

- **本周关注：瑞晨环保、华中数控、精测电子、华工科技、卓然股份**
- **光刻机整机，2022年全球光刻机市场规模232.3亿美元，三大巨头垄断市场。**根据 SEMI 预测，2022 年光刻机占半导体设备市场份额达 23%，市场规模 232.3 亿美元。其中，全球光刻机三大巨头 ASML/Canon/Nikon 光刻机营收分别为 161/20/15 亿美元，市场份额达 82%/10%/8%；出货量分别为 345/176/30 台，市场份额 63%/32%/5%。从 EUV、ArFi、ArF 三个高端机型的出货来看，ASML 仍维持领先地位，出货量分别占 100%/95%/87%，中国内地占 ASML 销售额 14%。上海微电子光刻机技术在国内领先，目前已可量产 90nm 分辨率的 ArF 光刻机，28nm 分辨率的光刻机也有望取得突破。光刻机主要就是由激光光源、物镜系统以及工作台这三个核心部分组成，它们之间相互配合就是为了完成更为精确的光刻，数值越小芯片性能也就越强，当然难度也就大。
- **激光光源：浸没式 193nm 准分析激光器突破，EUV 有新进展。**就激光光源来说，为了实现更精确的光刻，就必须提高分辨率，减少光源波长是重要手段。光源系统发展到今天，主流的 EUV 光源已确定为激光等离子体光源(LPP)，目前只有两家公司能够生产：美国的 Cymer（2012 年被 ASML 收购）和日本的 Gigaphoton。中国科益虹源自主研发设计生产的首台高能准分子激光器，填补中国在准分子激光技术领域的空白，其已完成了 6kHz、60w 主流 ArF 光刻机光源制造，激光器上的 KBFF 晶体由中科院旗下的福晶科技提供。
- **物镜系统：与海外差距较大，突破 90nm。**物镜是光刻机中最昂贵最复杂的部件之一，二十余枚镜片的初始结构设计难度极大——不仅要控制物镜波像差，更要全面控制物镜系统的偏振像差。卡尔蔡司是 ASML 透镜，反射镜，照明器，收集器和其他关键光学元素的唯一供应商。在光学镜头方面，尽管与卡尔蔡司、尼康等公司还有非常大的差距，但奥普光学提供的镜头已经可以做到 90nm。
- **双工作台和沉浸系统：双工作台突破 10nm，沉浸系统突破 ArFi。**高端光刻机都采用了双工作台，负责测量和曝光晶圆，两个工作台交换位置和智能，从而提高 3 倍以上的生产效率。双工作台技术难度很高，精确度要求极高（高速运动下保持 2nm 精度），能够掌握该项技术的只有荷兰 ASML。清华大学和华卓精科合作研发出光刻机双工作台，精度为 10nm，虽然比不上 ASML 的水平，但也算填补了国内空白。浸没系统环节，我们正在努力突破 ArFi 沉浸式光刻机，而近些年国内企业启尔机电在浸液控制系统上取得了重大突破。
- **光刻胶：KrF 已突破，ArF 待突破。**我国半导体光刻胶对外依赖程度达 80% 以上，据晶瑞股份公告数据显示，适用于 6 英寸晶圆的 g/i 线光刻胶自给率为 20%，适用于 8 英寸晶圆的 KrF 光刻胶自给率小于 5%，适用于 12 英寸晶圆的 ArF 光刻胶目前基本靠进口。
- **涂胶/显影设备：国产突破 28nm。**涂胶显影设备是光刻工序中与光刻机配套使用的涂胶、烘烤及显影设备，涂胶显影领域国内龙头为沈阳芯源微，2022 年，公司披露在 28nm 及以上节点的光刻涂胶显影工艺上可实现全面国产替代，目前在客户端已完成验收。
- **投资建议：**建议关注光刻机产业链公司：茂莱光学/福晶科技/芯源微等。
- **风险提示：**国际贸易摩擦加剧的风险、宏观环境风险。

## 推荐

维持评级



分析师 李哲

执业证书：S0100521110006

电话：13681805643

邮箱：lizhe\_yj@mszq.com

分析师 罗松

执业证书：S0100521110010

电话：18502129343

邮箱：luosong@mszq.com

## 相关研究

- 1.一周解一惑系列：核电设备中“低国产化”的核心环节替代机会-2023/04/16
- 2.一周解一惑系列：石化设备及产业链梳理-2023/04/10
- 3.钙钛矿设备行业深度报告：光伏 0-1 的颠覆性技术，设备跨界+多工艺并存-2023/04/06
- 4.一周解一惑系列：涂布机及涂布镜头应用场景及市场空间展望-2023/04/02
- 5.一周解一惑系列：全球数控系统演进简史与中国国产化之路-2023/03/26

# 目录

<b>1 光刻机核心设备</b>	<b>3</b>
1.1 光刻机整机：国产 90nm 已攻克，推进 28nm	3
1.2 激光光源：浸没式 193nm 准分析激光器突破，EUV 有新进展	9
1.3 物镜系统：与海外差距较大，突破 90nm	11
1.4 双工作台：突破 10nm	12
1.5 沉浸系统：突破 ArFi	12
<b>2 部分光刻机配套设备</b>	<b>13</b>
2.1 光刻胶：目前进展到 KrF，ArF 待突破	13
2.2 涂胶/显影设备：国产突破 28nm	15
<b>3 风险提示</b>	<b>17</b>
<b>插图目录</b>	<b>18</b>
<b>表格目录</b>	<b>18</b>

# 1 光刻机核心设备

## 1.1 光刻机整机：国产 90nm 已攻克，推进 28nm

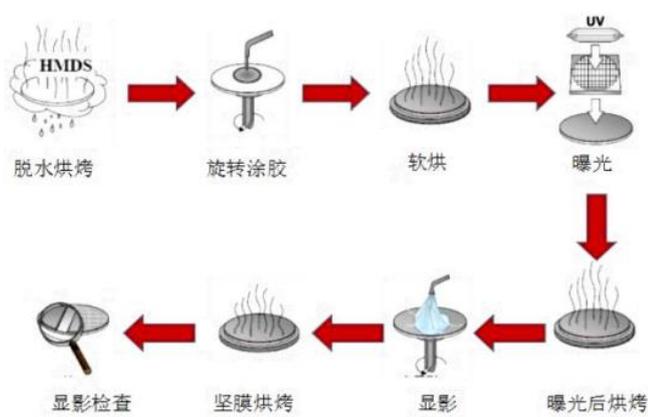
光刻技术是在特定波长的光照作用下，借助光刻胶将光掩模上的图形转移到基片上的技术工艺。从工艺原理上来看，光刻工艺首先光源穿过光掩模，并通过透镜使得光掩模缩小，最终使光落于覆盖有光刻胶的基板上；在此过程中，光掩模遮盖区域的光刻胶底片不会变硬，在刻蚀过程中被剥落，从而完成对底片的雕刻。由于光刻工艺的一般流程包括涂胶、曝光、显影等核心过程，分别涉及涂胶机、光刻机和显影机。其中，光刻机由于技术壁垒高、单台成本高，为光刻工艺中最为重要的设备。

