

领航国产替代浪潮，国内群星纷至沓来

——半导体零部件行业深度报告

证券分析师：

杨钟 执业证书编号：S0210522110003

赵心怡 执业证书编号：S0210523050004

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

- **AIoT/汽车三化/XR驱动半导体需求触底回升，晶圆厂扩产/资本支出持续支撑长期增长。**从行业景气度角度来看，虽然半导体行业自2021年起受到全球通货膨胀、地缘冲突等因素的影响而进入暂时性下行周期，但随着AIOT、智能汽车、大数据、XR等新兴领域的迅速崛起，半导体领域的发展引擎已被点燃。与此同时，据SEMI数据，全球前端的300mm晶圆厂的设备支出将于2024年恢复增长，预计于2026年达到1190亿美元的历史新高。长期来看，信息化智能化将继续导致全球硅含量提升，半导体市场大有可为，随着海内外厂商库存水位的逐步修正，半导体领域有望凭借技术创新、需求回暖和持续的资金与产能支持触底回升。
- **半导体零部件是整个半导体产业的基石，市场空间广阔，发展潜力十足。**半导体零部件是设备核心技术演进的关键。**从零部件工艺特点来看**，首先，半导体零部件产业通常具有高技术密集、学科交叉融合等特点，其生产工艺涉及精密机械制造、工程材料、工程设计等多个领域；其次，因半导体零部件需满足高精密、高洁净、耐腐蚀等众多要求，故而精密零部件是半导体设备制造环节中难度较大、技术含量较高的环节。在高技术壁垒下，设备零部件当之无愧成为半导体产业中的“卡脖子”环节。**从供应链角度来看**，零部件直接影响着设备的交付，据TrendForce数据显示，2022年上半年，半导体设备交期面临延长至18-30个月不等的困境，究其原因，零部件的短缺是重要痛点。**从产值角度来看**，零部件年产值达上百亿美元，推动下游各环节产业规模呈现指数级增长趋势。**从成本角度来看**，零部件采购额通常占据半导体设备生产成本的90%以上，是半导体设备的基础和核心。我们推算，2022年全球半导体零部件市场规模超500亿美元。
- **欧美日长期垄断零部件市场，国产替代迫在眉睫加速推进。**目前，半导体零部件被美日欧高度垄断，近年来前十大半导体厂商市场份额稳定在50%左右，其中半导体零部件细分品类集中度高达80-90%。与此同时，美国频繁对我国高科技领域实施技术封锁，且手段日趋严厉，这使国内厂商关键技术自主可控的意愿愈发强烈。为应对严峻形势，我国半导体厂商正积极推进国产化落地。众多设备及零部件厂商正积极推进跨期合作，通过自研、并购等方式推进对关键零部件业务的布局，并在部分零部件细分赛道已相继取得突破，半导体零部件的国产化浪潮已然掀起。
- **投资建议：**半导体零部件细分品类繁多，虽然目前整体国产化率较低，但国内零部件厂商在某些细分品类正逐步实现突破。我们建议关注半导体零部件各细分领域的突出厂商，包括：新莱应材（半导体管阀核心零部件）、正帆科技（工艺介质供应系统/Gas Box）、汉钟精机（真空泵）、英杰电气（射频电源）、江丰电子（腔体/喷淋头等各种金属件居多，布局非金属件）、富创精密（金属工艺件/结构件、气体管路等）、茂莱光学（精密光学器件、光学系统、光学镜头）、华亚智能（金属结构件）、苏大维格（光刻机零部件光栅）、昌红科技（晶圆载具）、菲利华（半导体用石英玻璃材料及制品）、石英股份（半导体石英材料）、凯德石英（石英耗材）、先锋精密（刻蚀和薄膜沉积设备零部件精密制造）、珂玛科技（半导体设备用先进陶瓷材料零部件）。
- **风险提示：**下游需求不及预期风险，相关企业业务开展不及预期风险，客户认证及产品验证进展不及预期，地缘政治风险、市场竞争格局恶化。

目 录

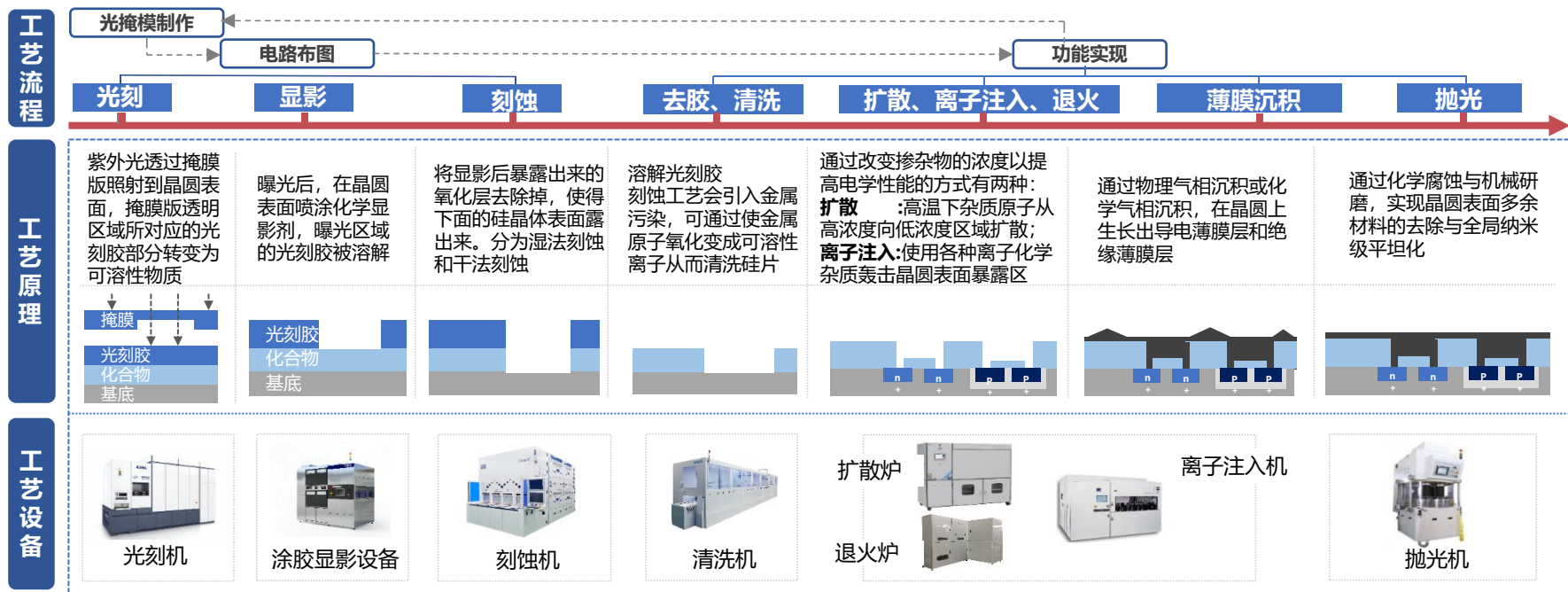
- **第一部分：半导体设备及其核心组件**
- **第二部分：半导体零部件分类梳理及核心零部件详解**
- **第三部分：市场空间广阔，局部高度垄断**
- **第四部分：海外龙头观察**
- **第五部分：投资建议**
- **第六部分：风险提示**

1.1 集成电路制造工艺及设备

集成电路工艺流程

- 半导体设备主要应用于集成电路的**制造**和**封测**环节，可细分为晶圆制造设备（前道设备）和封装、测试设备（后道设备）。其中，前道设备主要有光刻机、刻蚀机、薄膜沉积设备、离子注入机、CMP设备、清洗机、前道检测设备和氧化退火设备，后道设备主要分为测试设备和封装设备。前道设备用于晶圆制造过程，覆盖从光片到晶圆的成百上千道工序，直接决定了芯片制造工艺的质量。

图表1：芯片制造前道工艺原理及对应设备

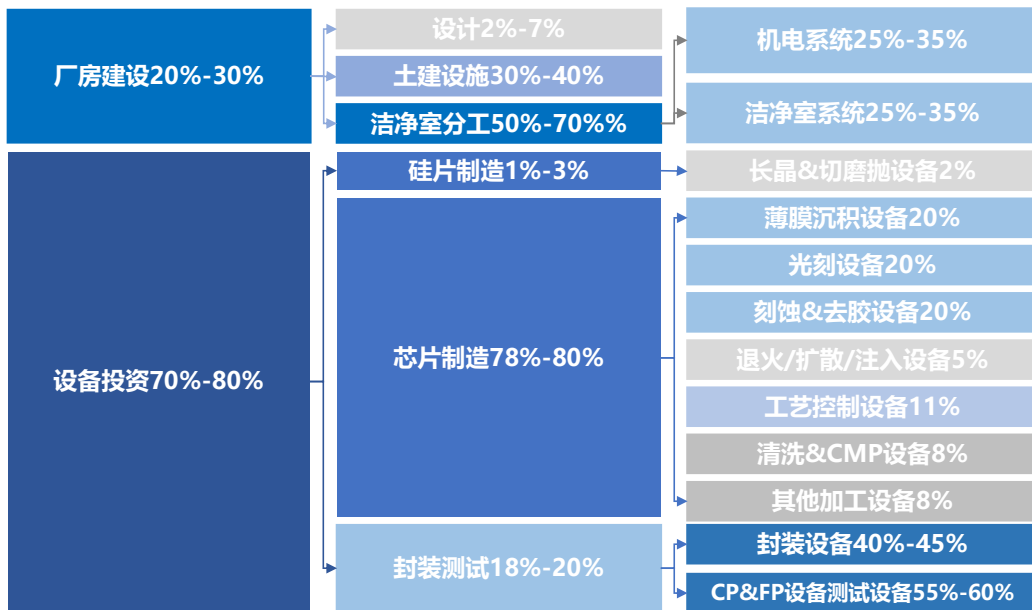


1.1 集成电路制造工艺及设备

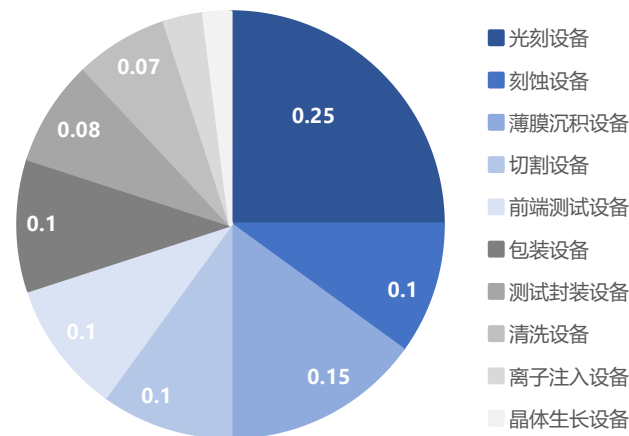
集成电路核心半导体设备

- 从晶圆制造厂资本开支上看，根据Gartner统计数据，集成电路制造设备投资一般占集成电路制造领域资本性支出的70%-80%，且随着工艺制程的提升，设备投资占比也将相应提高。在设备投资中，芯片制造和封装测试投资额占比分别为78%-80%、18%-20%。
- 根据Gartner、Utmel数据显示，典型的集成电路制造产线设备投资中，光刻机、刻蚀机、薄膜沉积设备、离子注入设备、测试设备、清洗设备等投资额占比较高，是集成电路制造设备投资中的最主要部分。

图表2：集成电路制造领域典型资本开支结构



图表3：产线中晶圆制造设备投资额占比

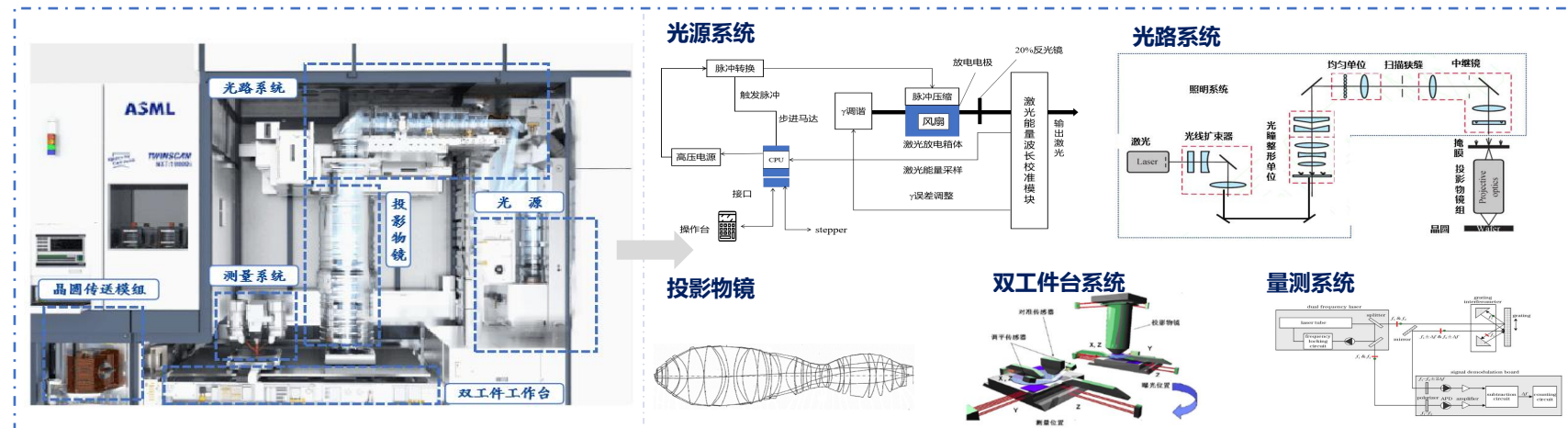


1.2 核心半导体设备及其结构组件

1.2.1 光刻机 —— 执光为画笔，芯片版图曝光成像

- **光刻机**：光刻机能将设计好的电路图从掩模版转印到晶圆表面的光刻胶上，通过曝光、显影将目标图形印刻到特定材料上。光刻机作为前道工艺七大设备之首，技术要求极高，涉及精密光学、精密运动、高精度环境控制等多项先进技术。
 - ✓ **光源系统**：光源系统是光刻设备的核心，光源波长决定工艺能力，光源波长越短则晶体管线宽越小，芯片性能越强。
 - ✓ **光路系统**：将光源发出的光束进行整形匀化后照明掩模面，再由投影物镜系统将掩模面上的图形复制到硅片表面。
 - ✓ **投影物镜**：投影物镜用于投射光刻图案。由于单片投影物镜存在像差，色差等问题，在实际应用中需通过组合投影物镜纠正成像问题。
 - ✓ **双工件台系统**：一套光刻系统中有两个硅片运动台，分别位于测量位置和曝光位置，实现了光刻机产能及工作效率的大幅提升。
 - ✓ **量测系统**：通过测量双频激光光束间的相位差来测量位移，从而确定晶圆形貌。

图表4：光刻机系统结构



资料来源：《光刻机照明系统中中继镜组的光场》——张志平等、《193nm投影光刻物镜光机系统》

更多免费行业报告

并购买

www.ipoipo.cn

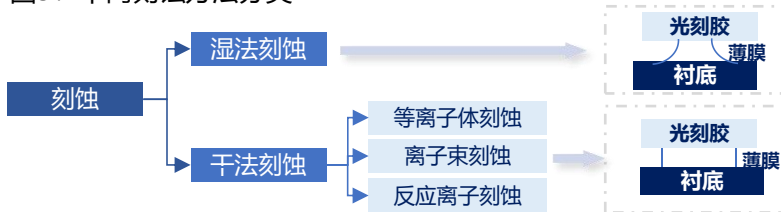
《光外差干涉技术在光刻机中的应用》——李金龙，华福证券研究所

1.2 核心半导体设备及其结构组件

1.2.2 刻蚀设备 —— 芯片精雕师

- 刻蚀设备**：通过物理及化学的方法去除芯片中不需要的部分。
- 刻蚀分类**：按照不同的分类可分为干法刻蚀和湿法刻蚀。其中，湿法刻蚀难以实现1um以下精细加工，干法刻蚀主要用于高精度加工。其中，干法为主要的刻蚀方式。
- 干法刻蚀系统构成**：等离子体刻蚀又可分为ICP和CCP，主要包括真空室、控制系统等。离子束刻蚀的设备主要包括传输、工艺模块和外围保障系统。

图5：不同刻蚀方法分类



资料来源：半导体制造技术导论，21ic电子网，华福证券研究所

图表6：等离子刻蚀设备主机平台 & 设备



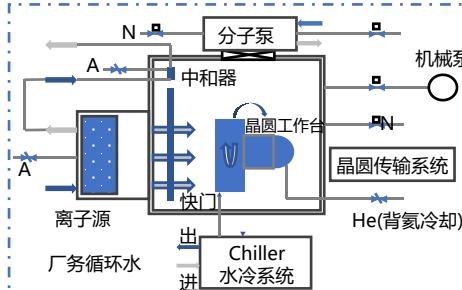
电感性等离子体刻蚀设备-ICP



电容性等离子体刻蚀设备-CCP



图表7：离子束刻蚀原理 & 设备



晶圆传输系统



晶圆传输系统是一套高自动化的盘片装载、传输、卸载装置，主要装载模块、传输模块、晶圆预对准系统。

对准系统

刻蚀工艺模块

离子源：使中性原子或分子电离产生等离子体，并从中引出高能离子束流的装置。

栅网：负责将离子束引出并加速的部件。

中和器：使离子束流中的正离子得到中和的电子发射部件。

快门：晶圆工作台和离子源间的隔离装置。

晶圆工作台：负责固定晶圆的装置，也是进行离子束刻蚀的最终场所。

外围保障系统

电气控制系统：提供电源的同时实时控制和监控各个子模块。

真空系统：可以实现腔体内的极限真空度。

气路系统：晶圆工作台中心圆片冷却的氮冷气路等四个气路系统。

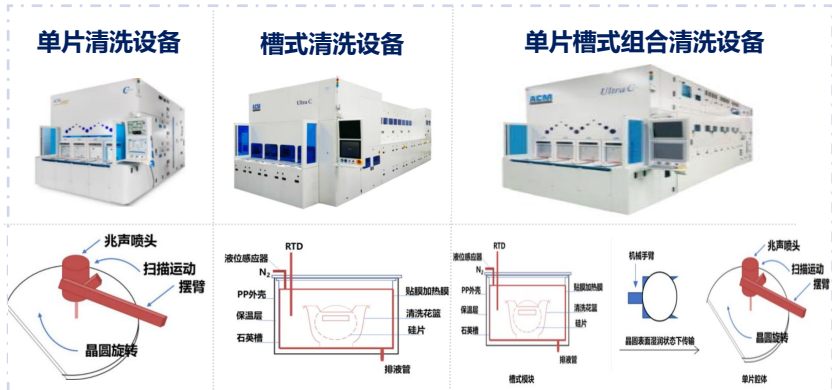
水路冷却系统：提供的特定温度循环水来实现设备各个模块的水冷降温。

1.2 核心半导体设备及其结构组件

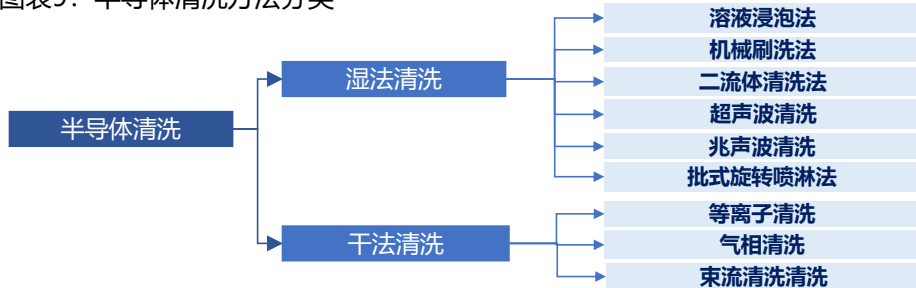
1.2.3 清洗设备 —— 芯片大厦的保洁员

- **清洗设备**：清洗设备能对晶圆表面进行无损伤清洗，以去除颗粒、金属污染抛光残留物等杂质。
- **清洗分类**：根据清洗介质的不同，清洗技术主要分为湿法清洗和干法清洗。湿法清洗采用特定的化学药液和去离子水，干法清洗指不使用化学溶剂的清洗技术。
 - ✓ **晶圆制造产线上通常以湿法清洗为主**，少量特定步骤采用湿法和干法清洗相结合的方式互补所短，构建清洗方案。
- **湿法清洗设备**：湿法清洗主流的清洗设备主要包括单片清洗设备、槽式清洗设备、组合式清洗设备和批式旋转喷淋清洗设备等。其系统包括圆片传输系统、腔体模块等。

图表8：不同湿法清洗设备及原理



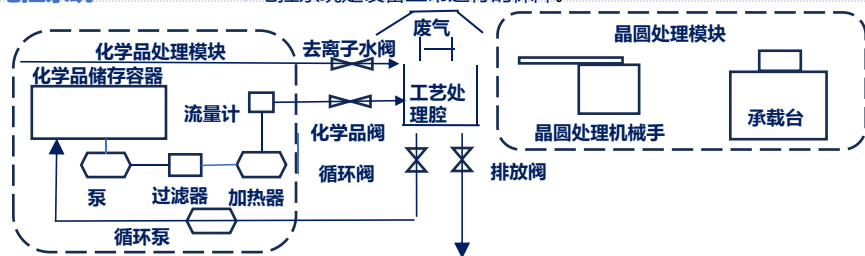
图表9：半导体清洗方法分类



资料来源：盛美上海招股书、华福证券研究所

图表10：半导体清洗方法分类

- **圆片传输系统**：圆片传输机械手用于传送清洗前和清洗后的圆片，保证传输的过程中没有颗粒增加，同时避免静电的产生。
- **腔体模块**：腔体模块是执行圆片清洗干燥的区域。
- **化学药液供给传输模块**：包括化学药液供给系统和气体供给分配系统。
- **软件系统**：设置硬件工作参数，实时提供关键参数监控，并显示机台实时状态。
- **电控系统**：电控系统是设备正常运行的保障。



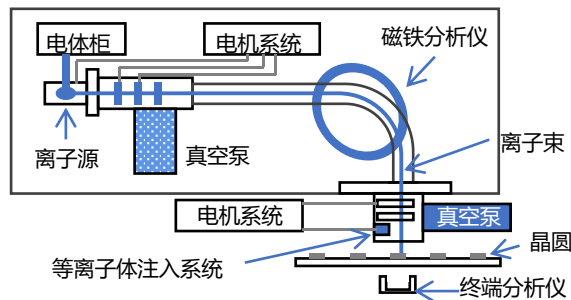
1.2 核心半导体设备及其结构组件

1.2.4 离子注入机 —— 构筑PN结的魔法师

- **离子注入机：**离子注入设备是将掺杂剂材料射入晶圆表面的设备，该步骤的主要目的是形成PN结，PN结是晶体管工作的基本结构。
- **离子注入机系统：**主要包含气体系统、电机系统、真空系统、控制系统和射线系统。
 - ✓ 其中，射线系统为最重要子系统，由离子源、磁分析器、加速管或减速管、聚焦和扫描系统构成。

