



Research and
Development Center

VR 硬件趋势渐朗，关注光学及显示产业链

2023 年 2 月 20 日

证券研究报告

行业研究

行业深度报告

电子

投资评级 看好

上次评级 看好

莫文字 电子行业首席分析师
执业编号: S1500522090001
联系电话: 13437172818
邮箱: mowenyu@cindasc.com

韩宇杰 联系人
邮箱: hanzijie@cindasc.com

信达证券股份有限公司
CINDASECURITIES CO., LTD
北京市西城区闹市口大街9号院1号楼
邮编: 100031

VR 硬件趋势渐朗，关注光学及显示产业链

2023 年 02 月 20 日

本期内容提要：

➤ **VR 行业：商业化破晓，长期有望再造手机市场。**VR 通过光学原理给人以深刻沉浸感，是科技创新又上新台阶的结晶，有望接过传统消费电子创新接力棒，长期再造手机市场。**政策端，2022 年末五部门印发的《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划（2022—2026 年）》提到，2026 年，我国虚拟现实产业总体规模（含相关硬件、软件、应用等）超过 3500 亿元，虚拟现实终端销量超过 2500 万台。**VR 行业发展已至关键时期，国际消费电子大厂争相布局，Meta、PICO（字节跳动旗下）、苹果等公司均横向切入，其中，苹果在 VR/AR 领域已布局多年，产品有望在 2023 年落地。

市场层面，根据维深信息预计，全球 2026 年 VR 有望出货 6500 台，2022~2026 年 CAGR 达 60.2%。季度看，2022 年 VR 出货量有所回落，主要原因除行业受宏观因素影响外，龙头企业 Meta 调整价格亦影响短期景气。竞争格局方面，消费电子大厂转型实力不容小觑。Meta 龙一稳固，Pico 成长迅速，截至最新数据（2022Q2），Meta、Pico 出货量分别占比 66%、11%。从产业链看，光学、显示、芯片等是主要成本构成元素，我们看好 Pancake+MicroOLED 渗透带来的投资机遇。

➤ **光学：Pancake 方案趋势明显。**VR 光学发展路径大致为非球面透镜—菲涅尔透镜—Pancake 光学方案，其中，Pancake 光学方案通过反射元件进行光路折叠，从而大幅压缩光学模组厚度。总体而言，Pancake 方案两大优势突出，一是折叠光路实现的超轻薄，二是可以实现屈光度调节（菲涅尔透镜无此功能）。当前看，Pancake 方案趋势已经较为明显，根据艾邦产业制造的数据，2022 年上新 16 款机型中，显示端除两款未确定外有 9 款采用 Fast-LCD 方案，光学端除一款未确定外有七款采用 Pancake 显示方案。在主要大厂中，Metaquestpro、Pico4 等产品均已搭载 Pancake 方案，展望未来，我们认为 Pancake 光学方案有望成为行业主流。在光学方面，建议关注技术积累和客户布局领先的厂商，如兆威机电、舜宇光学、水晶光电、蓝特光学、领益智造、长盈精密、智立方、杰普特、腾景科技等。

➤ **显示：Pancake 方案渗透背景下，MicroOLED 方案有望加速下沉。**由于 Pancake 的工作原理，入射光必须为圆偏光，LCD 由于自身发光原理出射光即为偏振光，OLED 出射光需要额外配一块偏光片，偏光片的使用导致 Pancake 光效较低，增加屏幕亮度是较明显趋势，OLED 亮度成倍高于 LCD，综合考虑色域、对比度等因素，我们认为 Pancake+MicroOLED 有望成为未来主流，当前 Pancake 在新品上已有较大优势，MicroOLED 屏幕渗透有望加速，建议关注京东方（面板），华兴源创（检测设备），精测电子（检测设备）等。

➤ **膜材：显示和光学共振，价值提升确定性高。**Pancake 方面，一个 Pancake 模组至少需要两组偏光片。显示方面，LCD 需要两片，OLED 屏幕需要一片，但价值量更高。在偏光片领域，三利谱填补了国内空白，是国产偏光片发展的先行者，同时公司已经推出 Pancake 等光学膜解决方案，有望与 VR 行业共同成长。

➤ **投资评级：看好**

➤ **风险因素：宏观经济下行风险；VR/AR 发展不及预期。**

目录

| | |
|---|----|
| VR 行业：商业化破晓，长期有望再造手机市场 | 5 |
| 技术改善重燃投资热情，大厂周边潜藏投资机遇 | 5 |
| 市场空间较大，光学/显示等领域潜藏较多机遇 | 9 |
| 光学：Pancake 方案渗透确定性增强 | 11 |
| Pancake 落地确定性高，新发产品市场端已有领先优势 | 11 |
| 重点公司：兆威机电，舜宇光学，水晶光电，蓝特光学，领益智造，长盈精密，智立方，杰普特，腾景科技 | 13 |
| 显示：Pancake 发展或加速 MicroOLED 渗透 | 17 |
| 为什么 MicroOLED 更适合 Pancake 方案？ | 17 |
| 重点公司梳理：京东方，华兴源创，精测电子 | 19 |
| 膜材：Pancake 与显示共振，偏光片迎来成长良机 | 21 |
| Pancake 需两组偏光片，MicroOLED/LCD 需 1/2 片偏光片 | 21 |
| 重点公司梳理：三利谱 | 23 |
| 风险因素 | 23 |

表目录

| | |
|--|----|
| 表 1: VR 相关政策 | 6 |
| 表 2: Pico4VR 一体机综合硬件成本(8+128G 版) | 10 |
| 表 3: MetaquestProVR 一体机综合硬件成本 | 10 |
| 表 4: 2022 上新 VR 整理 | 13 |
| 表 5: 水晶光电年产 3.46 亿套智能终端用光学组件技改项目 | 14 |
| 表 6: 蓝特光学在研项目（截至 2022 年中报） | 14 |
| 表 7: 领益智造在研项目（截至 2021 年报） | 15 |
| 表 8: 智立方 VR 相关在研项目（截至 2022 年 6 月招股书披露） | 15 |
| 表 9: 杰普特 VR 相关在研项目（截至 2022 年中报） | 16 |
| 表 10: 精测电子平板检测主要产品 | 19 |
| 表 11: 华兴源创平板检测主要产品 | 19 |

图目录

| | |
|---|----|
| 图 1: VR 发展历程 | 5 |
| 图 2: 外接式 VR 设备头显 | 5 |
| 图 3: 一体式 VR 设备 | 5 |
| 图 4: 全球 VR/AR 融资金额及笔数（2020-2022 年） | 6 |
| 图 5: 国内 VR/AR 融资金额及同比（2018~2022） | 6 |
| 图 6: VR 产业链 | 7 |
| 图 7: MetaRealityLab 年度营收及同比（2019~2022） | 7 |
| 图 8: MetaRealityLab 季度营收及同环比（4Q20-4Q22） | 7 |
| 图 9: MetaRealityLab 年度利润及同比（2019~2022 年） | 8 |
| 图 10: Meta 资本支出及同比（2016-2022 年） | 8 |
| 图 11: 苹果 VR 并购历程 | 8 |
| 图 12: 全球 VR 年度出货量（万台，2016~2026E） | 9 |
| 图 13: 中国及全球 AR 季度出货量（2Q20-4Q22） | 9 |
| 图 14: VR 全球市场份额（出货量） | 9 |
| 图 15: Pico4VR 一体机综合成本构成 | 10 |
| 图 16: Oculus quest pro 综合成本构成 | 10 |
| 图 17: VR 光学方案 | 11 |
| 图 18: 非球面透镜传统定义（当非球面系数全部等于 0，所得出的非球面表面就相等于一个圆锥） | 11 |
| 图 19: 球面透镜和非球面透镜轮廓对比 | 12 |
| 图 20: 非球面透镜可较好改善球差 | 12 |
| 图 21: 菲涅尔透镜厚度大幅减小 | 12 |
| 图 22: Pancake 光路简图 | 12 |
| 图 23: VR 光学方案 | 12 |
| 图 24: IPD 调节示意图 | 13 |
| 图 25: Pico4 支持 62-72mmIPD 调节 | 13 |
| 图 26: 舜宇光学布局 | 14 |
| 图 27: 长盈精密布局 | 15 |
| 图 28: 腾景科技产品 | 16 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 图 29: VR 显示方案进程..... | 17 |
| 图 30: LCD 屏幕结构 | 17 |
| 图 31: LCD 显示原理 | 17 |
| 图 32: MicroOLED 工艺流程..... | 18 |
| 图 33: 京东方 LCD 及 MicroOLED 对比..... | 19 |
| 图 34: Pancake 方案原理 | 21 |
| 图 35: 偏光片结构示意图 | 22 |
| 图 36: PVA 膜工作原理..... | 22 |
| 图 37: 2021 年偏光片前十大厂商排名 | 22 |
| 图 38: LCD 产业链微笑曲线 | 22 |
| 图 39: 三利谱近眼端光学膜方案 | 23 |
| 图 40: 三利谱显示端光学方案..... | 23 |

VR 行业：商业化破晓，长期有望再造手机市场

技术改善重燃投资热情，大厂周边潜藏投资机遇

VR 行业发展历史较长，1995 年任天堂发布便携式头戴 3D 显示器 Virtual Boy，2013-2014 年 Oculus VR、Google 推出 VR 设备及游戏分发平台，此后 VR 软硬件迭代加速，如《头号玩家》、《半衰期：爱莉克斯》等游戏也逐步发布。

图 1：VR 发展历程



资料来源：易观，前瞻经济学人，信达证券研发中心

从分类看，VR 可大致分为分体式及一体机，一体机或是未来趋势。分体式 VR 需要外接计算机及电源等设备，尽管性能显著提升但降低了使用体验。一体机在性能上略有折扣，但随着技术及设计迭代改善明显，我们认为一体机或将成为未来的主流，尤其是 2C 市场，一体机的优势更为明显。

