¹⁵NO ポストアニール後の 4H-SiC MOS 界面の窒素ドーピングの ESR 定量

Nitrogen doping of 4H-SiC MOS interface after ¹⁵NO post-oxidation anneal characterized by electron-spin-resonance (ESR) spectroscopy 筑波大数物¹, 産総研² ⁰梅田 享英¹, 染谷 満², 原田 信介² Univ. of Tsukuba¹, AIST², [°]Takahide Umeda¹, Mitsuru Sometani², Shinsuke Harada²

E-mail: umeda@bk.tsukuba.ac.jp

【はじめに】窒素を含む雰囲気下(NOガスが一般的)で4H-SiC MOS 界面を高温アニールする と界面に高濃度の窒素が導入される。このポスト窒化アニールプロセスは4H-SiC MOSFET の性 能を改善させる標準方法として知られている。界面に入った窒素は界面準位やNIT(Near Interface Trap)を減少させ、チャネル移動度としきい値変動の両方を改善する。さらに窒素がSiC チャネ ル側にもドナーとして侵入し、これが電気特性にさらなる影響を与えるとも考えられている。実 際、筆者も電子スピン共鳴分光法(ESR)の結果より窒素ドーピングの可能性を指摘しているし[1]、 走査型容量顕微鏡によって界面付近でのキャリア密度の変化も定量されている[2]。今回は窒素の 同位体である¹⁵Nを使った窒素ドナーのESR 定量を行ったので、その結果を報告する。

【実験結果】ESR は核スピンを通して¹⁴N(核スピン 1、自然存在比 100%)と¹⁵N(核スピン 1/2)を見分けることができる。¹⁵NO ガスによる界面窒化を行えば、窒化処理によって後から入っ た窒素ドナーと元々基板に入っていた窒素ドナーをそれぞれ定量することができる。使用した試 料は窒素含有量 4×10¹⁴ cm⁻³の 4H-SiC 自立エピ基板で、Si 面側に 50 nm のドライ酸化膜をつけた 後、窒素が界面に十分に入る条件で¹⁵NO 窒化処理を行った。Fig. 1 はドライ酸化によって発生し た界面炭素欠陥を ESR で定量した結果で、窒化後に 90%以上の除去が確認された。この結果は ¹⁴NO を使った場合の過去の報告[3]とほぼ一致している。Fig. 2 は窒素ドナーの ESR 信号(*k* サイ トの窒素ドナーN(*k*))をチェックした結果で、実線の位置に¹⁵Nドナーが見えるはずであるが検

出限界以下であった。*h*サイト も同様に¹⁵Nドナーの評価を行 い、最終的な結果を報告したい。

[1] 梅田享英,応用物理 85,580
(2016). [2] P. Fiorenza et al., Appl.
Phys. Lett. 103, 153508 (2013). [3]
G-W. Kim 他,応用物理学会
2017 春季, 16a-p5-13.本研究の
一部は、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。





Fig. 1. Densities of ESR-active carbon defects in 4H-SiC MOS interfaces.

Fig. 2. ESR spectra of the N(k) donor signals in 4H-SiC MOS interface before/after ¹⁵NO post oxidation anneal.