光刻工艺是用于在晶圆表面上和内部产生需要的图形和尺寸。将数字化图形转到晶圆上需要一些加工步骤。在光刻制程中，准备光刻母版 (reticle) 是其中一个步骤。

- 光刻母版是在玻璃或石英板的镀薄膜铬层上生成分层设计电路图的复制图。
- 光刻母版可直接用于进行光刻，也可以用来制造掩模版。
- 掩模版是在玻璃底板表层镀铬。在加工完成后，在掩模版表面会覆盖许多电路图形的副本。

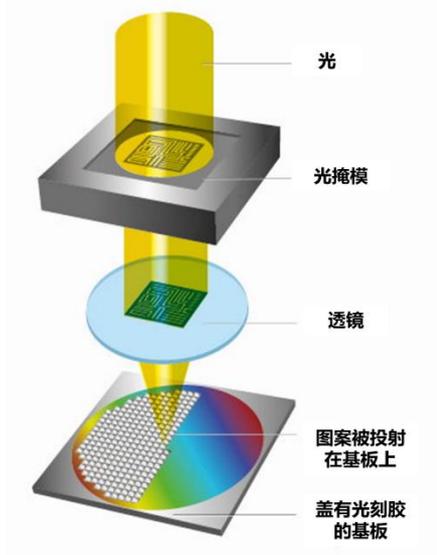
掩模版是用整个晶圆表面来形成图形。

图1：光刻工艺流程图



资料来源：芯源微招股说明书，民生证券研究院

图2：光刻工艺原理



资料来源：公众号半导体行业观察，民生证券研究院

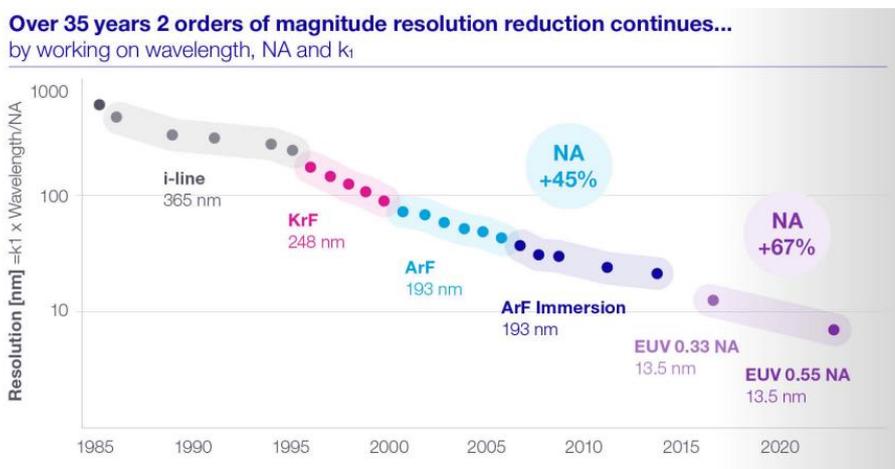
瑞利准则  $CD=k1 \cdot \lambda/NA$ ，光源波长、数值孔径为影响分辨率的主要因素。芯片大小是决定芯片成本的重要因素，芯片越小，一张晶圆片上可切割的芯片越多，芯片成本就越低。芯片临界尺寸（即光刻系统能够识别的最小尺寸，也即光学分辨率）公式为  $CD=k1 \cdot \lambda/NA$ ，其中  $CD$  为芯片的临界尺寸， $\lambda$  为光源波长， $NA$  是光学器件的数值孔径，定义可以收集多少光， $k1$  为与芯片制造相关的常数因子，ASML 认为其物理极限是  $k1=0.25$ 。光刻机技术路线主要从前两个方面进行技术突破：光源波长方面，光源由最初的 g 线发展至目前的极紫外 EUV，波长由 436nm 缩短至 13.5nm；EUV 光线下芯片制程可达 3nm，ASML 为目前全球唯一的 EUV 供应商，且其正在进一步研发 2nm 甚至 1.xnm 制程的芯片。数值孔径方面，浸没式技术的应用大大减小了折射角度，使得投影物镜的直径得以进一步增加。

表1：光刻机技术发展路线

技术阶段	光源	波长	对应设备	最小工艺节点	特点	
第一代	UV	g 线	436nm	接触式光刻机	800-250nm	易受污染，掩模版寿命短
				接近式光刻机	800-251nm	成像精度不高
第二代	UV	i 线	365nm	接触式光刻机	800-252nm	易受污染，掩模版寿命短
				接近式光刻机	800-253nm	成像精度不高
第三代	DUV	KrF	248nm	扫描投影式光刻机	180-130nm	投影式光刻机大幅增加掩模版寿命
第四代	DUV	ArF	193nm	步进扫描投影式光刻机	130-65nm	最具代表性的光刻机，但仍面临 45nm 制程下分辨率问题
				浸没式步进扫描投影式光刻机	45-7nm	
第五代	EDU	EUV	13.5nm	极紫外光刻机	7-3nm	成本过高，技术突破困难

资料来源：华经产业研究院,民生证券研究院

图3：芯片临界尺寸演进路线



资料来源：ASML，民生证券研究院

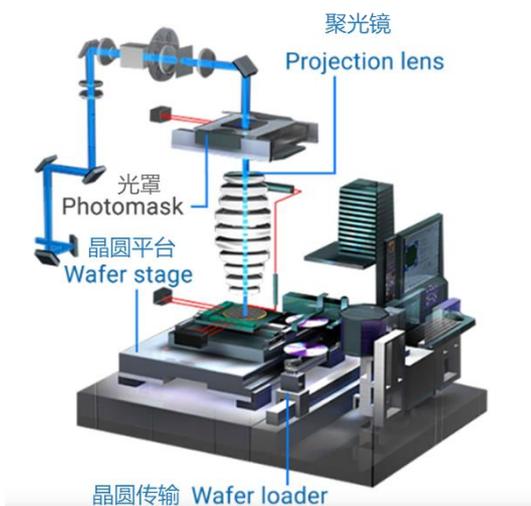
图4：ASML 芯片性能演进路线



资料来源：ASML，民生证券研究院

**光刻机结构复杂，核心部件达十余种。**ASML 光刻机由照明光学模组、光罩模组和晶圆模组组成。光刻机技术复杂，往往生产一台光刻机需要上千家供应商，主要组件包括双工作台、光源系统、曝光系统、浸没系统、物镜系统、光栅系统等，配套设施包括光刻胶、掩模版、涂胶显影等。