图表11：离子注入设备及设备结构

离子注入是一种掺杂技术，以离子加速的方式将掺杂元素注入到半导体晶片内部，改变其导电特性并最终形成所需的器件结构。



图表12：离子注入设备系统

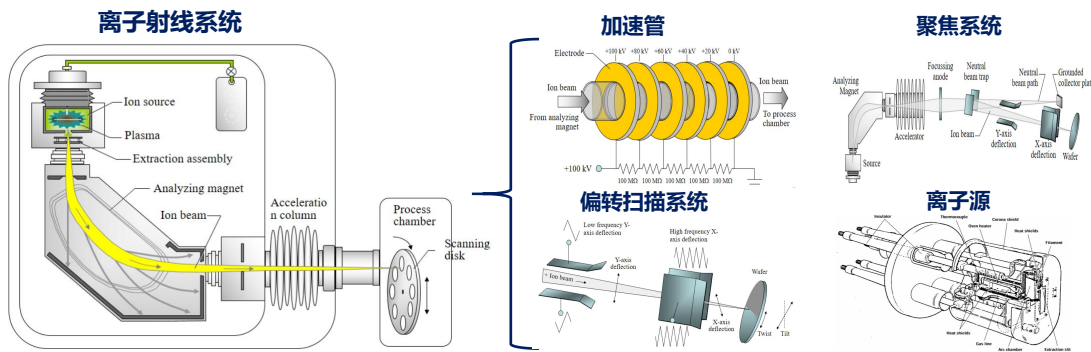
气体系统：离子注入机使用很多危险的气体和蒸汽产生的掺杂物离子，所以气柜被封装在离子注入机内部以降低掺杂物离子渗漏到生产过程中的风险。

电机系统：高压直流电源用于加速离子，电力供应的电压与电流必须非常稳定，以确保工艺成品率。

真空系统：离子射线必须在高真空中，以减少带电离子和中性气体分子沿离子轨迹发生碰撞的概率。其中，一种结合了冷冻泵、涡轮泵和干式泵的装置将被使用在射线系统中以达到 10^{-7} Torr的高真空。

控制系统：为了达到设计要求，离子注入过程需要精确控制离子束的能量电流和离子种类。

射线系统：最重要子系统，由离子源、磁分析器、加速管或减速管、聚焦和扫描系统构成。



1.2 核心半导体设备及其结构组件

1.2.5 薄膜沉积 —— 芯片立体结构3D打印机

- **薄膜沉积**：薄膜沉积可将金属层、绝缘介质或其他半导体等结构添加在晶圆表面，沉积好的薄膜将作为电路的功能材料层。
- **薄膜沉积分类**：根据不同的工艺方法可分为化学气相沉积、物理气相沉积和原子层沉积。
 - ✓ **PVD**：用于金属、金属合金或其他固态化合物的高真空沉积工艺。利用热能（蒸发）或离子的动能（溅射）使材料从固体源中移出，沉积在衬底上。
 - ✓ **CVD**：反应气体通过硅片表面后被吸附于芯片表面，经过反应形成薄膜，而反应的附加产物以气体的形式脱离芯片表面，被真空泵吸走。
 - ✓ **ALD**：ALD本质上是CVD工艺，ALD对大面积区域有杰出的厚度控制能力和一致性。

图表13：ALD & CVD & PVD成膜效果

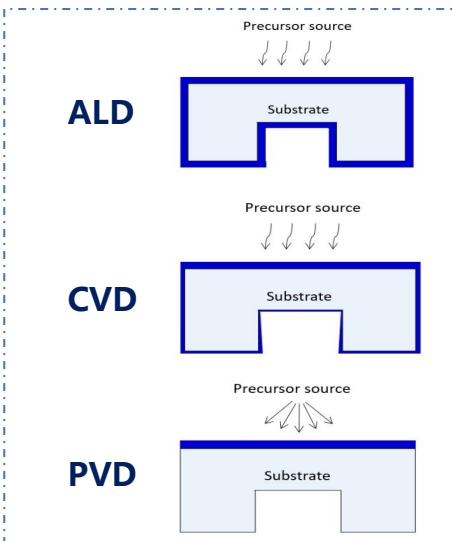


图14：ALD & CVD & PVD薄膜沉积设备



图表15：ALD & CVD & PVD薄膜沉积设备性能对比

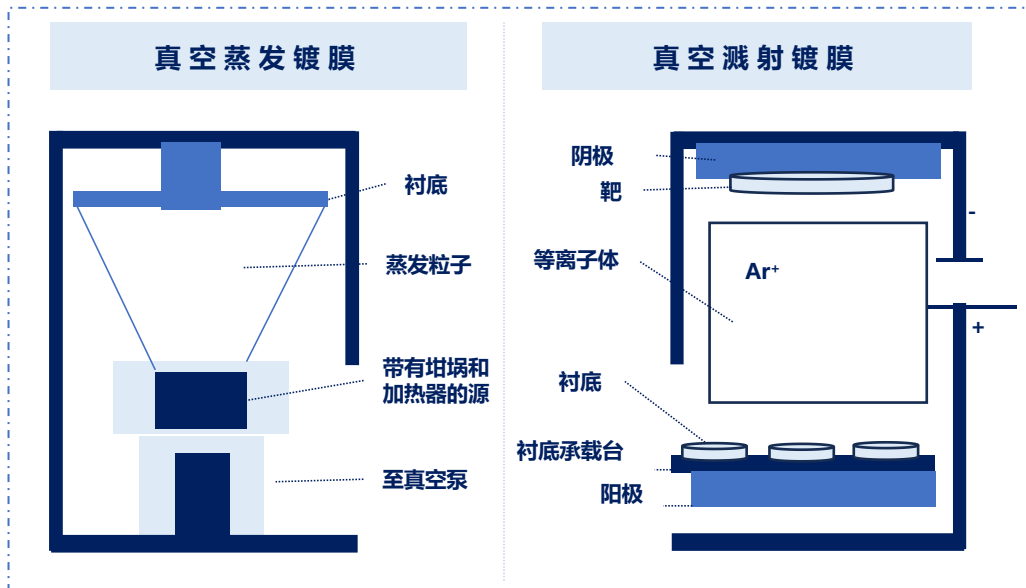
工艺	原子层沉积(ALD)	物理气相沉积(PVD)	化学气相沉积(CVD)
沉积原理	化学表面饱和反应	蒸发-凝固	气相反应
均匀性	优秀, 0.07-0.1nm	一般, 5nm左右	较好, 0.5-2nm
优势	1) 薄膜厚度均匀性好 2) 阶梯覆盖率好	1) 沉积速率快 2) 成分无杂质	1) 台阶覆盖率好 2) 镀膜有单一方向性
劣势	1) 沉积速率较慢	1) 纳米级膜厚精度控制差 2) 阶梯覆盖率差	1) 阶梯覆盖率一般 2) 沉积速率一般
应用领域	1) PERC电池背面钝化层 2) TPOCon电池隧穿层、接触层、减反层	1) HJT光伏电池电极 2) 半导体金属化	1) PECR电池减反层 2) TOPCon电池接触钝化层 3) HTJ电池接触钝化层

1.2 核心半导体设备及其结构组件

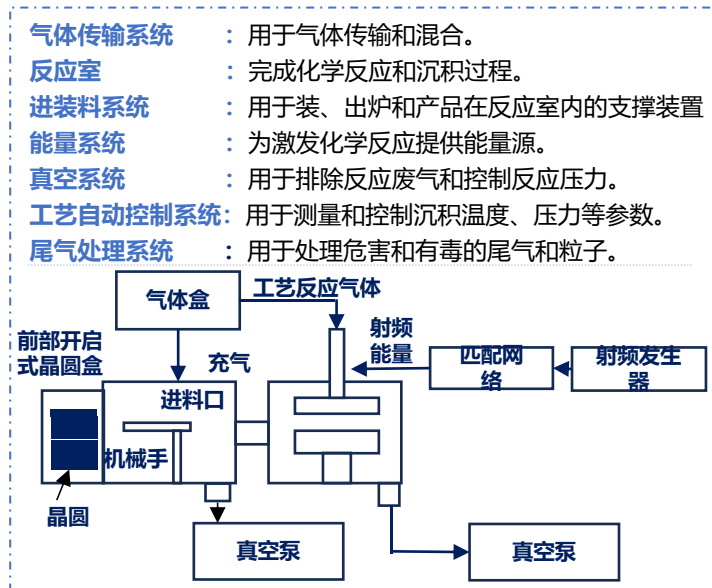
1.2.5 薄膜沉积 —— 芯片立体结构3D打印机

- **物理气相沉积(PVD)技术**：PVD主要分为三类——真空蒸发镀膜、真空溅射镀膜和真空离子镀膜。真空蒸发即在真空中加热材料直至达到充分蒸发压力，在衬底上形成薄膜。而溅射是等离子工艺，惰性气体离子加速冲向靶构成蒸汽柱，凝结在衬底上。相比之下溅射具有更高冲击能量。
- **PVD系统结构**：PVD的设备组成通常包括真空系统、水冷系统、气体输入系统、工控系统等多个部分。
- **CVD系统结构**：CVD 系统需要满足传输和控制气体、载气和稀释气体进入反应室、激发化学反应的能量源、排除和安全处理反应室的副产物废气、精确控制反应参数等。因此通常包括气体传输、真空、尾气处理等七个系统。

图表16：PVD蒸发/溅射原理



图表17：化学气相沉积CVD系统

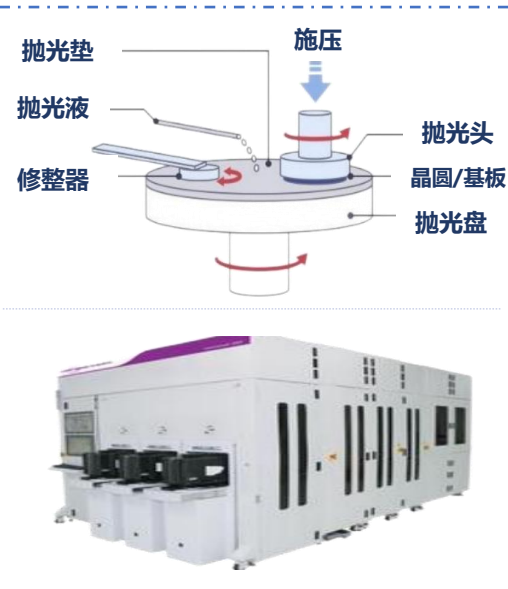


1.2 核心半导体设备及其结构组件

1.2.6 CMP设备 —— 化学机械抛光将芯片修整平坦

- **CMP设备** : CMP设备通过化学腐蚀与机械研磨的协同配合作用, 实现晶圆表面多余材料的高效去除与全局纳米级平坦化。
- **CMP抛光设备**: CMP设备由抛光设备、后CMP清洗设备、抛光终点检测及工艺控制设备、废物处理和检测设备等组成。其中, 抛光是最核心的设备, 抛光部分由抛光头、抛光盘和抛光垫等硬件设备组成, 同时需要CMP研磨浆等物品辅助。
- **CMP其他设备**: CMP设备研磨的过程中需要通过终端监测设备依据电流变化来判断研磨程度, 防止研磨过度。同时也需要后清洗工艺设备清洗研磨过程中晶圆表面产生的杂质。

图表18: CMP设备&设备结构



图表19: CMP具体设备

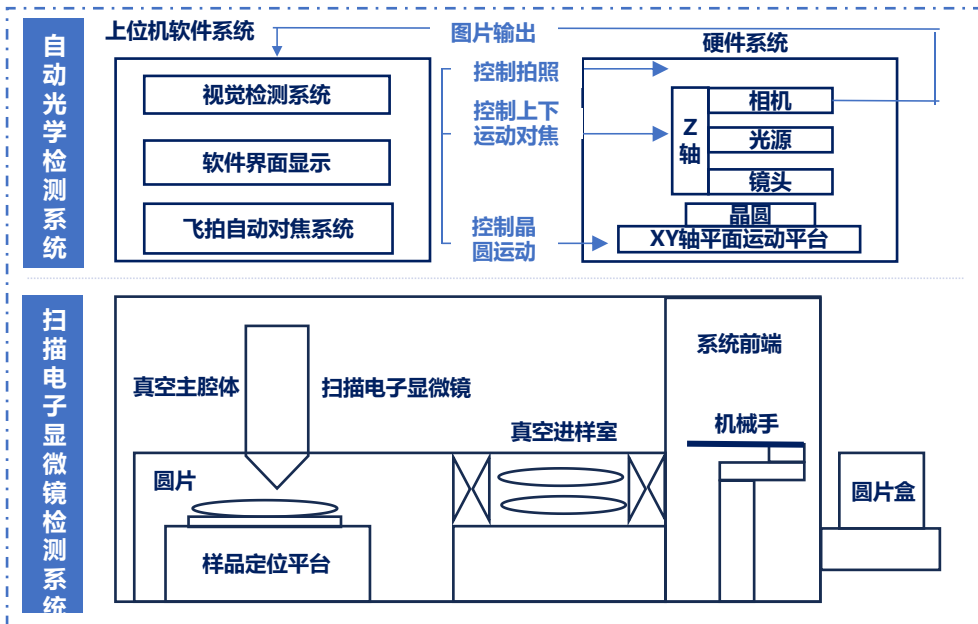
研磨垫底及调整器		研磨垫由多孔有弹性的聚合物材料组成, 如脱落和切成薄片的聚氨酯或氨基钾酸酯涂敷聚酯制品。
研磨垫		研磨头包括研磨头主体、固定环、装载薄膜及向下推进系统。真空吸盘将晶圆夹到载具上后, 加压的载具反应室会把向下的压力传送到晶圆并将晶圆推送到研磨垫上。
CMP 终端监测		通过监视电机的电流或光学测量获得终端信息。当CMP接近终点时, 研磨衬垫将开始接触并研磨底层。为了保持固定的衬垫旋转速率, 研磨头旋转电机的电流将会改变。
CMP 后清洗		CMP工艺完成后, 晶圆必须立刻被彻底清洗, 否则晶圆表面上将产生很多缺陷, 这与研磨过程和研磨浆有关。

1.2 核心半导体设备及其结构组件

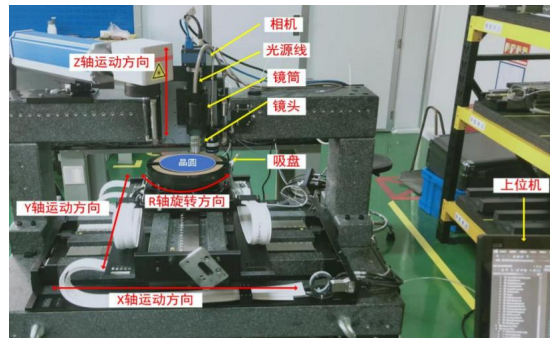
1.2.7 量测设备 —— 芯片制造的质量检查

- 量测设备**：量测设备应用于前道制程和先进封装的质量控制。检测指观测晶圆表面或电路结构中是否出现异质情况，如颗粒污染、表面划伤等对芯片工艺性能具有不良影响的特征性结构缺陷；量测是指对被观测的晶圆电路上的物理特性做出的量化描述，如薄膜厚度。
- 量测设备系统**：量测设备分为光学和电子束技术路线，其中光学占主流。自动光学检测设备中主要包括机械运动平台、图像采集系统和上位机。扫描电子显微镜检测设备包括视觉采集、电子光学、真空、信号探测处理和显示四个系统。

图表20：自动光学检测&扫描电子显微镜检测系统



图表21：自动光学检测&扫描电子显微镜检测系统结构



总体包括机械运动平台、图像采集系统和上位机

电子光学系统：电子枪、电磁透镜、扫描线圈、样品室等。

信号探测处理和显示系统：二次电子探测器、X射线能谱分析仪等。

真空系统：真空泵和真空柱。

目 录

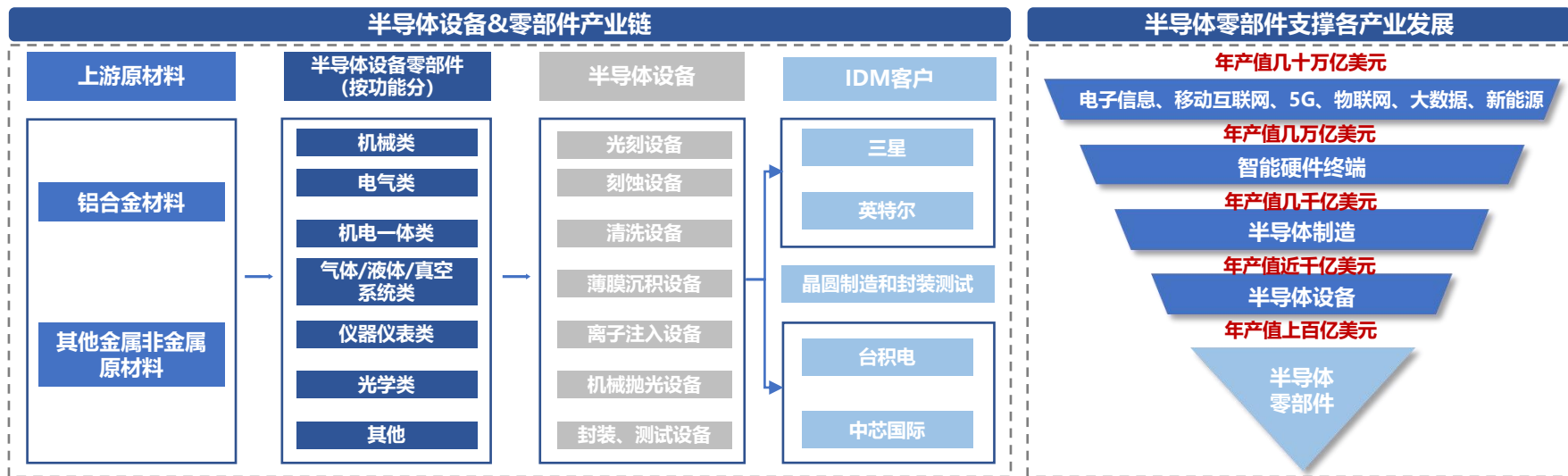
- 第一部分：半导体设备及其核心组件
- 第二部分：半导体零部件分类梳理及核心零部件详解
- 第三部分：市场空间广阔，局部高度垄断
- 第四部分：海外龙头观察
- 第五部分：投资建议
- 第六部分：风险提示

2.1 半导体零部件——半导体产业之基石

▶ 半导体设备零部件是半导体设备的核心与基石

- 半导体零部件是指在材料、结构、工艺、品质和精度、可靠性及稳定性等性能方面达到了半导体设备技术要求的零部件，是半导体设备的基础和核心，直接决定着设备的可靠性和稳定性。
- **半导体零部件是支撑下游产业指数增长的关键。**半导体精密零部件不仅是半导体设备制造环节中难度较大、技术含量较高的环节之一，也是国内半导体设备企业“卡脖子”的环节之一。半导体零部件作为半导体设备核心技术演进的关键，支撑着芯片制造行业 and 智能硬件终端，继而支撑整个现代电子信息产业。产值上，零部件年产值达上百亿美元，推动下游各环节产业规模呈现指数级增长趋势。
- **供应链上承材料下启设备，供给短缺阻碍设备交付。**半导体零部件在产业链中处于原材料与半导体设备之间，直接客户为设备厂商、晶圆厂或IDM客户。在景气上行阶段，零部件的短缺往往制约着设备厂商能否按时交货。TrendForce数据显示，2022年上半年，半导体设备交期面临延长至18-30个月不等的困境，究其原因，零部件的短缺是重要痛点。

图表22： 半导体设备及零部件产业链结构



2.1 半导体零部件——半导体产业之基石

➤ 半导体零部件具有精度高、批量小、多品种、工艺复杂等特性

- 半导体零部件产业通常具有高技术密集、学科交叉融合、市场规模占比小且分散，但在价值链上却举足轻重等特点。

- 半导体零部件领域一般具备以下特点：

✓ 技术密集，对精度和可靠性要求较高：

由于半导体零部件应用于精密的半导体制造，所以相较于其他行业的基础零部件，其尖端技术密集的特性尤其明显，有着精度高、批量小、多品种、尺寸特殊、工艺复杂、要求极为苛刻等特点。

半导体零部件企业生产过程往往需要兼顾强度、应变、抗腐蚀、电子特性、电磁特性、材料纯度等复合功能要求，造成极高的技术门槛。

✓ 多学科交叉融合，对复合型技术人才要求高：

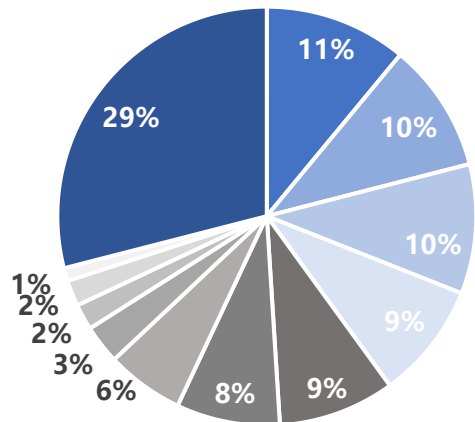
半导体零部件种类多，覆盖范围广，产业链很长，其研发设计、制造和应用涉及到材料、机械、物理、电子、精密仪器等跨学科、多学科的交叉融合，因此对于复合型人才有很大需求。

✓ 市场碎片化特征明显：

相比半导体设备市场，半导体零部件市场碎片化特征明显，单一产品的市场空间很小，同时技术门槛高。因此，国际领军半导体零部件企业通常以跨行业多产品线发展策略为主，且不断进行并购和整合是国际领军半导体零部件企业扩张的主要方式。

- 半导体设备具有多品种、小批量、定制化的特点，而半导体零部件也有类似特征，细分种类极多、批量小、精度高且工艺复杂：据芯谋研究数据显示，大陆晶圆厂采购零部件中金额占比较大的主要有石英件（Quartz）、射频电源（RF Generator）、各种泵（Pump）等，占比在 10%及以上，此外各种阀门（Valve）、吸盘（Chuck）、反应腔喷淋头（Shower Head）、边缘环（Edge Ring）等零部件的采购占比也较高。

图表23：2020年中国晶圆厂采购设备零部件结构(8-12寸)



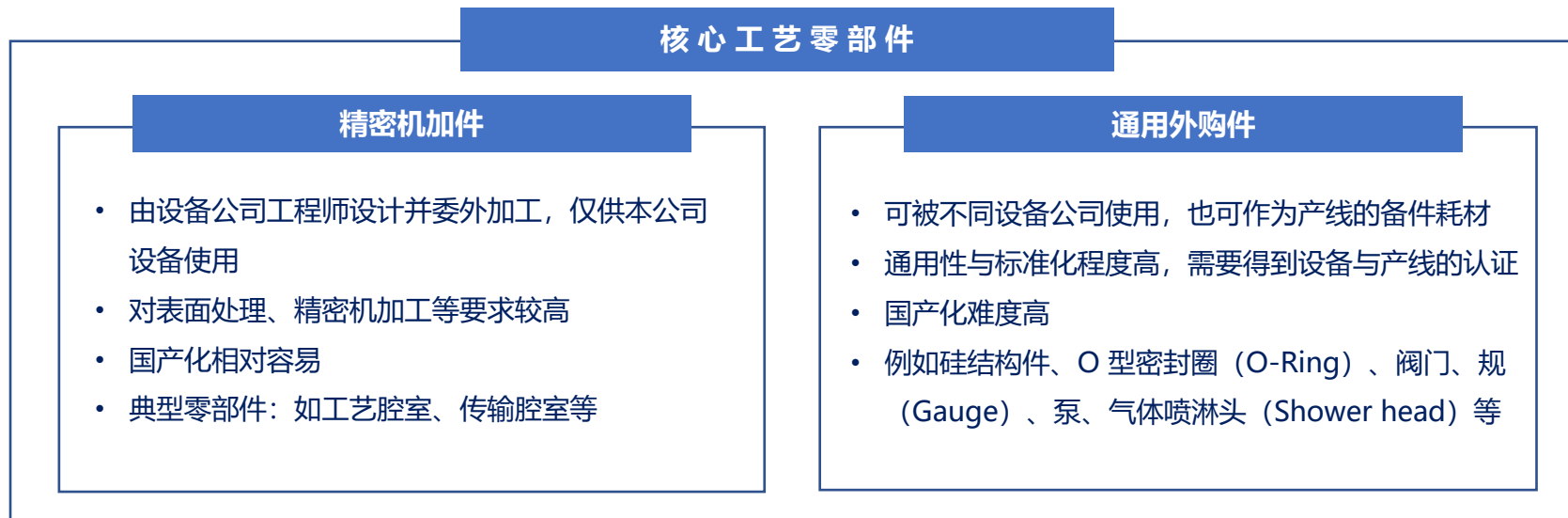
资料来源：芯谋研究，华福证券研究所

2.2 半导体零部件分类口径一

► 半导体零部件分类一 —— 按服务对象分类

- 按照半导体零部件**服务对象**来分，半导体核心零部件可以分为**精密机加件**和**通用外购件**。
 - ✓ **精密机加件**：精密机加件通常由各个半导体设备公司的工程师自行设计，然后委外加工，通常只会用于自己公司的设备上。一般来说，精密机加件零部件国产化相对容易，但对其表面处理、精密机加工等工艺技术的要求较高。
 - ✓ **通用外购件**：通用外购件是一些经过长时间验证，得到众多设备厂和制造厂广泛认可的通用零部件，更标准化，可用于不同设备公司的不同设备，也会被用作产线上的备用耗材。由于这类部件具备较强的通用性和一致性，并且需要得到设备、制造产线上的认证，因此国产化难度较高。

