

液晶ディスプレイ(LCD : Liquid Crystal Display)は、長年の技術革新により性能改善・品位向上が図られ、幅広い応用分野への参入が急速に拡大している。

特に昨今、画像の精細度を高める市場ニーズの芽が各分野から出始めており、今後は市場が高精細化へシフトしていくものと思われる。当社は、これに対する最新技術として、大型低温ポリシリコン(p-Si : 多結晶シリコン)TFT(Thin-Film Transistor)LCDを他社に先駆けて量産を開始しており、業界内でリーディングメーカーの地位を確保している。

The display performance and quality of liquid crystal displays (LCDs) have been improved by continuous technological development, with the result that they have been adopted for various applications. The demand for high-resolution images has been growing recently, and a shift in the market toward higher resolution has clearly appeared.

Toshiba has commenced mass-production of large-size, low-temperature, polycrystalline silicon thin-film transistor LCDs (p-Si TFT-LCDs) to satisfy such demand, and has positioned itself as a leading manufacturer in the LCD industry.

This paper provides an overview of the market, technologies, and new product development in the field of LCDs.

高精細化する LCD

LCD業界が大きく変わろうとしている。この市場要因のキーワードを挙げてみると、“インターネット”、“デジタル化”、“マルチメディア”、“省エネルギー”、“パーソナル化”の五つと考える。

この五つのキーワードは、LCDに今後も深くかかわっていくと考える。特に、LCDの各応用分野は高精細化へ大きくシフトする動きがあり、かつ、高精細がゆえに生まれようとしている新しい市場の芽も見え始めてきた。これらをベースにLCDの市場及び製品動向について述べる。

拡大する LCD 市場動向

今、様々な情報が世界中を駆け巡っている。世界規模の新しいインフラ整備も徐々に進められており、インターネットを活用する人も増えてきた。ネットを使っていつでも世界中の人達とコミュニケーションが

できるようになり、そこに新しい市場が出現している。インフラ、ハードウェア、ソフトウェアの一連の要素が一つになるとそこに新しい事業が生まれ、一つの市場が形成される。LCD事業も数十年前にこのようにして生まれ、現在は、巨大な市場に成長し、社会や経済に大きな影響力を与えるまでになった。

今や、主な情報伝達手段として新聞、雑誌、テレビ(CRT)などがあるが、これらの視覚媒体に代わって省エネルギー表示デバイスであるLCDが脚光を浴びている。

今後、業界の液晶応用商品分野の3本柱は事業規模の点で“ノート型パソコン(PC)”、“液晶モニタ”、“デジタル液晶テレビ”と考えられるが、このほかにモバイル機器、デジタル情報家電、電子書籍/ビューワ、次世代ゲーム、移動体通信などの新しい市場が開けてくると考える。これらの新市場の萌芽も既に見えており、特にインターネットは、今後のあらゆるビジネスに大きな影

響を与えると考える。このネットをベースにデジタル化が進み、“個人(パーソナル化)ユース”が、強調されるに従い、マルチメディアへの電子表示デバイスは欠くことのできないものとしていっそう注目度を増すものとする。その特長から考えてLCDは、表示デバイスとして最適、最良のものと確信する(図1)。

前述した応用分野は、これらの市場を背景に画面として高精細化が求められており、それによる更なる市場拡大が進むと推定されるし、他の新しい市場が生まれ出てくるものと期待される。当社は現在、高精細製品群による新規市場の発掘活動を世界中で展開しており、その結果、確かな手ごたえを感じているところである。現在、日本はもちろん韓国などにおいて、液晶事業に参入あるいは更に拡大する動きがあり、各種アライアンスを含め業界が激しく変動している。これにより、各社が研究・開発にしのぎを削り、予想を上回るスピードで技術革新及び市場拡

