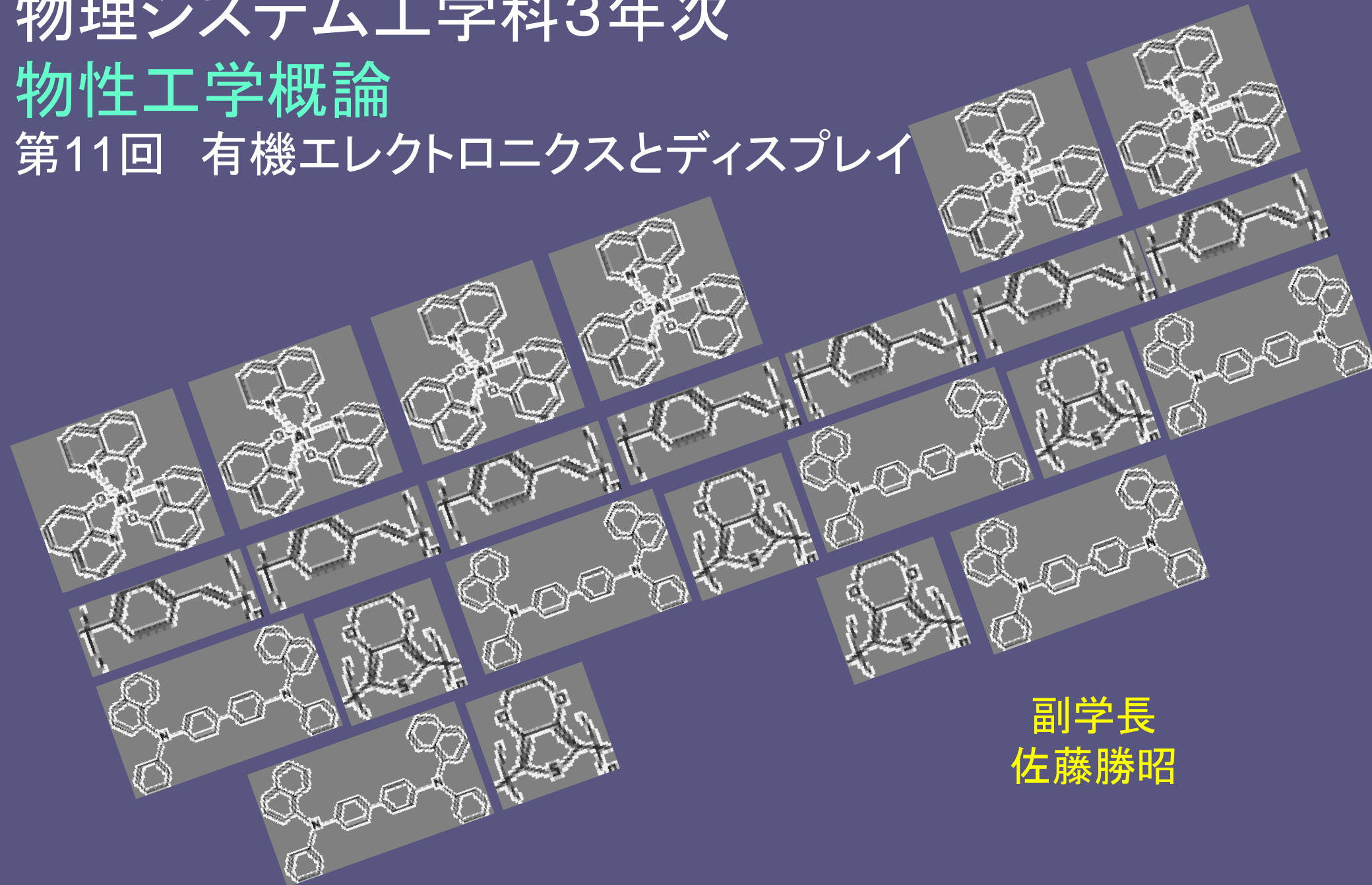


物理システム工学科3年次

物性工学概論

第11回 有機エレクトロニクスとディスプレイ



副学長
佐藤勝昭

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
環式化合物	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
	芳香族化合物	存在しない	例: C_6H_6 ベンゼン

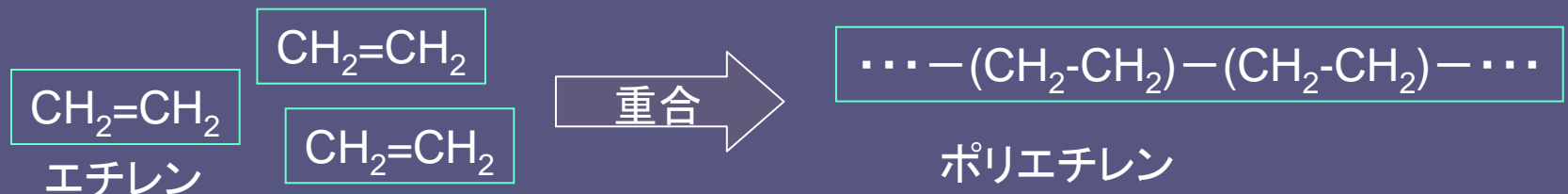
高分子(polymer)とは

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(モノマーと比べて)

