

## 电子行业

# 5G 助推，AR 成熟指日可待 增持（维持）

2019 年 03 月 12 日

证券分析师 谢恒

执业证号：S0600518020001

021-60199793

xieh@dwzq.com.cn

研究助理 姚康

yaok@dwzq.com.cn

### 投资要点

- **前言：**头戴设备最有希望成为继手持终端之后的下一个变革性智能产品，可通过沉浸式交互、视觉和音频三个维度提供丰富的体验。而在这个时点，随着 5G 成熟以后，通过高带宽通信、边缘计算可以显著改善头戴设备使用体验，头戴设备将从“头盔式 VR”升级成“眼镜式 AR”，商业成熟指日可待。
- **沉浸式体验加速实现，AR 交互渐入佳境。**未来 AR 设备集成更多 AI 功能时可以做到更小更轻。通过设备的渲染可以做到沉浸式体验，让体验者真假难辨。我们认为需要从直观交互、视觉和音频三个维度进行提升，利用手势、眼球追踪、平行处理、3D 音频等技术加速实现。
- **5G 高速传输和边缘计算崛起，体验感大幅提升。**5G 高速传输的特点，可以有效降低时延、解决眩晕问题。同时，随着未来 AR 上的应用增多，对计算能力要求提升，5G 时代可以让本地的计算转移到云端，在边缘云上做大量的处理，并通过 5G 的快速连接迅速传到本地。而本地也会进行一些低延时的处理，这样云端和本地通过 5G 就可以达成无缝衔接的配合。
- **国际巨头逐渐浮出水面，行业拐点来临。**终端厂中，苹果 11 年开始介入 AR 领域并完成多起并购，近期数项专利密集公布，AR 设备呼之欲出。华为、三星 18 年分别推出 AR 引擎和 AR 云服务，加速产业布局。芯片大厂高通也在针对未来的 AR 产品开发相应的芯片方案，适配算法、集成 AI 引擎、形成不同的人工智能硬件模块，对于开发者提供 SDK，对生产制造商提供工具，目标将整个生态做大、做全。
- **带动相应供应链机会。**AR 头戴设备信息输入以摄像头为主，并集成丰富的感光、温度等传感器。随着计算边缘云化，信息处理芯片成本有望降低。输出成像方面，光波导式优势相对较大，LCOS 和 LOE 为核心器件。要实现这些技能主要是需要 wifi 和蓝牙的快速连接，未来的挑战性很大。继续推荐深度布局 AR 光学元器件、模组的水晶光电，建议关注 LCOS 生产商韦尔股份（收购豪威），光学元件厂商联创电子、利达光电，深耕微投影技术的福晶科技，光学模组厂欧菲科技、舜宇光学，以及整机代工厂歌尔股份、闻泰科技。
- **风险提示：**AR 渗透不及预期，5G 建设不及预期。

### 行业走势



### 相关研究

- 1、《电子：AR 有望成为承载 5G 内容的入口》2019-03-10
- 2、《电子：5G 驱动新一轮换机周期即将开启》2019-02-26
- 3、《电子：5G 手机将成为推动消费电子成长的新引擎》2019-02-25

## 内容目录

<b>1. 沉浸式体验加速实现，AR 交互渐入佳境</b>	<b>4</b>
1.1. Oculus 掀起头戴式设备热潮	4
1.2. 三个维度提升 AR 沉浸式体验	4
1.2.1. 直观交互	5
1.2.2. 视觉	7
1.2.3. 音频	7
<b>2. 5G 高速传输和边缘计算崛起，体验感大幅提升</b>	<b>8</b>
2.1. 5G 高速传输降低时延，眩晕问题有望解决	8
2.2. 边缘云计算提高效率，终端侧处理能力提升	9
<b>3. 国际巨头逐渐浮出水面，行业拐点来临</b>	<b>10</b>
3.1. 苹果：深耕领域多年，AR 眼镜呼之欲出	10
3.2. 华为：自主研发 AR 引擎，垂直整合算法和芯片能力	11
3.3. 三星：推出 AR 云服务，加速产业布局	13
3.4. 高通：底层芯片为基础，目标将整个生态做大、做全	13
<b>4. 产业链投资机会</b>	<b>15</b>
4.1. 信息输入：摄像头为主，集成丰富的传感器	15
4.2. 数据处理：计算边缘云化，芯片成本有望降低	16
4.3. 输出成像：光波导方案优势较大，LCOS 和 LOE 为核心器件	17
<b>5. 投资建议</b>	<b>19</b>
<b>6. 风险提示</b>	<b>20</b>

## 图表目录

图 1: Oculus Rift.....	4
图 2: 2017Q2 全球 AR/VR 设备市场格局 .....	4
图 3: 极致的沉浸式体验需要视觉、声音和直观交互三方面提升 .....	4
图 4: 人机交互历史 .....	5
图 5: Eyefluence 眼球追踪技术 .....	6
图 6: 眼球追踪技术修复畸变 .....	6
图 7: Azure Kinect 配置深度摄像头 .....	6
图 8: HoloLens2 演示手势识别.....	6
图 9: 视觉平行通道信息处理模型 .....	7
图 10: 3D 音频原理 .....	8
图 11: Meta 环绕声系统专利 .....	8
图 12: AR/VR 的时延产生 .....	8
图 13: 5G 通信性能大幅提升 .....	8
图 14: 边缘计算网络架构 .....	9
图 15: 边缘云、5G 和终端计算推动 XR 用户体验提升 .....	9
图 16: 苹果持续收购 AR/VR 领域公司 .....	10
图 17: 苹果 AR 眼镜猜想.....	10
图 18: 苹果以真实环境的视角来表示兴趣点专利 .....	11
图 19: 苹果头戴式显示器的光学系统专利 .....	11
图 20: 苹果具有调节机制的头戴式显示器专利 .....	11
图 21: 华为发布 AR Engine .....	12
图 22: 华为 AR 智能眼镜架专利.....	12
图 23: 三星 AR 云服务平台 .....	13
图 24: 三星即将推出自己的 AR 智能眼镜.....	13
图 25: 高通 AR 生态布局.....	14
图 26: 高通 XR1 芯片 .....	14
图 27: 高通骁龙 855 支持 XR.....	14
图 28: 未来 AR 眼镜形态 .....	15
图 29: HoloLens 的摄像头及主要传感器分布.....	15
图 30: AR 设备摄像头和传感器产业链厂商 .....	16
图 31: HoloLens 各部分成本占比.....	17
图 32: 高通希望借用手机/PC 分担头显计算压力 .....	17
图 33: 棱镜式方案原理 .....	17
图 34: 自由曲面反射式方案原理 .....	17
图 35: 衍射波导方案原理 .....	18
图 36: 各种输出成像方案对比 .....	19
图 37: LCOS 结构 .....	19
图 38: LOE 器件.....	19

