

酸化亜鉛のドーピングの試み ～次世代スマホの素材を作れ!～

兵庫県立神戸高等学校 化学班
1年赤井怜音, 阿波佑弥, 三田村雄彦

1. 動機及び目的

液晶画面などに使われている透明金属に興味を抱き、そのような物質を作成したいと考えた。そこで、半導体の中でも電気伝導度が高いZnOに少量の不純物を添加し(ドーピング)、導電性を持つ物質を作成し性質を調べた。

2. 仮説 I

ZnO に混合する物質の電気陰性度が高いほど出来た物質の電気抵抗は小さく、低いほど大きい。

3. 実験 I

ZnO と金属 (Al, Pb, Mn, Sb, Al, Sn, Al, Mg) 粉末にエタノールを少量混合し、混合したものを磁性るつぼ、マッフル、ガスバーナーを用いて 10 分間加熱した (図 1)。加熱後、テスターで作成した物質の電気抵抗 (図 2 の赤線の端から端まで: 5mm) を測定した。

4. 仮説 II

ZnO の粉末に紫外線 (254nm) を当てると緑色に発光した。さらに Al を添加し、加熱した後の物質はより明るく発光した。よって ZnO に添加する物質で紫外線を当てたときの明るさに違いが生じる。

5. 実験 II

実験 I のるつぼに紫外線を当て内部を観察した。

8. 反省と課題

研究を始める時期が遅く、得られたデータも少なかったために考察が深くできなかった。これからは実験回数を増やし、正確なデータを集めて抵抗値のグラフを描けるようにしたい。

6. 結果 I と考察

- 仮説 I とは異なり、抵抗値は不純物の電気陰性度に依存しない。

7. 結果 II と考察

- 図 3 より混ぜる不純物により発光する明るさが異なった。
- ZnO と Sn を加熱したものは青く発光していた。
- Zn は発光しないが ZnO が発光するように、発光しない Sn が酸化され発光したのではないか。
- 酸化物は通電したが、透明金属ができたかどうかはデータ不足で不明。

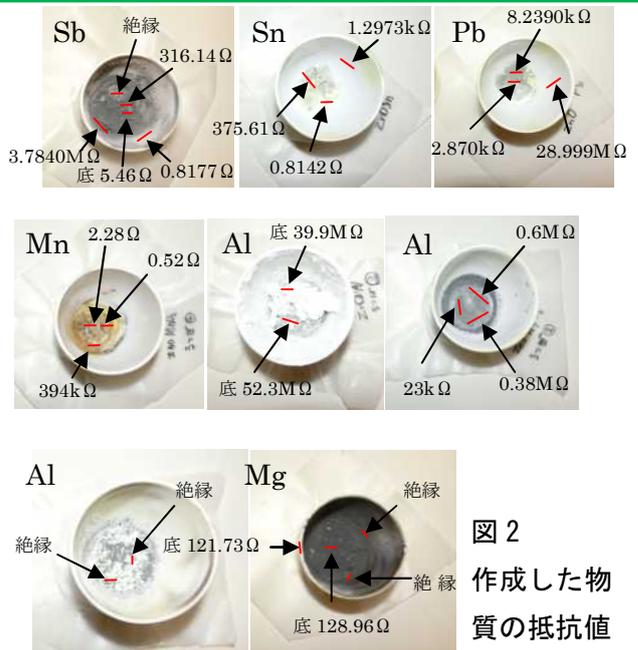


図 2 作成した物質の抵抗値

表 1 使用した金属の電気陰性度

Sb	Sn	Pb	Mn	Al	Mg
2.05	1.96	2.33	1.55	1.61	1.31

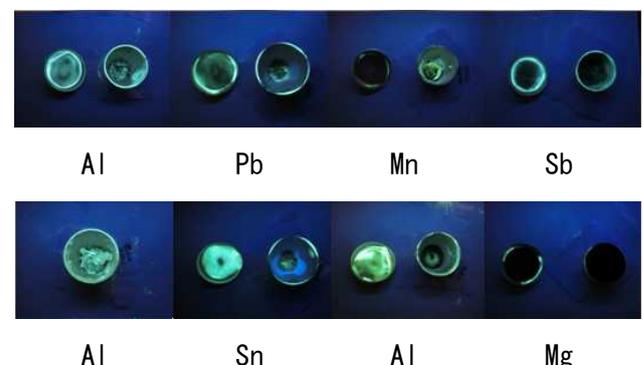


図 3 紫外線をるつぼに当てた結果

9.その後の進展

実験1を行った際、ZnOとAlを加熱たとき緑色の物質ができていた。この物質が透明金属である可能性が高いと予想し、これをより大量に作成する方法を考えた。またゾル-ゲル法によって透明金属を作製する方法も計画することにした。

10.より多くの緑色の物質を作成する

緑色の物質が透明金属である可能性が高いと考えたが、図4のようにその物質の作製量は少なく、抵抗値が測定できなかった。そこで、この物質ができる仕組みを考察し、より多く作製する方法を考えた。

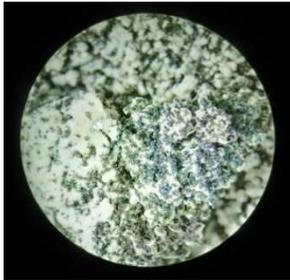


図4

11.仮説III

図5のように、緑色の物質がZnO粉末の隙間にできている様子を観察できた。このこと

融点
ZnO 1975°C
Al 660.3°C

から緑色の物質は融解したAlがZnO粉末の隙間に流れ込み、凝固点降下によりZnOの一部が融解し、それと反応したことで作製されたと考えた。そこでZnOの半分を融点の低いZnにして同様の実験を行い、凝固点降下でより多くのZnOを融解させることができれば、より多くの緑色の物質が生成されるのではないかと考えた。

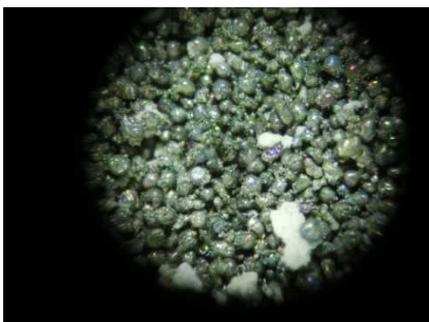


図5

12.実験III

モル比でZnO:Zn=1:1の混合物にAlを混合し実験Iと同様に加熱を行った。

13.結果III

図5のように目的とする物質の作製量の増加に成功した。しかし、作製物が粒状であるために抵抗値の測定は不可能であった。

14.課題II

抵抗値が測れるような形状で目的の物質を作製する。

15.今後の方針

ゾル-ゲル法を用いて透明金属を作製する。

参考:ゾル-ゲル法の概略

ZnゾルとAlゾルを調整し、2つのゾルを混合し、清浄な石英ガラス基板に、スピコート法によりコーティングする。コーティング後に基板を電気炉で加熱し、焼成する。

- ・利点……大がかりな装置が不要。
大きな面積の透明金属を作製できる。
- ・問題点…作成できる膜質が悪い。
真空装置で作製したものより電気伝導度が落ちる。

参考文献

- ・細野秀雄・神谷利夫著 透明金属が拓く驚異の世界 不可能に挑むナノテクノロジーの錬金術 ソフトバンク クリエイティブ株式会社 (2009)
- ・村山正樹・井上幸司 酸化亜鉛材料とゾル-ゲル法による低コスト導電膜の研究 三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告 <http://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000171929.pdf> (2008)

最終閲覧日 2017年2月8日