

信义山证汇通天下

证券研究报告

电子

专题报告

领先大市-A(维持)

光刻机国产化迫在眉睫，关注产业链投资机会

2025 年 7 月 14 日

行业研究/行业专题报告

电子板块近一年市场表现



资料来源：最闻

首选股票

评级

相关报告：

【山证电子】AI 增长持续投入，华为鸿蒙折叠PC开启PC形态革命-山西证券电子行业周跟踪 2025.5.22

【山证电子】电子板块景气复苏，围绕AI和国产替代两大主线布局-山西证券电子行业周跟踪 2025.5.14

分析师：

高宇洋

执业登记编码：S0760523050002

邮箱：gaoyuyang@sxzq.com

傅盛盛

执业登记编码：S0760523110003

邮箱：fushengsheng@sxzq.com

投资要点：

➢ **光刻机——工业皇冠上的明珠。**芯片制造流程大致包括晶圆加工、氧化、光刻、刻蚀、薄膜沉积、互连、测试、封装等重要步骤。其中，光刻是半导体芯片生产流程中最复杂、最关键的工艺步骤，耗时长、成本高。光刻原理是将高能雷射光穿过光罩（reticle），使光罩上的电路图形透过聚光镜（projection lens），将影像缩小到十六分之一后成像（影像复制）在预涂光阻层的晶圆（wafer）上。光刻机是光刻工艺的核心设备。

➢ **提升光刻机分辨率路径：更短波长和增大数值孔径。**更短波长光源推动光刻机分辨率不断提升。使用 i-line 光源的 ASML 光刻机，最高分辨率可达 220nm。Kr-F（248nm）和 Ar-F（193nm），将分辨率进一步提升至 110nm（Kr-F）和 65nm（Ar-F）。EUV，光刻分辨率达到了 8nm。增大数值孔径可以提升分辨率，浸没式系统突破了 DUV 光刻机 0.93 的数值孔径，将 DUV 分辨率提升到 38nm 以下。

➢ **全球市场规模超 300 亿美金，ASML 一家独大。**根据中商产业研究院估计，光刻机占半导体设备比例约 24% 上下，由此预估 2024 全球光刻机市场规模约为 315 亿美元。出货角度，光刻机销量仍以中低端产品为主，KrF、i-Line 占比分别为 37.9% 和 33.6%；其次分别为 ArFi、ArFdry、EUV，占比分别为 15.4%、5.8% 及 7.3%。2022 年，ASML、Canon、Nikon 在光刻机市场份额分别为 82.1%、10.2% 和 7.7%。

➢ **国内晶圆厂建设潮及美国加大对华出口管制下，光刻机国产化迫在眉睫。**2026 年底，大陆 12 英寸晶圆厂的总月产能有望从 2023 年的 217 万片（规划产能）增长到超过 414 万片。人工智能发展大幅提升国内先进制程产能需求。芯片生产产线建设中，光刻机购置成本最高，达到设备总投资的 21%-23%。国内晶圆厂建设潮和 AI 快速发展带动国产光刻机需求持续攀升。美国持续加大对华半导体设备出口管制下，国产光刻机产业有望加速崛起。

➢ **光刻机整机主要由照明光学模组、投影物镜模组、晶圆模组构成。**照明光学模组分为光源和照明模组。投影物镜模组包含多种反射镜和透镜，主要功能是把掩模版上的电路图案缩小到 1/16 之后，聚焦成像到预涂光阻层的晶圆上。晶圆模组分为晶圆传送模组和晶圆平台模组，分别负责晶圆传送和承载晶圆及精准定位晶圆来曝光。

➢ **投资建议：**关注茂莱光学、福光股份、汇成真空、英诺激光、苏大维格、芯碁微装、中旗新材等。

风险提示：宏观环境风险、产业政策变化的风险、市场竞争加剧的风险等。



请务必阅读最后股票评级说明和免责声明

1



更多免费行业报告

并购家

www.ipoiipo.cn

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

目录

1. 光刻机：工业皇冠上的明珠.....	5
1.1 光刻是芯片制造的关键工艺，光刻机是核心设备.....	5
1.2 掩膜光刻和直写光刻各有不同应用，投影式光刻逐渐替代接触/接近式.....	5
1.3 提升光刻机分辨率路径：更短波长、增大数值孔径.....	7
1.4 全球市场规模超 300 亿美金，ASML 一家独大.....	9
2. 美对华加大半导体技术封锁，光刻机自主可控迫在眉睫.....	11
2.1 国内晶圆制造产业加速扩张，光刻机需求持续增长.....	11
2.2 美国加大对华半导体出口管制，光刻机国产化迫在眉睫.....	14
3. 光刻机主要由照明光学模组、投影物镜模组、晶圆平台模组构成.....	15
3.1 照明光学模组.....	15
3.2 投影物镜模组.....	17
3.3 晶圆模组.....	18
4. 投资建议与重点公司介绍.....	20
4.1 投资建议.....	20
4.2 重点公司介绍.....	20
5. 风险提示.....	27

图表目录

图 1： 半导体制造主要工艺流程.....	5
图 2： 光刻工艺包含涂胶、曝光、显影.....	5
图 3： 泛半导体主要光刻技术分类.....	6
图 4： 直写光刻、接近接触式光刻以及投影式光刻.....	6
图 5： 分辨率由瑞利准则决定.....	7

图 6: $\text{Half pitch} = \text{线宽 (CD)} = \text{Resolution 分辨率}$	7
图 7: 光刻机光源沿着更短波长演进.....	8
图 8: 光刻机分辨率的发展.....	8
图 9: 传统干法光刻机增大物镜直径会有临界点.....	8
图 10: 加水后投影物镜射出的光折射角会显著变小.....	8
图 11: 全球光刻机市场规模, 亿美元.....	9
图 12: 光刻机销量仍以中低端产品为主.....	9
图 13: 光刻机行业呈现寡头垄断格局, 2022 年.....	10
图 14: 光刻机前三大公司出货情况, 2022.....	10
图 15: 光刻机市场主要参与者份额变化.....	11
图 16: 中国大陆晶圆厂布局.....	12
图 17: 4Q24-4Q25 中国大陆主要晶圆厂扩产计划.....	12
图 18: 人工智能发展需要算力提供支撑.....	12
图 19: 全球 IDC GPU 市场规模持续增长, 亿美元.....	12
图 20: 光刻机占晶圆产线购置成本最高.....	13
图 21: 工艺线越先进, 投资额越高, 亿美元.....	13
图 22: ASML 对中国大陆设备销售收入, 亿欧元.....	15
图 23: 中国大陆设备销售占 ASML 收入 41%, 2024.....	15
图 24: 光刻机内部结构示意图.....	15
图 25: 照明模组对光进行“加工”.....	15
图 26: 双腔准分子激光器原理图.....	16
图 27: 步进扫描光刻机照明系统工作原理图.....	17
图 28: 投影物镜功能是将掩膜版图样传递到晶圆上.....	18

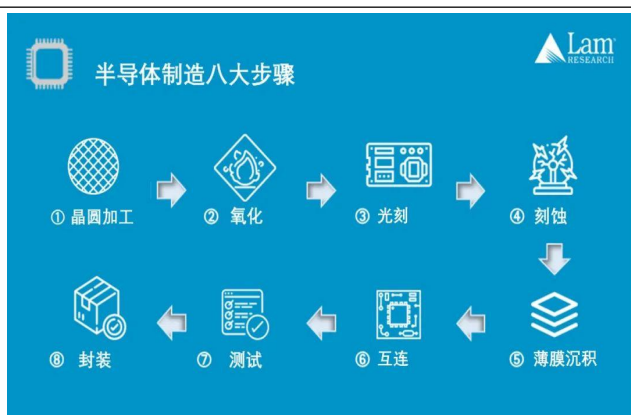
图 29: 投影光刻物镜系统的组成.....	18
图 30: 晶圆传送模组.....	19
图 31: 晶圆平台模组.....	19
图 32: 晶圆平台核心部件微动台.....	19
图 33: ASML 双工作台系统.....	19
图 34: 2015-2024 年收入情况, 百万元.....	21
图 35: 2024 各板块收入占比.....	21
图 36: 2016-2024 公司收入情况, 百万元.....	22
图 37: 2024 年公司收入占比.....	22
图 38: 2019-2024 年公司收入情况, 百万元.....	23
图 39: 公司收入占比, 2024.....	23
图 40: 2018-2024 年公司收入情况, 百万元.....	24
图 41: 2024 年公司收入占比.....	24
图 42: 2018-2024 年公司收入情况, 百万元.....	25
图 43: 2024 年公司收入占比.....	25
图 44: 2019-2024 年公司收入情况, 百万元.....	25
图 45: 2024 年公司收入占比.....	25
图 46: 星空科技成为公司控股股东.....	26
表 1: 掩膜光刻和直写光刻差别.....	6
表 2: ASML 光刻机演进.....	9
表 3: 3 类产线 1 万片产能所需配置的设备数量, 台.....	13
表 4: 美国加大对华半导体设备出口管制.....	14