## 1. 沉浸式体验加速实现，AR 交互渐入佳境

### 1.1. Oculus 掀起头戴式设备热潮

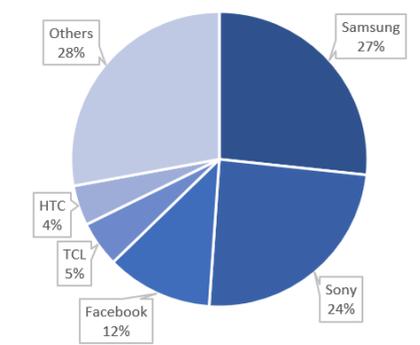
AR、VR 技术兴起已有一段时间，Facebook 重金收购 Oculus 后于 15 年推出 Oculus Rift，凭借带来的沉浸式体验，掀起了头戴设备的热潮，根据 IDC 数据，2016 年全球 AR/VR 销量就突破了 1000 万台，以 VR 设备为主。

图 1: Oculus Rift



数据来源：Facebook，东吴证券研究所

图 2: 2017Q2 全球 AR/VR 设备市场格局



数据来源：IDC，东吴证券研究所

### 1.2. 三个维度提升 AR 沉浸式体验

早期的 AR/VR 设备外观体积大且沉重，未来集成更多 AI 功能时可以做到更小更轻。通过设备的渲染可以做到沉浸式体验，让体验者真假难辨。我们认为需要从以下三个维度进行提升：直观交互，视觉和音频。

图 3: 极致的沉浸式体验需要视觉、声音和直观交互三方面提升



数据来源：高通，东吴证券研究所

### 1.2.1. 直观交互

目前手机的直观交互主要通过双手触摸，PC 的交互是打字和鼠标，在 AR 上这样的交互将会更加广泛。AR 在赋予了更多的 AI 功能后，使用者可以解放双手，利用眼球追踪、手势识别、手柄控制甚至是人体移动范围进行信息输入，AR 的基本功能是解放使用者的双手，当设备可以捕捉多种手势的时候，就可以实现无线输入。还有眼球的朝向和动作，若设备捕捉到，则可以用眼神进行交互。

图 4：人机交互历史



数据来源：易观咨询，东吴证券研究所

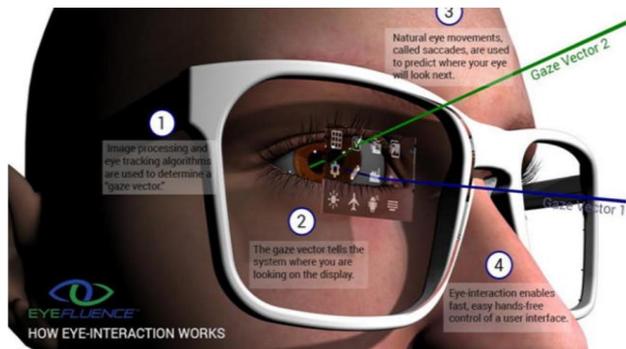
**眼球追踪：**所谓眼球追踪，是指一项技术能够追踪眼球的运动，并利用这种眼球运动来增强某个产品或服务的体验。眼球追踪对于 AR 的关键性在于：

1) 眼球追踪能够实现注视点渲染。当前 AR 普遍使用全局渲染，即无论是焦点视线内的还是余光之中的内容，AR 全部使用同一个标准渲染，这不符合人类的观看方式。而眼球追踪技术的应用，能够使 AR 实现局部渲染，实时注视点渲染，将你的目光所到之处渲染，目光之外的保留虚化、模糊，和真实的人眼体验一样。

2) AR 画面有时会由于眼球的移动而产生畸变。如果这个时候有眼球追踪功能干预，进行实时追踪，那么这种畸变便能够得到修复。

3) 解放双手，实现更好的交互。有了眼球追踪功能，我们可以使用眼球的运动来进行交互，比如当你的眼睛看着一扇门的时候，门可以自动打开，那么我们就需要使用手柄或者手套。

图 5: Eyefluence 眼球追踪技术



数据来源: Eyefluence, 东吴证券研究所

图 6: 眼球追踪技术修复畸变



数据来源: 高清范 VR, 东吴证券研究所

**手势识别:** 通过摄像头来捕捉图像作为输入，包括二维和三维手势识别。三维手势识别需要通过深度摄像头输入包含有深度的信息，在硬件和软件两方面都比二维手势识别要复杂得多。

以微软的 HoloLens2 为例，对手势追踪模块升级为 Azure Kinect，包含了一个 TOF 深度传感器，最多可追踪单手 25 个关节点，密度更高，覆盖更为全面，包括手指弯曲等细节动作也能捕捉到。

