

目录

一、半导体产业迎来复苏，自主可控迫在眉睫 4

1. 半导体行业周期复苏，芯片制造国产化正当时 4

2. 保障芯片制造自主可控，设备国产化是必经之路 7

3. 光刻机国产化曙光已现，上游产业链迎来机遇 9

二、人工智能产业加快增长，AI 终端渗透率加快提升 15

1. 大模型推动算力建设，AI 应用加快成熟 15

2. AI 终端渗透率持续提升，带来产业链发展机遇 18

三、投资建议 20

1. 建议关注 20

2. 行业重点公司一致盈利预测 20

四、风险提示 21

图表目录

图 1：预计全球半导体行业产值将在 2025 年增长至 6547 亿美元 4

图 2：半导体行业产业链 4

图 3：半导体器件分类 5

图 4：2025 年全球晶圆厂设备支出有望达 1128 亿美元 7

图 5：半导体前道晶圆制程对应的主要工序 7

图 6：2022 年全球半导体设备各类型价值占比 8

图 7：每 5 万片晶圆产能对应设备投资额（亿美元） 8

图 8：二重模板/四重模板增加多道薄膜沉积、刻蚀工序 8

图 9：三维存储芯片增加多道薄膜沉积、刻蚀工序 8

图 10：ASML NXE：3400 系列 EUV 光刻机，可用于 7/5nm 制程节点 10

图 11：光刻机的基本结构 11

图 12：带有科勒结构的光刻机成像光路结构 11

图 13：光刻机精度提升推动折射物镜 NA 及尺寸增加 12

图 14：光刻机由单工作台向双工作台发展 12

图 15：上海微电子 SSA600/20 光刻机图例 14

图 16：上海微电子 600 系列光刻机最高光刻精度在 90nm 14

图 17：预计 2022-2024 年全球 AI 支出年增速高于 20% 15

图 18：预计 2025 年中国智能算力规模同比增长 44% 15

图 19：IDC 预计 2024-2028 年全球人工智能资本开支复合增速 GAGR 达 29% 16

图 20：IDC 预计 2028 年软件资本开支将占人工智能支出的 57% 16

图 21：AI 服务器出货量高速增长 17

图 22：AI 终端渗透率持续提升 18

图 23：国内 AI 手机出货量有望高速增长 18

图 24：AI 终端拓展至眼镜、VR/AR 和家用电器等更多场景18

