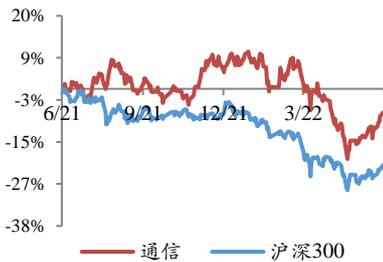


消费级 AR 赛道持续预热，国内厂商有望在光学环节享受可观价值量

行业评级：增持

报告日期：2022-06-07

行业指数与沪深 300 走势比较



分析师：张天

执业证书号：S0010520110002

邮箱：zhangtian@hazq.com

相关报告

1. 数字未来系列一：元宇宙，未来数字绿洲入口已打开 2021-06-04

主要观点：

● AR 发展一波三折，业内期盼苹果发布新品引领消费级 AR 热潮。

苹果 WWDC2022 于 6 月 7 日举行，虽未涉及 AR 产品，但我们认为苹果已在硬件和软件层面为 AR 的发布打下了充分的基础。苹果重视 AR 技术和人才储备，10 年来多次收购布局 AR 技术。AR 设备商业化由谷歌眼镜开启先河，目前微软 HoloLens2 霸榜 2021 年全球 AR 市场。根据 YOLE 预测，全球 AR 出货量将从 2021 年的 103 万提升至 2026 年的 4123 万台，市场规模有望超 200 亿美元，中国是 AR 设备单一最大市场。随着 AR 价格门槛下探，消费级 AR 出货量将在 2025 年超过行业级。

● AR 眼镜拆解：芯片、光学、传感是三大模块。

AR 眼镜主要分为显示、光学模组、传感器和摄像头、CPU、音频和网络连接等模块，我们可将 AR 眼镜拆解为芯片、光学、传感三大部分。芯片是驱动 AR 产品崛起的核心，SoC 主要承担操作系统运行、简单本地渲染和部分网络连接、传感器后端算法，目前主流为高通平台，我们看到 AR 芯片将向独立和定制化趋势发展。AR 传感技术是人机交互的核心，主要配置包括视觉摄像头、红外摄像头、ToF、Lidar 等。AR 眼镜 BOM 成本中，电子器件、光学显示、其他占比分别为 30-40%、30-50%、10-20%。光学显示部分包括微型显示屏幕、耦合镜片处于产业链重要环节。

● 光机和波导多种技术路线并存，LCOS+DOE 有望成为近期消费级主流。

AR 显示屏（光机）重要技术路线为硅基 OLED、激光+MEMS、DLP、LCOS 以及 MicroLED。根据 YOLE 统计，目前 MEMS 占比最高，但 MicroLED 综合性能指标最优异，有望通过技术成熟成为未来主流。AR 成像部分（耦合器）主要实现微型显示器的投影，并要解决扩瞳问题。AR 成像有传统几何光学和光波导技术路线，其中传统几何光学有棱镜、自由空间、Birdbath 等主流方案，虽然色彩还原度高，但 FOV 小、镜片厚重。业内预测基于波导的光学模组将成为 AR 设备的主流，目前波导工艺主要有几何光波导（ROE）、衍射光波导（DOE）、全息光波导（HOE）三种。ROE 色彩还原好、亮度高但制造复杂、良率低；综合性能和成本，我们认为衍射光波导 DOE 将成为消费级 AR 光学主流，我们测算全球衍射光波导镜片市场规模 2023/2027 分别达 2.2 亿、23.1 亿美元。

● 投资建议

苹果有望于 2022 年底或 2023 年发布消费级 AR 眼镜,我们认为 AR 赛道将持续预热,随着各品牌商技术路线逐渐明确,产业链受益标的将逐步清晰。

1) 苹果产业链“按图索骥”。苹果产业链巨大市场空间给产业链每一个环节参与公司创造了成长为大公司的机会。YOLE 预测 2025 年全球 AR 头显出货量突破 2000 万台,保守估计苹果 AR 有望创造 60 亿美金的市场。参考微软 HoloLens 系列产业链经验,在苹果初代产品 AR 产品中,芯片、传感器、显示光机、波导镜片等高价值量环节国产厂商参与度较小,但在整机代工、声学、连接器、结构件、功能件、摄像模组、电池等环节仍具备国际竞争力。

2) 国产品牌崛起带动产业链国产替代。根据 IDC 统计,2021 年中国 AR 品牌在全球前五中占据三席,份额合计 32%。我们认为 AR 世代,中国品牌与发达国家处于同一起跑线上,基于市场规模和工程师红利,全球份额有望达到 50% 以上。随着 AR 市场迅速发展,2025 年国产 AR 品牌对 SoC、光机、波导片的国产化拉动或分别达到 23 亿、39 亿、53 亿元。受益标的方面,几何光波导有灵犀光子、理湃光晶、美誉镜界、谷东科技等;衍射光波导方面有至格科技、鲲游光电、驭光科技、珑璟光电、光粒科技等;光机显示屏幕方面有德利普、慧新辰、芯视元等。

3) 寻找跨界“黑马”:技术和工艺平台复用。SoC 方面,XR 平台与手机 IP 复用率高,我们认为华为、紫光展锐、翱捷科技等未来有望成为主流玩家。视频类 SoC 相关厂商陆续推出 XR 平台套片打开市场,建议关注瑞芯微、全志科技、炬芯科技、晶晨股份。几何光波导方面,消费电子、安防、汽车光学类公司具备切入能力,建议关注精密冷加工和镀膜能力俱佳的公司,受益标的包括舜宇光学、联创电子、永新光学、蓝特光学、中光学等。衍射波导方面,激光光学元件类公司具有部分工艺可复制性,建议关注炬光科技、腾景科技、歌尔股份。

● 风险提示

苹果 AR/MR 新品发布持续延迟,消费级 AR 产品价格过高影响普及,AR 爆款应用缺乏导致推广缓慢,产业链成本居高不下。

正文目录

| | |
|---|----|
| 1 AR 发展一波三折，业内期盼苹果发布新品引领消费级 AR 热潮..... | 5 |
| 2 AR 眼镜拆解：芯片、光学、传感三大模块 | 10 |
| 3 光机和波导多种技术路线并存，LCOS+DOE 有望成为近期消费级主流..... | 14 |
| 4 投资建议 | 22 |
| 风险提示 | 25 |

图表目录

| | |
|--|----|
| 图表 1 苹果 M2 芯片较 M1 性能又有显著提升 | 5 |
| 图表 2 新发布的 MACOS 支持互通相机并更强调多终端协作能力 | 6 |
| 图表 3 苹果 10 年来通过收购方式持续布局 AR 技术 | 6 |
| 图表 4 苹果公布的 AR 智能眼镜可塑性镜框专利 | 7 |
| 图表 5 苹果公布的 AR 眼镜镜片光学设计部分专利 | 7 |
| 图表 6 2018 年以来已有近 20 款 AR 眼镜产品发布 | 8 |
| 图表 7 AR 设备 2021 年市场格局 | 8 |
| 图表 8 IDC 对中国 AR 出货量的预测 | 8 |
| 图表 9 YOLE 对全球 AR 出货量（百万）的预测 | 8 |
| 图表 10 2026 年各价位消费级 AR 设备出货量预测 | 9 |
| 图表 11 AR 行业级应用目前主要在制造业、医疗、教育和物流，消费级应用主要基于实时显示和智能指引 | 9 |
| 图表 12 AR 眼镜主要部件 | 10 |
| 图表 13 微软 HOLOLENS2 爆炸图 | 11 |
| 图表 14 高通 XR2 芯片产品生态 | 11 |
| 图表 15 目前主流 AR 眼镜芯片方案 | 12 |
| 图表 16 ROKID AR 芯片方案 | 12 |
| 图表 17 HOLOLENS 传感器模块拆解图 | 12 |
| 图表 18 3D 传感三大解决方案 | 13 |
| 图表 19 AR 设备 BOM 成本拆解 | 13 |
| 图表 20 AR 设备成本降低方法 | 13 |
| 图表 21 AR 显示屏将在 2027 年达到 70 亿美金 | 14 |
| 图表 22 YOLE 预测 2027 年 MICROLED 将成为 AR 显示屏最主流方案 | 14 |
| 图表 23 AR 眼镜核心显示屏技术路径和优缺点 | 15 |
| 图表 24 AR 成像波导方案原理图 | 16 |
| 图表 25 AR 眼镜光学成像的各种技术路线 | 16 |
| 图表 26 三种不同波导技术路线的波导形状和成像原理 | 17 |
| 图表 27 AR 光波导技术路线对比 | 18 |
| 图表 28 单层光波导引发彩虹效应，多层光波导提高了出射光颜色均匀性 | 18 |
| 图表 29 YOLE 预测全球 AR 衍射光波导晶圆市场 2027 年突破 17 亿美元 | 19 |
| 图表 30 采用半导体技术制作 DOE 表面浮雕光栅模具或小批量制备工艺流程 | 20 |
| 图表 31 采用纳米压印技术大规模生产 DOE 表面浮雕光栅镜片 | 20 |
| 图表 32 制作几何阵列光波导需要复杂的镜片阵列键合和镀膜工艺 | 20 |
| 图表 33 卷对卷体全息波导 HOE 制备工艺 | 20 |
| 图表 34 光学成像系统显示屏和光学元件的组合性能比较 | 21 |
| 图表 35 主流 AR 眼镜使用的光学显示技术 | 21 |
| 图表 36 苹果产业链部分上市公司整理 | 22 |
| 图表 37 2021 年全球前五 AR 眼镜出货量中国品牌占据三席 | 23 |
| 图表 38 影创科技发布的消费级 MR 主打产品：鸿鹄 | 23 |
| 图表 39 国产 AR 眼镜高价值量环节主要布局厂商 | 24 |

