

物理システム工学科3年次「物性工学概論」第11回、2006.7.04 配付資料

佐藤勝昭教官(副学長)専門分野:固体物理学

第11回有機エレクトロニクスとディスプレイ

Web: <http://www.tuat.ac.jp/~katsuaki/> E-mail: satokats@cc.tuat.ac.jp Office Hour: 火曜日昼休み
(4-514室 Tel:7120) 府中:内線 5533

第10回の復習

- 光ディスクの原理について学んだ。

第11回の内容

ディスプレイのいろいろ

自発光型

- ブラウン管(CRT=cathode ray tube): CL
- プラズマディスプレイ(PDP=plasma display panel): PL
- 無機EL (Inorganic electroluminescence): EL
- 電界放出ディスプレイ(FED=field emission display): CL
- 有機EL (OLED=organic light emitting diode): EL

光制御型

- 液晶ディスプレイ(LCD=liquid crystal display)

有機化合物とは

- 有機化合物: 炭素Cを構成元素とする物質(ダイヤモンド、グラファイト、 CO_2 、CO、炭素塩、シアン化合物を除く。)
 - Cのみ: フラーレン(C_{60} など)、カーボンナノチューブなど
 - 基本となるのは、炭化水素といわれるCとHのみから合成される化学物質で、Cの数とHの数の組み合わせで、多くの物質ができています。
 - また、炭化水素の水素が他の元素と置換したり、OやN、Cl、重金属などと結びつくことで、いろいろな有機化合物に変化していく。
- Cが特別な位置を占めている理由:
 - Cのみがお互いにどんどん結合しあって、大きな化合物を作ることができるから
 - 他の元素、例えば酸素や窒素では3~4個ほどつながると不安定になり、大きな化合物にならない。
 - Cは4本の腕を持ち、単結合、二重結合、三重結合といったバリエーション豊かな結合様式を持つことも理由に挙げられる。
 - 既知の化合物の8割以上は有機化合物に分類される。
 - 有機化合物のほとんどは分子として存在し、融点や沸点が低い。

有機化合物の分類

- **飽和化合物**: 炭素原子間に単結合のみを持つ有機化合物
- **不飽和化合物**: 炭素原子間に二重結合や三重結合を含む化合物
- **環式化合物**: 炭素原子が輪を作る化合物
 - **鎖式化合物(脂肪族化合物)**: 炭素原子が輪を作らない化合物
 - **環式化合物**: ベンゼン環を含む**芳香族化合物**と含まない**脂環式化合物**に分類

		飽和化合物	不飽和化合物
鎖式化合物	脂肪族化合物	例: CH_4 メタン	例: C_2H_4 エチレン
	脂環式化合物	例: C_6H_{12} シクロヘキサン	例: C_6H_{10} シクロヘキセン
環式化合物	芳香族化合物	存在しない	例: C_6H_6 ベンゼン

高分子(polymer)とは

高分子とは

モノマーと呼ばれる低分子化合物が多数重合してできた繰り返し構造をもつ分子量の大きい化合物

高分子の特徴

- 1 融点が高くなる
- 2 溶剤に溶けにくくなる
- 3 化学反応が起こりにくくなる
- 4 外力が加わっても壊れにくくなる
- 5 溶液または溶融した時の粘度が高くなる

機能性高分子

- エレクトロニクス、フォトニクス、バイオなどの分野の機能性を与えた高分子
- エレクトロニクスに用いられる高分子化合物
 - フォトレジスト: 半導体、磁性体の微細加工用
 - 保護材料: 光ディスク、半導体の封止
 - 基板材料: 光ディスク、磁気テープ
 - 絶縁材料: 回路、配線の絶縁
 - 液晶ディスプレイ材料
 - 有機EL材料

液晶ディスプレイ

- 液晶を光スイッチとして使用
- 直交偏光板ではさんだ液晶内での偏光の伝搬
- 電界印加により液晶分子の配向を制御
- TFT(薄膜トランジスタで各画素のRGBを個別に選択制御): アモルファスSiから多結晶Siへ
- 利点: 薄型、省電力、高精細度、ちらつきがない
- 欠点: 視角依存性、バックライト必要、大画面に問題

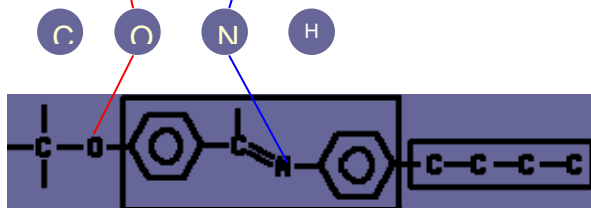
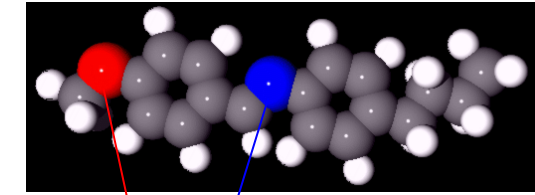
液晶

