



2024 Micro-LED技術レポート

(2024年6月)

Chief Analyst
Dr. Choong Hoon Yi

Senior Analyst
Dr. Nam Deog Kim

1. Micro-LED技術分析

1.1	Micro-LED ディスプレイ技術の利点分析	6
1.2	Micro-LED ディスプレイ基本 コア技術	8
1.3	Micro-LED チップの構造と特徴	9
1.4	GaNベースのマイクロLEDチップ製造プロセス	11
1.5	製造工程における技術問題	14
1.6	Micro-LED チップ特性の問題	16
1.7	Micro-LED Chip shrink and Wafer size	20
1.8	Micro-LEDチップ出荷Configuration	22
1.9	Micro-LEDアレイ高解像度技術	23
1.10	Micro-LED Mass-Transferおよびボンディング技術	24
1.11	Micro-LEDディスプレイのColor化技術	43
1.12	Micro-LEDディスプレイの駆動技術	51
1.13	Micro-LEDディスプレイ製品化プロセス	57

2. 応用分野別Micro-LED技術開発の現状

2.1	Micro-LEDディスプレイ アプリケーショントレンド	61
2.2	大型マイクロLEDディスプレイ技術 開発状況	65
2.3	透明マイクロLEDディスプレイ技術開発の現状	67
2.4	AR用Micro-LED技術の開発状況	69
2.5	Automotive用Micro-LED技術 開発状況	72
2.6	ウォッチ用マイクロLED技術 開発現状	74

3. Micro-LED開発者の 技術開発の現状

3.1	中国企業のマイクロLED技術開発の現状	76
3.2	台湾企業のMicro-LED技術開発の現状	86
3.3	米国・欧州企業のマイクロLED技術開発の現状	95
3.4	韓国 メーカーのMicro-LED技術開発の現状	102

