

Ru/FeCoB 膜における異方的応力形成過程の評価

中込将成、高村陽太、中川茂樹
(東京工業大学 工学院 電気電子系)

Investigation of development of anisotropic stress in Ru/FeCoB film during film growth

Masanari Nakagome, Yota Takamura, and Shigeki Nakagawa

(School of Engineering, Tokyo Institute of Technology)

はじめに

対向ターゲット式スパッタリング法(FTS)法では、ターゲットと基板の位置関係からターゲット対向方向 (Facing direction) とそれに膜面内で直交する直交方向 (Orthogonal direction) で、基板に到達するスパッタ粒子は異方的な運動量と入射角度を有する。Ru 薄膜上に作製した FeCoB 膜内には上記の効果とみられる異方的な残留応力が形成され、これによる逆磁歪効果に起因した高い異方性磁界 H_k を持つ Ru/FeCoB 膜が形成できる¹⁾。この異方的な応力の発現機構や形成過程を明らかにするために、膜形成中の薄膜内の応力を膜面内の異なる2方向で in-situ 観測できるシステムを構築した²⁾。今回、下地層の Ru の形成条件や膜厚が上部層の FeCoB 膜中の異方的応力形成過程に大きく影響を与えることが観測できたので報告する。

実験方法

Ru/FeCoB 薄膜は FTS 法を用いて成膜した。厚さ 60 μm のガラス基板の一端を固定し、成膜中の内部応力によるガラス基板のたわみ量をレーザー変位計により測定する片持ち梁法で in-situ 観測した。この際ターゲットの対向方向と直交方向の2方向で基板の変位を測定し、2方向同時に内部応力を評価した²⁾。

実験結果

Fig.1 に Ru 下地層の膜厚を 5 nm とし、スパッタリングガス圧を変えた際の Ru/FeCoB 層の応力変化と磁化特性の結果を示す。Fig.1(a)は Ru を 3 mTorr で形成した試料の応力と膜厚の積 (測定基板のたわみ量に比例) の膜厚依存性を示す。40nm 付近でたわみ量の測定上限に達しているが、強い圧縮応力が膜堆積初期段階から形成され、面内方向での応力差もほとんど見られていない。このため磁気特性では逆磁歪効果による垂直磁気異方性が高くなった磁化特性が現れている。これに対して(b)は Ru を 6 mTorr で形成した試料の結果であるが、膜堆積初期段階で引張性の応力が観測され、その後膜堆積に従って2方向で応力差が形成されていく様子が見られる。この異方的な残留応力により磁化特性は 280 Oe 程度の高い H_k を示すことがわかる。

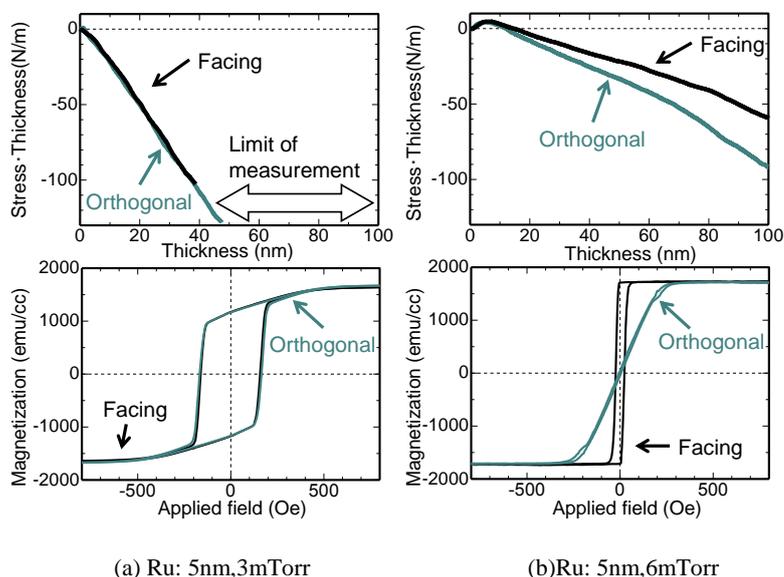


Fig.1 Stress curve and Magnetic property of Ru/FeCoB film

参考文献

- 1) A. Hashimoto, K. Hirata, T. Matsuu, S. Saito, and S. Nakagawa, IEEE Trans. Magn. 44, 3899 (2008).
- 2) 中込将成, 林原久憲, 高村陽太, 中川茂樹, 第 39 回 日本磁気学会学術講演会, 10aC-6, 2015