

車載用有機 EL ディ스플레이の現状と展望

The present status and outlook of Organic Light Emitting Diode (OLED) displays for vehicle

仲田 仁

Hitoshi Nakada

要 旨 有機 EL ディ스플레이は、コントラストが高い、応答速度が速い、低温での動作安定性が高いといった特徴を有しており、車載用途に適したディスプレイである。現在、有機 EL ディ스플레이は車載用途としてカーオーディオや一部の計器に応用されているが、薄さや形状のフレキシビリティといったデザイン性の点からフィルムタイプのディスプレイへの期待が高まっている。

Summary Organic Light Emitting Diode (OLED) displays are suitable for vehicle applications because they have particular characteristics such as a high contrast, a relatively high speed of operation and stability at low temperature. Currently, they are adopted in the display parts of car audio systems and meters.

Film-type OLED displays attract great expectation as the next vehicle application because they are thin and it is easy to design the display view.

キーワード : 有機 EL(Electroluminescence), OLED, 高コントラスト, 高速応答, 低温での動作安定性, フィルムディスプレイ

1. まえがき

有機 EL(Electroluminescence) ディ스플레이は、1997年にカロツェリアのFM文字多重レシーバー用のディスプレイとして車載向けに上市されたのを皮切りに、現在ではカーオーディオや携帯電話、携帯オーディオ、車載用計器などへと応用範囲も広がってきている。また、試作レベルではあるが、TV用のディスプレイも学会や展示会では目にすることができる。近年このようにアプリケーションの広がりを見せる有機 EL ディ스플레이であるが、自発光型で視認性が高いことから車載用のディスプレイは有機 EL のアプリケーションとしては最適な分野の一つであると考えられる。本稿では、有機 EL の車載用途への応用例を紹介すると共に将来展望に触れる。

2. 車載用ディスプレイ

車載用ディスプレイに求められる要件を伊藤氏は以下のように述べている⁽¹⁾。自動車にはいくつかの

ディスプレイが装備されている。代表的なものは、メータ、時計、オーディオやエアコンの制御パネル、カーナビゲーションシステムなどである。これらのディスプレイが自動車用の部品として求められる要件は、安全性と快適性、そして商品性である。ディスプレイは自動車を安全に走行させるために、また快適な走行環境を与えるために多くの種類の情報をドライバに提供する必要がある。また、ディスプレイは車室内のデザインに大きな影響を与えるだけにデザインの良さ、表示画面の見栄え、表示情報の質が重要である。これがディスプレイの商品力である。

車載用ディスプレイを人間工学的に捉えた場合、求められる特性で重要なのは視認性と判読性である。そのために求められる要件を次に述べる。

- (1) ディ스플레이の輝度調整範囲が広い必要がある。砂漠、晴れた雪道で外界照度 10 万 lx の時、ドライバの瞳孔が縮小した状態で良く見え、闇夜、ヘッドランプの路面反射のみの時の路面輝

度 0.5cd/m² 程度で瞳孔が拡大した状態でまぶしすぎないことが必要である。

- (2) コントラストが高い必要がある。特に太陽光が直射でディスプレイに照射されたときに判読できる、すなわちコントラストがあまり落ちない必要がある。
- (3) ディスプレイへの直射光入射で太陽光がドライバの目の方向に反射しないことが必要。
- (4) ディスプレイ表面への映り込みを極力低減する必要がある。例えば、昼間乗員のシャツやズボン、ウィンドウからの外界景色が映っては大変見にくくなる。
- (5) 夜間、フロントやサイドウィンドウへの反射は障害物を見逃す可能性を増加させるため、安全上問題である。

自動車の環境条件はかなり厳しく、一般的にディスプレイには以下の耐久性が要求される。温度は -30℃ から 65℃、高温放置 85℃ 192 時間、湿度は結露による濡れ状態、振動は共振状態で 3 方向 4G 75,000 回、その他に耐光性などが求められる。

3. 車載用としての有機 EL ディスプレイ

有機 EL ディスプレイの特徴としては、

- ・コントラストが高い
- ・視角依存性が無い (視野角が広い)
- ・応答速度が速い
- ・低温での動作安定性が高い

などが挙げられる⁽²⁾。これらの特徴は、車載用に用いられている液晶ディスプレイ (LCD: Liquid Crystal Display) や蛍光表示管 (VFD: Vacuum Fluorescent Display) といった他のディスプレイと比較したときに大きなメリットである。