1 AR 发展一波三折，业内期盼苹果发布新品引领消费级 AR 热潮

苹果 WWDC2022 召开，虽未涉及 AR 产品，但技术和生态布局具有充分基础。苹果 WWDC22 大会于北京时间 6 月 7 日凌晨 1 点举行，此次发布会主要带来了 iOS、iPadOS、watchOS 和 macOS 四大系统更新，并发布了采用 M2 芯片的最新 MacBook 系列。虽然 AR 新品并未“如期而至”，我们认为苹果已在硬件和软件层面为 AR 的发布打下了坚实基础。

硬件方面，M2 的推出意味着苹果在低功耗 Arm 芯片的设计上又一次得到突破。凭借业内领先的单位功耗性能表现，M2 将给 Macbook 带来媲美独立显卡+标压高性能 CPU 的 x86 笔电使用体验。独立 AR 眼镜需要较强的多传感器融合计算、本地 AI 推理以及 GPU 轻渲染能力，对于能耗比要求极高，苹果在 M 系列的 IP 积累或给业内对于苹果自研 AR SoC 的更高期待。

图表 1 苹果 M2 芯片较 M1 性能又有显著提升



资料来源：苹果 WWDC22 Keynote，华安证券研究所

软件方面，苹果更加强调终端协作，可以实现视频实时文字提取。与鸿蒙 OS 的理念类似，苹果此次多 OS 更新格外强调多终端协作能力，例如 iPhone 可直接充当 Mac 的摄像头、大小屏“一键共享”等，协作功能的丰富或给 AR 作业辅助、远程协作功能打开想象空间。LiveText 是苹果在之前操作系统更新中带来的实况文本功能，苹果此次带来了视频提取功能，用户只需暂停任何包含文字的画面，就能进行拷贝、翻译、查询、共享等操作。此外凭借芯片强大的 AI 能力，苹果的“抠图”能力更加强，能实现照片的主体实时复制、背景更换。我们认为，视频文字实时提取和主体识别能力将在 AR 眼镜的使用场景中发挥重要作用。

图表 2 新发布的 MacOS 支持互通相机并更强调多终端协作能力



资料来源：苹果 WWDC22 Keynote，华安证券研究所

苹果重视 AR 技术储备和人才储备，技术实力雄厚，拥有全球最大的 AR 开发平台。自 2010 年以来，苹果已收购十余家 AR 领域公司，包括 AR 内容生态、软件平台开发和 AR 镜片领域。通过数十载的平台布局和技术融合，苹果为 AR 设备商业化落地奠定坚实基础。2017 年，苹果于 WWDC17 推出 AR 开发平台 ARKit，基于庞大的用户体量成为全球最大的 AR 开发平台。

图表 3 苹果 10 年来通过收购方式持续布局 AR 技术

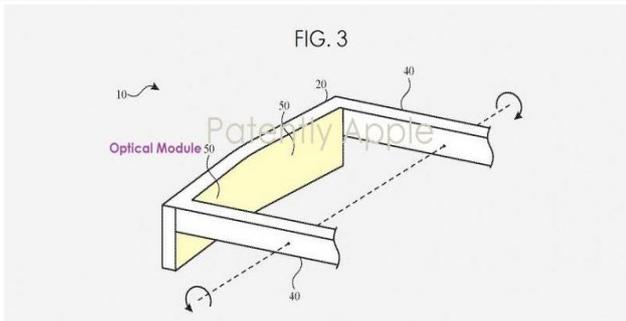
| 企业 | 收购时间 | 国家 | 主要业务/获得技术 |
|--------------------------|---------|-----|--|
| Polar Rose | 2010.09 | 瑞典 | 将人脸识别和现实增强技术整合进 Aperture、iPhoto 和 Face ID 中 |
| WifiSLAM | 2013.03 | 美国 | 通过 Wi-Fi 信号定位出用户在建筑内部的位置 |
| PrimeSense | 2013.11 | 以色列 | 微软第一代体感游戏机 Kinect 使用了 PrimeSense 的 3D 传感器 |
| LuxVue Technology | 2014.05 | 美国 | 消费级别低功耗 Micro LED 显示技术 |
| Metaio | 2015.03 | 德国 | 为多种平台提供增强现实 SDK，是苹果 ARKit 的前身技术 |
| FaceShift | 2015.09 | 瑞士 | 面部实时动作捕捉技术，该技术被整合到苹果 Animoji 功能中 |
| Flyby Media | 2016.01 | 美国 | 开发的 V-Fusion 技术可被应用于如室内导航、无人汽车、头戴设备等多个领域 |
| Emotient | 2016.01 | 美国 | 利用人工智能技术对人类面部表情进行分析，解读其情绪 |
| SensoMotoric Instruments | 2017.06 | 德国 | 机器视觉，眼球追踪系统和设备，曾为 Oculus Rift 等虚拟现实头戴设备开发了眼动跟踪技术 |
| Regained | 2017.10 | 法国 | 收购后其技术后被应用到苹果手机的面部识别或是动态表情符功能中 |
| InVisage Technologies | 2017.11 | 美国 | 公司开发的图像传感器更容易捕捉光线，缩小相机厚度提高成像水平 |
| Akonia | 2018.08 | 美国 | 主要方向是体全息光波导镜片 |

| | | | |
|----------|---------|----|--|
| Spektral | 2018.10 | 丹麦 | Spektral 的技术能以智能的方式在照片和视频中将人和物体从原始背景中分离出来，生成 AR 视频 |
| IKinema | 2019.10 | 英国 | IKinema 的动作捕捉技术已经被微软、迪斯尼、福克斯和腾讯等客户使用 |
| NextVR | 2020.05 | 美国 | NextVR 拥有从拍摄、压缩、传输和内容显示等 40 多项 VR 专利技术，专注于为 VR 提供实时内容，比如体育和演唱会 |
| Spaces | 2020.08 | 美国 | 曾经为 Zoom 提供 VR 套件，使得 Zoom 用户可以通过虚拟人物形象和可交互的虚拟白板来进行项目汇报、讲座或其他工作 |

资料来源：智东西，techsugar，华安证券研究所

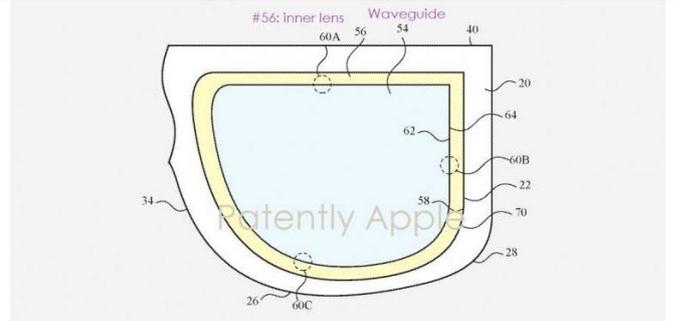
苹果 AR 镜框的特殊设计和光学结构设计布局将显著提升用户体验。根据 USPTO 在 5 月公布的苹果 AR 智能眼镜专利，苹果正在研发头戴设备的可塑性镜框和轻量化的光学结构布局。这些专利通过轻量化设计、采用具有弹性且高耐用性的材质，使得在有光波导模组的 AR 眼镜中，镜腿的弯曲形变不会影响在光学模组，在保证光学模组安全稳定性的同时，提升用户长时间佩戴的舒适度，对传统保护壳方案形成良好代替。

图表 4 苹果公布的 AR 智能眼镜可塑性镜框专利



资料来源：USPTO，华安证券研究所

图表 5 苹果公布的 AR 眼镜镜片光学设计部分专利

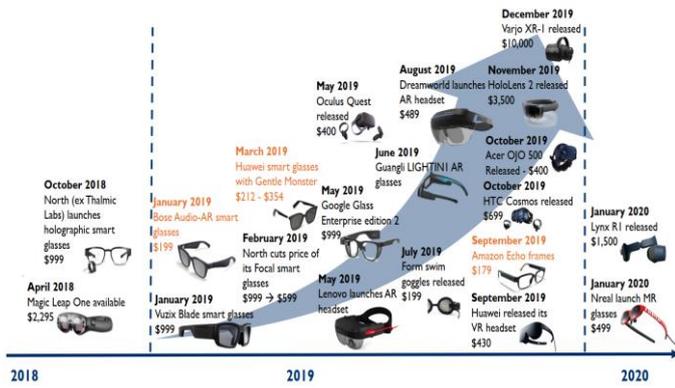


资料来源：USPTO，华安证券研究所

AR 设备商业化历经 10 载，由谷歌于 2012 年率先投入市场，目前微软 HoloLens 系列是主流，定位企业级市场。谷歌于 2012 年发布拓展现实眼镜，将智能手机信息投射到用户眼前进行直接通信，但眼镜价格高昂，同时续航时间短、发热严重，后续在市场逐步下线。2015 年现象级 AR 手游《Pokemon GO》的推出再次引发市场对 AR 设备的关注，同年微软 HoloLens 一代发布。HoloLens 技术基础坚实，客户群体定位精准，其开发团队与 Xbox 游戏机体感控制器 Kinect 原班人马，设计之初即定位生产力工具，主要针对专业用途和企业用户，上市后在行业级市场占有率第一。

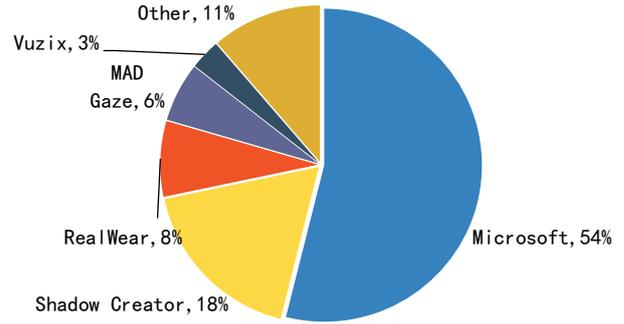
微软 HoloLens2 系列霸榜全球 2021 年全球 AR 市场。根据 IDC 的统计数据，2021 年全球 AR 设备出货量达 28 万，同比 2020 年下降 3.2%，市场规模则从 2020 年的 4.99 亿美金提升至 5.62 亿美金。得益于 HoloLens2 系列 MR 头盔在工业、军事、培训等企业级场景的先进体验和完备的开发生态，微软 2021 年 AR 产品收入超过 3 亿美金，市场占比 54%，同比增长 31%。影创科技 (Shadow Creator) 则是中国市场的领导者，2021 年出货近 1 亿美金，市场份额 18%，同比增长近 70%。