- 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



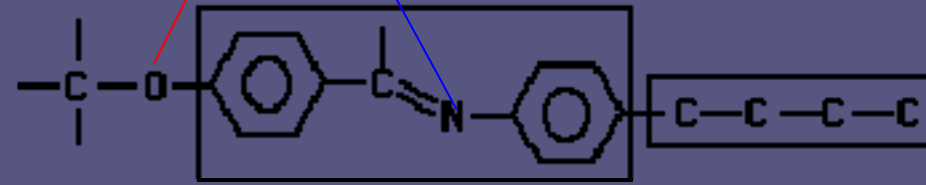
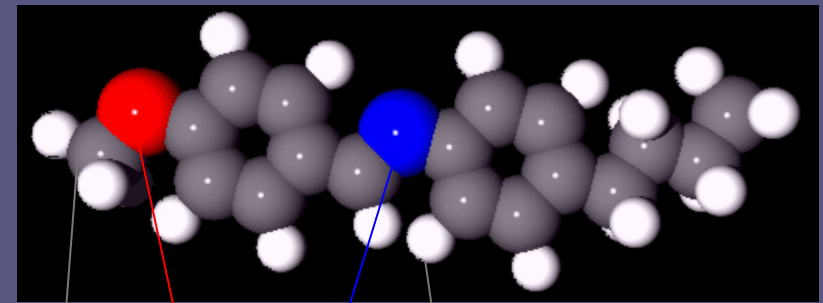
液晶

●液晶は、液体と固体の中間的物質

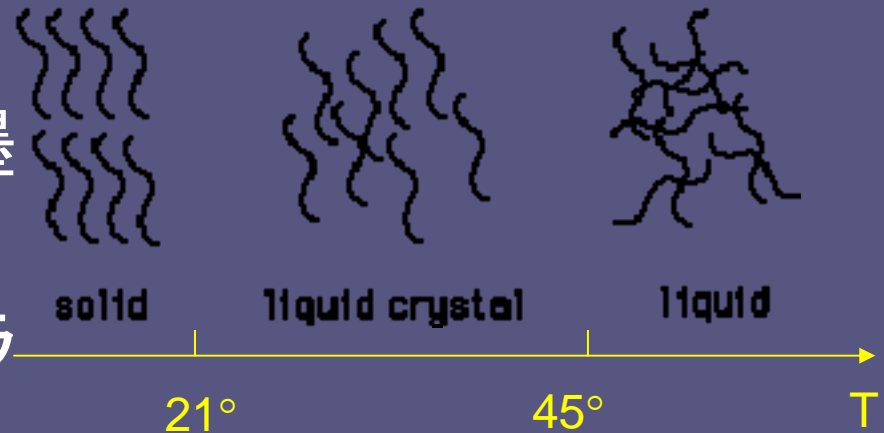
●1888年：液晶を発見：ライニツァー(オーストリアの植物学者)

●「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。



www.chem.wisc.edu/

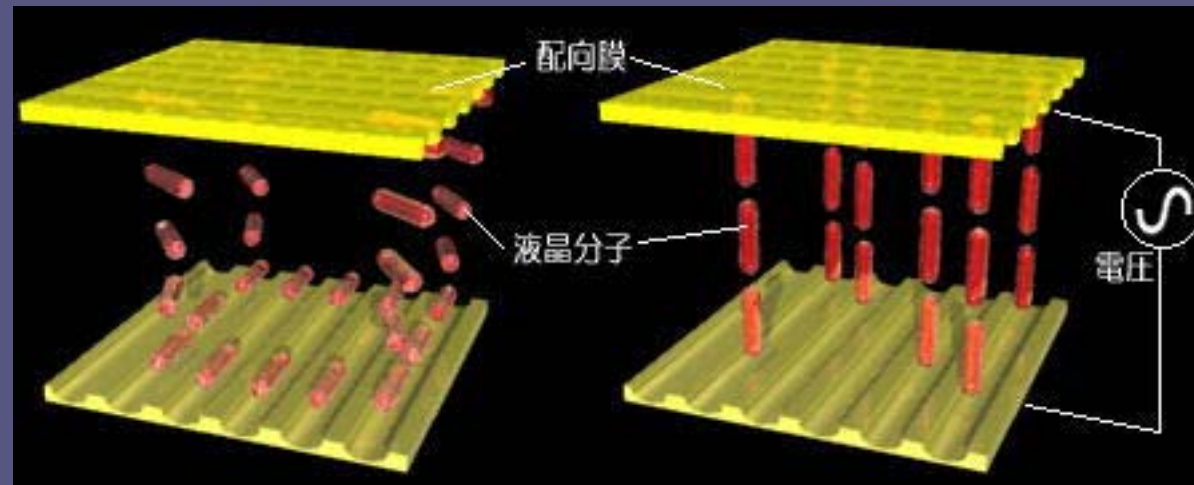


液晶のディスプレイへの応用

- ディスプレイへの応用: 1963年ウィリアムズ(RCA社), 液晶に電氣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(ビフェニール系)を発見。

