

## 折叠屏系列报告之四:

### OLED Shadow Mask: 蒸镀环节核心工具, 国内配套产业链迎来发展窗口期

分析师: 许兴军



SAC 执证号: S0260514050002



021-60750532



xuxingjun@gf.com.cn

分析师: 余高



SAC 执证号: S0260517090001



021-60750632



yugao@gf.com.cn

请注意, 许兴军并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人, 不可在香港从事受监管活动。

#### 核心观点:

##### ● OLED 发光层采用蒸镀工艺制作, Shadow Mask 为核心工具

OLED 面板中的发光结构部分需采用真空蒸镀的工艺来制作。在 OLED 蒸镀制程中, 需要采用 Shadow Mask (金属遮罩) 覆盖于衬底上方, 以使得蒸镀材料沉积在指定位置。

OLED Shadow Mask 分为两类: 一类是 FMM (Fine Metal Mask, 精细金属掩模版), 用于差异化蒸镀 RGB 子像素点的发光材料, 其结构的精细程度直接决定了 OLED 面板的像素密度; 另一类是 OPM (Open Mask, 开放式掩模版), 主要用于蒸镀普通层结构, 其孔洞尺寸基本上与面板产品尺寸相一致。目前看, RGB OLED 面板的蒸镀制程需要 FMM 和 OPM 共同参与, 而 WOLED 面板的蒸镀制程仅需要采用 OPM 即可完成。

##### ● OLED Shadow Mask 产业链: 日韩厂商主导, 上游光罩和下游清洗再生环节国内厂商有望参与

根据 IHS Markit 数据, 伴随着全球 OLED 面板产能和产品应用的扩张, OLED 用金属遮罩的市场规模也在快速增长, 预计到 2022 年全球 OLED 金属遮罩的市场规模在 12 亿美元以上。

自上而下来看, 金属遮罩产业链包含有原材料、图形设计、光罩制备、金属遮罩制作、金属遮罩张网、清洗再生等环节。其中日韩厂商主导材料和制造环节, 上游光罩和下游清洗再生环节国内厂商有望参与。光罩方面, 国内厂商清溢光电已经在显示面板用光罩领域取得一定的市场份额。清洗再生方面, A 股公司濮阳惠成已发布公告 (2019/02/16 公告) 拟收购翰博高新, 其募投项目“OLED 用 OPEN MASK 精密再生项目”拟与国际领先的 OLED 金属遮罩清洗再生服务商韩国 Top Wintech 合作, 在国内建设 OLED 金属遮罩的清洗再生量产服务设施。

##### ● 柔性显示元年已至, 国内 OLED Shadow Mask 配套环节迎来发展机遇

我们认为, 在柔性 OLED 面板供需共振、国内产能快速释放的背景下, 叠加降低成本的考虑, 国内的 OLED 金属遮罩的配套环节已出现发展窗口期, 目前已在光罩环节以及清洗再生环节有所布局的厂商有望迎来成长机遇。

##### ● 相关标的

产业链相关 A 股标的: 濮阳惠成。

##### ● 风险提示

国内面板厂商 OLED 产能扩张速度不及预期的风险; 产业链相关标的拟开展的并购事项及其募投项目无法落地或推进速度不及预期的风险。

#### 相关研究:

电子行业: 折叠屏系列报告之三: 华为 Mate X 发布, 折叠屏打开 OLED 新空间

2019-02-25

电子行业: 折叠屏系列报告之二: 三星发布折叠屏新机, 柔性显示新纪元开启

2019-02-21

电子行业: 折叠屏专题报告: 柔性显示新纪元, OLED 产业链新机遇

2019-02-12

#### 识别风险, 发现价值

请务必阅读末页的免责声明

本报告联系人: 王昭光 021-60750609 wangzhaoguang@gf.com.cn

## 目录索引

SHADOW MASK: OLED 面板制造核心工具 .....	4
OLED 发光层制作采用蒸镀工艺, SHADOW MASK 为核心工具 .....	4
金属遮罩产业链: 日韩厂商主导, 上游光罩和下游清洗再生环节国内厂商有望参与 .....	6
柔性显示元年已至, 国内 OLED 金属遮罩配套环节迎来发展机遇 .....	8
折叠屏手机叠加可卷曲电视, 2019 将是柔性显示元年 .....	8
国内面板厂商 OLED 产能快速扩张, 金属遮罩配套环节迎来发展机遇 .....	9

