

电子

TOF 开启深度信息的新未来

3D sensing 成趋势，ToF 应用前景广阔，为移动端搭载 3D sensing 的主要选择。 3D sensing 是智能手机创新的趋势之一，当前正加速向中低端手机渗透。目前实现 3D sensing 共有三种技术，分别为双目立体成像、结构光和 ToF，目前已经比较成熟的方案是结构光和 ToF。其中结构光方案最为成熟，已经大规模应用于工业 3D 视觉，ToF 则凭借自身优势成为在移动端较被看好的方案。ToF 技术具备抗干扰性强、FPS 刷新率更高的特性，因此在动态场景中能有较好表现。另外 ToF 技术深度信息计算量小，对应的 CPU/ASIC 计算量也低，因此对算法的要求更低。

下一波创新性革命，ToF 市场空间巨大。 随着增强现实内容市场的蓬勃发展，内容厂商不断推动 AR/VR 开发平台的发展，必然会推动 ToF 产业的发展。ToF 有望接力结构光，从生物感知到虚拟现实，从人脸识别到 3D 建模，带来产业端升级和用户体验优化，前置人脸识别+后置虚拟现实功能可能成为手机的下一个形态。伴随 AR/VR 的发展，ToF 有望成为智能手机摄像头的下一个风口。根据 Yole 的预测数据也显示，全球 3D 成像和传感器的市场规模在 2016-2022 年的 CAGR 为 38%，其中，消费电子是增速最快的应用场，2016-2022 年的 CAGR 高达 160%，到 2022 年消费电子市场规模将超过 60 亿美元。从出货量上来看，我们预测智能手机 3D 感测需求将从 2017 年的 4000 万部增加至 2019 年的 2 亿部以上，其中 2019 年的 ToF 机型还主要集中在几款高端旗舰机，从 2020 年开始 ToF 的出货量将进一步爆发，安卓阵营明年 ToF 的出货量有望达到 1~2 亿部，在整体 3D 感应中占比有望达到 40%。

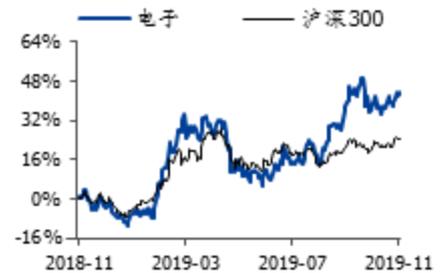
ToF 让 3D 建模“飞向寻常百姓家”。 随着体感交互、3D 识别与感知、环境感知以及 AR 地图构建等技术与应用的发展，市场对 3D 视觉与识别技术的兴趣日益浓厚，ToF 的使用进一步丰富了 3D 建模技术的应用场景。包括拍照虚化、体感游戏、测距、购物等新应用。ToF 技术的应用亦是 AR、VR 时代的催化剂。考虑到 ToF 的两个独特的优点——作用距离长、刷新率高，存在远距离 3D 测距需求的 AR/VR 是最能体现 ToF 优势的功能之一。

涉及到哪些供应链？ 通过对已经上市的主流 3D 摄像头产品进行拆解分析，3D 摄像头产业链可以被分为：上游：红外传感器、红外光源、光学组件、光学镜头以及 CMOS 图像传感器；中游：传感器模组、摄像头模组、光源代工、光源检测以及图像算法；下游：终端厂商以及应用。**建议重点关注：韦尔股份、水晶光电、联创电子、苏大维格、舜宇光学、立讯精密、歌尔股份、欧菲光、丘钛科技、永新光学。**

风险提示： 下游需求不及预期，全球供应链风险。

增持（维持）

行业走势



作者

分析师 郑震湘

执业证书编号：S0680518120002

邮箱：zhengzhenxiang@gszq.com

相关研究

- 1、《电子：三季度板块超预期，高景气度持续！》2019-11-03
- 2、《电子：数据中心超预期，“芯”需求共振！》2019-10-27
- 3、《电子：从台积电看“芯”拐点的明确》2019-10-20



内容目录

一、3D sensing 成趋势，ToF 应用前景广阔	4
1.1 ToF 为移动端搭载 3D sensing 的主要选择	4
1.2 ToF 让 3D 建模“飞向寻常百姓家”	7
二、下一波创新性革命，TOF 市场空间巨大	11
三、BOM 比较：TOF 或更具成本优势	13
四、深度解析 3D Sensing 摄像头产业链	15
4.1 VCSEL：垂直发射光源，国内厂商逐步突破	17
4.2 Diffuser：将光调制成均匀的面光源	19
4.3 窄带滤光片：只允许通过特定波长	19
4.4 3D 图像处理芯片：难度较高	20
4.5 成像镜头端：产业链较为成熟	20
风险提示	24

图表目录

图表 1: 3D 传感系统	4
图表 2: 3D 结构光原理图	5
图表 3: ToF 成像原理图	5
图表 4: 双目相机	6
图表 5: 双目成像深度确定原理	6
图表 6: 三种 3D 传感方案比较	6
图表 7: 3D 建模示例	7
图表 8: 人像背景虚化样张	8
图表 9: ToF 应用于体感游戏	8
图表 10: ToF 移动端应用前景	8
图表 11: Hololens 摄像头布局	9
图表 12: Hololens 拆解	9
图表 13: Hololens 成像原理	10
图表 14: 全球 AR 软件用 MAUs、嵌入式 AR 应用、独立式 AR 应用情况 (个)	10
图表 15: 3D 感应市场规模 (百万美元, 包含消费电子、汽车、医疗等市场)	11
图表 16: 3D 感应市场中 TOF 与结构光的占比	12
图表 17: iPhone X 结构光结构	13
图表 18: Mate 30 Pro 的镜头模块 (包含一颗深度镜头)	14
图表 19: TOF BOM 预测	14
图表 20: 3D sensing 供应链	15
图表 21: TOF 的结构	15
图表 22: TOF 的五大核心单元	15
图表 23: 主流近红外光源对比: VCSEL、发光二极管 (LED)、激光二极管 (LD)	18
图表 24: VCSEL 结构示意图	18
图表 25: 三种激光光源光形对比	18
图表 26: TVCSEL 产业发展历程	19
图表 27: 940nm 窄带滤光片透光曲线	20
图表 28: 3D 视觉系统中的窄带滤光片原理	20
图表 29: 手机摄像头模组组成	21

图表 30: 手机镜头产业链主要供应商.....	21
图表 31: CIS 市场份额.....	22
图表 32: 2016 年摄像头模组市场份额.....	22
图表 33: 2017 年摄像头模组市场份额.....	22
图表 34: 前三大模组厂商不断扩产 (月出货, 单位 kk)	23
图表 35: 前三大模组厂商双摄、三摄份额不断增加.....	23
图表 36: 前五大镜头厂商产能 (单位 kk)	23
图表 37: 苹果镜头供应商份额.....	24
图表 38: 国内安卓镜头供应商份额.....	24

一、3D sensing 成趋势，ToF 应用前景广阔

1.1 ToF 为移动端搭载 3D sensing 的主要选择

3D sensing 是智能手机创新的趋势之一，当前正加速向中低端手机渗透。目前实现 3D sensing 共有三种技术，分别为双目立体成像、结构光和 ToF，目前已经比较成熟的方案是结构光和 ToF。其中结构光方案最为成熟，已经大规模应用于工业 3D 视觉，ToF 则凭借自身优势成为在移动端较被看好的方案。

