

## 内容目录

第一章 前言	3
第二章 2023-2028 年半导体光学市场前景及趋势预测	3
第一节 半导体光学企业：基于传统业务，深度绑定设备龙头公司	3
第二节 半导体光学元件：光刻/量检测设备核心构成	4
一、光学元件参数决定半导体光学设备性能	5
二、激光器：光学设备的力量之源	5
三、相机：半导体光学设备的目明之眼	7
四、运动平台系统与组件：精准移动定位关键	7
第三节 精密光学制造：半导体光学上游核心	9
一、精密光学制造：半导体光学设备核心部件诞生地	9
二、光学设备与材料：微纳雕琢的刻刀与精粹	10
第四节 国产半导体光学产业链：多个赛道充分发力	12
第五节 2024-2025 年半导体光学市场发展前景预测	12
一、宏观经济环境	12
二、市场需求前景	13
三、行业竞争前景	13
四、政策法规影响	14
五、技术创新前景	14
六、其他前景	15
第六节 2024-2025 年半导体光学市场发展潜力预测	15
一、市场空间预测	15
二、消费升级潜力	16
三、下沉市场潜力	16
四、品牌建设	16
五、产品创新	17
六、市场拓展	17
七、其他潜力	17
第三章 半导体光学企业开展口碑营销的价值	18
第一节 口碑营销的含义	18
第二节 口碑营销的优势和价值	18
一、具有准确的针对性	18
二、用户更信赖口碑传播的信息	18
三、具有团体性	18
四、营销成本低	18
第四章 半导体光学企业开展口碑营销策略	19
第一节 开展口碑营销策略步骤	19
一、企业开展口碑营销前的工作流程	19
二、口碑营销模式：抓住口碑就抓住了流量	19
三、口碑营销需要从每一位顾客做起	20
四、要抓住每一个机会做口碑营销	21

五、可信度是口碑营销的基础 .....	22
六、口碑营销让顾客成为您的“准员工” .....	23
七、“消费领袖”是口碑营销的关键 .....	23
八、口碑营销的工作原则 .....	23
第二节 口碑营销十大策略方法以及案例 .....	24
一、产品特色挖掘 .....	24
二、打造个性服务 .....	25
三、创作简单广告 .....	25
四、建立品牌故事 .....	25
五、利用偶像效应 .....	26
六、制造旺盛人气 .....	26
七、参与公益事业 .....	27
八、培育消费领袖 .....	27
九、巧用突发事件 .....	28
十、倡导体验消费 .....	28
第三节 口碑营销其他引流策略 .....	29
一、通过权威媒体、名人进行“背书” .....	29
二、通过搜索营销的优化 .....	29
三、通过软文（新闻），以第三方的角度诠释品牌，增强权威性 .....	29
四、通过“话题事件”的形式进行病毒式传播 .....	29
<b>第四章 半导体光学企业《口碑营销引流策略》制定手册 .....</b>	<b>30</b>
第一节 动员与组织 .....	30
一、动员 .....	30
二、组织 .....	31
第二节 学习与研究 .....	32
一、学习方案 .....	32
二、研究方案 .....	32
第三节 制定前准备 .....	33
一、制定原则 .....	33
二、注意事项 .....	34
三、有效战略的关键点 .....	35
第四节 战略组成与制定流程 .....	37
一、战略结构组成 .....	37
二、战略制定流程 .....	38
第五节 具体方案制定 .....	39
一、具体方案制定 .....	39
二、配套方案制定 .....	41
<b>第五章 半导体光学企业《口碑营销引流策略》实施手册 .....</b>	<b>42</b>
第一节 培训与实施准备 .....	42
第二节 试运行与正式实施 .....	42
一、试运行与正式实施 .....	42
二、实施方案 .....	43
第三节 构建执行与推进体系 .....	43
第四节 增强实施保障能力 .....	44

第五节 动态管理与完善 .....	45
第六节 战略评估、考核与审计 .....	46
第六章 总结：商业自是有胜算 .....	46

## 第一章 前言

有句老话说的好，金杯银杯不如老百姓的口碑。确实，一家企业的口碑好坏决定着企业产品的销量等很多问题，而事实上，越来越多的品牌重视品质和服务，也就会自然而然地重视口碑营销流量是企业赖以生存的根本，它不仅仅是一个简单的数字，而是数字背后活生生的人。所以，承认消费者拥有的发言权，坚持以人为本的口碑营销才是当下获得流量的明智之举。