图表24：精密机加件与通用外购件对比



2.3 半导体零部件分类口径二

▶ 半导体零部件分类二 —— 按功能分类

- 按照各类零部件在设备上的不同功能，可分为机械类、电气类、机电一体类、仪器仪表类、气体/液体/真空系统类、光学类等。其中，机械类、电气类、机电一体类、仪器仪表类零部件可应用于所有半导体设备，气体/液体/真空系统类主要应用于薄膜沉积设备、刻蚀设备、化学机械抛光设备等，光学类主要应用于光刻设备、量测设备等。
- ✓ **机械类：**在设备中起到构建整体框架、基础结构、晶圆反应环境和实现零部件特殊功能的作用，保证反应良率，延长设备使用寿命。
- ✓ **电气类：**在设备中起到控制电力、信号、工艺反应制程的作用，核心模块为射频电源，直接关系到腔体中的等离子体浓度、均匀度和稳定度。
- ✓ **机电一体类：**在设备中起到实现晶圆装载、传输、运动控制、温度控制的作用，部分产品包含机械类产品。
- ✓ **仪器仪表类：**在设备中起到控制和监控流量、压力、真空度、温度等数值的作用，对响应速度、测量精度及稳定性要求极高。
- ✓ **气体/液体/真空系统类：**在设备中起到传输和控制特种气体、液体和保持真空的作用，对真空度、抗腐蚀性等性能要求较高。
- ✓ **光学类：**在光学设备中起到控制和传输光源的作用，对光学性能要求极高，主要应用于光刻设备和量测设备。

图表25：半导体设备零部件分类及主要应用设备

分类及占设备成本比例		零部件及主要应用设备						
		光刻	刻蚀	薄膜沉积	清洗	离子注入	化学抛光	量测
机械类	20%-40%	✓  传输腔	✓  过渡腔	✓  匀气盘	✓  托盘轴			
电气类	10%-20%	✓  射频电源	✓  射频匹配器	✓  远程等离子源				
机电一体类	10%-25%	✓  腔体模组	✓  阀体模组	✓  E F E M				
气体/液体/真空系统类	10%-30%	✓  气柜	✓  气体管路	✓  真空阀门				
仪器仪表类	1%-3%	✓  气体流量计	✓  真空压力计					
光学类	55%	✓  标准镜头	✓  激光光源	✓  物镜				

2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

➤ 半导体零部件分类三 —— 按材料分类

- 按照半导体零部件的主要材料和使用功能来分，可以将其分为十二大类，包括硅/碳化硅件、石英件、陶瓷件、金属件、石墨件、塑料件、真空件、密封件、过滤部件、运动部件、电控部件以及其他部件。

图表26：按材料和使用功能分类的各类零部件技术难点

种类	技术难点
硅/碳化硅件	原物料，加工工艺和精度均存在难点。
石英件	纯度，加工精度存在难点；杂质含量、原材料匹配性、表面颗粒质量、应力质量、加工精度都是关键因素。
陶瓷件	难点在ESC静电吸盘。
真空件	真空泵 ：气体动力学设计、材料、微米级精密加工，表面处理、精密装配； 真空规 ：测量工艺真空、压力测量的要求高，型号多样； 高真空压力计 ：测量超高真空工艺环境压力，形制特殊； 气体流量计(MFC) ：要求响应速度快，精确度高，稳定性好，耐腐蚀性好，使用寿命长； 真空阀件 ：材料等级高，耐磨抗腐蚀，不能有particle。
密封件	材料特殊 ：需要做成分分析及各种掺杂； 形状特殊 ：模具加工难度较大； 耐化性 ：需要应对各种腐蚀性气体及化学品，臭氧等离子体等； 耐高温，机械摩擦 等。
金属件	难点集中在加工精度，分析检测、焊接及表面处理。
过滤件	难点在制作耐腐蚀，高温件的原始辅料。
石墨件	石墨基材 ：参考标准为石墨等级；表面镀膜/微处理/纯化；机械精加；关键工艺参数:表面最大颗粒度。
运动部件	Robot类 ：难点在通讯； 马达类 ：品质风险。
电控部件	RF 电源、电路板、电磁阀、控制器、种类多，产品杂，涉及功能各不相同；如正向研发需要结合使用功能。
塑料件	缺少图纸、缺少精度数据、表面处理缺乏经验、多为非标准件、结构复杂。

2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

2.4.1 塑料件 —— 塑料制品在半导体制造生产线上的应用

- 塑料制品贯穿半导体制造的完整生产线，广泛运用于晶圆制造、传递、运输、存储、清洗等步骤中，其主要应用方面如下：

图表27：塑料制品在半导体制造中的应用



2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

2.4.1 塑料件 —— 典型半导体塑料制品

- 半导体塑料耗材在不同制程环节中发挥不同的作用，需满足不同的材质要求，并采取不同的塑料材质，在整个工艺流程中不可或缺。以典型塑料制品晶圆载具、CMP保持环、光罩盒和气体过滤滤芯为例：

图表28：典型的半导体塑料制品

晶圆载具

晶圆载具：用来在加工制程中以及工厂之间晶圆的存储、传送、运输以及防护。

类型：晶圆承载盒、晶圆传送盒、晶舟等。

重要性：晶圆存放在运输盒内的时间在整个生产过程中占比很高，晶圆盒本身的材质、质量和干净与否都会对晶圆质量产生影响。

要求：一般采用耐温、机械性能优异、尺寸稳定性强以及坚固耐用、防静电、低释气的材料，不同制程采用的晶圆载具选用的材质不同。

主要材料：PFA、PP、PEEK、PES、PC、PEI、COP等。



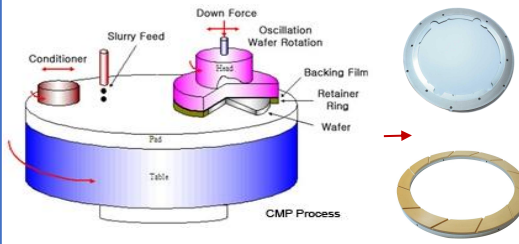
CMP保持环

CMP保持环：是化学机械平坦化工艺的主要耗材之一，主要用于在CMP抛光工艺中固定晶圆，解决抛光垫翘曲问题，产生低研磨速度，并生成具有紧密平整度公差均匀表面抛光。

重要性：化学机械平坦化是半导体晶圆制造工艺的关键步骤，它需要严格的工艺控制、紧密公差及高质量的表面外形，该过程与晶圆良品率息息相关。

要求：具有高材料稳定性和低振动特性，应避免晶圆表面刮伤、污染等。

主要材料：PPS、PEEK等。



光罩盒

重要性：光罩是芯片制造中光刻工艺使用的图形母版，以石英玻璃为基板并涂布铬金属遮光。

任何附着于光罩上的尘埃或刮伤皆会导致投影成像的质量劣化，因此需避免光罩的污染，以及避免因碰撞或摩擦等产生微粒影响光罩的洁净度。

材质要求：一般采用抗静电、低脱气、坚固耐用的材料。

主要材料：抗静电BAS、抗静电PC、抗静电PEEK、PP等。



气体过滤滤芯

用途：半导体制程特殊气体的过滤滤芯用来去除杂质，提高纯度，从而保障芯片制造的良率。

材质要求：一般选用耐高温、耐腐蚀、低析出材料。

主要材料：滤芯PTFE，骨架支撑选用高纯PFA。

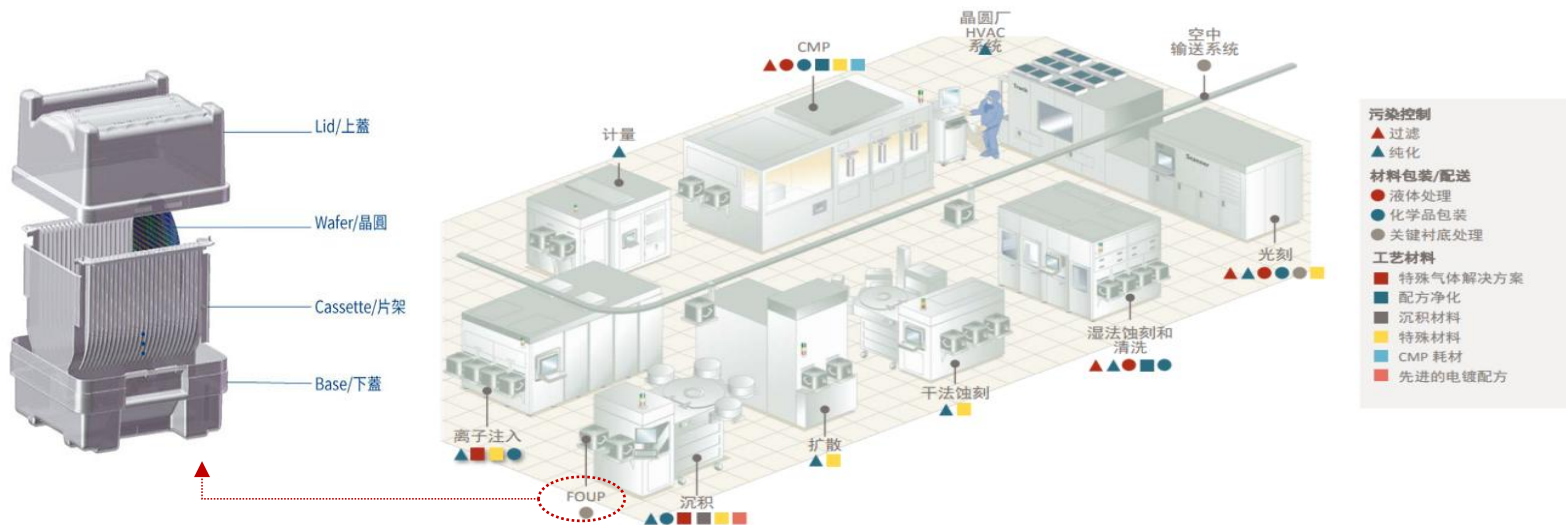


2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

2.4.1 塑料件 —— 晶圆载具①概况

- 晶圆载具是用于硅片生产、晶圆制造、以及工厂之间的晶圆储存、运输和防护的重要半导体塑料制品，是AMHS系统（物料自动化搬运）构建12寸晶圆厂自动化搬运方案的必备部件，是重要的半导体零部件。
- 芯片在其制造过程中，一般需要在三周内数百次往返于半导体生产线，晶圆存放在运输盒内的时间在整个生产过程中占比很高，因此晶圆载具在整个生产过程中是必不可少的保护和运输工具。
- 芯片昂贵且极易受到误操作和污染的影响，而晶圆载具本身的材质、质量和洁净与否都可能会对晶圆质量产生或大或小的影响，在芯片制造过程中起到重要作用。

图表29：晶圆载具在芯片制造产线上的位置

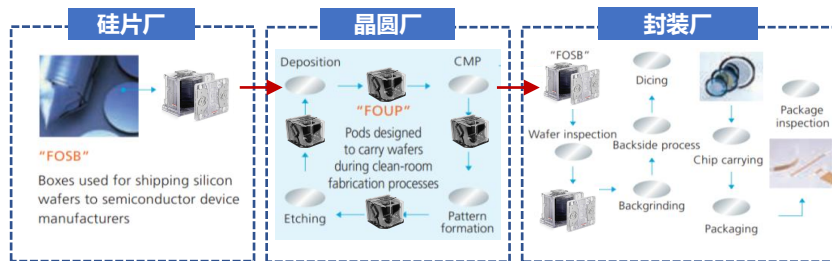


2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

2.4.1 塑料件——晶圆载具②FOUP/FOSB

- 晶圆载具种类丰富，且各有应用，主要的晶圆载具有FOUP和FOSB：
- 前开式晶圆传送盒FOUP**（Front Opening Unified Pod），主要用于Fab厂中晶圆的保护、运送、储存，是一种专属于12寸晶圆厂内的自动化传送系统重要的转载容器。
- 前开晶圆运输盒 FOSB**（Front Opening Shipping Box），主要用于硅片制造厂与Fab厂之间12寸晶圆的运输。

图表30：晶圆载具的应用流程



资料来源：集成电路材料研究，华福证券研究所

图表31：FOUP/FOSB晶圆载具特性

FOUP



功能：一般25片装，保护晶圆，隔离外部微尘污染，进而提升良率。

结构：每个FOUP都有各种连接板，销和孔，以便FOUP位于装载端口上，并由AHMS系统操纵。

材料：它采用低释气材质、低吸湿材质，可以大幅度降低有机化合物释出，防止污染晶圆；同时优秀的密封性以及充气功能可以给晶圆提供一个低湿度的环境。此外，FOUP可设计成不同的颜色，如红、橙、黑、透明等等，以满足工艺需要以及区分不同的工艺和制程：一般FOUP由客户根据Fab厂产线以及机台差异而进行定制。

FOSB



功能：FOSB一般25片装，除了AMHS系统自动存取，也可以进行手动操作。

特点：由于晶圆尺寸大、对洁净度要求更高，通过采用特殊定位片与防震设计，减少晶圆位移摩擦产生杂质；

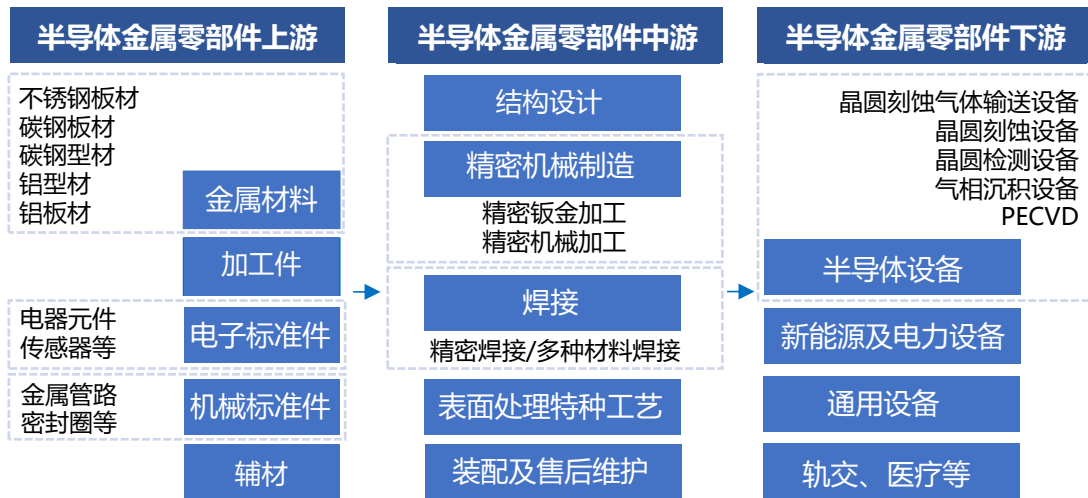
材料：原材料采用低释气材质，可以降低释出气体污染晶圆的风险。与其他运输晶圆盒相比，FOSB气密性更好。此外，在后道封装线厂中，FOSB也可以用于各道工序之间晶圆的储存与转送。

2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

2.4.2 半导体金属零部件

- 半导体金属零部件公司属于**精密金属制造**行业。原材料主要是铝、不锈钢、碳钢、铜等金属材料，产品主要为“小批量、多品种、工艺复杂、精密度高”的定制化精密金属结构件，主要应用于高端半导体刻蚀、沉积、晶圆检测等设备。
- 盈利受上游金属材料价格波动影响较大，未来有望逐步获得原料价格控制权。
- 行业具有**明显的规模经济效应**，扩大规模可以显著降低单位产品的成本。
- 半导体垂直分工模式将产业链进行**专业化分工**，形成了专业于IC设计、晶圆代工、封装测试的厂商，和专业的半导体设备和材料商。

图表32：半导体金属零部件产业结构



半导体金属零部件产品分类

- 半导体金属零部件按可分为四类：
 - ✓ **工艺零部件**：与晶圆直接接触或直接参与晶圆反应。
 - ✓ **结构零部件**：连接、支撑和冷却等作用，不反应。
 - ✓ **气体管路**：连接气源到反应腔的传输管道。
 - ✓ **模组产品**：装配后实现部分半导体设备核心功能。
- 高端化产品国产化程度低。
- 高技术要求产品占国内企业营收比例低。

图表33：半导体金属零部件技术要求

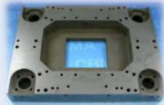
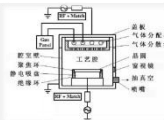
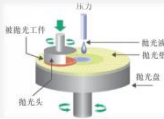
产品	代表产品	技术要求	技术提升方向
工艺零部件	过渡腔/传输腔/反应腔/内衬/匀气盘	最高 工艺制程复杂	反应均匀性 机械加工 表面处理工艺
结构零部件	托盘轴/铸钢平台/流量计底座/定子冷却套/冷却板	较低 工艺制程相对简单	相对稳定 机械加工 表面处理工艺
气体管路	气体管路	较高 相对标准化	焊接 表面处理工艺 测试要求
模组产品	离子注入机模组/传输腔模组/过渡腔模组等	较高 额外定制化要求	定制化 整体性能 测试要求

2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

2.4.3 陶瓷件 —— 核心设备腔体内广泛使用的重要零部件

- 陶瓷件是使用氧化铝陶瓷、氮化铝陶瓷、碳化硅陶瓷等**先进陶瓷材料**经精密加工后制造的半导体设备零部件。
- 先进陶瓷材料在强度、精度、电学性能和耐腐蚀性等方面的优异表现，能满足**真空**、**高温**等特殊环境下的半导体制造复杂性能要求。
- 精密陶瓷零部件广泛应用于光刻、刻蚀、薄膜沉积、离子注入、CMP等多个半导体制造关键流程的核心设备中，如轴承、导轨、内衬、静电吸盘、机械搬运臂等。尤其是在设备腔体内部，发挥**支撑**、**保护**、**导流**等功能。

图表34：半导体制造关键流程中的陶瓷件

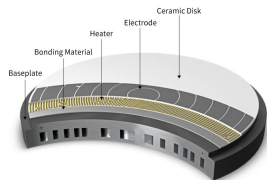
工艺	工艺要求	所采用陶瓷件及特点	应用	工作原理
光刻	高效率、高精度、高稳定性的运动控制技术和驱动技术，要求结构件的精度和结构材料的性能高	碳化硅陶瓷 极高的弹性模量，不易弯曲变形，很强的热稳定性，极佳的可抛光性，可加工至优良镜面	碳化硅工件台、导轨、反射镜、磁钢骨架、吸盘、水冷板等零部件	 微动台本体组件
刻蚀	工艺腔和腔体内部件会受到高密度、高能量的等离子体轰击而造成严重腐蚀，降低设备使用寿命、影响腔体洁净度	先进陶瓷材料 具有较好耐腐蚀性，常作为刻蚀腔体和腔体内部件的防护材料	防护材料、窗视镜、气体分散盘、喷嘴、绝缘环、盖板、聚焦环和静电吸盘等	 刻蚀机结构
薄膜沉积	抗腐蚀要求高	先进陶瓷材料 具有较好耐腐蚀性，常作为薄膜沉积的防护材料	室盖、腔内衬、沉积环、静电吸盘、加热器、电镀绝缘子、真空破坏过滤器等	 薄膜沉积工作原理
化学机械抛光 (CMP)	CMP采用的是机械摩擦与化学腐蚀相结合的工艺，设备要求长期摩擦和腐蚀损耗低	氧化铝陶瓷和碳化硅陶瓷 致密质、高硬度、高耐磨性的物理性质，良好的耐热性能、优良的机械强度，高温环境仍具有良好的绝缘性、良好的抗腐蚀性等物理性能	设备的抛光台、抛光板、搬运臂、真空吸盘等关键耗材	 CMP工作原理
离子注入	离子经加速器加速后撞击晶圆表面，挤进晶圆表材，增大晶圆的电导率	-	轴承、真空吸盘、静电吸盘等	-

2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

2.4.3 陶瓷件——静电吸盘①概况

- 静电吸盘是一种适用于**真空环境**或**等离子体环境**的超洁净晶圆片承载体。它利用静电吸附原理进行超薄晶圆片的平整均匀夹持，此外还发挥散热作用，运用静电吸盘的导热系统和通氦气的方式导出加工过程中产生的热量。该产品广泛应用于PVD、PECVD、ETCH、EUVL、离子注入等高端半导体制造装备。静电吸盘使用寿命一般不超过两年，属于消耗品，替换量大。
- 静电吸盘的基本原理是利用异种电荷相互吸引的作用力实现对晶圆片的吸附，其主体结构为三明治结构，分为**电介质层**、**电极层**和**基底层**。
- 按照电介质层材料，静电吸盘主要分为库伦类和琼斯热背类（Johnsen-Rahbek）两大类。由于异种电荷距离更加接近，琼斯热背类静电吸盘可在较低电压下实现相同吸附力。