1. 光刻机：工业皇冠上的明珠

1.1 光刻是芯片制造的关键工艺，光刻机是核心设备

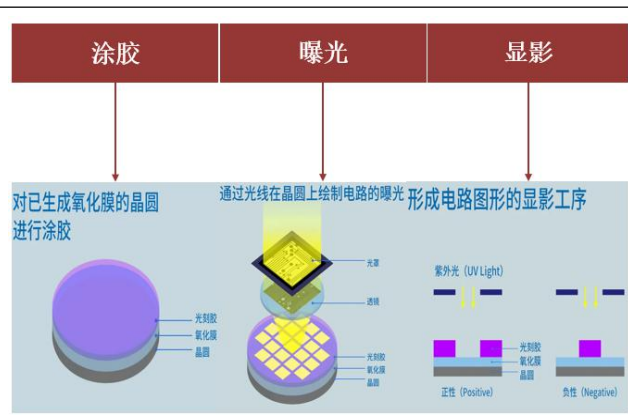
光刻是芯片制造的关键工艺，光刻机是核心设备。芯片制造流程大致包括晶圆加工、氧化、光刻、刻蚀、薄膜沉积、互连、测试、封装等重要步骤。其中，光刻是半导体芯片生产流程中最复杂、最关键的工艺步骤，耗时长、成本高。光刻原理是将高能雷射光穿过光罩（reticle），使光罩上的电路图形透过聚光镜（projection lens），将影像缩小到十六分之一后成像（影像复制）在预涂光阻层的晶圆（wafer）上。光刻工艺可以细分为涂胶、曝光、显影。**涂胶**，在晶圆表面均匀涂抹对光敏感的物质——光刻胶（PR，Photo Resist）；**曝光**，使用曝光设备（光刻机）使光穿过包含电路图形的光罩，将电路印在晶圆上；**显影**，在晶圆上喷洒显影液后，选择性的去除曝光区和非曝光区，从而形成电路图形。

图 1：半导体制造主要工艺流程



资料来源：泛林集团公众号，山西证券研究所

图 2：光刻工艺包含涂胶、曝光、显影



资料来源：三星半导体官网，山西证券研究所

1.2 掩膜光刻和直写光刻各有不同应用，投影式光刻逐渐替代接触/接近式

根据是否使用掩膜版，光刻技术主要分为掩膜光刻和直写光刻。掩膜光刻由光源发出的光束，经掩膜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。直写光刻也称无掩膜光刻，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，无需掩膜

直接进行扫描曝光。直写光刻根据辐射源的不同大致可进一步分为两大主要类型：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。

图 3：泛半导体主要光刻技术分类

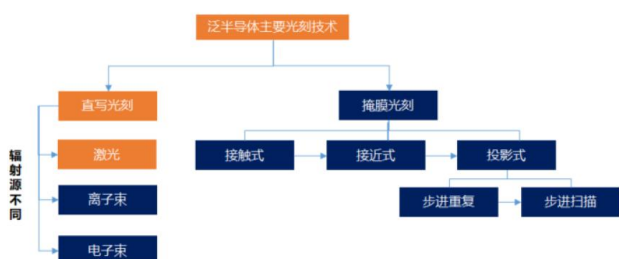
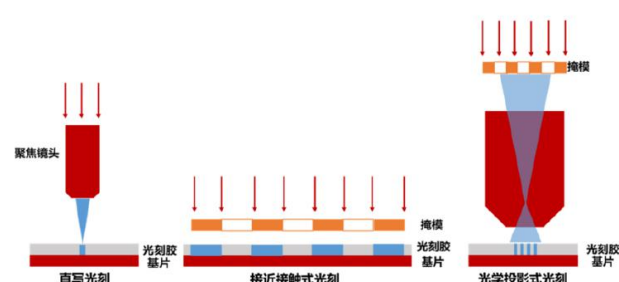


图 4：直写光刻、接近接触式光刻以及投影式光刻



资料来源：芯碁微装招股书，山西证券研究所

资料来源：芯碁微装招股书，山西证券研究所

掩膜光刻主要应用于芯片的生产环节，直写光刻用于制造掩膜版为主。掩膜光刻在最小线宽、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膜版制版的主流技术。

表 1：掩膜光刻和直写光刻差别

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 掩膜版制版	FPD 制造所需的掩膜版制版及 IC 制造所需的中低端掩膜版制版需求	满足 IC 制造高端掩膜版制版需求	-	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：芯碁微装招股书，山西证券研究所

投影式光刻逐渐替代接触/接近式光刻。接触式光刻由 GCV 公司开创，将膜直接放在硅片上进行曝光，缺点是掩膜与光刻胶多次触碰容易产生污染，掩膜在和硅片接触后会造成磨损。通过在掩膜版和硅片之间增加距离，就出现了接近式光刻机。接近式光刻会出现光线散射问题，

Perkin Elmer 公司在掩膜和硅片之间加上透镜，这就有了投影式光刻机。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膜版的情况下获得更小比例的图像，从而实现更精细的成像，目前投影式光刻逐渐替代接触/接近式光刻机，成为芯片制造领域的主流光刻机。

1.3 提升光刻机分辨率路径：更短波长、增大数值孔径

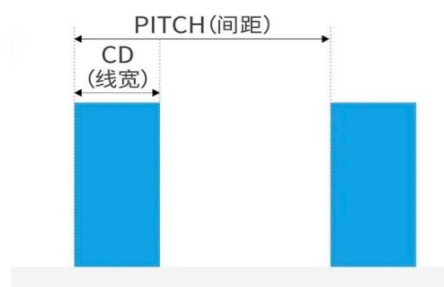
光刻技术不断衍变，分辨率主要取决于光源波长和数值孔径。根据摩尔定律，集成电路上可以容纳的晶体管数目大约每经过 24 个月便会增加一倍，这需要将晶体管越做越小，也就是需要线宽（CD）越来越小，光刻成像的分辨率（Resolutions）越来越高。根据瑞利准则 $CD = k_1 \cdot \lambda / NA$ （其中 λ 为光源波长，NA 为数值孔径， k_1 为系数），分辨率主要取决于光源波长 λ 和数值孔径 NA。

图 5：分辨率由瑞利准则决定

$$\text{Resolution (分辨率)} = \frac{1}{2} \text{pitch} = k_1 \frac{\lambda (\text{波长})}{NA (\text{数值孔径})}$$

资料来源：ASML 阿斯麦光刻公众号，山西证券研究所

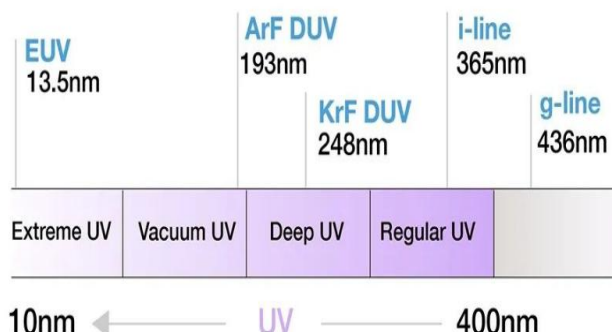
图 6：Half pitch = 线宽（CD）= Resolution 分辨率



资料来源：ASML 阿斯麦光刻公众号，山西证券研究所

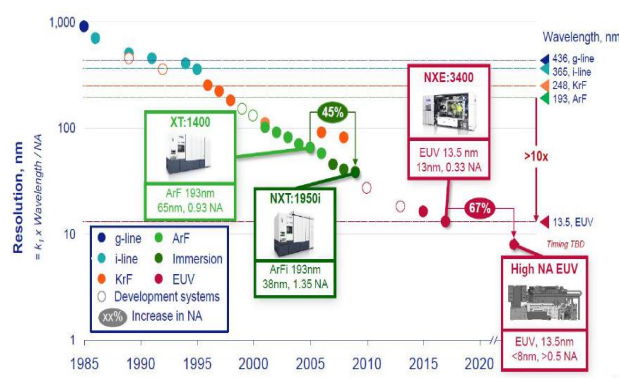
更短波长光源推动光刻机分辨率不断提升。20 世纪 80 年代，ASML 采用高压汞灯作为光源，可产生 436nm（g-line）、365nm（i-line）波长的紫外光（UV），使用 i-line 光源的 ASML 光刻机，最高分辨率可达 220nm。20 世纪 90 年代，为了追求更高的分辨率，ASML 光刻机改用深紫外光（DUV, deep UV）的气体准分子激光作为光源，从 Kr-F（248nm）到 Ar-F（193nm），将分辨率进一步提升至 110nm（Kr-F）和 65nm（Ar-F）。2010 年，ASML 向客户交付了第一台极紫外（EUV, Extreme UV）光刻机，光源进一步缩短到 13.5nm，光刻分辨率达到了 8nm。

图 7：光刻机光源沿着更短波长演进



资料来源：ASML 阿斯麦光刻公众号，山西证券研究所

图 8：光刻机分辨率的发展



资料来源：《高数值孔径光刻投影物镜成像理论及像质补偿和检测技术研究》（于新峰），山西证券研究所

浸没式系统突破数值孔径极限，进一步提升光刻机分辨率。增大数值孔径 NA 是提升光刻分辨率另一条路线，有其极限。当投影物镜的直径增加时，从投影物镜内聚焦的光角度会愈来愈大，射出投影物镜的光角度会接近水平，无法射出并聚焦在晶圆上。ASML 认为，DUV 光刻机搭配 Ar-F 的光源，小于 65nm 的线宽，光射不出投影物镜了，再加大数值孔径 NA 也没有效果（NA 只能达到 0.95）。浸没式系统可以突破数值孔径极限。由于水的折射率和玻璃接近，通过在投影物镜和晶圆间加一层水，从投影物镜射出的光折射角将会比干式系统小很多，因此就可以再加大投影物镜的直径（NA 可以达到 1.35）来提升分辨率。

