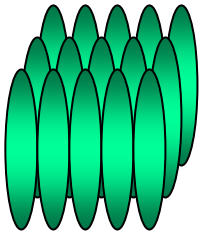
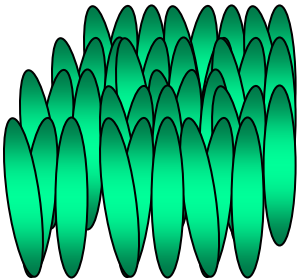
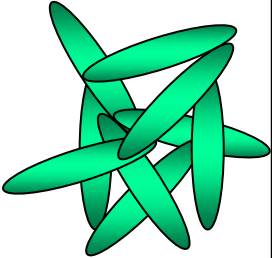



E. 液晶テレビはどうして映るの？ ～液晶セルを作って光をオンオフ～

薄い，明るい，きれい，消費電力が少ない，環境に優しい，など，今やパソコンのモニターはほとんど，液晶！最近は，液晶のおかげで薄いテレビが出来てきました。でも，液晶ってどんなもので，どうして絵が映るの？という疑問を解明しましょう。

この実験では，液晶ディスプレイの表示原理を知り，実際に液晶のセルを作製して表示の様子を体験してください。

原理

 固体	 液晶	 液体	 液晶分子 (数nm)
低温	室温	高温	
固い	流れる	流れる	
結晶	並んでいる	ランダム	

液晶分子は長さ数 nm ($1\mu\text{m}$ の $1/1000$) の分子で，液晶とは固体と液体の中間の状態です。液晶ディスプレイの 2 枚のガラス板の間には， $5\mu\text{m}$ くらいのすきまがあり，この液晶材料が入っています。

LCD は白色の光を出すバックライト，液晶が入った液晶セルでできています。液晶セルは，上のガラス基板が 3 色のカラーフィルターになっていて，両側の基板上の電極で液晶に電圧をかけます。

電圧がかかると液晶分子は電圧に対応してその並び方が変化します。これによってバックライトからの光を透過させたり，遮断したりします。この組み合わせで文字や映像を表示します。



