

# ミニLED、 2021年は実用化がさらに前進

マット・ガーバー

ミニ/マイクロLED技術が直面する課題、現行ソリューション、2021年以降のロードマップについて解説する。

この1年間で、ミニ/マイクロLED技術の認知度と可用性は間違いなく高まった。韓国LG社、中国TCL社、韓国サムスン社 (Samsung) といった世界最大の技術ブランドが、CES 2021で新製品を発表し、それ以外にも、2021年にミニLED技術を採用した独自製品の発売を計画しているとうわさされている企業が存在する。また、あらゆる規模の企業が、この技術を消費者に提供するためにリソースを投入している。マイクロLED技術は、ダイがさらに小さいためにサプライチェーンのあちこちに課題を抱えており、ミニLEDとはまた異なる状態にある。ともに有望な固体照明 (Solid State Lighting: SSL) 技術であるこの2つは、開発を阻む障害に突き当たりながらも、イノベーションによる課題への対処が続けられている。

## ミニ/マイクロLEDの これまでの大まかな経緯

LED技術が登場したのは、1960年代半ばのことである。それから数世代の時が流れ、ホンシン・ジャン氏 (Xongxing Jiang) とジンユー・リン氏 (Jingyu Lin) という2人の研究者が、微小なLEDによって照らされた小型ディスプレイやウェアラブルディスプレイという構想を抱いた。両氏は、当時の技術を覆すような微小ディスプレイやプロジェクターを思い描き、2000年に初め

でのマイクロLEDを発明した (<https://bit.ly/2Z3xTVq>)。その後、ソニーやサムスン社といった主要ブランドがコンセプト製品を開発したことで、フレキシブルで輝度の高い、この微小SSL技術に注目が集まるようになった。まだ量産はされていないが、ミニ/マイクロLED技術を採用したビデオウォール製品が商用提供されている (<http://bit.ly/2u04r6w>)。サムスン社からは「The Wall」、ソニーからは「Crystal LED」、中国コンカ社 (Konka) からは「APHAEA Smart Wall」が、高額ではあるものの、消費者向けに販売されている。

ミニLEDの配置技術の開発が始まった頃は、パッケージ化されていないLEDを実験用に調達するのはほぼ不可能な状態だった。需要があまりにも少なかったために、ミニLEDの生産に製造能力や開発リソースを割く供給メーカーはいなかった。その他にも、精密な基板の開発や、最終製品上でのミニLEDや光学素子の制御など、技術を採用するにあたっての問題が発生した。しばらくはそうした障害に阻まれて、ミニ/マイクロLED技術を将来製品の開発に利用できない状態が続いた。

しかし今では、ほとんどの大手LEDメーカーから直ちにミニLEDを入手することができる。消費者と大手技術企業がこの微小光源の有望性を認識していることが、その理由の1つである。



図1 ロビンニ社の「LightThread」で実証されているように、商用生産の課題が解消されれば、ミニ/マイクロLED技術は、照明とディスプレイの新しいフォームファクタを生み出すと期待されている (本稿の写真はすべてロビンニ社が提供)。

この技術の認知度は、大幅に高まっている。4年前には、開発用のダイを入手することさえできなかったのに対し、2020年1月のCESにおいてミニLED技術は、見本市全体で最も広く取り上げられたイノベーションの1つだった (<http://bit.ly/2H1Tsgc>)。

ミニLED製品の需要の高まりを受けて、ダイのウエハからそれらを配置する機械に至るまでのサプライチェーンが、そうした新しい製品に合わせて整備されつつある。技術業界の複数の最大手企業がミニLEDを採用する製品を発表するとうわさされていることから、サプライチェーンを構成するあらゆる企業が、ミニ/マイクロLED製品に焦点を合わせて、最終製品を消費

者に提供するための問題に対応せざるを得ない状況となっている。

## ミニLEDのサプライチェーンの問題の解消

ミニLEDのサプライチェーンで発生した最初の問題は、必要なLEDを調達することだった。1つの製品に必要なダイの数は、従来のLEDならば数百枚であるのに対し、ミニLEDを採用する場合は数十万枚にもものぼる可能性がある。