那么，口碑营销如何做？策略步骤有哪些？有什么方法和案例？

下面，我们先从半导体光学行业市场进行分析，然后重点分析并解答以上问题。

相信通过本文全面深入的研究和解答，您对这些信息的了解与把控，将上升到一个新的台阶。这将为您的经营管理、战略部署、成功投资提供有力的决策参考价值，也为您抢占市场先机提供有力的保证。

## 第二章 2023-2028 年半导体光学市场前景及趋势预测

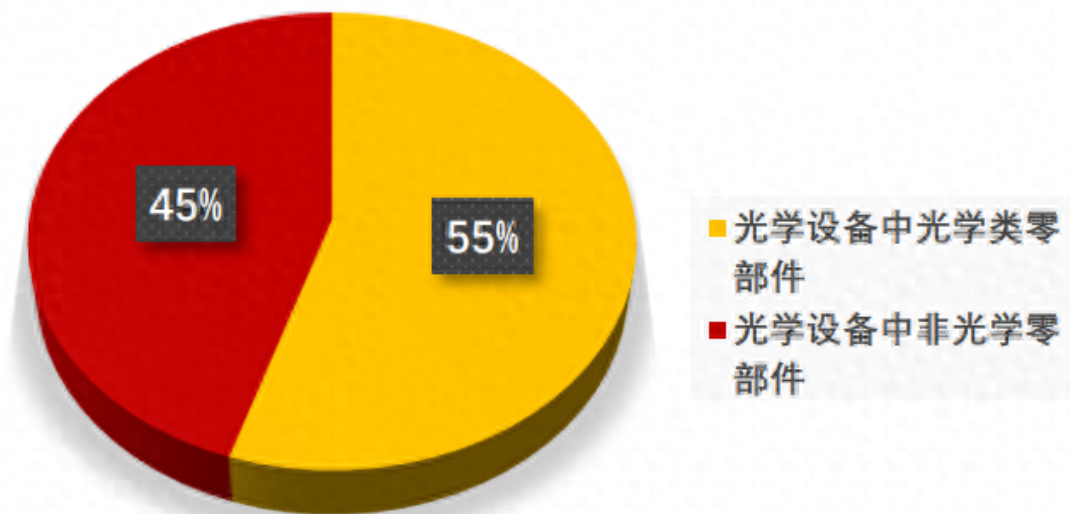
### 第一节 半导体光学企业：基于传统业务，深度绑定设备龙头公司

半导体光学产业伴随着集成电路产业的发展应运而生，与光刻与量检测设备关系密切。早期芯片的生产规模较小，集成电路线宽较粗糙；光刻与量检测设备使用量相对有限，技术设计也相对简单，对半导体光学元件的需求量较小。此时半导体光学尚未形成独立的产业链。

伴随半导体产业的不断发展，集成电路线宽不断缩小；光刻与量检测等光学设备出货量快速增长，设计也愈发复杂精密。光学设备的半导体光学元件市场规模快速扩大，生产门槛也大幅提高，逐渐形成了单独的半导体光学产业链，主要产品包括：光源、工业相机/传感器、精密光学加工元件、光学部件、其他光学元件、光学仿真软件等。光学元件设计与超精密加工技术的进步，需要长期的经验积累。18 世纪早期光学产业主要分布在法国与英国；第二次工业革命中，以耶拿市为摇篮的德国光学产业后来居上，孕育了现代光学产业。第二次世界大战后，日本民用光学产业逐渐发展，并奠定了日本在半导体光学的行业地位；同时期美国凭借其技术和经济优势，同样聚集了一批领先的光学企业。故全世界的领先半导体光学企业分为美国、欧洲、日本三大集群。

高端光学玻璃原材料的主要海外生产商包括美国康宁、德国肖特、日本小原等。半导体光学光源的海外生产商为美国相干（coherent）、美国 Cymer、美国 Newport、德国通快（TrumpF）、德国 Toptica、荷兰 Avantes、日本 Gigaphoton、日本滨松光学（Hamamatsu）、日本 oxide。光学设备运动平台的海外供应商包括美国 Aerotech、美国 Newport，德国 PI 等。半导体工业相机（传感器）的主要生产商为荷兰 avantes 和日本滨松光学（Hamamatsu）。光学元件/部件方面，美国 Edmund、Materion、Thorlabs，德国蔡司、徕卡，日本尼康、佳能、奥林巴斯等都有参与。

