

# 自動車の進化を支える車載用TFT-LCD技術

TFT-LCD Technologies for Automotive Use Supporting Evolution of Vehicles

郷原 良寛

近藤 淳司

■ GOHARA Yoshihiro

■ KONDO Junji

ナビゲーション（以下、ナビと略記）用途から始まった車載用TFT-LCD（薄膜トランジスタ 液晶ディスプレイ）は、後席用エンターテインメント（RSE：Rear Seat Entertainment）用途への展開を経て、安全目的のインストルメントパネル（以下、インパネと略記）用途や後方確認用のリアビューモニター用途へと利用が拡大してきている。更に、タッチパネルに代表される入力機能も付加され、運転者とのヒューマンマシンインタフェース（HMI）として重要な位置づけとなり、車内の情報端末用途への展開も期待される。

東芝モバイルディスプレイ（株）は、進化する自動車に関わる様々な要求に応じて最先端のTFT-LCD技術を開発している。

The use of thin-film transistor liquid crystal displays (TFT-LCDs) in automotive applications has been expanding due to changes required for a broad array of functionalities ranging from mobile navigation to rear seat entertainment (RSE), and more recently, automotive safety equipment including instrument panels and rearview mirrors. Furthermore, TFT-LCDs with an input function, as typified by the touch panel, to achieve a human-machine interface (HMI) for driver assistance are expected to serve as effective information terminals.

In response to these changing needs of the automotive market, Toshiba Mobile Display Co., Ltd. has been consistently developing advanced TFT-LCD technologies for automotive use.

## 1 まえがき

1990年から本格的に開発が始まった自動車ナビシステムの地図表示モニターとして、ブラウン管（CRT）に替わりTFT-LCDが初めて搭載された。当時は対角5～6型クラスのLCDが使われていたが、ナビシステムの普及に伴って大型化が進み、2000年には年間300万台を超える市場に発展した。その後、TFT-LCDはナビ用途以外の車内のモニター用ディスプレイとしても広く用いられるようになり、車載用ディスプレイとしての市場は年平均26%の成長率で増加し、自動車には必須のデバイスになった。

自動車の性能及び機能の向上に伴って車載用TFT-LCDの用途も更に拡大し、自動車に関わる要求事項も多岐にわたっている。ここでは、車載用TFT-LCDの市場ニーズの変遷と、これに応えるために東芝モバイルディスプレイ（株）が開発しているTFT-LCD技術について述べる。

## 2 車載用TFT-LCD市場の変遷

車載用TFT-LCDの用途別市場の変遷とその将来予測を図1に示す。ここで、民生用ポータブルナビゲーションデバイス（PND）は除外している。またデータ集計上、ナビと後席用エンターテインメント（RSE）用途については2007年以降両者を合算して示している。

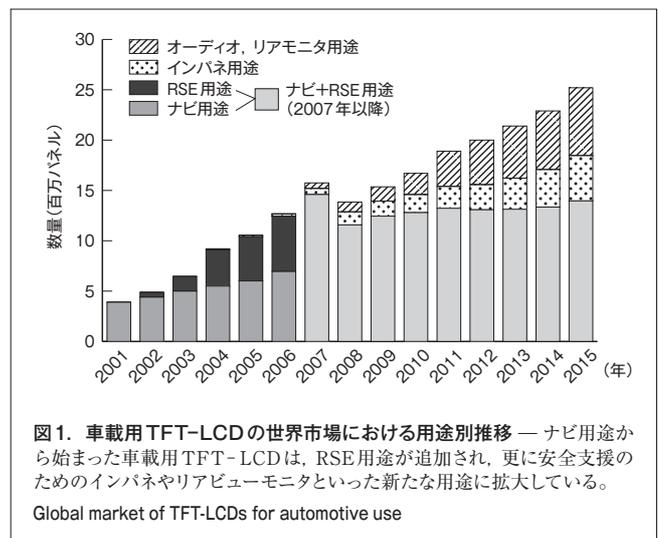


図1. 車載用TFT-LCDの世界市場における用途別推移 — ナビ用途から始まった車載用TFT-LCDは、RSE用途が追加され、更に安全支援のためのインパネやリアビューモニターといった新たな用途に拡大している。

Global market of TFT-LCDs for automotive use

車載用TFT-LCDは10年をかけてナビ用途で発展し、2001年には390万台の市場まで成長した。ナビの高機能化に加え、テレビ（TV）やDVD映像表示機能も搭載してエンターテインメント機能も充実してきており、ミニバンやワンボックスカーでの用途が追加され、北米や国内で市場は急拡大した。

