

軽い薄い透明、手作り電子デバイスの教材開発



実施担当者 長野県松本工業高等学校
教諭 若狭 信次

1 はじめに

工業高校における電子系の学科では、プログラミングや制御に関する項目の実習に重点が置かれているため、授業等や身の周りで使われている電子デバイスの原理、仕組みに対して不勉強な部分が多い。例えば、抵抗膜式タッチパネルと液晶パネルを用いて、マイコンで制御する方法は、主として「プログラミング」で完成させることができる。しかしながら、抵抗膜式タッチパネルや液晶パネルの原理・構造を知っている（知ろうとする）生徒は少ない。そのため、制御方法や活用方法に独創性が無く画一的な「ものづくり」になっている。

- (1) 厳選した材料を揃えて研究すれば、液晶パネル・タッチパネル・無機EL・有機太陽電池等の電子デバイスを高校の実習室で製作することが可能になる。
- (2) そのようなデバイスを自作することで原理や構造が理解でき、それによって制御する考え方、プログラミングにも広がりが見られる。
- (3) ハードウェア・ソフトウェアの両方を自作することによって、「ものづくり」の楽しさを伝えることができる。

2 研究方法

2-1 液晶ディスプレイ

プラスチック製の偏光板（市販品）と液晶物質（4-Cyano-4'-pentylbiphenyl）を組み合わせることで、簡便な液晶ディスプレイを作ることができる。

製作方法としては、市販の導電性ガラスにポリイミドの配向膜を塗り、乾燥後にベルベット布でラビング（rubbing）処理をすると、配向膜に一定方向の溝を刻むことができ、そこに液晶分子が溝に沿って並ぶ。溝の向きをちょうど 90° 回転させた 2 枚の配向膜付きガラスで液晶を挟むと、液晶分子は 90° ねじれて配列される。2 枚のガラスの間隔を保つことができるようにスペーサーを入れる。液晶ディスプレイにあたる外からの光は、液晶分子の隙間に沿って進むが、 90° ねじれているため、光は 90° ねじれて通過する。交流電圧を加えることで全ての液晶分子は垂直方向に並びを変え、光は直進する。2 枚の偏光板を直交させて、ねじれた液晶に挟み、ガラスの導電部分に交流電圧を加えることで液晶ディスプレイができた。



