

Mini led 有望快速起量

核心观点

- **Mini LED 优势显著，有望快速起量：**Mini LED 是小间距 LED 和 Micro LED 的过渡方案，承接了小间距 LED 高效率、高可靠性、高亮度和反应时间快的特性，但技术难度低于 Micro LED，更容易量产。与 OLED 相比，Mini LED 在良率、成本、节能效果和显示性能等方面也具备优势。目前，Mini LED 的两种关键封装技术 COB 和“四合一”均已相继突破，将有力推动 Mini LED 在液晶背光源和显示屏领域的快速起量。根据第三方数据，2018 年全球 Mini LED 市场规模为 8000 万美元，2023 年将达到 10 亿美元，2018-2023 年复合增长率超过 50%。
- **产业链齐心推动 Mini LED 快速量产化：**当前大陆和台湾 LED 芯片、封装、面板和下游应用厂商广泛进行跨领域上下游联动，产业链已初具规模。上游企业中华灿已经于今年第一季度进入量产，三安已进入三星供应链，晶电、隆达和乾照均计划在今年四季度小规模出货。中游封装厂商在今年迎来了生产上的集中爆发，亿光、国星、宏齐和瑞丰已经完成验收开始小批量出货。下游应用广阔，华为、OPPO 和小米采用 Mini LED 手机面板；中小尺寸方面，群创和 JDI 致力于产品车用曲面屏幕市场，友达、深天马和京东方瞄准电竞笔记本、手机和其他高端显示设备；大尺寸显示屏方面，奥拓封装技术取得突破，洲明、利亚德已经进入小批量试产阶段。
- **优势厂商有望快速切入 Micro LED，获取持续增长动力：**Micro LED 是 Mini LED 的下一步方案，Mini LED 领先且提前布局 Micro LED 的厂商将获得持续增长动能：1) 在 LED 芯片环节，当 Micro LED 在消费电子终端渗透率达到 50% 时，芯片市场规模将达到 3800 亿元，大陆厂商三安光电、华灿光电在 Micro LED 的布局中走在前面，主要聚焦于外延片生产，未来有望收获第一波红利。2) 在核心技术环节，欧美和台湾各厂家正在努力布局，苹果和鸿海先后通过收购市场上该方向最先进的公司 LuxVue 和 eLUX，而未来中国企业可以通过策略联盟与并购的方式来获取核心的技术工艺。3) 在驱动 IC 环节，台湾公司聚积，奇景，瑞鼎，联咏等显示面板驱动 IC 的领先公司，加强了在 Micro-LED 驱动 IC 方面的布局，有望继续成为主导力量。4) 下游应用领域，苹果在手机和手表领域技术储备深厚，三星、索尼和 LG 等亚洲厂商积极在电视领域推出新品。

投资建议与投资标的

- 看好深入布局 Mini LED 并率先在 Micro LED 产业链中开展布局的企业，以及各环节具备技术潜力的公司，建议关注国内 LED 芯片领先企业三安光电(600703, 买入)、华灿光电(300323, 买入)，国内显示技术商业应用的领先公司利亚德(300296, 买入)和和洲明科技(300232, 未评级)，以及相关封装厂商瑞丰光电(300241, 未评级)、聚飞光电(300303, 未评级)、鸿利智汇(300219, 买入)。

风险提示

- Mini LED 渗透率不达预期的风险、新技术竞争的风险。



东方证券
ORIENT SECURITIES

行业评级

看好 中性 看淡 (维持)

国家/地区

中国/A 股

行业

电子

报告发布日期

2018 年 09 月 19 日

行业表现



资料来源：WIND

证券分析师

蒯剑

021-63325888*8514

kuaijian@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860514050005

王芳

021-63325888*6068

wangfang1@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860516100001

联系人

马天翼

021-63325888*6115

matianyi@orientsec.com.cn

王若琴

021-63325888-5023

wangruoqing@orientsec.com.cn

杨旭

021-63325888-6073

yangxu@orientsec.com.cn

相关报告

新 iPhone 技术优势明显，智能手表销量可期	2018-09-13
中报总结及三季度展望	2018-09-04

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

目 录

1 Mini LED 优势显著，有望快速起量	4
1.1 Mini LED 多性能优异	4
1.2 生产技术已获突破	6
1.3 Mini LED 背光和显示屏花开并蒂.....	8
2 产业链齐心推动 Mini LED 快速量产化	10
3 优势厂商有望快速切入 Micro LED	14
4 投资建议	23
5 风险提示	23

图表目录

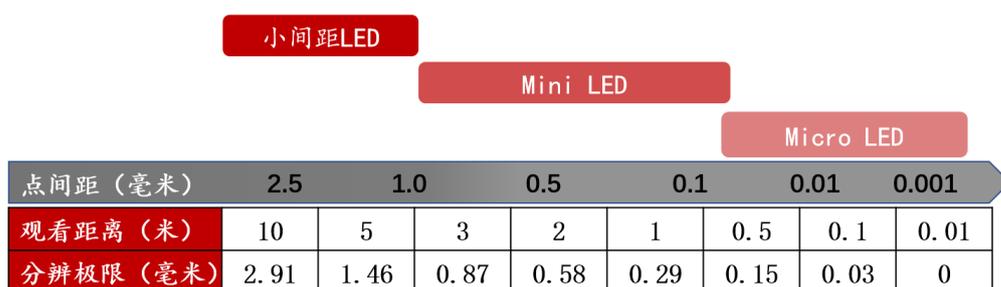
图 1: Mini LED 是小间距 LED 到 Micro LED 的过渡方案	4
图 2: Mini LED 性能优于小间距 LED, 且较 Micro LED 更为成熟	4
图 3: Mini LED 较 OLED 在多方面具备优势	5
图 4: Mini LED 技术工艺	6
图 5: COB 封装结构示意图	6
图 6: 正装和倒装示意图	6
图 7: 一个“四合一”封装结构中包含四个基本像素结构	7
图 8: “四合一”封装产品外观图	7
图 9: 传统、COB、“四合一”封装特点对比	8
图 10: Mini LED 的技术路线和应用领域	8
图 11: 传统侧光式 LED 背光源结构	9
图 12: 直下式 Mini LED 背光显示结构	9
图 13: 群创 65 寸 8K LED 面板	9
图 14: 群创 10.1 寸高曲率 Mini LED 汽车面板	9
图 15: 2018–2023 年 Mini LED 市场规模 (百万美元)	10
图 16: Mini LED 产业链环节	10
图 17: 下游厂商应用推进情况	11
图 18: 中游 Mini LED 封装厂商技术和生产推进情况	12
图 19: 上游 Mini LED 芯片厂商技术和生产情况	13
图 20: Micro-LED 不同区域公司产业链方向布局	14
图 21: Micro-LED 供应链与主要布局公司	15
图 22: LED 芯片大厂积极布局 Micro-LED	16
图 23: Micro-LED 消费电子终端消耗芯片产能情况测算	17
图 24: Micro-LED 关键技术发展方向	17
图 25: Micro LED 巨量转移技术进展	18
图 26: 有源驱动模式的优势	19
图 27: 台湾企业领先布局 Micro-LED 驱动 IC	19
图 28: Sony 的 CLEDIS 高黑色比例提高对比度	21
图 29: Sony 的 CLEDIS 视角范围广	21
图 30: LuxVue 有源矩阵 Micro LED display 申请的专利	21
图 31: 苹果红外传感二极管专利应用 Micro LED 技术	21
图 32: 三星 The Wall 电视墙	22
图 33: LG 欧盟注册商标	22
图 34: LG 173 英寸 Micro LED 电视	22

