

伸縮性・抵抗変化型導電ペースト(グラファイト系)

- ◎体積抵抗率 $30\Omega\cdot\text{平方cm}$
長さ2cm、幅3mm、厚み0.2mmで $3\text{k}\Omega$ 程度
- ※. 粘度 3~5PS
(インクジェット不可、
ティスペンサー or スクリーン印刷用です)
- ※. 樹脂シートに密着性があります。
- ※. 抵抗変化率は3倍程度、負性抵抗特性あり。
- ※. 現状の最大使用温度は、 120°C
- ※. 抵抗変化型センサー、接触性センサー
等が用途です

有償でサンプル供給が可能です

弊社の実験の動画イメージ ⇒ YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=-VNF2261ceE>

<https://www.youtube.com/watch?v=3EhBwytVKzo>

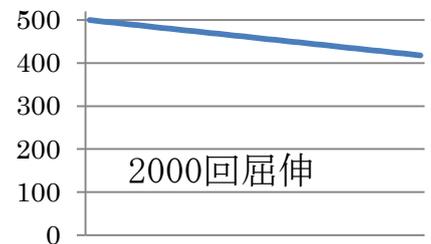
<https://www.youtube.com/watch?v=bfwPqeXODws>

●グラファイト系材料を使用するメリット

ナノ金属系・カーボンナノチューブ(以下CNT)系・カーボン微粒子系等の
導電性インク・ペースト材は

1. 高性能化が期待できるが、加工・製造法が高価であり材料価格が安価になり難い。
2. 炭素繊維の副産物として大量に生成されるグラファイト系粉末が導電材料になれば安価なペーストが可能である。
3. 弊社はグラファイト系繊維に長尺CNTが巻付いた基本構造とする導電性ペーストを開発した。
4. 連続的な伸び縮みに対し両者が絡み合った状態で可動することで伸縮性導体機能を維持する。この時、伸縮によってグラファイト系繊維部分の接触性が変化し、これが抵抗変化につながる。
5. 主要な導電機能はグラファイト系繊維が分担し、CNTは少量で済む。

相対抵抗値



伸縮性・抵抗変化型

心拍モニタ表示

伸縮ペースト抵抗変化。

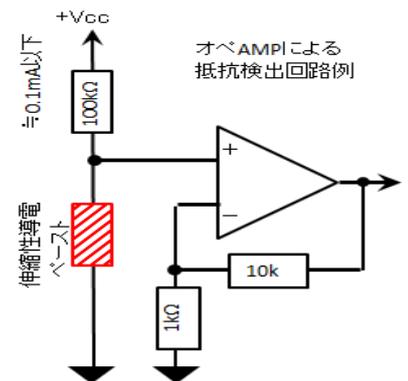
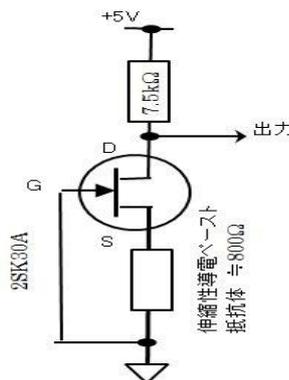
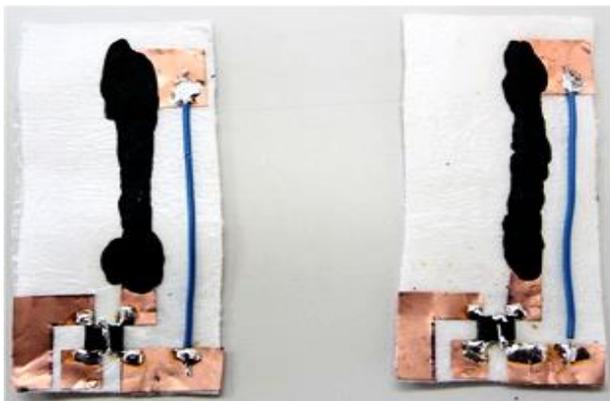
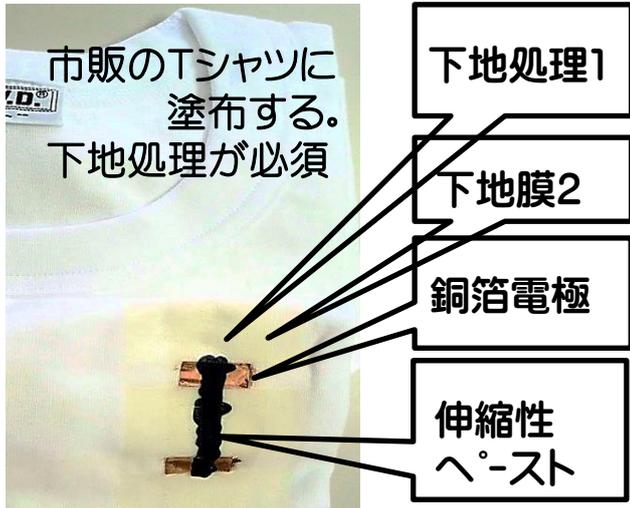
布に塗布した屈曲センサー