图 7: Azure Kinect 配置深度摄像头



数据来源: 微软, 东吴证券研究所

图 8: HoloLens2 演示手势识别

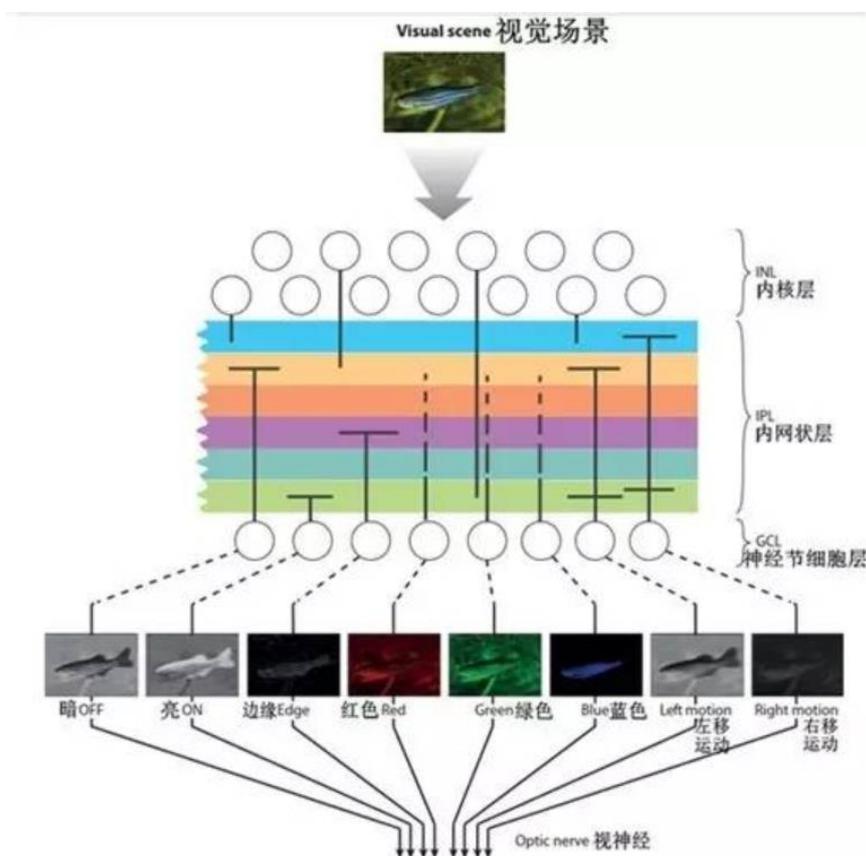


数据来源: 微软, 东吴证券研究所

### 1.2.2. 视觉

视觉也非常重要，AR 中需要有高科技背景的画面让使用者感受到画面的细腻和广角体验。这在显示上对设备提出了很高的要求。此外还有视屏的创新处理，未来 AR 需要有强大的平行处理来渲染出强大的东西。以及视觉聚焦技术，当人的视野很广时是不需要对视野中每个细节进行渲染的。人的身体结构决定了眼球的视角只有  $0.5^{\circ} \sim 1^{\circ}$ ，在这个范围之外余光无法感受到细节。若设备能快速的抓住使用者的眼球运动，就可以对使用者目光聚焦之处进行强烈的渲染，这样的处理能大大节约功耗和性能。

图 9：视觉平行通道信息处理模型

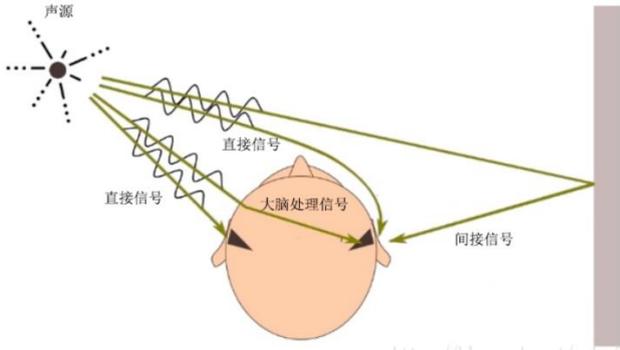


数据来源：机器视觉，东吴证券研究所

### 1.2.3. 音频

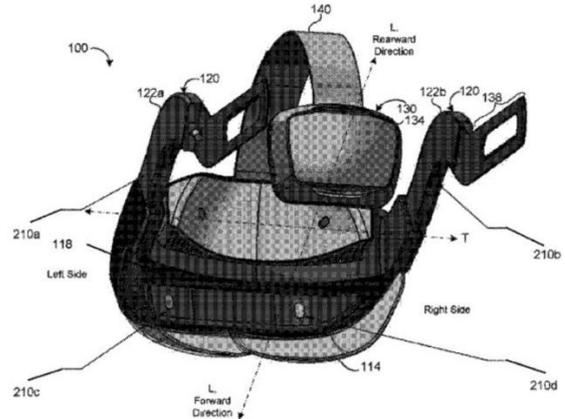
在音频播放时会根据使用者脸的朝向进行一些实时变化，让使用者感受到无论如何转，音频始终是由一个固定位置播放的。这需要设备实施定位使用者的方位，时刻补偿，甚至利用人耳的参数制作出更加有 3D 效果的音频，目前主流的三维声场重建就是把两个耳朵接收到的声音尽可能准确地模拟出来，让人产生听到三维音频的感觉。

图 10: 3D 音频原理



数据来源: CSDN, 东吴证券研究所

图 11: Meta 环绕声系统专利



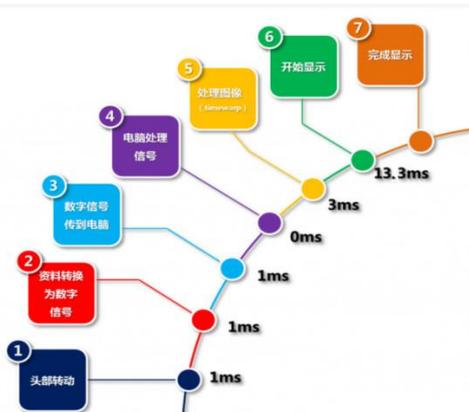
数据来源: 映维网 VR, 东吴证券研究所

## 2. 5G 高速传输和边缘计算崛起, 体验感大幅提升

### 2.1. 5G 高速传输降低时延, 眩晕问题有望解决

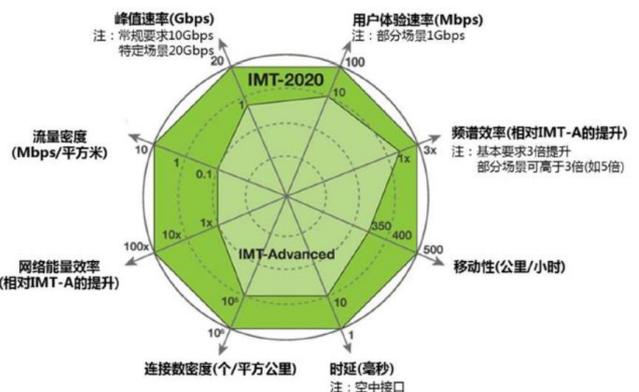
目前 AR/VR 设备的使用经常会产生眩晕, 产生眩晕的原因主要有两个: 1) 一方面和 3D 晕眩症类似, 画面元素过于丰富, 除大量实焦画面外, 还有元素丰富的虚焦布景画面, 让眼球重新聚焦, 且屡屡聚焦失败, 容易产生 3D 晕眩; 2) 硬件的延迟造成时间上的不同步, 当人转动视角或是移动的时候, 画面呈现的速度跟不上, 这是造成晕眩的最大问题, 降低延迟是当下减弱眩晕的主要手段。随着 5G 的到来, 我们认为这一问题有望解决, 大带宽、低延迟是 5G 的两个主要特点, 端到端时延要求降至 1ms 以下, 大幅提升使用体验。

