

显示与光学方案深度绑定，静待全彩 Micro LED 量产

AI/AR 眼镜系列报告（三）

Micro LED 成为光波导终极搭档，发挥 1+1>2 的效果

目前市场已推出的显示方案有 LCOS、DLP、LBS、Micro OLED 和 Micro LED 方案，由于不同的光学方案对屏幕亮度需求不同，适配的光学方案和微显示屏方案结合可以发挥 1+1>2 的效果。目前“Micro OLED+BirdBath”方案已成为一个可以均衡成本和显示效果的快速落地方案，加速消费级 AR 眼镜的铺开。但是由于未来主流光学方案——光波导技术光效极低，Micro OLED 难以实现正常的入眼亮度，而 Micro LED 在亮度、对比度、刷新率、功耗、体积等多方面具备优势，与光波导技术适配。被认为是 AR 近眼显示应用的终极方案。

Micro LED：显示技术六边形战士，各维度优势突出

Micro LED 即 LED 微缩化和矩阵化技术。是将 LED 结构设计进行薄膜化、微小化、阵列化，使像素单元缩小至 100um (P0.1) 以下，同时实现每个像素单独定址，单独驱动发光。Micro LED 不仅具备 Micro OLED 高分辨率、高 PPI、高刷新率、高对比度等特点；同时继承了无机 LED 的特性，可进一步提升响应时间、功耗和色域等性能，并有效改善 Micro OLED 亮度低和寿命短的问题。各维度表现优异。

技术难点：全彩显示为核心难点，亟待产业突破

高像素密度 Micro LED 微显示器通常采用半导体技术的单片集成工艺路线。该技术不仅全流程采用半导体工艺制造，并且关键的像素尺寸通过光刻机加以定义，从而使得像素点尺寸更小、像素间距更小；与此同时，该技术无需巨量转移技术进行二次转移，可一次性达到超高像素、超高解析度的显示效果。

整体来看，Micro LED 微显示器制作的主要难点在于衬底制备、芯片结构、键合工艺及全彩显示等环节。其中，全彩显示为核心难点，亟待产业突破。目前 Micro LED 全彩方案主要包括合光方案、量子点色转换、三色堆叠以及单片直接外延。其中合光方案是相对成熟的路线，但模组体积有待进一步缩小，三色堆叠和单片外延方案工艺难度较高，仍处于实验室阶段。

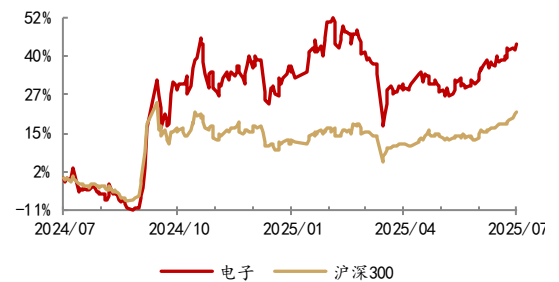
投资建议

随着 AI 模型的搭载，叠加各大厂商的积极入局，AR 眼镜有望实现加速迭代放量，潜在成长空间巨大。而 Micro LED 作为影响其显示效果的核心零部件之一，有望深度受益。相关受益标的：JBD（未上市）、镭昱光电（未上市）、思坦科技（未上市）、诺视科技（未上市）、赛富乐斯（未上市）、奥视微（未上市）、三安光电、华灿光电、利亚德、兆驰股份等。

评级及分析师信息

行业评级：推荐

行业走势图



分析师：单慧伟

邮箱：shanhw@hx168.com.cn

SAC NO: S1120524120004

联系电话：

分析师：陈天然

邮箱：chentn1@hx168.com.cn

SAC NO: S1120525060001

联系电话：

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

风险提示

AR 眼镜出货不及预期，新技术发展不及预期等。

正文目录

1. 显示：与光学方案深度绑定，静待全彩 Micro LED 量产	4
2. Micro LED：显示技术六边形战士，各维度优势突出	5
3. 技术难点：全彩显示为核心难点，亟待产业突破	7
3.1. 衬底制备：微缩制程对外延衬底提出更高要求	7
3.2. 芯片结构：垂直结构可进一步缩小芯片尺寸	8
3.3. 键合工艺：晶圆级单片混合集成工艺可实现规模量产	9
3.4. 全彩显示：合光方案较为成熟，单片全彩加速推进	10
4. 厂商布局：各大厂商积极布局，JBD 技术实力领先	12
4.1. JBD	12
4.2. 镭昱光电	15
4.3. 思坦科技	17
4.4. 诺视科技	18
4.5. 赛富乐斯	19
5. 投资建议	21
6. 风险提示	21

图表目录

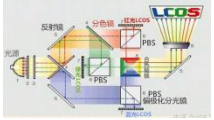
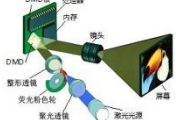
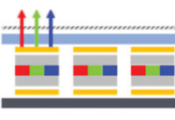
图 1 Micro LED	6
图 2 Micro LED 与其他显示面板核心指标对比	6
图 3 Micro LED 微显示器制作流程	7
图 4 Micro LED 对于缺陷更为敏感	8
图 5 侧壁缺陷导致 Micro LED 可用发光面积大幅减小	8
图 6 Micro LED 芯片结构	9
图 7 Micro LED 微显示器 Die to Die 键合方案	9
图 8 Micro LED 微显示器 Wafer to Wafer 键合方案	10
图 9 X-cube 合光方案	11
图 10 红光发光效率不足	11
图 11 量子点色转换方案的全彩 Micro LED 器件结构	11
图 12 麻省理工学院等研究团队开发的垂直堆叠 Micro LED 结构	12
图 13 JBD 发展历程	13
图 14 Phoenix (凤凰) 系列原型	14
图 15 JBD Micro LED 微显示屏亮度记录	14
图 16 采用 JBD Micro LED 微显示方案的 AR 眼镜	14
图 17 镭昱光电发展历程	15
图 18 PowerMatch® 1 全彩 Micro LED 微显示屏	15
图 19 PowerMatch® 1 全彩 Micro-LED 光引擎	15
图 20 镭昱光电量子点光刻路线原理	16
图 21 镭昱量子点光刻胶及参数	16
图 22 镭昱光刻式量子点技术色域表现	16
图 23 思坦科技发展历程	17
图 24 思坦科技产品布局	17
图 25 诺视科技发展历程	18
图 26 赛富乐斯发展历程	19
图 27 赛富乐斯全彩单片 Micro LED 显示屏	19
图 28 赛富乐斯与利亚德联合开发 AI+AR 眼镜	19
图 29 赛富乐斯全彩单片 Micro LED 显示屏	20
图 30 赛富乐斯 NPQD 技术	20
图 31 NPQD® vs AlInGaP 效率对比	20
图 32 赛富乐斯 NPQD 红光发光效率	20
图 33 Micro LED 渗透率	21
图 34 AR 领域 Micro LED 出货量 (万台)	21
表 1 AR 眼镜微显示方案关键指标对比	4
表 2 搭载 Micro LED 方案的 AR 眼镜	4
表 3 Micro LED 显示屏两种产品形态	6
表 4 衬底材料性能对比	8
表 5 全彩化方案主要技术路线对比	10
表 6 主要厂商布局	12
表 7 JBD 产品参数	13
表 8 诺视科技产品参数	18
表 9 相关受益标的	21

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

1. 显示：与光学方案深度绑定，静待全彩 Micro LED 量产

显示方案需与光学方案适配，Micro LED 成为光波导终极搭档。目前市场已推出的显示方案有 LCOS、DLP、LBS、Micro OLED 和 Micro LED 方案，由于不同的光学方案对屏幕亮度需求不同，适配的光学方案和微显示屏方案结合可以发挥 1+1>2 的效果。目前“Micro OLED+BirdBath”方案已成为一个可以均衡成本和显示效果的快速落地方案，加速消费级 AR 眼镜的铺开。但是由于未来主流光学方案——光波导技术光效极低，Micro OLED 难以实现正常的入眼亮度，而 Micro LED 在亮度、对比度、刷新率、功耗、体积等多方面具备优势，与光波导技术适配。被认为是 AR 近眼显示应用的终极方案，近年来搭载“光波导+Micro LED”方案的 AR 眼镜数量逐年提升。

表 1 AR 眼镜微显示方案关键指标对比

显示方案	LCoS	DLP	LBS	Micro OLED	Micro LED
图示					
显示原理	反射式液晶显示	数字微镜阵列	外部激光光源	有机自发光	无机自发光
响应时间	ms (毫秒)	μs (微秒)	ns (纳秒)	μs (微秒)	ns (纳秒)
对比度	1,000:1	2,500:1	2,000:1	100,000:1	1,000,000:1
亮度	>10,000nit	>20,000nit	100,000nit	1,000-6,000nit	全彩 100,000nit 单色 10,000,000nit
器件结构	复杂	复杂	复杂	简单	简单
工作温度	10-70℃	-40-90℃	较宽	-50-70℃	-100-120℃
功耗	高	中等	中等	低	低
光机体积	5-6cc	4cc	0.5-1cc	0.5-1cc	<0.5cc
刷新率	60-180Hz	144-240Hz	>60Hz	120Hz	>240Hz
寿命	10 万小时	10 万小时	10 万小时	<1 万小时	>10 万小时
产业化进展	规模量产	规模量产	技术成熟	规模量产	小规模试产 技术难度较大
成本	低	中等	高	高	高