图表35：静电吸盘结构



资料来源：新光电气官网

图表36：静电吸盘主体结构示意图

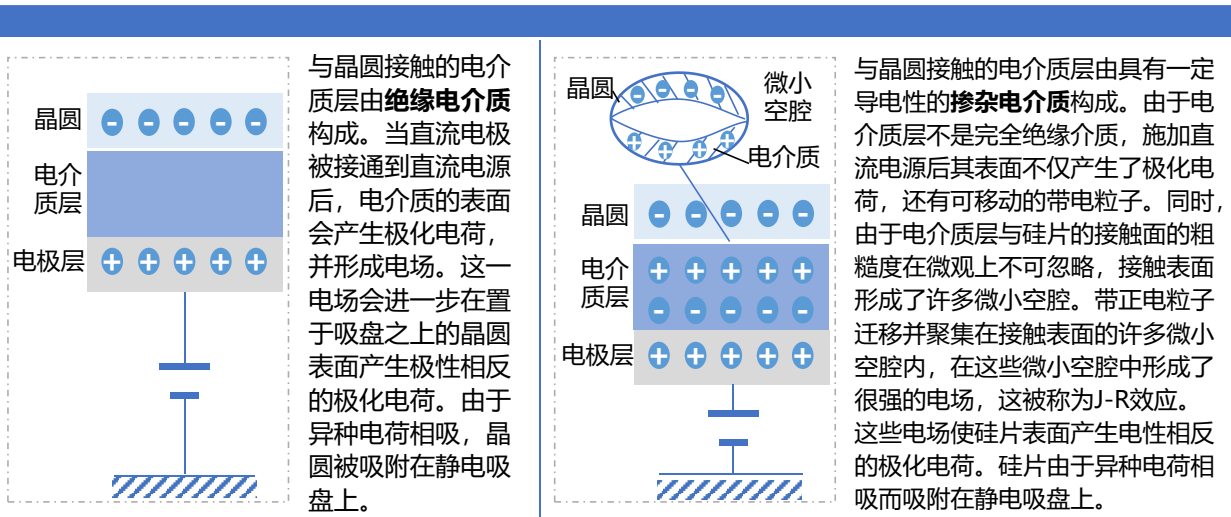
电介质层：与硅片接触，并起到散热作用



电极层：连接直流电源

基底层：起支撑作用

图表37：静电吸盘原理

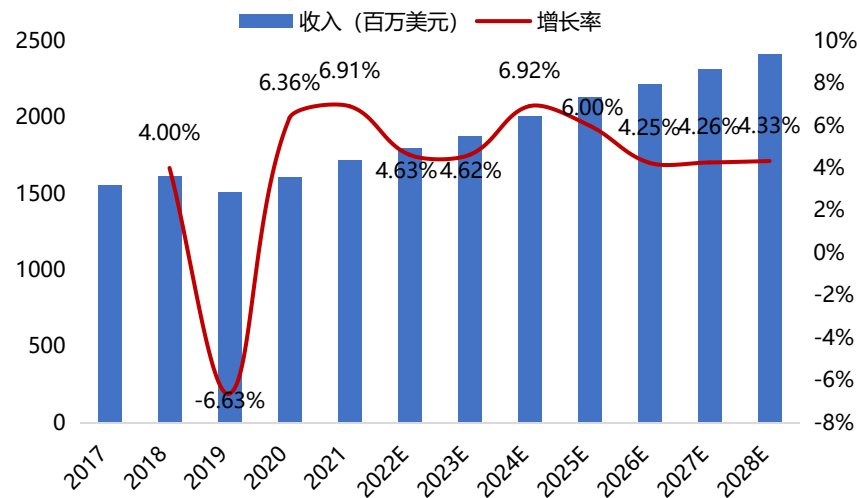


2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

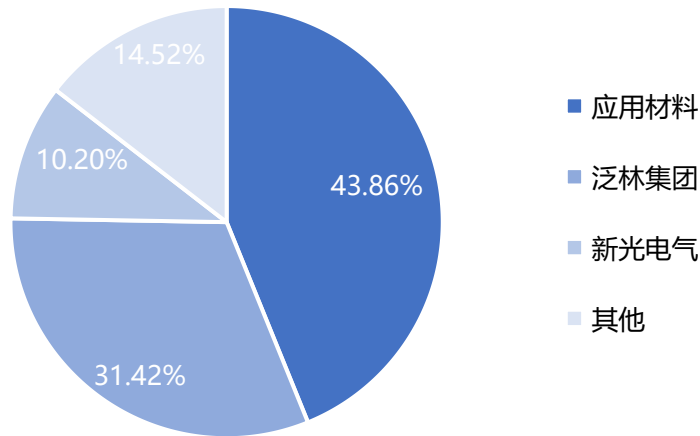
2.4.3 陶瓷件 —— 静电吸盘②市场规模逐步扩大，美日厂商占据主导地位

- **受益于半导体设备市场的增长，全球静电吸盘市场规模逐步扩大。**根据QYResearch数据，2021年全球静电吸盘市场规模达17.14亿美元，同比增长6.91%。预计2022-2028年CAGR为5.06%，到2028年市场规模将达24.12亿美元。中国市场方面，受益于晶圆厂在中国大陆大规模扩建，半导体设备需求快速增长。2021年中国静电吸盘市场规模达3.19亿美元，预计2028年将达5.24亿美元。
- **静电吸盘行业集中度高，美日厂商占据主导地位。**2021年全球静电吸盘市场营收规模前三名为美国应用材料（Applied Materials）、泛林集团（Lam Research）和日本新光电气（SHINKO），分别占据市场43.86%，31.42%和10.20%的份额。美国的应用材料和泛林生产的静电吸盘主要供应自己的半导体设备，日本的新光电气、TOTO和NTK则为第三方供应商。目前国内北京华卓精科和广东海拓创新实现了静电吸盘产品的量产和商业化。

图表38：2017-2028全球静电吸盘市场规模及增长率



图表39：2021年全球半导体静电吸盘市场收入份额

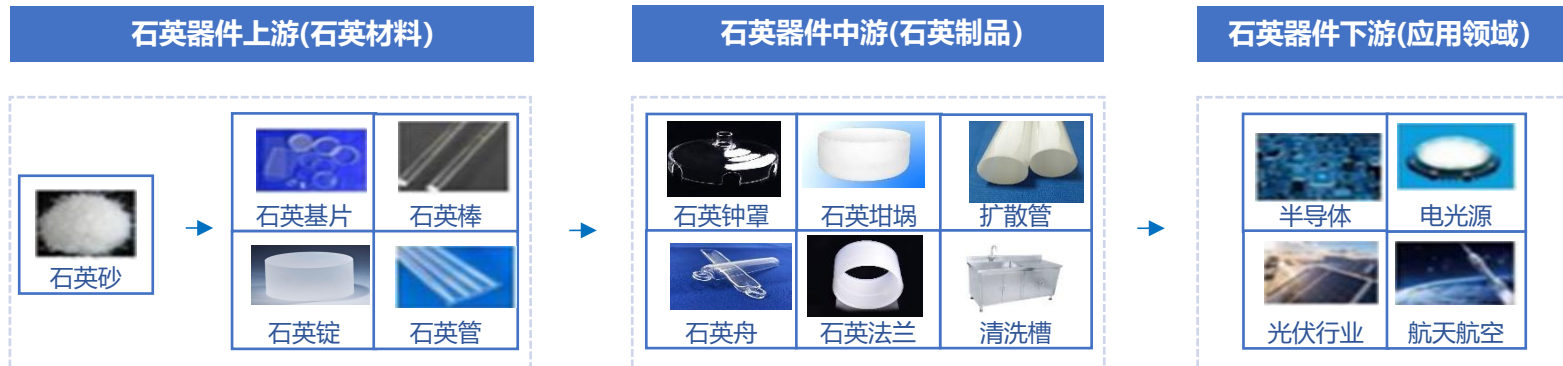


2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

2.4.4 石英件 —— 单晶硅片制造和晶圆制造的应用材料

- 石英器件是以石英玻璃为材料制成的器件。石英玻璃的主要成分为二氧化硅，具有透光性高、耐高温、膨胀系数低、化学稳定性强、纯度高、电绝缘性强等优越特性，广泛应用于航空航天、光纤、半导体等高端制造领域。
- 石英器件的制造过程非常复杂：以石英砂为原料，先经过气炼熔融制作成石英锭，然后经热改型和冷加工制成石英制品。
- 半导体用石英器件一般可分为高温区器件和低温区器件，它们分别应用于扩散、氧化等高温工艺和刻蚀、封装、光刻、清洗等低温工艺。其中，高温工艺用石英器件由于需要在千度以上连续工作数小时，所以需要其具有耐高温、热稳定性好、不易变形等性能。在高温熔制石英玻璃时，石英玻璃与水发生反应 $\text{Si-O-Si}+\text{H}_2\text{O}=2\text{Si-OH}$ 形成羟基，而羟基的存在会改变石英器件的主要成分二氧化硅的键合结构，所以高温工艺用石英器件需要经过脱羟处理。而低温工艺用石英器件由于无须经历高温过程，因此对石英材料的羟基含量无要求。
- 从石英砂到终端应用：**石英器件产业链上游主要包括石英砂、石英材料，中游主要为不同的石英器件，下游主要应用于半导体、光伏、电光源、航空航天等领域。在上游石英砂产业中，高纯石英砂生产与高品质矿源密切相关，低品质矿源提纯较为困难；中游给半导体生产线配套的石英制品具有较高门槛；在下游石英制品的终端应用中，光纤、光伏和半导体是增长较快的领域，将成为石英制品行业发展的助推器。

图表40：石英器件产业链



2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

2.4.4 石英件 —— 在半导体领域的应用

- 半导体石英器件在石英市场占比约65%，是石英制品下游市场中占比最大的应用领域。随着半导体产业的不断发展，石英器件在产业链的重要性将更加凸显。半导体领域加工环节在芯片设计流程后，可分为三个阶段：单晶硅片制造、晶圆制造和封装测试。石英材料在半导体产业的应用主要在单晶硅片制造和晶圆制造两个环节。石英舟、石英管、石英仪器是半导体芯片加工过程清洗、氧化、光刻、刻蚀、扩散等环节中所需要的石英制品。石英器件在各个阶段的应用如下：

图表41：石英器件在半导体产业中的应用

石英器件	工艺名称	具体过程	器件	示意图
多晶硅	提炼	熔硅、引晶、生长与收尾	石英坩埚 石英清洗槽	
单晶硅	拉晶	熔化、提纯	石英法兰	
硅片	成型与清洗	切割与研磨、抛光、清洗	石英舟	
晶圆	晶圆生产	氧化、气相沉积（CVD）、金属溅镀、涂布光阻光刻、刻蚀、离子注入/扩散、光阻去除、沉积与抛光	石英玻璃基片 石英钟罩 石英扩散管 石英环	
封装	封装	贴膜/打磨/去膜、切割、粘贴、键合与压膜、电镀、引脚、检验	硅微粉	
芯片	-	-	-	-

图表42：半导体用石英制品介绍

产品类型	功能	应用工序	高温工艺/ 低温工艺	性能要求
石英法兰	主要起连接作用	氧化	高温工艺	耐高温;耐腐蚀;热稳定性好;透光性好;杂质含量低,需经脱羟处理
石英玻璃坩埚	提炼、清洗容器	提炼、清洗	低温工艺	耐腐蚀;透光性好;杂质含量低,对羟基无要求
石英玻璃基片	光掩膜基板主要基础材料	光刻	低温工艺	耐腐蚀;透光性好;杂质含量低,对羟基无要求
石英钟罩	炉罩	光刻	低温工艺	耐腐蚀;透光性好;杂质含量低,对羟基无要求
石英扩散管	反应腔室,品圆在石英管内完成工艺	扩散/离子注入	高温工艺	耐高温;耐腐蚀;热稳定性好;透光性好;杂质含量低,需经脱羟处理
石英舟	硅片酸洗和超声波清洗的承载器具,与单品硅片直接接触	成型与清洗	低温工艺	耐腐蚀;透光性好;杂质含量低,对羟基无要求

2.4 半导体零部件分类口径三及核心类别详解

2.4.4 石英件——行业格局、壁垒及规模

- 目前全球高端石英制品市场，尤其是以半导体、光通讯为主的电子级石英制品市场，主要还是由海外龙头企业掌握。根据公开资料估算，日本大和热磁电子、日本泰谷诺、德国贺利氏、日本东曹占有全球石英制品市场约91%的市场份额。国内石英厂商起步较晚，具有一定规模、从事石英新材料研发、生产的企业约200家，其中从事石英制品的企业超50家。目前，国内石英制品同行业公司主要有菲利华石创、东科石英、凯德石英及强华股份等。

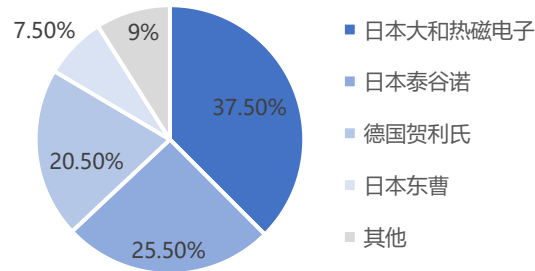
行业壁垒

- 石英器件属于技术密集型行业，在半导体应用等高端产品领域，企业不仅需要有较长时间的技术积累，还需要具备生产制造经验丰富的专业队伍。而由于石英器件产业具有批量小、品种多的特点，需要面向设备厂商进行定制化生产，且下游行业对产品质量要求较高、更倾向于与领先企业合作，给新进企业开拓市场造成了一定阻碍，并形成了一定的品牌壁垒。此外，半导体用石英器件需要通过高端设备企业认证，也提高了新进企业产品进入市场的难度。

市场规模

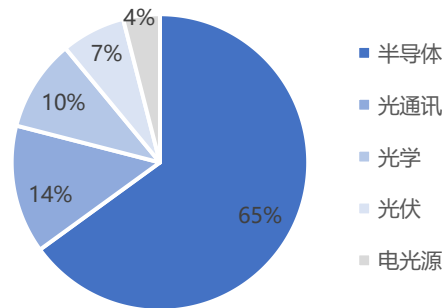
- 从总体市场来看，2017年全球石英玻璃市场规模超过了200亿元，到2021年石英玻璃市场已经达到了260亿元，5年间全球石英玻璃市场增长了14%。全球石英玻璃制品终端市场应用中，半导体市场石英制品规模占比 65%；光通讯、光学、光伏、电光源等领域石英制品的市场规模分别占比 14%、10%、7%和 4%。作为石英制品在下游的主要应用领域，石英器件、石英基板、石英玻璃（含坩埚）是半导体领域主要石英产品，在主要产品中分别占比约 40%、30%、30%。

图表43：全球石英制品市场竞争格局



数据来源：《石英部件在半导体领域应用及市场概览》——左政等，华福证券研究所整理

图表44：石英制品各应用领域的市场规模占比



数据来源：凯德石英招股说明书，华福证券研究所整理

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

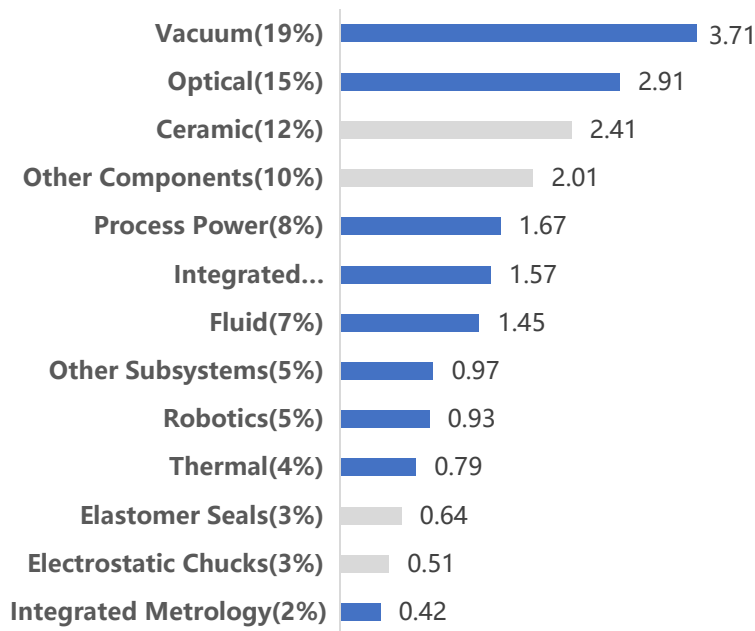
► 半导体零部件分类四 —— 按设备内部流程和所实现的功能分类

- 按照设备腔体内部流程和所实现的功能来区分，半导体子系统及零部件可分为流体管理系统、集成过程诊断系统、光学系统、电源与反应气体系统、热管理系统、真空系统和晶圆处理系统等。其中，半导体子系统又以真空系统、电源系统、晶圆处理系统和流体管理系统为主，其采购占比合计达到六成左右。

图表45：按流程分类的半导体零部件子系统及其典型产品

半导体子系统	典型产品
流体管理系统	气体流量控制器、液体流量控制器、化学品输送系统
集成过程诊断系统	气体分析仪、液体分析仪、粒子计数器、其他计量等
光学系统	光源、投影物镜等
电源及反应气体系统	RF 射频电源、直流电源、DC制程电源等
热管理系统	冷却器、加热器、温控装置、测温系统等
真空系统	干式泵、分子泵、冷泵、控制阀、隔离阀、传输阀等
晶圆处理系统	常压机械臂、真空机械臂、EFEM等
关键零部件	静电吸盘、密封件、陶瓷件等

图表46：2020年各半导体子系统总支出（10亿美元）

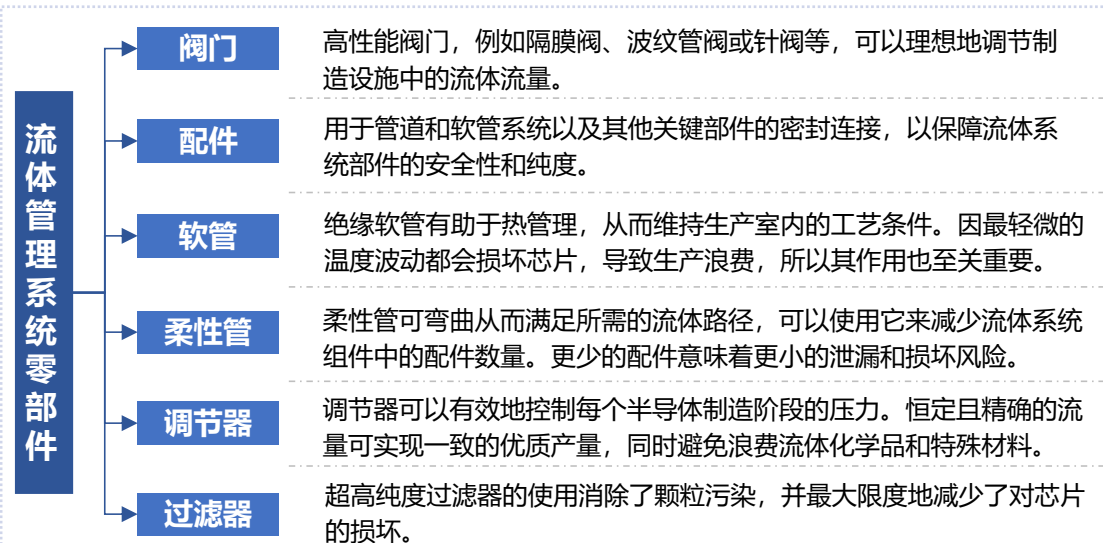


2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

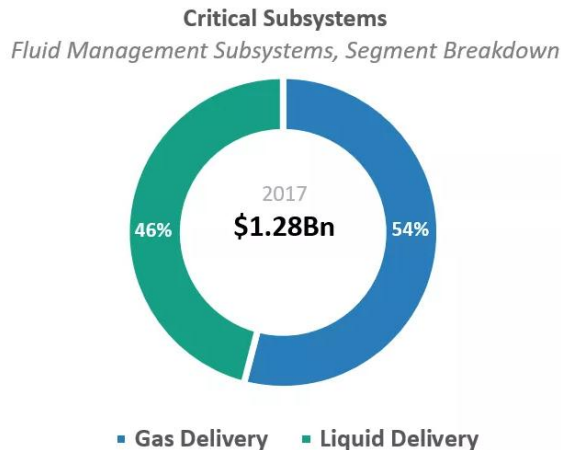
2.5.1 流体管理系统 —— 总述

- 半导体制造中的流体管理系统包含各类化学品混合、输送和控制体系，以保障半导体制造中的化学流体运输环境安全无污染。
- 流体管理系统需要满足均匀的化学品混合、污染控制、温度与压力控制、不间断的化学品供应等条件，确保半导体制造过程的清洁、无泄漏和受控。因此，流体管理系统零部件在半导体制造工艺中至关重要。
- 流体管理系统可进一步分为气体输送和液体输送子系统。气体输送子系统主要负责将气体或特种化学品输送到真空室，而液体输送子系统通常将液体化学品输送到湿处理模块。气体和液体输送系统分别占比54%和46%。

图表47：流体管理系统零部件及其介绍



图表48：流体管理系统子系统价值量占比



2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.1.1 流体管理系统——GAS BOX①简介

- **GAS Box (气柜模组)** 是半导体干法工艺设备中极其重要的通用外购件，是一种模组化气体供应系统。
- 主要功能如下：
 - ✓ **为设备制程精密供气：**对特殊工艺气体进行传输、分配与混合。
 - ✓ **防止气体泄漏：**GAS BOX具有密闭箱体和排风接口，可实现自动切换与吹扫的功能，在易燃易爆与有毒有害气体的供应环节使用。

图表49：GAS BOX应用场景举例



资料来源：全球机械网，华福证券研究所整理

GAS BOX



应用设备

刻蚀设备、薄膜沉积设备、
离子注入设备

性能特点

高安全气密性、高耐蚀性、
高控制精度、小型化

构成组件

手动/气动截止阀、逆止阀、质量流量
控制器、压力调节控制器、高精密过
滤器、垫片、镀银螺帽/螺丝

图表50：GAS BOX产品展示



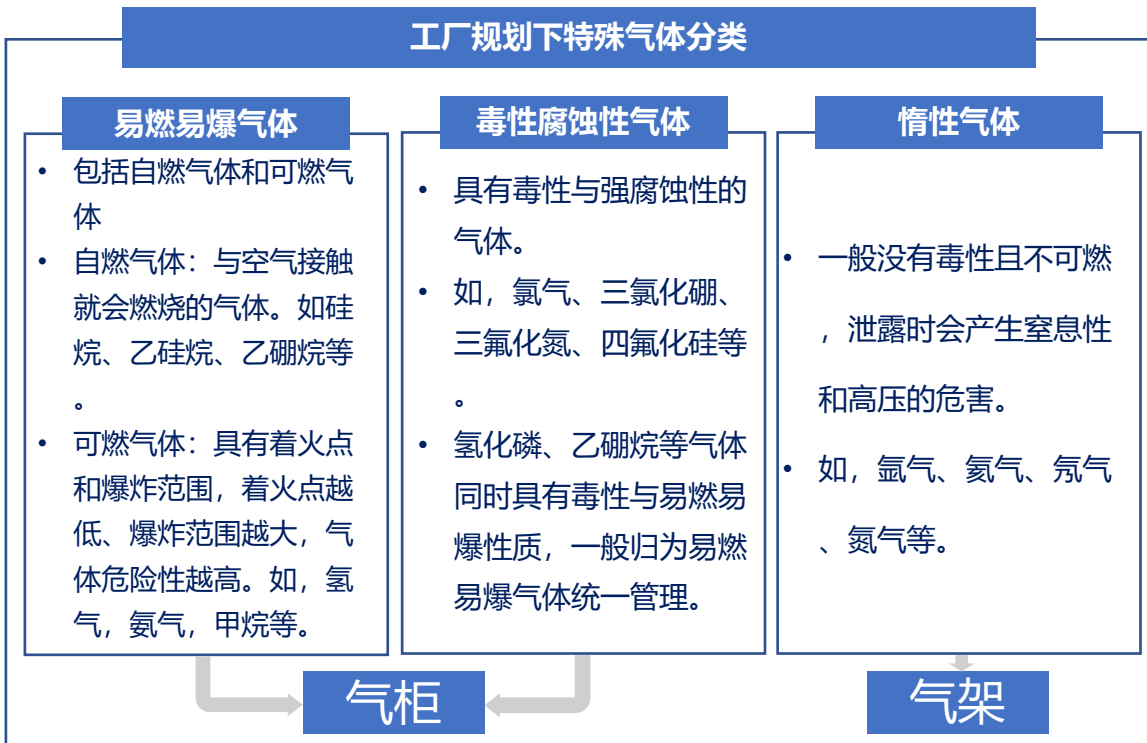
资料来源：正帆科技官网，华福证券研究所整理

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

➤ 2.5.1.1 流体管理系统——GAS BOX②技术壁垒

- **GAS Box主要应用于易燃易爆气体与毒性腐蚀性气体供应环节。**与气架不同，气柜具备密闭箱体与排风接口，同时拥有自动切换和吹扫功能，多用于较高危险性的易燃易爆和有毒气体供应环节。
- **GAS BOX具有较高性能要求。**由于GAS BOX用于高危险性特殊气体供应，气体泄漏造成危险性大，产业对GAS BOX的性能提出较高要求。
- **高性能要求带来高技术标准与高行业门槛。**GAS BOX应具有高安全气密性、高耐蚀性、高控制精度、小型化的特点，这增大了GAS BOX的制造难度，提高了行业门槛。

