

シリコンキャプアニールを行った 4H-SiC 表面の電気伝導機構の解析

Analysis of Electrical Conduction Mechanism on 4H-SiC Surface after Silicon-Cap-Annealing

広大院先進理工¹, 広大院先端研² ○花房 宏明¹, 東堂 大地², 東 清一郎¹¹Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University¹Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University○Hiroaki Hanafusa¹, Daichi Todo², and Seiichiro Higashi¹

Email: semicon@hiroshima-u.ac.jp

序＞我々はこれまでに n 型 4H-SiC 上に Si 層を堆積させた後に加熱処理をするシリコンキャプアニール(SiCA)を行うことで SiC に対して電極金属を堆積するのみで低抵抗コンタクトが得られることを報告してきた [1-2]。すなわちシリサイド化熱処理を不要とする SiC のオーミックコンタクト形成方法である。これは SiCA により SiC 表面にドナーライクな欠陥が導入されることに起因している可能性を報告した[3]。本研究では導入される欠陥量や電気伝導機構の詳細な解析を行ったので報告する。

実験＞厚さ10 μmのn型エピタキシャル層($N_d = 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)をn型4H-SiCウエハ(抵抗率0.02 Ωcm, 4°オフ)のSi面上に形成した基板を用いた。典型的なRCA洗浄とフッ酸処理後、RFスパッタ法により堆積温度300°Cで25 nmのアモルファスシリコン(a-Si)膜をSiC基板側の裏面に堆積した。その後、Ar雰囲気中でSiCAを到達温度(T_{max}) 1280 °Cで行うことで裏面のオーミックコンタクト形成を行った。次に、同様の条件でa-Si層を表面に堆積し、 $T_{\text{max}} = 800 \sim 1280 \text{ °C}$ の範囲でSiCAを行った。その後、80 °Cの水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液によりSi層を除去し、真空蒸着法によりAlを両面に蒸着することでショットキーバリアダイオード (SBD) を作製した。電流—電圧特性のフィッティングにより解析を行った。

結果及び考察＞Figure 1 に作製した SBD の電流—電圧特性を Thin-Surface-Barrier (TSB) モデル[4]を用いて解析し、抽出した SiC 表面に導入された欠陥と電極側から見た実質的なポテンシャルバリアーの SiCA 温度依存性を示す。 $T_{\text{max}} = 800 \text{ °C}$ より表面に欠陥が導入され、 $T_{\text{max}} = 1100 \text{ °C}$ を超えると 10^{19} 代後半の多量の欠陥が表面に導入され、それに伴いエネルギー障壁高さが大きく減少していることが分かった。また、支配的な電気伝達機構であると考えているトンネル電流のトンネル電流プロファイルと伝導帯のエネルギーバンドを Figure 2 に示す。SiCA を行っていないサンプルではトンネル確率が增大し始めるエネルギーが約 0.74 eV で、0.77 eV を中心としてトンネル電流が流れている。これは TE 理論で求めた結果とおおよそ一致する。一方、SiCA を $T_{\text{max}} = 1280 \text{ °C}$ で行ったサンプルにおいてはトンネル確率が上昇し始めるエネルギーが 0.28 eV となり、トンネル電流の中心エネルギーは 0.30 eV となった。SiCA の T_{max} が増加していくことで電流密度が増大する実験結果をよく支持する。このことから SiCA によって 4H-SiC 表面に 10^{19} cm^{-3} を超える欠陥が導入され、表面ポテンシャルが薄く急峻になることでオーミックコンタクトが形成されていることが示唆される。

謝辞＞本研究の一部は科研費基盤研究 (C) 20K05328 および広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の支援の下に行われた。

参考文献＞

[1] H. Hanafusa, A. Ohta, R. Ashihara, K. Maruyama, T. Mizuno, S. Hayashi, H. Murakami, and S. Higashi, Mater. Sci. Forum. **778**, 649 (2014). [2] H. Hanafusa, D. Todo, and S. Higashi, Surf. Sci., **696** 121592 (2020). [3] 東堂 大地、花房 宏明、東 清一郎, 第 67 回応用物理学会学術講演会 講演予稿集 15a-A201-8 (2020). [4] T. Hashizume, J. Kotani, and H. Hasegawa, Appl. Phys. Lett., **84** 4884 (2004).

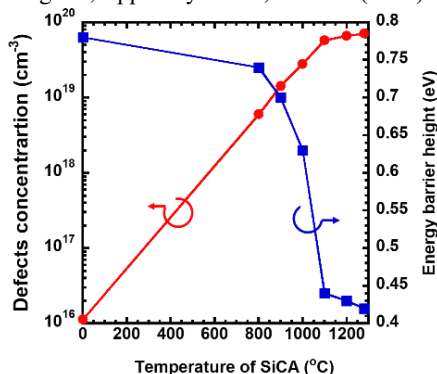


Figure 1 Defects concentration and energy barrier height depending on SiCA temperature extracted by TSB model.

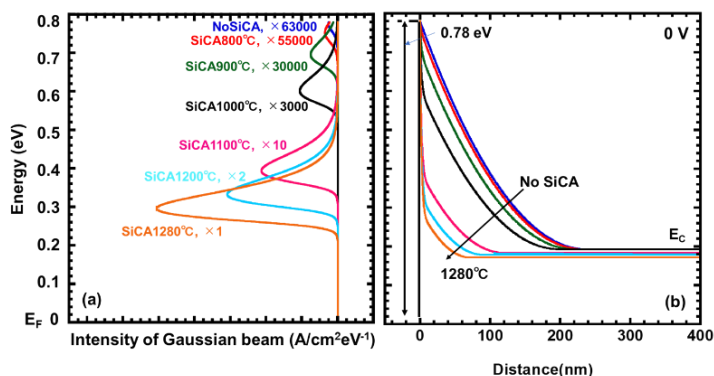


Figure 2 Tunneling current profiles and its energy band diagram of conduction bands.