图5：光刻机核心部件



资料来源：Nikon，民生证券研究院

图6：光刻机三大系统



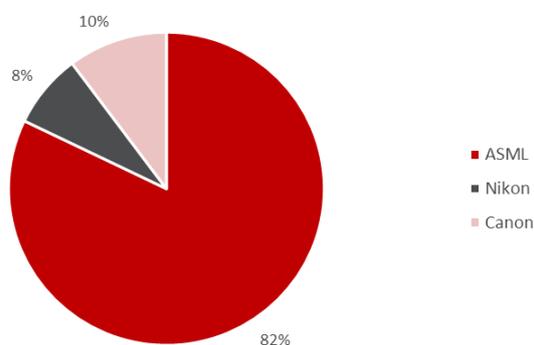
资料来源：ASML，民生证券研究院

**表2：光刻机主要结构**

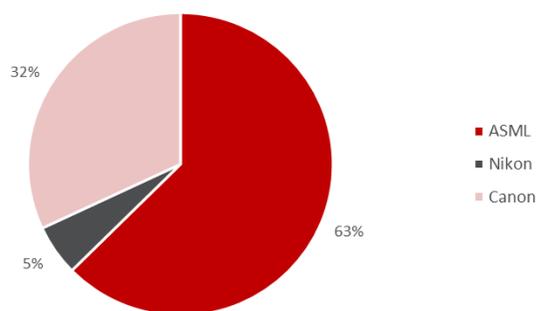
设备及材料	功能
测量台与曝光台	承载硅片的工作台，一般光刻机只有 1 个工作台，需要先测量，后曝光。ASML 的双工作台技术实现测量与曝光同时进行
激光源	光源，光刻机核心设备之一
光束矫正器	矫正光束射入方向，让激光束尽量平行
光束形状设置	设置光束为圆形、环形等不同形状
遮光器	不需要曝光时，阻止光束照射到硅片控制最终照射到硅片上的能量检测光束最终入射能量是否符合曝光要求刻有线路设计图的玻璃板，贵的要数十万美元
能量控制器	控制最终照射到硅片上的能量
能量探测器	检测光束最终入射能量是否符合曝光要求
掩模版	刻有线路设计图的玻璃板，贵的要数十万美元
掩膜台	承载掩模版运动的装备，运动控制精度为 nm 级
光刻胶	一种有机化合物，被曝光后，在显影液中的溶解度会发生变化
涂胶显影	配合光刻机完成晶圆的光刻胶涂覆、固化、显影等
光刻气体	是光刻机产生深紫外激光的光源，不同气体产生不同波长的光源，影响光刻机的分辨率经情报网物镜
物镜	将掩模版上的电路图按比例缩小封闭框架、减震器
封闭框架、减震器	将工作台与外部环境隔离，减少外界振动干扰，维持稳定的温度、压力

资料来源：华经产业研究院，民生证券研究院

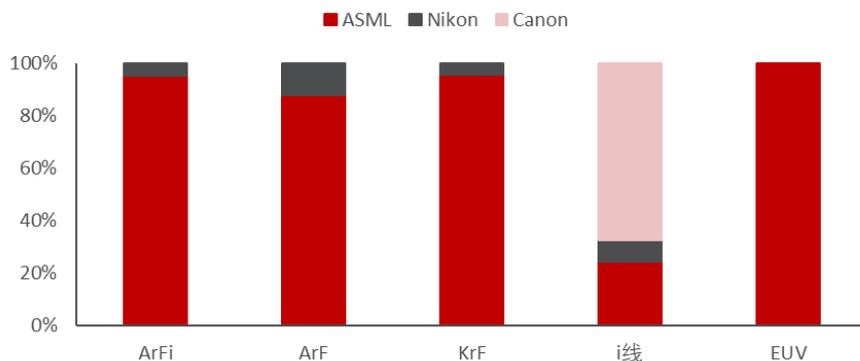
**2022 年全球光刻机市场规模 232.3 亿美元，三大巨头垄断市场。**根据 SEMI 预测，2022 年光刻机占半导体设备市场份额达 23%，市场规模 232.3 亿美元。其中，全球光刻机三大巨头 ASML/Canon/Nikon 光刻机营收分别为 161/20/15 亿美元，市场份额达 82%/10%/8%；出货量分别为 345/176/30 台，市场份额 63%/32%/5%。从 EUV、ArFi、ArF 三个高端机型的出货来看，ASML 仍维持领先地位，出货量分占 100%/95%/87%。

**图7：2022 年光刻机三大巨头营收市场份额**


资料来源：芯源，民生证券研究院

**图8：2022 年光刻机三大巨头出货量市场份额**


资料来源：芯源，民生证券研究院

**图9：2022 年不同机型光刻机市场格局**


资料来源：芯源，民生证券研究院

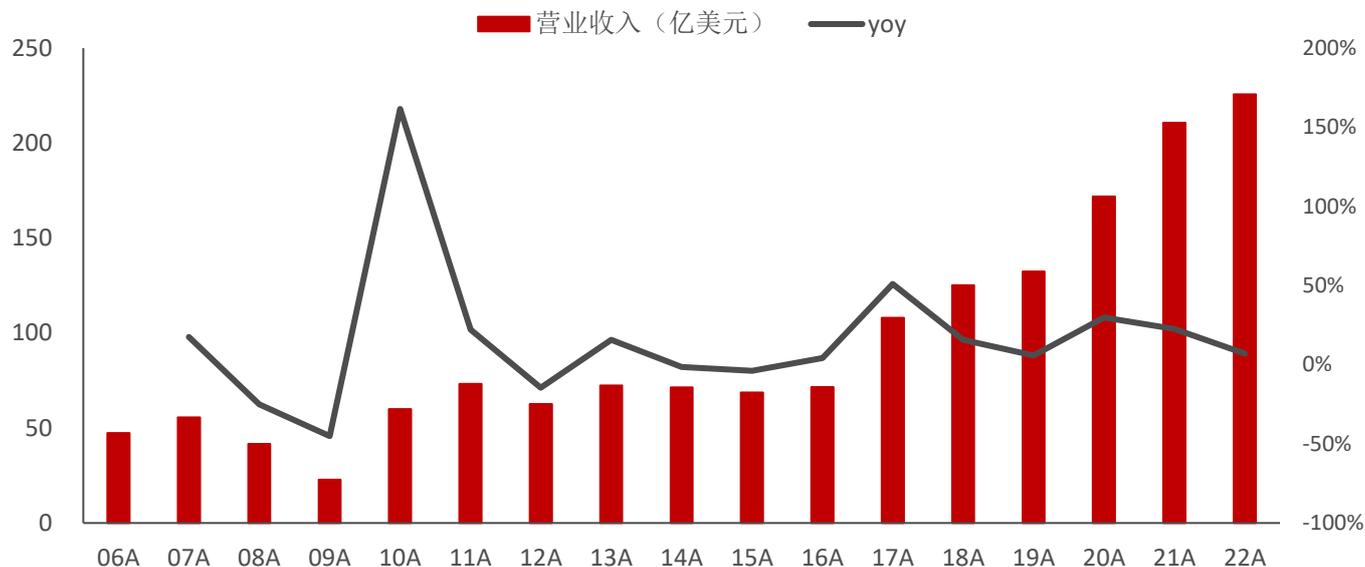
**中国内地占 ASML 销售额 14%，上海微电子实现光刻机技术突破。**2019 年以来，ASML 对中国内地销售额呈现持续增长态势，2022 年中国内地销售额占比达 14%。上海微电子光刻机技术在国内领先，目前已可量产 90nm 分辨率的 ArF 光刻机，28nm 分辨率的光刻机也有望取得突破。