图 12: AR/VR 的时延产生



数据来源: 雷锋网, 东吴证券研究所

图 13: 5G 通信性能大幅提升

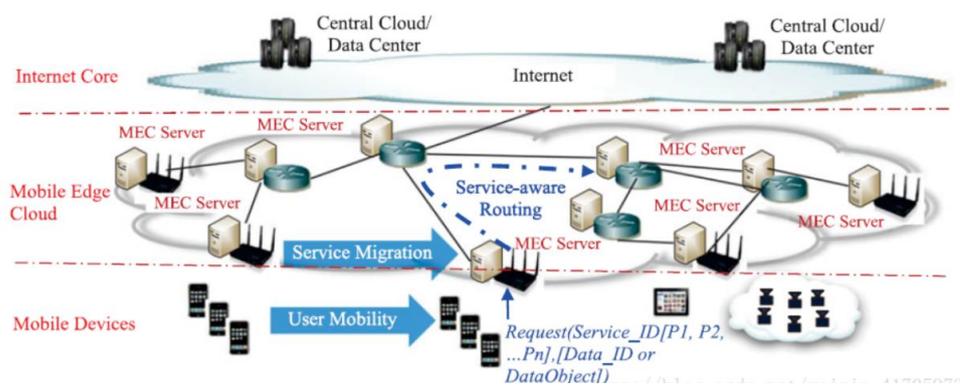


数据来源: 中国信通院, 东吴证券研究所

## 2.2. 边缘云计算提高效率，终端侧处理能力提升

进入 5G 时代，本地的复杂计算可以放到云端，从而节省本地的计算资源和功耗。由于 5G 数据量非常庞大，传统依赖于集中式数据中心的云计算模型会遇到很多限制，因为将所有计算数据移动到云对于网络带宽资源是一个较大的开销，而且以及造成拥堵，于是边缘云（MEC）的网络资源模型被提出，以小基站为边缘计算的入口，可以降低计算成本，并且进一步缩短时延。

图 14：边缘计算网络架构



数据来源：CSDN，东吴证券研究所

边缘云上完成运算后，通过 5G 的快速连接可以迅速传到本地。同时本地也会进行一些低延时的处理，如头部、眼部等的快速运动，这样云端和本地通过 5G 就可以达成无缝衔接的配合。

图 15：边缘云、5G 和终端计算推动 XR 用户体验提升



数据来源：高通，东吴证券研究所

### 3. 国际巨头逐渐浮出水面，行业拐点来临

以苹果、华为、三星为代表的终端厂和以高通为代表的芯片厂在 AR 领域都进行了较早的储备，随着行业拐点来临，布局逐渐浮出水面。

#### 3.1. 苹果：深耕领域多年，AR 眼镜呼之欲出

苹果从 2011 年就开始布局 AR，近年来收购多个相关公司，其发布的 AR 平台也已经迭代到 AR Kit2，同时，苹果 CEO 库克频繁在公开场合发言对 AR 产业表示看好，认为 AR 市场将达到智能手机的规模，我们预计苹果很快将推出 AR 眼镜产品。

图 16：苹果持续收购 AR/VR 领域公司

公司名称	时间	产品
Polar Rose	2011	面部识别技术
PrimeSense	2013	三维传感与动作捕捉技术
WiFiSLAM	2013	室内定位技术
LinX	2015	利用不同角度的图片实现三维建模
Metaio	2015	AR 场景构建技术
Faceshift	2015	3D 虚拟图像传感技术
Emotient	2016	利用 AI 分析人类表情
Flyby Media	2016	VR/AR 通讯
RealFace	2017	面部识别技术
SensoMotoric Instruments	2017	眼动跟踪技术
Vrvana	2017	AR 头盔
Akonia holographic	2018	基于全息技术的光学技术

数据来源：TechWeb，东吴证券研究所

图 17：苹果 AR 眼镜猜想



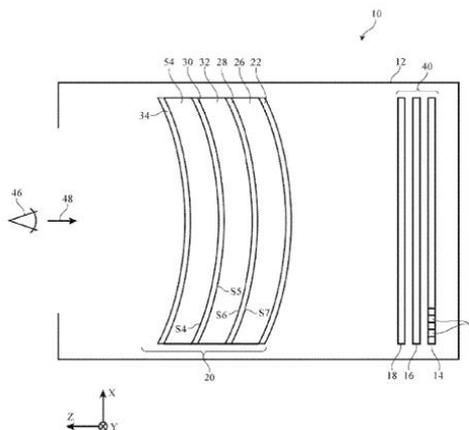
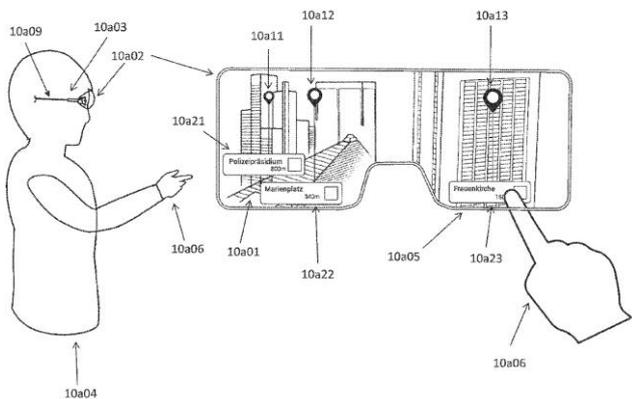
数据来源：IDropNews，东吴证券研究所

最近美国专利局公布苹果的数项专利，显示出其未来在 AR 领域布局的蛛丝马迹。2019 年 2 月 26 日成功申请的 Patent # US 10217288 B2，其名为“在移动设备上以真实环境的视角来表示兴趣点的方法”，兴趣点（Point of interest, POI）指的是真实环境中的一个位置或真实物体。这项技术可以识别用户环境中的对象并激发潜藏的内容，从而满足不同的玩法需求，举例来说，当用户在未知的地方时，可以用增强现实来获取兴趣点相关的可视化信息。当搜索丢失的对象时，或者试图突出显示房间中某些其它人可能不会注意到的内容时，这个技术会很实用。

同日公布的另一项名为“头戴式显示器的光学系统”的专利，号码为 Patent # US 10203489 B2，该专利旨在设计一种更为紧凑、舒适的头戴式显示器。头戴式显示器由于高倍镜头的布置，戴起来可能笨重又疲惫，而苹果试图通过一种反射式光学系统来对此加以改进。

图 18：苹果以真实环境的视角来表示兴趣点专利

图 19：苹果头戴式显示器的光学系统专利

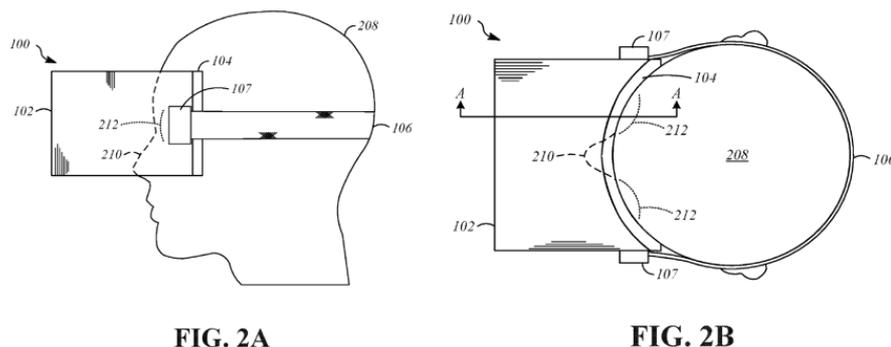


数据来源：美国专利局，东吴证券研究所

数据来源：美国专利局，东吴证券研究所

3月7日美国专利和商标局又公布了苹果在AR领域的两项专利。一项名为“具有调节机制的头戴式显示器”，描述了如何穿戴头显以及针对头显调节方式的优化。此外苹果同时表示头显系统可以采用眼动追踪来监控透镜和显示组件与用户眼睛之间的距离，有助于检测头显与眼睛的相对运动，从而帮助软件在用户运动时产生更准确的视觉体验，而且同时告知系统头显穿戴是否足够紧密。另一项专利则是和热量调节相关，用以提高设备舒适度。

