

I — 3 「有機 EL デバイス技術、及びそれを用いたプリントヘッドの開発について」

セイコーエプソン（株）
技術開発本部 コア技術開発センター
井上 望

講演会 : 「有機 EL デバイス技術、及びそれを用いたプリントヘッドの開発
について」
講 師 : 井上 望 氏
開催日 : 2010 年 1 月 18 日
参加者 : 52 名
記 : 高橋 成幸*

1. はじめに

有機 EL デバイスは、究極のディスプレイを実現できる発光デバイスとして、近年注目され、携帯電話のディスプレイとしては既にかかなりの搭載例があり、テレビとしても発売されている。

発光素子としての優れた特性に着目し、これを電子写真プリンタのプリントヘッドの光源として用いる検討が進められているが、寿命、信頼性の面で実用化には遠いと言われてきた。しかし、近年の材料開発の進捗と、素子構造あるいは制御などの工夫によりプリントヘッドの光源としても十分な寿命と信頼性を持つまでに至った。

有機 EL デバイスが発光部の形状、位置などを精密に形成できる特長を生かして、市販のロッドレンズアレイ（以下 RLA と称す）、あるいは独自開発したマイクロレンズアレイ（以下 MLA と称す）と組み合わせて、ラインヘッドを作成し、電気特性、光学特性を評価すると共に、高解像な結像特性を確認した。

本発表では、その概要を紹介すると共に、有機 EL デバイスの光源としての特性が高解像度印刷に対してどの

ように有用であるかを報告するものである。

本小委員会では、セイコーエプソン（株） 技術開発本部 コア技術開発センター 井上 望様をお招きして、ご講演を賜った。

2. 内容

本講演内容は次のような構成であった。

有機「EL」デバイスは、名前には「EL」の言葉が入っているが、発光原理としては、無機 EL 素子よりは LED に近いものである。従って、欧米では、「OLED (Organic light-emitting diode)」と呼ばれることが多い。

2.1 OLED の特徴と発光原理

OLED には、主に以下のような特徴がある。

- ・ ガラス基板上に、精度よく発光部を配置可能
- ・ 発光波長が選択可能
- ・ 低温ポリシリコン TFT (以下 LTPS と称す) による駆動回路上に、OLED 発光素子が形成可能
- ・ 短波長 (赤色) 発光素子としては、LED を上回る発光効率が実現可能

* 技術調査小委員会委員

OLED は、薄膜の発光層の両面からキャリア(正孔と電子)を注入され、その結合エネルギーによって発光する。但し、発光層自身は絶縁体である。

2.2 OLED の構造と成膜技術

OLED は、現在では 3~4 層の多層構造を成すものが多い。各層を構成する材料は、正孔及び電子の注入に適した仕事関数を持つ材料が選択される。発光材料には、低分子材料と高分子材料があり、低分子材料では蒸着プロセス、高分子材料ではインクジェットなどの塗布技術が用いられている。塗布技術の方が生産性は高いが、成膜品質は蒸着技術の方が高いと言われていた。しかし、第 104 回日本画像学会研究討論会(2009 年 12 月 4 日開催)における発表の通り、セイコーエプソン(株)ではインクジェット塗布でも、十分な膜の均一性実現に成功している。

プリントヘッドへの適用を考えると、カラーディスプレイのような RGB の塗り分けは必要なく、またライン状光源であるので、二次元的な均一性は必要ないので、高分子/低分子、蒸着/塗布のいずれの技術も採用可能と考えられる。

2.3 駆動部の構造

有機 EL ディスプレイは、液晶ディスプレイと同様に、TFT を用いて駆動部を集積したアクティブマトリックスパネルを用いることが多い。小型のディスプレイでは、ガラスパネル上に光源のみを置く、パッシブマトリックスパネルも存在する。

使用する TFT としては、特性バラツキを除けば LTPS パネルが望ましいが、高価で大型パネルには適用が難しいため、アモルファスシリコンを改良した TFT が検討されている。プリントヘッドに対しては、ディスプレイに比べてより高速で、大電流が必要なため、ますます LTPS の必要性が高い。また、プリントサイズをカバーすればよいと、巨大なマザーガラスの使用は必須ではない。

2.4 OLED の発光寿命と保存信頼性

他の発光素子に比べて発光寿命が劣ると言われていた OLED であるが、材料及び素子構成の改良で格段に進歩し、プリントヘッドに対して十分に実用できるレベ

ルに達している。但し、高負荷の条件では、実機に光量検出機構を搭載しフィードバック制御で行う必要がある。また、光量を上げると、その 2~3 乗に反比例して寿命が短くなるので、時分割駆動には不向きであり、走査期間をフルに活用して露光エネルギーを稼ぐ設計が必要である。

有機材料及び陰極として用いられる金属(Na, Ba, Li など)は、水分の影響により劣化し易いため、発光素子をガラスに封止し、水分の浸入を防止することが必須である。ガラス基板を透過して光を射出するボトムエミッションタイプでは、背面に中空部を有するガラスで覆い、さらに水分のゲッター剤(水分の吸収剤)を封入することが可能である。ガラス基板の表側に光を射出するトップエミッションタイプでは、素子の表面に保護膜を形成し、さらにガラスを接着するが、ゲッター剤を用いることは困難なので、水分の浸入経路を絶つことが重要である。