表 1：半导体产业链中游企业不同经营模式.....6

表 2：美日荷联合对华出口管制，以设备和芯片端力度最大.....6

表 3：从整体看半导体设备国产化率仍处于较低水平9

表 4：光刻机所用光源的波长决定光刻精度10

表 5：ASML 在全球光刻机市场一家独大13

表 6：ASML 对华出口管制措施落地，涉及 2000i 及之后可用于 14nm 以上先进制程的机型.....13

表 7：工信部重大技术装备指导目录中披露两类半导体光刻机设备.....14

表 8：人工智能大模型的参数规模呈指数级增长趋势.....15

表 9：国内厂商加大对 AI Agent 等大模型驱动下的人工智能应用的投入.....17

表 10：AI 手机带来产业链发展机遇19

表 11：PCB 各细分品类产值 2023-2028 年复合增速预测.....19

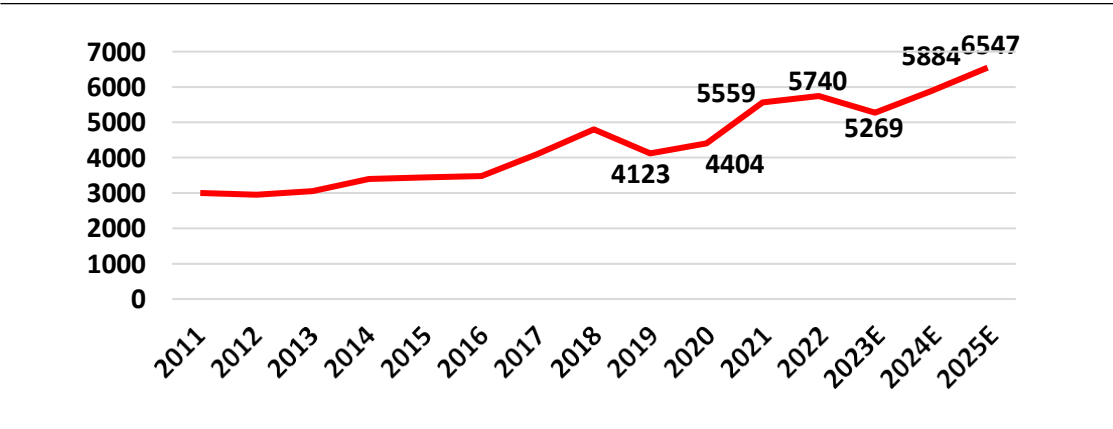
表 12：万得一致盈利预测20

一、半导体产业迎来复苏，自主可控迫在眉睫

1. 半导体行业周期复苏，芯片制造国产化正当时

2025 年人工智能产业有望继续带动全球半导体行业销售收入增长。根据 SIA 数据，2022 年全球半导体行业销售收入为 5740 亿美元，实现同比增长 3.20%。而根据 SIA 转引的 WSTS 预测，2023 年全球半导体行业销售收入为 5150 亿美元，同比下降 10.0%，系消费电子需求疲软，芯片厂商库存过剩。2024 年在行业清库存和 AI 数据中心、汽车电子等行业需求拉动的共同作用下，销售收入逐渐回升。展望 2025 年，人工智能产业的蓬勃发展有望带动半导体行业进一步向上增长至 6547 亿美元。

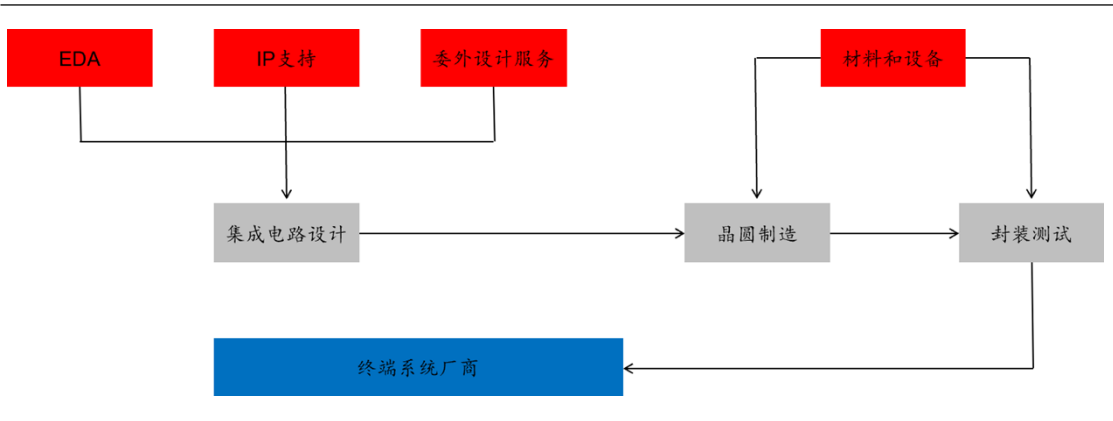
图 1：预计全球半导体行业产值将在 2025 年增长至 6547 亿美元



资料来源：SIA，源达信息证券研究所

半导体行业上下游联系紧密，各环节缺一不可。半导体行业产业链上游包括 EDA 软件、IP 委托和委外设计服务、制造设备和材料；中游包括集成电路设计、晶圆制造和封装测试；下游为终端系统厂商，主要应用行业包括移动通信、数据中心、汽车电子、计算机和工业应用等。