図 液晶ディスプレイ，液晶テレビ(LCD : Liquid Crystal Display)の構造

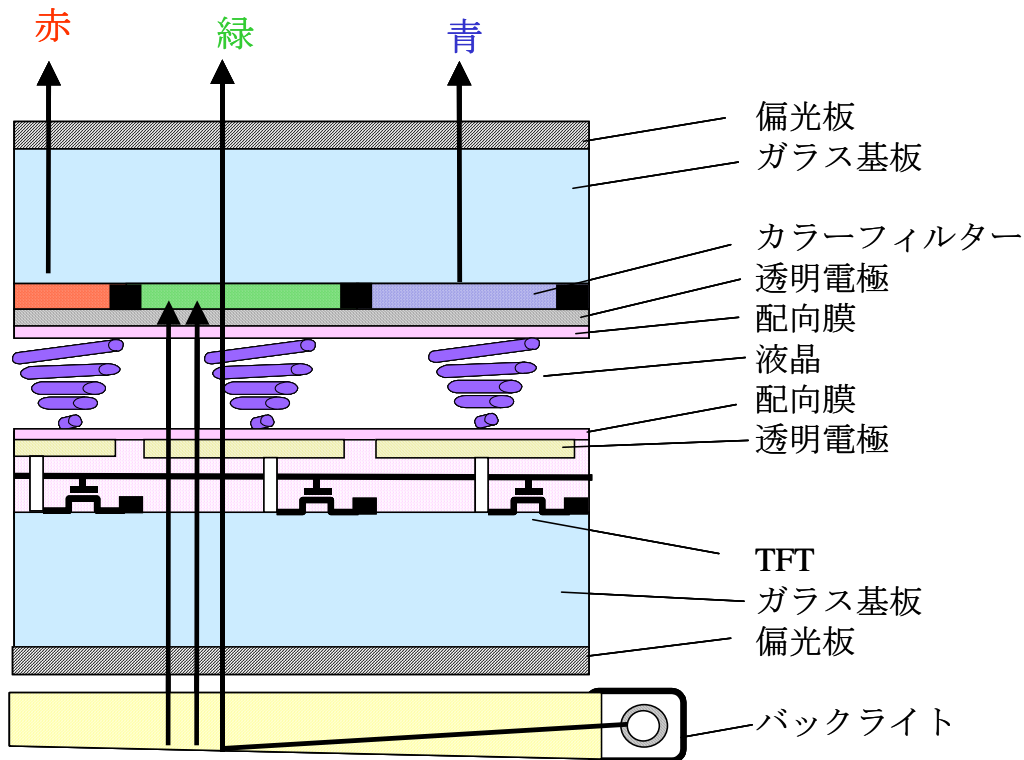


図 液晶ディスプレイの仕組み

でも、どうして液晶分子が電圧で動くと光のオンオフができるのでしょうか？

その秘密は光の偏光にあります。偏光とはなんでしょう？光とは実は非常に早く電場の＋－がスイッチングしているものです。皆さんの家庭にある電源のコンセントから来る電気は 60Hz ですが、光は 10^{15} Hz (1000 兆Hz) でスイッチングして空中に飛び出しているものです。光が進む方向に対して光は横

方向に電界（電圧）をかける性質があり，この方向がそろっているものが偏光です。通常の光には偏光の性質はなく，偏光子と呼ばれるフィルムで一方向の偏光を吸収すると，通過する光は一方向にそろった直線偏光となります。このようなフィルムを2枚重ね合わせると光が通過したり，遮断されたりします。この働きを液晶セルに行わせるのが液晶ディスプレイです。

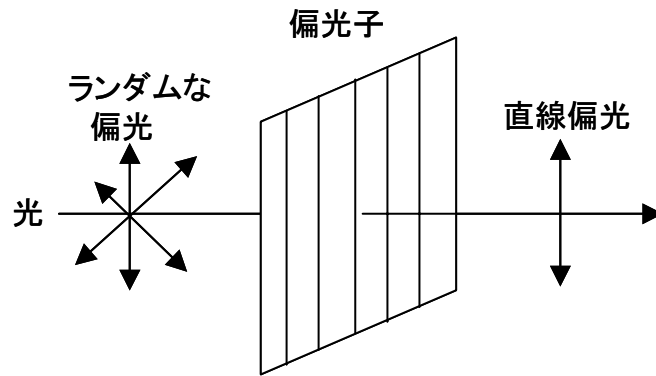
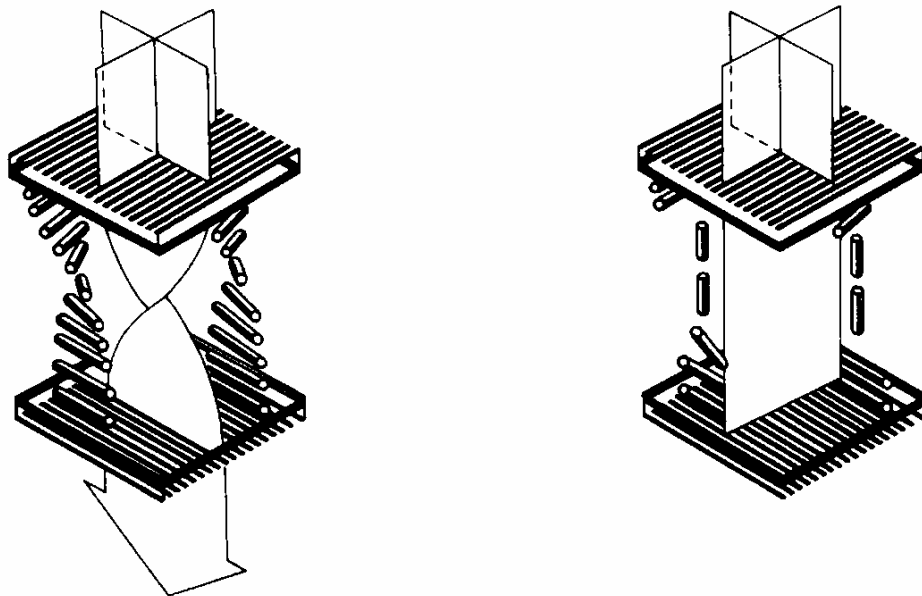


図 光が偏光子を通過して一方向の直線偏光になる様子



(a) 電圧オフ
交わった偏光板，光透過(明)

(b) 電圧オン
光ブロック(暗)

図 液晶セルで光のオンオフを行っている様子

液晶セルの中で，液晶分子の軸の方向に入った偏光は液晶分子の軸の方向に沿って変化し，セルを出るときにはその偏光方向は 90° 回転しています。上下の偏光板の向きが直交していると，このとき，光は通過します。