**表3：上海微电子产品管线**

类型	系列	型号	分辨率	曝光光源	硅片尺寸
IC 前道制造	600 系列光刻机	SSA600/20	90nm	ArFexcimerlaser	200mm 或 300mm
		SSC600/10	110nm	KrFexcimerlaser	200mm 或 300mm
		SSB600/10	280nm	i-linemercurylamp	200mm 或 300mm
IC 后道先进封装	500 系列光刻机	SSB500/40	2 $\mu$ m	ghi-line/ghline/i-linemercurylamp	200mm/300mm
		SSB500/50	1 $\mu$ m	ghi-line/ghline/i-linemercurylamp	200mm/300mm
LED、MEMS、PowerDevices 制造	300 系列光刻机	SSB300	0.8 $\mu$ m	i-linemercurylamp	
		SSB320	2 $\mu$ m	i-linemercurylamp	
		SSB380	1.5 $\mu$ m	i-linemercurylamp	
TFT 曝光	200 系列光刻机	SSB225/10			
		SSB225/20			
		SSB245/10			
		SSB245/20			
		SSB260/10T			
		SSB260/20T			

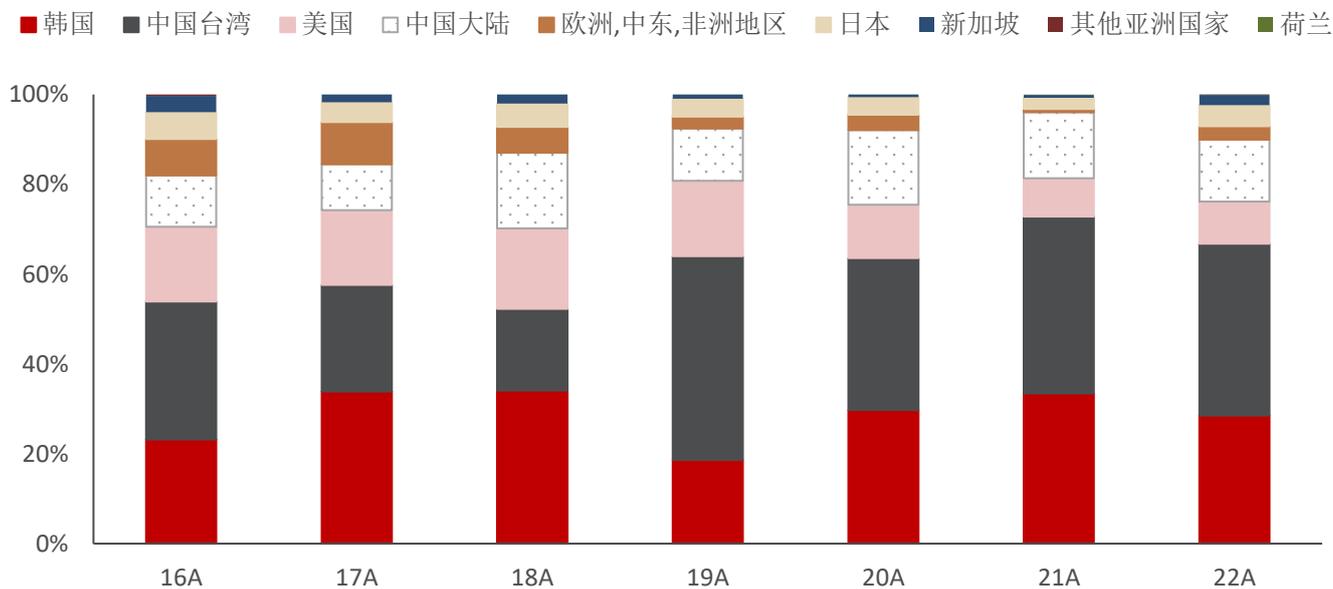
资料来源：上海微电子官网，民生证券研究院

图10: ASML 营收情况及同比



资料来源: wind, 民生证券研究院

图11: ASML 分区域销售金额情况



资料来源: wind, 民生证券研究院

## 1.2 激光光源：浸没式 193nm 准分析激光器突破，EUV 有新进展

光刻机主要就是由激光光源、物镜系统以及工作台这三个核心部分组成，它们之间相互配合就是为了完成更为精确的光刻，数值越小芯片性能也就越强，当然难度也就大。

就激光光源来说，为了实现更精确的光刻，就必须要提高分辨率，那就只有两种方法，分别是减少光源波长或提高数值孔径：①**减少波长**：目前最顶尖的光刻机的光源波长达到 13.5nm，也被称为极紫外光；②**提高数值孔径**：改变环境的折射率，折射率越大孔径也就越大，于是人们研究出了浸入式光刻机，也就是前面提到的工作台，它是将光学系统浸入水中，通过水来进行折射，从而实现更高的折射率提高数值孔径。

