

リモート窒素プラズマが照射された SiC 表面における 窒素原子組成比：活性種の影響

Composition of atomic nitrogen on SiC surface irradiated by remote
nitrogen plasma: Effect of active species

北大工¹, 東芝研究開発センター² ○嶋林 正晴¹, 栗原 一彰², 佐々木 浩一¹

Hokkaido Univ.¹, Toshiba Corp.² ○M. Shimabayashi¹, K. Kurihara², and K. Sasaki¹

E-mail: shima@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

[はじめに] SiC パワートランジスタの問題点のひとつは、キャリア移動度が理論限界値を桁違いに下回っていることで、ゲート酸化膜と SiC との界面の欠陥がその原因のひとつと考えられている。この問題を解決する手段として、SiC 表面を窒素原子で終端して安定化することが検討されている。本研究ではリモート窒素プラズマを用いた SiC 表面の窒化プロセスを検討している。本講演では、プラズマ診断との比較により、SiC の表面窒化に重要な役割を果たす活性種に関して得られた知見を報告する。

[プラズマ照射実験] メインチャンバーに枝管として取り付けられた石英管の周囲にマイクロ波共振器を設置し、2.45GHz のマイクロ波を印加して、ガス圧 0.5 Torr の条件で窒素プラズマを生成した。フッ酸処理された一辺が 14 mm の 4H SiC 基板をロードロックチャンバーからメインチャンバーに搬送し、石英管の直下に設置した。基板温度は室温とした。マイクロ波共振器は軸方向に可動であり、SiC 基板とマイクロ波共振器の間隔 z が 7 cm の場合と 12 cm の場合についてプラズマ照射を行った。照射面は C 面および Si 面の両方とし、照射時間は 1 分とした。処理後の SiC 基板を一端大気に取り出し、X 線光電子分光法 (XPS) により分析した。

[実験結果および考察] 図 1 は、窒素プラズマを照射した SiC の C 面 (中心位置) における窒素原子組成比を評価した結果で、 $z = 7$ cm の場合と $z = 12$ cm の場合の比較を示している。窒素原子組成比は $z = 7$ cm の場合のほうが高く、その差は 2 倍弱であった。なお、この結果は Si 面へのプラズマ照射においても同様であった。

図 2 は、SiC 基板設置位置における活性種フラックスを示しており、横軸はマイクロ波共振器と基板設置位置の間隔である。窒素原子フラックスおよび準安定状態 ($A^3\Sigma_u^+$) 窒素分子フラックスは、それぞれ、真空紫外吸収分光法およびキャビティリングダウン吸収分光法により測定した窒素原子密度および準安定状態窒素分子密度、および、準安定状態窒素分子の吸収スペクトルから求めたガス温度から評価した。窒素イオンフラックスは、ラングミュアプローブのイオン飽和電流から評価した。窒素イオンフラックスは他の活性種フラックスと比較して桁違いに小さく、本実験の条件では窒化の重要活性種にならないと考えられる。窒素原子は寿命が長いので、マイクロ波共振器の位置に依存しないフラックスが基板位置に供給されている。一方、準安定状態窒素分子フラックスはマイクロ波共振器と基板の間隔に強く依存し、 $z = 7$ cm の場合のフラックスは $z = 12$ cm の場合のフラックスより桁違いに大きい。図 2 の結果を図 1 と比較すると、SiC の表面窒化においては $N_2(A^3\Sigma_u^+)$ の活性が高いことが示唆される。

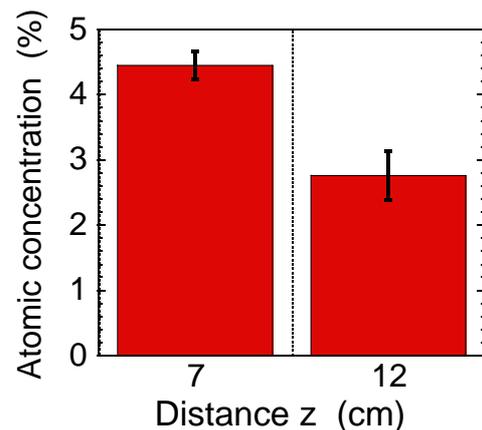


Fig. 1: Concentrations of atomic nitrogen on SiC surfaces irradiated by remote nitrogen plasmas.

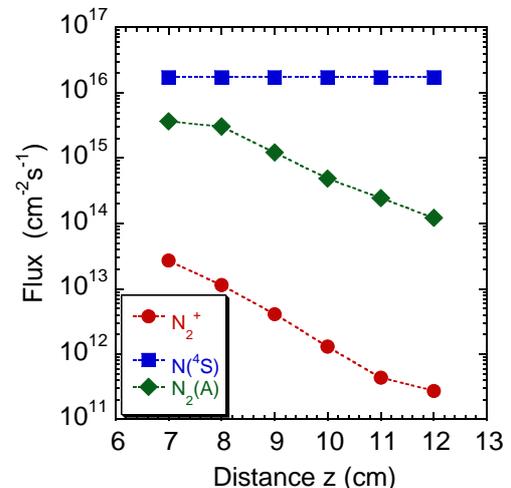


Fig. 2: Fluxes of active species provided from the remote nitrogen plasma.