

車載向け内製フルHD液晶モジュールの開発

Development of Automotive In-House Full-HD LCD Module

吉澤 昭浩*
Akihiro Yoshizawa

大川 典夫*
Norio Okawa

近年、情報端末であるスマートフォンやタブレットの画面解像度が大幅に向上している。一方で、車載向けは環境温度など運用条件が厳しく専用パネルであるため大半がWVGA以下の低解像度である。社会の流れをいち早く車内環境に取り込むため、民生向け液晶パネル用セルを転用することで開発費を抑制し車載環境に対応させたフルHD液晶モジュールを開発した。

The automotive environment is very tough, and it is not possible to easily use high-definition display devices in it. Therefore, many automotive displays have a low resolution of WVGA or less. In order to quickly bring the car environment up to date with the flow of society, we have developed Full-HD LCD modules using a commercial cell glass that allow the devices to be used in harsh automotive conditions.

1. 車載仕様への技術課題

近年、民生用情報端末はフルHD（1920RGB×1080）以上の解像度に対し、車載用表示端末はWVGA（800RGB×480）以下である。快適で安全な運転を支援するため多くの情報を的確に伝える高解像度ディスプレイの導入が急務となっている。

車載仕様の液晶パネルは温度環境、色味、低温応答性などの点から個別専用設計となっている。また、民生仕様の数量規模と比較して1桁から2桁小さいため、高額な液晶パネルセルの開発費は重く、新規開発しがたい環境にある。

民生仕様の液晶パネルセルを車載仕様へ転用できれば市場動向に適した液晶モジュールの提供が可能になる。しかし、民生仕様の約0℃から+45℃の温度環境に対し、約-30℃から+85℃と広い範囲での対応が必須となる。温度環境対応の多くは部材の置き換えとなるが、セル配線に結びつく変更はできない。民生用最先端ドライバICで温度対応した互換品が存在しない、車載仕様の液晶材料は民生仕様と比較し粘性が高く赤みがあるなどの問題がある。

2. 民生仕様から車載仕様へ

現在の車載向け液晶パネルの主流は、視野角が狭く色味やコントラストに角度依存性をもつTN液晶パネルである。これに対し、民生仕様は視野角が広く階調変移や色調変化が少なく発色性の良いIPS液晶パネルを採用し

ている。

今回、ノートPC用に開発された11.6v型フルHD用IPS液晶パネルセルを選定し車載仕様へ転用した。

2.1 車載に求められる点

車載仕様と民生仕様にはいくつかの相違点がある。特に、環境温度では民生の約0℃～+45℃に対して、約-30℃～+85℃と広い環境温度範囲でも正常動作することなど高い品質が要求される。さらに、表示画像の色再現性、低温での動画応答性など製品のでき映えも求められる。

2.2 転用への構想

液晶パネルモジュールは、初めに電極部を形成し配向膜やカラーフィルタ、スペーサなどでセルと呼ばれる外枠を組み立て、そのセルの中に液晶材料を封入し液晶パネルセルを完成させる。最後に、偏光板やドライバIC、さらにバックライトユニットなどをセルに組み付けることで液晶パネルモジュールができあがる。

民生仕様から車載仕様へ転用する場合、最も配慮すべき点は環境温度への対応である。車載仕様は民生仕様に比べ3倍に近い環境温度範囲が要求される。環境温度への耐性確保は部材価格に大きく影響する。

液晶パネルセルに使われている各部材は、高い温度耐性をもっている。それゆえ民生用液晶モジュールを車載仕様へ転用させる基本構想は、民生仕様のセルに車載用の液晶材料を封入、車載対応の偏光板やドライバICなどに置き換え、バックライトユニットを組み付けることである。

基本構想を進めるに際し、環境温度に耐性のある互換ドライバICと部材の熱耐性を上げることによる液晶パネルの色味変化の点、さらに応答速度の低下の3点が課題となる。

* オートモーティブ&インダストリアルシステムズ社
インフォテインメントシステム事業部
Automotive Infotainment Systems Business Div.,
Automotive & Industrial Systems Company

2.3 互換ドライバICの開発

液晶モジュールに入力される映像信号の仕様は、第1表のように異なる。フルHD化でデータ伝送量は、従来車載ディスプレイで主流のWVGAと比較し約6倍となる。

第1表 映像信号の仕様

Table 1 Specifications of video signal

項目	従来品(WVGA)	開発品(フルHD)
水平周期	31.5 kHz	67.5 kHz
垂直周期	59.9 Hz	60.0 Hz
ドット周波数	約33 MHz	約150 MHz
データ幅	18 bit	24 bit