资料来源：VR 陀螺，半导体现察，View Color Tech，行家说等，华西证券研究所

表 2 搭载 Micro LED 方案的 AR 眼镜

发布/上市时间	品牌	产品名	单色/彩色	价格
2021 年 8 月	WaveOptics	Leopard (AR 眼镜样品设备)	单色	/
2021 年 9 月	小米	小米智能眼镜探索版	单色	/
2021 年 10 月	雷鸟创新	雷鸟智能眼镜先锋版	全彩	/
2021 年 11 月	Cellid	Cellid Waveguide 60 (模组样品)	单色	/
2022 年 3 月	OPPO	OPPO Air Glass	单色	4999 元
2022 年 5 月	tooz	tooz essns berlin	单色	/
2022 年 7 月	舜为科技	Sunnyverse (AR 眼镜参考设计)	全彩	/
2022 年 9 月	Vuzix	Shield	单色	2499.99 美元
2022 年 9 月	Focally	Focally Universe (原型机)	全彩	/
2022 年 10 月	李未可	Meta Lens S1	单色	3999 元
2022 年 12 月	OPPO	OPPO Air Glass2	单色	/
2023 年 1 月	Vuzix	Ultralite	单色	/

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

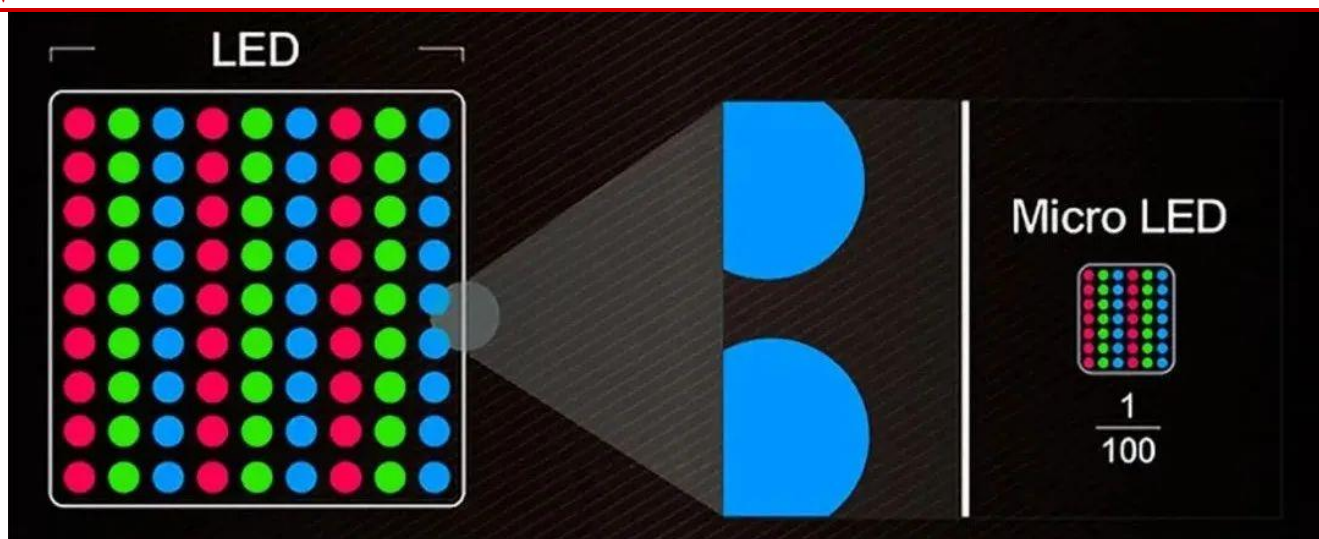
2023 年 6 月	努比亚(中兴)	Nubia Neo Air	单色	/
2023 年 9 月	影目科技	INMO GO	单色	1999 元
2023 年 10 月	雷鸟创新	雷鸟 X2	全彩	4999 元
2023 年 10 月	Blucap	Blucap Moto	单色	2185 元
2023 年 11 月	星纪魅族	MYVU Discovery	全彩	9999 元
2023 年 11 月	星纪魅族	MYVU	单色	2499 元
2023 年 11 月	Vuzix	Ultralite S	单色	/
2023 年 11 月	李未可	Meta Lens S3	单色	1999 元
2023 年 11 月	Tesseract	JioGlass	全彩	/
2024 年 1 月	莫界科技	AR 眼镜参考设计	单色	/
2024 年 1 月	雷鸟创新	雷鸟 X2 Lite	全彩	/
2024 年 1 月	Vuzix	Vuzix Z100	单色	799.99 美元
2024 年 1 月	李未可	LAWK ONE	单色	/
2024 年 2 月	OPPO	OPPO Air Glass3	全彩	/
2024 年 6 月	Even Realities	Even Realities G1	单色	599 美元
2024 年 9 月	星纪魅族	StarV Air 2	单色	2799 元起
2024 年 9 月	Meta	Meta Orion	全彩	/
2024 年 11 月	Rokid	Rokid Glasses	单色	2499 元
2024 年 11 月	谷东科技	星彩 Star1	全彩	/
2024 年 11 月	谷东科技	星彩 StarIS	全彩	/
2024 年 11 月	影目科技	INMO Go 2	单色	3999 元
2025 年 1 月	Ambiq&ThinkAR	AiLensAR 眼镜	单色	/
2025 年 1 月	逸文科技	逸文科技 Even G1	单色	599 美元
2025 年 3 月	传音	传音 AI Glasses Pro	单色	/
2025 年 4 月	微光科技	玄景 M5	单色	1999 元
2025 年 5 月	联想集团	V1 AI+AR 智能眼镜	单色	4199 元
2025 年 5 月	雷鸟	雷鸟 X3 Pro	全彩	8999 元起
2025 年 6 月	亮亮视野	Leion Hey2 AR	单色	/
2025 年 6 月	亮亮视野&Xrai	Xrai AR2	单色	750 美元

资料来源：VR 陀螺，VRAR 星球，艾邦 VRAR 网，XR Vision，各品牌官网等，华西证券研究所

2. Micro LED：显示技术六边形战士，各维度优势突出

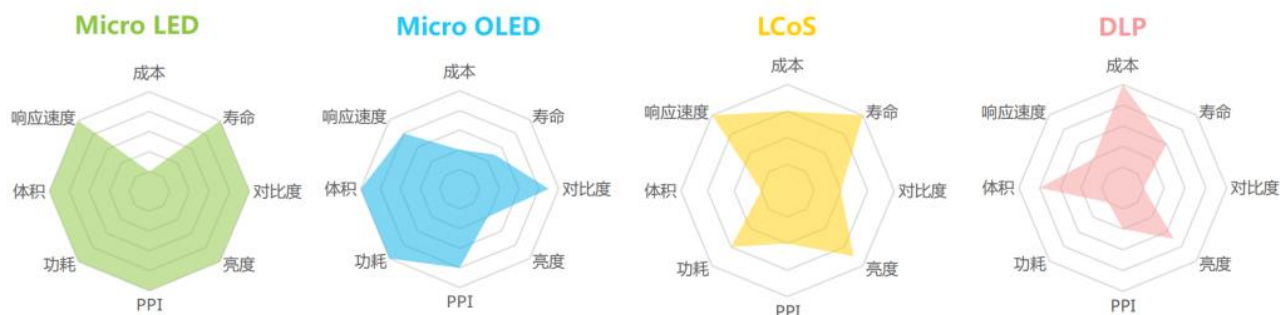
Micro LED：即 LED 微缩化和矩阵化技术。是将 LED 结构设计进行薄膜化、微小化、阵列化，使像素单元缩小至 100um (P0.1) 以下，同时实现每个像素单独定址，单独驱动发光。Micro LED 不仅具备 Micro OLED 高分辨率、高 PPI、高刷新率、高对比度等特点；同时继承了无机 LED 的特性，可进一步提升响应时间、功耗和色域等性能，并有效改善 Micro OLED 亮度低和寿命短的问题。各维度表现优异。但是目前，Micro LED 技术仍然面临良率低、制造工艺复杂、生产成本高等问题。

图 1 Micro LED



资料来源：Micro LED 视界，华西证券研究所

图 2 Micro LED 与其他显示面板核心指标对比



资料来源：艾瑞咨询，华西证券研究所

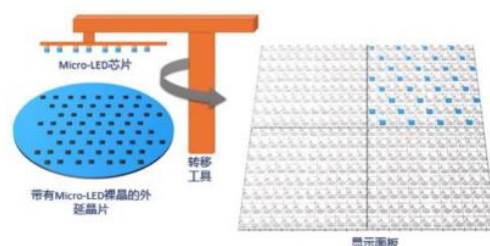
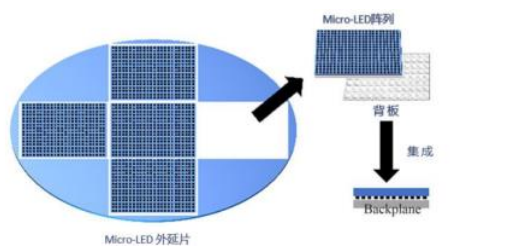
Micro LED 产品形态目前有两大发展方向：1) 用于中大尺寸显示领域、低像素密度（低 PPI）的 Micro LED 显示屏，主要应用于可穿戴设备、大尺寸电视或标牌广告大屏等；2) 用于微显示领域、高像素密度（高 PPI）的 Micro LED 显示屏，主要应用的 AR/VR/MR 领域，本文主要聚焦应用于 AR 眼镜的高像素密度 Micro LED 技术。

表 3 Micro LED 显示屏两种产品形态

产品形态	高 PPI 的 Micro LED 阵列	低 PPI 的 Micro LED 阵列
关键工艺	单片集成、全彩化显示等	巨量转移、缺陷检测等
芯片尺寸	3-5um	超大尺寸屏幕：40-90um 车载显示：20-50um 可穿戴设备：10-15um
像素密度	> 3000 PPI	超大尺寸屏幕：50-100 PPI 车载显示：100-200 PPI 可穿戴设备：500-1000 PPI
驱动方式	硅基 CMOS 背板驱动	薄膜晶体管 (TFT) 或 Micro-IC 驱动
应用领域	微显示领域 AR/VR/MR	可穿戴设备中小尺寸、大尺寸和超大尺寸显示屏

