

半导体行业系列专题（五）-直写光刻篇

行业技术升级加速应用渗透，直写光刻市场如日方升

强于大市（维持）

行情走势图



证券分析师

徐碧云	投资咨询资格编号 S1060523070002 XUBIYUN372@pingan.com.cn
徐勇	投资咨询资格编号 S1060519090004 XUYONG318@pingan.com.cn
付强	投资咨询资格编号 S1060520070001 FUQIANG021@pingan.com.cn



平安观点：

- **直写光刻涵盖多领域光刻环节，可适用从 PCB 板到晶圆、玻璃基板等各应用场景曝光需求：**光刻技术是将设计好的微图形结构转移到覆有感光材料的晶圆、玻璃基板、覆铜板等基材表面上的微纳制造技术，可用来加工制造芯片、显示面板、掩模版、PCB 等。直写光刻技术是指计算机控制的高精度光束聚焦投影至涂覆有感光材料的基材表面上，无需掩模直接进行扫描曝光，其曝光成像的方式与传统投影光刻基本相似，最大区别是无掩模，使用数字 DMD 代替传统的掩模。直写光刻目前最主要的应用领域是在 PCB，在除掩模版制版外的其他泛半导体领域仍处于技术渗透阶段。PCB 直接成像设备已成功应用在 PCB 各细分产品，如多层板、HDI 板、柔性板、IC 载板等，覆盖了 PCB 各种制程工艺。在泛半导体领域，直写光刻技术受限于生产效率与光刻精度等因素，目前还无法满足泛半导体产业大规模制造的需求。从产业化应用及销售情况看，在 PCB 直接成像设备领域，目前全球市场份额主要被以色列 Orbotech、日本 ORC、ADTEC、SCREEN 等国外企业占据，国内仅有大族数控、芯碁微装、苏州源卓等厂商实现了 PCB 直接成像设备的产业化并形成市场销售。在泛半导体直写光刻领域，全球主要市场份额被瑞典 Mycronic、德国 Heidelberg 等厂商占据，国内仅有芯碁微装、江苏影速等厂商实现了产品的产业化及市场销售。
- **PCB 曝光工艺主流技术方案，受益于 PCB 线路精细化要求：**在大规模 PCB 制造领域，按照工艺流程是否使用底片，PCB 曝光技术可以分为直接成像技术和传统菲林曝光技术。根据 PCB 制造步骤，曝光设备可以分为线路层用曝光设备和阻焊层用曝光设备。随着下游电子产品向便携、轻薄、高性能等方向发展，PCB 产业产品结构不断升级。传统曝光技术无法满足中高端 PCB 产品的精度、产能、良率等大规模产业化制造要求。直写光刻技术能满足高端 PCB 产品技术需求，逐渐成为 PCB 制造中曝光工艺的主流技术方案。根据使用发光元件的不同，直接成像可进一步分为线路层用激光直接成像以及阻焊层用紫外光直接成像。据 QY Research 数据，预计至 2023 年，全球 PCB 市场直接成像设备产量将达到 1,588 台，销售额将达到约 9.16 亿美元；中国 PCB 市场直接成像设备产量将达到 981 台，销售额将达约 4.94 亿美元，全球占比达到 54%。随着 PCB 产品不断高端化升级，阻焊层曝光精度要求也随之提升。根据前瞻产业研究院的数据，中国 PCB 阻焊层直接成像曝光设备市场也呈现稳步扩大的态势，2022 年市场规模达到 13 亿元。随着国内 PCB 直接成像设备性能不断提升，生产成本不断下降，设备性价比及本土服务优势凸显，直接成像设备对传统曝光设备的替代以及国产直接成像设备对进口设备的替代进程也在加速。

- **在泛半导体各领域技术渗透，产业应用拓展不断深化：**目前，在泛半导体领域，根据是否使用掩模版，光刻技术主要分为直写光刻与掩模光刻。其中，掩模光刻可进一步分为接近/接触式光刻以及投影式光刻。目前，投影式光刻在最小线宽、对位精度、产能等核心指标方面能够满足各种不同制程泛半导体产品大规模制造的需要，成为当前 IC 前道制造、IC 后道封装以及 FPD 制造等泛半导体领域的主流光刻技术。直写光刻根据辐射源的不同可分为两大主要类型：一种是光学直写光刻，如激光直写光刻；另一种是带电粒子直写光刻，如电子束直写、离子束直写等。带电粒子直写光刻技术主要应用于光刻精度要求极高的 10nm 左右的 IC 掩模版制版。激光直写光刻精度相对较低，产能效率高，已经能够满足中高端 PCB 制造、晶圆级封装、FPD 掩模版制版、中低端 IC 掩模版制版、低端 IC 前道制造、光伏电镀铜等的光刻精度及产能要求，下游应用领域更广。在先进封装领域，直写光刻可用于 RDL、Bumping 和 TSV 等环节，在再布线、互联、智能纠偏、大面积芯片曝光等方面都具备明显优势。国内代表企业芯碁微装当前合作的客户有华天科技、盛合晶微等封测厂，设备在客户端进展顺利，且近期获得客户的连续重复订单，产品的稳定性和功能已经得到验证。载板是先进封装领域的关键基材，随着 IC 载板朝着超高精细化路线发展，日益窄小的线宽/线距对图形成像精度、对位精度、以及成品率要求不断提升，直写光刻技术逐渐成为 IC 载板的主流曝光技术。在 IC、FPD 掩模版制版领域，直写光刻技术已经是掩模版制版的主流技术。在新型显示领域，直写光刻可用于 OLED 显示面板制造过程中前段阵列工序中的曝光工艺环节，还在解决 Mini/Micro-LED 的芯片、基板制造及利用 RDL 再布线技术解决巨量转移问题有较好的优势。
- **投资建议：**直写光刻涵盖多领域光刻环节，可适用从 PCB 板到晶圆、玻璃基板、载板等各应用场景曝光需求，目前在 PCB 领域已经迅速渗透，尤其在中高端 PCB 领域已经基本替代传统曝光机。在泛半导体领域，直写光刻目前主要用于掩模版制版，在其他领域受限于效率、精度等因素，主要用在高端、小批量、多样化应用场景下，但在载板、先进封装、面板显示等领域应用前景良好，且已经取得了一定进展。我们看好直写光刻技术在中高端 PCB 领域的渗透率持续提升叠加国内厂商国产替代趋势，同时看好直写光刻技术在泛半导体各个应用领域中长期的技术应用深化及产业化潜力，建议关注芯碁微装、大族数控、天准科技等。
- **风险提示：**(1) 国内 PCB 厂商投资不及预期。如果 PCB 厂投资落地数量或进度不及预期，则设备需求增速放缓，PCB 直写成像设备公司业绩增长可能不达预期。(2) 泛半导体直写光刻设备市场拓展及技术发展的风险。在泛半导体领域，除掩模版制版外，直写光刻设备目前多处于研发试制客户验证阶段，未来存在一定的产业化应用受限风险。(3) 行业竞争加剧的风险。随着直写光刻技术产业化推进，相关公司数量增多，行业有竞争加剧的风险，可能会影响竞争格局的变化。

正文目录

一、	直写光刻涵盖多领域光刻环节，可适用从 PCB 板到晶圆、玻璃基板等各应用场景曝光需求	6
二、	PCB 曝光工艺主流技术方案，受益于 PCB 线路精细化要求	7
	2.1 PCB 直接成像可分为线路层用激光直接成像以及阻焊层用紫外光直接成像	7
	2.2 PCB 需求高端化催生现有曝光设备更新换代，直接成像设备替代需求强劲	9
三、	在泛半导体各领域技术渗透，产业应用拓展不断深化	11
	3.1 先进封装：直写光刻在晶圆级封装中优势明显，可与掩模光刻互补	13
	3.2 载板：封装材料市场增长的主要驱动力之一，为迎合超精细线路制作需求逐步采用直写光刻	17
	3.3 掩模版制版：直写光刻是主流技术，可分为激光直写及电子束直写	19
	3.4 面板显示：新型显示应用前景良好，既可用于 PCB 基又可用于玻璃基	22
四、	投资建议	24
五、	风险提示	24

图表目录

图表 1	直写光刻系统集成模块组成示意图	6
图表 2	采用 DMD 的直写光刻技术原理示意图	6
图表 3	PCB 直写成像设备结构图	6
图表 4	直写光刻应用于中高端 PCB 及泛半导体领域	7
图表 5	PCB 主要光刻技术分类	8
图表 6	PCB 直接成像技术工作原理示意图	8
图表 7	使用传统曝光设备与直接成像设备的 PCB 制造工艺流程示意图	8
图表 8	全球 PCB 产品结构 (%)	9
图表 9	中国 PCB 曝光设备市场规模 (亿元)	9
图表 10	全球 LDI 市场销售额 (百万美元)	9
图表 11	中国 PCB 直接成像设备市场规模 (亿美元)	9
图表 12	传统曝光和直接成像技术的对比	10
图表 13	中国 PCB 阻焊层曝光设备市场规模 (亿元)	11
图表 14	中国 PCB 阻焊层直接成像设备市场规模 (亿元)	11
图表 15	直写光刻设备在 PCB 阻焊的工艺应用示意图	11
图表 16	泛半导体主要光刻技术分类	12
图表 17	三种光刻技术对比示意图	12
图表 18	掩模光刻与直写光刻在泛半导体不同细分市场所要求的光刻精度 (最小线宽) 具有明显差别	12
图表 19	直写光刻技术在各泛半导体细分领域产业化应用的具体情况	12
图表 20	全球先进封装市场规模预测 (十亿美元)	13
图表 21	常见先进封装细分指标拆解	13
图表 22	先进封装 I/O pitch、3D Stack Pitch Roadmap	13
图表 23	3D 高端封装主要参数更精细化	13
图表 24	半导体封测头部大厂在先进封装领域的技术节点	14
图表 25	半导体封装领域发展的五个阶段	14
图表 26	中国大陆部分涉及先进封装技术厂商的产线建设情况	14
图表 27	先进封装处于晶圆制造与封测中的交叉区域	16
图表 28	先进封测环节与后道封测环节差异	16
图表 29	先进封装 Bumping 工艺典型工序流程	16
图表 30	采用双铜波纹技术制作 RDLs 的工艺流程	16
图表 31	上海微电子装备集团 SSB520 步进投影光刻机	17
图表 32	芯碁微装 WLP2000 直写光刻设备	17
图表 33	全球封装基板市场规模预测 (亿美元)	18
图表 34	2020 年全球封装基板市场竞争格局	18
图表 35	全球主要厂商 IC 封装基板项目大陆产线	18
图表 36	直写光刻设备在 IC 载板领域的工艺应用示意图	19

图表 37	不同类型掩模版的下游应用领域及代表厂商.....	20
图表 38	半导体掩模版的工艺流程图.....	20
图表 39	全球半导体掩模版市场格局.....	21
图表 40	全球独立第三半导体掩模版市场格局.....	21
图表 41	OLED 基本器件结构示意图.....	22
图表 42	全球显示设备支出预测（亿美元）.....	22
图表 43	miniLED 的封装方式和材料.....	23
图表 44	底切最小（左）及有严重底切（右）对比图.....	23
图表 45	直写光刻设备在 Mini/Micro-LED 阻焊领域的工艺应用示意图.....	24

一、直写光刻涵盖多领域光刻环节，可适用从 PCB 板到晶圆、玻璃基板等各应用场景曝光需求

目前，主要微纳制造技术包括图案化技术、化学机械抛光技术以及薄膜沉积技术等，其中，光刻技术是图案化技术的核心。光刻技术是指利用光学-化学反应原理和化学、物理刻蚀方法，将设计好的微图形结构转移到覆有感光材料的晶圆、玻璃基板、覆铜板等基材表面上的微纳制造技术，用它加工制造的器件包括：芯片、显示面板、掩模版、PCB 等。光刻技术的主要工艺流程包括预处理、涂胶、曝光、显影、刻蚀和去胶等系列环节，各工艺环节互相影响、互相制约，其中曝光是光刻技术中最重要的一环。