1 Mini LED 优势显著，有望快速起量

1.1 Mini LED 多性能优异

次毫米发光二极管 (Mini LED) 是新一代 LED 显示技术，目前，小间距 LED 采用亚毫米级 LED 晶体，实现点间距 2.5 毫米 (P2.5) 以下的显示屏；Mini LED 采用数十微米级 LED 晶体，实现 P1.0 以下的显示屏；Micro LED 采用 1-10 微米 LED 晶体，实现 P0.1 及更小尺寸的显示屏。

图 1：Mini LED 是小间距 LED 到 Micro LED 的过渡方案



数据来源：LEDinside，东方证券研究所

Mini LED 承接了小间距 LED 高效率、高可靠性、高亮度和反应时间快的特性，耗电量小于小间距 LED，同时在对比度和可视角方面更是远超小间距 LED。目前，Mini LED 设计方案分为全彩 RGB 混光或白光，前者可达到 100% NTSC 高色域显示，而透过蓝光 LED 搭配荧光粉的白光 Mini LED，则能达到 80~90% NTSC 显示效果。此外，Mini LED 的原料耗费是传统 300 微米尺寸小间距 LED 晶粒的 10%，成本更低。

与 Micro LED 相比，Mini LED 技术更为成熟、良率更高，尤其是在封装方式上，Mini LED 尺寸更大，采用倒装 COB 和“四合一”技术即可进行封装，兼容大部分既有生产设备，而 Micro LED 尺寸更小，需要芯片巨量转移技术，该技术目前尚未成熟，最快 2019 年才能实现量产。

图 2：Mini LED 性能优于小间距 LED，且较 Micro LED 更为成熟

	小间距 LED	Mini LED	Micro LED
尺寸	500 μ m 左右	100–200 μ m	<100 μ m
点间距	1.0mm–2.5mm	0.1mm–1.0mm	<0.1mm
技术类型	自发光	自发光/背光	自发光
封装	SMD/COB	倒装 COB/“四合一”	巨量转移
发光效率	中	高	高
最大对比度	5000:1	1000000:1	1000000:1
NTSC 色域	110%	80%–110%	140%
最大可视角 (垂直/水平)	160° –170° /160° –170°	178° /178°	178° /178°
寿命 (小时)	100000	100000	80000–100000
反应时间	长于纳秒级	纳秒级	纳秒级
平均能耗	高/中	低	低
量产情况	已量产	预计 2018 年年底	预计 2019 年

数据来源: LEDinside、中华显示屏网、东方证券研究所

与另一显示技术 OLED 相比, Mini LED 在良率、成本和显示性能等方面也具备优势。Mini LED 背光电视面板和 OLED 电视面板厚度相近, 且均具有色域广的优点, 但 Mini LED 的区域调整技术带来更高的对比度, 且在反应时间和省电效果上更加出色, 而 OLED 目前仍存在色彩纯度不够、寿命短、良率低、量产难度大的问题。此外, 以电视产品为基准, 采用 Mini LED 直下式背光的成本是 OLED 的 60%-80%。

图 3: Mini LED 较 OLED 在多方面具备优势

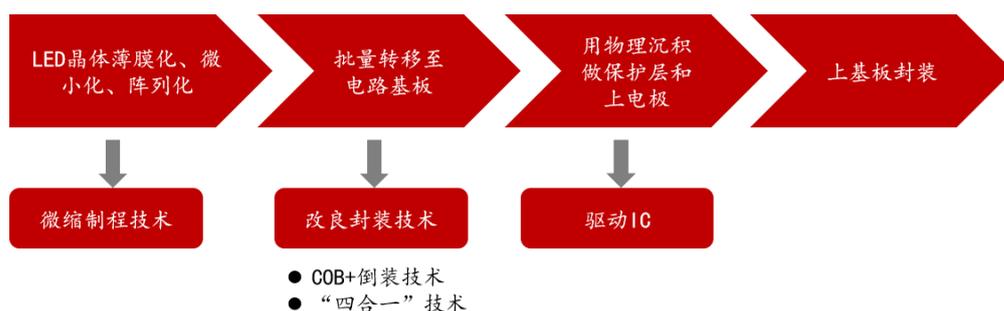
显示技术	OLED	Mini LED
技术类型	自发光	自发光/背光
寿命	中等	长 (100000 小时)
反应时间	微秒级 (us)	纳秒级 (ns)
成本	中等	低
能源消耗量	中等	低
NTSC 色域	>100%	80%–110%
可视角度	中等	高

数据来源: LEDinside、中华显示屏网、东方证券研究所

1.2 生产技术已获突破

Mini LED 的生产过程首先需要将 LED 通过微缩制程技术进行薄膜化、微小化、阵列化，使其尺寸仅为几十微米左右，再将 Mini LED 采用 COB 或者“四合一”技术批量转移到硬性、软性的透明或不透明基板上，再利用物理沉积制程完成保护层与上电极，最后进行上基板的封装，完成结构简单的 Mini LED 显示。

图 4：Mini LED 技术工艺



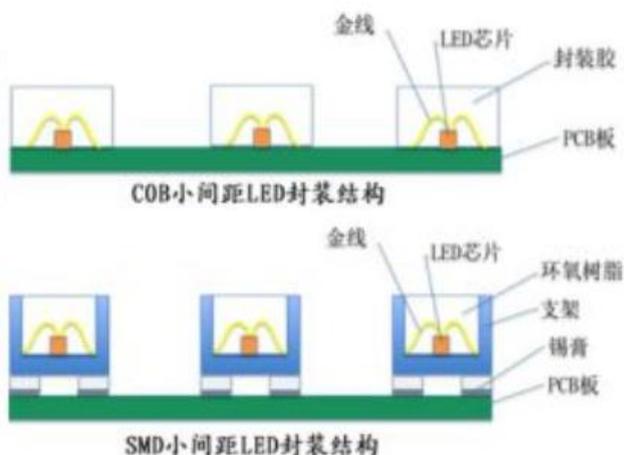
数据来源：半导体行业观察、东方证券研究所

基于传统 LED 成熟的生产流程，Mini LED 生产的关键步骤在于封装，更小的晶粒尺寸和像素点间距对封装技术提出了更高的要求。Mini LED 厂商主要采用“COB+倒装”和“四合一”两种技术路线。