4. 設備及び工程業者の現況

4.1	Epi用MOCVD設備メーカー	107
4.2	Epi Waferサプライヤー	119
4.3	Mass-Transfer設備・技術企業	110
4.4	InspectionおよびTesting技術企業	117

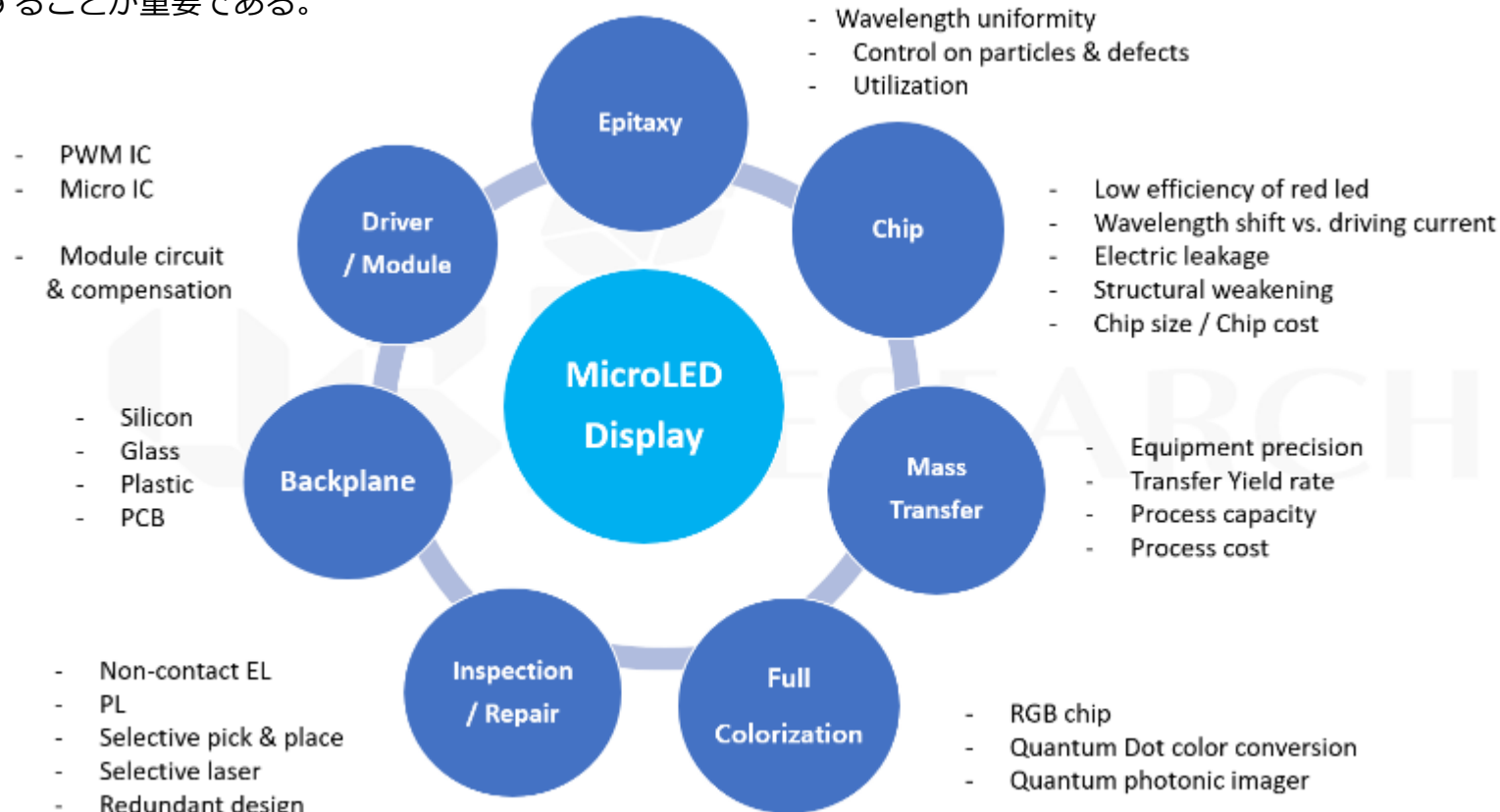
5. Micro-LED Display市場展望

5.1	Micro-LEDアプリケーション製品市場の見通し	120
5.2	Micro-LEDチップ市場展望	121

1. Micro-LED技術 分析

1.2 Micro-LED Display基本コア技術

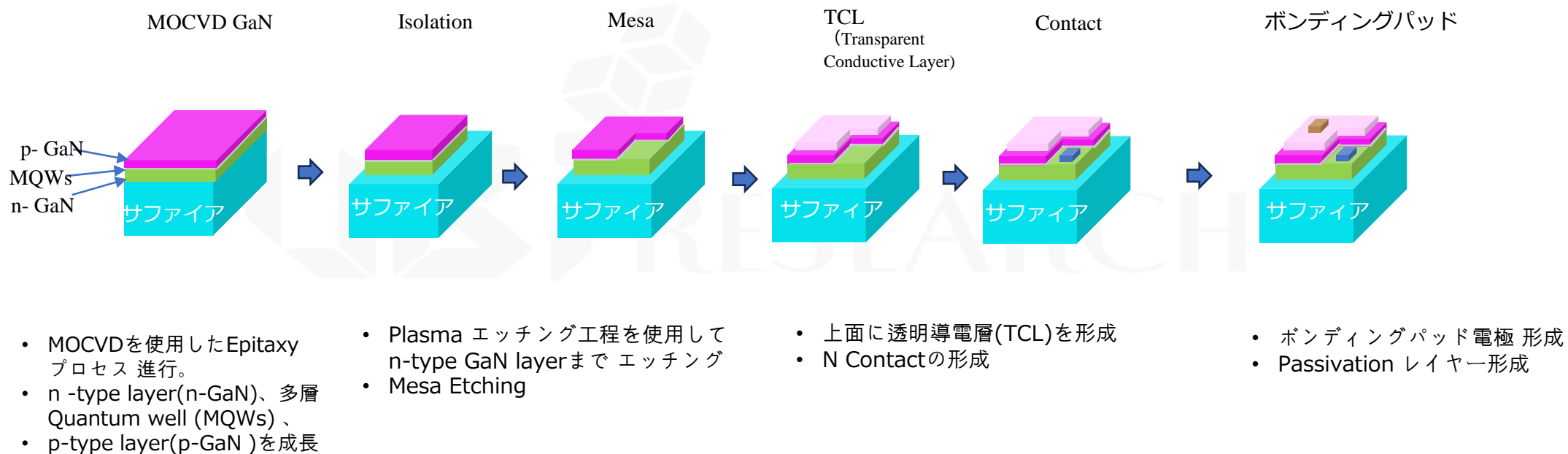
- マイクロLEDディスプレイ技術は、下図のように7つの基本コア技術グループに分類することができる。エピタキシャル技術、チッププロセス、LEDチップ製造に必要なデバイス構造、製造されたチップをディスプレイ基板に転写するマストランスファー技術、検査・リペア技術、カラー化技術、バックプレーン、駆動技術である。最終製品の技術開発競争力を高めるためには、各技術群に関連する主要技術サプライヤー間の連携・協力関係を構築することが重要である。