2.5 ディスプレイとプリントヘッドの仕様の差異

プリントヘッドに用いるためには、ディスプレイとは異なる特性を要求される項目も多い。しかしプリントヘッドの市場規模に比べてディスプレイの市場規模は遥かに大きいので、ディスプレイの製造設備や基盤技術をいかにプリントヘッドに応用できるかが、この技術の成功に繋がると考えている。

2.6 RLA を用いたプリントヘッド

光源とレンズアレイの位置決め精度が緩やかであり、また、製造方法が確立しており安価であることが特徴として挙げられる一方で、結像性能が低い、レンズ配列による画像濃度ムラが生じやすいなどの課題もある。

RLA をプリントヘッドに使用する場合、レンズアレイと光源基板の間にガラススペーサを設け、接着によって界面を埋めることにより、RLA の保持や光源との距離の維持、入射面による反射の防止などの効果が得られる。

2.7 MLA を用いたプリントヘッド

高精度な非球面レンズを組み合わせた高精度結像であり、使用条件に合わせて自由に光学設計が可能であることが挙げられる一方で、レンズアレイが 2 行以上

になり、それに対応した光源配置となるため、配線・回路レイアウトが制約されたり、加工組立時に高い精度が必要なため高価であるなどの課題もある。

セイコーエプソン（株）では、MLA を用いたプリントヘッドを試作し、その構成は、2 枚の MLA と、遮光板絞りであり、MLA は、ガラス基板上に UV 硬化樹脂を用いて成型した。また、今回採用した光学構成は以下の通りである。

- ・ アナモフィック非球面を導入することにより、結像性能の向上を実現
- ・ 感光体面位置の移動によるスポットピッチの変動防止を目的とした、テレセントリック構成を採用
- ・ 発光部の大きさ、ピッチを必要以上に小さくしない
- ・ 等倍ではなく、かつ各発光部の光束はいずれか 1 つのレンズに入射させる（レンズ面数 2 面を実現）

2.8 プリントヘッドの評価結果

発光素子に OLED を採用した場合、LED と比較すると、主走査方向の発光部サイズが大きいものに関わらず、光源の光量分布が矩形でシャープなため、スポット径は小さくなる。また、光量を均一に補正するだけで、比較的均一な濃度の画像が得られることも判明した。

次に、OLED と MLA の組み合わせで、結像性能評価を実施したところ、収差が低く抑えられているために、矩形に近い強度分布を示し、さらに、多層遮光板を使用することで、不要な反射によるゴースト光も低減された。（結像スポット光量の 2%程度）

印刷においては、2400dpi のプリントヘッドを試作し評価を実施した。2 ポイントの大きさでも、ポジ/ネガ両方の文字に対して良好な印刷出力となる結果が得られた。

2.9 結論

OLED を使用したプリントヘッドは、従来プリントヘッド用として使用されてきた RLA を結像素子として採用する場合には、LED を光源として用いる場合と比較して、発光素子の大きさが同じでも、結像スポットを

小さくでき、また、フレアやゴーストを低減することができた。その結果、印刷物の解像度をより向上することができた。

さらに、結像素子に MLA を採用したプリントヘッドを試作し評価を実施した結果、光学シミュレーションどおりのスポット径と裾引きのない良好な結像スポットが得られることがわかった。このプリントヘッドを用いることで、従来よりも高解像度な画像を印刷することに成功した。

また、OLED は、必要な露光幅に対してマスクを用いてフォトリソグラフィーで発光部を一括して形成できるので、レンズアレイの種類によらず、結像スポットの相対的な位置や、ピッチを正確に保つことが可能である。これにより、特に MLA に最適な発光部の配置を容易に実現でき、かつ良好な結像性能を得るための理想的な発光強度プロファイルが得られた。

以上により、従来の電子写真技術では難しかった高解像度、高精細な用途への開拓が期待できると同時に、プリントヘッドとしてもプリンタ以外に製版、描画用途など、様々な応用が可能なものと期待している。

3. おわりに

本講演では、OLED の発光素子としての優れた特性に注目し、電子写真プリンタのプリントヘッドへの適用、光学的な評価結果、印刷評価結果など、高解像度印刷に対しての具体的な有用性について非常に興味深く報告された。停滞する電子写真プリンタ市場において、今回報告されたプリントヘッド搭載製品の登場を大いに期待したい。

末筆ながら、ご多忙の中ご講演を賜った井上 望様、ここに深くお礼申し上げます。

以上。

参考文献

- 1) 「有機 EL 技術開発の最前線」
技術情報協会刊

禁 無 断 転 載

2009 年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」 “I—3” 部

発行 2010 年 4 月

社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会 (JBMIA)

技術委員会 技術調査小委員会

〒105-0003 東京都港区西新橋三丁目 25 番 33 号 NP 御成門ビル

電話 03-5472-1101(代表) / FAX 03-5472-2511