

エピタキシャル HfGe₂/n-Ge(001)コンタクトの微細化による 界面平坦性および電気伝導特性の均一性向上

Improvement of interface uniformity and homogeneity of electrical conduction property for epitaxial HfGe₂/n-Ge(001) contact by microfabrication

名大院工¹, 名大未来研² ◦笠原 健太郎¹, 柴山 茂久¹, 坂下 満男¹, 中塚 理^{1,2}

Grad. Sch. of Eng., Naoya Univ.¹, IMASS, Nagoya Univ.²,

◦Kentaro Kasahara¹, Shigehisa Shibayama¹, Mitsuo Sakashita¹, Osamu Nakatsuka^{1,2}

E-mail: s-shibayama@nagoya-u.jp, nakatsuka@nagoya-u.jp

【緒言】金属/n-Ge 界面のコンタクト抵抗率低減に向けて、我々はこれまで、固相反応のみで、ショットキー障壁高さ (SBH) が約 0.33 eV のエピタキシャル HfGe₂/n-Ge(001)界面構造が形成可能であることを報告してきた[1,2]. しかし、電極表面には数 μm 角の穴構造が形成されており、低 SBH 領域も局所的である。本研究の課題および目的は、エピタキシャル HfGe₂/n-Ge(001)界面の平坦性向上および電気伝導の面内均一性向上である。今回、電極サイズの微細化を行ったところ、僅かな微細化で HfGe₂/n-Ge(001)界面の平坦性や電気伝導の面内均一性が大幅に改善できることが分かったので、報告する。

【試料作製】化学洗浄した n-Ge(001)基板上に、室温 RF スパッタリング法を用いて膜厚 20 nm の Hf 層および TiN キヤップ層を順次堆積した。フォトリソグラフィおよび化学的な選択エッチングにより、一辺の長さが 7, 20, 45, および 91 μm の正方形型の電極を形成した。その後、窒素雰囲気中で 500 °C、5 分間の熱処理 (PDA) を施した。PDA により形成されたジャーマニド薄膜の結晶構造を X 線回折により評価し、界面構造を走査電子顕微鏡により評価した (掲載省略)。さらに、裏面 Al 電極を形成し、ショットキーダイオードを作製した。

【結果および考察】Fig. 1 は、電極面積が 20 および 45 μm^2 の微細化した試料と、微細加工していない試料 ($\Phi 560 \mu\text{m}$) の 300 K における電流密度-電圧 (J - V) 特性である。電極面積の減少に伴い、逆方向電流が増大しており、SBH の減少が示唆される。 J - V 特性の測定温度依存性より SBH を評価したところ、電極面積 20 μm^2 , 45 μm^2 , および $\Phi 560 \mu\text{m}$ における SBH はそれぞれ、0.29, 0.31, および 0.47 eV と見積もられた。次に、電極面内を流れる電流の平均的な SBH を評価するため、容量-電圧 (C - V) 特性からも SBH を評価した (Fig. 2)。電極面積の微細化による SBH の減少、つまり電気伝導の面内均一性向上が示唆される。特に 20 μm^2 の試料では、ばらつきが大きいものの、SBH は約 0.3 eV と J - V 特性の結果と比較的よく一致した。実際のデバイスは、今回作製した電極よりも 2-3 桁程度微細なため、エピタキシャル HfGe₂/n-Ge(001)による低抵抗率コンタクトの実現が期待できる。当日は、微細加工後の HfGe₂/n-Ge(001)界面構造を評価した結果も含めて報告する予定である。

[1] O. Nakatsuka *et al.*, *JJAP* **57**, 07MA05 (2018). [2] K. Senga *et al.*, *in Abstra. of 19th IWJT*, p. 91 (2019).

本研究の一部はキオクシア株式会社による助成を受けて実施された。

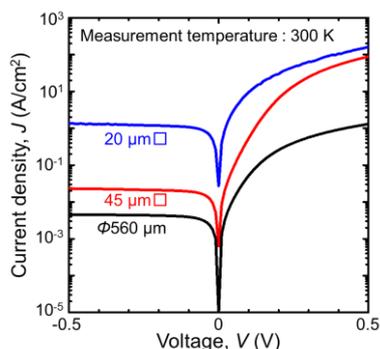


Fig. 1 J - V characteristics measured at 300 K for HfGe₂/n-Ge(001) Schottky diodes with different electrode sizes.

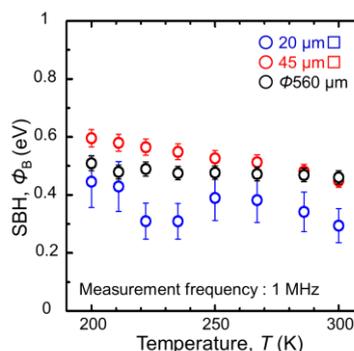


Fig. 2 C - V characteristics measured at 200–300 K for HfGe₂/n-Ge(001) Schottky diodes with different electrode sizes.