直写光刻也称无掩模光刻，是指计算机控制的高精度光束聚焦投影至涂覆有感光材料的基材表面上，无需掩模直接进行扫描曝光。其主要原理是通过计算机将所需的光刻图案通过软件输入到数字微镜器件（DMD）芯片中，根据图像中的黑白像素的分布来改变 DMD 芯片微镜的转角，并通过准直光源照射到 DMD 芯片上形成与所需图形一致的光图像投射到基片表面，通过控制样品台的移动实现大面积的微结构制备。

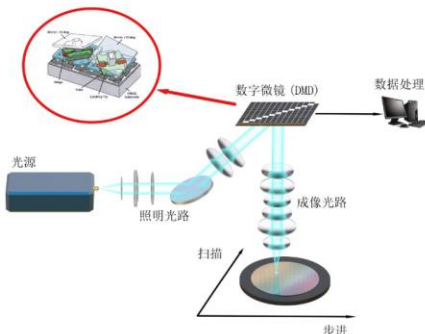
光刻设备是微纳制造的关键设备之一，光刻设备的性能直接决定微纳制程精细程度。直写光刻是微纳光刻的重要分支，它既具有投影光刻的技术特点，如投影成像技术、双台面技术、步进式扫描曝光等，又具有投影光刻所不具有的高灵活性、低成本以及缩短工艺流程等技术特点。直写光刻设备集成了图形处理系统、高精度位移平台、光路系统、电控系统、紫外光源、聚焦系统、智能生产系统、整机软件系统以及对准系统等模块，涉及精密机械、紫外光学、图形图像处理、模式识别、深度学习、自动控制、高速数据处理、有机化学等多领域的跨学科综合技术。

图1 直写光刻系统集成模块组成示意图



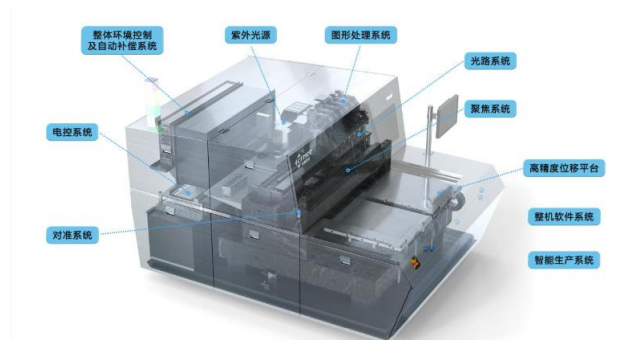
资料来源：芯碁微装招股说明书，平安证券研究所

图2 采用 DMD 的直写光刻技术原理示意图



资料来源：芯碁微装招股说明书，平安证券研究所

图3 PCB 直写成像设备结构图



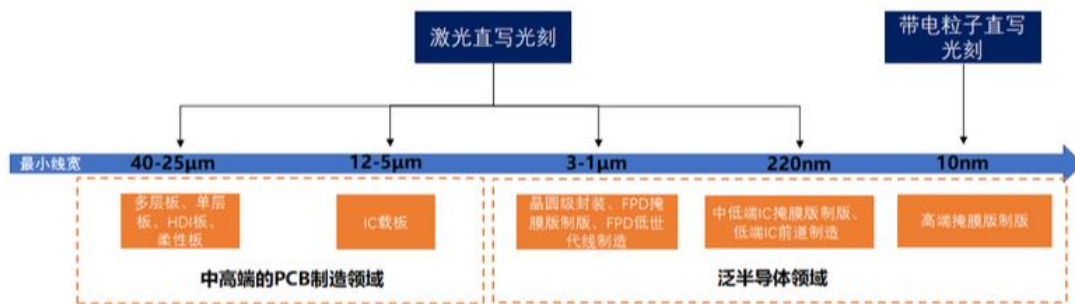
资料来源：芯碁微装招股说明书，平安证券研究所

直写光刻曝光成像的方式与传统投影光刻基本相似，区别在于使用数字 DMD 代替传统的掩模，采用高速实时动态面扫描，利用大功率紫外激光或 LED 光源，通过高效集光系统和匀光系统照射在 DMD 上，通过数据链路实时产生动态图形，再通

过高精度、低畸变的投影曝光镜头直接投影至覆有感光材料的基材上，实现高达几百万束光同时进行扫描曝光，通过空间面扫描和无缝拼接技术，高效实时地形成曝光图形。

直写光刻目前最主要的应用领域是在 PCB 领域，在其他领域仍处于技术渗透阶段。在 PCB 领域，直接成像是主流发展技术，PCB 直接成像设备已成功应用在 PCB 各细分产品，如双面板、多层板、HDI 板、柔性板、IC 载板等，覆盖了 PCB 各种制程工艺，如内/外层曝光、卷对卷曝光和阻焊制程等。激光直接成像系统（LDI）是 PCB 制造工艺的关键组件，可实现 PCB 基板上电路图案的精确高效成像。随着 5G 通信、物联网、云计算等新兴应用发展，PCB 制造业产值的不断提升及产品技术要求的不断进步，拉动对上游专用设备的市场需求，从而为 LDI 曝光机带来良好的市场发展机遇。

图表4 直写光刻应用于中高端 PCB 及泛半导体领域



资料来源：芯碁微装上市申请首轮问询回复函，平安证券研究所

激光直写光刻设备研发周期长，且需要与下游行业的应用发展相适应，从产品研发到产业化应用并实现市场销售具有较大的难度。目前，行业中欧美、日本等发达国家的设备企业占据主导地位，其技术水平及产业规模均处于行业领先地位。从产业化应用及销售情况看，在 PCB 直接成像设备领域，目前全球市场份额主要被以色列 Orbotech、日本 ORC、ADTEC、SCREEN 等国外企业占据，国内仅有大族数控、芯碁微装、苏州源卓、中山新诺、江苏影速等厂商实现了 PCB 直接成像设备的产业化并形成市场销售。在泛半导体直写光刻领域，全球主要市场份额被瑞典 Mycronic、德国 Heidelberg 等厂商占据，国内仅有芯碁微装、江苏影速等厂商实现了产品的产业化及市场销售，国产设备有望凭借性能、性价比、成本、本土服务等优势实现对国外设备的进口替代。

直写式光刻系统关键技术性能指标包括产能，设备的解析能力（即最小的线宽和最小的图形分辨率），线宽精度、对位精度等设备精度（对位精度包括外层对位和层间对位）。此外，鉴于在 PCB 领域，直写光刻已经几乎完全取代了传统的底片式曝光机，因此，在大批量生产过程中，设备的稳定性也是关键指标之一。

在泛半导体领域，直写光刻技术受限于生产效率与光刻精度等因素，目前还无法满足泛半导体产业大规模制造的需求。主要原因：一是带电粒子直写光刻技术的生产效率较低，且在大规模生产中会产生较为严重的邻近效应，严重影响图形的分辨率及精度；二是激光直写光刻技术受限于激光波长，在光刻精度上不如电子束、离子束等带电粒子直写光刻技术，还无法满足高端半导体器件制造的需求。然而，泛半导体器件具有类型多样化、升级迭代快的特点，特定型号的掩模版使用寿命相对较短，进一步加剧了掩模版投入成本，尤其是新产品研发成本高、周期长。因此，行业内企业逐步提高了对无需掩模版的直写光刻设备的重视程度，以提高其生产效率。

二、 PCB 曝光工艺主流技术方案，受益于 PCB 线路精细化要求

2.1 PCB 直接成像可分为线路层用激光直接成像以及阻焊层用紫外光直接成像

PCB 生产过程涉及多个工艺环节，每个工艺环节对应着相应的专用设备需求，主要包括激光钻孔机、激光切割机、数控钻床、曝光设备、蚀刻设备、电镀设备、检测设备等。其中，曝光设备是 PCB 制造中的关键设备之一，用于 PCB 制造中的线

图层曝光及阻焊层曝光工艺环节，主要功能是将设计的电路线路图形转移到 PCB 基板上。根据芯碁微装招股说明书中援引自深南电路及鹏鼎控股披露的募投项目相关信息，曝光设备占当期项目设备总投资金额的比例约 17.27%。

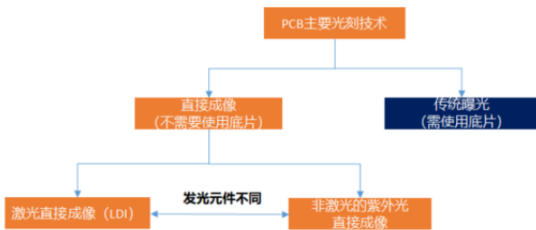
目前，在大规模 PCB 制造领域，按照工艺流程是否使用底片，PCB 曝光技术可以分为直接成像技术和传统菲林曝光技术。在 PCB 制造环节中，内层图像、外层图像以及阻焊环节均需要使用 PCB 曝光设备。根据 PCB 制造步骤，曝光设备可以分为线路层用曝光设备和阻焊层用曝光设备。

不同类型的产品对制造过程中的曝光精度要求不同，高端产品曝光精度要求更高。传统曝光技术需要使用底片（银盐胶片），增加了多道制造工序，无法满足中高端 PCB 产品的精度、产能、良率等大规模产业化制造要求。直接成像（DI）是指计算机将电路设计图形转换为机器可识别的图形数据，并由计算机控制光束调制器实现图形的实时显示，再通过光学成像系统将图形光束聚焦成像至已涂覆感光材料的基板表面上，完成图形的直接成像和曝光。

直写光刻技术作为一种无掩模光刻技术，通过控制光的强度和扫描刻写路径就可以实现任意图形的高精度刻写，相较于传统曝光设备，在曝光精度、良品率、成本、灵活性、生产效率、环保性、自动化水平等诸多方面具有比较优势，能满足高端 PCB 产品技术需求，逐渐成为 PCB 制造中曝光工艺的主流技术方案。通过如多头、增加曝光容量、提高扫描速度和调制频率等技术手段，可以有效提高产能，改善直写光刻设备的生产效率。

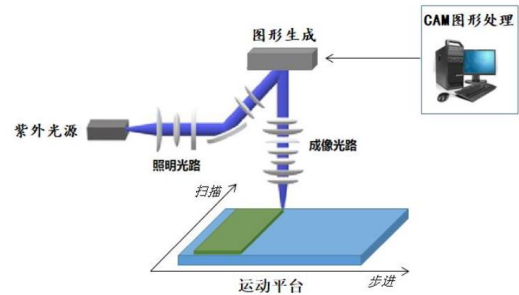
根据使用发光元件的不同，直接成像可进一步分为激光直接成像（LDI）以及非激光的紫外光直接成像，如紫外 LED 直接成像技术（UVLED-DI），其中 LDI 的光是由紫外激光器发出，主要应用于 PCB 制造中线路层的曝光工艺，而 UVLED-DI 的光是由紫外发光二极管发出，主要应用于 PCB 制造中阻焊层的曝光工艺。

图表5 PCB 主要光刻技术分类



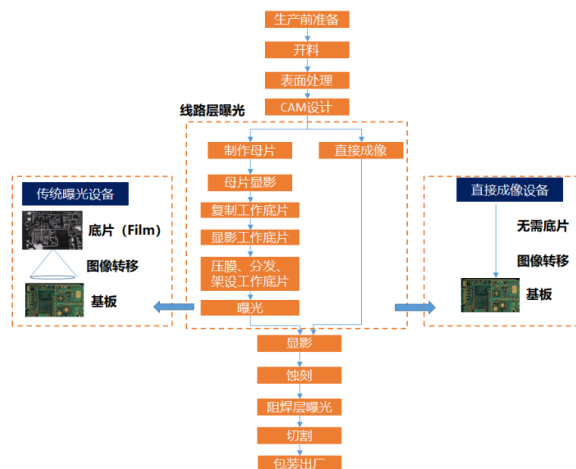
资料来源：芯碁微装招股说明书，平安证券研究所

图表6 PCB 直接成像技术工作原理示意图



资料来源：芯碁微装招股说明书，平安证券研究所

图表7 使用传统曝光设备与直接成像设备的 PCB 制造工艺流程示意图



资料来源：芯碁微装招股说明书，平安证券研究所

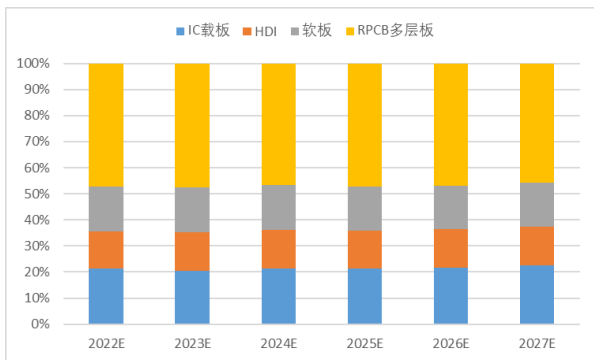
2.2 PCB 需求高端化催生现有曝光设备更新换代，直接成像设备替代需求强劲

PCB 产品目前主要分为单面板、双面板、多层板、HDI 板、柔性板以及封装基板等类型。随着下游电子产品向便携、轻薄、高性能等方向发展，PCB 产业逐渐向高密度、高集成、细线路、小孔径、大容量、轻薄化的方向发展，产品结构不断升级。汽车智能化需要大量多层板、HDI 板和柔性板；智能手机、平板电脑和可穿戴设备不断向小型化和功能多样化发展，催生可承载更多功能模组的类载板需求；CPU、GPU、AI 和大型设备的高阶封装的需求带动封装基板增长强劲。根据 Prisma 数据，HDI 板、柔性板以及 IC 载板等中高端产品目前已经占据了 PCB 市场一半以上的份额。