图 9：传统干法光刻机增大物镜直径会有临界点

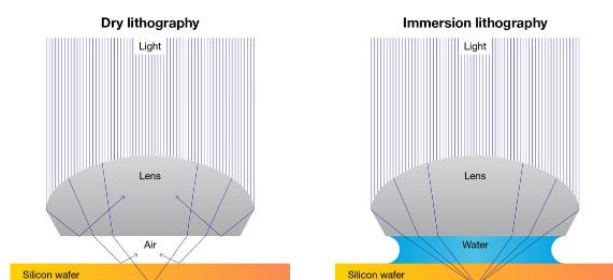
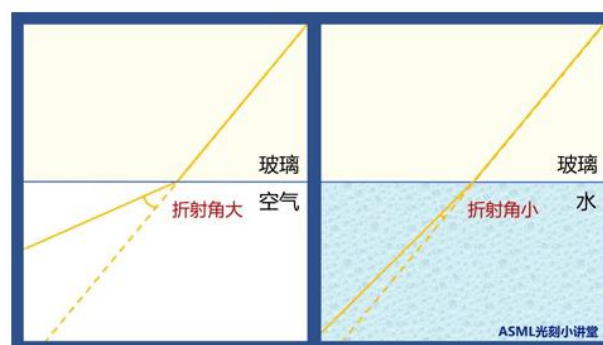


图 10：加水后投影物镜射出的光折射角会显著变小



资料来源：ASML 公众号，山西证券研究所

资料来源：ASML 公众号，山西证券研究所

表 2：ASML 光刻机演进

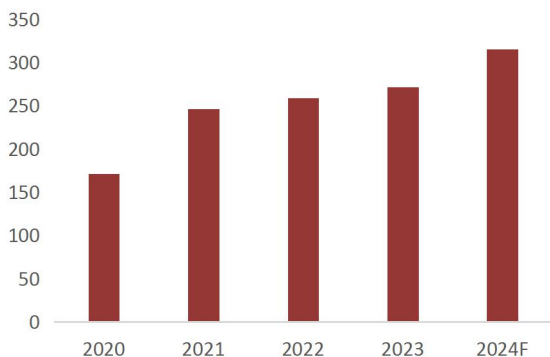
产品系列	光源	代表产品	波长	数值孔径	分辨率
	i-line	ASML TWINSKAN XT:400L	365nm	0.65	220nm
DUV 干式	KrF	ASML TWINSKAN NEXT:870	248nm	0.8	≤110nm
	ArF	ASML TWINSKAN NEXT:1460K	193nm	0.93	≤65nm
DUV 浸没式	ArFi	ASML TWINSKAN NEXT:2050i	193nm（等效 134nm）	1.35	≤38nm
EUV	EUV	ASML TWINSKAN EXE:5000	13.5nm	0.55	8nm

资料来源：《半导体制造光刻机发展分析》（柳滨）、ASML 官网，山西证券研究所

1.4 全球市场规模超 300 亿美金，ASML 一家独大

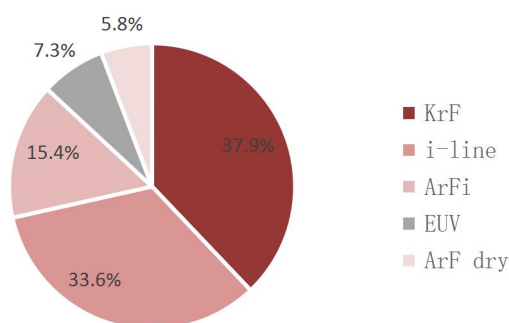
全球光刻机市场规模超 300 亿美金。SEMI 数据显示，全球半导体设备市场规模有望从 2022 年的 1074 亿美元增长到 2025 年的 1275 亿美元。根据中商产业研究院估计，光刻机占半导体设备比例约 24% 上下，由此预估 2024 全球光刻机市场规模约为 315 亿美元。出货角度，光刻机销量仍以中低端产品为主，KrF、i-Line 占比分别为 37.9% 和 33.6%；其次分别为 ArFi、ArFdry、EUV，占比分别为 15.4%、5.8% 及 7.3%。其中，EUV 是全球光刻机的重要发展方向之一，其价格远高于其他种类的光刻机。

图 11：全球光刻机市场规模，亿美元



资料来源：SEMI 官网，中商产业研究院公众号，

图 12：光刻机销量仍以中低端产品为主



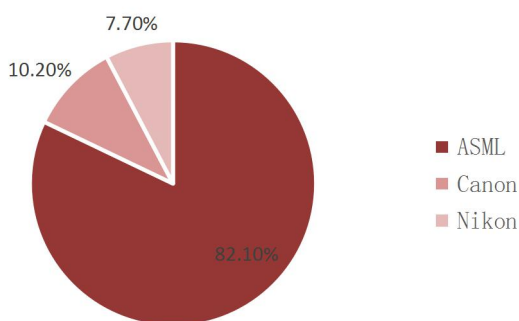
资料来源：中商产业研究院公众号，山西证券研究

山西证券研究所

所

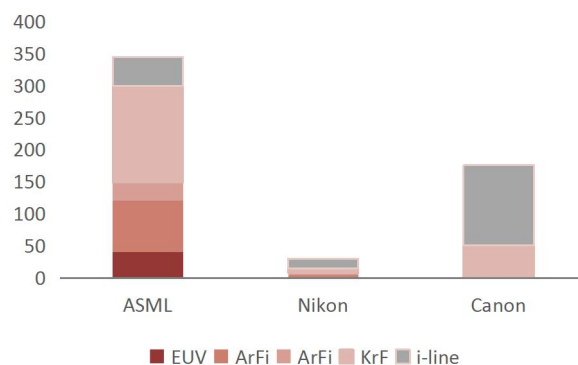
ASML 一家独大。光刻机市场呈现寡头垄断格局，前三供应商（荷兰阿斯麦、日本佳能、日本尼康）占据绝大多数市场份额。中商产业研究院数据显示，2022 年，ASML、Canon、Nikon 在光刻机市场份额分别为 82.1%、10.2%和 7.7%。分产品来看，ASML 在高端光刻机领域处于绝对垄断地位，Nikon、Canon 出货主要在低端市场。根据 ChipInsights 数据，2022 年光刻机出货数据中，40 台 EUV 出货均来自 ASML；ArFi 和 ArF 光刻机出货数量 ASML 也绝对领先；Nikon、Canon 出货产品主要在 KrF 和 i-line。

图 13：光刻机行业呈现寡头垄断格局，2022 年



资料来源：中商产业研究院，山西证券研究所

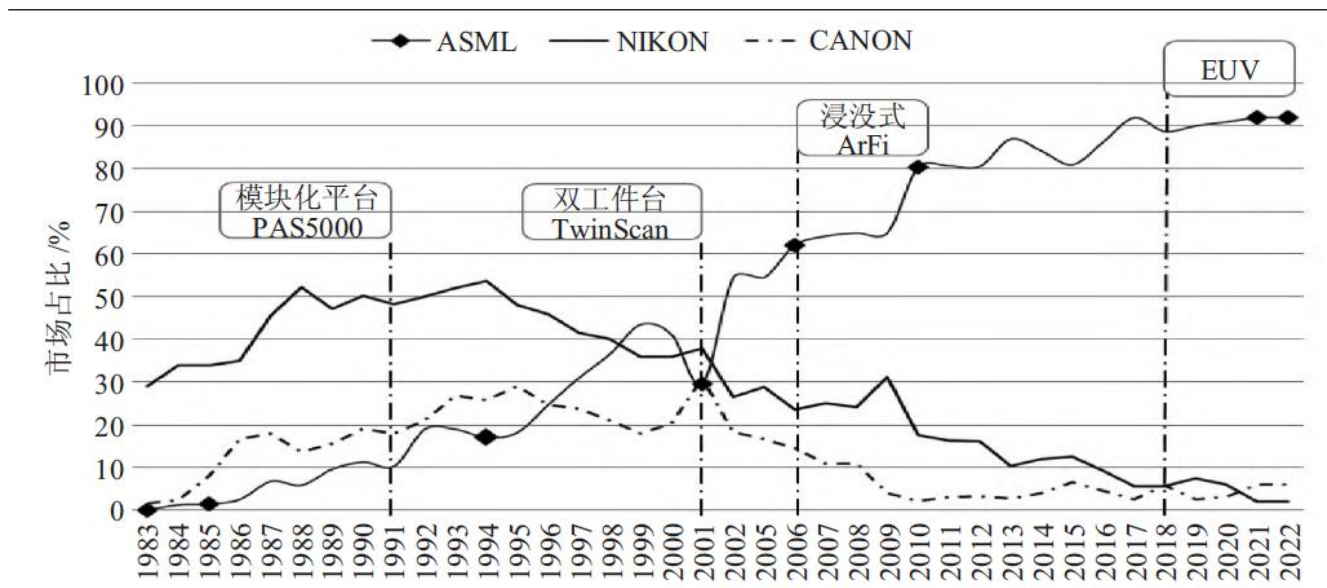
图 14：光刻机前三大公司出货情况，2022



资料来源：《半导体制造光刻机发展分析》（柳滨）、ChipInsights，山西证券研究所

持续的技术创新成就 ASML 领先的市场地位。20 世纪 90 年代年，ASML 在光刻机领域市占率一直位列 Nikon 和 Canon 之后。1991 年 ASML 推出了突破性平台 PAS 5500，该平台以其高生产率、可靠性与成本效益收获了极大关注，帮助 ASML 收获了 IBM 等行业巨头企业的订单。2001 年，ASML 推出了 TWINSCAN 系统及其革命性的双平台技术，最大限度地提高了系统的生产率和准确性，很快就被市场接受，使其成为了行业领导者。2006 年，在竞争对手不看好浸没式光刻机技术情形下，ASML 推出了第一台批量生产的浸没式机器 XT: 1700Fi，NA 达到了 1.2，突破了干式光刻机的 0.93，分辨率提高了 30%，进一步稳固了行业龙头地位。2016 年，半导体厂商开始批量订购 ASML 的第一台量产 EUV 系统 NXE: 3400，将光学光刻机推向了技术的巅峰。