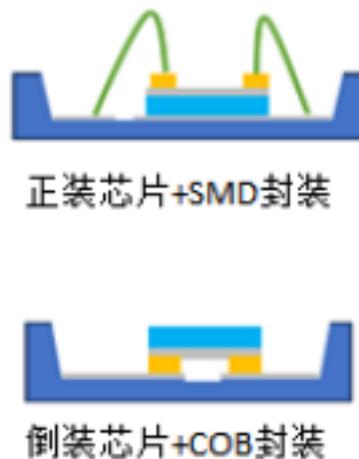
COB，也称为板上封装（Chip On Board），是一种多灯珠集成化封装技术。COB 封装先将裸芯片固定在 PCB 板上，再通过金线将二者进行 bonding（电气连接），最后用环氧树脂覆盖进行保护。COB 封装后形成 COB 单元板，可进行装配。COB 封装有正装和倒装两种结构，目前更多使用倒装结构，进一步省去了打线的步骤，减小了封装的尺寸。这种封装技术会带来 LED 核心技术和资产向上中游集中。中游封装企业将数千颗或更多的 LED 颗粒封装成一个集成体，这个集成体已经具有显示产品的特征。因此，下游企业实际只需要进行组装，核心技术在产业链中的占比较贴片技术大幅减少。

图 5：COB 封装结构示意图

图 6：正装和倒装示意图



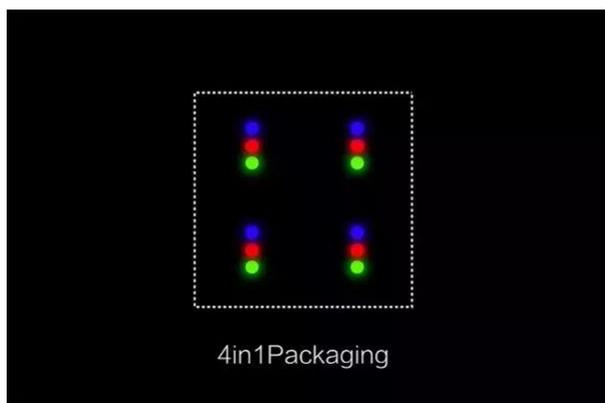
数据来源：LEDinside、东方证券研究所



数据来源：LEDinside、东方证券研究所

“四合一”封装结构是2018年6月中旬美国 IFC 展会上国内奥拓电子、联建光电等提出的新型封装技术。传统的封装是以灯珠为最小单元，一个灯珠为一个像素，里面包含红绿蓝三个 LED 晶体管。COB 是“大 CELL 封装”，一个封装结构中包含数百、数千个像素。“四合一”是传统表贴灯珠和 COB 产品之间的折中策略，一个封装结构中有四个基本像素结构。

图 7：一个“四合一”封装结构中包含四个基本像素结构



数据来源：LEDinside、东方证券研究所

图 8：“四合一”封装产品外观图



数据来源：LEDinside、东方证券研究所

这种封装综合了传统和 COB 两种封装的优势，兼顾了显示效果和经济性。一方面，四个像素的集成度既满足了下游显示器材缩小点间距的需求，又避开了 COB 封装的小结构高集成度的技术难点。另一方面，表贴工艺也适用于“四合一”封装结构，下游的核心资产和技术优势被悉数继承，更容易得到下游厂商的支持，且表贴技术成本更低，经济性更好。此外，四合一封装技术和 COB 技术一样，在封装阶段，最终产品的点间距已经被确定。所以，中游封装企业必须提供更多规格的“四合一”封装灯珠，这将导致 LED 产业链中下游在产品上的合作更为紧密，边界更加模糊，甚至出现一些中下游联盟的 LED 显示企业。

图 9：传统、COB、“四合一”封装特点对比

	传统封装	COB 封装	“四合一”封装
特点	一个封装结构中包含一个像素	一个封装结构中包含大量像素	一个封装结构中包含四个像素
下游工艺	表贴工艺	免贴装	表贴工艺
维护	可现场手动修复	不可手动修复	可现场手动修复
成本	低	高	低
技术难度	小	大	小

数据来源：LEDinside、东方证券研究所

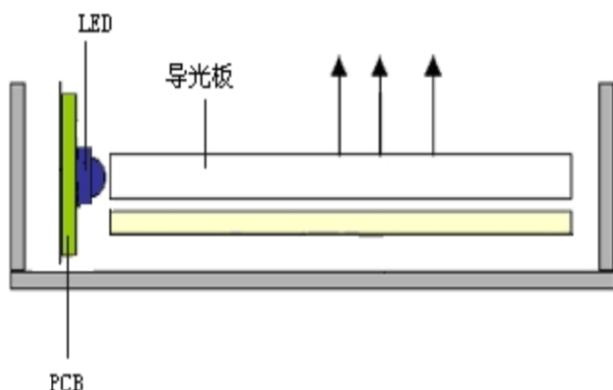
1.3 Mini LED 背光和显示屏花开并蒂

目前 Mini LED 的主要应用场景是液晶背光源和显示屏，适合手机、电视、车用面板及电竞笔记本型计算机等产品的应用。后续，随着技术的成熟和产能的释放，Mini LED 显示屏应用将带来广阔的市场空间。

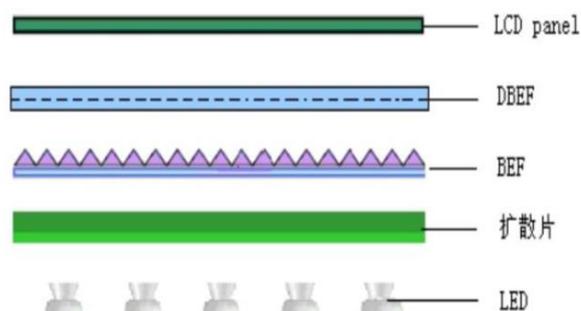
图 10：Mini LED 的技术路线和应用领域


数据来源：百度、东方证券研究所

用作背光源时，Mini LED 可实现局部调光，能给 LCD 带来更为精细的 HDR（明暗）分区。LCD 在 HDR 分区上的精细度取决于背光源亮度区域调节的精细度和规模。Mini LED 采用直下式设计，将传统背光屏侧边的几十颗 LED 灯珠替换成底部的数万颗甚至更多灯珠，大数量的密布，实现了更小范围内的区域调光，达到了高动态范围 HDR 的屏幕效果。该设计的演色性、色彩对比度和节能方面比 OLED 更好，同时由于其设计能够搭配柔性基板，可以配合 LCD 的曲面化也能够在保证画质的情况下实现类似 OLED 的曲面显示。此外，得益于 LED 产业链成熟的优势，使用 Mini LED 的背光模组成本仅为同尺寸 OLED 的 60%左右。