图 20：苹果具有调节机制的头戴式显示器专利



数据来源：美国专利局，东吴证券研究所

### 3.2. 华为：自主研发 AR 引擎，垂直整合算法和芯片能力

华为在 AR 领域的动作也十分迅速。在展示完 AR 应用场景后不久，华为就在开发

者大会上正式发布了自主研发的引擎 AR Engine，用于在 Android 上构建增强现实应用的平台，通过垂直整合 AR 核心算法和海思麒麟芯片提供 AR 基础能力，提供运动跟踪、平面检测、光照估计和命中检测、手势识别和指关节跟踪、人体姿态识别和骨骼跟踪等功能。

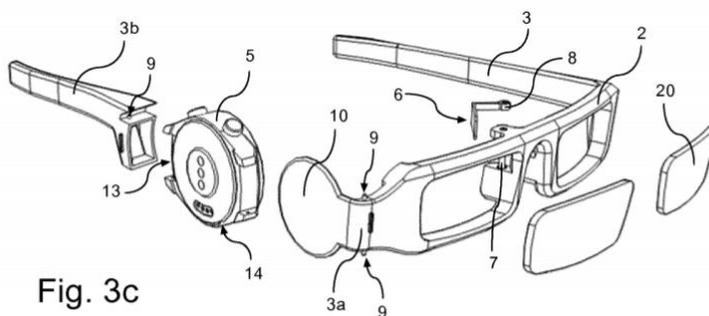
图 21：华为发布 AR Engine



数据来源：开源链，东吴证券研究所

19年2月，华为在世界知识产权组织(WIPO)发布了一项 AR 智能眼镜架的专利，该专利描述了一种重量轻、分立且相对便宜的 AR 眼镜。眼镜本身并无相机、显示器或麦克风，需要一个智能手表配合使用。眼镜配有适配器和镜子，通过镜子，智能手表显示屏上显示的内容将通过反射进入用户的眼中。安装之后，智能手表还可将摄像头朝向外侧，以记录用户的活动。

图 22：华为 AR 智能眼镜架专利



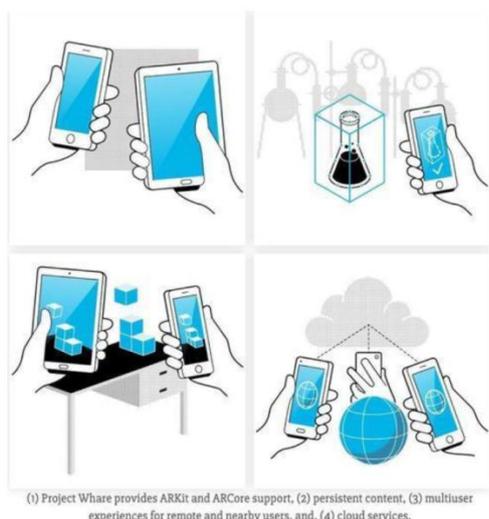
数据来源：德乐科技官网，东吴证券研究所

### 3.3. 三星：推出 AR 云服务，加速产业布局

三星很早就发布了适配智能机的 Gear VR 头戴设备，销量达到千万级别。18 年底，三星正式推出 AR 服务，运用 Project Ware 和 Unity 来构建基于云的 AR 应用，可以对 AR Kit 和 AR Core 跨平台支持。

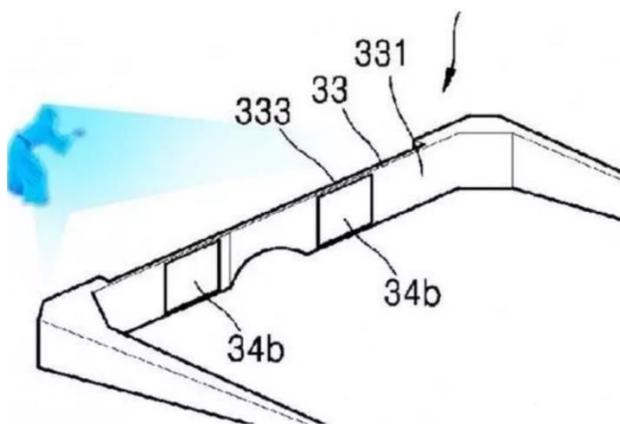
同时，三星也有 AR 眼镜专利曝光，叫做“全息透视光学设备”，该专利包含一个微显示屏，一个中继光学系统，至少包括一个波导、一个第一全息光学元件和一个第二全息光学元件，将 AR 和全息投影整合在一起，我们预计三星 AR 眼镜有望在 2 年内推出。

图 23：三星 AR 云服务平台



数据来源：电子发烧友，东吴证券研究所

图 24：三星即将推出自己的 AR 智能眼镜



数据来源：电子发烧友，东吴证券研究所

### 3.4. 高通：底层芯片为基础，目标将整个生态做大、做全

芯片大厂高通也在针对未来的 AR 产品开发相应的芯片方案，并且不仅仅做芯片，目标将整个生态做大、做全。底层软件适配好后会在上面有一些算法，如头部手部自由度算法、隐形追踪、针对 AR/VR 的视觉渲染器的算法等。高通还有一些智能网络的 AI 引擎，在 AI 引擎上适配 Caffe、Maturo 等神经网络，同时在底层让神经网络调用 CPU、GPU、PSP 等作为不同的人工智能硬件模块。高通对于开发者提供 SDK，对生产制造商提供工具，帮助他们快速的完成产品的验证和出货。