その後、車載用TFT-LCDは、利便性と快適性に加え、安全性重視の観点から、運転者の安全支援を目的とした用途が追加された。その一つがインパネ用途で、簡易ナビ情報や車両情報を任意に表示させることで、運転中の視線移動を軽減

して安全性を確保できるようにしている。また、車両後退時に、カメラで後方の安全を確認するためのリアビューモニタ用途も2007年以降増加傾向にある。2008年の経済危機で市場はいったん縮小するものの、その後は再び拡大を続け、特にリアビューモニタ用途は北米や欧州での法制化の動きを背景に、2011年以降小型自動車向けを中心に急速に拡大するものと予測している。

### 3 車載用TFT-LCDへの要求事項

車載用TFT-LCDに求められる用途別の顧客からの要求事項を表1にまとめ、その内容について以下に述べる。

表1. 車載用TFT-LCDの用途別要求事項		
Required performance and specifications of TFT-LCDs for automotive use by application		
用途	要求事項	内容
ナビ	低温始動性	CCFLバックライトの低温立上り輝度向上
	低温応答性	LCDの欠点である低温での応答速度改善
	広視野角	LCDの欠点であるアイポイント輝度及びコントラストの改善
	広調光範囲	夜間輝度を数%まで絞り込む
	広温度範囲	-30~85℃での動作保証
	映り込み防止+高輝度	夜間のフロントガラスへの表示映り込み防止
	表示面低反射	直射日光対策
RSE	タッチパネル	低反射などの視認性改善
	大画面化	9~11型要望(ナビ用途は8型まで)
	高精細化	W-QVGA → W-VGA → W-XGA 要望
	高色純度	映像表示を美しく(NTSC比70%以上)
	薄型・狭額縁化	天吊り構成のため薄く、後方視野確保のため狭額縁
インパネ	広視野角	特にヘッドレスト用で前席リクライニング時に対応
	高輝度	入射光対策でのスモーク前面板(透過率20~50%)対応
	高コントラスト	黒基調デザインのため、黒輝度低減
	低温始動性	キーオン直後に規定輝度表示のためLEDバックライト必須
	低温応答性	低温時(-30℃)でもメータ類のぼけない正常表示
	誤表示防止	画面フリーズ、誤表示のないこと(異常時は消灯)
リアビュー	省電力	発熱防止用放熱板搭載のため小型化が必要
	低温応答性	低温時(-30℃)でもカメラ動画が視認できること
情報端末操作パネル	タッチパネル	(オーディオ、エアコンコントロール機能と兼ねる場合)
	表示面低反射	タッチパネル必須となり視認性改善

CCFL : 冷陰極蛍光管      W-QVGA : 400×240 画素  
W-VGA : 800×480 画素      W-XGA : 1,280×720 画素  
NTSC比 : 全米テレビジョン放送方式標準化委員会規格の色再現範囲の比率

#### 3.1 ナビ用途

車載用ディスプレイとしての最初のアプリケーションでもあり、要求事項はもともとLCDが持つ欠点と課題の克服に対する内容が中心となっていた。LCDはその材料特性から、低温では応答速度が著しく低下し、高温では液晶が液体となり表示できなくなる。そのため第一の要求は、車載要求温度範囲-30~85℃での動作保証と、-20℃での応答速度の改善で

ある。第二の要求は視野角特性の改善で、特にナビ用途の場合、ディスプレイは車両中央部に設置されるため運転席と助手席からの斜め方向(アイポイント)での視認性が求められる。

#### 3.2 後席用エンターテインメント(RSE)用途

RSE用ディスプレイは、フリップダウン(天吊(つり)型)から普及したため大型画面の前提があり、収納スペースの制約や後方視界の制限から、薄型・軽量・狭額縁化が求められる。また、前席のヘッドレストやシートバックに埋め込むタイプのRSEでは、前席をリクライニングしたときの上下方向の広視野角化が必須要件になる。更に、映像表示の観点から、家庭用TV並みの高色純度やハイビジョン高精細表示も要求される。

#### 3.3 インパネ用途

インパネ用途の場合、ナビ・RSE用途とは表示内容、使い易さ、及び目的が大きく異なり、車両情報・走行状態・警告表示が基本となる。そのため、イグニッションキーオン直後から正常に表示できる必要があり、低温時(-30℃)の輝度始動性と応答性が重視される。また、安全面から誤表示は許されず、異常時は表示を消すなどの誤表示防止策が必要になる。

