



第1章 文字を映し出すしくみから高解像度を実現する最新技術まで

液晶ディスプレイの表示原理

梶田 大介
Daisuke Kajita

10～20年前、液晶といえば電卓や時計の表示部が思い浮かんだものですが、近年では液晶ディスプレイ（以降、LCD）の応用範囲はパソコンのモニターやテレビにまで広がり、画質うんぬんといった議論がなされるまでになっています。20年前には考えられなかったことです。

LCDのこのような躍進の鍵となった重要な技術の一つに、高精細化技術があります。本章ではLCDの表示原理を説明し、高精細化の際に問題となった現象を述べます。次にそれを解決する手段として実用化された2種類の異なる技術、STN(Super Twisted Nematic)モードによる単純マトリクス方式およびTFT(Thin Film Transistor)によるアクティブ・マトリクス方式について説明します。

図1に本章で説明するLCDの方式を分類して示します。現在、実用化されているLCDのほとんどはこれに含まれると思います。このように、LCDには数

多くの方式があり、駆動方法もこれらの方式に沿ったものとする必要があります。

液晶ディスプレイの表示原理

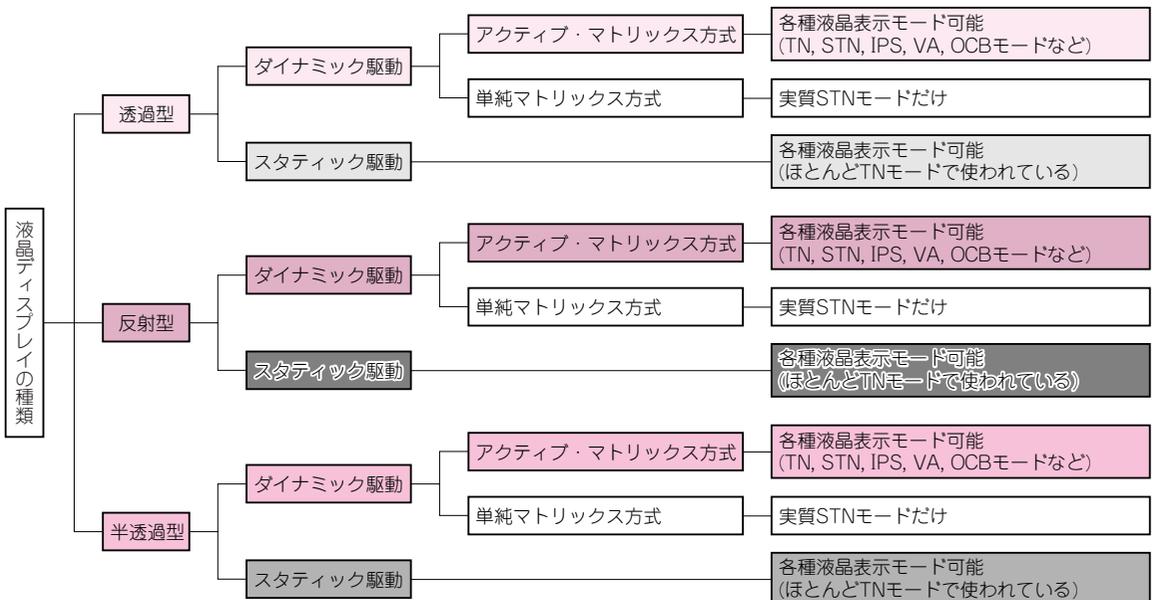
● 2枚の偏光板を通過する光の量を調節する

偏光板や偏光に関する詳細説明は第2章(p.131)をご参照ください。図2のように2枚の偏光板を重ねて蛍光灯を透かして見ると、2枚を互いに平行配置した場合は蛍光灯の光がよく見えます。

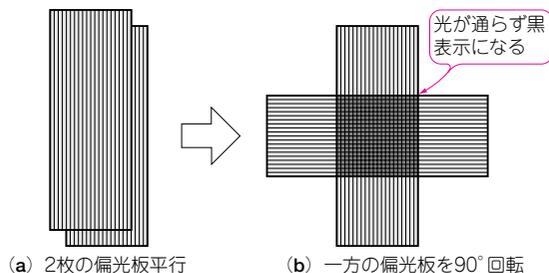
しかし、一方の偏光板を90°回転させると2枚の偏光板が重なった部分だけ黒くなります。また、この変化は連続的で一方の偏光板を1°、2°、…90°と徐々に回転させると、回転角度に従い徐々に黒に近づきます。