图表51：GAS BOX服务于易燃易爆气体与毒性腐蚀性气体



资料来源：《特殊气体供应系统概述》——李全朕，华福证券研究所整理

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.1.2 流体管理系统——MFC气体稳流装置①简介

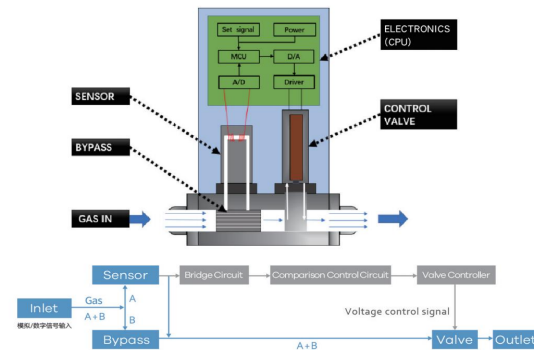
- **MFC**：质量流量控制器，即Mass Flow Controller（缩写为MFC），MFC是对气体进行流速测量和控制的一种设备。
- **MFC主要由以下几个关键组件构成：**
 - 测量传感器**：MFC内部有一个测量传感器，通常是热膜传感器或热丝传感器。这些传感器会受到气体流过时产生的热量的影响。通过测量传感器的温度变化，可以确定气体的质量流量。
 - 控制阀**：MFC内部有一个控制阀，用于调节气体流量。控制阀可以根据需要打开或关闭，以调节气体通过MFC的速率。
 - 流量计算器**：MFC内部有一个流量计算器，它使用测量传感器的输出信号和其他参数（如温度、压力等）来计算实际的气体质量流量。
- **MFC工作原理：**
 - 设置目标流量**：首先，使用者设置希望通过MFC的气体质量流量。
 - 传感器测量**：MFC通过测量传感器检测气体的温度变化。当气体流过传感器时，传感器会受到气体的冷却效应，导致温度下降。
 - 控制阀调节**：根据传感器测量到的温度变化，MFC内部的控制电路会控制阀门的开度，使气体流量达到设定的目标流量。
 - 流量计算**：MFC内部的流量计算器使用传感器输出的信号以及其他参数（如温度、压力）进行计算，以确定实际的气体质量流量。
 - 反馈控制**：MFC通过持续测量和调整控制阀门的开度，实时地反馈并控制气体流量，以确保它与设定的目标流量保持一致。
- 总之，Mass Flow Controller通过测量传感器、控制阀和流量计算器的协同工作，实现对气体质量流量的准确测量和精确控制。这使得MFC在需要精确控制气体流量的应用领域，如实验室研究、工业生产等方面具有广泛的应用。

图表52：质量流量控制器



资料来源：Horiba官网，北方华创官网，华福证券研究所整理

图表53：质量流量控制器内部结构



资料来源：倍斯托官网，华福证券研究所整理

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

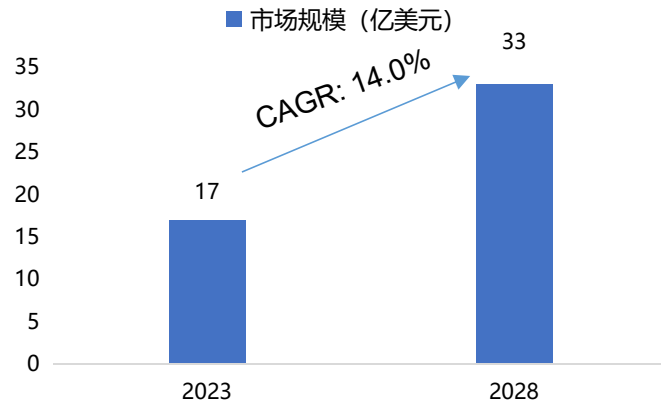
2.5.1.2 流体管理系统 —— MFC气体稳流装置②在半导体行业中的应用

- 需要新的MFC解决方案和技术来实现向较小节点的过渡。随着前沿工艺更加精密，精确控制化学物质输送以沉积到晶片上的重要性（和难度）也在增加。芯片制造商要求的规格范围也在缩小，这对现有的MFC技术构成了挑战。
- Markets and Markets的研究显示：全球质量流量控制器市场规模在2023年约为17亿美元，预计到2028年，全球质量流量控制器市场价值将达到33亿美元，期间以14.0%的复合年增长率增长。**半导体、医疗和电子制造领域**的增长以及**工业自动化**的推动是市场增长的主要驱动因素。
- MFC广泛应用于半导体工业中**，如芯片清洁、层淀积、薄膜淀积、物理气相淀积、化学气相淀积、真空溅射、等离子体涂层和蚀刻、表面处理、热喷涂和涂装，以及半导体芯片制造。质量流量控制器用于控制上述过程中使用的气体和液体的流量。

图表54：不同环节使用的MFC不同



图表55：质量流量控制器市场规模（亿美元）



2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

➤ 2.5.1.3 流体管理系统 —— Shower head①概述

- **在半导体产业中，气体喷淋头是一种常见的设备。**气体喷淋头可以将气体均匀地喷射到半导体制造过程中的特定区域，通常被用于涂覆薄膜、清洗、刻蚀和化学气相沉积等工艺步骤。
- **气体喷淋头由多个细小的孔组成，**这些孔可以通过控制气体流量和喷射角度来实现精确的喷淋操作。喷淋头通常与气体供应系统和控制系统配合使用，以确保在半导体加工过程中提供稳定的气体喷射。
- **气体喷淋头的设计和性能对半导体制造过程至关重要。**关键的设计参数包括孔的大小、分布、形状和喷射角度等。这些参数的选择取决于所需的气体喷射模式和加工要求。例如，某些工艺可能需要均匀的喷射，而其他工艺可能需要在特定区域集中气体喷射。
- **气体喷淋头还需要考虑材料选择和耐腐蚀性能。**
 - ✓ 由于半导体制造过程中使用的气体可能具有高温、高压或腐蚀性，喷淋头通常采用耐腐蚀材料，如特殊合金或陶瓷。
 - ✓ 在等离子辅助化学气相沉积（PACVD）过程中，化学反应是由等离子体激发和电离引起的。涂层在真空条件下的洁净环境和对零部件的正确处理保证了涂层的最高质量和性能。
 - ✓ 突出的**防腐蚀**和**抗粘属性**使 BALINIT® DYLYN 成为公认的涂层。其**磨损保护**和**摩擦性能**对于半导体行业尤其重要。

图表56：气体喷淋头



图表57：气体喷淋头的专用涂层

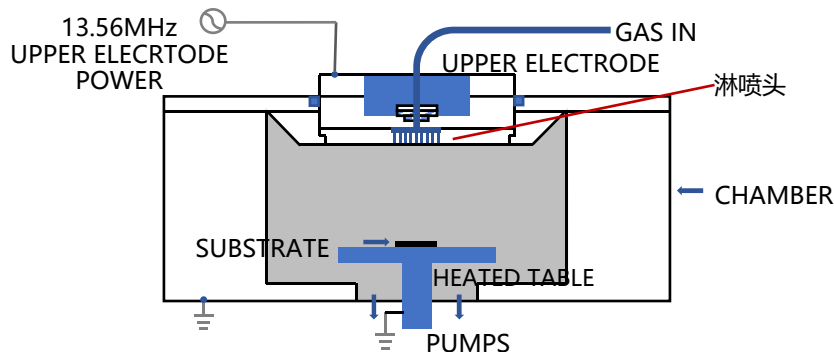


2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.1.3 流体管理系统 —— Shower head②在化学气相沉积中的应用

- 气体喷淋头在化学气相沉积（Chemical Vapor Deposition, CVD）中扮演着重要角色，用于将气体以精确的方式喷射到半导体衬底或其他基材表面。CVD被用于在衬底上沉积薄膜、生长晶体和制备其他材料。在CVD过程中，气体喷淋头的主要应用包括以下几个方面：
 - ✓ **沉积薄膜**：CVD常用于在衬底上沉积薄膜，例如硅氧化物（SiO₂）、多晶硅（poly-Si）、金属氧化物（例如二氧化钛TiO₂）等。气体喷淋头用于将不同的前驱体气体（例如硅源、金属有机前驱体等）混合并喷射到衬底表面，使其在一定条件下发生化学反应，形成所需的薄膜。
 - ✓ **生长晶体**：气相生长晶体是制备单晶硅片等材料的关键步骤。在CVD晶体生长过程中，气体喷淋头用于将材料的前驱体气体输送到反应腔室中。通过控制气体的流量、浓度和喷射速度等参数，使前驱体气体在合适的条件下沉积在衬底上，并形成单晶晶体结构。
 - ✓ **控制反应环境**：气体喷淋头还用于控制反应腔室内的气氛和温度。喷淋头可以提供精确的气体混合物，并在所需的位置产生均匀的气体，确保反应腔室内的气体分布均匀，从而实现稳定的沉积过程。
 - ✓ **满足不同要求**：通过优化气体喷淋头的设计和操作参数，可以实现对CVD过程的精确控制，确保薄膜的均匀性、质量和厚度一致性，从而满足不同应用领域对半导体材料的需求。

图表58：喷淋头在CVD腔体中的位置



图表59：中微公司发布的使用自主知识产权喷淋头量产的CVD设备



2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.2 真空系统 —— 最大的半导体细分子系统

- 真空是指在给定的空间内低于一个大气压力的气体状态。真空技术是建立低于大气压力的物理环境，以及在此环境中进行工艺制作、物理测量和科学试验等所需的技术。
- 制造半导体芯片必须在真空环境下进行，这样可以避免氧化和污染，保证芯片品质和性能。**在常温和常压下，环境中包含着大量不纯净的物质，在半导体制造过程中，芯片容易受到氧化和污染，严重影响芯片品质和生产效率。在真空技术中，常用真空度来衡量真空状态下空间气体的稀薄程度，通常真空度用气体的压力值来表示。压力值越高，真空度越低；压力值越低，真空度越高。
- 真空系统由真空泵、控制系统、储气罐、管路安装等组件构成，包含分子泵、冷泵、干泵、隔离阀、控制阀、传输阀、O-Ring 密封圈等众多核心半导体零部件。

图表60：真空系统图



资料来源：真空技术设备网，华福证券研究所

图表61：半导体制造业中采用真空的益处

真空条件实现效果	益处
洁净的环境	去除颗粒、不需要的气体、水汽和沾污物
降低分子密度	减少系统中的分子密度
增大分子碰撞距离	创造半导体制造业中溅射和刻蚀等工艺需要的等离子区
加速反应过程	降低反应蒸气的压强

图表62：真空度划分范围及应用领域

真空度范围	气压范围	主要应用领域
低真空	$10^5\text{Pa}-10^2\text{Pa}$	利用低真空获得的压力差来夹持、提升和运输物料，以及吸尘和过滤。
中真空	$10^2\text{Pa}-10^1\text{Pa}$	一般用于排除物料中吸留或溶解的气体或水分、制造灯泡、真空冶金和用作热绝缘。
高真空	$10^{-1}\text{Pa}-10^{-5}\text{Pa}$	用于热绝缘、电绝缘和避免分子电子、离子碰撞的场合。
超高真空	$<10^{-5}\text{Pa}$	常用于可控热核聚变的研究，时间基准氢分子镜的制作，表面物理、表面化学的科研。

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.2.1 真空系统——阀门①概况

- 阀门是半导体设备的真空系统与流体系统中的重要零部件，发挥着开闭、控制流量/流向、调节压力等作用，广泛应用于刻蚀机、离子注入机、CMP抛光设备等。由于半导体设备的特殊性，半导体用阀门对洁净度、密封性、耐压性和耐腐蚀性有着极高的要求。
- 按照应用环境，阀门可分为真空阀与流体系统阀。
 - ✓ **真空阀**是用于真空系统中的阀门，其作用通常为隔离真空区域（如工艺腔室）或控制气体进出量。
 - ✓ **流体系统阀**是应用于流体系统中的阀门，主要起着流体的开关截止、流体的流量调节、流体的流向改变等三大作用。

图表63：各类常见的半导体设备用阀门介绍

真空阀	流体系统阀
隔离阀：隔离阀是一种用于将真空系统的一部分与系统的其余部分隔离的机械装置。通过推动、旋转或摆动阀门进入流道实现阻止气体的流动，防止气体进入或离开隔离段，从而保持该段的真空度。高性能真空隔离阀的一个关键特征是，即使在非常快的开启和关闭速度下，也几乎没有振动或摩擦。常见的隔离阀有闸阀和角阀。	隔膜阀：隔膜阀是用隔膜作启闭件封闭流道、截断流体、并将阀体内腔和阀盖内腔隔开的截止阀。
控制阀：真空控制阀可以控制体积流量，通常通过缩小或加宽阀门通道实现。控制范围因控制阀的设计原理而异，这也被称为可用电导谱，具有大电导谱的阀门通常比具有小电导谱的阀门允许更精细的体积控制。设计原理和驱动类型对于阀门控制的精度也具有决定性作用。控制阀主要包括球阀、蝶阀等。	调压阀：调压阀可以把从钢瓶、压缩机等来源排出的气体或液体的压力降低到分析仪等设备所需的较低值。
传输阀：长方形截面的阀门，用于连接真空室，并传输在真空室或加工室进行加工的基材，可实现晶圆在不同腔体之间的转移。	

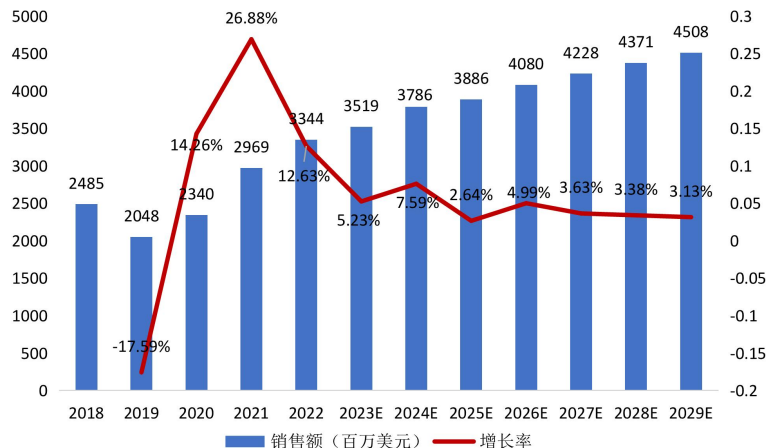


2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

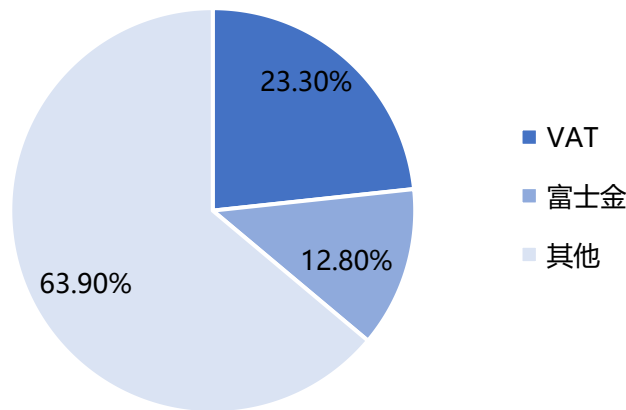
2.5.2.1 真空系统 —— 阀门②市场规模快速增长，本土企业初步打破海外垄断

- 受益于韩国芯片制造能力扩大和中国大陆大规模新建晶圆厂，2019年以来全球半导体阀门及管接头市场规模快速增长。
 - ✓ 据YH Research数据，2022年全球市场规模达**33.44亿美元**，预计2023-2029年CAGR为**4.21%**，至2029年市场规模将达**45.08亿美元**。
- 在竞争格局上，全球主要半导体阀门生产企业包括**VAT**、**富士金**、**派克**、**世伟洛克**等。
 - ✓ 2022年，VAT是全球最大的半导体阀门及管接头生产企业，营业额7.79亿美元，主要从事真空阀业务；
 - ✓ 排名第二的是富士金，营业额4.28亿美元，主要从事流体控制阀业务。
 - ✓ 目前，国内半导体阀门市场的主要参与者包括新莱应材、北京中科艾尔、四川九天真空等，初步打破海外厂商垄断。

图表64：2018-2029全球半导体阀门和管接头市场规模及增速



图表65：2022全球半导体阀门和管接头市场份额



2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.2.1 真空系统 —— O-ring密封圈①概述

- O-ring, 中文名O型密封圈, 是一种截面是圆的橡胶密封圈, 其主要作用是密封, 如气密封、水密封、油密封等。一般橡胶O-ring较易磨损、耐化学腐蚀性和抗气体渗透性能差。因为价格便宜, 制造简单, 功能可靠, 并且安装要求简单, 是最常见的密封件。O-ring承受几十兆的压力, 可用于静态的应用中, 也可以用在部件之间有相对运动的动态应用中。
- O形圈的优势:**
 - ✓ **适合多种密封形式** : 静态密封、动态密封。适合各种用途材料, 尺寸和沟槽都已标准化, 互换性强。
 - ✓ **适合多种运动方式** : 旋转运动、轴向往复运动或组合运动 (例如旋转往复组合运动) 。
 - ✓ **适合多种不同的密封介质** : 油、水、气、化学介质或其它混合介质。通过选用合适的橡胶材料和适当的配方设计, 实现对油、水、空气、煤气及各种化学介质有效的密封作用。工作温度范围广 (- 60 °C ~ + 220 °C) , 固定使用时压力可达 1500Kg/cm²(与补强环并用)。
 - ✓ **设计简单, 结构小巧, 装拆方便:** O形圈断面结构极其简单, 且有自密封作用, 密封性能可靠。由于O形圈本身及安装部位结构都极其简单, 且已形成标准化, 因此安装更换都非常容易。**成本低廉:** 动摩擦阻力比较小。

图表66: O-ring外观



图表67: 不同材质O-ring的优缺点

材料类型	优缺点
聚氨酯橡胶	机械强度优良, 但耐热性、耐化学药品性较差。另外, 硬度的容许范围广泛。
丁腈橡胶(NBR)	耐磨性、耐油性优良, 且价格便宜。由于耐候性不佳, 应避免在阳光直射的场所, 或产生臭氧的电气装置附近使用。
氯丁橡胶(CR)	整体性能平衡, 且价格便宜。
乙丙橡胶(EPDM)	耐候性优良, 且价格便宜。耐油性、耐燃性较差。
异丁橡胶(IR)	由于耐候性、气密性优良, 可用于充气轮胎的内胎等。耐油性、耐燃性较差。
氟橡胶(FPM)	各种性能均优良, 但价格较高。
硅橡胶(SI)	耐热性优良, 但机械强度较差。且价格偏高。
低弹性橡胶	冲击吸收性优良。耐热性、耐寒性及耐油性较差。

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.2.2 真空系统 —— O-ring密封圈②用于半导体设备的FFKM全氟醚橡胶圈

- FFKM全氟醚O型圈的耐高温、耐腐蚀和耐化学品性能使其成为半导体设备中的理想选择。它们确保了设备的可靠性和稳定性，同时满足严苛的半导体工艺要求，是目前所有弹性密封材料中耐高温、耐强酸碱、耐有机溶剂性能最好的橡胶材料。全氟醚橡胶可耐强酸、强碱、有机溶剂、超高温蒸汽、醚类、酮类、酯类、含氮化合物、碳化氢类、醇类、醛类、味喃、胺基化合物等 1600 多种化学溶剂的腐蚀，可耐 320°C 高温，FFKM 全氟醚零部件已在众多行业拥有近40年以上实际应用经验。FFKM常应用于半导体行业的等离子体腐蚀、气体腐蚀、酸碱腐蚀、高温腐蚀、橡胶密封高洁净度要求环节中。
- FFKM半导体设备应用：**
 - ✓ **气体密封**：在半导体制造过程中，各种气体的处理输送是必不可少的。FFKM全氟醚O型圈用于气体管道、阀门和接头等部位的密封，确保气体不泄漏并保持工艺的稳定性。
 - ✓ **蚀刻和清洗**：半导体工艺中的蚀刻和清洗步骤通常涉及使用强酸或强碱等腐蚀性介质。FFKM全氟醚O型圈因其出色的耐腐蚀性能，被广泛应用于与这些介质接触的设备部件，如蚀刻室、清洗槽等。
 - ✓ **液体和化学品输送**：在半导体制造中，需要输送各种液体和化学品，如溶液、溶剂、清洗液等。FFKM全氟醚O型圈可用于管道、阀门和泵等设备部件的密封，以确保介质的安全输送。
 - ✓ **高温环境**：半导体工艺中的某些步骤需要在高温环境下进行，如热处理、退火等。FFKM全氟醚O型圈具有优异的高温耐受性，能够在高温下保持其弹性和密封性能。
 - ✓ **超纯水处理**：在半导体制造中，超纯水用于清洗和纯化设备和材料。FFKM全氟醚O型圈被广泛应用于超纯水处理设备的密封，以防止杂质和污染物的进入。

图表68：FFKM橡胶圈



图表69：使用FFKM橡胶圈的单晶/多晶硅清洗设备



2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

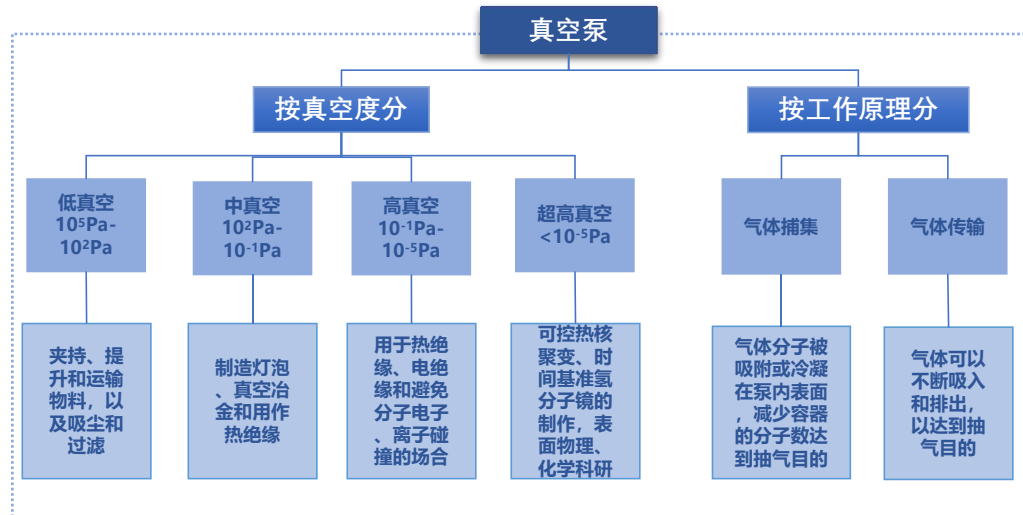
2.5.2.3 真空系统 —— 真空泵①概述

- 真空：**半导体设备制造的最佳环境。
- 真空是指在给定的空间内低于一个大气压力的气体状态，是一种物理现象。
- 真空环境在半导体制造过程中的重要性：**在常温和常压下环境中包含着大量不纯净的物质，如果进行芯片制造，芯片容易受到氧化和污染，严重影响芯片品质和生产效率。因此，制造半导体芯片必须在真空环境下进行，这样可以避免氧化和污染，保证芯片品质和性能。
- 真空泵：**指利用机械、物理或化学方法在某一封闭空间中产生真空环境的装置。按照真空度和气压范围划分，可分为低真空、中真空、高真空及超高真空四类，按照真空原理划分，可分为气体传输泵和气体捕集泵两类，其中气体传输泵占市场规模65%左右。
- ✓ **真空泵下游应用：**真空泵目前主要应用于泛半导体产业，包括集成电路、光伏、LED、平板显示、锂电池等领域。

图表70：半导体制造业中采用真空的益处

真空条件实现效果	益处
洁净的环境	去除颗粒、不必要的气体、水汽和沾污物
降低分子密度	减少系统中的分子密度
增大分子碰撞距离	创造半导体制造业中溅射和刻蚀等工艺需要的等离子区
加速反应过程	降低反应蒸气的压强
产生一种动力	创造一种动力