## 图表索引

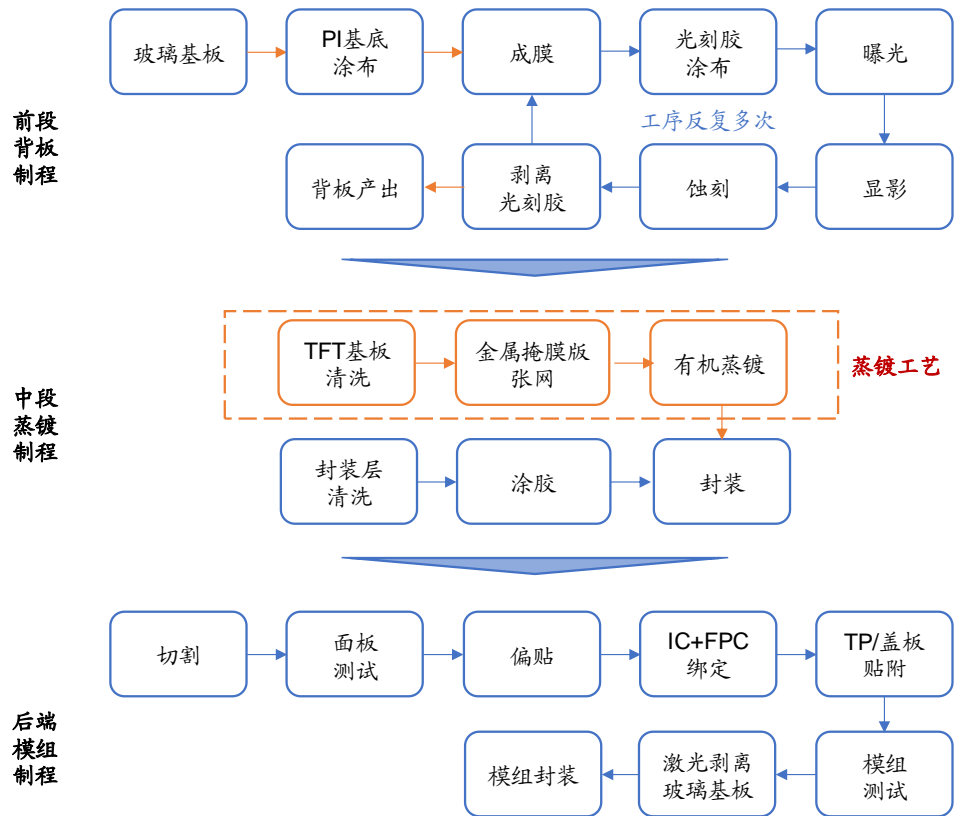
图 1: 柔性 OLED 面板制程中包含蒸镀环节 .....	4
图 2: OLED 发光结构由发光层和普通层共同构成 .....	5
图 3: FMM 孔洞结构十分精细并决定了面板分辨率 .....	5
图 4: OPM 孔洞尺寸基本上与面板产品尺寸相一致 .....	5
图 5: RGB OLED 面板的蒸镀制程需要 FMM 和 OPM 共同参与 .....	6
图 6: 全球柔性 OLED 面板理论总产能面积 .....	6
图 7: 全球 OLED Shadow Mask 市场规模 .....	6
图 8: FMM 的张网组装示意图 .....	7
图 9: 大尺寸 OPM 组装示意图 .....	7
图 10: 三星 Galaxy Fold 配有内置可折叠大屏 .....	8
图 11: 华为 Mate X 采用外折式产品形态设计 .....	8
图 12: LG 已发布可卷曲电视“OLED TV R” .....	8
图 13: 可卷曲设计使得电视具备可移动性 .....	8
表 1: 全球已规划的柔性 OLED 量产线 .....	9