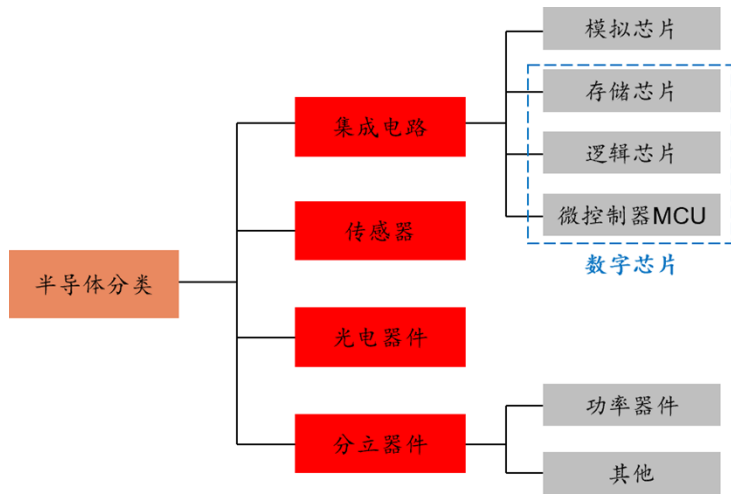
图 2：半导体行业产业链



资料来源：芯原公司招股说明书，源达信息证券研究所

半导体器件按照国际通用产品标准可分为四类：集成电路、分立器件、传感器和光电器件。集成电路按照处理信号可分为数字芯片和模拟芯片，其中数字芯片按照使用功能分为存储芯片、逻辑芯片和微控制器 MCU。分立器件主要为功率器件，包括 IGBT、MOSFET、二极管和晶闸管等产品。

图 3：半导体器件分类



资料来源：光耦网，源达信息证券研究所

半导体产业链中游企业按经营模式可分为垂直整合模式（IDM）、晶圆代工模式（Foundry）和无晶圆厂模式（Fabless）。早期行业以 IDM 模式为主，目前根据芯片特点，行业经营模式出现分化：

- ◆ **逻辑芯片**：早期 intel、AMD 等公司均为 IDM 模式，而台积电将代工模式发扬光大。主要系①逻辑芯片按照摩尔定律发展，制程节点迭代快；②逻辑芯片类型多样，下游需求碎片化，难以发挥晶圆制造的规模效应；③逻辑 IC 设计和晶圆制造的技术壁垒不同，分工模式实现双方共赢。
- ◆ **存储芯片**：三星、海力士等存储巨头均为 IDM 模式，主要系①存储产品的迭代速度较慢，产品趋同性高，规模效应明显；②存储芯片具有一定大宗商品性质，下游需求变动大，IDM 模式可以更灵活的扩减产。③国内部分存储厂商如兆易创新目前是 fabless 模式，系国内存储份额较小，规模效应不显著。
- ◆ **功率器件**：英飞凌等国际巨头为 IDM 模式，国内 IDM 和 fabless 模式并行，主要系①功率器件的核心壁垒在于特色制造工艺，代工模式有技术泄露风险；②功率器件产品迭代速度较慢；③国内 IDM 和 fabless 模式并行的原因是国产功率器件在特色工艺端处于发展早期，市场份额较小，较难发挥 IDM 模式的规模效应，与华虹半导体、中芯集成等特色工艺代工平台合作是目前不错的选择。

表 1：半导体产业链中游企业不同经营模式

类型	模式
垂直整合模式 (IDM)	涵盖芯片设计、晶圆制造、封装测试以及后续的产品销售等环节
晶圆代工模式 (foundry)	不涵盖芯片设计环节，专门负责晶圆制造，为芯片产品公司提供晶圆代工服务
无晶圆厂模型 (fabless)	不涵盖晶圆制造环节和封装测试环节，专门负责芯片设计和后续的产品销售，将晶圆制造和封装测试外包给专业的晶圆制造、封测企业

资料来源：华虹公司招股说明书，源达信息证券研究所

美日荷联合发布对华出口管制条例，设备和芯片端制裁力度最大。2024 年 12 月 2 日美国将北方华创、华大九天在内的半导体设备及 EDA 公司加入实体清单，进一步加大上游设备、材料、EDA&IP 及零部件等环节的“卡脖子”风险，自主开发 愈发迫切。

