

垂直磁化強磁性トンネル接合のための $L1_0$ 型 MnAl 薄膜の作製と磁気特性

渡部健太, 大兼幹彦, 窪田美穂, 安藤康夫
(東北大学大学院工学研究科)

Magnetic Properties of $L1_0$ -MnAl Thin Films for Perpendicular Magnetic Tunnel Junctions

K. Watanabe, M. Oogane, M. Kubota, Y. Ando
(Graduate School of Engineering, Tohoku University)

【背景】

G-bit クラスの磁気ランダムアクセスメモリ (STT-MRAM) を実現するために、新しい磁性材料の開発が求められている。STT-MRAM の超高集積化に伴い、熱揺らぎによる磁性層の超常磁性化が問題となる。数十 nm の素子サイズにおいて強磁性状態を 10 年以上維持するためには、 10^7 erg/cc 程度の高い結晶磁気異方性が必要である。また、書き込み電力を低減するためには、低飽和磁化と低ダンピング定数を併せ持つ必要がある。我々は G-bit クラスの STT-MRAM の実現に向けて、高い結晶磁気異方性($K_u = 1.5 \times 10^7$ erg/cc)、低飽和磁化($M_s = 550$ emu/cc)、小さなダンピング定数($\alpha \sim 0.006$ ※in-plane)を有する $L1_0$ 型 MnAl に着目した。¹⁾本研究では、高い結晶磁気異方性($K_u \geq 10^7$ erg/cc)、低ラフネス($R_a \leq 0.5$ nm)を有する $L1_0$ 型 MnAl 薄膜をスパッタリング法により作製し、垂直磁化強磁性トンネル接合への応用可能性を明らかにすることを目的とした。

【実験方法】

薄膜試料は、超高真空多元マグネトロンスパッタ装置を用いて MgO(100)単結晶基板上に成膜した。膜構成はバッファ層として CrRu を 40 nm、磁性層として MnAl を t_{MnAl} nm、酸化保護層として Ta を 5 nm とした。到達真空度は 4.0×10^{-7} Pa 以下で成膜を行った。MnAl 層の膜厚は $t_{\text{MnAl}} = 3 \sim 50$ nm、基板温度は $T_s = 200 \sim 400$ °C、ポストアニール温度は $T_a = 300 \sim 400$ °C で変化させた。成膜後、結晶構造は X 線回折法(XRD)、磁気特性は超伝導量子干渉型磁束計(SQUID)、表面平坦性は原子間力顕微鏡(AFM)を用いて評価した。

【結果】

Fig. 1 に、 $t_{\text{MnAl}} = 50$ nm 試料の飽和磁化(M_s)と表面粗さ(R_a)の基板温度依存性を示す。 $T_s = 350$ °C において飽和磁化 $M_s = 561$ emu/cc と非常に大きな結晶磁気異方性 $K_u = 1.2 \times 10^7$ erg/cc を得た。一方、表面粗さは $R_a = 1.1$ nm と大きく、強磁性トンネル接合の電極に応用するには不十分であった。この表面粗さを改善する目的で、ポストアニールの検討を行った。ポストアニール温度を最適化した結果、表面粗さが改善し、垂直磁化トンネル接合に応用可能な MnAl 薄膜を得ることができた。講演では、磁気特性の膜厚依存性についても述べる。

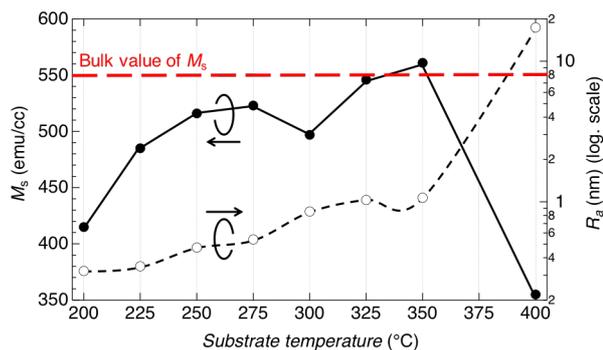


Fig. 1 Substrate temperature dependence of M_s and R_a .

謝辞: 本研究は文部科学省「未来実現のための ICT 基盤技術の研究開発」および科学研究費補助金基盤 S (No. 24226001)の支援により行われた。

参考文献

- 1) M. Hosoda, M. Oogane *et al.*, J. Appl. Phys., 111, 07A324 (2012).