## Shadow Mask: OLED 面板制造核心工具

### OLED 发光层制作采用蒸镀工艺，Shadow Mask 为核心工具

OLED面板制程中发光结构的制作需要采用蒸镀工艺。柔性OLED（Organic Light-Emitting Diode，有机发光二极管）面板的结构自下而上包括PI薄膜衬底的TFT（Thin Film Transistor，薄膜晶体管）基板、OLED发光结构、薄膜封装层、偏光片、外挂触控层和盖板层几个部分。其中，OLED发光结构部分需采用真空蒸镀的工艺来制作。

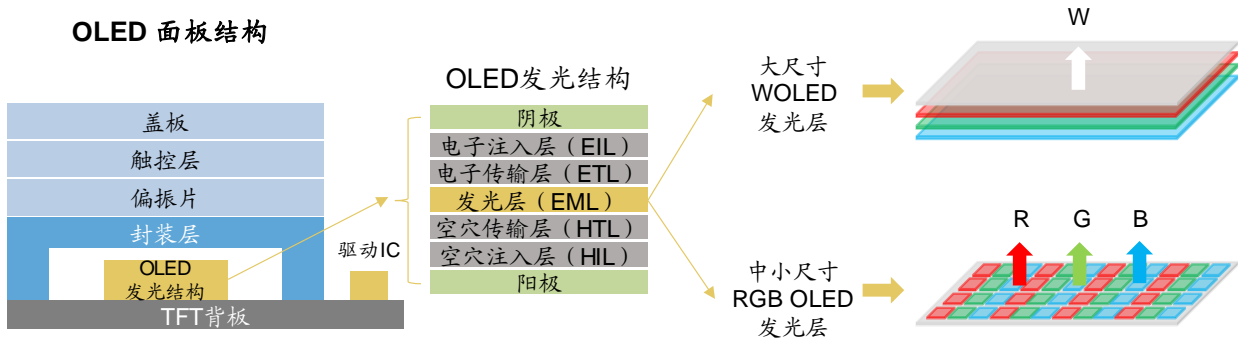
图 1：柔性OLED面板制程中包含蒸镀环节



数据来源：和辉光电，广发证券发展研究中心

OLED发光结构由发光层和普通层共同构成。OLED发光结构中，在阴极和阳极中间包含有5层，分别为：电子注入层（EIL）、电子传输层（ETL）、发光层（EML）、空穴传输层（HTL）、空穴注入层（HIL）。其中，发光层（EML）由红绿蓝三原色的有机发光材料构成，发光层以外的结构又被称为普通层。该结构的发光原理为：在外加电场作用下，阴极和阳极分别产生带负电的电子和带正电的空穴，电子和空穴通过注入层和传输层向中间的发光层迁移，并在发光层形成电子空穴对（即激子），激子不稳定，辐射跃迁释放能量，发出可见光。

图 2: OLED发光结构由发光层和普通层共同构成



数据来源: IHS Markit, 广发证券发展研究中心

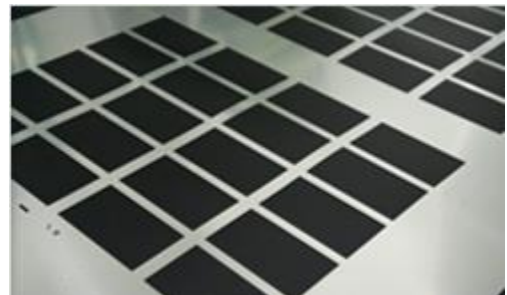
金属遮罩为OLED蒸镀制程中的核心工具。金属遮罩 (Metal Shadow Mask) 是指用金属薄板制成的掩膜版, 在蒸镀工艺中覆盖于衬底上方, 可以使得蒸镀材料沉积在基板上的指定区域。OLED蒸镀制程中所用到的金属遮罩分为两类: 一类是FMM (Fine Metal Mask, 精细金属掩膜版), 用于蒸镀红绿蓝子像素点的发光材料, 因此要求其孔洞结构十分精细, FMM的结构精细程度直接决定了OLED面板的像素密度; 另一类是OPM (Open Mask, 开放式掩膜版), 主要用于蒸镀普通层结构, 其孔洞尺寸基本上与面板产品尺寸相一致。

