

FePd 合金薄膜の構造に及ぼす基板との格子不整合の影響

中村将大¹・落合亮真¹・大竹充^{1,2}・二本正昭¹・桐野文良³・稲葉信幸⁴
(¹中央大, ²工学院大, ³東京藝大, ⁴山形大)

Influence of Lattice Mismatch with Substrate on the Structure of FePd Alloy Thin Film

Masahiro Nakamura¹, Ryoma Ochiai¹, Mitsuru Ohtake^{1,2}, Masaaki Futamoto¹,
Fumiyoshi Kirino³, and Nobuyuki Inaba⁴

(¹Chuo Univ., ²Kogakuin Univ., ³Tokyo Univ. Arts, ⁴Yamagata Univ.)

はじめに FePt や FePd 合金は立方晶 ($L1_0$) および正方晶 ($L1_0$) 構造をとり, $L1_0$ 構造の状態では 10^7 erg/cm³ オーダーの K_u を示す. そのため, 膜面垂直に磁化容易軸 ($[001]$ 方位) が向くように規則化させた合金膜は磁気記録媒体や MRAM などへの応用に向けて研究されている. 立方晶(001)基板に対する $L1_0$ (001)膜の格子不整合 (ミスマッチ) は $[(a_{L1_0} - a_{sub}) / a_{sub}] \times 100$ で表される. 負のミスマッチを持つ基板の上にエピタキシャル薄膜成長すると, 膜には面内方向に引張応力が働き, その結果, 面内格子が膨張し, 正方晶膜が形成されやすくなることが推察される. 最近, MgO, MgAl₂O₄, SrTiO₃(001)基板を用いることにより, 格子不整合が FePt 膜の構造や磁気特性に及ぼす影響が報告されつつある¹⁻³. 本研究では, 種々の立方晶(001)単結晶基板の上に FePd 膜を形成し, 格子不整合が膜構造に及ぼす影響について調べた.

実験方法 膜形成には超高真空 RF マグネトロンスパッタリング装置を用いた. 基板材料として, MgO, MgAl₂O₄, SrTiO₃, (LaAlO₃)_{0.3}(Sr₂AlTaO₃)_{0.7}, LaAlO₃を用い, それぞれの基板に対する $L1_0$ -FePd(001)格子のミスマッチは, -9.1%, -4.9%, -1.4%, -0.4%, +1.6%である. 基板の上に RT~600 °Cの基板温度で 10 nm厚の FePd膜を形成した. 構造評価には RHEED, XRD, AFM, 磁気特性評価には VSMを用いた.

実験結果 Fig. 1に一連の基板の上に600 °Cで形成した FePd膜のRHEEDパターンを示す. 全ての基板で, ストリーク状の回折パターンが観察されており, FePd膜がエピタキシャル成長していることが分かる. 面外XRDパターンにおけるFePd(001)超格子とFePd(002)基本反射の強度比から算出した規則度と格子不整合の関係をFig. 2に示す. 格子不整合が増大するほどFePd膜の規則度が増大する傾向がある. 負のミスマッチの値が最も大きなMgO (-9.1%)で規則度0.53となっており, 飽和傾向も認められる. 以上のことから, 負の格子不整合により $L1_0$ 相への規則化が促進されていることが分かる.

参考文献

- 1) K. F. Dong, H. H. Li, and J. S. Chen: *J. Appl. Phys.*, **113**, 233904 (2013).
- 2) A. Hotta, T. Ono, M. Hatayama, K. Tsumura, N. Kikuchi, S. Okamoto, O. Kitakami, and T. Shimatsu: *J. Appl. Phys.*, **115**, 17B712 (2014).
- 3) M. Nakamura, R. Ochiai, M. Ohtake, M. Futamoto, F. Kirino, and N. Inaba: 8th Joint European Magnetism Symposium (JEMS 2016).

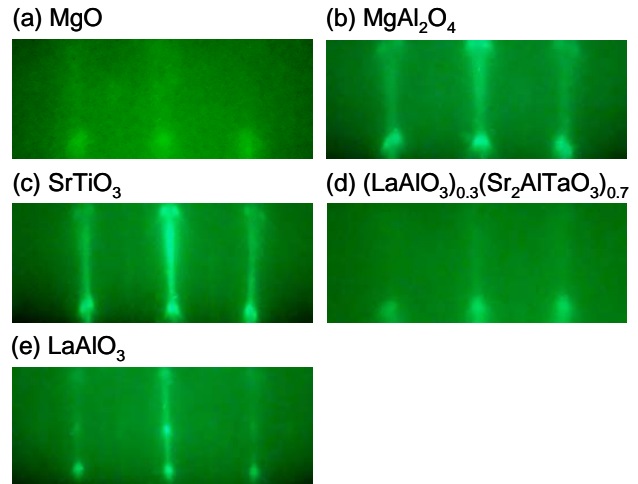


Fig. 1 RHEED patterns observed for FePd films deposited on (a) MgO, (b) MgAl₂O₄, (c) SrTiO₃, (d) (LaAlO₃)_{0.3}(Sr₂AlTaO₃)_{0.7}, and (e) LaAlO₃ substrates at 600 °C.

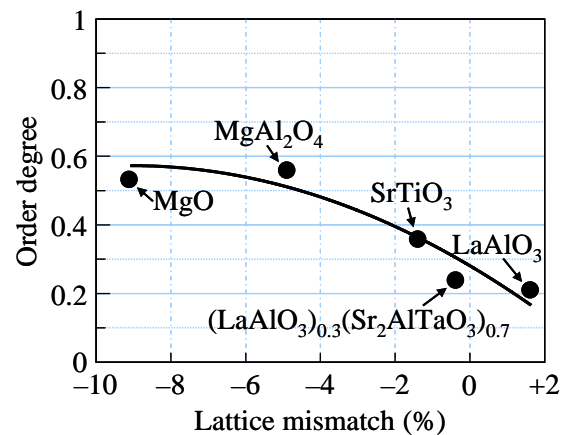


Fig. 2 Lattice mismatch dependence of order degree of FePd film.