

リング電極 Mg_2Si フォトダイオードにおけるメサ構造の形成

Fabrication of mesa-structured Mg_2Si photodiode with ring-electrode

○大徳 健太¹, 堀 信彦¹, 谷川 俊太郎², 津谷 大樹², 鵜殿 治彦¹ (1.茨城大院, 2.NIMS)

○K. Daitoku¹, N. Hori¹, S. Tanigawa², D. Tsuya², H. Udonon^{1,*} (1.Ibaraki Univ., 2.NIMS)

*E-mail: udonon@mx.ibaraki.ac.jp

【はじめに】 Mg_2Si は室温で約0.6eVのバンドギャップを持つ間接遷移型の半導体であり赤外受光素子としての可能性を持つSi系の材料である[1]。 $\text{Mg}_2\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{Sn}_y$ と混晶化することによってバンドギャップを $E_g = 0.3 - 0.6\text{eV}$ で制御できるため、近赤外域である波長2-4 μm 付近での赤外受光素子材料として利用できる。我々は、これまでにn形 Mg_2Si 基板にAgを熱拡散させることでpn接合フォトダイオードを形成し、その整流性と波長2 μm 以下の光応答を報告している[2]。更に、フォトリソグラフィ技術でリング状電極を形成し、受光感度が向上することを報告した[3]。今回、リーク電流を低減するために、メサ構造をドライエッチングによって形成することができたので報告する。

【実験方法】素子構造を図1に示す。前回報告の構造(図1上部) [3]からドライエッチングによりメサ構造を形成する(図1下部)。高純度のn形 Mg_2Si バルク結晶(電子濃度 $= 6.2 \times 10^{15}\text{cm}^{-3}$)を5mm角、厚さ $\sim 1.5\text{mm}$ に切り出し、表面を鏡面状に研磨し基板とした。Agを基板表面全体に蒸着し、Ar雰囲気中で480 $^{\circ}\text{C}$ 10分間熱処理することによりpn接合を形成した。その後、フォトリソグラフィにより直径600 $\sim$ 1000 μm のメサ構造を、ドライエッチングによって形成し、保護酸化膜およびリング状金電極を形成した。

【結果と考察】図2に Ar^+ を用いたドライエッチングにおけるエッチング時間と深さの関係を示す。時間に比例してエッチング深さが増加しており、120分のエッチングで約20 μm のエッチングが可能であることが判った。図3に試作したリング状電極を有するメサ型フォトダイオードの写真を示す。フォトリソグラフィプロセスを用いて急峻なメサ構造を持ったフォトダイオードを Mg_2Si で初めて作製することができた。この結果は、一般的なフォトリソグラフィプロセスによって Mg_2Si の加工が可能であることを示しており、今後の素子設計、開発において重要な成果と言える。

【謝辞】本研究の一部は、ナノテクノロジープラットフォーム事業を利用して行った。

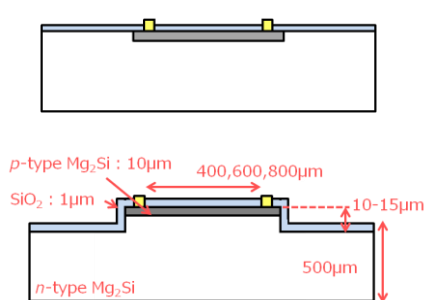


図1 素子構造の概略図

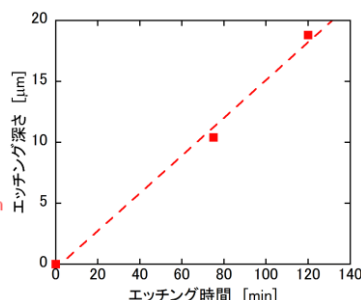


図2 エッチングレート

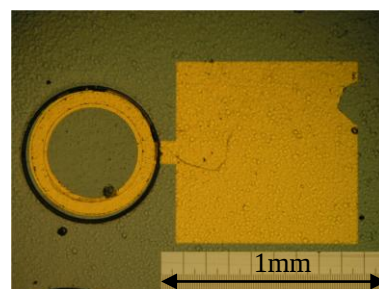


図3 試作したデバイスの表面写真

【参考文献】

- [1] D. Tamura et al., Thin Solid Films, 515(2007)8272. [2] H. Udonon et al., J. Phys. Chem. Sol, 74(2013)311. [3]大徳他 春季応用物理学会 19a-PG3-5 (2014)