图 15：光刻机市场主要参与者份额变化



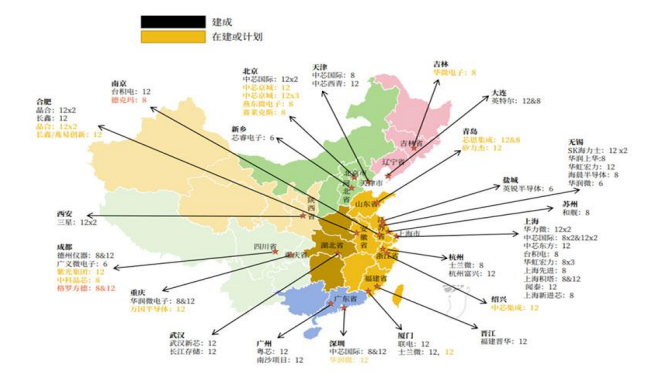
资料来源：《半导体制造光刻机发展分析》（柳滨），山西证券研究所

2. 美对华加大半导体技术封锁，光刻机自主可控迫在眉睫

2.1 国内晶圆制造产业加速扩张，光刻机需求持续增长

国内晶圆制造产业加速扩张。根据全球半导体观察统计，2023 年底中国大陆共有 31 座 12 寸晶圆厂投产（包含正在建设中已有固定产能开出的 12 寸晶圆厂），总计月产能约为 118.9 万片，规划月产能 217 万片。考虑未来规划，预计到 2026 年底，大陆 12 英寸晶圆厂的总月产能有望超过 414 万片。其中，2025 年扩产计划包括 SMIC 中芯东方(上海临港)、中芯京城(北京)、HuaHong Group（华虹集团）Fab9、Fab10 和 Nexchip（晶合集成）N1A3。

图 16：中国大陆晶圆厂布局



资料来源：全球半导体观察、电子工程网，山西证券研究所

图 17：4Q24-4Q25 中国大陆主要晶圆厂扩产计划

公司	Fab	技术工艺
中芯国际	中芯京城	40-28nm
中芯国际	中芯东方	110-28nm
华虹集团	Fab9	55/40nm
华虹集团	Fab10	28/22nm
晶合集成	N1A3	55-28nm

资料来源：全球半导体观察公众号，山西证券研究所

人工智能发展大幅提升国内先进制程产能需求。算力是生成式 AI 发展的物理基础，高性能计算硬件的持续进步为模型训练提供了强大的支撑。根据 Yole 测算，为了应对人工智能对算力的需求，全球 IDC GPU 市场规模有望从 2024 年的 856 亿美元增长到 2029 年的 1620 亿美元。AI 加速器、大型 GPU 和高性能 CPU 需要更小的晶体管来最大限度地提高功率效率和计算密度，英伟达、AMD 和亚马逊等公司的 AI 芯片依赖于台积电 5nm 和 3nm 工艺节点。国产芯片寒武纪、华为、海光等厂商正在加速布局，以缩小与国际领先水平的差距。在海外流片受限的背景下，人工智能发展大幅提升了对国内先进制程产能的需求。

图 18：人工智能发展需要算力提供支撑

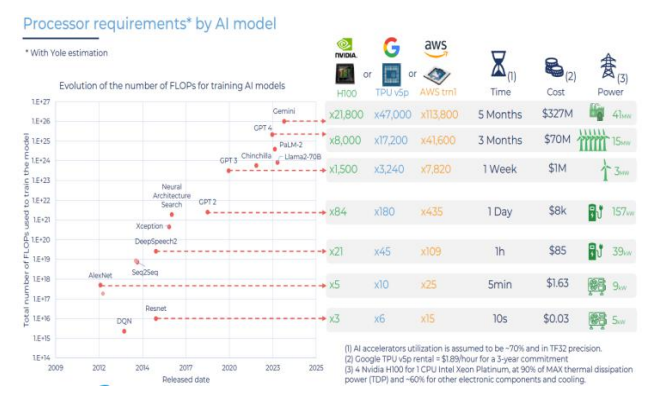
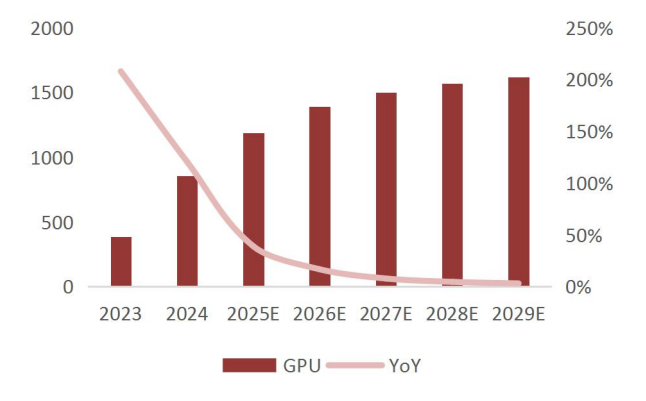


图 19：全球 IDC GPU 市场规模持续增长，亿美元

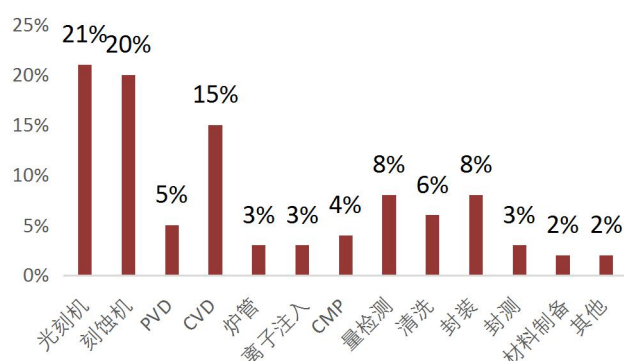


资料来源：Yole 《Generative AI：Memory Market Impacts》，山西证券研究所

资料来源：Yole 《Generative AI：Memory Market Impacts》，山西证券研究所

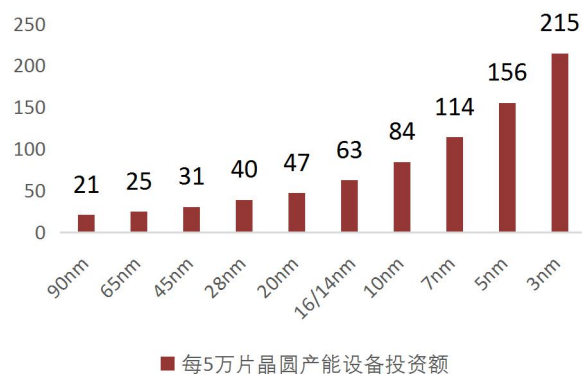
国内晶圆厂建设潮和 AI 快速发展带动国内光刻机需求持续攀升。根据《半导体制造光刻机发展分析》统计，芯片生产产线建设中，光刻机购置成本最高，达到设备总投资的 21%-23%，光刻工艺耗时占生产环节的一半，制造成本占到芯片制造成本的 30%以上，光刻机成为半导体制造的核心设备。工艺线越先进，所需的设备数量越多，价值量越高。一条 300mm（12 英寸）月产 1 万片晶圆产线，大致需要 8 台光刻机，是 8 英寸产线的 2 倍左右。国内晶圆厂建设潮和 AI 快速发展带动国产光刻机需求持续攀升。

图 20：光刻机占晶圆产线购置成本最高



资料来源：《半导体制造光刻机发展分析》（柳滨），山西证券研究所

图 21：工艺线越先进，投资额越高，亿美元



资料来源：中芯国际招股书、BIS，山西证券研究所

表 3：3 类产线 1 万片产能所需配置的设备数量，台

设备种类	200mm, 0.18 μm	300mm, 90nm	300mm, 16/14nm
氧化炉/高温退货设备	13	22	42
CVD	10	42	31
涂胶机	5	7	5
光刻机	5	8	8
刻蚀设备	11	25	60
离子注入机	4	13	9
PVD	5	24	25
化学机械抛光	4	12	18

湿法清洗	4	17	20
量检测设备	24	50	60

资料来源：《半导体制造光刻机发展分析》（柳滨），山西证券研究所

2.2 美国加大对华半导体出口管制，光刻机国产化迫在眉睫

美国持续加大对华半导体设备出口管制。2019 年 6 月，美国国务卿出访荷期间，游说荷兰政府阻止 ASML 向中芯国际出口 EUV；2020 年 12 月 18 日，美国商务部将中芯国际添加到实体清单中，用于生产 10 纳米以下半导体产品所需的设备采购被限制；2022 年 7 月 7 日，彭博社引述知情人士的消息报道称，美国官员正在游说荷兰当局在禁止向中国出售深紫外线光刻机（DUV）；2023 年 3 月 8 日，荷兰政府发布新的半导体设备出口管制，主要针对 ASML 最先进的浸没式光刻机；2024 年 1 月 1 日，ASML 发布声明，NXT: 2050i 和 NXT: 2100i 光刻机发货许可证被荷兰政府吊销。

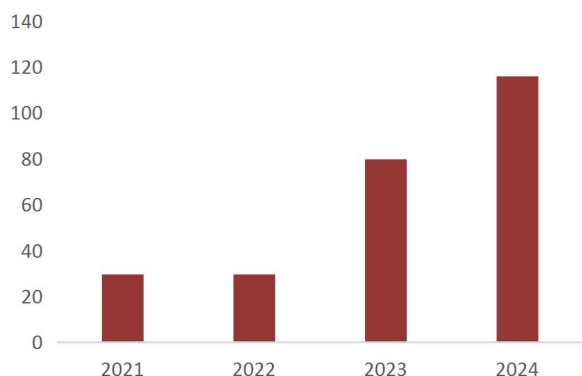
表 4：美国加大对华半导体设备出口管制

时间	事件
2019 年 6 月	美国国务卿出访荷期间，游说荷兰政府阻止 ASML 向中芯国际出口 EUV
2020 年 12 月 18 日	美国商务部将中芯国际添加到实体清单中，用于生产 10 纳米以下半导体产品所需的设备采购被限制
2022 年 7 月 7 日	彭博社引述知情人士的消息报道称，美国官员正在游说荷兰当局在禁止向中国出售深紫外线光刻机（DUV）
2023 年 3 月 8 日	荷兰政府发布新的半导体设备出口管制，主要针对 ASML 最先进的浸没式光刻机
2024 年 1 月 1 日	ASML 发布声明，NXT: 2050i 和 NXT: 2100i 光刻机发货许可证被荷兰政府吊销