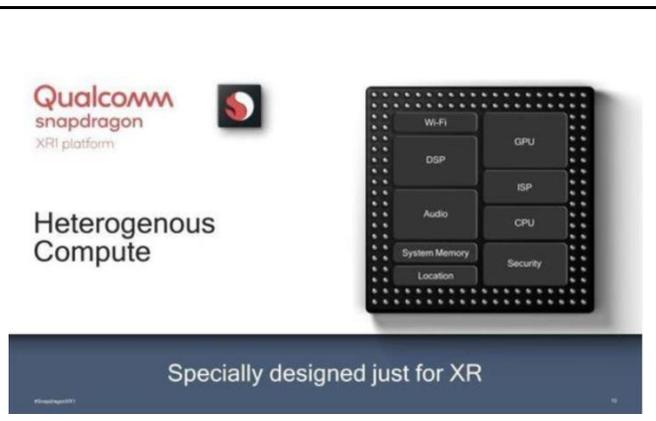
图 25: 高通 AR 生态布局



数据来源：高通，东吴证券研究所

高通此前推出了专为 AR/VR 领域所设计的 XR1 芯片, 具有着更低功耗、性能足够、支持 AI 引擎、6DoF 头部追踪以及眼球和手势追踪等特性, 定位于基础技术体现, 以满足厂商从不同角度挖掘市场的机会, 以此来支持合作伙伴来推出差异化的产品。而 2019 年 CES 上, 高通展示了基于骁龙 855 芯片的分体式头显, 以另一种思路来推进 XR 的发展。高通表示, 将 AR/VR 连接手机, 利用手机的算力、电力即可使用, 无需单独给 XR 做独立算力模块, 还能有效降低头显的重量、体积以及成本。

图 26: 高通 XR1 芯片



数据来源：高通，东吴证券研究所

图 27: 高通骁龙 855 支持 XR

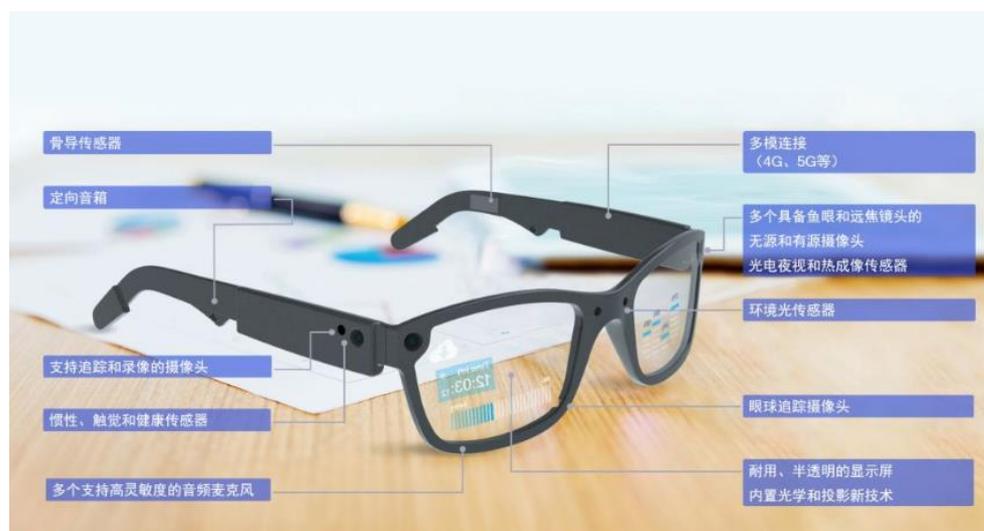


数据来源：电子发烧友，东吴证券研究所

## 4. 产业链投资机会

相比于其他头戴式设备,AR 眼镜具备轻薄短小的优势,并且可以突破屏幕的限制,未来整个物理界面都可能成为 AR 的交互界面,交互方式更加自然,有望成为未来 AR 硬件的发展重点。我们主要从信息输入、数据处理和输出成像三个环节分析 AR 眼镜产业链,整机方面,歌尔股份、闻泰科技和正崧都具备代工能力。

图 28: 未来 AR 眼镜形态

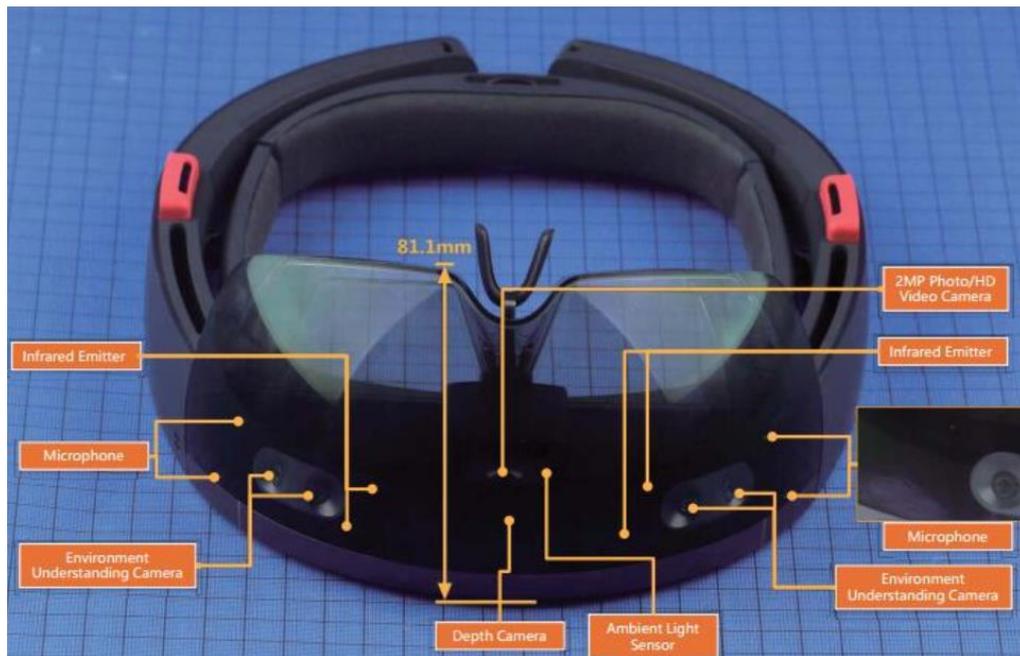


数据来源: 高通, 东吴证券研究所

### 4.1. 信息输入: 摄像头为主, 集成丰富的传感器

作为对现实场景进行模拟和拓展的设备,AR 眼镜需要摄像头和各种传感器提取环境信息。摄像头是最主要的输入手段,包括 RGB 摄像头和深度摄像头(结构光或者 TOF),微软的 HoloLens 使用了 6 颗摄像头(1 颗深度摄像头、4 颗环境感知摄像头和 1 颗 200 万像素摄像头)。其中,深度摄像头是基于 TOF 的红外测距摄像头,作用是实现手部追踪、表面重构和目标位置确认;4 颗环境感知摄像头是灰度摄像头,作用是创建环境地图;200 万像素摄像头的功能是拍摄图片和录制视频。

图 29: HoloLens 的摄像头及主要传感器分布



数据来源：MEMS，东吴证券研究所

同时，目前发布的 AR 设备均集成了丰富的传感器组合，包括用于定位和运动检测的惯性传感器（多轴加速度计和陀螺仪），用于实现智能语音交互的麦克风阵列，以及感知周围光线的环境光传感器等。