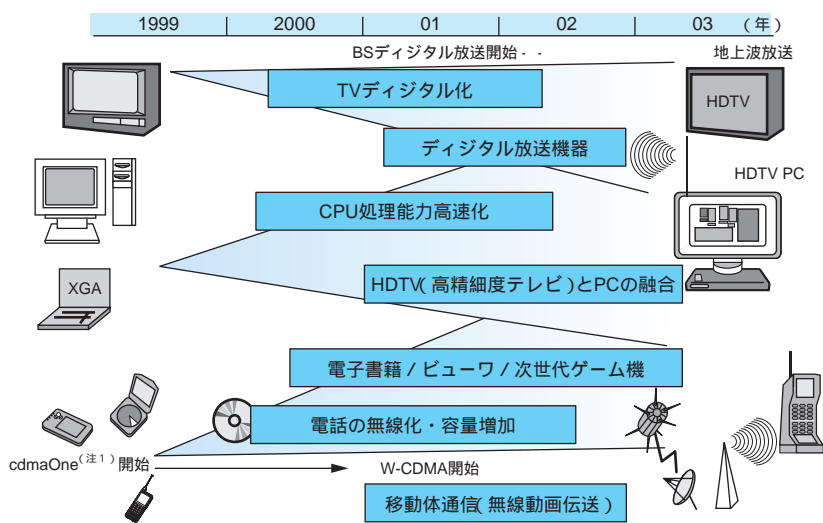


図1．市場トレンド インターネットやデジタル化を背景に、新しい商品や市場が構築されていく。小型から大型まで高精細の表示デバイスが、様々な分野から要求されてくる。
LCD market trends

大が進行するものと思われる。

製品開発と技術動向

過去においてLCDは様々な用途に利用されてきたが、売上規模の点からも大きな変極点になったのはノートPCに採用されたことである。お互いの相乗効果により、ノートPCとともに飛躍的な成長を遂げたとも言える。

当初、ノートPCはTN(Twisted Nematic)型LCDの白黒反射型であったが、画質の点からも満足というにはほど遠いレベルの物であった。その後、STN(Super TN)型LCD、更にはB/L(Back Light)付き透過型LCD、アクティブマトリクス型のTFT-LCDなどの新しい素子の製品開発・技術革新とその製造プロセスの改善や製造設備それ自体の性能向上により、表示デバイスとしての品位、性能、機能が飛躍的に改善された。製品としては、画面サイズ、画素構成(VGA, SVGA, XGA, SXGA, UXGA・・・)^(注2)、白黒かカラー画像か、反射型かB/L付透過型か

などの組合せでその製品ラインアップは大きく広がり、多様な用途に活用される。当社は、今日まで、車載ナビゲーション用、ノートPC用、液晶モニター用の3大主力分野向け製品開発と生産・販売を中心に事業展開を推進してきた(図2)。

車載ナビゲーション用

ナビゲーション機器は、今や車載用装備の必需品となってきた。日本はもちろん欧州地区でも現在急速に立ち上がりつつあり、世界中に浸透し始めている。現在の主力製品は、8型/7型/6.5型/5.8型のワイド画面(9 : 16)であり、車載用必要仕様は高輝度(300 ~ 400cd/m²), 広温度範囲(-40 ~ +85)、広視野角などであり更なる改善が進められている。特にこの分野も、高精細化へのシフトが考えられ、当社も5.8型や7型のVGAワイド版(800×480画素)の商品化を準備中である。世界規模で新規インフラとして推進されているITS(Intelligent Transport Systems)が整備されると、ますますこの市場は巨大市場へと成長が期待される。現在、当社もこの市場でのLCD占有率は約30%を確保しており、これの維持・拡大を図っている。