图表 6 2018 年以来已有近 20 款 AR 眼镜产品发布



资料来源: Yole, 华安证券研究所

图表 7 AR 设备 2021 年市场格局

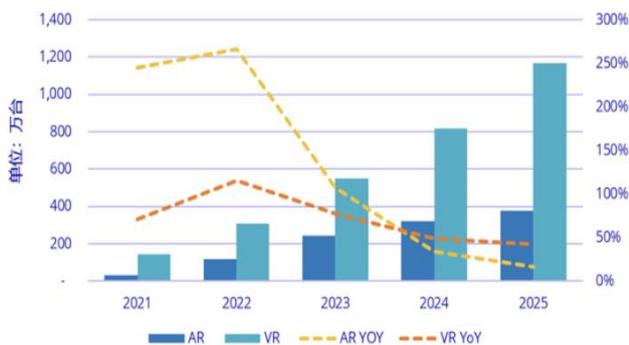


资料来源: IDC, 华安证券研究所

AR 市场想象空间大, 元宇宙相关设计应用的丰富将推动硬件发展。根据 YOLE 预测, 全球 AR 设备出货量将从 2021 年的 103 万台提升至 2026 年的 4123 万台, CAGR 109%, 市场规模有望超过 200 亿美元。中国是 AR 设备单一最大市场, IDC 预测到 2025 年, 中国 AR 设备出货量将达到近 400 万台, 可能是全球单一最大市场。随着元宇宙相关概念的普及, XR 设备成为连接元宇宙设备的最重要显示和交互设备, Meta、微软在硬件和内容端均相继发力不断研发新品, 而苹果的入局或预示着行业增速的加快。

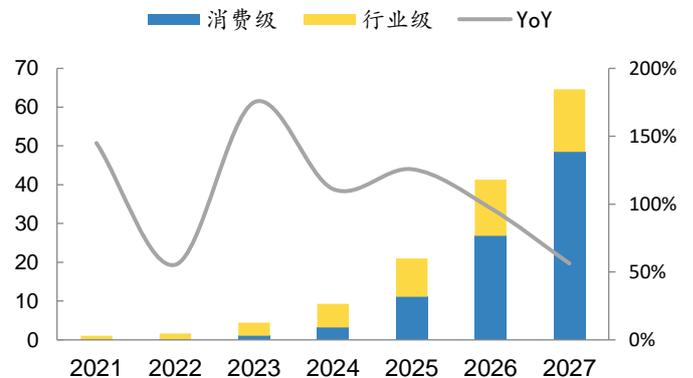
随着 AR 价格门槛的降低, 消费级 AR 出货量将超过行业级产品。早期消费级 AR 设备头显价格高昂, 无法下沉到大规模的消费级市场 (初代谷歌眼镜功能有限但价格高达 1500 美金; Magic Leap 的独立一体机高达 3000 美金; 微软 HoloLens2 官网指导价高达 27400 元)。但随着产品代际的更迭和重要零部件的成本下降, AR 头显平均售价将逐步下降。根据 Strategic Analytics 的预测, 未来消费级 AR 零售平均单价将从 2020 年的 800 美金下降至 2026 年的 500 美金以下, 低于 500 美金的入门级头显将成为市场主流设备, 其次是 500 至 1000 美金档次。

图表 8 IDC 对中国 AR 出货量的预测



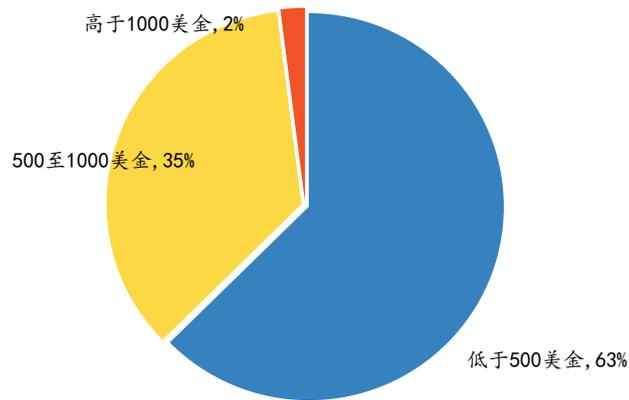
资料来源: IDC, 华安证券研究所

图表 9 YOLE 对全球 AR 出货量 (百万) 的预测



资料来源: YOLE, 华安证券研究所

图表 10 2026 年各价位消费级 AR 设备出货量预测



资料来源：Strategic Analytics，华安证券研究所

AR 应用场景不断丰富，目前作业辅助、产品质检、远程协作为行业级主要应用，消费级应用正逐渐丰富。在企业级应用方面，员工可借由 AR 眼镜完成从简单的仓库分拣到复杂 AR 辅助手术。例如，全球最大的物流公司 DHL 已将 AR 眼镜列为仓储作业标配，利用谷歌眼镜将仓库分拣准确性和生产效率提升 15%；知名电梯厂商蒂森克虏伯向微软订购了 2.4 万台 HoloLens 利用专家视频通话为现场技术人员提供维修流程远程指导，将以往 2 小时解决的问题缩短为 20 分钟。消费级应用中，典型的使用场景主要基于 AR 眼镜实时信息显示、智能指引和第一视角摄录功能，这些功能将与传统移动端游戏、旅游、运动、影视等 app 结合开发出一系列 AR 端特色应用。由于社交软件的 AR 滤镜和 AR 游戏等已在智能手机上流行多时，我们认为社交类、教育类、零售类、导航类、旅游类和运动健康类应用较容易获得消费者青睐。

