

GdFe フェリ磁性合金薄膜における異常ホール効果の組成依存性

Composition dependency of anomalous Hall effect in GdFe ferrimagnetic alloy thin film

日大理工¹, °蜂須賀 裕重¹, 笠谷 雄一¹, 塚本 新¹

Nihon Univ.¹, °Hiroshige Hachisuka¹, Yuichi Kasatani¹, Arata Tsukamoto¹

E-mail: cshr17022@g.nihon-u.ac.jp

はじめに Fe 薄膜の異常ホール効果の計測には磁化の垂直方向成分を必要とするが、磁化困難軸である膜面垂直方向に飽和磁化させるには 2T 程の強磁場が必要になる。そこで、重希土類元素である Gd との合金である GdFe フェリ磁性薄膜に着目した。Fe に比べ約 4 倍の磁気モーメントを持つ Gd と合金化することで反平行結合した副格子磁化構造により正味の磁化を減少でき、この GdFe フェリ磁性薄膜の組成比を制御することで薄膜において膜面垂直方向に磁化させることが容易となることが期待される。本検討では比較的低磁場にて大きな異常ホール効果の発現を目的とし、GdFe フェリ磁性薄膜における異常ホール効果の広範な組成依存性を評価した。

実験方法 試料はマグネトロンスパッタリング法を用いて製膜した SiN (60 nm) / Gd_xFe_{100-x} (20 nm) / SiN (5 nm) / glass sub. (x = 0, 10, 16.7, 20, 25, 30, 60, 80, 90, 100 at. %) を用いた。各組成において膜面垂直方向に磁場を印加し Van der Pauw 法を用いて異常ホール効果を測定した。異常ホール電圧が磁化の垂直方向成分に比例することから、磁化角度無依存定数 $R_{\text{AHE}} / \cos\theta$ にて比較を行った。磁化角度は Vibrating Sample Magnetometer を用いて膜面垂直方向の飽和磁化と印加磁場 0.4 T における磁化の垂直方向成分より求めた。また、GdFe 合金において Fe 副格子磁化成分評価のため Fe に敏感な波長 600 nm の光源における磁気光学ファラデー効果を計測した。

GdFe フェリ磁性合金薄膜における異常ホール効果の組成依存性

Fig. 1 (a)に印加磁場 0.4 T における膜面垂直方向からの磁化角度 θ の組成依存性, Fig. 1 (b) $R_{\text{AHE}} / \cos\theta$ の組成依存性を示す。Fig. 1 (a)より Gd 組成 $x = 16.7, 20, 25, 30$ at. %において印加磁場 0.4 T で膜面垂直磁化となることを確認した。Fig. 1 (b)より Gd 組成 $x > 25$ at. %で $R_{\text{AHE}} / \cos\theta$ の符号が反転している。これは、Fig. 2 に示す波長 600 nm におけるファラデー回転角 θ_f より、Gd 組成 $x > 25$ at. %では Gd の磁化が Fe の磁化より大きく、Gd の磁化優勢となる副格子磁化構造を持つことを示し、印加磁場に対し遷移金属磁化方向が反転したためであると考えられる。 $R_{\text{AHE}} / \cos\theta$ において Gd 組成 $x = 20$ at. %近傍に最大値を持ち、Fe の約 20 倍と大きく増強する効果が得られた。以上より Fe に Gd を $x = 20$ at. %程度含む組成の膜は比較的容易に膜面垂直方向に磁化させることができ、Fe の異常ホール効果を増強することが示された。

また、Gd 過多の組成においても異常ホール効果を検出すると確認された。

謝辞 本研究の一部は平成 25 ~ 29 年度文部科学省私立大学戦略的基盤形成支援事業 (S1311020), 平成 26 ~ 30 年度文部科学省科学研究費援助金「新学術領域研究 (研究領域提案型)」ナノスピン変換科学の助成を受けて行った

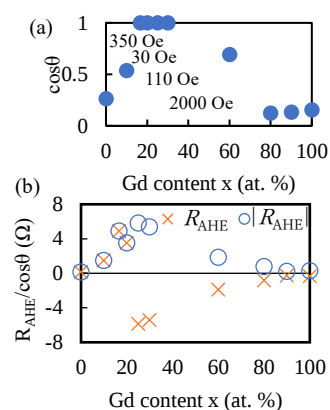


Fig. 1(a) Composition dependence of θ (b) Composition dependence of R_{AHE} and $|R_{\text{AHE}}|$ of saturation

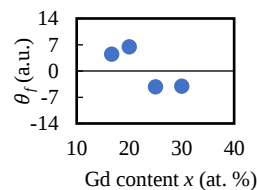


Fig. 2 Composition dependence of θ_f