图 2：外接式 VR 设备头显



资料来源：京东商城，信达证券研发中心

图 3：一体式 VR 设备

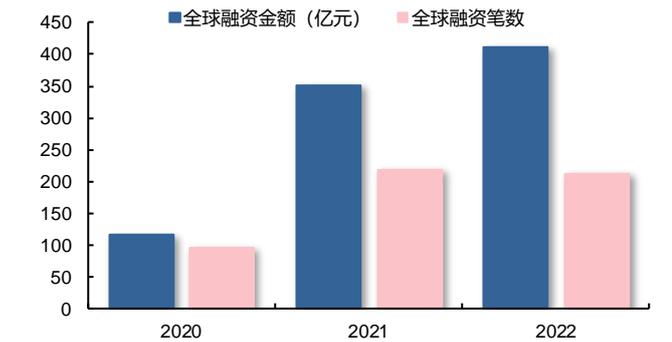


资料来源：Pico 官网，信达证券研发中心

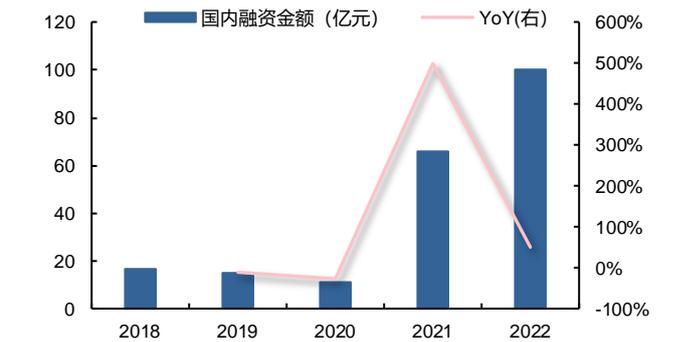
行业痛点指引发展方向，技术变迁带来投资机遇。当前 VR 主要痛点是沉浸感、舒适度。未来发展上，我们认为光学有望逐步从菲涅尔透镜过渡到 Pancake，显示方案有望从 Fast-LCD 逐步过渡到 MicroOLED/MicroLED 方案。

- **沉浸感**：当前行业痛点包括分辨率低、音频效果、交互效果等，显示和光学方案是其中主要致因。
- **舒适度**：当前痛点主要为串流效果差、体积笨重、续航时间短等，未来提升便携性和使用度也是行业方向。

融资角度，全球 VR/AR 融资金额稳步上升，国内资本热情相对全球更为高涨。全球融资方面，2022 年全球融资 411.1 亿元，融资笔数 213 笔，同比 2021 年融资数量略有下降，但是金额上升趋势明显。国内方面，2020 年到达 VR/AR 行业融资金额低点，2021 年上涨 500% 至 66 亿元，2022 年同比 +52% 至 100 亿元。

图 4: 全球 VR/AR 融资金额及笔数 (2020-2022 年)


资料来源: 87870 网, 信达证券研发中心

图 5: 国内 VR/AR 融资金额及同比 (2018-2022)


资料来源: 87870 网, 信达证券研发中心

2022 年 11 月工业和信息化部、教育部、文化和旅游部、国家广播电视总局、国家体育总局五部门印发的《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划 (2022—2026 年)》提到, **2026 年, 我国虚拟现实产业总体规模 (含相关硬件、软件、应用等) 超过 3500 亿元, 虚拟现实终端销量超过 2500 万台**, 培育 100 家具有较强创新能力和行业影响力的骨干企业, 打造 10 个具有区域影响力、引领虚拟现实生态发展的集聚区, 建成 10 个产业公共服务平台。

表 1: VR 相关政策

| 时间 | 政策/法规 | 部门 | 概要 |
|-------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| 2022 年 11 月 | 《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划 (2022—2026 年)》 | 工业和信息化部、教育部、文化和旅游部、国家广播电视总局、国家体育总局 | 到 2026 年, 三维化、虚实融合沉浸影音关键技术重点突破, 新一代适人化虚拟现实终端产品不断丰富, 产业生态进一步完善, 虚拟现实在经济社会重要行业领域实现规模化应用, 形成若干具有较强国际竞争力的骨干企业和产业集群, 打造技术、产品、服务和应用共同繁荣的产业格局。其中, 产业生态要持续完善, 我国虚拟现实产业总体规模 (含相关硬件、软件、应用等) 超过 3500 亿元, 虚拟现实终端销量超过 2500 万台, 培育 100 家具有较强创新能力和行业影响力的骨干企业, 打造 10 个具有区域影响力、引领虚拟现实生态发展的集聚区, 建成 10 个产业公共服务平台。 |
| 2022 年 4 月 | 《关于进一步释放消费潜力促进消费持续恢复的意见》 | 国务院 | 推进第五代移动通信 (5G)、物联网、云计算、人工智能、区块链、大数据等领域标准研制, 加快超高清视频、互动视频、沉浸式视频、云游戏、虚拟现实、增强现实、可穿戴等技术标准预研, 加强与相关应用标准的衔接配套。 |
| 2022 年 1 月 | 《“十四五”数字经济发展规划》 | 国务院 | 。加强超高清电视普及应用, 发展互动视频、沉浸式视频、云游戏等新业态, 创新发展“云生活”服务, 深化人工智能、虚拟现实、8K 高清视频等技术的融合, 拓展社交、购物、娱乐、展览等领域的应用, 促进生活消费品质升级。 |
| 2022 年 6 月 | 《上海市数字经济发展“十四五”规划》 | 上海市政府 | 加快虚拟现实生态布局, 突破低时延快速渲染、虚拟仿真引擎等关键技术, 发展软硬一体新型 VR (虚拟现实) /AR (增强现实)、3D 扫描等产品。 |
| 2019 年 10 月 | 《制造业设计能力提升专项行动计划 (2019—2022 年)》 | 工信部、国家发改委等十三部委 | 在电子信息领域, 大力发展集成电路设计、大型计算设备设计、个人计算机及智能终端设计、人工智能时尚创意设计、虚拟现实/增强现实 (VR/AR) 设备、仿真模拟系统设计等 |

资料来源: 中央人民政府网, 上海城市数字化转型, 信达证券研发中心

行业发展当前仍处摸索阶段，产业链垂直整合、资本开支等均处高峰期，消费电子龙头企业前进步骤主导行业发展。

产业链逐步打通，上下游同步升级。VR 行业逐步升级，从硬件层面看，零部件厂商包括索尼、三星、舜宇光学等，代工厂商包括富士康、歌尔声学等，终端厂商包括 Meta、Pico、HTC 等。

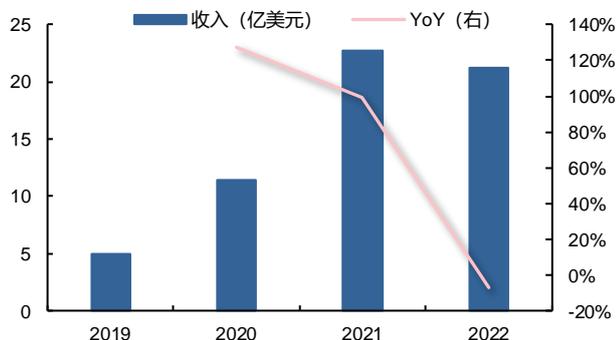
图 6: VR 产业链



资料来源：华经情报网，信达证券研发中心

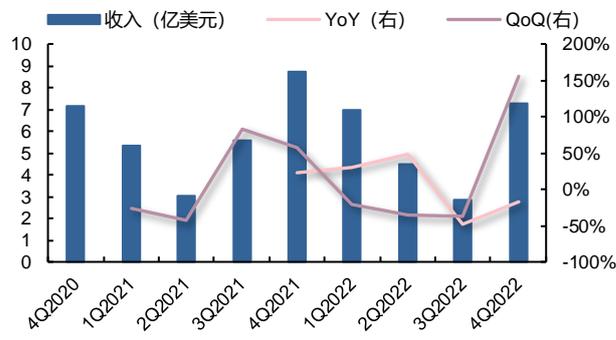
Meta 方面，短期业绩承压不改 VR 布局战略决心，资本开支较高。根据 Meta 最新披露财报，Meta 基于虚拟现实的 Reality Lab 业务营收下滑，亏损幅度加大。2022 年全年 Reality Lab 业务营收 21.2 亿美元，同比-6.6%；亏损幅度扩大 33.6%至 136.2 亿美元。回顾近年历程，Meta 于 2014 年收购 Oculus，此后资本开支逐步走高，2019 年及 2020 年分别推出 Oculusquest 及 Oculusquest2，后者出货量高速增长，meta 出货量市占率于 2020 年底上升至 70%以上。2022 年多重利空此起彼伏，全球经济震荡下行，但 meta 资本开支同比增加 69.3%至 314.3 亿美元。尽管 2022 年 VR 业务压力上行，但我们依然认为 VR 发展是长期趋势。

图 7: MetaRealityLab 年度营收及同比 (2019-2022)

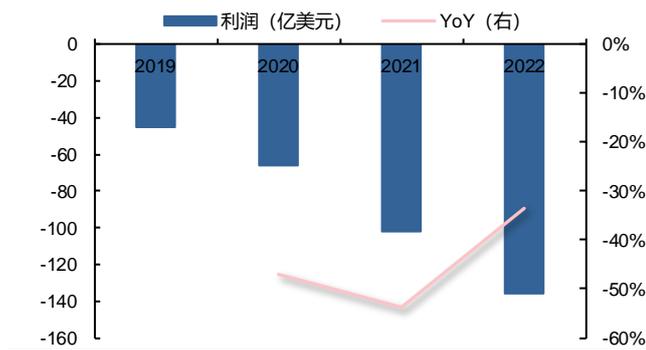


资料来源：映维网，信达证券研发中心

图 8: MetaRealityLab 季度营收及同环比 (4Q20-4Q22)



资料来源：映维网，信达证券研发中心

图 9: MetaRealityLab 年度利润及同比 (2019~2022 年)


资料来源: 映维网, 信达证券研发中心

图 10: Meta 资本支出及同比 (2016~2022 年)


资料来源: Wind, 信达证券研发中心

苹果方面，布局多年 MR 业务有望落地。苹果通过收购等方式布局 VR 历时十余年，在面部追踪、眼球追踪等方面均有发力，软件端包括 3D 渲染等。历经多年布局，苹果 MR 有望在 2023 年落地，或成 2023 最大创新。

图 11: 苹果 VR 并购历程

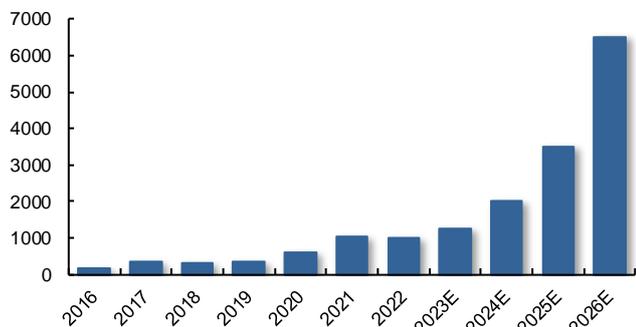
| 时间 | 收购与投资对象 | 主要应用领域 | 投资金额 |
|---------|--------------------------|-------------------|----------|
| 2010.9 | PolarRose | 面部识别 | 2900 万美元 |
| 2013.3 | WiFiSLAM | 室内位置追踪平台 | 2000 万美元 |
| 2013.11 | PrimeSense | 3D 运动捕捉 | 3.45 亿美元 |
| 2015.4 | LinX | 摄像技术, 局部多角度 3D 建模 | 2000 万美元 |
| 2015.5 | Metaio | AR 视觉解决方案, SDK | 3200 万美元 |
| 2015.1 | Perceptio | 人类感官输入的识别和分类 | 未透露 |
| 2015.11 | Faceshift | 面部表情和动作捕捉 | 未透露 |
| 2016.1 | Emotient | 面部表情识别 | 未透露 |
| 2016.1 | FlybyMedia | 3D 空间感知、室内定位、导航 | 未透露 |
| 2016.12 | Indoor.io | 室内位置追踪平台 | 未透露 |
| 2017.2 | RealFace | 面部识别 | 200 万美元 |
| 2017.6 | SensoMotoric Instruments | 眼球追踪智能眼镜 | 未透露 |
| 2017.9 | Regaind | 图像和面部识别 | 未透露 |
| 2017.11 | Vrvana | MRHMD | 3000 万美元 |
| 2018.8 | Akoniaholographics | AR 眼镜镜片 | 未透露 |
| 2018.9 | Shazam | 音乐识别 | 4 亿美元 |
| 2019.1 | IKinema | 3D 运动捕捉 | 未透露 |
| 2019.8 | Fashwell | 视觉搜索 | 未透露 |
| 2020.5 | NextVR | VR 实时内容 | 1 亿美元 |
| 2020.8 | Cameraai | 计算机视觉 | 数千万美元 |
| 2020.8 | Spaces | VR 技术 | 未透露 |

