

# 酸化銅を用いた光伝導セルの作製

## Fabrication of photoconductive cell using copper oxide

小泉響輝<sup>1)</sup>

指導教員 黒木雄一郎<sup>1)</sup>

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子セラミック研究室

サレジオ高専では小中学生を対象に体験入学を開催している。我々電子セラミック研究室では、CdS(硫化カドミウム)セルを用いた電子楽器「光テルミン」を提供している。CdSは有害物質であるため、廃棄の際など取り扱いに注意を要する。本研究では、CdSの代替として酸化銅(CuO)に着目し、CuO焼結体を作製し、光伝導性を評価した。試料に光を照射すると電圧が4.72Vから4.65Vまで低下することを確認した。5回繰り返し同様の現象が起きたことから光伝導性を有することを明らかにした。

キーワード：酸化銅, CuO, 焼結, 光伝導

### 1. 緒言

サレジオ高専では、小中学生を対象に体験教室を開催している。我々電子セラミック研究室では、CdS(硫化カドミウム)セルを用いた電子楽器「光テルミン」を提供している。しかし、CdSは摂取すると内臓器官障害や発がん性の恐れがあるため、廃棄の際などの取り扱いに注意を要する<sup>1)</sup>。そこで我々は、CdSの代替として酸化銅(CuO, Cu<sub>2</sub>O)に着目した。CuOはバンドギャップが1.4eVの間接遷移型半導体であり、Cu<sub>2</sub>Oは2.1eVの直接遷移型である<sup>2)3)</sup>。いずれも適度なバンドギャップと光吸収係数を有するため、太陽電池材料として期待されている。CdSの代替を考えた場合、複雑なプロセスは現実的ではない。また、Cu<sub>2</sub>Oは大気中では不安定な為、時間の経過と共に酸化が進行してCuOに変化する。つまり、Cu<sub>2</sub>Oを利用するためには多くの技術的課題が有る。対してCuOは大気中でも安定していることが大きな利点である。本報告では、CuOの焼結体を作製し、光学的特性からCuOが光伝導セルとして代替が可能であるか評価を行うことを目的とした。

### 2. 方法

#### 2. 1 試料の作製方法

原料としてCuO粉末(㈱高純度科学研究所, 99.9%)を使用した。粉末を2g量り取り、ハンドプレス器で成形しΦ15mmの圧粉体を作製した。圧粉体を500, 600, 700, 800および900°Cの5つの温度で2時間、空気中で焼成し、焼結体を作製した。焼結体の表面と破断面を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した。5つの条件で作製した焼結体のかさ密度を算出し比較した。

#### 2. 2 XRDによる結晶相の同定

焼結したCuO焼結体の結晶相の同定を行った。同定にはX線回折装置(RIGAKU RINT2500)を使用した。

#### 2. 3 試料の光伝導性の評価

焼結体に金スパッタおよび銀ペーストを用いて電極を形成した。発泡スチロール箱の内側にアルミニウムテープを張った恒温暗箱内に試料を設置し、定電流2.6mAにて2端子法により電圧測定を行った。光源には532nmのレーザーpointerを使用し、11cm上方から試料に照射した。5分毎に光照射と消灯を繰り返し、光伝導性の有無を確認した。

### 3. 結果

図 1 に作製した試料におけるかさ密度の焼結温度依存性を示す。温度上昇に伴いかさ密度が上昇していることがわかった。XRD で得られた結晶相の同定結果を図 2 に示す。結果より、今回作製した試料は Tenorite(黒銅鉱)あることを確認した<sup>4)</sup>。XRD より、Tenorite の理論密度を  $6.5\text{g}/\text{cm}^3$  と算出した。ここから、かさ密度は理論密度の約 50%程度であることがわかった。図 3 に焼結体( $900^\circ\text{C}$ )の破断面の SEM 観察像を示す。 $900^\circ\text{C}$ で焼結した焼結体は、ポーラスであることがわかった。図 4 に  $\text{CuO}$  焼結体の光伝導性を示す。光を照射していない時 (OFF) に  $4.72\text{V}$  程度の電圧を示したが、照射 (ON) 時には  $4.65\text{V}$  まで低下した。再度光源を OFF 状態にすると、 $4.72\text{V}$  まで回復することを確認した。5 回繰り返し同様の現象が起きたことから、試料が光伝導性を有することを明らかにした。