图 11：传统侧光式 LED 背光源结构


数据来源：中国 LED 网，东方证券研究所

图 12：直下式 Mini LED 背光显示结构


数据来源：中国 LED 网，东方证券研究所

在显示屏应用方面，Mini LED 通过倒装省去打线步骤，同时结合 COB 封装优势，可实现显示屏点间距的进一步缩小、大幅提升终端产品分辨率、大幅减小视距，使得户内显示屏能够进一步取代原有的 LCD 市场。Mini LED 具有自发光特性同时搭配柔性基板的使用，也能够曲面上实现高画质的显示效果，在汽车显示方面市场潜力巨大。目前友达推出 15.6 寸、27 寸、32 寸、65 寸共 4 款 Mini LED 4K 电竞显示面板；群创将 Mini LED 技术结合 Pixiv LED 技术，推出 65 英寸 8K mini LED 大尺寸电视面板、车用 mini LED 面板和公用显示器（PID）Mini LED 面板。

图 13：群创 65 寸 8K LED 面板


数据来源：LEDinside、东方证券研究所

图 14：群创 10.1 寸高曲率 Mini LED 汽车面板

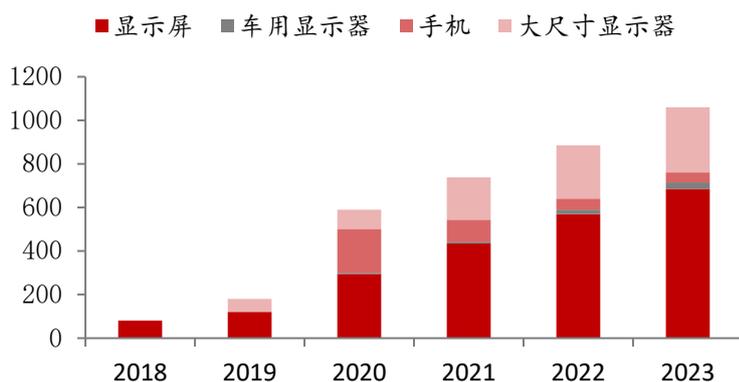

数据来源：LEDinside、东方证券研究所

各大厂商纷纷布局，进度加快。晶电将于 18 年第三季至第四季确定要开始出货的 MiniLED，目前至少已有一家手机客户。晶电国际显示屏大厂也将生产一款 100 多寸的大型显示屏及 27 寸的电竞用的显示屏等。亿光也表示，该公司的 MiniLED 在今年第四季开始出货，初期 MiniLED 应用在背光产品，目前锁定出货的领域是手机及车用市场，其中，车用市场则是以仪表盘背光为主，由

于今年是以高端产品为主，因此初期占比不会很大。东贝的 MiniLED 可望在 18 年年底开始出货，可能是纬创产品线中的电竞笔电等产品。LED 芯片制造商三安光电和华灿光电签署了向三星电子提供 MiniLED 的合同，并将很快开始生产 MiniLED 设备。

根据第三方数据，2023 年全球 Mini LED 市场规模将达到 10 亿美元，主要运用在显示屏、车用显示器、手机和大尺寸显示器领域。其中，显示屏应用成长速度最快，2018-2023 年复合增长率超过 50%。

图 15：2018–2023 年 Mini LED 市场规模（百万美元）

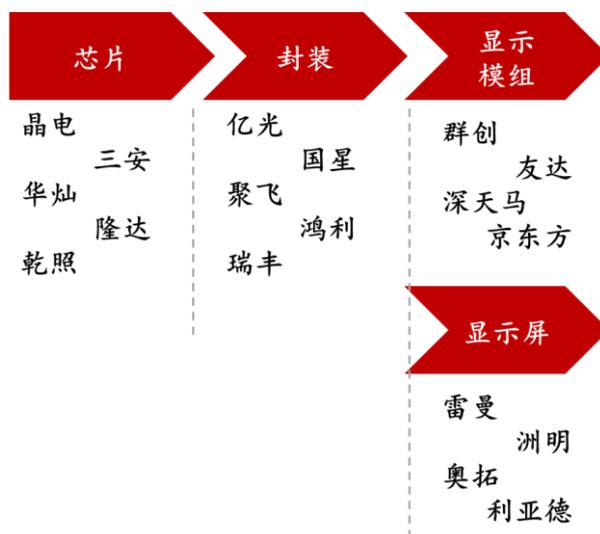


数据来源：LEDinside、东方证券研究所

2 产业链齐心推动 Mini LED 快速量产化

由于 Mini LED 具备的各种优势及广阔的应用前景，当前大陆和台湾 LED 芯片、封装、面板和下游应用厂商广泛进行跨领域上下游联动，产业链已初具规模。

图 16：Mini LED 产业链环节



数据来源：百度、东方证券研究所

下游手机、面板和商用显示屏厂商纷纷布局 Mini LED 应用，考虑到 OLED 成本高、产能不足等问题，国内大牌手机厂商华为、小米和 OPPO 采用 Mini LED 手机面板作为 OLED 屏幕的替代品，且目前已经交付台湾制造商生产。LCD 厂家也积极布局 Mini LED 以应对 OLED 对 LED 背光的冲击。中小尺寸面板商群创和 JDI 致力于车用曲面屏幕市场，友达、深天马和京东方推出小尺寸轻薄面板，瞄准电竞笔记本、手机和其他高端显示设备。在大尺寸显示领域，利亚德、洲明科技和奥拓电子等龙头厂商的 COB 和“四合一”封装技术已逐渐成熟，群创、深天马、JDI 均已发布最新 Mini LED 商用显示产品，洲明和利亚德已经进入小批量试产阶段。

图 17：下游厂商应用推进情况

	公司	布局情况
手机厂	华为/OPPO/小米	计划在 2018 年下半年推出 mini LED 背光面板，作为智能手机 AMOLED 屏幕的替代品，并要求台湾制造商在 2018 年 6 月开始生产 mini LED，
面板厂	群创	Mini LED 公众显示器 (PID) 拼接应用预计今年底推出，大尺寸 TV 应用预计明 (2019) 年第 2 季上市，还有其他一系列产品线正积极检讨中。另车用产品因认证期长，预估于 2020 年上市
	友达	锁定高阶、专用市场，目前已和电竞笔电、美术应用显示器等客户洽谈产品开发，规划 2018 年第四季度出货
	深天马	2018 年 SID 年会上推出全球首款 Mini LED 的 LTPS 小尺寸 HDR LCD 显示屏 6.5 英寸 WQHD 手机屏幕
	京东方	Display Week 2018 展会上展出 27 寸 UHD 面板和 5.9 寸厚度仅 1.4mm 的手机面板
	JDI	2018 年 SID 展会上展出搭配直下式 Mini LED 背光技术的曲面汽车中控面板
显示屏	利亚德	主要研发 COB 式进行 Mini LED 小间距产品，2018 年 3 月发布基于 LED 显示屏的 Supersafe 技术和 MiniLED 显示屏新品，采用倒装方式 COB 进行工艺加工，现阶段正在进行小批量试制。
	雷曼	Mini LED 计划在 2019 年 10 月量产
	洲明	样品已做出多款，并且都在样品测试或小批量试产中
	奥拓电子	2018 年 6 月美国 InfoComm 展会上发布“Mini LED 商用显示系统”，结合了最新“四合一”封装技术

