

2023 年 12 月 01 日
电子

ESSENCE

行业专题

证券研究报告

芯片制造核心瓶颈环节，光刻机国产替代加速推进

■ 光刻机是芯片制造核心设备，对制程升级发挥关键作用：

在芯片制造过程中，光刻工艺是最关键的一步，能够将图案从光掩模高精度地转移到衬底（通常是硅片）上。芯片工艺升级的主要目标之一是在半导体器件上实现更小的特征尺寸，具有先进技术的光刻机，如极紫外（EUV）光刻，允许更短的光波长，从而能够创建更小的图案并实现更高的分辨率，对芯片制程升级发挥关键作用。DUV 光刻机通过多重曝光最高实现 7nm 制程，而波长更短的 EUV 光刻机可以实现 5nm 及以下制程。

■ 全球光刻机市场超过 200 亿美元，ASML 垄断高端市场：

2022 年全球光刻机市场超过 200 亿美元，ASML、Canon、Nikon 三大巨头垄断了大部分市场份额，光刻机营收分别达到了 161 亿美元、20 亿美元、15 亿美元，市场份额分别为 82%、10%、8%。在超高端的 EUV 光刻机上，基本上 ASML 处于垄断地位。

■ 国产 28nm immersion 式光刻机实现突破：

国产光刻机在技术节点上与国际厂商相比仍有差距，其中上海微电子是国内光刻机龙头企业，其 SSX600 系列光刻机可满足 IC 前道制造 90nm、110nm、280nm 关键层和非关键层的光刻工艺需求，可用于 8 寸线或 12 寸线的大规模工业生产。在之前 90nm 的基础上，上海微电子即将量产 28nm immersion 式光刻机，在 2023 年交付国产第一台 SSA/800-10W 光刻机设备。

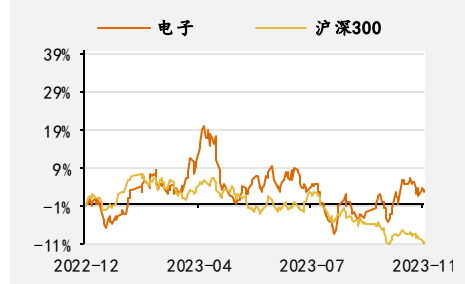
■ 国内厂商在多个光刻机零部件环节实现突破：

全球光刻机零部件市场规模约 124 亿美元，在零部件市场上，国内厂商已经在多个环节实现突破。茂莱光学研发的 DUV 光学透镜已应用于 SMEE 国产光刻机中，公司半导体检测设备光学模组供货 KLA，公司投影镜分辨率达到 30nm 以下，而国外的 ZEISS 分辨率小于 0.25nm；目前针对 EUV 光源，国内也有研究机构取得一定进展。早在 2017 年，中国科学院长春光学精密机械与物理研究所的“极紫外光刻关键技术研究”获得国家 02 专项的验收，从而推进了我国对 EUV 的技术研发；福光股份有望为光刻机等领域提供高精度光学镜头及光学系统；苏大维格向 SMEE 提供定位光栅部件，公司光栅尺周期精度小于 1nm，且公司纳米压印技术国内领先；而

投资评级 **领先大市-A**
维持评级

首选股票	目标价（元）	评级
688167 炬光科技	139.30	买入-A
603005 晶方科技	26.37	买入-A
300990 同飞股份	48.30	买入-A
003031 中瓷电子	142.6	买入-A

行业表现



资料来源：Wind 资讯

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	2.6	11.3	13.4
绝对收益	0.2	3.6	4.1

马良 分析师

SAC 执业证书编号：S1450518060001

maliang2@essence.com.cn

郭旺 分析师

SAC 执业证书编号：S1450521080002

guowang@essence.com.cn

相关报告

美国政府 30 亿美元投资先进封装，全球手机市场或迎来复苏拐点	2023-11-26
VIVO 发布首款 AI 大模型手机，小米汽车亮相工信部新车目录	2023-11-19
中芯国际上调全年资本开支预计，Meta VR 或于明年底引进国内	2023-11-12
整车互连技术趋势及元器件投资机遇	2023-11-09
长鑫存储获大基金增资，新	2023-11-05

光学晶体方面，福晶科技可供货 LBO 晶体、BBO 晶体、Nd:YVO4 晶体、磁光晶体；激光器方面，炬光科技提供的光源不均匀度控制在 1%以下，国外 FLSBA 的光源不均匀度在 3%~5%；晶方科技子公司控制的 Anteryon 为全球同时拥有混合镜头、晶圆级微型光学器件工艺设计、特性材料及量产能力的技术创新公司，其产品可广泛应用于半导体精密设备，目前为 ASML 持续供货。奥普光电为国内高端光栅编码器龙头，公司光栅编码器（用于测量对准精度）精度为 1um/m，国外海德汉公司精准度为 3um/m。

机潮有望带动消费电子复苏

投资建议：

光刻机是“工业王冠上的宝石”，是芯片制造中最复杂、最昂贵的设备，国产替代势在必行，推荐炬光科技（688167）、晶方科技（603005）；建议关注茂莱光学（688502）、福晶科技（002222）；光刻机光学镜头关注福光股份（688010）；光刻机光源系统关注波长光电（301421），奥普光电（002338）；合分束器关注腾景科技（688195）；温控设备推荐同飞股份（300990）；陶瓷零部件推荐中瓷电子（003031），建议关注旭光电子（600353）；直写光刻设备建议关注芯碁微装（688630）、苏大维格（300331）等。

风险提示：

研发技术风险、运营资金风险、市场价格变动风险、供应链存在的风险、政策风险。

目 录

1. 光刻机：芯片制程升级的核心设备.....	7
1.1. 光刻机将电路图案转移硅片上，是芯片制程升级的核心设备.....	7
1.2. 光刻机的主要技术指标包含分辨率、光刻机精度、产能.....	8
1.3. 光刻机演进历程：从接触式到 EUV.....	10
2. 光刻机市场达 200 多亿美元，ASML 垄断高端市场.....	13
2.1. 光刻机约占半导体设备市场 24%.....	13
2.2. ASML 垄断高端光刻机，国产光刻机 28nm 取得突破.....	13
3. 2022 年全球光刻机零部件市场约 124 亿美元，光源、光学、双工台是核心系统.....	15
3.1. 光刻机系统构成.....	15
3.2. 光源系统：为光刻机提供合适波长和稳定光线.....	19
3.3. 光学系统：为光刻机提供精确投影和高效曝光.....	22
3.4. 双工台：助力光刻机实现高效并行处理.....	24
4. 相关标的.....	25
4.1. 茂莱光学：国内工业级精密光学龙头，半导体、AR/VR 成长空间广阔.....	25
4.2. 福晶科技：全球光学晶体龙头，精密光学元件广泛布局 VR/AR、半导体设备等领 域.....	27
4.3. 福光股份：航天级高端镜头领导者，引领 AI、泛半导体超高精密光学国产替代.....	29
4.4. 炬光科技：稀缺激光元器件厂商，激光雷达+泛半导体+医美多产业布局.....	32
4.5. 晶方科技：晶圆级封装龙头，汽车摄像头、微型光学镜头、GaN 器件打开成长空 间.....	34
4.6. 苏大维格：纳米压印光刻龙头，业务涉及半导体、无人驾驶、AR/VR 检测等多领 域.....	36
4.7. 奥普光电：光刻机核心部件供应商，业务涵盖半导体、航空航天、医疗等多个领 域.....	39
4.8. 波长光电：精密光学元件、组件主要生产商，主营业务营收稳步增长.....	40
4.9. 旭光电子：电真空+军工+电子陶瓷共同发力，发射管、氮化铝结构件打入半导体 设备供应链.....	42
4.10. 腾景科技：精密光学元件主要提供商之一，半导体+AR 有望打开成长空间.....	44
4.11. 同飞股份：数控温控装备龙头，半导体器件制造设备专用温控设备供应商.....	45
4.12. 中瓷电子：电子陶瓷产品龙头，资源整合切入化合物半导体领域.....	47
4.13. 芯碁微装：国产直写光刻设备龙头，业务布局包括 PCB、泛半导体与光伏域.....	49
5. 风险提示.....	51
5.1. 研发技术风险.....	51
5.2. 运营资金风险.....	51
5.3. 市场价格变动风险.....	51
5.4. 供应链存在的风险.....	51
5.5. 政策风险.....	51

目 录

图 1. ASML 旗下 EUV 光刻机.....	7
图 2. 光刻工艺流程图.....	8
图 3. 光刻工艺技术图.....	8
图 4. TWINSKAN NXT2100i 光刻机内部结构.....	8

图 5. 可见光谱图	9
图 6. 物镜系统	9
图 7. 双频激光干涉仪原理框图	9
图 8. LIGO 激光干涉仪	9
图 9. Nikon 基于 Tandem Stage 的双工件台光刻机	10
图 10. 接触式光刻示意图	11
图 11. 接近式光刻示意图	11
图 12. 深紫外 (DUV) 光刻术	12
图 13. 浸没式光刻的技术原理及系统结构	12
图 14. EUV 光刻机原理	13
图 15. 半导体市场主要设备占比	13
图 16. 全球光刻机三大供应商市场占比	14
图 17. 上海微电子 600 系列光刻机	15
图 18. 光刻机总体结构	16
图 19. 科益虹源准分子激光器	17
图 20. Cymer 193nm 准分子激光器	17
图 21. 炬光科技光场匀化器	17
图 22. ASML 大孔径物镜系统	18
图 23. ASML TWINSKAN NXE:3600D	18
图 24. 2018-2022 年 ASML 销售毛利率	19
图 25. 纳米级电驱动光源	19
图 26. 光刻机结构	20
图 27. 高压汞灯光刻光源系统结构图	20
图 28. 紫外激光器照明系统结构图	20
图 29. OSRAM 超高压汞灯	21
图 30. XLA 105HP 激光器	21
图 31. ASML 的 EUV 系统	21
图 32. Gigaphoton 的 EUV 光源系统	21
图 33. 高 NA EUV 光学系统	22
图 34. 摄像机物镜内部结构	22
图 35. 投影物镜	22
图 36. 第二代 EUV 光学曝光的图形拼接技术	23
图 37. 福晶科技 LBO 晶体	23
图 38. 炬光科技半导体激光元器件	23
图 39. 双工件台示意图	24
图 40. TWINSKAN 双工件台内部结构	24
图 41. Nikon 基于 Tandem Stage 的双工件台光刻机	24
图 42. ASML 双工件台	25
图 43. 国产双工件台	25
图 44. 茂莱光学公司发展历程	25
图 45. 茂莱光学营收及同比增速 (单位: 万元)	26
图 46. 茂莱光学归母净利润及同比增速 (单位: 万元)	26
图 47. 福晶科技发展历程	28
图 48. 福晶科技营收及同比增速 (单位: 万元)	28

图 49. 福晶科技归母净利润及同比增速（单位：万元）	28
图 50. 福光股份公司发展历程	30
图 51. 福光股份营收及同比增速（单位：万元）	30
图 52. 福光股份归母净利润及同比增速（单位：万元）	30
图 53. 2022 年福光股份营收占比	31
图 54. 炬光科技销售网络遍布全球	32
图 55. 炬光科技营收及同比增速（单位：万元）	33
图 56. 炬光科技归母净利润及同比增速（单位：万元）	33
图 57. 集成电路封装在产业链中的角色	34
图 58. 晶方科技营收及同比增速（单位：万元）	35
图 59. 晶方科技归母净利润及同比增速（单位：万元）	35
图 60. 2022 年晶方科技营收占比	35
图 61. Anteryon 光表面处理技术	36
图 62. 公司产业布局图	36
图 63. 苏大维格营收及同比增速（单位：万元）	37
图 64. 苏大维格归母净利润及同比增速（单位：万元）	37
图 65. 新材料应用场景	37
图 66. 光刻机应用场景图	38
图 67. 奥普光电发展历程	39
图 68. 奥普光电营收及同比增速（单位：万元）	39
图 69. 奥普光电归母净利润及同比增速（单位：万元）	39
图 70. 公司产品应用场景	41
图 71. 波长光电营收及同比增速（单位：万元）	41
图 72. 波长光电归母净利润及同比增速（单位：万元）	41
图 73. 旭光电子发展历程	42
图 74. 旭光电子营收及同比增速	43
图 75. 旭光电子归母净利润及同比增速	43
图 76. 2022 旭光电子营收占比	43
图 77. 2022, 2021 年旭光电子产品营收及毛利率	43
图 78. 腾景科技主营产品应用领域	44
图 79. 腾景科技营收及同比增速	45
图 80. 腾景科技归母净利润及同比增速	45
图 81. 公司发展历史	46
图 82. 同飞股份营收及同比增速	46
图 83. 同飞股份归母净利润及同比增速	46
图 84. 中瓷电子发展历程	48
图 85. 中瓷电子营收及同比增速	48
图 86. 中瓷电子归母净利润及同比增速	48
图 87. 公司直写光刻技术下游应用包括 PCB、泛半导体、光伏等	50
图 88. 芯基微装营收及同比增速	50
图 89. 芯基微装归母净利润及同比增速	50
图 90. 直写光刻的优势	51
图 91. WLP2000	51

表 1: 2022 年全球三大光刻机厂商出货量.....	14
表 2: 光刻机分系统及其作用.....	16
表 3: 茂莱光学主要产品.....	26
表 4: 福晶科技主要产品.....	29
表 5: 福光股份核心技术.....	31
表 6: 炬光科技半导体激光核心技术.....	33
表 7: 苏大维格公司主要产品及应用.....	37
表 8: 奥普光电非球面超精密铁磨设备和多自由度快速研抛设备.....	40
表 9: 公司产品介绍.....	42
表 10: 旭光电子产品一览.....	44
表 11: 腾景科技分束器.....	45
表 12: 公司产品及应用场景.....	47
表 13: 中瓷电子消费电子陶瓷外壳及基板主要产品特点及应用领域.....	49
表 14: 推荐标的盈利预测及估值.....	51

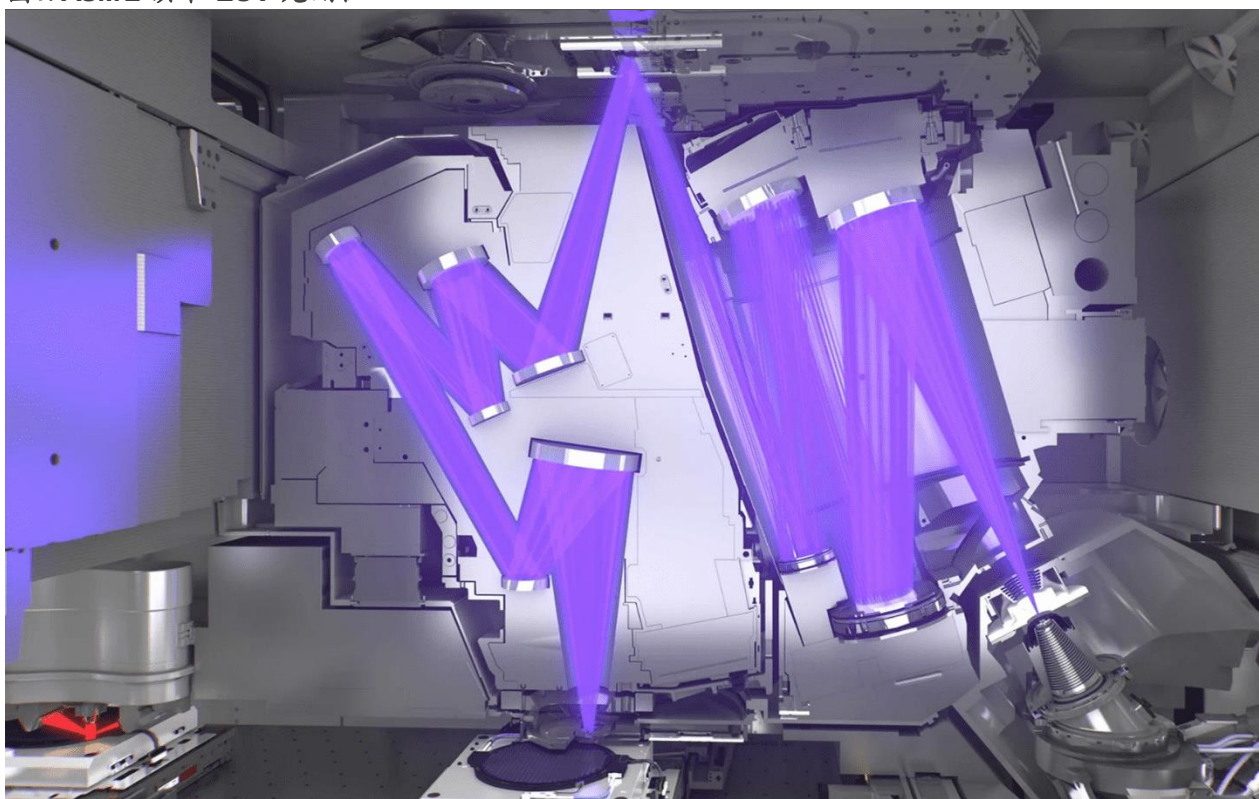
1. 光刻机：芯片制程升级的核心设备

1.1. 光刻机将电路图案转移硅片上，是芯片制程升级的核心设备

光刻机是芯片制造的核心设备。光刻机的主要功能是将图案从光掩模高精度地转移到衬底（通常是硅片）上，它也被称为掩模对准曝光机、曝光系统、光刻系统等，是制造芯片的核心装备。光刻机通过一系列的光源能量、形状控制手段，将光束透过画着线路图的掩模，经物镜补偿各种光学误差，将线路图成比例缩小后映射到硅片上。然后使用化学方法显影，得到刻在硅片上的电路图（即芯片）。

光刻机在芯片制程升级中发挥关键作用。芯片工艺升级的主要目标之一是在半导体器件上实现更小的特征尺寸。具有先进技术的光刻机，如极紫外（EUV）光刻，允许更短的光波长，从而能够创建更小的图案并实现更高的分辨率。

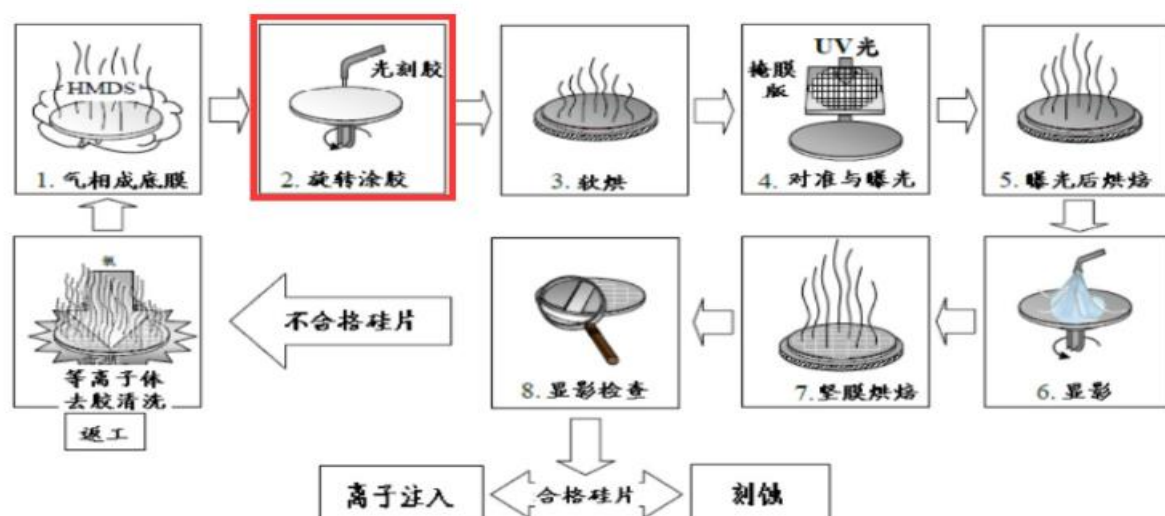
图1. ASML 旗下 EUV 光刻机



资料来源：ASML 官网，安信证券研究中心

光刻是制造芯片的核心技术之一，是一种精密的微细加工技术。它采用类似照片冲印的技术，将电路图形转移到硅片或介质层上，以实现电路图形的刻画和复制。光刻机的工作原理是采用波长为 2000~4500 埃的紫外光作为图像信息载体，以光刻蚀剂为中间（图像记录）媒介实现图形的变换、转移和处理，最终把图像信息传递到晶片（主要指硅片）或介质层上的一种工艺。光刻环节直接决定芯片的制成水平和性能水平，耗时占整个制造环节的一半，成本占据芯片生产的三分之一。一般的光刻工艺要经历硅片表面清洗烘干、涂底、旋涂光刻胶、软烘、对准曝光、后烘、显影、硬烘、激光刻蚀等工序。经过一次光刻的芯片可以继续涂胶、曝光。越复杂的芯片，线路图的层数越多，也需要更精密的曝光控制过程。

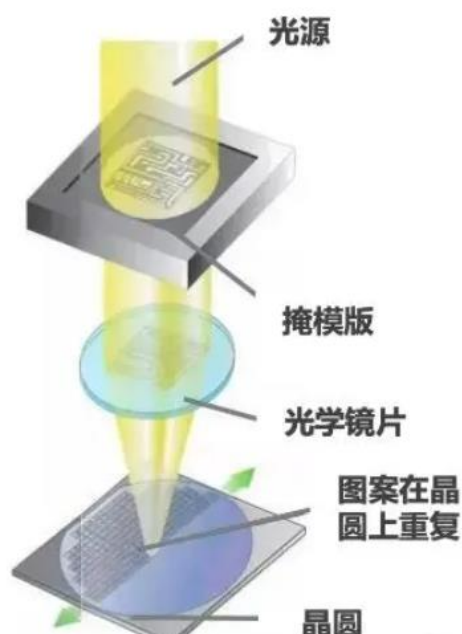
图2. 光刻工艺流程图



资料来源：半导体行业观察，安信证券研究中心

光刻机技术原理是基于光学投影技术，通过特殊设计的镜头系统和精密的光学系统，将掩模上的电路图形高精度地转移到硅片上的光刻胶上。光刻机需要采用高级镜头技术、高精度对准技术等，以实现更高的分辨率和更精确的图案转移。此外，光刻机还需要采用一系列关键技术来提高分辨率和图案转移的精度，如光学邻近效应修正（OPC）技术可以补偿邻近物镜像差和非线性效应，使实际投影图像与理想图像更加接近。