1. Micro-LED技術 分析

1.4 GaNベースのマイクロLEDチップの製造プロセス

- GaNベースのMicro-LED Chip 基本製作工程手順は下図の通りである。



1. Micro-LED技術 分析

1.5 エピタキシーとチップの製作プロセス問題

- 波長均一性

Micro-LEDの製造プロセスでは、エピタキシー成長時の温度分布や成長速度の不均一性が波長均一性に大きく影響する。特に、チップサイズが小さくなるにつれて、波長分散が顕著になる。また、エピタキシー成長後の研磨やパターニング工程でも、波長均一性が損なわれる可能性がある。波長均一性を向上させるためには、エピタキシー成長時の温度制御や成長速度の最適化、研磨工程の最適化などが求められる。

- 欠陥問題

Micro-LEDチップの製造プロセスでは、欠陥発生率が非常に高い。欠陥の種類としては、欠陥欠陥、欠陥欠陥、欠陥欠陥などが挙げられる。欠陥発生率を低減させるためには、エピタキシー成長時の温度制御や成長速度の最適化、研磨工程の最適化などが求められる。

- 量子効率問題

Micro-LEDの量子効率は、エピタキシー成長時の温度分布や成長速度の不均一性に大きく影響する。量子効率を向上させるためには、エピタキシー成長時の温度制御や成長速度の最適化、研磨工程の最適化などが求められる。

- チップ構造改善方向

- 量子ドット構造の導入による波長分散の低減が期待される。量子ドット構造は、エピタキシー成長時の温度分布や成長速度の不均一性に起因する波長分散を低減する効果がある。
- 量子ドット構造の導入による量子効率の向上が期待される。量子ドット構造は、エピタキシー成長時の温度分布や成長速度の不均一性に起因する量子効率の低下を抑制する効果がある。

- チップ製造工程

- エピタキシー成長後の研磨工程の最適化が求められる。研磨工程は、チップの表面状態や波長均一性に大きく影響する。
- エピタキシー成長後のパターニング工程の最適化が求められる。パターニング工程は、チップの形状や波長均一性に大きく影響する。
- エピタキシー成長後の封止工程の最適化が求められる。封止工程は、チップの信頼性や寿命に大きく影響する。
- エピタキシー成長時の温度制御や成長速度の最適化が求められる。エピタキシー成長時の温度制御や成長速度の最適化は、量子効率や波長均一性に大きく影響する。
- エピタキシー成長後の研磨工程の最適化が求められる。研磨工程は、チップの表面状態や波長均一性に大きく影響する。

