

GaAs および InP 基板上に成長した $L1_0$ -FePd/MgO 構造の磁気特性比較Magnetic properties of $L1_0$ -FePd / MgO films on GaAs and InP substrates

東北大工, °好田誠, 飯森壮太, 大杉廉人, 永沼博, 宮崎孝道, 安藤康夫, 新田淳作

Tohoku Univ., M. Kohda, S. Iimori, R. Ohsugi, H. Naganuma, T. Miyazaki, Y. Ando and J. Nitta

E-mail: makoto@material.tohoku.ac.jp

【はじめに】高品位界面を有する強磁性体(FM)/半導体(SC)接合形成は、電気的スピン注入・検出において重要な基盤技術である。特に、面直磁気異方性を有する $L1_0$ 規則合金($L1_0$ -FM)は高い磁気異方性を有し、かつ MgO 上にエピタキシャル成長可能であることから、半導体への面直スピン注入材料として注目を集めている[1]。 $L1_0$ -FM / MgO / SC 構造では、MgO と半導体に格子不整合が生じるため、 $L1_0$ -FM 磁気特性は半導体上の成長した MgO 結晶性に大きく依存する [2]。しかし、磁気特性変化の起源について明らかにされてこなかった。そこで本研究では、格子定数の異なる GaAs および InP 基板上に MgO / $L1_0$ -FePd を成膜し、構造・磁気特性を比較することで、垂直磁気異方性に影響を及ぼす起源を明らかにした[3]。

【実験方法】GaAs および InP 基板を 36%HF 溶液中に 1 分間浸し表面酸化膜除去を行った。その後、同一基板ホルダに貼り付け直ちに RF スパッタ装置に導入することで表面酸化を抑え、10nm MgO / 20 nm FePd / 5nm Ta 構造を成膜した。FePd 成長温度 $T_{\text{FePd}} = 300^\circ\text{C}$ に固定し MgO 基板温度 $T_{\text{MgO}} = \text{R.T.}, 200^\circ\text{C}, 300^\circ\text{C}, 400^\circ\text{C}$ に変えた場合と、 $T_{\text{MgO}} = 300^\circ\text{C}$ に固定し $T_{\text{FePd}} = 300^\circ\text{C}, 400^\circ\text{C}, 500^\circ\text{C}$ に変えた合計 7 種類の条件で成膜し、X 線回折、透過型電子線顕微鏡による構造評価と磁気光学極カー(MOKE)効果による磁気特性評価から、GaAs と InP 基板上に成膜した $L1_0$ -FePd の構造・磁気特性比較を行った。

【結果と考察】図 1 に異なる MgO 成長温度における GaAs および InP 基板上に成長した MgO / FePd / Ta 構造の 2θ -測定結果を示す。GaAs 基板の場合、全ての T_{MgO} において MgO(002), FePd(002) 基本ピーク, FePd(001)超格子ピークが観測され、 $L1_0$ -FePd のエピタキシャル成長を実現した。一方 InP 基板の場合、 $T_{\text{MgO}} = 200, 300^\circ\text{C}$ のみ MgO(002)ピークと FePd(002)および(001)ピークがあらわれ、FePd および MgO 結晶性が基板の影響を受けることが分かった。MOKE による磁気特性比較から、GaAs 上の $L1_0$ -FePd 残留磁化比は、InP 基板上のそれ(0.65)と比べ 0.89 と大きな値を示し角形成の良いヒステリシスを示した。MgO(002)ピークの半値幅は、InP 基板上に成長した MgO の方が大きな値を示し、c 軸分散が大きい結果となった。さらに、FePd 基本ピークには FePd(002)の他に FePd(200)が重畳していることが分かり、FePd(200)不規則層の割合と残留磁化比に相関があることを示した。このことから、基板との格子歪みにより生じる MgO 結晶性の悪化が FePd(200)不規則層を誘起し、磁気特性に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。

【謝辞】本研究は、JST-DFG ASPIMATT および NEDO 若手グラントによる支援を受けて行われた。

【参考文献】[1] M. Kohda *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **47**, 3269 (2008). [2] R. Ohsugi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 02BM05 (2012). [3] M. Kohda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 120411 (2013).

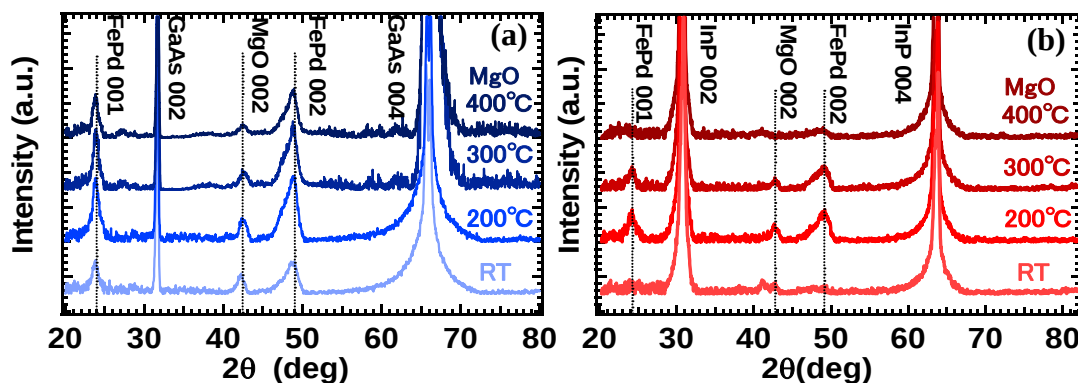


図 1. 異なる MgO 成長温度における(a)GaA および(b)InP 基板上に成長した MgO / $L1_0$ -FePd / Ta 構造の X 線回折