

プログラム名：無充電で長期間使用できる究極のエコ IT 機器の実現

PM 名：佐橋 政司

プロジェクト名：交差相関電圧書込み磁気記録

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 8 年 度

研究開発課題名：

高性能電気磁気効果薄膜材料の開発

研究開発機関名：

国立大学法人名古屋工業大学

研究開発責任者

壬生 攻

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

前年度までに引き続き、東北大学にて反応性スパッタ法により作製された α - Fe_2O_3 薄膜およびIrドーパ α - Fe_2O_3 薄膜のメスバウアー分光測定とメスバウアースペクトルの解析を推進し、磁気モーメントの方向の膜厚依存性およびIrドーパ量依存性を調べる。得られた磁気転移温度と磁気異方性に関する情報を、東北大学にフィードバックし、応用上鍵となる磁気転移温度（モーリン転移温度）400 K以上の安定的な実現を、厚さ20 nm以下の薄膜で目指す。一方、名古屋工業大学にてパルスレーザー堆積法を用いた α - Fe_2O_3 系薄膜の作製を行う。ドーパ元素や酸素雰囲気や基板温度などの作製条件を変え、モーリン転移温度400 Kが安定的に実現されるための最適条件を探る。さらに、 Cr_2O_3 薄膜に対して、メスバウアー同位元素のSnをドーパした薄膜試料を作製し、反強磁性磁気特性の直接的評価を行う。ここでは、応用上重要な Cr_2O_3 薄膜の反強磁性磁気特性を、これまでの報告より高い温度まで維持する手法を構築することを目標とする。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

東北大学で作製された α - Fe_2O_3 反強磁性薄膜およびIrドーパ α - Fe_2O_3 反強磁性薄膜の磁気物性（磁気転移温度や磁気異方性や局所磁化など）を、 ^{57}Fe メスバウアー分光測定により探った。得られた情報を東北大学での試料作製にフィードバックし、薄膜材料特性の改善に貢献した。

一方、名古屋工業大学にて、東北大学とは異なる薄膜作製手法であるパルスレーザー堆積法を用いて α - Fe_2O_3 薄膜および他元素ドーパ α - Fe_2O_3 薄膜を作製し、メスバウアー分光法を利用して磁気特性を探った。とりわけ、シンクロトロン放射光を用いた高温メスバウアー分光測定を通じたIrドーパ α - Fe_2O_3 薄膜のモーリン転移温度のIrドーパ量依存性および膜厚依存性の系統的な調査を重点的に実施した。 Cr_2O_3 薄膜に対しても、他元素ドーパによる反強磁性転移温度向上の可能性を検討した。

2-2 成果

東北大学で作製されたIrドーパ α - Fe_2O_3 反強磁性薄膜（膜厚20 nm以上）に関しては、これまでと再現性の良いメスバウアースペクトルが得られ、Irドーパでモーリン転移温度が室温以上に上昇し、室温で垂直磁気モーメント反強磁性薄膜が実現されることが系統的に示された。一方、より膜厚の薄い領域での特性は、名古屋工業大学にてパルスレーザー堆積法を用いて作製された試料を用いて調べられた。とりわけ、放射光メスバウアー分光法を用いることにより可能になった高温測定を用いて、モーリン転移温度のIrドーパ量依存性および膜厚依存性が系統的に調査された。その結果、モーリン転移温度はIrドーパ量が多くなるほど上昇し、膜厚が薄くなると低下することがわかった。前者はバルクのIrドーパ α - Fe_2O_3 でも報告されている現象であるが、後者の報告例はこれまでになく、現在論文を執筆・投稿準備中である。また、パルスレーザー堆積法を用いて作製した試料は、反応性スパッタリング法を用いて作成された試料より、モーリン転移温度が低くなる傾向にあることも明らかにな

った。さらに、Ir量が少なく膜厚が薄い領域では、モーリン転移温度上昇による室温垂直磁気モーメント反強磁性薄膜が実現された場合でも、モーリン転移温度以上への昇温により不可逆に室温面内磁気モーメントが現れる現象がみられることがわかった。これらの情報は、Irドーパ α -Fe₂O₃薄膜を垂直磁気モーメント反強磁性薄膜として実デバイスに展開していく上で、きわめて重要かつユニークな情報となる。以上の成果は、当該年度内の1件の国際会議発表および9件の国内会議発表を通じて公表されている。

2-3 新たな課題など

Irドーパによる α -Fe₂O₃薄膜のモーリン転移温度上昇と室温垂直磁気モーメント反強磁性薄膜の実現は、実験的にはコントロール可能な段階に入ってきたが、Irの役割とその特殊性は十分に明らかになっておらず、交差相関電圧書込み磁気記録プロジェクトで理論計算を受け持っていた産業技術総合研究所のグループの最終計算結果が待たれるところである。さらに、昇温・降温に対して不可逆な現象の起源も謎であり、試料中のIr原子の挙動などの調査が望まれる。

一方、交差相関電圧書込みの主役となるCr₂O₃のネール温度を他元素ドーパにより上昇させる試みはパルスレーザー堆積法を用いた名古屋工業大学グループの研究では成功しておらず、その他の作製法を含めた幅広い探査研究の継続が望まれる。

3. アウトリーチ活動報告

該当なし