最終消費者による需要の高まりとこの技術の有望性に促されて、供給メーカーはこの2年間、この深刻なサプライチェーンの問題の解消に尽力した。LEDメーカーは、ダイ製造のキャパシティを確保して可用性を拡大するために、かなりの投資を行った。

パッケージLEDでも、ミニLEDやマイクロLEDなどのパッケージ化されていないLEDでも、中身は同じだが、最終製品に必要なデバイスの数が多くなるため、ウエハの消費量が多くなる。従って、革新的な新製品により多くのミニLEDが使用されるようになれば、ウエハの処理量は格段に増加する。

業界の対応が必要となる次の障害は、基板である。ミニLEDには、従来のLEDよりもはるかに精密な基板が必要になる。現在一般的に使用されている材料はFPCとFR4だが、ミニLEDに理想的な基板はガラスである。ガラスは、配置がしやすく、表面が平らで、製造コストが低いためである。すべての基板技術において、リジッド基板とセミリジッド基板の品質改良が必要になるが、ガラスを使用する場合は、回路、材料、配置方法に関する固有の開発が必要である。

一部の主要企業は、ガラス基板を採用した製品の実験を開始しており、開

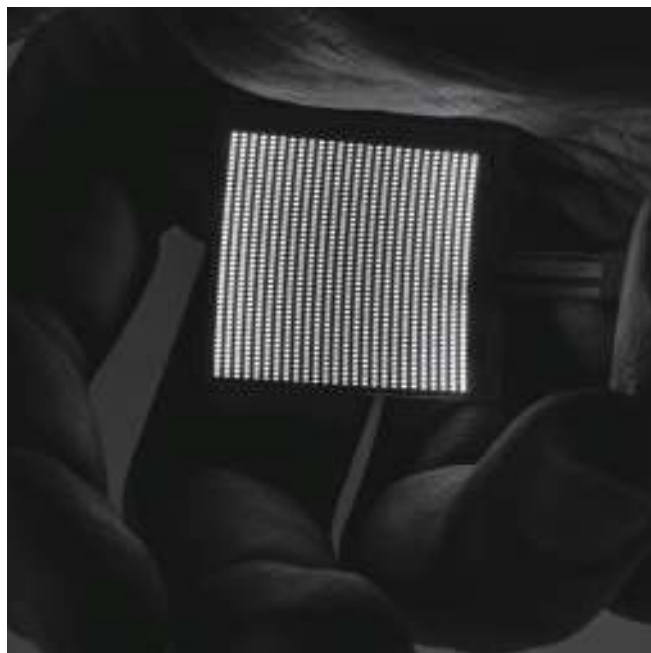


図2 ミニ/マイクロLED製品の開発者は、このプロトタイプのような高解像度デバイスにつながる、製造とサプライチェーンのソリューションを探し求めている。

発を行っている企業も存在する。さらなる開発が必要ではあるものの、この1年間で、ミニLED基板には目に見える進歩があった。ガラス基板が利用可能になったことで、製品設計者はミニLED技術をより幅広く使用できるようになり、将来のさらなる普及への道が開かれている。

ミニ/マイクロLEDの応用分野において、ガラスは、他のディスプレイ技術の場合とほぼ同じように使用される。トレースのスパッタリングは、他の技術の場合と全く同じように行われる。これはサブトラクティブ(除去的)なプロセスではなく、アディティブ(付加的)なプロセスであるため、ガラスにははるかに精密なトレースが作成可能である。これにより、アクティブマトリックス方式のディスプレイが実現できる。ガラスの上にゲートを作成してLEDを制御することができる。パッシブマトリックス方式のディスプレイでは、LEDと同じようにしてドライバをガラス上に分散配置することができる。独占的な配置プロセスが、ミニ/

マイクロLEDをトレースに固定するために使用される。

## ミニLEDの製品開発の問題

ミニLEDを基板上に正しく配置したら、次の開発課題は、最終製品における光源の制御である。ミニLEDを採用する製品では、1つのバックプレーン上に10万枚を超えるダイが搭載される可能性がある。エンジニアの課題は、それらの光源をいかにして効果的かつ効率的に制御するかである。光源を合理的なコストで適切に管理するには、LEDを駆動するチップと制御回路の分散配置に、さらなる技術進歩が必要である。