LCD は、バックライトの光漏れにより本来黒であるべき表示が完全に黒くならないとか、近年はずいぶん改善されてきてはいるものの、見る角度によって色合いが変わり、表示品位が著しく悪くなるといった不具合を経験している人も多いと思う。また、応答速度の点から、動画に不自然さを感じることもある。また、真冬の早朝など、寒いときの輝度の不足など車載用ディスプレイとしてはいくつかの課題を抱えている。

これに対し、有機 EL ディスプレイは発光部と非発光部との明暗の差が大きく、高いコントラストが得られる。また、視角依存性がなく視野角が広いために、ドライバはもとより助手席や後席からも違和感の無い

画像が得られるのも LCD には無い特徴である。さらに、応答速度は μ sec オーダーと早く、低温での動作性能も常温に比べ劣らないのも特徴のひとつである。

VFD は構造上表示面がディスプレイの奥に配されることから、斜め方向から見た場合に見えないエリアが発生してしまう。従って、ディスプレイの設計上、表示エリア周縁のデッドスペースを大きくとらざるを得ない。また、真空構造を必要とする VFD はディスプレイサイズが大きくなるのに伴いガラスの厚さを厚くする必要があり、薄型という点では不利である。また、表示部の各セグメントを覆っている蛍光体の影響により、強い直射日光下では点灯セグメントと非点灯セグメントのコントラストが低下するという問題点も有している。

これに対し、有機 EL ディスプレイは視野角の点からもまた薄さの点やデッドスペースが小さいという点からも勝っているものといえる。現在は、封止構造上若干の厚さを必要としているものの、全固体型のデバイスであることから、薄さの点では有利なディスプレイである。限られた空間内で設計をしなければならない車載用ディスプレイの場合、薄型ディスプレイのメリットは大変大きいものである。

ドライバが前方の視野から一瞬目をそらせ、ディスプレイの表示を見てそこに表示される情報を判読することを考えたとき、車載用ディスプレイには安全性の点から瞬時に表示内容を識別できる視認性の高さが求められるが、前述した点から有機 EL ディスプレイは車載用ディスプレイには最も適したディスプレイのひとつであると考えられる。

4. 有機 EL の車載用ディスプレイへの応用

4.1 カーオーディオ

世界で最初に有機 EL ディスプレイが搭載されたのはパイオニアの FM 文字多重レシーバーである。この商品は、ドライブに役立つ交通情報や天気予報、さらに FM 多重放送による VICS などの文字情報を受信してディスプレイ上に表示するものであり、ドットマトリクス構造が採用された。このディスプレイはグリーン単色で、256 × 64 画素の表示部からなり、単純マトリクスで構成されている。有機 EL が採用されたのは前項に記述した様々な特徴を有することによる。その後、ディスプレイサイズも大きくなり、現在では 1DIN サイズのみならず 2DIN サイズにまで拡大し、発光色もエリアカラー、マルチカラーとバリエー

ションも増えてきた。図1に最近のカーオーディオ(DEH-P810)に応用した例を示す。ここに応用されたディスプレイは、256×64画素で、65,536色のカラー表示が可能である。有機ELの特徴を活かし、エンタテインメント性豊かな表示が可能になっている⁽³⁾。



図1 カーオーディオへの応用例(DEH-P810)

4.2 計器

Aston MartinのDB9には、中央の二つの円形メータの中に隣接する形で有機ELディスプレイが配置された矢崎製の計器パネルが採用されている。

その他に、日本精機の関連会社のアデオンが車載計器用として有機ELディスプレイを開発、生産している。代表的なものとして、画面サイズ102×26mm、画素数256×64、発光色はアンバーで、輝度が130cd/m²という仕様のパネルを発表している。このパネルはレーシング用途の計器に搭載され、レースに必要な多くの走行データや車の情報をドライバーに的確に伝達するという商品コンセプトのもと、見やすい表示を実現すべく、有機ELディスプレイを採用したとしている⁽⁴⁾。

5. 車載用有機ELの課題と展望

車載用ディスプレイに求められる特性を考えた場合、有機ELは有望な車載用ディスプレイのひとつであることを上述した。しかしながら、有機ELが車載用ディスプレイとしてさらに認知されるためにはその他のアプリケーション同様、さらなる特性の改善が必要である。それは、例えば寿命の改善であり、高輝度化であり、低消費電力化である。これらはそれぞれがトレードオフの関係にあり、様々なアプローチによって特性の改善が精力的に行われている。特に、高温環境下での特性改善のためには高耐熱材料の開発も重要な課題と位置付けられている。

限られた空間で用いられること、あるいは車内のインテリアとのマッチング、デザインの多様性といった車載用ディスプレイ固有の特性を考えるとフィルムタイプのディスプレイはひとつの解であると考えられる。

