

Y 系高温超伝導体は液体窒素温度(77 K)を超える臨界温度(T_c)と磁場下で優れた臨界電流特性を有し、高温動作の超伝導リニアやMRIなどへの応用が期待されている。しかし、実用化には層状構造および粒界弱結合の問題から三軸結晶配向が必要となる。磁場配向はエピタキシー技術を使わない新しい三軸結晶配向法であるが、実用超伝導物質 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 場合、結晶粒内の双晶により三軸磁場配向の実現は困難を伴う。一方、類縁超伝導物質である $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ (Y124)の場合、双晶を含まず常圧下での合成が容易であるが、 $T_c \sim 80\text{K}$ であり 77 K からの温度マージンは小さい。

本論文では、90K 級の Y124 相の開発およびその三軸磁場配向の原理証明を目的とし、常圧下フラックス法で育成される Y124 相への Ca ドープ [$(\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x)\text{Ba}_2\text{Cu}_4\text{O}_8, (x=0, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1)$] を試み、10 テスラの間欠回転磁場による Ca ドープ Y124 粉末の磁場配向を室温で行った。

Y124($x=0$)では結晶育成温度 650~750°C で所望の 124 単結晶が得られる事が分かった。また、本論文の $x \leq 0.1$ のどの Ca ドープ量においても、上記の結晶育成温度で 124 構造を持つ単結晶が得られた。 $x=0.1$ 試料は電気抵抗測定から $T_c = 89.5\text{K}$ を示し、Ca イオンは Y124 相内にほぼ仕込み組成通りに取り込まれている事が分かった。この試料の三軸磁場配向から 2 度未満の高い三軸配向度を示した。

従って、本論文の成果は磁場配向法を利用した三軸配向セラミックス創製において 124 相が実用物質である事を意味する。