图 30：AR 设备摄像头和传感器产业链厂商

信息输入	深度摄像头（结构光、TOF）	VCSEL	Lumentum、Finisar、II-VI
		准直镜头	AMS、AAC
		DOE	CDA、舜宇
		Lens	大立光、舜宇、联创电子
		窄带滤光片	水晶光电、VIAVI
		IR CMOS	STM、索尼、韦尔股份（OV）
	RGB摄像头	模组	欧菲科技、舜宇、
		Lens	大立光、舜宇
		滤光片	水晶光电
		CMOS	三星、索尼、韦尔股份（OV）
环境光传感器	模组	欧菲科技、舜宇	
	环境光传感器	AMS、TI	
	麦克风	歌尔股份、瑞声科技	
	惯性导航器件（加速度计&陀螺仪）	博世、STM、TI、霍尼韦尔、士兰微、美新	
温度传感器	TI、ADI		

数据来源：MEMS，东吴证券研究所

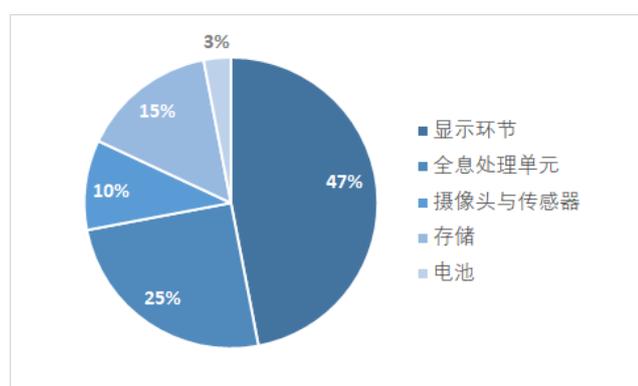
#### 4.2. 数据处理：计算边缘云化，芯片成本有望降低

AR 设备需要处理庞大的图像信息，除 CPU 外，还需要配置 GPU，微软的 HoloLens

还自研了 HPU 用于处理全息和传感数据。另外，HoloLens 还搭配了一块 1GB 的 DDR3 RAM 存储芯片。

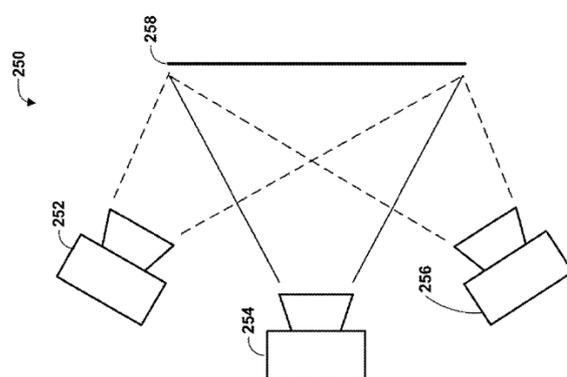
早期 AR 设备由于计算、存储需求，使用了大量芯片，不仅占用了较大空间，还大幅增加了设备成本，HoloLens 开发者版本 1000 美金成本中，处理芯片 CPU、GPU、HPU 占 25%，存储占 15%。我们认为，随着 5G 来临，越来越多的计算可以在边缘云进行，AR 终端的芯片设计可以大幅简化，有效降低设备重量和成本，以高通为代表的芯片平台厂商有望受益。

图 31: HoloLens 各部分成本占比



数据来源: TechWeb, 东吴证券研究所

图 32: 高通希望借助手机/PC 分担头显计算压力



数据来源: 美国专利局, 东吴证券研究所

#### 4.3. 输出成像: 光波导方案优势较大, LCOS 和 LOE 为核心器件

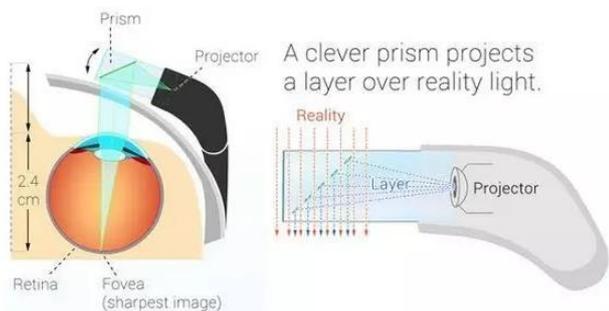
目前市场上 AR 眼镜已有不少成品,其成像技术最主要的区别在于显示系统。AR 眼镜成像技术主要的显示系统的类型有: 棱镜式、自由曲面反射式、和光波导式等。

最简单的是棱镜式, Google Glass 便是采用了这种方案,把显示器产生的光从眼镜框反射进入眼,也同时让现实世界的光透进来,这样做简单便宜。但由于技术限制,视场角仅 20° 左右(棱镜方式要想做大 FOV 只能做得更厚),光线需要先后经过半反半透膜层两次,光能利用率低(约为 20%),导致画面较暗。

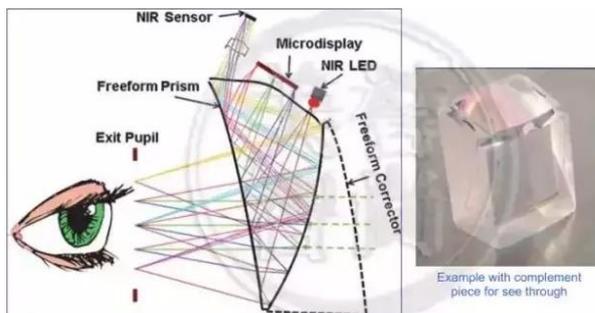
自由曲面指表面形状不能被连续加工、具有传统加工成型的任意性特点的曲面。在这种结构中,光线经过该棱镜的变换,形成虚拟放大的图像,自由曲面全反射的出射面和自由曲面的反射面能消除色差和畸变等像差,因此成像质量更加清晰,视角可以达到 54° 左右,采用双自由曲面棱镜视角可以进一步提高。缺陷就是体积较大,厚度约在 7-10mm。