资料来源: 晨哨并购, 信达证券研发中心

市场空间较大，光学/显示等领域潜藏较多机遇

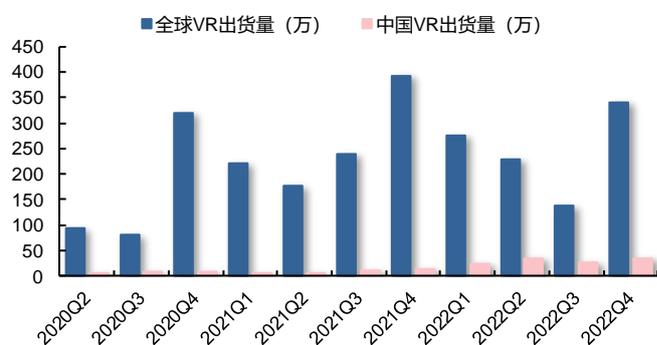
市场空间层面，全球 2026 年 VR 有望出货 6500 万台，2022~2026 年 CAGR 达 60.2%。季度角度看，2022 年 VR 出货量有所回落，主要原因除行业受宏观因素影响外，龙头企业 Meta 调整价格亦降低短期景气。

图 12: 全球 VR 年度出货量 (万台, 2016~2026E)



资料来源: 维深信息 WellsennXR, 信达证券研发中心

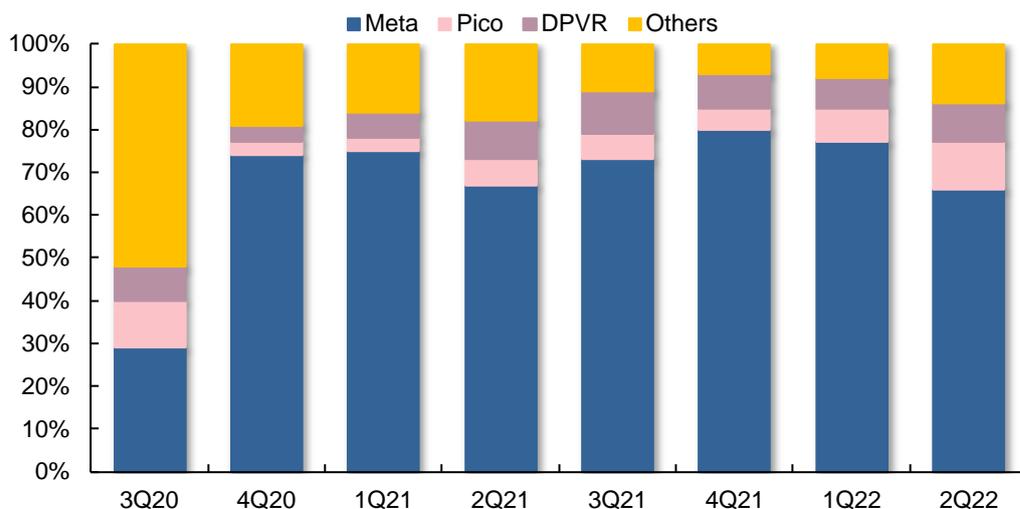
图 13: 中国及全球 AR 季度出货量 (2Q20-4Q22)



资料来源: 维深信息 WellsennXR, 信达证券研发中心

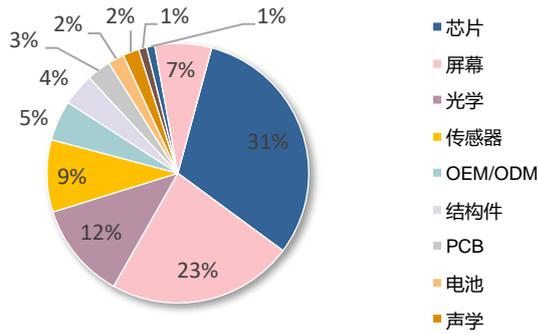
竞争格局方面，Meta 龙一稳固，Pico 成长迅速。Oculus 在 2014 年被 Meta 收购，大幅加速行业进化节奏。2020 年 10 月推出 Oculus quest2 以后，自 2020Q4 至今占据绝对市场份额。截至最新数据 (2022Q2)，Meta、Pico 出货量分别占比 66%、11%。

图 14: VR 全球市场份额 (出货量)

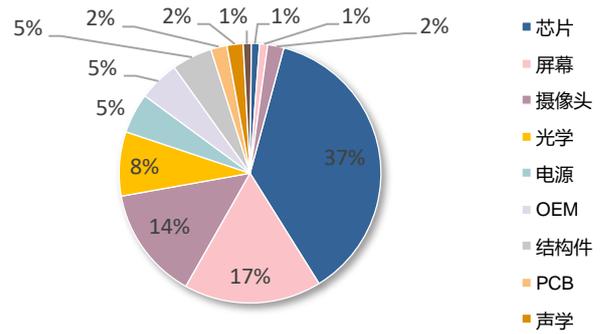


资料来源: Counterpoint, 信达证券研发中心

产业链方面，看好显示及光学产业链。根据维深信息 WellsennXR 的拆分，Pico4VR 一体机不含税综合硬件成本约为 368.25 元，其中芯片价值量最大，占比 31%左右；屏幕、光学、传感器分别占比 23%、12%、9%左右。Oculus quest Pro 不含税综合成本约 617.6 元，芯片占比 37%，屏幕、摄像头、光学分别占比 17%、14%、8%。综合看，显示及光学价值量占比较大且国内产业链相对成熟，看好相关个股成长机遇。

图 15: Pico4VR 一体机综合成本构成


资料来源: 维深信息 WellSennXR, 信达证券研发中心

图 16: Oculus quest pro 综合成本构成


资料来源: 维深信息 WellSennXR, 信达证券研发中心

表 2: Pico4VR 一体机综合硬件成本(8+128G 版)

| 部件名称 | 包含内容 | 金额(美元) |
|------------------|---|---------------|
| 主板 | 含: XR2、RAM、ROM、电源管理芯片、蓝牙芯片、WIFI 芯片、Codec、射频芯片、PCB 等 | 115.85 |
| 传感器 | 含摄像头、IMU、电子罗盘、距离传感器、PCB 等 | 28.6 |
| 光机模组 | 含 pancake 光学模组、Fast-LCD 屏幕、瞳距调节模组等 | 138 |
| 头显外壳/结构件 | 外壳注塑件、内部精密结构件等(注: 仅头显部分, 不含手柄部分) | 9 |
| 散热模组 | 包含风扇和散热片 | 3.5 |
| 手柄 | 含两个手柄以及 4 节五号电池 | 33.8 |
| 声学模组 | 包含左右两个扬声器以及麦克风等 | 6 |
| 电池 | 含充电电池、电源连接线等 | 8 |
| 配件 | 含充电头、充电线等 | 3.5 |
| 包装 | 包装盒、说明书等 | 2 |
| BOM 成本 | | 348.25 |
| ODM/OEM | | 20 |
| 不含税综合硬件成本 | | 368.25 |
| 税后成本(不考虑良率和运损) | 按增值税 13%, 美元兑人民币 7%计算 | 2913 人民币 |

资料来源: 维深信息 WellSennXR, 信达证券研发中心

表 3: MetaquestProVR 一体机综合硬件成本

| 部件名称 | 包含内容 | 金额(美元) |
|------------------|---|--------------|
| 主板 | 含: SOC、RAM、ROM、电源管理芯片、蓝牙芯片、WiFi 芯片、Codec、射频芯片、PCB 等 | 168.6 |
| 传感器 | 含摄像头、IMU、电子罗盘、距离传感器等 | 60.1 |
| 光机模组 | 含 pancake 光学模组、Fast-LCD 屏、瞳距调节模组等 | 157 |
| 头显外壳/结构件 | 外壳注塑件, 泡棉、内部精密结构件等(注: 仅头显部分, 不含手柄部分) | 17.5 |
| 散热模组 | 含散热风扇和散热导管等 | 8 |
| 电源系统 | 含头显充电电池、电源连接线等 | 126.5 |
| 声学模组 | 包含左右两个扬声器以及阵列麦克风以及 3.5mm 插孔等 | 10.7 |
| 手柄 | 含两个手柄 | 18 |
| 配件 | 含充电头、充电线、充电底座等 | 19.2 |
| 包装 | 包装盒、说明书等 | 2 |
| BOM 成本 | | 587.6 |
| ODM/OEM | | 30 |
| 不含税综合硬件成本 | (不包含产品开模费用、不良和运损等) | 617.6 |

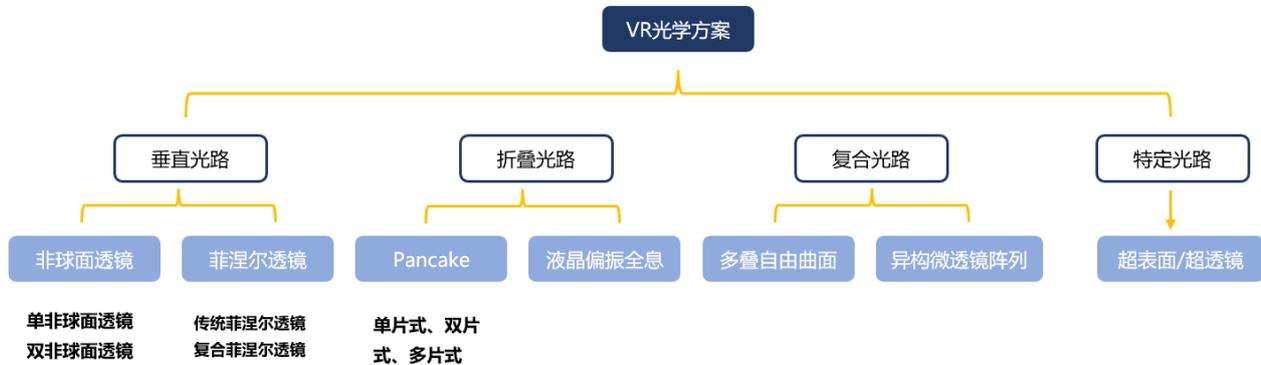
资料来源: 维深信息 WellSennXR, 信达证券研发中心

光学：Pancake 方案渗透确定性增强

Pancake 落地确定性高，新发产品市场端已有领先优势

VR 光学方案可分为垂直光路、折叠光路、复合光路、特定光路等。其中，垂直光路可分为非球面透镜及菲涅尔透镜，折叠光路包含 Pancake 及液晶偏振全息，复合光路包括多叠自由曲面及异构微透镜阵列，特定光路包含超表面/超透镜等。