弊社の導電性ペーストは、カーボンの1種であるグラファイト系の比較的長い繊維状のものと、CNTを添加して構成しています。カーボンブラック系のみでは $10\Omega\text{cm}$ が限界で、CNT系のみでも $20\Omega\text{cm}$ が限界ですが両者を組み合わせることによって、低抵抗化を実現し、 $7\Omega\text{cm}$ 程度を得ています。添加量の工夫で $1\Omega\text{cm}$ も可能ですが、この場合ペーストと言うより、「味噌」のようになり、密着強度が著しく低下します。

2 布系素材への塗布

- 導電性ペーストを衣類に塗布し、伸縮性屈曲センサーに応用してみる
- i. 布素材の凹凸面に伸縮性下地処理をし、緩やかな平面を作製する
 - ii. 導電性ペーストを保持する薄い膜(25 μ m程度)を形成する
 - iii. 電極(銅箔テープ)を貼りつける
 - iv. 伸縮性導電ペーストを塗布し、加熱硬化後に、センサーとする。
 - v. **布素材の屈曲によっても、伸縮性導電ペーストが剥げ落ちない**

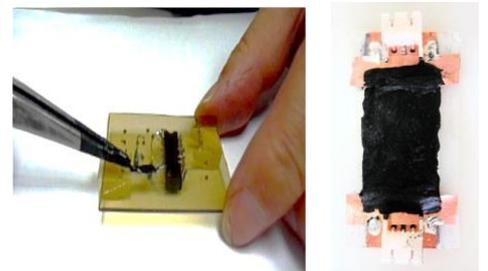


弊社の実験の動画イメージ ⇒ YouTube
<https://www.youtube.com/watch?v=bfwPqeXODws>

- 電池やBluetooth等のインターフェイスは今後の課題とする
- 洗濯などには耐性がない。
- 振動検出／温度検出／曲げ量検出としてのセンサー感度等の補正は ⇒ マイコン処理手法を要検討

3 回路接続用 配線・発熱抵抗体

1. 体積抵抗率が数 Ω ・平方cmも製作出来ますが密着性が悪く、硬化後の抵抗体の伸縮性も低下します
2. 回路配線には、配線抵抗が比較的高くても良い用途(電流の小さい回路)には使用可能です
3. 発熱抵抗体用も可能ですが、24V以下電流の少ない場合のみです。

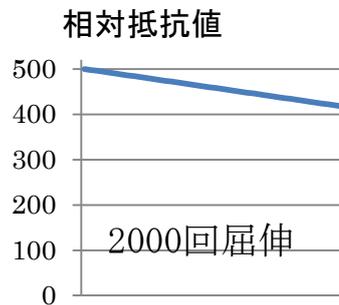


4 心拍センシング

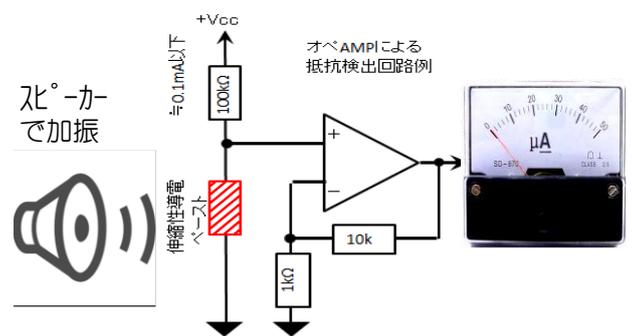
- i. 従来のPZT型等は、鉛を含み人体表面に接触する部品として使用できない。
- ii. 炭素系材料を主体にした「塗布型・伸縮性導電性ペースト」であれば、簡便な塗布印刷法で製作可能で、且つ扱いやすい。
- iii. ストレッチャブル導電性ペーストを考え、樹脂シート等に塗付して100℃程度で硬化することで、伸縮に応答する「伸縮性抵抗変化型センサー」を実現します。
- iv. これによって、樹脂シートなどに作成したセンサー部分は1~3日間使用後に「使い捨て」が可能で、汗やその他の汚れによる衛生的な忌避感を持たなくて使用できます。
- v. センサー信号の処理回路をPICマイコン等で工夫することによって、心拍(数Hzの変化)・呼吸(3~6秒の変化)・体温を各々分離し、計測可能である。
- vi. 簡単な印刷でセンサーを作成でき、電気的接続性も塗布面と電極との面接触で可能で、他の電気的な接着剤を必要としない。
- vii. 簡単なアナログ回路で、抵抗変化を電圧変化として取り出せる
- viii. 計測部や無線伝送系等は、恒久的な電子回路で構成し、センサー部とは簡単なコネクタ構造で接続する。電源は、薄型リチウム電池CR2032等を使用する。
- ix. Bluetooth等のインターフェース経由でスマートフォンと連携し「心拍・呼吸」体温等の連続モニターが必要な時の、医療管理に適用できる。