液晶分子の配向と電界制御

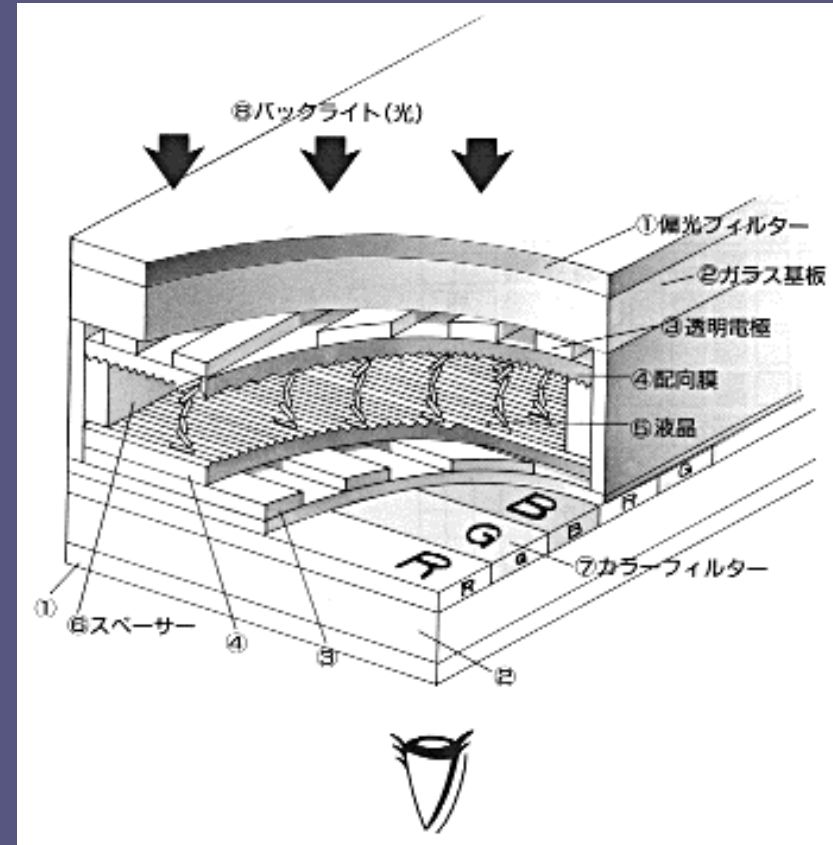
- 液晶分子の配向
 - 配向剤を塗布、ラビング。分子をラビング方向に配列
- 電界による配向制御(液晶分子は電気双極子)