2.応用分野別Micro-LED技術開発の現状

2.1 Micro-LED Display Application Trends

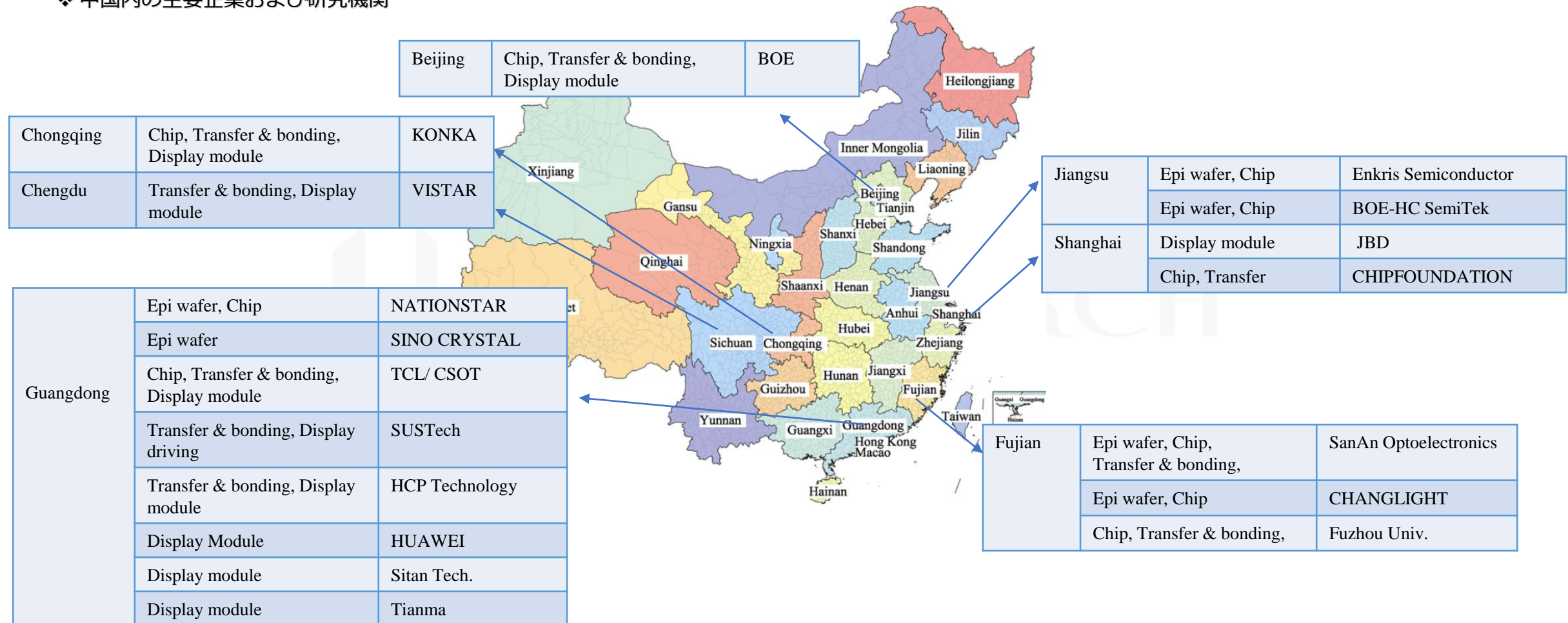
- PCB基板の代わりにガラス基板を採用することで、高品質製品を実現し、LEDチップのサイズを徐々に小さくすることで、コスト削減と高PPIを実現している。このような技術的な方向性と連動して、最近では自動車用のディスプレイ展示や、博物館や水族館などの商業市場向けの大型透明ディスプレイの試製品も増えている。

