

## 第1章 有機 EL・ミニ LED・マイクロ LED などのディスプレイ産業の全体動向

### 1-1.ディスプレイ産業の全体動向

#### 液晶ディスプレイ (LCD)

新型コロナウイルス感染症（コロナ 19）事態の中で2倍ほど急騰したテレビ向け LCD（液晶）パネル価格が 2022 年 6 月には過去最低値を記録した。サムスンディスプレイの LCD 事業撤退が確定した中、次に LG ディ스플레이の出口戦略に関心が集まっている。

業界関係者は「持続的に LCD パネル価格が下がっていたが、最近に過去最低値を記録したのは COVID-19 特需終了と共に、上海封鎖などで色々なサプライチェーン課題が重なったと見られる」と説明した。

2021 年まで COVID-19 で引きこもり生活が増え、その消費効果まで重なりテレビ・IT 機器販売が大きく増えた。テレビ向け LCD パネル価格も 2020 年 5 月前後に上昇し始め、1 年間で 2 倍ほど上がるなど、一時的な特需を享受した。

しかし、日常生活の回復でテレビメーカーの LCD パネル購買量が減り、パネル価格が持続的に下落している。市場調査会社のオムディアは、今年の LCD テレビパネルの売上は、2021 年（383 億ドル、約 5 兆 1412 億円）より 32%急減した 258 億ドル（約 32 兆 6524 億ウォン、約 3 兆 4633 億円）に止まるだろうと見込んだ。

他の市場調査会社のトレンドフォースは「2022 年第 3 四半期でも、LCD パネル価格の下落傾向は続くだろう」とし「パネルメーカーは価格下落および在庫圧迫を緩和するために重要な、減産を行う計画」と明らかにした。

現在、全体 LCD テレビパネルの出荷量のうち、中国メーカー各社のシェアは 66%に上る。このうちトップグループの BOE、CSOT、HKC の 3 社の 2022 年第 3 四半期のテレビパネル生産能力は、当初の計画比で 15.8%減少する。

LCD 市場の持続的な需要不振と価格下落、在庫過剰の状態、LCD パネルメーカーの窮状は深刻である。

パネルメーカー各社は、LCD テレビパネルの出荷量目標を減らしている。中国の BOE は 2022 年の LCD テレビパネル出荷量目標を当初の 6550 万台から 6000 万台に下げた。HKC は 4950 万台から 4200 万台、LG ディ스플레이は 2350 万台から 1800 万台に減らした。

サムスンディスプレイは LCD 事業を撤退した。売上比重が 5%に過ぎないだけに、早い決定が可能だった。

一方、LG ディ스플레이は LCD 部門が全体売上で占める割合が 70%に達する。LG ディ스플레이は出口戦略として「選択と集中」を掲げる。LCD 生産ラインを持続的に減らし、ハイエンド（高付加価値）LCD に力を注ぐ。また、OLED（有機 EL）への転換を加速する方針である。

LG ディ스플레이は 2022 年 4 月に開かれた第 1 四半期業績発表カンファレンスコールで「価格下落に影響が少ないハイエンド市場中心に事業を強化するだろう」と明らかにした経緯がある。また、OLED への転換を加速のために、OLED EX などの新技術を引き続き開発

しているうえ、透明 OLED のような多様なソリューションを発表し、新市場の創出を本格化している。

LG ディスプレイは 2022 年下半期からテレビ向け LCD パネルの生産量を上半期より少なくとも 10%以上縮小するという。LG ディスプレイは坡州（パジュ）P7 と P8、中国広州工場 で LCD パネルを生産しているが、ガラス基板の投入量を減らし、減産を準備している。

LG ディスプレイ関係者は「LCD 事業において戦略的判断の下に機敏に対処し、高付加価値中心の構造革新を推進する」とし「既存 OLED が受注型事業だったとすれば、今後は大型 OLED と透明・ゲーミング OLED で製品群を着実に拡大し、異種産業間協力を通じた市場創出努力を持続する計画」と説明している。