根据前瞻产业研究院援引自 Uresearch 披露的数据，中国 PCB 曝光设备行业市场规模从 2019 年的 57 亿元增长至 2022 年 98 亿元，期间 CAGR 达到 19.8%，前瞻产业研究院预计 2023-2027 年中国 PCB 曝光设备市场规模复合增速约 12%，在 2027 年将达到 173 亿元。

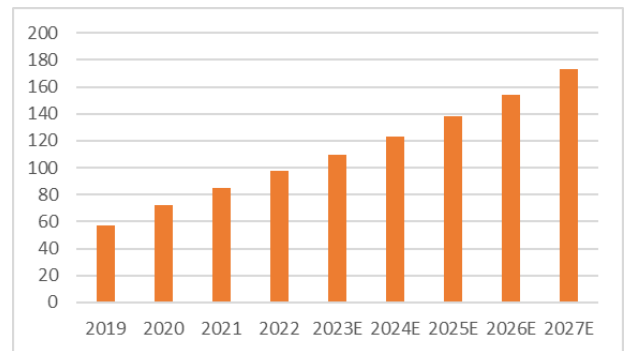
随着国内 PCB 产业规模的不断增长，叠加 PCB 需求高端化催生现有 PCB 曝光设备的更新换代，直接成像设备替代现有传统曝光设备需求强劲。根据芯碁微装定增募集说明书援引自 QY Research 数据，全球 PCB 市场直接成像设备产量在 2021 年为 1,148 台，销售额约为 8.13 亿美元，预计至 2023 年，全球 PCB 市场直接成像设备产量将达到 1,588 台，销售额将达到约 9.16 亿美元，预计至 2028 年，将达到 10.8 亿美元。中国 PCB 市场直接成像设备产量在 2021 年为 646 台，销售额约 4.16 亿美元，预计至 2023 年，中国 PCB 市场直接成像设备产量将达到 981 台，销售额约 4.94 亿美元，全球占比达到 54%。

图表8 全球 PCB 产品结构 (%)



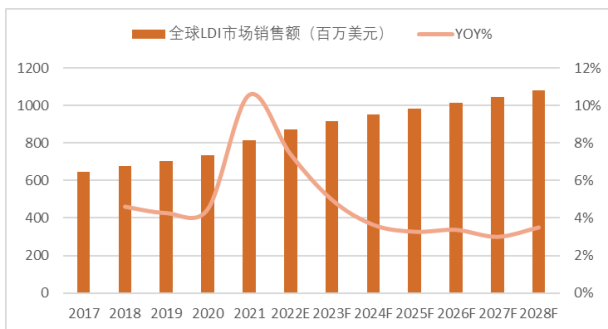
资料来源: Prisma, 平安证券研究所

图表9 中国 PCB 曝光设备市场规模 (亿元)



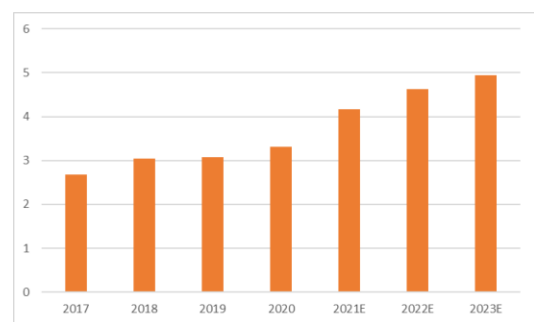
资料来源: 前瞻产业研究院、Uresearch, 平安证券研究所

图表10 全球 LDI 市场销售额 (百万美元)



资料来源: QYResearch, 平安证券研究所

图表11 中国 PCB 直接成像设备市场规模 (亿美元)



资料来源: QYResearch、芯碁微装定增募集说明书, 平安证券研究所

在中国 PCB 线路层曝光设备市场竞争中，当前头部的参与者包括以色列的 Orbotech、国内企业芯碁微装及大族数控等。根据前瞻产业研究院的报告，2022 年，Orbotech 凭借出色的产品竞争力占据了国内 PCB 线路层曝光设备市场份额的 6%-7%；国内企业芯碁微装、大族数控位居前列，均占据约 4%-6% 的市场份额。随着国内 PCB 直接成像设备性能不断提升，生产成本不断下降，设备性价比及本土服务优势不断凸显，直接成像设备对传统曝光设备的替代以及国产直接成像设备对进口设备

的替代进程在加速。

PCB 阻焊也称防焊，通常指 PCB 制造过程中的绿油工艺，主要起到保护电路的作用。线路层曝光和阻焊层曝光是 PCB 制造中的不同工序，二者对核心性能指标要求存在差异，线路层曝光对曝光的线宽精度、对位精度具有较高要求，相对而言由于阻焊制作过程需要大面积曝光，对产能效率和线路板表面质量具有较高要求，难点在于油膜厚、感光计量比较大，设备能量要求比较高，线宽和线距没有线路曝光要求高，但产能效率是考量设备性能的重要因素。目前，由于成本及产能效率的限制，在中低端 PCB 产品阻焊工艺中，采用底片曝光的传统曝光技术仍具有较为广泛的应用，而高端 PCB 产品主要采用直写光刻技术。

图表12 传统曝光和直接成像技术的对比

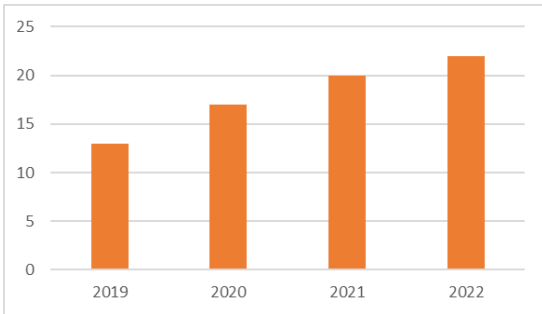
序号	对比方面	传统曝光技术	直接成像技术
1	光刻精度	传统曝光解析受限于底片的图形解析能力，且光线经过底片透射后发生角度变化、底片与基板贴合的平整度等因素均会影响线宽解析能力；目前使用传统曝光底片（银盐胶片）的传统曝光技术能够实现最高精度一般约50 μm左右。	直接成像无需底片，其解析能力由微镜尺寸及成像镜头缩放倍率决定，避免了底片的限制与影响，可以实现更精细的线宽。目前直接成像技术能够实现最高精度可达5 μm的线宽。
2	对位精度	传统的曝光工艺中，底片虽有较好的尺寸准确度，但在使用过程中吸收光致热，引起黑色区域尺寸变化，造成底片膨胀，影响对位精度。	直接成像技术不需要使用底片，能够根据基板的标记点直接测量实际变形量，实时修改曝光图形，避免了底片膨胀等问题，能够有效提升对位精度。
3	良品率	传统曝光机由于使用底片，导致光刻精度和对位精度较低，从而影响产品的良率。	直接成像采用数据驱动直接成像装置，避免了传统曝光机采用底片使用过程中带来的缺陷，有效提升了对位精度等品质指标，从而提升了产品生产的合格率。
4	环保性	传统曝光工艺中需要大量使用底片，而底片的制作工序中会产生化学废液和底片废弃物，从而对环境造成污染。	直接成像技术无需使用底片，实现曝光工艺中的绿色化生产，具有良好的环保效应。
5	生产周期	传统曝光工艺需要底片，拉长了工艺流程，生产周期较长。	直接成像技术从CAM文件开始直接成像，免除传统曝光所需的底片制作的工艺流程及返工流程，能够缩短生产周期。
6	生产成本	传统曝光工艺中所需的底片使用寿命约为数千次，底片的制造会有一定的物料和人工成本。	直接成像技术不需要使用底片，节约了底片的物料成本和相关人力成本。
7	柔性化生产	传统曝光工艺流程复杂，需要先架设底片做首件确认，且过程中需要频繁更换清洁底片。此外，传统曝光设备的台面会限制PCB产品尺寸及产出。	直接成像技术可以简化曝光工艺流程，实现生产过程中便捷高效地切换产品型号，从而满足客户柔性化生产需求。此外，直接成像设备基于高对位能力及智能软件，可实现双拼/多拼（小尺寸）以及拼接（大尺寸）。
8	自动化水平	传统的曝光工艺具有较多的人工环节，人工成本较高。	直写光刻工艺简化了操作程序，有效减少了人工环节，从而减少了人为因素带来的生产质量问题。另外，直接成像联机自动化系统可以帮助客户实现无人化、智能化生产。

资料来源：芯碁微装招股说明书，平安证券研究所

根据芯碁微装半年报援引自 QY research 数据，2020 年全球 PCB 阻焊层曝光设备行业市场规模为 25.29 亿元，预计 2023 年将达到 38.05 亿元，2020~2023 年期间 CAGR 为 14.59%。根据前瞻产业研究院的数据，中国 PCB 阻焊层曝光设备市场规模从 2019 年的 13 亿元增长至 2022 年的 22 亿元，期间 CAGR 约 19%。

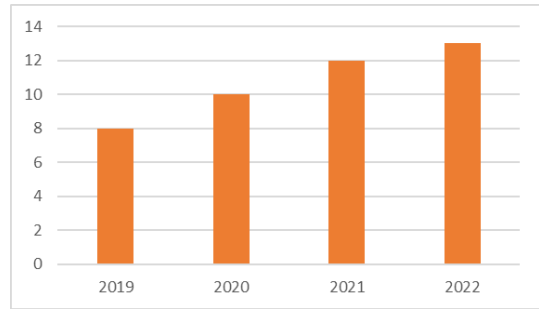
随着 PCB 产品不断高端化升级，阻焊层曝光精度要求也随之提升。此外，随着直写光刻技术的不断升级迭代，其产能效率不断提升，设备价格不断下降，采用直写光刻设备的单位制造成本不断下降，为技术的应用推广创造了良好条件。根据前瞻产业研究院的数据，中国 PCB 阻焊层直接成像曝光设备市场也呈现稳步扩大的态势，2022 年市场规模达到 13 亿元。

图表 13 中国 PCB 阻焊层曝光设备市场规模 (亿元)



资料来源：前瞻产业研究院，平安证券研究所

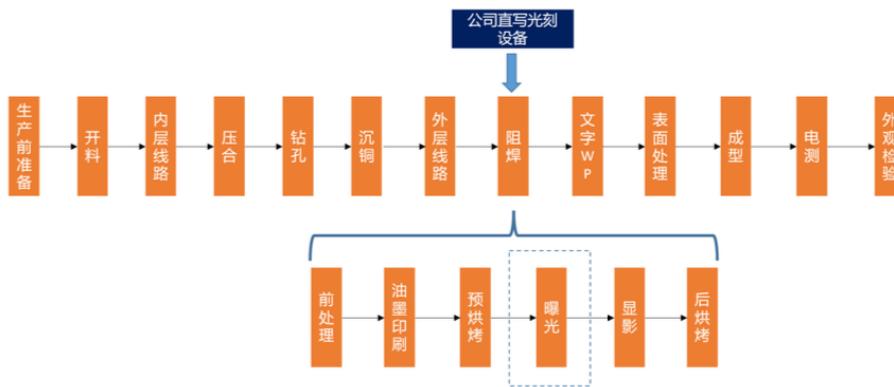
图表 14 中国 PCB 阻焊层直接成像设备市场规模 (亿元)