液晶は、液体と固体の中間的物質

○1888年:液晶を発見:ライニツァー(オーストリアの植物学者)

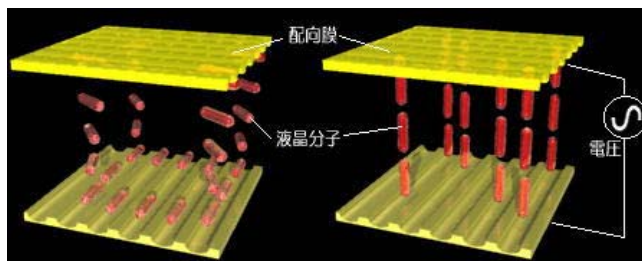
○「液晶」とは、固体と液体の間にある物質の状態(イカの墨や石鹼水など)を指す。

○液晶の理学は1968年頃、フランスの物理学者de Gennesによって確立された。



液晶のディスプレイへの応用

- ディスプレイへの応用:1963年ウィリアムズ(RCA社)、液晶に電気的な刺激を与えると、光の透過が変わることを発見。
- 1968年:ハイルマイヤーら(RCA)、この性質を応用した表示装置を試作→液晶ディスプレイの始まり。
ディスプレイの材料としては不安定で商用として問題あり
- 1973年:シャープより電卓(EL-805)の表示として世界で初めてLCDを応用。
- 1976年:グレイ教授(英国ハル大学)が安定な液晶材料(ビフェニル系)を発見。



液晶分子の配向と電界制御

- 液晶分子の配向
 - 配向剤を塗布、ラビング。分子をラビング方向に配列
- 電界による配向制御(液晶分子は電気双極子)

液晶ディスプレイの構造

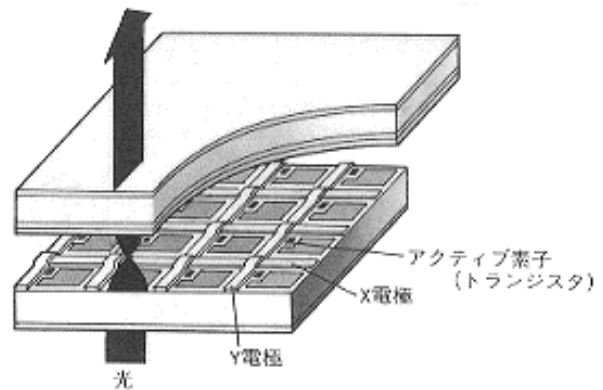
カラー液晶ディスプレイの構造は、構成要素が層状になっている。

- 1-偏光フィルター:偏光を選択する。
- 2-ガラス基板:電極部からの電気がほかの部分に漏れないようにする。
- 3-透明電極:液晶ディスプレイを駆動するための電極。表示の妨げにならないよう透明度の高い材料を使う。
- 4-配向膜:液晶の分子を一定方向に並べるための膜。
- 5-液晶:ネマティック液晶
- 6-スペーサー:液晶をはさむ2枚のガラス基板間のスペースを均一に確保。
- 7-カラーフィルター:白色光からR,G,Bを選択。

アクティブ・マトリクス

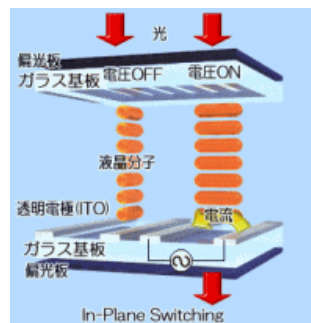
- X電極が、各画素に付いたアクティブ素子をON/OFFする。
- ON状態にあるアクティブ素子は、そのままの電圧を保ち、Y電極と通じることができる。
- Y電極に電圧をかけ、ON状態にある目的の画素を点灯させる。

TFTアクティブマトリクスLCD



新しい液晶によるスイッチング

- IPS (in-plane switching)
面内でスイッチすることで視野角依存性を減らす



解決すべき問題

- コストの低減
 - アクティブマトリックス
 - 大面積ガラス
- 色再現性の向上(CRTに比し不満足)
- 応答速度の改善(現在のものは25-40ms)
- 消費電力の低減(平面・高輝度光源の開発要)
- 大面積化の課題(40型以上の大型化)

有機ELディスプレイ

(海外では有機発光ダイオード**OLED**という)

有機物質のみでできた発光ダイオード

利点

- 自発光なので低消費電力(液晶の場合は光源の光の15%程度しか利用しない)
- 光制御を使わないので視野角に依存しない。
- フレキシブル基板を使うことが可能

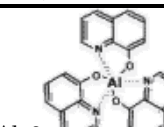

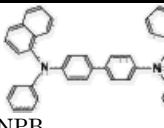
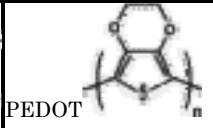
課題