また、中国のゼロコロナ政策によるディスプレイ業界でのサプライチェーン（供給網）の混乱を受け、中国からの生産移転が進むかについて台北市電腦商業同業公会（TCA）理事長を務める液晶パネル大手、友達光電（AUO）の彭双浪（ポール・ポン）董事長は 2022 年 5 月に、業界ではゼロコロナ政策の影響は一時的とみられており、現時点でインフラ整備などの問題を抱えるインドやベトナムは、中国の地位を完全に代替することはできないと述べた。

一方で、かつての中国一極集中から、生産拠点の分散が進み、サプライチェーン管理の複雑化やコスト増加で、今後 10 年以内に安価な 3C（コンピュータ、通信、家電）製品は存在しなくなると語った。

彭・董事長は、東南アジアへの一部生産移転もあるが、インド投資はインフラのほか、社会構造や行政効率の問題があり、ベトナムは近年の投資ブームで、土地の価格が毎週上昇していると指摘した。

彭・董事長は、製造するだけなら中国からの撤退もあり得るが、中国という大きな市場は捨てられるものではないと指摘している。

上海市など華東地区のサプライチェーンについて彭・董事長は、新型コロナウイルス感染拡大を受けた事実上のロックダウン（都市封鎖）開始直後の 2022 年 4 月は出荷に大きな影響が出たが、規制緩和に伴い、5～6 月は状況が改善していると説明した。ただ、サプライチェーンと物流の完全復旧にはまだ時間がかかると述べた。

液晶パネル価格の続落について彭・董事長は、テレビやパソコン、スマートフォンなどの販売が減少し、一部の大量生産のローエンドパネルが厳しいと述べた。ただ、ビジネス向けや電動自動車（EV）など自動車向けは需要が強く、AUO はミドル～ハイエンドパネルに注力しているため、同業他社より打撃は小さいと説明した。

### ミニ LED

調査企業のオムディアは、世界のミニ LED テレビ出荷量が今年（2023 年）は 830 万台を記録した後に、2023 年に 1580 万台、2024 年に 2120 万台、2025 年に 2470 万台、2026 年に 2760 万台と成長し続けると予測した。

一方、ノートパソコンやタブレットなどのミニ LED IT 製品の出荷量は 2023 年まで増えた後、2024 年から下落すると予想した。2024 年は、アップルが最初の OLED iPad（タブレット）を発売すると予想される年である。ミニ LED を適用したアップルのプレミアム IT 製品

ラインナップがこの時から OLED の採用を増やすと予想される。

年度別のミニ LED IT 製品出荷量の予測は、2021 年の 1430 万台から 2022 年に 2080 万台、2023 年に 2140 万台まで増えた後、2024 年に 1790 万台に減って 2025 年と 2026 年にはそれぞれ 790 万台となった。これに先立ち、2020 年の業界では 2021 年からサムスン電子の主導でミニ LED テレビ市場が、アップル主導でミニ LED IT 製品市場が開花すると期待した。

矢野経済研究所の 2022 年 7 月の調査によると、2022 年のミニ LED ディスプレイ世界市場は、前年比 181.7%の 2704 万台になると予測する。ミニ LED ディスプレイは、High-End TV やアップルの IT 製品向けの搭載拡大が成長の原動力となり、2022 年以降大きく市場拡大を遂げる見通しだ。

ミニ LED ディスプレイパネルを採用した TV 世界市場は 2022 年よりマーケットが本格化し、2023 年における市場規模は 1542 万台まで拡大し、OLED パネルを搭載した TV 市場規模を上回る見込みである。TV セット最大手であるサムスン電子は 2022 年よりミニ LED ディスプレイパネルの調達を拡大させているほか、2023 年以降は中国や日本の TV セットメーカーからのミニ LED ディスプレイ採用が本格化していく見通しである。

ミニ LED ディスプレイを採用した TV 市場では Middle-Density ミニ LED 素子を中心に使用する、チップ数を抑えたミニ LED ディスプレイが主流になるとみており、このタイプの採用拡大によりミニ LED ディスプレイ世界市場は急拡大していくと予測する。