图3. 光刻工艺技术图



资料来源：电子科技大学，安信证券研究中心

图4. TWINS CAN NXT2100i 光刻机内部结构



资料来源：ASML 官网，安信证券研究中心

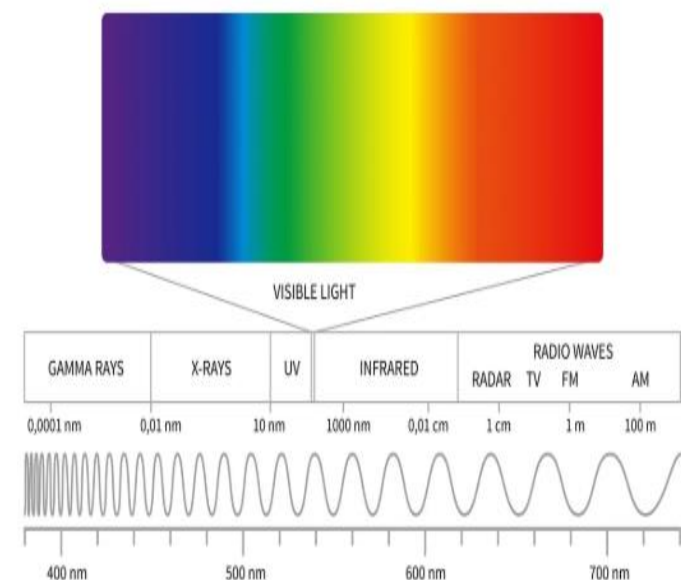
1.2. 光刻机的主要技术指标包含分辨率、光刻机精度、产能

光刻机的性能是基于以下关键性能指标来评估，分别是光刻机的分辨率、光刻机精度（包含覆盖精度和对准精度）、产能。根据瑞利准则，分辨率公式为 $R = k_1 * \lambda / NA$ ， λ 代表光源波长， NA 代表物镜的数值孔径， k_1 代表与光刻工艺因子。分辨率是光刻机精确定义精细特征和

图案能力的关键指标。

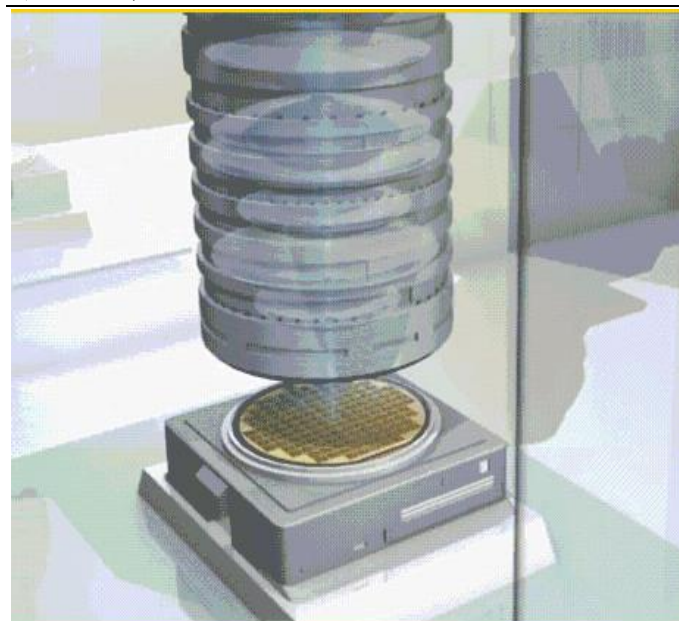
对于 EUV 光刻，极紫外光源的波长是一个关键的性能参数。较短的波长允许更小的特征尺寸和更好的分辨率。高分辨率也要求物镜拥有更大的直径、更多的物镜组合以及更加先进的物镜工艺。

图5. 可见光谱图



资料来源: Freepik, 安信证券研究中心

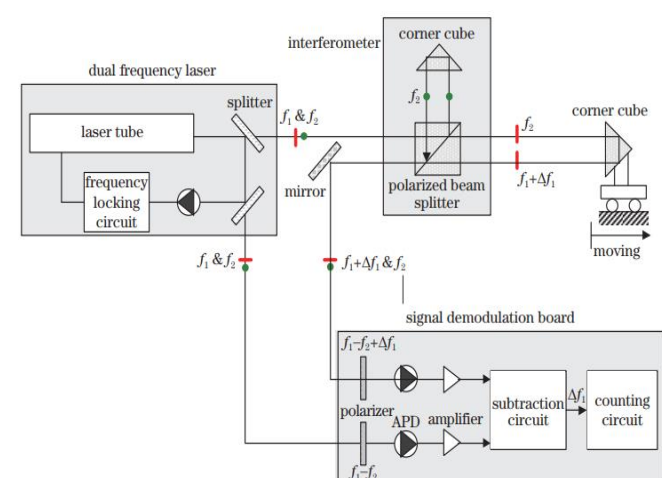
图6. 物镜系统



资料来源: ZEISS 官网, 安信证券研究中心

精度：精度包括覆盖精度以及对准精度。覆盖精度测量机器在硅片上对齐和准确定位多个掩模层，对于半导体器件的不同层精确对齐至关重要。对准精度衡量光刻机对掩模和基板的对准精度。以光双工件台系统为例，工件台和掩模台只有同步运动才能保证良率。而其精度要通过激光干涉仪来测量以确保其误差在可控范围之内。通常激光干涉仪精度10nm能支撑90nm光刻机，1nm能支撑7nm光刻机。ASML的EUV光刻机的激光干涉仪的有效位移测量分辨率为38pm。

图7. 双频激光干涉仪原理框图



资料来源: 复旦大学工程与应用技术研究院上海市超精密运动控制与检测工程研究中心, 安信证券研究中心

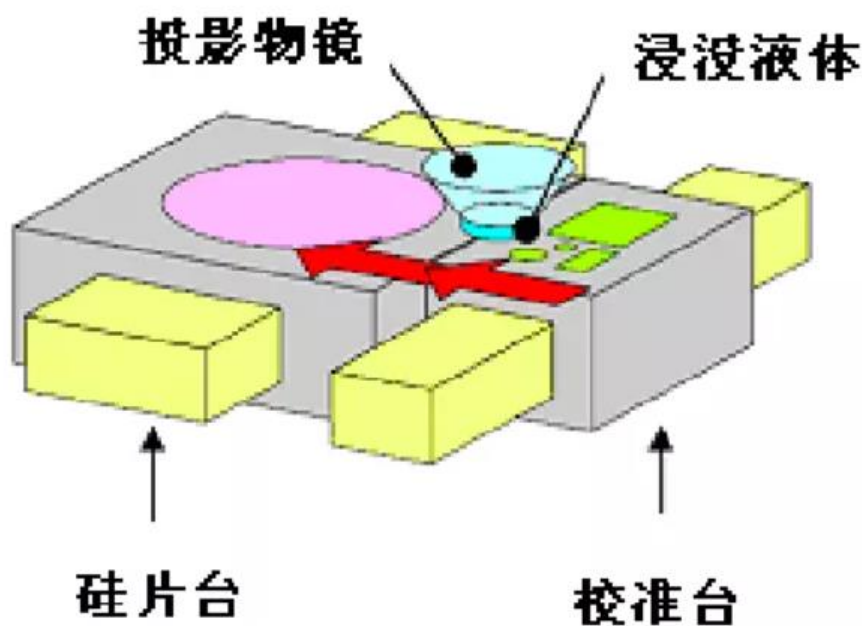
图8. LIGO 激光干涉仪



资料来源: 牧夫天文, 安信证券研究中心

产能:产能通过处理量来体现。主要指光刻机处理晶圆的速度,以每小时(WPH)的晶圆来衡量,对于半导体制造的整体效率至关重要,更高的吞吐量允许更快的生产和更低的每芯片成本。光刻机的晶圆需要按部就班进行测量、对准、曝光程序,因此在一定程度上限制了光刻机的产能。自 21 世纪初,ASML 推出双工件台光刻机的产能实现跨越式的提升。系统可以通过双工件台实现各个程序同步进行。

图9. Nikon 基于 Tandem Stage 的双工件台光刻机



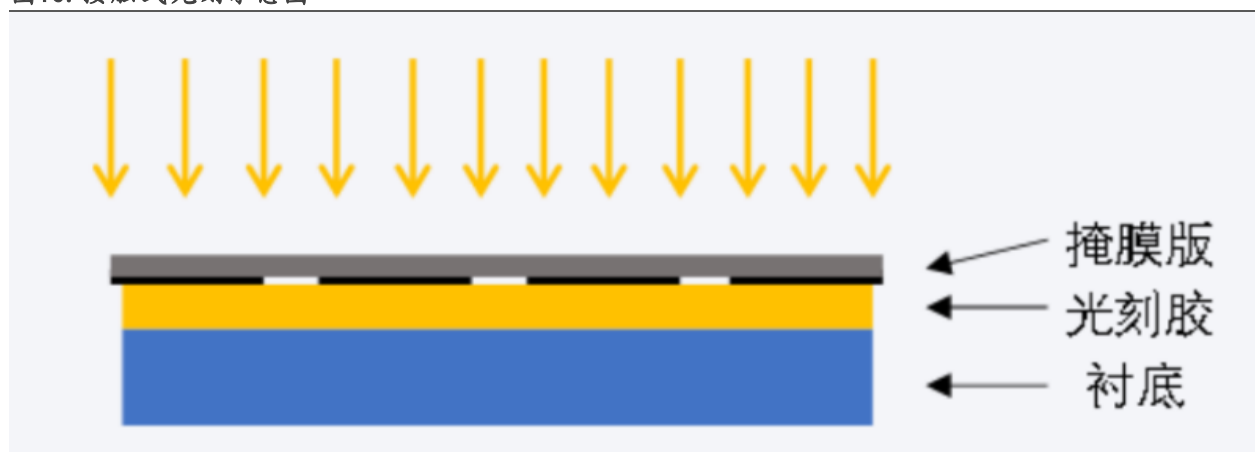
资料来源:芯制造, 安信证券研究中心

1.3. 光刻机演进历程:从接触式到 EUV

光刻机最早的历史要追溯到上世纪。1955 年,贝尔实验室将制造印刷电路板的光刻技术应用到砂片上。3 年后,仙童半导体制造了第一台“步进重复”光刻照相机。20 世纪 60 年代,GCA 公司制造出第一台接触式光刻机。在此之后,尼康和佳能加入光刻机行业研究。随后,尼康推出了第一台步进式光刻机。1984 年 ASML 成立,并于 21 世纪初推出双工件台光刻机。2003 年 ASML 推出浸没式光刻机,至此 ASML 奠定光刻机统治地位。十年后,世界上第一台 EUV 量产产品由 ASML 推出,其垄断地位进一步加强。

接触光刻(1950 年代):最早的光刻技术,它是一种通过直接物理接触将图案从光掩模(具有所需图案的掩模)转移到衬底(如硅片)的方法。在接触光刻机中,光掩模和承印物彼此直接物理接触。掩模直接放在基板的顶部,紫外线通过掩模照射,将图案转移到基板上。该工艺通常用于较小特征的图案,并且通常与较旧的半导体制造工艺相关联。由于光的衍射以及在不损坏掩模或晶片的情况下进行直接接触的挑战,它在实现精细分辨率方面存在局限性。

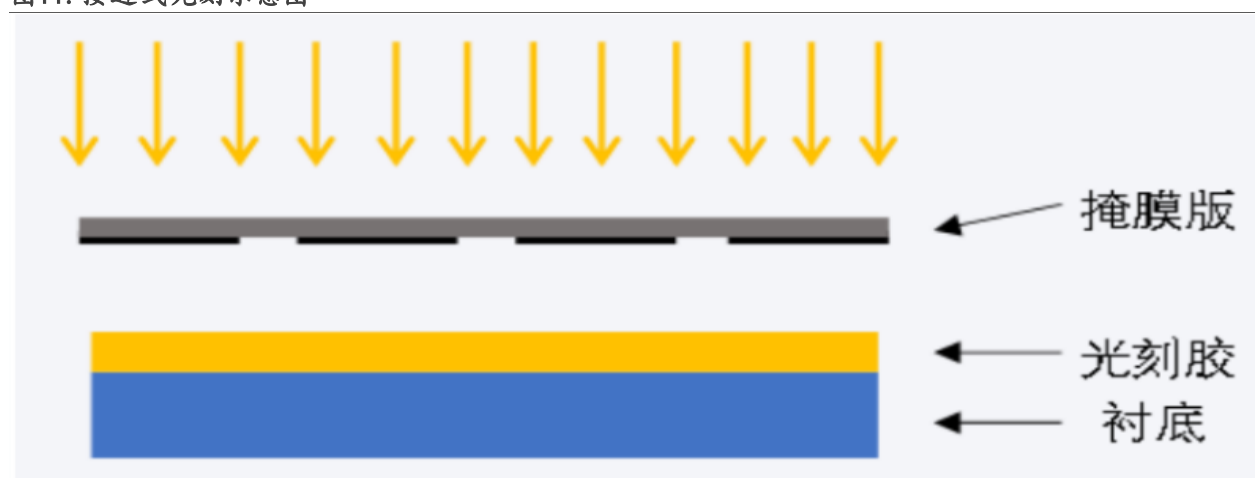
图10. 接触式光刻示意图



资料来源：世界先进制造技术论坛，安信证券研究中心

接近光刻机：接近光刻技术将图案从光掩模转移到硅片，掩模和衬底之间具有小间隙。在近距离光刻机中，光掩膜靠近基板而不是直接接触基板。与接触式光刻相比，邻近光刻具有一些优势，例如降低掩模和基板损坏的风险，以及与接触式光刻相比能够实现更小的特征尺寸。这种方法在接触光刻后不久出现，增加了掩模和晶片之间的距离以防止损坏，但面临类似的分辨率限制。

图11. 接近式光刻示意图



资料来源：世界先进制造技术论坛，安信证券研究中心

步进扫描光学光刻（1980年代至1990年代）：扫描投影光刻技术是一种高分辨率、高通量的工艺，该技术使用扫描过程，其中掩模和基板保持静止，投影系统扫描基板上的图案。扫描投影光刻机通过以步进重复的方式扫描光掩模图案在基板上进行操作，其中基板逐渐移动以暴露不同区域。

深紫外（DUV）光刻术（20世纪90年代至2010年代）：随着对更小特征的需求，光刻术进入了深紫外光谱，最初在248nm左右，然后逐渐发展到193nm等更短的波长。这些进步允许更精细的细节，但需要复杂的光学系统来处理更短的波长。

2000年8月，阿斯麦尔的首台TWINSCAN系统光刻机出货，这是光刻机行业的一大进步。此前的光刻机都只有一个工件台，而阿斯麦尔创新为双工件台，在一个工件台进行12英寸晶圆曝光的同时，另外一个工件台进行曝光之前的预对准工作，生产效率可惊人地提高大约35%。

图12. 深紫外（DUV）光刻术

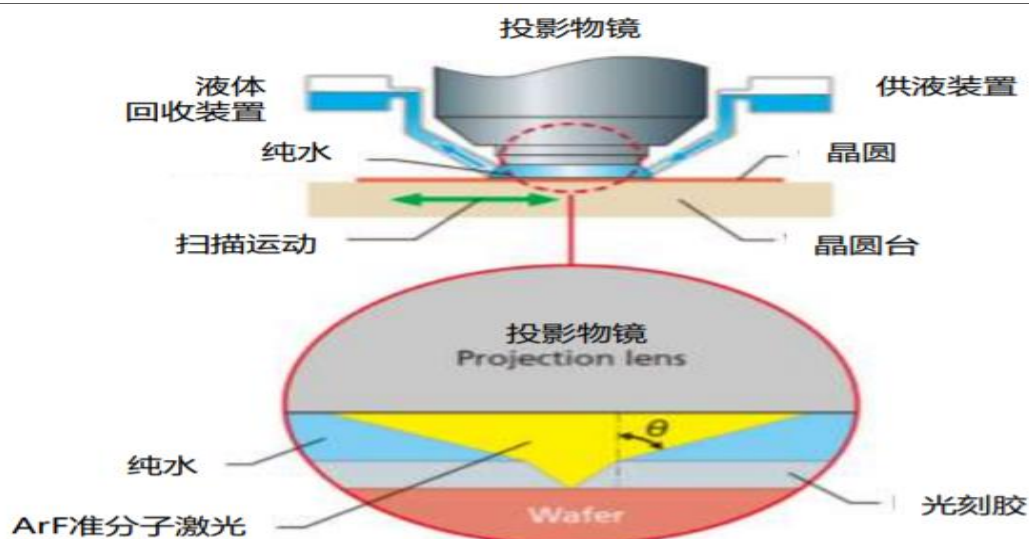


资料来源：电子发烧友，安信证券研究中心

浸没式光刻：为了进一步提高分辨率，引入了浸没式光刻。在透镜和晶片之间使用液体（通常是水）代替空气，从而可以有效地使用更短的波长。2004 年，光刻机厂商阿斯麦尔率先研制出浸没式光刻机改进成熟并顺利投入使用。

双重图案化和多重图案化：作为一种突破分辨率限制的解决方案，这些方法包括将图案分割为多次曝光，以实现比单次曝光更精细的特征。

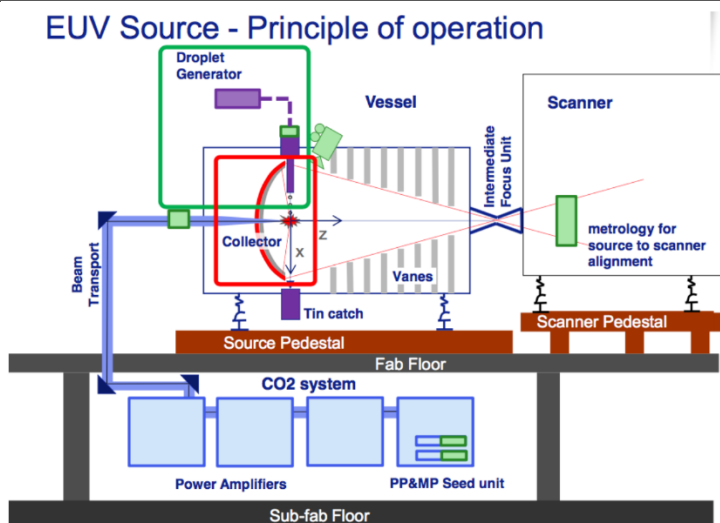
图13. 浸没式光刻的技术原理及系统结构



资料来源：Nikon，中国科学院大学微电子学院，安信证券研究中心

极紫外（EUV）光刻（2010 年代至今）：EUV 光刻利用了约 13.5nm 的极短波长，在不依赖复杂的多重图案化的情况下实现了更小的特征。依靠 EUV 光刻机，已经能实现 7nm 及以下更加精细制程。

图14. EUV 光刻机原理



资料来源: ASML, 安信证券研究中心

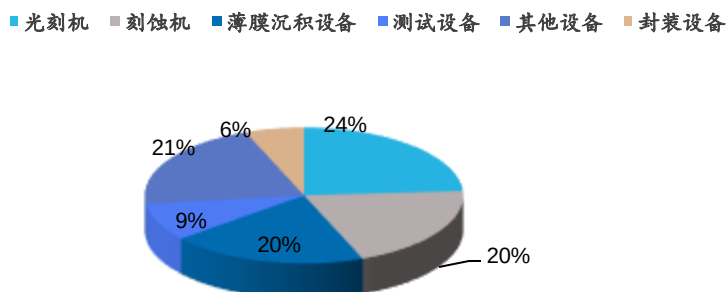
2. 光刻机市场达 200 多亿美元, ASML 垄断高端市场

2.1. 光刻机约占半导体设备市场 24%

据 SEMI 发布的数据显示, 2013-2022 年全球半导体设备市场规模由 318 亿美元增长至 1074 亿美元, CAGR 为 14.5%; 同期中国大陆半导体设备规模由 34 亿美元增长至 283 亿美元, CAGR 为 26.5%, 显著高于全球水平。随着消费电子、PC 等下游市场的繁荣和 5G、AI、云计算等新应用领域的拓展, 全球半导体需求持续增长, 进而推动了半导体厂商的资本开支进入上升周期, 半导体设备市场规模也随之提升。

2022 年全球光刻机市场规模约为 258 亿美元。半导体设备=制造设备+封测设备, 根据 SEMI 数据, 2022 年全球半导体设备市场中, 晶圆制造设备市场规模占比超过 85%, 在晶圆制造的所有设备中, 市场投资占比最高的是光刻机、刻蚀机和薄膜沉积设备, 占整个半导体设备比重分别为 24%、20%和 20%, 这三种设备合计市场规模占整个半导体设备比重为 64%。结合此前 SEMI 给出的 2022 年半导体设备市场 1074 亿美元的数据, 按此比例测算, 半导体光刻机 2022 年市场规模达到 258 亿美元。从国内来看, 如果按照 2022 年半导体设备国内占全球 26% 来测算, 中国大陆光刻机设备市场规模约为 67 亿美元。

图15. 半导体市场主要设备占比



资料来源: SEMI, 安信证券研究中心

2.2. ASML 垄断高端光刻机, 国产光刻机 28nm 取得突破

根据 SEMI 预测, 在全球光刻机市场中, ASML、Canon、Nikon 三大巨头垄断了大部分市场份额。据统计, 2022 年全球光刻机市场规模超过 200 亿美元, 其中 ASML、Canon、Nikon 光刻

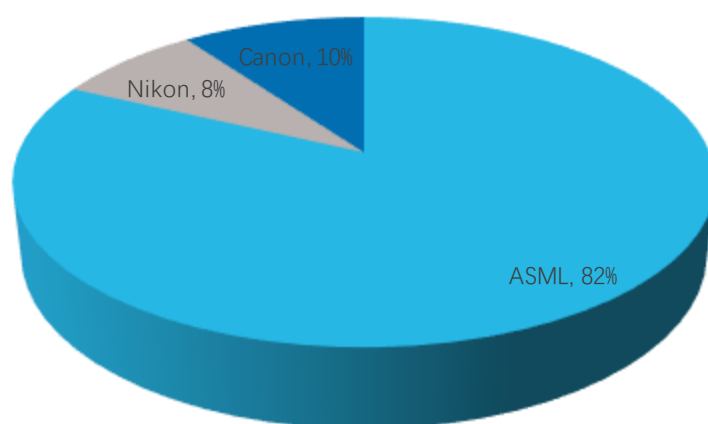
机营收分别达到了 161 亿美元、20 亿美元、15 亿美元，市场份额分别为 82%、10%、8%。在出货量方面，ASML、Canon、Nikon 分别占据了 63%、32%、5%的市场份额。从 EUV、ArFi、ArF 三个高端机型的出货情况来看，ASML 仍然维持领先地位，出货量分别占 100%、95%、87%。从 2022 年收入来源看，中国大陆占 ASML 销售额的 14%。

2022 年 ASML 光刻机营收约 161 亿美元，较 2021 年 131 亿增长 23%。共出货 345 台光刻机，其中 EUV 光刻机出货 40 台，ArFi 光刻机出货 81 台，ArF 光刻机出货 28 台，KrF 光刻机出货 151 台，i-line 光刻机出货 45 台。

2022 年 Canon 光刻机营收约为 20 亿美元。Canon 的光刻机主要是 i-line、KrF，光刻机出货量达 176 台。其中，i-line 出货 125 台。Canon 面板（FPD）用光刻机出货 51 台。

2022 年 Nikon 光刻机业务营收约 15 亿美元。Nikon 光刻机主要用于集成电路，共出货 30 台。其中 ArFi 光刻机出货 4 台，ArF 光刻机出货 4 台，KrF 光刻机出货 7 台，i-line 光刻机出货 15 台。

图16. 全球光刻机三大供应商市场占比



资料来源：《中国光刻机研究报告》，安信证券研究中心

2022 年该三家厂商市场份额占比分别为 82%、10%和 8%，以 ASML 为首形成垄断格局。其中，超高端光刻机 EUV 领域中 ASML 独占鳌头，高端光刻机 ArFi 和 ArFdry 领域也主要由 ASML 占领，Canon 主要集中在 i-line 光刻机领域，Nikon 除 EUV 外均有涉及。