图3.半导体光学设备中光学零部件占比（2022 年估计）



数据来源：富创精密对落实函的回复，财通证券研究所

根据 SEMI 统计，2021 年全球半导体零部件市场中，光学类零部件总体占比 16.7%，市场规模为 82 亿美元。富创精密估计，在量检测设备/光刻机等光学类半导体设备中，光学类零部件的原材料成本占比约为 55%。2023 年荷兰阿斯麦（ASML）公司营收规模 276 亿欧元，首次排名世界第一；另一光学大厂科磊（KLA）营收预计为 96 亿美元，由上述企业营收可估算 2023 年的半导体光学元件市场。德国卡尔蔡司公司（ZEISS）是荷兰阿斯麦（ASML）的主要供应商，2022/23 年其半导体业务收入高达 35.55 亿欧元，是全世界最大的半导体零部件供应商。

## 第二节 半导体光学元件：光刻/量检测设备核心构成

## 一、光学元件参数决定半导体光学设备性能

以光刻机和明场量检测设备为代表的半导体光学设备，是集成电路产线中精确度最高的设备。典型的刻蚀与薄膜沉积设备通常采用化学气体或液体作为反应原材料，通过机械学、电磁学、热力学、流体学等原理，对反应（生产）过程进行微调，有时也借助光谱仪等测量仪器进行监控工艺状况。但受制于气体/液体的物理特性，绝大多数刻蚀或薄膜沉积设备单独工作时精度有限。相比之下，使用短波长光源的光学设备具有极高的精确度。任意一个光电场的完整物理量包括频率、振幅、相位和偏振态。以光学量检测为例，晶圆缺陷检测一般在线性光学系统中进行，频率通常不会改变；但由于光的波粒二象性，其振幅、相位、偏振态均会发生改变。

与光刻机工作时直接成像的光学原理的不同，光学量检测设备广泛采用非直接成像原理。量检测设备由多个入射通道（波长、入射角、照明方式等不同）和多个信号收集通道（散射光、衍射光、反射光等、宽窄等），组合成不同的工作模式。通过监测不同模式下的光谱信息，再使用算法对晶圆表面逆向成像，从而发现晶圆表面的缺陷或测量参数。非直接成像方法，较少受制于光波长带来的衍射极限；但对检测波段、光束偏振态、照明光束截面形状、物镜 NA 值、探测器灵敏度等有极高的要求。先进制程的量检测过程中，待测参数增多带来额外挑战。光刻机内置的套刻误差测量组件也在不断提高精度中遇到了类似的问题。半导体光学产业的发展和上述挑战，对光源，相机/传感器，运动平台，算法等光学组件提出了更高的要求。

## 二、激光器：光学设备的力量之源

光源（半导体激光器）为光刻与量检测设备提供运转所需的激光，在晶圆切割、解键合、打标领域也有运用。光源主要由泵浦源、增益介质、谐振腔等组成。泵浦源为激光器的激发源，谐振腔为泵浦光源与增益介质之间的回路，增益介质指可将光放大的工作物质。在工作状态下增益介质通过吸收泵浦源提供的能量，经谐振腔振荡选模，输出特定类型激光。

光刻机使用的光源包括 436/365nm 波长的汞灯光源，248/193nm 波长的深紫外准分子光源（Kr/Ar 气体与氟气在高压强电场环境下结合又分解，释放光子），及 13.5nm 波长的极紫外光源（二氧化碳激光器两次轰击锡液滴产生 13.5nm 波长光线）。光源的关键技术参数有脉冲频率、持续时间、单个脉冲能及其稳定性、输出功率等；其中功率决定光刻机的产能，最新型的光源功率已达 120w。采用短波长光源设计的设备通常能获得较高的分辨率。