車載向けドライバICの主流は低速のシングルエンド仕様である。ドット周波数が高い信号を伝送させると、輻射（ふくしゃ）が強くなる。環境温度で信号間の位相差変動が発生し画素欠落が起きるなどの課題が出てくる。

高解像度化が進んでいる民生仕様では、より低輻射で接続線数の少ないクロックエンベデッド形式の高速差動伝送方式がいろいろと開発、導入されている。同時に、半導体メーカーは他社ICとの置き換えも見据え、端子の座標位置や機能に互換性をもたせたICも開発している。

民生向けセルを採用するには、民生の差動伝送方式に準拠するパッド互換でき、高温環境下での動作と液晶材料入れ替えに伴う高い駆動電圧（民生用約4V、車載用約5V）に対応した車載向けドライバICを導入する必要がある。しかし、互換ICがないため、第2表に示すようなICを新規開発し導入することで解決を図った。

第2表 伝送信号の本数

Table 2 Number of transmission signal lines

伝送形態	従来 (シングルエンド)	民生品 (差動伝送)	新規開発 (差動伝送)
信号線数	24本	4本	2本
クロック	1本	Include	Include
同期本数	1~3本	Include	Include
コマンド	なし	2本	2本

2.4 色味変化

TN方式の民生用液晶と車載用液晶では色味にほとんど差はないが、電極構造の異なるIPS方式の車載液晶ではわずかに色温度が低く（黄色みが強く）なる傾向をもつ。色温度が低くなる特性により、IPS液晶パネルのバックライト用LED（Light Emitting Diode）には青みの強い部品を使用する。

要求される白の色座標は、D65（国際照明委員会などで定める標準光、色座標（0.3127,0.3290））である。しかし、要求色温度を実現させるだけの青みの強いLEDは品種が

少なく、高価である。また、新規設計のセルではないため、カラーフィルタの色濃度を見直すことはできない。

そのため、バックライトLEDを色度ランク別に検討し、部品価格に影響のない2段階程度青み側のLEDを採用し、さらに色味に影響するセルのギャップ長（セルを構成する2枚のガラスの間隔）を調整することで解決を目指した。ギャップ長を狭めると青みが強くなる反面、透過率や歩留まりが低下する懸念が検証から判明している。懸念点を最小限に抑え調整した結果、民生仕様の1割程度狭くできた。しかし、民生仕様の色座標（0.3172,0.3475）までは戻せずおよそ5%改善の（0.3314,0.3666）となった。

白の再現性が最も重要なため、最終的な液晶パネルの色再現は映像信号への信号処理回路での補正を行い、要求仕様を実現させた。

2.5 応答性

液晶は固体と液体の中間物質で、第3表のようにNI相転移点（液晶が液体となる温度）と析出点（液晶が固体となる温度）の温度範囲内で液晶として機能する。

第3表 液晶材料の物性値差異

Table 3 Difference in physical property values of the LCD

液晶材料	民生用液晶	車載用液晶
NI相転移点	+85℃	+100℃
析出点	-30℃	-40℃

民生用液晶から車載用液晶へ変更すると動作温度範囲が広がり低温下でも動作できるようになるが、液晶の粘度は上がり応答性に影響が出る。一方、ギャップ長を狭めると応答速度は速くなる。

自動車メーカーからの要求は、-20℃で立ち上がり応答速度（ T_r ）と立ち下がり応答時間（ T_f ）を合わせた T_r+T_f で200ms以下である。ギャップ長変更での改善もあり、第4表に示すように民生液晶とほぼ同じ特性を維持できた。

第4表 応答速度

Table 4 Response speed

温度	民生品	従来車載品	開発品
+20℃	17.5 ms	28 ms	16.4 ms
-20℃	103.5 ms	250 ms	94.2 ms

3. 今後に向けて

開発を通し民生向けセルを車載仕様へ転用させ十分な品質を確保できることを立証できた。同時に車載転用への課題整理ができた。

開発品を自動車メーカーに展示実演した結果、次期車種への搭載の引き合いへとつながった。さらに、PC向けWUXGA（1920RGB×1200）液晶パネルの転用化の引き合いも出ている。今後さらに、自動車メーカーの要望にいち早く応えるべく、さまざまなサイズの高精細民生向けセルの転用化だけでなく、新規開発したドライバICを利用したカスタム液晶パネルの開発にも取り組んでいく。

参考文献

- [1] 山崎照彦 他, カラーTFT液晶ディスプレイ 改訂版, 共立出版, 東京, 2005.
- [2] 大石巖 他, ディスプレイの基礎, 共立出版, 東京, 2001.