



液晶による最近の画像表示

1. ま え が き

液晶表示器は自ら発光しないで周囲光を変調するだけで表示を行なういわゆる非発光形の表示器である。したがって発光のためのエネルギーを必要とせず、そのために消費電力が著しく低い。この点と駆動電圧が低いことが液晶表示器の特異な性質であり、これらの長が活かされて電卓および腕時計などの数字表示器に広く実用されている。ここでは、この数字表示器に続くマトリクス表示器およびカラー表示器を中心とした最近の液晶表示器の動向を概説する。

2. 液 晶 表 示 方 式

液晶の種類、分子配向および利用する光学効果によっていろいろな表示方式が考えられているが、その代表的なものとして動的散乱方式(DS方式)、ねじれネマチック方式(TN方式)、偏光解消方式(DTN方式)、電界制御複屈折方式(ECB方式)、ゲスト・ホスト方式(GH方式)、およびコレステリック・ネマチック相転移方式(CN方式)が挙げられる。このうちで現在実用されているのはTN方式¹⁾である。これは、駆動電圧が最も低いこと、比較的高いコントラストが得られること、時分割駆動特性がよいことなどの理由によるものである。

3. マトリクス表示器

マトリクス表示器は、2枚のガラス基板の表面にそれぞれ互いに直交する多数のストライプ状の電極(それぞれX電極およびY電極と呼ぶ)を設け、その交点を表示画素とするものである。これで英数字や任意の画像を表示することができる。この表示方式では走査電極(一般にX電極)の数が増すと、点灯画素と非点灯画素の電圧実効値の比が1に漸近し、これによってコントラストの低下、視野角の減少、応答時間の増加などの問題が生じてくる。したがってマトリクス表示器では縦方向の画素数をあまり大きくとることができない。これをできるだけ大きくするためには液晶表示器として閾特性の急峻な

ものが要求される。一般にTN方式が用いられるが、液晶材料の改良によって閾特性の急峻さが改善され、現在X電極数128、Y電極数200~300のグラフィック表示器や画素数120×160の液晶テレビが試作されている。

ほかに、走査電極数を増やす方法として、TN方式およびDTN方式の2周波駆動法^{2,3)}、CN方式⁴⁾、スメクチック液晶の電気熱光学効果を用いた方式^{5,6)}などが提案されている。消費電力や書き込み時間に問題があるが、中規模あるいは大規模なマトリクス表示器として興味ある方式である。

ところで、上述のマトリクス表示器における走査電極数の限界を打破するために、能動マトリクス表示器が提案されている。これは各画素にスイッチング素子と蓄積キャパシタを挿入し、実効的なデューティ比を改善したものである。表示器の基板の一方に単結晶シリコンウェハを用いるMOS形⁷⁾と薄膜トランジスタ(TFT)を付けたガラス板を用いるTFT形⁸⁾がある。MOS形についてはすでに数社が携帯用テレビの試作に成功しており、最近では腕時計形テレビが市販され始めた。一方、TFT形については、基板の大きさに制約がないので大面積のパネルを作ることができ、マスク工程が減らせるので低コスト化の可能性もある。そのために最近この方式の研究が盛んに行なわれている。半導体薄膜として当初からCdSeやCdSが用いられてきたが、最近ではアモルファスシリコン、ポリシリコンおよびテルルが検討されている。なお、この能動マトリクスでは画素数を大幅に増加させることができるが、それに伴ってリード線数が増加する。この問題を解決するために、駆動回路の一部を表示パネルの周辺部に作り込む方法が考えられている。この場合、アモルファスシリコンのTFTではスイッチング速度が十分でない。そのために周辺部分にレーザアニールを施して多結晶化させる試みが行なわれている⁹⁾。

