

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 横山 正史

本論文は、「Fabrication and properties of III-V/MnAs hybrid structures and III-V based ferromagnetic semiconductors (III-V/MnAs 複合構造および III-V 族ベース強磁性半導体の作製と物性に関する研究)」と題し、英文で書かれている。本論文は、III-V/MnAs 複合構造および III-V 族ベース強磁性半導体の作製、構造評価、磁性、磁気光学物性、磁気輸送特性、および応用可能性についての研究成果を記述しており、全7章から成る。

第1章は「Introduction」であり、スピントロニクスと半導体ベースの強磁性材料に関する研究の背景と状況を述べ、特に、半導体ベースの強磁性材料を5つに分類してその特色を整理したうえで、本論文の構成と目的を示している。

第2章は「Epitaxial growth of MnAs thin films on III-V semiconductors」であり、InP(001)基板上への強磁性金属 MnAs 薄膜の分子線エピタキシー(MBE)法によるエピタキシャル成長とその構造および磁性について記述している。この研究により、InP 基板上および InP 基板上に成長した InGaAsP 層上に初めて単結晶 MnAs 薄膜を成長することに成功し、そのエピタキシャル関係と磁気特性を明らかにしている。

第3章は「GaAs:MnAs granular thin films with NiAs-type MnAs nanoclusters」であり、GaAs 結晶中にナノスケールの強磁性 MnAs 微粒子を析出させた GaAs:MnAs グラニューラー薄膜についての様々な物性を明らかにしている。この MnAs 微粒子はバルクと同じ NiAs 型六方晶である。特に、室温で 600%にもおよぶ正の磁気抵抗効果を見出し、その特性を詳細に調べた結果を記している。

第4章は「GaAs:MnAs granular thin films with zinc-blende-type MnAs nanoclusters」であり、3章と同様の GaAs:MnAs グラニューラー薄膜であるが、MnAs の結晶構造が閃亜鉛鉱型(zinc-blende type)の場合について、その構造と物性を調べている。ここでも室温で 400%の正の磁気抵抗効果を見出したほか、光吸収、磁気光学効果の測定により、誘電率テンソルの波長依存性を明らかにし、GaAs:MnAs グラニューラー薄膜 (NiAs 型) と比較検討している。

第5章は「Fabrication and fundamental properties of InGaAs:MnAs and InAlAs:MnAs granular films」であり、InGaAs および InAlAs 結晶中にナノスケールの強磁性 MnAs 微粒子 (NiAs 型) を析出させた InGaAs:MnAs および InAlAs:MnAs グラニューラー薄膜についての様々な物性を明らかにしている。また、これらのグラニューラー薄膜を用いた導波路型光アイソレータ構造を試作し、横磁気カー効果による光アイソレーションを観測した結果について述べている。

第6章は「Quaternary III-V alloy ferromagnetic semiconductor InGaMnAs thin films」であり、四元混晶強磁性半導体(In_yGa_{1-y})_{1-x}Mn_xAs の物性について述べている。(In_yGa_{1-y})_{1-x}Mn_xAs ではその磁気異方性を歪みによって制御可能であること、巨大なプレーナホール効果を示し、それを用いて面内に一軸磁気異方性をもつことが示されること、閃亜鉛鉱型の結晶構造を保ったまま高い Mn 組成(x=0.2-0.4)の試料を MBE 成長することができ、スピノーダル分解によって Mn 濃度分布に不均一性が生ずることによって高い強磁性転移温度を示すこと、などを明らかにしている。

第7章は「Concluding remarks and outlook」であり、本論文で得られた結果のまとめと今後の展望を述べている。

以上これを要するに、本論文は、InP 基板上に成長可能な III-V 族化合物半導体をベースとする強磁性材料である III-V/MnAs グラニューラー構造および四元強磁性半導体 InGaMnAs を作製し、その構造、磁性、磁気光学効果、磁気輸送特性を明らかにし、室温で動作するデバイス応用の可能性を示したものであって、電子工学上、寄与するところが少なくない。

よって本論文は、博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。