液晶セルに電圧をかけると，液晶分子は電界の方向に並ぼうとします。こ

のとき、入ってきた偏光はそのまま通過していき、上の偏光板で吸収されて、光はセルの外には出て来ません。

観察

液晶ディスプレイの画面を、ルーペで拡大して観察して見ましょう。赤緑青の3色のカラーフィルターが見え、表示している画像に対応してそれぞれの画素がオンオフ（明と暗）していることを確認して下さい。

2枚の偏光板を重ね合わせて見て下さい。ある方向では明るく、それに90度回転した方向では暗く見えるはずです。この暗く見える合わせ方の中に液晶セルを挟みます。

液晶セルの作製

液晶セル作りの手順は下図の通りです。

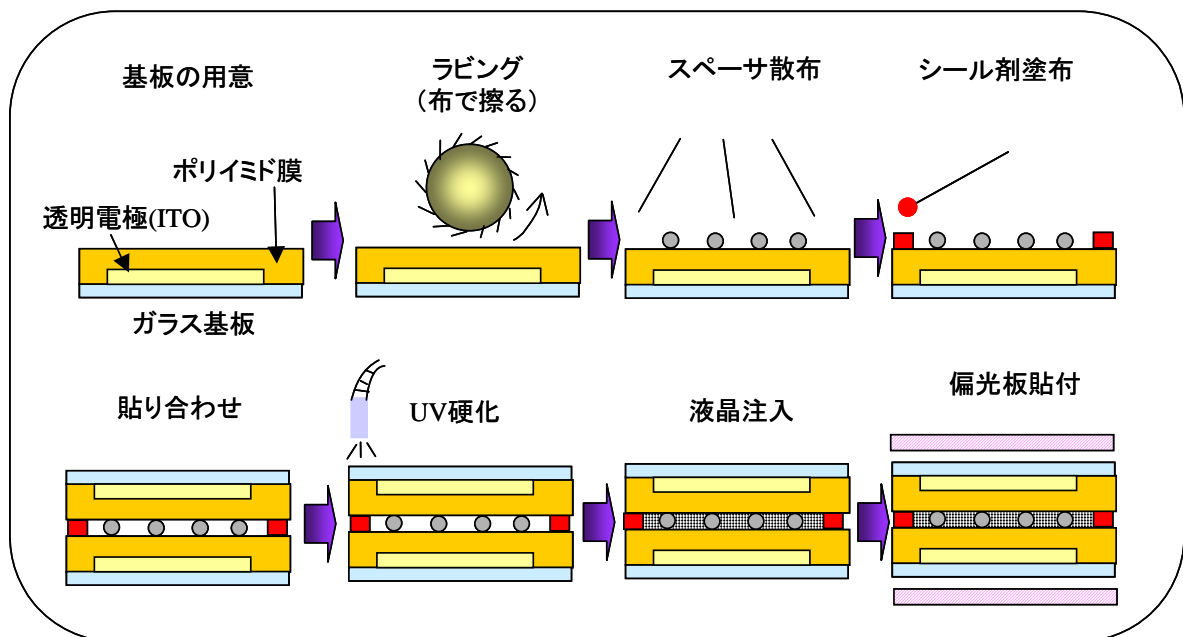


図 液晶セル作りの手順

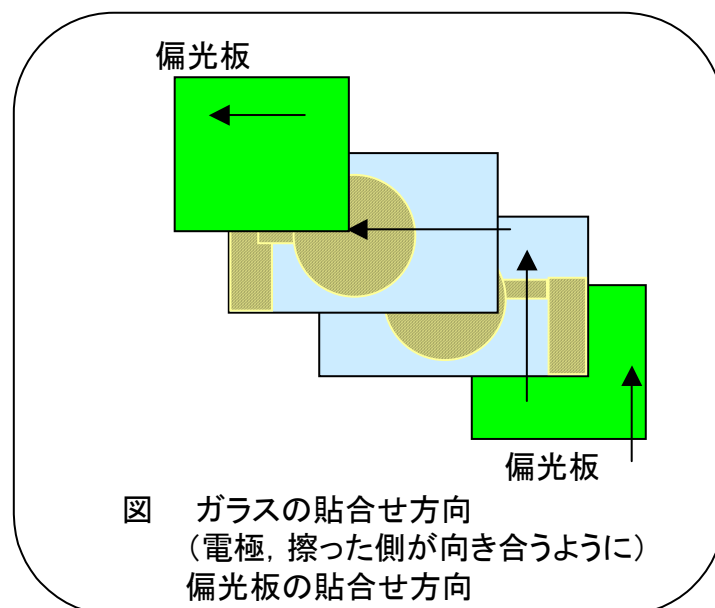
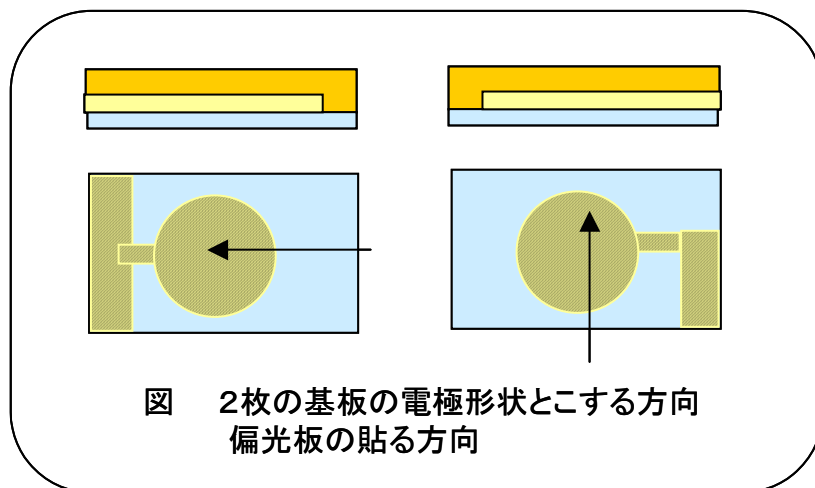
実際の作製手順を示します。

1. ゴム手袋を着用する（手が直接触れるとうまく作れません）
2. 2枚の電極基板を用意します。透明電極とポリイミド膜の付いている方を上にします。
3. 布で一方向に擦ります。（軽く1～2回）（縦方向と横方向）

擦る方向は図をよく見て行って下さい。

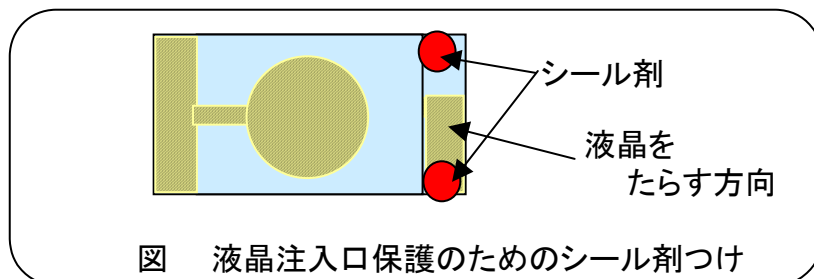
4. 片方の基板にスペーサを散布します。