ミニ LED ディスプレイ世界市場は TV 向けマーケットに牽引され、2029 年の同市場は 4284 万台まで拡大すると予測した。

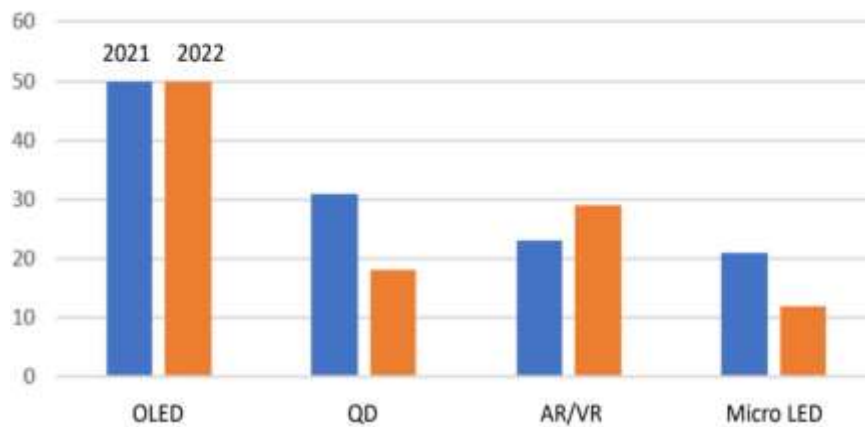
#### 有機 EL ディスプレイ (OLED)

韓国ディスプレイ産業協会では、今年に 60 周年を迎えた「SID Display Week 2022 (5.8-13)」の主な内容を共有し、今後のディスプレイ分野の R&D 推進方向を検討する目的で、「SID 2022 レビューシンポジウム」を 2022 年 5 月に開催した。

この中で、慶熙大学クォン (권장혁) 教授は SID2022 での OLED ディスプレイ製品トレンドと OLED コア技術について発表した。クォン教授は中国企業の急速な技術追撃で、韓国と中国の技術競争力がほぼ同じ水準に近づいており、競争に勝つために技術競争力を確保するには、多様なセンサーの内在化実装技術、新しい OLED 材料技術、優れた OLED 素子信頼性確保など技術面で開発を加速する必要性について強調した。

現状は開発項目が多く、SID2022 での OLED 関連の発表論文が最も多い。

図表 1-1-1 SID2021 と SID2022 での Oral Presentation 数の分布



出典：UBI リサーチ

SID2022 での OLED 製品トレンドの要点を、以下に示す。

■ OLED テレビでの大型化、高輝度化、中国企業の追撃

- ・ LGD (LG ディスプレイ) は OLED TV で世界最大サイズ 97inch 「OLED.EX」 を発表した。さらに、LGD の OLED テレビの高輝度化した、2000nit 77inch 8K OLED TV を発表した。
- ・ サムスンの 65inch QD-OLED TV で、1500nit を達成した。
- ・ BOE、95inch の 8K OLED TV で WOLED + カラーフィルターを使用した。中国企業の追撃が予想される。さらに、BOE は QD-OLED 65inch、TADF を利用した OLED テレビを展示したが、不具合で翌日はパネルが点灯出来なかった。製品の特性は良くなかったが、多様な方式の技術を誇示しながら OLED 製品開発に力を注いでいることを示した。
- ・ TCL が 65inch のインクジェット 8K OLED TV を発表。次世代技術である溶液型 OLED 技術で本格的な開発を行っている。

■ 各種センサー内蔵ディスプレイが多数登場

- ・ UPC (under display camera)、Photosensor、Image sensor、Haptic 技術、曲面タッチセンサー技術を適用した製品が展示された。

■ 様々な折り畳み式ディスプレイが多数登場

- ・ サムスンの Z foldable、inside foldable、Foldable ノート PC、ゲームディスプレイ、LGD の 360 度 フォルダブル OLED、フォルダブル Laptop が展示された。

図表 1-1-2 折り畳み式 OLED ディスプレイ



出典：UBI リサーチ

■多彩な Rollable ディスプレイ登場

・サムソンは、拡張型ディスプレイ技術である 6.7 インチディスプレイと、左右両方に拡張可能なロール可能ディスプレイを展示した。

■各種自動車用ディスプレイ登場

・LGD の曲面型 OLED ディスプレイと BOE のセンサー一体型 OLED ディスプレイが展示された。

■LGD の窓型透明 OLED ディスプレイと、最高解像度 OLEDos (マイクロ OLED) の展示

図表 1-1-3 窓型透明 OLED ディスプレイと OLEDos (マイクロ OLED)