数据来源：LEDinside、半导体照明网、东方证券研究所

随着下游应用的不断推进，中游封装厂商在 2018 年加快技术和生产布局。各厂商在 Mini LED 背光、Mini LED 显示屏等产品上基本已经完成研发，并于 18 年上半年陆续发布了新产品。目前，亿光、国星、宏齐和瑞丰的产品已经完成验收并开始小批量出货，其余厂商也会在今年第四季度到明年进入量产阶段。2018 年将是 Mini LED 贡献营收的元年。

图 18：中游 Mini LED 封装厂商技术和生产推进情况

	公司	进展情况
中游封装	亿光电子	18年第四季度就会有 Mini LED 相关产品开始出货，主要应用于车用与手持装置
	荣创电子	锁定 Mini LED 电视背光领域
	国星光电	正在开发 Mini LED 背光，加快与国际大厂合作开发手机、电视等各类尺寸的背光应用，预计下半年实现量产；Mini LED 显示方面，P0.9 产品已在小批量给几个显示屏客户打样，于 6 月份正式量产
	鸿利智汇	加大 Mini LED 技术投入，目前已有技术储备
	兆驰	公司持续跟踪 Micro LED 包括芯片、封装和巨量转移技术，同时重心放在 Mini LED，与国内知名手机厂商合作，已经可以量产
	宏齐	研发的 4 颗 Mini LED 组合成一颗 Mini COB 封装产品可以应用于电影院的 LED 荧幕，目前已经开始交货，手机用 Mini LED 则在认证中
	光磊	正在开发 Mini LED 显示屏，采用高阶产品自制，中阶产品外包的生产模式，预计 2018 年会有营收
	瑞丰光电	公司 Mini LED 背光产品技术已经处于行业领先地位，2018 年 4 月展出了一台 55 寸的 Mini LED 电视，该技术也同时用于 MLED 小尺寸背光面光源产品和极小间距 M-DISPLAY 产品开发，且都取得了实质性的进展。目前公司的 Mini LED 小尺寸背光产品已完成样品及量产工艺的验收，具备 3K 片/月的样品生产能力，现在正在筹建全自动的量产线

数据来源：LEDinside、LED 信息网、东方证券研究所

上游整体量产比中游略微提前，国内龙头企业三安和华灿已经于今年第一季度进入量产，主要为海外客户供货。晶电、隆达和乾照均计划在今年四季度小规模出货，并于明年开始放量。聚积作为国内顶尖的 Mini LED 驱动 IC 厂商，目前已发表首颗 Mini LED 驱动 IC，并已研发至第二代模组，良率大幅提升，公司有信心在 2019 年第一季度进入量产。

图 19：上游 Mini LED 芯片厂商技术和生产情况

	公司	进展情况
上游芯片	晶电	18年第三季至第四季确定要开始出货的Mini LED，旗下Mini LED产品至少有一家手机客户，另有某国际显示屏大厂也将生产一款100多英寸的大型显示屏，将采用Mini LED及27英寸电竞用显示屏幕；还将在2018年下半年进行用于智能手机、平板电脑、液晶显示器以及RGB三合一精细像素间距显示器背光产品的Mini LED芯片的小批量试产，并计划在2019年开始量产
	三安	三星电子几乎订购了厦门厂的MiniLED全部产能，以确保其将在2018年第三季度推出的大尺寸高端液晶电视背光芯片供应
	华灿	已实现量产，Mini LED产品在2018年第一季度已经批量出货，每月实现收入约为几百万元，主要供海外客户
	隆达	该公司Mini LED已在7月开始出货，首批出货主要针对32英寸的电竞市场显示器，目前客户应用主要包括电竞笔电、车用面板、医疗显示器、高阶专业绘图显示器等高阶产品。
	乾照	主要在研究Mini LED显示屏和Mini LED背光、Micro LED显示，已经做了送样布局。2018年底将有Mini电视或手机背光的应用，但放量可能在明年
	聚积	发表首颗Mini LED驱动IC，第二代Mini LED箱体模组良率大幅提升，有信心在2019年第一季进入量产

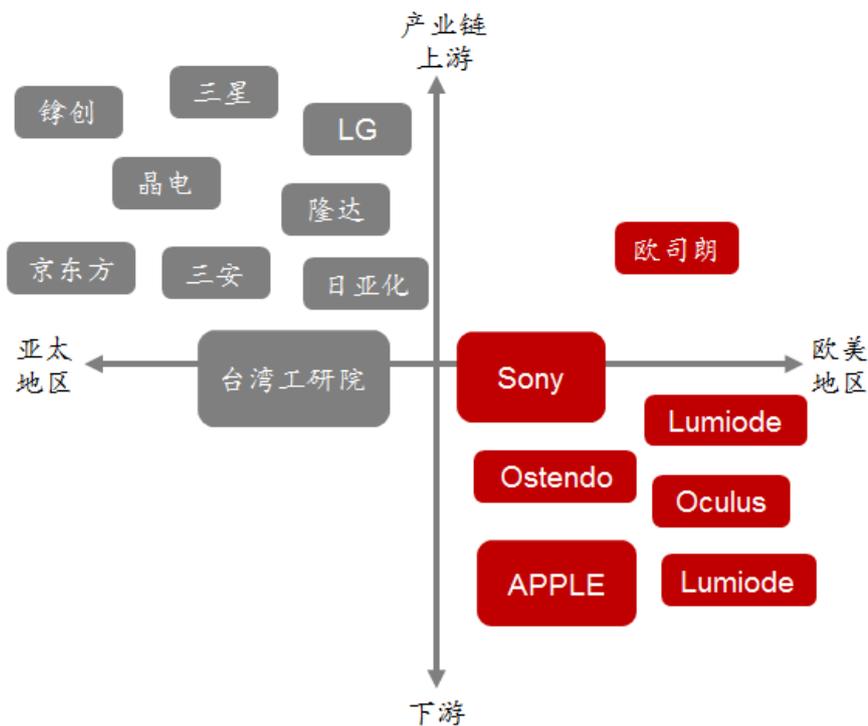
数据来源：半导体照明网、业绩榜、高工LED、东方证券研究所

3 优势厂商有望快速切入 Micro LED

作为小间距LED和Micro LED的过渡方案，Mini LED应用将逐步走向Micro LED。Micro LED当前仍处于研发布局阶段，产业链各环节具备技术优势的企业有望率先切入，而随着未来核心技术的逐渐成熟和成本的下降，Micro-LED商业化步伐将会逐步加快，领先布局的企业有望乘着新一代显示技术量产热潮，实现业绩的新一轮增长。