资料来源：观察者网，澎湃新闻，《中芯国际关于纳入实体清单说明公告》，环球时报，ASML 官网，山西证券研究所

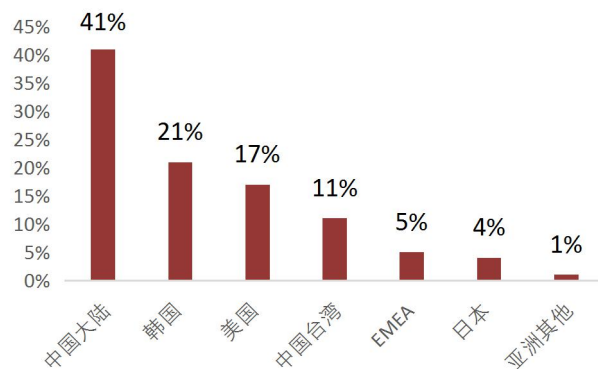
光刻机国产化迫在眉睫。我国光刻机长期依赖进口，以 ASML 为例，其对中国大陆市场销售收入持续提升，2024 年达到了 90 亿欧元，占其收入比重 41%。寡头垄断、技术封锁与出口管制，导致我国芯片制造面临“卡脖子”困境，同时也限制了我国 AI 产业的发展。实现光刻机国产化，不仅是打破技术壁垒、保障供应链安全的关键，更是提升我国科技自主创新能力的战略需求。在全球科技博弈加剧的背景下，加快光刻机自主研发，已成为我国半导体产业崛起的必由之路。

图 22: ASML 对中国大陆设备销售收入, 亿欧元



资料来源: ASML 官网, 山西证券研究所

图 23: 中国大陆设备销售占 ASML 收入 41%, 2024



资料来源: ASML 官网, 山西证券研究所

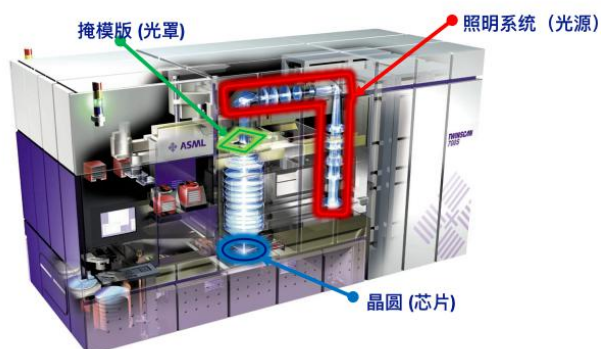
3. 光刻机主要由照明光学模组、投影物镜模组、晶圆平台模组构成

3.1 照明光学模组

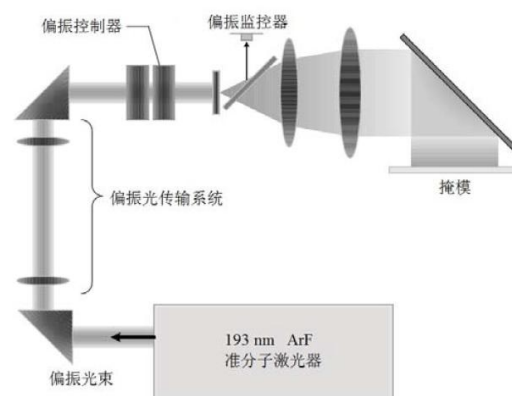
照明光学模组细分为光源模组和照明模组。紫外光从光源模组生成后进入照明模组; 照明模组对进入的光进行“加工”, 包括改变光的形状、实时量测光强度、调整光的均匀度; 离开照明模组的光被控制后用于掩模版的扫描, 并在之后进入投影物镜模组。

图 24: 光刻机内部结构示意图

图 25: 照明模组对光进行“加工”



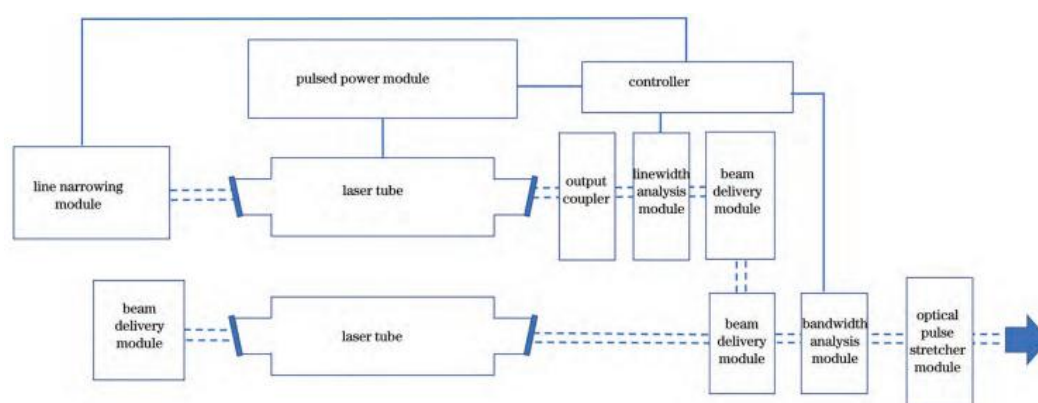
资料来源：ASML 阿斯麦光刻公众号，山西证券研究所



资料来源：《高数值孔径投影光刻物镜的光学设计》（徐明飞），山西证券研究所

DUV 光刻机光源主要采用准分子激光器。目前光刻领域的主流准分子激光光源是 193nm ArF 激光器和 248nm KrF 激光器，其中 193nm ArF 一般为双腔准分子激光器，248nm KrF 一般为单腔准分子激光器。双腔准分子激光器主要模块有主放电腔、功率放大腔、高压脉冲电源、线宽压窄模块、输出耦合镜、检测模块、控制器、光路传输模块、脉冲展宽单元等。线宽压窄模块、主放电腔和输出耦合镜组成谐振腔来产生种子光，线宽压窄模块对光谱进行选择；种子光从输出耦合镜后的检测模块（LAM）中输出后通过光路传输模块进入功率放大腔，对种子光进行放大，放大后的激光会再次进入检测模块（BAM）进行检测。

图 26：双腔准分子激光器原理图

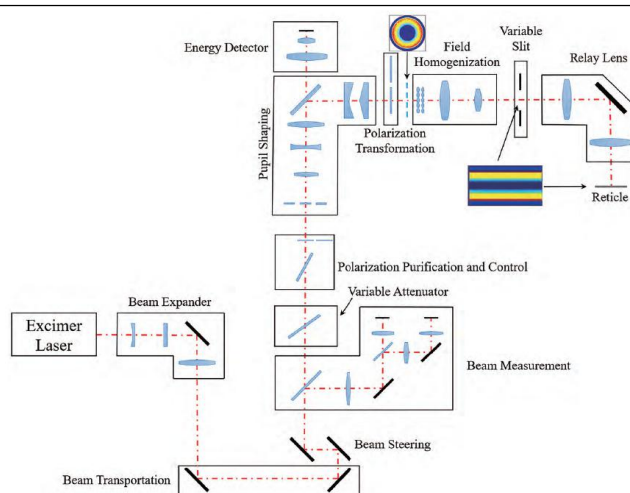


资料来源：《准分子激光光刻光源关键技术及应用》（江锐），山西证券研究所

照明模组位于曝光光源与投影物镜之间，是复杂的非成像光学系统。照明模组的主要功能是为投影物镜成像提供特定光线角谱和强度分布的照明光场。步进扫描投影式光刻机的照明

模组主要包括光束处理、光瞳整形、能量探测、光场匀化、可变狭缝、中继成像和偏振照明等单元。光束处理单元与曝光光源直接相连，主要实现光束扩束、光束传输、光束稳定和透过率控制等功能。光瞳整形单元位于光场匀化单元之前，用于控制照射到掩模板上照明光场的光线角谱，掩模面照明光场光线角谱与光瞳面光强分布相对应，光瞳面光强分布即为照明模式。

图 27：步进扫描光刻机照明系统工作原理图



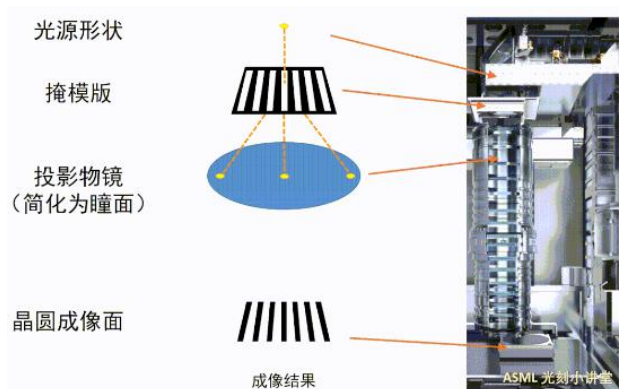
资料来源：《步进扫描光刻机照明系统技术研究进展》（刘佳红等），山西证券研究所

3.2 投影物镜模组

投影物镜模组的功能是通过光将掩模版上的图样传递到晶圆上。投影物镜类似单反相机的镜头。单反相机的镜头会将需要拍摄的景物，聚焦成像在感光元件（底片）上。光刻机的投影物镜，则是把掩模版上的电路图案缩小到 1/16 之后，聚焦成像到预涂光阻层的晶圆上。ASML DUV 光刻机中的先进机种，投影物镜的高度一般超过 1 米，直径大于 40 厘米，物镜内各种镜片的数量超过 15 片。按照构成物镜的零部件属性，可以将物镜划分为光学、机械和控制三个分系统。光学分系统包括参与投影成像的全部光学零件；机械分系统包括用于实现光学零件支撑、