伸縮で抵抗が変わる

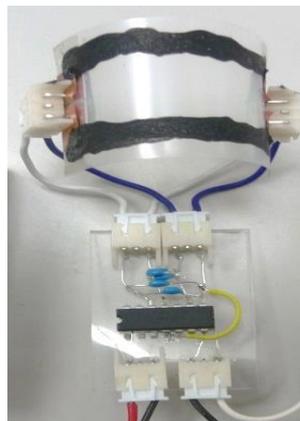
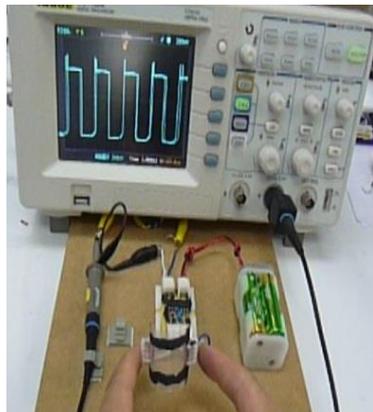


心拍センサー実験機

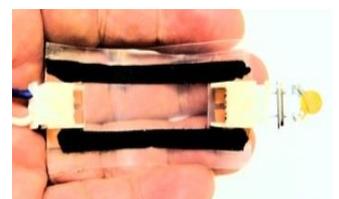


5 弊社の伸縮性・導電性ペーストの事例

伸縮性センサーと発振回路の例



加熱用抵抗体



発振回路の一部に使用し、伸縮による周波数可変が可能です。

グラファイト(炭素系)伸縮性・導電性ペースト

●弊社の伸縮性導電性ペースト表面状態

カーボンナノチューブとグラファイト系繊維を組合わせたハイブリッド系の伸縮性導電ペーストに属する。もっとも安価に製造できる構成の一つと考えている。伸縮性は30%程度である。

この基本構造材を伸縮性樹脂に混ぜペースト状にした。伸縮によってグラファイト系繊維同士が滑りながら接触し、周囲に絡まったカーボンナノチューブが導電性を維持する。この構造は導電性をカーボンナノチューブに大きく依存しないで済み、製造時の体積抵抗率調整範囲(0.5Ωcm~500Ωcm程度)を広く取れる特徴がある。また、構造的に温度依存性~ $-1\%/^{\circ}\text{C}$ も併せ持つ。

現在、サンプル供給可能であるが、長期的な電気特性の把握を行っている。

i. 特性把握 : グラファイト材の最適化とCNT材の混合比の最適化
バインダー量と伸縮性・接着性の評価

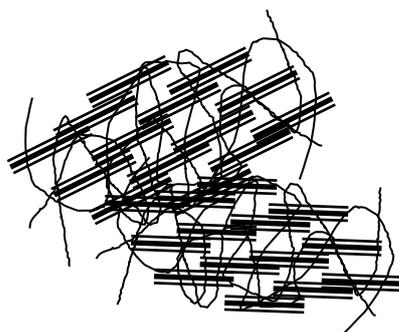
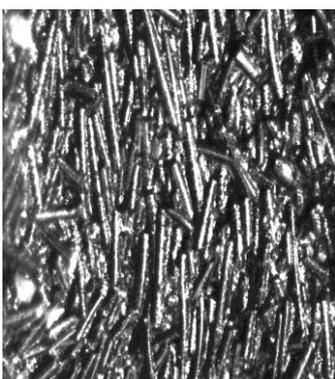
ii. 長期安定度 : 保存期間・保存温度による使用性の変化

iii. 信頼性試験 : 伸縮回数、周囲温度、周囲湿度、計測回路 等

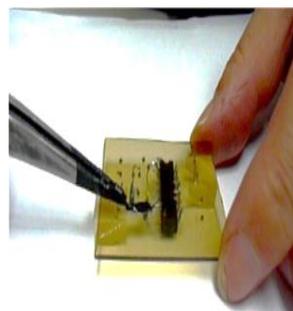
密閉容器内で保存した場合、6カ月程度は使用可能である。バインダー樹脂のプリ硬化80°Cで10分程度で抵抗値が90%安定する。

その後、25°Cで自然放置24時間程度で硬化完了。

塗付使用の注意として、接続の電気特性を良くする為、被塗布面は不要な油膜・酸化物・有機膜等をアルコール掃除後にUV洗浄等で表面活性化が必須である。ペーストはインクジェット不可、ディスペンサーやスクリーン印刷塗布に適する。



構造イメージ



伸縮で抵抗が変わる



iv. ペーストの性質上、液状で0.2mm以上の厚めに塗ってください。

v. 被塗布面は、ほとんどの金属・樹脂に可能ですが、すべてを試していません。

vi. 希釈・洗浄剤はIPAになります。

vii. 使用時に付着した、ペーストはIPAで洗浄・除去が可能です。

i. 保存温度10°C以下、冷暗所に保管してください

ii. 容器は必ず密閉保存してください。空気に触れていると硬化が始まります。

※. 密閉容器内で保存した場合、6カ月程度は使用可能です