

Gd / FeCo 超格子膜における磁化ダイナミクスと磁気異方性の相関

佐藤哲也^{1,2}, 塚本新², 吉川大貴³, 若林敬造¹, 渡邊昭廣¹

(¹日本大学生産工学部,²日本大学理工学部,³日本大学大学院理工学研究科)

Correlation between Magnetization Dynamics and Magnetic Anisotropy in Gd / FeCo Superlattice Film

Tetsuya Sato^{1,2}, Arata Tsukamoto², Hiroki Yoshikawa³, Keizo Wakabayashi¹, Akihiro Watanabe¹

(¹College of Industrial Technology, Nihon University, ²College of Science and Technology, Nihon University, ³Graduate School of Science and Technology, Nihon University)

はじめに

近年、STT-RAM等の各種スピントロニクスデバイス実用化のため、磁化ダイナミクスの理解と制御手法確立への要求が増している。そのため、種々の磁性薄膜を対象に測定による探索と理論、双方のアプローチより起源の理解が進められているが、十分ではない。我々はこれまで、フェリ磁性 GdFeCo 合金薄膜において副格子間で角運動量補償現象が発現し、実効 Gilbert ダンピング定数 α_{eff} 及び歳差運動周波数 f が磁化補償温度 T_{CM} より 50 K 程度高温側で著しい増大傾向を示すことを報告している^{1), 2)}。本報告では、副格子間の磁氣的結合が界面のみに制限される垂直磁化 Gd / FeCo 超格子薄膜を対象とし、GdFeCo 合金との磁化ダイナミクスの差異について、磁気異方性との相関に着目し検討を行った。

実験方法・結果

測定試料はマグネトロンスパッタ法にて作製した SiN (60 nm) / [Gd (0.5 nm) / Fe_{87.5}Co_{12.5} (0.5 nm)]₂₀ / SiN (5 nm) / Al₉₀Ti₁₀ (10 nm) / glass sub.とした。中心波長 800 nm、パルス幅 90 fs (半値全幅) のレーザーを光源に用いたポンプ・プローブ法により磁化歳差運動を励起・測定した。測定温度は 80 K ~ 500 K とし、外部印加磁界 $H_{\text{ext}} = 278$ mT を膜面法線より 75° 傾けて印加した。Fig. 1 に、実効 Gilbert ダンピング定数 α_{eff} 及び歳差運動周波数 f の温度依存性を示す。測定温度範囲において α_{eff} : 0.03 ~ 0.47、 f : 9.4 ~ 31.5 GHz と、ともに大きな変化を示すが、最大となる温度域が T_{CM} 近傍であり、 $T_{\text{CM}} + 50$ K 程度で急峻に増大した GdFeCo 合金とは傾向が異なる。このとき、正味磁化 M_{net} と α_{eff} 、 f の相関係数はそれぞれ -0.947、-0.938 と、GdFeCo 合金と比べ強い相関を示した。

そこで、動特性の決定要因解明を目的に、SQUID-VSM にて測定した各温度の実効異方性磁界 (磁化困難軸方向の飽和磁界) H_k との相関を検討した (Fig. 2)。 α_{eff} 、 f と H_k の相関係数はそれぞれ 0.986、0.990 と、ともに強い正の相関を示した。これは M_{net} 及び一軸磁気異方性 K_u それぞれとの相関より強く、Gd / FeCo 超格子薄膜の磁化動特性が M_{net} と K_u の双方と強く関係することを意味する。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (S1311020) の助成により行った。

参考文献

- 1) C. D. Stanciu, A. V. Kimel, F. Hansteen, A. Tsukamoto, A. Itoh, A. Kirilyuk, and Th. Rasing: *Phys. Rev. B* **73**, 220402(R) (2006).
- 2) A. Tsukamoto, T. Sato, S. Toriumi, and A. Itoh: *J. Appl. Phys.* **109**, 07D302 (2011).

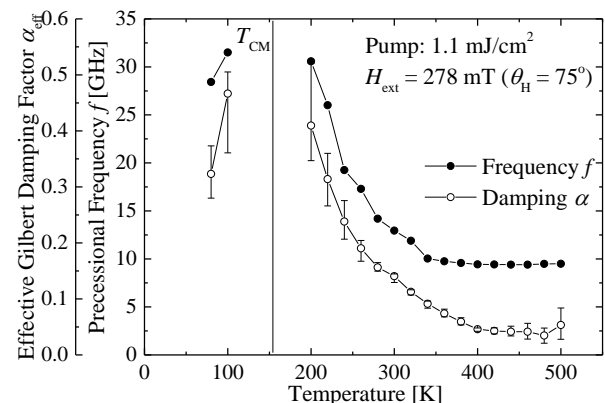


Fig. 1 Temperature dependence of effective Gilbert damping factor α_{eff} and precessional frequency f in [Gd (0.5 nm) / Fe_{87.5}Co_{12.5} (0.5 nm)]₂₀ superlattice film.

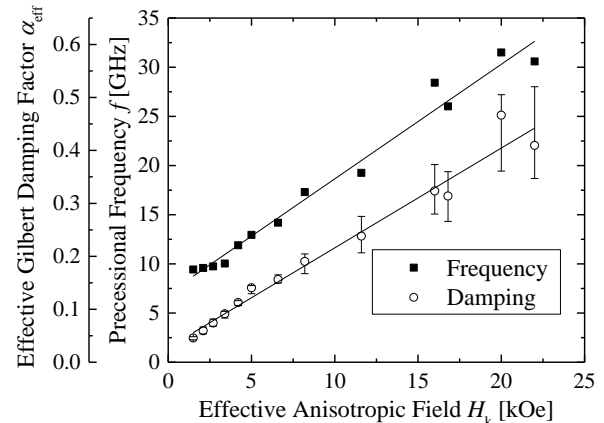


Fig. 2 Correlation between effective anisotropic field H_k and effective Gilbert damping factor α_{eff} / precessional frequency f in [Gd (0.5 nm) / Fe_{87.5}Co_{12.5} (0.5 nm)]₂₀ superlattice film.