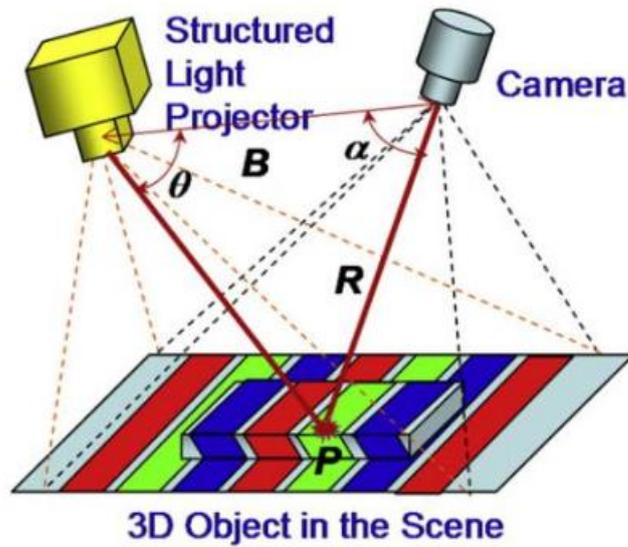
图表 1: 3D 传感系统



资料来源: AMS, 国盛证券研究所

3D 结构光最早应用于苹果旗舰 iPhone X，结构光原理为通过近红外激光器向物体投射具有一定结构特征的光线，再由专门的红外摄像头进行采集获取物体的三维结构，再通过运算对信息进行深入处理成像。该技术目前共有编码结构光和散斑结构光两种实现类别。结构光技术仅需一次成像就可得到深度信息，具备低能耗、高成像分辨率的优势，能够在安全性上实现较高保证，因此被广泛应用于人脸识别和人脸支付等场景。但结构光技术识别距离较短，大约在 0.2 米到 1.2 米之间，这将其应用局限在了手机前置摄像，主要用于 3D 人脸识别屏幕解锁、人脸支付及 3D 建模等。

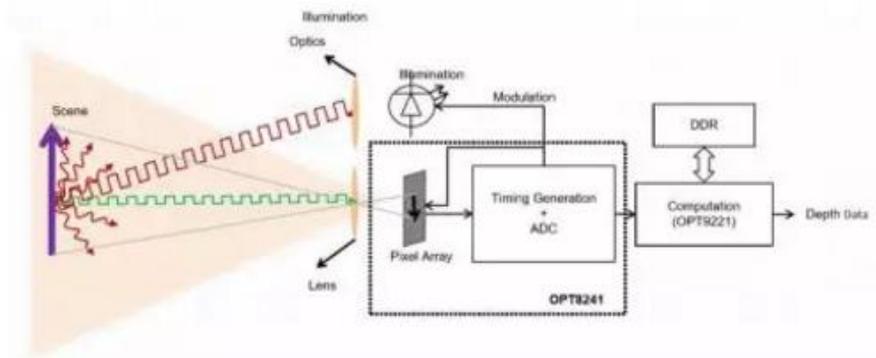
图表 2: 3D 结构光原理图



资料来源: 电子发烧友, 国盛证券研究所

ToF (Time of Flight) 技术是 2018 年才被应用到手机摄像头的 3D 成像技术, 其通过向目标发射连续的特定波长的红外光线脉冲, 再由特定传感器接收待测物体传回的光信号, 计算光线往返的飞行时间或相位差, 从而获取目标物体的深度信息。ToF 镜头主要由发光单元、光学镜片及图像传感器构成。其识别距离可达到 0.4 米到 5 米, 因此已有品牌, 如 OPPO、华为等, 将其应用于手机后置摄像。ToF 技术具备抗干扰性强、FPS 刷新率更高的特性, 因此在动态场景中能有较好表现。另外 ToF 技术深度信息计算量小, 对应的 CPU/ASIC 计算量也低, 因此对算法的要求更低。但相对于结构光技术, ToF 技术的缺点在于其 3D 成像精度和深度图分辨率相对较低, 功耗较高。

图表 3: ToF 成像原理图



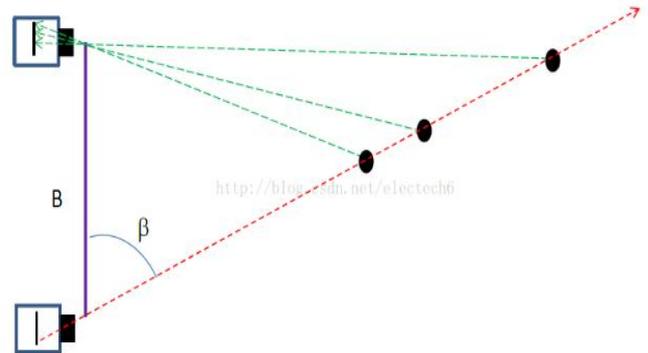
资料来源: zealer, 国盛证券研究所

双目立体成像原理较为简单, 即利用双摄像头拍摄物体, 再通过三角形原理计算物体距离, 合成立体图像。其具有高 3D 成像分辨率、高精度、高抗强光干扰的优势, 同时能保持较低成本水平。但由于需要通过大量的 CPU/ASIC 演算取得它的深度和幅度信息, 其算法极为复杂较难实现, 同时该技术易受环境因素干扰, 对环境光照强度比较敏感, 且比较依赖图像本身的特征, 因而拍摄暗光场景时表现差。由于以上原因, 双目立体成像技术在手机上较少应用。

图表 4: 双目相机



图表 5: 双目成像深度确定原理



资料来源: 激光荟萃, 国盛证券研究所

资料来源: 激光荟萃, 国盛证券研究所

结构光技术和 ToF 各有优势, 在移动端的应用上具有互补的特性, 但不可否认的是, ToF 的多场景应用呈现出了更为广阔的发展前景。iPhone X 对 3D 结构光的应用带动了这项技术的发展和渗透, 目前相较于 ToF, 结构光技术在应用上更为成熟, 出货量上明显占优。而且结构光的扫描效果更为真实, 具备更强的 3D 还原能力。但遗憾的是, 作用距离的劣势限制了其应用。ToF 技术弥补了距离上的缺陷, 由于能够支持更远的作用距离, ToF 技术可以被应用于包含 3D 人脸识别、3D 建模以及手势识别、体感游戏、AR/VR 在内的更多场景中, 从而为智能手机更娱乐性和实用性的体验。此外, 相比结构光技术, ToF 的模组复杂度低, 堆叠简单, 可以做到非常小巧且坚固耐用, 在屏占比不断提高的外观趋势下, 更得到手机厂商的青睐。

图表 6: 三种 3D 传感方案比较

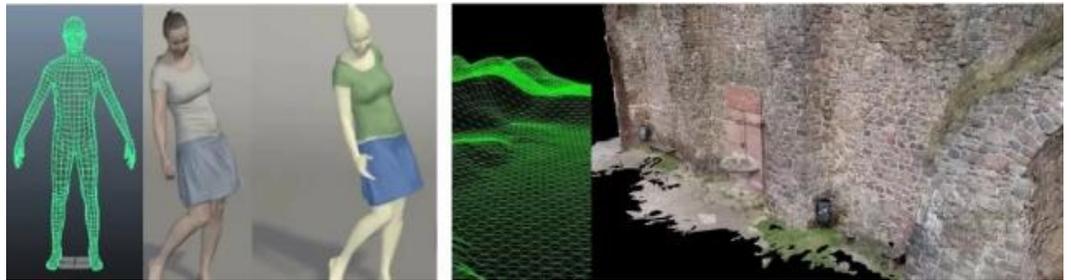
	双目成像立体视觉	结构光技术	TOF
分辨率	多 Mpix	最大 1-3Mpix	最大 VGA
硬件	简单的照相机 复杂的系统	高要求的照明复杂系统	简单的照相机 复杂的系统
计算能力	高	中	低
限制	可能需要在弱光下照明	最好室内使用 需要电源	最好室内使用 低分辨率
图片			
最适合场景	深度传感与成像相结合	中长距离的深度感应	短距离面部和手势捕捉
主要参与者			

资料来源: Yole Development, 国盛证券研究所

1.2 ToF 让 3D 建模 “飞向寻常百姓家”

我们生活在一个三维的空间，对周围物体及环境的大部分经验来自于对深度信息的感知。对于人们来说，立体化的 3D 视觉比 2D 图片的形式要生动、沉浸许多，这也是人们所追求的直观体验。为解决这一需求痛点，3D 建模技术应运而生并迅速发展。3D 建模即通过相机等设备对物体进行采集照片，获取周围环境物体三维尺寸和深度信息，经计算机进行图形图像处理以及三维计算，从而全自动生成被拍摄物体的三维模型的技术。曾经主流的 3D 建模实现都十分昂贵，而当 3D 镜头技术和传统的镜头结合起来，意味着在移动端即可实现 3D 建模，ToF 技术正推动着 3D 建模应用 “飞入寻常百姓家”。

