

Mg₂Si/Si ヘテロ接合ツェナーダイオードの電気的特性

Electrical Characteristics of Mg₂Si/Si Hetero-junction Zener Diode

○山口直弥, 菅瑛斗, 中野雄介, 岸佳佑, 唐鎌亮太, 三田梓郎, 呉研, 高橋芳浩 (日大理工)

○Naoya Yamaguchi, E. Kan, Y. Nakano, K. Kishi, R. Karakama, S. Mita, Y. Wu, Y. Takahashi

(Nihon Univ.)

E-mail: csna19024@g.nihon-u.ac.jp

序論

TFET (Tunnel FET) は, Source から Body へキャリア移動がトンネル注入を用いて動作するため, S 値を 60 mV/dec. 以下に低減でき, 待機時の低消費電力化が可能となる. しかし, キャリア注入時のトンネル障壁により, 通常型 MOSFET より ON 電流が低下する. これまでに我々は, Si に対して高電子エネルギー方向のバンドオフセットを有する Mg₂Si を Source 材料とすることにより ON 電流が増大することを明らかにした[1]. さらに光電子分光測定により, Mg₂Si/Si 接合のバンドオフセットを定量的に評価した[2]. 本報告では, デバイスシミュレーションを用いて, Mg₂Si/Si ヘテロ接合および Si ホモ接合のツェナーダイオードの電気的特性を評価し, バンドオフセットがトンネル電流に及ぼす影響について検討した.

デバイスシミュレーション

Figure 1 に計算モデルを示す. 接合面積 250 nm x 1000 nm の p⁺-Si/n-Si および p⁺-Mg₂Si/n-Si 接合ダイオードについて検討した. 各不純物濃度は p⁺領域: $N_a = 1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$, n 領域: $N_d = 1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ と設定し, 逆バイアス時 ($V_A < 0$) の電流-電圧特性について Synopsys 社 Sentaurus TCAD を用いて評価した.

結果・考察

Figure 2 に各ダイオードの電流-電圧特性 (逆方向) 計算結果を示す. Mg₂Si/Si 接合では, Si/Si 接合に比べて逆方向降伏電圧 (V_Z) は小さくなり, かつ印加電圧 (V_A) に対して急峻に電流が増大することを確認した. この結果についてトンネル長を用いて検討した. Fig. 3 に実効印加電圧とトンネル長との関係を示す. ここで実効印加電圧は, $V_A - V_Z$ (印加電圧と降伏電圧の差) と定義した. Mg₂Si/Si は Si/Si 接合と比較して, 同実効印加電圧においてトンネル長がより短くなることからわかる. 以上の結果より, Si に対し高電子エネルギー方向のバンドオフセットを有する Mg₂Si/Si ヘテロ接合を用いる事により, Si ホモ接合に比べてトンネル抵抗が低減したことにより, トンネル電流が増大することを明らかにした.

謝辞

本研究は東京大学大規模集積システム設計教育研究センターを通しシノプシス株式会社の協力で行われたものである.

参考文献

- [1] Y. Wu, et, al: International Workshop on Junction Technology (IWJT) P. 83 -84, 2017
- [2] 唐鎌亮太, 他: 平成30年度応用物理学会, 20a-PA4-7, 2018.9

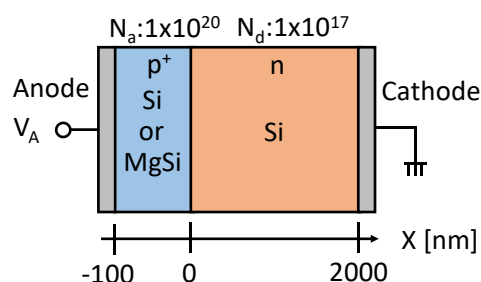


Fig. 1 Concept image of the Zener diode

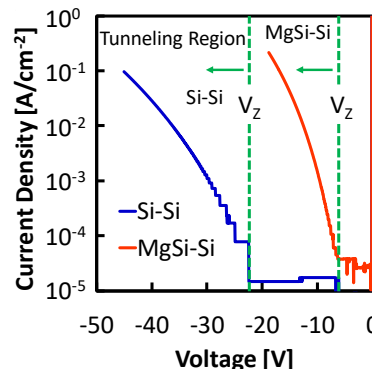


Fig.2 Current density as function of reverse bias

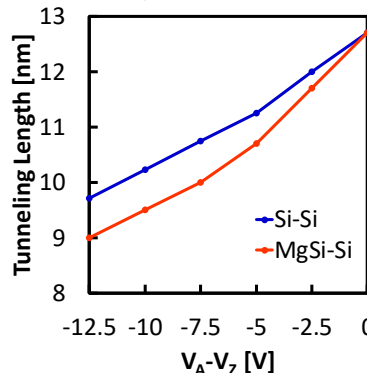


Fig.3 Tunnel length as function of effective bias