图 17：VR 光学方案



资料来源：维深信息 WellSennXR，信达证券研发中心

- **非球面透镜**：即镜片表面并非球面的镜片，相对于球面透镜主要有两大优势，其一：可以极大减小球面像差，其二，由于球面镜片产生的相差需要叠加多块透镜调节，替换以非球面透镜的方案则相关调节需求大幅弱化，可避免不同介质之间折反射引起的光损失，同时可以降低成本、减小体积。

图 18：非球面透镜传统定义（当非球面系数全部等于 0，所得出的非球面表面就相等于一个圆锥）

$$Z(s) = \frac{Cs^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)C^2s^2}} + A_4s^4 + A_6s^6 + A_8s^8 + \dots$$

其中：

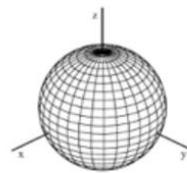
Z = 平行于光轴的表面的表面轮廓

s = 与光轴之间的径向距离

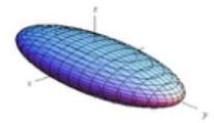
C = 曲率，半径的倒数

k = 圆锥常数

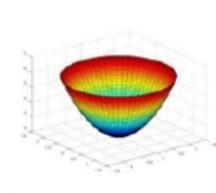
A₄、A₆、A₈... = 第 4、6、8... 次非球面系数



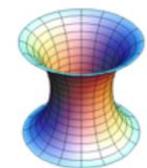
K=0 球面



K>-1 椭球面



K=-1 抛物面



K<-1 双曲面

资料来源：Edmund，信达证券研发中心

图 19: 球面透镜和非球面透镜轮廓对比

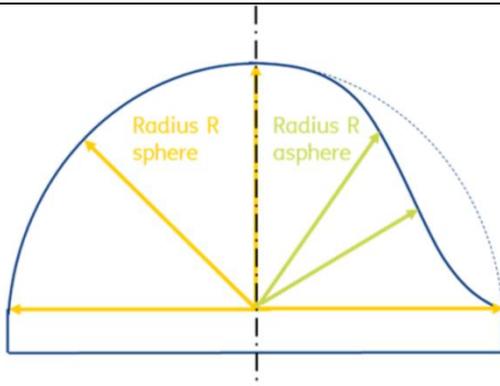
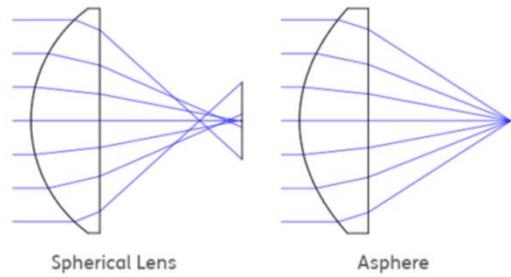


图 20: 非球面透镜可较好改善球差



资料来源: 海纳光学, 信达证券研发中心

资料来源: 海纳光学, 信达证券研发中心

- **菲涅尔透镜:** 法国物理学家奥古斯丁·菲涅尔 (Augustin.Fresnel) 发明, 由一系列同心槽构成, 表面可以为球面也可以为非球面, 材质可为塑料或玻璃。在省下大量材料的同时达到聚光效果, 目前, 菲涅尔透镜技术成熟且成本较低。
- **Pancake 光学:** 通过反射元件进行光路折叠, 从而大幅压缩光学模组厚度。总体而言, Pancake 方案两大优势较为突出, 一是折叠光路实现的超轻薄, 二是可以实现屈光度调节 (菲涅尔透镜无此功能)。

图 21: 菲涅尔透镜厚度大幅减小

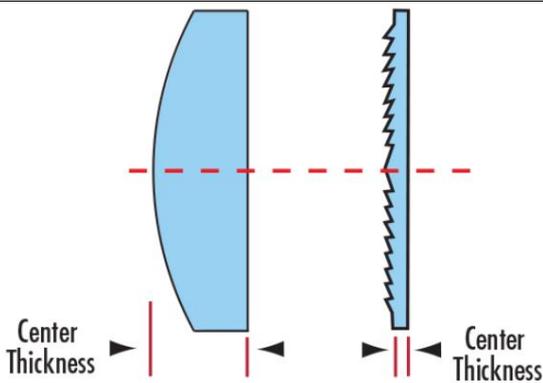
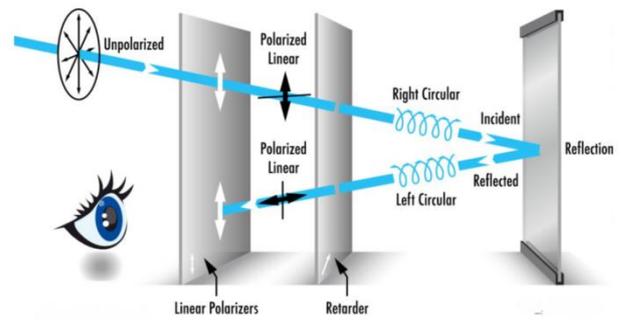


图 22: Pancake 光路简图



资料来源: Edmund, 信达证券研发中心

资料来源: Edmund, 信达证券研发中心

VR 光学方案进化方向以便携和高清为总体方向, **Pancake 主流趋势日益明朗**。从非球面透镜变为菲涅尔透镜, 进一步变为折叠光路 Pancake 方案, 进化路径日渐清晰。当前看 Pancake 方案虽已逐渐渗透, 但空间仍大。

图 23: VR 光学方案

| | 非球面透镜 | 菲涅尔透镜 | 折叠光路 Pancake | 多叠折返式自由曲面 | 异构微透镜阵列 | 液晶偏振全息 | 超表面/超透镜 |
|-------|-------------|--------------------------|------------------|------------|-----------------|------------|----------|
| 光学原理 | | | | | | | |
| 常规FOV | 90°-180° | 90°-120° | 70°-100° | 80°-100° | 150°-180° | 60°-100° | 80°-150° |
| 常规TTL | 40-50mm | 40-50mm | 15-20mm | 40-45mm | 20-30mm | 5-10mm | 1-2mm |
| 成像质量 | 边缘成像好 | 容易产生伪影和畸变 | 边缘成像质量好但容易产生伪影 | 容易产生畸变 | 视场角超大但容易产生伪影和畸变 | FOC和Eyebox | 色差小 |
| 优点 | 成本便宜 | 较轻薄便宜 | 轻薄成像质量好 | 有利于眼动元器件布置 | 轻薄超大视场角 | 超薄可实时变焦 | 超薄光路可定制 |
| 量产价格 | 5-10元 | 15-20元 | 120-180元 | 50-100元 | - | - | - |
| 发展阶段 | 淡出市场 | 主流选择 | 即将大规模应用 | 小众市场 | 前沿研究 | 前沿探索 | 前沿探索 |
| 代表产品 | VR盒子 PS VR等 | Meta Quest 2 Pico neo 3等 | 华为VR Glass 苹果MR等 | Lynx | 暂无 | 暂无 | 暂无 |

资料来源: 维深信息 WellSennXR, 信达证券研发中心

2022 年上新 VR 机型中，显示端以 Fast-LCD 为主，光学端以 Pancake 为主。根据艾邦产业制造的数据，2022 年上新 16 款机型中，显示端除两款未确定外有 9 款采用 Fast-LCD 方案，光学端除一款未确定外有七款采用 Pancake 显示方案。展望未来，我们认为 Pancake 光学+MicroOLED 显示方案有望成为主流。

表 4: 2022 上新 VR 整理

| 产品名称 | 发布日期 | 产品形态 | 显示技术 | 光学技术 |
|-------------------|---------|-------|---------------------|-----------------------|
| TCLV1 | 11.12 | 一体机 | TCL 华星 FastLCD | PANCAKE |
| 小派 PimaxCrystal | 11.3 | 一体机 | QLED+MiniLED | 非球面(玻璃) |
| GoovisG3Max | 10.23 | 一体机 | MicroOLED(视涯) | 玻塑混合非球面多镜片组 ASPH 光学方案 |
| MetaQuestPro | 10.11 | 一体机 | Fast-LCD+MiniLED 背光 | Pancake |
| ThinkRealityVRX | 9.28 | 一体机 | | Pancake |
| Pico4 | 9.27 | 一体机 | Fast-LCD | Pancake |
| 大疆 DJIGoggles2 | 8.25 | 连接无人机 | MicroOLED(视涯) | |
| 联想拯救 VR700 | 8.18 | 一体机 | Fast-LCD | 非球面透镜 |
| 创维 Pancake1 | 7.25 | 一体机 | TCLFastLCD | Pancake |
| 玩出梦想 YVR2 | 7.12 | 一体机 | Fast-LCD | Pancake |
| GXRVerse | 6.20 开售 | PCVR | | 双非球面镜片 |
| 爱奇艺奇遇 DreamPro | 4.21 | 一体机 | Fast-LCD | 双非球面镜片 |
| PICONEO3Link | 4.17 | 一体机 | Fast-LCD | 菲涅尔镜片 |
| VRengineersXTAL3 | 1.1 | PCVR | Fast-LCD | 菲涅尔镜片 |
| 松下 MeganeX | 1.4 | PCVR | MicroOLED | Pancake |
| 索尼 PlayStationVR2 | 1.4 | 一体机 | OLED | 菲涅尔镜片 |

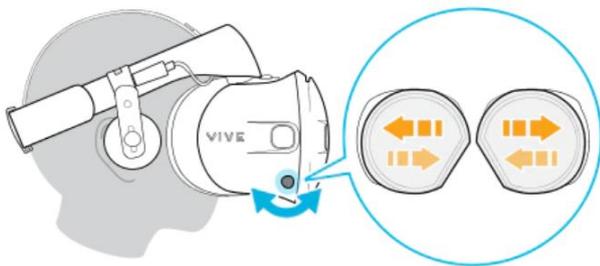
资料来源：艾邦产业整理，信达证券研发中心

重点公司：兆威机电，舜宇光学，水晶光电，蓝特光学，领益智造，长盈精密，智立方，杰普特，腾景科技

● 兆威机电：微型传动系统，受益 IPD 瞳孔调节

IPD（瞳孔间距）调节是近年 VR 的一大变革，通过电机驱动瞳孔间距自动调节，以提高使用体验。兆威机电是本土微型电机龙头，公司的微型传动系统在设备用自动调整装置已得到应用，随着 VR 行业进一步发展，公司有望注入更大成长动能。