表1：2022 年全球三大光刻机厂商出货量

光刻机种类	类型	ASML	Nikon	Canon
超高端	EUV	40		
高端	ArFi	81	4	
	ArF dry	28	4	
中低端	KrF	151	7	51
	i-line	45	15	125
总计		345	30	176

资料来源：ASML 官网，Nikon 官网，Canon 官网，安信证券研究中心

国产光刻机在技术节点上与国际厂商相比仍有差距，其中上海微电子是国内光刻机龙头企业，其 SSX600 系列光刻机可满足 IC 前道制造 90nm、110nm、280nm 关键层和非关键层的光刻工艺需求，可用于 8 寸线或 12 寸线的大规模工业生产。在之前 90nm 的基础上，上海微电子即将量产 28nm immersion 式光刻机，在 2023 年交付国产第一台 SSA/800-10W 光刻机设备。

图17. 上海微电子 600 系列光刻机



资料来源：上海微电子官网，安信证券研究中心

3. 2022 年全球光刻机零部件市场约 124 亿美元，光源、光学、双工台是核心系统

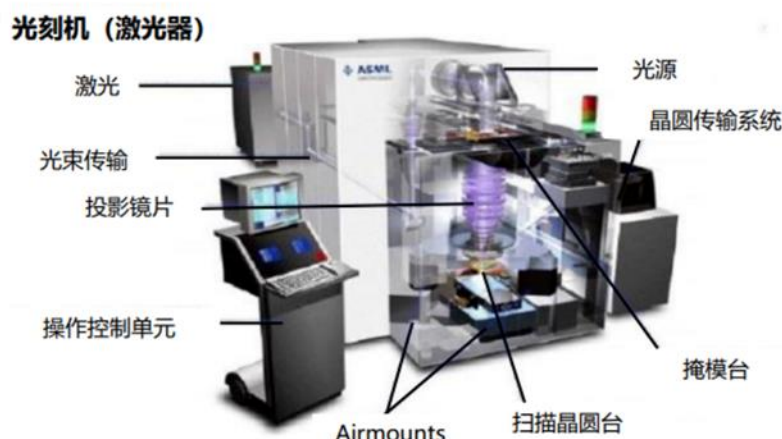
3.1. 光刻机系统构成

光刻机系统复杂，包含光源系统、照明系统、投影物镜系统、工件台和掩模台分系统、调平调焦分系统、掩模与硅片对准分系统、硅片传输与预对准系统分系统、整机环境分系统。

- (1) 光源系统：光刻机中的关键组件，在光刻机中发挥着提供光线、控制光线波长及强度、提高曝光效率、保障曝光质量等关键作用。光源发出的光穿过光掩模的透明区域，形成图案化的图像。
- (2) 照明系统：它位于光源与投影物镜之间，是复杂的非成像光学系统。作用主要是为投影物镜提供合适的光线，以便其能够准确地成像。在光刻机中，物镜的性能决定了光刻机的线宽和套刻精度，是光刻机的核心部件，而照明系统则为物镜提供合适的光源，协助其完成高精度的成像任务。
- (3) 投影物镜系统：投影物镜系统是光刻机中的核心组件之一，它的作用是将芯片图案通过光学原理放大并投影到硅片上。在投影物镜系统中，通常由多个透镜和反射镜组成，这些镜片被精确地排列和校准，以确保投影的准确性和清晰度。
- (4) 工件台：工件台是光刻机中用于放置硅片的重要部件，其作用是在光刻过程中支撑和固定硅片，以确保光刻的精度和质量。工件台通常由高精度的机械结构组成，具有高稳定性和高精度性。在工件台上，硅片被精确地定位和固定，以避免在光刻过程中出现移动或变形。此外，工件台还具有温度控制、震动抑制等功能，以确保光刻过程中的环境稳定。目前先进的光刻机采用了双工件台系统，进一步提高光刻机生产效率和产能。
- (5) 掩模台分系统：掩模台主要用于承载掩模板，并确保在光刻过程中掩模板的稳定性和精度。在光刻机工作时，掩模台会按照预设的程序进行自动操作，包括掩模板的装载、定位、固定，以确保掩模板的位置和角度的准确性。
- (6) 调平调焦分系统：调平调焦分系统是光刻机中用于精确调整工件台和掩模台位置的重要部分，以确保在光刻过程中能够实现高精度的投影和成像。
- (7) 掩模与硅片对准分系统：掩模与硅片对准分系统是光刻机中用于确保掩模板和硅片精确对准的关键部分，以确保在光刻过程中能够实现高精度的投影和成像。在对准分系统中，常用的技术包括光学对准、电子显微镜对准等。这些技术可以通过对掩模板和硅片的表面进行扫描和检测，以实现高精度的对准。
- (8) 硅片传输与预对准系统分系统：光刻机中的硅片传输和预对准系统负责确保硅片的高精度投影和成像。传输系统将硅片从轨道机传递到预对准平台，预对准系统则通过光学测量和传感器技术对硅片进行准确的定位和调整，以确保其在光刻机中的正确位置和角度。

- (9) 整机环境分系统：光刻机中的整机环境分系统通过控制温度、湿度、清洁度和真空度等参数，确保光刻过程的精度和成像质量。这些控制子系统的协调工作能够为光刻机提供稳定的加工环境，从而确保高精度的光刻效果。

图18. 光刻机总体结构



资料来源：长春光机所，安信证券研究中心

表2：光刻机分系统及其作用

分系统	作用
光源系统	为光刻机提供曝光能量，光刻机的核心部件之一。
照明系统	对激光的扩束、高均匀高强度均匀照明，并提供特定照明方式；主要包括传输光路，光束矫正器、光束整形、能量探测与计量控制、照明均匀器、掩模光阑等。
投影物镜系统	由 20~30 块镜片组成，把掩模版上的电路图按比例缩小，再投影到硅片上，并且可以补偿各种光学误差。
工件台和掩模台分系统	实现掩模-硅片的同步扫描、步进运动、对准扫描、执行调平调焦、协助硅片下片等。
调平调焦分系统	通过调整硅片台的六个自由度，保证曝光场在所要求焦深范围内，进而保证曝光质量。
掩模与硅片对准分系统	将掩模上的图像和晶圆上已有的图形对准，以保证曝光后图像之间的准确套刻。
硅片传输与预对准系统分系统	将硅片从片盒传送到工件台，并完成机械预对准和光学预对准，使硅片与机器坐标系初步对准，并进入到对准系统范围内，再将已曝光的硅片从工件台传送回片盒。
整机环境分系统	将工作台与外部环境隔离，保持水平，减少外界振动干扰，并控制温度、压力、湿度等。包括封闭框架、减震装置等。

资料来源：于新峰《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》，安信证券研究中心

光刻机被誉为人类科技的巅峰，其工艺之巅主要体现在三大系统——光源系统、光学系统、双工件台系统。

光源系统主要为光刻机提供曝光能量，光刻机的核心部件之一。常见波长有 7 种，紫外线 3 种：G 线（波长 436nm），H 线（405nm），I 线（365nm）；深紫外（DUV）三种：248nm，193nm，157nm；极紫外（EUV）一种：13.5nm。一般来说，波长越短，分辨率越高。准分子激光器通常用来提供深紫外光源，而 EUV 光源主要提供 13.5nm 的 EUV 光。光刻机光源壁垒高，准分子激光器主要由 Cymer 和 Gigaphoton 提供，科益虹源则为国内供应商。超高端光刻机 EUV 领域中 ASML 独占鳌头，高端光刻机 ArFi 和 ArFdry 领域也主要由 ASML 占领，Canon 主要集中在 i-line 光刻机领域，Nikon 除 EUV 外均有涉及。

图19. 科益虹源准分子激光器



资料来源：中工网，安信证券研究中心

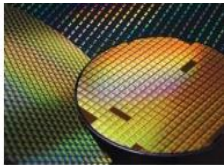
图20. Cymer193nm 准分子激光器



资料来源：Cymer 官网，安信证券研究中心

照明系统是光学系统中的一环。照明系统的关键功能之一是提供光源的均匀照明，覆盖整个光掩膜和基片。均匀性对于确保图案转移准确、无畸变和无缺陷至关重要。光源设备方面：波长光电成功开发了光刻机平行光源系统，可用于国产光刻机领域配套。炬光科技的光场匀化器供货给世界顶级光学公司并最终应用于 ASML 核心设备。

图21. 炬光科技光场匀化器

光场匀化器	光场匀化器		整片透镜，单面或双面柱面阵列结构，外形尺寸通常由定制化程度决定	应用于光刻机的曝光系统，将激光光场强度进行匀化		
		主要解决激光光场不均匀的问题。激光光场强度不均匀会造成在半导体晶圆表面曝光不均，影响晶圆加工的成品率。通过光场匀化器对激光光斑进行匀化，可实现对半导体晶圆表面均匀曝光，提升良率				

资料来源：炬光科技 2021 年年报，安信证券研究中心

投影物镜系统由 20~30 块镜片组成，把掩膜版上的电路图按比例缩小，再投影到硅片上，并且可以补偿各种光学误差。国外 ZEISS 为 ASML 关键光学元件独供商，国内而言赛微电子的子公司 Silix 为全球光刻龙头公司提供微镜系统。茂莱光学研发的 DUV 光学透镜已应用于 S MEE 国产光刻机中，公司半导体检测设备光学模组供货 KLA。福光股份作为国内领先的光学企业之一，具备提供高精度光学镜头和光学系统的能力，有望为光刻机等领域提供高精密光学镜头及光学系统。总体来说，国内技术水平仍有较大差距。

图22. ASML 大孔径物镜系统



资料来源：ASML 官网，安信证券研究中心

工件台和掩模台分系统可以实现掩模-硅片的同步扫描、步进运动、对准扫描、执行调平调焦、协助硅片下片等。其有效提高了光刻精度与效率，国外光刻机双工件台由 ASML 垄断，国内华卓精科和清华大学团队走在前列。硅片传输与预对准系统分系统将硅片从片盒传送到工件台，并完成机械预对准和光学预对准，使硅片与机器坐标系初步对准，并进入到对准系统范围内，再将已曝光的硅片从工件台传送回片盒。测量准度的仪器为光栅尺。奥普光电为国内高端光栅编码器龙头。苏大维格向 SMEE 提供定位光栅部件，公司光栅尺周期精度小于 1nm，且公司纳米压印技术国内领先。

图23. ASML TWINSKAN NXE:3600D



资料来源：ASML 官网，安信证券研究中心

全球的半导体设备市场集中度较高，TOP5 厂商的市占率之和超过 75%，它们的毛利率也较为稳定，因此参考全球半导体设备 TOP5 厂商的毛利率估算半导体设备的成本率。除了第五大厂商科天半导体毛利率超过 60%，前四大厂商毛利率基本都在 40%-50% 范围内。按照 2021 年的销售额对 TOP 厂商的毛利率进行加权，得到半导体设备的毛利率约为 46.5%，即成本率约为 53.5%。

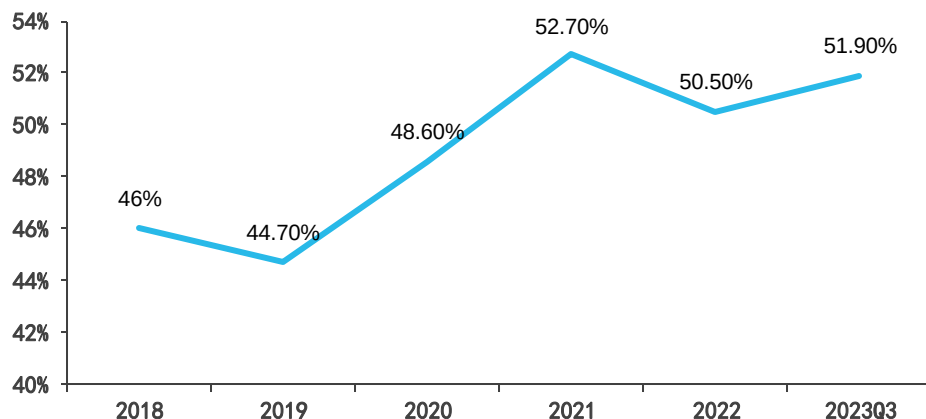
以 ASML 为例，2023Q3 净销售额为 67 亿欧元，毛利率为 51.9%，ASML 制造成本里 90%来自零部件，因此假设光刻机零部件成本占比 90%。

根据 SEMI 数据，2022 年全球半导体市场规模为 1074 亿美元，其中光刻机市场规模为 258 亿美元。

根据公式：光刻机零部件市场规模=光刻机设备市场规模*成本率*设备中零部件成本占比，结合以上分析，得到：

2022 年全球光刻机零部件市场规模=258 亿美元 x53.5%x90%=124.23 亿美元。

图24. 2018-2022 年 ASML 销售毛利率



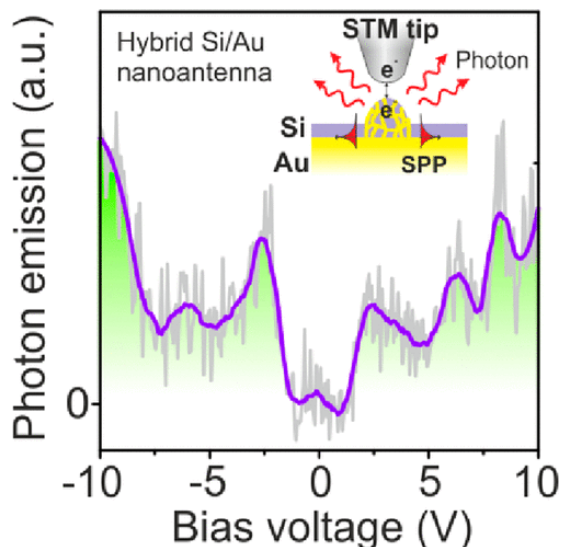
资料来源：ASML 官网，安信证券研究中心测算

3.2. 光源系统：为光刻机提供合适波长和稳定光线

光源系统是光刻机中的核心组件之一，它负责提供特定波长和强度的光线，以实现半导体制造过程中的精确曝光，决定了光刻机的分辨率。根据瑞利准则，分辨率公式为：

$R = k_1 * \lambda / NA$ ， λ 代表光源波长， NA 代表物镜的数值孔径， k_1 代表与光刻工艺因子。其中常见波长有 7 种，紫外线 3 种：G 线（波长 436nm），H 线（405nm），I 线（365nm）；深紫外（D UV）三种：248nm，193nm，157nm；极紫外（EUV）一种：13.5nm。一般来说，波长越短，分辨率越高。

图25. 纳米级电驱动光源

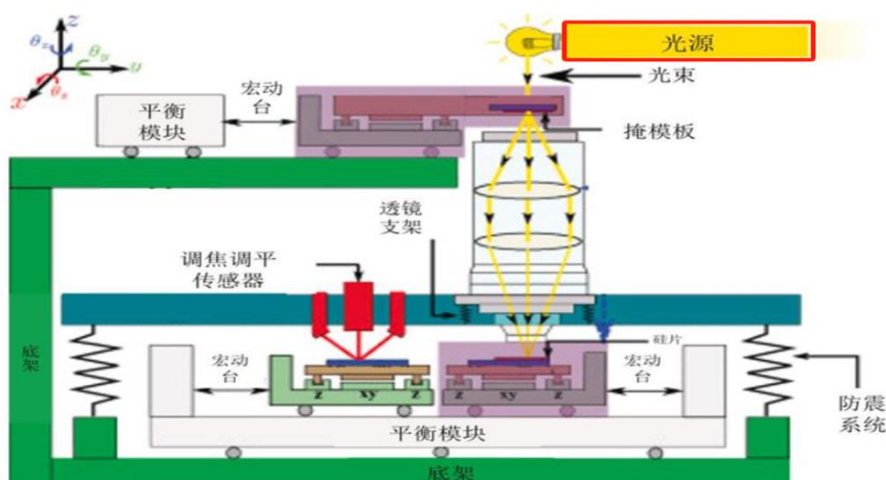


资料来源：The Journal of Physical Chemistry Letters，安信证券研究中心

光源在光刻机中具有以下作用：

1. 光源：光刻机的光源会向光板发射光线，成为曝光过程的主要来源。
2. 波长控制：精确控制光源的波长，通过改变光源的温度、电流等参数来调整波长。
3. 提高曝光效率：高强度、稳定的光源可以提高曝光效率，通过调节光源的电流、电压等参数来控制光线的强度，实现更快速和准确的曝光。
4. 保障曝光质量：光源的波长稳定、强度稳定、光斑大小均会影响曝光质量，它通常包括一系列光学元件和反馈控制系统，用于监测和控制光线的稳定性。
5. 延长光刻机使用寿命：使用合适、稳定的光源可以减少机器的损耗，避免机器因过多的光源调整而损坏。

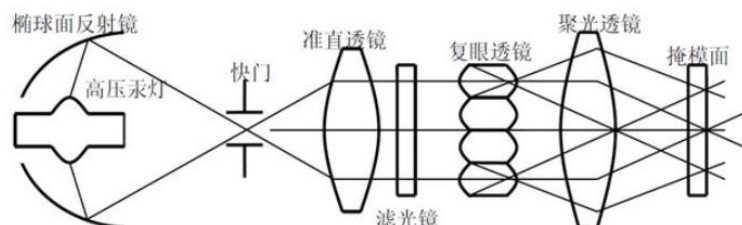
图26. 光刻机结构



资料来源：锦缎研究院，安信证券研究中心

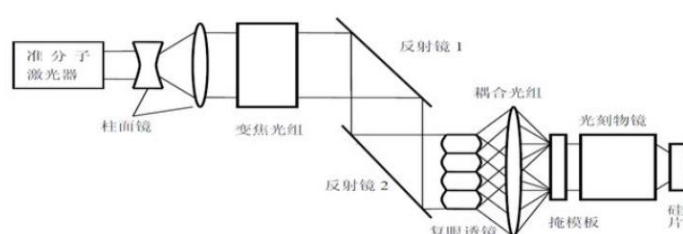
光源系统内部构造包括发光二极管（LED）和光学系统。LED 是光源系统的核心部分，它是一种电致发光的半导体材料，通过针脚作为正负电极并起到支撑作用。LED 的发光原理是，在 p 型半导体和 n 型半导体之间有一个过渡层，称为 p-n 结。当在电极上加上正向偏压之后，使电子和空穴分别注入 P 区和 N 区，当非平衡少数载流子与多数载流子复合时，就会以辐射光子的形式将多余的能量转化为光能。光学系统用于调整光线的形状和大小，以适应光刻机的物镜系统。它通常包括一系列透镜和反射镜，用于将光线聚焦成所需的光斑形状和大小。此外，控制系统用于控制光源系统的稳定性和精度。它通常包括一系列传感器和控制电路，用于监测和控制光线的波长、强度和稳定性。

图27. 高压汞灯光刻光源系统结构图



资料来源：半导体工艺与设备，安信证券研究中心

图28. 紫外激光器照明系统结构图



资料来源：半导体工艺与设备，安信证券研究中心

光源分类：汞灯、准分子激光器、EUV 光源。

1. 汞灯：作为光刻机目前最普遍的光源，汞灯发光的常见波长为 365nm 、405nm 、436nm 。对汞灯通电时，系统中电子激发产生光。此种造光方式通常会释放大量热量因此需要冷却系统维护，由于长时间释放热量，汞灯的寿命的效率也会下降。

2. 准分子激光器：准分子激光器通常用来提供深紫外光源。准分子具有激发态结合为分子、在基态离解为原子的性质。激光器利用其性质使其发生激光跃迁释放出特定波长的光。准分子激光一般分为三种：KrF (248nm)、ArF (193nm)、F2 (157nm)。

3. EUV 光源：此光源主要提供 13.5 nm 的 EUV 光。工作原理：通过高功率 CO₂ 激光照射锡 (Sn) 微滴产生光源。以 LPP 方案为例，真空腔内熔融锡液滴从发生器中喷射出来，通过低强度预脉冲撞击使其膨胀成薄饼型（薄饼锡受光面积大可明显增大光强），紧接着高强度脉冲撞击形成等离子体，最后收集镜捕获等离子体发出辐射并传递至曝光系统。

图29. OSRAM 超高压汞灯



资料来源：OSRAM 官网，安信证券研究中心

图30. XLA 105HP 激光器

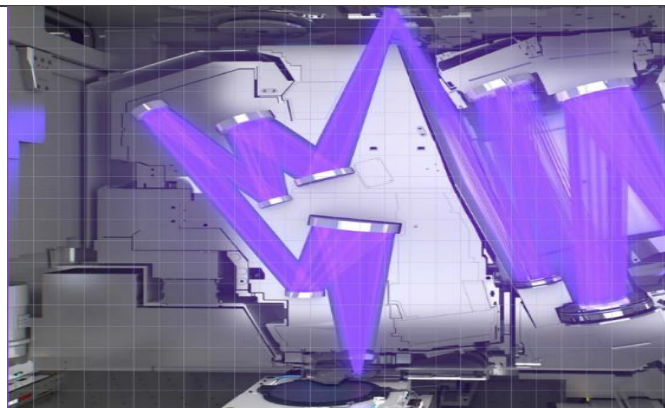


资料来源：Cymer 官网，安信证券研究中心

光刻机光源壁垒高，光刻机光源系统的技术复杂性、高精度和高稳定性要求、知识产权壁垒、供应链壁垒以及市场规模相对较小等因素，共同导致了光刻机光源的高壁垒。这些因素使得新进入该领域的企业面临较大的市场风险和不确定性，从而使得整个光刻机光源行业的竞争格局相对稳定。

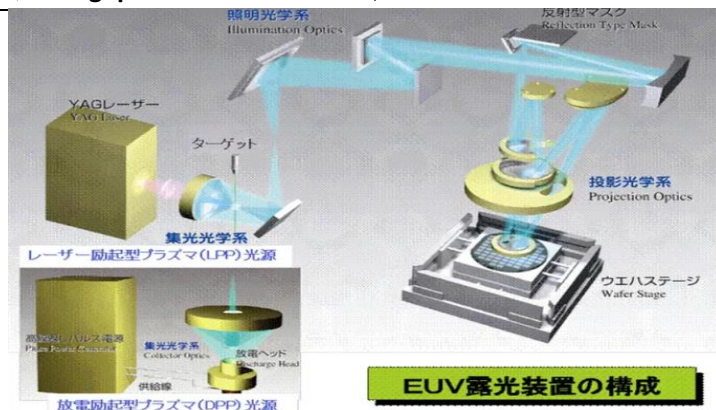
国外 Gigaphoton (EUV 光源供应商之一) 激光器功率达 27kW: Gigaphoton 成立以来一直为 ASML、Nikon 和 Canon 提供激光光源。共设计三款 EUV 光源，分别为 Proto#1、Proto#12、Pilot#1，其中 Pilot#1 为商业化应用的产品，激光器功率为 27kw，输出功率达到 250W。目前 EUV 光源只有两家公司能够生产：一家是美国 Cymer，另外一家是日本 Gigaphoton, Cymer 2013 年被 ASML 收购，目前占据了光刻机光源 80%以上的市场。目前国内而言，科益虹源可提供 193nmArF 准分子激光器，打破垄断。