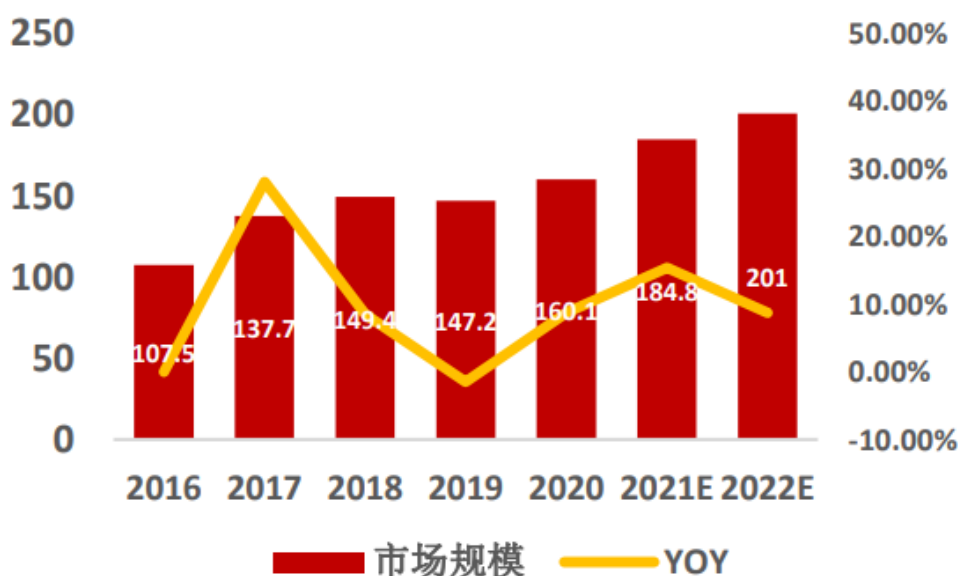
量检测设备与光刻机使用的光源性能存在较大区别，主要原因为：光刻过程中激光直接照射掩膜版与光刻胶，量检测过程中，光罩检测会照射掩膜版，其他量测的激光的照射对象通常为硅、硅化物、金属等，其光学属性存在较大区别；其次工作目的不同，光刻曝光过程直接改变光刻胶的理化性质；量检测需尽可能避免对集成电路结构的改变或损伤，故其激光能量一般低于光刻用准分子激光。掩膜版检测采用 13.5nm/193nm 波长激光（与光刻准分子激光波长一致），其他量检测则广

泛采用 532/355/266/213nm 波长的紫外或深紫外光。

光刻机使用气态准分子激光，量检测设备通常采用全固态激光。全固态激光具有线宽窄、体积小、稳定性高、光束质量好等优点。以 266nm 深紫外全固态激光为例，其产生方式为：掺铈的钇晶体产生 1064nm 波长的近红外激光，再经由 BBO、LBO、KBBF 等晶体的和频或倍频，将波长缩短为原来的 1/4，最终得到 266nm 波长的激光。类似的原理，近红外激光三倍频即 1064nm 波长除以 3 可得到 355nm 波长激光。

晶圆表面缺陷尺寸小、缺陷物质种类多，高检出率需要检测光源须同时具备高亮度、宽光谱范围等特点。为满足上述需求，激光维持等离子体(LSP)光源应运而生，广泛应用于明场缺陷检测设备中。LSP 光源利用导入的外部激光和曲面聚焦收集镜，形成外部激光辐射场。高压 Xe 灯中激光与电离气体相互作用产生的等离子体，从聚焦在等离子体区域的外部激光辐射场中吸收能量，维持在接近热力学平衡状态；等离子体在内部的电子跃迁过程中发出等离子体激光。LSP 光源体积小、能量沉积效率高，同等功率下光源发光强度高，且寿命更长。

图 14.2016-2022 年全球激光器市场规模(亿美元)



数据来源：中商情报网，财通证券研究所

激光器广泛应用在多个行业，全球激光器市场规模从 2016 年的 107.5 亿美元增长至 2020 年的 160.1 亿美元，年均复合增长率达 10.47%。光刻用激光器 2020 年市场规模为 12.75 亿美元。随着 EUV 光刻机全球出货量快速增长，DUV 光刻机需求旺盛，用于产生 EUV 光的 CO<sub>2</sub> 光源、DUV 用准分子光源，有望推动光刻用激光器市场规模持续扩大。量检测设备用激光器需求规模也有望同步

