

光るマスコットマグネットをつくろう

～作ったマスコットマグネットはお持ち帰りできます～

クリスタル科学研究センター 武井貴弘, 齋藤典生, 山田伊織

はじめに

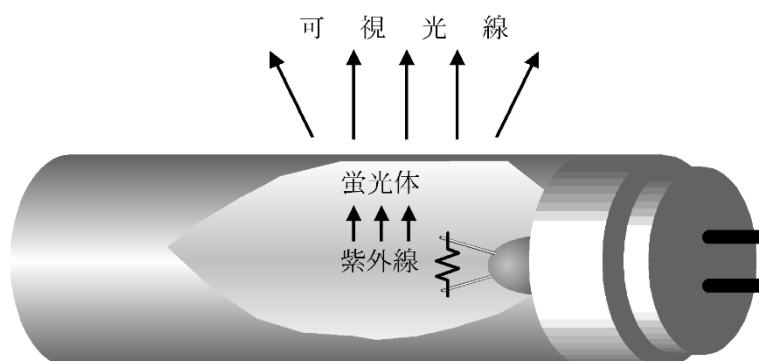
「蛍光体」と「磁性体（マグネット）」を使って写真のような「光るマスコットマグネット」を作ります。「蛍光」と「磁性」は、機能が全く異なりますが、その本質は化合物の結晶構造（原子の並び方）と原子の電子構造（電子の並び方と状態）に起因しています。難しい理屈は大学に入ってから勉強することにして、化学の知識があれば「光る物質」と「鉄にくっつく物質」を作ることができます。今回はこれらの物質を使って光るマスコットマグネットを作ってみましょう！蛍の光や雪明かりよりも光るマグネットをあかりにして勉強した方が成績アップ間違いなし！？



蛍光体ってなんだ？

蛍光体とは一言で言ってしまえば光る物質です。光（可視光線、紫外線）、電子線、X線などを照射することで自ら光る物質を蛍光体と言います。蛍光体は身近なところで重要な役割を果たしています。例えば、カラーテレビでは色の三原色である青、緑、赤の蛍光体が塗られたガラスパネルに電子線を照射することによってカラー画像を得ています。また、蛍光灯ではガラス管の内側に蛍光体が薄く塗りつけてあり、管内で紫外線を発生することで蛍光体を光らせています（右図参照）。

多くの蛍光体は光（可視光線、紫外線）、電子線あるいはX線などを照射

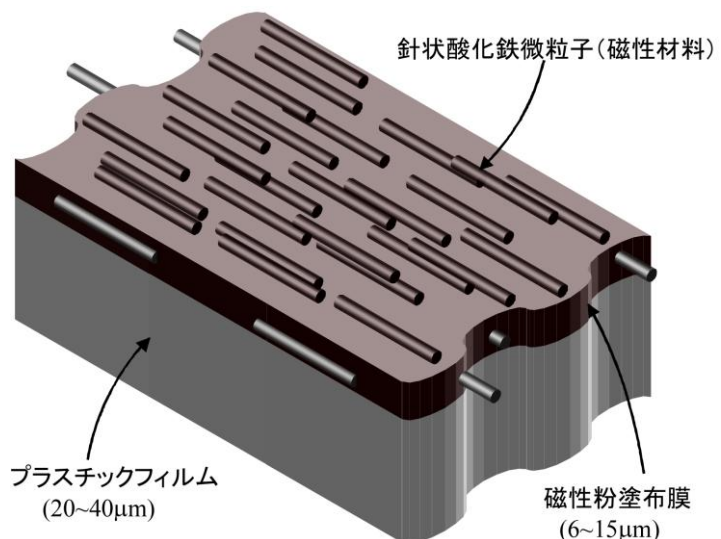


している間だけ光りますが、中には照射を止めた後でも長時間にわたって光り続ける蛍光体があります。そのような蛍光体を「蓄光型蛍光体」といい、時計の文字盤や非常口の案内板などに使われています。今回はストロンチウムアルミネート系の蓄光型蛍光体を用います。

磁性体ってなんだ？

私たちの身の回りには磁石が数多くあります。例えば、パソコンの中の記録媒体や、皆さんが子供の頃に遊んだ U 字型や棒状の永久磁石のようなものです。記録媒体のように書き込んだり、読み出したりするために使われるものは、磁性の有無が柔軟に変化するのでソフトな磁性材料、また永久磁石などはモーターなどに使われており、磁性が簡単には変わらないため、ハードな磁性材料と呼ばれています。

酸化物系の磁性材料である「フェライト（酸化鉄系の材料）」は数多く知られており、やはりソフトあるいはハードなフェライトがあります。今回は、その中でも強い永久磁石で容易に合成可能なハードフェライトの一つであるバリウムフェライト ($\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$) を用います。