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

工艺图示

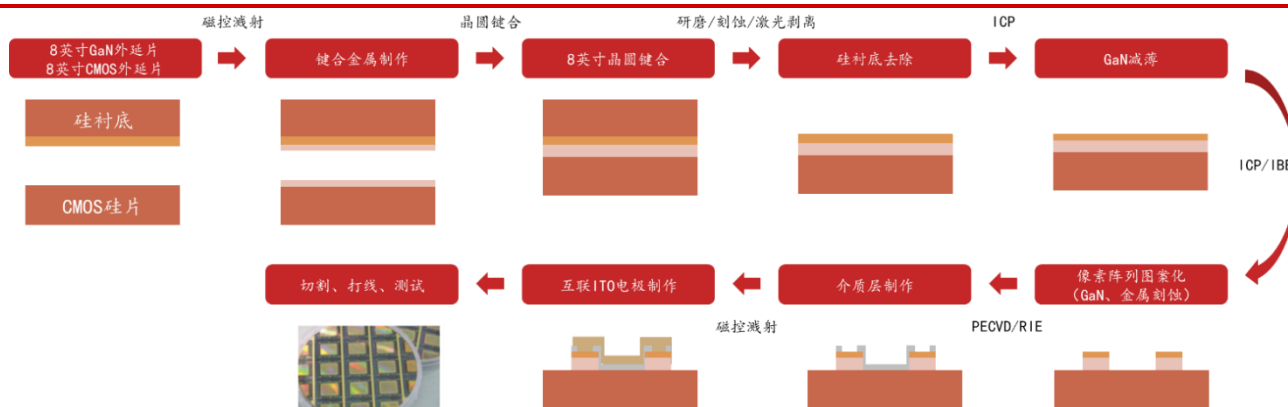


资料来源：VR 陀螺，Lumixplore，华西证券研究所

3. 技术难点：全彩显示为核心难点，亟待产业突破

高像素密度 Micro LED 微显示器通常采用半导体技术的单片集成工艺路线，即将显示晶圆与 CMOS 驱动背板直接键合，然后去除外延片的衬底，并使用半导体工艺在 CMOS 驱动背板上制作成 Micro LED 阵列，而后再切割成所需尺寸的显示屏。该技术不仅全流程采用半导体工艺制造，并且关键的像素尺寸通过光刻机加以定义，从而使得像素点尺寸更小、像素间距更小；与此同时，该技术无需巨量转移技术进行二次转移，可一次性达到超高像素、超高解析度的显示效果。整体来看，该技术的主要难点在于衬底制备、芯片结构、键合工艺及全彩化显示等环节。

图 3 Micro LED 微显示器制作流程



资料来源：《硅基 Micro LED 微显示技术研究》，华西证券研究所

3.1. 衬底制备：微缩制程对外延衬底提出更高要求

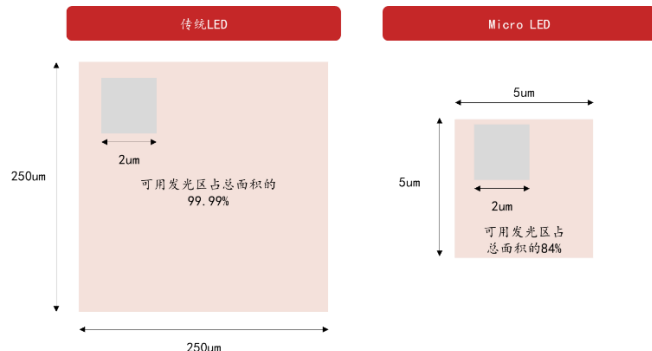
在外延衬底方面，目前主要存在波长均匀性、缺陷控制和侧壁损伤的问题。

- **波长均匀性：**Micro LED 显示技术是一种自发光显示技术。高分辨显示应用中，Micro LED 的发射波长不均匀所导致的显色差别会极大影响显示效果。为保证显示效果，Micro LED 外延片单片波长变化标准差需要控制在 0.8nm 以内。并且，随着衬底尺寸变大，外延过程中的波长均匀性越难控制。因此，在金属有机化学气相沉积（MOCVD）外延生长过程中，气流和温度均匀性的控制尤为重要。
- **缺陷控制：**微缩制程下，Micro LED 对缺陷更为敏感。Micro LED 外延衬底可能存在的缺陷主要包括由芯片外延、制造的环境或设备引入的颗粒物、污染物、刮痕、凹坑等。例如，在 250x250um 的 LED 芯片上出现约 2x2um 的缺陷，可用发光区基本不受影响；而在 5x5um 的 Micro LED 芯片上出现 2x2um 的缺陷，则可用面积仅剩 84%。为保证外延生产良率，需满足缺陷密度控制在 0.1/cm² 以下。

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

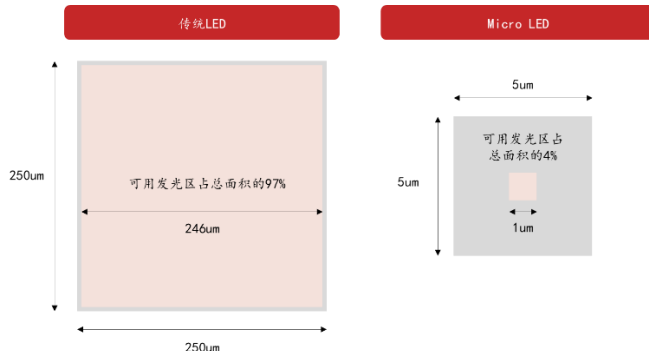
- **侧壁损伤：**微缩制程下，边界刻蚀带来的侧壁损伤导致 Micro LED 可用发光面积大幅减少。例如，在 250x250um 的 LED 芯片上出现约 2um 的侧壁缺陷，仍有 97% 的可用发光区；而在 5x5um 的 Micro LED 芯片上出现 2um 的侧壁缺陷，则可用发光区面积大幅减少，仅剩 4%。

图 4 Micro LED 对于缺陷更为敏感



资料来源：华西证券研究所整理

图 5 侧壁缺陷导致 Micro LED 可用发光面积大幅减小



资料来源：微缩化 LED 显示技术的发展及应用，华西证券研究所

目前 Micro LED 衬底材料主要包括蓝宝石、硅、碳化硅等。其中，蓝宝石衬底价格较低；硅衬底具有低成本、大面积、高质量、导电导热性能良好等优点，并且具有更好的均匀性。但是，在这些衬底上生产 GaN 材料均为异质外延，与 GaN 外延层存在不同程度的晶格失配和热失配，使外延层的位错密度较高，对 Micro LED 的光输出效率产生影响。如果采用 GaN 材料作为衬底，可以大幅提高外延层的晶体质量，降低位错密度，提高器件寿命、发光效率、工作电流密度调度等。但是制备 GaN 单晶衬底技术难度极高，价格昂贵，且最大尺寸只有 4 英寸，难以满足商用需求。

表 4 衬底材料性能对比

材料	氮化镓	蓝宝石	碳化硅	硅
晶格失配率 (%)	0	13.9	3.4	16.9
热失配率 (%)	0	30.3	15.9	4.9
热导率 (W/(cm·K))/(300K)	2.3	0.3	4.9	1.4
导电性	导电	不导电	导电	导电

资料来源：VR 陀螺，华西证券研究所

3.2. 芯片结构：垂直结构可进一步缩小芯片尺寸

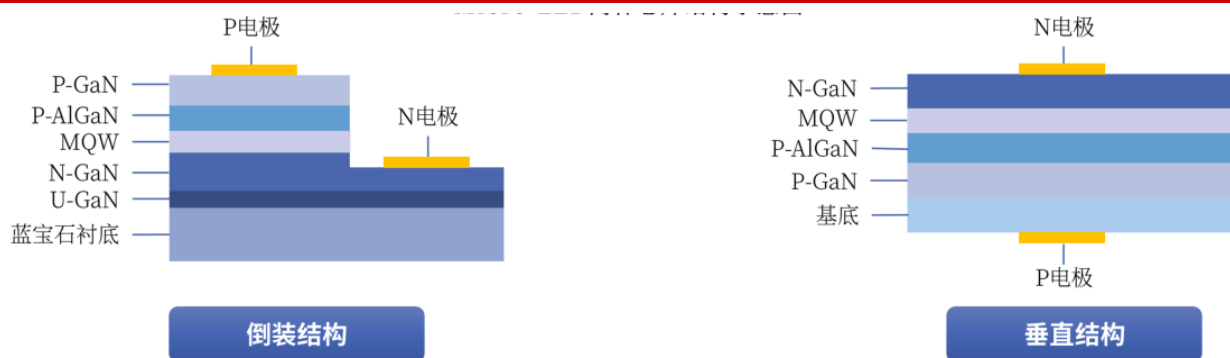
Micro LED 芯片结构分为倒装结构和垂直结构。

倒装结构：正负电极分布在同一侧，分别位于 P-GaN 和 N-GaN 的台面上。由于没有电极材料的遮挡，出光面积较大；但正负电极分布在台面同侧，容易出现台面电流拥挤，影响均匀性。

垂直结构：垂直结构在制备过程中通常需要去除原生的蓝宝石衬底，再通过额外的工艺将器件转移至导热系数更高的衬底上，有效提高了器件的散热能力，从而增强了器件的稳定性。而后通过激光剥离蓝宝石后露出 N-GaN 层，并制备 N 电极。此外，垂直结构的电极位于器件的上下两侧，可使电流分布更均匀，提高峰值电流密度和出光功率密度；并且可进一步缩小尺寸，适用于制备高像素密度的微显示器。目前普遍认为垂直芯片结构是 Micro-LED 的发展趋势，但生产垂直结构芯片制备技术更复杂，成本仍处于较高水平，量产能力仍需提高。