ノートPC用

前述したように、ノートPCとの相乗効果により、共に大きな市場に成長してきた。長い歴史の中で、各々の技術革新や半導体・ソフトウ

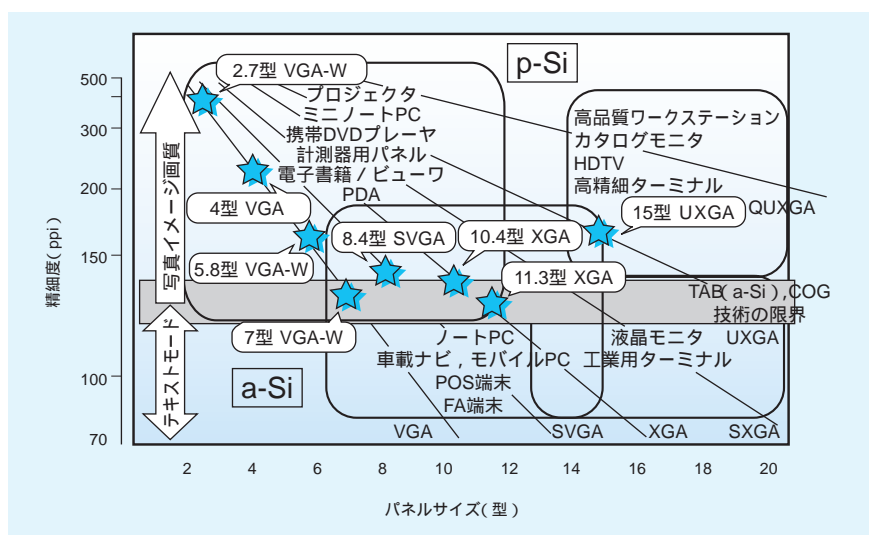


図2．超高精細アプリケーションへ適応 従来のa-Si LCD製品群をベースに、今後はp-Si LCDの技術を生かした高精細領域の応用商品分野へアプローチしていく。
High-resolution LCDs for multiple applications

(注1) 米国CDG(CDMA Development Group)の登録商標。

(注2) VGA : 640×480画素, SVGA : 800×600画素, XGA : 1,024×768画素, SXGA : 1,280×1,024画素, UXGA : 1,600×1,200画素

エア業界の改善と継続的発展があったからこそ、今日の巨大PC世界を創り上げたものと確信する。現在は、12.1型SVGA / 13.3型XGA / 14.1型XGAが主力製品であり、軽薄短小と省電力化への限りない改善努力により大型画面・多画素でありながら、スリムで軽量な高画質カラーTFTを市場に導入できるようになった。特に“セル透過率向上とガラス薄型化”、“小型スリムTAB(Tape Automated Bonding)-ICとCOG(Chip On Glass)化”、“B/Lの光利用率の改善とコンパクト設計”などが技術改善の主要項目として挙げられる。今後は、更に大型で高精細化と高画質化(色純度や高速応答など)が市場から求められると考え、これらに対応するため新要素技術開発に取り組んでいる。

特に、“高精細化”へのシフトは予想以上に早くなると推定されるため、競合他社に先んじて世界市場に向けてノートPC用に高精細商品“UXGAシリーズ”の導入を計画している。

■液晶モニタ用

液晶モニタは、98年頃から急速に需要が増え、99年度は400万台を越える勢いであり、従来のノートPCに続く大きな応用分野の柱と期待される。当初は、コストの点が考慮され、13.3型 / 14.1型でこの分野はスタートしたが、現在市場では15型XGA / 18.1型SXGAが主力商品となっている。この分野への要求仕様の特徴は、大型多画素と高輝度(200 cd/m²以上)であるが、使い方によっては広視野角 / 高色純度 / 色数 / 消費電力などがそれぞれ要求されることがある。当社も現在、15型と18.1型を商品化しているが、今後の市場動向を考慮し、更なる高精細化(XGA SXGA UXGA QXGA(2,048×1,536画素)...)と大型画面化(20型以上)を開発テーマとして取り組んでいる。既に、99年4月の電子ディスプレイ展に大型画面20.8型QUXGA(3,200×2,400画素)の試作品を参考出展した。これは192 pp(pixel per inch)という超高精細品であり、当社の高い技術ポテ

ンシャルを十分アピールできた。ただ、現在この分野は基本的にCRT(Cathode Ray Tube)によって成り立っており、ここに参入するにはコストが大きな課題となる。コスト低減化がLCDにとって第一の急務であることを十分認識したい。