特にインパネ部分は、自動車の内装デザイン上黒基調となること、及び直接入射光対策として透過率が20~50%程度のスモーク前面板を取り付けることが多く、高コントラストと高輝度化が要求される。また、バックライトなどの発熱に対する条件が厳しく、放熱対策として大型の放熱板を搭載する構成がとられている場合もあり、放熱板を削減し小型化を図るためにも省電力化が求められている。

#### 3.4 リアビューモニタ用途

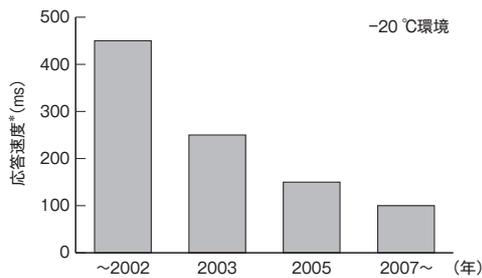
車庫への出し入れでバックする際、カメラで後方障害物を確認するためのモニタディスプレイである。リアビューモニタは、北米を中心にナビを標準搭載しない小型車や大衆車向けでも法制化の動きを受けて普及が始まり、オーディオやエアコン制御とも組み合わせたディスプレイオーディオと呼ばれる比較的廉価な新規商品もある。また防眩(ぼうげん)ルームミラー内にLCDを収納した製品も商品化されている。

## 4 要求事項に対するTFT-LCD技術の開発

### 4.1 低温応答性

LCDは、低温になると液晶の粘性が増大し、同じ印加電界に対してその動きが遅くなるという特性がある。そのため、当社では低粘性液晶材料の導入及びセルの狭ギャップ化によって実効電界強度を上昇させることで、低温応答性の改善を進めてきた。

当社は車載用TFT-LCDとしてTN(Twisted Nematic)-LCDを用いているが、その応答速度の改善経緯を図2に示す。現在は-20℃環境でも100msの応答性(立上り時間+立下り時間)を確保しており、インパネ用途でも使用可能になっている。



\*立上り時間+立下り時間

図2. 車載用TN-LCDの低温での応答速度改善 — -20℃環境でも応答速度を改善し、現在は100msを確保している。

Trends in response times of twisted nematic type liquid crystal displays (TN-LCDs) under low temperature (-20°C)

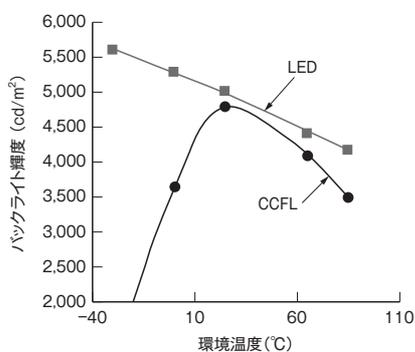


図3. CCFLとLEDのバックライト輝度の温度特性 — 低温領域では、CCFLは発光輝度が著しく低下するが、LEDは電源オン直後から最大輝度を出すことができる。

Comparison of temperature characteristics of cold-cathode fluorescent lamp (CCFL) and light-emitting diode (LED) backlight luminance

#### 4.2 低温始動性

カラーLCDは、従来からバックライト光源として冷陰極蛍光管 (CCFL) が広く使われてきた。CCFLは図3に示すように低温領域では発光輝度が著しく低下するという特性があり、低温環境でイグニッションキー オン直後から規定輝度まですばやく上昇させるために、CCFLのガス圧力やガス組成の工夫、点灯回路の初期電流ブーストなどによって始動性の改善を進めてきた。

しかしこの課題は、バックライト光源にLED (発光ダイオード) を採用することで解消された。LEDは、図3に示すように低温時の輝度が高く、電源オン直後から最大輝度を出すことが可能である。当社は他社に先駆けて、2007年からナビ用途の製品にLEDバックライトを導入している。

#### 4.3 広視野角

車載用のLCDには、民生用途と同様にTNの広視野角LCDが広く採用されている。現状、左右方向の視野角特性は色変化を除き実用上十分なコントラスト視野角特性が実現されてい

