

課題番号 : F-12-AT-0025

※支援課題名(日本語) : 磁性半導体における交換相互作用の解明と制御

※Program Title(in English) : Study on the exchange interaction in magnetic semiconductors

※利用者名(日本語) : 黒田 眞司

※Username(in English) : Shinji Kuroda

※所属名(日本語) : 筑波大学数理物質系物質工学域

※Affiliation(in English) : Institute of Materials Science, University of Tsukuba

※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 は室温で強磁性を発現する一方で、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は抑制される。しかしながらこれらの強磁性の発現ならびに抑制のメカニズムは十分理解されていない。本研究では結晶中の Cr の電子状態と密接に係わると考えられる磁化の結晶異方性の解明を目指し、面方位を変化させて成長した薄膜試料を作製し、その特性を調べた。

※実験(Experimental):

(Zn,Cr)Te の薄膜結晶は Zn, Te, Cr を原料とする分子線エピタキシー(MBE)装置により成長した。窒素のドーピングには rf 励起によりプラズマ化した窒素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、次いで窒素ドープ(Zn,Cr)Te 層を成長した。面方位の異なる GaAs 基板を用いることで、(001)および(111)面の異なる面方位の(Zn,Cr)Te:N 薄膜を成長した。その際、Cr, N の供給が同じ条件になるようにしてこの2つの面方位の薄膜を成長し、面方位の違いにより結晶中に取り込まれる Cr, N の量がどのように変化するかを調べた。薄膜中の各元素の組成分布は産総研ナノプロセス施設 NPF の二次イオン質量分析(SIMS)により測定し、触針式段差計にてエッチングレート算出後、試料中の Cr 組成と窒素濃度の評価を行った。

※結果と考察(Results and Discussion):

図 1 は(001), (111)の 2 つの異なる面方位で、Cr, N の供給が同じ条件となるようにして成長した(Zn,Cr)Te:N 薄膜において、SIMS により測定した Cr, N の深さ方向の分布である。Cr, 窒素濃度については、ZnTe に Cr および窒素をイオン打込みした標準試料における

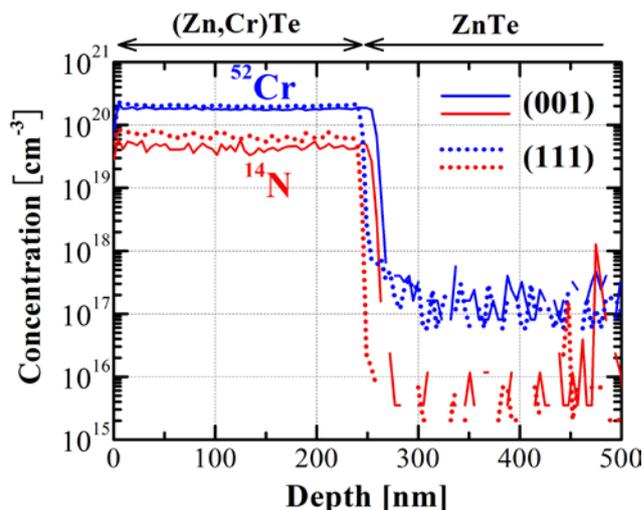


図 1: 異なる面方位に成長した(Zn,Cr)Te:N 薄膜中の Cr, N の深さ方向の濃度分布。実線は(001)面、点線は(111)面に成長した薄膜の測定結果を示す。両方の薄膜で Cr, N の供給は同じ条件となるようにして成長を行った。

SIMS 測定より相対感度係数(RSF)の値を算出し、その値を用いて絶対値の算出を行った。図に見る通り、(001)面、(111)面のどちらの薄膜でもほぼ同じ Cr, 窒素濃度であることがわかった。この結果より(Zn,Cr)Te:N の MBE 成長において、Cr, N が結晶中に取り込まれる割合は面方位による違いはほとんどないことが明らかとなった。

※その他・特記事項(Others):

なし

共同研究者等(Coauthor):

張 珂 (筑波大学 大学院数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻 博士後期課程)

論文・学会発表(Publication/Presentation):

未定

関連特許(Patent):

なし