20a-A27-1

スパッタエッチングによる Mg_2Si 結晶中の Ag 熱拡散深さの評価

Evaluation of Ag thermal diffusion depth in Mg_2Si crystals by sputter etching

茨城大院 [1]，原子力機構 [2]　°堀 信彦 [1]，江坂 文孝 [2]，鵜殿 治彦 [1]

Graduate School of Sci. & Eng., Ibaraki Univ. [1], JAEA [2],　°N. Hori[1], F. Esaka[2] and, H. Udono[1]

E-mail: udono@mx.ibaraki.ac.jp

【はじめに】マグネシウムシリサイド（Mg_2Si）は室温において約 0.6eV のバンドギャップエネルギーを持つ間接遷移型半導体である[1]。Mg_2Sn（E_g = 0.3eV）との混晶化によるバンドギャップエンジニアリングが可能であり、約 4.0 μm までの赤外波長域で利用できる受光素子への応用が期待できる[2,3]。これまでに我々は、n 型 Mg_2Si 基板に Ag を p 型不純物として熱拡散させることで pn 接合を作製し、この素子において波長 2 μm 以下で光応答（光電流）が得られることを報告している。素子設計・作製に向けて pn 接合深さの制御が必要不可欠であり、Mg_2Si 中の Ag 拡散係数が重要となる。そこで本研究では、スパッタエッチング法により Ag 拡散深さを簡易に評価する方法を調べたので報告する。

【実験方法】鏡面研磨した n 型 Mg_2Si 基板（n = 7×10^{15} cm^{-3}）上に Ag を真空蒸着し、450℃から 550℃で熱拡散させて、p 層を形成し pn 接合ダイオードを作製した。素子表面を斜め研磨し、斜め研磨面に対して Ar^+ RF-スパッタエッチングを行った。その後、ノマルスキー型の光学顕微鏡でスパッタ面を観察し、Ag 拡散深さを評価した。更に、拡散濃度プロファイルについて SIMS 分析により評価した。

【実験結果と考察】図 1 に 550℃で 3 分間の熱拡散を行った試料の斜め研磨面のスパッタエッチング後の様子を示す。Ag 拡散層と基板との間に明暗のコントラストが観察され、Ag の拡散深さは約 36 μm であることが判った。550℃における Ag の拡散係数 $D = 5\times10^{-9}$ cm^2/s と拡散の式[2,3]

$$N_{BC} = N_0 \times erfc\left(W/2\sqrt{Dt}\right) \qquad (1)$$

を用いると、深さ W = 36 μm での Ag 濃度は $N_{BC} = 1.5\times10^{17}$ cm^{-3} と推定された。ここで、t は時間[sec]、N_0 は表面の Ag 濃度[cm^{-3}]を表す。同じ 550℃で熱拡散時間を変化した場合の拡散深さを図 2 に示す。式（1）を用いてフィッティングしたところ不純物濃度 $N_{BC} = 1.1\times10^{17}$ cm^{-3} が得られた。この値は図中に示す SEM-EDX での観察による報告値（$N_{BC} = 1.0\times10^{19}$ cm^{-3}）[2]に比べて 2 桁低い。Mg_2Si 中の Ag の活性化率を考慮すると観察された境界の正孔濃度は、約 1.0×10^{16} cm^{-3} と推定され、使用した基板の電子濃度（n = 7×10^{15} cm^{-3}）に近い値であることが判った。

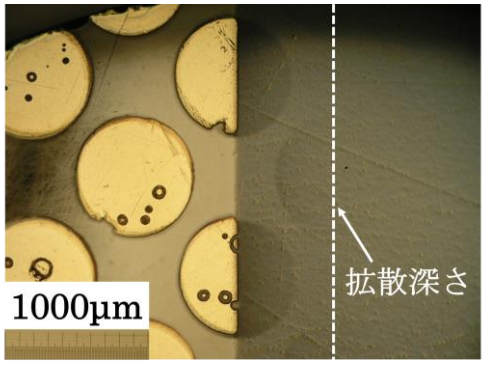

図 1. 550℃で 3 分間熱拡散した試料斜め研磨表面のスパッタエッチング後の様子

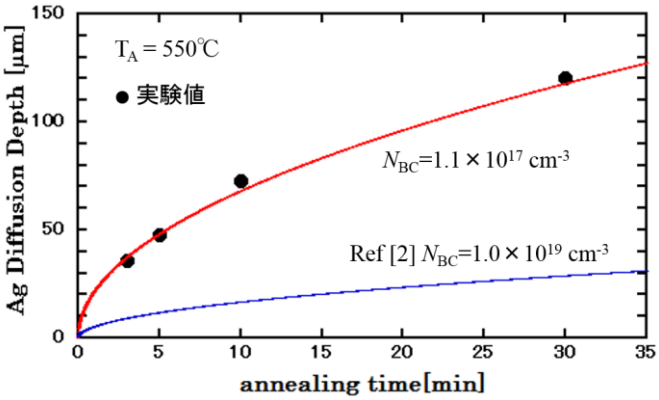

図 2. 熱処理時間と Ag 熱拡散深さの関係

【参考文献】

[1] D. Tamura *et al.*, Thin Solid Films, 515(2007)8272.　[2] H. Udono *et al.*, J. Phys. Chm. Sol, 74(2013)311.
[3] M.Takezaki *et al.*, Phys. Stat. Sol. C, 10(2013)1812.

© 2014 年　応用物理学会