图表 11 AR 行业级应用目前主要在制造业、医疗、教育和物流，消费级应用主要基于实时显示和智能指引

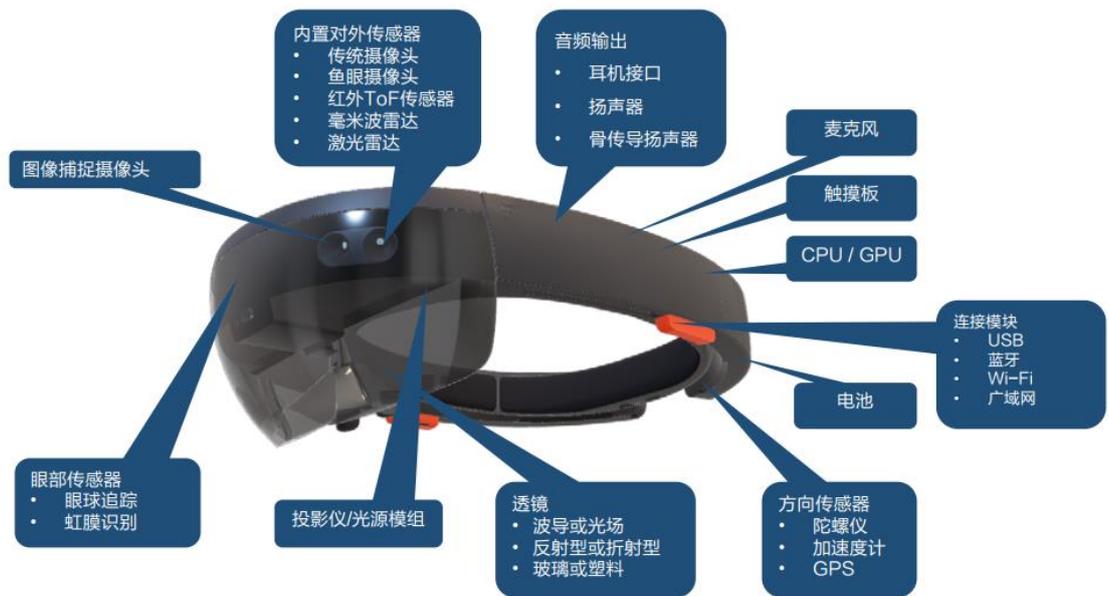


资料来源：YOLE，华安证券研究所

2 AR 眼镜拆解：芯片、光学、传感三大模块

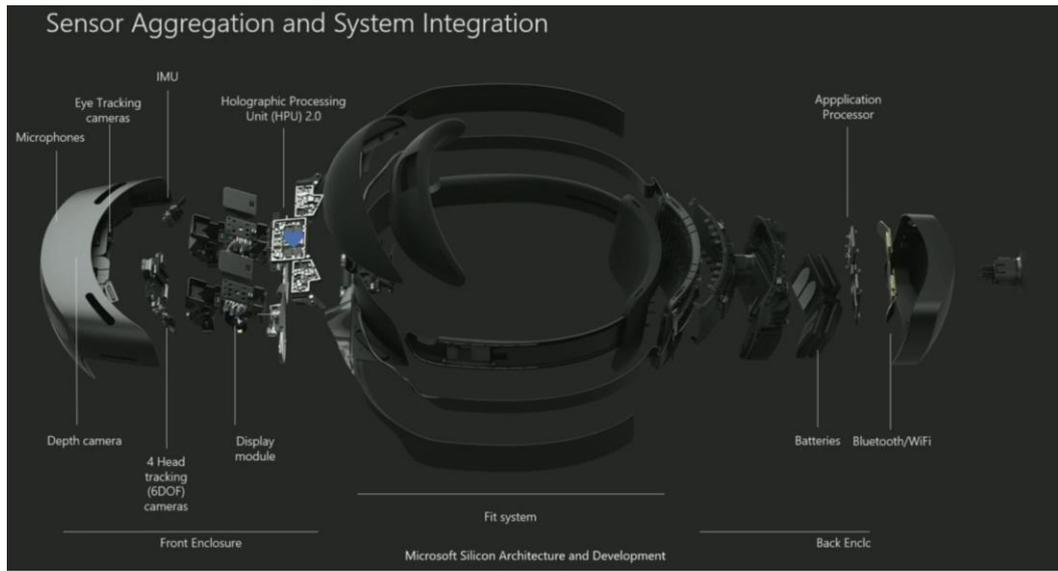
AR 眼镜主要分为显示、光学模组、传感器和摄像头、CPU 计算处理中心、音频和网络连接等主要模块。我们根据功能模块的不同类型，可将 AR 眼镜拆解为计算、光学、传感三大功能模块。计算芯片主要为 SoC，提供 AR 的输入、虚实融合到输出的算力支持，支持机器视觉和交互技术，主流的操作系統主要由苹果、微软和谷歌提供，计算芯片的持续迭代提供了 AR 眼镜更加轻量化、低功耗的可能。此外，连接模块主流是 WiFi 和蓝牙技术，支撑局域网内远程协作，未来有望支持低功耗的广域连接从而推动一体式 AR 眼镜室外普及。AR 设备光学系统由光感元件组成，其中包括透镜和微型显示屏（光机），透镜目前以光波导为主流技术方案，光机方面 Micro LED 因为性能优异，未来有望成为主流。传感方面，多个摄像头分别承担基于跟踪定位功能（SLAM）的图像采集、交互手势识别和日常拍摄功能，而非光学传感器陀螺仪、加速度计和 GPS，帮助使用者进行姿态定位。

图表 12 AR 眼镜主要部件



资料来源：华为《AR 洞察与应用实践白皮书》，华安证券研究所

图表 13 微软 HoloLens2 爆炸图



资料来源：微软，华安证券研究所

芯片是 AR/VR 产品崛起的核心元器件，高通目前是 SoC 主流供应商。AR 设备中，SoC 主要承担操作系统运行、简单本地渲染以及部分网络连接和传感器后端算法功能。XR SoC 与手机功能设计类似，但不同的是需要支持 XR 开发 SDK 并且更看重低功耗。目前 HoloLens 2 采用高通骁龙 850 芯片作为处理中枢，市占率第二的影创科技采用骁龙 835 芯片。凭借着在手机领域的绝对领先份额和骁龙 XR 系列的成功，高通有望延续在 AR 领域的霸主地位。今年 5 月，高通推出下一代骁龙 XR2 SoC AR 参考设计方案。XR2 芯片首发于 Meta Quest2，之后广泛应用于 VR 一体机中，其配备的 FastConnect 6800 支持 WiFi6 连接，但目前仅支持与手机搭配进行分离式渲染的工作模式。我们认为出于便携性续航要求，AR 眼镜或较难本地进行复杂的渲染任务，云端协同算力分配将会是未来产品设计的重要方式。国内企业方面，紫光展锐 T770 芯片在影目科技 INMO X 实现应用。但与 XR2 相比在工艺制程、视频与显示能力、图形渲染、人工智能等方面存在较大差距。

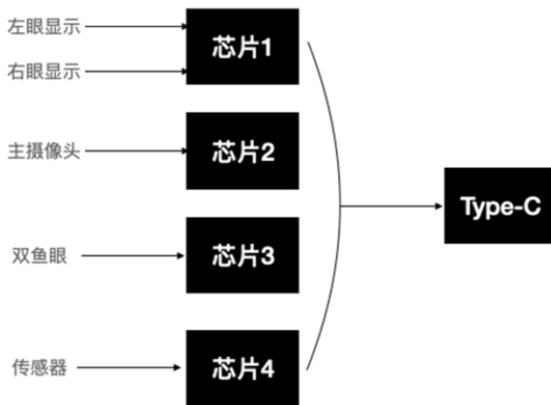
图表 14 高通 XR2 芯片产品生态



资料来源：高通，华安证券研究所

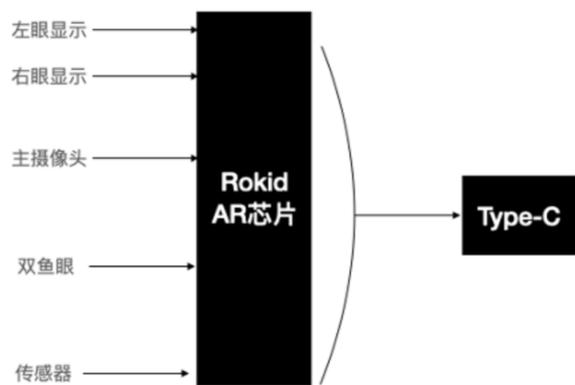
AR 芯片将向独立和定制化趋势发展，IP 厂商发挥重要作用。微软 HoloLens2 在多传感器融合和手势识别方面采用了一颗叫做 HPU 的定制芯片，这颗芯片采用台积电 28nm 制程，共有 13 个计算单元，采用 ASIC 低延迟处理手部定位、6DoF 定位、眼球追踪、表面重建、空间 Mapping、环境识别等交互功能。除定制专用芯片外，厂商独立研发也成为了目前一大趋势。除苹果、亚马逊和 Meta 等国际巨头外，国内小米、OPPO 等终端厂商也相继投入 AR 芯片的开发。而 IP 厂商通过授权模式帮助自研芯片厂商缩短芯片开发时间、降低开发风险。例如芯原股份今年 1 月表示，正与互联网企业合作，定制一颗包含芯源核心 IP 的 AR 芯片；安谋科技表示正与 Rokid 合作研发 AR 专用高集成度、小封装、高性能的异构设计方案。

图表 15 目前主流 AR 眼镜芯片方案



资料来源：Rokid，华安证券研究所

图表 16 Rokid AR 芯片方案



资料来源：Rokid，华安证券研究所

AR 传感技术是人机交互的核心，视觉传感和 SLAM 算法仍然是主流配置。摄像头目前仍是 AR 眼镜获取周围环境信息的主要传感器，随着三维体感交互技术发展，TOF (time of flight) 和 LiDar 逐步成为 AR 眼镜的标配。以微软 HoloLens 2 为例，头部跟踪部分由 4 个可见光相机组成，眼动跟踪部分包括 2 个红外 (IR) 相机，而一个 RGB 摄像头和 ToF 深度传感器用于 SLAM 算法实时建立环境模型。

图表 17 HoloLens 传感器模块拆解图



资料来源：微软，华安证券研究所

国内厂商在 AR 传感核心硬件和软件领域持续发力。3D 传感结构光领域中，奥比中光拥有结构光 3D 模组 Astra P，具有较高的分辨率和良好的低光性能，技术成熟，模组体积小，可用于游戏体感交互、工业机器人视觉检测和手机前置摄像头；VCSEL 作为 3D 消费级传感主要光源，国产替代进展迅速，长光华芯正在推动消费级 VCSEL 芯片量产，炬光科技推出可用于 DMS 等视觉传感的 VCSEL 模组。在软件算法端，SLAM 主要用于图像采集和环境建模，国内上市公司海康威视，四维图新等具备相关算法的开发和应用能力。

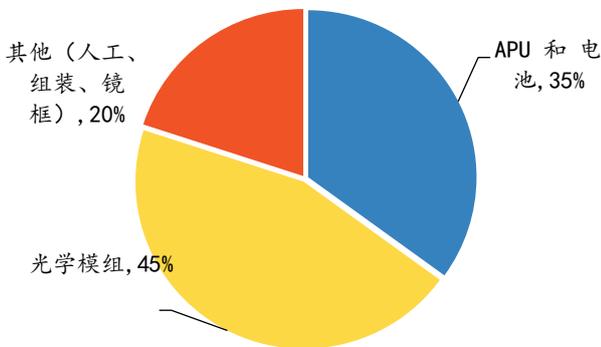
图表 18 3D 传感三大解决方案

| 解决方案 | 优点 | 缺点 | 应用领域 | 案例 | 代表厂商 |
|------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| 结构光 | 技术成熟、模组体积小，平面信息分辨高、功耗低 | 技术复杂、产品成本高、容易受光照影响，识别距离近 | 游戏体感交互、工业机器人视觉检测、电子产品前置摄像头 | Kinect 一代、iPhone X | Intel、Google、苹果、Mantis、Himax、奥比中光 |
| TOF | 抗干扰好，识别距离远，每个点都有深度信息 | 深度信息分辨率低，功耗较大 | 医疗检测、机器人视觉、电子产品后置摄像头、体感交互 | HoloLens | 微软，Google、英飞凌、TI、意法、舜宇光学、海康威视 |
| 双目成像 | 3D 成像分辨率最高、精度最高、识别距离远 | 技术不成熟，软件算法复杂、暗环境表现差 | 自动驾驶 | Leap Motion One | 微软、凌云光技术、纵目科技 |

资料来源：银牛微电子，新机器视觉，华安证券研究所

AR 眼镜 BOM 成本主要由电子器件、光学显示模组和镜框等三部分组成。根据 Yole 的数据统计，光学模组（包括光机和镜片）是 AR 眼镜 BOM 里最核心组成部分，占总成本的 30-50%，电子器件和电池成本占总成本的 30-40%，其他镜框和人力组装成本占到 10-20%。目前，降低成本的手段主要通过降低光学模组的配置实现，但会显著降低用户体验，而采用分体式方案虽然能降低芯片成本但造成使用者移动不便。因此消费级入门产品的规模普及仍需要芯片的设计升级和光学模组在量产成本的下降。