目前布局Micro LED多为欧美和亚太地区的大厂。从发展方向上看，欧美厂商更偏重下游终端应用开发，特别在智慧穿戴、AR/VR设备等消费性电子产品领域重点布局；亚太厂商则聚焦在关键零组件的发展上，例如面板制造商或Micro LED代工厂。

图 20：Micro-LED 不同区域公司产业链方向布局



数据来源：互联网、东方证券研究所

Micro LED 技术工艺复杂，无法靠单一产业实现，需要跨领域串联半导体、LED、系统整合等厂商，建立跨领域产业联动平台。台湾积极布局，走在前列，工研院推动巨量微组装产业推动联盟(CIMS)的成立，着力构建 Micro LED 产业生态，台厂如晶电、隆达等均积极投入。虽然目前大陆厂商在 Micro-LED 显示领域初步布局，但当产业发展形势渐趋明朗之后，将会有越来越多的厂商投入研发生产。

图 21：Micro-LED 供应链与主要布局公司



数据来源：LEDinside，东方证券研究所

3.1 LED 芯片大厂布局 Micro LED，主要聚焦外延片生产

Micro LED 随着苹果收购 LuxVue 被广泛关注,被看好成为新一代显示技术。LED 芯片是 Micro LED 产业链的核心环节,目前几大 LED 芯片大厂均已开始布局 Micro LED 产业,以期望在新一阶段的显示技术发展浪潮中占据领先地位。而大陆领先的 LED 厂商三安光电、华灿光电在 Micro LED 的布局中走在前面,主要聚焦于外延片生产。

图 22: LED 芯片大厂积极布局 Micro-LED

晶元光电	晶元光电与多个智能手机品牌大厂已经保持 Micro-LED 的合作开发多年,按照目前的发展状况来看,晶元光电的 Micro-LED 的量产化有望在 2018 年以后实现
三安光电	三安光电作为我国 LED 市场的龙头企业,拥有国家级企业技术中心和美国的研发中心和顶尖的技术研发团队,其核心技术水平和市场份额在国际上均处于领先的地位,目前三安正积极布局 Micro-LED,相关技术的研发已在进程中
华灿光电	华灿光电 2016 年与义乌工业园签订协议,投资 60 亿元人民币用于 LED 外延、芯片及产业链延伸项目建设,双方同意联合设立 LED 产业并购基金,该基金可以用于华灿光电对 LED 产业链并购整合,另外,华灿光电收购云南蓝晶后,增强了其在 LED 蓝宝石衬底基片上的技术,并在 Micro-LED 领域开展产品研发

数据来源：公司公告、东方证券研究所

全球 LED 芯片市场 2016 年总产值约为 450 亿元人民币。考虑到 Micro LED 的技术特点，从长期来看未来有望在手机、智能手表、电脑、电视等消费电子领域实现快速渗透。按照平均每部 FHD 手机包含 6kk 颗 (1920x1080x3) RGB 芯片，平均每颗芯片面积为 $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ ，在良率为 70% 的情况下，每生产 1 亿部 Micro LED 手机将会消耗近 1100 万片 2 寸片产能。在同等假设情况下，我们测算出每 1 亿台 Micro LED 智能手表、电脑和电视将分别消耗超过 70 万片、3000 万片和 15 亿片 2 寸片产能。

而当 Micro LED 在消费电子终端年出货渗透率达到 50% 时 (手机 9 亿部、智能手表 0.25 亿只、电脑 2.2 亿台、电视 1.1 亿台)，按照每片 2 寸片 200 元的价格计算，Micro LED 芯片市场规模将达到 3800 亿元，远超目前 LED 芯片市场总产值。中国 LED 芯片大厂有望在 Micro LED 热潮到来之际凭借前瞻性的布局和领先的技术优势第一时间获得新的盈利增长点。

图 23: Micro-LED 消费电子终端消耗芯片产能情况测算

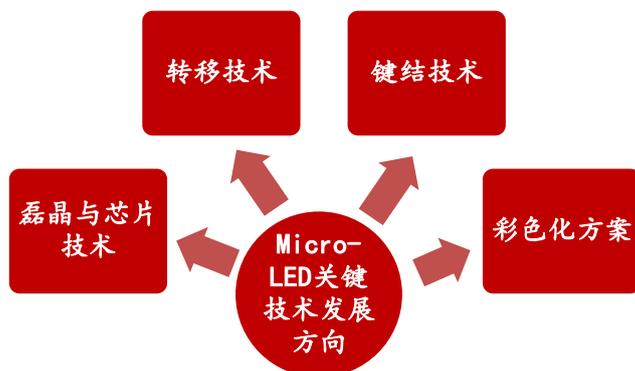
终端类型	每台终端 RGB 芯片数量 (A)	每颗芯片面积 (B)	每台终端芯片面积需求 (C=A*B)	良率 (D)	2 寸片面积 (E)	每 1 亿台 Micro-LED 终端消耗 2 寸片产能 (C*10 ⁸ /D)/E
手机	1920*1080*3=6.2kk	$5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m} = 2.5 \times 10^{-11} \text{ m}^2$	$1.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	70%	$2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$	10,967,083
智能手表	100k	$10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m} = 10^{-10} \text{ m}^2$	10^{-5} m^2			705,188
电脑	1600*900*3=4.3kk	$10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m} = 10^{-10} \text{ m}^2$	$4.3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$			30,464,119
电视	3840*2160*3=24.9kk	$30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m} = 9 \times 10^{-10} \text{ m}^2$	$2.2 \times 10^{-2} \text{ m}^2$			1,579,259,937

数据来源: LEDinside、东方证券研究所

3.2 核心技术公司受关注，战略合作势在必行

Micro LED 关键技术涵盖四大发展方向：磊晶与芯片技术、转移技术、键结技术 (Bonding)、彩色化方案等，为了迎合 Micro LED 的发展，欧美和台湾各厂家正在努力布局 Micro LED 技术领域，其中最关键的转移与键结项目上，由 LuxVue 和 X-Celeprint 主导，LuxVue 拥有的专利数量占总专利数量的 47%，其次为 X-Celeprint，而美国 16 年新创的公司 eLUX 则凭借领先的 Micro LED 专利在相变化修复及转移的技术方面迅速布局，较其他公司的转移技术有着不同之处，成为最受瞩目的公司之一。此外，目前市场上研究巨量转移技术的公司主要还有台湾工研院，Mikro Mesa，Play Nitride 等。目前 LuxVue 已被苹果收购，而 eLUX 也被泛鸿海集团大力投资。

