



熱プラズマ法による Nd-Fe 合金ナノ粉末の合成

平山悠介、高木健太
産業技術総合研究所

キーワード：熱プラズマ法、金属ナノ粉末、Nd-Fe

1. 背景と研究目的

永久磁石材料として、安定相($\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$ 型)である $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ や準安定相(TbCu_7 型)である $(\text{SmY})(\text{FeCo})\text{N}_x$ 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。永久磁石材料としての性能を確保するためには微粉化が一つの方法であり、サブミクロン程度まで微粉化することで、特性を更に向上させることができる。近年我々は熱プラズマ法を用いて金属ナノ粒子の合成に取り組んでいる。熱プラズマ法を用いると 100nm 以下の金属のナノ粒子を作製することができる。これまでに Al^1 や FeCo^2 のナノ粒子合成を行っており、本研究ではこの熱プラズマプロセスを用いて $(\text{SmY})(\text{FeCo})\text{N}_x$ 合金ナノ粉末の合成に挑戦した。これまでに、粉砕法や還元拡散法等で微粉化は検討されてきているが、100nm クラスのナノ粉末を得られた例はない。そこで、まずは生成相が TbCu_7 型構造を有しているかどうかを X 線構造解析を用いて評価した。

2. 実験内容

Y と Sm 金属粉末はスカルガスアトマイズ装置 (CCGA-0.8、シンフォニアテクノロジー) を用いて作製し、得られた Y と Sm 金属粉末を目開き 20 μm のふるいにて分級した。熱プラズマプロセスの原料粉末としては、Y と Sm に加えて Fe と Co (高純度化学研究所より購入) を Sm:Y:Fe:Co=0.8:0.2:4.8:1.2(at%)、で混合した混合粉を用いた。本実験は、投入電力 6kW、プロセス圧力は 100kPa、プラズマガスは 35L/min. の条件で行った。得られた Sm-Y-Fe-Co ナノ合金粉末は大気に晒すことなく回収し、400°C で 10 分間窒化処理を行った試料とともに、酸素濃度が 0.5ppm 程度に管理されたグローブボックス内で 300 μm の石英キャピラリーに封入し、結晶構造解析を行った。

3. 結果および考察

得られた Sm-Y-Fe-Co ナノ粉末は、SEM 画像より、平均粒径が 80nm 程度であった。右図に熱プラズマ法で得られた Sm-Y-Fe-Co 合金ナノ粉末 (as TP) の XRD プロファイルを示した。合金相として TbCu_7 型の Sm-Y-Fe-Co 合金が得られた。また、窒化処理を施すことで、Sm-Y-Fe-Co 合金由来のピークのみが低角側にシフトしていることから、窒素が導入され、格子が膨張したと考えられる。引き続き、本試料について磁気特性や微細構造解析を進める。

4. 参考文献

1. Y. Hirayama et al., J. Alloys and Compounds 768, 608 (2018).
2. Y. Hirayama et al., Journal of Alloys and Compounds 792, 594 (2019).

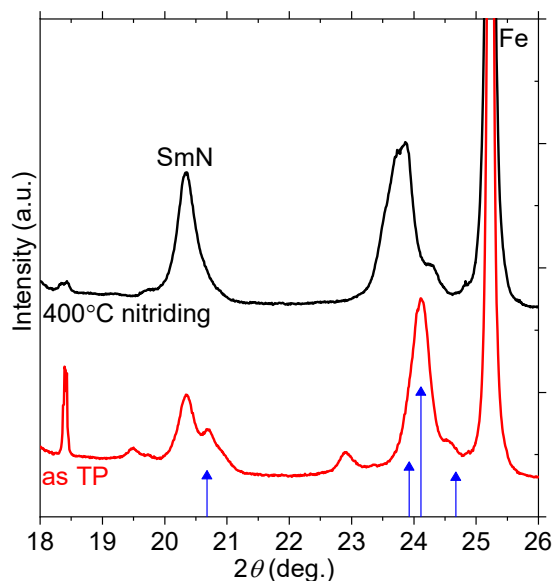


図 得られた Sm-Y-Fe-Co(-N)ナノ粉末の XRD プロファイル