图 3: FMM孔洞结构十分精细并决定了面板分辨率



数据来源: Toppan Mask, 广发证券发展研究中心

图 4: OPM孔洞尺寸基本上与面板产品尺寸相一致

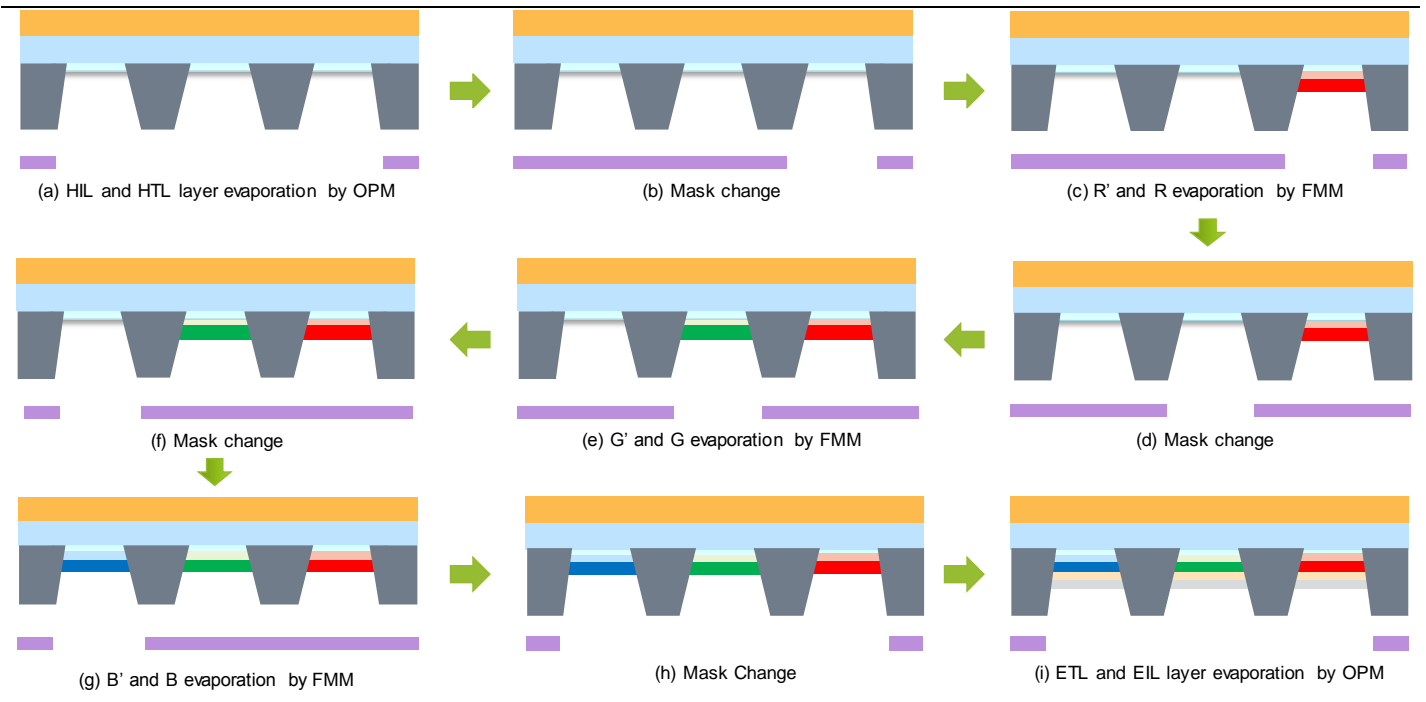


数据来源: Poong Won, 广发证券发展研究中心

RGB OLED面板的蒸镀制程需要FMM和OPM共同参与。具体来看工艺流程, 首先需采用OPM在TFT基板上 (包含阳极) 蒸镀HIL和HTL结构, 其次采用FMM分别蒸镀红绿蓝子像素点的EML结构, 最后再采用OPM蒸镀ETL、EIL和阴极结构。

WOLED面板的蒸镀制程仅需要采用OPM。WOLED的EML结构中不区分红绿蓝子像素点, 而是在每个子像素点均蒸镀有红绿蓝的发光层形成白色光源, 再通过彩色滤光片产生色彩, 因此其蒸镀制程中的普通层和发光层均采用OPM即可完成。