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。

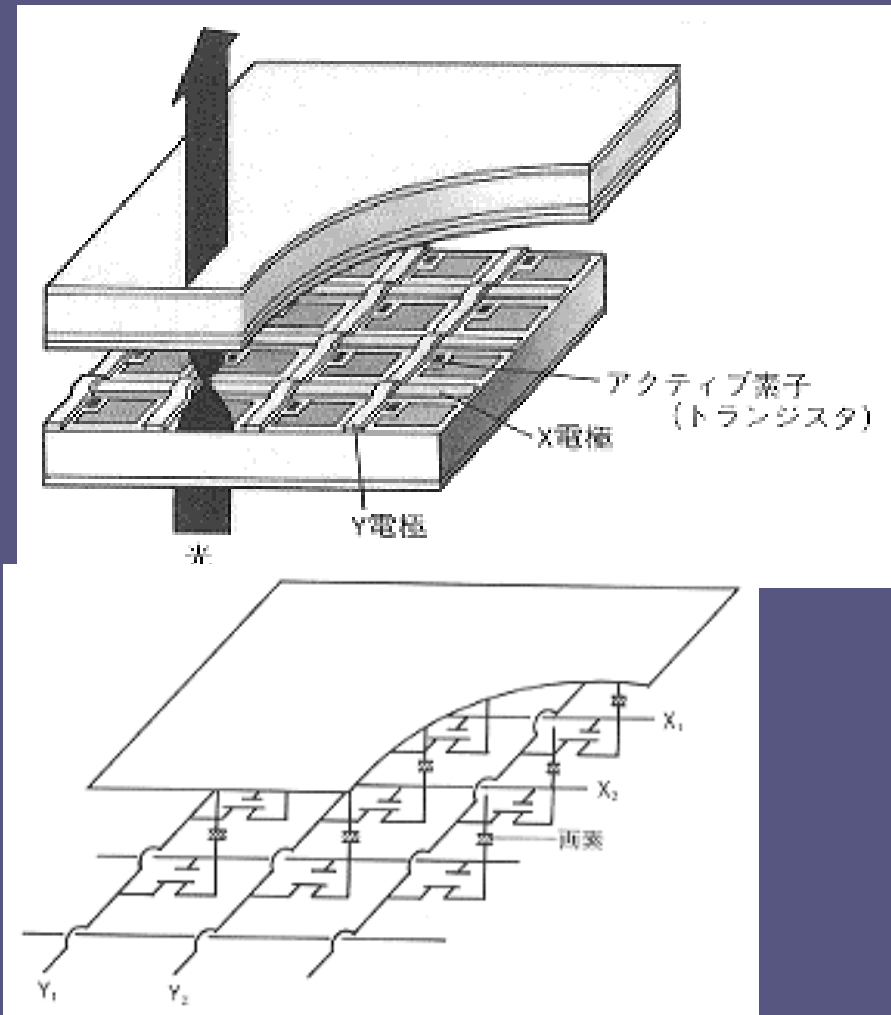
- 1ー偏光フィルター：偏光を選択する。
- 2ーガラス基板：電極部からの電気がほかの部分に漏れないようにする。
- 3ー透明電極：液晶ディスプレイを駆動するための電極。表示の妨げにならないよう透明度の高い材料を使う。
- 4ー配向膜：液晶の分子を一定方向に並べるための膜。
- 5ー液晶：ネマティック液晶
- 6ースペーサー：液晶をはさむ2枚のガラス基板間のスペースを均一に確保。
- 7ーカラーフィルター：白色光からR,G,Bを選択。



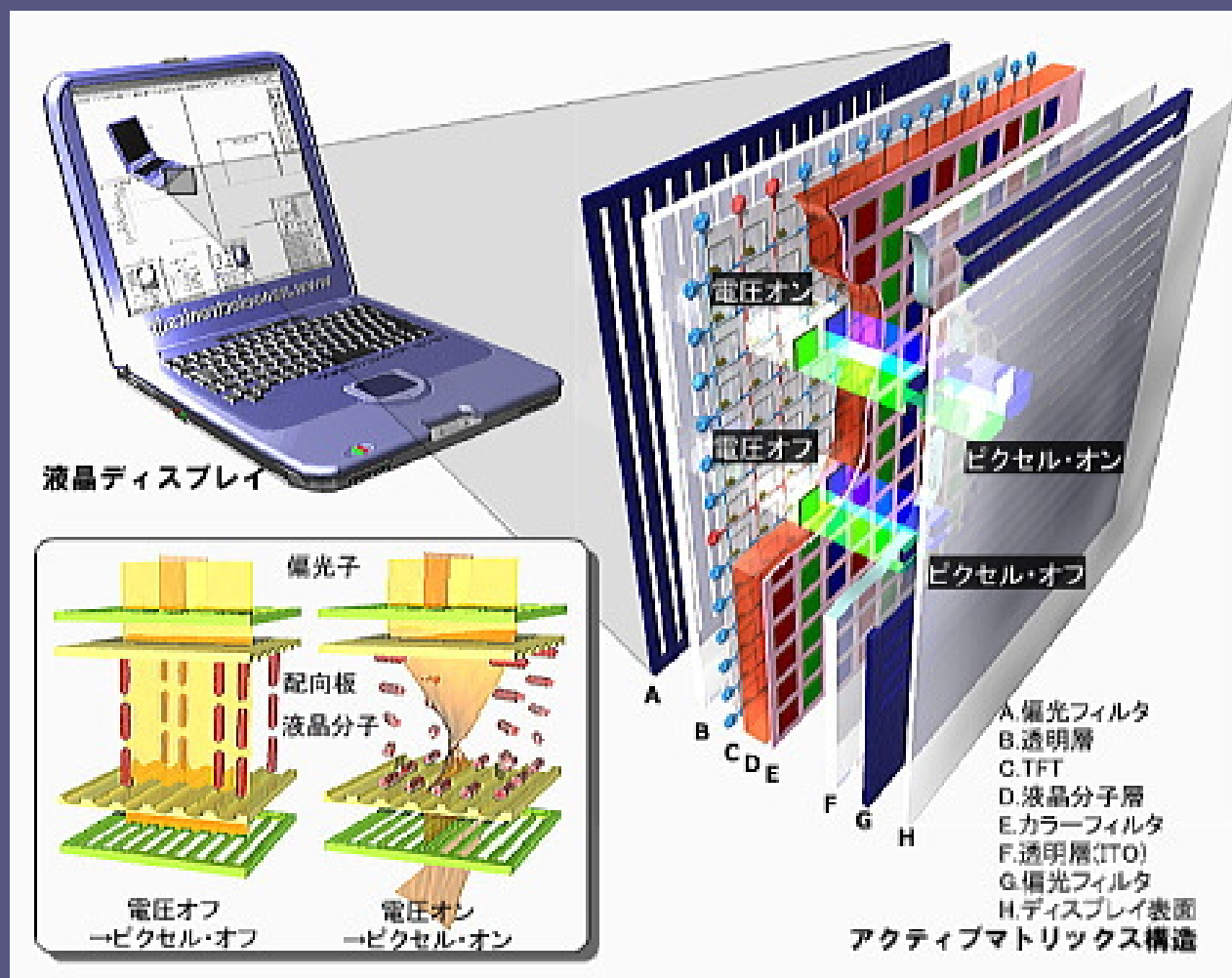
シャープのホームページより
http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2_3.html#2