图 24: IPD 调节示意图



资料来源：VIVE 官网，信达证券研发中心

图 25: Pico4 支持 62-72mm IPD 调节



资料来源：Pico 官网，信达证券研发中心

● 舜宇光学：光学器件及模组

公司是本土光学龙头厂商，在手机光学等领域拥有领先优势。近年迎合市场需求，大力布局车载、VR/AR 新兴领域。在 VR/AR 领域，截至 2022 年中报披露，公司已完成 AR 光机投影镜头研发，并实现新一代 VR 空间定位镜头及 VRpancake 模块量产。

图 26：舜宇光学布局



资料来源：舜宇光学官网，信达证券研发中心

● 水晶光电：光学器件及模组

公司业务包括光学元器件、薄膜光学面板、反光材料、半导体光学和汽车电子（AR+）等，在 VR/AR 领域，已成功推出折返式（Birdbath）模组、衍射光波导模组等一系列 AR 核心显示模组，以及 VR 核心光学显示模组。

表 5：水晶光电年产 3.46 亿套智能终端用光学组件技改项目

| 序号 | 名称 | 单位 | 年产量 |
|----|----------------|----|--------|
| 1 | 生物识别光学组件 | 套 | 1.1 亿 |
| 2 | 移动智能终端精密薄膜光学面板 | 套 | 0.86 亿 |
| 3 | 成像光学组件 | 套 | 1.2 亿 |
| 4 | 微型棱镜模块 | 套 | 0.3 亿 |

资料来源：水晶光电公告，信达证券研发中心

● 蓝特光学：玻璃晶圆布局 AR 赛道

公司在精密玻璃光学元件加工方面能力突出，在玻璃光学元件冷加工、玻璃非球面透镜热模压、高精密度模具设计制造、中大尺寸超薄玻璃晶圆精密加工等领域具有多项自主研发的核心技术成果，客户包括 AMS、康宁等，最终产品被应用于华为、苹果等厂商多个产品。

表 6：蓝特光学在研项目（截至 2022 年中报）

| 项目名称 | 进展或阶段性成果 | 拟达到目标 | 技术水平 | 具体应用前景 |
|------------|----------|--|---|-----------------------|
| 微纳光学技术研发项目 | 研究开发 | 1、开发一款可和某 AR 整机公司配套的光波导 AR 镜片，实现 AR 基本功能；2、开发一款用于生物检测用的芯片，通过客户的技术论证。 | 随着 5G、人工智能、万物互联的应用普及和深入，用户对于成像、显示、传感的要求也越来越高，如近期热门的元宇宙概念就催生了以 AR/VR 为核心的消费电子产业。在技术端也驱动光学技术也从传统的几何光学走向自由曲面和物理光学，这一技术转变在产品端要求精度从微米级一直提升到纳米级，在工艺上要更多采用半导体、纳米压印、超快激光等技术手段实现。在设计上要从传统几何光学设计提升到物理和自由曲面光学设计。在微纳光学方面，公司有一定优势，主要体现在①玻璃基材优势，微纳光学元件大都基于玻璃晶圆，而玻璃晶圆公司有优势；②精密机械模具加工。基于非球面模具开发技术沉淀，我司在一定尺寸和精度的模具加工具备有优势；③和下游联系紧密的优势。 | 该类产品主要应用于消费类电子、生物医疗领域 |

资料来源：蓝特光学公告，信达证券研发中心

● 领益智造：精密结构件

公司具备基础材料、精密零组件、核心器件、模组及组装等产品的研发制造能力。基础材料包括磁材、模切材料及陶瓷应用等；精密零组件包括模切、冲压、CNC、注塑、印刷等；核心器件与模组则包括键盘、无线充电、软包配件、散热模组、5G 射频器件、线性马达等；

组装包括充电器、TWS、逆变器等。2021 年年报显示，公司 M 项目正按计划推进，有望拓展 VR 市场。

表 7: 领益智造在研项目（截至 2021 年报）

| 主要研发项目名称 | 项目目的 | 项目进展 | 拟达到的目标 | 预计对公司未来发展的影响 |
|----------|---------------|--------|----------|----------------------------------|
| M 项目 | 完成首次 VR 项目开发; | 按计划推进中 | 全球市场量产销售 | 提升公司 VR 项目的开发能力，并拓展公司在 VR 行业的市场; |

资料来源：领益智造公告，信达证券研发中心

● 长盈精密：精密结构件

公司产品分为智能终端零组件、新能源汽车零组件、智能制造三大部类，紧跟电子信息产业发展趋势，研发制造能力强悍。且公司与北美大客户合作关系紧密，供应 MacBook 金属机壳、iPad 外置键盘和 AppleWatch 结构组件等，随着苹果 MR 落地，公司有望供应更多结构件，业绩有望迎来边际改善。

图 27: 长盈精密布局



资料来源：长盈精密官网，信达证券研发中心

● 智立方：自动化设备

公司专注于工业自动化设备的研发、生产、销售及相关技术服务，客户包括苹果公司、Juul Labs, Inc.、Facebook、Carnival Corporation & plc、思摩尔国际等全球知名高科技公司，以及歌尔股份、鸿海集团、立讯精密、致伸科技、舜宇集团、捷普集团、广达集团、普瑞姆集团等全球知名电子产品智能制造商。公司招股说明书披露 VR/AR 在研项目包括曲面屏幕测试系统、眼动追踪测试系统，且已进入设计验证阶段。

表 8: 智立方 VR 相关在研项目（截至 2022 年 6 月招股书披露）

| 序号 | 项目名称 | 应用领域 | 功能描述 | 进展情况 |
|----|----------|----------|--|--------|
| 1 | 曲面屏幕测试系统 | VR/AR 领域 | VR/AR 等虚拟现实产品主要是通过声、光、电结合的方式在计算机仿真系统中形成一种模拟环境，将多源信息融合成交互式的三维动态视景。现阶段虚拟现实产品通常采用曲面屏幕显示内容，其屏幕自身的品质对于虚拟环境的营造效果起到重要作用。本项目拟开发一种曲面屏幕测试系统，通过光学相机、光谱仪等仪器测试屏幕多个点位的虚拟图像距离、图像畸变矫正及颜色准确度均匀度等。该系统构成主要包括光学相机、光谱仪、高精度二自由度旋转平台等，测试位置精度可以达到 0.02mm | 设计验证阶段 |
| 2 | 眼动追踪测试系统 | VR/AR 领域 | 眼动追踪即通过摄像头等跟踪终端获取眼睛的位置及其进行的运动，从而实时判定眼睛注视位置，眼动追踪可有效提高虚拟现实系统的沉浸式体验感受，而不同消费者具有尺寸和轮廓 | 设计验证阶段 |

资料来源：智立方招股书，信达证券研发中心

● 杰普特：自动化设备

公司主营工业激光器、激光精密加工装备及光学精密检测设备等业务，与消费电子行业头部客户合作，为其定向研发 VR/AR 光学检测设备。在 2022 年上半年公司已逐步获得客户

订单，公司将在 2022 年下半年逐步向客户交付设备，陆续完成验收。同时客户也对下一代 VR/AR 光学检测设备提出了更多技术方面要求，公司将持续提高该产品的检测效率以及检测能力。

表 9: 杰普特 VR 相关在研项目 (截至 2022 年中报)

| 序号 | 项目名称 | 进展或阶段性成果 | 拟达到目标 | 技术水平 | 具体应用前景 |
|----|-----------------|----------|-------|------|--------------------|
| 1 | 曲面玻璃油墨加工设备 | 现场验证 | | 国内领先 | 曲面玻璃, VR/AR 产品加工 |
| 2 | VR 模组屏幕畸变色彩测试设备 | 方案设计 | 观测 | 国际领先 | VR/AR 模组的高阶光学性能量测试 |

资料来源: 杰普特公告, 信达证券研发中心

● **腾景科技: 精密光学元件**

公司深耕光学领域, 客户包括 Lumentum、Finisar、华为、锐科激光、nLIGHT 等。在消费类光学领域, 公司开发的棱镜组合、模压玻璃非球面透镜等精密光学元件, 可应用于 VR/AR 等新兴消费电子产品, 有望享受 VR/AR 行业发展红利。

图 28: 腾景科技产品



资料来源: 腾景科技公告, 信达证券研发中心

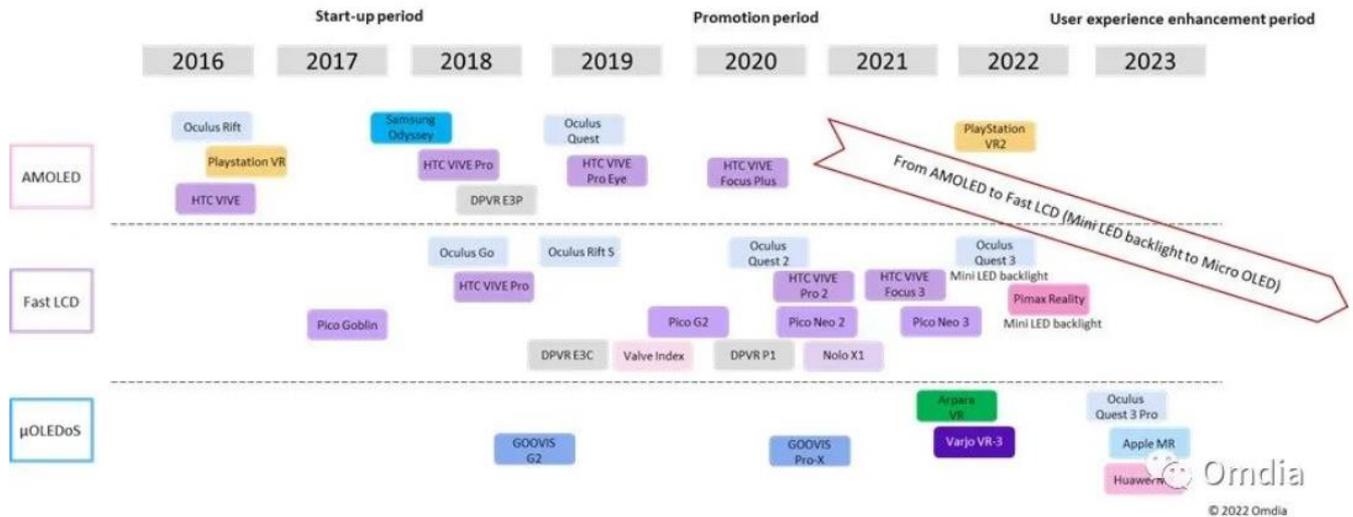
显示：Pancake 发展或加速 MicroOLED 渗透

为什么 MicroOLED 更适合 Pancake 方案？

平板显示可根据是否能发光分类自发光或非自发光，其中，自发光包括 FDP（等离子显示）、FED（场致发射显示）、OLED（有机发光二极管显示）、LED 等，非自发光主要为 LCD（液晶显示）。