蛍光体の作り方

ストロンチウムアルミネート系蓄光型蛍光体の一般的な作製方法を説明します。SrCO₃、Eu₂O₃、Dy₂O₃、Al₂O₃ を物質量比 (簡単に言うと数の比) で 0.958:0.015:0.006:1 になるように秤量し、よく混合したのち、水素を 2% 含んだアルゴン気流中、1400℃で 5 時間焼成します。焼成後に粉砕すると写真のような蛍光体 ($\text{Sr}_{0.958}\text{Eu}_{0.03}\text{Dy}_{0.012}\text{Al}_2\text{O}_4$) を合成することができます。Dy の力を借りて、Eu²⁺

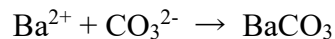
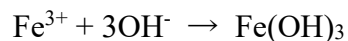


というイオンが光っています。このようにして作製した蛍光体は、写真のように通常は粉末のため、何らかの方法（プラスチックやガラスの中に混ぜる、樹脂で固める、など）を用いて固めて製品にします。

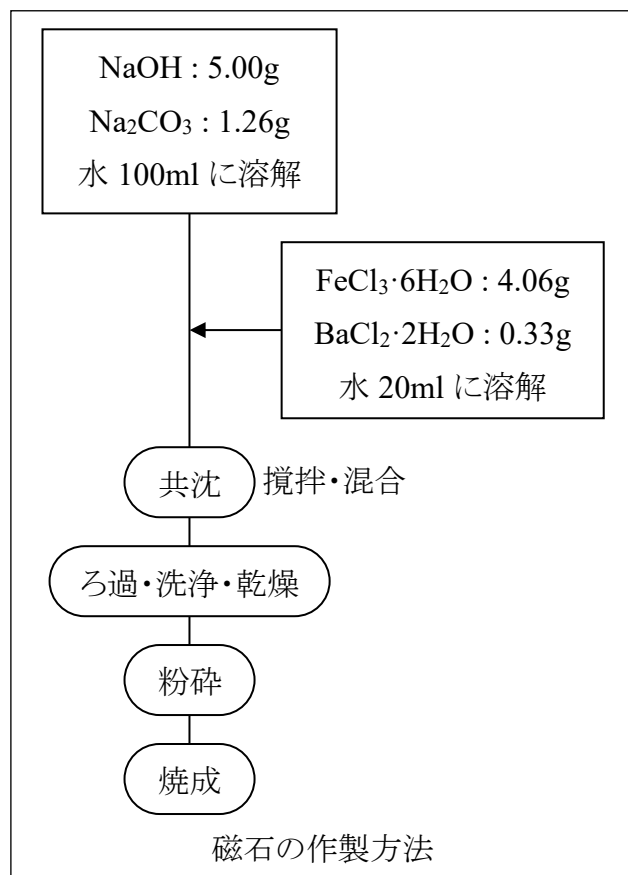
ただし今回は、時間の都合でこの蓄光型蛍光体は合成できませんので、事前に合成したものを 사용합니다。

永久磁石の合成

バリウムフェライト ($\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$) は以下に述べるような共沈法を用いて合成します。水酸化ナトリウム (NaOH) と炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) を含む水溶液に塩化鉄(III) ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) と塩化バリウム ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) を含んだ水溶液を入れて、炭酸バリウムと水酸化鉄を共沈殿させます。この沈殿物を乾燥後、高温 (1000°C) で反応させることにより、バリウムフェライト ($\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$) 粉末を合成することができます。



このようにして合成したバリウムフェライト ($\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$) 粉末を、一軸加圧成形という手法で錠剤状にして、再び高温 (1000°C) で処理します。すると焼結という現象が起き、焼き固まります。ちょうど茶碗などを作るときに、ろくろで形を整えたあと焼いて固めるのと同じです。この錠剤状のバリウムフェライト ($\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$) は、このままではまだ永久磁石にはなっていません。そこで、強力な磁場中で着磁をします。これは、永久磁石にクギなどをしばらくくっつけておくと、磁石から離して



もクギ同士がくっついている現象を利用したものです。ただし、この工程も1日以上かかってしまうので、今回は磁石を用意してあります。

実験

光るマスコットマグネットの作製

ストロンチウムアルミネート系蓄光型蛍光体粉末を固めるために、今回は結晶性セラミックスの一つである石膏（セッコウ）を用いて成形します。石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）の水の一部が抜けた焼石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ ）の粉に水を加えると、反応して石膏に戻ります。このとき硬化して塊になることから、美術品の型取りや、骨折したときのギプスなどに使われています。この実験でもこの硬化する反応を利用して成型します。まず、焼石膏と蛍光体粉末と水を、重さの比率で5:1:2.8 でよく混合します。※水を入れ過ぎないように注意！それを、型に流し込んで、磁石を埋め込んだのちに20分程度静置して（※割れちゃうので固まる前はあまり力を加えない。）硬化させると、光るマスコットマグネットの完成です。取り出して紫外線を当てて蛍光を観察しよう！