 - (ア) 箱の中に基板を並べ、ふたをします。
 - (イ) スパテラ（小さいさじ）でスペーサをすくい、箱の入り口からエアノズルで噴射します。
 - (ウ) 落ち着くのを待って、ふたを開け、基板を取り出します。
5. シール剤（紫外線硬化の接着剤）を針の先につけ、3～5点ほど基板の上に着けます。
6. もう1枚の基板を重ね合わせます。

重ねる方向は図をよく見て行って下さい。



7. 紫外線を照射し、固めます。（紫外線を直視しないように！）

8. 液晶注入口の付近にシール剤をつけて固めます。(注入口保護)
図をよく見て行って下さい。
9. 液晶をスポイトで端からたらし、毛管現象で注入します。
10. 偏光板を表裏に貼り付けます。方向は図で確認して下さい。
このとき、光が透過して明るく見えれば正しくできています。



光オンオフの測定

実際に液晶セルに電圧をかけて、光のオンオフを確認しましょう。

1. わに口クリップで液晶セルをつかみ、電池とつなぎます。
2. 液晶セルのオン（黒）オフ（白）を目で見て下さい。
3. クリップを外してもそのままですが、ショートすると白くなります。
4. バックライトの上に置いて、光量を測ります。
5. フォトダイオードで光量を測定します。
6. オン（黒）とオフ（白）を測ります。
7. $\text{コントラスト} = \text{オフ（白）} / \text{オフ（黒）}$ を計算します。
8. コントラストが30を超えれば合格、50あれば優秀です！