表 2：美日荷联合对华出口管制，以设备和芯片端力度最大

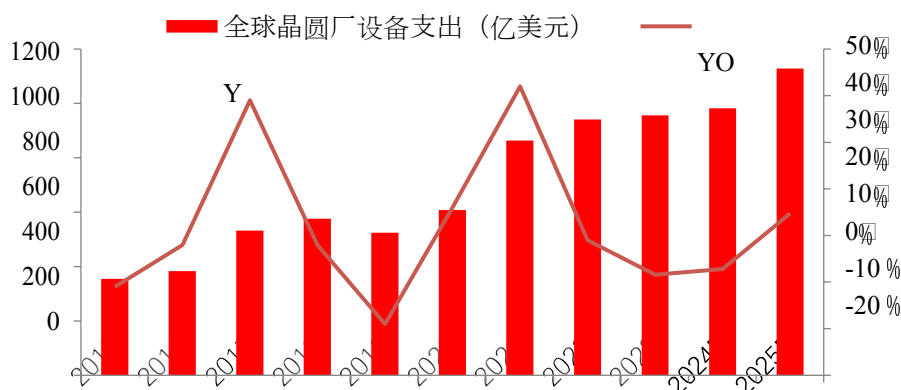
日期	事件
2022/10/7	美国商务部将 31 家中国公司加入“未经核实的名单”，对中国 14nm 及以下logic、128 层及以上 NAND Flash、18nm 及以下 DRAM 芯片、制造设备和零部件出口管制
2022/12/15	美国商务部决定将长存、寒武纪、ICRD、上海微电子和鹏芯微等 36 家中国实体加入实体清单
2023/1/27	美日荷就对中国先进设备出口限制达成协议，限制内容与 10 月 7 日 BIS 新规一致
2023/3/8	ASML 在官网发布《关于额外出口管制的声明》，将光刻机限制范围设定在 2000i 及之后的高端浸没式机型
2023/3/31	日本政府宣布将 23 类先进制程半导体设备新增为出口管控对象，限制 7 月生效
2023/6/30	荷兰发布出口管制新规，限制 ASML 的 TWINSCAN NXT:2000i 及之后的浸没式光刻机对华出口，管制在 9 月 1 日正式生效
2023/7/23	日本政府宣布对 23 个品类先进制程半导体设备的出口管制措施正式生效
2024/12/2	美国将北方华创、华大九天等设备及 EDA 领域公司在内的共 140 家中国企业加入实体清单。

资料来源：半导体行业观察，电子创新网，电子发烧友网，虎嗅，中国工业网，源达信息证券研究所

1.保障芯片制造自主可控，设备国产化是必经之路

2025 年全球半导体设备销售额有望加速增长。根据 SEMI 在 2024 年 7 月发布的《年中总半导体设备预测报告》：2024 年全球晶圆厂设备支出将由 2023 年的 956 亿美元增长至 983 亿美元，同比增长 3%，主要系行业逐步好转，进入周期上行阶段。展望 2025 年，人工智能等行业对高性能芯片需求进一步增长，叠加汽车、消费电子和工业等行业的需求复苏，全球晶圆厂设备支出有望增长至 1128 亿美元，实现同比增长 15%。

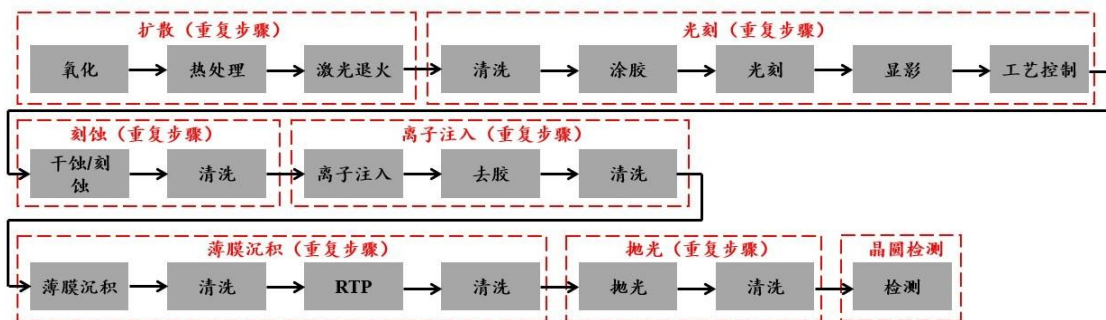
图 4：2025 年全球晶圆厂设备支出有望达 1128 亿美元



资料来源：SEMI，源达信息证券研究所

半导体设备是高技术门槛&高附加值行业。前道晶圆加工的主要工序包括光刻、刻蚀和薄膜沉积等，其特点是对晶圆加工精度要求极高，通常在几十至几百纳米；并且部分工序需要多次进行，对设备产能效率要求高。上述原因导致用于前道晶圆加工的半导体设备价格高昂，一条产能 1 万片/月的 12 英寸晶圆产线设备投资额在数十亿元。