图31. ASML 的 EUV 系统



资料来源：ASML 官网，安信证券研究中心

图32. Gigaphoton 的 EUV 光源系统

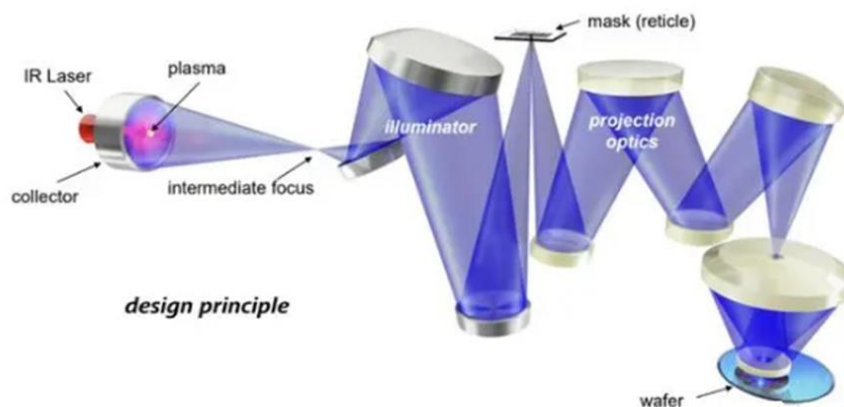


资料来源：Gigaphoton 官网，安信证券研究中心

3.3. 光学系统：为光刻机提供精确投影和高效曝光

光学系统在光刻机中发挥着至关重要的作用，是光刻机高分辨率成像的保证，直接影响着芯片制造的精度、质量和可靠性。它主要由透镜、反射镜、平凸透镜等光学元件组成，通过精确控制光线的聚焦、照明和曝光时间，将芯片设计图案高精度地投射到掩模上。具体作用包括图像显影、分辨率控制、曝光控制、稳定性与可靠性、照明控制等。

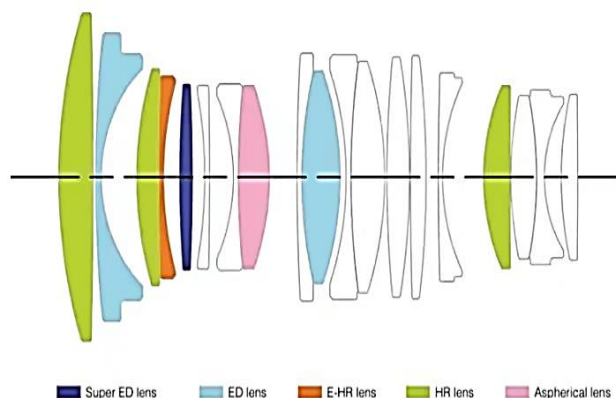
图33. 高 NA EUV 光学系统



资料来源：ZEISS 官网，安信证券研究中心

光学系统=照明系统+投影物镜。其中照明系统通过调整光的形状、对光束进行扩束、控制曝光剂量与提升光的均匀度从而提供稳定照明；投影物镜分为接触式和非接触式，功能是将掩模版图案倍缩并投影聚焦在晶圆上。

图34. 摄像机物镜内部结构



资料来源：ASML, ZEISS 官网，安信证券研究中心

图35. 投影物镜



资料来源：ZEISS 官网，安信证券研究中心

光学系统是光刻机中重要的部分之一，主要包括以下几种类型：

1. 投影光学系统

投影光学系统是光刻机中应用最广泛的光学系统之一。它利用光源、透镜、反射镜等组件，将掩模上的芯片图案缩小并映射到硅片上，从而实现芯片制造。

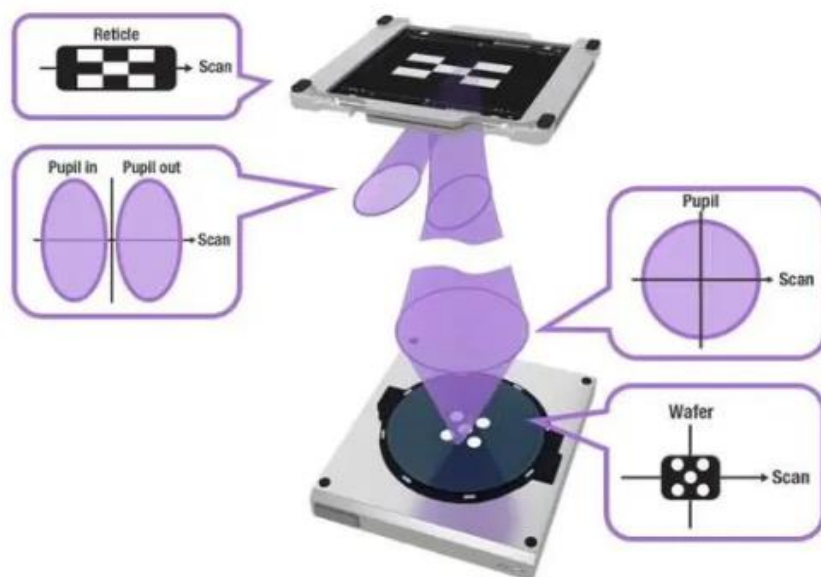
2. 扫描光学系统

扫描光学系统是一种新型的光学系统，它采用高速扫描的方式将掩模图案投影到硅片上。扫描光学系统具有高速、高精度和高稳定性等优点，已经成为现代芯片制造中不可或缺的重要设备。相较于传统的投影光学系统，扫描光学系统具有更高的制造效率和更高的精度。

3. 干涉光学系统

干涉光学系统是一种基于干涉原理的光学系统，它利用光的干涉来实现芯片图案的制造。干涉光学系统具有高精度和高稳定性等优点，已经成为一些特殊领域，如微纳制造、光子晶体制造等中不可或缺的重要设备。

图36. 第二代 EUV 光学曝光的图形拼接技术



资料来源：ZEISS 官网，安信证券研究中心

技术壁垒而言，分为以下 2 个方面：

投影物镜：随着分辨率要求不断提高，投影物镜需要不断叠加才能满足要求，光学材料、加工已经接近工业极限，所以技术提升难度较大。

照明系统：对光有三个要求，分别是光均匀度、光形状的调整、扫描条形光的控制。

就供应商而言，国内投影物镜供货商为茂莱光学，分辨率达到 30nm 以下，而国外的 ZEISS 分辨率小于 0.25nm；而光学晶体方面，福晶科技可供 LBO 晶体、BBO 晶体、Nd:YVO4 晶体、磁光晶体，而 Cristal Laser S.A. 公司可供 KTA 晶体、RTP 晶体、LBO 晶体、BBO 晶体；激光器方面，炬光科技光源不均匀度控制在 1% 以下，国外 FLSBA 的光源不均匀度在 3%~5%。

图37. 福晶科技 LBO 晶体



资料来源：福晶科技官网，安信证券研究中心

图38. 炬光科技半导体激光元器件



资料来源：炬光科技官网，安信证券研究中心

3.4. 双工台：助力光刻机实现高效并行处理

双工台系统在光刻机中扮演了重要角色，有效提升了光刻机的生产效率。传统光刻机只有一个工件台，所有的步骤，如晶圆的上下片、测量、对准和曝光，都是顺序进行的。然而，双工台系统的设计使得大部分的测量和校正工作可以与曝光工作并行进行。以 TWINSKAN 双工件台为例，当一号工作台在曝光位置进行步进扫描曝光时，二号工作台可以在测量位置完成硅片的上下片、三维形貌测量等工作。一旦一号工作台完成硅片的曝光，两个工作台再交换位置和职能，如此循环往复，实现了硅片的高效曝光。因此，双工台系统的设计显著提高了光刻机的产能。

图39. 双工件台示意图

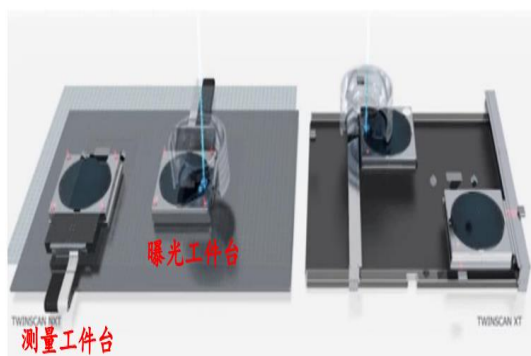
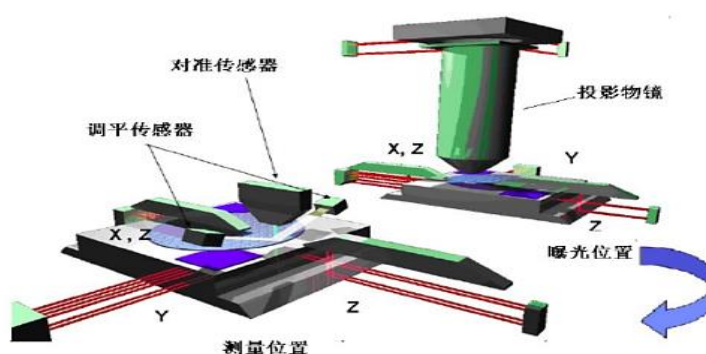


图40. TWINSKAN 双工件台内部结构



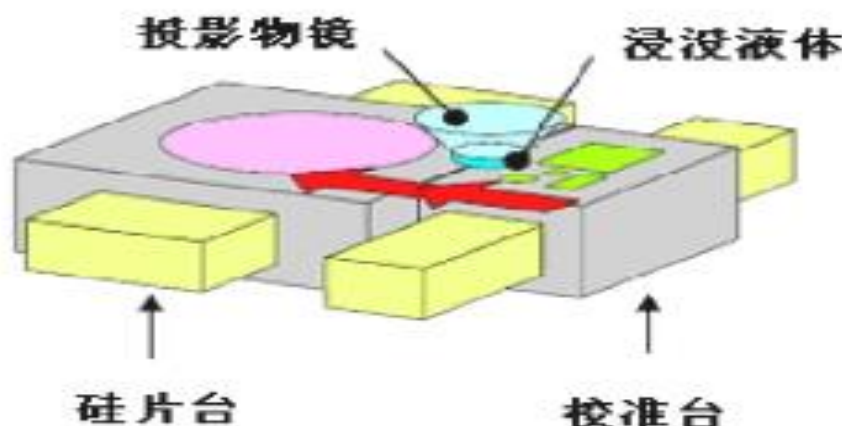
资料来源：ASML 官网，安信证券研究中心

资料来源：半导体设备与材料，安信证券研究中心

双工台内部构造主要包括以下几个主要部分：

1. 双工台载台：双工台载台是双工台系统的核心部件，它承载着硅片在光刻机中的运输和定位任务。双工台载台通常由高精度的机械结构组成，以确保在光刻机工作过程中的精度和稳定性。
2. 定位系统：双工台系统的定位系统是用来确定硅片在载台上的位置和姿态的。它通常由一系列的传感器和执行器组成，可以实现对硅片的精确控制和调整。
3. 搬运系统：双工台系统的搬运系统是用来将硅片在载台之间进行转移的。它通常由一系列的机械手臂和驱动器组成，可以实现对硅片的快速和准确的搬运。
4. 控制系统：双工台系统的控制系统是用来控制整个系统的运动和工作的。它通常由一系列的控制器和传感器组成，可以实现对系统的精确控制和调整。
5. 安全系统：双工台系统的安全系统是用来保证系统在工作过程中的安全性的。它通常由一系列的安全传感器和执行器组成，可以实现对系统的安全监控和控制。

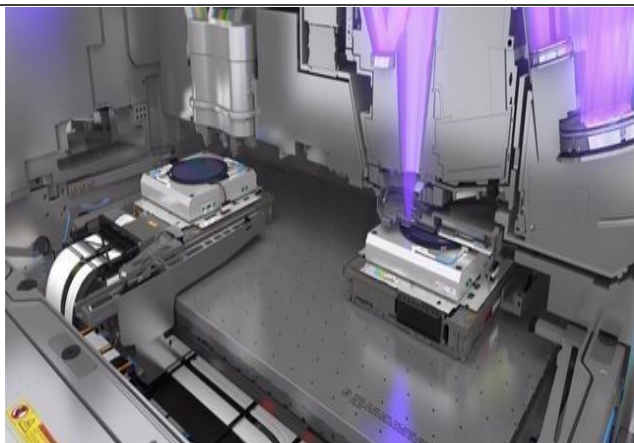
图41. Nikon 基于 Tandem Stage 的双工件台光刻机



资料来源：ZEISS 官网，安信证券研究中心

评价双工件台的技术水平主要是晶圆的转移速度和对准精度，而其技术壁垒也是主要来自这2方面。就转移速度而言，要满足 DUV 光刻机曝光成像速度，晶圆平台需以 7g 加速度移动才能匹配成像速度。而双工件台对于精度要求也很高。其一是芯片在制造中由于需要叠加所以会产生偏移，一般是数千纳米的偏移，而对精度要求是 1-2nm；其二由于晶圆表面高低不平，晶圆表面不同位置的光阻高度相差 500nm 以上，精度要求小于 100nm。目前国内能供货双工件台的只有华卓精科，可用于 65nm 光刻机应用；而 ASML 可供货亚纳米光刻机工件台。奥普光电的光栅编码器（用于测量对准精度）精度可达 1um/m，国外海德汉公司精准度为 2um/m。

图42. ASML 双工件台



资料来源：ASML 官网，安信证券研究中心

图43. 国产双工件台



资料来源：华卓精科官网，安信证券研究中心

4. 相关标的

4.1. 茂莱光学：国内工业级精密光学龙头，半导体、AR/VR 成长空间广阔

茂莱光学成立于 1999 年，2015 年 6 月 1 日，茂莱光学完成股改变更为股份公司，并于 2023 年 3 月 9 日在上交所上市。公司是国内领先的精密光学综合解决方案提供商，专注于精密光学器件、光学镜头和光学系统的研发、设计、制造及销售。目前公司产品主要为定制化工业级精密光学产品，主要覆盖六大细分应用场景，包括半导体、生命科学、航空航天、无人驾驶、生物识别、AR/VR 检测。从客户结构来看，公司客户遍布中东、美国、欧洲等地，各下游领域核心客户包括 Align、华大智造、Camtek、KLA、上海微电子、Microsoft、Meta 等大型企业。

图44. 茂莱光学公司发展历程



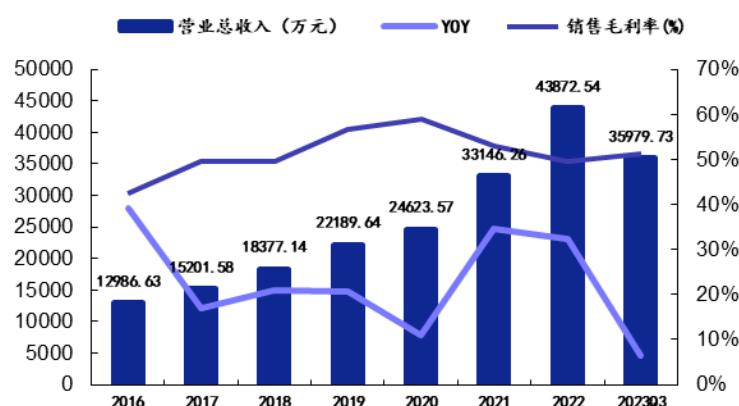
资料来源：茂莱光学招股书，安信证券研究中心

从公司的财务数据来看，公司业务发展迅速，收入规模不断扩大，市场份额持续提升。2020-2022 年，公司营业收入分别约为 2.46 亿元、3.31 亿元和 4.39 亿元，归母净利润分别为 0.42

亿元、0.47 亿元、0.59 亿元。从公司营业总收入来看，2016 年至 2022 年公司营业总收入实现了七连增，归母净利润也呈现上升趋势。从业务类型来看光学器件、光学镜头和光学系统占据公司 98.23% 的营收，其中光学器件营收占比在降低而技术更先进的光学系统营收占比相对提升。从公司下游应用领域收入来看，生命科学、半导体及 AR/VR 检测是公司前三大下游应用，公司半导体与生命科学领域产品销售提升较快，而航空航天业务收入占比在不断降低。

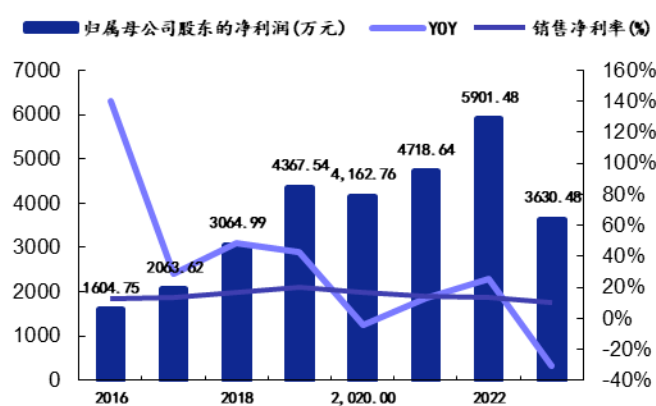
2023Q3 公司实现营收 1.21 亿元，同比-7.89%，环比+5.73%；实现归母净利润 0.08 亿元，同比-70.83%，环比-47.32%。公司 Q3 营收同比下降，归母净利润大幅下降主要系公司对半导体领域保持高强度投入，导致管理/研发费用大幅提升。分下游应用来看，公司前三季度半导体、生命科学、AR/VR 检测生物识别、航空航天、无人驾驶领域收入占比分别为 35.35%、29.32%、9.63%、8.85%、5.68%、3.34%。其中半导体和航空航天领域需求旺盛，半导体收入同比增长 46.71%，航空航天收入同比增长 62.96%。

图45. 茂莱光学营收及同比增速（单位：万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

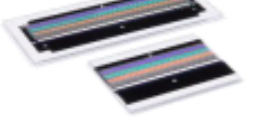
图46. 茂莱光学归母净利润及同比增速（单位：万元）

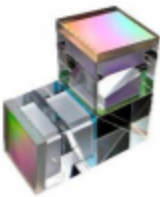


资料来源：Wind，安信证券研究中心

从公司产品结构来看，公司主要为客户提供定制化的精密光学器件、光学镜头和光学系统。光学镜头方面公司透镜、平片、棱镜应用于光刻机，客户有康宁集团、上海微电子等，并为半导体检测设备提供高精度镜头、光学系统等，客户有Camtek、KLA等，配套国内主流设备公司。在精密光学器件方面，茂莱光学凭借其精湛的研发和制造技术，能够提供包括透镜、棱镜和平片（包括多光谱滤光片、荧光滤光片、太空反射镜等）在内的精密光学器件。这些器件具有高面型、高光洁度、高性能镀膜等优秀特性，被广泛应用于光刻机、高分卫星、探月工程、民航飞机等国家重大战略发展领域。公司研发的 DUV 光学透镜已应用于 SMEE 国产光刻机中，公司半导体检测设备光学模组供货 KLA。

表3：茂莱光学主要产品

精密光学器件	产品图示	产品介绍
半导体 DUV 光学透镜		产品选用高纯度石英、CaF2 材料，经由高质量抛光、半导体紫外光谱段镀膜后可实现高面型与表面光洁度，口径在 100mm-300mm，达到深紫外波段要求。
窄带多光谱滤光片		该产品可将多个谱段滤光区域集成于同一片基底材料上，产品平均透过率达 92%，具有高陡度、带外响应小、谱段之间的防干扰间隔小等特点，可满足我国资源调查、天文气象等方面的遥感需求。

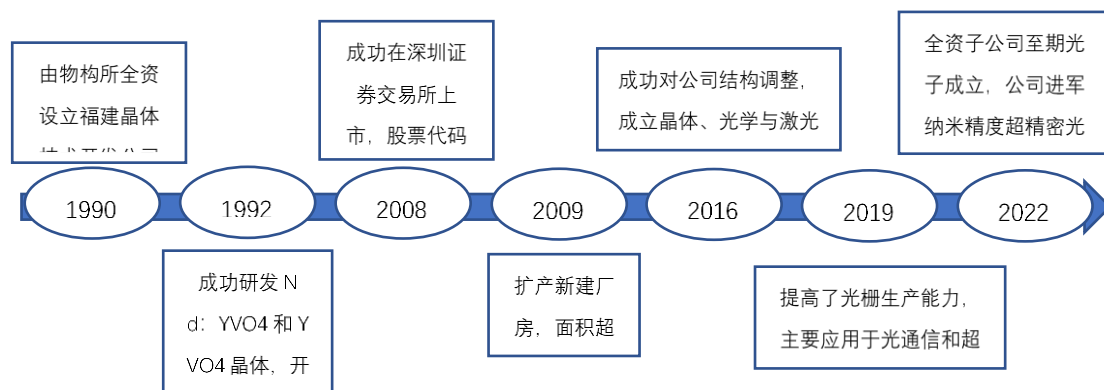
高精度干涉组合镜		该产品主要功能为改善光学系统像质，减少光能损失，增加成像清晰度，保护刻度面。公司所使用的光胶技术可实现最多 10 个光学器件的胶合，光学平行差在 2" 以内，实现干涉，保证检测精度。
精密光学镜头	产品图示	产品介绍
显微物镜系列		该产品主要功能为显微成像，倍率涵盖 2X-30X，齐焦距离 45、60、95mm，工作波长覆盖 360nm~1,100nm，在 20X 物镜系列中分辨率可达到 335nm，视场 1.25mm。
3D 检测镜头		该产品主要功能为实时在线检测，满足在线检测紧凑化、小型化、易配置的要求。该系列镜头具备超小工作距离、大景深、大视场、大相对孔径的特点，根据使用要求，还可以内置分光棱镜、偏振器件等。
紫外镜头		该产品为 I-line 谱段 (365nm) 使用的紫外高端镜头，具有分辨率高、数值孔径值大的特点，可以对紫外光学系统的色差进行校正，保证系统良好的性能。
光学系统	产品图示	产品介绍
基因测序光机引擎		产品包含物镜、筒镜及照明组件，同时配置相应的自动对焦系统以及移动平台，通过生物荧光滤光片组可对检测谱段进行筛选，精准定位碱基。该产品主要功能为探索目标对象基因序列，实现筛选特征片段、针对性治疗/识别特征基因片段等生物学研究及应用。
半导体检测光学模组		该产品具备视场范围广、测试分辨率高的特点，通过模块化的设计，帮助客户降低整个测试系统的成本和维护频率，且大幅减少了维护时间，同时使检测仪器对微小缺陷的控制能够达到较高的水平。
AR/VR 光学检测设备		该产品包含成像质量测试模块、视差测试模块、自动对准模块、被测物夹持六维调整模块、防碰撞传感器模块等，为 AR/VR 可穿戴设备的研发/生产各阶段提供多功能/可自动化的一站式测试。可进行亮度、色度、对比度、均匀度、像素和线条缺陷等标准测试，以及用于 AR/VR 显示分析的测试，包括倾斜边缘对比度、图像失真以及图像残留等测试。

资料来源：茂莱光学招股说明书，安信证券研究中心

4.2. 福晶科技：全球光学晶体龙头，精密光学元件广泛布局 VR/AR、半导体设备等领域

福晶科技 1990 年由中国科学院福建物质结构研究所（简称：中国科学院物构所）出资设立，2008 年 3 月福晶科技股份有限公司在深圳中小板上市。公司主要从事晶体元器件、精密光学元件及激光器件等产品的研发、生产和销售。公司深耕非线性光学晶体三十余年，是全球知名的 LBO 晶体、BBO 晶体、Nd:YVO4 晶体、磁光晶体、精密及超精密光学元件、高功率光隔离器、声光及电光器件的龙头厂商。公司是国内少数能够提供“晶体+光学元件+激光器件”一站式综合服务的供应商。公司产品不断丰富，下游应用逐步拓宽，客户覆盖全球龙头厂商，包括相干、通快、光谱物理和锐克激光等。