图表 7: 3D 建模示例



资料来源：荣耀手机，国盛证券研究所

随着体感交互、3D 识别与感知、环境感知以及 AR 地图构建等技术与应用的发展，市场对 3D 视觉与识别技术的兴趣日益浓厚，ToF 的使用进一步丰富了 3D 建模技术的应用场景。

拍照虚化。ToF 具备更好的景深采集功能，加入智能手机后摄模组后，能够实现快速、远距离获取更高精度的景深信息，从而完成较结构光更大范围的 3D 建模，而且由于自带红外光源，其在暗光环境下获得的景深信息同样准确。因此，有 TOF 摄像头参与的成像在虚化效果上会更加真实，富有层次，从而能够带来更好人像模式体验。

图表 8: 人像背景虚化样张



资料来源: 华为手机, 国盛证券研究所

图表 9: ToF 应用于体感游戏



资料来源: 荣耀手机, 国盛证券研究所

体感游戏。通过 TOF 技术能够采集到被拍摄人的身体深度信息, 捕捉和采集身体的动作, 进行手势判定, 控制预制的 3D 建模人偶的形象和动作, 实现真人和 3D 虚拟形象跟随, 用身体、动作和手势做游戏交互。

图表 10: ToF 移动端应用前景

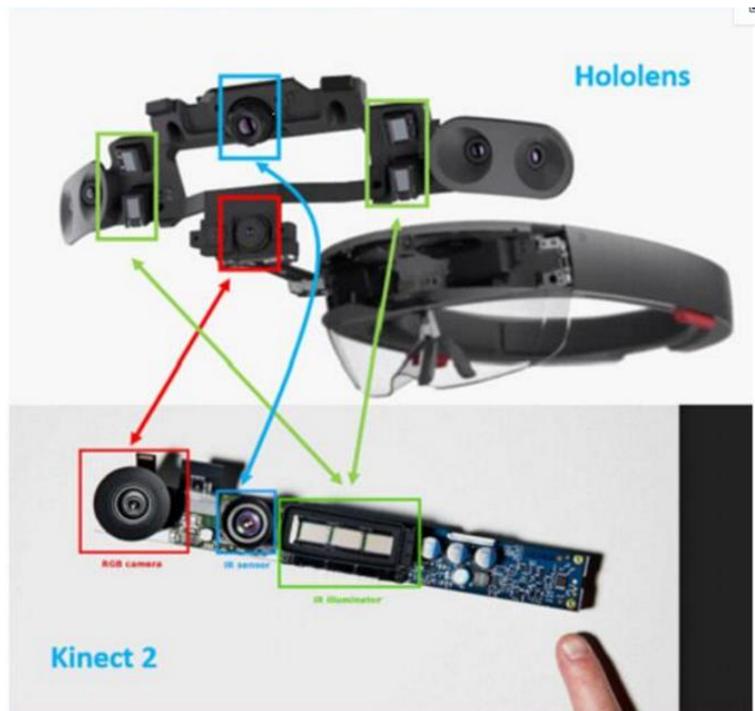


资料来源: PCPOP.COM, 国盛证券研究所

ToF 助力消费级 AR 普及。ToF 技术的应用亦是 AR、VR 时代的催化剂。考虑到 ToF 的两个独特的优点——作用距离长、刷新率高, 存在远距离 3D 测距需求的 AR/VR 是最能体现 TOF 优势的功能之一。3D 摄像头技术提供的手势识别功能将成为未来 AR/VR 领域的核心交互手段。目前各大厂商推出的 VR 设备大都需要控制器, 游戏控制器的优势在于控制反馈及时、组合状态多。

3D 摄像头技术提供的手势识别功能将成为未来 AR/VR 领域的核心交互手段。目前各大厂商推出的 VR 设备大都需要控制器, 游戏控制器的优势在于控制反馈及时、组合状态多。以 HoloLens 为例, 就拥有一组四个环境感知摄像头和一个深度摄像头, 环境感知摄像头用于人脑追踪, 深度摄像头用于辅助手势识别并进行环境的三维重构。

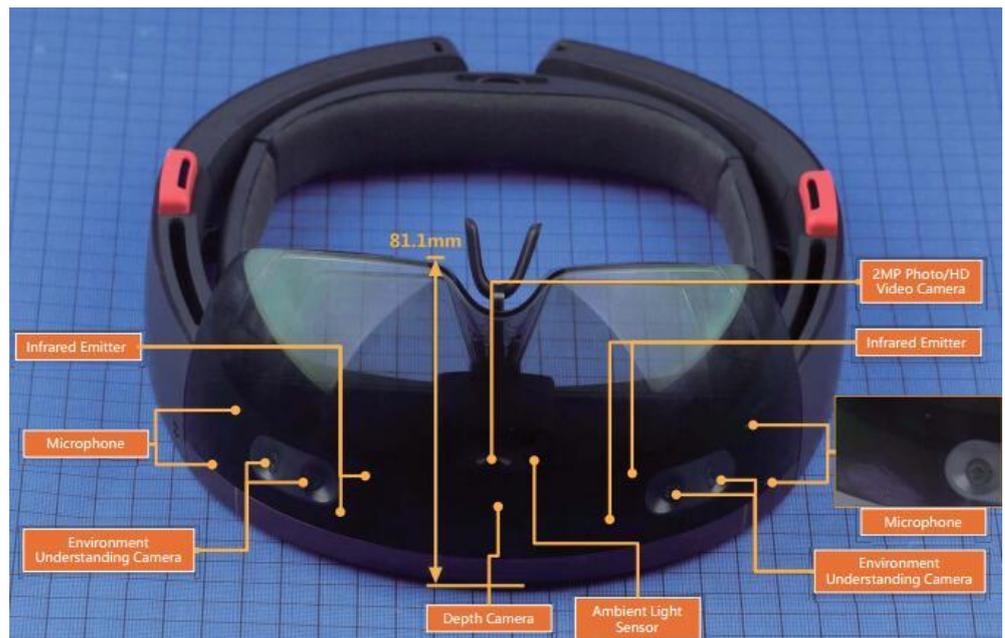
图表 11: HoloLens 摄像头布局



资料来源: 电子发烧友, 国盛证券研究所

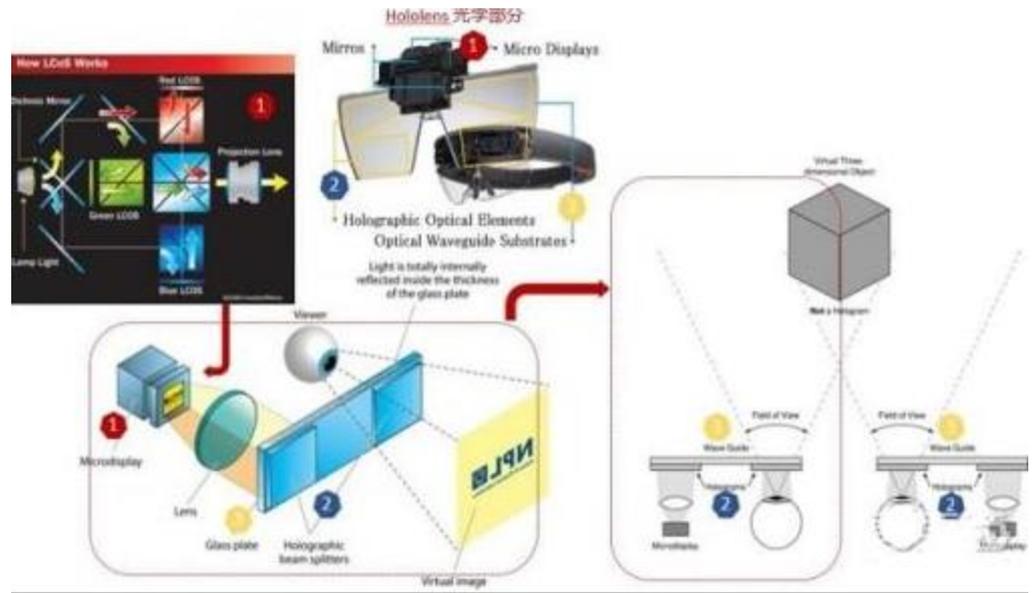
HoloLens 相比以往任何设备的强大之处, 在于其能够实现对现实世界的深度感知并进行三维建模。HoloLens 拥有一组四个环境感知摄像头和一个深度摄像头, 环境摄像头获得周围图像 RGB 信息, 深度摄像头则利用 TOF 技术获得视觉空间深度图 (Depth Map) 并以此重建三维场景、实现手势识别。

