18a-A12-5

銀ナノ粒子の表面プラズモン共鳴効果による酸化亜鉛薄膜の欠陥からの可視発光の増強

Enhancement of visible photoluminescence from defects in ZnO film by surface plasmons of Ag nanoparticles

群馬大院理工、°肖 貴宝　中村 俊博　安達 定雄
Faculty of Science and Engineering, °G. B. Xiao, T. Nakamura, S. Adachi
E-mail: t13811481@gunma-u.ac.jp

【はじめに】酸化亜鉛は室温において、~3.37 eV の大きなバンドギャップエネルギーと、60 meV の高い励起子結合エネルギーを持つことから、紫外域での発光材料として注目されている。さらに、酸化亜鉛は結晶欠陥由来の青色から赤色までの広い範囲で発光を示すため、可視域での発光材料としても注目されている。本研究では、銀ナノ粒子の表面プラズモンによる電場増強効果を利用し、酸化亜鉛薄膜の熱アニールにより生じる結晶中の欠陥からの緑色・黄色発光の増強を目指す。

【作製方法】本研究では、ゾル-ゲル法により酸化亜鉛薄膜を作製する。メタノール中に酢酸亜鉛二水和物 [$(CH_3COO)_2Zn \cdot 2H_2O$]を溶解させ、濃度 0.25 mol / L のゾル-ゲル溶液を作製する。そして、この溶液を石英基板上にスピンコート法で塗布し、ホットプレート上で 350°C、3 分間乾燥させ薄膜を形成する。その後、形成した薄膜をランプアニール装置で 700°C、10 分間熱処理を行い酸化亜鉛薄膜試料とした。ここで、スピンコートの回数により薄膜の膜厚を 10~160 nm の範囲で制御した。本研究では、酸化亜鉛薄膜試料の表面に粒径 100 nm の銀粒子の分散溶液を滴下・乾燥させ、石英基板裏面から発光スペクトルの測定を行った。

【結果と考察】Fig. 1 に膜厚 10 nm の酸化亜鉛薄膜の発光スペクトルの測定結果を示す。図より、銀ナノ粒子の堆積により、酸化亜鉛の結晶欠陥由来の緑色-黄色発光の強度が大幅に増大していることがわかる。堆積した銀ナノ粒子は、Fig. 1 の挿入図に示すように 500 nm 付近に表面プラズモン励起に伴うブロードな吸収を示すことから、観測された可視発光の増強効果は、銀ナノ粒子の表面プラズモン励起に起因する電場増強効果によるものと考えられる。Fig. 2 に銀堆積による発光ピーク強度の増強度の、酸化亜鉛薄膜の膜厚依存性を示す。図から、膜厚の増加に伴って、表面プラズモンによる発光の増強度が急激に減少していることがわかる。以上の結果は、発光の増強効果が、表面プラズモンの形成する増強電場のエバネッセント場としての性質の影響を顕著に受けていることを示唆している。本講演では、表面プラズモンによる酸化亜鉛薄膜の欠陥発光の増強効果の詳細なメカニズムについて発表する。

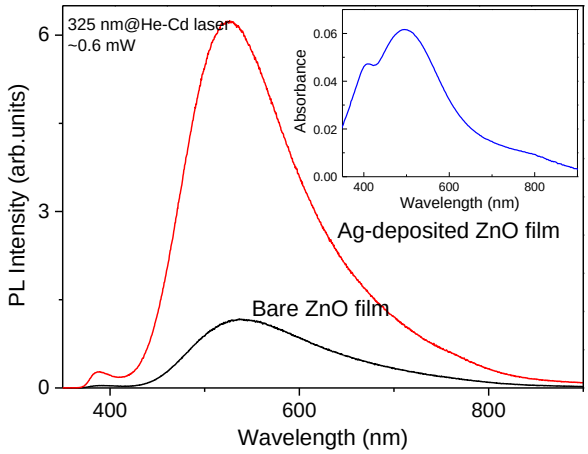

Fig. 1: Photoluminescence spectra of bare and Ag-deposited ZnO thin films. Inset shows the absorbance spectrum of Ag nanoparticles dispersed in water.

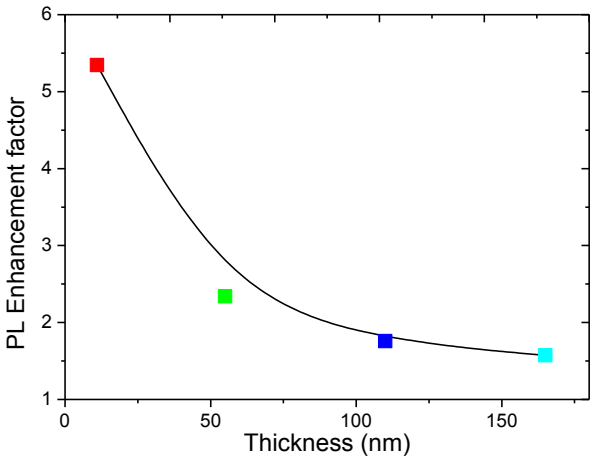

Fig. 2: Dependence of photoluminescence enhancement factor on ZnO film thickness.

© 2014 年　応用物理学会