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

图 6 Micro LED 芯片结构



资料来源：VR 陀螺，华西证券研究所

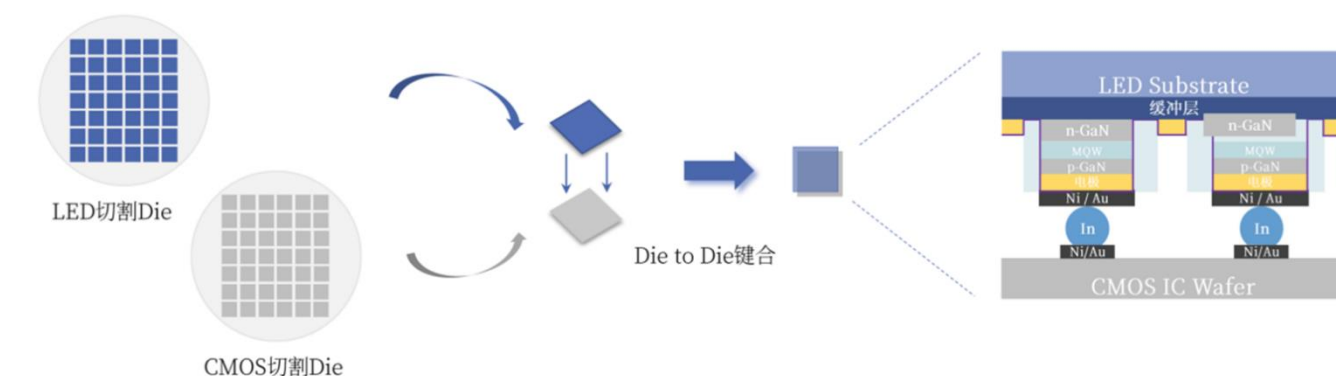
3.3. 键合工艺：晶圆级单片混合集成工艺可实现规模量产

➤ Die to Die

传统的键合方法采用芯片键合（Chip Bonding）路线，主要工艺为倒装芯片键合（Flip-Chip）技术：首先，分别在两个不同的基板上设计和制造 Micro-LED 阵列和硅基驱动 IC，且两个基板的几何布局必须相同；其次进行芯片级制造，包括切割、将原始晶圆与 Micro-LED 阵列的单个芯片分离，以及用焊料在驱动基板上蒸镀出球状的铟作为凸块（Bump）；最后，利用高精度对准的键合机，将单个 Micro-LED 芯片通过凸块倒装键合到硅基 IC 上。

但其难点在于：1）对位精度：因采用芯片级制造工艺，对键合精准度要求高，不利于量产和降低生产成本；2）弯曲效应：异质衬底和外延层之间存在显著的热失配，最终导致外延晶片弯曲，影响制造良率和可靠性；3）铟凹陷：铟在特定温度条件下可以与金形成合金，导致了在回流过程中铟原子在焊料中扩散到底层电极材料的金中，最终形成凹陷。

图 7 Micro LED 微显示器 Die to Die 键合方案

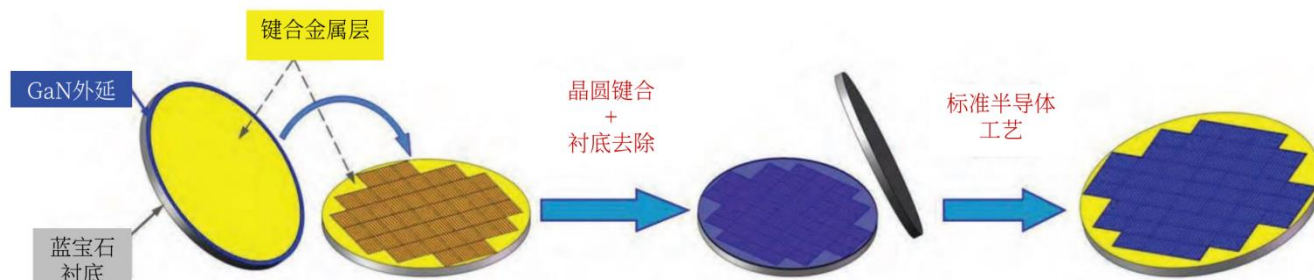


资料来源：VR 陀螺，华西证券研究所

➤ Wafer to Wafer

晶圆级混合集成技术采用标准的半导体工艺流程。其核心是将整个外延片和 CMOS 驱动背板进行整片晶圆键合，随后通过激光剥离或湿法腐蚀等方式去除外延片的衬底，最后在 CMOS 驱动上制备出 Micro LED 阵列。像素尺寸取决于光刻精度，可以缩小至纳米级别。该方法无需高对准精度，并且不再需要制作 In 柱或焊料进行电学互连，芯片结构也可采用垂直结构，进一步缩小芯片尺寸，提高像素密度。除此之外，基于半导体工艺可以实现低成本的批量生产，提高单线产能，实现规模效应。

图 8 Micro LED 微显示器 Wafer to Wafer 键合方案



资料来源：VR 陀螺，华西证券研究所

3.4. 全彩显示：合光方案较为成熟，单片全彩加速推进

目前 Micro LED 全彩化方案主要包括合光方案、量子点色转换、三色堆叠以及单片直接外延。其中合光方案是相对成熟的路线，但模组体积有待进一步缩小，三色堆叠和单片外延方案工艺难度较高，仍处于实验室阶段。

表 5 全彩化方案主要技术路线对比

	合光方案	量子点色转换	三色堆叠	单片外延
图示				
技术特点	- 由 R/G/B 单色 Micro LED 微显示面板和 1 个合色棱镜组装 - 通过合色棱镜将红绿蓝单色微显示面板进行混光	- 使用量子点（QD）材料对单色 Micro LED 进行色转换 - 转换工艺主要有喷墨式和光刻式	- Micro LED 外延上直接进行三色垂直堆叠键合 - 可最小化每个像素尺寸	在同一外延衬底上生长 R/G/B 三色外延
技术难点	- 波长一致性 - 光路控制 - 寿命	- 量子点高精度阵列涂覆 - 量子点的光转换效率 - 激发光的色彩纯度 - 量子点的寿命	- 多次键合工艺 - 结构设计 - 驱动技术 - 堆叠外延技术	- 外延工艺 - 效率
主要厂商	JBD	思坦科技、Saphlux、镭显科技、Mojo	JBD、诺视科技、	

资料来源：VR 陀螺，华西证券研究所

➤ 合光方案

合光方案是指通过光学校镜(Trichroic Prism) 将 RGB 三色 Micro-LED 合成全彩显示，也叫光引擎方案或 X-cube 合光。具体方法是将红、绿、蓝三色的 Micro-LED 阵列分别封装在三块封装板上，并连接一块控制板和一块光学校镜，通过棱镜的折射作用以及调整三色 Micro-LED 阵列的亮度等，实现颜色的混合和成像。其优势在

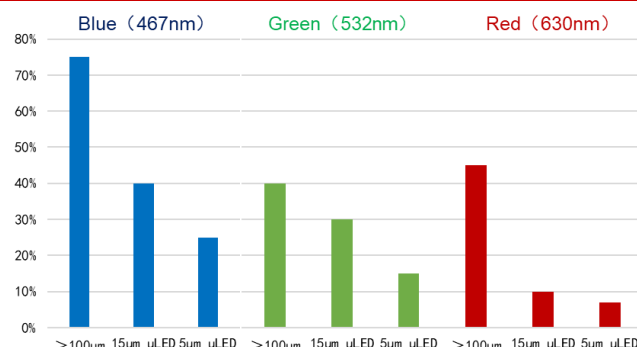
于能够提供较高的图像质量和色彩饱和度，同时实现高亮度和低功耗。但其难点在于红光的发光效率不足、波长的一致性、光路控制、器件的散热和寿命等。目前 JBD 可实现合光方案的全彩化 Micro LED 的量产。

图 9 X-cube 合光方案



资料来源：Micro LED 视界，华西证券研究所整理

图 10 红光发光效率不足

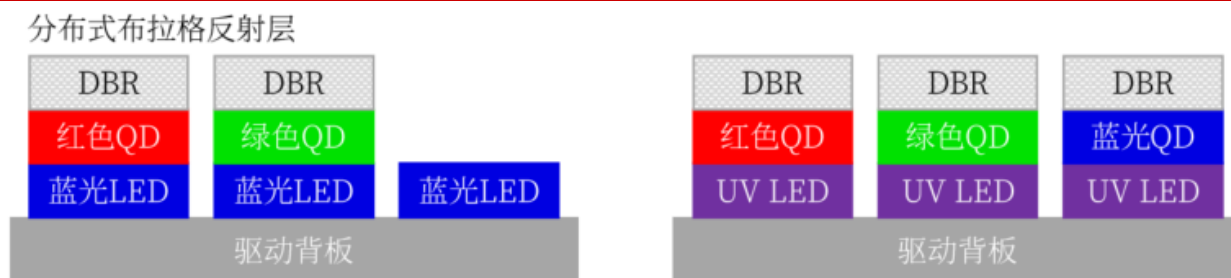


资料来源：Yole，华西证券研究所

量子点色转换方案

基于量子点色转换路线的全彩 Micro-LED 器件结构主要有两种：1) 采用蓝色 Micro-LED 作为激发光源，另外搭配红色和绿色的量子点材料；2) 使用紫外 Micro-LED 作为激发光源，集成红、绿、蓝三色的量子点材料实现全彩显示。在色转过程中，一般使用光刻或喷墨打印等技术将量子点材料图案化为高像素密度的阵列。其难点在于量子点涂覆精度、光转换效率、光串扰影响以及量子点的稳定性等方面，其中，提高光转换效率难度最高。但是量子点方案是实验室阶段最简易实现单片全彩 Micro-LED 的工艺路线。目前，主要布局量子点色转路线的 Micro-LED 微显示厂商有镭昱科技、思坦科技等 Micro-LED 微显示厂商，当前多以展示样品或小批量交付样品为主。

