シリコンキャップアニーリングを行った n 型 4H-SiC の オーミックコンタクト形成メカニズムの解明

Elucidation of Ohmic Contact Formation Mechanism of 4H-SiC with Silicon-Cap-Annealing

広大院先端研 ⁰東堂 大地,花房 宏明,東 清一郎 Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University ⁰Daichi Todo, Hiroaki Hanafusa, and Seiichiro Higashi Email: semicon@hiroshima-u.ac.jp

序>近年、省エネルギー化が図れるシリコンカーバイド(SiC)パワーデバイスが注目を浴びており、プロセス技術の研究が盛んに行われている。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ップアニーリング(SiCA)を行うことで、Si 層を除去した後に電極金属を 堆積しただけでオーミックコンタクトが得られることを報告している[1]。本研究では、SiCA を SiC 表面に行ったショットキーバリアダイオード(SBD)を作成し、オーミックコンタクトの形成メカニズムを 調査した。

実験>厚さ10 μ mのn型エピタキシャル層(N_d=1×10¹⁶ cm⁻³)をn型4H-SiC基板(抵抗率0.02 Ω cm)のSi面に 成長させた基板を用いて実験を行った。RCA洗浄、フッ酸処理後、RFスパッタにより基板温度300℃で アモルファスシリコン(a-Si)層を裏面に約25 nm堆積した。その後、裏面のオーミックコンタクト形成の ため、Ar雰囲気中でSiCAを到達温度(T_{max}) 1280 ℃で行った。その後80 ℃の水酸化テトラメチルアンモ ニウム(TMAH)によりSi層を除去し、同じ条件でa-Si層を表面に堆積させ T_{max} =800~1280 ℃の範囲でSiCA を行った。再び80 ℃のTMAHにより表面のSi層を除去した後に真空蒸着法によりAlを両面に蒸着後、 フォトリソグラフィにより電極を形成した。

結果及び考察>Figure 1 実線に各 *T_{max}*における逆方向 I-V 特性図を示す。*T_{max}*増加とともに、電流値が 増加している。次に、電流伝導機構の解明のために Thin-Surface-Barrier (TSB) モデルを用いたカーブ フィッティングを行った[2]。このモデルは半導体表面にドナーライクな欠陥が導入され、空乏層が薄 くなりトンネル電流が増加するというモデルである。ただし、TSB モデルの計算においてドリフト層 の抵抗成分は考慮していない。実験値と TSB モデルを用いた計算値(Fig.1, 白円)が良く一致したこと から、SiCA により SiC 表面に欠陥が導入されたことが示唆される。Figure 2 に TSB モデルを考慮して 計算したエネルギーバンド図を示す。*T_{max}*を 800 ℃から 1280 ℃に増加させることで空乏層幅が 236 nm から 71 nm に減少している。Figure 1, 2 の結果より、SiCA によって欠陥が半導体表面に導入され、空 乏層が薄くなることによりトンネル電流が増加し、オーミックコンタクトが形成されていると考えら れる。また、SiCA 後の表面をエッチングしながら I-V 特性を測定したところエッチング深さが大きく なるにつれて電流値が減少した。エッチング深さと-5V における電流密度の関係を Fig.3 に示す。表面 から 2 nm 付近で減少レートが大きいことから、SiCA によって導入された欠陥は表面から 2 nm 付近で 強く分布していることが示唆される。

謝辞>本研究の一部は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, *et al*, Mater. Sci. Forum. **778**, (2014) 649.

[2] T. Hashizume, J. Kotani, and H. Hasegawa, Appl. Phys. Lett., 84, (2004) 4884-4886.







Fig.1. I-V characteristics of the Al/SiC diode at different T_{max} from 800 to 1280°C. If the solid lines and the circles represent the experimental results and calculated results by TSB model, respectively.

Fig.2. The energy band diagram calculated on the basis of TSB model.

Fig.3.Relationship between current density at -5 V and $t_{\text{etch.}}$