

課題番号 : F-16-RO-0022
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : イオン注入法による窒化ガリウムのドーピング技術の開発
Program Title (English) : Development of doping technology for GaN by ion implantation
利用者名(日本語) : 関口寛人
Username (English) : H.Sekiguchi
所属名(日本語) : 豊橋技術科学大学, 工学研究科, 電気・電子情報工学系
Affiliation (English) : Toyohashi University of Technology

1. 概要(Summary)

チャネリング条件を用いて GaN へと Si をイオン注入した場合のドーピングプロファイルを明らかにすることを目的に, 二次イオン分析装置を利用し分析を行った. チャネリング条件下ではランダム条件に比べて, 2 倍程度奥深くまでドーピング可能なことが示された.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

走査電子顕微鏡(SEM)、二次イオン分析装置

【実験方法】

ホール濃度 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を有する(0001)p-GaN テンプレートを用意し, 本学(豊橋技術科学大学)に設置されているイオン注入装置を用いて Si イオンを注入した. チャネリング条件がドーピングプロファイルに与える影響を調べるために, 異なる入射角度や加速電圧で注入を行った. 入射角度は c 軸に対して 0° から 10° の範囲で変化させ, 加速電圧は 40kV から 150kV の範囲で変化させた. 加速電圧依存性を調べた際の入射角度は 0° である. いずれの試料においても Si ドーズ量は $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ で一定とした. またイオン注入後は試料をアンモニア, 窒素混合雰囲気下, アニール温度 1000°C にて 2 分間結晶回復アニールを行った. これらの試料に対して二次イオン分析装置(広島大学)を用いることで Si イオンのドーピングプロ

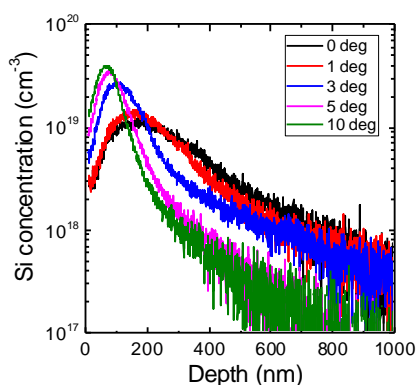


Fig. 1. Tilt angle dependence of Si doping profile

ファイルの評価した. またホール効果測定によりシートキャリア濃度の評価を行った

3. 結果と考察(Results and Discussion)

図 1 に Si ドーピングプロファイルのイオン入射角度依存性を示す. ピーク深さは入射角度が 10° から 0° へと変化するに伴い, 175nm から 65nm へとシフトした. 入射角度 10° のドーピングプロファイルは TRIM シミュレーションによるドーピングプロファイルとよく一致した. 次に, ドーピングプロファイルの加速電圧依存性を評価したところ, 加速電圧が 40kV から 150kV へと増大したことによってピーク深さは 50nm から 270nm へと深くなった. チャネリング条件におけるピーク深さはいずれの加速電圧においても TRIM シミュレーションから見積もられたピーク深さの約 2 倍程度となった.

入射角度 0° , 加速電圧 40kV で Si イオンを注入した試料のホール効果測定を行ったところ, Si ドーズ量 $3 \times 10^{15} \sim 9 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の範囲においてはいずれも p 型から n 型へと極性反転したことが確認され, ドーズ量の増加とともにシートキャリア濃度が増加することが確認された. またいずれの Si ドーズ量においてもその Si イオン活性化率は 20% 程度であった.

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) H. Sekiguchi, S. Kamizuki, K. Tsuchiyama, K. Yamane, H. Okada, A. Wakahara, "Si Channeled Implantation in GaN and its Device Application," ISPlasma 2017, 03aC02O, Chubu University, Japan, March 1-5, 2017.

6. 関連特許(Patent)

なし