图 11 量子点色转换方案的全彩 Micro LED 器件结构

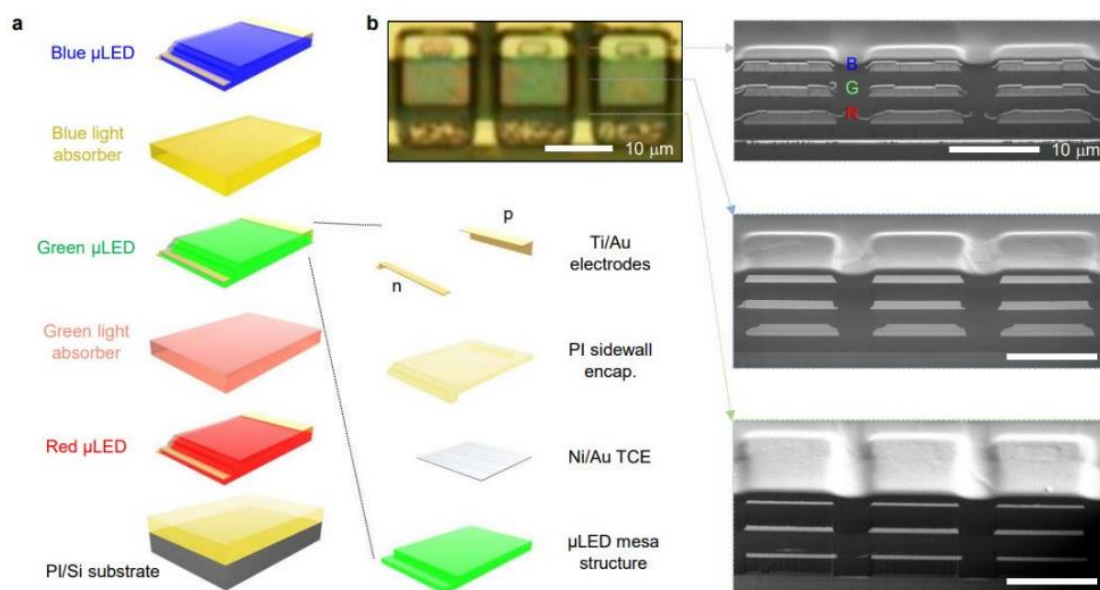


资料来源：VR 陀螺，华西证券研究所

三色堆叠方案

三色垂直堆叠结构的 Micro-LED 微显示器件是通过将红、绿、蓝三色像素晶圆垂直堆叠形成单个像素点，从而实现全彩显示。与传统的水平结构排列形成单个像素的 Micro-LED 芯片相比，垂直堆叠结构可降低单个像素点的所占空间，可在单位面积内实现更高的像素密度，满足微显示设备对小尺寸、高分辨率显示模组的需求。但三色堆叠方案对外延工艺、键合工艺、电极设计和色彩优化等方面要求非常高，目前堆叠结构的全彩 Micro-LED 微显示器主要处于实验室研究或 demo 展示阶段。

图 12 麻省理工学院等研究团队开发的垂直堆叠 Micro LED 结构



资料来源：VR 陀螺，华西证券研究所

4. 厂商布局：各大厂商积极布局，JBD 技术实力领先

表 6 主要厂商布局

企业	Micro LED 基底	晶圆尺寸	键合工艺		全彩化方案	生产基地	产能	全彩微显示产品			
								产品类型	尺寸	分辨率	亮度
JBD	蓝宝石	4 寸	Wafer to Wafer	热压	X-cube 合光垂直堆叠	合肥 Micro LED 一期已竣工	年产能 1.2 亿套	蜂鸟 I 光引擎	0.4cc	640×480	-
								凤凰全彩微显示屏	-	-	200 万尼特
镭昱	硅基	8 寸	Wafer to Wafer	热压	光刻式量子点	-	-	全彩 Micro LED 微显示屏	0.11" 0.13" 0.22"	320×240 320×240 640×480	-
								全彩 Micro LED 光引擎	0.18cc	-	50 万尼特
思坦科技	蓝宝石	4 寸	Die to Die	倒装 Flip-chip	光刻式量子点	厦门思坦集成生产基地已投产	设计年产能 600 万套	全彩微显示屏	0.2"	480×480	15 万尼特
诺视科技	硅基	4 寸、8 寸	Wafer to Wafer	热压	垂直堆叠	浙江德清 Micro LED 量产线建设中	-	全彩微显示屏	-	XGA	50 万尼特
赛富乐斯	硅基	8 寸	Wafer to Wafer	热压	纳米孔量子点	西安硅基 Micro LED 微显示屏产线已投产	月产能 60 万套	全彩微显示屏	0.39" 0.13"	320×240	-

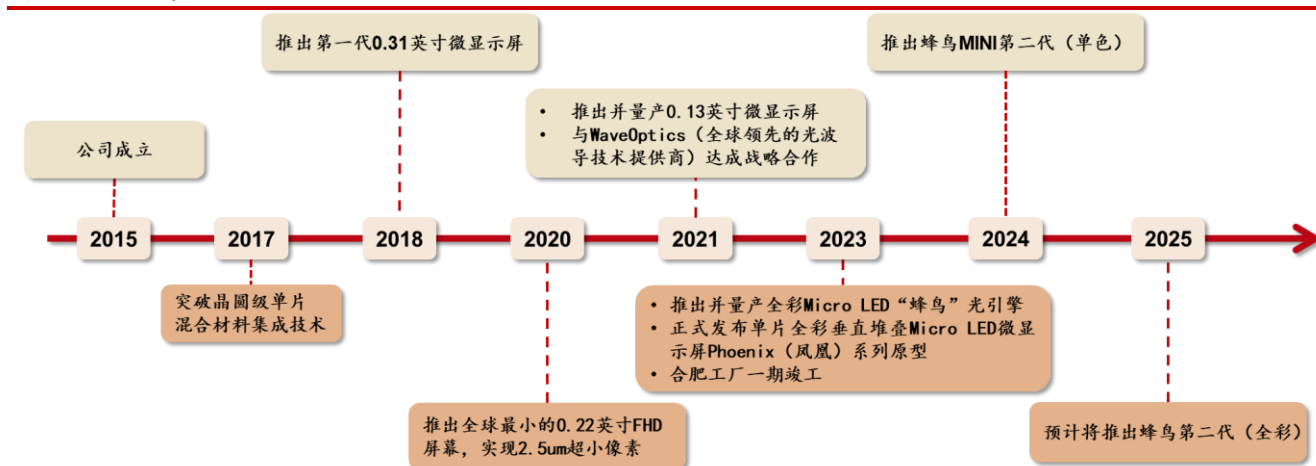
资料来源：VR 陀螺，各公司官网，华西证券研究所

4.1. JBD

上海显耀显示科技有限公司（简称 JBD）成立于 2015 年，公司始终专注于 Micro LED 微显示技术的研发与创新，拥有自主背板设计、MOCVD 材料生长、MicroLED 微显示面板加工制造与封装测试、软件硬件驱动设计等技术，自主研发及制造的超微型显示面板广泛应用于 AR 眼镜、汽车 HUD、微投影、3D 打印等领域。

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

图 13 JBD 发展历程



资料来源：JBD 公司官网，VR 陀螺，亿欧元，华西证券研究所

产品布局：公司目前产品主要包括 AM-μLED 微显示屏，AM-μLED 光引擎，AM-μLED 光模组和相关开发套件，以及面向 AR 近眼显示的光波导画质校正方案 ARTCs 等。

表 7 JBD 产品参数

	Micro LED 0.13" 微显示屏 (MIPI/QSPI 接口)		Micro LED 0.13" 微显示屏 (QSPI/SPI 接口)	
产品图				
分辨率	640×480		640×480	
颜色	单色 (R/G/B)		单色 (R/G/B/UV)	
像素尺寸	4 μm		4 μm	
亮度	1000w nits		500w nits	
重量	约 0.2g		约 0.2g	
	蜂鸟 Mini II 单色光引擎		蜂鸟 I 彩色光引擎	
产品图				
视场角 (FOV)	30°		30°	
分辨率	640×480		640×480	
出瞳大小	3.3mm		3.7mm	
颜色	单色 (G)		彩色 (X-cube 合色)	
体积	0.15cc		0.4cc	
重量	约 0.3g		约 1.0g	
	蜂鸟 I 双目彩色光模组		蜂鸟 Mini I 单色光模组	
产品图				
视场角	30°		30°	
分辨率	640×480		640×480	
颜色	彩色		单色	
眼动范围	15mm×10mm		12.5mm×8mm	
入眼亮度	6000nits		2500nits	
波导重量	约 16g		约 10g	

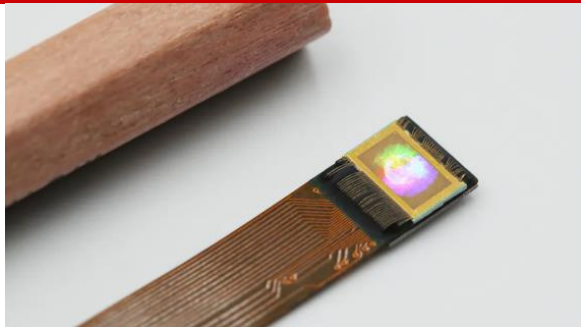
资料来源：JBD 官网，华西证券研究所

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

技术突破：提供多样化 Micro LED 全彩解决方案组合，亮度技术指标持续突破。

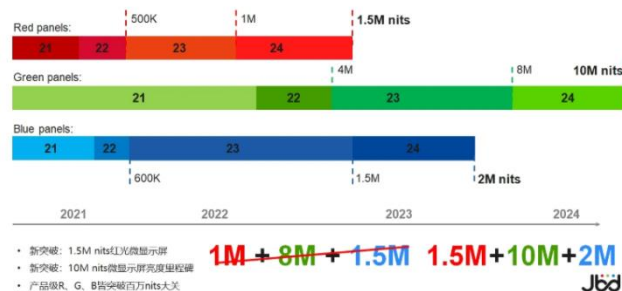
1) **X-cube 方案**：2023 年 JBD 发布业界首个消费级全彩 AR 光引擎“蜂鸟 I”，2024 年“蜂鸟 I”彩色光引擎实现重大突破：光通量从 3 流明提高至 6 流明，结合光波导模组的入眼亮度从 2000+尼特突破至 6000 尼特。2) **垂直堆叠单片全彩方案**：2023 年 JBD 发布全球首款 0.22 英寸 2K 分辨率单片全彩垂直堆叠 Micro LED 微显示屏 Phoenix（凤凰）系列原型，RGB 组合像素间距为 5um，且堆叠厚度小于 5um，可实现 50° 视场角。截至 2024 年底，该系列产品亮度已提升至 200 万尼特，预计将于 25Q3 批量生产。除此之外，JBD Micro LED 微显示屏亮度持续提升。其中，绿光突破 1000 万尼特的亮度水平，红光和蓝光分别达到 150 万和 200 万尼特的亮度新高。

