

Fe/Co 人工格子による FeCo 膜の作製と磁気特性

新宅 一彦、藤島 周*、石尾 俊二*
(秋田県産業技術センター、*秋田大工資)

Preparation and magnetic properties of FeCo films by using Fe/Co superlattices

K. Shintaku, S. Fujishima*, S. Ishio*
(Akita Industrial Technology Center, *Akita Univ.)

はじめに

NdFeB 磁石が開発されてから 30 年が経過し、その間に新磁石の探索が長年試みられてきたが、これを越えるものは見つかっておらず、次世代磁石の開発が強く望まれている。また、磁石性能に加えて資源的な観点からも既存磁石の飛躍的特性改善や新磁石の開発が必要とされている。L₂₀FeCo は NdFeB に比べて磁気異方性や飽和磁化が約 50% 大きいと予測されている¹⁾²⁾。また、FeCo/Pt 多層膜において、理論値前後の大きな歪みを生じたとの報告もある³⁾。下地膜とのエピタキシャルにより、FeCo に結晶歪みを導入し、磁気特性との関係を調べた。

試料作製

試料は、MgO(100)単結晶基板上に、Ar ガス雰囲気中で dc マグネトロンスパッタ法により作製した。到達真空度は $1\sim 3\times 10^{-7}$ Pa であった。作製された膜の構造は Cu-K α 線を用いた X 線回折 (XRD) により調べた。磁化曲線は試料振動型磁力計 (VSM) と極カー効果磁束計で測定した。

結果と考察

IrMn/Pt 下地膜上に作製された各層が単原子層程度の Fe/Co 人工格子膜は、XRD 測定により、単結晶的なエピタキシャル FeCo 膜が得られ、結晶方位関係は、膜垂直方向が MgO(100)//fcc-Pt(100)//bct-FeCo(100)、膜面内方向が MgO(100)//fcc-Pt(100)//bct-FeCo(110)であることが確認された (図 1)。下地膜とのエピタキシャル関係と人工格子の手法を用いることにより、低温での作製が可能となり、界面での拡散を抑制しながら、原子層レベルでの結晶配向や組成が制御された高品質な FeCo 膜が得ることが可能となった。正方晶歪みの大きさ c/a は、膜厚が薄くなると大きくなり、5nm で 3~4%程度、3nm 以下では 5~8%程度である。磁化測定からは、保磁力が数 Oe 程度の面内軟磁性膜になっている。大きな異方性を出すためには、理論値に近い 20% 以上の歪みを与えることが重要と思われる。大きな歪みを得るために、下地膜の改良や添加元素などの検討を行った。別に報告する多層膜とともに、膜厚が薄い (1nm) ところでは大きな磁気異方性の兆候があり、さらに大きな歪みを与える製膜条件、材料の探索を進行中である。格子歪みや組成依存性などの L₂₀型 FeCo 合金の基本特性を探索することは、材料設計の指針となる理論計算との整合性を検討する上でも極めて重要である。また、第 3 元素の可能性など、新規な材料を探索するモデル物質としての役割を担うことが期待され、応用的な観点からも重要であると考えられる。

謝辞

本研究の一部は JST 研究成果展開事業 (産学共創基礎基盤研究プログラム) の援助を受けたものである。

参考文献

- 1) T. Burkert, L. Nordstrom, O. Eriksson, and O. Heinonen, Phys. Rev. Lett., 93, 027203 (2004).
- 2) Y. Koda, and A. Sakuma, J. magn. Soc. Jpn., 37, 17-23 (2013).
- 3) G. Andersson et al., Phys. Rev. Lett., 96, 037205 (2006).

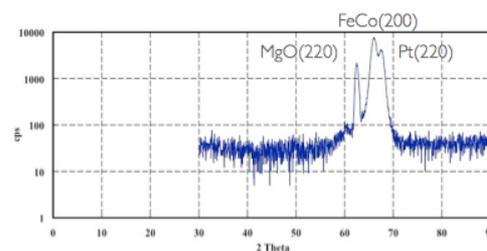
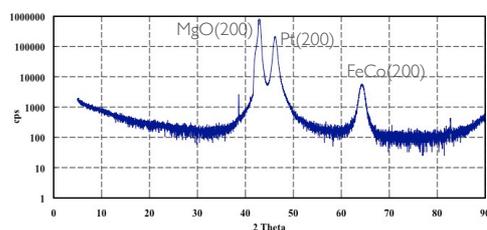


図 1 エピタキシャル FeCo (11nm) 膜の XRD パターン。(上) 面直、(下) 面内。