

学校で超伝導体を作ろう

大阪府立高津高等学校

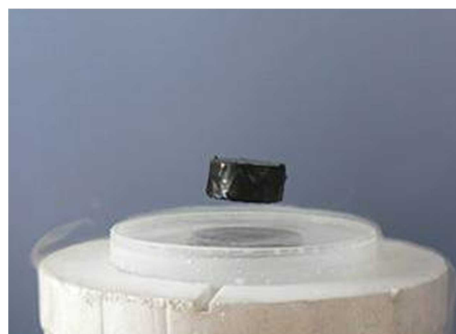
草野泰輝 小林実紀 星本奈月 森岡裕登

1. はじめに

超伝導体はリニアモーターカーやMR Iなどに使用されている物質である。昨年度の本校物理班が学校で超伝導体の作製に成功した。しかし、作製の過程である焼成に大変時間がかかり、時間的な負担と手間がとても大きく苦勞してしまった。今年は一度の作製に長い時間をかけるのではなく、分割して一度にかかる時間を短くして作製を行うことにした。

2. 超伝導体の性質

超伝導体は冷却し、超伝導状態になると、物質内部から磁力線が排除されるマイスナー効果、ピン止め効果によって磁石を上に乗ると固定される。ピン止め効果とは超伝導体物質の内部に含まれる微量の不純物などに磁力線が捕らえられ、ピンで止めたように動かなくなる現象である。



磁気浮上の様子

3. 作製方法

(1) 材料

酸化イットリウム

酸化銅

炭酸バリウム

(2) 作製手順

- ① 材料を電子天秤で計りとり、乳鉢に入れて混ぜる。
- ② 混ぜ終えたものを乾燥機で乾かし、水分を飛ばす。
- ③ 乾燥させたものを金型に入れ、万力でプレスする。
- ④ ペレット状になったものを電気炉で仮焼きする。
- ⑤ 仮焼きできたものを砕き、もう一度混ぜ合わせてプレスし、本焼きする。

4. 実験

《実験 1》

○方法

仮焼きを省略し、本焼きの時間を短縮および分割して焼成を行ってみた。既知の作製方法では、本焼き時間は8時間であったので、下表のような2つの案を立てて焼成を行った。

	本焼き時間
作製案1	4時間
作製案2	4時間×2

○結果

作製案2で作製したものに一部マイスナー効果による反発が見られた。しかし、どちらも完全に超伝導体にはならなかった。



磁気浮上の様子

《実験 2》

○方法

下表のような3案を立て、本焼きの時間または仮焼きの時間を変化させて焼成した。

	仮焼き	本焼き
作製案1	5時間	6時間
作製案2	5時間	6時間×2
作製案3	なし	1000℃で8時間

5. 考察

- ・仮焼きを省略することで材料に十分酸素が結合せず、酸素欠損が大きすぎてYBCO超伝導体が合成されなかったのではないかと考えられる。
- ・本焼き時間を短縮した場合も、酸素の結合が十分でなかったと考えられ、本焼き時間を分割した場合は、温度の上昇と下降に費やす時間が長く、酸素と化合できるだけの高温状態となっている時間が減ってしまったと考えられる。
- ・作製案3で作製したものは乾燥させるのを忘れ、ひび割れてしまったので、超伝導体にならなかったと考えられる。

6. 参考文献

- 下山淳一 「トコトンやさしい超伝導の本」 日刊工業新聞社 (2003年)
前田陽祐 「高温超伝導体 YBCO の合成と酸素欠損による転移温度の変化の測定」
京都大学理学部物理科学課題演習論文 (未公刊) (2007年)