图 5：半导体前道晶圆制程对应的主要工序



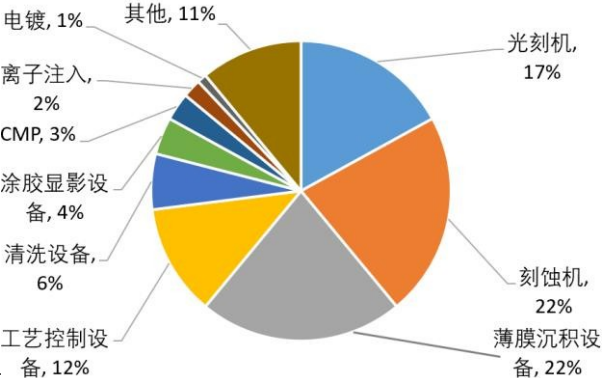
资料来源：芯源微招股说明书，源达信息证券研究所

根据中微公司 2022 年业绩说明会：**薄膜沉积设备、刻蚀机和光刻机约占半导体设备价值量的 22%、22%和 17%**。根据摩尔定律：芯片中的晶体管数目，约每两年增加一倍。未来在晶圆制造向更先进制程节点转变趋势下，对设备的投资额将会大幅增加。同时逻辑芯片制程

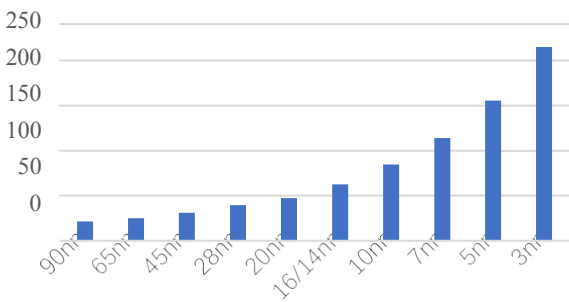
中两重模板、四重模板等工艺需求增加，存储芯片向三维结构转变都会显著增加对薄膜沉积、刻蚀等工序的需求。未来薄膜沉积、刻蚀价值占比或将进一步提升。

图 6：2022 年全球半导体设备各类型价值占比

图 7：每 5 万片晶圆产能对应设备投资额（亿美元）



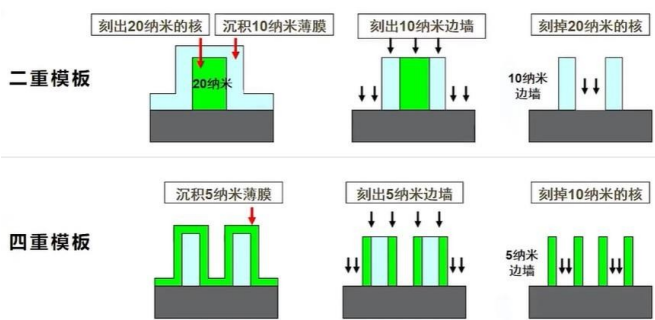
资料来源：SEMI，中微公司，源达信息证券研究所



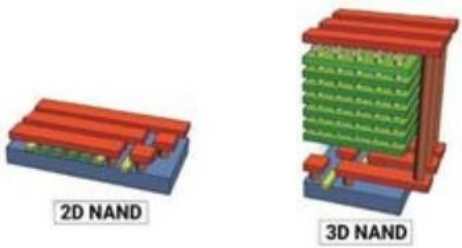
资料来源：中芯国际招股说明书，源达信息证券研究所

图 8：二重模板/四重模板增加多道薄膜沉积、刻蚀工序

图 9：三维存储芯片增加多道薄膜沉积、刻蚀工序



资料来源：中微公司，源达信息证券研究所



资料来源：拓荆科技招股说明书，源达信息证券研究所

全球半导体设备市场被美日荷垄断。半导体设备行业是高壁垒行业，AMAT（应用材料）、ASML、LAM（泛林半导体）、TEL（东京电子）、KLA（科磊半导体）等公司起步较早，在技术和工艺上积累深厚，占据了全球主要市场份额。近年来北方华创、中微公司和盛美上海等国产厂商在热处理、薄膜沉积、刻蚀和清洗等领域已取得较大突破，客户端进展顺利。而涂胶显影和过程控制设备属于国产设备薄弱环节，在目前国际形势下“补短板”需求迫切。根据芯源微公告，公司已在 2022 年底发布可用于 28nm 节点的第三代浸没式机型，有望迎来“0-1 突破”后的放量阶段。目前光刻机国产化率几乎为零，上海微电子是目前最有望打破光刻机进口垄断的国产公司，目前公司官网已推出光刻精度在 90nm 的 ArF 光刻机，并正在开展 28nm 浸没式光刻机的研发工作。