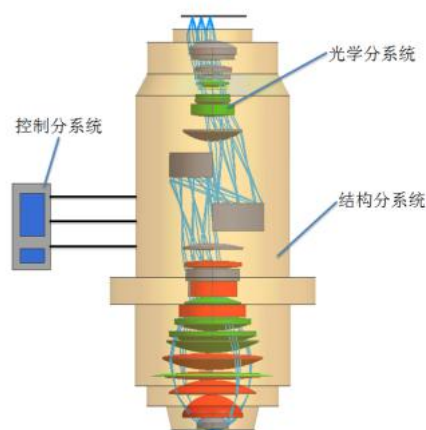
调节，物镜环境控制与保护以及与整机机械结构连接的全部机械零件和功能性组件；控制分系统包括用于物镜控制的机箱及相关控制软件系统、物镜调节机构及光阑驱动等。

图 28：投影物镜功能是将掩膜版图样传递到晶圆上



资料来源：ASML 阿斯麦光刻公众号，山西证券研究所

图 29：投影光刻物镜系统的组成



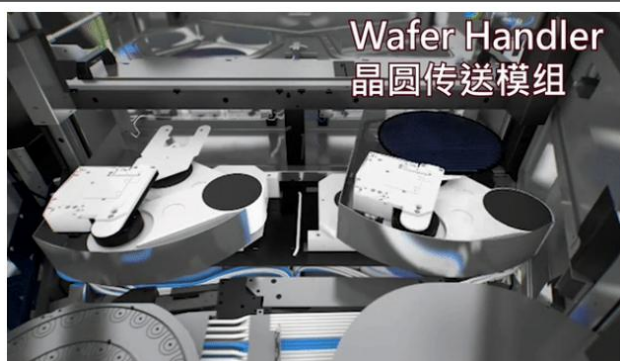
资料来源：《高数值孔径投影光刻物镜的光学设计》（徐明飞），山西证券研究所

3.3 晶圆模组

晶圆模组的运动速度、定位精度直接影响光刻机的工作效率和精度。晶圆模组分为晶圆传送模组和晶圆平台模组。晶圆传送模组负责将晶圆由光阻涂布机传送到晶圆平台模组。晶圆平台模组负责承载晶圆及精准定位晶圆来曝光。目前 ASML 最先进的 DUV 光刻机，每小时可以完成 300 片晶圆的光刻生产，每片晶圆需要在近 100 个不同的位置成像电路图案，完成 1 个影像单元（Field）的曝光成像仅需 0.1 秒。精度方面，曝光过程需要实时定位校正，ASML 光刻机

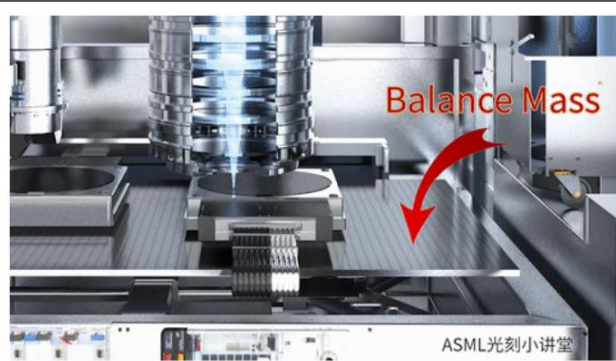
可实现每秒两万次量测定位校正，精度达到 60 皮米（0.06 纳米，比一个硅原子还要小）的传感器确认精准定位。

图 30：晶圆传送模组



资料来源：ASML 阿斯麦光刻公众号，山西证券研究所

图 31：晶圆平台模组

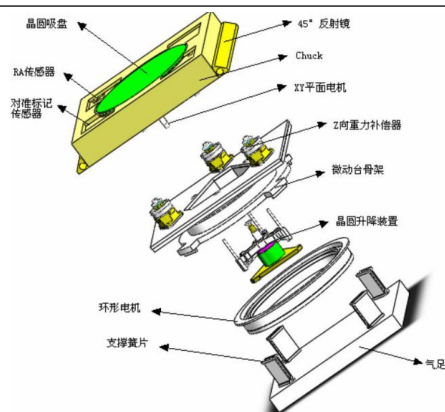


资料来源：ASML 阿斯麦光刻公众号，山西证券研究所

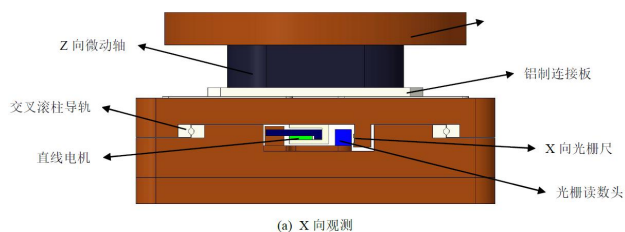
晶圆平台由长程直线伺服电机运动机构、压电微动机构、工件台平衡重运动机构和承片台四部分组成。长程直线伺服电机运动机构主要由 Y_1 、 Y_2 、 X 三台直线伺服电机完成 X 向（步进）和 Y 向（扫描）的长程运动，电机布置成 H 型。压电微动机构采用集成式的六自由度微驱动装置，其属于纳米级微动定位装置，结构紧凑、稳定、精度高。平衡重运动机构，平衡重会产生与电机相反的运动，从而可将长程运动引起的振动以及整机的机械振动减少到最低程度，提高物镜和测量系统光学稳定性，保证工件台和相对同步运动精度。承片台，通过真空吸盘将硅片锁定在承片台，通过可伸缩支撑筒和真空开关完成硅片的上下。

图 32：晶圆平台核心部件微动台

图 33：ASML 双工作台系统



资料来源：《热载荷影响下光刻机精密工件台变形特性分析》（赵延城），山西证券研究所



资料来源：《热载荷影响下光刻机精密工件台变形特性分析》（赵延城），山西证券研究所

4. 投资建议与重点公司介绍

4.1 投资建议

国内晶圆厂建设潮和 AI 快速发展带动国内光刻机需求持续攀升。我国光刻机长期依赖进口，寡头垄断、技术封锁与出口管制，导致我国芯片制造面临“卡脖子”困境，同时也限制了我国 AI 产业的发展。在全球科技博弈加剧的背景下，加快光刻机自主研发，已成为我国半导体产业崛起的必由之路。建议关注国产光刻机产业链，受益标的有**茂莱光学**、**福光股份**、**汇成真空**、**英诺激光**、**苏大维格**、**芯碁微装**等。

4.2 重点公司介绍

茂莱光学

国际先进的精密光学综合解决方案提供商。茂莱光学专注于精密光学器件领域，主要从事光学器件、光学镜头、光学系统的设计、研发和制造。公司主要产品服务于半导体、全球生命科学及医疗（如基因测序及核酸检测）、无人驾驶、生物识别、AR/VR 检测设备等应用领域。公司拥有全面的“光、机、电、算”一体化系统研发及设计，先进光学薄膜技术，精密光学制造技术，高精度主动装调技术、尖端的定制化检测设备及其配套系统的开发技术及能力，致力于成为全球领先的高端光学科技创新应用企业。

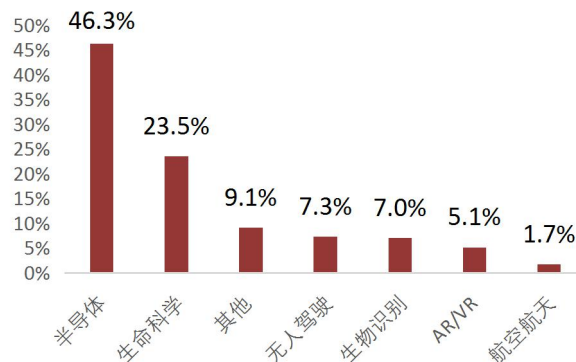
国产替代推动半导体业务加速成长。在半导体领域，公司产品主要应用于半导体检测设备和光刻机领域。2023 年年报显示，公司在光刻机曝光物镜超精密光学元件加工技术已成功实现产业化。全球供应链紧张和国际贸易摩擦背景下，国内半导体产业链上下游的协同发展更加紧密，半导体设备厂商持续推进国产替代，公司半导体业务有望实现加速成长。2024 年报显示，2024 半导体领域收入占公司营收达到了 46.3%。

图 34：2015-2024 年收入情况，百万元



资料来源：，山西证券研究所

图 35：2024 各板块收入占比



资料来源：茂莱光学 2024 年报，山西证券研究所

风险提示：定制化研发未能匹配客户需求的风险、技术升级迭代风险、研发人员及核心技术流失风险、市场竞争加剧的风险、宏观环境波动风险等。

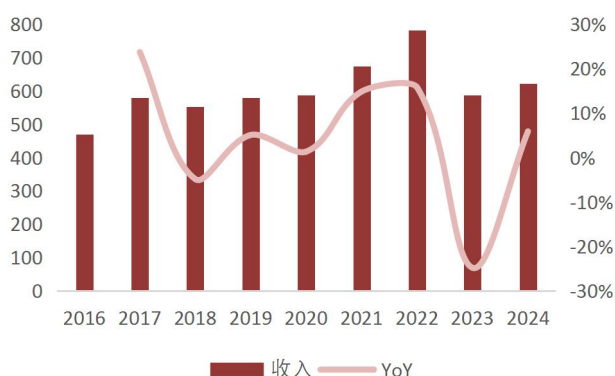
福光股份

全球领先的光学系统解决方案提供商。福光股份专业从事特种及民用光学镜头、光电系统、光学元组件等产品科研生产和销售，是全球光学镜头的重要制造商。公司产品包括激光、紫外、可见光、红外系列全光谱镜头及光电系统，主要分为“定制产品”、“非定制产品”两大系列。“定制产品”系列主要包含特种光学镜头及光电系统，广泛应用于“神舟系列”、“嫦娥探月”、“天问一号”等国家重大航天任务及高端装备，核心客户涵盖中国科学院及各大集团下属科研院所、企业，为国内最重要的特种光学镜头、光电系统提供商之一；“非定制产品”主要包含安防镜头、车载镜头、红外镜头、机器视觉镜头、投影光机等，广泛应用于平安城市、智慧城