	Mini-LED on PCB	Mini-LED on Glass	Micro-LED on Glass				Micro-LED on Silicon
アプリケーションフィールド	Giant Screen/ Commercial Display	Commercial Display/ Large TV	Large TV	Automotive	Smart Watch	スマートフォン	AR
Potential Advantage	Spliceable , High brightness, ロングライフタイム		Spliceable , High brightness, ロングライフタイム, High image quality	ロングライフタイム, High reliability, Transparent, フレキシブル, Splicing	High brightness, Low power consumption	Sensor integration, Low power consumption	小さいサイズ, High resolution, High brightness
Typical Size	カスタマイズ	162"	89"	12.3"	1.78"	6.5"	< 0.2"
Typical Resolution	カスタマイズ	3,840×2,160	3,840×2,160	1,920×720	368x448	2,688x1,242	>2,500x2,500
チップサイズ	60~300mm		6~60 μm				1~8 μm
Typical PPI	25	27	50	167	326	458	>3000
Driving Architecture	Micro-IC	Micro-IC/TFT	TFT				CMOS

3. Micro-LED開発業者の技術開発の現状

3.1 中国企業のマイクロLED技術開発の現状

❖ 中国内の主要企業および研究機関

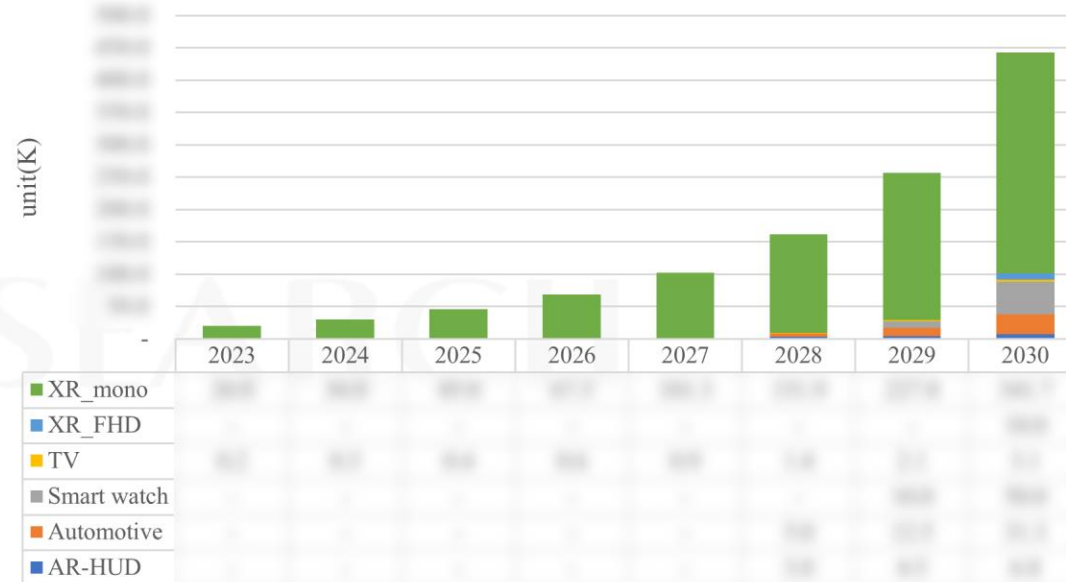


5. Micro-LED市場の見通し

5.1 Micro-LEDアプリケーション製品市場の見通し

- Micro-LEDを使用した応用製品としては、現在、Micro-LEDテレビと単色LEDを使用したARグラスが市場に出ている。
- マイクロLEDテレビはサムスン電子が販売しており、2023年には***台の販売を記録した。単色ARメガネは緑色LEDを使用した主な製品で、数社が発売している。
- FHDクラスのARグラスに使われるマイクロLEDチップは1 μ mと超小型で、現在の技術では製品化が難しい。市場は2030年頃に開くと予想されている。
- AppleはマイクロLEDスマートウォッチの製造を計画していたが、目標コストとプロセス技術の達成の遅れにより、販売開始は2029年以降になる見込み。
- 高輝度ディスプレイを必要とする自動車用AR-HUDでは、マイクロLEDの使用が最も確実である。AR-HUDは次世代のHUDとして各自動車メーカーが積極的に導入している。
- しかし、LCDやOLEDはすでにダッシュボード用として市場に投入されており、マイクロLED市場への参入には時間がかかると予想される。現在、マイクロLEDディスプレイの問題は歩留まりである。したがって、OLEDより5~10倍高価であるため、***%以上の歩留まりが達成できる2028年以降に市場が始まると予想される。

