

第2章

ミニ／マイクロLED
メーカーの取り組み

シャープ

1000ppi超のマイクロLEDを開発

シャープ福山セミコンダクター(株)とシャープ福山レーザー(株)は、2019年5月に米サンノゼで開催されたディスプレイの国際学会「SID (the Society for Information Display) Display week 2019」に、0.38インチで1053ppiを実現したモノリシック型フルカラーマイクロLEDディスプレイ「Silicon Display」を発表した。モノリシック型でフルカラーを実現したのは世界初となった。

シャープは、その電子デバイス事業としてLEDおよびドライバーICの製造プロセスから、SoF (System on Film) やSiP (System in Package) といった組立技術、蛍光体技術にいたるまで、マイクロLEDに必要な全プロセス技術を有している数少ない企業であり、マイクロLEDの実現にはこれら技術のすり合わせがカギとなると考えたのが、開発のきっかけとなった。今後大きな市場成長が期待できるAR (拡張現実) ヘッドセット用のディスプレイとして実用化を狙っている。

sRGB比で120%達成

開発品は、発光波長450nm近辺のGaN青色LEDを $8 \times 24 \mu\text{m}$ サイズでサブピクセルを作り込み、これを0.38インチのアレイに切り出して、シリコンウエハーで別途作製したバックプレーン(駆動回路)に貼り合わせた構造をしている。画面サイズ0.38インチに画素ピッチ $24 \mu\text{m}$ で 352×198 の解像度を有し、1053ppiを実現した。輝度は165mA駆動時に $1000 \text{cd}/\text{m}^2$ で、国際的な色空間の標準規格であるsRGB比で120%を達成している。

LED部分は、高さを揃えた片面電極構造の青色LEDをサファイアウエハー上に作り込んでいる。サブピクセルのサイズは $8 \times 24 \mu\text{m}$ で、RGBで1画素 $24 \times 24 \mu\text{m}$ というサイズになる。

これを切り出して、シリコンバックプレーンに貼り合わせる。シリコンバックプレーンは今回 $0.18 \mu\text{m}$ ルールで設計・製造した。片面電極のLEDをフリップチップ接合するため、これを念頭に置いた回路設計にしている。

LEDの電極とシリコンバックプレーンの電極はAu-Auの熱圧着で接合している。接合で重要になるのがアライメントの精度だが、詳細は明らかにしていないものの、かなりの工夫を凝らしたという。接合後にレーザーリフトオフでLED薄膜チップをサファイアウエハーから剥離する。

LSWで混色を防止

赤色と緑色は色変換技術で出している。シリコンバックプレーンと接合したLEDチップ上に、青色を赤色および緑色に変換する量子ドット蛍光体層をフォトリソプロセスで形成している。

この際、隣り合うサブピクセル同士のクロストーク(混色)を防ぐため、サブピクセル間にLight Shielding Wall (LSW) という側壁を作り込んでいる。LSWを作り込まなかった場合、色空間はsRGB比で6.0%にとどまるが、作り込むことで120.5%に高まる。

3000ppi品も開発済み

開発した1053ppi品は技術実証の意味合いが強く、製品化に向けて3000ppiの実現に着

手している。すでに画素ピッチを24 μ mから8.4 μ mに微細化した3000ppiの青色単色0.13インチディスプレイの開発に成功しており、これをフルカラー化していく計画だ。

量産化に向けては、量子ドット層を含めてさらなる微細化が必要になるが、最も重要な点は屋外でも高い視認性を実現できる高輝度化だと考えている。先行技術であるマイクロ有機ELディスプレイが商品化されているが、それを超える輝度を実現する必要があると考えており、並行して、どのレベルの解像度であれば、実製品に搭載されるのかも探っていく方針だ。

イーラックスに特許を現物出資

シャープは17年5月、親会社の鴻海精密工業（フォックスコン）、鴻海グループのLED組立企業Advanced Optoelectronic Technology、投資会社のCyberNet Venture Capitalとともにイーラックス（eLux）に出資し、マイクロLEDの事業化を共同で進めることに合意した。この

際、シャープはマイクロLED製造技術に関する特許21件を現物出資した。

ちなみに、シャープがモノリシック型を開発しているのに対し、イーラックスが開発しているのはマイクロLEDチップを実装するタイプであり、フォックスコングループ内で技術的に競合しないと思われる。

17年12月、イーラックスは米国特許庁に申請していた「Display with Surface Mount Emissive Elements」という特許が第9825202号として発行されたと発表した。マイクロLEDの超並列流体実装技術「Massively Parallel Fluidic Assembly」に関するもので、この技術を用いると1時間で5000万チップを並列実装できると説明した。

イーラックスが取得した特許には、シャープが現物出資した特許も関連している。密接に関連しているものとして、マイクロLEDをアレイ内に正確に位置決めするウェル構造、青色LEDから赤色と緑色を生成する量子ドットを使用した色変換構造などがある。