图表 19 AR 设备 BOM 成本拆解



资料来源：Yole，华安证券研究所

图表 20 AR 设备成本降低方法

| 系统 | 子系统 | 如何节约成本 | 导致的影响 |
|------|------------|---------------|-------|
| 光学模组 | 显示引擎 | 单色 低分辨率 更少的层数 | 性能较差 |
| | 光学器件 | 更多的基本光学单元 | 性能较差 |
| 电子 | APU 处理器、电池 | 和手机连接，和外部单元连接 | 影响舒适度 |

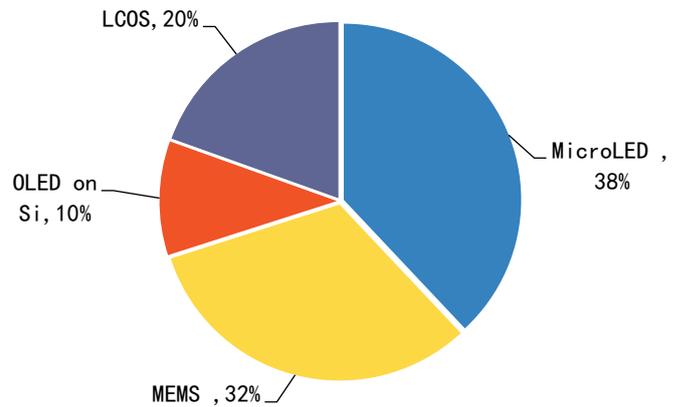
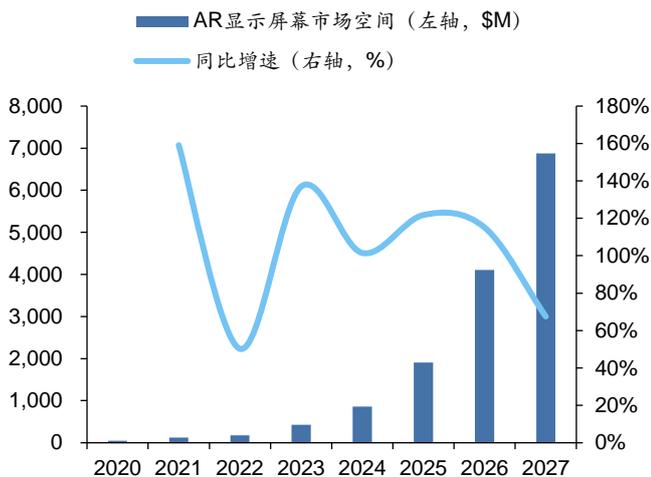
资料来源：Yole，华安证券研究所

3 光机和波导多种技术路线并存，LCOS+DOE 有望成为近期消费级主流

AR 光机多种技术路线并存，MEMS 目前占比最大，MicroLED 将迅速提升。AR 光机显示技术路径主要分为自发光的 MicroLED、硅基 OLED (OLED on Si)、激光+MEMS 微镜以及反射式液晶显示 LCOS。根据 Yole 的预测和统计，全球 AR 显示光机市场将由 2021 年的 1.2 亿美元快速增长至 2027 年 68 亿美元。由于市场份额第一的品牌微软 HoloLens2 系列采用激光+MEMS 显示技术，MEMS 显示模组 2021 年的市场份额高达 38%，并在未来几年保持 90% 增速。LCOS 方案增速更快，2021 年市场份额为 10%，未来几年达到 119% 增速。2022 年是 Micro LED 的出货元年，凭借优异的性能，预计到 2027 年成为微型屏幕显示第一大技术路径，市场规模达 26 亿美元，占比近 40%。

图表 21 AR 显示屏幕将在 2027 年达到 70 亿美金

图表 22 YOYLE 预测 2027 年 MicroLED 将成为 AR 显示屏最主流方案



资料来源：Yole，华安证券研究所

资料来源：Yole，华安证券研究所

MicroLED 是未来微显示屏主流技术路径，优势明显。从用户体验角度上，光机显示需要考虑的技术指标主要有像素密度、亮度、对比度、光谱纯度；从量产和设计角度上需要重视的则是尺寸和成熟度。综合考虑各项指标，业内商业化已成熟的几项技术中，MEMS、LCOS 综合评价较高。

其中 MEMS 对于微振镜、激光器等芯片要求较高，但主要专利和技术掌握在 TI、英飞凌、Colorchip 等公司手中，除了微软外，参与研发的公司还有德国 OQmented、国内英唐科技等。目前 LCOS 已具备较高的商业成熟度，除了 AR 光机外，也广泛应用于车载 HUD、光通讯、光计算等新兴领域。全球范围内，索尼目前是 LCOS 技术最主流的供应商，其次有台湾的 himax、Liteon 等，国内的芯视元、韦尔股份旗下豪威科技也有布局。

MicroLED 具有像素密度高、高对比度、高亮度等优势，非常适合作为小尺寸的 AR 光机。但目前 MicroLED 还存在磊晶技术瓶颈、LED 晶粒的巨量转移良率、封装测试成本等量产困难，仍未实现在面板显示领域的规模商用。国内三安光电通过定增重点布局 MicroLED 芯片产能；京东方等主要面板厂商也在加紧研发 MicroLED 技术；JBD 主要研发用于 AR/VR HUD 近眼显示的 MicroLED 微显示面板。

虽然硅基 OLED 具有亮度低、光谱纯度低等主要缺点，但主要优势为尺寸小、对比度高，如果用于 VR/AR 一体机（MR 设备），对于亮度要求可能降低，因此从时间表上也会成为部分主流厂商在近期推出新品时会考虑的技术。根据韩国 ET News 报道，苹果正与台积电合作研发“先进的”硅基 OLED 显示屏，有望应用在近期将推出的混合显示设备上。

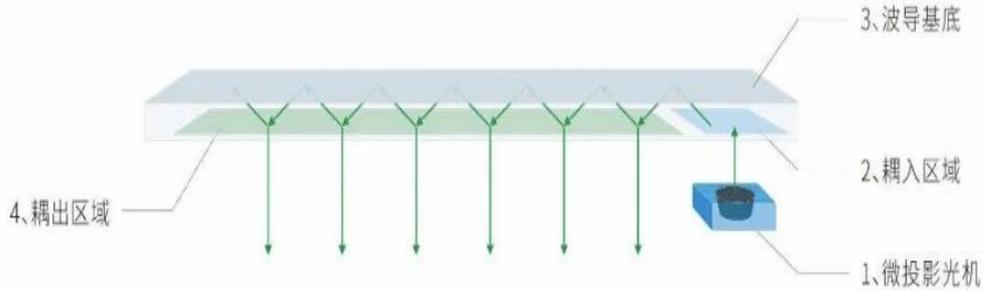
图表 23 AR 眼镜核心显示屏技术路径和优缺点

| | 硅基 OLED | MEMS 扫描 | 反射式液晶显示 LCOS | 数字微镜整列 DLP | MicroLED |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 像素密度 | 中等 < 6 μ m | 中等 N/A | 中等 < 6 μ m | 中等 < 6 μ m | 高 < 3 μ m |
| 亮度 | 低 <10000 nits | 中等 >10000 nits | 中等 >10000 nits | 中等 >10000 nits | 高 >100000 nits |
| 光谱纯度 | 低 (OLED 材料) | 高 (激光源) | 高 (LED/激光源) | 高 (LED/激光源) | 高 (LED) |
| 对比度 | 高 (纯黑) | 中等 | 低 (漏损) | 中等 | 高 |
| 效率 | 高 | 高 | 低 | 中等 | 高 |
| 显示屏尺寸 | 尺寸小 (自发光) | 中等 (投影) | 中等 (投影) | 中等 (投影) | 尺寸小 (自发光) |
| 成熟度 | 中等 (已量产) | 低 (新产品) | 高 (成熟度高) | 高 (成熟度高) | 低 (未量产) |
| 代表性公司 | 索尼、奥雷德、视涯 | 意法、英飞凌 | 索尼、韦尔股份 (豪威) | 德州仪器 | 三安光电、三星 |

资料来源：Yole，华安证券研究所

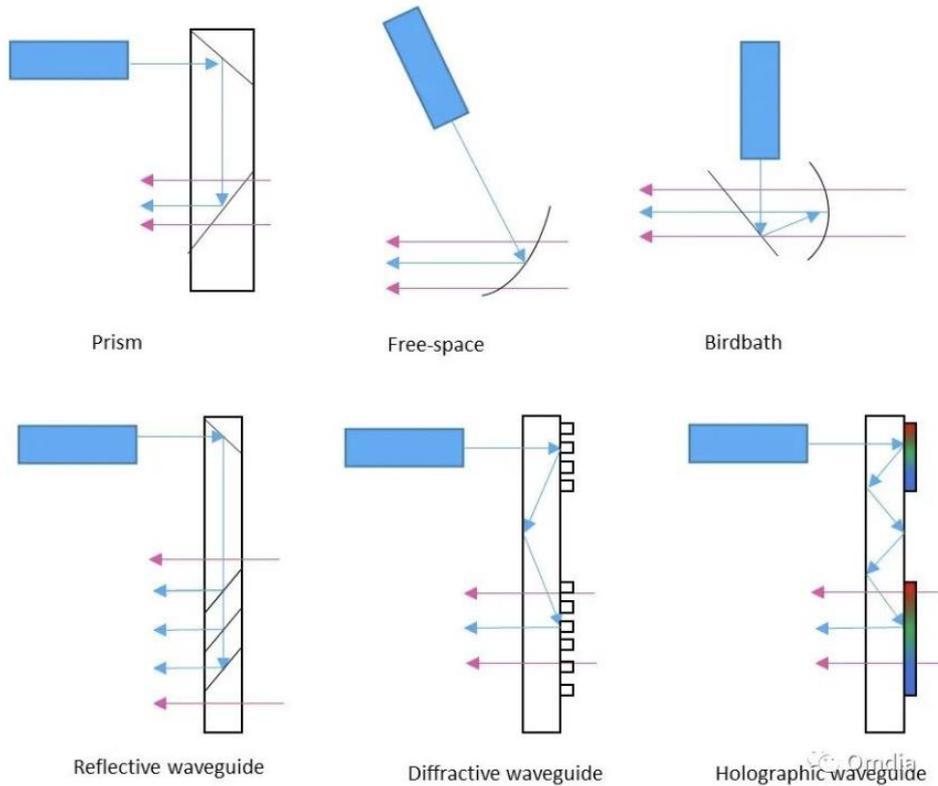
光波导方案在清晰度、视场角、体积和光线穿透性方面具有优势，是 AR 眼镜中最佳的光学实现路径。AR 成像由显示模组投射图像，通过耦合光学元件进入镜片中。在成像原理上，又分为传统几何光学和光波导技术路线。其中传统光学主要基于光学反射和折射，有棱镜、自由空间、Birdbath 等几种主流方案，虽然色彩还原度高，但视场角较小、镜片相对厚重。基于波导技术的 AR 眼镜，由显示模组、波导和耦合器三部分组成。其原理是耦入区域将微投影光机的光束耦入到波导片中，使得光束满足在波导片中全反射传播的条件，耦出区域用于将全反射传播的光束耦出波导片并传到人眼。基于综合性能和规模量产优势，业内普遍认为未来 AR 眼镜中光波导技术将成为主流。Yole 预测，波导技术在 AR 设备中的渗透率将从 2021 年的 38% 逐步提升至 2027 年 99%。