图表 12: HoloLens 拆解



资料来源: 电子发烧友, 国盛证券研究所

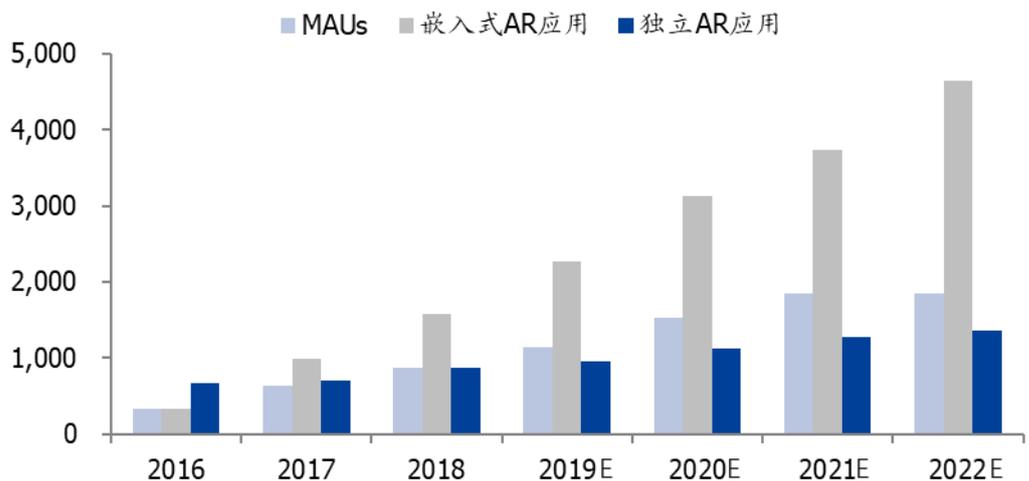
图表 13: Hololens 成像原理



资料来源: 电子技术设计网, 国盛证券研究所

下一波创新性革命, AR 应用前景巨大。外观系列创新之后, 下一波移动终端创新将围绕 AR 进行革命性创新。光学领域 TOF 有望接力结构光, 从生物感知到虚拟现实, 从人脸识别到 3D 建模, 带来产业端升级和用户体验优化, 前置人脸识别+后置虚拟现实功能可能成为手机的下一个形态。手机实现虚拟现实同样需要使用 3D 摄像头模组, 进一步推动光学产业链的升级。

图表 14: 全球 AR 软件用 MAUs、嵌入式 AR 应用、独立式 AR 应用情况 (个)



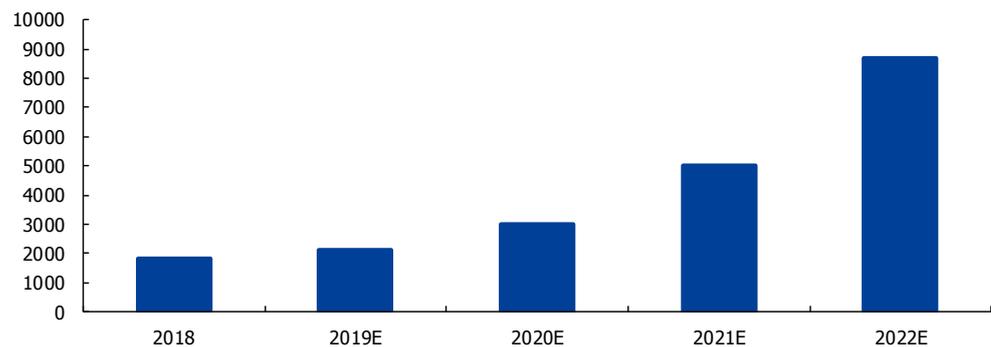
资料来源: Tractics, 国盛证券研究所

二、下一波创新性革命，TOF 市场空间巨大

外观系列创新之后，下一波移动终端创新将围绕 AR 进行革命性创新。随着增强现实内容市场的蓬勃发展，内容厂商不断推动 AR/VR 开发平台的发展，必然会推动 TOF 产业的发展。TOF 有望接力结构光，从生物感知到虚拟现实，从人脸识别到 3D 建模，带来产业端升级和用户体验优化，前置人脸识别+后置虚拟现实功能可能成为手机的下一个形态。伴随 AR/VR 的发展，ToF 有望成为智能手机摄像头的下一个风口。

我们看到 2019 年 3D 感测手机大多集中在高端机等旗舰机型，结构光以苹果为代表，自 iPhoneX 后的机型都已经搭载结构光功能，而华为搭载 TOF 的机型数量最多。根据 Yole 的预测数据也显示，全球 3D 成像和传感器的市场规模在 2016–2022 年的 CAGR 为 38%，2017 年市场规模 18.3 亿美元，2022 年将超过 90 亿美元。其中，消费电子是增速最快的应用场，2016–2022 年的 CAGR 高达 160%，到 2022 年消费电子市场规模将超过 60 亿美元。

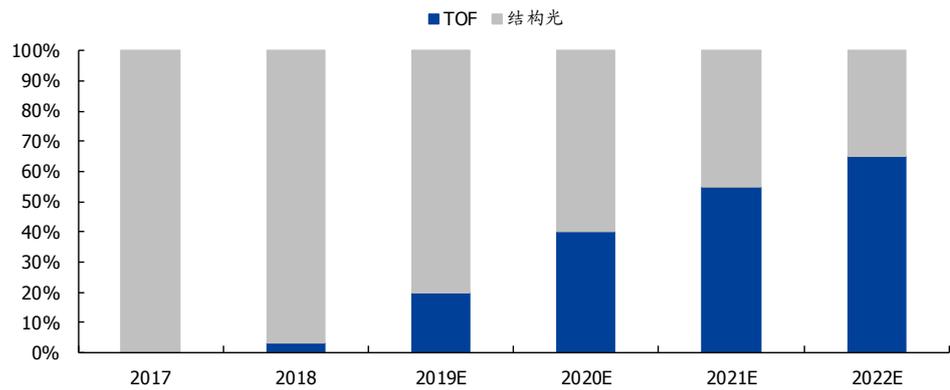
图表 15: 3D 感应市场规模 (百万美元, 包含消费电子、汽车、医疗等市场)



资料来源: Tractics, 国盛证券研究所

从出货量上来看，我们预测智能手机 3D 感测需求将从 2017 年的 4000 万部增加至 2019 年的 2 亿部以上，其中 2019 年的 ToF 机型还主要集中在几款高端旗舰机，从 2020 年开始 TOF 的出货量将进一步爆发，在整体 3D 感应中占比有望达到 40%。