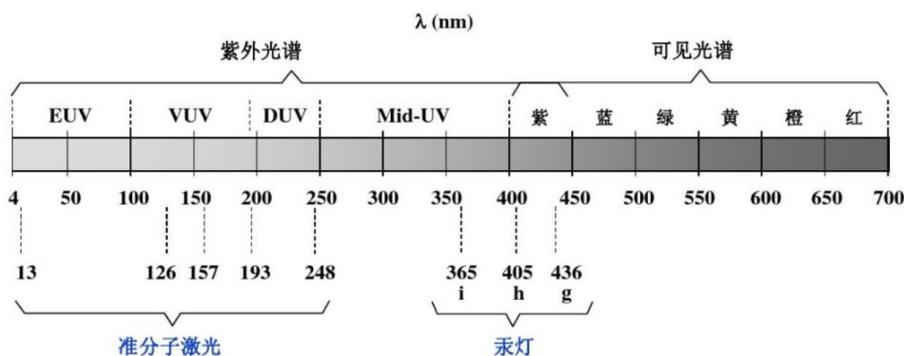
表4：光刻机发光源/光源波长及对应制程情况

第几代光刻机	发光源	光源波长	制程
1-2	汞灯	436nm g-line 和 365nm i-line	0.8-0.35μm
3	KrF (氟化氪) 准分子激光	248nm	350-180nm
4	ArF (氟化氩) 准分子激光	193nm	65nm
5	极紫外光 (EUV)	13.5nm	7/10/14nm

资料来源：芯东西，民生证券研究院

EUV 光刻机面市时间表的不断延后主要有两大方面的原因，一是所需的光源功率迟迟无法达到 250 瓦的工作功率需求，二是光学透镜、反射镜系统对于光学精度的要求极高，生产难度极大。这两大原因使得 ASML 及其合作伙伴难以支撑庞大的研发费用。2012 年 ASML 的三大客户三星、台积电、英特尔共同向 ASML 投资 52.59 亿欧元，用于支持 EUV 光刻机的研发。此后 ASML 收购了全球领先的准分子激光器供应商 Cymer，并以 10 亿欧元现金入股光学系统供应商卡尔蔡司，加速 EUV 光源和光学系统的研发进程，这两次并购也是 EUV 光刻机能研发成功的重要原因。

图12：光刻机光源波长情况



资料来源：芯东西，民生证券研究院

## 1.2.1 EUV 光源系统

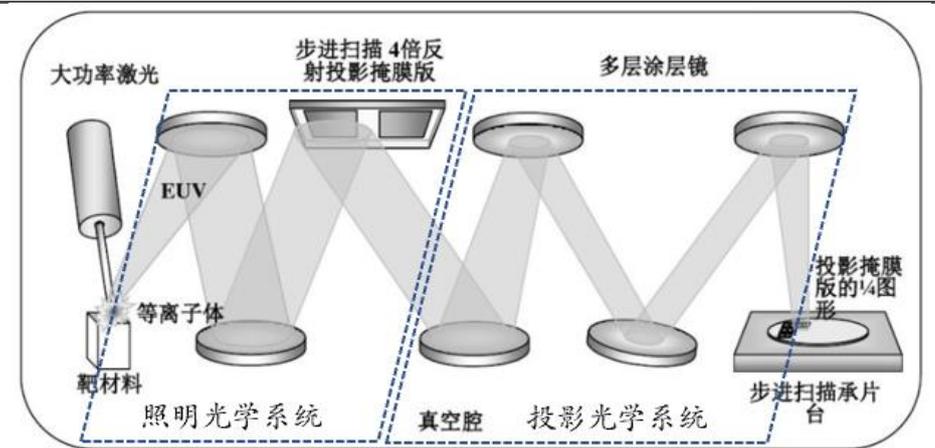
EUV 光源由光的产生、光的收集、光谱的纯化与均匀化三大单元组成。相关的工作元器件主要包括大功率 CO<sub>2</sub> 激光器、多层涂层镜、负载、光收集器、掩模版、投影光学系(Xe 或 Sn)形成等离子体，等离子利用多层膜反射镜多次反射净化能谱，获得 13.5nm 的 EUV 光。

**光的产生：**CO<sub>2</sub> 激光器，一般采用 TRUMPF（原美国大通激光）或者 Mitsubishi electronic 研制的激光发射器；

**光的收集：**极紫外光的波长为 13.5nm，这种光容易被包括镜头玻璃内的材料吸收，所以需要使用反射镜来代替透镜；普通打磨镜面的反射率还不够高，必须使用布拉格反射器（Bragg Reflector，一种复式镜面设计，可以将多层的反射集中成单一反射）。此外，气体也会吸收 EUV 并影响折射率，所以腔体内必须采用真空系统。其次，修正光的前进方向时，每一次反射仍会损失 3 成能量，经过十几面反射镜，将光从光源一路导到晶圆，最后大概只能剩下不到 2% 的光线。被吸收的能量必须要用大功率散热系统进行冷却。

**光的纯化与均一性：**各个厂家用的都不一样，Nikon 是一种叫 fly-eye 的镜头。这种镜片用很多块凸透镜组成，光打到上面就会在各个地方产生汇聚的作用，这样在 relay lens 的帮助下，一个平行的均匀的光产生了。ASML 用的是一种叫 quad-rod 的玻璃长方体，光在里面反射很多次，最后出来的光就被均匀化了。

图13：光刻机 EUV 光刻技术示意图



资料来源：旺财芯片，民生证券研究院

光源系统发展到今天，主流的 EUV 光源已确定为激光等离子体光源(LPP)，目前只有两家公司能够生产：一家是美国的 Cymer（2012 年被 ASML 收购），另外一家是日本的 Gigaphoton。

**国产进度：**中国科益虹源公司自主研发设计生产的首台高能准分子激光器，以高质量和低成本的优势，填补中国在准分子激光技术领域的空白，其已完成了 6kHz、60w 主流 ArF 光刻机光源制造，激光器上的 KBFF 晶体由中科院旗下的福

晶科技提供。同时，科益虹源也是上海微电子待交付的 28 纳米光刻机的光源制造商。

表5：光刻机国产光源领域进展及产品情况

公司/机构名	技术领域	产品
科益虹源	准激光光源	248nm 准分子激光器、干式 193nm 准分子激光器、浸没式 193nm 准分子激光器
福晶科技	准激光光源	KBBR 晶体（用于激光设备的上游关键零部件）
中科大	准激光光源	40W 干式准激光光源
哈工大	极紫光光源	12W DPP-EUV 光源
清华大学	极紫光光源	SSMB 光源
中科院	极紫光光源	高能同步光源设备