市、物联网、车联网、智能制造等领域。

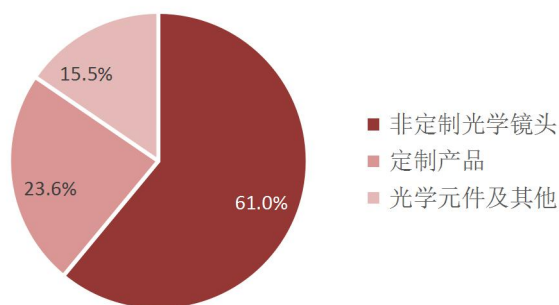
布局光刻机超精密光学业务。公司及子公司设有含超精密加工事业部在内的多个事业部，募投项目“精密及超精密光学加工实验中心建设项目”的顺利结项推进了公司在红外镜片加工、非球面玻璃镜片加工、非球面塑料镜片加工、球面镜片高精度加工、紫外镜片加工等超精密光学加工技术的突破，为高端装备（如光刻机）、国防、航空、航天等领域提供高精密的光学镜头和光学系统。

图 36：2016-2024 公司收入情况，百万元



资料来源：，山西证券研究所

图 37：2024 年公司收入占比



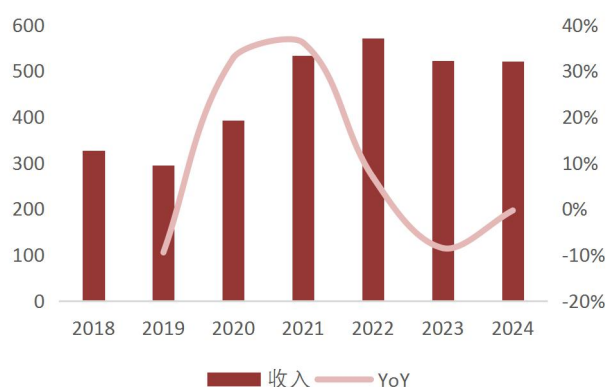
资料来源：，山西证券研究所

风险提示：技术迭代风险、研发失败风险、依赖核心技术人员风险、宏观环境风险、行业需求下滑和竞争加剧风险。

汇成真空

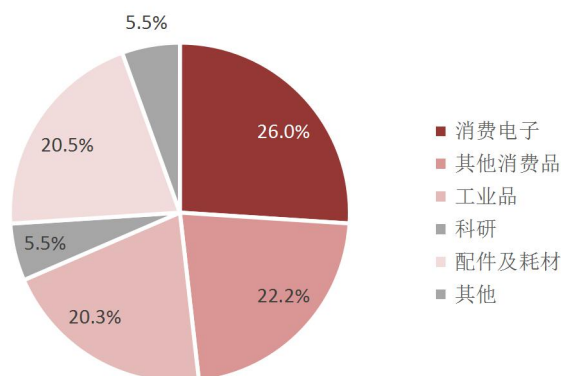
国内领先的真空镀膜设备提供商。公司长期致力于溅射镀膜技术、蒸发镀膜技术、离子镀膜技术、柔性卷绕镀膜技术以及成膜工艺的研究和应用，目前公司生产的真空镀膜设备已应用于智能手机、屏幕显示、光学镜头等消费电子领域，以家居建材和生活用品为主的其他消费品领域，航空、半导体、核工业、工模具与耐磨件、柔性薄膜等工业品领域，以及高校、科研院所等领域。下游产品应用具体包括智能手机、摄像头、屏幕显示、汽车配件、航空玻璃、磁性材料、半导体电子传感器、光刻掩膜版等。

图 38：2019-2024 年公司收入情况，百万元



资料来源：，山西证券研究所

图 39：公司收入占比，2024



资料来源：，山西证券研究所

风险提示：市场竞争风险、技术创新失败风险、单一客户销售订单不连续的风险等。

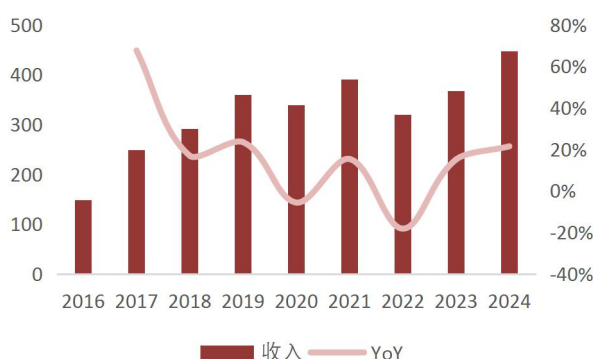
英诺激光

国内领先的激光器生产商。公司主要从事激光器和激光整体解决方案的研发、生产和销售等业务。英诺激光是国内最早开展 DPSS 固体激光器、超短脉冲激光器研发及产业化的公司之一，是全球少数同时具有纳秒、亚纳秒、皮秒、飞秒级微加工激光器核心技术和生产能力的激光器生产厂商之一，也是全球少数实现工业深紫外纳秒激光器批量供应的生产商之一。公司下游主要面向工业和生物医疗两个重点领域，客户主要为设备集成商、工业制造商、医疗器械商、科研机构等，已进入苹果、美敦力、国外知名半导体装备公司等全球知名企业供应链。

积极布局光刻机光源相关激光技术。在光刻机领域，大能量、高重频超快激光是支撑 EUV 光源预脉冲的核心技术。目前公司已立项“高功率薄片超快激光器关键技术与产业化”项目，

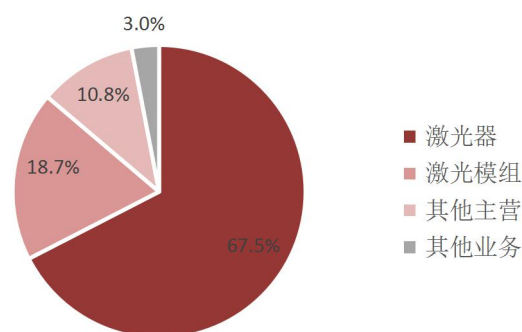
努力推进大能量、窄脉宽、高重复频率、高峰值功率和高平均功率的激光技术落地。

图 40：2018-2024 年公司收入情况，百万元



资料来源：，山西证券研究所

图 41：2024 年公司收入占比



资料来源：英诺激光 2024 年报，山西证券研究所

风险提示： 宏观环境不确定风险、行业竞争加剧风险、规模增长带来的管理风险。

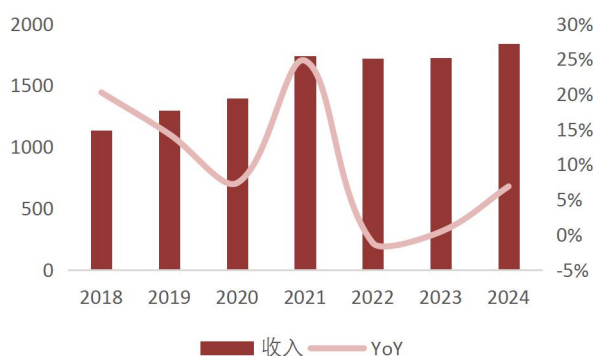
苏大维格

国内领先的微纳结构产品制造和技术服务商。公司通过自主研发微纳光学关键制造设备——激光直写光刻机和纳米压印光刻机，建立了微纳光学研发与生产制造的基础技术平台体系，为客户提供不同用途微纳光学产品的设计、开发与制造服务。公司主要产品包括公共安全材料、新型印刷材料、导光材料、柔性透明导电膜、中大尺寸电容触控模组和纳米纹理光学材料等。

公司及子公司深耕高端微纳光学材料及反光材料制品多年，已发展形成了公共安全和新型 3D 印材、消费电子新材料、高端智能装备、反光材料四大事业群，并凭借强大的技术研发实力，在纳米波导光场镜片（AR/AR-HUD）、虚实融合透明光场显示、裸眼 3D 显示、微纳节能/增效材料与元器件、生物/智能表面材料、无掩膜光刻等领域持续研发，进行技术与专利布局，不断开发新产品，拓展新领域，致力于将公司打造成具备持续创新能力，行业影响力大，产品