图表 16: 3D 感应市场中 TOF 与结构光的占比



资料来源: 电子发烧友, 国盛证券研究所预测

图表 17: TOF 机型梳理

	摄像头	前置摄像头	解锁方式	价格	发布时间
OPPO R17 pro	12 MP, f/1.5-2.4 20 MP, f/2.6, AF TOF 3D camera	25 MP, f/2.0, 1/2.8", 0.9µm	屏下指纹识别	3499 起	2018 年 12 月
华为 honor V20	48 MP, f/1.8 TOF 3D camera	25 MP, f/2.0	后置指纹识别	2799 起	2018 年 12 月
vivo NEX 双屏版	12 MP, f/1.8 2 MP, f/1.8, depth sensor TOF 3D camera, f/1.3	No - uses main camera	屏下指纹识别	4998	2018 年 12 月
华为 P30 Pro	40 MP, f/1.6, 27mm (wide), 1/1.7", PDAF, OIS Periscope 8 MP, f/3.4, 125mm (telephoto), 1/4", PDAF, OIS, 5x optical zoom 20 MP, f/2.2, 16mm (ultrawide), 1/2.7", PDAF TOF 3D camera	32 MP, f/2.0, (wide), 0.8µm	屏下指纹解锁	5488	2019 年 4 月 14
三星 S10 5G	12 MP, f/1.5-2.4(wide) 12 MP, f/2.4, (telephoto), 2x optical zoom 16 MP, f/2.2, (ultrawide) TOF 3D camera	10 MP, f/1.9 (wide)	屏下指纹解锁	约人民币 8045 元	2019 年 4 月
华为 Mate 30	40 MP, f/1.8, 27mm (wide), 1/1.54", PDAF, Lazer AF 8 MP, f/2.4, 80mm (telephoto), 1/4", PDAF, Lazer AF, OIS, 3x optical zoom 16 MP, f/2.2, 17mm (ultrawide)	24 MP, f/2.0 3D TOF camera	Face ID, 屏下指 纹解锁	3999 起	2019 年 9 月
三星 note10+ 5G 版	12 MP, f/1.5-2.4, 27mm (wide), 1/2.55", 1.4µm, Dual Pixel PDAF,	10 MP, f/2.2, 26mm (wide), 1.22µm,	屏下指纹解锁	7999 元	2019 年 8 月

	OIS	Dual Pixel PDAF			
	12 MP, f/2.1, 52mm (telephoto), 1/3.6", 1.0µm, PDAF, OIS, 2x optical zoom				
	16 MP, f/2.2, 12mm (ultrawide), 1.0µm, Super Steady video				
	TOF 3D VGA camera				
	48 MP, f/2.0, 26mm (wide), 1/2", 0.8µm, PDAF	Motorized pop-up			
三星 A80	8 MP, f/2.2, 12mm (ultrawide), 1.12µm	rotating camera module	屏下指纹解锁	3799	2019 年 4 月
	TOF 3D camera, f/1.2, 30mm				

资料来源: 各机型官网、国盛证券研究所

三、BOM 比较: TOF 或更具成本优势

我们预计 ToF 和结构光的 BOM 成本大约为 12~15 美元和 20 美元, 相比之下 TOF 更具有成本优势。以 iPhone X 为例, 结构光技术的解决方案包括三个子模块 (点投影仪, 近红外摄像机和泛光照明器+接近传感器), 而 ToF 解决方案则将三个集成到一个模块中, 可以将包装成本降低。

图表 18: iPhone X 结构光结构



资料来源: 苹果, 国盛证券研究所

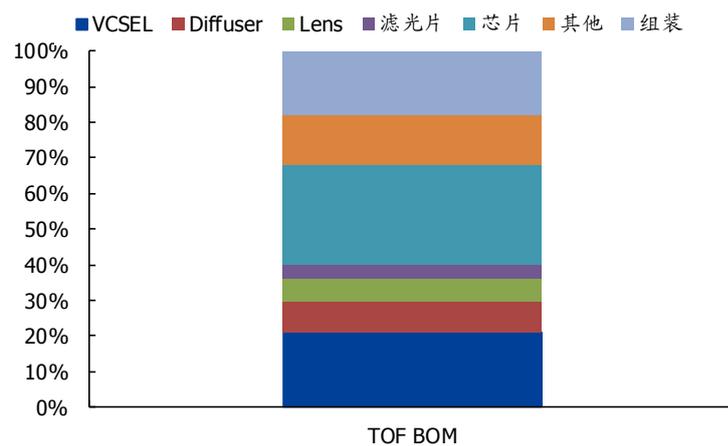
图表 19: Mate 30 Pro 的镜头模块 (包含一颗深度镜头)



资料来源: 电子技术设计, 国盛证券研究所

我们预计在这个 TOF 模组中, 芯片的成本仍占主要的部分, 大约占到整体 BOM 的 28%~30%。

图表 20: TOFBOM 预测



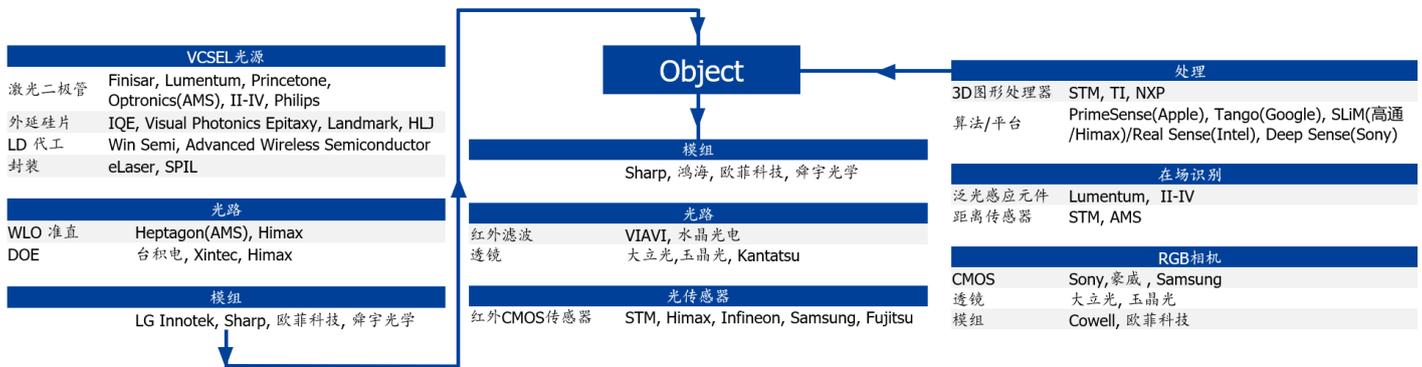
资料来源: 电子发烧友, 国盛证券研究所

四、深度解析 3D Sensing 摄像头产业链

目前 TOF 或结构光的 3D 感知技术均为主动感知，因此 3D 摄像头产业链与传统摄像头产业链相比主要新增加红外光源、红外传感器和光学组件等部分。通过对已经上市的主流 3D 摄像头产品进行拆解分析，3D 摄像头产业链可以被分为：

- 1、上游：红外传感器、红外光源、光学组件、光学镜头以及 CMOS 图像传感器；
- 2、中游：传感器模组、摄像头模组、光源代工、光源检测以及图像算法；
- 3、下游：终端厂商以及应用。

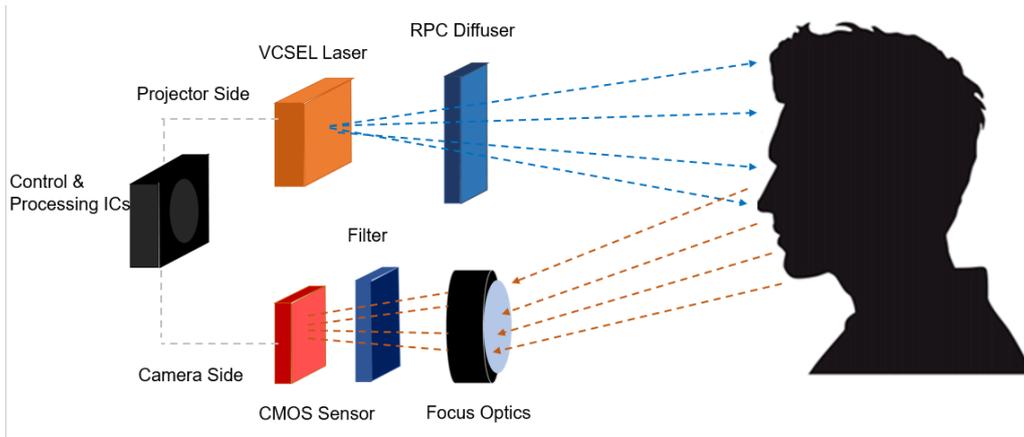
图表 21: 3D sensing 供应链



资料来源：国盛电子根据产业调研及公司公告整理，国盛证券研究所

TOF 和结构光二者虽然原理不同，但其所需要的核心部件基本相同，TOF 中的核心部件包括发射端的 VCSEL 光源、Diffuser 等，接收端的镜头、窄带滤光片、近红外 CMOS 等。

