## TbFe フェリ磁性合金薄膜静磁気特性の膜厚依存性とその抑制

長谷川任1, 吉川大貴2, 塚本新2 (1日本大学大学院理工学部研究科,2日本大学理工学部)

Film thickness dependence of static magnetic properties on TbFe ferrimagnetic alloy thin film and its suppression

Tsutomu Hasegawa <sup>1</sup>, Hiroki Yoshikawa <sup>2</sup>, Arata Tsukamoto <sup>2</sup>

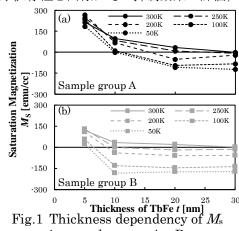
(<sup>1</sup>Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ., <sup>2</sup>College of Science and Technology, Nihon Univ.)

はじめに 今後期待される極微細スピントロニクスデバイスでは、従来にも増し、界面の寄与が大きな課題 となることが考えられる.よって、用いられる薄膜磁性材料の膜厚依存性やその抑制が重要となる.我々は、 各元素由来の副格子磁化が反平行に結合した重希土類-3d 遷移金属からなる, GdFeCo フェリ磁性合金薄膜に おける静磁気特性の新たな膜厚依存性モデルの提案と、Gd 超薄膜の隣接による膜厚依存性の抑制を報告して いる<sup>1)</sup>. 本報告では, GdFeCo 合金薄膜と同様な重希土類-3d 遷移金属フェリ磁性体であり, 高磁気異方性を 示す実用記録媒体として知られる TbFe 合金薄膜における、静磁気特性の膜厚依存性や界面の Tb 超薄膜隣接 効果につき, 実験, 検討を行うことで, 報告されている GdFeCo の膜厚依存性と同様にその抑制効果の評価,

特に祖施肥変化に敏感な磁化補償温度への寄与につき検討する.

実験方法 測定試料には、マグネトロンスパッタリング法によ り作製した試料群 A: SiN (60 nm) / Tb<sub>22</sub>Fe<sub>78</sub> (t nm) / SiN (5 nm) / Si sub. 及び, Tb 超薄膜を隣接させた試料群 B: SiN (60 nm) / Tb (1 nm) / Tb<sub>22</sub>Fe<sub>78</sub> (t nm) / Tb (1 nm) / SiN (5 nm) / Si sub. を用いた(膜 厚 t = 5, 10, 20, 30 nm). 各試料群 A, B に対する背景温度(50~300 K) における膜面垂直方向への外部磁場 (-70~70 kOe) 依存性を 評価した. これには、超伝導量子干渉素子式試料振動型磁力計を 用い、飽和磁化 $M_s$ 、保磁力 $H_c$ を評価した。また、背景温度 $50 \,\mathrm{K}$ において 70 kOe で着磁後, 300 K まで昇温しつつ, 残留磁化 M<sub>r</sub> の温度依存性を測定し,組成変化に敏感な磁化補償温度(ぶく光子 の磁化が打ち消し合う温度)Tcomp を見積もった.

実験結果 Fig. 1 に各温度の両試料群における飽和磁化 M。の膜 厚依存性を示す. 全膜厚範囲において膜厚 t の減少にともなう,  $M_{\rm s}$  の正側への増大傾向が確認できる. さらに試料群 B では t=10~ 30 nm の範囲で膜厚依存性が抑制されていることがよくわかる. 試料群 A で生じた  $M_s$  の変化量  $\Delta M_s = M_s$  (30 nm) -  $M_s$  (10 nm) は, 試料群 B の構造とすることで 300 K において $\{\Delta M_s(B) - \Delta M_s(A)\}$ /



in sample group A, B

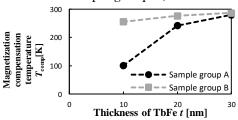


Fig.2 Thickness dependency of  $T_{\text{comp}}$ in sample group A, B

 $\Delta M_{\rm s}({\rm A})=$  -67.9%, 50 K において-108.1%もの減少が確認された.次に、Fig. 2に両試料群における磁化補償 温度  $T_{\text{comp}}$  の膜厚依存性を示す。 $T_{\text{comp}}$  が膜厚の減少とともに低下しており、実効的組成比が遷移金属優勢側 に移行していることが示され,前述の M<sub>s</sub>変化とも対応する. 試料群 B において膜厚依存性が抑制され,両試 料群の $t=10\sim30~\mathrm{nm}$  の範囲における  $T_\mathrm{comp}$  の変化量  $\Delta T_\mathrm{comp}=T_\mathrm{comp}$  (30 nm) -  $T_\mathrm{comp}$  (10 nm) を比較すると,試料 群 B の構造とすることで  $\{\Delta T_{\text{comp}}(B) - \Delta T_{\text{comp}}(A)\}/\Delta T_{\text{comp}}(A) = -82.7\%$ もの減少が確認された. 一方、t=5 nm においても抑制効果が表れていることは確認されたが、いずれの試料群でも著しい $M_s$ 変化を生じ、かつ、 $T_{comp}$ が確認されなかったことから, 10 nm 未満の薄膜領域では別の起源の効果が寄与しているものと考えられる.

謝辞 本研究の一部は平成 26~30 年度文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究(研究領域提案型)ナノス ピン変換科学(Grant No. 26103004)の助成により行った.

参考文献 1) Yasuhiro. Futakawa et al., Technical Meeting on "Magnetics", IEE Japan, MAG-17-150 (2017).