

走査型非線形誘電率顕微鏡を用いた SiC エピ膜の不純物濃度評価

Evaluation of dopant concentration of SiC epitaxial film using Scanning Non-linear Dielectric Microscope

(国研)産総研¹, (株)東レリサーチセンター², 富士電機(株)³

○山田 敬一^{1,2}, 河田 泰之^{1,3}, 紀 世陽¹, 先崎純寿¹, 小杉 亮治¹, 米澤 喜幸¹, 児島 一聡¹, 奥村 元¹

AIST¹, Toray Research Center Inc.², Fuji Electric Co. Ltd.³

○K. Yamada^{1,2}, Y. Kawada^{1,3}, S. Y. Ji¹, J. Senzaki¹, R. Kosugi¹, Y. Yonezawa¹, K. Kojima¹ and H. Okumura¹

E-mail: keiichi-yamada@aist.go.jp

【はじめに】SiC デバイスの更なる高性能化においては、ドーパントの精密制御が重要である。超接合 (SJ) 素子[1]では n、p カラム層のチャージバランス制御が必須であり、各カラム内のドーパント濃度及びその分布を正確に把握する必要がある。走査型非線形誘電率顕微鏡(SNDM)はプローブ顕微鏡(SPM)の一種であり、ドーパント濃度に依存した容量変化を極めて高い感度と空間分解能で測定可能である[2]。本研究では SiC-SJ 素子の濃度評価技術確立を目的とし、SNDM を用いた p 型 SiC エピ膜のアクセプタ濃度 (N_A-N_D) の絶対値評価について検討したので報告する。

【実験】濃度校正用の標準試料には、n 型 4H-SiC 基板上に濃度を変化させた Al ドープ多層 p 型エピ膜を用いた。SNDM の測定は、機械研磨加工・CMP 仕上げにより測定断面を作製し、RCA 洗浄後に試料台へ固定し行った。SNDM は容量変化に対し極めて敏感な手法であることから、試料台への固定に際しては寄生容量・抵抗が十分に低減できるよう注意して行った。

【結果及び考察】図 1 に標準試料の SNDM 像を、図 2 に図 1 より抽出した深さ方向のライン分析結果を Al の SIMS 分析結果と合わせて示す。SNDM ではドーパント濃度に依存して信号強度が変化するほか、pn 極性で信号の正負が異なる。図 2 より Al 濃度が増加するにつれ、SNDM 信号強度が上昇していることが分かる。この Al 濃度と SNDM 信号強度の関係から定量用の検量線を作製した (図 3)。両者の間には十分な線形性が得られており、この検量線をもとに SJ 構造などの微細領域におけるドーパント濃度の定量が可能となる。ただし、検量線はプローブごとに変動するほか、測定時に生じる劣化によっても変動する。そのため実際の濃度換算では、被測定試料の測定前後において標準試料の測定を行い、検量線の変化が無いように注意を払う必要がある。SJ 構造のドーパント濃度定量結果は当日報告する。

【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/SiC 次世代パワーエレクトロニクスの総合的研究開発」(管理法人: NEDO) によって実施された。

[1] R. Kosugi, et al., Proceedings of the 26th IS PSD, 346-349 (2014).

[2] Y. Cho et al., Rev. Sci. Instrum. 67, 2297 (1996).

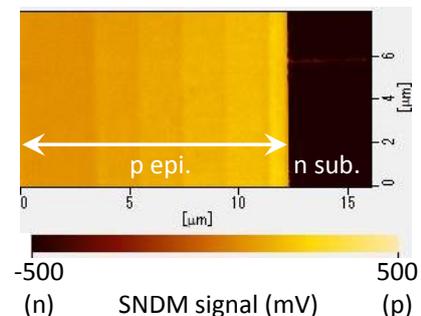


Fig.1 Cross-sectional SNDM image in reference sample.

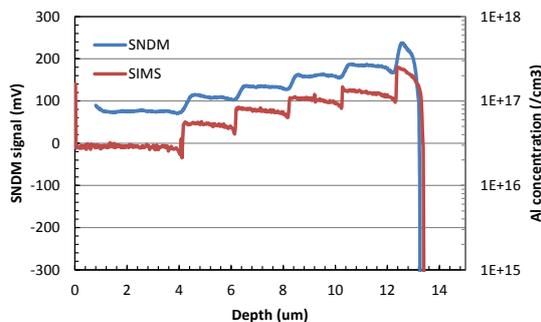


Fig. 2 SNDM signal intensity profile and Al concentration profile (by SIMS measurement) in reference sample.

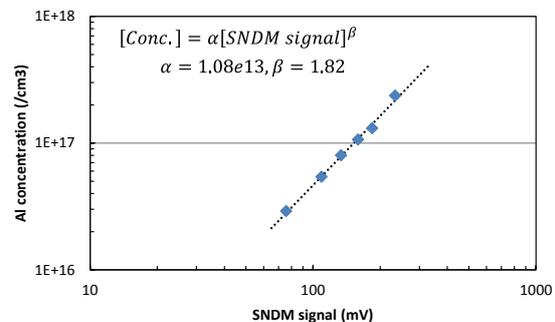


Fig. 3 Relation between SNDM signal intensity and Al concentration.