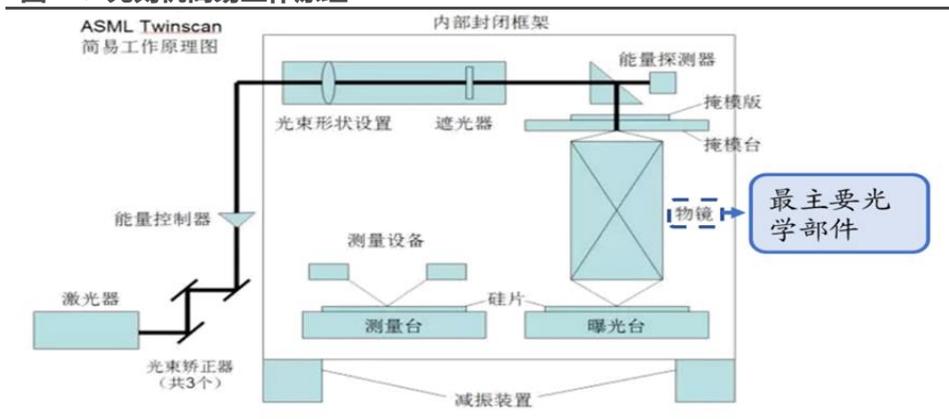
资料来源：半导体产业纵横，民生证券研究院

### 1.3 物镜系统：与海外差距较大，突破 90nm

物镜是光刻机中最昂贵最复杂的部件之一，浸没式光刻物镜异常复杂，涵盖了光学、机械、计算机、电子学等多个学科领域最前沿，二十余枚镜片的初始结构设计难度极大——不仅要控制物镜波像差，更要全面控制物镜系统的偏振像差。

随着光刻分辨率的不断提高，光学光刻机中采用的投影物镜结构型式经历了一个演变和筛选过程。在早期的低分辨率光刻机中，全反射型、全折射型、折反射型多种结构型式并存；在目前的高分辨率光刻机中，以全折射式结构型式为主流。

图14：光刻机简易工作原理



资料来源：旺财芯片，民生证券研究院

外界都知道 ASML 对于半导体产业链的重要性，而德国拥有一家对于 ASML 极其重要的公司，卡尔蔡司。ASML 与卡尔蔡司合作超过三十多年。卡尔蔡司是 ASML 透镜，反射镜，照明器，收集器和其他关键光学元件（即光学元件）的唯一供应商。ASML 与卡尔蔡司成了独家协议，如果卡尔蔡司无法维持和提高生产水平，ASML 可能无法履行订单。

在光学镜头方面，尽管与卡尔蔡司、尼康等公司还有非常大的差距，但奥普光学提供的镜头已经可以做到 90nm。

**表6：光刻机国产光学系统情况**

公司/机构名	产品
长春国科精密	90nmEUV 镜头，高端光刻机曝光光学系统，日盲紫外探测模组、高端光学检测产品
长春光机所	32nmEUV 镜头
国望光电	90nm 节点 ArF 光刻机曝光光学系统、110nm 节点 KrF 光刻机曝光光学系统
中科科仪	直线式劳埃透镜镀膜装置，纳米聚焦镜镀膜装置
奥普光学	镜头可以做到 90nm

资料来源：半导体产业纵横，民生证券研究院

## 1.4 双工作台：突破 10nm

高端光刻机都采用了双工作台，如此一来，一个工作台负责测量，另一个工作台可以曝光晶圆，完成后，两个工作台交换位置和智慧，从而提高 3 倍以上的生产效率。双工作台技术难度很高，精确度要求极高（高速运动下保持 2nm 精度），能够掌握该项技术的只有荷兰 ASML。有媒体传出清华大学和华卓精科合作研发出光刻机双工作台，精度为 10nm，虽然比不上 ASML 的水平，但也算填补了国内空白。

## 1.5 沉浸系统：突破 ArFi

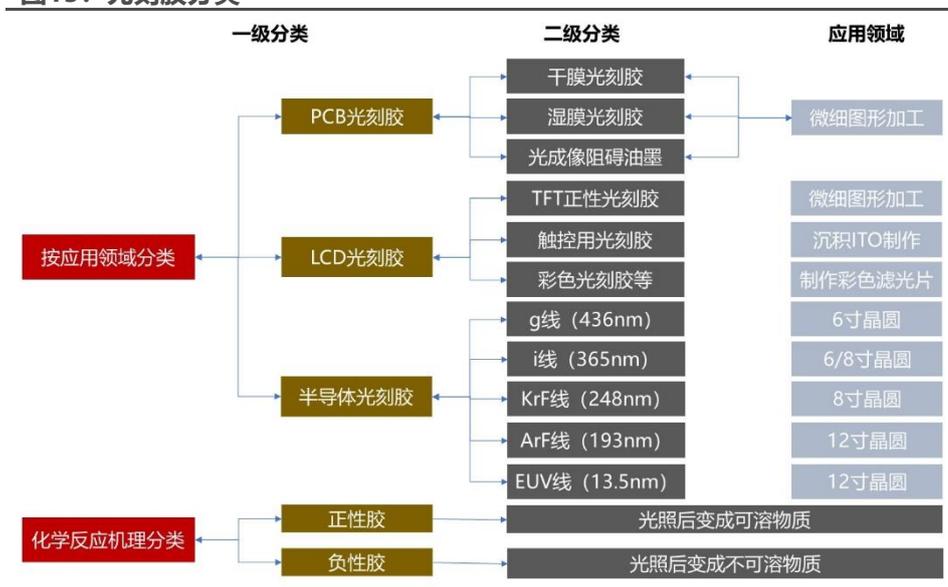
目前，国产光刻机还处于 DUV 阶段。而 DUV 光刻机也分三类，即 KrF、ArF、ArFi。前两种已经突破，国产最高可做到 90nm，可满足国内重要机构使用，不受国外限制。现在我们正在努力的就是 ArFi 光刻机（波长等效 134nm），多出的这个 i 代表加入了沉浸式技术，一旦能够实现突破，那么就等于迈进了 DUV 光刻机中的高端行列。ArFi 沉浸式光刻机最关键的就是这个沉浸式技术，ArF 波长为 193nm，加入沉浸式技术后就可以达到 134 nm。而近些年国内企业启尔机电在浸液控制系统上取得了重大突破。

## 2 部分光刻机配套设备

### 2.1 光刻胶：目前进展到 KrF，ArF 待突破

光刻胶又称光致抗蚀剂，是通过紫外光、电子束、离子束、X 射线等照射或辐射后，其溶解度会发生变化的耐蚀剂刻薄膜材料。按形成的图像来分类，光刻胶分为正性、负性两大类，涂层曝光并显影后，曝光部分被溶解，未曝光部分留下来，为正性光刻胶，反之则是负性光刻胶；按曝光光源和辐射源的不同，又可分为紫外正/负性光刻胶、深紫外光刻胶、X-射线胶、电子束胶、离子束胶等；根据下游不同的应用，光刻胶可分半导体光刻胶(24%)、LCD 光刻胶(27%)、PCB 光刻胶(25%)以及其他光刻胶(24%)。

