

18a-D7-7

サファイア基板上にスパッタ成膜したZnO:Er膜からの発光特性

Photoluminescence from ZnO:Er films sputter-deposited on sapphire C-plane

NTT MI 研¹, 久留米高専² ○赤沢方省¹, 篠島弘幸²NTT MI Labs.¹, Kurume NCT² ○Housei Akazawa¹, Hiroyuki Shinojima²

E-mail: akazawa.housei@lab.ntt.co.jp

【はじめに】 ZnO膜中にドーパされたEr³⁺イオンからの発光は、光通信波長帯に重なるため応用が期待されている。我々は前回、Si基板の上に形成したZnO:Er膜から発光には、高温成長が有利であることを報告した。今回、サファイア基板を用い、条件を選ぶことにより強い発光を実現した。

【実験】 アンドープZnOターゲットからの電子サイクロトロン共鳴 (ECR) スパッタとEr₂O₃ターゲットからのRFマグネトロンスパッタを同時に行い、サファイアC面基板へZnO:Er膜を形成した。PL測定は波長532 nmの固体レーザーで励起し、1.54 μm波長帯の室温スペクトルを取得した。

【結果と考察】 室温成膜した試料の発光は弱く、700°Cにおいて1時間ポストアニールすると、発光強度が増大したものの、左下図のスペクトル程度が最大であった。一方、成膜時の基板温度が550°Cを超えると一気に発光強度が増大した。基板温度550°CにおいてEr濃度を変えて成膜し、700°Cでポストアニールした後の発光強度を右下図に示す。真空アニールの場合は、4 at.%において、酸素中アニールの場合には2 at.%において発光強度が最大になった。このようにEr濃度と酸化度を最適化することで、Si基板の場合の20倍程度まで発光強度を増大させることができた。

【結晶構造と発光の関係】 0.1から22 at.%までEr濃度を変化させ、550°C以上で成膜して強発光するZnO:Er膜をX線回折により評価した。ZnO結晶は常にc軸配向であったが、ZnO(002)ピーク強度は、5 at.%を超えると次第に低下した。2θ回折角はアンドープZnO結晶と全く同じで、結晶歪みは完全に緩和していた。Er³⁺イオンが結晶子の表面や界面上に存在して、大きなZnO結晶ドメインの生成を妨げていることを示している。ZnO:Er膜はサファイア基板の上にエピタキシャル成長するが、高温成長では格子定数や熱膨張係数の違いにより、転位などの欠陥が多数導入され、小さな結晶域に分かれる。このような結晶粒界に多数のEr³⁺イオンが収納されると考えられる。ZnOホストの状態を変えるため、アンドープZnOバッファ層を室温形成してから、550°CでZnO:Er上層を成膜した試料を作製した。低温バッファ層は、格子歪みを段階的に緩和する。実際2θ角はバッファ層なしのものに比べて小さく、格子ミスマッチに起因する応力が、ZnO:Er膜に残っていた。左下図に示すように、バッファ層付き試料からの発光は、ポストアニールしても非常に弱かった。