图表 24 AR 成像波导方案原理图



资料来源：VR 陀螺，华安证券研究所

图表 25 AR 眼镜光学成像的各种技术路线

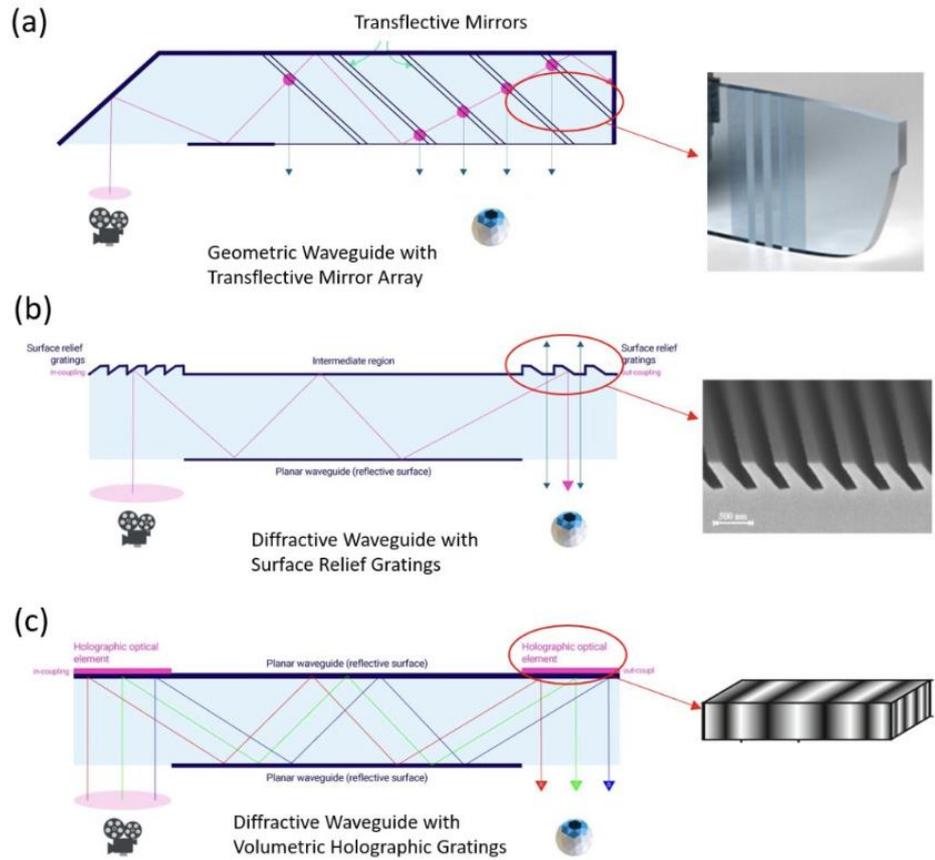


资料来源：Omdia，华安证券研究所

根据制造工艺，光波导技术分为几何光波导（ROE）、衍射光波导（DOE）和全息光波导（HOE）三种。几何光波导（又叫阵列光波导）通过阵列反射镜堆叠实现图像的输出和动眼框的扩大（俗称“扩瞳”），这种技术使用传统几何光学耦合光线，色彩还原度、亮度等极佳。但由于基于几何波导传播的光通常是偏振的，导致镜面镀膜层数繁多，镜面阵列的胶合和波导切割对一致性要求也很高。ROE 代表光学公司是以色列的 Lumus，国内的灵犀光子、Optivent 等。

衍射光波导中，传统的光学结构被平面的衍射光栅(Diffractive Grating)取代。根据衍射光栅的制作工艺，又分为表面浮雕光栅衍射波导(DOE)和全息光栅衍射波导(HOE)。表面浮雕光栅波导制作难度较高，但得益于光通信行业中技术积累(例如AWG在石英晶圆上的波导光刻工艺)，技术已较为成熟，设计难度主要在微纳米衍射光栅的物理光学仿真设计。目前微软的HoloLens1&2、Magic Leap等行业级明星产品都采用了DOE波导技术。全息光栅衍射波导制作工艺更为高效(不需要模具)，利用激光双束干涉在材料内部曝光形成“明暗干涉条纹”，但制造参数需要经过大量实验获得，无法通过光学分析反推，所以研发难度较大，采用HOE技术路线的主要有Digilens、Akonia以及国内的三极光电、光粒科技等。

图表 26 三种不同波导技术路线的波导形状和成像原理



资料来源：VR 陀螺，华安证券研究所

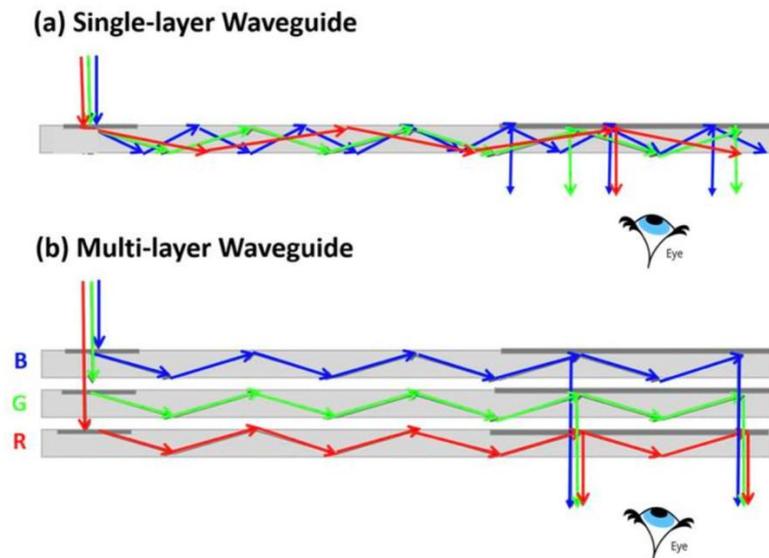
图表 27 AR 光波导技术路线对比

| 光波导种类 | 几何光波导 | 衍射光波导 (DOE) | 全息光波导 (HOE) |
|----------|------------------------------|--|-------------------------------------|
| 代表性厂商 | Lumus、Lingxi、Lochn, Optivent | Microsoft、Vuzix、Magic Leap、Waveoptics、Dispelex | Digilens、Sony、Akonia (被苹果收购) |
| 光学元件材料组成 | 半透反射镜阵列：玻璃或带薄膜涂层的塑料 | 表面浮雕光栅 (SRG)：高折射率聚合物 | 体积全息光栅 (VHG) 或全息光学元件 (HOE)：液晶，光敏聚合物 |
| 优势 | 出色的图像质量，无色散 | 2D 瞳孔扩大，量产验证 | 2D 瞳孔扩大，量产可能更划算 |
| 劣势 | 一维瞳孔扩大，制造工艺步骤复杂 | 色散，更高的设计壁垒 | 色散、雾度、低效率和视场角 |

资料来源：Rokid，华安证券研究所

衍射光波导技术通过明星级产品量产证明可行性，缺陷主要为色散，可以通过多层光波导等方式解决。衍射光波导技术已通过 HoloLens 一代和二代、Magic Leap One 等多家明星产品证明消费级产品大规模量产可能性。由于不同波长的光衍射角度不同，衍射光波导最大的劣势是“色散”，也就是说使用者在观看时会出现彩虹效应。为了改善色散问题，可以将红绿蓝三色分别耦合到三层波导里面，每一层衍射光栅都只针对某一个颜色优化，也可以通过采用色谱更纯的光源减轻（如 HoloLens2）。但多层波导制作无疑增加了成本，如何使用一层光栅作用于 RGB 三色并实现 FOV 优化是业内主要挑战。

