NdFeB 系磁粉中の HDDR 処理下での準安定 Fe_3B と $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 微粒子生成

住友金属工業株式会社総合技術研究所 富田 俊郎*¹ 佐野 直幸*²
 住友金属工業株式会社エレクトロニクス技術研究所(現:住友金属テクノロジー株式会社) 花房 謙二*³
 住友特殊金属株式会社技術開発本部 富澤 浩之*⁴ 広沢 哲*⁵

Fig. 1 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 相(二重矢印)の水素化による相分解初期過程. ラメラコロニーの間に準安定 Fe_3B 相(一重矢印)が観察される. (a) 明視野像, (b) $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 母相と(c) 準安定 Fe_3B の電子回折像([001]晶帯軸).

Fig. 2 (a) 準安定 Fe_3B 相中に存在する $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 超微粒子の高分解能電子顕微鏡像と(b) [001]を晶帯軸とする電子線回折像. 回折像内の矢印で示す斑点は $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 超微粒子に由来する.

HDDR (Hydrogenation Disproportionation Desorption Recombination) 法とは, 水素化熱処理による相分解とその後の脱水素化による分解相の再結合を利用した磁粉の熱処理法である⁽¹⁾. 分解と再結合により結晶粒径が微細化すると共に, 結晶方位の配向性(異方化)が発現して, 磁粉の磁気特性が向上する. この異方化の機構に準安定相である Fe_3B と $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 微粒子が関与することを示した⁽²⁾. Fig. 1 は, 水素化による相分解の初期過程で, 未分解の母相 ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$) に接して, $\alpha\text{-Fe}$ と NdH_2 からなるラメラコロニー, さらにその間に Fe_3B が存在することを示している⁽²⁾. 正方晶系の $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ と Fe_3B は良好な格子整合のために一対一の方位関係を持つ(Fig. 1(b)および(c)). さらに, Fe_3B 内には $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ の

超微粒子が存在することも観察された⁽²⁾(Fig. 2). このような, 母相と密接な方位関係を保ちながら起こる相分解過程が, 後の再結合時に異方化を引き起こす原因と考えられている⁽²⁾⁽³⁾. 試料組成は $\text{Nd}_{13.0}\text{Fe}_{67.9}\text{Co}_{11.0}\text{B}_{7.0}\text{Ga}_{1.0}\text{Zr}_{0.1}(\text{at}\%)$ である.

文 献

- (1) T. Takeshita and R. Nakayama: Proc. 10th Int. Workshop on Rare Earth Magnets and Their Applications, Kyoto, (1989), 551.
- (2) T. Tomida, N. Sano, K. Hanafusa, H. Tomizawa and S. Hirosawa: Acta Mater., **47**(1999), 875.
- (3) O. Gutflish, B. Gebel and N. Mattern: J. Magn. Magn. Mater., **210**(2000), 5.

(2001年9月20日受理)

Metastable Fe_3B and $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ Nano-particles in HDDR-process of NdFeB-based Anisotropic Permanent Magnet Powders; Toshiro Tomida*¹, Naoyuki Sano*², Kenji Hanafusa*³, Hiroyuki Tomizawa*⁴, Satoshi Hirosawa*⁵ (*^{1,2}Corporate R & D Labs., Sumitomo Metal Industries, Ltd., Amagasaki. *³Electronics Engineering Labs., Sumitomo Metal Industries, Ltd., Amagasaki. *^{4,5}Technical Development Division Sumitomo Special Metals Co., Ltd., Mishima-gun)

Keywords: NdFeB, HDDR, magnet, anisotropy

TEM specimen preparation: ion milling TEM utilized: JEOL-4000EX (400 kV)