图47. 福晶科技发展历程

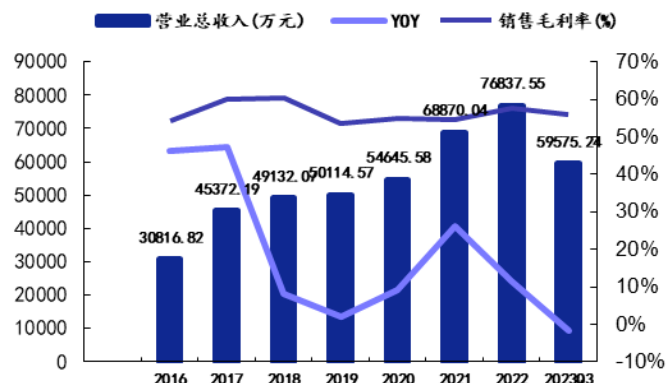


资料来源：福晶科技官网，安信证券研究中心

从公司的财务数据来看，2022 年度，公司实现营业收入 7.68 亿元，同比+11.57%，公司营业收入保持九年增长，主要原因为公司在激光行业上游，近年来受到国内激光行业迅速发展，客户需求旺盛。公司 2022 年实现归母净利润 2.26 亿元，同比+18.30%，公司不断拓展产品线，下游应用遍布激光行业、光通信、汽车电子、消费电子等领域。

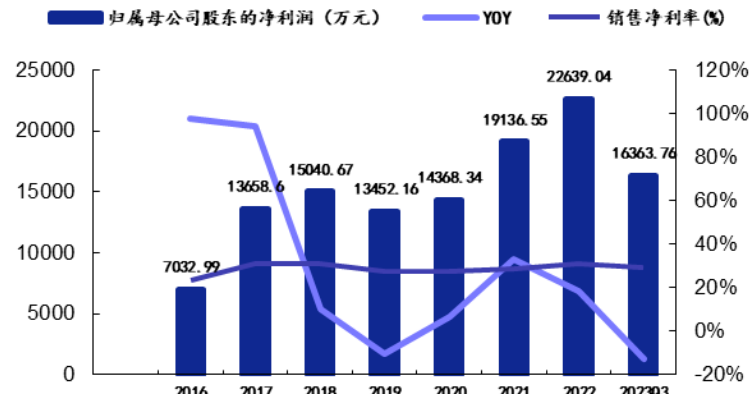
2023 年 Q3 公司实现营业收入 2.07 亿元，同比略微下降；归母净利润 0.53 亿元，较去年同比-26.49%。公司 Q3 业绩有所下降，主要系公司加大对于生物医疗、半导体、光通信等新应用领域布局力度，从而使费用端出现较大增长。从盈利能力来看，23Q3 公司销售毛利率、净利率分别为 55.98%，29.07%，相较去年同比均有下降。

图48. 福晶科技营收及同比增速（单位：万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图49. 福晶科技归母净利润及同比增速（单位：万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

福晶科技，作为激光行业上游的主要业务提供商，公司的产品涵盖了晶体元器件、精密光学元件和激光器件三大类别。福晶科技的光学元件可以用于制造光刻机中的光学部分，包括投

影镜头和显微镜等关键部件。公司与中科晶创、物构所投资设立福建睿创光电科技有限公司，开展衍射光学及微光学等产品的开发、生产和销售业务，衍射光学元件(Diffractive Optical Elements, DOE)是光刻机中一系列可动的镜片，主要用于产生光刻所需要的光源。目前公司产品间接供货给 ASML。

表4：福晶科技主要产品

产品名称	产品图示	产品介绍
非线性光学晶体、激光晶体、双折射晶体、磁光晶体、声光及电光晶体、闪烁晶体等		产品主要用途为作为固体激光器的工作物质、非线性频率转换、磁光材料、电光材料等。产品主要细分应用市场为固体激光器、光纤激光器等
非球面透镜、球面透镜、柱面透镜、反射镜、窗口片、棱镜、波片、偏振镜、分光镜、光栅等		产品主要用途为应用于激光器谐振腔、准直聚焦、光路传输、光束整形、偏振转换、分光合束等。产品主要细分应用市场为固体激光器、光纤激光器、光通讯、AR/VR、激光雷达、半导体设备、光学检测设备、分析仪器、生命科学等
磁光器件、声光器件、电光器件、驱动器、光开关、光学镜头(扫描场镜、扩束镜)、光纤传输器件等		产品主要用途为光纤与固体激光器的声光调制器、电光调制器、Q 开关、隔离器等。产品主要细分应用市场为固体激光器、光纤激光器、光通讯等

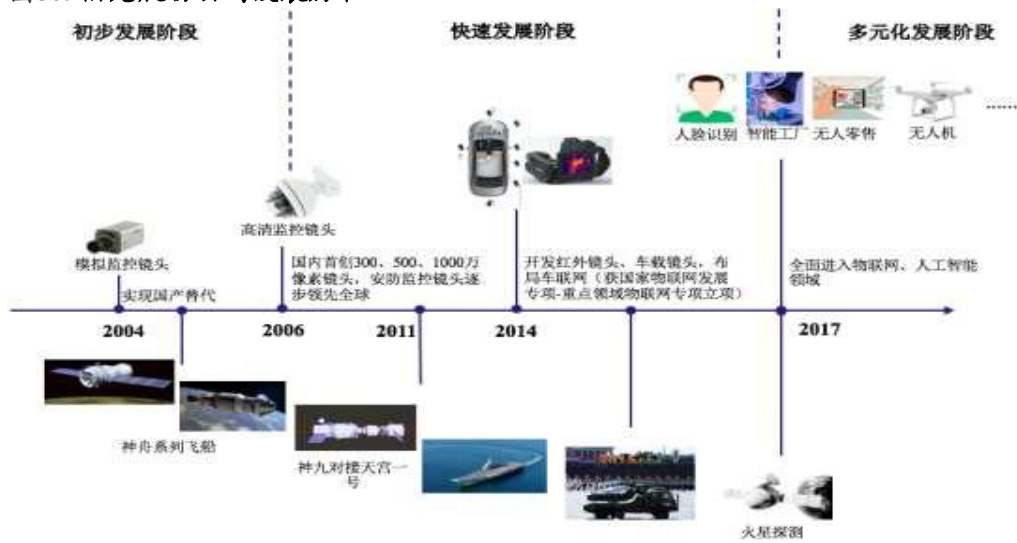
资料来源：福晶科技招股书，安信证券研究中心

4.3. 福光股份：航天级高端镜头领导者，引领 AI、泛半导体超高精密光学国产替代

福光股份源于国营八四六一厂，成立于 2004 年，并于 2020 年 2 月 26 日在上交所科创板成功上市。是集研发、生产、销售于一体的光学产品制造商。通过多年的技术积累和产品升级，福光股份已经具备了较强的研发实力，并成功开发了一系列高性能的光学产品。其中包括 1.5 亿像素超高清连续变焦镜头、共口径双光谱连续变焦镜头以及轻量化特种一体机变焦镜头、一系列轻量化特种一体机变焦（22x、30x、36x）镜头，目前已完成 30x 特种一体机变焦镜头样机的研制、20X、30x 超长焦 K 级（130 万像素）高清中波红外变焦镜头及轻小型大视场 K 级高清中波红外变焦镜头样机等。公司主要产品包括光学镜头、光学元组件、激光器及激光光学组件等，可广泛应用于安防、科研、工业、医疗、航空航天、半导体等领域。客户方面，公司为客户提供“定制产品”与“非定制产品”两大系列。其中“定制产品”系列主要包括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。核心客户包括海康威视、华为、博世、霍尼韦尔、大华股份等知名企业。

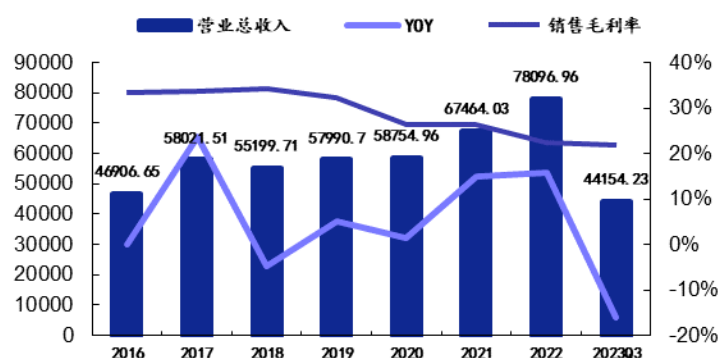
图50. 福光股份公司发展历程



资料来源：福光股份招股书，安信证券研究中心

从公司的财务数据来看，公司业务发展迅速，营业收入呈现扩大态势。2020-2022年，公司营业收入分别约为5.88亿元、6.75亿元和7.81亿元，归母净利润分别为0.51亿元、0.45亿元、0.29亿元。公司2022年整体营业收入较上年同期+15.76%，归母净利润较上年同期-35.05%，主要系公司对房屋建筑物及设备进行投入，导致本期固定资产折旧及长期资产摊销较上年同期增加2,965.06万元；公司人才激励致本期新增股份支付费用338.52万元及职工薪酬较上年同期增加1,097.99万元。2023Q3公司实现营业收入1.38亿元，同比-34.74%；归母净利润-0.33亿元，较去年同比-5.08%。公司Q3营业收入出现较大下滑原因主要系市场出现周期性波动、客户生产计划延期与国际国内非定制光学镜头需求的减少。

图51. 福光股份营收及同比增速（单位：万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

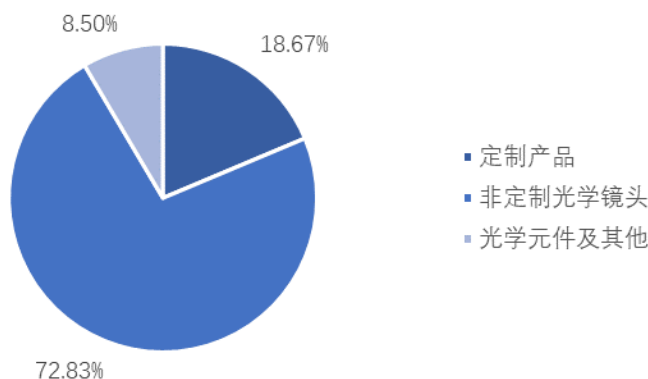
图52. 福光股份归母净利润及同比增速（单位：万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

从公司的整体营收数据来看，2022年公司主营业务实现营业收入7.76亿元，同比增长16.37%，其中定制产品业务营收1.45亿元，较上年同比增加85.81%，占总营收18.67%，产品毛利率为43.76%。非定制光学镜头业务营收5.65亿元，较上年同比增加6.30%，占总营收72.83%，产品毛利率为16.01%。光学元件及其他业务营收0.66亿元，较上年同比增加15.34%，占总营收8.5%，产品毛利率为29.30%。

图53. 2022 年福光股份营收占比



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

公司依托于在光学镜头行业的技术研发积累,公司加工的球面镜片、非球面镜片、二元曲面、离轴面、不规则透镜和自由曲面形状误差可达 0.1 μ m,表面粗糙度可达 1nm,处于国内先进水平。镀膜技术方面,全介质高反膜<99%;漂移量<1nm,整炉均匀性<5nm。

据公司投资者关系活动记录表,公司精密及超精密加工实验中心建设项目于 2022 年 3 月结项,该项目可进行红外镜片加工、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光学镜头和光学系统。公司为航天级高端镜头以及军用光学核心供应商,公司研发光刻机等半导体设备镜头镜片等产品,并配合国内行业客户研发。

表5: 福光股份核心技术

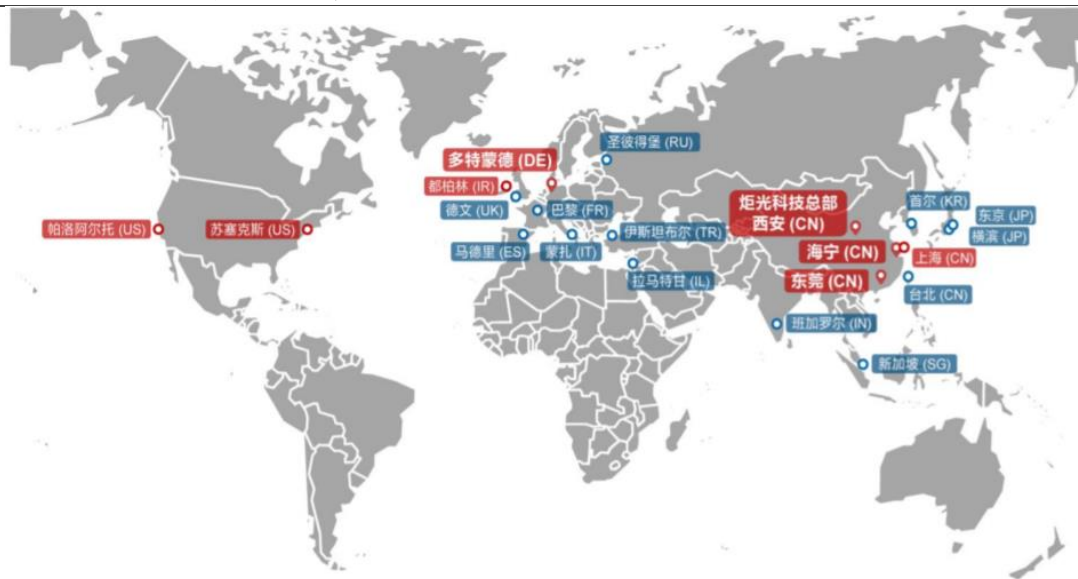
核心技术	技术先进性及具体表征
大口径透射式天文观测镜头的设计与制造技术	在大口径、长焦距(更远)的情况下,同时具备大视场角(更广)与大相对孔径(获取光能的能力更强)的技术特点,填补我国天文观测、空间目标精确定位系统探测能力的空白。
复杂变焦光学系统设计技术	可满足短焦(近距离)情况下视场角更大(更广),及长焦(远距离)情况下图像更清晰的需求,且具有在变焦过程中,可保持图像全程清晰的技术特点。在国内率先替代日本进口产品,拥有二组元到多组元的设计技术,掌握校正特殊二级光谱(消除色差,使图像更清晰)的设计技术,特别是在高变倍比(焦距变化范围广,可满足更多使用场景需求)、长焦距(更远)变焦镜头的设计等领域,具备完整的工艺加工流程。
多光谱共口径镜头的研制生产技术	实现多光谱共口径清晰成像,光谱范围覆盖面广,包括紫外光、可见光、多波段红外光及激光等,同时具备多光谱镜头系统集成技术,提高无人机光电吊舱等武器系统性能。
小型化定变焦非球面镜头的设计及自动化生产技术	非球面镜头提高光学性能,突破球面镜片成像局限性,具有清晰度高、体积小、重量轻的特点,解决了大光圈镜头象差补偿(即解决图像亮度和图像模糊的矛盾)、超广角镜头的影像扭曲补偿(即解决图像更广和图像扭曲的矛盾)、以及定变焦镜头的小型化技术,在军民领域均有广泛运用空间。

资料来源: 福光股份招股书, 安信证券研究中心

4.4. 炬光科技：稀缺激光元器件厂商，激光雷达+泛半导体+医美多产业布局

西安炬光科技股份有限公司成立于 2007 年 9 月，深耕激光行业十余年，在上游半导体激光元器件细分领域已具有一定技术优势和市场地位，公司正在向行业中游光子应用模块和系统及汽车应用激光雷达拓展。汽车领域，公司已获得国内两家定点项目，并在积极推进与海外客户的定点落地，同时已与 B 客户达成解决协议；半导体应用领域，公司逻辑晶圆、功率半导体退火等实现了进口替代，叠加合肥募投项目有序推进，有望形成新增长点；医美领域，海外 Cyden 客户有望在 2024 年完成临床试验，公司产品批量出货；2021 年 12 月公司 IPO 成功，于科创板上市并募资 17.7 亿元用于微光学应用、激光雷达发射模组产业化等项目，炬光科技有望开启高速发展新阶段。炬光科技基于上游卡脖子的行业位置，积极布局中游光子应用解决方案。目前炬光科技拥有半导体激光、激光光学、光学系统、汽车应用（激光雷达）四大业务，为固体激光器、光纤激光器生产企业和科研院所，医疗美容设备、工业制造设备、光刻机核心部件生产商，激光雷达整机企业，半导体和平板显示设备制造商等提供核心元器件及应用解决方案，产品逐步被应用于先进制造、医疗健康、科学研究、汽车应用、信息技术五大领域。公司的客户包括德国大陆集团、Velodyne LiDAR、Luminar、上海微电子、台积电、韩国 LG 电子等。

图54. 炬光科技销售网络遍布全球

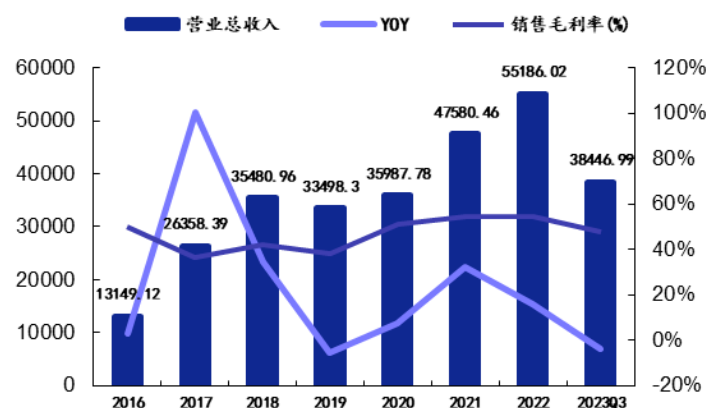


资料来源：炬光科技公司官网，安信证券研究中心

从公司的财务数据来看，公司业务发展迅速，收入规模不断扩大，市场份额持续提升。2020-2022 年，公司营业收入分别约为 3.60 亿元、4.76 亿元和 5.52 亿元，归母净利润分别为 0.35 亿元、0.68 亿元、1.27 亿元。公司 2022 年主营业务收入同比增长 16.31%，销售净利率同比增加 9.25pct；从公司的产品类别来看，报告期内，计算机、通信和其他电子设备制造业取得营业收入 5.49 亿元，为公司的主要收入来源，毛利率较上年减少 0.08pct。分产品来看，半导体激光元器件和原材料营业收入为 2.28 亿元，同比上年营收+30.93%，毛利率为 48.45%；激光光学元器件营业收入 2.29 亿元，同比上年营收+2.96%，毛利率为 60.23%；泛半导体制成解决方案营业收入 0.61 亿元，较上年同比+68.70%，毛利率为 63.01%；汽车应用解决方案营业收入与医疗健康解决方案营业收入分别为 0.29 亿元和 0.02 亿元。

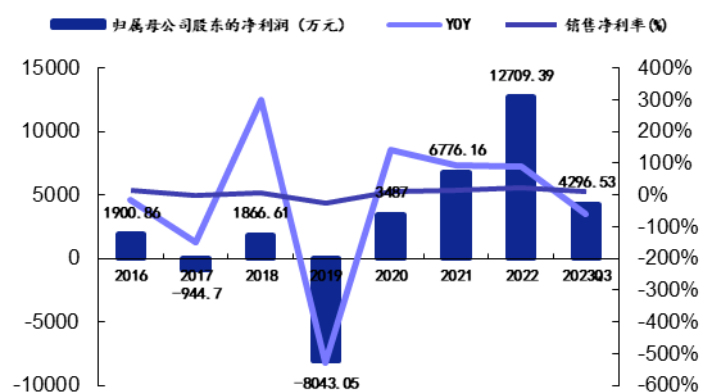
2023 年 Q3 公司实现营业收入 1.45 亿元，同比+6.87%，环比+17.74%；归母净利润 0.17 亿元，较去年同比-56.13%，环比+48.78%。从盈利能力来看，2023Q3 盈利能力有所修复，销售毛利率 47.48%，环比+4.75pct。

图55. 炬光科技营收及同比增速（单位：万元）



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

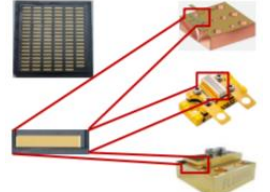
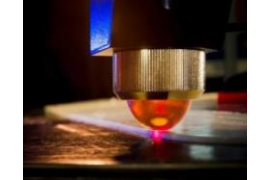
图56. 炬光科技归母净利润及同比增速（单位：万元）



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

公司在投资者互动平台表示，公司为荷兰 ASML 核心供应商 A 公司提供光刻机用和半导体晶圆退火核心元器件，最终应用于全球高端光刻机生产商的核心设备；近年来光场匀化器产品也应用于国内主要光刻机研发项目和样机中。公司根据客户的不同型号需求，匹配不同波长的光场匀化器，目前产品已经用于 KrF, ArF, ArF 浸没式等 DUV 光刻机。

表6: 炬光科技半导体激光核心技术

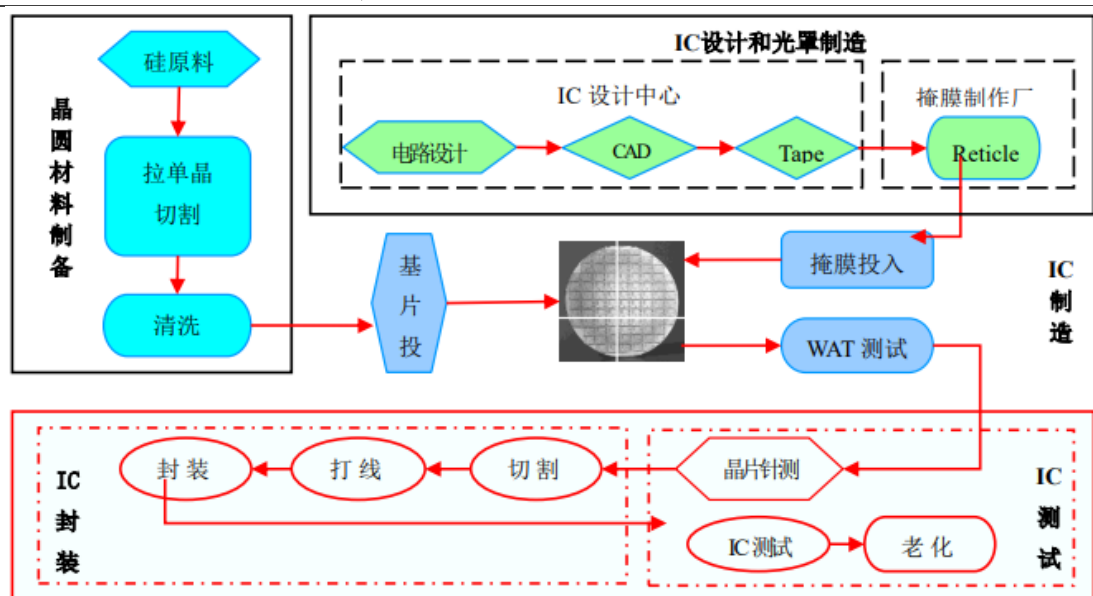
产品名称	应用设备	产品介绍
光场匀化器		主要解决激光光场不均匀的问题。激光光场强度不均匀会造成在半导体晶圆表面曝光不均，影响晶圆加工的成品率。通过光场匀化器对激光光斑进行匀化，可实现对半导体晶圆表面均匀曝光，提升良率
微光学晶圆		微光学晶圆可按照客户需求切割出多个微光学透镜
AMM 预制金锡薄膜铜钨热沉		解决了激光二极管芯片键合工艺中导电导热性能优化和热应力控制问题，实现了高功率半导体激光器关键原材料的国产替代
光束转换器		将激光阵列芯片每个发光点发出的光进行光学整形，从而使光束更容易耦合进入光纤，形成光纤耦合高功率半导体激光模块
耦合器		系统研究了高功率半导体激光器性能稳定性机制，提出了扩散阻碍层优化结构，开发了相应的制备工艺技术，大大提高了键合界面的可靠性与稳定性。

