

THz-TDSE によるイオン注入した 4H-SiC の電気特性評価

Characterization of Electrical Properties of Ion Implanted 4H-SiC by THz-TDSE

立命館大¹, 九州シンクロトロン光研究センター², 日邦プレジジョン³, 東レリサーチセンター⁴°(M1)佐藤希一¹, 藤井高志^{1, 3}, 荒木努¹, 毛利真一郎¹, 石地耕太郎², 岩本敏志³, 杉江隆一⁴Ritsumeikan Univ.¹, Kyushu Synchrotron Light Research Center², PNP³, TRC⁴°K. Sato¹, T. Fujii^{1, 3}, T. Araki¹, S. Mouri¹, K. Ishiji², T. Iwamoto³, R. Sugie⁴

E-mail: re0088sr@ed.ritsumei.ac.jp

我々のグループではこれまで THz-時間領域分光エリプソメトリー(以下、THz-TDSE)を用いて 4H-SiC の高濃度 P イオン注入層について非接触・非破壊で電気特性評価が可能であることを報告してきた[1]。本研究では、実用デバイスで使用される n-SiC 基板/SiC バッファ層/SiC エピ層の 3 層構造を有した 4H-SiC ウエハに対してイオン注入を行い、THz-TDSE を用いて電気特性評価を行うことを目指している。今回は PNP 製の Tera Evaluator[®]を用いたイオン注入前の THz-TDSE 測定結果[2]を用い、イオン注入による振幅比スペクトルと位相差スペクトルの変化をシミュレーションによって評価可能かを検討した。

試料は前述の 4H-SiC (3 層構造) にイオン注入をしたものを考える。イオン注入条件は、注入イオン種として P⁺, Al⁺、ドーズ量 $1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-2}$ 、注入深さ 200 nm (ボックスプロファイル) を予定している。THz 波伝搬の解析では、Fig. 1 に示す 4 層構造を仮定し、イオン注入層以外のパラメータは注入前の実験結果 (Table 1) を使用した。また、各層の境界において、我々が報告した GaN 測定[3]を基本とするフレネルの式に従って反射・屈折が起きると仮定した。

Table 1. The Result of Fitting of pre-implanted 4H-SiC

	Buffer Layer	Epitaxial Layer
Carrier Density(cm^{-3})	5.0×10^{17} - 7.0×10^{17}	8.5×10^{15} - 1.2×10^{16}
Mobility(cm^2/Vs)	150-180	400-450
Thickness(μm)	0.44-0.45	4.80-4.95

イオン注入によるシミュレーション結果を Fig. 2 に示す。それぞれのイオンが 4H-SiC のエピ層に活性化率 100%で、n 型、p 型のイオン注入層を形成したものと仮定してシミュレーションを行った[4]。Fig. 2 に示すように、位相差スペクトルはほとんど変化しないが、n 型、p 型ともに、イオン注入によって振幅比スペクトルが減少することがわかった。実際のイオン注入実験の際には、THz-TDSE 測定でこの減少量を評価することで、各イオンの注入量やイオン注入層の電気特性を推定できると考えられる。

以上の結果から、THz-TDSE を用いることで、実用デバイスで使用される 3 層構造の 4H-SiC に対してもイオン注入層の電気伝導特性評価が可能であると考えられる。講演では実際にイオン注入を実行したサンプルの電気特性の変化を THz-TDSE によって評価し、その結果を報告する。

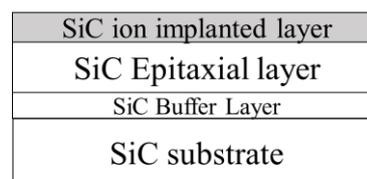


Fig. 1 The Simulated Ion Implanted 4H-SiC Model with 4 Layers

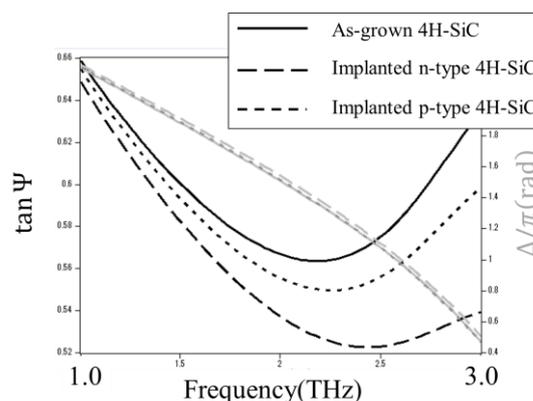


Fig. 2 The Simulation of Ion Implanted 4H-SiC with 4 Layers

[1] 石地他, 第 4 回先進パワー半導体分科会, IA-22, 名古屋国際会議場 (2017)

[2] 佐藤他, 第 66 回 応用物理学会 春季学術講演会, 9a-PB3-3, 東京工業大学 (2019)

[3] K. Tachi, et.al, Phys. Status Solidi B 254, 1600767 (2017)

[4] T. Kimoto, James A. Cooper, "Fundamentals of Silicon Carbide Technology", WILEY, 2014 P.25