图表71：真空泵分类

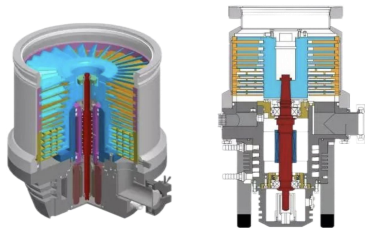


2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

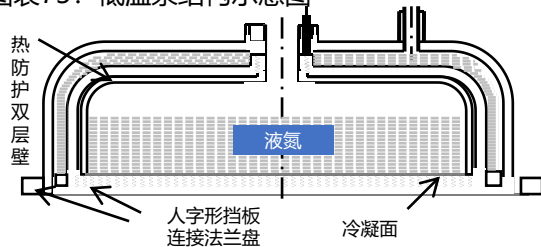
2.5.2.3 真空系统 —— 真空泵②分类

- 随着我国经济的持续快速发展，真空泵的应用领域不断扩大，真空泵下游相关行业保持增长势头，我国真空泵行业实现了持续、稳定、快速的发展，在诸多种类的真空泵中，**分子泵**、**冷泵**及**干泵**尤为重要，他们分别应用于不同的环境。
- ◆ **分子泵**：是利用高速旋转的转子把动量传输给气体分子，使之获得定向速度，从而被压缩、被驱向排气口后为前级抽走的一种真空泵。
 - ✓ **原理**：通过采用变频电源驱动电机，使分子泵在电机的带动下高速旋转，在分子流区域内，气体分子与高速转到的叶片表面碰撞，动量传递给气体分子，使部分气体分子在刚体表面的运动方向上，产生定向流动而被排出泵外，从而达到抽气的目的。
 - ✓ **工作条件**：转子转速达到20000r/min；需要配备前级泵，一般使用旋片泵作为前级泵。
- ◆ **冷泵**：是一种通过低温表面冷凝和吸附气体来获得真空的真空泵，又称冷凝泵或低温泵。冷泵的冷源一般为低温制冷机或低温液体，通常冷泵分为闭路循环气氦制冷机冷泵和注入式液氮冷泵两种类型。
 - ✓ **特点**：洁净无污染(无油)、效率高、抽速大、可靠性好、极限真空度高。
 - ✓ **应用**：应用于半导体集成电路制造工艺中的蒸发、溅射、离子注入、分子束外延等工艺，同时也广泛应用于真空镀膜设备、电真空器件、高能粒子加速器、受控热核反应、表面分析仪器和材料科学等领域。
- ◆ **干泵**：能在大气压到10-2Pa的压力范围内工作，在泵的抽气流道中，不能使用任何油类和液体、排气口与大气相通,能连续向大气中排气的泵。
 - ✓ **冷却方式**：干泵多用夹套冷却水对转子进行冷却，部分真空泵在泵内增加螺杆内部冷却剂冷却，始终维持在一个合适的温度。
 - ✓ **特点**：清洁环保、真空度高、防腐设计、可抽除可燃性气体及少量粉尘气体、杜绝污染、防过载设计、运转平稳、高标准配置、附件配置齐全。

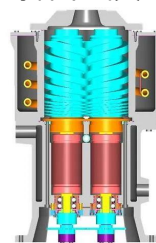
图表72：分子泵结构



图表73：低温泵结构示意图



图表74：立式双螺杆干式真空泵

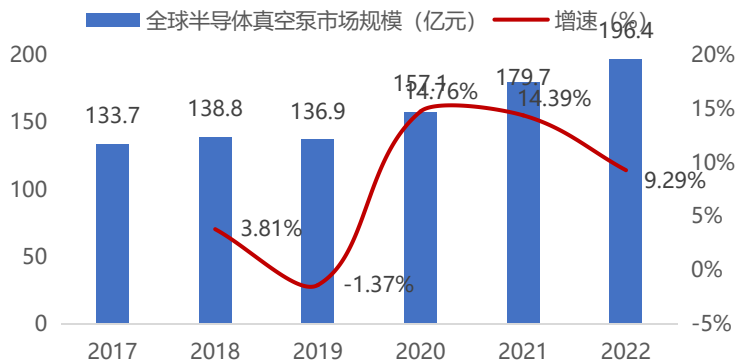


2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

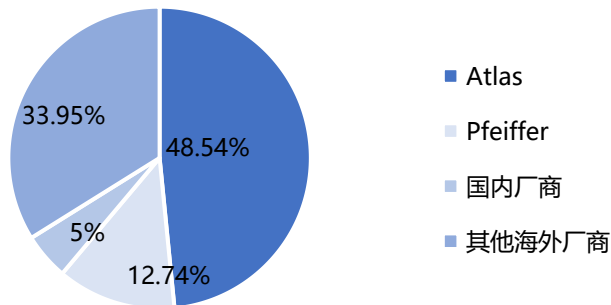
2.5.2.3 真空系统 —— 真空泵③市场

- 真空泵市场规模：**根据华经产业研究院数据，2021年全球半导体真空泵的市场规模为**179.7亿元**，2022年全球半导体真空泵市场规模**192.84亿元**，同比增长**7.3%**，至此该行业规模连续三年实现正增长，增速分别为**14.8%**、**14.4%**、**7.3%**。
- 真空泵市场格局：**2021年全球半导体真空泵市场由海外厂商占据95%的市场份额，其中Atlas占据48.54%的市场份额；德国Pfeiffer公司占据12.74%的市场份额。国内厂商市场份额不到5%，目前汉钟精机、中科仪等国产厂商已取得突破，未来有较大的国产替代空间。
- 行业发展机遇：**
 - ✓ 下游市场需求快速增长，我国本土集成电路产业发展虽起步较晚，但近年来发展迅速，行业增速领先全球。
 - ✓ 国家产业政策大力支持，国家在产业、财税、金融等方面出台多项政策支持集成电路产业发展。
 - ✓ 全球半导体产能向我国转移，经过前两轮产业转移之后，目前半导体产业正在经历向中国大陆的第三次转移。
- 行业发展挑战：**
 - ✓ 国内企业综合竞争力与国外仍存在一定差距，国外厂商在真空技术领域拥有数十年的研发、制造经验，积累了大量产品设计和工艺技术，而我国相关产业起步较晚，产业基础相对薄弱。
 - ✓ 人才储备相对不足，由于我国相关产业发展历程较短，且人才的培养不仅需要扎实的理论学习更要求大量的实践经验，现有半导体产业及其设备制造业的人才难以满足行业快速发展的需要。

图表75：2017-2022全球半导体真空泵市场规模情况



图表76：2021全球半导体真空泵市场格局



2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.2.3 真空系统 —— 真空泵④行业公司介绍

- 目前真空泵主要市场由**欧洲、日本**企业主导。
 - 分别是 Edward(英国)、Ebara(日本)、Pfeiffer Vacuum (德国)、Kashiyama(日本)。国内公司主要中科仪、汉钟精机等。

图表77：半导体真空泵行业主要厂商介绍

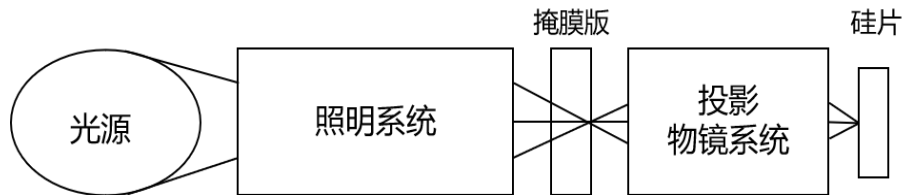
企业名称	公司简介	主营产品
Edwards(英国)	公司成立于1919年，主要为工业、科研、半导体、太阳能、平板显示、生物燃料等行业的下游客户提供真空设备和有关技术解决方案。	工业干泵及系统、蒸气扩散泵、机械真空助力器、涡轮分子泵、排气管理系统、液体减排阀门，以及仪表和联轴器等。
Ebara(日本)	公司从事以泵等旋转机械为中心的开发活动，成立于1912 年。公司经营三个部分:流体机械和系统，环境工程和精密机械。	干式真空泵，化学机械抛光 (CMP) 系统,电镀系统和气体减排系统。
Kashiyama(日本)	公司成立于1951年，主要有两块业务：1) 半导体真空设备；2) 滑雪设备和管理咨询。公司生产的真空设备已被广泛应用于包括半导体制造业和液晶显示制造业的高科技领域中。	干式真空泵、液环真空泵、海水泵、制雪系统滑雪场设施等。
Pfeiffer(德国)	公司成立于 1890年，1951 年开发用于核工业真空泵，2010 年并购阿尔卡特真空部门，2019 年在中国建厂。公司产品主要用于半导体、工业等领域。	支撑泵、涡轮泵、测量与分析设备、安装工具真空系统、真空单元等。
汉钟精机	公司是螺杆压缩机、真空泵龙头。传统业务国内份额领先，保持稳健增长，真空泵业务在光伏及锂电领域占据主要市场份额，得到隆基股份/晶盛机电等知名光伏/锂电企业的认可。	干式真空泵、螺杆/离心压缩机、空气压缩机、热泵。
中科仪	公司创建于1958年，主要从事干式真空泵、真空仪器设备的研发、生产和销售，并提供相关技术服务。	干式真空泵：罗茨干泵和涡旋干泵； 真空仪器设备:大科学装置、真空薄膜仪器、新材料制备设备。

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.3 光学系统

- 半导体光学系统是指利用半导体材料和光学技术实现光电转换、光信号处理、光通信等功能的系统，包括半导体激光器、半导体光电探测器、半导体光调制器、半导体光开关、半导体光放大器等器件和模块，其核心设备之一是光刻机。
- 光刻机光子学系统是半导体光学系统的核心**，其中包括**光源**、**照明系统**和**投影物镜系统**。光刻机工作时，**光源**发出的光束经**照明系统**后穿过掩模版，再由**投影物镜系统**将掩模版上的电路图形复制到硅片表面。

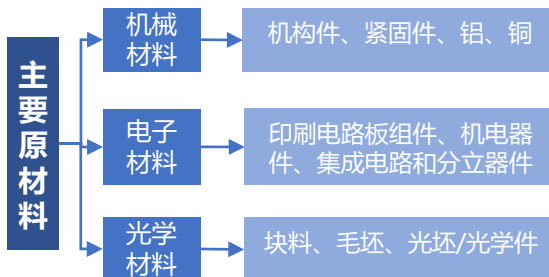
图表78：光刻机光学系统简化示意图



资料来源：《紫外LED光刻光源系统的研究与设计》——王国贵

- 光学系统的主要原材料市场竞争较为充分且供应充足。**主要包括：机械材料、电子材料、光学材料。其中，光学材料为其中的主要原材料

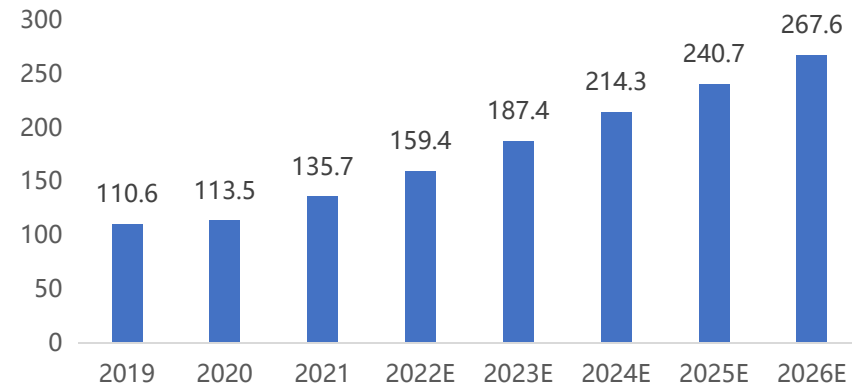
图表79：光刻机光学系统主要原材料



资料来源：产业

- 半导体光学系统市场份额稳步提升，头部企业占据绝大多数市场份额。**2019至2021年，全球半导体设备领域工业级精密光学市场从110.6亿元增长至135.7亿元；预计2022至2026年，将以13.8%的CAGR从159.4亿元增长至267.6亿元。蔡司、尼康、佳能、Newport、Jenoptik、徕卡等国际企业占据了该市场超过70%的份额，处于行业领先地位。

图表80：全球工业级精密光学市场规模（亿人民币）



2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

➤ 2.5.3.1 光学系统 —— 光刻机光学子系统之光源

- **光源是光刻机的核心构成之一，其波长决定了光刻机的工艺能力。**光刻机根据光源不同可分成紫外（UV）光刻机、深紫外（DUV）光刻机、极紫外（EUV）光刻机三类。
- **紫外光刻机**：采用汞灯，从g-line到i-line，波长从436nm至365nm，制程节点为800-250nm；
- **深紫外光刻机**：采用准分子激光，从KrF到ArF/ArFi，对应波长为 248nm-134nm，制程节点为180nm-7nm；
- **极紫外光刻机**：是下一代光刻技术的一种，在7nm 以下的最高端工艺上都会采用EUV 光刻机。

图表81：光源的分类、演进与原理

光源类型		波长 (nm)	制程节点 (nm)	光源原理
EUV光源（极紫外光源：Extreme Ultraviolet Light）		13.5	7-3	准分子激光 ：给通常情况下互不结合的气体混合物加足够大的能量后，两种气体的原子结合在一起，形成受激发的准分子，受激准分子以光的形式释放多余的能量。
DUV光源 (深紫外光源：Deep Ultraviolet Light)	ArFi	134	45-7	
	ArF	193	130-65	
	KrF	248	180-130	
汞灯光源 (紫外光源：Ultraviolet Light)	i-line	365	800-250	汞灯 ：将电流通过含有汞的灯泡，电流加热水银使之成为等离子体，发出各种波长的光，再通过干涉滤波器来选择所需的波长。
	g-line	436	800-250	

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.3.1 光学系统 —— 光刻机光学子系统之光源

光源主要分为高压汞灯、深紫外光光源（DUV）、极紫外光光源（EUV）

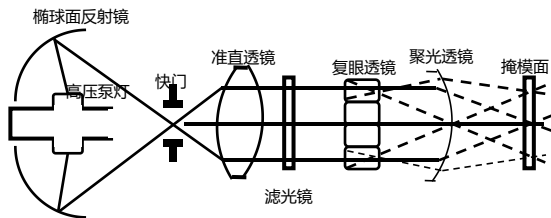
- 1) **高压汞灯**：气体放电电光源，采用汞蒸气发电放光。由椭球面反射镜、高压汞灯、快门、准直透镜、滤光镜、复眼透镜等组成。
- 2) **深紫外光光源**：准分子激光器为光源，较汞灯光源的波长更短、光子能量更大、平均功率更高、稳定性更强，可满足更高的IC集成需求。
- 3) **极紫外光光源**：由高能激光轰击金属锡产生等离子体辐射产生。工作原理：将二氧化碳激光照在一束快速射出的熔融态锡滴上，利用脉冲激光辐照锡靶，使其蒸发电离并产生高密度的等离子体，从而辐射出极紫外光。

图表82：极紫外光光刻光源工作示意图

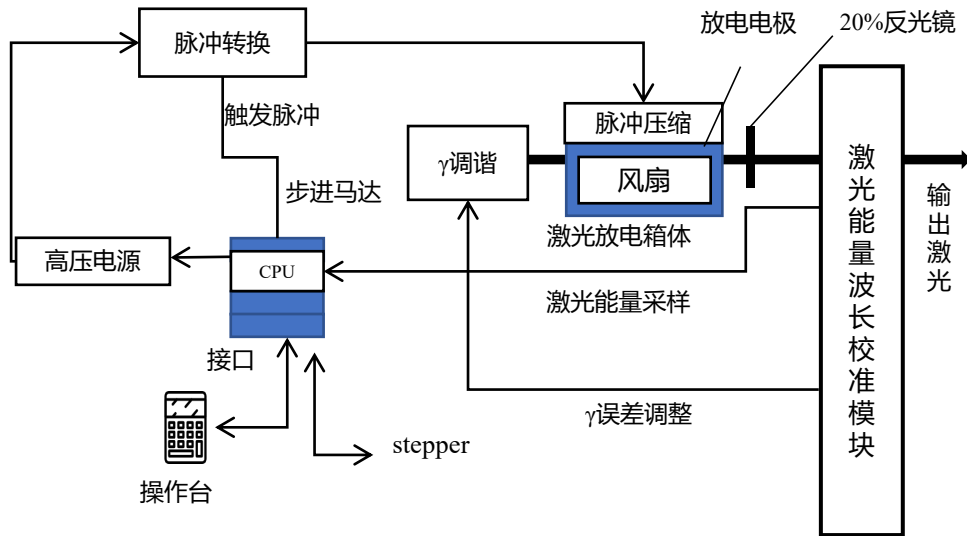


资料来源：《The development of laser-produced plasma EUV light source》——De-Kun Yang et al., 华福证券研究所

图表83：高压汞灯光刻光源系统



图表84：Cymer准分子激光器工作原理

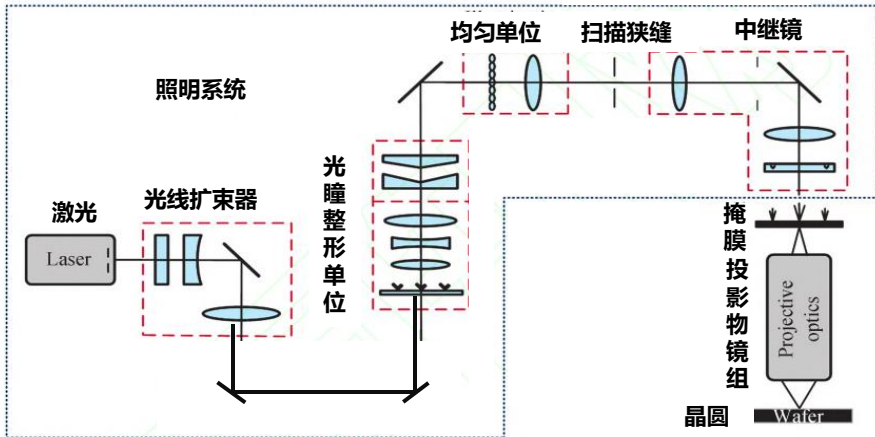


2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.3.2 光学系统——光刻机光学子系统之照明系统

- 照明系统作为光刻机的核心部件之一，其作用是将光源发出的光束进行整形匀化后照明掩模面，再由投影物镜系统将掩模面上的图形复制到硅片表面。
- 照明系统光路：**光源经过扩束准直与传输后进入光瞳整形单元，然后再经过照明匀化单元来实现特定分布的照明光场，随后，扫描狭缝用来确定曝光视场尺寸和中心位置，控制曝光剂量，并与掩模台和硅片台完成同步扫描曝光。中继镜组位于扫描狭缝与掩模板之间，负责将扫描狭缝上的照明光场中继成像到掩模面上。

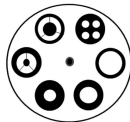
图表85：照明系统示意图



图表86：照明系统组件介绍

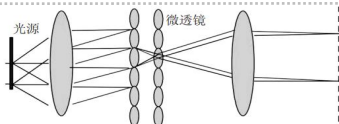
光瞳整形透镜

- 通过光瞳调制可以实现提高分辨率的同时增大焦深。
- 空间光阑滤波是一种简单低成本的光瞳调制方式，在照明光瞳处设置一组光阑挡片来改变光瞳形状，一般包括不同通光孔径的系统和环形模式。



匀光单位

- 匀光单元的目的是对光强分布进行匀化。
- 微透镜**是通过一组紧密排布的复眼阵列，对光束进行微切割后重组，从而实现匀光。**匀光棒**是利用了光在介质里的全反射原理实现匀光。



扫描狭缝

- 扫描狭缝用来确定曝光视场尺寸和中心位置，系统利用狭缝阻挡光线，减少光的散射，并且可以改进曝光的分辨率，控制曝光剂量。
- 狭缝单元设置在一次照明面，通过 XY 两个方向的刀口运动实现对照明视场的控制。

中继镜

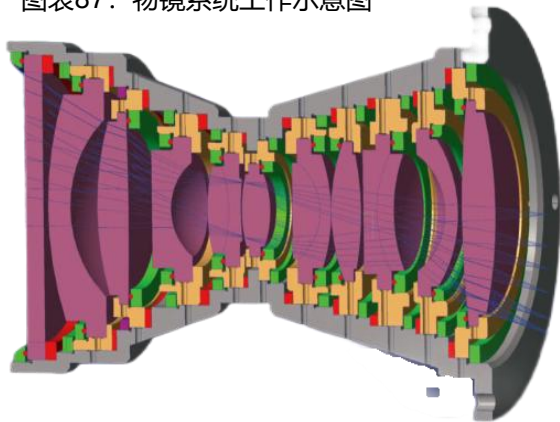
- 中继镜组是对一次照明面的光束进行中继放大，负责将扫描狭缝上的照明光场成像到掩模面上。
- 中继镜不仅需要满足不同光瞳大小和环宽的照明模式需求，并且要尽量减少照明光场不均匀性在中继过程中的恶化。

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.3.3 光学系统——光刻机光学子系统之物镜系统

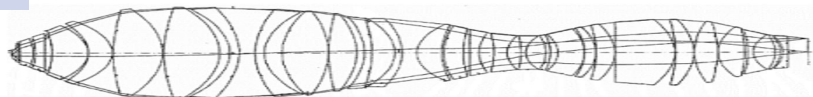
- 物镜由 20 多块镜片组成，分为全反射型、全折射型、折反射型多种结构型式：在目前的高分辨率光刻机中，以全折射式结构型式为主流。与全折射式结构型式相比，折反射式结构的投影物镜具有许多优越的光学性能，但其在光刻机中的真正使用尚需克服许多技术问题。
- 高数值孔径的镜头决定了光刻机的分辨率以及套值误差能力。**物镜系统的主要作用是把掩膜版上的电路图按比例缩小，再被激光映射到硅片上，并且物镜还要补偿各种光学误差。

图表87：物镜系统工作示意图



图表88：物镜的分类及原理

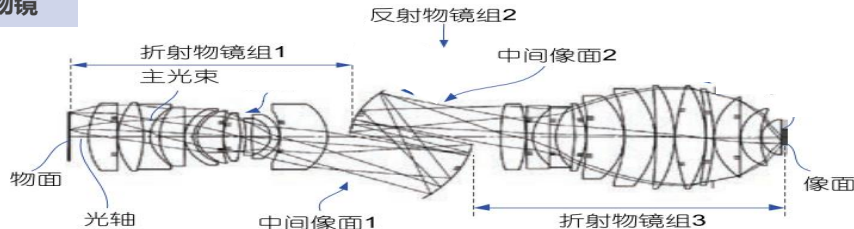
全折射式物镜



- 采用全球面结构，步进物镜孔径尺寸随NA急剧增加，同时设计复杂程度增加，因此，随物镜NA的继续增加，尤其当NA大于0.7时，物镜的设计引入非球面。
- 非球面的使用能够在不增加独立像差数的前提下，增加自变量个数，有利于改善像质。在同等约束条件下，减少了光学元件的数量，降低了光学系统尺寸和重量。

