

$D0_{22}$ - Mn_3Ge 薄膜の垂直磁気異方性の膜厚依存性

藪下 大嗣, 松下 直輝, 高村 陽太, 川戸 良昭*, 園部 義明*, 中川 茂樹
(*サムスン日本研究所, 東京工業大学)

Thickness dependence of perpendicular magnetic anisotropy of $D0_{22}$ - Mn_3Ge films
T. Yabushita, N. Matsushita, Y. Takamura, Y. Kawato*, Y. Sonobe*, and S. Nakagawa
(*Samsung R&D Institute Japan, Tokyo Institute of Technology)

はじめに

STT-MRAM に用いられる垂直磁化 MTJ 素子の強磁性層には, 垂直磁気異方性定数とスピンの分極率がそれぞれ高い材料が適している. $D0_{22}$ - Mn_3Ge は正方晶構造であるため c 軸方向に大きな一軸磁気異方性を持っている. そのため, c 軸配向させることにより垂直磁気異方性が得られる. また, ハーフメタル強磁性体ほどではないが高いスピンの分極率も期待できる. この $D0_{22}$ - Mn_3Ge 薄膜を MTJ 強磁性層として用いるには, 薄い膜厚領域での特性制御が重要となる. 極薄膜領域では成長表面構造が重要になると考えられる. 本報告では下地膜により成長面構造を変化させて成膜し膜厚依存性を評価した.

実験方法

対向ターゲット式スパッタ法にて成膜を行った. 作製したサンプルは $MgO(001)$ 基板上に Cr, Pd を 40nm 堆積し, その後 Mn_3Ge の膜厚を 100~3nm の間で変化させて成膜した. Mn_3Ge 薄膜に成膜温度は 400°C である. 作製したサンプルは結晶性を X 線回折法, 磁化特性を SQUID にて評価した.

実験結果

Fig.1 にサンプルの X 線回折法の測定結果を示す. Mn_3Ge 膜厚 100, 30, 10nm のサンプルにおいて明確な $Mn_3Ge(004)$ ピークが確認できた. 従って, Mn_3Ge が (001) 配向していることがわかる. また, ピーク位置は膜厚が薄くなるほど高角側へシフトしていることがわかる. これにより, Mn_3Ge 薄膜は薄い領域で下地層である Pd の結晶格子の影響を強く受け, 結晶が面直方向に収縮していることがわかる. Fig.2 に面直方向の単位面積で規格化した磁化特性評価結果を示す. Mn_3Ge 膜厚 10nm 未満でははっきりとしたヒステリシスを確認できなかったが, 10nm 以上ではヒステリシスループが確認できた. MTJ 強磁性層の膜厚は磁化反転に必要な電流密度低減のため 5nm 程度まで薄くする必要がある. 10nm より薄い膜厚で Mn_3Ge 薄膜を作製するため, さらなる成膜条件最適化が求められる.

謝辞

SQUID 測定において便宜を図っていただきました日本大学の塚本新教授に感謝します.

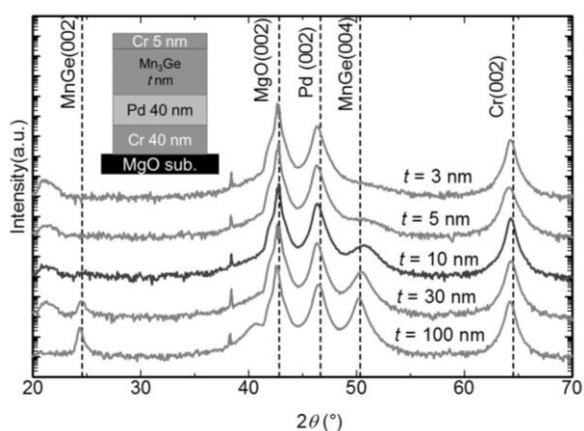


Fig.1: XRD profile of Mn_3Ge (t nm) films

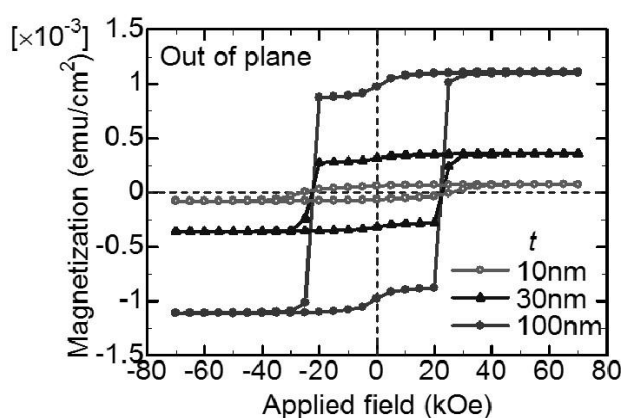


Fig.2: M-H loops of Mn_3Ge (t nm) films