图 5: RGB OLED面板的蒸镀制程需要FMM和OPM共同参与

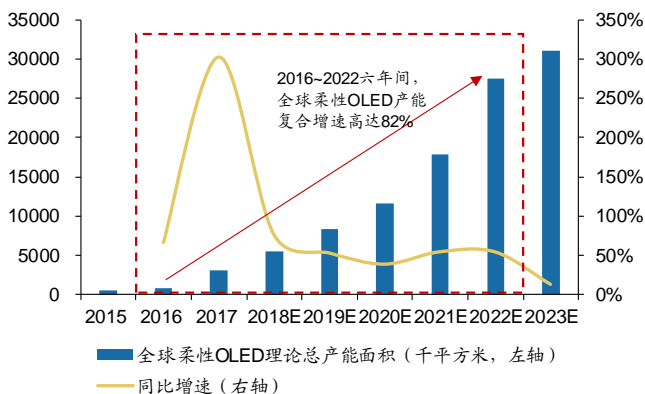


数据来源: IHS Markit, 广发证券发展研究中心

金属遮罩产业链: 日韩厂商主导, 上游光罩和下游清洗再生环节国内厂商有望参与

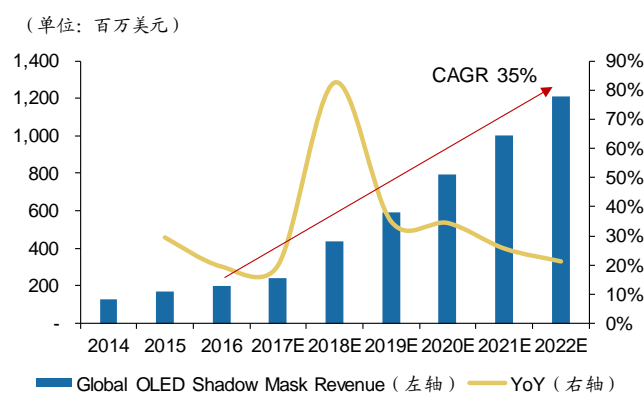
根据IHS Markit数据, 伴随着全球OLED面板产能的扩张, OLED用金属遮罩的市场规模也在快速增长, 预计到2022年全球OLED金属遮罩的市场规模在12亿美元以上。

图 6: 全球柔性OLED面板理论总产能面积



数据来源: IHS Markit, 广发证券发展研究中心

图 7: 全球OLED Shadow Mask市场规模

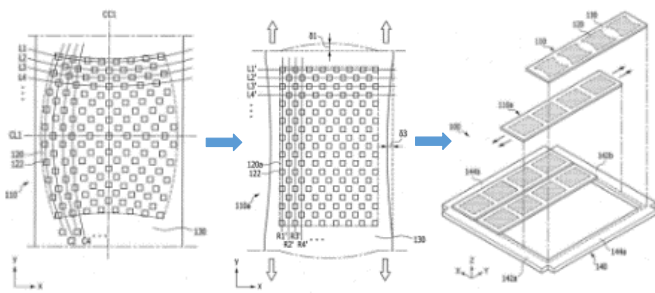


数据来源: IHS Markit, 广发证券发展研究中心

自上而下来看, 金属遮罩产业链包含有原材料、图形设计、光罩制备、金属遮罩制作、金属遮罩张网、清洗再生等环节。其中日韩厂商主导材料和制造环节, 上游光罩和下游清洗再生环节国内厂商有望参与。