图表 22: TOF 的结构



资料来源：VIAVI，国盛证券研究所

图表 23: TOF 的五大核心单元



资料来源：OPPO，国盛证券研究所

图表 24: TOF 供应链梳理

元件名称	厂商
ToF传感器	Sony
	Infineon (英飞凌)
	SEC (安森美)
	TI (德州仪器)
	Panasonic (松下)
	AMS AG
红外光源	STMicro (意法半导体)
	Lumentum
	II-VI
	Finisar
窄带滤光片	光迅科技
	纵慧
	睿熙
光学镜头	Viavi
	水晶光电
	大立光
	玉晶光
	关东辰美
	舜宇光学
	瑞声科技
CIS	联创电子
	三星电子
	索尼
	韦尔股份 (豪威科技)
红外截止滤光片	三星
	Viavi
传感器模组	水晶光电
	LG
	同欣

	Globetronics
	Patron
	Namuga
摄像头模组	LG
	夏普
	舜宇光学
	欧菲光
	立讯精密
	信利 (Truly)
	丘钛科技
WLC	Heptagon (AMS)
	Princeton
晶圆级后段处理	华天科技
	晶方科技

资料来源：电子发烧友、国盛证券研究所整理

4.1 VCSEL：垂直发射光源，国内厂商逐步突破

VCSEL (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser, 垂直腔表面发射激光器) 是一种垂直于衬底面射出激光的半导体激光器。由上下两个 DBR 反射镜和有源区这三部分组成。**VCSEL 单价贵于 LED、LD, 可通过大规模量产降低成本。** VCSEL 的垂直结构更适合使用晶圆级制造和封测，并且规模量产之后具有成本优势。

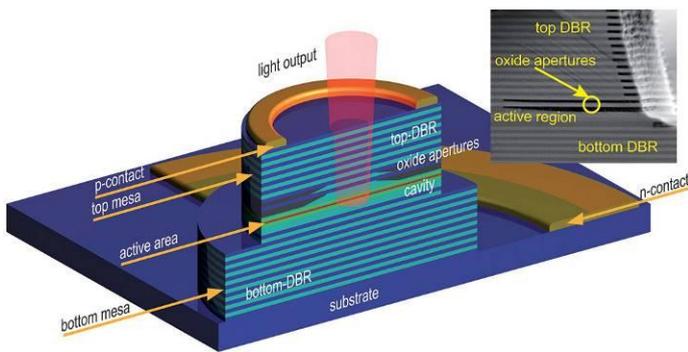
VCSEL 具有效率高、功耗低、传输速率快、制造成本低等优良特点，逐渐替代了 LED 成为主流选择。 发射光源包括两种，一种是边发射的(如 LD)，一种是垂直的(如 VCSEL)，前者一般波长较长，用于信息传输；后者可以通过压缩垂直腔体的容积用于体积较小的应用中，更适合作为 3D 感知的发光源。早期 3D 感知经常使用 LED 作为光源，但红外 LED 的响应速度较差，扫描结果不够精准。VCSEL 在 3D 感知领域性能优于 LED，逐渐替代了 LED 成为主流选择。

图表 25: 主流近红外光源对比: VCSEL、发光二极管 (LED)、激光二极管 (LD)

	VCSEL	LED	LD	VCSEL 优点
光束	圆形均匀分布	椭圆形均匀分布	椭圆形均匀分布	容易聚焦
光束角度	15	40	180	指向性好
光电转换效率	25%	10%	20%	效率高
操作电流	10mA	10~50mA	100mA	发热较少
电阻	30	3	6	
使用寿命	>5 万小时	<1 万小时	>5 万小时	
发射时间	1ns	5~10ns	1ns	发行快
功耗	低	高	中	功耗较低
技术难度	高	中	低	
成本	高	中	低	

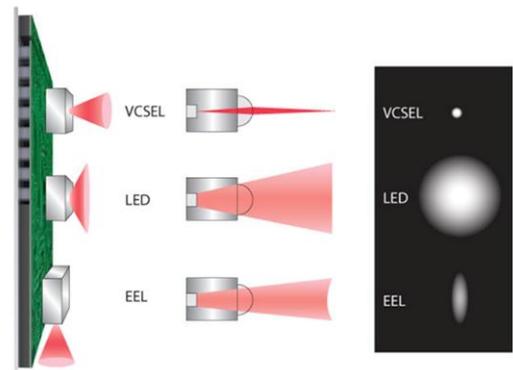
资料来源: 电子发烧友、国盛证券研究所

图表 26: VCSEL 结构示意图



资料来源: 电子发烧友、国盛证券研究所

图表 27: 三种激光光源光形对比



资料来源: 电子发烧友、国盛证券研究所

VCSEL 主要进入壁垒在于资质认证和量产能力，国内厂商逐步突破。目前 VCSEL 领域主要厂商为光通讯芯片领域的国外大厂，包括 Lumentum、Finisar、II-VI、Philips Photonics 等，其中 Lumentum 是 VCSEL 全球领先的供应商，供应国际大客户新机型 3D 感知模块的激光源。

TOF 的 VCSEL 并不像结构光那样对编码图案有一定要求，常规的规则排列即可，因此可供选择的 VCSEL 供应商也会更多。未来 VCSEL 需求量激增，但 VCSEL 产业链被美国和日本少数厂商把控。去年苹果推出 iPhone X 后，VCSEL 需求持续发酵。苹果已与几家供应商签订协议，对他们进行大规模的投资，对其产能进行了封锁。从整个 VCSEL 产业来看，供应链还是比较紧俏的，因此留给国内 VCSEL 公司很大的成长空间和市场空间。国内的供应商如纵慧、睿熙、华芯等均取得了不小的突破。

图表 28: VCSEL 产业发展历程



资料来源：睿熙科技，国盛证券研究所

4.2 Diffuser: 将光调制成均匀的面光源

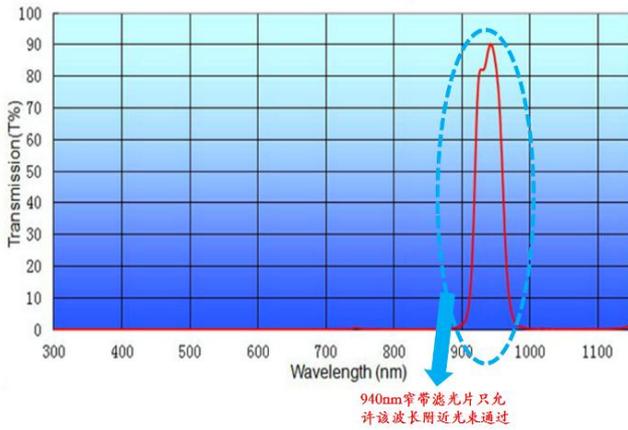
Diffuser 主要功能为显示器提供一个均匀的面光源，基材需选择光透过率高的材料如 PET/PC/PMMA。一般传统的扩散膜主要是在扩散膜基材中，加入一颗颗的化学颗粒，作为散射粒子，而现有之扩散板其微粒子分散在树脂层之间，所以光线在经过扩散层时会不断的再两个折射率相异的介质中穿过，在此同时光线就会发生许多折射、反射与散射的现象，如此便造成了光学扩散的效果。未来手机 3D 成像的 Diffuser 将会更加复杂化与定制化，应用场景更加细分，同时随着 TOF 的爆发，产品设计也将持续创新，规模优势日益凸显。

4.3 窄带滤光片：只允许通过特定波长

窄带滤光片是带通滤光片的一种，是光谱特性曲线透射带两侧邻接截止带的滤光片，即在特定的波段允许光信号通过，在其他波段则阻止光信号，窄带滤光片的通带较窄，一般小于中心波长的 5%。目前全球主要的窄带滤光片主要有两家，美国的 VIavi 和中国的水晶光电。

