

氏名(本籍)	宮西晋太郎(石川県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第2,096号		
学位授与年月日	平成11年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	Molecular Beam Epitaxial Growth of Magnetic Manganese Antimonide Compound Thin Films and Their Magnetic Properties (Mn-Sb化合物磁性体薄膜の分子線エビタキシャル成長とその磁気特性に関する研究)		
主査	筑波大学併任教授	工学博士	田中一宜 (工業技術院産業技術融合領域研究所)
副査	筑波大学教授	理学博士	中尾憲司
副査	筑波大学教授	工学博士	滝田宏樹
副査	筑波大学助教授	博士(理学)	有馬孝尚
副査	電子技術総合研究所主任研究官	工学博士	安藤功兒

論文の内容の要旨

本論文は、Ⅲ-V族半導体基板上に磁性薄膜をMBE成長させ新たな磁気特性を有するヘテロエピ膜を作製しようとする研究に関するもので、GaAsと適合性があり多様な磁気特性を有するMnSb化合物を、研究対象としている。

第2章では、バルク資料について現在までに発表されている構造と磁気特性の概要がまとめられている。強磁性金属のMnSb、フェリ磁性金属のMn₂Sbは、ともにキュリー温度が高く、強い結晶磁気異方性と可視光領域での大きな磁気光学効果を示すのが特徴である。

第3章では、GaAs基板上でのMn-Sb化合物のMBE成長が詳述されている。(001) GaAs基板上での成長様式、結晶構造が、基板温度とSb/Mnビーム束比に対して実験的に決定され、相図として示されている。Mn₂Sbのエピ成長に初めて成功している。格子不整合は、いずれの場合も1~2%である。

第4章においては、実験的に得られたMnSbエピ膜とMn₂Sbエピ膜について、極磁気Kerr回転角スペクトルの結晶方位依存性、基板温度依存性などが示される。MnSbの磁気光学効果については、結晶磁気異方性に起因した変化が現れるものの、スペクトルの大きさそのものには顕著な変化がないこと、しかし、基板温度に対しては、Mn組成が急激に変化する温度領域があり、その前後でスペクトルの絶対値に変化が生じるのが特徴である。一方、Mn₂Sbにおいては、室温で垂直磁化膜でバルクと同程度の飽和磁化が達成され、Kerr回転角の絶対値は、結晶性の向上からバルクより大きなスペクトルが得られることが判明している。

第5章では、MnSbエピ膜の磁気特性制御が議論される。2つの異なる表面再配列構造の(001) GaAs基板上に、50℃と250℃の基板温度で膜を成長させる。結果によればAs-rich基板では、必ずMnSb膜の面内方向に磁気異方性が現れるが、Ga-rich基板の場合は、基板温度が50℃の時に面内異方性が失われている。これは、基板処理方法や基板温度によって、磁気特性がある程度コントロールできることを意味している。Mn原子の吸着形態の違いを仮定して、定性的な説明が与えられている。

第6章では、Mn₂SbのSb原子をAs原子で徐々に置換することにより、磁気相転移を制御する試みが行われる。エピ成長したMn₂Sb_{1-x}As_xはxに依存して相転移温度が大きく変化し、バルク結晶の傾向と定性的に一致した。薄膜内のネット磁化層間の距離が制御されて磁気相転移が誘起されるものと予備的に解釈されている。

第7章のむすびでは、Ⅲ－Ⅴ族半導体と結び付いた新しい磁性体技術の発見への期待とヘテロ構造を持つデバイスの展開が述べられている。

審 査 の 結 果 の 要 旨

MBE技術による半導体と磁性体とを結び付けた新しい多層構造作製の試みと新しい磁性現象を模索しようとした研究で、実験量豊富な力作である。MBE成長については、 Mn_2Sb のエピ成長成功、相図作製など、良質結晶作製の精緻な条件が初めて系統的に明らかにされている。磁気特性の制御という観点からも、構造と結びつけて興味あるデータが含まれている。今後、磁気相転移のより深い物理的解釈、デバイスへの適用という立場から基板Ⅲ－Ⅴ結晶との関連物性追求が、残された問題と考えられる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。