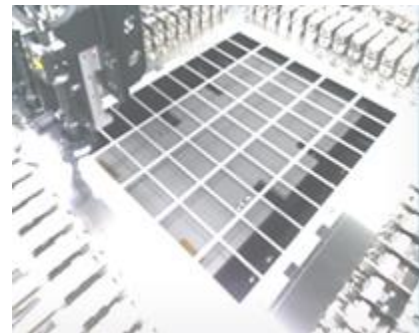
- **材料环节:** 为了保证蒸镀环节的工艺精度, OLED金属遮罩一般采用热膨胀系数极低的Invar钢(FeNi36合金)来制作。金属遮罩制造商通常向上游材料厂商购买成卷的Invar钢薄带(对厚度和均匀性要求极高), 再进行后续的切割和刻蚀加工。目前, 日本厂商Hitachi Metals Neomaterial是全球唯一的OLED金属遮罩用Invar钢供应商。
- **图形设计:** OLED金属遮罩的图形参数由面板厂商根据产品要求来进行设计, 再将设计文件交由光罩和金属遮罩制造厂商开展后续环节。
- **光罩制备:** OLED金属遮罩上的孔洞采用化学刻蚀方法进行, 由于涉及到光刻工艺, 因此也需要预先制备光罩(Photomask)来进行孔洞图形的转移。目前全球主要的光罩厂商包括日本的DNP、Toppan、HOYA、SK-Electronics, 韩国的LG Innotek, 美国的Photronics等, 国内厂商清溢光电也已经在显示面板用光罩领域取得一定的市场份额。
- **金属遮罩制作:** OLED金属遮罩制造商首先将Invar钢原材料进行裁剪, 再利用化学刻蚀的方法将光罩上的图形转移至金属遮罩上。由于对精度和平整度要求极高, 因此金属遮罩的制备环节具有较高的技术壁垒。目前, FMM的供应商主要为日本厂商DNP, 其余还具有一定供应能力的主要为日本厂商Toppan、韩国厂商Poong Won以及台湾厂商达运精密; OPM的供应商包括韩国厂商Sewoo、Poong Won、LG Innotek, 以及台湾厂商达运精密。
- **金属遮罩张网:** 由于Invar钢卷带的宽度有限(通常在150~300mm), 因此通常需要将多条制备好的FMM或是OPM条带一同组装固定在金属框架上来实现整张面板的蒸镀。金属遮罩的张网和组装过程通常由面板厂商完成。

图 8: FMM的张网组装示意图



数据来源: USPTO, IHS Markit, 广发证券发展研究中心

图 9: 大尺寸OPM组装示意图



数据来源: Poong Won, 广发证券发展研究中心

- **清洗再生:** 金属遮罩在使用一段时间后表面会形成蒸镀材料的附着沉积甚至是孔洞堵塞, 会严重影响产出品的精度和产品良率, 因此需要定期对金属遮罩进行清洗再生处理(化学试剂溶解+等离子体处理)或是直接汰旧换新。目前, OLED金属遮罩的清洗再生的技术工艺由少数日韩企业掌握。国内方面, 濮阳惠成已发布公告(2019/02/16公告)拟收购翰博高新, 其募投项目“OLED用OPEN MASK精密再生项目”拟与国际领先的OLED金属遮罩清洗再生服务商韩国Top Wintech合作, 在国内建设OLED金属遮罩的清洗再生量产服务设施。

## 柔性显示元年已至，国内 OLED 金属遮罩配套环节迎来发展机遇

折叠屏手机叠加可卷曲电视，2019 将是柔性显示元年

屏幕尺寸增大是智能手机产品迭代发展的一条关键主线。然而，在经历了最新一轮的全面屏迭代之后，主流旗舰机型的屏占比普遍已在80%以上，可提升空间已十分有限，机身尺寸也已经达到挑战便携性和可操作性的极限。目前来看，沿着屏幕尺寸持续增大这条主线，并且由于创新显性可以刺激消费者换机需求，折叠屏设计将会是智能手机产品较为明确的下一代发展方向。

图 10: 三星Galaxy Fold配有内置可折叠大屏



数据来源：三星官网，广发证券发展研究中心

图 11: 华为Mate X采用外折式产品形态设计



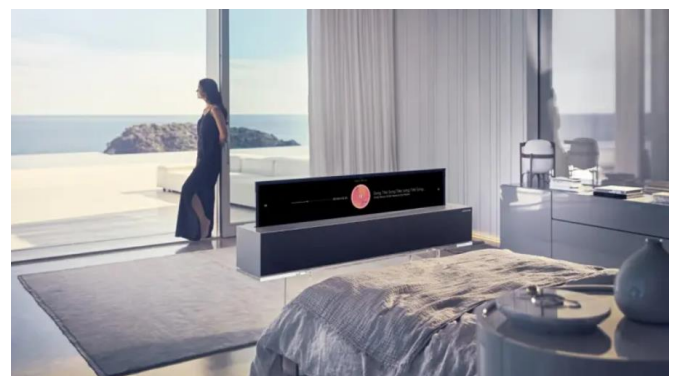
数据来源：华为官网，广发证券发展研究中心

图 12: LG已发布可卷曲电视“OLED TV R”