图表 28 单层光波导引发彩虹效应，多层光波导提高了出射光颜色均匀性

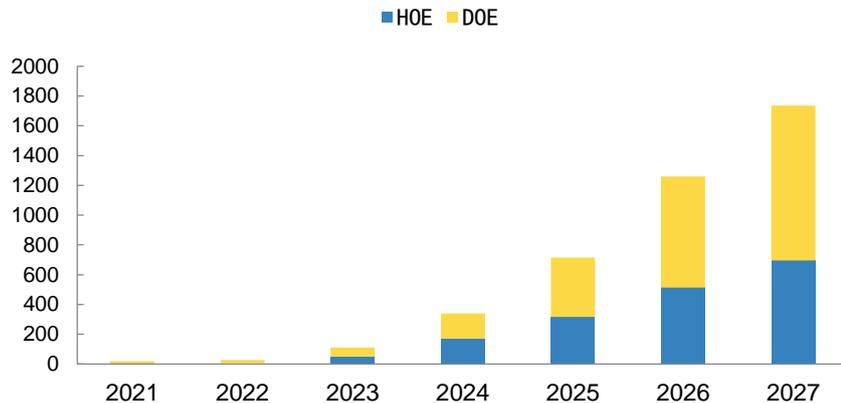


资料来源：Rokid，华安证券研究所

综合性能和成本,我们认为衍射光波导(DOE)将成为消费级AR光学主流技术。根据 Yole 的数据预测,2023 年全球衍射光波导晶圆(包括 DOE 和 HOE)市场价值为 1.1 亿美元,而 2027 年将增至 17.3 亿美元,随着量产工艺的迭代,镜片成本的下降将带来衍射光波导渗透率的提升和 AR 眼镜出货量增加的正向循环。其中,DOE 市场规模目前稍高于 HOE,并将以更快的 CAGR 增长,这意味着 DOE 很有可能成为消费级 AR 眼镜放量后的主流技术,而 HOE 也会在一些品牌得到应用。虽然 ROE(几何光波导)技术成本较高,但具有更佳色彩还原度,因此在一些专业级高端产品中也将得到应用。

晶圆成本在衍射波导模组的成本占比约为 50%-75%(取决于良率和制造费用),据此,我们测算全球衍射光波导镜片市场规模 2023、2027 年分别为 2.2 亿、23.1 亿美元,在 AR 眼镜材料成本中占比分别为 15.2%、10.6%,衍射光波导镜片将成为 AR 产业链投资中不可忽视的重要环节。

图表 29 YOLE 预测全球 AR 衍射光波导晶圆市场 2027 年突破 17 亿美元



资料来源: YOLE, 华安证券研究所

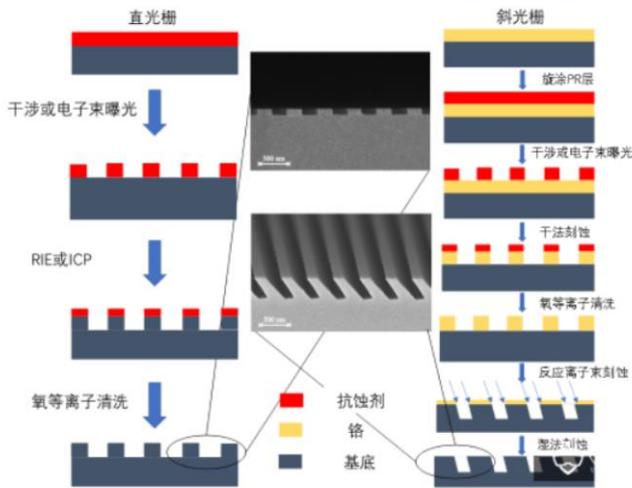
突破光波导量产工艺:国内厂商在玻璃冷加工和镀膜具有成本优势,纳米压印和双束干涉也有望快速追赶。几何光波导运用传统几何光学设计理念、仿真软件和制造流程,没有牵扯到任何微纳米级结构,因此传统消费电子/汽车/安防光学类公司具备较强的切入动机。但其工艺流程比较繁琐,难点在于“半透半反”镜面阵列的镀膜工艺(每个镜片的镀膜反射投射比都不同,且镀膜层数可达十几甚至几十层)以及镜面阵列的键合和波导切割工艺(镜面阵列可达五、六层),整个过程中镀膜的质量、镜面之间的平行度和切割角度都会影响到良率。国内厂商在 ROE(基于几何光学)技术平台上具有深厚的技术积累,有望形成标准化的工艺流程,在量产时将良率控制在良好范围。

制作 DOE 光波导的表面浮雕光栅工艺首先在硅基底上通过电子束曝光和离子刻蚀制成光栅的压印模具,再通过纳米压印技术在玻璃晶圆上压印出成千上万个光栅晶片。DOE 的进入壁垒主要在设计门槛,需要微纳米量级的物理光学仿真和几何光学仿真结合,此外纳米压印的设备投资比较昂贵,无形中阻止了创业公司的入局,但后续或形成设计和代工独立环节。HOE 全息衍射波导制作工艺为全息体光栅(VHG),通过两个激光束产生干涉条纹对玻璃基底的感光薄膜进行曝光,产生明暗相间的衍射光

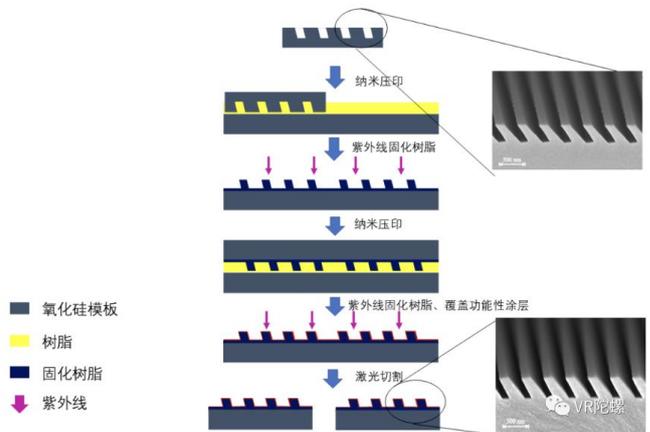
栅。HOE 在设计壁垒、工艺难度和制造成本上相比 DOE 有优势，但制造参数需要经过大量实验获得，行业 Knowhow 很多，而感光材料的配方通常也为商业机密。

图表 30 采用半导体技术制作 DOE 表面浮雕光栅模具或小批量制备工艺流程

图表 31 采用纳米压印技术大规模生产 DOE 表面浮雕光栅镜片



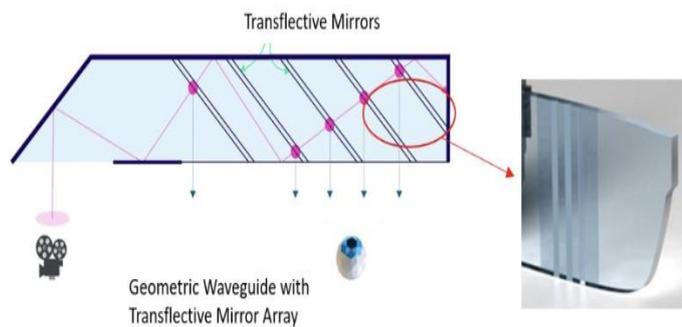
资料来源：VR 陀螺，华安证券研究所



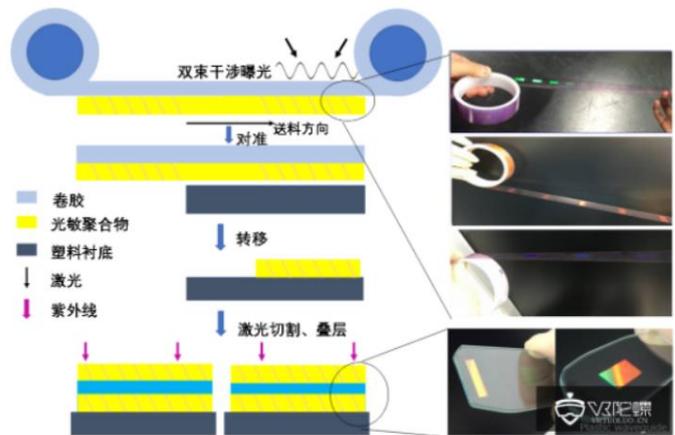
资料来源：VR 陀螺，华安证券研究所

图表 32 制作几何阵列光波导需要复杂的镜片阵列键合和镀膜工艺

图表 33 卷对卷体全息波导 HOE 制备工艺



资料来源：VR 陀螺，华安证券研究所



资料来源：VR 陀螺，华安证券研究所

光机+显示，哪种组合方案将成主流？ 根据我们上述的讨论，光机方面目前硅基 OLED、MEMS、LCOS 是当下相对成熟的方案，MicroLED 是未来主流。镜片方面非光波导方案设计和技术成熟，劣势在于体积大，视场角、眼动范围和体积三项指标无法兼顾，因此光波导方案是未来 AR 眼镜的主流光学解决方案。

我们梳理了过去几年和当下主流 AR 眼镜的光机+镜片技术路线。早些时候，LCOS+棱镜的代表为谷歌眼镜，缺点为视场角小，易遮挡视线；目前以 HoloLens 和

Magic Leap 为代表的 LCOS/MEMS+ 波导方案能实现高亮度、大视场角、高分辨率的兼顾，且体积轻薄、功耗适中适合做成眼镜形态；目前还有以 Micro OLED + 自由曲面/Birdbath 为代表的 Rokid 眼镜和 Nreal Light，使用体验上对比度和分辨率也比较好，但 MicroOLED 亮度低，外界透光率低。未来随着 Micro LED 技术的逐步成熟，预计业界将在高端产品中率先推出 MicroLED 和各个波导技术的组合。

图表 34 光学成像系统显示屏和光学元件的组合性能比较

| 显示技术路线/屏幕技术路线 | 硅基 OLED | MEMS 扫描 | 反射式液晶显示 LCOS | 数字微镜整列 DLP | MicroLED |
|---------------|---------|----------|--------------|------------|----------|
| 衍射光波导 | 性能弱 | 性能弱 | 性能中等 | 性能中等 | 性能高 |
| 体全息光波导 | 性能弱 | 性能弱 | 性能中等 | 性能中等 | 性能高 |
| 折射光学元件 | 性能中等 | 性能中等 | 性能高 | 性能高 | 性能高 |
| 目前瓶颈 | 低亮度耦合光谱 | 扩展多路复用体积 | 中等亮度和体积 | 中等亮度和体积 | 技术不成熟 |