资料来源：前瞻产业研究院，平安证券研究所

在中国 PCB 阻焊层直接成像曝光设备领域，目前日企 SCREEN 以及以色列 Orbotech 处于领先地位，本土领先企业源卓微纳、科视光学、中山新诺、芯基微装等呈迎头追赶态势。根据前瞻产业研究院的报告，2022 年，SCREEN 凭借约 13%-18% 的市场份额占据中国 PCB 阻焊层直接成像曝光设备市场第一；Orbotech 以 13%-16% 市场份额位列市场第二；源卓微纳、科视光学、中山新诺、芯基微装、大族数控、江苏影速等国内企业市场占有率合计在 23%-29% 之间，具有良好的替代空间。

图表 15 直写光刻设备在 PCB 阻焊的工艺应用示意图



资料来源：芯基微装定增募集说明书，平安证券研究所

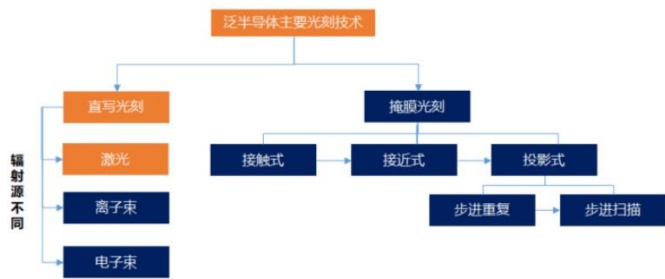
三、在泛半导体各领域技术渗透，产业应用拓展不断深化

光刻技术为微纳制造中的图案化技术，在泛半导体领域中的图案成像工艺环节中均具有广泛的应用。根据是否使用掩模版，光刻技术主要分为直写光刻与掩模光刻，能够满足下游各细分领域差异化光刻需求。掩模光刻由光源发出光束，经掩模版在感光材料上成像，具体可分为接近、接触式光刻以及投影光刻。相较于接触式光刻和接近式光刻技术，投影式光刻技术更加先进，通过投影的原理能够在使用相同尺寸掩模版的情况下获得更小比例的图像，从而实现更精细的成像。目前，投影式光刻在最小线宽、对位精度、产能等核心指标方面能够满足各种不同制程泛半导体产品大规模制造的需要，成为当前 IC 前道制造、IC 后道封装以及 FPD 制造等泛半导体领域的主流光刻技术。

直写光刻根据辐射源的不同可进一步分为两大主要类型：一是光学直写光刻，如激光直写；另一种是带电粒子直写光刻，如电子束直写、离子束直写等。目前，直写光刻技术在 FPD 掩模版制版、FPD 制造、IC 后道封装、IC 前道制造等泛半导体细分领域内均实现了产业化应用。带电粒子直写光刻技术主要应用于光刻精度要求极高的 10nm 左右的 IC 掩模版制版。相比带电粒子直写光刻技术，激光直写光刻精度相对较低，产能效率高，已经能够满足中高端 PCB 制造、晶圆级封装、FPD

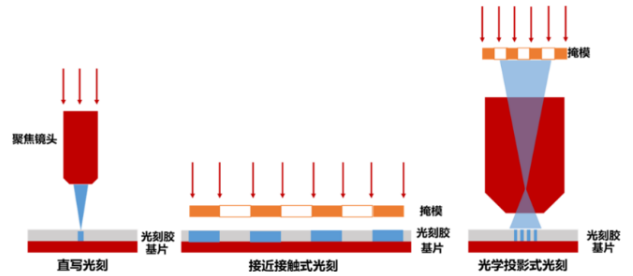
掩模版制版、中低端 IC 掩模版制版、FPD 低世代线制造、低端 IC 前道制造、光伏电镀铜等的光刻精度及产能要求。

图表 16 泛半导体主要光刻技术分类



资料来源：芯基微装招股说明书，平安证券研究所

图表 17 三种光刻技术对比示意图



资料来源：芯基微装招股说明书，平安证券研究所

直写光刻与掩膜光刻均有各自的技术优势。在泛半导体领域，目前 IC 及 FPD 制造光刻设备主要为掩膜光刻设备，而掩膜光刻设备不仅价格昂贵，还需要使用生产周期较长、成本昂贵的掩模版，下游厂商无法灵活快速更换掩模版，不能实现柔性化生产。此外，随着泛半导体产业制造精度的不断提升，掩模版的生产成本呈现大幅上升趋势，对下游制造厂商形成了较大的成本压力。在晶圆制造前道领域，直写光刻的生产效率比掩膜光刻低，其主要应用于掩模的制版光刻，以及小量、多样的晶圆制造。在晶圆封装领域，得益于近年直写光刻技术的快速发展，直写光刻的生产效率已可以与掩膜光刻相当，且直写光刻具备数字化、动态可编辑的优势，发展潜力大。

图表 18 掩膜光刻与直写光刻在泛半导体不同细分市场所要求的光刻精度（最小线宽）具有明显差别

应用领域	直写光刻		掩膜光刻	光刻精度要求
	激光直写光刻	带电粒子束直写光刻		
IC 前道制造	满足低端 IC 制造需求	-	满足中高端 IC 制造需求	高
IC、FPD 掩模版制版	FPD 制造所需的掩模版制版及 IC 制造所需的中低端掩模版制版需求	满足 IC 制造高端掩模版制版需求	-	中等
IC 后道封装	满足先进封装需求	-	满足先进封装需求	较低
FPD 制造	满足低世代线需求	-	满足中高世代线需求	较低

资料来源：芯基微装招股说明书，平安证券研究所

图表 19 直写光刻技术在各泛半导体细分领域产业化应用的具体情况

细分领域	光刻精度要求	技术发展水平及运用领域
IC 前道制造	高	在 IC 前道制造细分领域，掩膜光刻是产业内成熟技术，受制于光刻精度以及产能，直写光刻技术目前还无法满足大规模的产业化生产需求。但是，直写光刻技术具有灵活性高、成本低等优势，目前在军工企业、科研院所、产线试验等特殊应用场景下的小批量、多批次产品的生产制造及研发试制中具有比较优势，在特定场景下的器件光刻工艺环节中具有较强的不可替代性。
IC、FPD 掩模版制版	中等	在 IC、FPD 掩模版制版细分领域，直写光刻技术是主流技术。激光直写光刻能够满足 FPD 制造所需的掩模版制版及 IC 制造所需的中低端掩模版制版需求；带电粒子束直写光刻满足 IC 制造高端掩模版制版需求。
IC 后道封装	较低	在 IC 后道封装细分领域，直写光刻技术为新兴技术，掩膜光刻技术为该领域内成熟技术。在技术上，通过应用直写光刻技术，能够增强对准的灵活性，实现自动编码，改善掩模版涨缩问题，从而能够更好地适用于大尺寸芯片封装、重布线及 3D 封装等需求，具有一定的比较优势。日本 SCREEN、USHIO 等半导体设备厂商近年来已经推出了适用于晶圆级封装领域产业化应用的直写光刻设备。

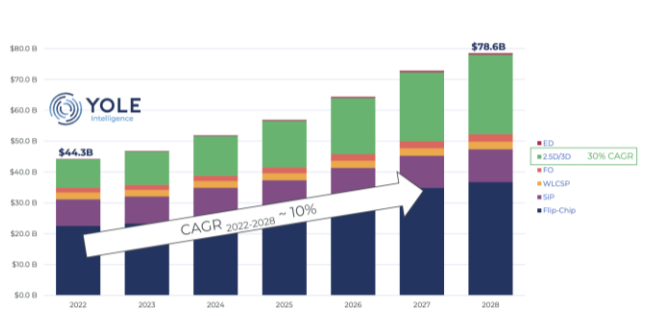
<p>FPD 制造领域</p>	<p>较低</p>	<p>在 FPD 制造细分领域，直写光刻技术为新兴技术，掩模光刻技术为该领域内成熟技术。近年来，由于掩模光刻设备及配套的掩模版价格昂贵，且在制造过程中不支持局部修改，灵活性较差，直写光刻技术逐渐在显示面板制造中兴起，在光刻精度指标方面已经达到了显示面板制造领域的要求，能够满足低世代线面板客户小批量生产及新品试制的需求，但在产能方面还未达到大规模产业化应用的要求，后续有望通过增强数据处理能力及增加曝光镜头的方式改善产能效率指标的不足。</p>
-----------------	-----------	--

资料来源：芯基微装上市申请首轮问询回复函，平安证券研究所

3.1 先进封装：直写光刻在晶圆级封装中优势明显，可与掩模光刻互补

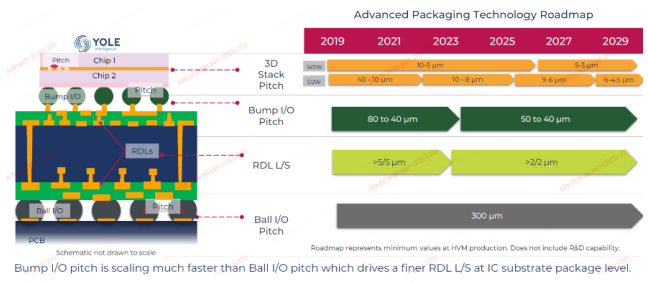
“后摩尔时代”，随着集成电路工艺制程的越发先进，对技术端和成本端也均提出了巨大挑战，先进封装技术应运而生。先进封装技术能在不单纯依靠芯片制程工艺实现突破的情况下，通过晶圆级封装和系统级封装，提高产品集成度和功能多样化，满足终端应用对芯片轻薄、低功耗、高性能的需求，同时大幅降低芯片成本，因此在高端逻辑芯片、存储器、射频芯片、图像处理芯片、触控芯片等领域均得到了广泛应用。晶圆级封装能够实现更大的带宽、更高的速度与可靠性以及更低的功耗，适合移动消费电子产品、高端超级计算机、人工智能和物联网设备的芯片封装。根据 Yole 数据，2022 年全球先进封装市场规模达 443 亿美元，预计到 2028 年达 786 亿美元，CAGR 约 10%。其中占比最大的是 Flip-Chip，其次是 2.5D/3D (CAGR 可达 30%)。

图表20 全球先进封装市场规模预测 (十亿美元)



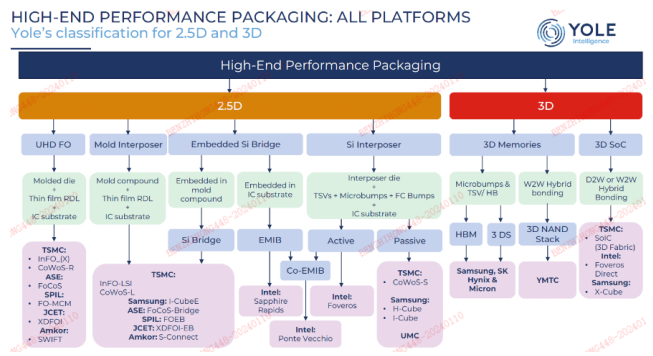
资料来源：Yole，平安证券研究所

图表22 先进封装 I/O pitch、3D Stack Pitch Roadmap



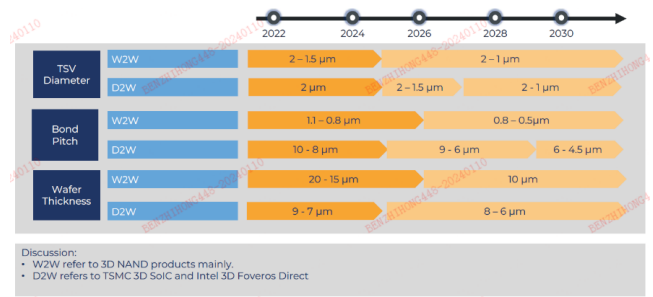
资料来源：Yole，平安证券研究所

图表21 常见先进封装细分指标拆解



资料来源：Yole，平安证券研究所

图表23 3D 高端封装主要参数更精细化



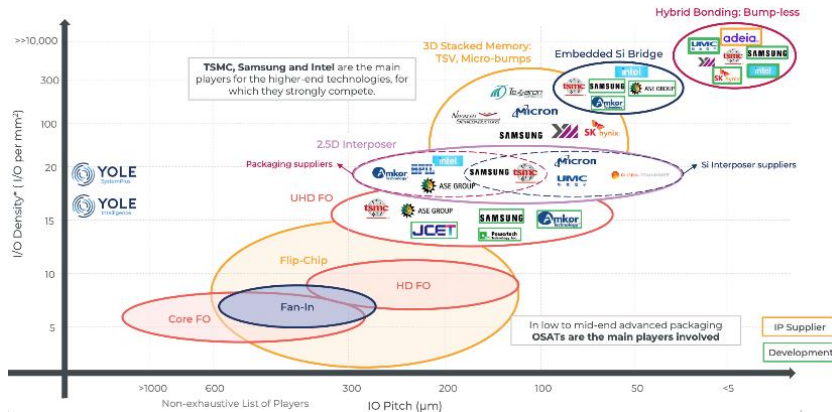
资料来源：Yole，平安证券研究所

先进封装技术发展最明显的特征就是更精细化，因此晶圆端前道厂商技术领先后道厂商，台积电、英特尔和三星等厂商在 3D 封装已有突破，而日月光、长电科技等封测厂商则在 2.5D 封装布局。进一步细分到先进封装的关键技术节点，不同的封装形式有不同的判断标准。一般来说区别各家封装厂 3D 封装技术能力的强弱的标准之一是 TSV Diameter、I/O Pitch、RDL-LS 的精度等。根据 Yole 统计，目前一般先进封装 Bump I/O Pitch 大约在 50um 左右，3D Stack Pitch 约 10um 左右，