NA>1.2

折反式物镜



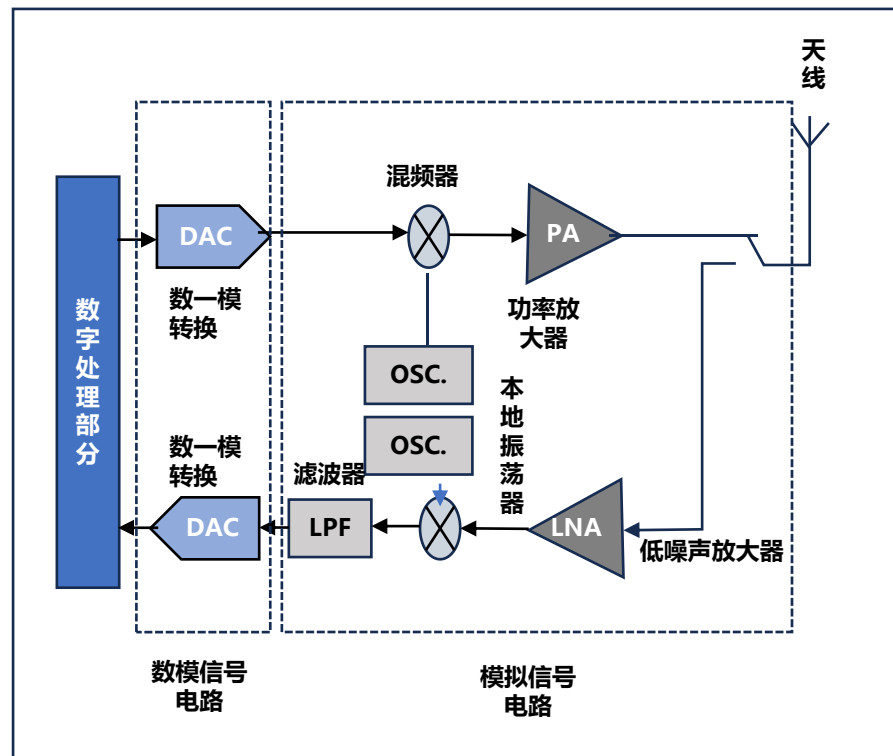
- 对于NA>1.2的投影物镜，大多采用折反式光学系统。折反式系统在物镜结构设计中加入凹面反射元件。凹面镜的使用能够很好的满足场曲的矫正，而不需要大光焦度的负透镜和孔径较大的正透镜来满足场曲的矫正，进一步降低了物镜的体积。

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.4 电源与反应气体系统 —— 射频电源①定义、应用及技术难点

- **射频电源 (RF Power Supply) 是可以产生固定频率的正弦波、具有一定频率的高频电源**，主要由射频信号源、射频功率放大器及阻抗匹配器组成，是等离子体配套电源。射频电源属于可以产生固定频率正弦波、具有一定频率的高频交流电源，工作频率一般处于2MHz至60MHz之间。射频电源在低压或常压下产生等离子体，并利用等离子体不同的化学性能，广泛应用于半导体工艺设备(PVD、PECVD、刻蚀、离子注入、清洗等)、LED、光伏、医疗等领域。
- **射频电源一般由射频信号发生器、射频功率放大电路、供电线路和射频功率检测器组成**。按照放大电路的核心元器件划分，可分为电子管式射频电源和固态射频电源，其中电子管式射频电源采用电子管作为功率放大元件，而固态射频电源则采用晶体管作为功率放大元件。
- **射频电源主要技术难点在于电源波形、频率和功率等参数稳定性的提升，以及在腔体中激发出的等离子体浓度、均匀度及相应的控制精度**。稳定性与控制精度对于薄膜沉积厚度、密度、应力、速率，以及深孔刻蚀质量至关重要。

图表89：射频电源工作原理



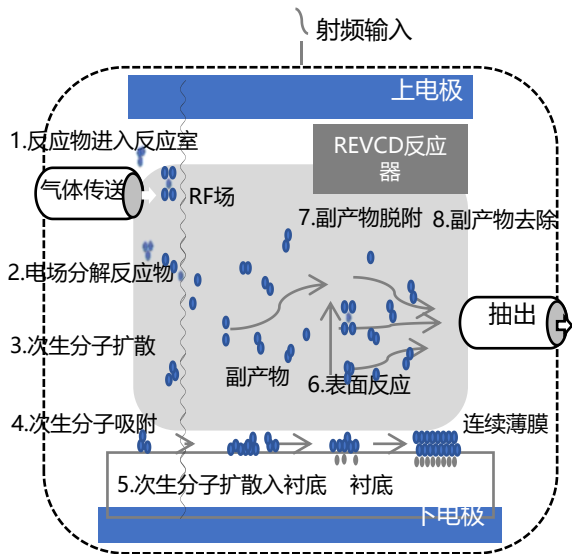
资料来源：艾兰科技、华福证券研究所

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

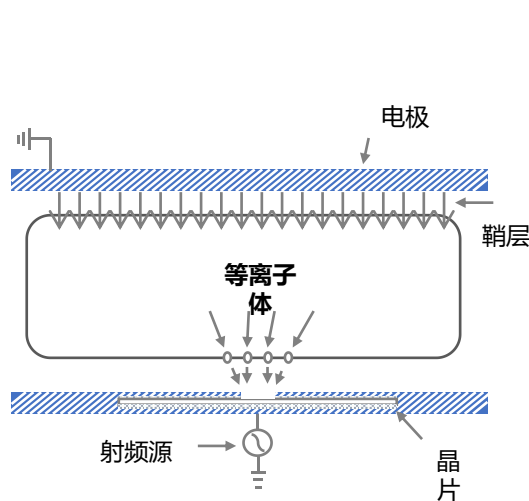
2.5.4 电源与反应气体系统 —— 射频电源②在半导体领域中的应用

- **刻蚀设备**中，刻蚀气体(主要是 CF_4)通过气路系统通入反应腔室后，被射频电源产生的高频率电场(通常为13.56 MHz)电离从而产生辉光放电，完成从气体分子到离子的转变，形成等离子体(Plasma)，提高气体反应活性。射频电源直接关系到反应腔体中的等离子体浓度，均匀度以及稳定度。在大部分刻蚀设备中，射频电源会和 DC 电源配合使用，以分别控制离子的密度和能量大小。由于电场的加速效应，离子通常以物理和化学两种形式对晶圆进行刻蚀。
- **沉积设备**中，以PECVD设备为例，PECVD技术是在低气压下，利用低温等离子体在工艺腔体的阴极上（即样品放置的托盘）产生辉光放电，利用辉光放电(或另加发热体)使样品升温到预定的温度，然后通入适量的工艺气体，这些气体经一系列化学和等离子体反应，最终在样品表面形成固态薄膜。在反应过程中，反应气体从进气口进入炉腔，逐渐扩散至样品表面，在射频电源激发的电场作用下，反应气体分解成电子、离子和活性基团等。

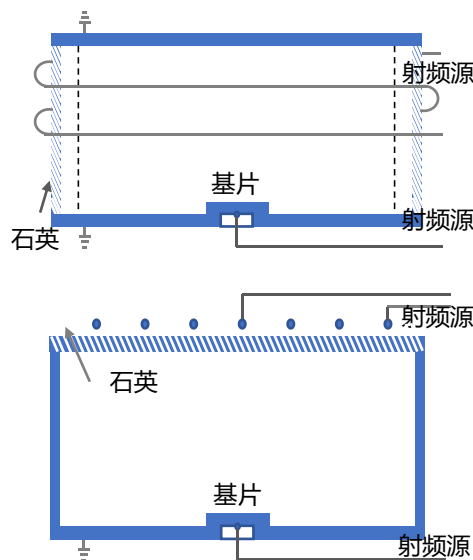
图表90：射频电源在PECVD设备的应用



图表91：电容耦合等离子刻蚀



图表92：螺旋状与平面盘绕状电感耦合放电等离子体刻蚀



2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.4 电源与反应气体系统——射频电源③市场现状

- 根据QYResearch的统计及预测，2022年全球半导体射频电源市场销售额达到了7.26亿美元，预计2029年将达到14.57亿美元，2023-2029年复合增长率（CAGR）为11.18%。
- 地区层面来看，中国市场（含台湾地区）在过去几年变化较快，2022年市场规模为96.6百万美元，约占全球的13.31%，预计2029年将达到188.52百万美元，届时全球占比为12.94%。
- 生产端来看，北美和日本是两个重要的生产地区，2022年分别占有36.04%和23.17%的市场份额，预计未来几年，中国地区将保持最快增速，预计2029年份额将达到11.71%。

图表93：全球半导体射频电源市场销售额及增长率



资料来源：QYResearch、华福证券研究所整理

图表94：国内外射频电源厂商及现状

	公司介绍	现有情况
万机仪器	美国MKS公司成立于1961年，总部位于美国波士顿，MKS Instruments, Inc. 是一家全球供应商，提供用于测量、控制、驱动、监控和分析先进制造流程的关键参数的仪器、子系统和流程控制解决方案，从而提升流程性能和工作效率。产品源自在压力测量与控制、材料交付、气体成分分析、控制与信息技术、发电与活性气体生成、真空技术、光子、激光器、光学以及运动控制领域的核心竞争力。	所属全球第一梯队厂商，该梯队占全球市场份额约52.95%
美国优仪（AE）	美国Advanced Energy（优仪）自1981年成立至今，已成为一家向各行业提供高端电源和控制产品的多元化国际公司。依托其部署在北美、欧洲和亚洲的AE团队，向薄膜工业和工业制造领域提供专业技术以及快速灵敏的电源方案。	
XP Power	XP Power致力于成为电源解决方案的领先提供商，包括AC-DC电源，DC-DC转换器，高压电源和RF电源。XP提供全面的质量，从亚洲，欧洲和北美的内部设计到全球的制造工厂。	与上述两家公司同属全球前五大厂商，共占全球市场份额约80.47%。
英杰电气	四川英杰电气股份有限公司成立于1996年，是专业的工业电源设计及制造企业，从事以功率控制电源、特种电源为代表的工业电源设备，以及新能源汽车充电桩的研发、生产与销售。	公司和中微半导体有深度合作，从MOCVD设备的电源国产替代开始，取得了客户的信任，从而拓展出了更多客户，已经打入等离子注入、CVD、PECVD等设备供应链。
恒运昌	恒运昌成立于2013年，专业从事等离子体射频电源系统的研发、生产、销售以及维护，产品广泛应用于半导体、光伏、LED/LCD、先进工业镀膜等高端真空设备。公司核心团队深耕射频电源领域多年，突破多项国内现有技术，掌握全数字测量系统、全数字环路控制技术、高效宽带平衡功放技术等核心技术。经过多年研发积累和客户验证，深圳恒运昌已经打破海外供应商垄断，成为率先进入IC前道设备的国内射频电源供应商。	恒运昌已成功研制100W-5KW 13.56MHz射频电源与自动匹配器，5KW有源射频阻抗分析仪，5KW-30KW固频及可变频中频电源，500W-20KW直流溅射电源，200mm-1500mm大气等离子源。

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

2.5.5 晶圆处理系统 —— 机械手①搬运与定位晶圆，贯穿集成电路多道工序

• 半导体机械手可实现有限空间中对晶圆的快速搬运和定位。

- ✓ 在集成电路前后道工序包括沉积、刻蚀、扩散和封测等步骤中均应用广泛。按应用环境，可分为真空机械手和洁净机械手。洁净机械手应用于洁净的大气环境中，一般将驱动和传动部件隔离于晶圆传输路径之外，从而减少部件运动可能造成的晶圆表面污染。
- ✓ 真空机械手应用于 1×10^{-5} Pa的真空环境中，在满足洁净要求的同时，还需达到真空环境的要求，因而其结构比洁净机械手更为复杂。按传动方式，可分为平面关节型机械手和径向直线运动型机械手，后者应用更为广泛。

图表95：平面关节型机械手示意图



图表96：径向直线运动型机械手结构图

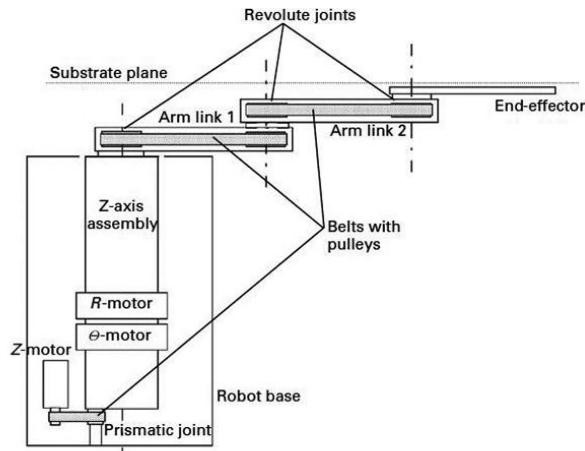


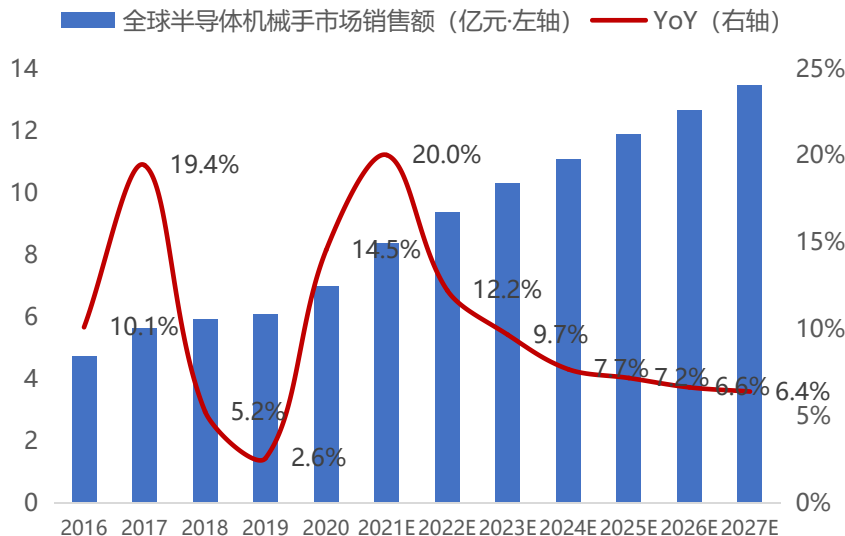
Figure 3.4 Cross section of a SCARA-type robot and drive train concept.

2.5 半导体零部件分类口径四及核心类别详解

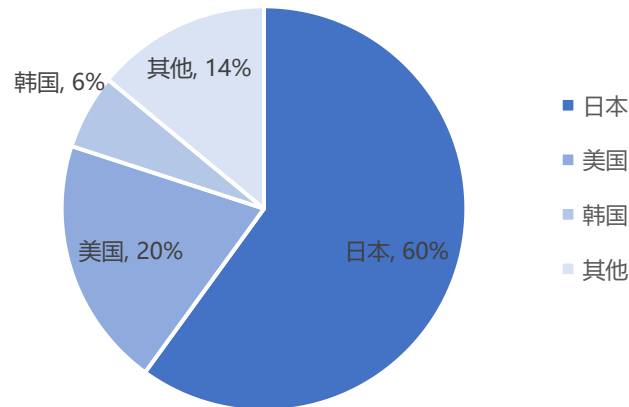
2.5.5 晶圆处理系统 —— 机械手②自给水平较低，市场规模将呈持续增长态势

- 受益半导体行业产能扩张及国产替代趋势，半导体机械手规模有望持续扩增。
- ✓ 据QYResearch数据，2020年全球半导体机械手市场销售额为6.97亿美元，预计2027年将达到1347.6亿美元，CAGR高达**9.88%**。
- 日美两国占据全球半导体机械手市场的主导地位，市场份额占比分别为**60%**和**20%**。
- ✓ 行业集中度较高，头部厂家Brooks Automation、RORZE Corporation和DAIHEN Corporation合计CR3高达**55%**。新松机器人为主主要的中国本土企业，公司产品线涵盖工业机器人、洁净(真空)机器人、移动机器人、特种机器人及智能服务机器人五大系列。

图表97：全球半导体机械手市场销售额及增速（亿美元）



图表98：2020年全球半导体机械手市场分布



目 录

- 第一部分：半导体设备及其核心组件
- 第二部分：半导体零部件分类梳理及核心零部件详解
- **第三部分：市场空间广阔，局部高度垄断**
- 第四部分：海外龙头观察
- 第五部分：投资建议
- 第六部分：风险提示

3.1 AI/汽车/XR驱动需求回暖，行业有望触底回升

➤ 半导体 —— 行业有望触底反弹

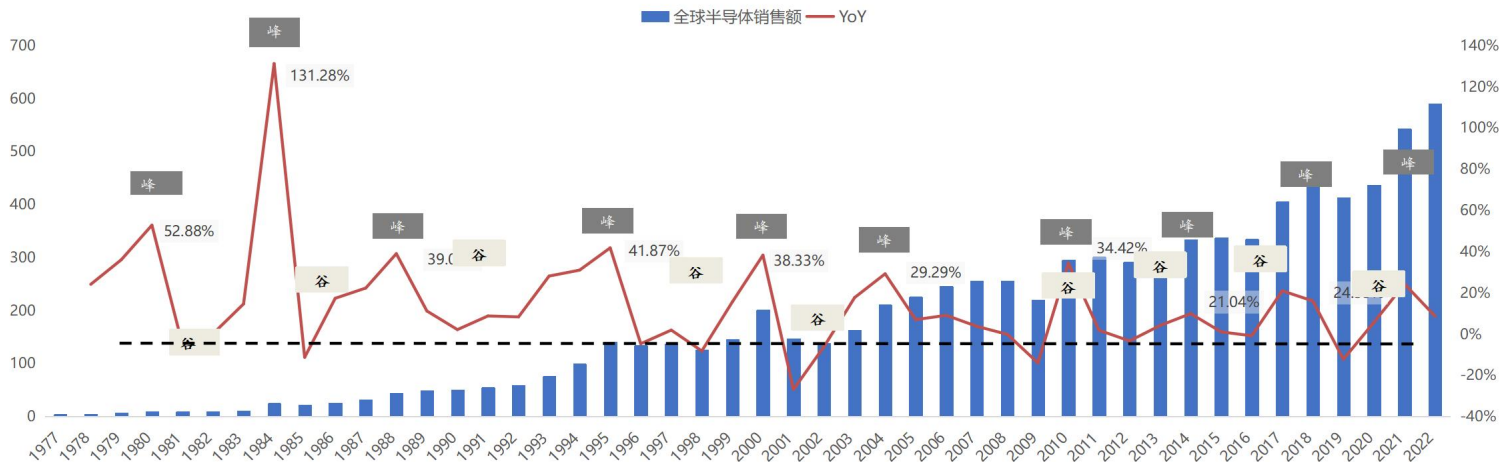
• 短期景气变化不改长期增长：

- ✓ 从2020年到2022年，半导体行业历经供不应求，再到阶段性供过于求的周期变化。
- ✓ 短期来看，受全球通货膨胀、疫情、地缘冲突和下游创新放缓的影响，以手机、PC为代表的可选性耐用消耗品需求不振，从而使半导体行业景气度进入暂时性下行周期。以1976年至今的全球半导体销售额为鉴，半导体行业发展呈现周期性变动的规律，随着半导体公司库存水位的逐步修正，半导体行业有望凭借技术创新及下游需求回暖拉动而触底回升。

• 全球半导体销售额连续小幅回升，有望实现触底反弹：

- ✓ 美国半导体行业协会发布数据显示，2023年Q2全球半导体销售额总计为1245亿美元，环比Q1增长4.7%；2023年6月全球销售额为415亿美元，环比增长1.7%，全球芯片销售额已连续四个月小幅上升；与此同时，我国六月半导体销售额也实现了环比3.2%的增长。

图表99：全球半导体销售额（十亿美元）

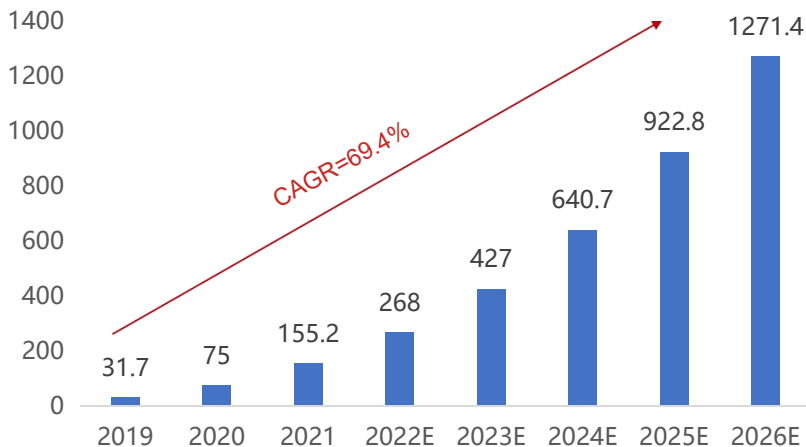


3.1 AI/汽车/XR驱动需求回暖，行业有望触底回升

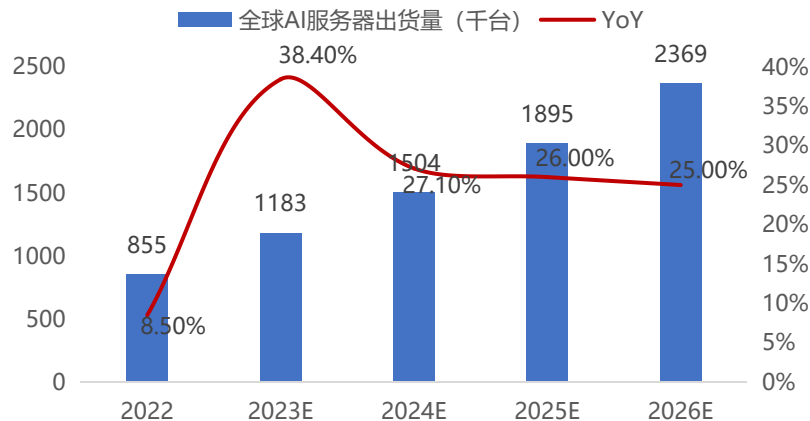
➤ AI——AI大模型兴起，算力需求快速增长

- AI大模型飞速发展，算力需求大幅增长：**GPT-4的推出使AI大模型实现全方位的性能提升，国内科技巨头纷纷跟进布局大模型领域，推动AI领域迅猛发展，引起算力需求井喷式增长。根据IDC数据，中国智能算力市场规模将由2019年的31.7 EFLOPS增长至2026年的1271.4 EFLOPS，2019-2026年CAGR约为69.4%。
- 海量算力需求带动AI服务器需求加速扩张：**随着海量算力需求涌现，AI服务器作为人工智能的核心基础设施，其市场规模将加速扩张，AI服务器搭载的CPU、GPU、FPGA、ASIC等芯片需求将同步上涨。TrendForce预测，2023年全球AI服务器出货量近120万台，同比增长38.4%，出货量占整体服务器出货量近9%，2026年占比将提升至15%，2022年-2026年AI服务器出货量CAGR为29%；AI芯片2023年出货量将增长46%，其中英伟达GPU为AI服务器市场搭载主流，市占率约60~70%，其次为云端厂商自主研发的ASIC芯片，市占率超20%。