アクティブ・マトリックス

1. X電極が、各画素に付いたアクティブ素子をON/OFFする。
2. 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。
3. 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。



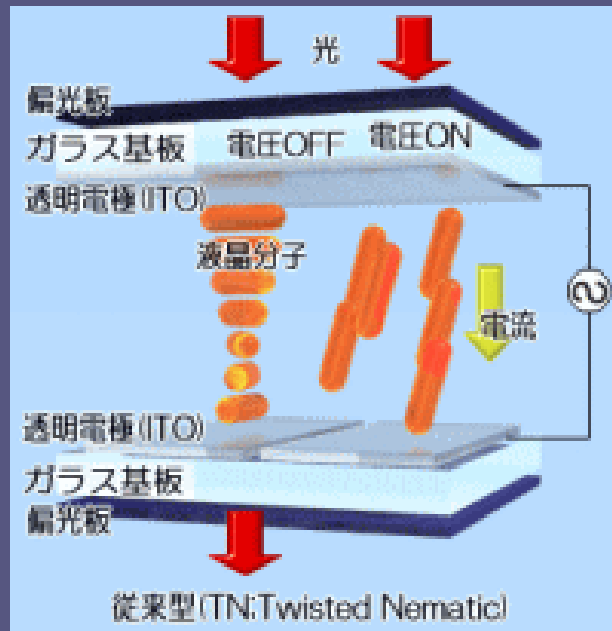
TFTアクティブマトリクスLCD



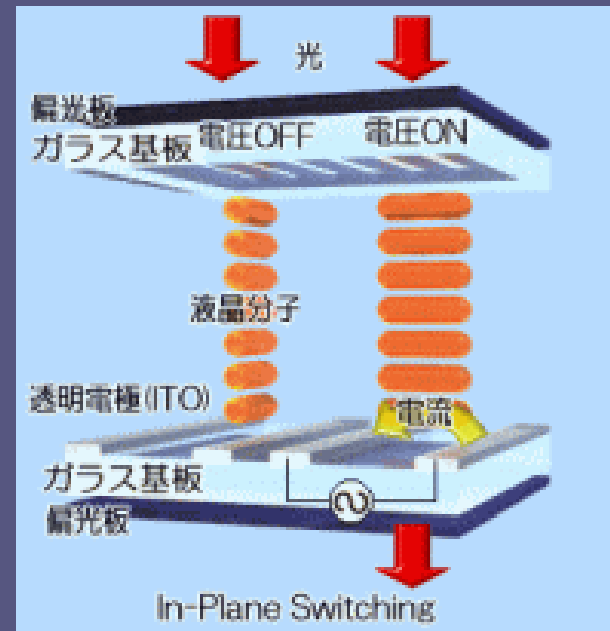
新しい液晶によるスイッチング

- 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

従来型



IPS型



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

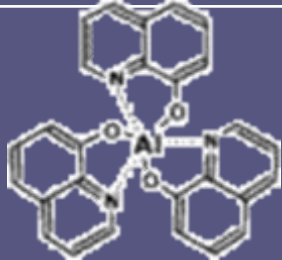
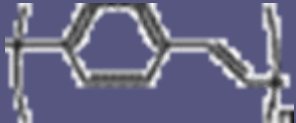
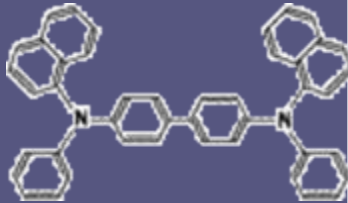