### 4. 結言

作製した  $\text{CuO}$  焼結体は密度が小さくポーラスであることがわかった。また、光伝導性を確認した。しかし、 $4.72\text{V}$  から  $4.65\text{V}$  に低下するまでに約 5 分を要しており、応答速度が低い。また感度も低くノイズが大きい。これは、焼結体に空隙が多く、電流の流れが阻害されていることと、根本的に  $\text{CuO}$  が間接遷移型の半導体であるためだと考えられる。

### 参考文献

- 1) 化学物質管理基準 : KYOCERA, [http://www.kyoceradocumentsolutions.co.jp/social/partners/pdf/SMCCS\\_Ver700\\_ja.pdf](http://www.kyoceradocumentsolutions.co.jp/social/partners/pdf/SMCCS_Ver700_ja.pdf)
- 2) A. E. Rakshani, Solid state electronics, Vol. 29, No. 1, pp7-17
- 3) F. P. Koffyberg, F. A. Benko, Journal of Applied Physics, 53, 1173 (1982)
- 4) S. Asbrinks, A. Waskowska, “ $\text{CuO}$ : x-ray single-crystal structure determination at  $196\text{ K}$  and room temperature”, Journal of Physics, 1991, vol. 3, pp8173-8180

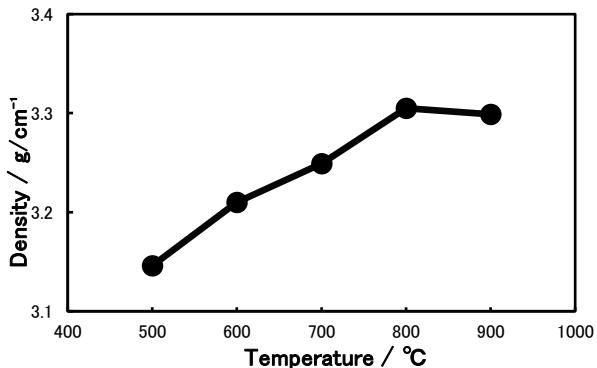


図 1. かさ密度の焼結温度依存性

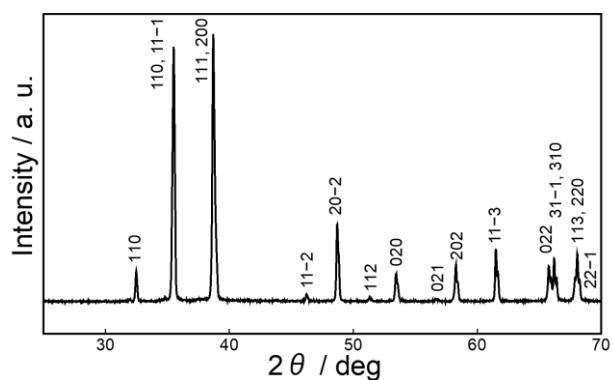


図 2.  $\text{CuO}$  焼結体( $900^\circ\text{C}$ )の XRD パターン

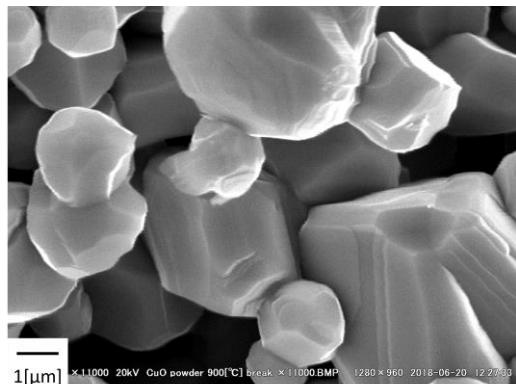


図 3.  $\text{CuO}$  焼結体( $900^\circ\text{C}$ )の破断面

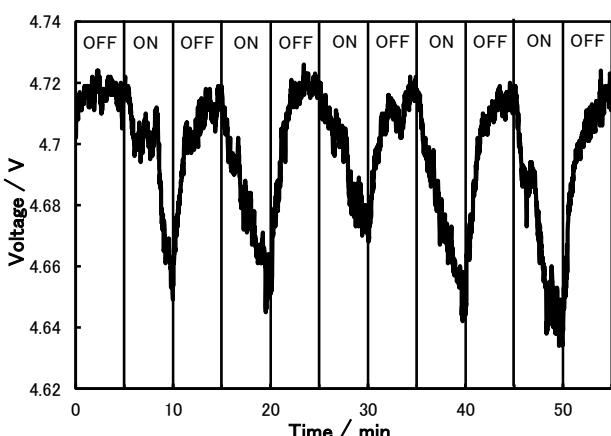


図 4.  $\text{CuO}$  焼結体( $900^\circ\text{C}$ )の光伝導性