写真1 配向膜の塗布

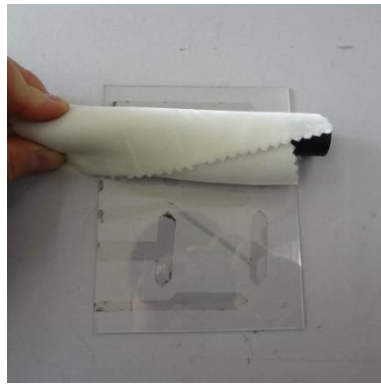


写真2 ラビング処理

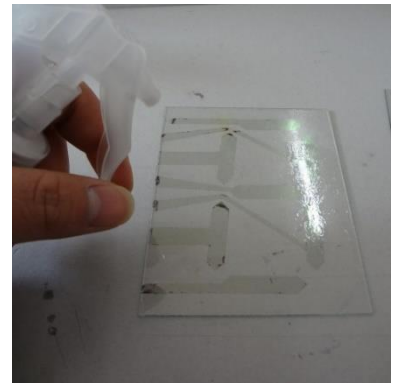


写真3 スペースナー散布

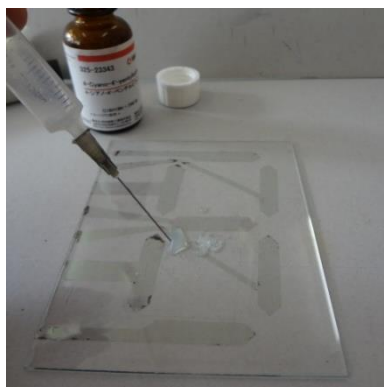


写真4 液晶試薬を注入

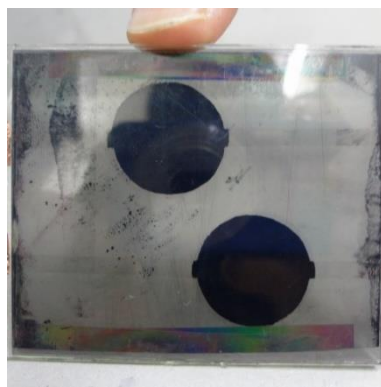


写真5 ON

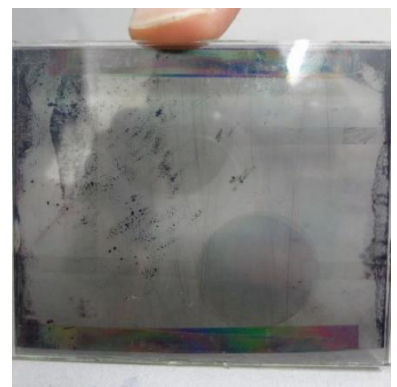


写真6 OFF

2-2 無機EL

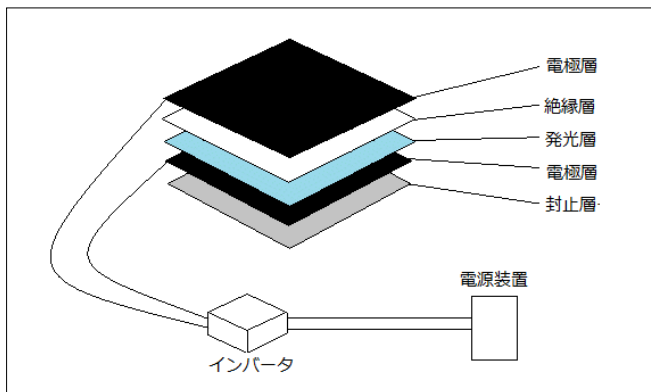


図1 無機ELの構造

図1のように単純な構造である。透明電極 (ITO/PET) の上に、発光層+絶縁層+電極層のように薄膜の3層で形成されている。

発光層は、ZnSを主体としたものであり、これが電圧を加えることによって発光する。絶縁層は、BaTiO₃を主体としたものである。今回、電極層は黒鉛ペーストを用いた。

透明電極と上部の電極に交流100~250Vの電圧を加えると電子の振動によって、発光体部分が光る仕組みである。市販のインバータを使用すれば、乾電池2本(3V)で名刺サイズ程度の面積を持つ無機ELを光らせることができた。細長くしたり、小さな四角や丸の形を配置すれば、総面積が大きくなり、明るく発光させることができた。製作後は、ラミネート処理をした方が空気中の水分等で侵されることも減り、長く使用することができた。

それぞれの層は、市販のペーストを用いて塗布・乾燥をすれば製作可能であるが、それぞれでできるだけ調整することを試みた。

写真7の細かく刻んだフッ素ゴムと、エチルセロソルブアセテート、ブチルセロソルブの試薬を容器に入れてよく混ぜ、1日ほど放置するという方法で製作した。それぞれの割合については、ここでは割愛するが、写真8のようなバインダペーストを調整できた。そこに、蛍光体粉末・誘電体粉末を適量加え、蛍光体ペースト・誘電体ペーストを作った。この割合についても、何度も試作し塗布しやすいものを作った。



写真7 バインダ材料



写真8 バインダ



写真9 粘度調整



写真10 ITO/PET フィルム



写真11 光っている様子

2-3 タッチパネル

写真12のように、導電性ガラスと導電性PETフィルムを用意して、それぞれ導電面の両サイドに5mm程度の幅で銀ペーストを塗布し、120°C30分乾燥させた。



写真12 導電性フィルムとガラス



写真13 タッチパネル

導電性ガラスには、とても小さな絶縁体のスペーサーが約2mm間隔で付いている。フィルムとガラスの導電面同士を向かい合わせにして両面テープで貼り付けた。写真13のように4箇所から電極を取り出し、マイコンと接続してタッチパネルが押された場所を認識できるようにした。

2-4 その他

他にも、透明・薄いから、「色素増感太陽電池」や再帰性反射材を使った「透明人間」の研究も実施した。今までのノウハウを生かし、今回の助成金で購入した材料で更に進化させ、興味を持って取り組める教材になった。

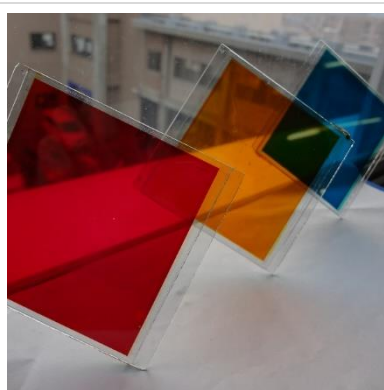


写真14 色素増感太陽電池

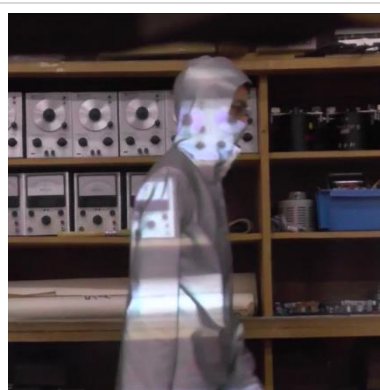


写真15 透明人間

3 まとめ

「軽くて薄いもの」、「軽くて透明なもの」、「透明で薄いもの」、というような感じで該当するデバイスを考えた。1つ1つの構造を理解して、製作方法についてはあまり公開していないものが多く、生徒との共同研究でなければ最後まで続けることが難しかったと思う。

今後は、手作りデバイスとマイコンとの接続を重視し、わかりやすい・使いやすい教材づくりを心がけるようにしたい。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団の科学教育振興助成のご支援をいただきました。感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 荒川裕則、「色素増感太陽電池の最新技術Ⅱ」、シーエムシー出版
- (2) 若狭信次、「色素増感太陽電池を作ろう」、パワー社
- (3) 日本セラミックス協会、「発光・照明材料」、日刊工業新聞社

以上