数据来源：LG官网，广发证券发展研究中心

图 13: 可卷曲设计使得电视具备可移动性



数据来源：LG官网，广发证券发展研究中心

三星和华为的折叠屏手机率先亮相，智能手机新纪元已经开启。今年2月底，三星和华为陆续发布各家首款折叠屏手机“Galaxy Fold”和“Mate X”，两款产品均具备较高的完成度，受到产业界和消费者的一致好评。除了华为和三星之外，OPPO和小米均已公开展示其折叠屏样机（但尚未正式发布），苹果也已经申请多项与折叠屏相关的专利。我们认为，三星Galaxy Fold和华为Mate X在上个月相继面世后，虽然均定价较高并且产量有限，但有望点燃消费者对于折叠屏设计的关注度。在磨



合用户的需求痛点并且产业链配套成熟之后，折叠屏设计有望在高端智能手机市场全面渗透，开启智能手机外观形态的新纪元。

目前来看，一方面，各大手机厂商对于折叠屏手机产品的积极规划布局显示“折叠屏”将是下一代智能手机产品的确定性迭代发展方向；另一方面，LG在2019年1月初的CES展上发布全球首款可卷曲电视，带动柔性OLED登陆大尺寸应用。折叠屏手机叠加可卷曲电视，2019年将是柔性显示爆发元年。

## 国内面板厂商 OLED 产能快速扩张，金属遮罩配套环节迎来发展机遇

如上所述，我们认为在以折叠屏手机和可卷曲电视为代表的柔性显示应用扩张的背景下，OLED面板未来需求空间十分广阔。

供给端来看，国内面板厂商近年来纷纷加码布局柔性OLED产线，并且产能将在近些年集中释放。目前来看京东方已经规划了成都B7、绵阳B11、重庆B12和福州B15四条G6产线，维信诺已经规划了固安V2和合肥V3两条G6产线，华星光电已经规划了武汉T4一条G6产线，另外深天马A也在武汉规划了柔性OLED产线。

表 1: 全球已规划的柔性OLED量产线

厂商	地点	产线	基板尺寸	最新规划产能	预计或已量产时间
三星SDC	牙山	SD A3	1500mm × 1850mm	135K/月	2015Q2
	牙山	SD A4 (原L7-1)	1500mm × 1850mm	30K/月	2019Q1
	牙山	SD A5	1500mm × 1850mm	N/A	2020Q2
LGD	龟尾	LGD AP2-E2	730mm × 920mm	23K/月	2015
	龟尾	LGD AP3-E5	1500mm × 1850mm	15K/月	2017Q3
	坡州	LGD P9-E6	1500mm × 1850mm	45K/月	2018Q4
	坡州	LGD P10-E7	1500mm × 1850mm	N/A	2022Q4
京东方BOE	成都	BOE B7	1500mm × 1850mm	48K/月	2018Q3
	绵阳	BOE B11	1500mm × 1850mm	48K/月	2019Q2
	重庆	BOE B12	1500mm × 1850mm	48K/月	2020Q4
	福州	BOE B15	1500mm × 1850mm	48K/月	2023Q2
维信诺Visionox	固安	VSX V2	1500mm × 1850mm	30K/月	2018Q4
	合肥	VSX V3	1500mm × 1850mm	30K/月	2021Q1
华星光电China Star	武汉	T4	1500mm × 1850mm	45K/月	2019Q3
天马	武汉	——	1500mm × 1850mm	38K/月	N/A

数据来源：IHS Markit，各厂商官网，广发证券发展研究中心

我们认为，在柔性OLED面板供需共振、国内产能快速释放的背景下，出于降低成本的考虑，国内的OLED金属遮罩的配套环节已出现发展窗口期，目前已在光罩环节以及清洗再生环节有所布局的厂商有望凭借本土化的服务响应能力替代海外厂商的份额，迎来成长机遇。