4. 液晶表示器のカラー化

液晶表示器の用途の拡大に伴って、計測器、事務機、自動車用表示器などの分野でカラー液晶表示器が要求されるようになってきた。すでに、TN方式の偏光子の1枚を2色性フィルタに置き換えたものが一部実用されている。これは簡便なカラー化の方法として有効であるが、視野角があまり広くないこと、表示がやや暗いことなどのTN方式の欠点をそのまま保持している。この点で、これらの欠点をもたないGH方式が関心をもちられている。これは液晶に添加した2色性色素の分子配向を電界で変化させ、それに伴う光の吸収特性の変化を表示に応用したものである。このGH方式には液晶の種類や分子配向によって幾つかのタイプがあるが、とくに特長のあるものとしてTable 1の3種類を挙げることができる。現状におけるGH方式の問題点は時分割駆動特性が悪いことである。

ところで、上述のカラー表示方式はいずれも1色の表示が基本であるが、本格的なカラー化のためにはマルチカラーまたはフルカラーの表示が必要である。その方法として、著者らは¹³⁾、シアン、マゼンタ、黄のGH方式のセルを重ねる減法混色形と、マトリクス表示器の電極上に赤、緑、青の着色層を付ける加法混色形を提案している。とくに後者は透過形のカラーグラフィック表示器に適している。また、前述のTFT形の能動マトリクス表示器に適用すれば、液晶カラーテレビの実現も可能であろう。

Table 1 代表的なGH方式

タイプ	偏光子	表示の明るさ	視野角	コントラスト	適したモード
ネマチック1層形 ¹⁰⁾	有	△	◎	◎	透過
コレステリック・ネマチック相転移形 ¹¹⁾	無	◎	◎	△	反射
ネマチック2層形 ¹²⁾	無	◎	◎	○	反射透過両用

5. ま と め

液晶表示素子は、小型の簡易な表示器として広く実用されてきたが、その用途をさらに拡大していくためには大型化、温度範囲の拡大、表示情報量の増大、表示品位の向上、応答速度の改善、マルチカラー化またはフルカラー化などが必要である。これらの個別の項目については製造技術の向上、液晶材料や表示方式の選択などによって、現在ある程度満足させる状況になってきている。ただし、一つの項目を満足させる条件は別の項目の犠牲を伴う場合が多い。したがって、用途に応じて適当な条件を選ぶ必要がある。なお、上述の項目を総合的に満たすような表示器はまだ実現されていない。この一つの解答はTFT形能動マトリクス、GH方式および加法混色形電極着色の組合せであろうと考えられる。

文 献

- 1) M. Schadt and W. Helfrich: Appl. Phys. Lett., **18** (1971) 127.
- 2) M. Hosokawa, et al.: SID Symp. Digest (1979) p. 116.
- 3) I. Fukuda, et al.: Mol. Cryst. Liq. Cryst., **68** (1981) 311.
- 4) C. Tani, et al.: SID Symp. Digest (1979) p. 114.
- 5) M. Hareng, et al.: SID Symp. Digest (1981) p. 106.
- 6) S. Lu, et al.: Record of Int. Display Res. Conf. (1982) p. 132.
- 7) L. T. Lipton, et al.: SID Symp. Digest (1978) p. 96.
- 8) T. P. Brody, et al.: IEEE Trans. Electron Devices, **ED-20** (1973) 995.
- 9) F. Morin, et al.: Proc. 1st European Display Res. Conf. (1981) p. 206.
- 10) G. H. Heilmeyer and L. A. Zanoni: Appl. Phys. Lett., **13** (1968) 91.
- 11) D. L. White and G. N. Taylor: J. Appl. Phys., **45** (1974) 4718.
- 12) T. Uchida, et al.: Proc. of the Soc. for Inf. Disp., **22** (1981) 41.
- 13) T. Uchida, et al.: Proc. 1st European Display Res. Conf. (1981) p. 39; Int. Display Res. Conf. (1982) p. 166.

(東北大工 内田龍男, 1983年3月1日受理)