



Sm-Fe 合金の結晶構造解析

平山悠介, 高木健太
産業技術総合研究所

キーワード：永久磁石, 非平衡相, 合金, 熱プラズマ

1. 背景と研究目的

我々は永久磁石粉末合成法として熱プラズマ法を用いた新規プロセスに注目している。熱プラズマ法の特徴は、大きな急冷効果 (10^{4-7} K/sec) と従来法を遥かに凌駕する冷却深度 (過冷却効果) により、粒径約 100 nm 程度の単結晶粉末を得ることができることである。永久磁石材料として、安定相である $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ [1] や準安定相である $(\text{SmZr})(\text{FeCo})\text{N}_x$ [2] はポストネオジム磁石材料として十分なポテンシャルを有する。しかしながら、熱プラズマプロセスを用いて永久磁石材料の前駆体である Sm-Fe 合金を作製できた報告はない。従って、本研究では熱プラズマプロセスによる Sm と Fe の合金化を目的とし、その生成相を粉末 X 線回折により同定した。

2. 実験内容

原料粉はスカルガスアトマイズ法によって得られた Sm 球状粉末と Fe の混合粉とした。ここで、Sm 粉としては 32 mm のふるいを用いて分級した粉を用いた。また、本実験で使用した Sm 粉末は実験のセットアップの都合により、大気にさらす工程が含まれる。その際に大気と反応し、形成した SmO と SmN が含まれた Sm 粉末を使用している。熱プラズマプロセス条件として、プラズマトーチへの投入電力は 6 kW、プラズマガスは 35 L/min、feed ガスは 3 L/min とした。本プロセスにより得られた粉末を 300 μm の石英キャピラリーにグローブボックス内で封入し、あいちシンクロトロンの BL5S2 でエネルギー 14 keV の X 線を用い、粉末 X 線回折実験を行った。

3. 結果および考察

右図に XRD 測定結果を示す。原料粉由来の N や O が生成相に影響を与え、SmO や SmN が確認できるが、本研究の目的であるいくつかの SmFe 合金を作製することに成功した。生成合金相は安定相である SmFe_2 に加え、準安定相とされる SmFe_7 が含まれることがわかった。本結果より、Sm と Fe についても熱プラズマプロセスにより合金化が確認でき、さらに準安定相ができる程度の急冷速度を有していることがわかった。ここで、Sm の飽和蒸気圧が Fe の飽和蒸気圧と比べて約 10^{3-4} 倍である。このように飽和蒸気圧値が大きく異なる元素同士の熱プラズマプロセスでの合金化では、その組成分布が大きくなることが計算から示唆されており[3]、本結果もこの計算結果に従い、Sm/Fe 比が大きく異なる化合物が形成されたと考えられる。

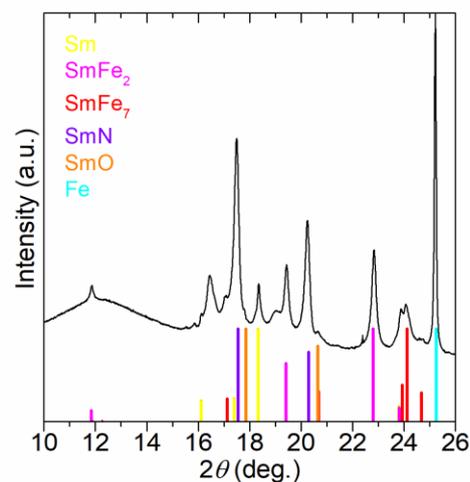


図 作製した Sm-Fe 合金粉末の XRD

4. 参考文献

1. T. Iriyama et al., IEEE Trans. Magn. 28 (1992) 2326.
2. S. Sakurada et al., J. Appl. Phys. 79 (1996) 4611.
3. M. Shigeta et al., Nanomaterials, 6 (2016) 43.