

MgO(001)基板上に形成した Fe-Co-B 合金薄膜の構造と磁気特性

芹澤伽那¹・落合亮真¹・中村将大¹・川井哲郎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)

Structure and Magnetic Properties of Fe-Co-B Alloy Thin Films Deposited on MgO(001) Substrates

Kana Serizawa¹, Ryoma Ochiai¹, Masahiro Nakamura¹, Tetsuroh Kawai¹, Mitsuru Ohtake^{1,2},

Masaaki Futamoto¹, Fumiyoshi Kirino³, and Nobuyuki Inaba⁴

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

はじめに Fe-Co-B 合金は代表的な軟磁性材料であり、その薄膜は磁気ヘッドや TMR センサーで用いられ、MRAM 電極層材料としても検討されている。高 M_s を示す Fe と Co の組成が 7:3 付近の $(\text{Fe}_{0.7}\text{Co}_{0.3})_{100-x}\text{B}_x$ (at. %) 膜は形成温度や B 組成に依存して bcc 結晶と非晶質で構造が変化することが知られている¹⁾。しかしながら、これらの条件が膜構造および磁気特性に及ぼす影響について系統的に調べた報告は殆どない。本研究では、MgO(001)基板上に $(\text{Fe}_{0.7}\text{Co}_{0.3})_{100-x}\text{B}_x$ 膜を、基板温度を室温 (RT) から 600 °C、B 組成を $x=0$ から 15 at. % の範囲で変化させて形成し、構造と磁気特性を調べた。

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使用し、基板上に 40 nm 厚の $(\text{Fe}_{0.7}\text{Co}_{0.3})_{100-x}\text{B}_x$ ($x=0-15$ at. %) 膜を形成した。構造評価には RHEED および XRD、表面形態観察には AFM、磁化曲線測定には VSM、磁歪測定には片持ち梁法を用いた。

実験結果 Fig. 1 に基板温度を変えて形成した $(\text{Fe}_{0.7}\text{Co}_{0.3})_{95}\text{B}_5$ 膜の RHEED パターンを示す。RT から 600 °C で形成した全ての薄膜から、Fig. 1(a)に指数表示した回折点が観察された。この結果から、薄膜は基板に対していずれもエピタキシャル成長していることが分かる。結晶方位関係は、

$$\text{Fe-Co-B}(001)[110] \parallel \text{MgO}(001)[100]$$

であった。このとき、Fe-Co-B(001)格子は、MgO(001)格子に対して 45°回転した方位関係で形成されており、格子不整合は-4%となる。Fig. 2 に面外および面内 XRD パターンを示す。面外パターンでは Fe-Co-B 膜からの(002)反射、面内パターンでは(200)反射が観察されている。これらの反射から面外格子定数 c および面内格子定数 a を算出し、その比 c/a を求めた。Fig. 3 に c/a の基板温度依存性を示す。RT で形成した場合、基板との格子不整合によりもたらされる応力により Fe-Co-B 格子が歪んでいるが、基板温度の上昇に伴い、緩和される傾向が認められる。当日は B 組成が構造と磁気特性に及ぼす影響についても報告する。

参考文献

- 1) S. Ikeda, J. Hayakawa, Y. Ashizawa, Y. M. Lee, K. Miura, H. Hasegawa, M. Tsunoda, F. Matsukura, and H. Ohno: *Appl. Phys. Lett.*, **93**, 082508 (2008).

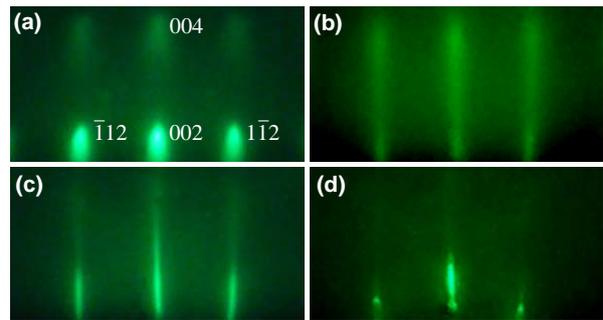


Fig. 1 RHEED patterns observed for $(\text{Fe}_{0.7}\text{Co}_{0.3})_{95}\text{B}_5$ films deposited on MgO(001) substrates at (a) RT, (b) 200 °C, (c) 400 °C, and (d) 600 °C. The incident electron beam is parallel to MgO[100].

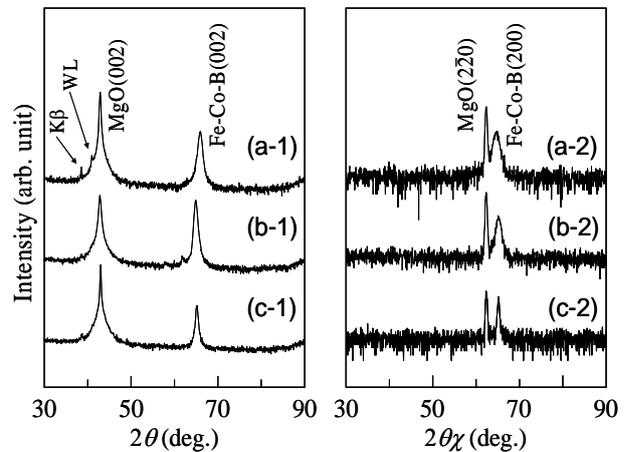


Fig. 2 (a-1)–(c-1) Out-of-plane and (a-2)–(c-2) in-plane XRD patterns of $(\text{Fe}_{0.7}\text{Co}_{0.3})_{95}\text{B}_5$ films deposited on MgO(001) substrates at (a) RT, (b) 400 °C, and (c) 600 °C. The scattering vector of in-plane XRD is parallel to MgO[110].

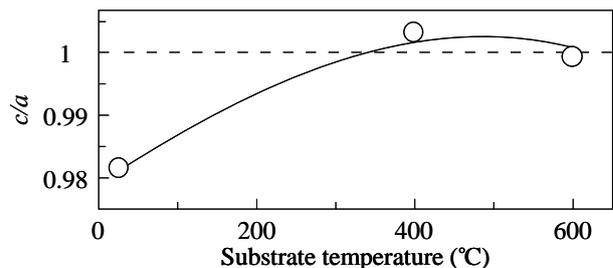


Fig. 3 Effect of substrate temperature on the c/a ratio of $(\text{Fe}_{0.7}\text{Co}_{0.3})_{95}\text{B}_5$ film.