フィルムタイプのディスプレイは、薄さという点で車内空間をより有効に活用でき、四角形以外の複雑な形状やラウンド形状に対応できれば従来にない斬新なデザインが可能となる。有機ELディスプレイは、ガラス基板の代わりに樹脂基板を用いることでフィルムタイプのディスプレイを提供できるが、主要な開発課題は、樹脂基板の防湿性能の向上⁽⁵⁾、防湿膜による封止技術の確立⁽⁶⁾、駆動用TFTの開発⁽⁷⁾などである。

樹脂基板はガラス基板に比べて透湿性が高い。そこで、有機EL素子の劣化原因となる水分の浸入を防ぐ目的で防湿バリア膜を樹脂基板上に形成する。基板には防湿機能に加えて透明性が求められるため、窒化酸化シリコン膜を採用することで両者の機能が発現する。また、ガスバリア膜の欠陥を低減するために、樹脂基板上に樹脂の平滑化コートを行うことは有効である。

フィルムタイプのディスプレイでは、可とう性を持たせるために、封止は従来の缶によらず防湿膜による方法を用いる。有機EL用の防湿膜としては、

- ① 高い防湿性
- ② 低い成膜温度
- ③ 少ない残留応力
- ④ 良好な段差被覆性

などが求められる。これらを満足するためにプラズマCVD法による窒化シリコン膜の適用例が報告されている。この窒化シリコン膜は優れた防湿性能を有しているもののフレキシビリティに欠けるため、この上に紫外線硬化樹脂をコーティングすることにより曲げ特性の改善が図られている。

ディスプレイが高解像度化するに従って、画素の容量性の問題や画素に瞬間的に大電流を流さなければならないことによる弊害から、単純マトリクス構造のパッシブ駆動では対応ができなくなる。そのため、TFTを用いたアクティブ駆動パネルの開発が進められている。TFTにはシリコンが用いられるが、フィルムタイプのディスプレイでは、プロセス温度や可とう性の点でシリコンを用いることが難しい。そこで近年、有機半導体を用いた有機トランジスタの研究が盛んに行われている。有機トランジスタの第一の特徴は、樹脂基板上にその樹脂の耐熱温度範囲内のプロセス温度で形成できることである。有機トランジスタを用いることで、可とう性、軽量性、耐衝撃性、薄型化などの特性が期待される。第二は、印刷プロセスを利用することで、大面積の集積回路が低コストで作製できる可能性があるという点にある。特に、製造装置の初期投

資が少なく、設計から製造までに要する準備期間も大幅に短縮できると期待される。また、印刷技術を利用した有機トランジスタの製造では、原料を必要量だけ必要な場所に塗布するため、無駄が少なく環境にもやさしいと考えられている。

6. まとめ

有機 EL ディスプレイの応用例として車載用ディスプレイへの展開について述べた。有機 EL ディスプレイ市場の拡大スピードは当初考えられていたよりも遅れている。しかしながら、研究者、技術者の真摯な努力により、材料、生産プロセス、デバイス特性を改善することで有機 EL ディスプレイの現在の主要なアプリケーションに加え、今後さらに車載用ディスプレイへの応用が広がっていくものと考えられる。

参考文献

- (1) 伊藤肇：有機 LED 素子の残された重要課題と実用化戦略，有機エレクトロニクス研究会，150(1999).
- (2) 仲田仁：有機 LED 素子の残された重要課題と実用化戦略，有機エレクトロニクス研究会，159(1999).

- (3) http://pioneer.jp/carrozzeria/products/deh_p810/index.html
- (4) 日本精機ニュースリリース，2005 年 9 月 29 日。
- (5) A.Sugimoto, A.Yoshida, T.Miyadera and S.Miyaguchi: Ext.Abstr.10th Int.Workshop Inorganic and Organic Electroluminescence, 365 (2000).
- (6) H.Kubota, S.Miyaguchi, S.Ishizuka, T.Wakimoto, J.Funaki, Y.Fukuda, T.Watanabe, H.Ochi, T.Sakamoto, T.Miyake, M.Tsuchida, I.Ohshita and T.Tohma: Journal of Luminescence, 87, 56 (2000).
- (7) 大田悟，中馬隆，宮口敏，佐藤英夫，田辺貴久，奥田義行，土田正美：第 51 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集，p.1455(2004).

筆者紹介

仲田 仁 (なかだ ひとし)

技術開発本部 総合研究所 デバイス研究センター 表示デバイス研究部。光ピックアップ用光学部品材料，生産プロセス開発などを担当後，有機 EL の研究開発に従事。その後，有機 EL ディスプレイの事業化に携わり，現在は有機機能デバイスに関する研究開発に従事。