预计到 2029 年将突破 5um。3D 高端封装里 TSV Diameter W2W (Wafer to Wafer) 约为 1.5-2um, 预计 2026 年后最细至 1um; Bond Pitch W2W 约 0.8-1.1um, 预计 2026 年后最细至 0.5um; Wafer Thickness W2W 约 15-20um, 预计 2026 年后可降至 10um。

先进封装的参与者非常多, 其解决方案涵盖 (超) 高密度扇出 (有机中介层)、3D 片芯堆叠、2.5D 硅中介层、2.5D 嵌入式硅桥、3D 堆叠存储器等几大类。龙头代工厂及其解决方案当属台积电 (InFO, 集成扇出)、日月光 (FOCoS, 芯片后装的基板上扇出芯片)、三星 (2.5D RDL (再分布层))、Amkor Technology (S-SWIFT, 高密度扇出线) 等。

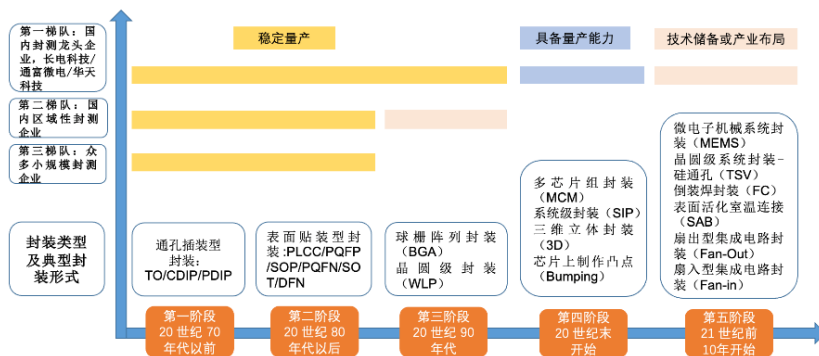
图表 24 半导体封测头部大厂在先进封装领域的技术节点



资料来源: Yole, 平安证券研究所

国内封测企业按照技术储备、产品线情况、先进封装收入占比等指标, 一般可分为三个梯队: 第一梯队企业已实现第三阶段焊球阵列封装 (BGA)、栅格阵列封装 (LGA)、芯片级封装 (CSP) 稳定量产, 且具备全部或部分第四阶段封装技术量产能力 (如 SiP、Bumping、FC), 同时已在第五阶段晶圆级封装领域进行了技术储备或产业布局 (如 TSV、Fan-Out/In), 国内独立封测第一梯队代表企业有长电科技、通富微电、华天科技等。以长电科技、通富微电和华天科技为首的封测厂和一些新兴的封测厂近年来都在不断地在先进封装领域投资扩产。

图表 25 半导体封装领域发展的五个阶段



资料来源: 甬矽电子招股说明书, 平安证券研究所

图表 26 中国大陆部分涉及先进封装技术厂商的产线建设情况

企业	先进封装基地	子公司	工厂设计目标年产能 (不统计 via/bump/interposer 等中间产品)		建设进展
长电科技	无锡江阴	长电先进	FC 系列产品	40.8 亿颗	42 亿颗产能在建
		长电微电子	WLCSP 产品	106 亿颗	
		星科金朋	FOWLP 产品	4 亿颗	

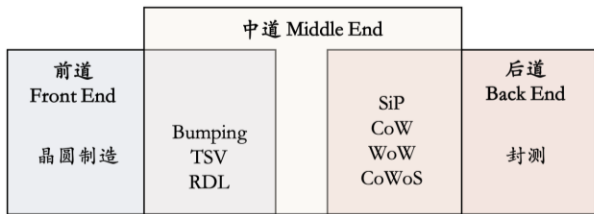
			FOECP 产品	22 亿颗	在建，一期于 2024 年中期竣工投产
			XDF01	2.4 万片	
			SiP 产品	6 亿颗	
	浙江绍兴	长电集成	FOWLP 系列产 品 (eWLB/Fo-AiP)	48 万片	一期 10 万片已投产， 产能爬坡中
通富微电	南通	通富微电子 通富科技	晶圆级 SiP 产品	0.24 亿颗	扩建中，扩建后 1.152 亿颗
			FC 系列产品	18.896 亿颗	
			新型存储三维封装项目/ 闪存类项目/超大尺寸 2.5D 及 Fan-out 封装项目 等先进封装大项目	约 15 亿颗	处于扩建状态
	苏州	通富超威	FC 系列产品	1.4 亿颗	目前已有 6000 万颗产 能
	合肥	合肥通富	WLCSP 产品	5 亿颗	二期拟建
	厦门	厦门通富	WLCSP/SiP	2 万片	
华天科技	昆山	华天(昆山)	WLCSP	18 万片	
			FC 系列产品	6 亿颗	
	南京	华天(南京) 华天(江苏)	WLCSP	48 万片	
			UHDFO	2.6 万片	在建，预计 2028 年达 产
			FC 系列产品	18.58 亿颗	
			4G/5G PA 模组产品	5 亿只	在建，预计 2024 年下 半年投产
	成都	宇芯	WLCSP	27.232 亿颗	
盛合晶微	无锡		WLCSP 产品	96 万片	在建，产线转型升级过 渡中，2026 年达产
			3D 多芯片集成产品	19.2 片	
			FOWLP 产品	4.8 万片	
中科智芯	徐州		WLP 封装	12 万片	
厦门云天	厦门		滤波器产品	CSP: 8.16 万片 (4 寸)	
				WLP: 2.16 万片 (6 寸)	
			埋入式扇出产品	0.576 万片(8 寸), 2.304 万片(12 寸)	
		RF 产品	6 万片(4 寸)3 万片, 6 寸 3 万片)		
华进半导体	无锡		WLP 及 SiP 封装系列产品	0.25 亿颗	
矽品科技	苏州	S3 产线	FC 系列产品	8.68 亿只	现有产能 5.08 亿只
			FOMCM	9000 万片	拟建
		S8 产线	FCCSP	10.34 亿只	在建
合肥矽迈微	合肥		3D 模块封装	6.48 亿块	实际产能约为 3.24 亿 块
			新型特种封装产品 (FO/FO-DFN 等系列产品)	25.92 亿块	实际产能约为 12.96 亿 块
湖南越摩先进	株洲		滤波器封装	24 万片	一期已投产,FCBGA(AI 芯片)为 0.01 亿颗, FCCSP(HPC 芯片)为 3 亿颗
			WLP 封装	12 万片	
			FC 系列高端产品	4.32 亿颗	
			QFN 指纹识别芯片	10.8 亿颗	
甬矽电子	宁波		FC 系列产品	1.08 亿颗	二期项目建设爬坡中 (2022-2028 年),以 先进封装产品为主
			SiP 产品	17.4 亿颗	
			WLCSP	12 万片	

资料来源：势银芯链，平安证券研究所

区分传统封装及先进封装的关键在于加工工序是否涉及光刻环节。目前，带有 FC 结构、WLP、SiP、2.5D、3D 封装等均被认为属于先进封装范畴，其大量使用 RDL、Bumping、TSV 等工艺技术。先进封装要求在晶圆划片前融入封装工艺步骤，

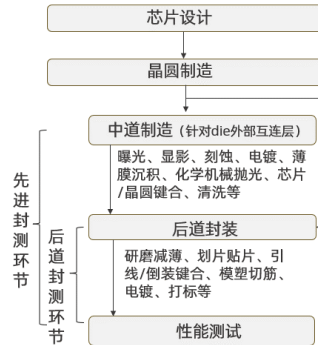
具体包括晶圆研磨薄化、RDL、Bumping 及 TSV 等工艺技术，涉及与晶圆制造相似的涂胶、显影、去胶、蚀刻等工序步骤，从而使得晶圆制造与封测前后道制程中出现中道交叉区域。这些工艺步骤也是先进封装相比于传统封装的增量工艺，需要用到光刻机、刻蚀机、涂胶显影机等设备，但技术要求比前段晶圆制造要低。

图表27 先进封装处于晶圆制造与封测中的交叉区域



资料来源：艾森股份招股说明书，平安证券研究所

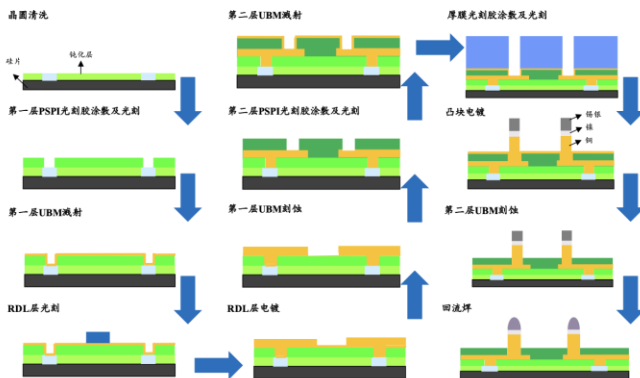
图表28 先进封测环节与后道封测环节差异



资料来源：势银芯链，平安证券研究所

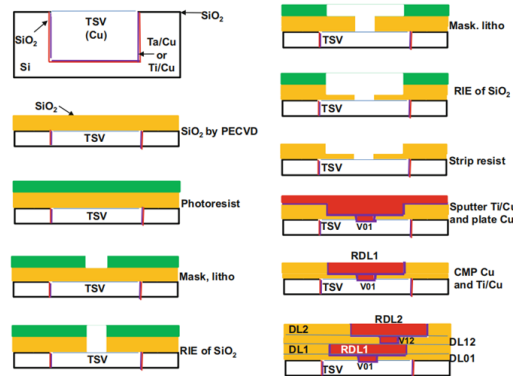
近年来，我国半导体封装测试市场规模不断扩大，但上游光刻设备市场仍主要被国外厂商占据，国产化率较低。光刻设备是晶圆级封装工艺中的核心设备之一，在重布线、溅射凸点下金属化层、光刻凸点下金属化层、光刻新焊区窗口等环节中均发挥重要作用。先进封装光刻机主要技术路径有投影式光刻及直写光刻，通常使用步进式光刻机。全球晶圆级封装光刻设备主要市场被美国 Applied Materials、Rudolph 及日本 SCREEN、ORC 等国际半导体厂家所占据，国内厂商中的上海微电子等企业实现了晶圆级封装掩模光刻设备的产业化并占据了一定的市场份额。

图表29 先进封装 Bumping 工艺典型工序流程



资料来源：艾森股份招股说明书，平安证券研究所

图表30 采用双铜波纹技术制作RDLs的工艺流程



资料来源：《Fan-out Wafer-Level Packaging》，平安证券研究所

上海微电子装备集团的新一代 SSB500 系列步进投影光刻机，包括 Flip Chip、Fan-In、Fan-Out WLP/PLP 和 2.5D/3D 等先进封装形式，可满足 Bumping、RDL 和 TSV 等制程的晶圆级/方板级光刻工艺需求。据其官网显示，SSB500 系列光刻机提供多种投影物镜和曝光光源配置，分辨率可达到 0.8~2μm，并具有高线宽均匀性；配置高精度 MVS 对准系统和低畸变投影物镜，保证了高精度套刻性能。此外，设备工艺适应性强，厚胶曝光时可通过调整 NA 来获得更大焦深，支持高深宽比图形曝光，并可支持 Fan-Out 制程中的大翘曲片、键合片和厚片曝光工艺，同时可实现高生产率。