图15：光刻胶分类

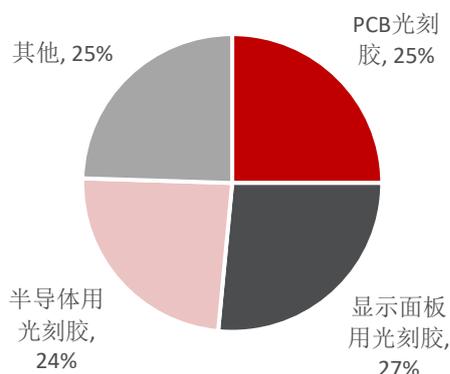


资料来源：谭晶财经，民生证券研究院

美国电子材料市场调查公司 TECHCET 数据预估，2021 年全球半导体光刻胶市场规模约为 19 亿美元，同比增长 11%；WSTS（世界半导体贸易统计组织）预计，2021 年全球半导体市场规模达 5510 亿美元，较 2020 年增长 25.1%。综合以上数据可知，光刻胶市场仅占整个半导体市场的 0.34%。很显然，与规模巨大的半导体市场相比，光刻胶的市场空间显得非常小。

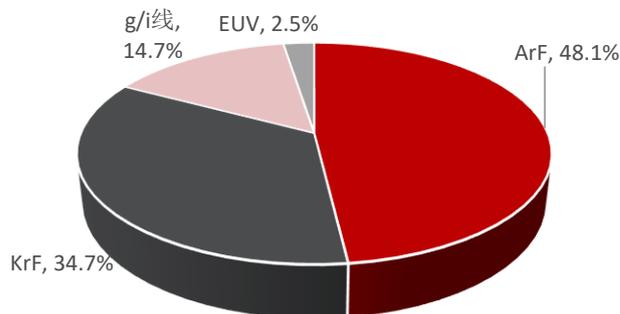
不同的光刻胶产品适用于不同的光刻机，从光刻机的发展历程来看，以光源的来区别大致有 g 线-i 线-KrF-ArF-EUV 的升级方向，g 线到 EUV 光源的曝光波长不断减小，光刻技术难度依次叠加，IC 工艺节点也逐渐变小。

图16：2021年光刻胶细分市场占比



资料来源：谭晶财经，民生证券研究院

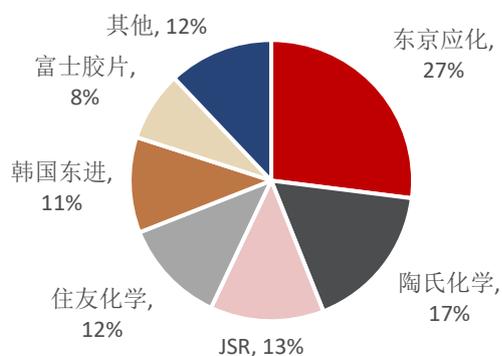
图17：2021年全球不同类别半导体光刻胶占比



资料来源：谭晶财经，民生证券研究院

目前全球的光刻胶生产企业主要集中在日本与美国，在最为尖端的 ArF 干法光刻胶、ArF 浸没式光刻胶和 EUV 光刻胶产品领域，日本与美国厂商拥有绝对的垄断地位，而我国在这些尖端半导体光刻胶产品上虽有一定的技术储备和产品验证，但是在量产层面完全处于空白。从全球市场来看，2021年行业CR6约为88%，市场集中度高。东京应化、JSR、住友化学、富士胶片四大日本企业分别占据27%、13%、12%、8%的市场份额，陶氏化学占据17%的市场份额，韩国东进占据11%的市场份额。

图18：2021年全球光刻胶市场竞争格局



资料来源：华经情报网，民生证券研究院

图19：2021年全球主要企业半导体光刻胶发展情况

公司	国家	I-line 365nm	KrF 248nm	ArF 193nm	ArFi 193nm	EUV 13.5nm
JSR	日本	量产	量产	量产	量产	量产
TOK	日本	量产	量产	量产	量产	量产
杜邦	美国	量产	量产	量产	量产	量产
信越化学	日本		量产	量产	量产	量产
富士电子	日本	量产	量产	量产	量产	
住友化学	日本	量产	量产	量产	量产	
默克 (AZ)	德国	量产	量产	量产	量产	
北京科华	中国	量产	量产	研发	研发	
苏州晶瑞	中国	量产	中试	研发	研发	
南大光电	中国			验证	研发	
上海新阳	中国		研发	研发		

资料来源：华经情报网，民生证券研究院

我国半导体光刻胶对外依赖程度达80%以上，尤其是国产高端半导体光刻胶非常稀缺。据晶瑞股份公告数据显示，适用于6英寸晶圆的g/i线光刻胶自给率为20%，适用于8英寸晶圆的KrF光刻胶自给率小于5%，适用于12英寸晶圆的ArF光刻胶目前基本靠进口。

**表7：部分国产光刻胶参与企业进展近况**

时间	公司	购入光刻机情况	应用制程
2020年4月	南大光电	ASML 193nm 二手浸没式光刻机	研发 193nm ArF 湿法光刻胶
2021年1月	晶瑞电材	ASML XT 1900 Gi 二手第四代浸入式光刻机	研发 28nmArF 湿法光刻机
2021年3月	上海新阳	ASML-1400 二手光刻机	研发 193nm ArF 干法光刻胶
2021年3月	上海新阳	ASML XT 1900 Gi 二手第四代浸入式光刻机	研发 28nmArF 湿法光刻机
2021年5月	南大光电	-	ArF 光刻胶已拿下第一笔订单，制程工艺可满足 45nm-90nm 光刻需求
2021年12月	南大光电	-	其 ArF 193nm 已经通过了客户的使用认证，可用于 45nm 工艺在 ArF 干法光刻胶和 KrF 厚膜光刻胶研究上获得了成功，预计 2022 年量产 KrF 248nm 厚膜光刻胶，2023 年全面量产 ArF 193nm 干法光刻胶
2021年12月	上海新阳	-	计划用于光刻胶的研发与测试
2022年1月	上海新阳	ASML-1400 二手光刻机	计划用于光刻胶的研发与测试
2022年1月	晶瑞电材	购得一台 KrF 光刻机	可用于 KrF 光刻胶的曝光测试