图 14 Phoenix（凤凰）系列原型



资料来源：JBD 公司官网，华西证券研究所

图 15 JBD Micro LED 微显示屏亮度记录



资料来源：JBD 公司官网，华西证券研究所

产能布局：JBD 位于合肥的 Micro LED 微显示屏产线一期项目已于 2023 年 10 月正式竣工，一期项目可支持每月数十万套微显示屏出货，整体建成后可形成 1.2 亿套 Micro LED 微显示屏的年产能，大幅提高 JBD 在 Micro LED 微显示屏领域的市场供应能力。据 JBD 微信公众号，截止 2024 年底，已有 30 款以上基于 JBD Micro LED 方案的轻薄型 AR 智能眼镜正式公布，包括：星纪魅族 StarV Air2、Rokid Glasses、INMO G02、Vuzix Z100、OPPO Air Glass 3 等。

图 16 采用 JBD Micro LED 微显示方案的 AR 眼镜

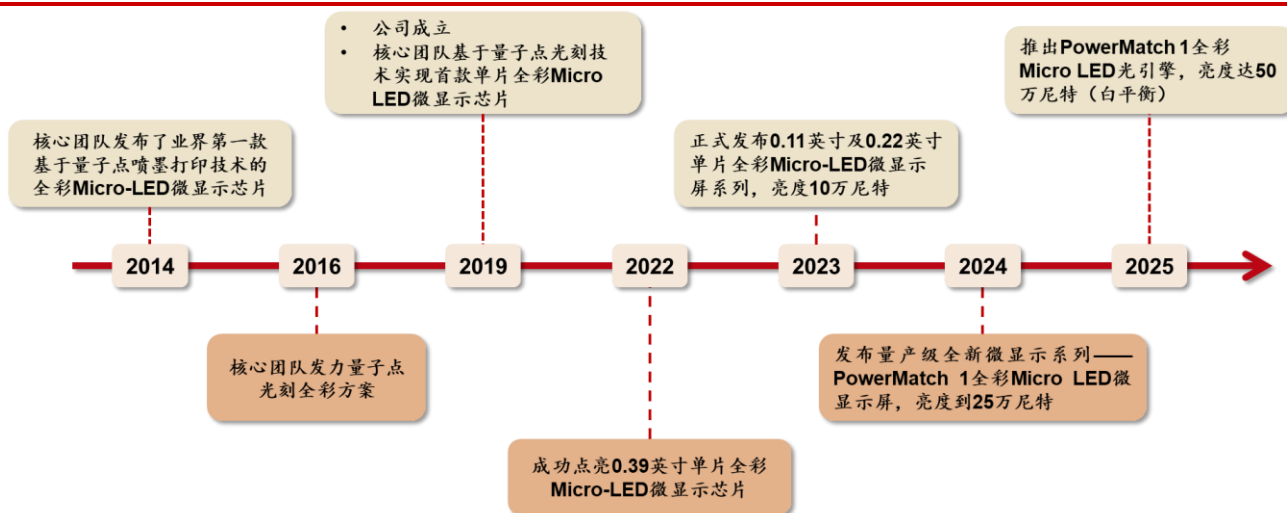


资料来源：VR 陀螺，华西证券研究所

4.2. 镭昱光电

镭昱光电科技（苏州）有限公司成立于 2019 年，是一家专注于高性能、高量产性全彩 Micro-LED 微显示屏研发和生产的科技企业。镭昱重构单片集成技术，采用独有的共阳极（CoANODE）超高亮度 Micro-LED 芯片架构，配合大尺寸硅基氮化镓（GaN-on-Silicon）外延片和量子点全彩技术，成为业内率先实现 AR 级别单片全彩 Micro-LED 微显示芯片的先驱企业。

图 17 镭昱光电发展历程



资料来源：镭昱光电公司官网，VR 陀螺，华西证券研究所

产品布局：镭昱在 2022 年 10 月成功点亮 0.39 英寸单片全彩 Micro-LED 微显示芯片，2023 年 5 月正式发布 0.11 英寸及 0.22 英寸单片全彩 Micro-LED 微显示屏系列。其中，0.11 英寸单片全彩微显示屏打破了全彩微显示芯片的最小尺寸纪录，重量仅为 0.23g，分辨率为 320×240。2024 年 9 月，镭昱发布量产级全新微显示系列——PowerMatch® 1 全彩 Micro-LED 微显示屏，包含 0.11"、0.13"、0.22"三种尺寸。2025 年 2 月，镭昱推出 PowerMatch® 1 全彩 Micro-LED 光引擎，搭载 0.13 英寸微显示屏，亮度提升至 50 万尼特（白平衡），光通量为 0.5 流明，体积仅为 0.18cc，是三色合光方案的 45%，重量仅 0.5g，可无感置入镜腿中，实现设备轻量化设计。目前公司已向多家下游客户送样，并开展原型机合作。

图 18 PowerMatch® 1 全彩 Micro LED 微显示屏



资料来源：VR 陀螺，华西证券研究所

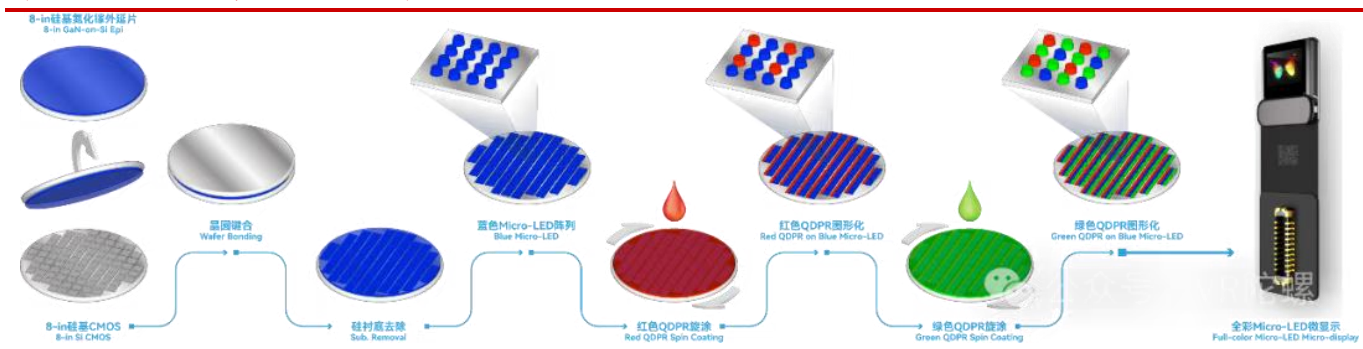
图 19 PowerMatch® 1 全彩 Micro-LED 光引擎



资料来源：镭昱光电公司官网，华西证券研究所

技术突破：采用量子点色转换方案实现 Micro LED 微显示屏单片全彩。量子点色转换方案可分为量子点喷墨打印以及量子点光刻两种路线。2014 年镭昱的技术团队发布了业界第一款基于量子点喷墨打印技术的全彩 Micro-LED 微显示芯片，2015 年团队已经将芯片直径缩短至 15 μm 。但该技术路线对准精度低、线宽难控制、对比度低且很难实现量产。因此，2016 年起团队全面投入了精度、光效以及生产效率更高的量子点光刻方案。该方案利用专有合成配方溶解及保护量子点于光刻胶中，通过标准的光刻工艺实现适配 GaN 蓝光 Micro-LED 高分辨率、高光效的量子点颜色转换膜层，通过蓝光激发红绿量子点，从而达到芯片全彩化。

图 20 镭昱光电量子点光刻路线原理



资料来源：镭昱光电公司官网，VR 陀螺，华西证券研究所

光刻式量子点全彩方案难点在于：1) 光刻机的精度：关键尺寸由光刻机定义，光刻机的精度决定了 Micro-LED 微显示芯片的显示效果；2) 材料和工艺的配合。在材料方面，标准的量子点材料 (QD) 和光刻胶材料 (PR) 材料无法直接兼容。镭昱通过与特殊的工艺结构相结合，将光刻胶厚度控制在 2 μm 以下。

除此之外，镭昱自研的光刻式量子点制程 (QDPR) 进一步优化，实现了更广色域及更优色彩表现。经实测数据显示，镭昱全彩微显示屏的 sRGB 色域比例由 133% 提升至 147.2%，NTSC 色域比例由 94.2% 提升至 104.3%，DCI-P3 色域比例由 98.1% 提升至 108.5%。色彩丰富度的提高意味着可以为用户呈现更为逼真的显示画面，增强虚拟内容的表现力，实现现实世界与虚拟信息的无缝衔接，带来更为沉浸式的 AR 体验。