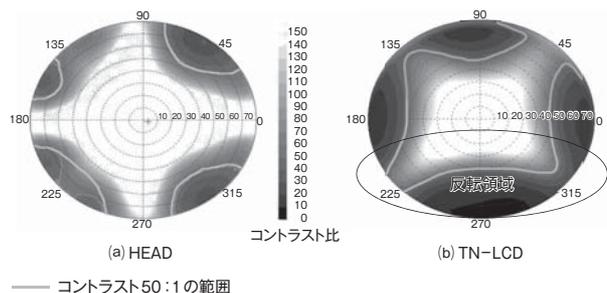


図4. HEADとTN-LCDのコントラスト視野角特性 — TN-LCDは上下方向に階調反転領域が存在するが、HEADは全方位にわたり高コントラストで視野角が広い。

Comparison of viewing angle characteristics of contrast ratio of hybrid electric field advanced display (HEAD) and TN-LCD

るが、上下方向には図4に示すような階調反転領域が存在する。そのため当社は、車載用広視野角LCDに全方位で階調反転が起きないHEAD (Hybrid Electric Field Advanced Display) と呼ぶTFT-LCD液晶技術を導入している。

図4に示すように、HEADは、コントラスト視野角特性が従来のTNの広視野角LCDに比べ白い領域が広く、すなわち視野角が広い。また、正面のコントラスト比もTNに比べ約2倍の1,000:1以上を確保でき、黒輝度をTNの1/2以下に抑えることができる。更に、TNとは逆のノーマリブラック (電源オフ時に黒表示) モードのため、黒基調の内装デザイン要求にも応えることができる。

表2にHEAD-LCD製品の概略仕様を示す。

#### 4.4 タッチパネル

HMIとしてLCDに付加したタッチパネルが広く用いられている。現在は抵抗膜方式が主流であるが、将来の車内情報端末への展開を考えると、民生用途で広く普及している操作性の良い静電容量方式が有力である。また、静電容量方式は多点入力も容易にできることから、使いやすいHMIを実現できる。

当社は、多結晶シリコン (p-Si) 技術を応用して、TFT-LCD内部にセンサ機能を内蔵した、タッチパネル機能を兼ね備えた

表2. HEAD-LCD製品の概略使用  
Outline specifications of HEAD-LCD product

項目	仕様 (代表値)	備考
画面サイズ	対角7.0型	アスペクト比 15:9
画素数	800 (×RGB) × 480	W-VGA
表示モード	ノーマリブラック	HEAD, a-Si TFT
表示輝度	700 cd/m <sup>2</sup>	
コントラスト比	1,000:1	
視野角	80°/80°, 80°/80°	上/下, 左/右
インタフェース	6ビットRGB, 5V電源	
動作温度範囲	-30 ~ 85℃	

RGB: 赤, 緑, 青 a-Si: アモルファス シリコン

表3. p-Si TFT-LCD製品の概略仕様

Outline specifications of high-definition polysilicon (p-Si) LCD product

項目	仕様(代表値)	備考
画面サイズ	対角7.0型	アスペクト比 16:9
画素数	1,280(×RGB)×720	W-VGA
表示モード	ノーマリホワイト	TN型, p-Si TFT
表示輝度	500 cd/m <sup>2</sup>	
コントラスト比	500:1	
視野角	30°/60°, 60°/60°	上/下, 左/右
インターフェース	6ビット LVDS, 3.3V電源	
動作温度範囲	-30~85℃	

LVDS: 小信号差動信号方式

車載用p-Si TFT-LCDの開発も進めている。

#### 4.5 高精細化

ナビ用途では地図の詳細表示のため、解像度はW-VGA(800×480画素)が主流になっているが、近年、RSE用途では地上デジタル放送の普及によって更なる高精細化が一部で進んできている。

当社は業界に先駆け、RSE用途の9型とナビ用途の7型で高精細に有利なp-Si TFT技術を用いたW-XGA(1,280×720画素)の高精細品を製品化した。7型のp-Si TFT-LCDの概略仕様を表3に示す。

#### 4.6 省電力化

エンジンからモータへとEV(電気自動車)化が進むなかで、車載部品の省電力化が重要な要素になってきている。ナビ用途の当社製TFT-LCDの消費電力削減トレンドを図5に示す。

2005年にはCCFLをバックライトに使用しており、バックライト光源で8W、駆動・電源回路で約1Wを消費していた。2007年からは業界の先陣を切ってバックライトのLED化を開始し、バックライト光源の消費電力を5Wに大幅削減した。その後、高効率LEDの導入と、p-Si TFT-LCD導入によるセル透過率の向上で更に消費電力を削減するとともに、駆動・電源回路

