Consolidation of $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ Powder by Shock Compaction

衝撃圧縮法による $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ 焼結磁石の作製

Shingo TACHIBANA¹⁾, Takashi KAWANABE¹⁾, Kazuki KINOSHITA¹⁾, Hirohisa UCHIDA¹⁾

Yoshihito MATSUMURA¹⁾, Ken-ichi KONDO²⁾, Hideaki ODA²⁾

¹⁾Department of Applied Physics, Tokai University, Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-12 Japan

²⁾Research Laboratory of Engineering Materials, Tokyo Institute of Technology, Nagatsuta, Midori, Yokohama, Kanagawa, 227 Japan

(Accepted for publication 17 November 1994)

1. 緒言

1990年に $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ は優れた磁気特性を示すことが発見¹⁾されて以来、様々な研究機関で盛んに研究されるようになり、次世代の永久磁石材料として大変期待されている。

しかし、実用化に際し、いくつかの研究グループにより、この磁石材料の焼結が試みられたがいずれも失敗し、分解が生じたと報告されてきた。また、他の発表^{2,3)}においても示したが、この磁石材料の臨界温度は約550℃であり、事実上焼結は不可能な材料として考えられてきた。

本研究室では他の発表^{2,3)}に示した基礎データを基にして得られた良質の $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ を用いて、焼結時間が極めて短い(μs オーダー)の衝撃圧縮法^{4,5)}により、脱窒素や熱分解を防ぎながら固化することを目的とし、実験を行なったので報告する。

2. 実験方法

$\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ 合金は純度99.9%以上のSmと純度99.99%以上のFeをアーク溶解により作製し、Ar雰囲気1373Kで6h焼鈍を行った。作製した試料はXRD, ICP, EDX, EPMAを用いて構造、組成、組織の確認を行ない、Ar雰囲気ボールミルで試料粒径約 $5\mu\text{m}$ 以下に粉砕したものを測定に用いた。試料の窒化は到達真空度 $4.0 \times 10^{-4} [\text{Pa}]$ 、リークレート $3.0 \times 10^{-11} [\text{Pa}]$ の高圧ジーベルト装置を用いて行ない、窒化後の試料も構造、組成、組織の確認を行なった。

焼結は磁場中でプレスした試料を、Fig. 1に示した火薬式ガス銃を用いて行った。

焼結後の試料の磁気特性はVSM(印加磁場14.9 [kOe])を用いて測定し、更に、構造、組成、組織の確認を行なった。

Fig. 1-1 火薬式ガス銃の装置図

Fig. 1-2 飛翔体(fryer)と試料設置図

3. 結果

Figure.2に $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ 合金の窒化前、窒化後の粉体試料、衝撃圧縮後の試料、従来の焼結法のように高温加熱を行い、熱分解した試料のX線回折像を示した。この図より熱分解した試料は非常に大きな $\alpha\text{-Fe}$ のピークが出ているのに対して、衝撃圧縮法を用いて焼結した試料には $\alpha\text{-Fe}$ のピークはほとんど見られず、焼結前の結晶構造を保っており、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ 合金の焼結は可能であることが確認できた。また、Cuのピークが出ているのは、火薬式ガス銃を用いて焼結する際に、使用するCuカプセルに試料をセットしたままXRD測定を行ったために出たものである。

Fig. 2 衝撃圧縮法により焼結した $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ のX線回折像

$\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ 焼結磁石の磁気特性は、残留磁化約10[KG]、保磁力約3.5[KOe]、最大エネルギー積10~20[MGOe]となり、従来報告されてきたボンド磁石の研究を行っている研究機関よりは小さい値であるが、焼結磁石の研究を行っている研究機関の値よりは大きな値を示していることが確認され

た。今回得られた測定値に開きがあるのは、まだ条件の最適化ができていないからであり、各種条件の最適化を行うことによって、より高い磁気特性を示す $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ 焼結磁石を作製できることを示唆する結果が得られた。

更に、これまで高温では分解してしまうために焼結は不可能であると考えられてきた他の材料に対しても適応できる可能性が考えられる。

4.参考文献

- 1 J.M.D.Coey, H.Sun and Y.Ohtani, Proc. 6th Int. Symp. on Mag. Anisotropy & Coercivity in RE-TM Alloys, Pittsburgh, PA, Oct. 1990; published by Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh, 1990, p.36.
- 2 T.Kawanabe et al., "Diffusion behavior of Nitrogen in $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ ", presented at this conf.; to be published in Journal of Advanced Science.
- 3 K.Kinoshita et al., "The Pressure-Composition-Temperature Relation of the $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ -N System", presented at this conf.; to be published in Journal of Advanced Science.
- 4 K.Kondo et al., "Shock Compaction of an Acicular Iron-Alloy Powder to Produce a Nanocrystalline Magnet" published by Jpn. J. Appl. Phys. Vol.33(1994) pp.2079-2086 Part 1, No.4A, April 1994
- 5 T.Mashimo et al., "Consolidation of Pure $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ Powder by Shock Compression"; to be published in Proc. 3rd Internat. Conf. Advanced Materials (IUMRS-ICAM-93) in press.

'94 SAS Intelligent Symposium