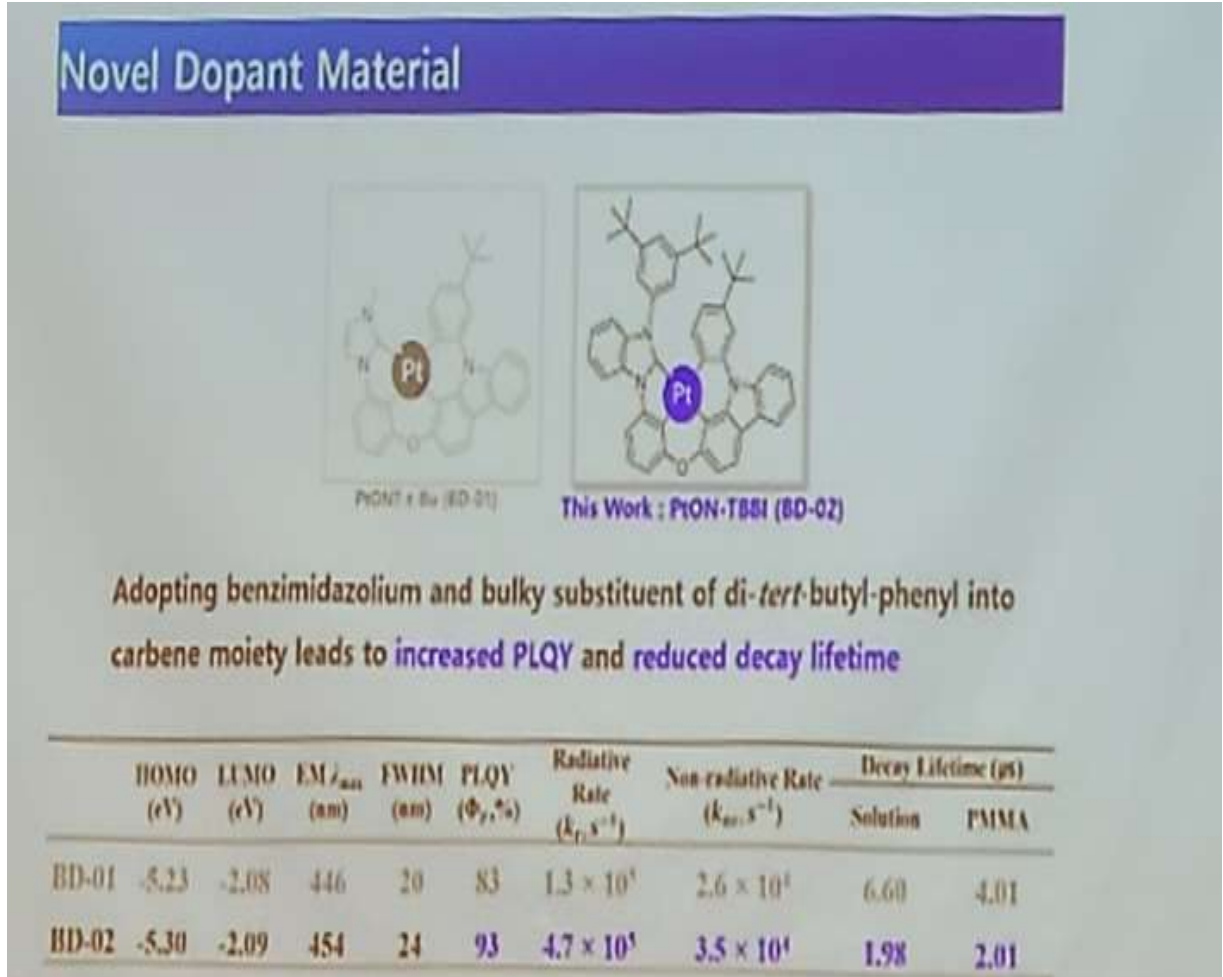


出典：UBI リサーチ

■ 燐光青色発光材料の商品化の可能性

・サムスンは、長寿命な Pt ドーパントと優れた特性の Exciplex Host を開発した。燐光青色 LT70 1000 時間寿命を達成し、TADF final dopant を用いた高色純度および長寿命化も進めている。