以上3用途は、基本的にアモルファスシリコン(a-Si)TFT-LCDの技術を使用した製品開発であったが、当社は98年秋から次世代の技術と言われる低温p-Si TFT-LCDの技術を用いた新しい製品ラインアップにより新市場創造の事業をスタートさせている。

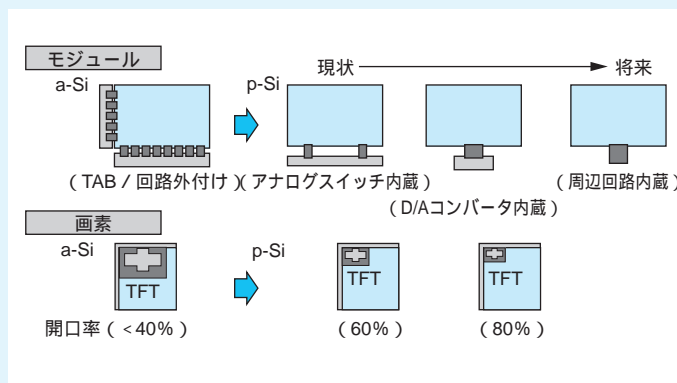
■低温 p-Si TFT-LCD

当社は、アクティブマトリクス型TFT-LCD事業に特化しているが、このTFTにもa-Siとp-Siの2種類がある。更に、p-Siはプロセス処理温度により低温(600以下)と高温に分けられる。当社は、コスト上利点のある前者の低温p-Si TFT-LCDを競合他社に先駆けて大型サイズで量産を開始した(98年10月)。

低温p-Si技術

TFT-LCDは、画素の一つ一つにTFT(薄膜トランジスタ)を形成し、これにより画素のON/OFFを行う。このTFT形成のため、従来はガラス基板上にアモルファス(非晶質)シリコン(a-Si)を塗布していたが、これを熱処理で多結晶化したものがポリ(多結晶)シリコン(p-Si)である。当社は、大型ガラス基板に対応した低温プロセスを開発し、大型低温p-Si TFT-LCDの量産に成功した。

シリコンを多結晶化することで、電子の移動スピードが格段に向上する。これにより、従来LCDの外部に取り付けなければならなかった駆動回路をパ



低温p-Si技術の今後の展開 p-Si TFTは、高電子移動度により外部回路の取込みと高開口率という基本的な利点を得ることができる。

ネル基板上に直接形成することができること、TFT自体を小型化できるという利点が生まれる。

p-Si TFT-LCDの最大の特長は、写

真画質に匹敵する高精細で美しい画像を提供できることであり、今後も高精細のメリットを生かした新応用分野の開拓が期待できる。

p-Siは、a-Siより電子移動度を100倍以上も高くすることができ、これにより個々の画素を駆動するIC機能をパネル基板に直接形成できること(a-Siは外部取付け)と、画素TFT自体を小型にできるという基本的な利点がある(囲み記事参照)。この利点が、表示デバイスとして次のような大きなメリットとなる。

- (1) 高精細画面の提供が可能
- (2) 部品点数の削減
- (3) 接続点数が削減(1/20)できるため、機械的衝撃に対する高耐性・高信頼性を確保
- (4) ガラス板4辺のうち、3辺はフリーでシンプル構造である
- (5) 省電力・薄型軽量化

これらの利点(特に高精細度)を生かした新商品(2.7型/4型/8.4型/10.4型/11.3型)は既に市場導入をしている。例えば、社内向けに、2.7型を40型リアプロジェクションTV“40ZIP”用に、8.4型を生保端末ペン入力PC“NAVIT”用に、11.3型をスリムノートPC“DynabookSS3380”用に採用されている。更に、主な顧客向けには、4型(200ppiの超高精細品)はPDA(携帯型個人情報機器)用に、8.4型はミニノートPC用に、10.4型はB5判サブノートPC用にそれぞれ採用されている。

一方、現在開発中の5.8型VGAワイドは、“ポータブルDVD”用の製品対応で、現在市場に出ている他製品より画素数が多く(高精細)、きれいで自然な画像を提供できる。また、99年度エレクトロニクスショーで技術参考出展した“15型UXGA”は、当社の大型高精細p-Si TFT-LCDの技術ポテンシャルを内外へ強くアピールできた。これにより当社は、p-Si技術で小型2.7型から大型15型)まで、かつ高精細度(200ppiクラス)の商品化技術を持ったことになる。