图 33: 棱镜式方案原理

图 34: 自由曲面反射式方案原理



数据来源：OFweek，东吴证券研究所



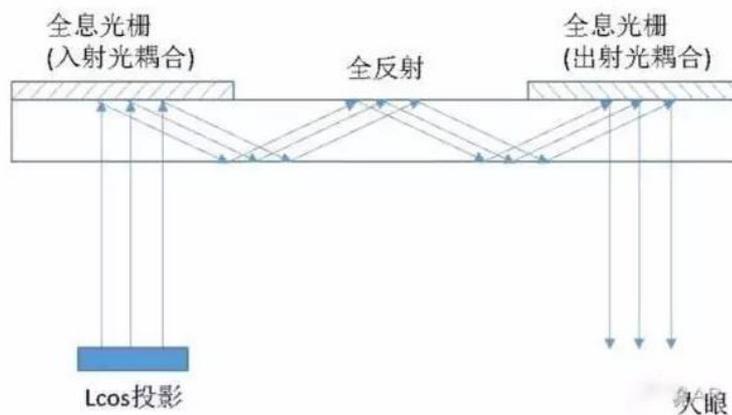
数据来源：OFweek，东吴证券研究所

光波导包括衍射波导和阵列波导两种，HoloLens 和 Magic Leap 采用衍射波导，Lumus 则采用阵列波导。

HoloLens 的衍射波导由微显示器、全息光栅和平板波导组成，图像经过微型准直透镜后变成平行光进入光波导到达第一个全息光栅，由于全息光栅的衍射效应使平行光改变传输方向从而满足全反射条件并沿波导方向向前无损传播。当传播到第二个全息光栅时，平行光从全息波导出射并进入人眼成像。全息波导使得光学图像可以垂直偏转传播，减小了传播距离和折镜的使用，利于光学系统的简洁化和轻小型设计。该方案波导能够在 3mm 以内的玻璃上，实现 30-40° 的视场角，不过设计难度也是最大的。

Lumus 的阵列波导选择了光导光学元件 (Light-guide Optical Element, LOE)，通过一层波导来处理所有颜色。一层 LOE 的厚度类似于 HoloLens 多层波导堆叠。他们只是以一定角度切割波导的入口以使光线进入（而非使用特定颜色的衍射光栅），然后再使用一系列经过特别设计的局部反射镜来使光线射出。此方案产品体积小、视场角大，不过加工难度也较大。

图 35：衍射波导方案原理



数据来源：OFweek，东吴证券研究所

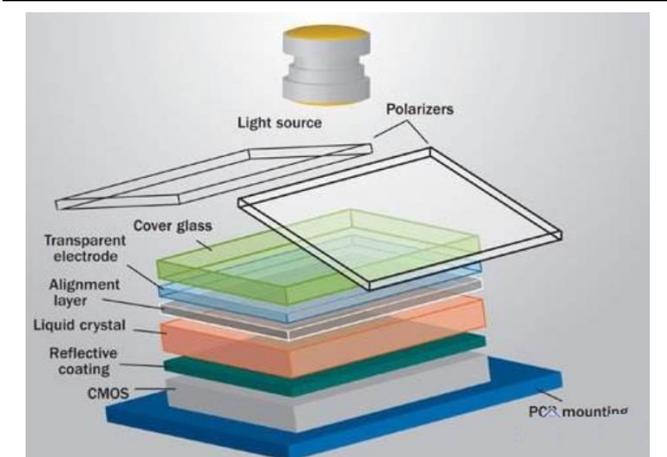
图 36: 各种输出成像方案对比

成像形式	优势	劣势	量产性	成本
棱镜式	结构简单	视场角小, 体验差	高	低
自由曲面反射式	大视场角	体积大	高	高
衍射波导	体积小, 大视场角	加工难度大	低	高
阵列波导	体积小, 大视场角	加工难度中等	高	高

数据来源: 水晶光电可转债预案, 东吴证券研究所

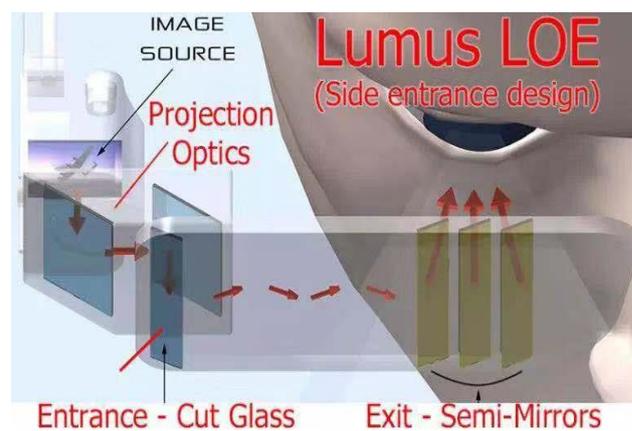
相比之下, 光波导方案的优势较为显著。其中, 微型显示器件 LCOS 和光导光学元件为核心器件。HoloLens 的 LCOS 由 Himax 提供, Magic Leap 的 LCOS 由 OV 提供, Lumus 的则由 Raontech 提供。光导光学元件方面, 水晶光电具备制作能力。

图 37: LCOS 结构



数据来源: PC Home, 东吴证券研究所

图 38: LOE 器件



数据来源: Lumus, 东吴证券研究所

AR 头戴设备对于信息和数据的快速处理有非常高的要求, 给 AR 设备在无线数据的传输方面带来较大挑战。随着蓝牙 5.0 等新一代无线传输协议的发布, 无线传输技术的速度和稳定性得到了质的提升。如蓝牙 5.0 相比前代协议, 实现了 4 倍信号范围和 2 倍连接速度。有望为 AR 头戴设备的应用提供无线连接的技术支持, 助力 AR 应用快速落地。

## 5. 投资建议

继续推荐深度布局 AR 光学元器件、模组的水晶光电，建议关注 LCOS 生产商韦尔股份（收购豪威），光学元件厂商联创电子、利达光电，深耕微投影技术的福晶科技，光学模组厂欧菲科技、舜宇光学，以及整机代工厂歌尔股份、闻泰科技。

## 6. 风险提示

**AR 渗透不及预期：**AR 终端的落地需要产业链上传感器、计算芯片和显示系统的配套，配套产业的不成熟会延缓 AR 的应用进程，同时，AR 作为新兴应用，后期渗透率的提升还取决于消费者对新技术的接受程度。

**5G 建设不及预期：**AR 生态的完善依赖于 5G 高速率、低延时通信技术的底层支持，若 5G 商用进程放缓，会影响 AR 的通信性能和用户体验，从而对 AR 推进产生负面影响。

## 免责声明

东吴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。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司(以下简称“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客户。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,本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下,东吴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。

市场有风险,投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息,本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性,也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报告。

本报告的版权归本公司所有,未经书面许可,任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载,需征得东吴证券研究所同意,并注明出处为东吴证券研究所,且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

## 东吴证券投资评级标准:

### 公司投资评级:

买入: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 15% 以上;

增持: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 5% 与 15% 之间;

中性: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-5% 与 5% 之间;

减持: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-15% 与-5% 之间;

卖出: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在-15% 以下。

### 行业投资评级:

增持: 预期未来 6 个月内, 行业指数相对强于大盘 5% 以上;

中性: 预期未来 6 个月内, 行业指数相对大盘-5% 与 5%;

减持: 预期未来 6 个月内, 行业指数相对弱于大盘 5% 以上。

东吴证券研究所

苏州工业园区星阳街 5 号

邮政编码: 215021

传真: (0512) 62938527

公司网址: <http://www.dwzq.com.cn>