增长。

## 三、相机：半导体光学设备的目明之眼

晶圆缺陷检测过程中，所需光学信号获取，多数由时域延迟积分(TDI)相机完成。TDI相机以“线”为单位进行图像采集。TDI相机的原型单线扫描相机只有一行感光像素，随着检测速度的提高，相机的曝光时间被不断缩短，多线感光的TDI线扫描相机逐渐成为主流。新型TDI线扫描相机最多有256阶，综合各线的影像数据，可获得最大256倍灵敏度的图像，从而满足低光照条件（尤其是暗场）环节下的量检测工艺。使用TDI相机也可改善环境条件恶劣，引起信噪比太低的不利因素。此外，采集速度达90~180fps的高速大面阵工业相机，在高端半导体3D测量也有使用。

TDI相机属于工业相机的分支，2022年市场规模约为2.5亿美元，主要厂商包括日本的滨松光学，德国vieworks公司，加拿大teledyne等。CIS芯片为TDI芯片的核心元件。根据yole统计，2021年军工/航天（包含科学仪器）CIS芯片市场规模约为4亿美元，行业前六名分别为Teledyne（41.5%）、onsemi（安森美15.46%）、BAEFairchild（8.46%）、Hamamatsu（滨松6.78%）、Sony（索尼6.49%）、长光芯辰（6.24%）。

当前TDI线扫描相机图像传感器输出分辨率已经达到了24K，面扫描相机分辨率达2亿像素以上，数据位宽也从最初的8bi逐步发展到10bit乃至16bit。搭载了FPGA和DRAM芯片的工业相机，其前端嵌入式运算能力进一步加强，更多的复杂计算可以在相机端实现。借助像素位移技术和超分辨率算法，相机可实现4倍或更高分辨率的图像合成：例如在1.5亿图像传感器基础上，实现6亿分辨率的图像输出。光学量检测设备之外：先进封装与三维集成电路技术，对穿透力强又无损的X射线检测设备需求旺盛。相比于面阵相机，TDI相机可极大提高X射线检测效率，还可部分避免照射角度引起的图像形变，在信号弱环境下也可以采集高信噪比图像。TDI相机在X射线检测中优势明显，需求规模也有望进一步扩大。

TDI相机的应用也存在一些局限：其成像原理对镜头和光源要求较高，加大了系统开发的难度和成本；TDI相机需要运动控制与反馈系统支持，扫描过程中被检测物体需接近匀速运动，否则图像精度可能降低，最终影响量检测的精度。TDI相机对运动精度和速度的要求，需要通过先进的运动平台系统实现。

## 四、运动平台系统与组件：精准移动定位关键

光刻与量检测过程中的精确定位和位移，由高精运动平台（光刻机中称双工件台）系统实现。运动平台系统具备工装夹取、移载、定位等功能，也可用于晶圆键合、晶圆切割等工艺。以负责曝光过程中晶圆移动的光刻机工件台为例，其具备高速、大行程、六自由度的纳米级超精密运动的能力。光刻机工件台由ASML、尼康、佳能等公司自制，量检测设备用运动平台由Aerotech，