図表 1-1-4 サムスンの長寿命な Pt ドーパント



出典：UBI リサーチ

・出光興産は、蛍光青色効率を向上させる論文で Best paper 賞を受賞し、bottom Emission 基準で 12%EQE を達成した。LT95 基準で 50mA/cm<sup>2</sup> で 195 時間の寿命を発表した。17%EQE 達成を推進目標としている。

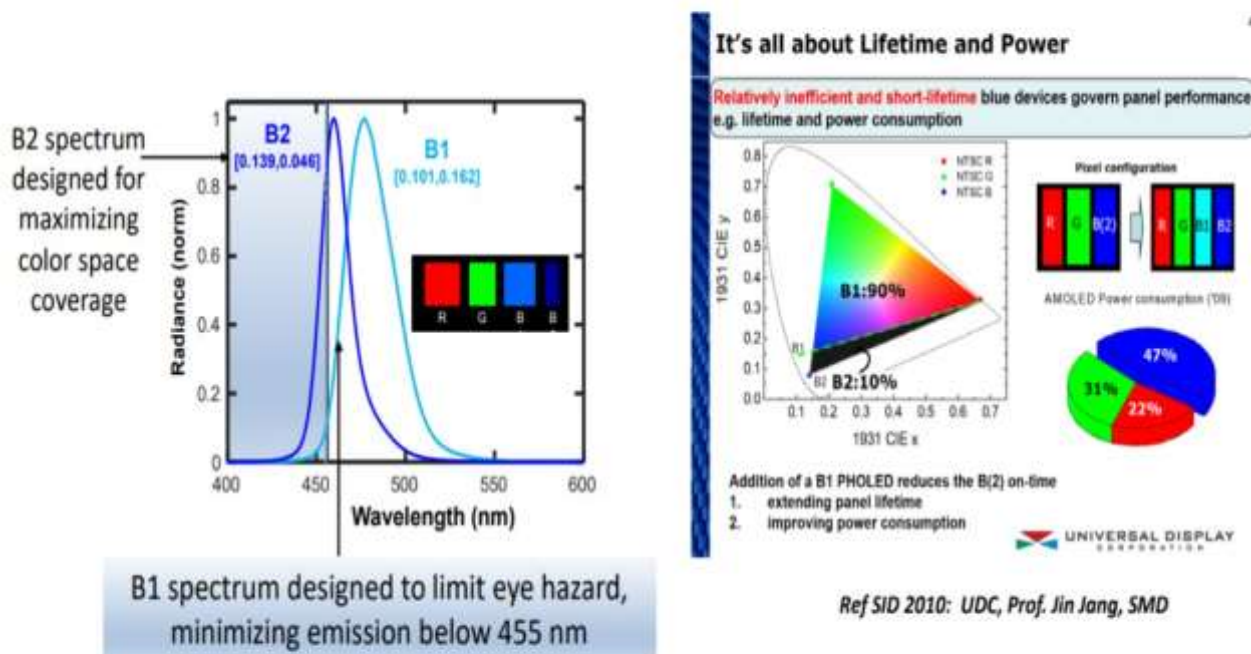
■ 燐光材料の Pt 材料への変更

・燐光ドーパントは Ir から Pt に移る傾向であり、Pt 材料は効率がより高く、FWHM (半価幅) が狭く、優れた分光特性を示す。

また、最近では OLED が LC に比べて青色の目に対する危険性が少ないという点が強調される傾向にあり、さらに安全性を高める OLED ディスプレイの提案もある。

図表 1-1-5 青色の安全性を高めたディスプレイの構造

## RGB1B2 AMOLED minimizing blue light hazard



B1B2 architecture improves display lifetime AND improves user health!