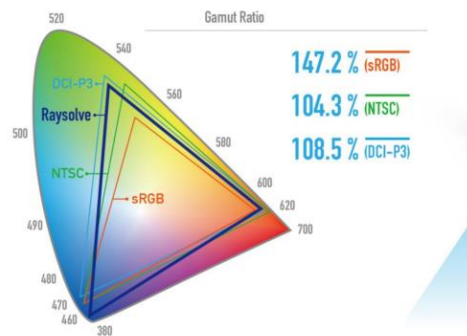
图 21 镭昱量子点光刻胶及参数



波长	半峰宽	光致发光量子产率
红 630 $\pm$ 2 nm	22 $\pm$ 1 nm	70.0%
绿 535 $\pm$ 2 nm	24 $\pm$ 1 nm	65.0%
厚度	可靠性	
2.0 μm	RH85%, 85°C, T99>3000h	
分辨率	1W/cm ² (450 nm), 85°C, T95>3000h	
1.0 μm		

资料来源：VR 陀螺，镭昱光电公司官网，华西证券研究所

图 22 镭昱光刻式量子点技术色域表现

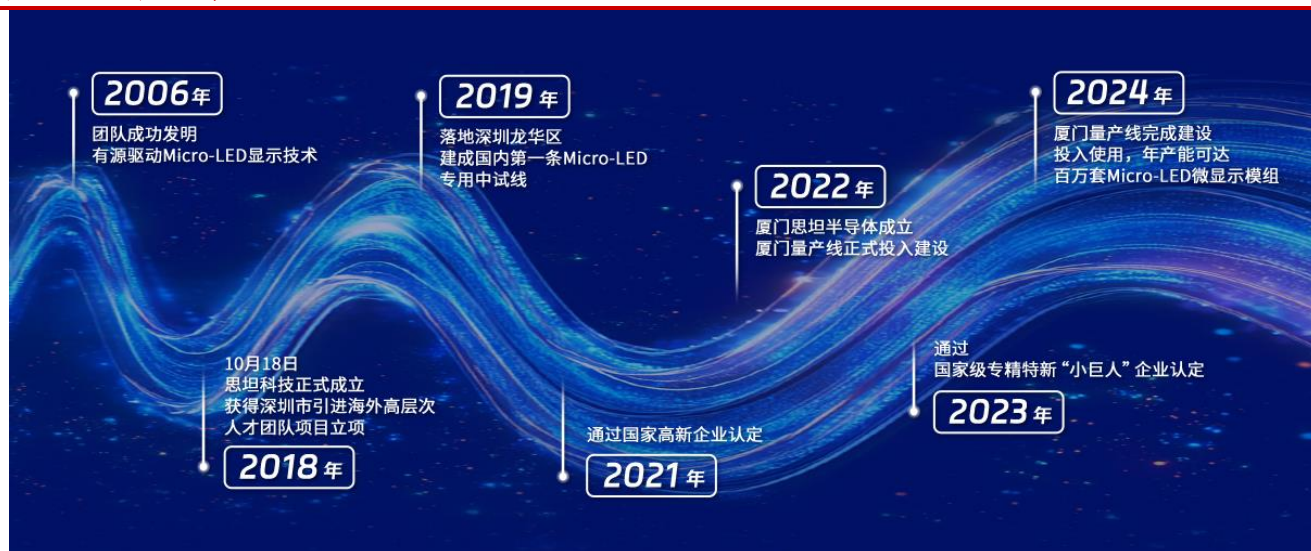


资料来源：镭昱光电公司官网，华西证券研究所

4.3. 思坦科技

深圳市思坦科技有限公司成立于 2018 年，是专业从事 Micro-LED 半导体显示技术研发、生产、销售的国家级专精特新“小巨人”、国家知识产权优势和国家高新技术企业，致力于高性能 Micro LED 芯片与显示模组的研究和生产。

图 23 思坦科技发展历程



资料来源：思坦科技公司官网，华西证券研究所

产品布局：公司当前布局 0.13"、0.2"、0.45"三大 Micro LED 产品线，同时提供 Micro LED 驱动芯片和发光芯片的设计与代工服务。

图 24 思坦科技产品布局



资料来源：思坦科技公司官网，VR 陀螺，华西证券研究所

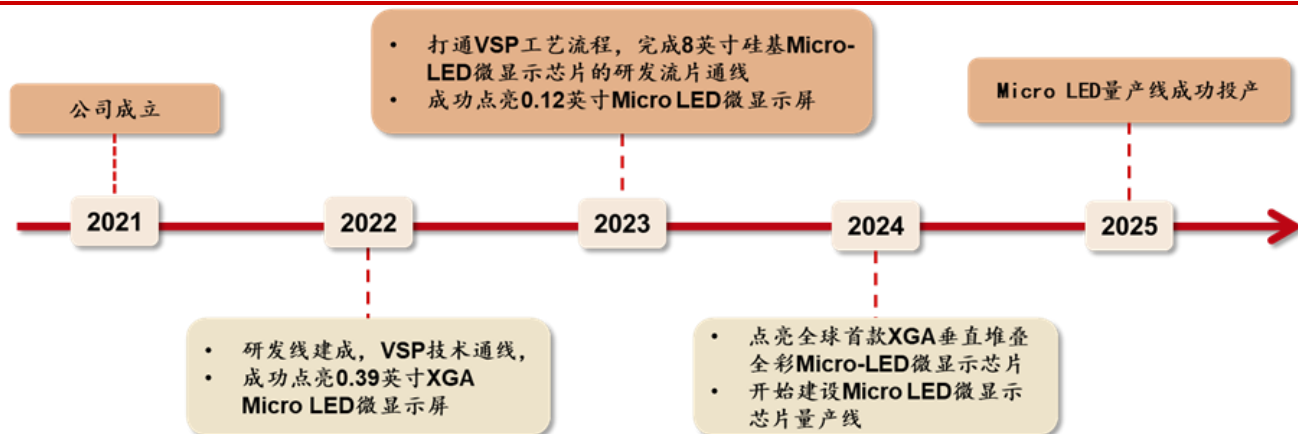
产能布局：公司已形成“产品开发+中试验证+规模量产”的完整链条，可确保产品质量、产能与交付。2019 年思坦科技在深圳龙华率先建成国内首条 Micro-LED 专用中试线，并完成了 Micro-LED 技术转化、材料验证、工艺优化等一系列中试环节。2022 年公司分别成立厦门思坦集成（一期生产基地）和厦门思坦半导体（芯片设计基地）。2024 年，思坦科技厦门量产线正式建成落地，设计年产能达 600 万套显示芯片，推动 Micro LED 从中试到量产落地。

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

4.4. 诺视科技

诺视科技（苏州）有限公司成立于 2021 年 10 月，是一家致力于商业化 Micro-LED 显示芯片技术的初创企业，是国内首个深度融合集成电路制造工艺和 Micro LED 芯片工艺的团队，具有丰富的集成电路和显示领域的制造经验。

图 25 诺视科技发展历程



资料来源：诺视科技公司官网，诺视科技微信公众号，华西证券研究所

技术突破：公司自主研发 VSP（垂直堆叠像素）技术，该技术方案将集成电路工艺和 LED 进行深度融合，通过大尺寸外延、同质集成和无损衬底去除等技术将单个或多个发光单元在垂直方向上进行堆叠，打破传统微显示像素尺寸难以小型化的技术瓶颈，同时实现成本、性能、良率的全方位突破。2023 年 9 月，诺视科技成功打通 VSP 工艺流程，实现 AlGaInP 和 GaN 材料体系晶圆级集成，并点亮三色堆叠工程片。2024 年 4 月，公司成功点亮全球首款 XGA 垂直堆叠全彩 Micro-LED 微显示芯片，该芯片基于 WLSP 技术平台，集成了 RGB 三色和 CMOS 驱动背板，标志着公司在 Micro LED 技术领域的重大突破。同年 8 月，公司成功推出量产级单片全彩 XGA Micro LED 芯片，峰值亮度突破 50 万尼特，进一步巩固了公司在 Micro LED 微显示领域的领先地位。

表 8 诺视科技产品参数

微显示屏			
尺寸	0.12"	0.39"	0.61"
分辨率	640×480	1024×768	370×110
显示区面积	2.4mm×1.8mm	7.68mm×5.76mm	14.8mm×4.4mm
像素间距	3.75um	7.5um	40um
颜色	单色	全彩	白色
刷新率	60Hz	60Hz	60Hz
应用	AR 眼镜	相机	汽车
光机模组			
尺寸	0.12"	0.61"	
分辨率	640×480	370×110	
亮度	3lm	1000lm	
视场角	30°	-	

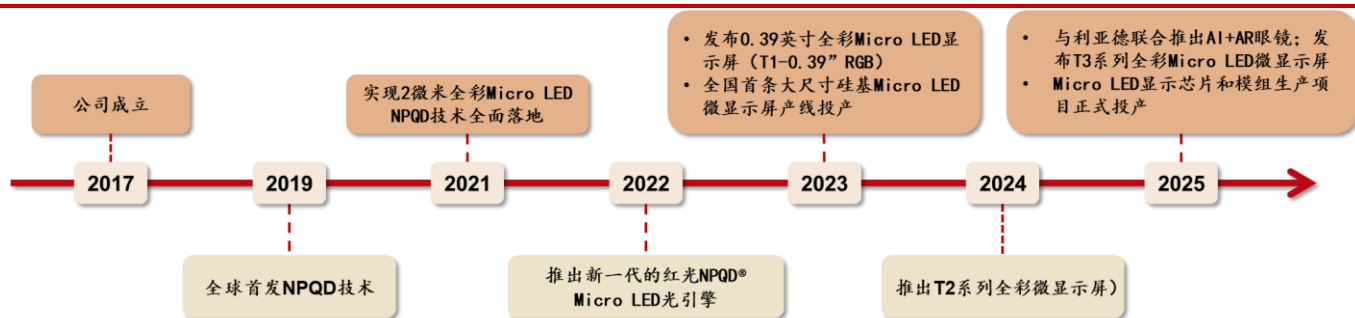
资料来源：诺视科技公司官网，华西证券研究所

产能布局：2024 年 3 月，诺视科技开始建设 Micro LED 微显示芯片的量产线。2025 年 3 月 19 日，诺视科技 Micro LED 微显示芯片一期量产线正式投入生产。随着量产线产能进一步释放，公司将为 AR/MR 可穿戴设备、微投影系统、HUD（抬头显示器）以及数字车灯等多个领域提供高性能的 Micro LED 微显示芯片，并为下游客户提供定制化的微显示解决方案。