然而，在先进封装领域，现有的后端光刻系统也面临着非线性高阶基板变形和与芯片移位等问题，特别是在 FOWLP 的晶圆芯片重构之后。对在光刻过程中的图形数据进行实时数字图像处理正日益成为一项基本要求。这就要求在直接成像光刻中实时调整每个芯片周围相互连接的原始 Artwork (工作底片) 来补偿引入芯片放置错误和该工艺造成的翘曲等封装问题，从而避免由此导致的产量下降。直写光刻对于正在转向更薄和更密集封装的先进封装平台的主要优势在于实时数字图像处理和变

形，本质上是调整光刻图案以配准由于材料变形翘曲以及前道工艺产生的位置偏移。这与包含要链接在一起的所有部件位置数据的测量矩阵密切相关，思路是制作可行且稳健的系统来接收测量数据，并将其实时、高速和可靠地转换为适配晶圆或载板的新且经过变形的光刻图形数据。

近年来，针对掩模光刻在对准的灵活性、大尺寸封装以及自动编码等方面存在局限的情况，日本 SCREEN、USHIO 等泛半导体光刻设备厂商也已经推出了适用于晶圆级封装领域产业化应用的直写光刻设备。相较于投影光刻，直写光刻在先进封装中的优势包括重布线灵活、无掩模、成本低、适合大尺寸封装等，可以解决 fan-out 技术问题，目前可以用在晶圆级封装、板级封装等领域，近年来在晶圆级封装领域逐渐兴起。

图表31 上海微电子装备集团 SSB520 步进投影光刻机



资料来源：上海微电子装备集团官网，平安证券研究所

图表32 芯碁微装 WLP2000 直写光刻设备



资料来源：芯碁微装官网，平安证券研究所

芯碁微装的 WLP 系列产品可用于 8inch/12inch 集成电路先进封装领域，包括 Flip Chip、Fan-In WLP、Fan-Out WLP 和 2.5D/3D 等，实现了晶圆级封装直写光刻设备的产业化，是国内少数从事先进封装直写光刻设备开发的供应商。公司直写光刻设备在先进封装中除了降低了生产成本、缩短时间周期和减少工作量无掩模带来的成本及操作便捷等优势，在再布线、互联、智能纠偏等方面都具备明显优势，同时，应用在更高算力的大面积芯片上的曝光环节会比传统曝光设备拥有更高的产能效率和成品率。

公司主打的 WLP2000 直写光刻设备于 2019 年底推向市场，是国内首款专门为晶圆级先进封装量产应用的直写光刻设备，具备高分辨率、高产能、全自动化等优势，可以低至 2 μ m 分辨率实现量产。WLP2000 系列设备采用多光学引擎并行扫描技术，具备自动套刻、背部对准、智能纠偏、WEWEP 功能，在 RDL、Bumping 和 TSV 等制程工艺中优势明显。该设备能够根据每个 Die 的位置的量测结果，通过智能再布线 RDL 技术，解决多种芯片组合过程中由于贴片设备的定位误差产生的芯片之间偏移互连问题；实时自动调焦模块可补偿基片翘曲或形貌变形；数字掩模技术还可处理晶圆级大尺寸芯片封装时需要不断做曝光图形拼接而导致效率低的问题。

公司已有多台设备发至客户端，与国内多家头部客户进行工艺验证，当前合作的客户有华天科技、盛合晶微等知名企业，设备在客户端进展顺利，且近期获得大陆头部先进封装客户的连续重复订单，产品的稳定性和功能已经得到验证。此外，公司在 PLP 板级封装也有布局，支持在模组、光芯片、功率器件等领域的封装。

3.2 载板：封装材料市场增长的主要驱动力之一，为迎合超精细线路制作需求逐步采用直写光刻

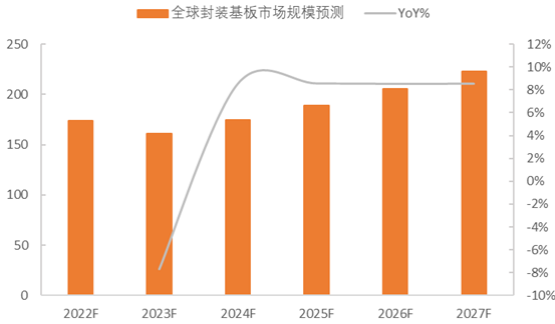
IC 封装基板（又称 IC 载板）是先进封装采用的一种关键专用基础材料，在芯片和常规 PCB 之间起到电气导通及支撑、保护、散热功能，被广泛应用于 BGA、FlipChip、2.5D/3D 封装等先进封装工艺中，是先进封装领域的关键基材。IC 载板对线路层曝光精度、稳定性要求较高，同时需满足大规模产业化生产的产能要求。

根据 SEMI 的数据，2022 年封装基板占封装材料市场的一半以上，是封装材料市场增长的主要驱动力之一。根据基材的不同，IC 载板可以分为 BT 载板和 ABF 载板，相较于 BT 载板，ABF 材质可做线路更精密、高脚数高传输的 IC，具有较高的运算性能，主要用于 CPU、GPU、FPGA、ASIC 等高运算性能芯片。根据 Prismark 的数据，2022 年全球封装基板市场规

模约 174 亿美元，2027 年有望达到 223 亿美元，CAGR 约 5.1%，是 PCB 行业下属增长最快的细分领域。

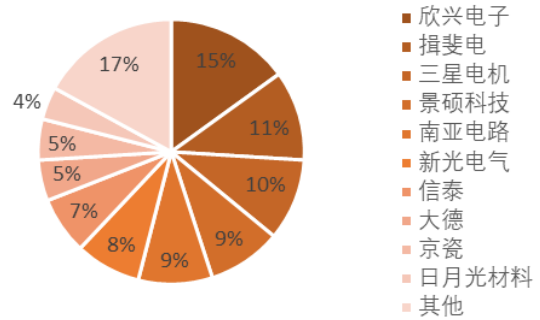
全球封装基板市场主要由日本、韩国、中国台湾地区主导。根据 Prisma 的数据，2020 年全球十大封装基板企业占据了超过 80% 的市场份额，其中欣兴集团、揖斐电和三星电机位居前三。未来，随着新能源汽车、5G 通讯、消费电子等终端市场需求的不断升级，将推动以 CHIPLET 为代表的先进封装技术的发展，从而拉动对 IC 载板产品的市场需求增长。

图表 33 全球封装基板市场规模预测（亿美元）



资料来源: Prisma, 平安证券研究所

图表 34 2020 年全球封装基板市场竞争格局



资料来源: Prisma, 平安证券研究所

在 5G、AI、IOT、高性能计算等需求的驱动下，以 FC-BGA 为代表的先进封装技术的发展推动了 ABF 载板的需求量，据 QY Research 报告，预计 2029 年全球 ABF 载板(FCBGA)市场规模将达到 93.3 亿美元，2022-2029 年的 CAGR 为 6.9%。全球范围内 ABF 载板(FCBGA)生产商主要包括欣兴电子、揖斐电、南亚电路等。据 QY Research 报告，2022 年全球前五大厂商占有大约 75% 的市场份额。中国大陆厂商的份额较小，且仍以 BT 载板为主，但兴森科技、深南电路、珠海越亚等头部公司近两年纷纷扩产，都在大力投资建厂，已经开始布局 FC-BGA。

图表 35 全球主要厂商 IC 封装基板项目大陆产线

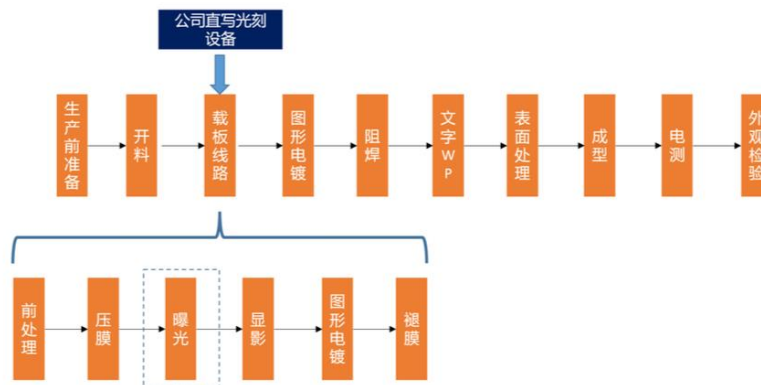
厂商	生产基地	IC 封装基板产品线情况			建设进展
		产品名称	基板层数	产能规划 (万平方米)	
深南电路	深圳	FCCSP (MEMS 芯片基板为主)	/	30	
	广州 (广州广芯)	FCBGA/RF 基板/FCCSP	/	20	一期产能爬坡中
	无锡 (无锡广芯)	存储类封装基板/FCCSP	/	60	产能爬坡中
兴森科技	珠海 (珠海兴科、珠海兴森)	FCBGA	/	7.2	已投产产能 3.6 万平米
		GSP	2-10 层	54	已投产产线 18 万平米，其余在建或筹备阶段
	广州 (广州兴森半导体)	FCBGA	/	24	一期预计 2024 年初投产
		GSP	/	24	
珠海越亚	珠海 (越芯半导体)	无芯载板: RF 载板、HPC 载板 (一期)	3/4/6 层	18.2	预计 2024 年底全面投产
		FCBGA (二期)	4/6/8/10/12 层	10.5	
	南通 (南通越亚半导体)	封装基板	无芯/MSAP/SAP	14	二期预计 2024 年底投产
		FCBGA (二期)	4/6/8/10/12 层	10.5	
南亚电路	大陆昆山	BGA 板	双面板	16.17	
			四层板	16.83	
		高精密度电路板	6-18 层	5.6	

		网通类高精密电路板	6-18层	5.3	
欣兴电子	大陆苏州群策	BGA载板（一期）	6层	58	
		高密度互联积层板（二期）	6/8层	10	
		高频封装载板（二期）	2/4/6/8层	35	
		高阶芯片封装载板（三期）	12-18层	30	
	大陆黄石群立	非存储类IC载板	8/10/12层	7.2	
	大陆昆山鼎鑫	IC载板		11	预计2026年中旬投产
景硕科技	大陆苏州统硕	高密度互联载板	2/4/6/8层	132.55	产线改造阶段，预计2025年初全面投产
信泰	中国西安	计算机存储模块用基板	8层	43.2	
日月光材料	大陆上海厂	FCBGA	/	14.4	IC载板产品线置换升级中，总产能不变，预计2024年中投产
		PBGA	/	28.1	
		FCCSP	/	1	
	大陆昆山厂区	已出售智路资本，且为投建IC封装基板产线			

资料来源：势银芯链，平安证券研究所

目前 IC 载板等高端 PCB 板逐步采用直写式光刻机。随着 IC 工艺尺寸不断微缩和集成度不断提高，IC 载板朝着超高精细化路线发展，日益窄小的线宽/线距对图形成像精度、对位精度、以及成品率要求不断提升。根据势银芯链的报告，目前封装基板线宽/线距从 75um/75um 提升到 5um/5um 级别，基板层数从 2 层向 18-20 层高阶高密度互联方向发展。由于传统的底片接触式曝光成像工艺在成像精度、对位精度、成品率等都难以满足其高曝光精度要求，为了迎合超精细线路制作需求，直写光刻技术逐渐成为 IC 载板的主流曝光技术。

图表36 直写光刻设备在 IC 载板领域的工艺应用示意图



资料来源：芯基微装定增募集说明书，平安证券研究所

芯基微装目前解析度达 4μm 的载板设备 MAS4 已发至客户端验证，打破了日本企业在 6 微米以下技术节点领域的垄断，同时公司已储备 3-4μm 解析能力的 IC 载板设备以便满足未来市场的技术发展需要。