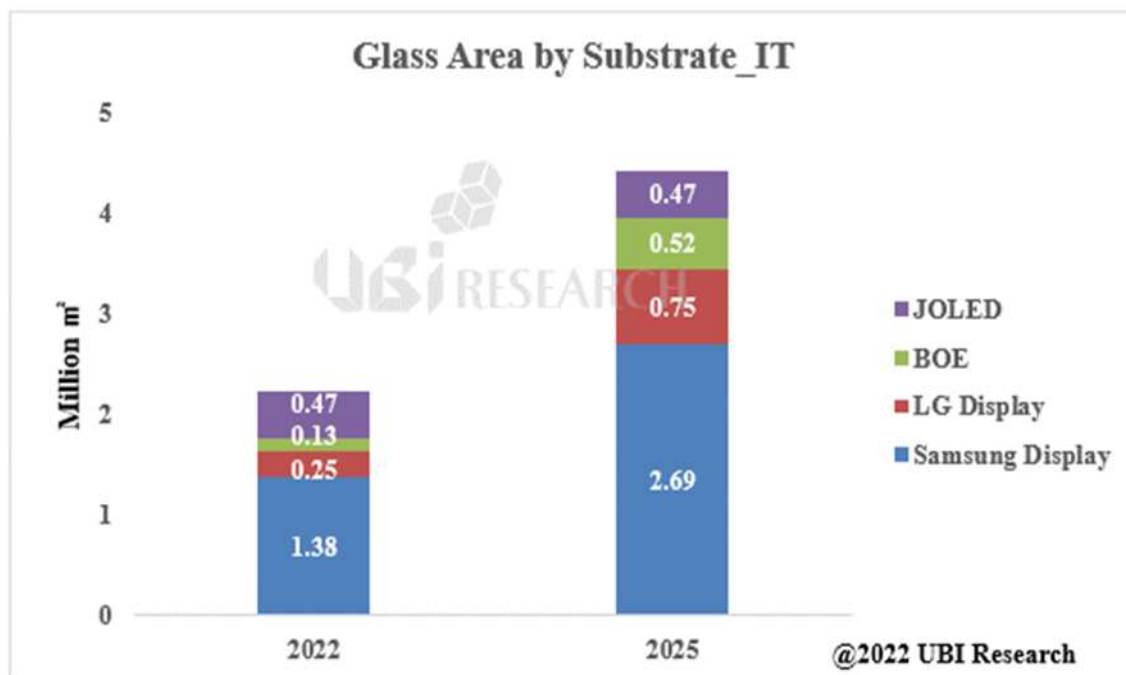
出典：UDC

UBI リサーチの「2022 OLED 部品素材レポート」によると、2022 年 OLED の世界全体の量産能力の基板面積は 47.3 百万  $m^2$  と予想される。2022 年にはサムスンディスプレイが A3 ラインの遊休能力を補完するために投資した LTPO TFT ラインが稼動する予定であり、2023 年には LG ディスプレイの E6-4 ラインと BOE の B12-3 ラインが、2024 年にはサムスンディスプレイの 8.5 世代 IT ラインが稼動すると予測される。

スマートウォッチとスマートフォン用の小型 OLED の量産能力の基板面積は、21.4 百万  $m^2$  と予想される。2022 年リジッド OLED 用ライン能力は 5.29 百万  $m^2$  で、小型 OLED の量産能力の 24.8% を占めており、今後はリジッド OLED の投資はないと予想される。2022 年フレキシブル OLED 用能力は 15.3 百万  $m^2$  で、小型 OLED の 71.5% であり、2024 年からサムスンディスプレイの A3 ラインの一部が IT 用ラインに転換され量産能力が縮小されると展望される。フォルダブル OLED 用ライン能力は 2022 年に 0.79 百万  $m^2$ 、2023 年からは 1.52 百万  $m^2$  に達すると予想される。

サムスンディスプレイの IT 用ライン能力は、2023 年下半期に A3 ラインが IT 用ラインに転換されて 2024 年には新規で 8.5G ラインが稼動すると予想され、2025 年までに 2.69 百万 m<sup>2</sup>に拡大すると展望される。2023 年下半期から LG ディスプレイの能力は E6-4 ラインと BOE の B12-3 ラインが稼動し、それぞれ 0.75、0.52 百万 m<sup>2</sup>になると予測される。

