

2. ディスプレイ技術の進歩

2) 平面ディスプレイの進歩

シャープ(株)中央研究所第4研究部
部長 松浦昌孝

ただいま御紹介に預かりました、シャープの松浦でございます。「平面ディスプレイの進歩」ということで講演の依頼を受けたわけですが、平面ディスプレイと申しましても、先ほどいろいろお話がありましたように、蛍光表示管であるとか、プラズマディスプレイパネルとか、エレクトロルミネッセンス (EL)、それから液晶、その他新しく提案されている平面ディスプレイ、いろいろございます。この中で私の理解する範囲内で、液晶表示を中心に、最近の開発動向という観点で御紹介したいと思います。

私自身は、液晶そのものを基礎研究の段階から商品開発まで、ずうっと携わってまいりました。現在も液晶を中心にディスプレイの研究をやっております。液晶は、平面ディスプレイの一つの大きな柱となって、事業となってきたわけですが、これだけ伸びるに至った基礎商品として、電卓がございます。シャープでは、1973年、最初に液晶を電卓に使って世の中に出

しました。この電卓の歴史を振り返りながら液晶が実用化の点で、どんな形で進歩してきたかということについて見てみたいと思います。

写真1は、1964年、演算回路にゲルマニウムトランジスタ、ダイオード等を用い、電卓として、商品化された世界第1号の計算機です。この電卓のディスプレイは、放電表示管を使ったものであり、駆動電圧は約200Vを必要とします。また、世界で初めて計算機が機械式から電子式に変わったエポックメイキングな商品でありました。

1965年、演算素子として、ゲルマニウムトランジスタに代り、演算速度と信頼性の向上したシリコントランジスタを採用した電卓が開発されました。市場の要求は、より低価格、小型、多機能化へと移行しつつあり、写真2は、1967年、低電圧、低消費電力駆動のMOS-ICを使用した最初の機種であり、ディスプレイは、従来の放電表示管に代り、蛍光表示管が使用されました。