実用段階に入ったOLED

- サムスンは2005年5月低分子OLEDを用いた40型ディスプレイを発表



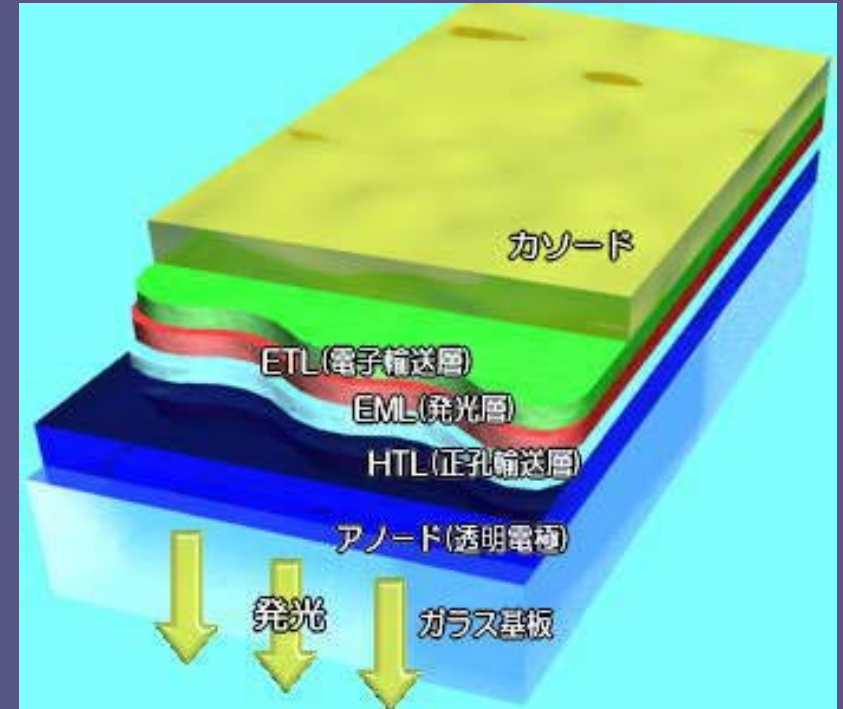
ソニーが2004年9月に
発売した携帯端末クリ
エ

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	Alq3 	PPV 
発光層		
ホール輸送層	NPB 	PEDOT 

