

薄層化した Al/Ti 膜を用いた p 型 4H-SiC オーミックコンタクトの形成

Formation of Ohmic Contact for p-type 4H-SiC using thinned Al/Ti Layers

産総研¹、小山皓洋¹、石森均¹、米澤喜幸¹、奥村元¹AIST¹、A. Koyama¹、H. Ishimori¹、Y. Yonezawa¹、H. Okumura¹

E-mail: akihiro.koyama@aist.go.jp

【はじめに】4H-SiC を用いたバイポーラデバイス、超高耐圧領域での使用が期待されている。これまでに p 型 4H-SiC へのオーミックコンタクト形成方法として TiAl 電極が報告されており^[1]、界面層として Ti_3SiC_2 が寄与しているとされている^[2]。一方で、TiAl 電極には高温熱処理時に Al が揮発し、表面が荒れる問題があった。この問題は、特に n 型 IGBT の裏面 p 型コレクタ電極への適用を考えた場合、ウエハ搬送時に吸着トラブルを起こすため好ましくない。本研究では薄層化した Al/Ti 膜を用いた TiAl 電極形成条件を検討し、コンタクト抵抗率と良好な表面モフォロジーの両立化を図った。

【実験】試料には、①: Si 面, $N_D: 1.0 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$, 厚さ $10 \mu\text{m}$ の n 型 4H-SiC エピ基板と、②: C 面, $N_A: 2.0 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$, 厚さ $8 \mu\text{m}$ の p 型 4H-SiC を成長させたエピ基板に対して Al イオンを深さ $0.3 \mu\text{m}$, 最大濃度 $1.0 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$, $3.0 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$, $1.0 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$, $3.0 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ の 4 条件でイオン注入し、活性化アニール処理して作製した面方位の異なる 2 種類の p 型 4H-SiC エピ基板を用いた。オーミックコンタクトは、 SiO_2 膜を成膜後、Ti, Al を順番に蒸着してリフトオフ法により Al/Ti/p-SiC 構造を形成後、RTA 装置を用いて Ar 雰囲気中 ($< 2.0 \times 10^{-3} \text{Pa}$) で熱処理して作製した。実験手順は、まず Ti 膜厚を $10 \text{nm}, 20 \text{nm}$ に固定して Al 膜厚比率(at%)を $50 \sim 87 \text{at}\%$ の範囲で変化させ、コンタクト抵抗率が最も低くなる最適比率を探った。次に、界面層 Ti_3SiC_2 の生成を促すため^[3]、 $400^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ の範囲で低温熱処理した後高温熱処理を行う 2 ステップアニール条件を検討した。高温熱処理条件は 1000°C 2min で固定した。

【結果】電気特性は、半径 $200 \mu\text{m}$, 電極間隔 $7 \sim 30 \mu\text{m}$ の CTLM (Circular Transmission Line Model)^[4] パターンを用いて評価し、コンタクト抵抗率は 0.1V 時の電圧値から算出した。Al 膜厚比率(at%)に対するコンタクト抵抗率を調べた結果、C 面コンタクトは変化が小さいが、Si 面、C 面コンタクト共に Al 膜厚比率(at%)に対してコンタクト抵抗が変化する依存性を示した。Ti 膜厚 10nm 固定時も同様の傾向が得られた。次に、2 ステップアニール条件を検討した結果、最大で Si 面サンプルは更に半桁程度コンタクト抵抗が減少したが、C 面コンタクトはわずかしこ減少しなかった。本研究において C 面コンタクトは条件依存性が小さく、Si 面コンタクトに比べて界面層 Ti_3SiC_2 の生成が阻害されていると考えられ、今後界面の分析が必要である。Fig.1 に p-SiC 濃度 $3.0 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ の時の TLM パターンの I-V 特性を示す。コンタクト抵抗率は、薄層化した TiAl 電極において Si 面サンプルでは $\sim 2.0 \times 10^{-5} \Omega \text{cm}^2$, C 面サンプルでは $\sim 4.0 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}^2$ と低抵抗な値が得られた。当日は表面モフォロジーの評価結果も踏まえて報告する予定である。

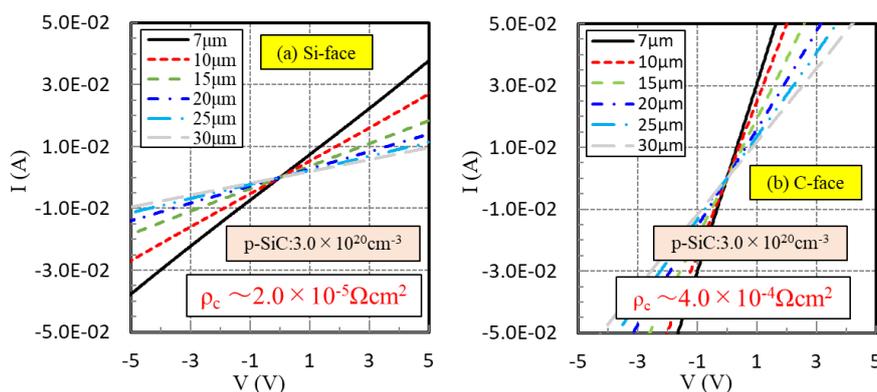


Fig.1. I-V characteristics of Al/Ti/p-SiC contact with two step anneal (a) Si-face (b) C-face

【謝辞】「本研究は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「次世代パワーエレクトロニクス」（管理法人：NEDO）によって実施されました。」

【参考文献】

- [1] O.Nakatsuka *et al.*, Mater. Trans. 43, pp.1684-1688 (2002)
- [2] B. J.Johnson *et al.*, J.Appl.Phys. Vol.95 (2004) 5616-5620.
- [3] Preprints of the National Meeting of the Japan Welding Society, Vol. 82, pp. 224-225
- [4] D.K. Schroder, Semiconductor Material and Device Characterization 3rd ed., pp.144-145, Wiley (2006).