- 赤の発光効率が低い
- 高分子有機ELの寿命が短い
- 液晶と同じプロセスを使うと高コスト

実用段階に入ったOLED

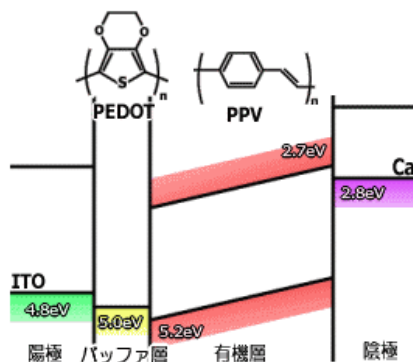
- サムスは2005年5月低分子OLEDを用いた40型ディスプレイを発表

有機EL材料

	低分子 昇華蒸着 大型化困難	高分子 塗布、コート 大型フレキシブル可能
電子輸送層		
発光層	Alq3	PPV
ホール輸送層		
	NPB	PEDOT

有機ELの電子構造

- キャリアはホッピングしながら移動し再結合
- 有機層は数十～数百nmの薄さ。
- バッファ層の導入でホール注入効率を改善
- 陰極金属にCaを使うことで電子注入効率改善

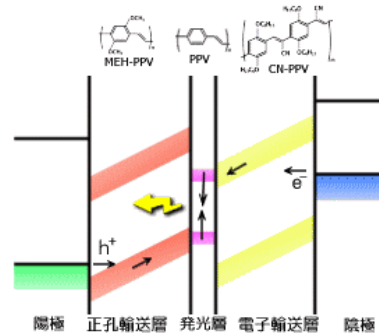


<http://www.nanoelectronics.jp/kaitai/oel/3.htm>

ヘテロ構造有機EL

- 有機層が三つの有機分子の層から構成されていて、順バイアスをかけたときのエネルギー関係は上図のようになっている。正孔を注入する陽極とPPV層の橋渡役をするMEH-PPVは、**正孔輸送層(HTL)**と呼ばれている。一方、電子を注入する陰極とPPV層の橋渡役をするCN-PPVは、**電子輸送層(ETL)**と呼ばれている。また、キャリアが閉じ込められるPPV層で再結合が起こり発光するので、PPV層は**発光層(EML)**と呼ばれている

<http://www.nanoelectronics.jp/kaitai/oel/3.htm>



有機ELディスプレイの構造

- OLEDの構造は、発光層を電子輸送層と正孔輸送層ではさんだサンドウィッチ構造となっている。

発光効率の改善:3重項からの燐光利用

- LUMO(1重項)→HOMO(1重項):短寿命
- LUMO(3重項)→HOMO(1重項):長寿命

曲げられるディスプレイ

- 大日本印刷は2001年フレキシブル有機EL(単色)を発表した。
- NHKは2003年フレキシブルなフルカラー有機ELディスプレイを発表した。

解決すべき課題

- 長寿命化
- 大面積化
- アクティブマトリクス化

第11回の問題

- 液晶ディスプレイの原理を述べよ。
- 液晶ディスプレイの特定の画素を表示するための選択はどのように行われているのか。

物性工学概論レポート課題

提出期限：7月18日厳守[授業の際か、教員室のポストに](メール添付で教員あて送っても可)

- A. 2006.05.30 第7回半導体[3]光を電気に変える(太陽光発電、光伝導、光センサ、CCD等)
- B. 2006.06.06 第8回光エレクトロニクス[1]レーザー(歴史、原理、特徴、応用)
- C. 2006.06.20 第9回光エレクトロニクス[2]光通信(半導体レーザー、光ファイバ、光増幅器)
- D. 2006.06.27 第10回光エレクトロニクス[3]光ディスク(CD-ROM, CD-R, CD-RW, MO etc)

A, B, C, Dの4つの講義のうち1つの授業を選び、その授業について、以下の4つの課題に答えなさい。

実際に受けた授業について書きなさい。4回のうち1回も出席しなかった人は、WEBサイトにあるパワポおよび配付資料などを参考に答えてください。なお、全課題について全く同じ内容の複数のレポートが見つかった場合、見せた方も見た方も0点とします。

課題1 それまで知らなかったり疑問に思っていたりしていたことで、その授業を聞いてわかったこと、発見したことについて述べなさい。(項目のみでは不可。文章として書くこと)

課題2 その授業テーマの技術の背景になっている物理現象のうちあなたが重要であると思うもの1つをとりあげ、どのような現象であるのか、どのように技術として応用されているのかについて、文系の友人にもわかるように説明しなさい。

課題3 授業を聞いて、物理システム工学科の授業科目(講義・演習・実験を含む、また、3年次後期以降に学ぶ科目を含む)のうちで、どの科目がそのテーマを理解するための基礎となる重要な内容を含んでいると感じましたか。科目名と、なぜその科目が授業で学んだ技術の基礎になると考えたかについて述べなさい。

課題4 授業を聞いて、その回のテーマについて、さらに深く調べてみたいと思ったテーマを1つ選び、書物、論文、インターネットなどを駆使して、1000字程度で紹介しなさい。(その際、出典を明らかにすること。出典が書いてないものは減点します。)