资料来源：YOLE，华安证券研究所

图表 35 主流 AR 眼镜使用的光学显示技术



资料来源：VR 陀螺，华安证券研究所

4 投资建议

苹果有望于 2022 年底或 2023 年发布消费级 AR 眼镜，我们认为 AR 赛道将持续预热，随着各品牌商技术路线逐渐明确，产业链受益标的将逐步清晰，我们建议投资者按照三条主线筛选投资机会。

1) 苹果产业链“按图索骥”。

2021 财年，苹果公司 iPhone、Mac、iPad 和配件分别创造了 1920 亿、352 亿、319 亿和 384 亿美元的销售额，巨大的市场空间给产业链每一个环节参与公司都创造了成长为大公司的机会。假设按照 YOLE 预测，2025 年全球 AR 头显出货量突破 2000 万台，参考苹果手机在高端移动市场份额，苹果 AR 眼镜有望创造 60 亿美金的市场。

目前国内苹果产业链上市公司参与的主要环节在电子制造代工、芯片封测、结构件、功能件、PCB、声学器件、摄像头模组等领域，近年来也陆续有光学镜片、面板、存储芯片等高价值量环节打入果链。参考微软 HoloLens 系列产业链情况，在苹果初代 AR 产品中，芯片、传感器、显示光机、波导镜片等高价值量环节国产厂商参与可能性较小，但我们认为国内果链厂商在整机代工、声学、连接器、结构件、功能件、摄像头模组、电池等环节仍具有很强国际竞争力，受益公司包括歌尔股份、立讯精密、工业富联、瑞声科技、东山精密、安捷科技、欣旺达、领益智造等。

图表 36 苹果产业链部分上市公司整理

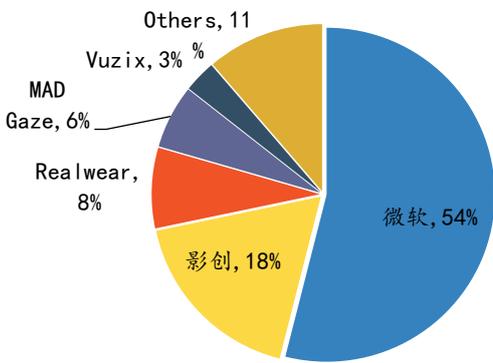
| 公司 | 2021 年收入 (亿元) | 2021 年毛利率 | 2021 境外收入占比 | 苹果产业链涉足环节 |
|-------|---------------|-----------|-------------|-----------------|
| 立讯精密 | 1539 | 12.17 | 93.18 | 电子制造代工、连接器、结构件 |
| 歌尔股份 | 782 | 13.89 | 89.58 | 电子制造代工、MEMS 麦克风 |
| 水晶光电 | 38 | 23.11 | 65.41 | 窄带滤光片 |
| 共达电声 | 9 | 27.04 | 39.33 | 微型麦克风 |
| 环旭电子 | 553 | 9.54 | 35.9 | SIP 芯片封装服务 |
| 欣旺达 | 374 | 14.42 | 47.09 | 电池 |
| 工业富联 | 4396 | 8.18 | 80.41 | 电子制造代工、结构件、连接器等 |
| 比亚迪电子 | 891 | 6.77 | 54.71 | 电子制造代工、充电器 |
| 安洁科技 | 39 | 21.41 | 50.95 | 结构件、功能件 |
| 长盈精密 | 110 | 17.08 | 51.14 | 结构件、功能件 |
| 长信科技 | 70 | 23.34 | 39.66 | 显示模组 |
| 中石科技 | 12 | 25.68 | 37.67 | 散热材料 |
| 鹏鼎控股 | 333 | 20.04 | 78.84 | PCB |
| 东山精密 | 318 | 14.47 | 78.62 | PCB、FPC |
| 兆易创新 | 85 | 46.31 | 83.03 | Nor Flash |
| 舜宇光学 | 376 | 23.30 | 22.98 | 光学镜头 |
| 深天马 | 318 | 17.72 | 29.44 | OLED 面板 |
| 京东方 | 2193 | 28.41 | 57.21 | OLED 面板 |
| 闻泰科技 | 527 | 16.17 | 53.60 | 摄像头模组 |
| 领益智造 | 304 | 16.61 | 61.40 | 功能件、结构件、材料 |
| 瑞声科技 | 177 | 24.71 | 52.23 | 声学器件 |

资料来源：Wind，华安证券研究所整理

2) 国产品牌崛起带动产业链国产替代。

根据 IDC 统计，中国品牌影创 (shadowCreator)、Realwear、MadGaze 在前五品牌总占据三席，份额合计 32%。我们认为 AR 世代，中国品牌与发达国家处于同一起跑线上，但基于市场规模优势和工程师红利，在全球份额有望取得 50% 以上。随着国产新晋品牌的崛起，将给 SoC、传感器、ToF、光机、波导等环节带来可观的国产替代机遇。根据 IDC 出货量统计，我们测算 2021 年国产 AR 品牌出货量约为 15 万台，对国产 SoC、光机、波导镜片的拉动均在 2 亿元以下，驱动相对较小。而随着 AR 市场的迅速发展，2025 年对国产 SoC、光机、波导片的拉动或分别达到 23 亿、39 亿、53 亿元。

图表 37 2021 年全球前五 AR 眼镜出货量中国品牌占据三席



资料来源：IDC，华安证券研究所

图表 38 影创科技发布的消费级 MR 主打产品：鸿鹄



资料来源：影创科技官网，华安证券研究所

目前除 SoC 外，在 AR 赛道光机、光波导、光学模组布局取得一定进展公司主要为创业公司。受益标的方面，几何光波导有灵犀光子、理湃光晶、美誉镜界、谷东科技等；衍射光波导方面有至格科技、鲲游光电、驭光科技、珑璟光电、光粒科技等；光机显示屏幕方面有德利普、慧新辰、芯视元等。

图表 39 国产 AR 眼镜高价值量环节主要布局厂商



资料来源：艾邦智造，Nepal，华安证券研究所

3) 寻找跨界“黑马”：技术和工艺平台复用。

SoC 方面，VR/AR 平台与手机 IP 复用率高，我们认为华为、紫光展锐、翱捷科技等未来有望成为国产 SoC 的主流玩家。此外，视频类 SoC 厂商强项主要在图像渲染、编解码和轻量 AI 推理，相关厂商陆续推出 VR/AR 平台打开广阔市场。瑞芯微最新旗舰芯片 RK3588 支持 8K60P 视频解码能力，采用四核 A76+四核 A55 CPU、Mail-G610 GPU，内置 6TOPS NPU，目前国内厂商如诠视科技已推出基于 RK3588+RK1608 套片的 AR 产品。全志科技、炬芯科技、晶晨股份在多媒体智能终端 SoC 具有一定竞争力，建议关注 XR 平台新品进展。

光波导方面，几何光波导国内厂商在 ROE（基于几何光学）技术平台上具有深厚的技术积累，有望形成标准化的工艺流程，将量产良率控制在良好范围，因此消费电子、安防、汽车光学类厂商具备切入能力。我们建议关注具备相关技术储备的公司，尤其是精密冷加工和镀膜能力俱佳的公司，受益标的包括舜宇光学、联创电子、永新光学、蓝特光学、中光学等。

衍射光学元件（DOE）主要用于激光束整形，如匀化、准直、聚焦、形成特定图案，激光光学元件类公司进入衍射光波导领域或具有部分工艺可复制性。上市公司方面，炬光科技在精益化折射光学元器件制造能力的同时步入衍射光学元器件工艺领域，腾景科技布局建设衍射光学类技术、光机集成与测试技术等，与国产品牌合作研发行

射光波导技术，有望在年内取得突破；歌尔股份今年 5 月参股投资 DOE 光波导创业公司驭光科技，结合其在 AR 产品的模组和整机级设计制造能力，有望成为 DOE 领域主要玩家；其他收益标的包括水晶光电、舜宇光学、福晶科技、天孚通信等。

此外，衍射光波导与光通信领域的阵列波导光栅（AWG）在微纳米结构设计方面具有相似性，但在制作工艺上存在较大区别，可关注具备光波导芯片设计能力的通信公司战略选择。国内具备光通信波导设计能力的公司有博创科技、仕佳光子、光迅科技等。

风险提示

苹果 AR/MR 新品发布持续延迟，消费级 AR 产品价格过高影响普及，AR 爆款应用缺乏导致推广缓慢，产业链成本居高不下。

分析师简介

分析师: 张天, 华安战略科技团队联席负责人。通信工程与技术经济复合背景, 4年通信行业研究经验, 主要覆盖光通信、数据中心核心科技、元宇宙和5G系列应用等。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法, 使用合法合规的信息, 独立、客观地出具本报告, 本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息, 本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证, 也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿, 分析结论不受任何第三方的授意或影响, 特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准, 已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国(不包括香港、澳门、台湾)提供。本报告中的信息均来源于合规渠道, 华安证券研究所力求准确、可靠, 但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下, 本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下, 本公司、本公司员工或者关联机构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中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意, 其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券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并进行交易, 还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送, 未经华安证券研究所书面授权, 本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品, 或再次分发给任何其他人, 或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容, 务必联络华安证券研究所并获得许可, 并需注明出处为华安证券研究所, 且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权, 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。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内, 证券(或行业指数)相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准, A股以沪深300指数为基准; 新三板市场以三板成指(针对协议转让标的)或三板做市指数(针对做市转让标的)为基准; 香港市场以恒生指数为基准; 美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下:

行业评级体系

- 增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上;
- 中性—未来6个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%;
- 减持—未来6个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上;

公司评级体系

- 买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上;
- 增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%;
- 中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%;
- 减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%;
- 卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上;
- 无评级—因无法获取必要的资料, 或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件, 或者其他原因, 致使无法给出明确的投资评级。