

シリコン・イオン注入した酸化膜をもつ MOS構造による可視発光素子の研究

*電子技術課 岩坪 聡、富山県立大学 松田 敏弘、岩田 栄之、岡山県立大学 大曾根 隆志

1. はじめに

大規模集積回路(VLSI)の基本材料であるシリコンは間接遷移型半導体でバンドギャップも狭く、発光には適さない材料であると考えられてきたが、発光が可能になれば従来のシリコンプロセスが利用できるため様々な機能をもった発光素子を安価に開発することができる。そこで、Siの表層を酸化しその膜にシリコンをイオン注入した図1のMOS構造デバイスを作製することで、図2に示すようなバンド内部に適切なトラップ準位をゲート酸化膜に形成しすることができると考えられる。その準位を利用してエレクトロルミネッセンス(EL)発光が可能になることを示してきた。^[1] 本研究では、その発光特性を改善するために、発光メカニズムの解明と不純物の分布を制御する実験を行った。

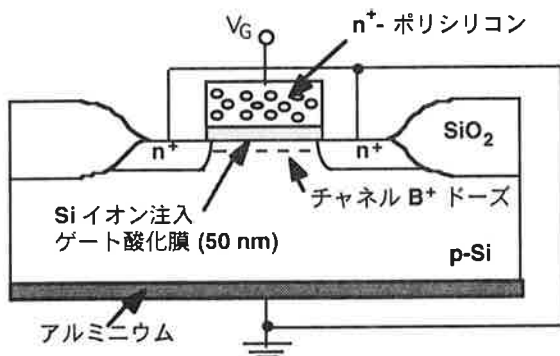


Fig. 1 Illustration of MOS-EL device.

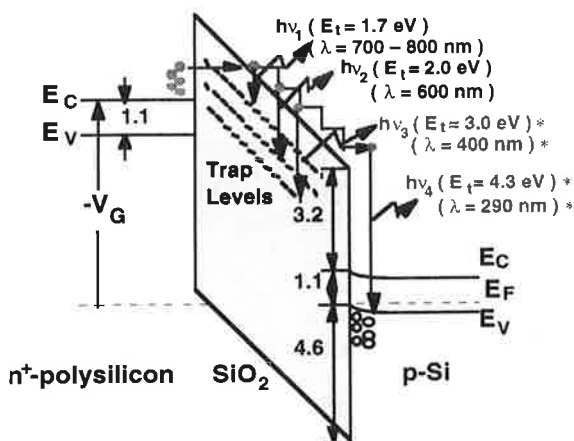


Fig. 2 Band structure of MOS-EL device.

*現 中央研究所

2. 実験方法及び結果

(1) シリコン・イオン注入型 MOS 発光素子の電気的特性と EL 特性の解析

EL 発光を測定し、イオン注入条件が電気的および EL 特性に与える影響を調べた。注入エネルギー 20~50 keV、シリコンドーズ量 $10^{15} \sim 10^{17}$ の範囲で発光が認められ、注入量が多いほど紫外線の発光が強くなることが分かった。イオン注入エネルギー 25 keV、ドーズ量 $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ の MOS デバイスが、最も大きな発光強度を示した。電気特性として、デバイスのゲート電流はドーズ量とともに増加し、C-V 特性のヒステリシスも大きくなる傾向があった。

(2) 短波長領域解析のための透明電極の形成

短波長領域での EL 発光の測定のため、Au 薄膜透明電極を形成した。デュアルイオンビームスパッタリング法により、膜厚が薄くても低抵抗で高透過率の薄膜の形成が可能となり、島状構造を取りやすい Au 超薄膜においても厚さ 1.5 nm の導電性を示し、波長 200 nm 以上の紫外域に対しても約 85% の高い透過率をもつ電極が得られた。

(3) 上記電極を用いて、短波長領域解析のためのシリコン・イオン注入型 MOS 発光素子を p 型シリコン基板を用いて作製した。直流電圧を印加し青色の EL 発光を確認した。EL 発光には、 $h\nu = 1.25, 1.6, 1.9, 2.4, 2.8 \text{ eV}$ の波長成分が含まれていた。

3. まとめ

- (1) 新デュアル・イオンビームスパッタ法を用いることで、200 nm 以上の紫外域で 85% 以上の透過率をもつ導電性の膜が作製できた。
- (2) 上記紫外域透明電極薄膜を用いた Si 系の紫外線発光デバイスを試作し、紫外発光特性を確認した。

「参考文献」

- [1] T. Omata, N. Ueda, N. Hikuma, K. Ueda, H. Mizoguchi, T. Hashimoto and H. Kawazoe, Appl. Phys., 62, 499 (1993)
- [2] S. Iwatsubo, Proc. of The 14th Symposium of The Materials Research Society of Japan, 239 (2002)
- [3] T. Matsuda, M. Kawabe, K. Nishihara, H. Iwata, S. Iwatsubo and T. Ohzone, Proc. International Semiconductor Device Research Symposium (ISDRS), pp. 94-95 (2003)