

審査の結果の要旨

氏名 カルムリ スリーハルシャ (Karumuri Sriharsha)
電気系工学専攻 学籍番号 37-187247

本論文は、**Epitaxial growth and characterizations of Fe doped ferromagnetic semiconductors and their nanostructures** (Fe 添加強磁性半導体とナノ構造のエピタキシャル成長と物性評価) と題し、全7章より成り、英文で書かれている。

本論文では、スピン機能材料として期待される III-V 族強磁性半導体 (Ferromagnetic Semiconductor) の高機能化を目指し、Fe 添加強磁性半導体とナノ構造のエピタキシャル成長に成功し、それらの構造と物性を明らかにした研究成果を述べている。

第1章は「Introduction (序論)」であり、スピントロニクス材料として III-V 族強磁性半導体 (Ferromagnetic Semiconductor, FMS)、特に Fe を添加した III-V 族強磁性半導体の研究を中心とした研究の背景、本研究の位置づけ、目的、各章の概要を述べている。

第2章は「Magneto-optical spectra and the presence of an impurity band in p-type ferromagnetic semiconductor (Ga,Fe)Sb with high Curie temperature (高いキュリー温度をもつ p 型強磁性半導体(Ga,Fe)Sb の磁気光学スペクトルと不純物バンド)」と題し、分子線エピタキシー (molecular beam epitaxy, MBE) で成長した室温以上の高いキュリー温度 (Curie temperature, T_C) をもつ III-V 族強磁性半導体 (Ga,Fe)Sb 混晶薄膜の磁気光学効果である反射磁気円二色性 (MCD) スペクトルの測定と解析を行い、禁制帯中に不純物バンド (impurity band, IB) が存在すること、その Fe 濃度依存性を明らかにした結果を述べている。

第3章は「Growth and characterization of high T_C Fe doped GaSb ferromagnetic quantum dots (高い T_C をもつ Fe 添加 GaSb 強磁性ドットの成長と評価)」と題し、Fe (濃度 0~16.6%) を添加した GaSb 量子ドット構造を GaAs(001)基板上に MBE で成長し、上部に GaFe 化合物が析出した直径 5nm 程度のドット構造で、高いキュリー温度 ($T_C > 400$ K) をもつ強磁性を示すことを示した。

第4章は「Growth and characterization of high T_C Fe doped InAs ferromagnetic quantum dots (高い T_C をもつ Fe 添加 InAs 強磁性ドットの成長と評価)」と題し、Fe (濃度 35%) を添加した InAs 量子ドット構造を GaAs(001)基板上に MBE 成長し、前章とは異なり、全体として閃亜鉛鉱型結晶構造を保ち、下部に (In,Fe)As ディスク構造、上部に InAs を有する直径 20–30 nm 程度のドット構造を有し、高いキュリー温度 ($T_C > 300$ K) をもつ強磁性を示すことを明らかにした。

第5章は、「Growth and characterization of $(\text{Ga}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{Sb}$ on GaAs (111)B substrates and pushing the limits to $x=100\%$ (GaAs (111)B 基板上高濃度 Fe 添加 $(\text{Ga}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{Sb}$ の成長と評価)」であり、 $(\text{Ga}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{Sb}$ 薄膜 (15 – 25 nm、 $x = 20\%, 50\%, 100\%$) を AlSb/AlAs/GaAs バッファ層/ GaAs (111)B 基板上に MBE 成長し、閃亜鉛鋅型結晶構造を確認し、その磁性を明らかにした。

第6章は、「Ferromagnetic Zinc Blende Fe-As compound on GaAs (111)B substrates (GaAs (111)B 基板上に成長した強磁性閃亜鉛鋅型 FeAs 化合物)」と題し、FeAs 薄膜 (21 nm) を GaAs (111)B 基板上に MBE 成長し、FeAs が閃亜鉛鋅型結晶構造をもつこと、400 K 以上の高いキュリー温度 ($T_C > 400 \text{ K}$) をもつ強磁性を示すこと、強い面内磁気異方性をもつことなど、新しい物質としての特徴を明らかにした。

第7章は、「Future prospects and conclusion (結論と将来展望)」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、本論文では、将来のスピン機能材料として期待される III-V 族強磁性半導体の高機能化を目指した研究を行い、Fe 添加強磁性半導体とそのナノ構造のエピタキシャル成長に成功し、それらの構造と物性、特に室温以上の高いキュリー温度をもつ強磁性を明らかにしたものであり、スピントロニクスおよび電子工学の発展に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。