Micro-LED application market forecast

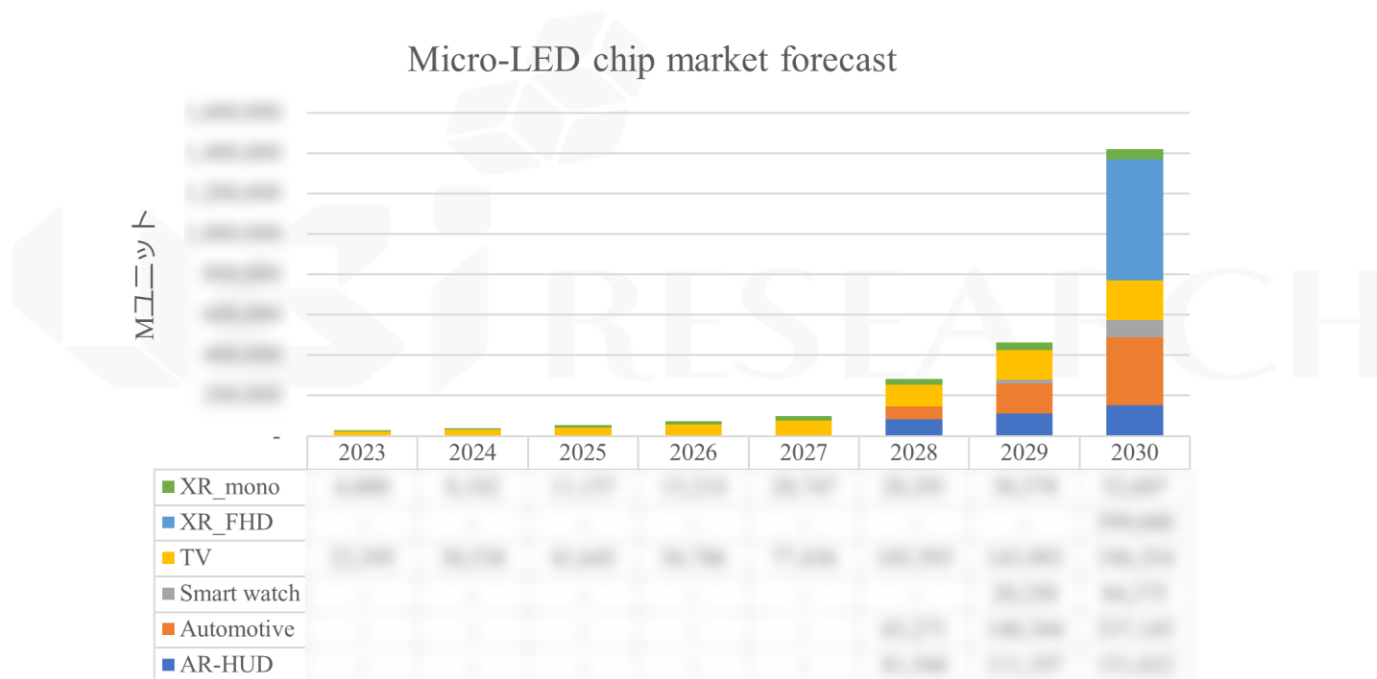


@2024 UBIリサーチ

5. Micro-LED市場の見通し

5.2 Micro-LEDチップ市場の見通し

- グラフは、5.1章で述べたマイクロLED応用製品市場、ディスプレイ製造に必要なマイクロLEDチップ数、各製品製造工程の歩留まりを反映して算出したマイクロLEDチップ市場を示している。
- マイクロLEDチップはマイクロLEDテレビ製品に最もよく使われているが、10万ドルを超える高価な製品であるため、市場はまだ***に過ぎない。



@2024 UBIリサーチ