表 3：从整体看半导体设备国产化率仍处于较低水平

设备种类	国外主要厂商	国产主要厂商	国产化率
PVD	应用材料（美国）	北方华创	>20%
CVD	应用材料（美国）、泛林半导体（美国）、TEL（日本）	北方华创、拓荆科技	
ALD	TEL（日本）、应用材料（美国）	北方华创、拓荆科技、微导纳米	
刻蚀	泛林半导体（美国）、TEL（日本）、应用材料（美国）	中微公司、北方华创、屹唐半导体	>20%
光刻	ASML（丹麦）、尼康（日本）、佳能（日本）	上海微电子	<1%
涂胶显影	TEL（日本）、DNS（日本）	芯源微	>20%
清洗	DNS（日本）、TEL（日本）、泛林半导体（美国）	盛美上海、北方华创、至纯科技、芯源微	>50%
CMP	应用材料（美国）、TYK（日本）	华海清科	>30%
离子注入	应用材料（美国）、Axccl（美国）	万业企业（凯世通）	<10%
过程控制	科磊半导体（美国）、陆得斯科技（美国）、日立（日本）	精测电子、中科飞测、上海睿励	<5%
热处理	KE（日本）、TEL（日本）	北方华创、屹唐半导体	>30%

资料来源：Gartner，半导体行业纵横，源达信息证券研究所

2.光刻机国产化曙光已现，上游产业链迎来机遇

光刻机是半导体制造中最核心的设备，光刻机的性能直接决定晶圆产线的制程节点和产能上限。现代光刻机通常采用投影式光刻技术，原理是将调制后的光束透过掩模板照射在涂有光刻胶的晶圆表面，从而实现将掩模版上的线路图等比例缩小转移至晶圆表面的光刻胶上，再通过涂胶显影工序实现图形显形，为后续薄膜沉积、刻蚀和离子注入工序做准备。

图 10：ASML NXE：3400 系列 EUV 光刻机，可用于 7/5nm 制程节点



资料来源：ASML 官网，源达信息证券研究所

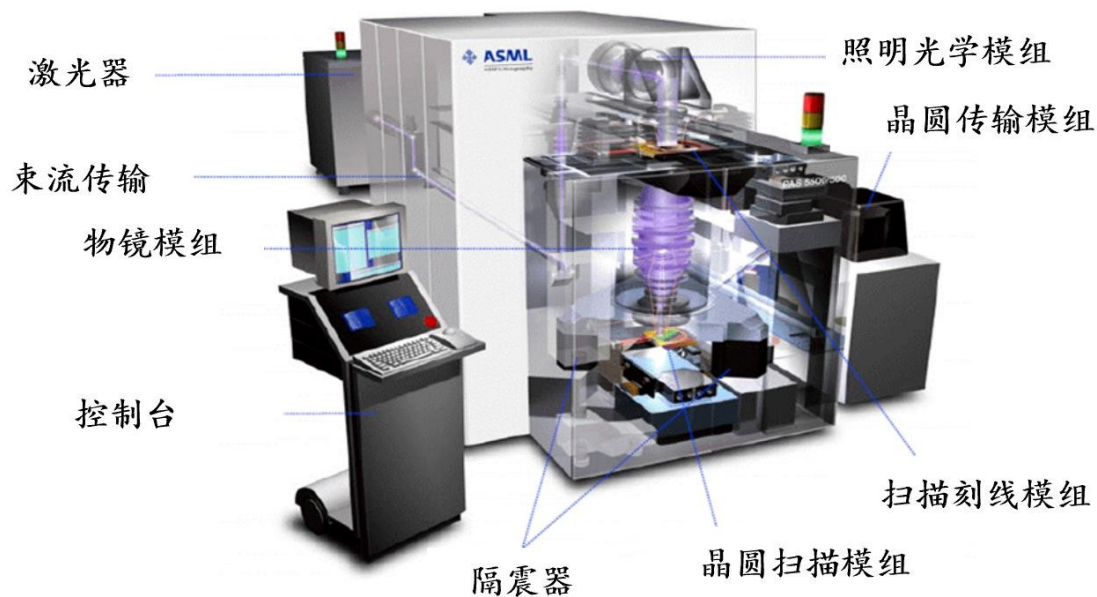
光刻机的光源决定光刻精度。光刻机的光源可分为 UVL（紫外光源）、DUV（深紫外光源）和 EUV（极紫外光源）。其中采用 DUV 光源的浸没式机型（ArFi）是将镜头和晶圆浸泡在水中，而纯净水的折射率为 1.44，因此 ArFi 的等效波长为 $193\text{nm}/1.44=134\text{nm}$ ，从而可实现更高光刻精度。而 EUV 光源是将准分子激光照射在锡等靶材上，激发出 13.5nm 的光子，主要用于 7nm 以下的制程节点，目前 ASML 是全球唯一一家具备量产型 EUV 光刻机生产能力的公司。