図表 1-1-6 IT 用ラインの製造能力の予測



出典：UBI リサーチの「2022 OLED 部品素材レポート」

テレビ用 OLED ラインの能力は、追加投資がない限り、2026 年までに変化がないと見られる。2022 年から LG ディスプレイのテレビ用 OLED の量産能力は 20.3 百万 m<sup>2</sup>でテレビ全体の 85.5%を占めている。今後、追加顧客会社の確保可否によって、能力がさらに増加するものと見ている。

サムソンディスプレイの能力は 3.3 百万 m<sup>2</sup>、BOE は 0.13 百万 m<sup>2</sup>で、それぞれテレビ用 OLED の 13.9%と 0.6%のシェアを占めると見られる。

一方、中国での OLED 製造の投資が過熱するにつれて、中国政府が一部のパネル会社に支援する金額に対する規制に乗り出した。「HKC と EDO、Visionox などでは新規工場への投資資金を獲得して、それで既存ラインの赤字を賄うことが多いが、これを制裁する目的と見られる。中国内部では政府レベルでこのような構造を修正したいと考えているという分析がある。

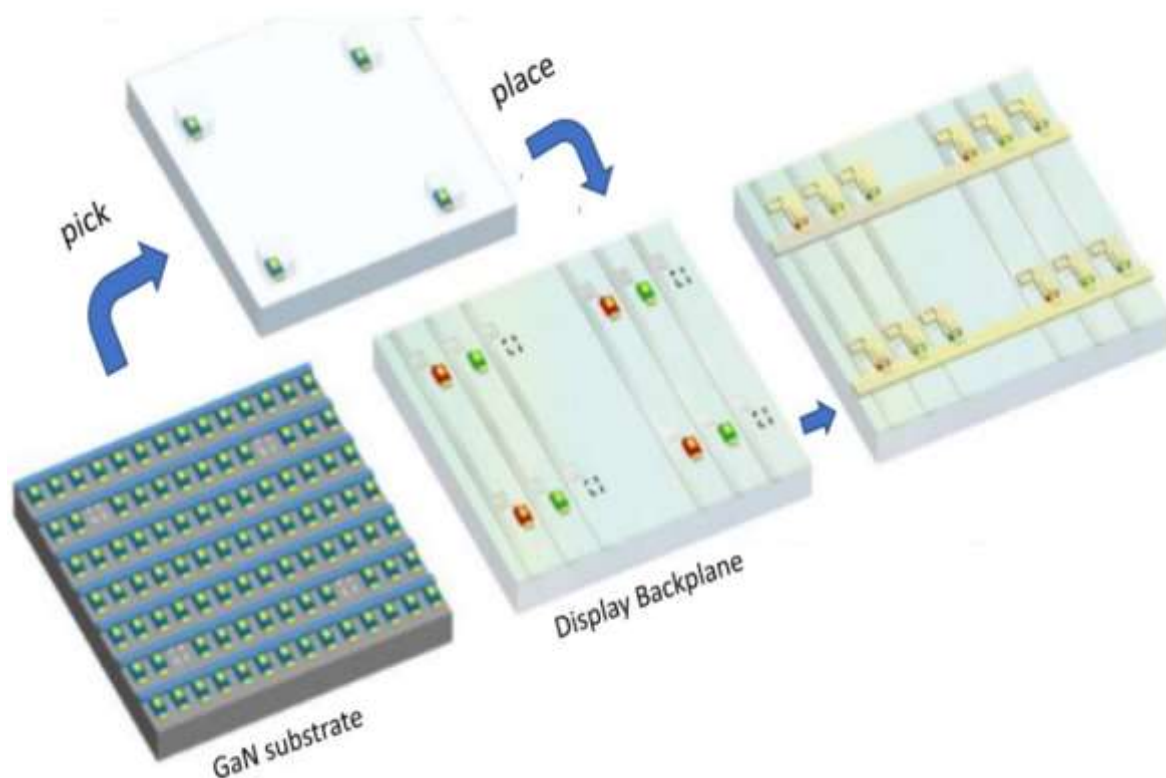
#### マイクロ LED ディスプレイ

今後の期待されるディスプレイ技術にマイクロ LED がある。マイクロ LED ディスプレイは、RGB の三原色にわかれた微小な LED を敷きつめ、発光させて映像を表示する。画素自体が発光するため、バックライトやカラーフィルターを用いる液晶より応答速度が速く、高輝度や高視野角を実現しやすい。また、有機物である有機 EL に比べて耐久性に優れている。



