

課題番号 : F-13-FA-0029
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : 酸化亜鉛薄膜への V 族元素のイオン注入
Program Title (English) : Implantation of group V element into ZnO thin films
利用者名 (日本語) : 中村 有水^{1), 2)}, 中 良弘^{1), 2)}
Username (English) : Y. Nakamura^{1), 2)}, Y. Naka^{1), 2)}
所属名 (日本語) : 1) 熊本大学 大学院自然科学研究科, 2) くまもと有機薄膜センター
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University,
2) Phoenixics

1. 概要 (Summary)

現行の照明用発光ダイオード (LED) は、窒化物 (GaN) から成っており、その発光層には窒化インジウムガリウム (InGaN) が使用されているが、このインジウムとガリウムは希少金属であるため高価となる。また、これらの薄膜を形成するためには、有機金属化学気相成長法 (MOCVD) が使用され、真空や高純度ガスが必要となるため、さらに高価となる。そこで、我々は、低コストで高効率な LED を目指して、ミスト化学気相成長法 (ミスト CVD) [1]を用いた酸化亜鉛 (ZnO) [2]の研究を行っているが、特に問題となっているのが、高濃度の正孔を有する P 型層の形成である。そこで、今回は、酸化亜鉛薄膜への V 族元素のイオン注入を試みた次第である。

2. 実験 (Experimental)

共同研究開発センターにおいて今回使用した機器は、イオン注入装置である。まず、熊本大学側で、ミスト CVD により、サファイア基板上に無添加の酸化亜鉛薄膜を成長した。Fig. 1 に示すように、この試料にイオン注入を行ったが、加速電圧は、深さ方向に均一に V 族元素を分布させるため、50kV、100 k V、150 k V の 3 段階とし、総ドーズ量は、 $1.5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ ~ $4.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ の範囲で数種類変化させた。また、イオン注入後、結晶欠陥の回復と V 族元素の拡散のため、1100°C で 1 時間の熱処理を行った。その後、3~5 mm 角の試料を作製し、ホール測定を行い、抵抗率、キャリア密度、移動度を測定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

無添加酸化亜鉛の電子密度は、酸素空孔の存在により $2.4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ であったが、上記のイオン注入によ

り V 族元素のドーピングを行うことで電子密度は低下し、さらに高濃度のドーピングにより P 型化が実現した。その際の正孔密度は $4.6 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ であった。これは、PN 接合が形成可能な値である。今後、この結果を基に、P 型層における正孔密度の増加や長期的安定性などに関して、さらに検討していく予定である。

リン (P) イオン

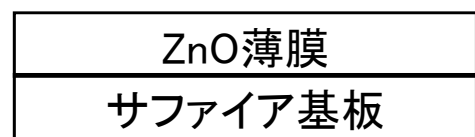
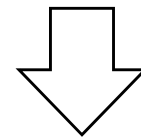


Fig. 1 Ion implant in ZnO

4. その他・特記事項 (Others)

【参考文献】

[1] J.G. Lu, et al., Journal of Crystal Growth Vol. 299 (2007) pp.1-10.

[2] A. Tsukazaki, et al., Nature Material, Vol. 4 (2005) pp. 42-46.

【謝辞】

本研究の推進にあたり、ご協力頂いた熊本県産業技術センターの永岡 昭二氏、熊本大学の鯉沼 陸央氏に感謝する。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 小川他, 「高速回転式ミスト CVD 法により堆積した ZnO 薄膜の P 型化に関する検討」平成 25 年度応用物理学会九州支部学術講演会, 30Apr-7.

6. 関連特許 (Patent)

なし。