もうお気づきの方も多いと思いますが、これが明るさを調整する基本原理です。液晶はどこに使われてい

〈図1〉液晶ディスプレイの分類



〈図2〉 偏光板2枚の配置による見え方の違い



(a) 2枚の偏光板平行

(b) 一方の偏光板を90°回転

るの？という疑問が当然生じますが、ひとまず置いておきましょう。

● **たくさんの偏光板対を集めれば文字を表現できる**

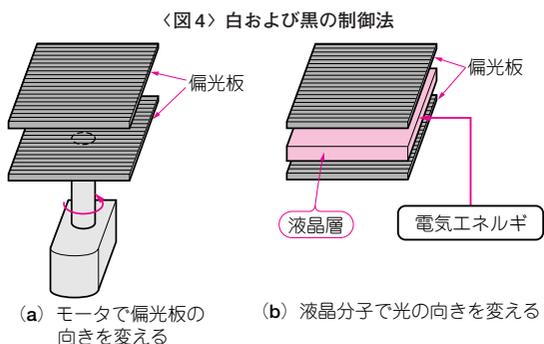
2枚の偏光板を重ねたものを一つの画素として、横に12列、縦に12行隙間なく敷き詰めたとします。これを使ってAという文字を表現するには、図3のように文字領域に相当する画素だけ片側の偏光板を90°回転させ、黒表示とすればよいのです。

さらに灰色を表示、つまり階調表示するには、片側の偏光板を10°や70°とします。また、文字がぎざぎざして嫌だという場合には画素の数を増やす、つまり解像度を高めます。これで、解像度12×12の白黒表示ディスプレイの原型ができ上がりました。ただし、これでは人間がいちいち偏光板を回転させる必要があります、まだディスプレイと呼べる代物ではありません。

● **偏光板間を通過する光のねじれぐあいを液晶分子で調節する**

ディスプレイに最低限必要なものは、白および黒の表示装置とその制御手段です。図3のディスプレイを制御するには各画素ごとにモータを備える必要があります。しかし、ナノテクが流行している現在でも、このような考え方は現実的ではありません。お金をかけて作ったとしても非常にうるさく、壊れやすそうなディスプレイです。

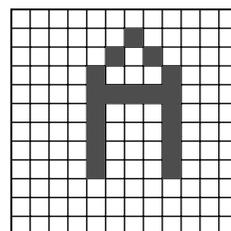
ここで、登場するのが液晶分子です。実は、図2の



(a) モータで偏光板の向きを変える

(b) 液晶分子で光の向きを変える

〈図3〉 偏光板による画像表示…黒く表示したい部分の偏光板を90°回転する



ような偏光板2枚の間に液晶層を挟むと、機械的に偏光板を回転させなくても、これと同じ効果を得ることができます。概念を図4に示します。

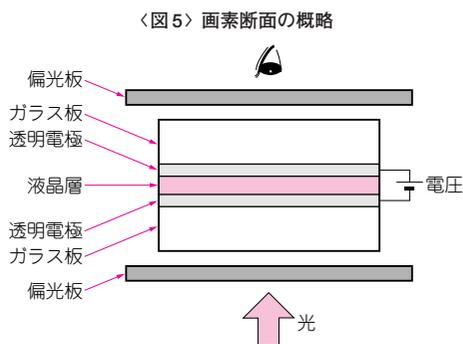
図4のように、偏光板を回転させなくても液晶層に電気エネルギーを加えることで、白表示と黒表示またはその中間を切り替える、つまり階調表示が可能となります。これは、液晶分子の光学および電氣的異方性によるものですが、物理的詳細説明は第2章をご参照ください。

ここで電気エネルギーとは具体的には電圧です。方式にもよりますが、必要な電圧は数V～十数Vです。さらに液晶分子は絶縁体であり、電流はほとんど流れません。これがLCDが低消費電力となる理由です。

● **透明電極で画素ごとの液晶層に電圧を加える**

LCDには1画素ごとに液晶へ電圧を加えるしくみが必要となります。画素の断面概略図を図5に示します。液晶は流体なので上下2枚のガラス板の間に封入して使います。さらに通常は液晶に電圧を加えるために上下ガラス板の内側に電極を配置します。電極といっても金属電極では遮光され、ディスプレイの役割を果たさないため、透明で導電性のある物質を透明電極として使用します。

図5は1画素だけを模式的に示していますが、実際のディスプレイでは透明電極を画素ごとに分割し、画素に任意の電圧を加えられるような配線を行っています。ちなみに図5において、ガラス板、透明電極、液晶層の厚さはそれぞれ、数百μm、数百nm、数μmです。



〈図5〉 画素断面の概略