VR 领域中，早年因 AMOLED 有较高的色彩饱和度而被选择，后因像素密度难以提高以及纱窗效应而逐步过渡到 Fast-LCD。随着行业发展至新高，MicroOLED 和 MiniLED 等逐步落地。

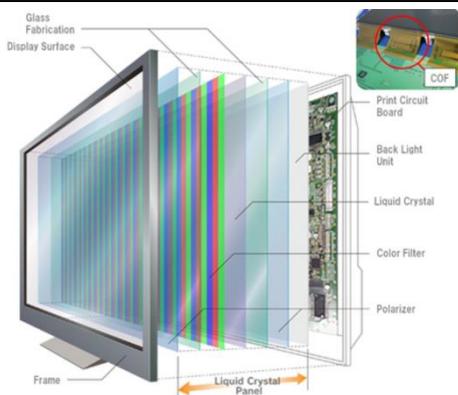
图 29：VR 显示方案进程



资料来源：omdia，信达证券研发中心

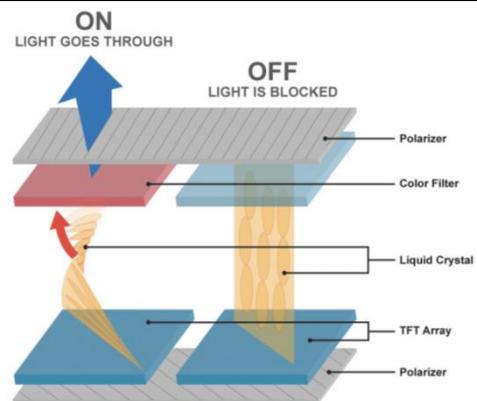
Fast-LCD 是当前 VR 市场主流，主要系性能和成本平衡 CD(LiquidCrystalDisplay)液晶显示器)由 TFT (ThinFilmTransistor, 薄膜场效应晶体管)驱动。偏光片只允许某一偏振方向的光线通过，将两块偏光片交叉放置（角度差异 90 度），此时光线无法通过。液晶同时具备液体和固体的特性，利用其光电特性可改变光线偏振态，从而导引光线通过偏光片，而外加电场可以改变液晶分子排列。

图 30：LCD 屏幕结构



资料来源：Xenarc，信达证券研发中心

图 31：LCD 显示原理

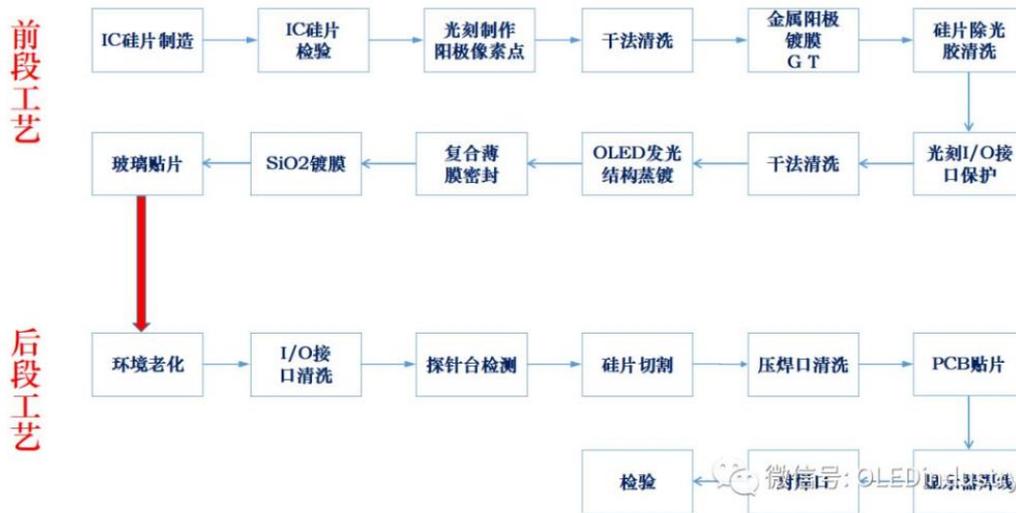


资料来源：safeswisscloud，信达证券研发中心

OLED 多为三明治结构，典型以 ITO(氧化铟锡)导电薄膜作阳极，金属作阴极，中间为有机发光层。在电场作用下，阳极和阴极分别产生的空穴和电子穿越过传输层在有机发光层结合成激子，激子使得发光分子跃迁至激发态，激发态分子会自行回到稳定态，此过程中能量以光输出。相对 LCD，因本身自发光性质而无需背光模组，厚度大为降低，且具有高对比度、低功耗、耐低温等优势。

工艺层面，MicroOLED 结合 CMOS 技术及 OLED 技术，CMOS 技术主要为光刻、CMP 等，OLED 技术多用真空蒸镀技术工艺，以干法制程为主。MicroOLED 技术壁垒较高，设备层面需求上升。

图 32: MicroOLED 工艺流程



资料来源: OLEDindustry, 信达证券研发中心

Micro OLED 结合了 CMOS 技术及 OLED 技术，以单晶硅晶圆替代传统玻璃基板，可在维持相同分辨率前提下显示更小的 OLED，因而有更高像素密度 (PPI)，让显示器具备超轻薄、低功耗、高亮度等优点，对 VR 的匹配度更高。

Pancake 方案渗透背景下，MicroOLED 方案有望加速下沉。以京东方产品为例，Micro OLED 对比 LCD 产品性能优势明显，在 PPI、响应时间、对比度、亮度、色域等方面均存在较大优势。Pancake 入射光必须为圆偏光，LCD 因自身发光原理出射光即为偏振光，而 Micro OLED 出射光需要额外配一块偏光片，导致 Pancake 光效较低，增加屏幕亮度是较明显趋势，Micro OLED 亮度成倍高于 LCD，**综合考虑色域、对比度等因素，我们认为 Pancake+MicroOLED 有望成为未来主流，当前 Pancake 在新品上已有较大优势，Micro OLED 屏幕渗透有望加速。**

图 33: 京东方 LCD 及 MicroOLED 对比

| 产品 | 2.1" | 3.2" | 5.5" | 0.39" | 0.71" |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 分辨率 | 1600 x 1600 | 2880 x 2880 | 2160 x 3840 | 1920 x 1080 | 1920 x 1080 |
| 显示技术 | LCD | LCD | LCD | Micro OLED | Micro OLED |
| PPI | 1058 | 1283 | 807 | 5644 SPR | 3147 RGB |
| 响应时间(G to G) | ≤5ms | ≤5ms | ≤5ms | ≤1ms | ≤1ms |
| 对比度 | 700:1 | 2000:1 | 700:1 | >10,000:1 | >10,000:1 |
| 色域 | 72%NTSC | 100%NTSC | 72% | 80%NTSC | 85%NTSC |
| 亮度 | 100nit | 200nit | 150nit | 1500nit | 2000nit |
| 刷新率 | 90Hz | 90Hz | 90Hz | 90Hz | 90Hz |

资料来源: 京东方官网, 信达证券研发中心

重点公司梳理: 京东方, 华兴源创, 精测电子

面板端, 国内已量产 MicroOLED 厂商包括云南创视界、视涯科技、国兆光电、台州观宇科技、南京昀光科技、安徽熙泰智能科技、浙江宏禧科技、清越科技等。其中, 云南创视界为京东方控股子公司, 公司 12 英寸硅基 OLED 项目分三期实施, 2021 年已小批量产出货。视涯科技布局较早, 一期工厂超过 40000 平米。此外, 京东方在 2022 年 10 月发布公告称, 将投资 290 亿元人民币用于京东方第 6 代新型半导体显示器件生产线项目, 主要目的为布局 VR/AR 领域。

设备端, 在 MicroOLED 方面有布局包括前道工艺的北方华创, 贴合方面的易天股份, 检测方面的精测电子、华兴源创等厂。其中, 精测电子平板检测产品主要为信号检测、AOI 光学检测、OLED 调测及检测自动化设备等, 华兴源创产品类型较多, 涉及信号、TSP 参数、AOI、老化、触控等方面。

表 10: 精测电子平板检测主要产品

| 产品类型 | 产品用途 | 具体产品 |
|------------|---|--|
| 信号检测系统 | 信号检测系统可提供多种信号接口并支持通道配置, 通过灵活简易的 UI 控制, 为显示模组提供信号、图像、高精度电源, 驱动模组在被测环境工作, 便于快速检查出被测品缺陷。可针对显示面板、显示模组的显示效果和电气参数等进行多功能检测, 适用于显示面板和模组的研发、生产、信赖性试验等环节的全面测试需求 | LCD 模组信号检测系统、LCDCELL 信号检测系统、Touchpanel 检测系统、LED 点灯检测设备、EDP 信号转换盒等 |
| AOI 光学检测系统 | 通过单个或多个高清 CCD 摄像头自动扫描被测品采集图像, 运用系统软件进行图形采集识别等处理, 自动检查并显示出被测品缺陷, 并修复 Mura 类缺陷。可针对模组、面板、背光、OLED 显示屏的光学、图像、外观等进行多功能自动检测, 适用于被测品的产线测试需求 | 2.5DCG 素玻璃外观检测系统、中大尺寸 OCAPI 检测系统、LCD 在线 AOI 检测系统、大尺寸 LCDDemura 设备、宏观检查机、微观检查机等 |
| OLED 调测系统 | 主机采用可编程逻辑阵列完成信号生成、电源管理等功能, 运用系统软件可灵活配置多种信号接口及通道, 以灵活简易的 UI 控制 OLED 调测系统为被测品提供视频信号、微安级超高精度电源, 便于快速检查出被测品缺陷, 配备 AOI 模块及算法可实现 OLED 光学自动检测。可针对 OLEDCELL、模组、触控效果、显示效果、电气特性进行多功能检测, 适用于产品研发、生产、信赖性试验等完整测试需求 | OLED 模组检测系统、OLEDCELL 图形信号检测系统、OLED 光学检测系统、OLEDgamma 调测系统、OLEDMura 补偿系统、OLED 寿命检测系统、OLEDIVL 检测系统等 |
| 平板显示自动化设备 | 通过单个和多个机械模组、运动单元、控制系统以及影像系统实现面板的清洁、吸附、移栽、旋转、精密定位、自动压接、点亮、检测、打标、扫码、量测、老化测试、自动包装、自动堆栈等功能, 可用于平板显示生产全制程 | 框胶检查机、膜厚测量机、Opencil 线体、PCBI 检查机、清洗机、自动包装机等 |