写真3は、1968年、初めてポータブルタイプ

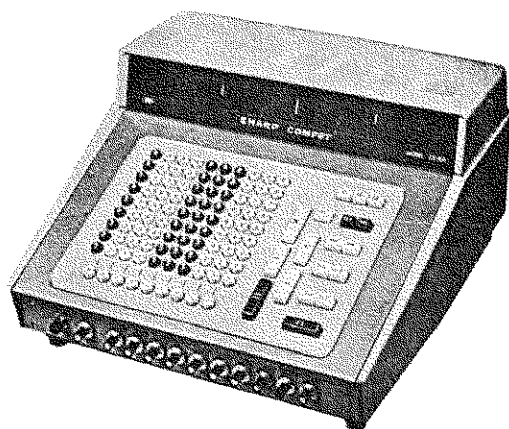


写真 1

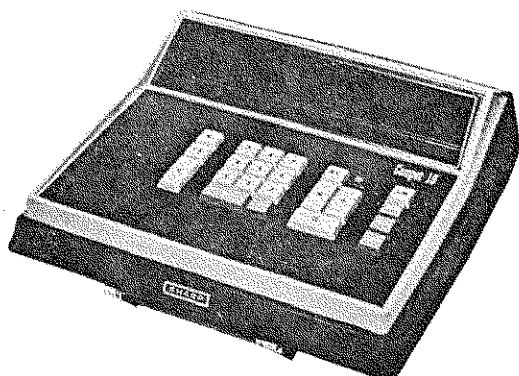


写真 2

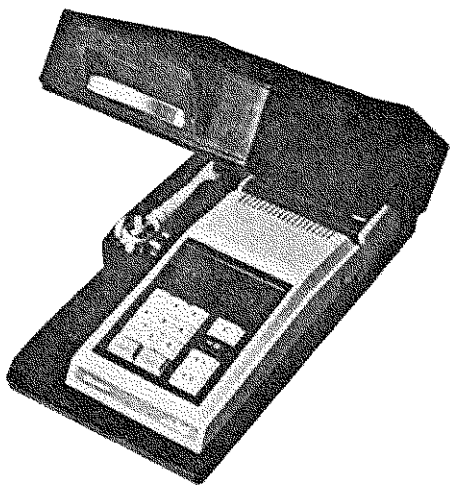


写真 3

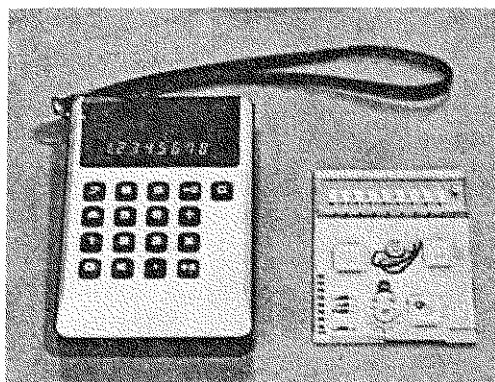


写真 4

となった電卓であり、これも蛍光表示管をディスプレイとして用いており、LSI（大規模集積回路）を搭載した最初の機種です。

電卓を駆動する回路素子が、より低電圧、低消費電力、小型化になるにつれ、ディスプレイの消費電力、駆動電圧、容積等が大きくクローズアップしてきました。まさに、この要求にマッチしたディスプレイが、液晶表示であったといえます。写真4は、1973年、回路素子としてC-MOS-LSI、ディスプレイとして、液晶を適用したポケットブル電卓であります。消費電力が20 mW と従来より大幅に減少し、単3乾電池1本で、100時間の使用が可能となりました。

この時使いました技術内容は、1枚のガラス基板上に、厚膜配線を施し、配線をした上に、IC、LSIを搭載し、このガラス基板を液晶表示の1つのガラス基板としたものであります。すなわち、表示部、演算部、キーボード配線等のシステム全体を1枚の基板上に集積したCOS (Calculator On Substrate) システムの技術が用いられました。その当時、私も開発に携わっておったのですが、ガラスの知識はございませんで、とにかく、ガラスをいろいろなところから購入しまして、LCDとしてどれが使えるかという検討を致しました。現在液晶表示には、1mmあるいは、それ以下のガラスがほとんど使われて、しかもかなり大きなサイズのものが使われておりますが、当時は1mmのものを使用しますと、約200℃ぐらいの熱処理で、平面性が全然得られなく結局採用に至りませんでした。種々検討した結果、最終的に商品に使用したのは、価格的に安く、平面性に優れた3mmのフロートガラスでした。このフロートガラスも、スズ面に接した方を液晶にさらすと、液晶が劣化する可能性があるということで、いろいろ実験した記憶があります。

さて、最初に実用化された液晶表示は、動的散乱型(DSM型)と呼ばれているものですが、さらに、低消費電力、低電圧駆動の可能な電界効果型のTN (Twisted Nematic) 表示の液晶が1975年、電卓、腕時計用の表示素子として開発され、商品化されました。消費電力は、DSM型にくらべ、約50分の1であります。

液晶表示の低電圧駆動、低消費電力の特長を生かし、電卓は、軽薄短小を目指し、5mm電卓、1.6mm電卓、カード電卓へと進展して現在に至っております。

いままで述べてきましたのは、数字表示だけですが、液晶表示を更にもっと伸ばしてゆくには、従来のセグメントタイプからドットマトリックスによる文字表示をしようということで、技術開発が進められ、1980年、関数電卓(写真5)が商品化されました。この当時は、まだ、液晶の特性もよくございまして、1行表示をするのが、やっとの表示コントラストでありま

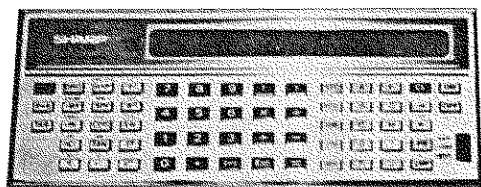


写真 5

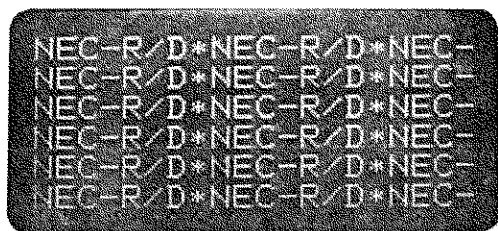


写真 6

した。

従来の1行又は2行の表示から、更に、大きな市場をもつ、グラフィック・ディスプレイを目指して、液晶表示の技術開発が行われ現在に至っているといつてよいと思います。フラット性である、低電圧である、パワーが少ない、といった特長を生かして、表示容量の大きなグラフィックディスプレイを目指しているわけですが、いまひとつ表示コントラストが悪い、視野角がせまい、そういったことで伸び悩んで、現在まだ足踏みしているような状況です。しかしながら、刻々と、技術は進歩しています。今までにない、いろいろな新しい技術が開発され、表示モード、液晶材料、偏光板、ガラス基板材料、こういったものの新規開発と、その改良がされつつあり、まさに、現時点では、液晶表示は、次の飛躍期にあるのではないかと思います。