产业链相关A股标的：濮阳惠成。

## 风险提示

国内面板厂商OLED产能扩张速度不及预期的风险；产业链相关标的拟开展的并购事项及其募投项目无法落地或推进速度不及预期的风险。

## 广发证券电子元器件和半导体研究小组

- 许兴军：资深分析师，浙江大学系统科学与工程学士，浙江大学系统分析与集成硕士，2012年加入广发证券发展研究中心。
- 王璐：分析师，复旦大学微电子与固体电子学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 余高：分析师，复旦大学物理学学士，复旦大学国际贸易学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 王帅：研究助理，上海交通大学机械与动力工程学院学士、安泰经济与管理学院硕士，2017年加入广发证券发展研究中心。
- 彭雾：研究助理，复旦大学微电子与固体电子学硕士，2016年加入广发证券发展研究中心。
- 王昭光：研究助理，浙江大学材料科学与工程学士，上海交通大学材料科学与工程硕士，2018年加入广发证券发展研究中心。

## 广发证券—行业投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

## 广发证券—公司投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。
- 增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

## 联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市	香港
地址	广州市天河区马场路 26号广发证券大厦 35楼	深圳市福田区益田路 6001号太平金融大厦 31层	北京市西城区月坛北 街2号月坛大厦18 层	上海市浦东新区世纪 大道8号国金中心一 期16楼	香港中环干诺道中 111号永安中心14楼 1401-1410室
邮政编码	510627	518026	100045	200120	
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn				

## 法律主体声明

本报告由广发证券股份有限公司或其关联机构制作，广发证券股份有限公司及其关联机构以下统称为“广发证券”。本报告的分销依据不同国家、地区的法律、法规和监管要求由广发证券于该国家或地区的具有相关合法合规经营资质的子公司/经营机构完成。

广发证券股份有限公司具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管，负责本报告于中国（港澳台地区除外）的分销。

广发证券（香港）经纪有限公司具备香港证监会批复的就证券提供意见（4号牌照）的牌照，接受香港证监会监管，负责本报告于中国香港地区的分销。

本报告署名研究人员所持中国证券业协会注册分析师资质信息和香港证监会批复的牌照信息已于署名研究人员姓名处披露。

## 重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。

本报告署名研究人员、联系人（以下均简称“研究人员”）针对本报告中相关公司或证券的研究分析内容，在此声明：（1）本报告的全部分析结论、研究观点均精确反映研究人员于本报告发出当日的关于相关公司或证券的所有个人观点，并不代表广发证券的立场；（2）研究人员的部分或全部的报酬无论在过去、现在还是将来均不会与本报告所述特定分析结论、研究观点具有直接或间接的联系。

研究人员制作本报告的报酬标准依据研究质量、客户评价、工作量等多种因素确定，其影响因素亦包括广发证券的整体经营收入，该等经营收入部分来源于广发证券的投资银行类业务。

本报告仅面向经广发证券授权使用的客户/特定合作机构发送，不对外公开发布，只有接收人才可以使用，且对于接收人而言具有保密义务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。在特定国家或地区传播或者发布本报告可能违反当地法律，广发证券并未采取任何行动以允许于该等国家或地区传播或者分销本报告。

本报告所提及证券可能不被允许在某些国家或地区内出售。请注意，投资涉及风险，证券价格可能会波动，因此投资回报可能会有所变化，过去的业绩并不保证未来的表现。本报告的内容、观点或建议并未考虑任何个别客户的具体投资目标、财务状况和特殊需求，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的投资建议。本报告发送给某客户是基于该客户被认为有能力独立评估投资风险、独立行使投资决策并独立承担相应风险。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券认为可靠，但广发证券不对其准确性、完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策，如有需要，应先咨询专业意见。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券的立场。广发证券的销售人员、交易员或其他专业人士可能以书面或口头形式，向其客户或自营交易部门提供与本报告观点相反的市场评论或交易策略，广发证券的自营交易部门亦可能会有与本报告观点不一致，甚至相反的投资策略。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且无需另行通告。广发证券或其证券研究报告业务的相关董事、高级职员、分析师和员工可能拥有本报告所提及证券的权益。在阅读本报告时，收件人应了解相关的权益披露（若有）。

## 权益披露

(1)广发证券在过去 12 个月内与清溢光电(QYGD)公司有投资银行业务关系。

## 版权声明

未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。