图 24: Micro-LED 关键技术发展方向



数据来源：东方证券研究所

巨量转移技术能否尽快取得突破，是 Micro LED 产业实现量产的关键。苹果和鸿海先后通过收购市场上该方向最先进的公司 LuxVue 和 eLUX 拔得头筹，有望未来率先突破巨量转移技术瓶颈。日前传出三星有意以 1.5 亿美元收购台湾镓创 (Play Nitride)，尽管相关传闻遭到否认，但也证明国际巨头对于巨量转移等核心技术的重视。未来随着 Micro LED 成本优势的凸显，届时 Micro LED 的市场将变的愈加火热，需求大增，拥有先进 Micro LED 巨量转移技术的企业无疑将成为电子行业炙手可热的公司。而中国企业可以通过策略联盟与并购的方式来获取核心的技术工艺，并分散显示技术布局风险，同时拥有磊晶与转移技术的新创产业如 X-celeprint、Play Nitride、Mikro Mesa 等都是很好的合作对象。

图 25: Micro LED 巨量转移技术进展

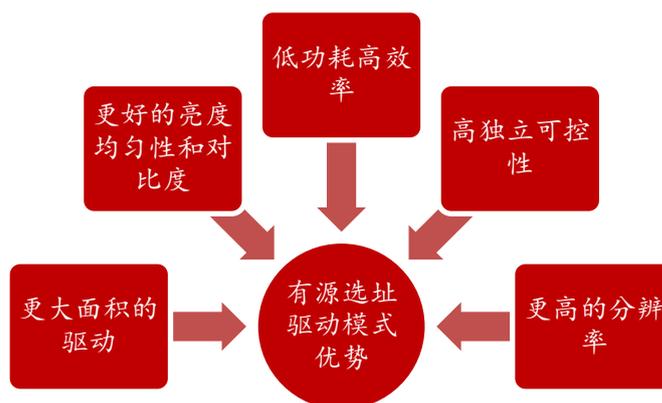
厂家	技术描述
LuxVue	采用物理抓取方法，主要是采用电学方式完成转运过程，采用透过静电力吸附渺小组件的方法完成抓取
X-celeprint	采取化学抓取方法，利用 Elastomer Stamp 为介质，利用凡德瓦力来做抓取
eLUX	专利包括相变化修复及转移技术、Micro-LED 显示器的光管理系统、修复微型 LED 显示器的系统和方法、Micro-LED 显示器打印光改性结构的系统和方法 and 表面安装 Micro-LED 元件制成的显示器方法
台湾工研院	采用物理性转移方式，整合巨量转移模块与 Fcbonder 量产设备，现在单色 MicroLED 每次转移 54 万颗，彩色 MicroLED 每次转移 1 万颗，三色转移良率从过去不足 90%到现在已经提升至 99%
Mikro Mesa	投入 Micro-LED 的研发已超过两年半的时间，目前拥有 11 项美国专利
镓创科技	以氮化镓为基础的 PixelLED™ display 技术，转移良率可达 99%。有媒体称，苹果可能会将镓创加入其合作伙伴的行列，满足未来的 Micro LED 生产计划。目前，镓创计划在新竹投资 5 亿新建 Micro LED、面板和显示模块基地

数据来源：互联网、东方证券研究所

3.3 台湾厂商是驱动 IC 的主导力量

Micro LED 发展需要各个环节相互合作，除了在芯片制造，转移技术上的发展外，驱动 IC 也是不可或缺的部分。Micro LED 作为电流驱动型发光器件，驱动方式可以分为三种模式：无源选址驱动模式，有源选址驱动模式，以及半有源选址驱动模式。三种方式相比之下，有源选址驱动模式具有明显优势，有望成为未来主流的驱动方式。

图 26：有源驱动模式的优势



数据来源：东方证券研究所

台湾公司聚积，奇景，瑞鼎，联咏等显示面板驱动 IC 的领先公司，加强了在 Micro LED 驱动 IC 方面的布局，其中聚积与台湾工研院签署共同开发“超小间距 LED 数字显示技术合作案”，在驱动 IC 的竞争占据了领先地位。从传统的 LED 显示屏领域，到新兴的 Micro LED 驱动技术，台湾厂商有望凭借一贯的技术优势成为驱动 IC 的主导力量。

图 27：台湾企业领先布局 Micro-LED 驱动 IC

公司	布局驱动 IC 动态
苹果(LuxVue)	收购 LuxVue, 投入高达 40 亿美元的金额, 自设试量产线, 针对微型化 LED 晶粒、半导体封装及驱动 IC 等进行量身打造
聚积科技	聚积科技与工研院签署共同开发“超小间距 LED 数字显示技术合作案”, 通过此次合作将加速 Micro-LED 显示屏驱动 IC 的开发时程
奇景光电	在苹果收购 LuxVue 前, 驱动 IC 企业奇景曾持有 LuxVue 的股份
其他	其他台湾公司瑞鼎, 联咏等也在布局 Micro-LED 驱动 IC 产业

数据来源: LEDinside、东方证券研究所

3.4 国际大厂商积极布局下游领域

Sony 是 Micro LED 显示技术的先驱者。早在 2012 年, Sony 便推出 Crystal LED Display 技术, 采用 622 万颗微型 LED 颗粒导入 55 寸电视上 (1920 x 1080 x3)。2016 年 Sony 将该项技术命名为 CLEDIS, 并确立借由 Micro-LED 专攻大尺寸显示器市场的策略。2017 年 1 月 Sony 展出大型显示器系以每组尺寸 403mm x 453mm 的 RGB 3 色 LED 面板模块拼贴而成, 具备优异的色彩对比及无边框设计, 每个单位 CLEDIS 可达到 320x360 解析度, 并呈现 8k x 2k 影像效果, 可应用于数字标牌、大众大屏、展示厅、汽车设计审查等。SONY 计划要在 2017 年内导入量产。2018 年 4 月, 在美国广播电视展上, 索尼展示巨型“Crystal LED”8K 屏幕。据了解, 该显示屏长约 10 米, 高 5.5 米, 由多个更小的 micro LED 屏幕模块组成, 屏幕分辨率达到 8K*4K, 像素数是现有 4K 电视的 4 倍。此外, 该屏幕还拥有极深的黑场以及约 1000 尼特的峰值亮度。

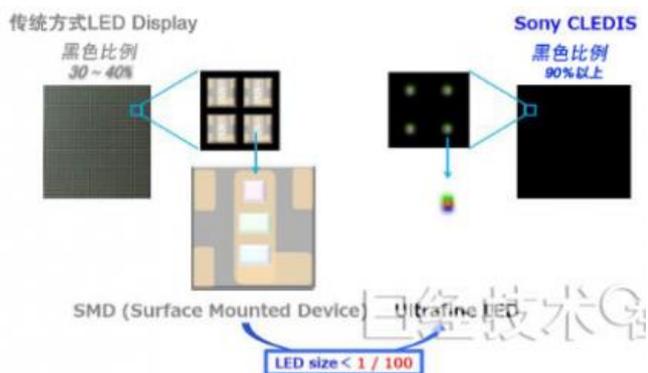
图 10: Sony 历代 Micro-LED 显示屏 CLEDIS



数据来源: ofweek、Sony、东方证券研究所

Sony 是从 LED 芯片开始研发制作 CLEDIS 产品的，并将此 LED 称为“Ultrafine LED”，Ultrafine LED 光源尺寸仅为 0.003mm²，从而将黑色占屏幕比例由传统液晶显示的 30-40% 提高到 90% 以上，使对比度达到 100 万比 1 的超高水平，同时由于 CLEDIS 具备大范围配光等性能，视角基本能够达到 180 度。