Newport, 德国 PI 等第三方供应商供应。

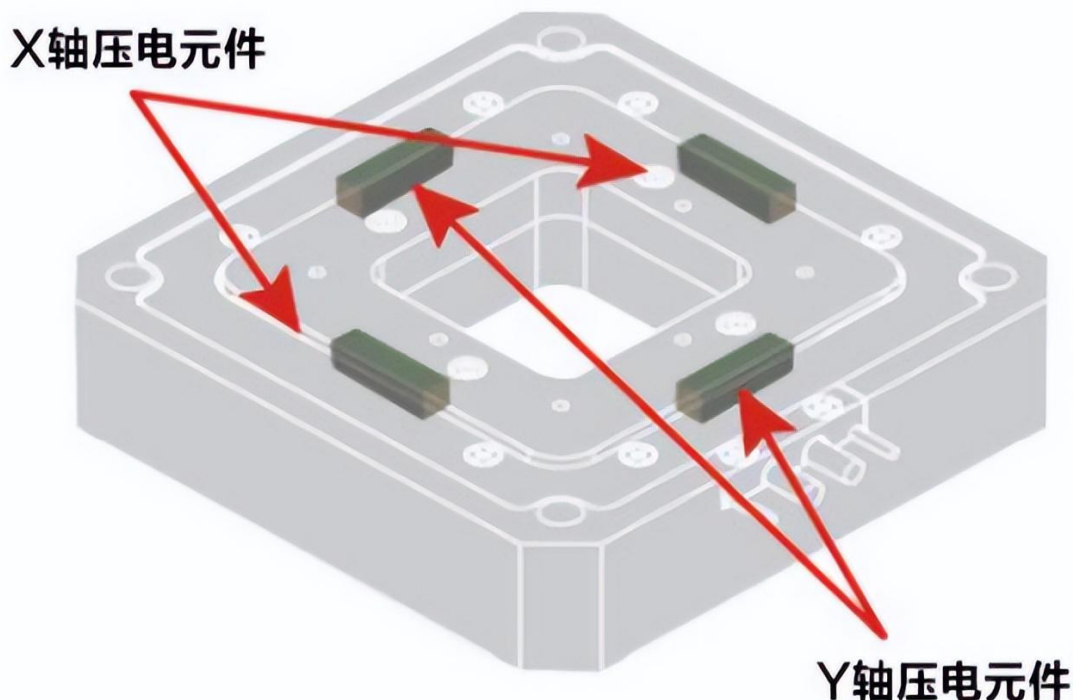
以光刻工件台例，运动平台采用了多项特殊设计，以满足半导体光学的工艺要求。高度轻量化：为降低运动惯量，减轻电机负载，提高运动效率，运动平台普遍采用轻量化结构设计，轻量化最高可达到 90%；高形位精度：为实现高精度运动和定位，运动台结构具有极高的形位精度；高尺寸稳定性：运动台结构件不易因为温度或力度而变形；清洁无污染：运动台具有极低的摩擦系数，动能损失小，无磨削颗粒的污染。上述特殊设计，需要激光干涉/平面光栅测量，特种光学元件加工，先进材料，多层压电驱动器等多项关键技术支持。

激光干涉仪以激光波长为基准，具有高精度和可溯源性。测量运动平台多自由度位移，需采用多台激光干涉仪，搭建多自由度测量系统。美国 Keysight 公司（原 Agilent 公司）和 Zygo 公司为光刻用干涉仪的重要供应商。激光干涉仪定位存在光路较长的缺点，受环境影响会导致的纳米级的误差，正被光栅干涉法部分替代。光栅干涉仪以光栅的栅距为基准，利用光栅的衍射效应实现对工件台的单点多自由度测量。由于光栅仪的光路较短，环境适应性强，可满足 3-5nm 制程光刻机超精密定位的需求。ASML 公司采用德国海德汉公司的四光栅-四读数头技术。

光刻机工件台的方镜用于承载晶圆，同时也是多轴激光干涉仪的目标反射镜，对于精确定位至关重要。方镜对反射面的面形精度、位置精度、整体刚度等都具有极高的要求，对其参数测量需要 20 余种通用及专用测量仪器。原材料方面，工件台本体常采用铝合金或碳化硅（采用碳化硅的性能优于铝合金）；殷钢作为测量系统的基座；机械和热学性能出色的肖特微晶玻璃用于制造方镜。微晶玻璃在 EUV 光刻中容易破损导致精度下降；其在维持刚度时需增加厚度，无法实现轻量化；堇青石或碳化硅陶瓷未来有望成为替代材料。

多层压电驱动是另一项关键技术：对压电陶瓷施加电压，其会产生位移形变，具有纳米级位移分辨率，且响应快、体积小、扭力大、无电磁干扰的优势。多层压电驱动应用在镜片微调、掩模台或运动台位置调整、主动减振等环节。德国 PI 公司的压电驱动器位移精度可达亚纳米级、响应时间达到微秒量级，分辨率及稳定性出色。其他厂商有 Thorlabs、NEC/TDK 等。

## 图25. 压电陶瓷调节运动台位置



数据来源：广亿科技官网，财通证券研究所

相比 DUV 光刻机 300 片的 WPH(WaferperHour 每小时晶圆产能)。国产 2Xnm 节点无图形晶圆缺陷检测设备的 WPH 约为 25；单腔膜厚设备的 WPH 约为 80；暗场有图形晶圆缺陷检测设备的 WPH 为数十片每小时；电子束设备/明场有图形缺陷检测设备的 WPH 更低。由于产能较少，相同精度等级下量检测设备运动平台的位移和测量工作量少，技术难点相对少。

