

Co₂FeSi/MgO 積層膜における垂直磁気異方性の基板温度依存性

スタットラー 嘉也, 松下 瑛介, 高村 陽太, 中川 茂樹
(東京工業大学 工学院 電気電子系)

Substrate temperature dependence of perpendicular magnetic anisotropy of Co₂FeSi/MgO multilayers

Y. Stutler, E. Matsushita, Y. Takamura, S. Nakagawa

(Dept. of Electrical and Electronic Eng., Sch. of Eng., Tokyo Inst. of Tech.)

はじめに

垂直磁気異方性(PMA)を有する磁気トンネル接合(p-MTJ)において極めて高いトンネル磁気抵抗比を実現するために、スピン分極率が100%のハーフメタル強磁性体(HMF)薄膜にPMAを発現させる研究が盛んに行われている。これまで我々は、HMFと期待されるフルホイスラー合金Co₂FeSi(CFS)をMgOと接合させた二層構造に注目し、MgOとの界面磁気異方性^{1,2)}によりCFSにPMAを付与できることを示してきた^{3,4)}。このPMAはCFSの成膜温度 T_S に依存し、例えば、350°Cで成膜するとPMAは消失した⁴⁾。本研究では、CFSの T_S を系統的に変化させてCFS/MgO二層構造を作製し、磁化特性と結晶構造を詳細に評価することで、磁気異方性の変化の起源を調べた。

実験方法

すべての試料は、対向ターゲット式スパッタ法を用いてMgO(100)単結晶基板上に作製した。試料の積層構造は、基板/Cr(40nm)/Pd(50nm)/CFS(0.6nm)/MgO(2.7nm)/キャップとした。Cr層とPd層の成膜は室温で行い、CFS層の成膜温度 T_S は、25°C, 200°C, 300°C, 350°Cと変化した。CFS表面は、室温において酸素分圧2.0Paの雰囲気中に10分間曝露し、その後MgO層とキャップ層をそのままの温度で成膜した。また、界面以外の磁気異方性を議論するための試料として、比較的厚いCFS層を持つ基板/Cr(40nm)/Pd(50nm)/CFS(30nm)/キャップの積層構造も作製した。MgO層はRFスパッタ、それ以外の層は全てDCスパッタで成膜した。試料の磁化特性は振動試料型磁力計(VSM)で評価し、面内方向の $M-H$ 曲線からPMA定数を算出した。

実験結果

Fig. 1に、CFS(0.6nm)/MgO構造の試料のPMA定数 K_{\perp} の T_S 依存性を示す。 K_{\perp} は、 $T_S = 200^\circ\text{C}$ で一旦増加したが、その後減少し、350°Cで0となった。界面の作製条件はすべて同一であるため、この T_S 依存性はCFS層に内在するPMA定数 K_{\perp}^b の変化によるものと我々は考えた。そこで、30nm厚のCFS膜を用いて K_{\perp}^b の評価を行った。 K_{\perp}^b は、 T_S に依存はしたが、CFS(0.6nm)/MgO構造の K_{\perp} に比べて3桁ほど小さい値であった(Fig. 2)。

これらの結果から、CFS(0.6nm)/MgO構造の K_{\perp} の T_S 依存性はCFS層の薄膜内部のPMAによる寄与では説明できないことが分かった。界面構造の変化が異方性に大きく影響したと考えられる。発表当日は、界面磁気異方性について詳細な解析を行った結果も含め報告する。

参考文献

- 1) S. Ikeda *et al.*: *Nat. Mater.*, **9**, 721 (2010).
- 2) Z. Wen *et al.*: *Appl. Phys. Lett.*, **98**, 242507 (2011).
- 3) Y. Takamura *et al.*: *J. Appl. Phys.*, **115**, 17C732 (2014).
- 4) K. Shinohara *et al.*: *AIP Advances*, **8**, 055923 (2018).

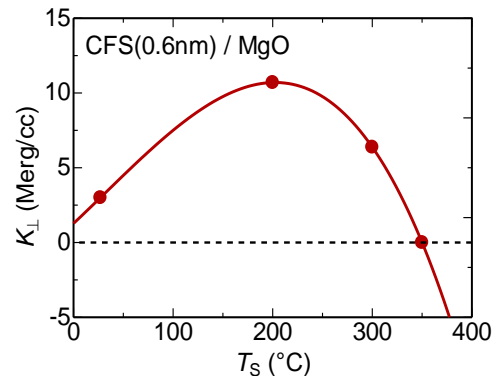


Fig. 1. T_S dependence of K_{\perp} of CFS/MgO bilayers.

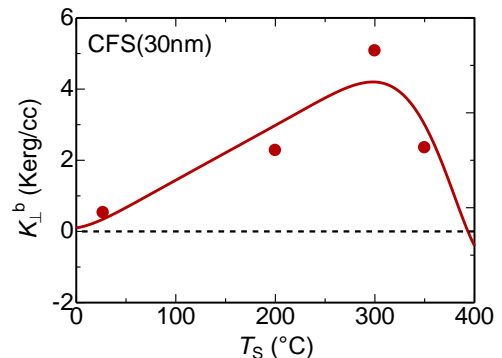


Fig. 2. T_S dependence of K_{\perp}^b of 30-nm-thick CFS layers.