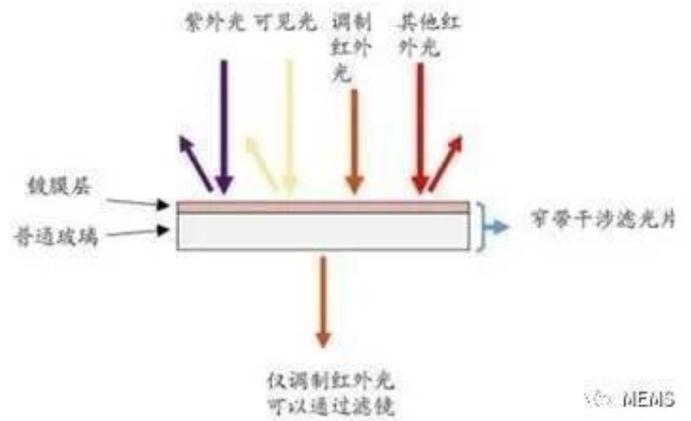
窄带滤光片在 3D 传感领域需求大，是 3D 视觉系统中红外光接受模组的组成部分，位于镜头和近红外图像传感器之间。在 3D 视觉系统中，红外光源是实现深度测量的关键，红外光源包括红外 LED 和激光器（主要是 VCSEL（红外激光发射器），在运作过程中，若 VCSEL 发射 940nm 波长的近红外光，为了接收端的图像传感器只接收到这一波长近红外光，需要通过窄带滤光片，将其余的环境光剔除。

图表 29: 940nm 窄带滤光片透光曲线



资料来源: MEMS、国盛证券研究所

图表 30: 3D 视觉系统中的窄带滤光片原理



资料来源: MEMS、国盛证券研究所

水晶光电是国内光学精密薄膜镀膜龙头，在窄带滤光片上具有技术和先发优势。目前大客户的窄带滤光片方案是以水晶与 VIAV 合作的方式供应。公司的强项在于镀膜工艺，预计新的竞争对手需要较长的时间才能切入，护城河较高。水晶有望抓住下游 3D sensing 需求的放量，凭借技术和先发优势将充分受益。

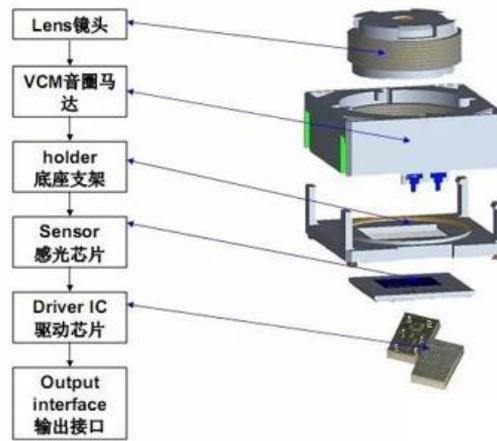
4.4 3D 图像处理芯片：难度较高

3D 成像所需的图像处理芯片和一般的图像处理芯片有所区别，其通过复杂的算法将 IR 接收端采集的空间信息和镜头成像端采集的色彩信息相结合，生成具备空间信息的三维图像。由于芯片设计壁垒高，目前供应商仅为几个芯片巨头，包括 STM、TI、NXP 等。

4.5 成像镜头端：产业链较为成熟

手机摄像头对应的产业链企业包括图像传感器制造商、模组封装厂商、镜头厂商、马达供应商、滤光片供应商等。由于行业技术壁垒和集中度高，产业链的龙头多为日本、韩国、中国台湾所垄断，大陆的厂商主要集中在红外滤光片和镜头模组封装上，包括舜宇光学、欧菲科技、水晶光电、立讯精密（立景）、丘钛科技等。

图表 31: 手机摄像头模组组成



资料来源: 电子发烧友, 国盛证券研究所

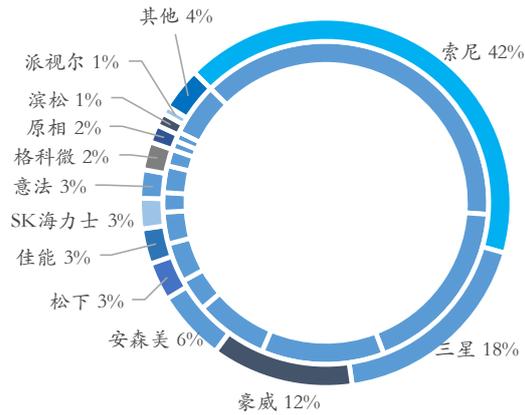
图表 32: 手机镜头产业链主要供应商

零组件	主要供应商
CIS	苹果: 索尼 中国手机厂商: 索尼, 豪威, 三星 三星: 三星
镜头	苹果: 大立光, 玉晶光, Kantatsu 中国手机厂商: 大立光, Kantatsu, 舜宇光学, 瑞声科技 三星: Sekonix, Kolen, Diostech, SEMCO, 舜宇光学
模组	苹果: LG Innotek, Sharp, Cowell, 欧菲科技 中国手机厂商: 舜宇光学, 欧菲科技, 丘钛科技, 立讯精密(立景)三星: Samsung, SEMCO
VCM	苹果: Apls, Minebea Mitsumi 中国手机厂商: Apls, Minebea Mitsumi, TDK

资料来源: 电子发烧友, 国盛证券研究所整理

在 CIS 市场份额上面, 索尼一家独大, 市场份额高达 42%, 三星居第二位, 市场份额达到了 18%, 豪威排第三, 市场份额为 12%, 随着手机、汽车、工业等下游应用领域对 CIS 的需求不断增加, 市场空间有望进一步扩大。Yole Development 数据显示, 2016 年 CMOS 图像传感器市场规模达到 115 亿美元, 相较 2015 年同比增长约 13%, 预计 2016 至 2022 年全球 CMOS 图像传感器市场复合年均增长率将保持在 10.50% 左右, 2022 年将达到约 210 亿美元。出货量方面, 2017 年全球 CIS 出货量超 40 亿颗, 预计 2021 年全球出货量将达 70 亿颗。

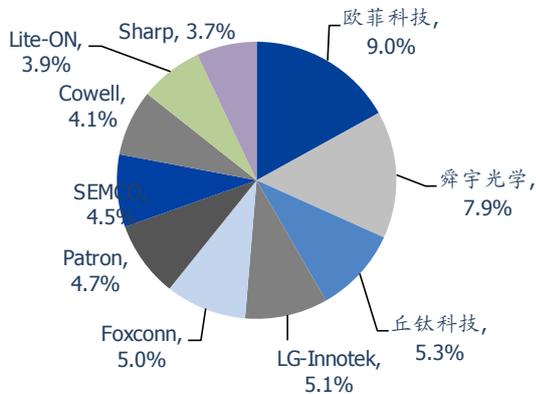
图表 33: CIS 市场份额



资料来源: Yole Development, 国盛证券研究所

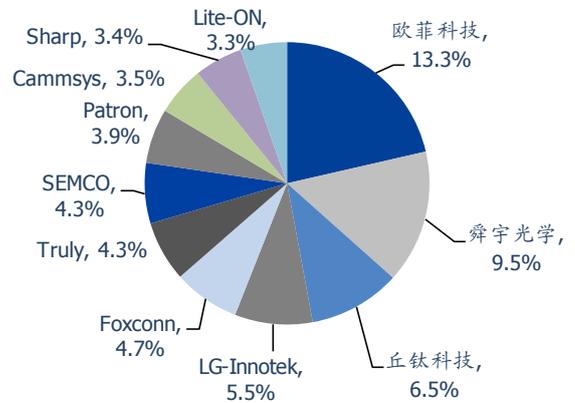
在摄像头模组上面,根据 TSR 的数据 2016 和 2017 年欧菲科技的市场份额为 9%和 13.3%,舜宇光学的市占率为 7.9%和 9.5%,丘钛科技的市占率为 5.3%和 6.5%。2017 年,全球 TOP 摄像头模组厂商占据了全球超过 50%的市场份额,比 2016 年增长了 13 个百分点,集中化趋势愈加明显。一方面,产业集中度不断提高,另外一方面,以光学领域的双摄、3D 摄像头和柔性显示为代表的功能性和差异化的创新层出不穷,持续利好自主创新能力强和具有产业整合及规模优势的龙头企业。

