

課題番号 : F-14-AT-0064
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 磁性半導体における強磁性発現機構の解明と制御 I
 Program Title (English) : Origin and control of ferromagnetism in diluted magnetic semiconductor I
 利用者名(日本語) : 黒田 眞司, 張 珂
 Username (English) : Shinji Kuroda, Ke Zhang
 所属名(日本語) : 筑波大学数理物質系物質工学域
 Affiliation (English) : Institute of Materials Science, University of Tsukuba

1. 概要(Summary)

II-VI 族半導体 ZnTe に遷移元素 Cr を添加した希薄磁性半導体(Zn,Cr)Te は室温で強磁性となるが、アクセプター性不純物である窒素のドーピングにより強磁性が消失する。我々は(Zn,Cr)Te における強磁性発現ならびに窒素ドーピングによる強磁性抑制の起源の解明を目指し、(Zn,Cr)Te の磁性が窒素ドーピング濃度によりどのように変化するかを調べている。今回は ZnTe に Cr と窒素を別々の層に添加した(Zn,Cr)Te/ZnTe:N 超格子(多層膜)を作製し、その磁化特性を調べた。

2. 実験(Experimental)

(Zn,Cr)Te の超格子試料は分子線エピタキシー(MBE)装置により作製した。Zn, Te, Cr は固体原料を用い、窒素のドーピングには rf 励起によりプラズマ化した N₂ ガスを供給源として用いた。基板として GaAs 単結晶を用い、その上に格子不整合緩和のための ZnTe 緩衝層、次いで(Zn,Cr)Te/ZnTe:N 超格子を成長した。作製した超格子中の各元素の組成分布は産総研ナノプロセッシング施設 NPF の二次イオン質量分析(SIMS)により測定した。従来の薄膜測定においては 1 次イオンの加速電圧を 3kV に設定していたが、今回は超格子中の薄い層中の Cr, N 濃度を精度良く測定するため、加速電圧を 1kV と低い値に設定して測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Cr, N 濃度の定量のためには、イオン打ち込みにより作製した標準試料の SIMS 測定を行い、相対感度係数(RSF)を算出する。今回、超格子試料を対象に加速電圧の設定値を 1kV と低くしたため、この条件で標準試料の測定を行い改めて RSF の値を算出した。3 種類の異なる N ドーズ量の標準試料の測定から得られた RSF を[N]のピーク値に対してプロットしたものを Fig. 1 に示す。以前

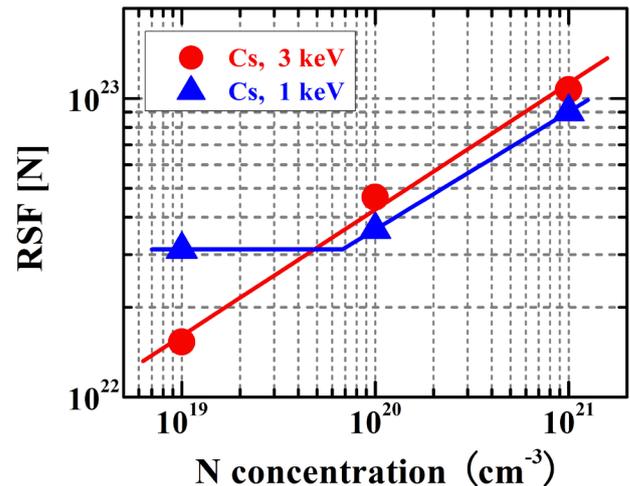


Fig.1 : Relative sensitive factor (RSF) for quantification of nitrogen concentration [N] obtained from the measurements on three standard samples prepared by N⁺ ion implantation with different peak values of [N].

の加速電圧 3kV での測定時の結果に比べ、1kV における値は[N] のピーク値 10²⁰, 10²¹cm⁻³ の場合はほとんど変わらないが、10¹⁹cm⁻³ では大きくなっている。これは加速電圧の低下に伴い、いわゆるマトリックス効果が小さくなり、RSF は[N]の値に依らなくなったものと考えられる。今回は[N]の全範囲における RSF の値として青線で示すような依存性を仮定して、[N]の定量を行った。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) K. Zhang *et al.*, phys. stat. sol. (c) **11**, 1324 (2014).
- (2) 張 珂「希薄磁性半導体(Zn,Cr)Te における窒素ドーピングによる強磁性抑制の研究」博士論文(筑波大学, 2014)

6. 関連特許(Patent)

なし。