1]。またガラス基板上に堆積したAg薄膜上に量子ドットを塗布した方が、Ag薄膜がない場合に比べ強度が強くなることを明らかにしてきた。[2]今回、Agを用いた回折格子に量子ドットを塗布し、青色レーザ光を入射したときの非伝搬モードが実現する条件において量子ドットの発光を確かめること目的として行った。

初めに、Agと電子線レジストを用いた2層型金属回折格子と量子ドットを含む紫外線硬化樹脂（Medium）のモデルで樹脂側から青色レーザ光（波長450nm）を垂直入射する。厳密波結合解析（RCWA）法を用いて

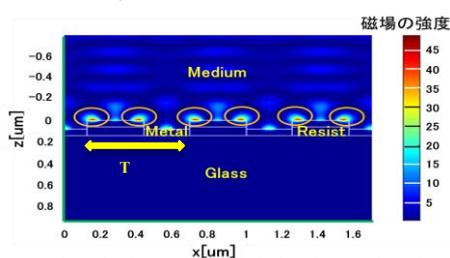


Fig.1 Simulation result of the intensity for H_y , $T = 568\text{nm}$

周期 $T = 568\text{nm}$ の磁場分布を Fig.1 に示す。この結果より、レジストと金属層における金属端部に約45倍の磁場を集中させることを明らかにした。

次に、表面プラズモンの発生する構造である周期 $T = 568\text{nm}$ に光を垂直入射した磁場の実部の計算を行った。その結果を Fig.2 に示す。

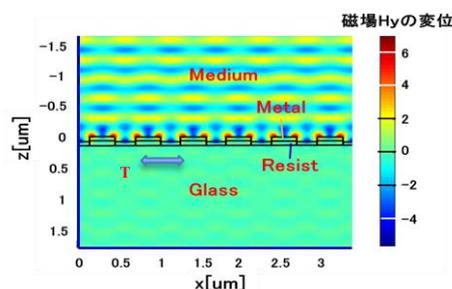


Fig.2 Simulation Result of the displacement for H_y , $T = 568\text{nm}$

この結果と分散曲線の比較から、樹脂とAgの界面でAgの端部に表面プラズモンが発生しているが、磁場の伝搬が行われず、磁場が定在していることを示しており、光を垂直に入射した際は、表面プラズモンが伝搬しない非伝搬モードの存在を明らかにした。この現象を利用することで、金属回折格子上に塗布した量子ドットでの発光を検討している。

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業（20K05359）（公財）住友電工グループ社会貢献基金 学術・研究助成及びアカデミスト（株）のクラウドファンディング事業によるものである。

[1] 伊藤峻汰他、第67回応用物理学会春季学術講演会, 15a-PA4-7 (2020)

[2] 田中裕己他、電子情報通信学会光エレクトロニクス研究科技術研究報告, OPE2018-149 (2019)