

課題番号 : F-13-RO-0030  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : NiGe 層中へのリン注入による NiGe/Ge 界面ショットキー障壁変調機構の解明  
 Program Title (English) : Study on Schottky Barrier Height Modulation in NiGe/Ge Junction by P Ion Implantation into NiGe Layer  
 利用者名(日本語) : 箕浦 佑也, 岡 博史, 細井 卓治  
 Username (English) : Y. Minoura, H. Oka, T. Hosoi  
 所属名(日本語) : 大阪大学 大学院工学研究科 生命先端工学専攻  
 Affiliation (English) : Div. of Advanced Science and Biotechnology, Grad. School of Eng., Osaka Univ.

## 1. 概要(Summary)

金属を Ge 基板に接合すると、その真空仕事関数に関係なく金属のフェルミ準位が Ge の価電子帯近傍に固定されるというフェルミレベルピンング現象のため、p 型 Ge に対しては容易にオーミック接合が可能な反面、n 型 Ge に対してはどんな金属を使用しても常にショットキー接合になってしまう。Ni と Ge の反応により形成する NiGe/Ge 構造でもこの接合特性が現れるが、昨年度、NiGe 層に対してドーズ量  $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  の P イオン注入を行った後、 $400^\circ\text{C}$  で 3 分間の熱処理を施すことで、n 型 Ge に対してオーミック特性を、p 型 Ge に対してショットキー特性を実現した。本研究では、注入ドーズ量や熱処理条件を検討して接合特性の向上を図ると共に、ショットキー障壁変調における P イオンの役割について検討した。

## 2. 実験(Experimental)

p 型および n 型 Ge(100)基板を HF 洗浄後、300 nm の  $\text{SiO}_2$  層で素子分離を形成し、真空蒸着で Ni を 25 nm 成膜した。窒素雰囲気中で  $300^\circ\text{C}$ 、3 分間の熱処理を行い、約 50 nm の NiGe 層を形成した。未反応 Ni を除去した後、イオン注入装置を用いて P イオンを加速エネルギー 40 keV で注入した。その後、窒素雰囲気中  $400^\circ\text{C}$  で熱処理を施して NiGe/Ge ダイオードを作製し、電流-電圧 (I-V) 特性を評価した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

ドーズ量および熱処理時間が NiGe/Ge 界面の実効的な電子に対するショットキー障壁高さ (eSBH) に及ぼす影響について検証した。ドーズ量を  $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  もしくは  $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  とし、 $400^\circ\text{C}$  で 3 分または 30 分間の熱処理を施して作製した NiGe/Ge ダイオードの I-V 特性を図に示す。n-Ge ではいずれの条件でもショットキー特性からオーミック特性に変化したのに対して、p-Ge ではオーミック特性からショットキー特性への変化が見られたものの、ドーズ量および熱処理条件によって逆方向電流に違いが見られた。ドーズ量の増大、熱処理時間の増加に伴って逆方向電流は減少し、ドーズ量  $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 、30 分間の熱処理

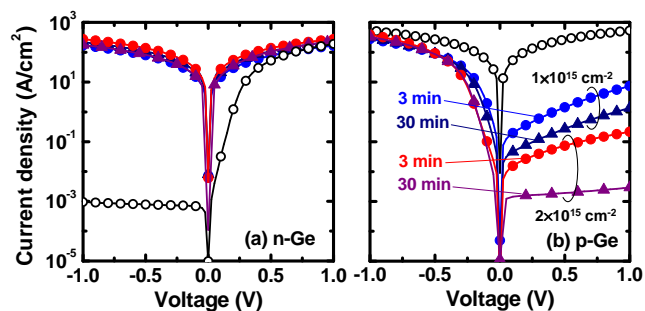


Fig. 1. Current-voltage characteristics of P-doped NiGe/Ge junctions formed on n- and p-Ge substrates.

では、約 5 桁の ON/OFF 電流比を得た。I-V 特性を理論式でフィッティングして見積もった eSBH は 0.09 eV、理想因子  $n$  は 1.0 であり、極めて優れた接合が形成できたとと言える。

また、NiGe/Ge 構造中の P 原子プロファイルを二次イオン質量分析機により評価したところ、処理時間に関係なく熱処理前後でプロファイルに変化は見られず、P 原子は Ge 基板中へほとんど拡散していないことがわかった。さらに、P 原子と質量数の近い Ar 原子を同条件で NiGe 層中にイオン注入して熱処理を施しても整流性に変化は見られなかったことから、P 原子が NiGe/Ge 界面での局所的な eSBH 低減に寄与していると考えられる。

## 4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: 松垣仁、黒木伸一郎 (広島大学)

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Y. Minoura *et al.*, 2013 International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices – Science and Technology – (IWDTF), 平成 25 年 11 月 8 日.
- (2) 箕浦佑也他, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 平成 25 年 9 月 20 日.
- (3) 岡博史他, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 26 年 3 月 20 日.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。