

群馬大学大学院理工学府

# 電子情報部門 三浦研究室

■研究テーマ

- スパッタリング法による希土類添加酸化物系発光材料の作製と応用
- 微細周期構造付与による発光デバイスの高効率化に関する研究

■キーワード

金属酸化物 希土類 スパッタリング 発光材料 微細周期構造

■産業界の相談に対応できる技術分野

光エレクトロニクス スパッタリング法による薄膜形成及び光学特性の評価

■主な設備

高周波マグネトロンスパッタリング装置



三浦健太 准教授

連絡先  
電子情報部門 三浦健太 TEL 0277-30-1797 FAX 0277-30-1707 e-mail mkenta@gunma-u.ac.jp

私たちの研究室では、(1)スパッタリング法による希土類添加酸化物系発光材料の作製と応用に関する研究、および、(2)微細周期構造付与による発光デバイスの高効率化の検討を行っています。研究室には、筆者の他、野口克也技術職員、大学院生(修士課程)5名、学部4年生3名が在籍しており、総勢10名(2018年6月現在)で日々の研究に励んでいます。

研究概要

(1)スパッタリング法による希土類添加酸化物系発光材料の作製と応用に関する研究

五酸化タンタル( $Ta_2O_5$ )ベースの発光材料として、エルビウム(Er)、ユウロピウム(Eu)、イッテルビウム(Yb)などの希土類を添加した $Ta_2O_5$ 系薄膜に関する研究を行っています。この材料系は、紫外光励起により、可視発光や近赤外発光を示しますが、従来は、主にゾルゲル法やイオン注入などの手法により作製されていました。私たちの研究室では、図1のような高周波マグネトロンスパッタリング装置を用い、希土類添加 $Ta_2O_5$ 系薄膜の作製を、希土類酸化物( $Er_2O_3$ ,  $Eu_2O_3$ ,  $Yb_2O_3$ など)と $Ta_2O_5$ との同時スパッタによる手法で初

めて試みました。作製した試料の紫外光励起での発光特性の評価を行ったところ、添加する希土類の種類により緑色発光(図2(a))や赤色発光(図2(b))、更には生体透過性の高い波長980nm付近の近赤外発光を確認することができました。最近、これらの発光が、セリウム(Ce)や銀(Ag)を共添加することによって増強されることもわかってきており、新規蛍光体としての応用、あるいは、近赤外光を利用する医療分野などへの応用にも期待が持たれます。



図1. 研究に使用している高周波マグネトロンスパッタリング装置

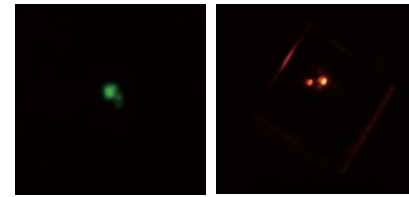


図2. 希土類添加 $Ta_2O_5$ 薄膜からの発光の様子。(a) Erを添加した場合、(b) Euを添加した場合。

(2)微細周期構造付与による発光デバイスの高効率化の検討

酸化亜鉛(ZnO)とシリコン(Si)からなる発光デバイスの光取り出し効率を、表面への微細周期構造の付与によって向上させる検討を行っています。私たちは、これまでに、n型ZnO薄膜(膜厚約 $1\mu m$ )をp型Si基板上にスパッタリング法で成膜し、更にはその試料の表面に、図3のような簡便な系を用いた二光束干渉露光法およびリフトオフ法を組み合わせた独自のプロセス(プラズマエッチング無し)により、ZnOスパッタ膜からなる一次元微細周期構造(周期:約 $1.4\mu m$ )を初めて形成しました(図4)。二光束干渉露光法を用いた微細周期構造作製プロセスでは、従来、リフトオフ法の適用は難しいとされていましたが、私たちは、フォトレジストの厚さや露光条件(露光強度および露光時間)、ZnOスパッタ膜の膜厚などを最適化することでこれに成功しました。

この微細周期構造の効果を確認するため、作製した試料のフォトルミネッセンス(Photoluminescence:PL)スペクトルを、励起光源としてHe-Cdレーザー(波長325nm)を用いて測定したところ、微細周期構造の有無にかかわらず波長390~400nm付近に発光ピークが観測され、微細周期構造が有る場合は、無い場合に比べ、観測される発光ピーク強度が約6倍にまで向上することを確認できました(図5)。

今後の展開

最近、希土類以外の金属元素を添加した $Ta_2O_5$ からも近赤外発光を確認することができました。希土類の使用に比べて安価な近赤外発光材料を実現できるかもしれません。発光効率の向上のため、微細周期構造の付与も検討しており、医療分野やセキュリティ技術に応用できる可能性があります。

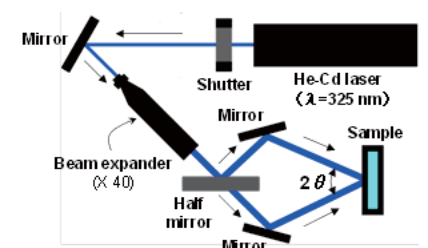


図3. 二光束干渉露光の実験系の概略

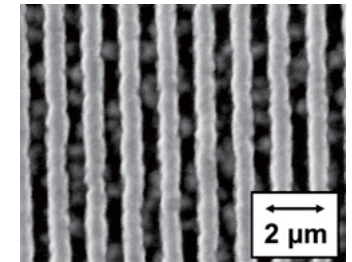


図4. 作製した微細周期構造の表面の走査型電子顕微鏡像

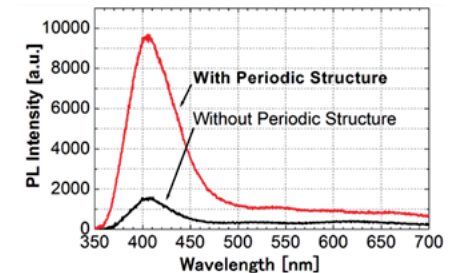


図5. 発光強度の波長特性 (測定結果)

ライフサイエンス  
情報通信  
環境  
ナノテクノロジー!  
エネルギー  
製造ものづくり  
社会課題  
プロトタイプ  
筑城大学  
宇都宮大学  
群馬大学  
埼玉大学