4.5. 赛富乐斯

西安赛富乐斯半导体科技有限公司成立于 2017 年，是业界领先的原位量子点（QD in chip）Micro LED 显示解决方案提供商，拥有半极性氮化镓及纳米孔量子点（NPQD）等原创技术，可为客户设计并制造 Micro LED 芯片和微显示模组，目前产品包括应用于公共信息显示屏的 R 系列芯片，及应用于 AR 眼镜的 T 系列微显示模组。

图 26 赛富乐斯发展历程



资料来源：赛富乐斯微信公众号，电子工程专辑，华西证券研究所

产品布局：2023 年，公司发布了 0.39 英寸全彩 Micro LED 显示屏（T1-0.39" RGB），是纳米孔量子点（NPQD）技术首次应用在全彩微显示屏领域，实现 25 万尼特的白光亮度和广色域。2024 年，公司推出 T2 系列微显示屏，包括 0.12 英寸的单色微显示屏（红、绿、蓝）和 0.39 英寸的单片全彩微显示屏。其中，T2-0.39 微显示屏在色域上相比前代产品提升了 70%，亮度提升了 40%。2025 年，公司正式发布 T3 系列 0.13 英寸单片全彩 MicroLED 微显示屏，分辨率为 320×240，子像素间距为 4μm。与此同时，公司也积极向终端应用拓展。目前，公司正与合作伙伴利亚德共同开发基于 T1-0.13 英寸单色微显示屏的 AR 眼镜，并计划于 2025 年底推出搭载 T3-0.13 英寸全彩显示屏的新一代 AR 眼镜。

图 27 赛富乐斯全彩单片 Micro LED 显示屏



资料来源：赛富乐斯微信公众号，华西证券研究所

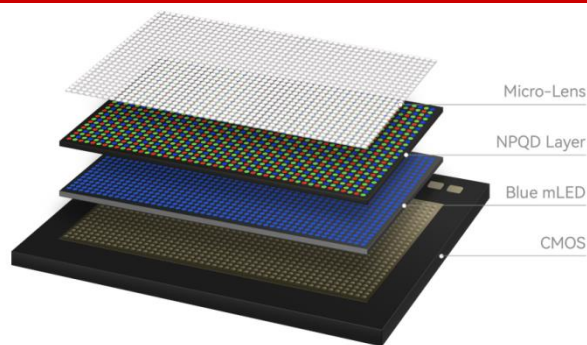
图 28 赛富乐斯与利亚德联合开发 AI+AR 眼镜



资料来源：赛富乐斯微信公众号，华西证券研究所

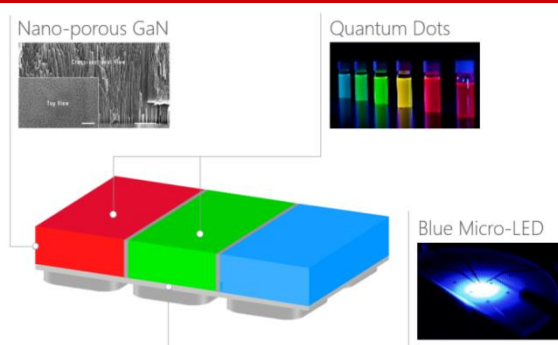
技术突破：公司自主研发 NPQD（纳米孔量子点）技术。该方案将红色和绿色量子点（QDs）创新性嵌入到氮化镓的纳米孔（NP）中，在蓝光 Micro LED 晶圆上直接实现颜色转换，进而实现了小尺寸全彩转换技术的突破。相比传统量子点方案，赛富乐斯的 NPQD 架构能捕获更高比例的蓝光光子，将其转化为窄半峰宽的红光，从而解决传统由铝镓铟磷（AlInGaP）磊晶制成的红光 Micro LED 光效低的难题。同时，经过优化后的纳米孔氮化镓具有极强的散射效应，能够将有效光径提高 8 倍，出光面积提高 40 倍，在 5 微米的量子点厚度内实现 99.99% 的光转换效率。

图 29 赛富乐斯全彩单片 Micro LED 显示屏



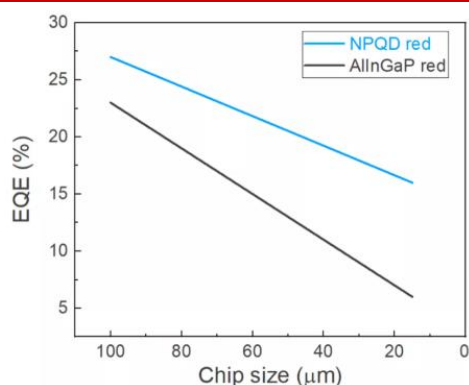
资料来源：赛富乐斯公司官网，华西证券研究所

图 30 赛富乐斯 NPQD 技术



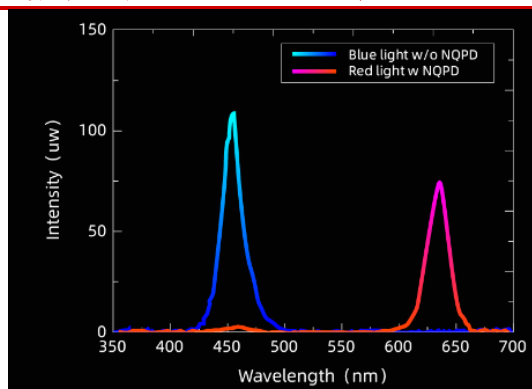
资料来源：赛富乐斯公司官网，华西证券研究所

图 31 NPQD® vs AlInGaP 效率对比



资料来源：赛富乐斯微信公众号，华西证券研究所

图 32 赛富乐斯 NPQD 红光发光效率



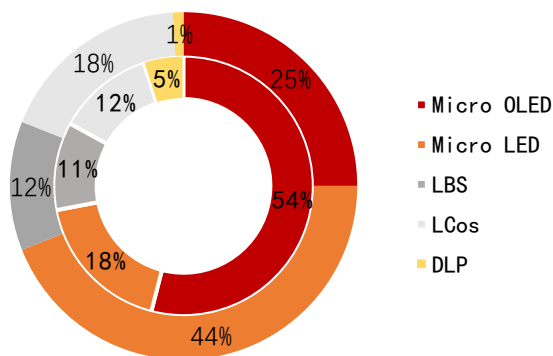
资料来源：赛富乐斯微信公众号，华西证券研究所

产能布局：2023 年 12 月，公司贯通全国首条大尺寸硅基 Micro LED 微显示屏产线，成功将传统 4 英寸蓝宝石基制程升级为 8 英寸兼容 6 英寸的硅基制程，实现月产 60 万套 0.12 英寸微显示面板的产能。2025 年 6 月，公司 Micro-LED 显示芯片和模组生产项目在六安市金安区正式投产。项目规划建设 2 条生产线及研发生产基地，专注于 Micro LED 芯片和微显示模组的设计制造。

5. 投资建议

Micro LED 市场规模测算：据 TrendForce 预测，2024 年搭载 Micro OLED 的 AR 眼镜占比为 54%，搭载 Micro LED 的 AR 眼镜占比仅为 18%。随着 Micro LED 的技术突破和量产落地，预计到 2030 年，搭载 Micro LED 的 AR 眼镜占比有望提升至 44%。与此同时，据 VR 陀螺预测，2030 年 AR 眼镜的出货量有望达到 2550 万台，结合渗透率测算得出，2030 年搭载 Micro LED 的 AR 眼镜出货量有望达到 1122 万台，按照 1 台眼镜配置 2 个 Micro LED 屏幕计算，则 Micro LED 出货量有望超过 2200 万台。

图 33 Micro LED 渗透率



资料来源：TrendForce，华西证券研究所

图 34 AR 领域 Micro LED 出货量（万台）



资料来源：VR 陀螺，华西证券研究所

随着 AI 模型的搭载，叠加各大厂商的积极入局，AR 眼镜有望实现加速迭代放量，潜在成长空间巨大。而 Micro LED 作为影响其显示效果的核心零部件之一，有望实现深度受益。相关受益标的：JBD（未上市）、镭昱光电（未上市）、思坦科技（未上市）、诺视科技（未上市）、赛富乐斯（未上市）、奥视微（未上市）、三安光电、华灿光电、利亚德、兆驰股份等。

表 9 相关受益标的

公司名称	代码	股价（元）	市值（亿元）	归母净利润（亿元）			PE		
				2025E	2026E	2027E	2025E	2026E	2027E
三安光电	600703.SH	12.76	636.60	12.28	17.94	23.61	51.84	35.48	26.97
华灿光电	300323.SZ	7.62	123.67	-	-	-	-	-	-
利亚德	300296.SZ	6.25	169.50	4.55	5.06	-	37.25	33.50	-
兆驰股份	002429.SZ	4.69	212.31	17.88	21.19	24.49	11.87	10.02	8.67

资料来源：wind，华西证券研究所

注：采用一致预期，时间截至 2025 年 7 月 24 日

6. 风险提示

新技术发展不及预期：若相关公司技术创新不及预期，无法按预期推出新一代显示产品，导致硬件产品销售不及预期，从而对行业景气度造成负面影响，进而对产业链上下游公司业绩造成影响。

AR 眼镜出货不及预期。若下游需求疲软，导致 AR 眼镜出货不及预期，将对行业景气度造成负面影响，进而对产业链上下游公司业绩造成影响。

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资 评级	说明
以报告发布日后的 6 个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过 15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在 5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数 5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过 15%
行业评级标准		
以报告发布日后的 6 个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过 10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过 10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园 11 号丰汇时代大厦南座 5 层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

华西证券免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。