

高濃度 P イオン注入による金属/SiC 非合金化界面における コンタクト抵抗低減

Low contact resistivity at non-alloyed contacts on heavily P⁺-implanted SiC

京大院工, °原 征大, 金子 光顕, 木本 恒暢

Kyoto Univ., °M. Hara, M. Kaneko, and T. Kimoto

E-mail: hara@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

オーム性接触形成プロセスの低温化とコンタクト抵抗率(ρ_c)の低減は, SiC デバイスの作製プロセス簡略化および高性能化に向けた重要課題である. 前回の報告では, P イオン注入 SiC 上コンタクトにおける電流密度が, ほぼ同濃度のエピ層を用いた場合と比較して数桁大きいことを明らかにし, この電流増大がトラップアシストトンネル(TAT)に起因する可能性を見出した[1]. これは, オーム性接触における ρ_c 低減という観点で有用な特性である. 本研究では, 高濃度 P イオン注入 SiC 上に Mg または Ti を電極として円形 TLM 構造を作製し, ρ_c を評価した. イオン注入により, エピ層と比較して ρ_c が一桁程度低減し, 高濃度 P イオン注入 SiC ($8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)上 Mg コンタクトにおいて, 電極形成後の熱処理を施すことなく $2 \times 10^{-6} \text{ } \Omega \text{ cm}^2$ という非常に低い ρ_c を達成した.

n 型 4H-SiC(0001)基板上 p 型 SiC エピ層($2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$)に P イオン注入を行い, P 原子密度 $N_p = 1 \times 10^{19}, 3 \times 10^{19}, 8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のボックスプロファイル(深さ 200 nm)を形成した. なお, $3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以上の N_p での注入は 500°C で行った. Ar 雰囲気中で 1750°C , 20 分の活性化アニールを行った後, 1300°C , 60 分の犠牲酸化を施した. イオン注入層上に電極として Mg または Ti を蒸着し, 円形 TLM 構造を作製した. なお, 電極形成後の熱処理は行っていない.

作製した Mg 円形 TLM 構造における抵抗(R)の測定値と電極間距離(d)の関係を図 1 に示す(丸シンボル). 図 1 中に示した円形 TLM 構造における R と d の関係式[2]に基づき, シート抵抗(R_{sh})および伝搬長(L_T)をパラメータとして実験値に対するフィッティングを行い(図 1 中破線), コンタクト抵抗率 $\rho_c = R_{sh} L_T^2$ [2]を評価した. 図 2 に, 上記解析により得られた Mg/SiC 界面および Ti/SiC 界面における ρ_c のドーピング密度依存性を示す. 電極金属の仕事関数の大小を反映して, Mg コンタクトにおける ρ_c は Ti コンタクトと比較して 2-3 桁程度低い. また, $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のときの Mg/SiC 界面における ρ_c に着目すると, イオン注入層を用いた場合に同濃度のエピ層における報告値[3]と比較して ρ_c が 1 桁程度低いことがわかる. これは, イオン注入層上コンタクトでの TAT による電流増大[1]を反映していると解釈できる. より高濃度の注入により ρ_c はさらに低減し, $8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のとき, Mg コンタクトにおいて $2 \times 10^{-6} \text{ } \Omega \text{ cm}^2$ という非常に低い ρ_c が得られた.

[1] 原 征大 他, 第 83 回応物, 22a-B2044 (2022).

[2] D. K. Schroder, *Semiconductor Material and Device Characterization* (Wiley, 2005). [3] T. Doi *et al.*, *APLEX* 15, 015501 (2022).

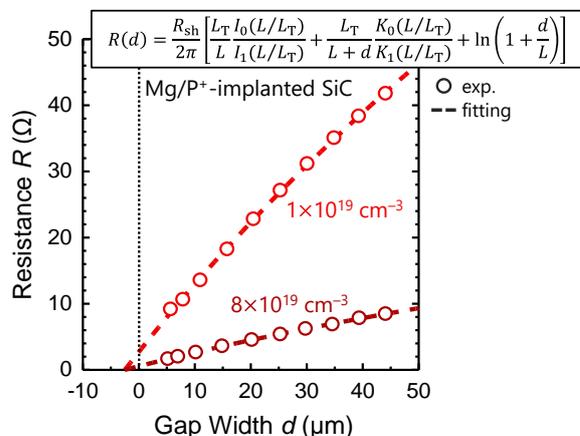


Fig. 1. Resistance (R) as a function of gap width (d) in Mg/P⁺-implanted SiC circular TLM structures. (I_0, K_1 : modified Bessel functions of the first and second kinds)

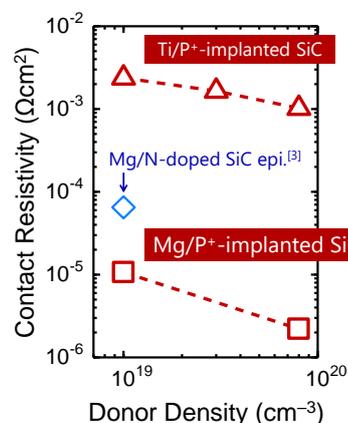


Fig. 2. Donor density dependence of contact resistivity at Mg/n-SiC and Ti/n-SiC interfaces.