3.3 掩模版制版：直写光刻是主流技术，可分为激光直写及电子束直写

在 IC、FPD 掩模版制版领域，直写光刻技术能够在计算机控制下按照设计好的图形直接成像，容易修改且制作周期较短，成为目前泛半导体掩模版制版的主流技术，可分为激光直写及电子束直写光刻机。

掩模版是集成电路制造过程中的图形转移工具或者母板，承载着图形信息和工艺技术信息。掩模版的作用是将承载的电路图形通过曝光的方式转移到硅晶圆等基体材料上，从而实现集成电路的批量化生产。掩模版广泛应用于半导体、平板显示、电

路板、触控屏等领域。相比较而言，半导体掩模版在最小线宽、CD 精度、位置精度等重要参数方面，均显著高于平板显示、PCB 等领域掩模版产品。

由于半导体对线宽缩小的要求更高，光刻环节通常使用光刻分辨率更高的投影式光刻，掩模版上曝光的图案按照 4:1 的比例投影至晶圆上，因此通常自身最小线宽为 0.5μm 的掩模版对应下游半导体线宽约为 130nm。显示面板、PCB 等材料在曝光时通常采用接近式光刻，掩模版上的图案按照 1:1 的比例曝光。

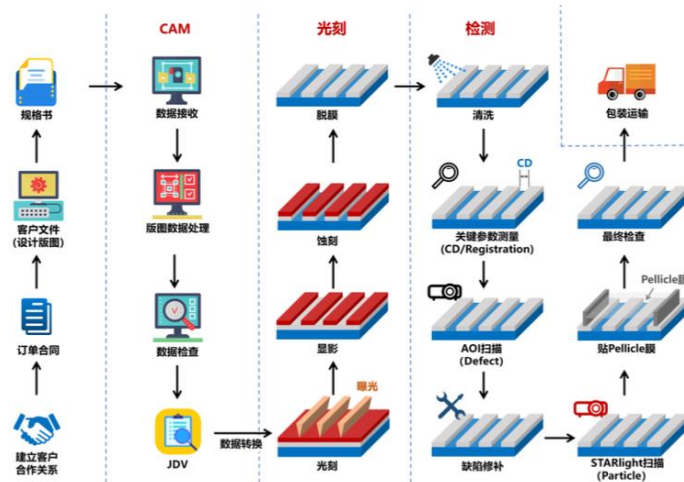
图 37 不同类型掩模版的下游应用领域及代表厂商

产品类型	产品应用领域	下游应用市场占比	下游应用代表厂商
半导体掩模版	逻辑电路制造、模拟电路制造、功率器件制造、MEMS 传感器制造、IC 封装等	60%	台积电、英特尔、中芯国际、华虹半导体、华润微、中芯集成、士兰微、积塔半导体、比亚迪半导体、立昂微、燕东微、高德红外、长电科技等
平板显示掩模版	LCD 显示屏制造、OLED 显示屏制造等	28%	京东方、天马微电子、华星光电、中电熊猫、惠科等
其他	电路板 (PCB、FPC) 制造、触控屏 (TP) 制造、光学器件制造等	12%	蓝思科技、紫翔电子等

资料来源：龙图光罩招股说明书，平安证券研究所（注：掩模版下游应用市场占比数据来源于 SEMI、Omdia。其中，半导体掩模版市场规模统计的为独立第三方半导体掩模版市场规模）

掩模版的生产工序类似于半导体生产的前道工艺，同样涉及曝光、显影、刻蚀、清洗脱膜等光刻环节，通常采用正性光刻胶，其实现图形转移的关键工序同为光刻环节，掩模版的制程与精度水平与光刻分辨率直接相关。半导体掩模版的生产工序涉及 CAM—光刻—检测三大环节，具体包括版图处理、图形补偿、曝光、显影、刻蚀、清洗、缺陷检验、缺陷修补、参数测量、贴光学膜等多项工艺环节，其中关键设备为直写光刻机及显影刻蚀机。根据龙图光罩上市申请回复函，公司光刻机账面价值占机器设备账面价值平均占比在八成左右。

图 38 半导体掩模版的工艺流程图



注：1、上述工艺流程图仅包含半导体掩模版的关键生产流程，不代表全部工序；2、光刻的前制程指光刻环节，后制程指光刻后的显影、刻蚀、镀膜等环节。

资料来源：龙图光罩招股说明书，平安证券研究所

光刻作为掩模版制造的核心工艺，对于掩模版产品的品质影响极其重要，其通过光刻机将 CAM 版图数据转换成激光直写系统控制数据，由计算机控制高精度激光束扫描，利用激光对涂有光刻胶的掩模板按照设计的图档进行激光直写，从而完成了集成电路信息从 CAM 设计版图到掩模版图形的转移过程，主要应用于 FPD 制造所需的掩模版制版及 IC 制造所需的中低端掩模版制版领域。光刻环节直接决定了掩版的最小线/缝宽、边缘粗糙度、关键尺寸均匀性 (CD uniformity)、关键尺寸精度均值偏差 (CD mean to Target) 等图案指标；同时光刻机平台定位的精度也直接决定了掩模版位置精度 (Registration)、

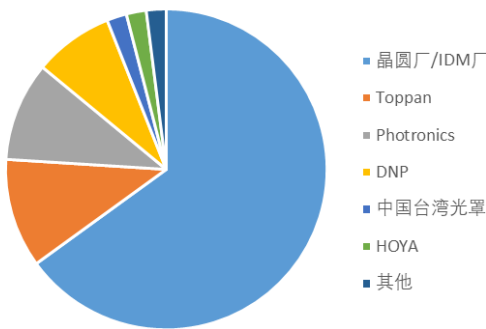
套刻精度 (Overlay) 等指标。

电子束光刻显著优势在于其曝光光源波长极短, 相比于激光光刻能够达到更高的分辨率。目前主流的电子束光刻机可实现 1nm 以下的光源波长, 远低于 EUV 光刻机 13.5nm 的光源波长。但由于电子束光刻机仅能单个像素逐一扫描, 产能效率低、设备昂贵, 无法应用于大规模集成电路的批量制造, 目前主要应用在高端 IC 掩模版制版领域。

半导体掩模版生产厂商可以分为晶圆厂自建配套工厂和独立第三方掩模版厂商两大类。由于掩模版涉及晶圆制造厂的重要工艺机密且制造难度较大, 因此 28nm 及以下的先进制程晶圆制造厂商所用的掩模版大部分由自己的专业工厂内部生产。对于 28nm 以上等成熟制程, 芯片制造厂商为了降低成本, 更倾向于向独立第三方掩模版厂商进行采购。

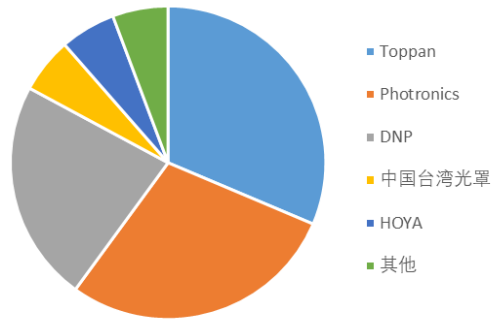
根据 SEMI 数据, 在全球半导体掩模版市场, 晶圆厂自行配套的掩模版工厂规模占比 65%, 独立第三方掩模版厂商规模占比 35%, 其中独立第三方掩模版市场主要被美国 Photronics、日本 Toppan 和日本 DNP 三家公司共占八成以上的市场份额, 市场集中度较高。由于半导体掩模版具有较高的进入门槛, 国内半导体掩模版主要生产商仅包括中芯国际光罩厂、迪思微、中微掩模、龙图光罩、清溢光电、路维光电、中国台湾光罩等。

图表39 全球半导体掩模版市场格局



资料来源: SEMI、龙图光罩招股说明书, 平安证券研究所

图表40 全球独立第三半导体掩模版市场格局



资料来源: SEMI、龙图光罩招股说明书, 平安证券研究所

当半导体产品持续推出新工艺、新结构、新材料等新的芯片设计或者需要产线扩充时, 晶圆制造厂商需要使用新的掩模版来进行半导体的大规模生产, 此时就会产生开版需求。因此, 掩模版的市场需求与半导体更新换代、产线扩充直接相关。半导体掩模版最小线宽及精度随着半导体技术节点的进步而不断提升, 半导体产品随着工艺技术进步和性能提升, 线宽越来越窄, 对上游掩模版的工艺水平和精度控制能力提出了更高要求。

根据路维光电和龙图光罩的招股说明书, 掩模版的基板材料有石英掩模版和苏打掩模版两种, 但主要生产工序基本相同且产能瓶颈均为光刻环节。路维光电在招股说明书中披露, 公司的核心生产设备和产能瓶颈是光刻机, 光刻采用激光直写像素化图形的方式进行, 系整个掩模版制造过程中最为耗时的工序, 为合理调配产能, 公司采用每条产线配置一台光刻机、多条产线共用其它后段设备的方式进行生产线布局。激光直写光刻作为掩模版制造的核心工艺, 其技术难度主要体现在产品精度控制、Mura 控制等方面。产品精度控制涉及多个环节, 不同环节之间又相互影响, 包括激光与光阻的匹配、光路结构及稳定性、激光能量曲线及调整、光刻能量及精度补偿、平台与测量系统匹配、二次对位设计与计算等; Mura 控制的影响因素包括光路结构及稳定性、光刻图档设计与匹配、光刻步进调整等。

采用激光为辐射源的直写光刻设备主要厂商有瑞典 Mycronic、德国 Heidelberg 等企业, 其中瑞典 Mycronic 处于全球领先地位, 可达 45nm 技术节点制版。采用带电粒子束作为辐射源的直写光刻设备主要厂商有日本 JEOL、ELIONIX、NuFlare、ADVANTEST 以及德国 Vistec、Raith 等。目前, 国内制版厂采购的设备仍主要以国外企业的为主。

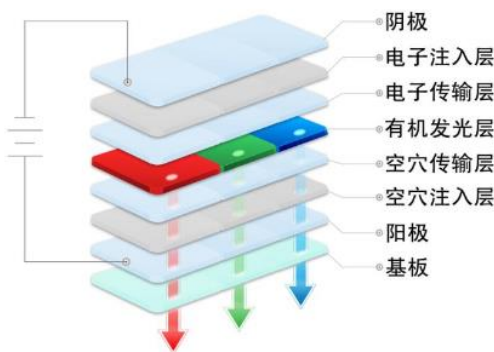
国内企业中, 芯碁微装在激光掩模版制版领域的技术水平 (最小线宽、产能效率等关键指标) 已经能够与德国 Heidelberg 比肩, 但与瑞典 Mycronic 仍存在较大差距。根据芯碁微装 2023 年半年报公告, 半导体掩模版图形尺寸及精度随着半导体技术节点的演化而逐步提升, 目前主流制程在 100-400nm 工艺区间。根据公司投资者活动关系记录表披露的信息, 芯碁微装首台满足量产 90nm 节点制版需求的掩模版制版设备已在客户端验证。同时, 90nm-65nm 制版光刻设备研制作为安徽省重大科技专项也在研究阶段, 以满足半导体掩模版技术的更新迭代。

3.4 面板显示：新型显示应用前景良好，既可用于 PCB 基又可用于玻璃基

OLED 显示面板具有厚度小、可视角度大、响应时间快、低温特性好，发光效率高能耗低等诸多优点，符合目前电子产品向轻、薄、功能多样化的发展方向，是目前 FPD 领域发展的主流方向。光刻机、蒸镀机等上游关键生产设备是 FPD 产业链的重要组成部分。

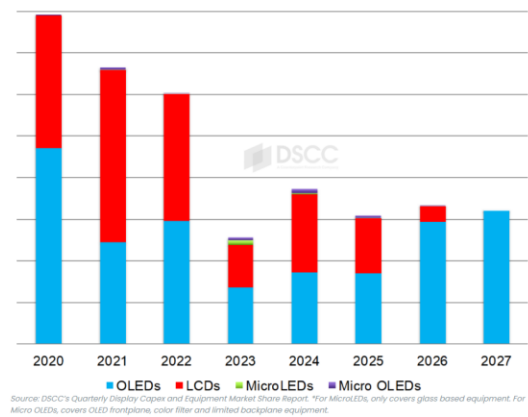
在 OLED 显示面板的制造过程中，光刻设备主要用于前段阵列工序中的曝光工艺环节，其设备性能直接影响 OLED 显示面板的显示效果，因此对光刻设备的光刻精度、产能等核心性能指标具有较高的技术要求，需要较为长期的技术积累。根据 DSCC 预测，2024 年显示设备总支出预期成长 49%，达 76 亿美元，2025 年将下降 19% 降至 62 亿美元。虽然 OLED 在 2023 年以 54% 的份额引领支出，但实际上预计 LCD 在 2024 年将占据 50% 的份额，其中 OLED 为 46%，Micro OLED 为 4%；OLED 预计到 2025 年将占据 55% 的份额，而 LCD 则占 43%。