资料来源: 炬光科技公司官网, 安信证券研究中心

4.5. 晶方科技：晶圆级封装龙头，汽车摄像头、微型光学镜头、GaN 器件打开成长空间

晶方科技成立于 2005 年，2006 年就成立了国内首家晶圆级封装厂，2014 年上市之初就是中国大陆首家、全球第二大能为影像传感芯片提供 WLCSP 量产服务的专业封测服务商。公司作为晶圆级硅通孔（TSV）封装技术的领先者，重点聚焦以影像传感芯片为代表的智能传感器市场，封装的产品主要包括 CIS 芯片、TOF 芯片、生物身份识别芯片、MEMS 芯片等，广泛应用于智能手机、安防监控数码、汽车电子等市场领域。公司在车载摄像头领域布局多年，公司子公司 Anteryon、晶方光电具备全球领先的微型光学设计、研发与制造等核心能力，在半导体、汽车、工业自动化等诸多市场领域具有广阔应用前景。随着公司技术的发展，一方面公司混合光学镜头领域的核心优势持续提升，并在欧美地区进一步拓展其在工业、汽车等优势应用领域的市场规模；另一方面微型光学镜头顺利获得海外 TIE1 客户认证，在汽车智能投射领域实现规模量产，并可在汽车大灯等车用智能交互系统提供定制化的微光学解决方案。公司为全球 CIS 芯片封测龙头，汽车领域布局深厚，深度绑定豪威、索尼等龙头厂商，未来有望持续受益汽车 CIS 市场高增长。

图57. 集成电路封装在产业链中的角色



资料来源：晶方科技招股书，安信证券研究中心

从公司财务数据来看，2020-2022 年，公司营业收入分别约为 11.04 亿元、14.11 亿元和 11.06 亿元，归母净利润分别为 3.82 亿元、5.76 亿元、2.28 亿元。公司 2022 年营收下降主要系下游消费电子需求疲软与行业产能过剩库存高企导致影像传感器细分市场景气度疲软。

2023 年 Q3 公司实现营业收入 2.00 亿元，同比-21.65%；归母净利润 0.34 亿元，较去年同比+14.22%。公司 Q3 业绩下滑主要系下游手机等消费电子需求疲软与行业产能过剩库存高企导致公司整体封装业务营收出现下滑。展望长期，随着下游消费市场逐渐复苏，公司在车载摄像头封装、微型光学器件制造等新领域的开发拓展，相应业务规模与生产能力持续增强，有望打开新的业绩增长点。

图58. 晶方科技营收及同比增速（单位：万元）

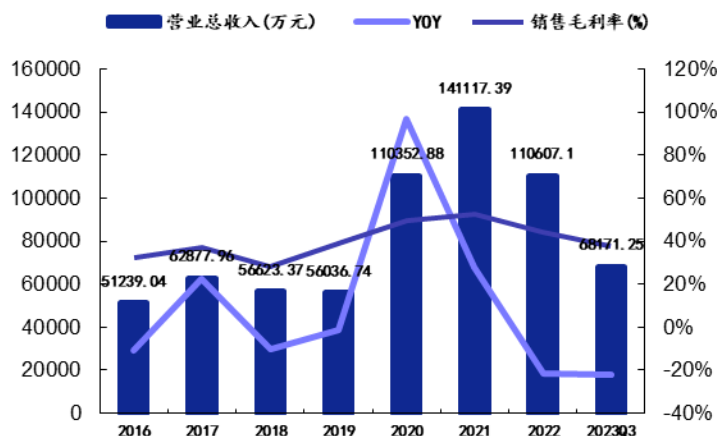
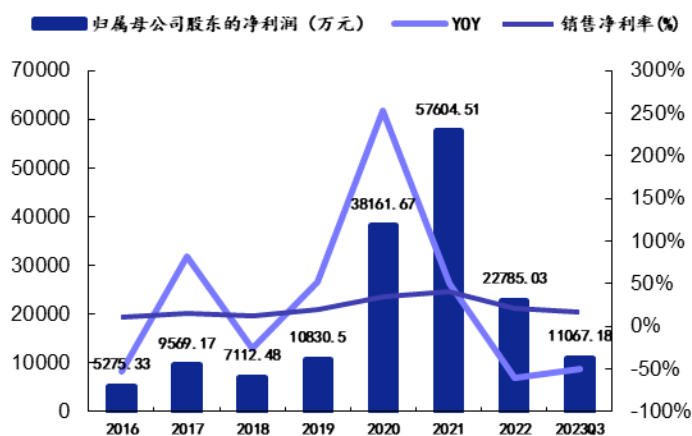


图59. 晶方科技归母净利润及同比增速（单位：万元）

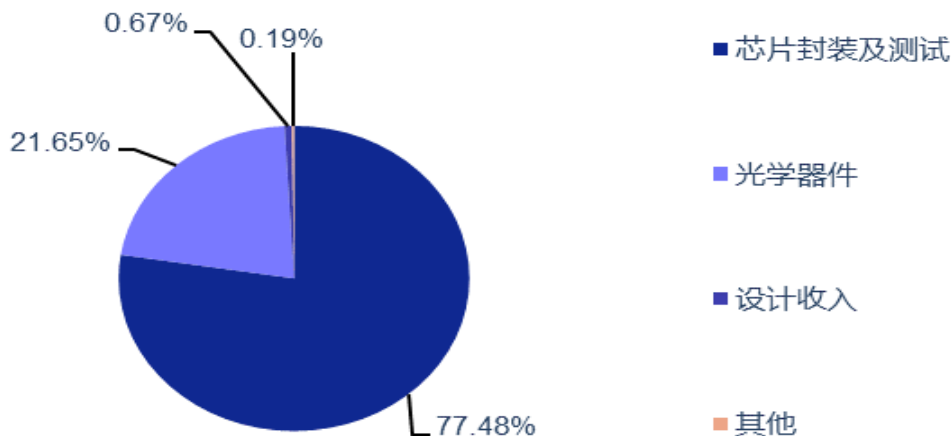


资料来源：Wind，安信证券研究中心

资料来源：Wind，安信证券研究中心

分产品来看，芯片封装及测试 22 年营收 8.57 亿元，同比下降 33.46%，主要系手机等消费类电子市场不景气影响，封装订单与出货量减少所致；光学器件 22 年营收 2.39 亿元，同比上升 129.39%，主要是得益于半导体设备、智能制造、农业自动化市场需求的增加，混合镜头业务规模持续稳步增长，同时公司晶圆级微型光学器件（WLO）业务在车用智能交互领域的商业化应用规模显著提升所致。从 Q4 单季度来看，2022 年 Q4 实现营业收入 2.31 亿元，环比下降 9.41%；实现归母净利润 0.07 亿元，环比下降 76.67%，Q4 业绩环比仍有所下降。2023 年公司积极调整产品结构，持续发力车载摄像头封装、微型光学器件制造等新领域的开发拓展，相应业务规模与生产能力持续增强，有望打开新的业绩成长点。

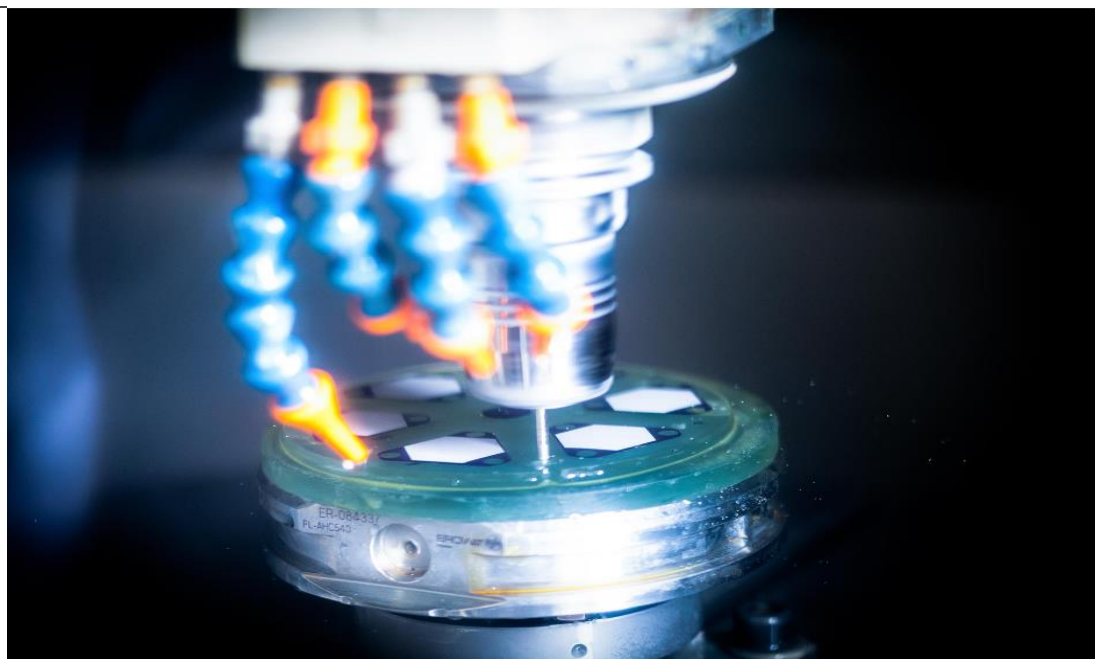
图60. 2022 年晶方科技营收占比



资料来源：晶方科技 2022 年报，安信证券研究中心

公司持续整合荷兰 Anteryon、晶方光电微型光学器件的设计、研发与制造能力，扩大量产与商业化应用规模。Anteryon 前身是飞利浦光学电子事业部，目前最大客户为荷兰 ASML，其混合镜头、晶圆级微型光学镜头（WLO）主要应用于光刻机的光学镜头以及 MLA 方案下的汽车迎宾灯，和 ams OSRAM 并列是全球少数掌握 MLA 模组生产技术且量产的厂商。根据公司半年报，23H1 晶方光电实现净利润 180 万元，Anteryon 实现净利润 1277 万元。

图61. Anteryon 光表面处理技术



资料来源: Anteryon 官网, 安信证券研究中心

4.6. 苏大维格：纳米压印光刻龙头，业务涉及半导体、无人驾驶、AR/VR 检测等多领域

苏大维格成立于 1999 年，起初从光学零件加工事业部发家。于 2003 年进入检测市场，后于 2006 年和 2009 年分别进入安防市场及生物医疗市场。作为精密光学综合解决方案提供商，苏大维格产品集中在精密光学器件、光学镜头和光学系统的研发、设计、制造及销售，主要涉及半导体(包括光刻机及半导体检测装备)、生命科学(包括基因测序及口腔扫描等)、航空航天、无人驾驶、生物识别、AR/VR 检测等应用领域。公司客户均为国内外知名企业，包括微软、华为、京东方、三星电子、戴尔、冠捷科技、中强光电等。

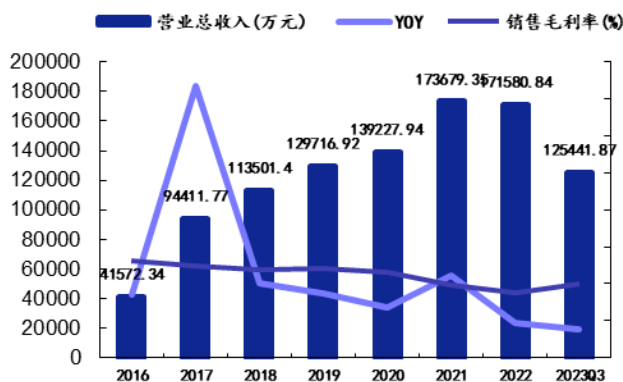
图62. 公司产业布局图



资料来源: 苏大维格 2022 年年报, 安信证券研究中心

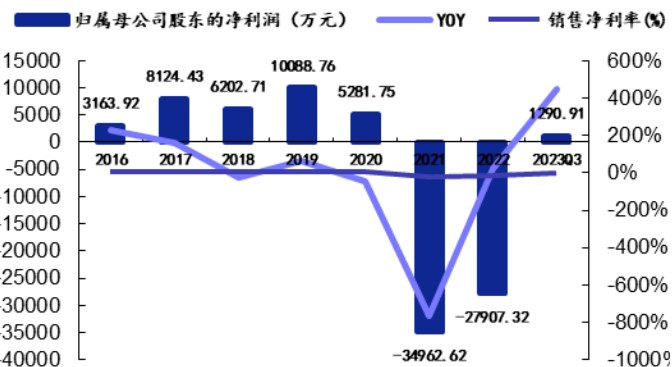
2022 年度，苏大维格实现营业收入 17.2 亿元，较上年同期下降 1.21%；营业利润-3.2 亿元，利润总额-3.3 亿元，归属于上市公司股东的净利润-2.8 亿元，亏损幅度收窄。2022 年，亏损主要原因为旗下华日升利润水平未及预期因此计提大额的减值准备 2.6 亿元，其二面板行业出现周期性收缩，导致新型印材及导光材料业务收入下降，南通工厂稼动率和产能利用率仍处于较低水平。在高端智能设备方面，已开展光刻机及核心部件材料、光伏铜电镀图形化设备、AR-HUD 投影屏等领域测试与验证工作。伴随下游需求回暖，该领域盈利能力有望增强。

图63. 苏大维格营收及同比增速（单位：万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图64. 苏大维格归母净利润及同比增速（单位：万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

表7：苏大维格公司主要产品及应用

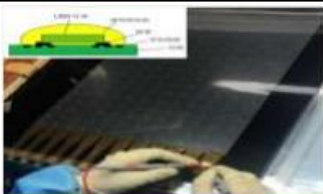
产品类别	产品类型	用途	主要客户群体
公共安全防伪材料	公共安全防伪膜	光学可视防伪 其他特殊用途	国家票证发行机构
镭射包装材料	镭射膜、镭射纸	高档包装，达到美观防伪的目的	包装印刷厂商
新型显示光学材料	新型显示光学膜	通讯、IT 产品的局部照明、平板显示专业光学用途	IT、消费电子产品制造商
微纳光学设备	光刻设备	用于微纳光学制造的制版工艺	自用、科研院所

资料来源：苏大维格招股说明书，安信证券研究中心

在公共安全和新型印材领域，苏大维格不仅作为公安部驾驶证、行驶证防伪膜唯一指定供应商，也为身份证视读防伪提供技术支持。新型光学印材主要应用于烟酒及化妆品、日化用品等消费品包装。随着绿色包装的兴起，其环保 3D 转移材料正逐步替换传统烟酒、化妆品、日化用品包装材料。

在消费电子新材料领域，主要包括导光材料和导电材料。导光材料主要应用于笔记本电脑、液晶电视等液晶显示背光模组。子公司维旺科技客户包括下游京东方、三星电子、LG Display、友达光电、佳世达、冠捷科技等厂商。在导电材料领域子公司维业达主要量产透明导电膜及相关产品，应用于大屏/柔性显示触控、MiniLED 电极膜、5G 天线和车载天线、光伏电池转印电极膜、彩色电子微杯型透明导电膜等领域。

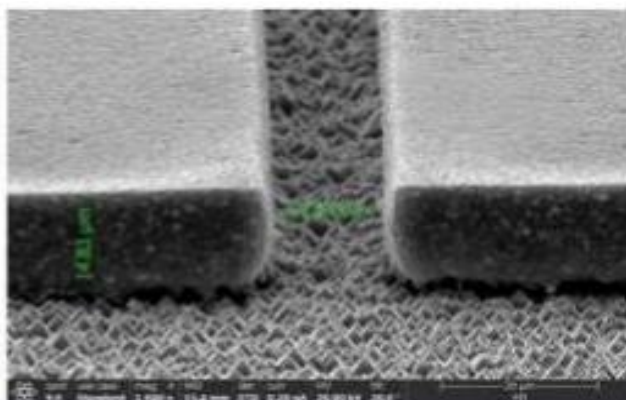
图65. 新材料应用场景

产品	产品图示	应用场景/领域	
中大尺寸 电容触控膜		 家庭智慧终端	 86寸教育终端
柔性可折叠 电容触控膜			
Mini LED 透明电极膜			
太阳能电池 金属电极膜			
5G 透明 天线膜			

资料来源：苏大维格 2022 年报，安信证券研究中心

苏大维格是一家在高端智能装备领域表现突出的企业，产品线包括直写光刻、3D 光刻、投影/扫描光刻、纳米压印光刻等。该公司的直写光刻设备已经出口至日本、韩国和以色列等国家，并在国内科研光刻设备领域占有一定市场份额。除此之外，苏大维格在光伏铜电镀图形化设备、芯片掩模板以及 IC 载板等领域也有所涉猎，且运用直写光刻技术进行积极开发。作为国内领先的微纳结构产品制造和技术服务商，苏大维格通过自主研发微纳光学关键制造设备——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。该公司致力于为客户提供不同用途的微纳光学产品的设计、开发与制造服务，并相继开发了多个覆盖纳米级和微米级的光刻机和压印设备。通过自制微纳结构模具，苏大维格采用纳米压印方式在经过特殊处理的 PET\PC 薄膜等基材表面形成微纳结构。这种微纳结构具有不同量级和形貌，可以使材料产生各种特殊效果，如光变色图案、增亮扩散特性、透明导电特性、全息图像等。

图66. 光刻机应用场景图

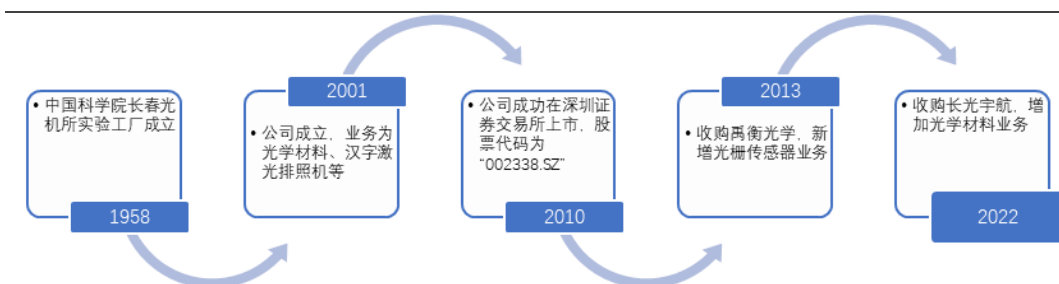


资料来源：苏大维格 2022 年报，安信证券研究中心

4.7. 奥普光电：光刻机核心部件供应商，业务涵盖半导体、航空航天、医疗等多个领域

奥普光电成立于 2001 年 6 月，是由中国科学院长春光学精密机械与物理研究所和广东风华高新科技股份有限公司等出资设立的高新技术企业。前身是中国科学院长春光机所试验工厂，并于 2010 年 1 月在深交所挂牌上市。公司隶属中科院长春光机所，是国内光电测控仪器制造行业的重要企业。公司从事的主要业务为光电测控仪器设备、新型医疗仪器、光学材料、光栅编码器、高性能碳纤维复合材料制品等产品的研发、生产与销售，产品广泛应用于军工、医疗设备行业等领域。公司拥有强大的研发团队和先进的制造设备，致力于为客户提供高质量、个性化的产品和服务。此外，奥普光电在光电检测领域拥有多项核心专利和技术，产品不断创新和升级，为全球客户提供优质的产品和服务。客户包括光机所、航天科工集团下属单位、华中数控、中国科学院微小卫星创新研究院等知名企事业单位。

图67. 奥普光电发展历程



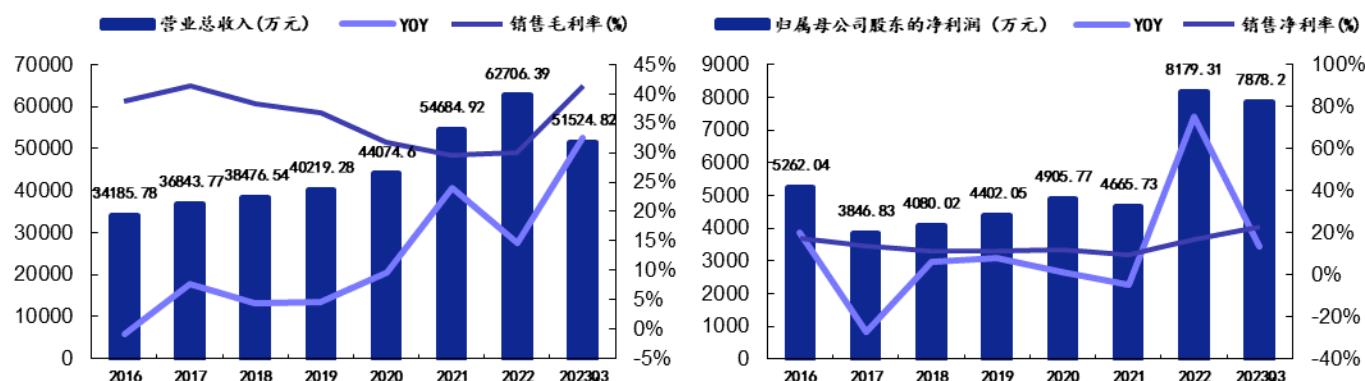
资料来源：奥普光电官网，安信证券研究中心

2022 年度，奥普光电实现营业收入 6.27 亿元，较上年同期+14.67%；营业利润+1.02 亿元，较上年同比增长 90.79%；利润总额 1.01 亿元，较上年同比增长 91.40%；归属于上市公司股东的净利润 0.82 亿元，比上年同期增长 75.31%。2022 年营收与归母净利润增速差距较大原因系公司 2022 年 9 月收购长光宇航，长光宇航主营业务为航空复合材料，产品结构变化导致公司毛利率大幅提高，从而净利润实现较大增速。

2023 年 Q3 公司实现营业收入 1.60 亿元，同比+15.35%；净利润 0.45 亿元，较去年同比+19.79%。归母净利润 0.26 亿元，同比-21.75%。主要原因是去年三季度有笔较大的投资收益 3120 万，扣除投资收益的影响，公司三季度仍实现了明显的归母净利润增长。

图68. 奥普光电营收及同比增速（单位：万元）

图69. 奥普光电归母净利润及同比增速（单位：万元）



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

资料来源: Wind, 安信证券研究中心

奥普光电是从事制造光机电一体化产品的高新技术企业, 其大股东为中科院长春光机所, 主要负责我国国产光刻机光源、光学部分的研发工作, 据工人日报, 奥普光电研制的两大设备: 非球面超精密铣磨设备和多自由度快速研抛设备, 可加工 2.5 米口径光学元件。镜坯铣磨、研抛的数控示范基地生产线可服务于整个民用领域。此外, 控股公司禹衡光学生产的高精度绝对式光栅尺和编码器, 是保证光刻机工件台定位精度的先决条件。而工件台系统作为光刻机的核心分系统直接影响光刻机三大性能指标中的产率和套刻精度。