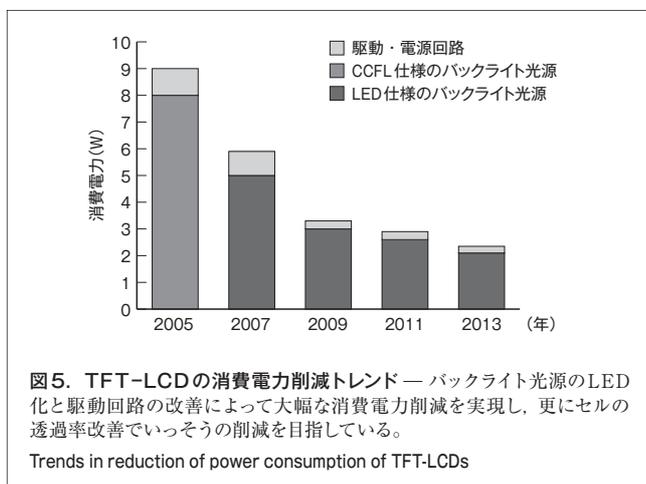


図5. TFT-LCDの消費電力削減トレンドーバックライト光源のLED化と駆動回路の改善によって大幅な消費電力削減を実現し、更にセルの透過率改善でいっそうの削減を目指している。

Trends in reduction of power consumption of TFT-LCDs

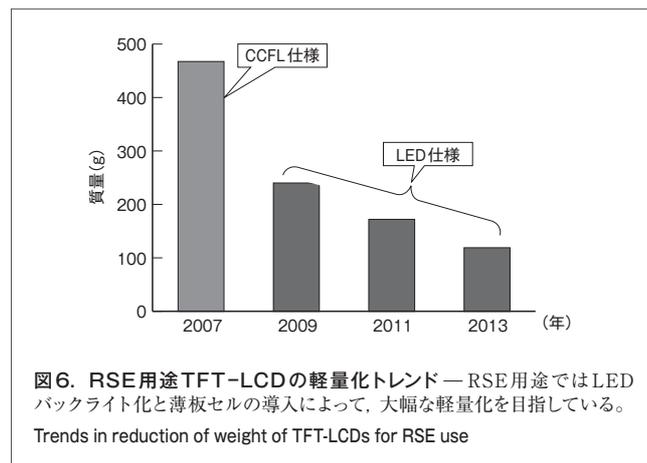


図6. RSE用途TFT-LCDの軽量化トレンドーRSE用途ではLEDバックライト化と薄板セルの導入によって、大幅な軽量化を目指している。

Trends in reduction of weight of TFT-LCDs for RSE use

の合理化を図ることによって、2013年には2005年比でトータル消費電力の74%削減を見込んでいる。

#### 4.7 軽量・薄型化

省電力化と同様に、EVの走行距離を伸ばすために車載部品への軽量化要求も高まっている。RSE用途の当社製TFT-LCD(9型W-VGA)の軽量化トレンドを図6に示す。

RSE用途の製品のLEDバックライト化はナビ用途から2年遅れで進んでおり、2007年にはCCFLバックライトで質量は約470gであったのに対し、2009年からはLEDバックライトへ移行したことで約1/2の240gまで軽量化した。更に、2013年には薄板セルを導入することで、2007年比で74%削減の120gを軽量化目標として開発を進めている。

## 5 あとがき

車載用TFT-LCDについて、用途展開の変遷と、車載用途に特有な要求事項及び、それに対応するために必要なTFT-LCD技術について述べた。自動車のEV化が加速するなか、省電力化と軽量・薄型化の要求は更に高まっており、情報端末への用途展開に伴ってHMIの強化が望まれている。

今後、更に進化する自動車の将来を見据えて、当社はp-Si TFT-LCD技術を活用した高機能な車載用TFT-LCDを開発し提供していく。



郷原 良寛 GOHARA Yoshihiro

東芝モバイルディスプレイ(株) 事業統括部カスタマーソリューション エグゼクティブ。車載用TFT-LCDの商品開発に従事。Toshiba Mobile Display Co., Ltd.



近藤 淳司 KONDO Junji

東芝モバイルディスプレイ(株) 事業統括部 車載部グループ長。車載用TFT-LCDの応用技術開発に従事。Toshiba Mobile Display Co., Ltd.