图 28: Sony 的 CLEDIS 高黑色比例提高对比度



数据来源: Sony、东方证券研究所

图 29: Sony 的 CLEDIS 视角范围广



数据来源: Sony、东方证券研究所

苹果公司 2014 年收购 LuxVue，从而拥有了业内最完整的 Micro-LED 专利技术布局。在全球 1500 项 Micro LED 专利中，苹果占据 62 项关键专利，位列世界第一。尤其在最关键的转移与键结 (Bonding) 项目上，LuxVue 目前拥有的专利数量占总数 47%。2015 年申请的“利用同时具备发光能力与感测功能的 LED”专利，来做为显示面板。2016 年 7 月苹果点燃“6 FHD Micro LED”试点项目，据说正在开发面向未来 Apple Watch 的 Micro-LED 技术表型。2017 年 2 月，苹果被授予可读取屏上指纹的红外传感二极管处理技术专利，可基于 Micro-LED 技术将 Touch ID 与整块屏幕融为一体。

图 30: LuxVue 有源矩阵 Micro LED display 申请的专利

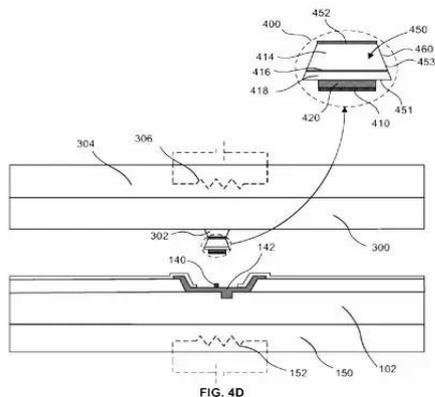
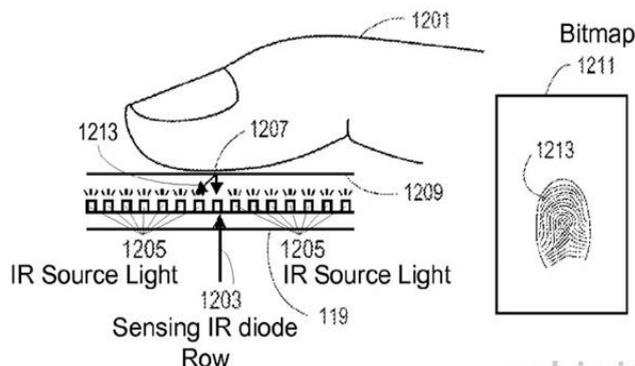


图 31: 苹果红外传感二极管专利应用 Micro LED 技术



数据来源：互联网、东方证券研究所

数据来源：appleinsider、东方证券研究所

相比苹果和 Sony，Samsung Micro LED 虽然起步较晚，但是积极布局中大尺寸显示，发展最快。Samsung 于 2018 年 CES 推出全球首款模组化拼接 146 寸 Micro LED TVT “The Wall”，引起广泛关注。The Wall 电视厚度为 80mm，LED 晶片尺寸据悉约为 100 微米，仍未达到真正的 Micro LED 水准，而且售价昂贵。三星显示的总裁 Han Jong-hee 表示，The Wall 将在 9 月开始量产，而明年也会推出更薄的版本，厚度将降到 30mm，瞄准高阶家居市场，但售价不会让消费者付不起。2018IFA 期间，三星展出 75 寸 Mirco LED 试制品。该电视采用 30*50 微米的 Micro LED 芯片组成的显示面板，预计将于 2019 年上市与此同时。此外，为了抢占 Micro LED 市场，Samsung 也与中国芯片厂商三安光电签订预付款协定，该协议有一定排他性，协议生效后 3 年内将供应与 Samsung 约定的 LED 晶片。

图 32：三星 The Wall 电视墙


数据来源：ofweek，东方证券研究所

LG 集团目前由 LG Electronic 主导 Micro LED 技术。2015 年，LG 完成 Micro LED 全彩化显示产品，采用 RGB Micro LED 和软性基板，屏幕大小约 3 寸，3000 ppi。但 LG 并不仅满足于在手机面板上的布局。2018 年 3 月，LG 向欧盟申请三项与 Micro LED 面板有关的新商标，分别是 X μ LED、S μ LED 和 XL μ LED，这些商标主要用于智能手机、笔记本电脑、平板电脑以及穿戴设备等。2018IFA 展会上，LG 展出了 173 英寸 Micro LED 电视，引起广泛关注

图 33：LG 欧盟注册商标
图 34：LG 173 英寸 Micro LED 电视

XμLED
XμLED

(210)/(260)Application number	017877699
(270)Application language	en
(220)Application date	2018-03-20
Second language	de
Application reference	M36557/EU
Trade mark office	EUIPO - EUIPO
(190)Registration office	EM
Receiving office number	E63507856
Receiving office date	2018-03-20
(550)Trade mark type	Figurative
(551)Kind of mark	Individual
(511)Nice classification	9
Current trade mark status	Application under examination
Status date	2018-03-21

数据来源：中关村在线、东方证券研究所



数据来源：中关村在线、东方证券研究所

4 投资建议

Mini LED 已处于爆发风口，未来随着 Micro LED 核心技术的逐渐成熟和成本的下降，Mini LED 将逐步过渡为 Micro LED。我们看好深入布局 Mini LED 并率先在 Micro LED 产业链中开展布局的企业，以及各环节具备技术潜力的公司，建议关注国内 LED 芯片领先企业三安光电(600703, 买入)、华灿光电(300323, 买入)，国内显示技术商业应用的领先公司利亚德(300296, 买入)和洲明科技(300232, 未评级)，以及相关封装厂商瑞丰光电(300241, 未评级)、聚飞光电(300303, 未评级)、鸿利智汇(300219, 买入)。

5 风险提示

Mini LED 渗透率不达预期的风险。若终端采用 Mini LED 的进度不达预期或由于宏观经济波动带来终端产品的销量不达预期，都将影响 Mini LED 的市场规模，从而影响产业链厂商的业绩情况。

新技术竞争的风险。OLED 目前仍存在成本高、良率低、产能缺乏等问题，若技术进步使得这些问题一一被解决，则 Mini LED 或 Micro LED 的市场规模可能将受到挤压。

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

- 买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；
- 增持：相对强于市场基准指数收益率 5%~15%；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5%~+5%之间波动；
- 减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

- 看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5%~+5%之间波动；
- 看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本研究报告由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本研究仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必备措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，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，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

联系人：王骏飞

电话：021-63325888*1131

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn

Email：wangjunfei@orientsec.com.cn