表8: 奥普光电非球面超精密铣磨设备和多自由度快速研抛设备

产品名称	产品图示	产品介绍
非球面超精密铣磨设备		非球面超精密铣磨设备是一种高精度、高效率的机械设备, 主要用于加工非球面光学元件, 如透镜、反射镜等。该设备采用了先进的数控技术, 可以实现对光学元件的高精度加工和研磨。
多自由度研抛设备		多自由度研抛设备采用了多种先进的研抛技术, 如超声研磨、化学研磨、磁场研磨等, 可以实现对光学元件的高效研抛。此外, 该设备还具有高精度的控制系统, 可以实现对光学元件的精确控制和加工。

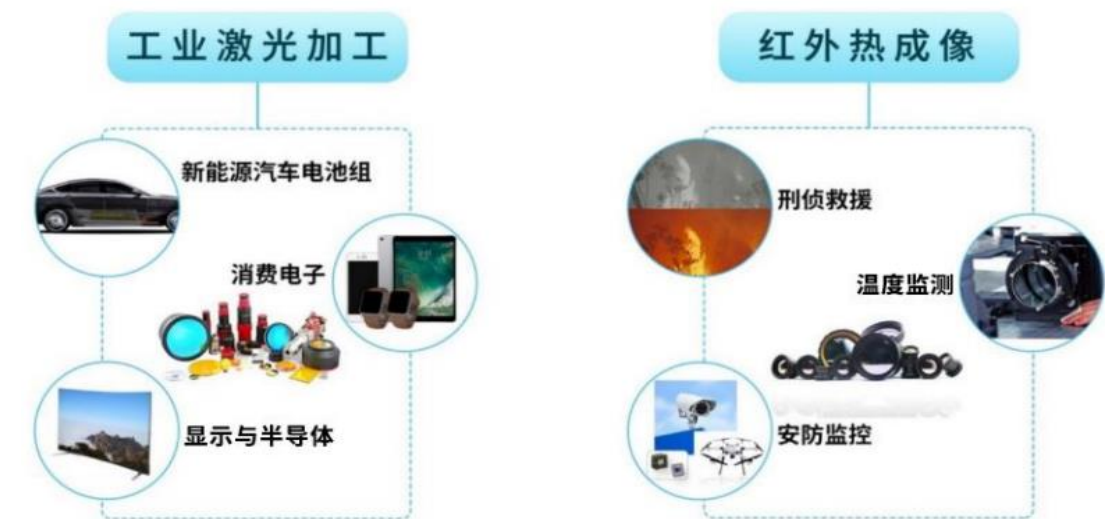
资料来源: 奥普光电公司官网, 安信证券研究中心

4.8. 波长光电: 精密光学元件、组件主要生产商, 主营业务营收稳步增长

波长光电成立于 2008 年, 2023 年 08 月 23 日在深圳证券交易所挂牌上市。公司专注于工业激光加工和红外热成像领域, 致力于提供各类光学设备、光学设计以及光学检测的整体解决方案, 是中国精密光学元件、组件的主要生产商, 多项自研核心技术指标达行业领先水平。波长光电主要生产激光光学和红外光学的一系列元件和组件, 以及提供光学设计与检测服务。产品种类包括激光光学中的扩束镜头、扫描镜头、聚焦镜和准直镜, 以及红外热成像中的红外热成像镜片、近红外镜头、短波红外镜头、中波红外镜头及长波红外镜头。此外, 波长光电还提供主流的光学设计软件 ZEMAX 以及光学检测设备。公司产品可广泛应用于消费电子行

业、标记行业、新能源动力电池等行业。公司的主要客户包括华工科技、高德红外、久之洋、美国 IPG 阿帕奇等知名大型企业

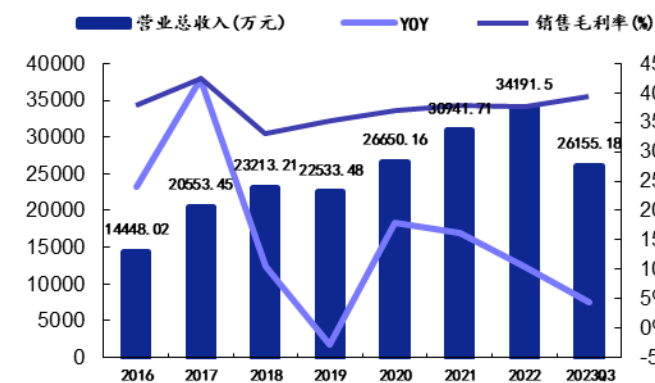
图70. 公司产品应用场景



资料来源：公司招股书，安信证券研究中心

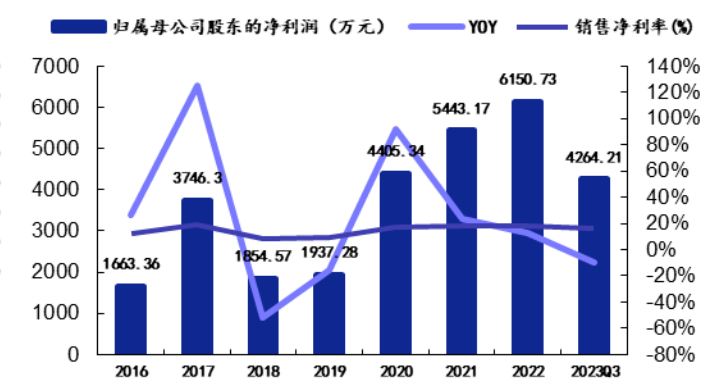
2020年至2022年，波长光电业务收入分别为26,650.16万元、30,941.71万元及34,191.50万元，归母净利润分别为4,405.34万元、5,443.17万元及6,150.73万元，均呈现增长趋势。2023年1-9月，公司营业收入为26155.18万元，同比+4.41%；归属于母公司股东的净利润为4264.21万元，同比-9.69%；扣除非经常性损益后归属于母公司股东的净利润为4090.39万元，同比-8.03%。

图71. 波长光电营收及同比增速（单位：万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图72. 波长光电归母净利润及同比增速（单位：万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

公司所处光学元器件行业为技术密集型行业，技术升级迭代较快，为提升研发投入收入转化率，行业内主要企业多以市场需求为导向进行研发。2022年公司推出光刻机平行光源系统及AR近眼检镜头等产品，成功进入半导体及AR/VR领域。随着研发-生产-销售的良性循环，公司将继续增强科研成果转化能力，积极调配研发资源，持续的研发投入将进一步提升企业的创新实力和持续经营能力。在半导体应用领域，公司已具备提供光刻机配套的大孔径光学镜头的能力。公司成功开发的光刻机平行光源系统可用于国产光刻机领域配套，并已交付多套系统用于接近式掩膜芯片光刻工序。

表9：公司产品介绍

产品名称	产品图示	产品介绍
聚焦镜		聚焦光斑圆度>98%，公司聚焦镜的有效入射标准直径涵盖10至50mm；应用于激光切割、焊接、晶圆划片、美容医疗等领域
ZEMAX 软件&Photon Design 软件		应用于成像、激光系统、半导体硅光电子器件和系统设计，准确的优化分析光栅衍射效率、自由曲面、杂散光、激光腔、光纤和光波导器件等。缩短了产品推向市场时间，降低开发成本

资料来源：公司招股书，安信证券研究中心

4.9. 旭光电子：电真空+军工+电子陶瓷共同发力，发射管、氧化铝结构件打入半导体设备供应链

旭光电子成立于1965年，前身为国营旭光电子管厂，1994年公司实行股份制改造，2002年在上交所上市。公司是国内唯一一家拥有从金属零件加工、精密陶瓷制造到成套电气装备的全产业链技术创新型高新技术企业，目前已形成了电真空器件、军工军品、电子陶瓷三位一体的产品布局。电真空业务板块，公司的电子管广泛用于激光加工设备等众多细分领域，开关管公司现已拥有完整的真空开关管及固封极柱产业链、关键工艺技术、设备及检测装备，已成为国内品种最全、生产量最大的陶瓷真空灭弧室制造基地，广泛用于中高压电网配电领域；军工板块，子公司易格机械、西安睿控创和分别聚焦于高端精密机械零部件、自主可控嵌入式计算机系统；电子陶瓷板块，公司具备陶瓷金属化的核心技术，收购成都旭瓷实现电子陶瓷行业的横向拓展，产品主要包括氧化铝粉体、基板、结构件和HTCC等电子陶瓷材料。

图73. 旭光电子发展历程

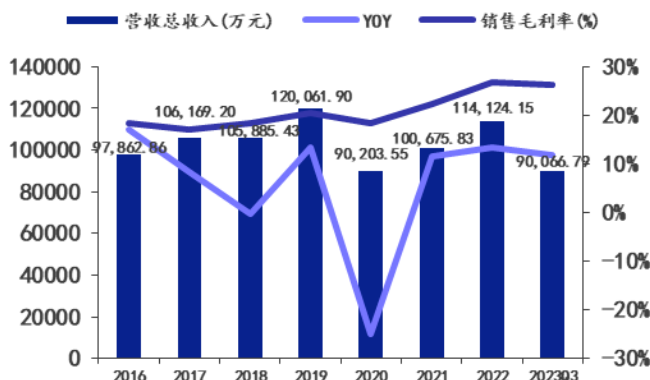


资料来源：旭光电子公告，安信证券研究中心

公司业务发展稳中向好，近三年收入及净利润持续增长。2020-2022年，公司营业收入分别为9.02亿元、10.07亿元、11.41亿元，归母净利润分别为0.54亿元、0.58亿元、1.00亿元。2022年，公司毛利率同比增长4.63pct，销售净利率同比增长2.67pct。按产品划分，

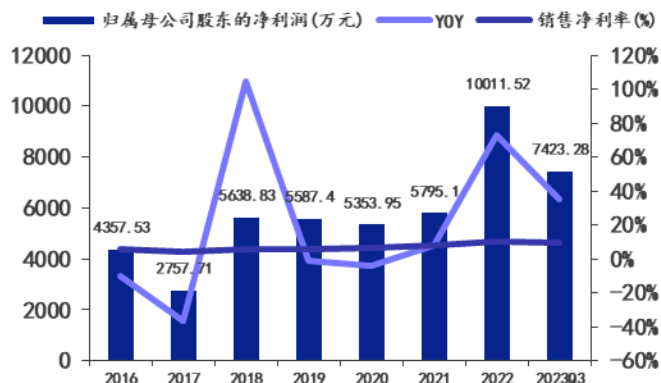
公司开关管、精密结构件、嵌入式计算机、电子管、开关柜、智能电气、氮化铝产品营收占比分别为 46.19%、13.67%、7.79%、5.96%、4.82%、2.55%、1.87%，毛利率分别为 11.70%、40.23%、49.67%、61.07%、30.41%、23.27%、37.85%。电真空业务板块，公司把握国家大力发展新型电力系统和电网建设加速机遇，通过产品结构的持续优化带动高附加值产品销售占比提升，较好实现销售稳步增长及盈利能力的进一步提高；军工板块，公司通过持续加大产品研发投入、优化生产工艺并紧抓项目落地，实现了“产能+效益”双提升；电子陶瓷板块，氮化铝产业作为公司的“头号工程”，取得了突破性进展，呈现出强劲的发展态势。

图74. 旭光电子营收及同比增速



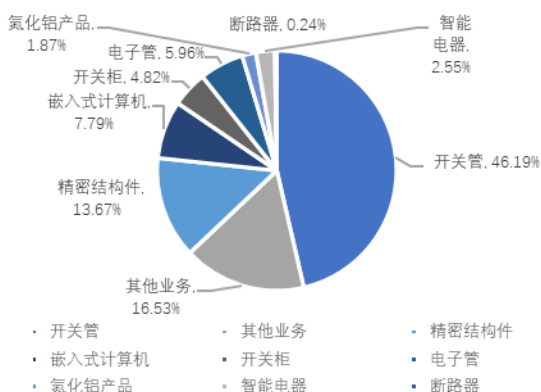
资料来源: Wind, 安信证券研究中心

图75. 旭光电子归母净利润及同比增速



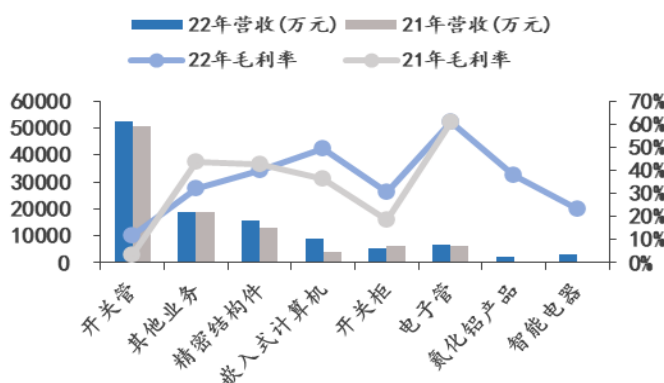
资料来源: Wind, 安信证券研究中心

图76. 2022 旭光电子营收占比



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

图77. 2022, 2021 年旭光电子产品营收及毛利率



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

公司作为国际先进的大功率发射管生产企业，研发能力强、产品系列齐全，产品种类达百余种，其产品工作频率范围在 0.1MHZ-1000MHz 之间、输出功率范围在 1KW-1MW 之间。产品可应用于雷达、医疗、CO2 激光设备、广播电视、半导体设备、可控核聚变等领域。目前，公司用于光刻机、等离子清洗/抛光等半导体设备领域的发射管产品已经客户验证通过，并实现批量销售。

公司在已有氧化铝陶瓷技术基础上，通过控股成都旭瓷成功拓展至氮化铝领域。截至 2023 年上半年，公司已实现国产首台套氮化铝粉体连续炉的顺利投产与规模化稳定量产，氮化铝粉体年化产能已达 240 吨、产品良率 85%以上；氮化铝基板已实现年化产能 300 万片、产品良率达 80%以上，目前已在下游应用端的 20 多家企业进行了验证及实现供货，已成为国内氮化铝基板主要供应商；氮化铝 HTCC 方面，公司完成了自主原材料配方及浆料体系的开发，小试产品通过了部分国内外客户认证，十余家客户已纳入合格供应商名单，预计年底前可实现批量出货，目前年化产能已达 5 万片；氮化铝结构件方面，公司的大尺寸结构件已应用于半导体产业及泛半导体产业（含光伏产业）的光刻工艺、刻蚀工艺、薄膜工艺、离子注入等工艺

中，目前已通过国内多家半导体（含光伏）设备企业的认证及实现供货销售，进入半导体设备的核心产业链。此外，公司与中科院某研究所联合开展“半导体用高精陶瓷部件”研制攻关，致力于加速半导体用静电卡盘与加热盘的国产化进程。

表10：旭光电子产品一览

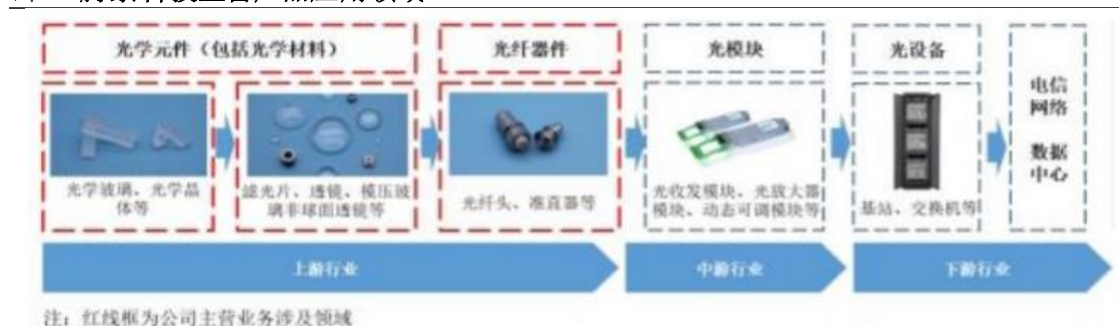
所属行业	产品类型	用途	主要客户群体
电真空器件	开关管	切断电源后迅速熄弧并抑制电流，从而实现对电网和用电设备的保护和控制	中高压电网配电领域、风电、光伏等新型绿色能源领域
	电子管	利用电子在真空中运动来完成能量转换	雷达、点火、引爆、电子对抗、导航、通讯、医用、激光加工设备、烘干、焊接、广播电视、辐照、高能加速器、可控核聚变等领域
	断路器	检测到故障时中断电流，保护电路，避免出现过大电流和短路	低压电网配电领域、风电、光伏等新型绿色能源领域
	开关柜	电力系统进行发电、输电、配电和电能转换的过程中，进行开合、控制和保护用电设备	电网配电等诸多领域
	智能电器	开合平行架空线路	电网配电等诸多领域
军工军品	精密结构件	飞行器、航空发动机、制导系统等军工装备	我国各大军工集团下属的科研院所和企业。
	嵌入式计算机	嵌入式计算机硬件产品设计、开发和咨询服务	兵器、航天、航空、中电科等十多家大型国有军工研究所及军工厂，以及轨道交通领域国有企业和上市公司
电子陶瓷	氧化铝产品	先进导热封装材料	消费电子、半导体、医疗、航空航天等众多领域

资料来源：旭光电子公告，安信证券研究中心整理

4.10. 腾景科技：精密光学元件主要提供商之一，半导体+AR 有望打开成长空间

腾景科技成立于 2013 年 10 月，并于 2021 年 3 月在上海证券交易所科创板成功上市。公司主营产品为光学元件和光纤器件，是光模块和各类光纤器件的基础，因此公司业务涵盖领域有非常强的拓展性，公司产品主要应用于光通信、光纤激光等领域，其他少量产品应用于量子信息科研、生物医疗、消费类光学等领域。在主营业务之外，公司积极拓展布局生物医疗、AR、车载、半导体等新型应用场景。在半导体领域，公司的多波段合分束器可应用于光刻机光学系统；在车载领域，公司的激光雷达业务正处于送样或小批量验证阶段；在 AR 领域，公司的非球面透镜与棱镜组合等精密光学组件已应用于 AR 等新兴消费电子产品。公司客户包含量子信息科研机构，光模块知名厂商 Lumentum、Finisar，光纤激光厂商 R 客户、nLIGHT 等。

图78. 腾景科技主营产品应用领域



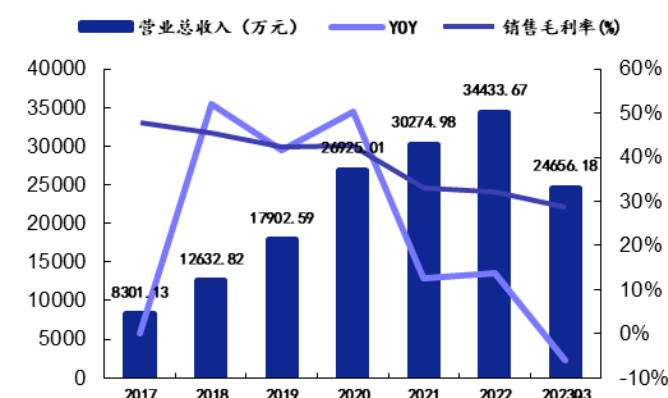
资料来源：腾景科技公告，安信证券研究中心

公司营业收入持续增加，目前已达到七连增。2017-2022 年，公司营业收入从 0.83 亿元增长至 3.44 亿元，年化增长率达到 32.89%；归母净利润实现由负转正，基本保持增长态势。根据公司 2022 年报，按产品划分，公司主营业务精密光学元件业务实现收入 27,947.54 万元，同比增长 19.76%，实现销量 4,778.91 万片（件），同比下降 2.57%，光纤器件业务实现

收入 6,457.70 万元，同比下降 6.49%，实现销量 188.49 万件，同比增长 4.41%，精密光学元组件产品收入增长受益于光通信产业景气度较高，应用于接入网光模块的非球管帽产品以及 WSS 元组件产品实现了较大幅度的增长。其他应用领域实现收入 1,662.60 万元，同比增长 100.68%。

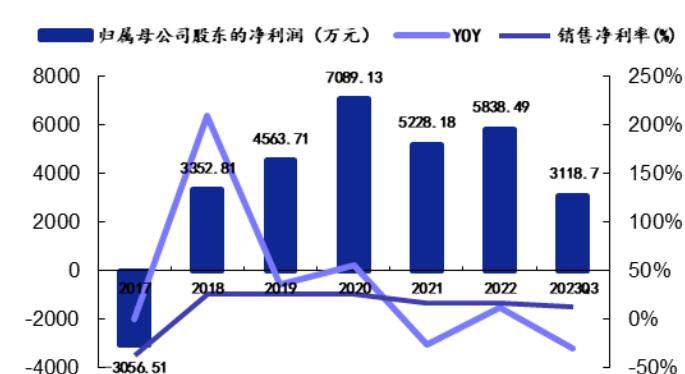
公司 2023Q3 实现营业收入 0.80 亿元，同比下降 15.25%，实现归母净利润 1080 万元，同比下降 40.00%，主要原因系主营业务中，光通信领域的电信市场较为疲软，个别产品需求放缓，光纤激光下游稳步复苏并伴随部分成熟产品主动降价提升份额策略，生产设施投入增加了折旧、摊销等固定成本支出等。

图79. 腾景科技营收及同比增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图80. 腾景科技归母净利润及同比增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

公司开发的合分束器项目成功进入半导体微电子设备厂供应链，主要用于光刻机的光学系统。未来投产后，将有效满足客户的需求，填补该领域的市场空白，实现国产设备的替代。分束器作为一种衍射光学元件，能够将单个激光束分成多个光束，并保持每个光束的原始特性，即激光通过分束器后，光束直径和相位保持不变，而传播方向和能量会发生特定改变。这一独特的光学特性使得分束器在许多高精度光学应用中具有不可替代的作用。

表11：腾景科技分束器

产品名称	产品图示	产品介绍
偏振分束器 (PBS)		公司的偏振分束器主要应用于光通信、光纤激光、量子信息科研领域，是光通信器件、光纤激光器、量子信息科研项目的关键元件，用于按照总体强度百分比、波长或偏振状态分割光线
消偏振分束器 (NPBS)		消偏振分束器是光通信器件、量子信息科研项目的干涉关键元件，用于按照总体强度百分比分割光线而不受入射光偏振态影响

