

審査の結果の要旨

氏名 小埜 洋輔

本論文は、「Epitaxial growth and physical properties of Garnet-type $\text{Sm}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ films and Wurzite-type ZnO films (ガーネット型 $\text{Sm}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 薄膜およびウルツ鉱型 ZnO 薄膜のエピタキシャル成長とその物性)」と題し、全6章からなる。希土類ガーネット型フェライトは、室温でフェリ磁性を示し、大きな Verdet 定数を有することから光アイソレータなどとして利用されている。本論文では、希土類ガーネット型フェライトである $\text{Sm}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (SmIG) 薄膜化することでバルクとは異なる特性発現を誘発し、当該材料が利用されているデバイスに新たな機能を付与し、新たなデバイスへの適応を提案している。そのための基礎技術として 2 つの研究項目に実施した。一つは、基板との格子ミスマッチを活用した高品質な歪 SmIG 薄膜を形成し、歪誘起の新規物性を発現させること、もう一つは、ガーネット型材料 (SmIG) と非ガーネット材料とのエピタキシャル成長を実現し、薄膜デバイス化への道を開く事である。

第1章は「Introduction」あり、現在の電気産業のキーワードである多機能化が物質科学においても求められており SmIG 薄膜にエピタキシャル歪みを印加することによる新たな磁気・誘電特性の発現、スピン FET 等の新規デバイス構想について説明するとともに、希土類ガーネット型フェライト $\text{Re}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (ReIG) と非ガーネット：ウルツ鉱型 ZnO の特性について説明し、実験計画の概要を示す。

第2章は「Proposed devices and materials」であり、SmIG 薄膜がマルチフェロイック物質として機能する場合に考えられるデバイスである FeRAM をベースとしたマルチフェロイック RAM やスピン FET 等の新規デバイスについて説明し、希土類ガーネット、ZnO の基礎特性について示す。

第3章は「Experimental」であり、本論文で使用した成膜装置であるパルスレーザー堆積(PLD)装置、構造解析に利用した X 線回折(XRD)装置、電気・誘電特性測定に利用した Ferroelectric characteristic evaluation (FCE)装置、表面構造評価に利用した Atomic force microscopy (AFM)装置、磁気光学装置測定に利用した Magnetic circular dichroism (MCD)装置について説明する。

第4章は「ガーネット(GGG)基板上への希土類ガーネット型 $\text{Sm}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (SmIG) 薄膜のエピタキシャル成長」である。GGG 基板との格子歪、SmIG 薄膜の臨界膜厚評価。さらに SmIG 薄膜の結晶構造評価、表面形状評価、磁気光学特性評価、面内方向での誘電特性評価、面内方向での誘電特性の磁場依存性の評価についての実験結果と考察を示す。

第5章は「ガーネット型基板 (GGG) 上への非ガーネット型結晶である Wurzite 型 ZnO 薄膜のエピタキシャル成長」である。GGG(111)、(001)面にエピタキシャル成長した ZnO 薄膜の結晶構造解析、結晶性、Photoluminescence (PL)特性についての実験結果と面方位による比較、考察を示す。

第6章は「General conclusions」であり、得られた研究結果のまとめと今後の展望について示す。

以上要するに、本論文は磁気誘電光学特性に優れた希土類ガーネット型フェライトのエピタキシャル薄膜結晶を合成し、格子歪誘起の特異な物性 (誘電・磁気・光学特性) を発現させるとともに、デバイス応用の鍵となるガーネット型フェライト上での非ガーネット型結晶 (ZnO) のエピタキシャル結晶成長に初めて成功したものであり、電子工学および酸化物オプトエレクトロニクス工学の発展のため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。