表 4：光刻机所用光源的波长决定光刻精度

光源	型号	波长	工艺节点	设备名称
UVL	g-line	436nm	800-250nm	接触式/接近式光刻机
	I-line	365nm	800-250nm	接触式/接近式光刻机
	KrF	248nm	180-130nm	扫描投影式光刻机
DUV	ArF	193nm	130-65nm	步进式光刻机
	ArFi	193nm(等效 134nm)	45-10nm	浸没式光刻机
EUV	EUV	13.5nm	7-3nm	EUV 光刻机

资料来源：电子技术控，源达信息证券研究所

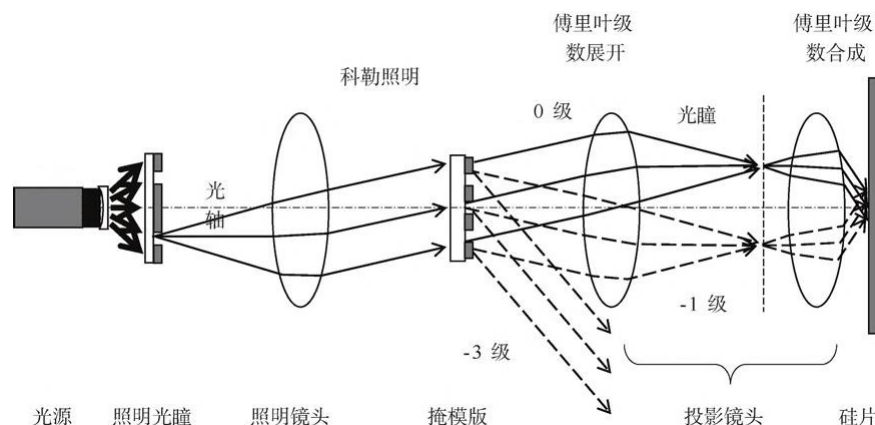
光刻机的基本结构由激光器、照明光学模组、物镜、晶圆传输模组、晶圆扫描模组和扫描刻线模组等组成。1) 激光器：光刻机的光源，核心器件之一；2) 照明光学模组：可调整激光束入射方向、形状等；3) 物镜：用于补偿光学误差；4) 晶圆传输模组：用于传送加工晶圆，影响光刻机产能效率；5) 扫描刻线模组：在光刻阶段对误差及扰动进行有效调整及补偿；6) 晶圆扫描模组：对硅片剪裁一个缺口，用于确认硅片坐标系。



资料来源：ASML 官网，源达信息证券研究所

光刻机光源发出的光会先经过照明系统,再照射到掩模版上,然后从掩模版发出的衍射光被投影物镜收集,最后成像到硅片上的光刻胶上。最早的光刻机成像方式一般采用科勒照明结构,主要原理是将光源中每个点发出的光以不同角度的平行光均匀地照射在掩模版上,最终形成光强均匀的照明。

图 12：带有科勒结构的光刻机成像光路结构



资料来源：《现代光刻机的发展历程与未来展望》，源达信息证券研究所

物镜的作用是将成像图案缩小至目标大小,再聚焦成像至待加工晶圆表面。伴随光刻机技术节点减小,对成像分辨率的要求增加,除缩短波长外,还要增加 NA。但增加 NA 会使得像差增大,需要设计出符合要求的物镜结构减小像差,也因此导致折射物镜的尺寸增加,在 ArF 光刻机中用于组成折射物镜的非球面镜片已达十数片。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/366125215230011013>