资料来源：华经产业研究院，国际电子商情，民生证券研究院

## 2.2 涂胶/显影设备：国产突破 28nm

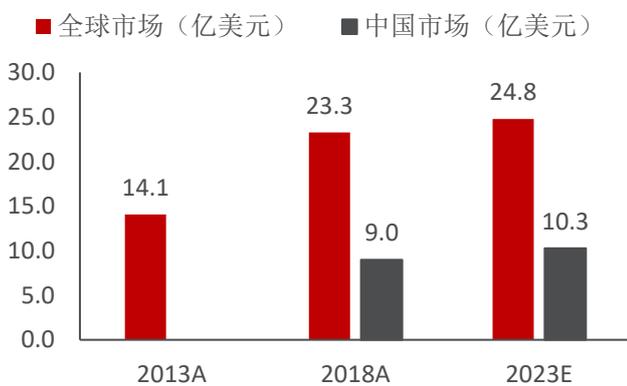
涂胶显影设备是光刻工序中与光刻机配套使用的涂胶、烘烤及显影设备，包括涂胶机（又称涂布机、匀胶机，英文简称 Spin Coater）、喷胶机（适用于不规则表面晶圆的涂覆，英文简称 Spray Coater）和显影机（英文简称 Developer）。在早期的集成电路和较低端的半导体制造工艺中，此类设备往往单独使用（Off Line）。随着集成电路制造工艺自动化程度及客户对产能要求的不断提升，在 200mm（8 英寸）及以上的大型生产线上，此类设备一般都与光刻设备联机作业（In Line），组成配套的圆片处理与光刻生产线，与光刻机配合完成精细的光刻工艺流程。

**图20：光刻工艺中的涂胶、烘烤与显影**

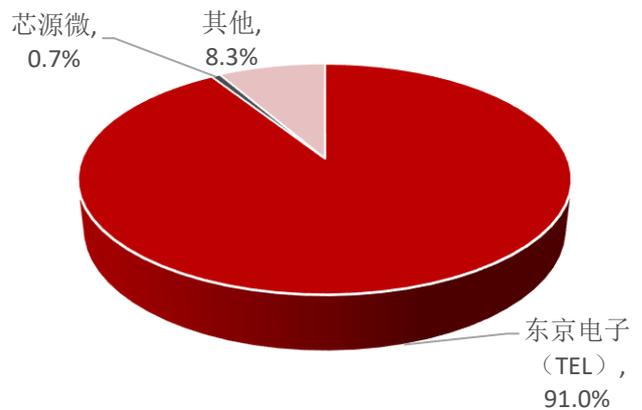

资料来源：芯源微招股书，民生证券研究院

全球前道涂胶显影设备销售额由 2013 年的 14.07 亿美元增长至 2018 年的 23.26 亿美元，年均复合增长率达 10.58%，智研咨询预计 2023 年将达到 24.76 亿美元；中国前道涂胶显影设备销售额由 2016 年的 8.57 亿美元增长到 2018 年 8.96 亿美元，2023 年将达到 10.26 亿美元。

根据 VLSI Research 数据，2019 年全球集成电路制造前道晶圆加工领域用涂胶显影设备市场主要被日本 TEL 所垄断，占比超过 91%，芯源微占比约为 0.7%；2020 年 TEL 的全球市场占比约 87%。

**图21：全球前道涂胶显影设备销售额（亿美元）**


资料来源：智研咨询，民生证券研究院

**图22：2019 年全球前道涂胶显影设备市场格局**


资料来源：VLSI，民生证券研究院

涂胶显影领域国内龙头为沈阳芯源微，公司成立于 2002 年，是由中科院沈阳自动化研究所发起创建的国家高新技术企业，公司主要从事半导体专用设备的研发、生产和销售，产品包括光刻工序涂胶显影设备（涂胶/显影机、喷胶机）和单片式湿法设备（清洗机、去胶机、湿法刻蚀机），可用于 8/12 英寸单晶圆处理（如集成电路制造前道晶圆加工及后道先进封装环节）及 6 英寸及以下单晶圆处理（如化合物、MEMS、LED 芯片制造等环节）。2022 年，公司首台浸没式高产能涂胶显影机可覆盖国内 28nm 及以上所有工艺节点的生产线对 TRACK 的要求，能配合各种主流光刻机量产，即在 28nm 及以上节点的光刻涂胶显影工艺上可实现全面国产替代，目前在客户端已完成验收。

### 3 风险提示

**1) 国际贸易摩擦加剧的风险。**随着国际贸易摩擦的加剧，不排除相关国家贸易政策变动影响国内企业上游供应商的供货稳定性。

**2) 宏观环境风险。**半导体设备行业受下游半导体市场及终端客户市场需求波动的影响较大，其发展呈现一定的周期性，如果未来宏观经济发展乏力，终端客户市场需求恢复不及预期，半导体制造厂商将会减少半导体设备的采购，行业将面临一定的波动风险。

## 插图目录

图 1: 光刻工艺流程图.....	3
图 2: 光刻工艺原理.....	3
图 3: 芯片临界尺寸演进路线.....	4
图 4: ASML 芯片性能演进路线.....	5
图 5: 光刻机核心部件.....	5
图 6: 光刻机三大系统.....	5
图 7: 2022 年光刻机三大巨头营收市场份额.....	6
图 8: 2022 年光刻机三大巨头出货量场份额.....	6
图 9: 2022 年不同机型光刻机市场格局.....	7
图 10: ASML 营收情况及同比.....	8
图 11: ASML 分区域销售金额情况.....	8
图 12: 光刻机光源波长情况.....	9
图 13: 光刻机 EUV 光刻技术示意图.....	10
图 14: 光刻机简易工作原理.....	11
图 15: 光刻胶分类.....	13
图 16: 2021 年光刻胶细分市场占比.....	14
图 17: 2021 年全球不同类别半导体光刻胶占比.....	14
图 18: 2021 年全球光刻胶市场竞争格局.....	14
图 19: 2021 年全球主要企业半导体光刻胶发展情况.....	14
图 20: 光刻工艺中的涂胶、烘烤与显影.....	15
图 21: 全球前道涂胶显影设备销售额 (亿美元).....	16
图 22: 2019 年全球前道涂胶显影设备市场格局.....	16

## 表格目录

表 1: 光刻机技术发展路线.....	4
表 2: 光刻机主要结构.....	6
表 3: 上海微电子产品管线.....	7
表 4: 光刻机发光源/光源波长及对应制程情况.....	9
表 5: 光刻机国产光源领域进展及产品情况.....	11
表 6: 光刻机国产光学系统情况.....	12
表 7: 部分国产光刻胶参与企业进展近况.....	15

## 分析师承诺

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并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、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收到任何形式的补偿。

## 评级说明

投资建议评级标准	评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
	谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上

## 免责声明

民生证券股份有限公司（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。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。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而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

## 民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元； 518026