

MgB₂超伝導材料を短時間で容易に製造する方法を開発

平成14年6月11日

独立行政法人 物質・材料研究機構

1. 概要

独立行政法人物質・材料研究機構 材料研究所 燃焼合成プロセスグループでは、元素の生成熱を利用する燃焼合成法 *1 を利用して、超伝導体である MgB₂ を短時間で容易に製造する方法を開発した。ありふれた化合物である MgB₂ が超伝導材料であること、また、その超伝導遷移温度 *2 T_c が 39K であることが昨年明らかにされたが、従来の製造方法では Fe、Ta、W などのカプセルにアルゴンガスを封じて長時間焼結したり、高圧アルゴンガス中で焼成するなど、製造には時間と手間がかかっていた。

今回開発した方法は、Ti と C や Ti と B などの大きな生成熱を発生する燃焼合成を利用して Mg と B の燃焼合成を起こさせて MgB₂ を製造するものである。真空中できわめて短時間で製造できるので、Mg の酸化及び蒸発をできる限り抑制することができる。MgB₂ 超伝導材料の製造が容易化され、また、Mg と B の組成比率が安定化し、超伝導性能の向上が望める。

なお、この成果と技術の詳細は、粉体粉末冶金協会誌 7月号で発表される予定。

2. このたびの成果

従来の方法による MgB₂ の製造では、高温で長時間の熱処理が必要なため Mg が蒸発してしまうために、Mg と B の組成比率が変わってしまい、超伝導性能に影響を及ぼす。また、熱処理には良好な非酸化性のガスを使用しないと Mg の酸化が起こりやすくなる。一方、この酸化を防止するために真空にすると、Mg の蒸発を助長することになる。燃焼合成プロセスグループでは、MgB₂ 以外のホウ化物をはじめとする種々の化合物の燃焼合成の開発に携わり、すでに成功している。そこで前述の課題の解決のために、同グループでは燃焼合成を利用した技術を使って超伝導体である MgB₂ の製造に成功した。

当初、Mg と B を直接燃焼合成しようと様々に試みたが、成功には至らなかった。その原因を検討したところ、第一に MgB₂ の生成熱が他のホウ化物の生成熱に比べ 1/3 位しかないことが考えられる。他の要因としては、やはり Mg が蒸発しやすいこと、すなわち、初期反応を起こさせるために原料の粉末混合物の一端部を強熱し点火しようとする、Mg が蒸発してしまい、この時の蒸発が Mg+2B MgB₂ に必要な熱を奪ってしまう。しかも、Mg の蒸発により Mg と B の組成比率が変化し、その結果燃焼合成が難しくなっていると考えられる。もう一つの原因としては、B は微粉末なのに Mg があまりに粗大な粉末で仮に Mg 粒子の表面で燃焼合成が起こっても、Mg と B の生成熱が小さいので、Mg 粒子内部に伝播しにくいことが考えられる。仮に Mg が B と同等な位の微粉末ならば、燃焼合成が起こるとも考えられるが、現状では、微粉末の Mg は入手できない。そこで同グループでは、図 1 に示すように、Ti と C や Ti と B などが大きな生成熱を発生することに着目

して、Mg と B の燃焼合成を起こさせて MgB_2 を製造する方法を考案した。真空中できわめて短時間で製造できるので、Mg の酸化及び蒸発をできる限り抑制することができる。図 2 は、室温で燃焼合成によって製造された MgB_2 焼結体を超伝導測定装置によって測定された、帯磁率の温度変化をグラフで表したものである。超伝導遷移温度 T_c は 39K であり、帯磁率の変化が大きく、したがって、良好な超伝導性能を示していることが確認されている。

3 . 今後の展望

本成果により、 MgB_2 超伝導材料の製造が容易化され、また、Mg と B の組成比率が安定化し、超伝導性能の向上が望める。実験段階である現在の設備では、一度の燃焼合成で 1.3g 程度の MgB_2 を得ることしかできないが、将来実験装置を大きくすることなどによって、数キログラムのオーダで製造することが可能になると思われる。よって今後の線材製造の際の供給原料などとしても期待できる。

(問い合わせ先)

独立行政法人物質・材料研究機構

広報・支援室 電話：0298-59-2026

〒305-0047 茨城県つくば市千現 1 - 2 - 1

(研究内容に関すること)