今後、技術面での主な課題は次のとおりである。

- (1) 周辺回路の更なるパネル内蔵

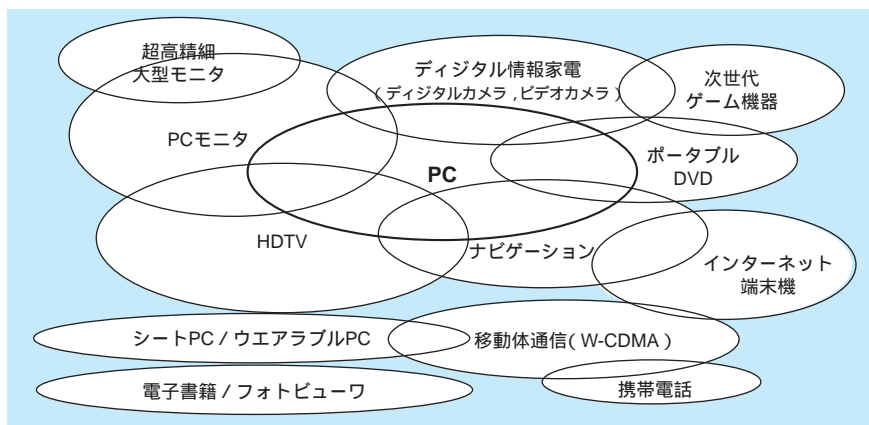


図3. 今後の液晶市場全体像 2000～2005年のLCD応用商品分野は、インターネットやデジタル化をベースに各機器の融合が進み、市場の多様化が促進される。
Overview of future LCD applications

化

- (2) 更なる性能改善(消費電力・機構設計など)
 - (3) 反射型の検討
- ビジネス面での主な課題は次のとおりである。

- (1) 高精細の利点を生かした新応用分野の開拓
 - (2) 新規グラフィックチップや新OS開発のための働き掛け
- いずれも強力に推進していきたい。
- 現在対象市場として考えているのは、高精細という特長を遺憾なく発揮できる市場として現行のモバイルPCのほかに、デジタル情報家電、電子書籍、フォトビューワ、移動体通信(W-CDMA: Wide-band Code Division Multiple Access)、次世代ゲーム機器・インターネット端末機・超高精細大型モニターなどが挙げられる(図3)。

これらに対して、当社から三つの商品化シリーズの提案を企画している。一つは“精細度200ppi商品化シリーズ”，二つ目は“XGAシリーズ(6.3/8.4/10.4/11.3型)”，三つ目は“UXGAシリーズ(10.4/12.1/14.1/15型)”であり、これらを技術と商品性を強力にアピールして、2000年度以降DFS(De Facto Standard: 業界標準)化するため推進したい。

基本的にp-Si TFT-LCDの最大の

特長は高精細化(High Pixel Density)と判断しており、“写真画質を電子表示デバイス(LCD)上に表現できること”を当社の商品化戦略の基本と考えて今後の事業展開を図っていききたい。

■ 高精細 LCD が主流

液晶デバイス事業を取り巻く環境変遷は激しい。市場ニーズ動向、技術動向、ビジネス上の需給バランス動向などを常に良く見極めて“先行的事業性構築”の行動姿勢を心掛けたい。

その行動のベースになるのが、コスト力、品質力、技術力、商品企画力、ビジョン設定力の五つの力によると考えている。

当社は、a-Siとp-Si技術をベースとした2大事業を成しており、今後は“高精細LCD”を中心に、技術、品質、販売において常に業界No.1を目指して事業推進を図っていききたい。



越後 博幸
ECHIGO Hiroyuki

ディスプレイ・部品材料社 液晶事業部 液晶応用技術部部長。
液晶の応用技術の開発に従事。
Liquid Crystal Display Div.