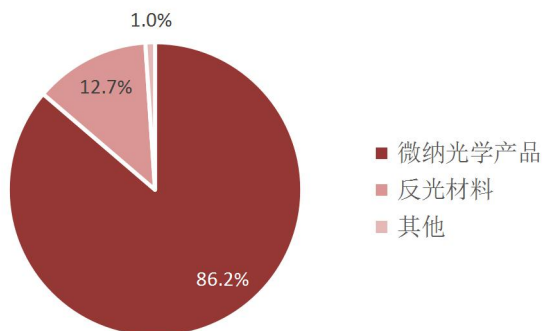
丰富，服务优质的微纳结构产品领先企业。

图 42：2018-2024 年公司收入情况，百万元



资料来源：，山西证券研究所

图 43：2024 年公司收入占比



资料来源：苏大维格 2024 年报，山西证券研究所

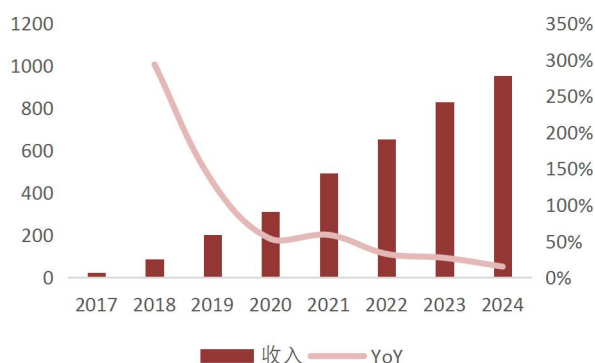
风险提示：宏观经济波动风险、管理风险、汇率波动风险、环保政策风险等。

芯碁微装

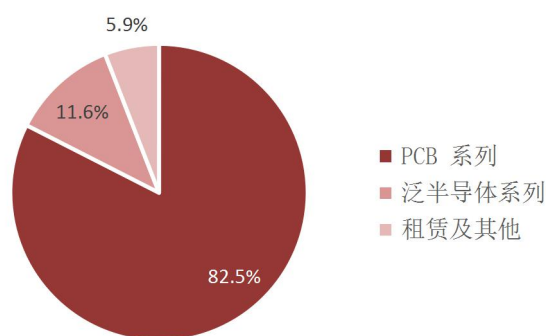
国内领先的直写光刻设备供应商。公司专业从事以微纳直写光刻为技术核心的直接成像设备及直写光刻设备的研发、制造、销售以及相应的维保服务，主要产品及服务包括 PCB 直接成像设备及自动线系统、泛半导体直写光刻设备及自动线系统、其他激光直接成像设备以及上述产品的售后维保服务，产品功能涵盖微米到纳米的多领域光刻环节。

图 44：2019-2024 年公司收入情况，百万元

图 45：2024 年公司收入占比



资料来源：，山西证券研究所



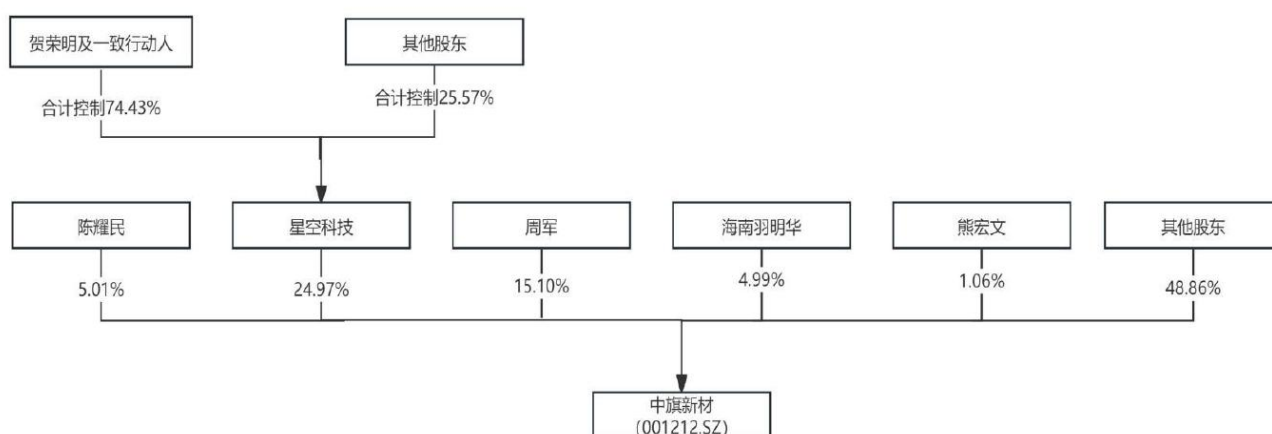
资料来源：芯碁微装 2024 年报，山西证券研究所

风险提示：宏观经济波动风险、市场竞争加剧风险、公司技术创新不及预期风险。

中旗新材

控制权发生变更，星空科技成为公司控股股东。公司主要从事人造石英石面材和石英硅晶新材料的研发、生产和销售。2025 年 4 月 1 日，公司发布公告，公司控制权拟发生变更，权益变动完成后，星空科技将持有上市公司合计 30,498,918 股股份（持股 24.97%），成为上市公司控股股东，星空科技及其一致行动人陈耀民将持有上市公司合计 36,618,245 股股份（持股 29.98%），上市公司实际控制人将由周军变更为贺荣明。

图 46：星空科技成为公司控股股东



资料来源：2025 年 4 月 1 日《中旗新材关于控股股东、实际控制人签署<股权转让协议>暨公司控制权拟发生变更公告》，山西证券研究所

星空科技是国内领先的半导体设备厂商。星空科技主要从事半导体、泛半导体、精密制造、新能源、生物医药等领域的创新装备的研发、生产和销售。公司实际控制人贺荣明为上海微电子创始人，在光刻机领域深耕多年。星空科技主要产品 iAS 系列大面机曝光机可适用于高端显示、封装基板、先进封装等领域的 Micro-LED 大面积曝光、封装基板大面积曝光和扇出及 2.5D/3D 大芯片曝光。

风险提示：股权转让交易不确定风险、技术研发不及预期风险、宏观环境风险、政策风险等。

5. 风险提示

宏观环境风险

当前国际形势复杂多变，中美贸易摩擦以及地区冲突使得国际市场存在诸多不确定性，进而影响终端市场的消费能力以及产业链上下游投资发展意愿。若国际环境持续紧张，行业周期波动调整未达预期，则可能对产业发展造成一定程度的不利影响。

产业政策变化的风险

以光刻设备为代表的高端装备制造业作为信息产业的基础和核心，是国民经济和社会发展的战略性新兴产业。国家出台了一系列鼓励政策推动我国光刻设备制造业的发展，以增强信息产业创新能力和国际竞争力。若未来国家相关产业政策支持力度减弱，将对产业发展产生一定影响。

市场竞争加剧的风险

目前国内光刻机及相关零部件市场主要由欧美、日本等国家和地区的国际知名企业所占据。近年来随着我国对相关产业的高度重视和支持力度加大，我国半导体设备行业技术水平不断提高，国产设备在产品性价比、售后服务等方面的优势逐渐显现。我国光刻机产业链的逐步崛起，将会引起国际竞争对手的重视，从而加剧市场竞争。此外，国产光刻机需求的快速增长以及国内巨大的进口替代市场空间，还将吸引更多的潜在进入者。因此，产业内部将可能面临市场竞争加剧的风险。

分析师承诺：

本人已在中国证券业协会登记为证券分析师，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人对证券研究报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规，研究方法专业审慎，分析结论具有合理依据。本报告清晰地反映本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接接受到任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位或执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。

投资评级的说明：

以报告发布日后的 6--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。

无评级：因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见的结果的重大不确定事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。（新股覆盖、新三板覆盖报告及转债报告默认无评级）

评级体系：**——公司评级**

- 买入： 预计涨幅领先相对基准指数 15%以上；
- 增持： 预计涨幅领先相对基准指数介于 5%-15%之间；
- 中性： 预计涨幅领先相对基准指数介于-5%-5%之间；
- 减持： 预计涨幅落后相对基准指数介于-5%- -15%之间；
- 卖出： 预计涨幅落后相对基准指数-15%以上。

——行业评级

- 领先大市： 预计涨幅超越相对基准指数 10%以上；
- 同步大市： 预计涨幅相对基准指数介于-10%-10%之间；
- 落后大市： 预计涨幅落后相对基准指数-10%以上。

——风险评级

- A： 预计波动率小于等于相对基准指数；
- B： 预计波动率大于相对基准指数。

免责声明：

山西证券股份有限公司(以下简称“公司”)具备证券投资咨询业务资格。本报告是基于公司认为可靠的已公开信息，但公司不保证该等信息的准确性和完整性。入市有风险，投资需谨慎。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。在任何情况下，公司不对任何人因使用本报告中的任何内容引致的损失负任何责任。本报告所载的资料、意见及推测仅反映发布当日的判断。在不同时期，公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。公司或其关联机构在法律许可的情况下可能持有或交易本报告中提到的上市公司发行的证券或投资标的，还可能为或争取为这些公司提供投资银行或财务顾问服务。客户应当考虑到公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。公司在知晓范围内履行披露义务。本报告版权归公司所有。公司对本报告保留一切权利。未经公司事先书面授权，本报告的任一部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯公司版权的其他方式使用。否则，公司将保留随时追究其法律责任的权利。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此声明，禁止公司员工将公司证券研究报告私自提供给未经公司授权的任何媒体或机构；禁止任何媒体或机构未经授权私自刊载或转发公司证券研究报告。刊载或转发公司证券研究报告的授权必须通过签署协议约定，且明确由被授权机构承担相关刊载或者转发责任。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此提示公司证券研究业务客户不得将公司证券研究报告转发给他人，提示公司证券研究业务客户及公众投资者慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

依据《证券期货经营机构及其工作人员廉洁从业规定》和《证券经营机构及其工作人员廉洁从业实施细则》规定特此告知公司证券研究业务客户遵守廉洁从业规定。

山西证券研究所：**上海**

上海市浦东新区滨江大道 5159 号陆家嘴滨江中心 N5 座 3 楼

太原

太原市府西街 69 号国贸中心 A 座 28 层
电话：0351-8686981
<http://www.i618.com.cn>

深圳

广东省深圳市福田区金田路 3086 号大百汇广场 43 层

北京

北京市丰台区金泽西路 2 号院 1 号楼丽泽平安金融中心 A 座 25 层