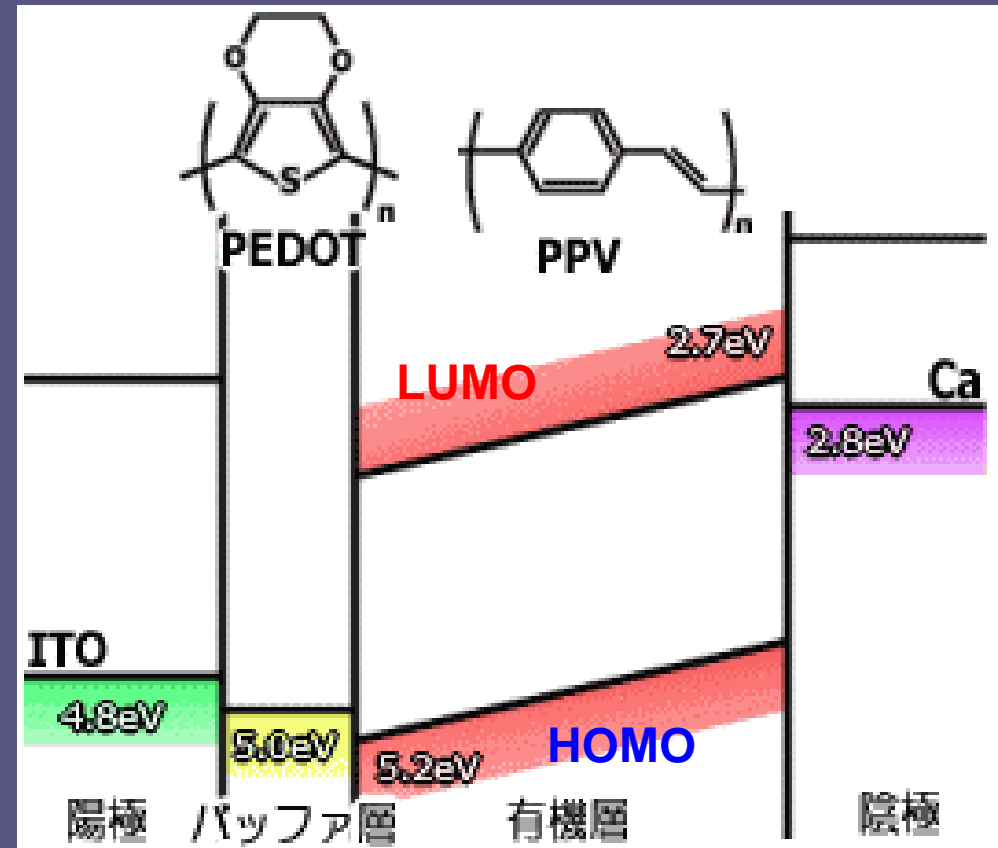
有機ELディスプレイの構造

- 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。



有機ELの電子構造

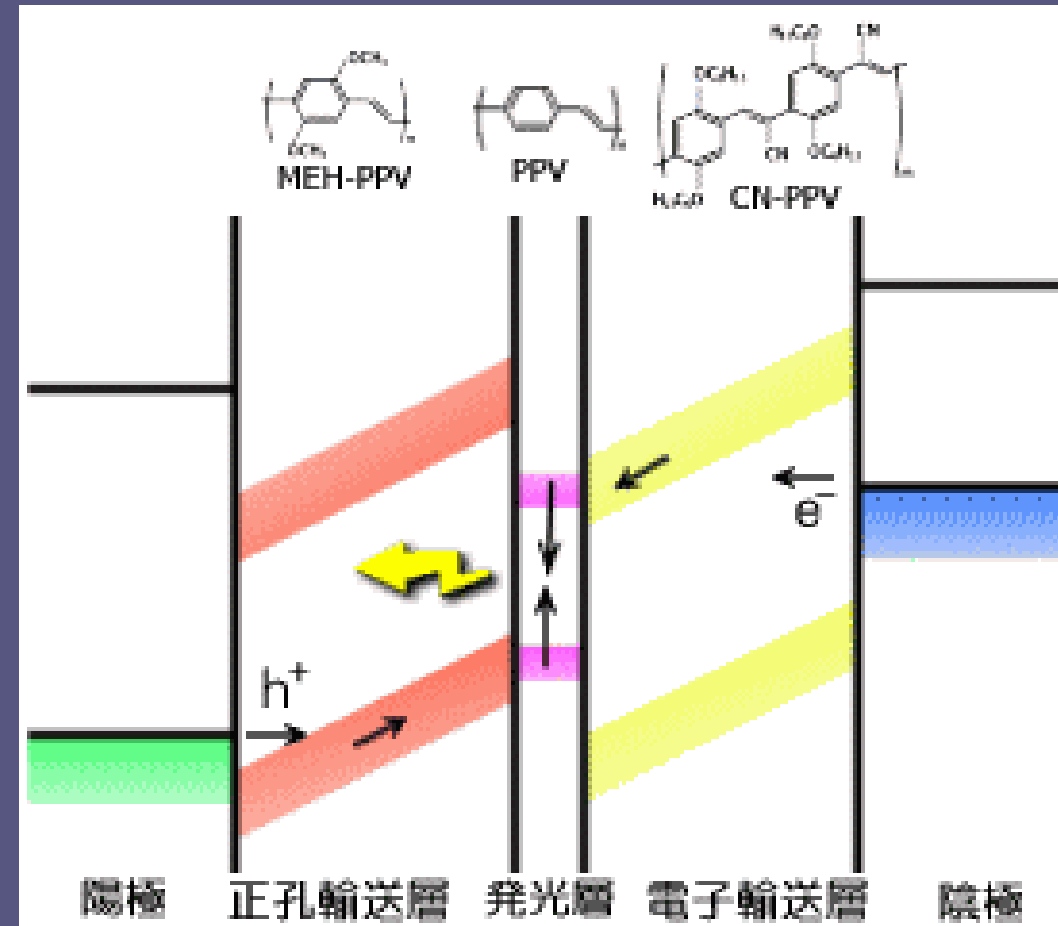
- キャリアはホッピングしながら移動し再結合
- 有機層は数十～数百nmの薄さ。
- バッファ層の導入でホール注入効率を改善
- 陰極金属にCaを使うことで電子注入効率改善