### 第三节 精密光学制造：半导体光学上游核心

#### 一、精密光学制造：半导体光学设备核心部件诞生地

精密光学制造居于半导体光学产业链位的核心地位，支撑几乎所有半导体光学元件的生产。除用于半导体领域外，工业级精密光学制造主要服务于航空航天、生命科学及医疗、无人驾驶、生物识别、AR/VR 检测设备等行业。半导体领域，极紫外光刻正成为集成电路制造的核心技术，对光学元件面型精度的要求达到  $\lambda/200$ ，表面粗糙度低于 0.1nm，这些指标达到或超过了当前精密光学加工技术的极限，属于超精密级别。德国、日本、美国占据超精密光学制造技术制高点，德国蔡司是半导体全球光学代表性企业。超精密光学制造由超精密光学加工、超精密光学镀膜、超精密光学

检测、超精密装调等环节构成。

超精密光学加工是光学元件的成形工序，其技术路线分为触式和非接触式两大类。在接触式制造技术中，最具代表性的方法是数控研磨抛光（CCP），单点金刚石切削以及磁流变抛光（MRF）技术。在非接触制造中，主要方法包括磨料射流抛光、等离子体成型和离子束抛光等技术。数控加工技术、计算机辅助设计等新技术，正被逐步运用到超精密光学加工领域，大幅提升生产效率和品质保证能力，古典法抛光工艺正被逐渐取代。

超精密光学加工中的低频误差（空间周期长度 33mm）会影响光学系统的聚焦能力，引入波像差从而降低系统分辨率；中频误差（空间周期长度 0.12-33mm）会引入小角度的散射，降低峰值强度且会显著增大光斑尺寸，降低图像的清晰度；高频误差（空间周期长度小于 0.12mm）则会使系统信噪比降低，导致像质恶化。故超精密光学加工对精度的要求极为苛刻。

超精密光学表面镀膜工序，可提高光学元件透射/反射/偏振/强激光耐受等能力。精密光学元件向功能集成化和高精度方向发展，其偏振分光、减反射、光谱波长准确定位（纳米级）等性能只能通过镀膜来实现。镀膜主要方法包括：等离子体镀膜、离子束镀膜、激光束镀膜、化学气相薄膜沉积等。集成电路制造所采用的原子层沉积等镀膜技术也被逐步采用，提升效率和良品率、降低成本效果明显。

超精密光学装调，负责将光学元件组装成光学系统，是另一项核心技术。完整的装调工序包括精密光学系统的装配、测试、像质补偿流程。以光刻机物镜为例，光学元件装配间隔误差、偏心误差需控制在 $\pm 1\mu\text{m}$ 以内；通过计算机辅助装调及系统级元件精修，使波像差、畸变等像质的指标满足要求。装调工序需要测试设备的支持，测试内容包括传递函数测试、激光光谱测试、镜片厚度测试、镜片位置测试、物镜系统波像差测试等。高精度中心偏测试仪、高精度车削的立式装校车床、镜片定位仪，是超精光学装校的关键设备。

超精密光学检测/测量技术是另一项挑战。自动化检测设备通过信号采集和软件分析，可无接触式自动判断面形和加工精度，准确度高。传统的光学样板接触式检验（接触对元件表面有污染和损伤）和个人主观判断检验法，被快速取代。光学加工检测设备主要包括平面干涉仪、球面干涉仪、高精度分光光度计、拼接式干涉测量仪等。其中，面型检测主要使用轮廓仪和斐索干涉仪，粗糙度检测主要使用原子力显微镜和白光干涉仪器。超精密光学检测在保障光学元件质量的同时，为数控加工系统提供大量光学元件的实时数据参数，辅助指导抛光/镀膜/修型等工艺。因此，光学检测精度一定程度决定了加工精度。

## 二、光学设备与材料：微纳雕琢的刻刀与精粹

以蔡司为例，早期半导体光学制造的主要方式为“金手指”模式：人工经验判断+手工抛光。但

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/745333214344011213>