

ThMn₁₂ 構造を有する NdFe_{12-y}Ti_yN_x の Ti の効果

平山悠介、高橋有紀子、広沢哲、宝野和博
(物質・材料研究機構、元素戦略磁性材料研究拠点)

Effects of substitution with Ti on the NdFe_{12-y}Ti_yN_x compounds with ThMn₁₂ structure

Y.Hirayama, YK.Takahashi, S.Hirosawa and K.Hono

(The Elements Strategy of Initiative Center for Magnetic Materials, National Institute for Materials Science)

はじめに

R-Fe 系化合物 (R: 希土類元素) には多くの相が存在するが、ThMn₁₂ 相は鉄の含有量が最大であるために、大きな磁化が期待される。また、希土類元素の含有量が少なく、資源の観点からも非常に有用な材料である。近年、第一原理計算により、ThMn₁₂ 構造を有する NdFe₁₂N の飽和磁化は Nd₂Fe₁₄B のそれよりも大きな磁化を有する可能性が示唆された¹⁾。その後、薄膜法により、NdFe₁₂N_x 膜 (~70、~360 nm) の合成に成功し、その基本磁気特性 (異方性磁界、飽和磁化、キュリー温度) は、Nd₂Fe₁₄B のそれらを超える値を有することが報告され²⁾、再度注目が集まっている。しかしながら、報告されている NdFe₁₂N_x 膜は単相ではなく Fe の析出が抑制できておらず、保磁力については言及できていない。さらに、バルクでは NdFe₁₂N_x の合成に成功しておらず、NdFe₁₁TiN_x のように Fe をある程度 Ti 等で置換しなければ ThMn₁₂ 構造を得られないのが現状である³⁾。そこで、本研究では構造安定化元素として Ti 用い、 α -Fe 析出のないエピタキシャル NdFe_{12-y}Ti_y(N_x) 膜形成を MgO(100) 単結晶基板上に試み、その試料内での Ti の役割を評価した。

実験方法

試料作製には DC マグネトロン同時スパッタ法を用い、600°C に加熱した MgO(100) 基板上に下地層として W(001) をエピタキシャル成長させ、その上に約 50 nm の NdFe₁₁Ti (at. %) 膜を形成した。その後、15 mtorr の N₂ 雰囲気下、400°C において 1 時間窒化処理を行うことで NdFe₁₁TiN_x 膜を得た。構造評価には XRD (RIGAKU, SmartLab)、TEM (FEI, TitanG2) を、磁化曲線測定には VSM (Quantum Design, Inc. MPMS SQUID VSM) を用いた。

実験結果

Fig.1 に作製した試料の XRD 結果を示す。(a) は窒化前、(b) は窒化後の試料の測定結果である。(c) には参考として Ti を用いずに作製した NdFe₁₂N_x の XRD 測定結果を示す²⁾。いずれの試料からも、ThMn₁₂ 構造由来の (002)、(004) からの回折ピークが確認でき、*c* 軸が MgO(001) 面に垂直であるエピタキシャル NdFe₁₁Ti(N_x) の作製に成功した。また、Ti を置換させることで、 α -Fe の析出を抑制することができ、窒化後も Fe の析出は見られなかった。

本発表では、詳細な磁化測定結果、TEM 観察結果を報告する。

参考文献

- 1) T. Miyake *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **83**, 043702 (2014).
- 2) Y. Hirayama *et al.*, *Scripta Materialia* **95**, 70–72 (2015).
- 3) Ying-chang Yang *et al.*, *Solid State Commun.* **78** (1991)

317

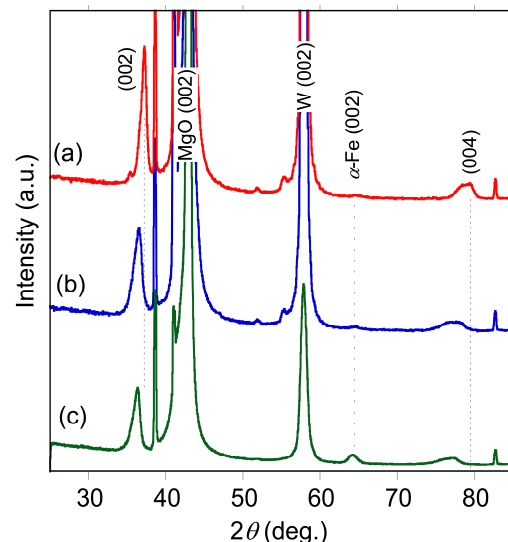


Fig.1 XRD spectra of (a)NdFe₁₁Ti and (b)NdFe₁₁TiN_x (c) NdFe₁₂N_x²⁾