资料来源: 精测电子公告, 信达证券研发中心

表 11: 华兴源创平板检测主要产品

| 产品型号 | 产品类别 | 产品介绍 |
|-------------------|-----------------------|--|
| H 系列 8K/5G 版信号检查机 | 8K/5G 信号检测设备 (平板显示检测) | 本产品可以同时驱动 1 至 7 片 8K 超高分辨率模组, 最高支持 16K 超高分辨率, 应用于超大尺寸面板检测, 同时具备 5G 无线通信功能, 以及可以灵活更换不同规格的信号板卡 |
| H 系列 TSP 检 | TSP 检测设备 (平板显示检测) | 本产品可以测试 24 寸以下矩阵电容屏的 TSP 参数, 包括自容、互容、线电阻和绝缘电阻 |

| | | |
|---------------------|-----------------------------------|--|
| 测设备 | | 等, 单点电容值测试时间 5ms, 相对精度 0.02pF, 应用于中小尺寸面板厂家的 TSP 测试 |
| 微米级裂纹检测设备 | 光学 AOI 检测设备 (平板显示检测) | 基于深度学习的微孔微裂纹和彩虹纹检测设备, 主要用于检测和分类激光切割时不均和不稳定造成 0.5 微米级微裂纹、彩虹纹等不良, 包含有高速对焦, 运行, 图像采集等硬系统, 也包含 AI 算法, 软件控制等软系统 |
| 平板显示 TSP 系列-Tester | 平板显示触控检测设备 (平板显示检测) | 平板显示触控检测设备, 测试产品触控功能和电性能参数。通过测试 pad 压接产品表面, 运行专门的测试软件, 对不同画面下各种参数数据的监控和记录, 实现产品品质的管理, 并适时上传管理端, 实现数据适时共享, 设备支持人工及自动 Carrier 上料压接, 通过复杂的机构及测试软件实现数据的精密的监控, 测试过程不需人工介入, 提高了测试数据的准确性, 数据的适时上传保证了产品生产情况的终身追溯 |
| C33 系列色彩分析仪 | 点式光学检测设备 (平板显示检测) | 适时采集待测产品测试点的光学数据, 如色坐标、亮度、屏幕闪烁度等, 设备可以单机使用, 也可以与上位机联网使用, 用于 GAMMA 调整和测试以及 FLICK 调整, 体积小, 精度高, 自动零校准, 更适应于自动化设备使用 |
| ICM-12M 系列亮/色度计 | 成像式光学检测设备 (平板显示检测) | 设备是用来测量发光物体的亮度、色度及其发光均匀分布, 该设备结合我司上位机, 实现自动化亮度测量, 色度测量, 光学均匀性测量, AOI 检测等, 该设备具有低亮度测量特点, 光学均匀性测量, 高品质成像质量, 图像算法我司独有 |
| BFGX-CHAMBER 系列 | 老化检测设备 (平板显示检测) | 主要用于平板显示屏在生产制造中 Aging (老化) 环节的专用设备。提供待测产品不同的高温环境, 配合我司的驱动信号, 实现产品隐性不良的提前显现, 设备容积大, 不同规格的产品均可灵活对应, 且相应的信号和软件为我司独立开发, 可实时与 MES 通讯 |
| Veridian-BMS 系列检测设备 | BMS 自动化检测设备 (平板显示检测) | 该设备专为 PCM 测试而设计的全自动测试设备, 是一种电源测量单元 (SMU), 该测试仪集成了电流源, 电压源, 电流表和电压表的功能, 能够满足 Veridian 芯片测试各项参数的功能, 并可输出测试数据。设备由多个测试单元组成, 全程自动化运行, 测试精度高, 具有宽范围的电压和大电流电源功能并支持 PCMI2C 接口通信功能和 FW 升级功能 |
| ET1 系列 OLED 显示检测设备 | OLED 显示检测设备 (平板显示检测) | 该设备是对驱动软板、写入后的软板及与 OLED 贴合后的面板显示进行检测的无人化设备; 设备为 AGV 来料, 手臂自动上料拍照和对位压接, 通过专门的测试软件对信号、显示、触控等功能进行全自动检测; 设备由多个相同功能的测试 UNIT 组成, 任何单元宕机不影响整线运行, 并可根据产能灵活调整, 对应产品涵盖模组及芯片, 可以应用到其他测试领域 |
| ET2 系列 OLED 显示检测设备 | OLED 显示检测设备 (平板显示检测) | |
| HITS 系列 TSP 检测设备 | OLED 触控检测设备 (平板显示检测) | |
| Z 系列平板显示检测设备 | 平板显示 GAMMA 与 DEMURA 全自动检测设备 | 本设备集机、电、光、算于一体的全自动化设备, 通过特有的光学与算法设计实现对产品全自动的 GAMMA 检测与调整以及 Mura 的检测与修复, 提高检测效率与良率; 设备通过精确验证的相机对产品数据采样并分析 PIXEL 颜色分布特征, 进行完整的 DeMura 流程, 对产品的亮度不均、色度偏离进行准确的补偿, 该设备工位多, 结构复杂, 稳定性好, 使用我司独有的数据采集及调整算法, 调整成功率高, 测试数据实时共享 |
| Aging90UP 系列 | MicroOLED 产品老化检测设备 (微显示检测) | 该设备是针对 MicroOLED 产品进行高温固化制程及电性检测的半自动设备; 通过专用的测试软件控制产品进行自动老化流程及电性检测; 设备分 9 个抽屉 90 通道设计, 最大能同时承载 90 个产品进行高温老化, 通道间可单独控制, 可根据产能进行灵活调整; 老化时能实时读取产品温度, 通过外围器件及算法控制实现产品温度恒定在高精度范围 |
| SPUC 系列 Demura 检测设备 | MicroOLED 产品 Mura 检测与修复设备 (微显示检测) | 该设备是针对 MicroOLED 产品进行 Demura 的全自动化设备; 设备分为全自动上下料机与检测本体; 设备可通过 LinePC 进行调度控制, 自动将产品送到测试工位, 测试工位 PC 有专用的 Demura 测试软件实现产品 Mura 检测与修复; 在测试工位完成并输出 Demura 数据后, 会将产品送到 SPI 烧录工位进行数据烧录, 大大节省 TT 时间, 测试完毕后自动下料; 设备内通过自主研发硬件回路及控制算法软件实现被测产品温度恒定在精确范围内, 克服了 MicroOLED 产品在 Mura 检测与修复过程中受产品自发热特性影响的问题 |
| OC 系列 GAMMA 检测设备 | MicroOLED 产品 Mura 检测与修复设备 (微显示检测) | 该设备是针对 MicroOLED 产品进行 Gammatuning 的全自动化设备; 设备分为全自动上下料机与检测本体; 设备可通过 LinePC 进行调度控制, 先执行全自动撕膜流程对产品保护膜进行去除, 然后自动将产品送到测试工位, 测试工位 PC 有专用的 Gammatuning 测试软件实现产品 Gamma 检测与调整, 测试完毕后自动下料; 设备内通过自主研发硬件回路及控制算法软件实现被测产品温度恒定在精确范围内, 克服了 MicroOLED 产品在 Gammatuning 检测与修复过程中受产品自发热特性影响的问题 |

资料来源: 华兴源创公告, 信达证券研发中心

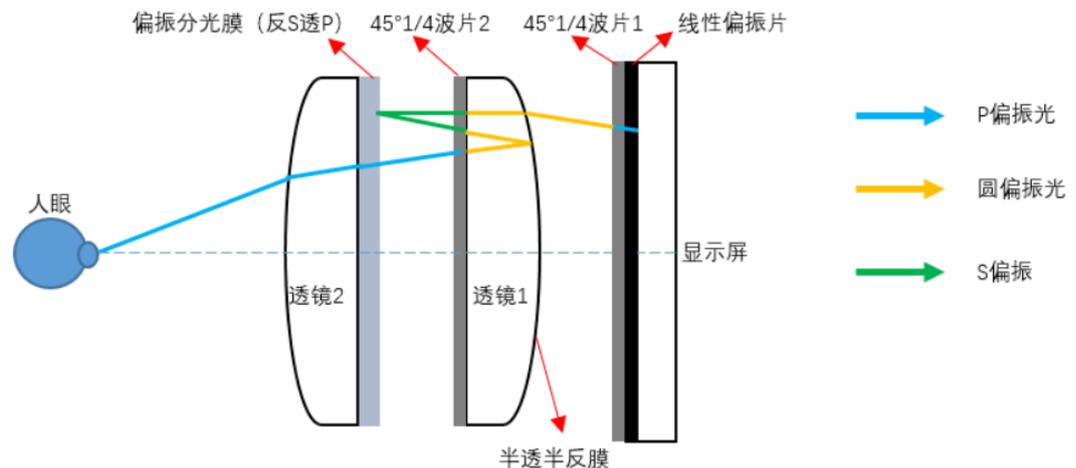
膜材：Pancake 与显示共振，偏光片迎来成长良机

Pancake 需两组偏光片，MicroOLED/LCD 需 1/2 片偏光片

Pancake 方面，一个 Pancake 模组至少需要两组偏光片和两片 1/4 波片。其中，1/4 波片主要为国外厂商垄断。Pancake 方案原理较为复杂，屏幕发出的光线经偏振片变为 P 光，经 45° 1/4 波片后变成圆偏光，再经 45° 1/4 波片变为 S 光。S 光被反射后两次通过 45° 1/4 波片变成 P 光进入人眼。Pancake 方案主要基于光的偏振态，其中用到的核心部件包括：

- **偏振光片 (Polarizer)**：让自然光变为偏振光，自然光波振动方向散乱无章，偏振光片可以让自然光变为偏振光。
- **分束器 (BeamSplitter, BS)**：可将入射光线分为两束或更多光线，光能量按一定比例或透射/反射光线或不同偏振态分开。
- **1/4 波片 (Quarter-wavePlate, QWP)**：控制材料和厚度使两个不同偏振方向的光产生 1/4 波长的相位差。
- **反射偏振膜 (ReflectivePolarizer, RP)**：可以让光线按偏振态部分反射，部分透射，在 Pancake 中主要用于二次反射，可以替代 BS。

图 34: Pancake 方案原理

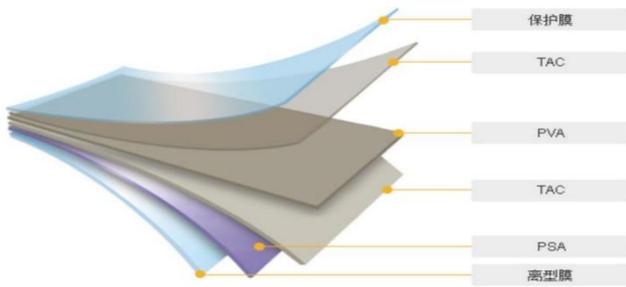


资料来源：S-DreamLab，信达证券研发中心

Micro OLED 方面，偏光片用途为减少杂光，LCD 需要两片，Micro OLED 屏幕中需要一片，但价值量更高。偏光片只允许某一偏振方向的光线通过，在偏振片下放置一片 1/4 波片，当自然光（无固定偏振方向）入射通过偏光片后变为偏振光，此后光线路径为 1/4 波片--反射--1/4 波片—偏光片，偏振光两次通过 1/4 波片使相位差变为 90°，此时光线被阻断。实际应用中，由于自然光光谱较为复杂，实际中常再添加一块半波片（1/2 波片）。