しかし、多量のLED素子が必要になり、微細で良品な素子を基板に高速かつ正確に配置する難易度の高い製造技術が求められる。そのため現状でマイクロLEDは業務用の展開にとどまっているが、コストや製造技術の課題解決が進めば、次世代のAR（拡張現実）グラスのような、今日のディスプレイ技術では必要な仕様を満たせない将来のスマートデバイスの可能性を開く技術になり得る。

**図表 1-1-7 RGB マイクロLED ディスプレイの製造工程**



出典：UBI リサーチ

マイクロLEDは、メタバースの世界に向けてさまざまな機器に搭載される可能性を持っている。期待されるアプリケーションは、AR/MRグラス、車載用のAR-HUD（ヘッドアップディスプレイ）などがまず挙げられる。さらには、マイクロLEDを広く一般消費者向けに普及させると期待されているスマートウォッチもある。

ARグラスやMRグラスでは、現実世界に仮想の映像を重ねて映し出すディスプレイが必要である。明るい現実世界の中に映像を重ねるために高い輝度が求められ、そのために有望視されている。

GAFAMなど世界の名だたるIT企業がARグラスやMRグラスの実用化に乗り出すというニュースや、それに向けたマイクロLED企業の動向に関するニュースに事欠かない。AR/MRグラス用の超小型マイクロLEDを開発する企業は数多く出てきている。その中でも積極的にアピールしていたのが、台湾のPlayNitrideである。世界最高の解像度と謳う4536ppiを0.49型で実現している。また、ソニー、サムスン、ジャパンディスプレイやOppo、アップル、AUO、京セラもこの技術の開発に取り組んでいる。

図表 1-1-8 RGB マイクロ LED ディスプレイの事例

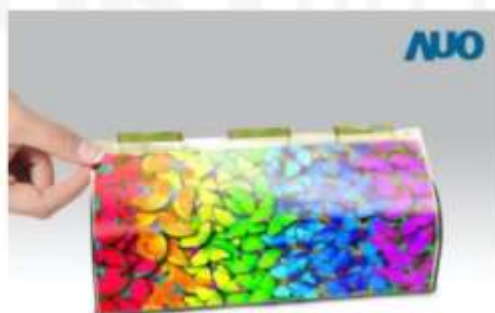
## 開発試作された Micro LED Display



2019.11 JDI  
1.6"、300×300画素  
(265ppi)  
LTPS Backplane



2020.5 京セラ  
3.9"、480×360画素  
(153ppi)  
LTPS Backplane



2020.4 AUO & PlayNitride  
9.4"、(228ppi)  
LTPS Backplane, Flexible

出典：UBI リサーチ

Raxium も 2018 年創業の、カリフォルニア州フレモントに拠点を置く非公開企業で、AR/VR/MR 端末に欠かせないディスプレイ用の小型 LED などを開発している。同社の Web サイトによると、「世界最高性能の超高密度モノリシック RGB マイクロ LED ディスプレイ」を開発しており、そのディスプレイ技術は「現在の世界記録より 5 倍効率的」という。Raxium のマイクロ LED の画素ピッチは $\sim 3.5 \mu\text{m}$  (Super AMOLED は $\sim 50 \mu\text{m}$ ) である。

同社はその技術について多くを明らかにしていないが、AR/VR 向けのマイクロディスプレイから 3 次元ライトフィールドアレイ (空間再現ディスプレイ) によるライフサイズのパネルまで、幅広い用途で次世代のニーズを満たす高密度、高性能、高効率なマイクロ LED ディスプレイを可能にするとアピールしている。

2022 年 5 月には、Google が小型ディスプレイ技術を手掛けるこの Raxium を買収したと発表した。取引の詳細は公表していないが、米国の Information はこの件を 3 月に報じた際、買収総額を約 10 億ドルとしていた。

Raxium の公式サイトにはマイクロ LED を用いた製品のイメージとしてスマートグラスや専用ゴーグルを必要としない 3D ディスプレイなどが挙げられている。このため、Google による Raxium の買収はスマートグラスの開発に役立てるためではないかと指摘されている。