

FTS 法における薄膜初期形成時の in-situ 応力観察

林原久憲、中込将成、高村陽太、中川茂樹

(東京工業大学 理工学研究科 電子物理工学専攻)

In-situ stress observation at the initial stage of film growth in FTS method

Hisanori Hayashibara, Masanari Nakagome, Yota Takamura, and Shigeki Nakagawa

(Dept. of Physical Electronics, Tokyo Institute of Technology)

はじめに

対向ターゲット式スパッタ(FTS)法ではそのターゲットと基板の位置関係からスパッタ粒子は基板に対し斜め方向から入射する。そのため、スパッタ粒子はターゲットの向かい合う方向(対向方向, Facing direction)とそれに膜面内で直交する方向(直交方向, Orthogonal direction)に異方的な運動量を持ち、これにより膜中には異方的な応力が形成される場合がある。この異方的な応力を積極的に利用すれば、多機能な磁性薄膜の形成が期待できる^{1,2)}。我々は FTS 装置に片持ち梁法を用いた応力の in-situ 測定システムを導入し、この異方的な応力の形成過程の観測を行ってきた。今回、従来に比べ厚さが約 1/7 の 30 μm の薄いガラス基板を用いることで測定感度を 100 倍以上向上させ、Ti や FeCo 薄膜などの膜堆積初期段階の応力形成過程を評価した。

実験方法

Fig. 1 に FTS 装置に対応した応力の in-situ 測定システムを示す。膜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を用いた片持ち梁法で in-situ 観測した。この際、対向方向と直交方向の 2 方向にそれぞれ短冊状のガラス基板を配置し、各方向の基板のたわみ量の変化を調べた。

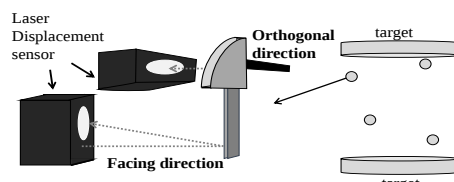


Fig. 1 In-situ stress observation system

実験結果

Fig. 2 にガラス基板上に Ti を直接成膜した場合の膜厚に対するたわみ量の変化を示す。曲線の傾きは膜厚増加に伴い膜内部に新たに形成されていく応力を表しており、正の傾きでは引張応力、負の傾きでは圧縮応力が優位に形成されていることを示す。見込み膜厚が 1.5 nm まで (領域 1) は引張応力が形成され、その後一定の圧縮応力 (領域 2) が形成された。

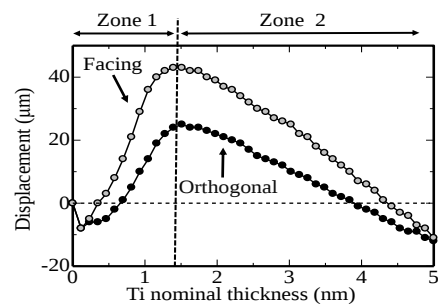


Fig. 2 Displacement as a function of film thickness for Ti

領域 1 では Ti 粒子がガラス基板上に島状に成長し、島間のファンデルワールス力により実効的な引張応力が働いたと考えられる。対向方向と直交方向で引張応力の大きさが異なることから、膜堆積初期時の島の形状が正円ではなく直交方向に長軸を持つ楕円状になっている可能性が高い。領域 2 では層状成長が支配的となり、peening 効果により圧縮応力が形成されたと考えられる。この傾向は Ru 膜でも観測された。

一方、FeCo 膜の場合 (Fig. 3) は引張応力が形成された後 4 nm 付近で特異なたわみ量の変化が観測された。この変化は成膜レートに依らず同程度の膜厚で現れた。当日はこの現象について詳細に議論したい。

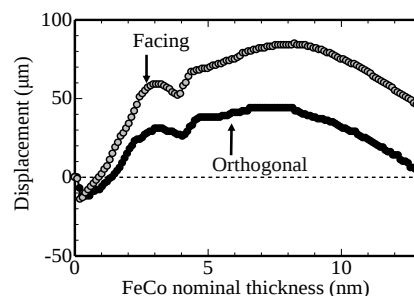


Fig. 3 Displacement as a function of film thickness for FeCo

参考文献

- 1) 中川茂樹, 日本磁気学会誌「まぐね」 **8**, 107 (2013).
- 2) A. Hashimoto, K. Hirata, T. Matsuu, S. Saito, and S. Nakagawa, IEEE Trans. Magn. **44**, 3899 (2008).