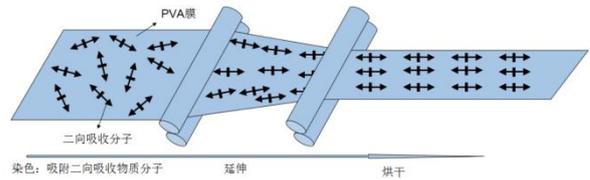
偏光片材质主要包括 TAC 膜、PVA 膜、相位差膜及 TAC 膜（或 PET/PMMA/COP）等。TAC 膜用于支撑偏光片，厚度为 25~40um。PVA 膜是偏光机制功能层，厚度一般为 12um。PSA 膜是感压胶层，用于将偏光片贴附显示屏幕，厚度一般为 25um。PVA 光学膜为聚乙烯醇，直接决定了偏光片的核心性能，而 TAC 光学膜是一种光学保护膜。

图 35：偏光片结构示意图



资料来源：三利谱公告，信达证券研发中心

图 36：PVA 膜工作原理

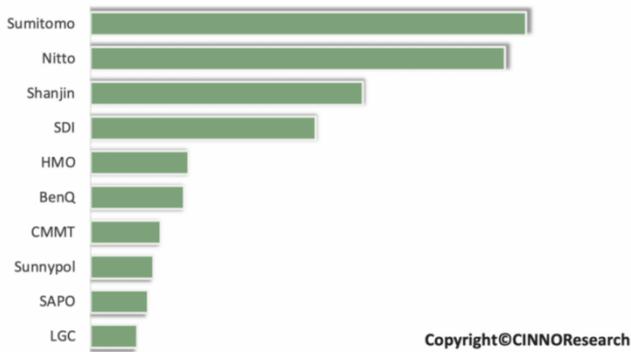


资料来源：三利谱公告，信达证券研发中心

空间端，偏光片行业较为稳定，但国产替代空间仍大。根据 CINNOResearch 的数据，2021 年全球偏光片出货 6.1 亿平米，同比+5%；国内市场规模达 102 亿美金，同比+6%。前三大厂商分别为住友化学、日东电工、杉金光电，三家的市场份额达 63%左右。国内三利谱、杉杉股份、深纺织等厂商较为领先。

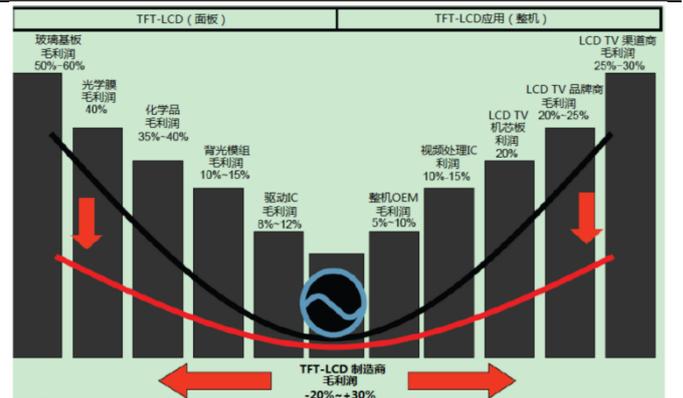
利润端，光学膜材环节毛利较高。从显示行业微笑曲线来看，光学膜毛利率可达 40%左右，价值量处于行业各环节相对高点。

图 37：2021 年偏光片前十大厂商排名



资料来源：CINNOResearch，信达证券研发中心

图 38：LCD 产业链微笑曲线



资料来源：三利谱公告，信达证券研发中心

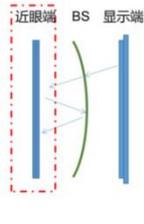
重点公司梳理：三利谱

● 三利谱：国内偏光片龙头企业

三利谱是国内偏光片的开拓者，专业偏光片十余年。公司旗下偏光片产品包括 TFT 偏光片类、黑白偏光片类（TN、STN、染料系列系列）、3D 眼镜用偏光片类和 OLED 偏光片类，共四大类八个系列。在 VR 领域，三利谱布局 pancake 光学膜产品。目前三利谱已具备提供 pancake 膜材解决方案能力。

图 39：三利谱近眼端光学膜方案

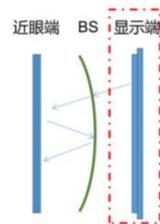
| 近眼端 | SLP产品型号 | 结构堆叠 | 主要技术外观规格 |
|------------------|-----------------------|--|---|
| 近眼端方案一 线偏侧贴合 | SLP-VR-PSAR3RD06-Z04N | 保护膜 AR3 PSA QWP-45° PSA IQPS POL PSA 离型膜 | 低反射 : AR<0.5% QWP : 逆色散 POL : Tr~42.5%±1%、PE>99.9% IQPS : 3M反射偏振膜 光轴 : 膜层间夹角公差±0.5° 裁切小粒角度公差±1° |
| 近眼端方案二 QWP侧贴合 | SLP-VR-AR3PSRD06-08 | 离型膜 PSA QWP-45° PSA IQPS POL AR3 保护膜 | 外观 : 点状缺陷: $D \leq 0.15\text{mm}, n \leq 3$; 线状缺陷: $L = 1.8\text{mm}, W \leq 0.03\text{mm}, n \leq 3$ |



资料来源：艾邦 VR 产业资讯，三利谱，信达证券研发中心

图 40：三利谱显示端光学方案

| 显示端 | SLP型号 | 结构堆叠 | 主要技术外观规格 |
|--------|----------------------|---|---|
| 显示端方案一 | SLP-5115AR3RD06F-04N | 保护膜 AR3 PSA QWP-135° PSA POL PSA 离型膜 | 低反射 : AR<0.5% QWP : 逆色散 POL : Tr~42.5%±1%、PE>99.9% |
| 显示端方案二 | SLP-5115RD06F-Z04N | 保护膜 QWP-135° PSA POL PSA 离型膜 | 外观 : 点状缺陷: $D \leq 0.08\text{mm}, n \leq 3$; 线状缺陷: $L = 1.8\text{mm}, W \leq 0.03\text{mm}, n \leq 3$ |



资料来源：艾邦 VR 产业资讯，三利谱，信达证券研发中心

风险因素

宏观经济下行风险；

VR/AR 发展不及预期。

研究团队简介

莫文字，毕业于美国佛罗里达大学，电子工程硕士，2012-2022 年就职于长江证券研究所，2022 年入职信达证券研发中心，任副所长、电子行业首席分析师。

韩宇杰，电子行业研究员。华中科技大学计算机科学与技术学士、香港中文大学硕士。研究方向为半导体设备、半导体材料、集成电路设计。

郭一江，电子行业研究员。本科兰州大学，研究生就读于北京大学化学专业。2020 年 8 月入职华创证券电子组，后于 2022 年 11 月加入信达证券电子组，研究方向为光学、消费电子、汽车电子等。

机构销售联系

| 区域 | 姓名 | 手机 | 邮箱 |
|----------|-----|-------------|--|
| 全国销售总监 | 韩秋月 | 13911026534 | hanqiuyue@cindasc.com |
| 华北区销售总监 | 陈明真 | 15601850398 | chenmingzhen@cindasc.com |
| 华北区销售副总监 | 阙嘉程 | 18506960410 | quejiacheng@cindasc.com |
| 华北区销售 | 祁丽媛 | 13051504933 | qiliyuan@cindasc.com |
| 华北区销售 | 陆禹舟 | 17687659919 | luyuzhou@cindasc.com |
| 华北区销售 | 魏冲 | 18340820155 | weichong@cindasc.com |
| 华北区销售 | 樊荣 | 15501091225 | fanrong@cindasc.com |
| 华北区销售 | 秘侨 | 18513322185 | miqiao@cindasc.com |
| 华北区销售 | 李佳 | 13552992413 | lijial@cindasc.com |
| 华北区销售 | 张澜夕 | 18810718214 | zhanglanxi@cindasc.com |
| 华东区销售总监 | 杨兴 | 13718803208 | yangxing@cindasc.com |
| 华东区销售副总监 | 吴国 | 15800476582 | wuguo@cindasc.com |
| 华东区销售 | 国鹏程 | 15618358383 | guopengcheng@cindasc.com |
| 华东区销售 | 朱尧 | 18702173656 | zhuyao@cindasc.com |
| 华东区销售 | 戴剑箫 | 13524484975 | daijianxiao@cindasc.com |
| 华东区销售 | 方威 | 18721118359 | fangwei@cindasc.com |
| 华东区销售 | 俞晓 | 18717938223 | yuxiao@cindasc.com |
| 华东区销售 | 李贤哲 | 15026867872 | lixianzhe@cindasc.com |
| 华东区销售 | 孙僮 | 18610826885 | suntong@cindasc.com |
| 华东区销售 | 贾力 | 15957705777 | jiali@cindasc.com |
| 华东区销售 | 石明杰 | 15261855608 | shimingjie@cindasc.com |
| 华东区销售 | 曹亦兴 | 13337798928 | caoyixing@cindasc.com |
| 华南区销售总监 | 王留阳 | 13530830620 | wangliuyang@cindasc.com |
| 华南区销售副总监 | 陈晨 | 15986679987 | chenchen3@cindasc.com |
| 华南区销售副总监 | 王雨霏 | 17727821880 | wangyufei@cindasc.com |
| 华南区销售 | 刘韵 | 13620005606 | liuyun@cindasc.com |
| 华南区销售 | 胡洁颖 | 13794480158 | hujieying@cindasc.com |
| 华南区销售 | 郑庆庆 | 13570594204 | zhengqingqing@cindasc.com |
| 华南区销售 | 刘莹 | 15152283256 | liuying1@cindasc.com |
| 华南区销售 | 蔡静 | 18300030194 | caijing1@cindasc.com |
| 华南区销售 | 聂振坤 | 15521067883 | niezhenkun@cindasc.com |

分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

免责声明

信达证券股份有限公司(以下简称“信达证券”)具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

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、意见及推测仅供参考，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做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

评级说明

| 投资建议的比较标准 | 股票投资评级 | 行业投资评级 |
|---|-----------------------------|-------------------------|
| 本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）； 时间段：报告发布之日起 6 个月内。 | 买入 ：股价相对强于基准 20% 以上； | 看好 ：行业指数超越基准； |
| | 增持 ：股价相对强于基准 5%~20%； | 中性 ：行业指数与基准基本持平； |
| | 持有 ：股价相对基准波动在±5%之间； | 看淡 ：行业指数弱于基准。 |
| | 卖出 ：股价相对弱于基准 5% 以下。 | |

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券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，投资者需自行承担风险。