

課題番号 : F-21-KT-0041
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 窒化物半導体のデバイス作製
Program Title (English) : Fabrication of nitride-semiconductor devices
利用者名(日本語) : 船戸充、石井良太、松田祥伸、重松雅也
Username (English) : Mitsuru Funato, Y. Matsuda, M. Shigematsu, Atsuhiko Sugimoto
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 University
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、オプトエレクトロニクス

1. 概要(Summary)

窒化物半導体を用いたデバイスはすでに実用化に至っているものもあるが、さらなる高機能化や高性能化に向けた研究が現在も活発に行われている。例えば、InGaN系青色LEDと蛍光体を用いた白色LEDは、照明などになくはならないデバイスであるが、その演色性には問題があり、窒化物半導体だけで多色発光する素子が期待されている。また、緑色から長波長あるいは紫外域で動作するLEDやレーザーは開発の途上にある。

デバイスを作製するには、結晶成長と作製した結晶の加工および電極形成が必須である。本プロジェクトでは、京都大学 学際融合研究教育推進センター ナノテクノロジーハブ拠点の設備で、透明電極であるITOを窒化物半導体に蒸着し、p電極とした。結晶の成長と評価は自研究室で行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

多元スパッタ装置(仕様B)

【実験方法】

窒化物半導体結晶は研究室で有機金属気相成長法により準備した。そのサンプルを本拠点に持込み、多元スパッタ装置によりITO電極を形成した。電気的特性の評価は研究室で実施した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

前期までに、製膜したITOがp-GaNに対して良好な抵抗性電極として機能する成膜条件を確立している。今期は、これを三次元構造に適用した。三次元構造は、例えばSiO₂マスク上への結晶の再成長により形成することができる。その特徴は、三次元構造が安定な複数の結晶面で囲まれていることであり、各々の結晶面における原料

原子の取り込み効率の相違や、各結晶面間の原料の相互拡散により、各面で異なる特性を持った量子井戸発光層が形成されることである。その結果として、各結晶面は異なる発光色を示し、それらの加色混和によって白色を含む多色発光を示す。通常の白色LEDでは黄色蛍光体によるストークスロスが避けられないが、本構造では、窒化物半導体から直接白色を発光することから、発光の高効率化が期待される。

通常の金属を用いてデバイス用の電極を形成する場合、三次元構造の各面に対して適切な厚みの金属薄膜を形成する必要があるが、それを実現することは容易ではない。というのも、例えば、基板垂直面に対して金属を真空蒸着することは原理的に難しく、基板に傾斜をつけながら、複数回蒸着をする必要があるためである。これに対して、比較的low真空のスパッタによるITO電極形成が可能になれば、プロセスの簡素化が期待される。

実際に、三次元構造LEDを研究室で有機金属気相成長法により作製したのち、本拠点の多元スパッタ装置によりITO電極を形成した。期待通り、基板垂直面も含めてITOが形成されていることを走査型電子顕微鏡により確認した。しかしながら、LEDの電流電圧特性はリーキーで、発光も金属電極の場合と比べても同程度以下であり、プロセスのさらなる検討が必要であることがわかった。

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし