

高温超電導磁石(バルク)で世界最高磁場(77Kで3.3T)を達成
 -高性能磁気分離装置など実用化に大きく前進-

平成12年11月20日
 超電導工学研究所

超電導工学研究所¹⁾は世界最高磁場を発生するバルク高温超電導磁石の開発に成功した。
 現在、高温超電導材料開発は、その実用化に向けて活発な応用開発が進められている。中でも、RE-Ba-Cu-O超電導体(REは希土類元素)²⁾は、高温高磁場中でも高い臨界電流密度を有することから、バルク応用や線材応用などで大きな注目を集めている。超電導工学研究所は、RE-Ba-Cu-O超電導体(REはNd, Sm, Eu, Gd)を低酸素分圧下で溶融成長させるOCMG法³⁾を開発し、この方法により作成した超電導バルク体の超電導特性が飛躍的に向上することを発見した。材料の基本特許及びOCMG法の特許も取得している。

最近、バルク高温超電導体の応用として、永久磁石の数倍も強力な超電導バルク磁石が脚光を浴びている。これは、超電導材料内に非超電導物質を分散させた構造からなっており、非超電導物質の強いピン止め力を利用し、大きな磁場を捕捉させるものである。超電導バルク体の磁場を高めるには、非超電導物質の粒子を小さくすることが有効であることから超電導工学研究所では研究を進めてきた。

今回、アセトン中で粉碎した微細なGd₂11粉末をGd₁23と混合後、溶融して固めることにより、数百ナノメートルの非常に微細なGd₂11が分散した直径50 mmのGd系大型配向バルク⁴⁾を作ることに成功した。このバルク体を2個重ねてバルク間の磁束密度を測定したところ、世界最高の捕捉磁場⁵⁾である77Kで3.3Tを記録した。

液体ヘリウムに比べて取り扱いが容易な液体窒素の温度で、このような強い捕捉磁場を達成できたことから、超電導バルクの永久磁石応用が促進されるものと期待される。強磁場応用としては、水浄化装置、磁気断層撮影装置、資源回収用の磁気分離装置、励磁装置、強力磁気浮上装置等への応用が考えられる。

なお、本研究の成果は11月27日から米国で開催される材料に関する国際会議MRS2000年秋季大会で発表する予定である。

本研究は、通産省工業技術院のニューサンシャイン計画のもと、超電導応用基盤技術研究体の研究として、(財)国際超電導産業技術研究センター・超電導工学研究所が、新エネルギー産業総合開発機構(NEDO)から委託を受けて実施したものである。

1 超電導工学研究所は(財)国際超電導産業技術研究センター(理事長は荒木浩 経団連副会長)の研究所で所長は田中昭二東大名誉教授。

超電導工学研究所においては、第三研究部(部長は村上雅人岩手大学客員教授)所属の成木紳也主任研究員がバルク超電導体の高捕捉磁場化の研究に従事している。

2 RE-Ba-Cu-O超電導体(REは希土類元素)は、REBa₂Cu₃O_y(RE123)超電導体とRE₂BaCuO₅(RE211)相からなる混合体で、現在、液体窒素温度における実用化にもっとも注目を集めている超電導体である。RE211相は絶縁体で、ピン止めセンターとして作用することが知られている。

3 OCMG法は oxygen-controlled-melt-growth法の略で、酸素制御溶融法である。低酸素分圧下(空気よりも酸素濃度の低い雰囲気)でRE-Ba-Cu-O超電導体(REはNd, Sm, Eu, Gd)を溶融凝固させる手法であり、この手法により画期的な高性能RE-Ba-Cu-O超電導体が開発された。

超電導工学研究所では、このプロセスと材料(RE-Ba-Cu-O超電導体;REはNd, Sm, Eu, Gdおよびその混合)の両方の基本特許を米国、欧州、日本で取得している。

4 RE123超電導材料の結晶は、結晶構造のc軸(RE/Ba/Cuが1:2:3の比で積み重なっている方向)に結晶の方位がそろって大型化した場合に、強い磁場を捕捉することが可能となる。

5 大型でピン止め力の強いバルク超電導磁石は、強磁場を捕捉することが可能であり、永久磁石と同様の機能を発揮する。

添付資料

図1 本研究で開発したGd系バルク体の写真

図2 従来のGd系バルク体(a)および今回開発したバルク体(b)の走査型電子顕微鏡(SEM)写真

図1 本研究で開発したGd系バルク体の写真

中央にあるNd123系種結晶から結晶が成長し、バルク全体が直径5cmの単一粒からなっているのが分かる。



図2 従来のGd系バルク体(a)および本研究で開発したバルク体(b)の走査型電子顕微鏡(SEM)写真

写真中の白い粒子は211相であり、本研究で開発したバルク体は従来のものに比べて、211相が非常に微細であることがわかる。