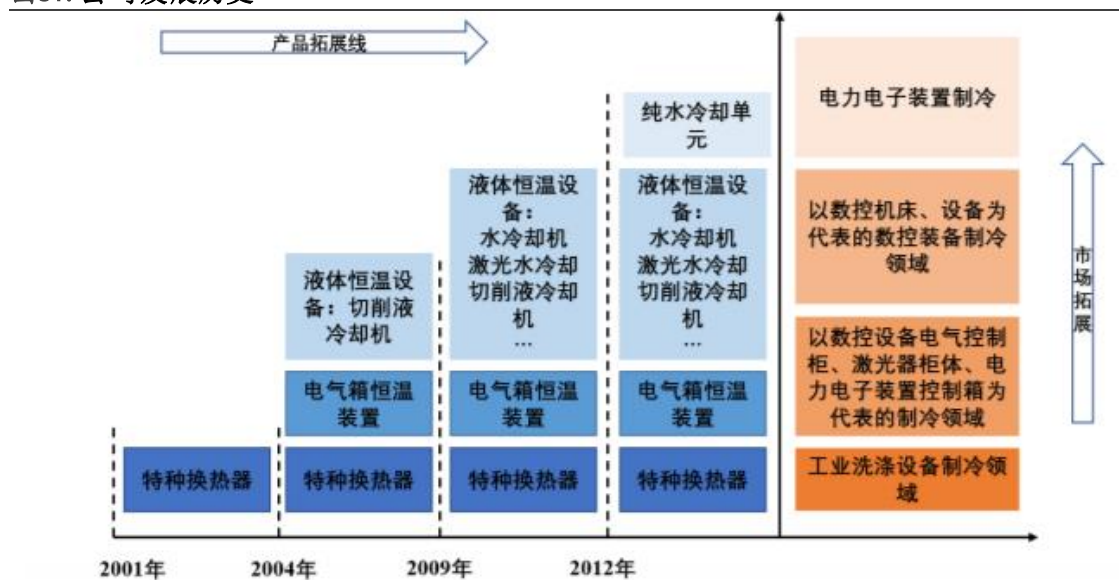
资料来源：公司年报，安信证券研究中心

4.11. 同飞股份：数控温控装备龙头，半导体器件制造设备专用温控设备供应商

同飞股份成立于 2001 年，并于 2021 年 5 月在深圳证券交易所上市。公司主导产品分为液体恒温设备、电气箱恒温装路、纯水冷却单元、特种换热器 4 个系列，主要包含：MCO 油冷却机、MCW 水冷却机、MCWL/TFLW 激光器专用水冷却机、MCS 切削液冷却机、MCA 电气箱温湿度调节机、MEA 电气箱热交换器、MWA 空气/水热交换器、MEO 液压油热交换器、工业洗涤换热器和水冷柜等产品。涉及机床、电子、军工、航空航天、汽车、船舶、轨道交通、通讯、电

力、新能源、工业洗涤等各行各业，产品销往德国、瑞士、捷克、日本等国家和中国台湾地区。公司已成为国内工业温控领域具备业务规模和产品覆盖面的主要厂商之一，在各领域拓展了优秀、稳定的客户群体，公司客户包括德国埃马克、日本马扎克、德国通快、北京精雕、锐科激光等内外资巨头。

图81. 公司发展历史

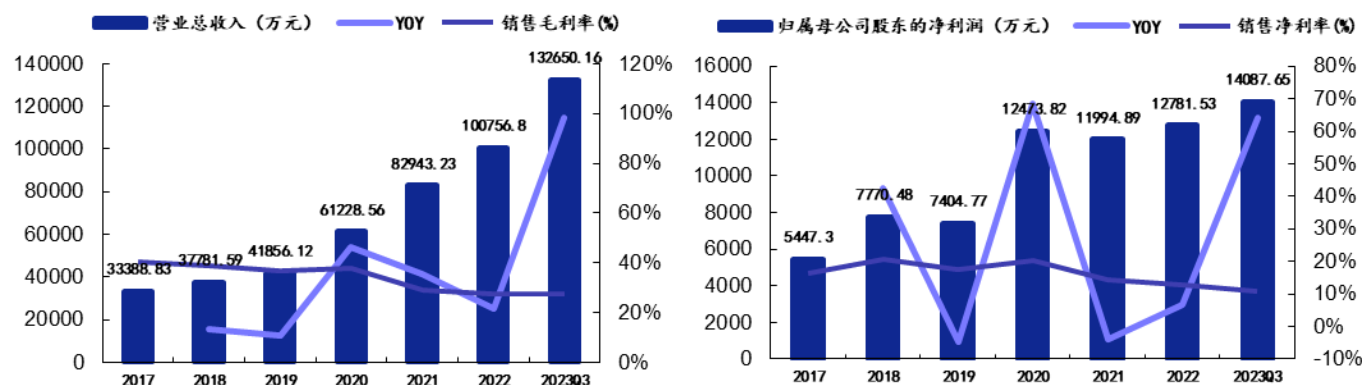


资料来源：公司招股说明书，安信证券研究中心

公司发展速度较快，近六年营业收入持续增长，归母净利润也呈增长态势。2020-2022 年，公司营业收入分别为 6.12 亿元、8.29 亿元、10.08 亿元，归母净利润分别为 1.25 亿元、1.20 亿元、1.28 亿元。2022 年，公司销售毛利率为 27.35%，同比增长 0.38pct，销售净利率为 12.69%。按产品划分，公司液体恒温设备、电气箱恒温装置、纯水冷却单元营收占比分别为 53.52%、21.68%、17.97%，毛利率分别为 25.16%、25.73%、36.46%。公司产品与工业装备制造智能化发展方向、节能减排的国家战略紧密契合，实现了与下游战略性新兴产业融合发展，行业迎来广阔的市场空间。特别是储能行业及电力电子行业的快速增长，公司迎来前所未有的发展机遇。公司客户包括北方华创、芯基微装、华海清科、上海微电子、特变电工等知名企业。

图82. 同飞股份营收及同比增速

图83. 同飞股份归母净利润及同比增速



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

资料来源: Wind, 安信证券研究中心

根据投资者调研报告,国产替代和市场份额提升是我国半导体制造领域企业的主要成长路径。公司凭借良好的行业声誉和多项自主知识产权,已经逐渐拓展了与北方华创、芯基微装等知名客户的合作。半导体制造设备在晶体生切片、光刻、刻蚀、物理气相沉积 (PVD) /化学气相沉积 (CVD) 等芯片制作环节设备运行的电子元件能耗及发热量越来越大,必须引入温控设备以防止能量转化为热量引起器件的开温、发热,从而保证设备性能的充分发挥。而公司主要提供专业温控产品,有望为半导体制造提供设备。

表12: 公司产品及应用场景

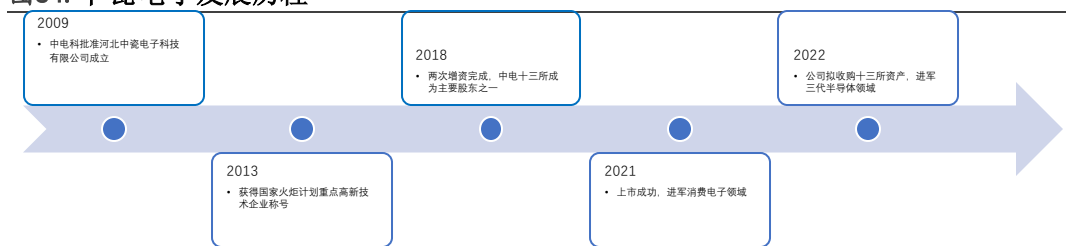
产品名称	应用场景	产品介绍
液体恒温设备		公司水(油)冷却机、切削液冷却机主要应用于数控机床等数控装备领域,可以用于冷却主轴、电机、液压站、减速箱等部件。
纯水冷却单元		纯水冷却单元是通过高纯水作为介质为电力电子设备提供冷却功能的装路,主要应用于新能源发电变流器、柔性输变电设备、电气传动设备等领域,服务于新能源发电、电力、石化、工程船、新能源汽车、盾构机、轨道交通等行业。
电气箱恒温装置		公司电气箱恒温装路主要应用于数控装备电气控制柜、激光器柜体、电力电子装路的电气控制箱制冷,凭借过硬的产品质量,已在上述细分行业优质客户群积累了良好口碑。

资料来源: 公司招股书, 安信证券研究中心

4.12. 中瓷电子: 电子陶瓷产品龙头, 资源整合切入化合物半导体领域

中瓷电子成立于 2009 年，并于 2021 年在深圳证券交易所成功上市。公司控股股东为中国电子科技集团有限公司，主要产品包括光通信器件外壳、无线功率器件外壳、红外探测器外壳、大功率激光器外壳、声表晶振类外壳、3D 光传感器模块外壳、5G 通信终端模块外壳、氮化铝陶瓷基板、陶瓷元件、集成式加热器等，广泛应用于光通信、无线通信、工业激光、消费电子、汽车电子等领域。光通信器件外壳方面，目前公司已完成 800G 光通信器件外壳设计开发，与海外技术水平相当。消费电子方面，公司氮化铝薄膜基板和薄厚膜复合基板可配套公司光通信器件外壳，已实现批量供货；滤波器产品覆盖 SAW、BAW 等器件。公司精密陶瓷零部件是采用氧化铝、氮化铝等先进陶瓷经精密加工后制备的半导体设备用核心零部件，具有高强度、耐腐蚀、高精度等优异性能，应用于刻蚀机、涂胶显影机、光刻机、离子注入机等半导体关键设备中。公司消费电子客户涵盖国内一线品牌。公司消费电子陶瓷外壳及基板系列产品主要包括声表晶振类外壳、3D 光传感器模块外壳、氮化铝陶瓷基板等，其中声表晶振类外壳主要用于晶体振荡器和声表滤波器封装，结构形式主要是 SMD，在智能手机、AR/VR、智能手表、TWS 等移动智能终端，以及无线通讯、汽车电子、医疗设备等消费电子领域应用广泛。

图84. 中瓷电子发展历程



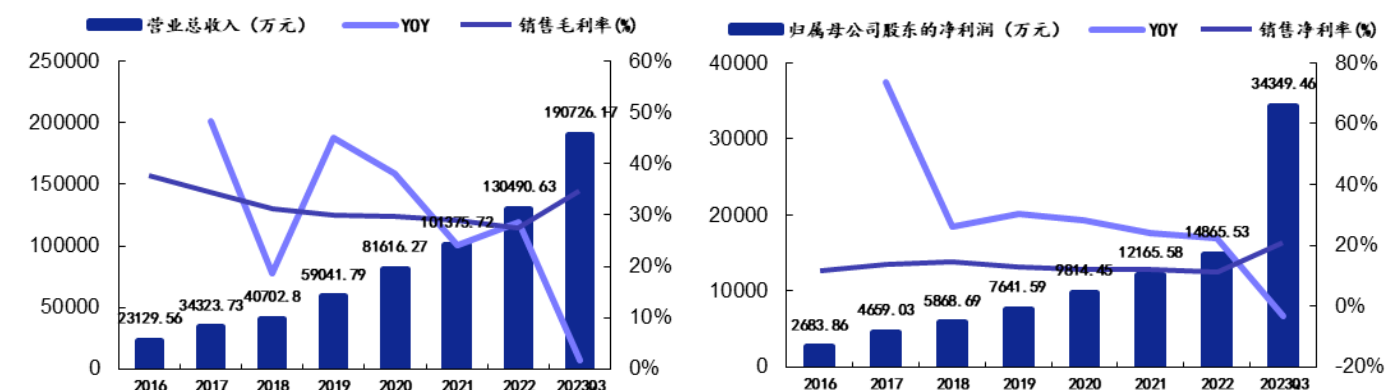
资料来源：中瓷电子官网，中瓷电子招股说明书，公司财报，安信证券研究中心

公司始终专注于电子陶瓷领域，具备电子陶瓷和金属化体系关键核心材料、半导体外壳设计仿真技术、多层陶瓷高温共烧关键技术三大核心技术领域的自主知识产权，开创了我国光通信器件陶瓷外壳产品领域打破了国外行业巨头的技术封锁和产品垄断，实现了光通信器件陶瓷外壳产品的进口替代。2022 年报披露，公司主打产品通信器件用外壳产品业务保持稳定增长，2022 年实现收入 94,577.06 万元，同比增长 30.49%；随着消费电子智能终端应用场景多元化，公司高端消费类外壳和基板市占率逐步提升，2022 年消费电子陶瓷外壳及基板实现收入 20,029.13 万元，同比增长 64.67%。

公司发布 2023 年三季度报告，2023 年前三季度，公司实现营业收入 19.07 亿元，同比+1.69%；归母净利润 3.43 亿元，同比-3.43%。2023 年第三季度，公司实现营业收入 6.45 亿元，同比+5.02%；归母净利润 1.22 亿元，同比-3.40%。2023 年初至 Q3 扣非净利润增长率大幅增长的原因系按照企业会计准则：（1）2023 年合并口径扣非净利润包含 2023 年 8-9 月重组标的扣非净利润；（2）公司根据《企业会计准则第 20 号—企业合并》和《企业会计准则第 33 号—合并财务报表》，同一控制下企业合并抵销了包含上市公司本身在内的 4 个单位的未实现内部销售的利润；（3）根据《公开发行证券的公司信息披露解释性公告第 1 号——非经常性损益》，同一控制下企业合并产生的 3 个标的期初至合并日的当期净损益进行了扣除。

图85. 中瓷电子营收及同比增速

图86. 中瓷电子归母净利润及同比增速

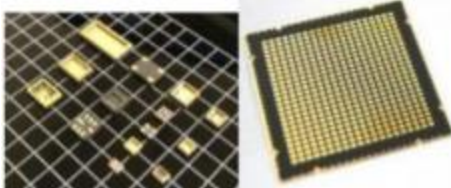


资料来源: Wind, 安信证券研究中心

资料来源: Wind, 安信证券研究中心

公司精密陶瓷零部件是采用先进陶瓷材料经精密加工后制备的半导体设备核心零部件,如氧化铝、氮化铝等。这些零部件具有高强度、耐腐蚀、高精度等优异性能,广泛应用于刻蚀机、涂胶显影机、光刻机、离子注入机等半导体关键设备中。其中,陶瓷加热盘具有温度均匀性好、控制精度高、尺寸精度高、耐腐蚀等优点,作为设备的关键零部件直接与晶圆接触,可实现晶圆表面温度高精度控制和快速升降温。静电卡盘利用静电吸附原理夹持晶圆并保持其平坦度且不损伤,是一种适用于真空环境或等离子体环境的超洁净晶圆承载体。这些陶瓷零部件对于半导体设备的正常运行和生产过程的顺利进行至关重要。

表13: 中瓷电子消费电子陶瓷外壳及基板主要产品特点及应用领域

产品名称	产品图示	产品介绍
声表晶振类外壳		具有尺寸精度高、可靠性好、性能稳定、可表面贴装的特点,保证产品低噪声、高频化的性能实现。
3D 光传感器模块外壳		采用高导热材料制作,具有尺寸精度高、导热性好、安装方便的特点,适用于高功率密度的应用条件。
氮化铝陶瓷基板		具有热导率高、热膨胀系数低、介电常数低、介质损耗低、机械强度高、无毒等特点。

资料来源: 公司招股书, 安信证券研究中心

4.13. 芯基微装: 国产直写光刻设备龙头, 业务布局包括 PCB、泛半导体与光伏领域

芯基微装成立于 2015 年, 2021 年 4 月成功在上海证券交易所上市, 是国内直写光刻设备龙头企业。公司以微纳直写光刻技术为核心, 研发、制造、销售及提供相应的维保服务。主要产品包括 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等, 覆盖微米到纳米的多领域光刻环节。公司的 PCB 直接成像设备包括 MAS、RTR、NEX、FAST、DILINE

等系列，PCB 曝光设备也从低阶向高阶拓展，其中用于 HDI/柔性板的 MAS35T 产能达 480 面/小时，性能大幅提升。芯基微装的泛半导体直写光刻设备包括 LDW、WLP、MLF、MLC、RTR、MAS、NEX 等系列，产品应用在 IC、MEMS、生物芯片、分立功率器件等制造、IC 掩模版制造、先进封装、显示光刻等环节。在 IC 载板领域，MAS6 系列最小线宽达 6 μ m；在新型显示领域，公司实施以点带面策略，以 NEX-W（白油）机型为重点，切入客户供应链，推动该领域内的市场销售放量；在引线框架领域，公司实行大客户战略，利用在 WLP 等半导体封装领域内的产品开发及客户资源积累，推动蚀刻工艺对传统冲压工艺的替代，从而拉动泛半导体领域收入上升。公司客户包括生益电子、胜宏科技、定颖电子、沪电股份、鹏鼎控股等头部厂商。

图87. 公司直写光刻技术下游应用包括 PCB、泛半导体、光伏等

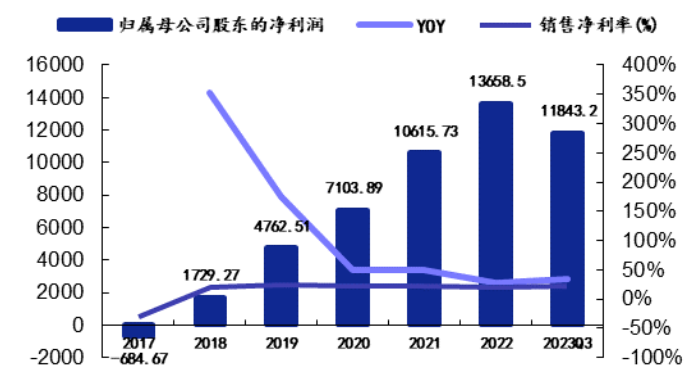
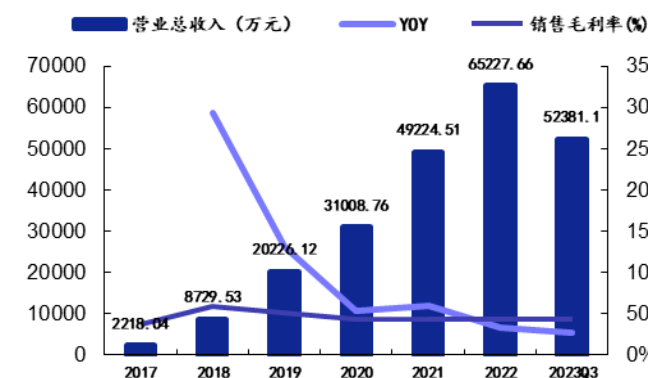


资料来源：公司招股说明书，安信证券研究中心

公司营收从 2017 年的 0.22 亿元增至 2022 年 6.52 亿元，年复合增速为 197%；归母净利润从 2017 年的-685 万元增至 2022 年 1.37 亿元；2023 年前三季度实现营收 5.24 亿元，同比增长 27.30%，归母净利润为 1.18 亿元，同比增长 34.91%。近年来业绩快速增长主要系公司收入基数较小，PCB 直接成像设备销量快速增长，2022 年公司 PCB 系列设备和泛半导体系列设备销量分别为 174/26 台，同比增长 20.83%、52.94%，实现营收分别为 5.27/0.96 亿元，毛利率分别为 37.9%与 65.08%。公司自 2018 年起毛利率始终保持在 40%以上，净利率基本保持在 20%以上，费用管控能力良好，规模效应下公司期间费用率也在逐年下降。

图88. 芯基微装营收及同比增速

图89. 芯基微装归母净利润及同比增速



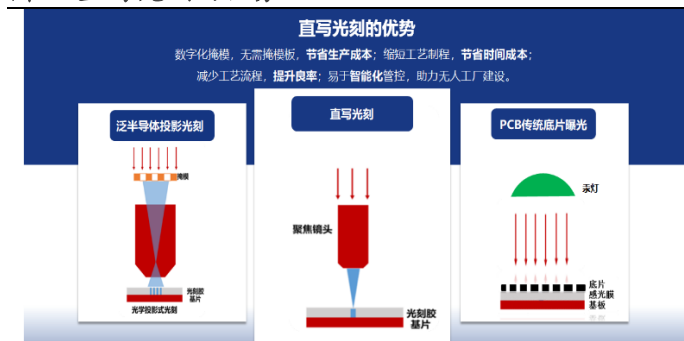
资料来源：Wind，安信证券研究中心

资料来源：Wind，安信证券研究中心

2016 年 4 月，芯基微装开发了半导体直写光刻设备 MLL-C900 产品，成功实现了直写光刻技术的产业化应用，并在随后几年逐步开发了应用于 IC 掩模版制版的 LDW-X6 产品、国产应用于 OLED 显示面板的直写光刻自动线系统 LDW-D1 产品以及晶圆级封装 WLP 产品，成功与维信诺、佛智芯、沃格光电、矽迈微电子等业内知名企业达成合作，实现了泛半导体领域的国产

替代。2022 年 9 月公司就已交付 WLP2000 晶圆级封装直写光刻机，WLP2000 采用最先进的数字光刻技术，无需掩模板，可直接将版图信息转移到涂有光刻胶的衬底上，主要应用于 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 等先进封装形式，WLP2000 是其在晶圆级封装领域自主研发的具有自动再布线（RDL）功能的光刻设备，各项性能指标已达国际先进水平。

图90. 直写光刻的优势



资料来源：爱集微，安信证券研究中心

图91. WLP2000



资料来源：芯基微装官网，安信证券研究中心

表14：推荐标的盈利预测及估值

公司名称	股票代码	2023/11/30 股价（元）	市值（亿 元）	EPS（元）				PE（倍）			
			2023/11/30	2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E
炬光科技	688167.SH	119.69	108.16	1.33	1.99	2.86	2.54	78.40	52.60	36.50	48.30
晶方科技	603005.SH	23.35	152.39	0.35	0.34	0.64	0.86	51.80	53.30	28.10	21.10
同飞股份	300990.SZ	45.19	75.75	0.76	1.38	1.94	2.72	54.30	29.90	21.30	15.20
中瓷电子	003031.SZ	96.62	309.29	0.71	1.17	1.64	2.42	176.30	106.90	76.50	51.70

资料来源：Wind，安信预测值，安信证券研究中心

5. 风险提示

5.1. 研发技术风险

光刻机技术要求高，研发和制造过程中需要解决许多技术难题，如光学系统设计、精密机械制造、控制系统开发等。技术不足可能导致设备性能不稳定、制造精度低等问题，影响芯片制造的质量和效率。

5.2. 运营资金风险

光刻机研发和制造需要大量资金投入，包括研发费用、制造成本、设备安装调试费用等。资金不足可能导致项目中断、资金链断裂等问题，影响企业的经营和发展。

5.3. 市场价格变动风险

光刻机市场受到半导体市场的影响，市场需求和竞争状况不断变化。市场变化可能导致设备销售不畅、价格波动等问题，影响企业的盈利能力和市场地位。

5.4. 供应链存在的风险

光刻机制造需要大量的原材料和零部件，如光学元件、机械部件、电子元件等。供应链出现问题，如供应商破产、物流中断等，可能导致企业无法正常生产或按时交付设备。

5.5. 政策风险

光刻机行业受到政府政策的影响，如税收政策、产业政策、科技政策等。政策变化可能导致企业面临不利影响，如税收增加、产业限制等。

目 行业评级体系 ■■■

收益评级：

领先大市 —— 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%及以上；

同步大市 —— 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%；

落后大市 —— 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%及以上；

风险评级：

A —— 正常风险，未来 6 个月的投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动；

B —— 较高风险，未来 6 个月的投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动；

目 分析师声明 ■■■

本报告署名分析师声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本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、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

目 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明 ■■■

安信证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

■ 免责声明 ■ ■ ■

何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“安信证券股份有限公司研究中心”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设，并采用适当的估值方法和模型得出的，由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性，估值结果和分析结论也存在局限性，请谨慎使用。

安信证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

安信证券研究中心

深圳市

地址：深圳市福田区福田街道福华一路 19 号安信金融大厦 33 楼

邮编：518026

上海市

地址：上海市虹口区东大名路 638 号国投大厦 3 层

邮编：200080

北京市

地址：北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮编：100034