

液体窒素温度を超える臨界温度(T_c)を有する希土類(RE)系高温超伝導体は、超伝導層を担う CuO₂ 面と一次元鎖構造のブロック層が c 軸に沿って交互に積層した構造を持つ。また、超伝導電子対の異方性が存在するため、本系の材料化には二(三)軸配向が不可欠である。最近、新規三軸結晶配向技術として、エピタキシャル技術を用いない回転変調磁場(MRF)を使った磁場配向法が開発された。このプロセスは物質の三軸方向の結晶磁気異方性を利用するため、配向軸や磁場印加条件を決定づける物質の磁気異方性の理解は磁場配向を用いた材料化に向けて重要である。本論文では磁気異方性制御イオンとしての希土類の磁気異方性の定量化を目的として、双晶を持たず結晶粒レベルでの面内磁気異方性が保持されている RE₂Ba₄Cu₇O_{15-y}(RE247)相のうち、磁気異方性が相反する RE=Y, Eu を含む (Y_{1-x}Eu_x)₂Ba₄Cu₇O_{15-y} の合成を試み、10T の MRF 下での配向実験から Eu247 相の三軸結晶磁気異方性を決定した。

石英封入法による約 7 気圧の高酸素分圧下での固相反応により (Y, Eu)247 の合成を試みた。Y247 および Eu247 における最適合成温度 はそれぞれ 946 ~ 981°C、956 ~ 971°C となり、RE 種による合成条件の最適化が必要である。これらの条件をもとに高酸素圧下合成を行ったところ (Y, Eu)247 単相が得られることがわかった。つまり、本系は全率固溶系であることを意味する。10T の MRF を用いた Y247 と Eu247 粉末配向体の XRD 測定から決定した磁化率の関係はそれぞれ $\chi_c > \chi_a > \chi_b$ 、 $\chi_b > \chi_a > \chi_c$ であった。 x の変化に伴う磁化軸の変化から、 $x \sim 0.55$ で磁化容易軸が c 軸から ab 面方向へ、面内方向の磁化軸の関係は $x \sim 0.2$ で入れ替わることがわかった。この磁化軸の変化は斜方晶対称場における Eu³⁺ の一イオン磁気異方性によるものであり、これら 2 つの磁化軸転換濃度から推測される Eu247 相の磁気異方性は Y247 相のそれと比べると c 軸磁気異方性および面内配向性でそれぞれ 0.8 倍、4 倍程度である。つまり、Eu³⁺ は主に面内磁気異方性を増強させる効果を持つイオンであることが明らかとなった。