さて、大容量表示を実現するために、あらゆる角度から研究開発が行われています。

1つは、液晶表示モードの選択であります。今まで述べてきましたのは、動的散乱モード、TN型電界効果モードですが、他のモードとして、相転移モード、電界制御型複屈折モード、熱線走査モード等があり、写真6は、このうち相転移モードを用いた文字表示の開発です。

この表示モードによる大容量表示実現を目指

して、最近活発になっているものとして、SBE (Supertwisted Birefringence Effect)-LCD と強誘電性 LCD があります。

SBE-LCD は、昨年の1985年、ディスプレイの国際会議であるSID学会で、スイスのBBC社から発表され、脚光をあびたものであります。このLCDは、従来のTN型がツイスト角90°であるのに対し、270°にすることにより、電気光学特性を向上化させることができ、表示コントラスト、視野角を従来の3~4倍も性能アップさせることができる画期的なものであります。従来にくらべ、液晶表示パネルの製作、特に、セルギャップの制御、ガラスの平面性、液晶分子配向の均一性等、よりシビアさが要求されていますが、表示品位が向上化するため、大容量表示市場への定着という観点で大いに期待されています。

また、強誘電性 LCD は、従来の液晶材料がネマティック液晶であるのに対し、強誘電性をもったスメクティック液晶を用いた LCD であります。この液晶表示は、セルギャップを約2 μm と薄くする必要がありますが、メモリ特性と高速応答性という特長を生かし、大容量表示が実現できる可能性を有するため、大いに期待されています。しかしながら、このLCDの実用化には、いろいろな課題があります。特にガラスという観点では、従来のLCDのセルギャップが7~8 μm であるのに対し、約2 μm を実現する必要があります。この位置づけからも、ガラスの平面性の精度がいかに要求されているかおわかり願えるかと思います。

さて、大容量表示実現のための他の大きなアプローチとして、アクティブマトリックス方式があります。この方式は今まで述べてきました表示モードでは限界があるということで、表示の各絵素に、薄膜トランジスタ (TFT)、ダイオード等の非線形素子を付加し、表示コントラスト、視野角を大幅に改善できる方式であります。この表示方式の研究は液晶表示研究の歴史の中では古く、当初 (1970年代初め) から、特に米国で研究されていました。研究が活発になったのは、半導体材料である a-Si を用いて、

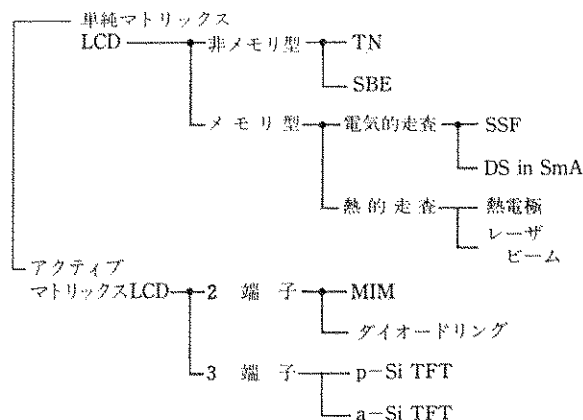


写真 7

TFT ができるという英国のダンディー大学の発表 (1979 年) 以来ではないかと思ひます。この方式の最近の技術開発の進歩は急テンポで進んでおり、特に、マイクロカラーフィルタとの組合せで、CRT と同等の表示品位のカラーテレビが実現できるということで、大きな関心を呼んでいます。

半導体材料として、p-Si を用いたものは、既に 2 年前から商品化されていますし、a-Si を用いたものも近々世の中に出てくるでしょう。

以上、大容量表示を目指した LCD と方式を図 7 に示しておきます。

こうした状況の下で、使用するガラス基板という観点でみますと、p-Si TFT は、高温処理 (600°C~800°C) のため、石英基板を必要とします。

600°C~800°C の高温プロセスに耐えるガラス基板の出現が望まれています。

一方、a-Si TFT では、低温プロセスと申し

ましても、熱処理温度として 300°C~400°C が必要であります。

この点からも、平面性、熱収縮性、コスト等を考慮した優れたガラス基板の出現が望まれています。

ともあれ、以上のような状況を考慮しますと液晶表示の基本構成材料であるガラスは、私共にとりまして非常に重要であり、不可欠のものでありますし、今後とも共に努力し、平面ディスプレイの発展のため寄与してゆきたく考えております。

〔筆者紹介〕



松浦昌孝(まつうらまさたか)
昭和 44 年金沢大学理学部修士課程修了
昭和 44 年シャープ(株)技術本部中央研究所勤務、液晶表示研究、エレクトロクロミック表示研究等、表示素子の研究開発を行い、現在に至る。