

# (Fe<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>)<sub>100-x</sub>B<sub>x</sub> 膜における構造と磁気特性の B 組成依存性

遠藤恭, 川辺泰之, 村松省吾, 宮崎孝道 (東北大学)

Dependence of Structure and Magnetic Properties on the B Composition for (Fe<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>)<sub>100-x</sub>B<sub>x</sub> Films

Y. Endo, Y. Kawabe, S. Muramatsu, T. Miyazaki (Tohoku Univ.)

## はじめに

情報通信技術に関連する高速・小型・エネルギー高効率なデバイスの創製に向けて、強大な磁気ひずみを有する Fe-Ga 膜がその材料候補として期待されている<sup>1)</sup>。我々はこれまでに Ga 組成の異なる Fe-Ga 多結晶膜の構造と磁気特性に関して詳細に検討し、Ga 組成の増加とともに飽和磁気ひずみが増加するものの、FMR 線幅が広がり面内有効ダンピング定数が高くなることを明らかにした<sup>2,3)</sup>。これらの結果は、Fe-Ga 多結晶膜を情報通信技術に関連する新規デバイスへ応用するためにはそれらの軟磁気・高周波磁気特性を改善する必要があることを意味している。本研究では、Fe-Ga 膜における磁気特性の改善のために半金属元素の添加による効果を検討した。すなわち、半金属元素として B を選択して、B 添加した Fe-Ga 膜の構造と磁気特性の B 組成依存性について検討した。

## 実験方法

50 nm 厚の (Fe<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>)<sub>100-x</sub>B<sub>x</sub> (Fe-Ga-B) (0 ≤ x ≤ 14.9) 膜を石英基板上に DC マグネトロンスパッタ装置を用いて作製した。作製した Fe-Ga-B 膜の構造および組成は、XRD, TEM および EDX を、また磁気特性は、VSM, 光てこ法を用いた高感度薄膜磁歪装置およびブロードバンド FMR 測定法を用いた評価した。

## 結果および考察

B 組成の異なる Fe-Ga-B 膜の X 線回折パターンを図 1 に示す。いずれの B 組成においても回折角 44° 付近に弱いピークが観測された。これらの結果は、Fe-Ga-B 膜の結晶構造が B 組成によらず主に(110)配向した bcc 構造であることを示唆している。このような結晶構造を有する Fe-Ga-B 膜における磁気特性を詳細に検討した。図 2(a)に示すように、飽和磁気ひずみ ( $\lambda_s$ ) は B 組成を増加させると若干減少し、8.2at.%以上の B 組成範囲では増加する傾向が見られた。 $\lambda_s$  値は 9.4 at.%以上の B 組成範囲では Fe-Ga 多結晶膜<sup>2,3)</sup>よりも高くなった。この原因は bcc 格子中の格子間位置に B 原子が存在することによるものと考えられる。また、図 2(b)からわかるように、面内有効ダンピング定数 ( $\alpha_{||}$ ) は、B 組成 4.7 at.%を除いて B 組成の増加とともに減少した。 $\alpha_{||}$  値はいずれの場合も B を添加しない Fe<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub> 膜に比べて低く、とりわけ B 組成 13.6 at.%以上では Co-Fe-B 膜やゼロ磁歪組成の Ni-Fe 膜とほぼ同等となった。以上の結果から、Fe-Ga 膜は 10 at.%以上の B を添加することにより磁気特性を改善させることができることがわかった。

## 謝辞

本研究の一部は、科研費基盤研究 (B) (No. 17H03226) の補助と、東北大学 CSRN, 東北大学 CSIS, 東北大学 CIES および ASRC の支援のものと行われた。

**参考文献** 1) B. K. Kuanr et al., JAP, **115**, 17C112 (2014)., 2) YE et al., JMMM, **487**, 165323 (2019)., 3) Y. Kawabe et al., JMSJ **3**, 34 (2019) (Japanese).

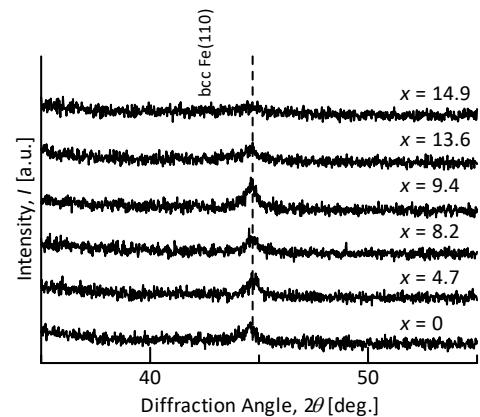


Fig. 1. X-ray diffraction (XRD) patterns of 50-nm thick (Fe<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>)<sub>100-x</sub>B<sub>x</sub> films with various B compositions.

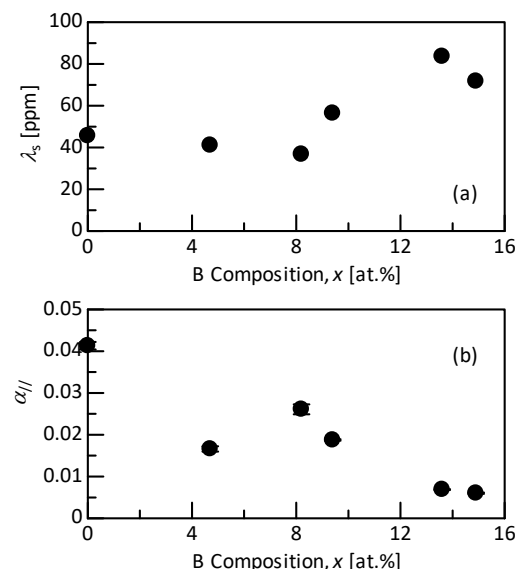


Fig. 2. Change in (a) saturation magnetostriction ( $\lambda_s$ ) and (b) in-plane effective damping constant ( $\alpha_{||}$ ) of 50-nm thick (Fe<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>)<sub>100-x</sub>B<sub>x</sub> films with B composition (x).