独立行政法人物質・材料研究機構

材料研究所 燃焼合成プロセスグループ

海江田義也 0298-59-2562

小黒 信高 0298-59-2561

用語説明

*1 燃焼合成法

異種元素間の生成熱を利用して、金属間化合物などを化学連鎖反応で製造する技術。

*2 超伝導遷移温度

超伝導体の温度を下げていくと、ある温度で突然電気抵抗が完全にゼロになる。この温度を超伝導遷移温度 (T_c) といい、通常絶対温度 (K) で表す。超伝導の利用は、 T_c 以下のゼロ抵抗が保持される温度に限られる。 MgB_2 の T_c は、高温酸化物超伝導体のそれと比べると低いが、 MgB_2 はいわゆる金属系の超伝導体に属し、これまでの金属系超伝導体の最高の T_c が Nb_3Ge の 23K であったことを考えると、 MgB_2 は金属系超伝導体のなかでは飛びぬけて高い T_c を示す。

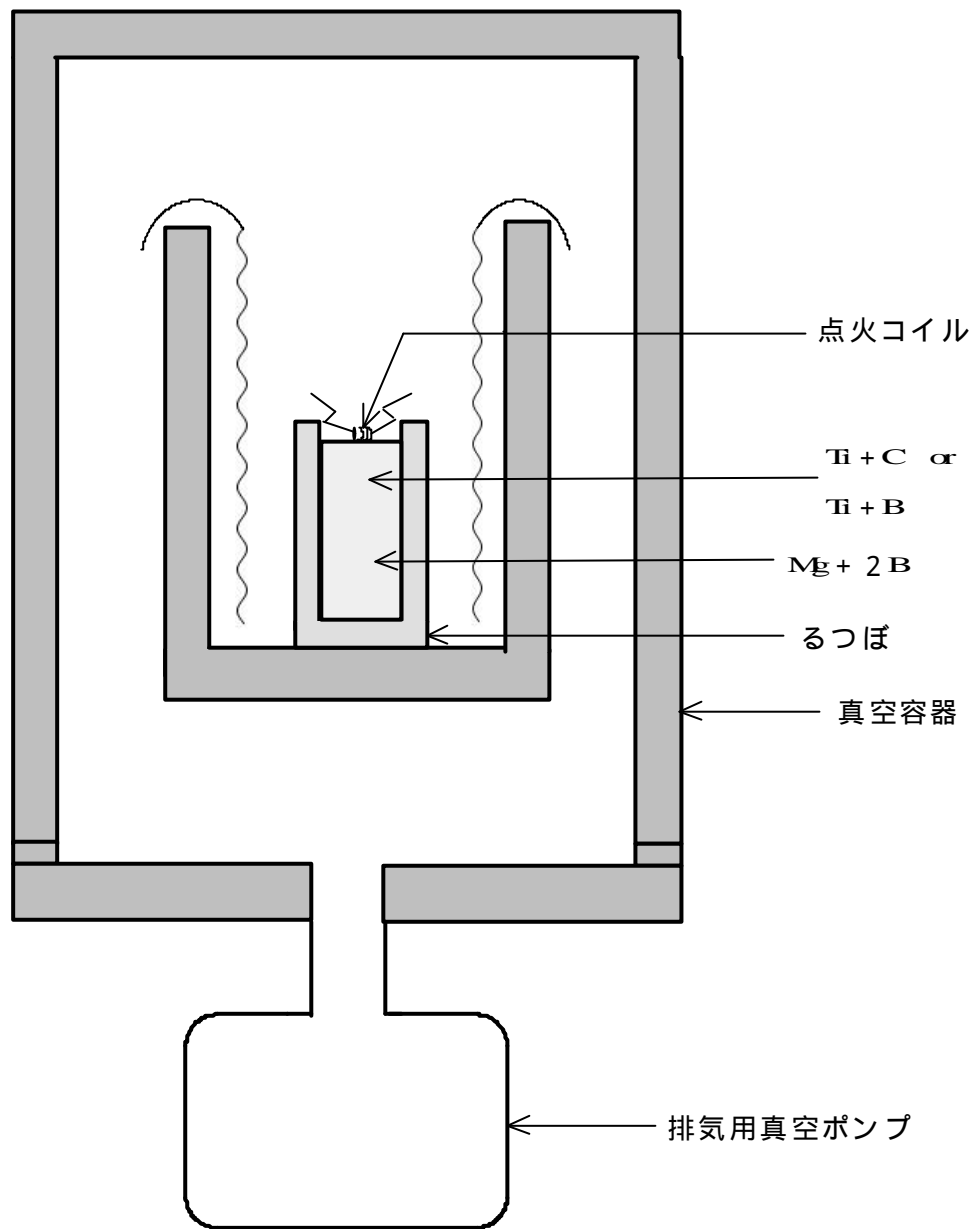


図 1

真空中で燃焼合成を利用して、 MgB_2 を製造する装置の概念図。

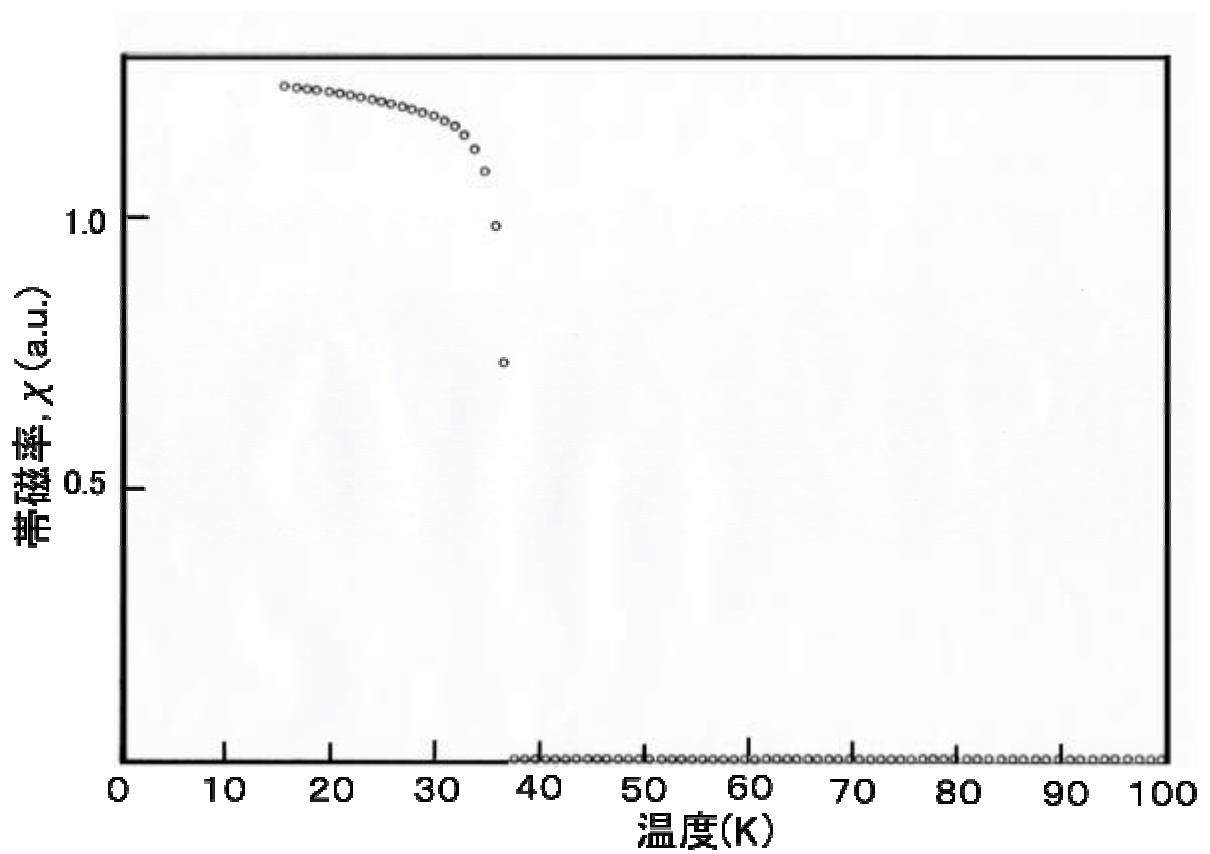


図 2

室温で燃焼合成によって製造された MgB_2 超伝導体を交流法で測定した、帯磁率の温度変化をグラフで表したもの。