

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲／乙第 号	氏 名	Truong Nhu Phuoc Alain
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学教授	Ph. D.	伊藤 公平
副査	慶應義塾大学教授	工学博士	佐藤 徹哉
副査	慶應義塾大学准教授	博士（工学）	安藤 和也
副査	慶應義塾大学名誉教授	工学博士	太田 英二
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>Ingénieur civil des Mines（エコールデミン工学修士）Truong 君の学位請求論文は”Magnetic properties of single crystalline Mn₅Ge₃ films grown on Ge (111) substrates [Ge(111)基板上に成長された Mn₅Ge₃ 単結晶膜の磁気特性]”と題し、全 6 章より構成される。</p> <p>スピン偏極した電子を用いてデバイス動作を制御するスピントロニクスが注目を集めている。特に半導体上に強磁性薄膜からなる電極を作製し、その強磁性薄膜からスピン偏極した電子を半導体側に注入する技術の開発が望まれているが、強磁性金属と半導体のインピーダンス不整合などの問題によりスピン注入が困難な事例が多い。そこで申請者は、ゲルマニウム(111)面ウエハー上にエピタキシャル成長が可能な Mn₅Ge₃ に着目し、分子線エピタキシー手法と固相エピタキシャル成長法を組み合わせた高品質 Mn₅Ge₃ 単結晶薄膜成長技術を開発した。その上で、Ge 基板上的単結晶 Mn₅Ge₃ 薄膜の磁気特性を詳細に調べた。</p> <p>第 1 章は導入で、スピン注入を中心としたスピントロニクス研究の最前線が概観される。第 2 章では本研究で用いる薄膜のエピタキシャル成長手法と評価手法が紹介される。第 3 章では本研究の背景となる磁気物性の基礎が評価方法とともに紹介される。第 4 章では、Mn₅Ge₃ 単結晶薄膜の磁気異方性の詳細が、強磁性共鳴測定の結果方位依存性に基づき示される。薄膜の形状に由来する異方性に加えて、結晶の特性としての磁気異方性が見出され、その温度依存性が明らかにされる。第 5 章では、Mn₅Ge₃ 薄膜を磁場中で冷却した場合と、磁場なしで冷却した場合の磁気特性の比較により、Mn₅Ge₃ 薄膜の大部分が強磁性体でありながらも、その残りの一部がスピングラスであることが実験的に見出される。スピングラスの発現には乱れが必要なため、周期構造を有する Mn₅Ge₃ 単結晶がスピングラス挙動を示すことは全く予想されていなかった。そこで交流磁気測定等の実験結果を加え、全ての実験データを俯瞰した解析を施すことで、Mn₅Ge₃ 単結晶と Ge 基板界面に存在する数 nm 程度の乱れがスピングラスの起源であるという結論が導かれる。第 6 章ではまとめが述べられる。</p> <p>以上要するに、申請者は Ge 半導体基板上に、高品質な Mn₅Ge₃ 単結晶薄膜を成長し、その磁気特性を詳細に調べることから、Mn₅Ge₃/Ge 単結晶ヘテロ構造におけるスピングラスの発現を見出し、その起源を突き止めた。本研究によって、単結晶強磁性/半導体システムで発現し得る新たな物性が見出され、スピントロニクス応用において留意すべき点が明らかにされた。これらの成果は工学の発展に寄与するところが少なくない。よって本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員会で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		