LUMO=lowest unoccupied molecular orbital
HOMO=highest occupied molecular orbital

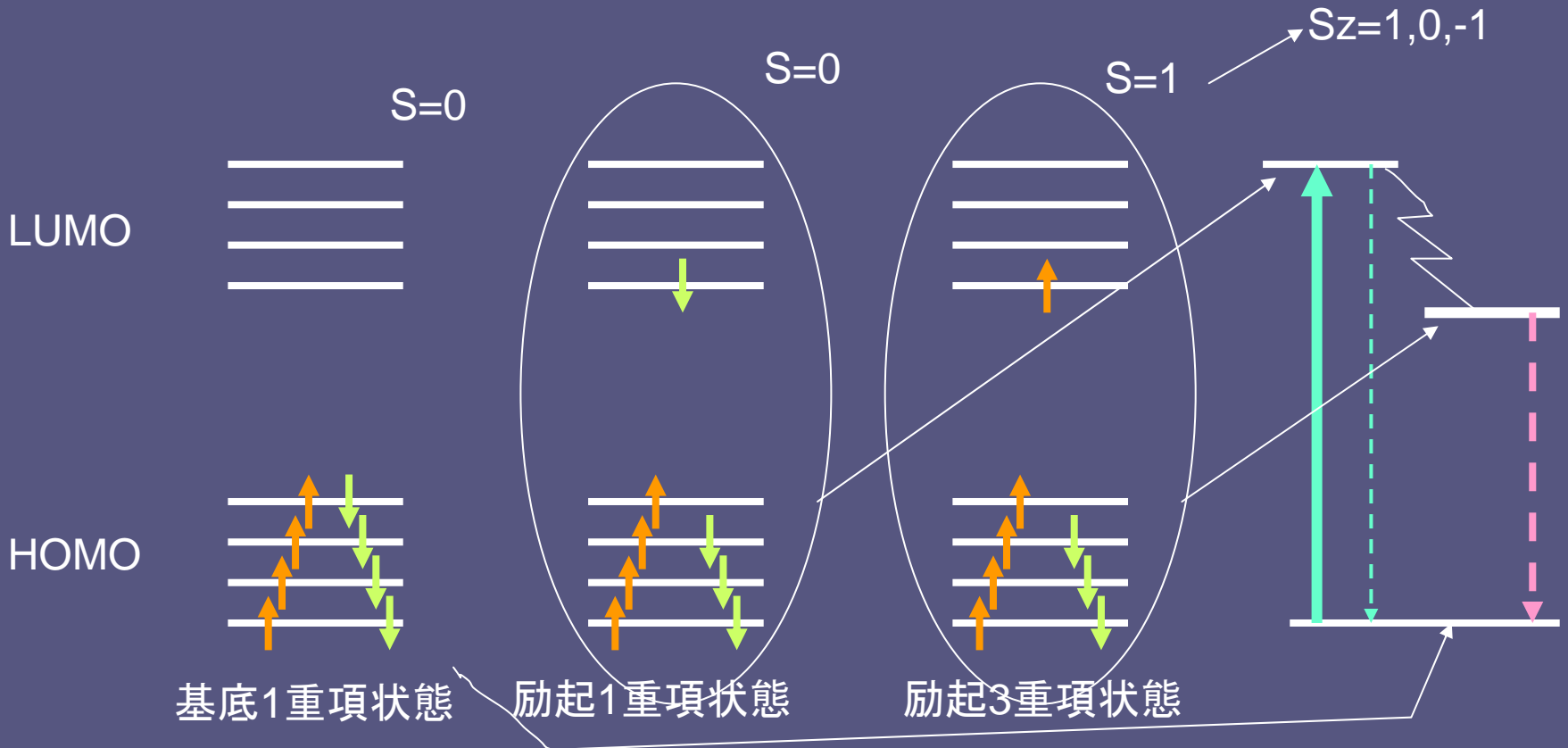
ヘテロ構造有機EL

- 有機層が三つの有機分子の層から構成されていて、順バイアスが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



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。



フレキシブルカラー
有機ELディスプレイの試作品

蛍光灯並みに明るく

山形大・世界最少の消費電力

白色発光の有機EL

山形大学の城戸淳二教授は、松下電工、ケミプロ化成などと共同で、蛍光灯並みの明るさを持った有機EL（エレクトロ・ルミネッセンス）を開発することに成功した。電気を光に変える発光効率が従来の約二倍で、世界最少の消費電力で白色を発光する。省エネで交換の手間が少なくなる次世代照明の実現に大きく近づいたとしている。



山形大などが開発した白色有機EL

開発した白色有機ELの発光効率（単位電力あたりの明るさ）は六十二ルーメン。蛍光灯の七十二ルーメンにはまだ及ばないが、これまで世界最高だった三十ルーメン前後を大幅に塗り替えた。

電流を流すと青色とオレンジ色を発光する層を組み合わせると白色の光を

出すことも可能だ。

次世代照明のほかに表示装置への応用が期待される。液晶ディスプレイに比べて薄型化しやすいからだ。ソニーが薄型テレビに向けて、三菱が本格的に、キヤノンもデジタルカメラ向けに事業化を進める考えを明らかにしている。

を採用。電子の移動速度が大幅に向上し、低い駆動電圧でも発光できるようになった。

白色有機ELは理論上、二百ルーメンの発光効率が実現できるという。同効率は照明の性能を大きく左右し、消費電力に直結する。理論値が実現できれば、蛍

光灯の半分の消費電力で同じ明るさを出せる。蛍光灯の寿命がおよそ一万年なのに対し、白色有機ELは約三万時間。城戸教授らは素子の構造などをより最適化し、今後改良していく。

次世代照明の光源として、白色発光ダイオード（LED）も有力候補で、自動車のヘッドライトなどでの利用が始まっている。ただ、白色LEDは点光源なため、蛍光灯のように部屋全体を明るく照らすことは難しい。白色有機ELだと面発光するため、発光効率を高めていけば、蛍光灯代替として利用できると期待されている。

有機EL

電圧をかけると光を放つ有機物を使った発光素子。基板上に電極のほかに電極のほかも層を重ねた構造をしている。有機物を材料に使用しているため、基板をプラスチックにすると曲

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

本日の問題

- 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。