ミニLED製品に立ちはだかる最後の障害は、光学素子である。数千もの発光素子を扱って、光に対する消費者の感度に対応することが、課題となる。色、材料、配置によって、目が認識する結果には大きな違いが生まれる。今後1年間で、人間の目に美しく見える均一なバックライトの開発に、多くのベンダーが取り組むと期待されてい



図3 最終製品には多数の光源が使用され、均一な配光のために非常に高い精度が必要になるため、ロヒンニ社の生産ラボでは、ミニ/マイクロLEDの制御回路を改良するための研究開発が続けられている。

る。ダイのさまざまな配置、サイズ、種類が、この光学素子の問題を解決するために適用されることになる。設計者は、そうしたさまざまな選択肢を活用して、消費者にとって本当に最適化された製品を構築することができるようになる。

### 進歩の証と、そこからうかがえる将来の展望

世界中で新型コロナウイルスが猛威を振るい、さまざまな業界にわたってサプライチェーンに影響が生じているにもかかわらず、2020年のミニLEDの技術開発が阻まれることはなかった。2020年には、台湾ルーミー社(Luumii)がキーボードの量産を開始し、TCL社、コンカ社、中国シャオミ社(Xiaomi)のディスプレイ製品が一部の地域で発売された。また、2021年の最初の数週間で、複数の著名企業が、2020年の進歩に基づく製品をそれぞれリリースした。

LG社、サムスン社、TCL社に続いて、ますます多くの企業がミニ/マイクロLEDを採用する製品を発表するにつれて、サプライチェーンはさらに急速にそれに対応して、あらゆるコンポーネントが、コスト効率よく直ちに入手できる状態になるだろう。製造キャパシ

ティが拡大し、消費者向けのエレクトロニクス製品から大型ビデオウォールやモビリティ関連に至るまでのあらゆる製品の実質的な量産が可能になる。サプライチェーンのあちこちで発生する問題は、ディスプレイにおけるこの最新技術に対する消費者需要の高まりとともに、引き続き解消されていくと予想される。

ミニLEDをさらに小型化したマイクロLEDも、SSL技術の進歩を語る上で欠かせない要素である。ミニLED技術を飛ばして、魅力的なマイクロLED製品に一気に移行したいと考える消費者は多いが、このデバイスの量産市場に向けた準備が整うまでは、まだかなりの開発が必要である。ミニLED技術で遭遇したイノベーション上のすべての問題を、マイクロLEDで再度解決していかなければならない。ダイサイズが一段と小さくなるため、技術的問題はさらに根本的なものになる。マイクロLEDを成長させて効率的に製造し、転写して方向を調整し、それに対して最適化された基板を用意するというすべての問題が、現時点で

の商用量産化を阻んでいる。

マイクロLEDはまだ、小規模なバッチ生産に向けて、開発プロセスの個々のステップの改良が必要な状態で、量産となれば、さらなる作業が必要である。消費者向け製品の発売によって2021年にミニLEDが注目を集めるとしても、マイクロLEDに大幅に進展が見られるのはまだ数年先になりそうだ。

### 結論

どのような破壊的技術もそうであるように、ミニ/マイクロLED技術は、採用する企業が増えて量産に向けた投資が促進されるようになるまでに、困難な課題を乗り越えなければならない。世界中の大手企業がこの技術の価値提案を見出し、サプライチェーンの問題の解決に取り組む中、2021年には、ミニLEDを採用するさらに多くの消費者向け製品が市場に登場するだろう。また、今後数年のうちに、製造と組み立てのプロセスが進化し、真のマイクロLEDに対応できるようになるだろう。

#### 著者紹介

マット・ガーバー (MATT GERBER)は、照明分野とエレクトロニクス製造の融合に重点を置く米ロヒンニ社(Rohinni)の最高経営責任者(CEO)。30年以上にわたってコンピューティング技術市場におけるグローバルな先端技術に携わってきた経験を持ち、現在はロヒンニ社の取締役兼CEOを務めている。URL: <https://www.rohinni.com/>