图表41 OLED 基本器件结构示意图



资料来源：奥莱德招股说明书，平安证券研究所

图表42 全球显示设备支出预测（亿美元）



资料来源：DSCC、液晶网，平安证券研究所

目前，OLED 显示面板产业中的主流曝光技术为掩模光刻，全球掩模光刻设备基本被日本 Nikon 和 Canon 两家所垄断，国内厂商中只有上海微电子等厂商完成了设备的产业化。由于直写光刻技术无需掩模版，能够有效降低 OLED 显示面板的生产成本，并在对位灵活性等方面具有比较优势，近年来美国 Applied Materials、日本 SCREEN、德国 Heidelberg 等国外厂商均在进行相关领域内的产品开发与布局。根据芯碁微装招股说明书，公司直写光刻设备目前仅应用于 OLED 厂商低世代产线中的小批量、多批次产品的生产以及新产品研发试制，在 OLED 光刻工艺环节中是掩模光刻的补充，应用领域较为狭窄，与下游 OLED 厂商的研发产线规划、固定资产投资具有较强的关联度。在发展前景方面，直写光刻技术因其具有局部修正能力、成本较低等优势，在低世代产线中能够实现最小线宽低于 1 μ m 的光刻精度，可以应用在面板客户小批量、多批次产品的生产以及新产品的研发试制，但是在 OLED 高世代线直写光刻领域尚未有国内厂商实现设备的产业化。

根据芯碁微装的招股说明书，芯碁微装早在 2018 年就推出应用在 FPD 低世代产线的国产 OLED 显示面板直写光刻自动线系统 (LDW-D1)，光刻精度可达 0.7 μ m，并于 2018 年顺利出货维信诺下属企业国显光电并一次性通过客户验收。当前公司 LDW700 产品可应用于 OLED 显示面板制造过程中的光刻工艺环节，光刻精度能够实现最小线宽 0.7 μ m。此外，公司在高世代线等部分技术节点已有所突破，在研的工信部“工业强基”项目 6 代线平板显示曝光机 (FPDG6) 拟对现有 OLED 直写光刻设备进行技术升级应用于 FPD6 代线，目前该在研项目处于验收阶段。

此外，Mini/Micro-LED 是近年来快速发展的新型显示技术，目前产业化较为成熟的是“Mini-LED+LCD”背光技术，相较于 OLED 面板，能够在更轻更薄的情况下达到媲美 OLED 面板的显示效果，具有出色的亮度，降低的能耗，高刷新率和宽色域，设计复杂性较低，且在成本方面更具优势，因此在高端电视、智能手机、笔记本电脑以及车载显示领域具有良好的市场前景。

Mini-LED 显示面板背板上需要承载上万颗 Mini-LED 及焊盘 (Pad)，器件数量繁多，且线间距排布密集，从而对焊盘的公差、外观形状、阻焊图形精度、阻焊开口尺寸及油墨外观均有较高要求。Mini-LED 产业链可大致分为芯片、封装/巨量转移与打件、面板、系统 (组装)、品牌五个环节，直写光刻在解决 Mini/Micro-LED 的芯片、基板制造及利用 RDL 再布线技术

解决巨量转移问题均有较好的优势。

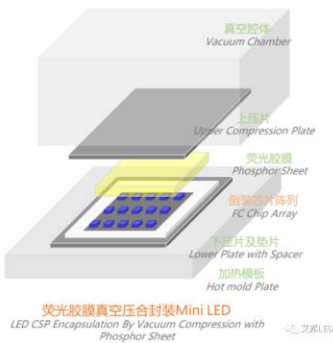
根据芯碁微装定增募集说明书，在 Mini/Micro-LED 封装环节中，要求阻焊层曝光精度较高（50-60 μm ），同时需匹配高反射率的阻焊油墨使用。随着 Mini/micro-LED 领域面板尺寸的不断增大，显示分辨率、像素要求不断提升，器件的数量不断增加，传统的底片曝光技术无法满足阻焊层曝光精度需求，需要全新的防焊曝光方法，以满足高精度、高质量和容量要求。行业升级换代的需求为直写光刻技术的应用渗透提供了市场机遇。

随着 Mini-LED 进入批量生产，Mini-LED 背光单元需要覆盖有白色防焊油墨的基板——PCB 或玻璃，基于 Mini-LED 器件的防焊工艺需要高精度和高良率，用于防焊层曝光工艺的直接成像（DI）是理想的解决方案，可以实现高精度，同时克服面板形貌、失真和精细特征等挑战对于产品质量和产量的影响。

Mini-LED BLU（背光单元）器件的设计人员通常要求其供应链制造的基板覆盖有白色防焊层，其反射率非常高（在许多情况下为>90%），这使得高对比度和更明亮的色彩能够在电视、平板电脑和笔记本电脑上提供更清晰的图像。所有这些 PCB 或玻璃基板都是用开口生产的，用于在下一阶段的组装中接收 MiniLED 芯片，无论是板上封装（POB），板上芯片（COB）还是玻璃芯片（COG）。高精度和均匀的开口尺寸对于 Mini-LED 最终产品的质量至关重要。

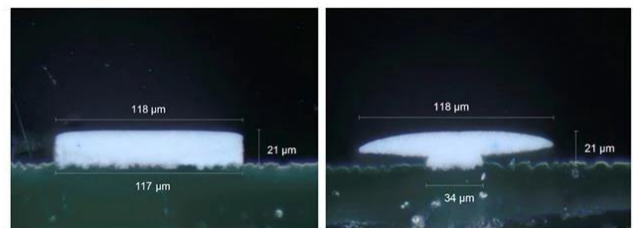
白色防焊层 DI 曝光过程中有三个因素可能会给制造商带来挑战：第一是精度，第二是质量和产量，第三是容量，也转化为成本。首先，Mini-LED 的尺寸范围为 50-300 μm ，必须精确定位且具有极小的标准偏差。例如，对于某些应用，基板上防焊剂开口（SRO）的均匀性偏差不能超过 $\pm 5\mu\text{m}$ ，高端设备通常需要更高的精度。当面板被厚白色防焊层覆盖时，实现严格的套准精度更加困难，且需要特殊照明或复杂算法来高精度地获取目标位置；第二个挑战是质量，与防焊剂开口的均匀性和严格的底切要求有关。用于 Mini-LED 生产的白色防焊层散射了大部分照明波长，因此暴露的 UV 光不会像其他防焊层颜色那样被吸收，从而导致较差的防焊层聚合过程。当防焊层的底部在暴露过程中未完全聚合时，就会形成底切，这可能会导致剥离。高质量和高产量要求要创建具有最小底切的坚固水坝，需要在曝光过程中使用优化的宽范围照明波长，以暴露反射的厚白色防焊层；第三，为了降低成本，Mini-LED 设备的 PCB 或玻璃基板制造商需要最大限度地提高生产能力并优化其每次打印的成本，这可以通过使用高通量解决方案实现。

图表43 miniLED 的封装方式和材料



资料来源：艾邦 LED，平安证券研究所

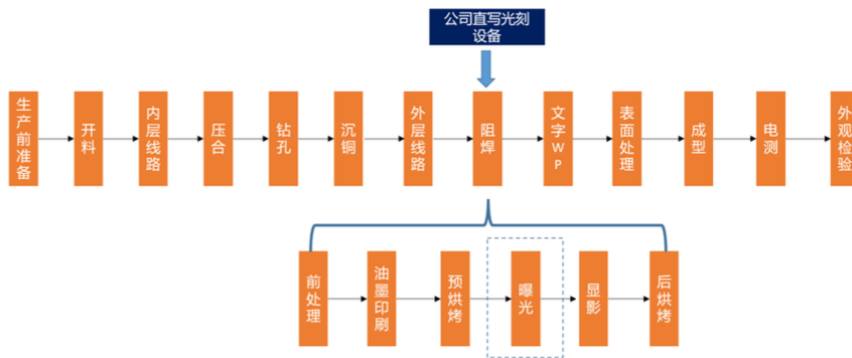
图表44 底切最小（左）及有严重底切（右）对比图



资料来源：KLA、势银膜链，平安证券研究所

芯碁微装成功开发了面向 Mini-LED 阻焊曝光需求的白色和黑色油墨的设备机型 NEX 系列产品应用于 Mini-LED 封装环节中，并以 NEX-W（白油）机型作为重点推广产品切入客户。NEX 系列产品实现了阻焊线/开窗 40 μm /60 μm 的曝光精度要求，能够适用于 Mini/Micro-LED 显示面板阻焊白色和黑色油墨的使用，充分满足该领域内的开窗一致性（高达 $\pm 5\mu\text{m}$ ）、对位精度（ $\pm 8\mu\text{m}$ ）等技术要求，同时满足整板面对颜色的一致性高要求。此外，公司设备也可用于 Mini/Micro-LED 的玻璃基板制作。

图表45 直写光刻设备在 Mini/Micro-LED 阻焊领域的工艺应用示意图



资料来源：芯碁微装定增募集说明书，平安证券研究所

四、投资建议

直写光刻涵盖多领域光刻环节，可适用从 PCB 板到晶圆、玻璃基板、载板等各应用场景曝光需求，目前在 PCB 领域已经迅速渗透，尤其在中高端 PCB 领域已经基本替代传统曝光机。在泛半导体领域，直写光刻目前主要用于掩模版制版，其他领域受限于效率、精度等因素，主要用在高端、小批量、多样化应用场景下，但在载板、先进封装、面板显示等领域应用前景良好，且已经取得了一定进展。我们看好直写光刻技术在中高端 PCB 领域的渗透率持续提升叠加国内厂商国产替代趋势，同时看好直写光刻技术在泛半导体各个应用领域中长期的技术应用深化及产业化潜力，建议关注芯碁微装、大族数控、天准科技等。

五、风险提示

- (1) 国内 PCB 厂商投资不及预期。如果 PCB 厂投资落地数量或进度不及预期，则设备需求增速放缓，PCB 直写成像设备公司业绩增长可能不达预期。
- (2) 泛半导体直写光刻设备市场拓展及技术发展的风险。在泛半导体领域，除掩模版制版外，直写光刻设备目前多处于研发试制客户验证阶段，未来存在一定的产业化应用受限风险。
- (3) 行业竞争加剧的风险。随着直写光刻技术产业化推进，相关公司数量增多，行业有竞争加剧的风险，可能会影响竞争格局的变化。

平安证券研究所投资评级：

股票投资评级：

强烈推荐（预计6个月内，股价表现强于市场表现20%以上）

推 荐（预计6个月内，股价表现强于市场表现10%至20%之间）

中 性（预计6个月内，股价表现相对市场表现在±10%之间）

回 避（预计6个月内，股价表现弱于市场表现10%以上）

行业投资评级：

强于大市（预计6个月内，行业指数表现强于市场表现5%以上）

中 性（预计6个月内，行业指数表现相对市场表现在±5%之间）

弱于大市（预计6个月内，行业指数表现弱于市场表现5%以上）

公司声明及风险提示：

负责撰写此报告的分析师（一人或多人）就本研究报告确认：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

平安证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本公司研究报告是针对与公司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。本公司研究报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的，本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识，认真考虑是否进行证券交易。

市场有风险，投资需谨慎。

免责条款：

此报告旨在发给平安证券股份有限公司（以下简称“平安证券”）的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准，不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠，但平安证券不能担保其准确性或完整性，报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价，报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任，除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断，可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问，此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。

平安证券股份有限公司2024版权所有。保留一切权利。

平安证券

平安证券研究所

电话：4008866338

深圳

深圳市福田区益田路5023号平安金融中心B座25层

上海

上海市陆家嘴环路1333号平安金融大厦26楼

北京

北京市丰台区金泽西路4号院1号楼丽泽平安金融中心B座25层