图表 34: 2016 年摄像头模组市场份额



资料来源: TSR, 国盛证券研究所

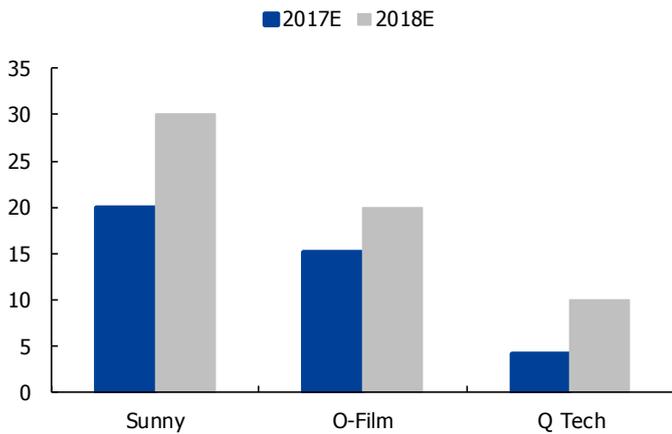
图表 35: 2017 年摄像头模组市场份额



资料来源: TSR, 国盛证券研究所

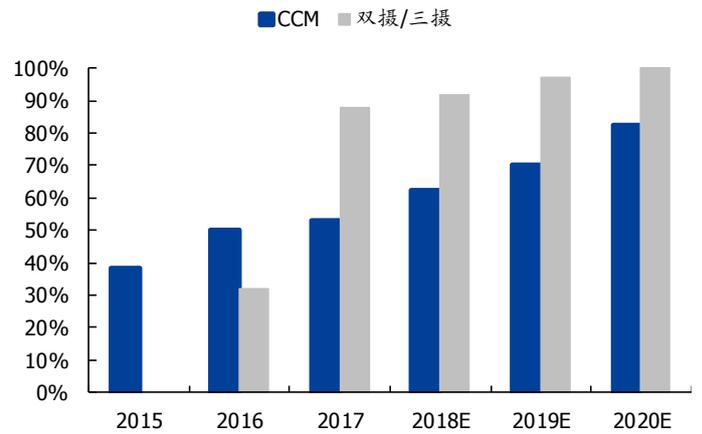
2018 年,品牌集中度进一步加剧,全球 TOP 摄像头模组厂商与二、三线摄像头模组的出货量呈现两极分化,通常情况下,全球 TOP 摄像头模组厂商的月出货量可达 35KK,而二、三线摄像头模组厂商最高出货量不超过 15KK。前三大模组厂商也不断扩产,以满足下游需求。

图表 36: 前三大模组厂商不断扩产 (月出货, 单位 kk)



资料来源: IDC、国盛证券研究所

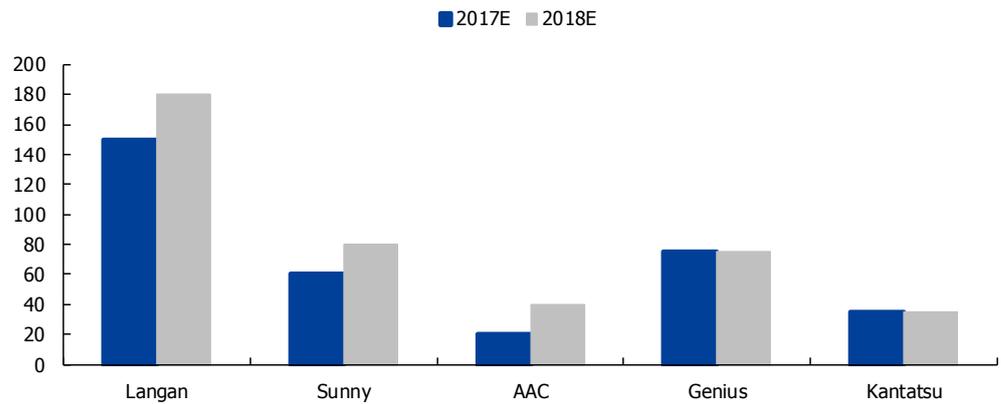
图表 37: 前三大模组厂商双摄、三摄份额不断增加



资料来源: IDC、国盛证券研究所

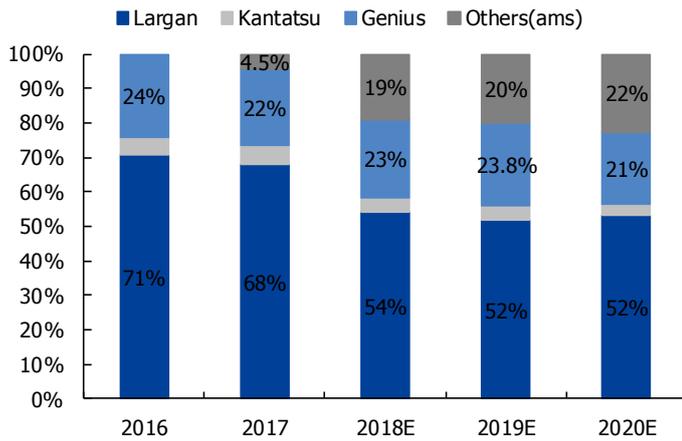
在镜头市场, 中国台湾的大立光占有绝对的龙头地位, 在 iPhone 中供应了超过 50% 的镜头份额。在中国手机厂商方面, 舜宇光学镜头的市占率在不断增加。目前大立光的年产能约为 1.5 亿, 遥遥领先于其他厂商。

图表 38: 前五大镜头厂商产能 (单位 kk)



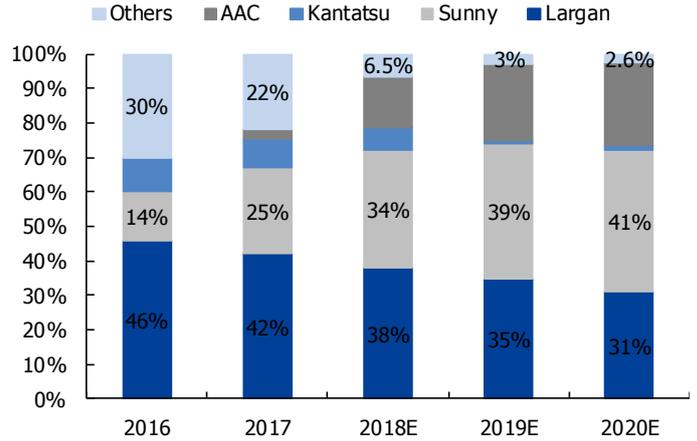
资料来源: Yole Development、国盛证券研究所

图表 39: 苹果镜头供应商份额



资料来源: IDC、国盛证券研究所

图表 40: 国内安卓镜头供应商份额



资料来源: IDC、国盛证券研究所

风险提示

下游需求不及预期:

半导体与下游消费电子、汽车、工控、通信等细分领域需求强相关, 存在需求不达预期的风险;

全球供应链风险:

目前全球半导体分工程度高, 核心材料、设备环节集中在欧美、日韩, 存在贸易争端引发的供应链风险。

免责声明

国盛证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告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客户。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。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及其研究人员对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可能会随时调整。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。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告所涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。

本报告版权归“国盛证券有限责任公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何机构或个人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。任何机构或个人如引用、刊发本报告，需注明出处为“国盛证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的任何观点均精准地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所得报酬的任何部分无论是在过去、现在及将来均不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
评级标准为报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中A股市场以沪深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；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准，美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期基准指数涨幅在15%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在5%~15%之间
		持有	相对同期基准指数涨幅在-5%~+5%之间
	行业评级	减持	相对同期基准指数跌幅在5%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在10%以上
		中性	相对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在10%以上

国盛证券研究所

北京

地址：北京市西城区平安里西大街26号楼3层

邮编：100032

传真：010-57671718

邮箱：gsresearch@gszq.com

南昌

地址：南昌市红谷滩新区凤凰中大道1115号北京银行大厦

邮编：330038

传真：0791-86281485

邮箱：gsresearch@gszq.com

上海

地址：上海市浦明路868号保利One56 1号楼10层

邮编：200120

电话：021-38934111

邮箱：gsresearch@gszq.com

深圳

地址：深圳市福田区福华三路100号鼎和大厦24楼

邮编：518033

邮箱：gsresearch@gszq.com