图表100：中国智能算力规模预测（EFLOPS）



图表101：2022-2026全球AI服务器出货量（千台）

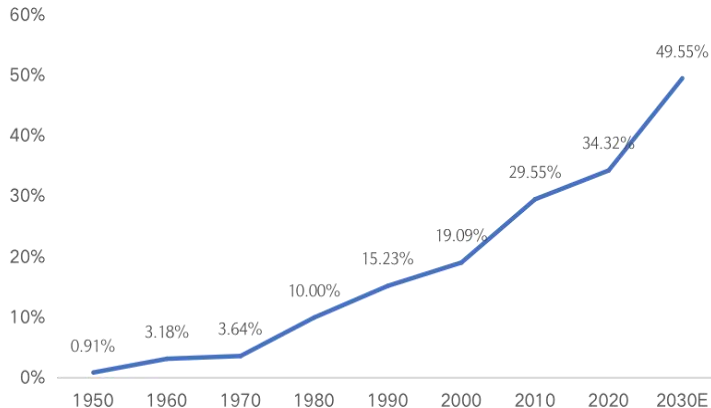


3.1 AI/汽车/XR驱动需求回暖，行业有望触底回升

➤ 汽车 —— 汽车电子快速发展，车规级芯片市场广阔

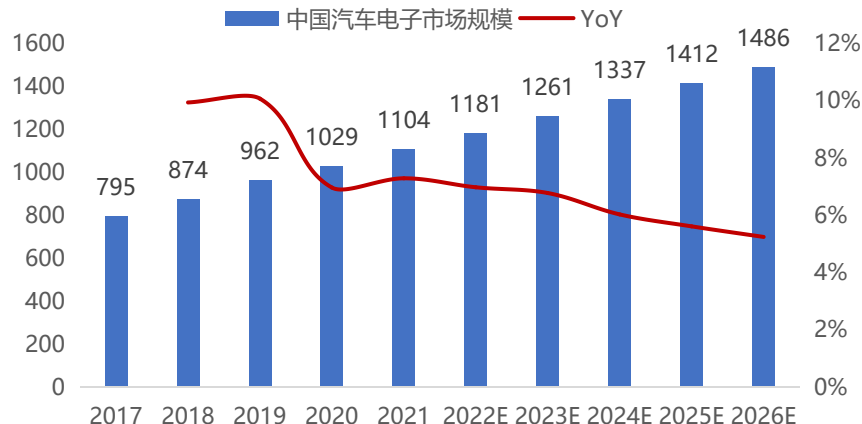
- **汽车电子价值量占整车成本比重快速上升，持续打开车规级芯片增长空间。**受益于汽车行业电动化、网联化、智能化、共享化趋势日益深入的发展，汽车电子技术水平不断优化升级，汽车电子占整车价值量的比重快速上升。
 - ✓ 据统计，2020年汽车电子在整车制造成本中占比34.32%，预计2030年汽车电子在整车制造成本占比将接近50%。中国汽车电子行业规模稳定上升，将由2017年的795亿美金上升至2026年的1486亿美金。随着从传统燃油汽车向汽车电动化、智能化方向的转变，对车规级芯片的需求不断涌现。根据中国汽车工业协会数据显示，传统燃油车所需汽车芯片数量为600-700颗/辆，电动车所需数量则提升至1600颗/辆，而智能汽车对芯片的需求量约为3000颗/辆，随着汽车电动化、智能化渗透率不断提高，车规级芯片市场需求广阔。

图表102：汽车电子占整车制造成本中的比重



资料来源：前瞻产业研究院，华福证券研究所

图表103：中国汽车电子行业市场规模（亿美元）



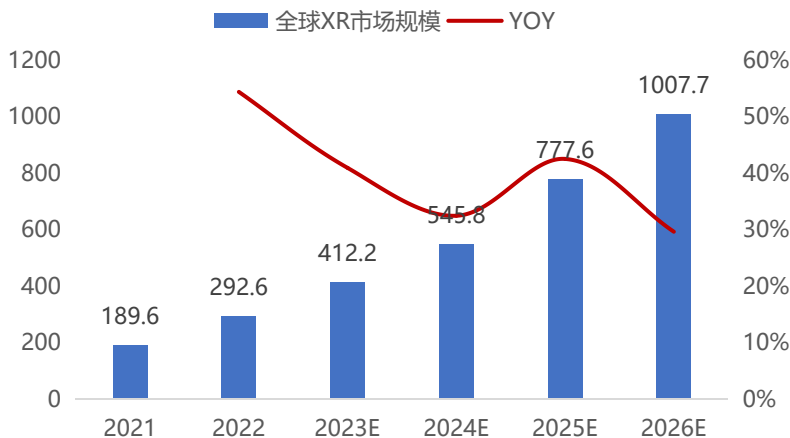
资料来源：前瞻产业研究院，华福证券研究所

3.1 AI/汽车/XR驱动需求回暖，行业有望触底回升

➤ XR —— 虚拟现实空间广阔

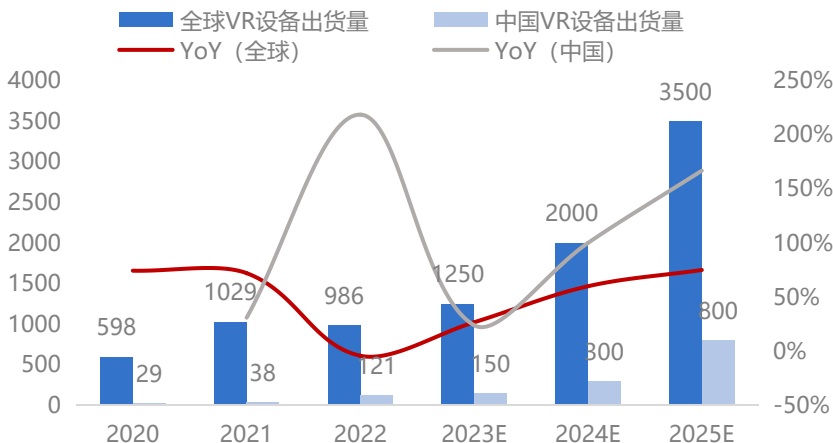
- **新品发布引发产品迭代，XR市场高速增长。**多家头部公司发布新品XR设备，2022年，Pico在中国市场发布新一代VR一体机PICO 4系列。2023年6月，Meta、Apple分别发布新一代XR头显设备。根据statista预测，全球XR市场规模将由2021年的189.6亿美元上升至2026年的1007.7亿美元，CAGR达40%左右，未来市场空间广阔。Wellsenn XR统计显示，2021年全球VR设备出货量超1000万台，未来几年将保持高速增长态势，预计到2025年全球VR设备出货量将超过3500万台。
- **AI/汽车/XR领域需求依然迅猛，将作为三大驱动力在中长期支撑半导体行业的持续发展。**据McKinsey预测，2030年全球半导体销售规模有望达到1万亿美元，年均增长率可能达到6%-8%。其中，计算与数据存储市场规模可达3300亿美元，将是市场份额最大的领域，汽车领域市场规模达1600亿美元，将是增长最快的领域，2021-2030年CAGR可达13%-15%。

图表104：全球XR市场规模（亿美元）



资料来源：statista，华福证券研究所

图表105：全球及中国VR设备出货量（万台）



资料来源：Wellsenn XR，华福证券研究所

3.2 高投入支撑长期增长，零部件市场规模广阔

➤ 厂房建设持续推进，不断拉动半导体设备市场需求

- 据McKinsey分析，2023-2026年期间，全球待建造的晶圆厂数量将达60个左右，类型上主要集中于生产逻辑芯片。分地区看，中国大陆地区待建晶圆厂约为21个，将是待建晶圆厂数量最多的地区。
- 全球领先的芯片厂商均在积极布局建设晶圆厂。台积电、英特尔、Wolf speed、三星电子等在北美、欧洲、亚洲等多个地区均有布局，晶圆厂的建设将有利于为半导体设备市场持续带来新增需求。

图表106：2023-2026年全球待建造晶圆厂情况（个）

产品	全球总计	中国大陆	中国台湾	日本	韩国	美国	EMEA区	ROW区
逻辑芯片	28	6	10	1	1	4	4	2
模拟芯片	7	2				3		2
存储	10	1	1	2	5	1		
光电器件/传感器/分立器件	15	12				1	2	
总计	60	21	11	3	6	9	6	4

图表107：全球芯片厂商厂房建设布局

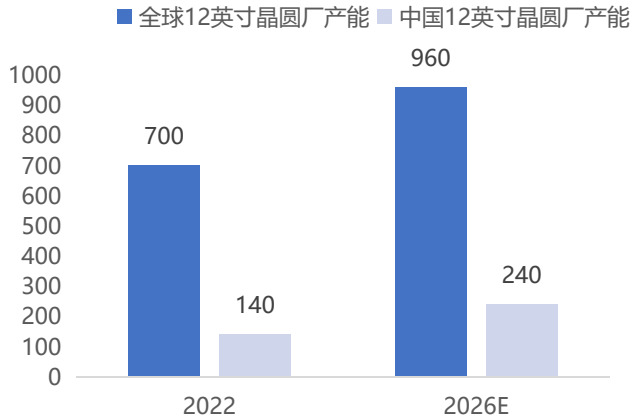
北美地区	
英特尔	2022年，投资1000亿美元在俄亥俄州建立全球最大的芯片制造集成地，2021年在亚利桑那州建立两座新工厂。
台积电	2022年12月在亚利桑那州的芯片工厂投资400亿美元，计划于2024年投入运营。
Wolf speed	2022年9月在北卡罗来那州查塔姆县建立价值数十亿的碳化硅晶圆工厂。
美光科技	2022年10月将在未来20年内投资1000亿美元在纽约州北部建立计算机芯片工厂综合体。
德州仪器	公司正在进行多个晶圆厂项目，包括德克萨斯州的理查森和谢尔曼以及犹他州的李海，9亿美元收购的犹他州工厂将于2026年开始生产。
三星电子	2021年投资170亿美元在德克萨斯州泰勒建立芯片工厂。
欧洲地区	
英特尔	2022年3月选择德国马格德堡市作为新的大型芯片制造园区所在地。
台积电	德国德累斯顿市建立第一家欧洲工厂。
Wolf speed	2023年2月再德国建设一个价值30亿美元的电动汽车芯片工厂和研发中心。
亚洲地区	
英特尔	增加在越南现有的15亿美元投资，扩大其在东南亚的芯片测试和封装工厂。
台积电	2025年后在日本建第二家芯片工厂，生产10nm和5nm芯片。
三星电子	2024年将投资约300万亿韩元发展芯片制造基地。

3.2 高投入支撑长期增长，零部件市场规模广阔

➤ 晶圆厂产能长期增长，晶圆厂设备支出将由降转增

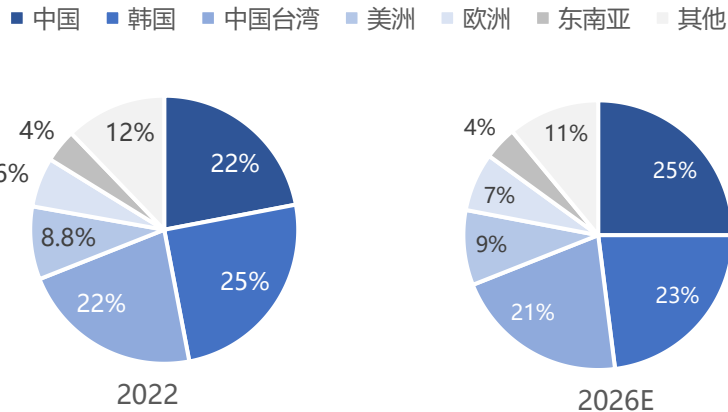
- 长期强劲需求仍将支撑产能扩张，中国市场产能份额登顶。**继2021年和2022年强劲增长后，下游需求疲软将导致2023年晶圆厂扩产节奏放缓，但市场对高性能计算、汽车电子及新型应用的强劲需求将支撑半导体行业的长期发展。SEMI表示，foundry、memory和power将是2026年新增产能的主要驱动力，GlobalFoundries、华虹半导体、英飞凌、英特尔、Kioxia、美光、三星、SK海力士、中芯国际、意法半导体、德州仪器、台积电等领先芯片制造商均预计将增加12英寸晶圆厂产能。据SEMI预测，2026年全球12英寸晶圆厂产能将达到960万片/月的历史新高，2022-2026年CAGR达8%，2026年中国12英寸晶圆厂产能将达到240万片/月，以25%的市场份额占比超越韩国。
- 受益于晶圆厂产能扩张，2024年半导体设备支出有望健康增长。**SEMI表示，预计2023年全球晶圆厂设备支出将从2022年980亿美元的历史新高降至760亿美元，同比下降22%，2024年将由降转增，同比增长21%到920亿美元。

图表108：全球12英寸晶圆厂产能（万片/月）



资料来源：SEMI，华福证券研究所

图表109：2022年及2026年12英寸晶圆分地区产能份额



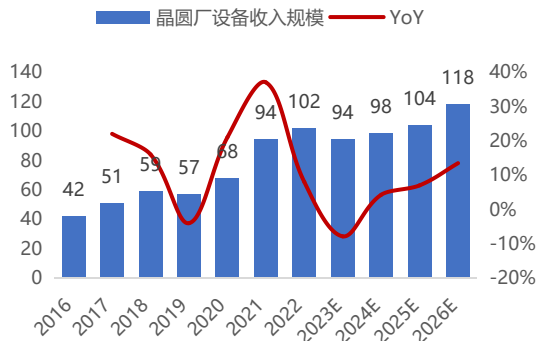
资料来源：SEMI，华福证券研究所

3.2 高投入支撑长期增长，零部件市场规模广阔

➤ 设备市场规模扩张，其材料成本占比突出，全球半导体零部件市场规模超500亿美元

- 半导体设备的市场景气度与半导体市场规模高度相关。据Yole Intelligence预测，随着下游制造商订单量减少，全球晶圆厂设备（WFE）收入规模在2023年将同比下降8%至940亿美元，之后在2024年实现复苏并稳步增长，到2026年晶圆厂设备收入规模将增长至1180亿美元。
- 分地区看，中国半导体设备市场占全球份额不断提升。SEMI表示，2023-2024年中国大陆、中国台湾和韩国仍将是全球前三大半导体设备市场，预计2023年中国台湾获得领先地位，中国大陆将在2024年重返榜首。
- 半导体零部件作为半导体设备的重要组成部分，将直接供应至半导体设备厂商，同时，晶圆厂也会采购部分零部件以支持产线生产或作为备件使用。因此在测算半导体零部件市场规模时，将对半导体设备厂商、晶圆厂采购金额分别进行统计。
- **设备厂采购部分：**半导体零部件在半导体设备成本中价值占比较高，根据富创精密招股书及国内外半导体设备厂商披露，原材料（不同类型的零部件）价值量占设备成本比例一般为90%以上。AMAT、ASML、Lam、Tokyo Electron在全球晶圆厂设备市场中份额合计超过60%，这几家龙头设备厂商的数据显示，其2022财年毛利率均在45%-50%左右，可推算半导体零部件市场规模约占半导体设备市场规模的45%-50%。SEMI数据显示，2022年全球半导体设备市场规模为1074亿美元，则对应的2022年全球半导体零部件市场规模约500亿美元。
- **晶圆厂采购部分：**芯谋研究表示，2020年中国大陆8寸及12寸晶圆厂对前道设备零部件的采购金额超10亿美元。根据SEMI数据，2021-2022年全球12寸晶圆产能增速为10%左右，2022/2026年中国12寸晶圆厂产能分别占全球的22%/25%，据此估算2022年全球晶圆厂对半导体零部件的采购金额约为50多亿美元。

图表110：全球晶圆厂设备收入规模(十亿美元)



图表111：2022财年全球半导体设备领先厂商毛利率及市场份额

	毛利率	市场份额占比
AMAT	46.6%	19%
ASML	50.5%	16%
Lam Research	45.4%	15%
Tokyo Electron	45.5%	13%

3.3 行业整体碎片化，局部高度垄断

➤ 全球龙头高度垄断，行业集中度高

- 半导体核心零部件厂商主要集中于美、日、欧三地，海外合计市场份额在九成以上。
 - ✓ 据VLSI数据，全球半导体零部件供应商CR10长期稳定于50%，且其主要产品已基本覆盖各半导体零部件类型，主导零部件整体市场的发展。
 - ✓ 据ICWorld 2020公开资料所示的20类43家全球零部件供应商，共有美国和日本供应商20家和16家，分别占比45%和36%，其余均为海外厂商。由于上游原材料被外商垄断，工艺成熟度与国外存在技术代差，我国半导体零部件质量及性能稳定性较差。

图表112：全球前十大半导体零部件厂商

企业名称	所在国	主要产品	2022年半导体/泛半导体零部件收入规模（亿美元）
Edwards	英国	真空泵	37.70
ZEISS	德国	光学镜头	29.56
EBARA	日本	流体机械	27.34
Ultra Clean Tech	美国	真空阀件	20.75
MKS	美国	MFC、射频电源、真空产品	19.66
Ichor	美国	模块化气体输送系统及其他组件	12.80
Advanced Energy	美国	射频电源	9.31
VAT	瑞士	真空阀件	7.75
ASML	荷兰	光学部件及光刻机组件服务	6.60
Horiba	日本	MFC	8.14
合计	/	/	179.59

3.3 行业整体碎片化，局部高度垄断

► 细分品类繁多，市场高度碎片化

- **半导体零部件品类繁多，细分赛道数量众多，呈现高度碎片化。**按功能的不同，半导体零部件可分为机械类、电气类、机电一体类、气/液/真空系统、光学类和仪器仪表类等子赛道，不同品类之间存在显著差异和技术壁垒。据SEMI数据，2021年机械类零部件占比最高为25%，气/液/真空系统占比19%，机电一体类、光学类占比相当，为17%。

图表113：各类半导体零部件功能及国产化情况

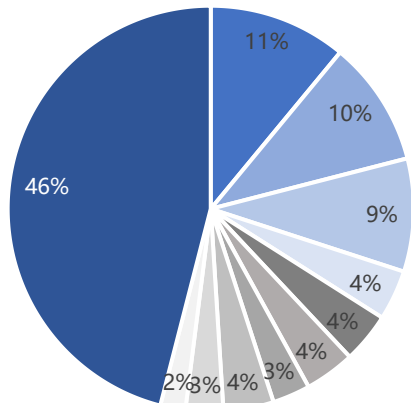
零部件分类	功能	国产化情况
机械类	设备中起到构建整体框架、基础结构、晶圆反应环境和实现零部件特殊功能的作用，保证反应良率，延长设备使用寿命。	金属件技术要求相对较低，国产化程度较高，但应用于高制程设备的产品仍存在较高技术壁垒；而静电卡盘、密封圈等非金属机械件对密封性、真空度等要求较高，国内市场尚处于起步阶段。
气体/液体/真空系统类	起到传输和控制特种气体、液体和保持真空的作用，对真空度、抗腐蚀性等性能要求较高。	泵、阀、管路等产品已经实现技术突破，进入国际半导体设备供应商，但气柜模组等高端产品尚未实现技术突破。
机电一体类	起到实现晶圆装载、传输、运动控制、温度控制的作用，部分产品包含机械类产品。	温控系统、废气处理装置等国产化程度较高；EFEM、机械手等产品已实现技术突破，但稳定性及一致性较国外产品存在差距；应用于光刻机的双工台、浸液系统技术壁垒较高，尚未实现突破。
光学类	起到控制和传输光源的作用，对光学性能要求较高，主要应用于光刻设备和量测设备。	国内光刻设备及量测设备均处于发展阶段，技术较国际龙头厂商差距较大。
电气类	在设备中起到控制电力、信号、工艺反应制程的作用，核心模块为射频电源，与腔体中的等离子体浓度、均匀度和稳定度直接相关。	国产射频电源主要应用于低端工业及泛半导体设备，系电源的波形、频率和功率等参数不够稳定，精度达不到半导体级应用要求。
仪器仪表类	起到控制和监控流量、压力、真空度、温度等数值的作用，对响应速度、测量精度及稳定性要求极高。	国内厂商通过收购已进入国际半导体设备供应商，但高端产品尚未实现技术突破。

3.3 行业整体碎片化，局部高度垄断

➤ 单产品市场空间有限，龙头厂商跨品类发展

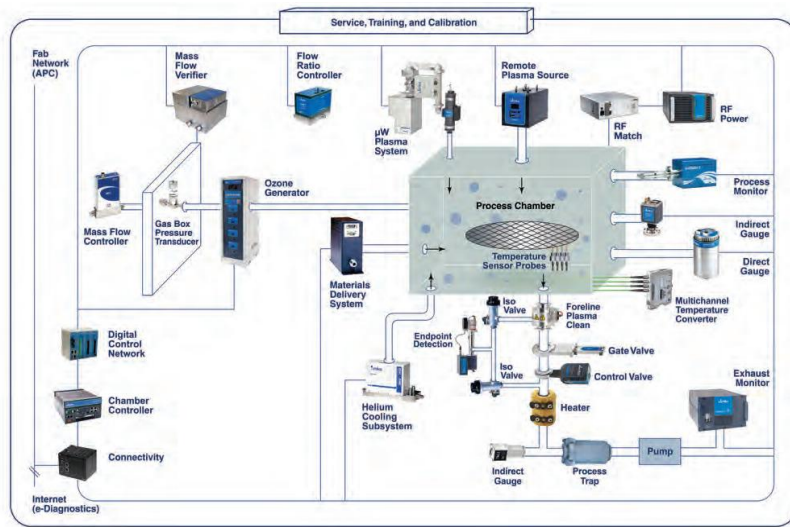
- 国际龙头大多采取**多产品线发展策略**，布局可覆盖多个下游的通用零部件。
- 各细分品类零部件差异巨大、技术壁垒高，市场格局分散且单产品市场空间有限。以MKS仪器为例，公司广泛布局气体压力计、仪器仪表、射频电源、真空产品等多条产品线并均取得一定市场份额，产品打通半导体、工业、医疗、生命健康和国防等应用领域，不仅为客户提供系统全面的服务方案，同时构筑了公司独特的竞争优势。

图表114：2022年全球半导体零部件龙头厂商营收占比



- ZEISS
- MKS
- Edwards
- Advanced Energy
- UCT
- Horiba
- Ichor System
- VAT
- EBARA
- ASML
- 其他供应商

图表115：MKS仪器公司产品矩阵



3.4 国产替代为零部件行业发展主旋律

➤ 设备迭代之关键，零部件国产化迫在眉睫

- **半导体设备的升级迭代很大程度上依赖于精密零部件技术的突破。**随着中美科技大战持续升级，关键零部件成为国产半导体发展的掣肘，技术自主可控诉求强烈，国产替代为大势所趋。与设备整机市场相比，零部件市场规模不大，但起着以小制大的关键作用。据芯谋研究，中国晶圆厂采购的设备零部件主要包括石英、射频发生器、泵类、阀门和吸盘等，采购金额占比均高于8%。其中，仅石英件、反应腔喷淋头、边缘环的国产化率超过10%，其余零部件自给率均不足10%，阀门、泵类、密封圈基本依赖进口。

图表116：8-12吋晶圆设备部分零部件供应商及自给率情况

零部件种类	海外供应商	本土供应商	国产化率
石英件 (Quartz)	Ferrotec, Heraeus	菲利华、太平洋石英	>10%
反应腔喷淋头 (Shower head)	新鹤	靖江先锋、江丰电子	>10%
边缘环 (Edge ring)	Tokai Carbon, EPP	珍宝、神工半导体	>10%
泵类 (Pump)	Alcatel, Pfeiffer, Edwards, Ebara, Ulvac, Leybold, Varian	沈阳科仪、京仪	5-10%
陶瓷件 (Ceramic)	-	苏州柯玛	5-10%
射频发生器 (RF generator)	AE, MKS, Kyosan, Daihen	北广科技、中科院微电子	1-5%
流量计 (MFC)	Brooks, MKS, Fujikin, Horiba, CDK	北方华创	1-5%
机器人 (Robot)	Brooks, Yaskawa, Kawasaki, JEL, Rorze, Sankyo, Robostar, RND, Kostek	新松机器人	1-5%
阀门 (Valve)	Fujikin, VAT, MKS, Swagelok, Hamlet	-	<1%
压力计 (Gauge)	MKS, Inficon	-	<1%
O型密封圈 (O-ring)	Dupont	-	<1%

3.4 国产替代为零部件行业发展主旋律

➤ 自主化道路阻且长，行则将至

- 根据国产化率较低的零部件种类的特点，我们总结了如下国产化突破的难点：

• 细分市场规模小且碎片化

- ✓ 与食品和医用级产品相比，半导体级零部件产品具有较高的技术壁垒和精度要求，细分市场规模较小，在国内市场算上外商采购约两三千万美元。同时，零部件产品种类繁多且工作原理差异巨大，难以形成规模效应，极大削弱了本土厂商的国产化动力。

• 原料的性能指标要求高

- ✓ 精密半导体零部件对原料的性能有极高要求，包括纯度、精密密度、稳定性、均匀性等。
- ✓ 与成熟的机械加工产业相比，我国材料产业发展较为滞后，原材料在性能指标上与世界先进水平仍存在较大差距。

• 电气类产品基础较为薄弱

- ✓ 我国厂商在机械类零部件领域起步较早，但在电气类和机电一体类组件领域仍处于起步阶段，国产化率较低。电气类零部件的结构较为复杂，对效率/精度/稳定性要求较高，国产产品性能较行业龙头存在较大差距。以射频发生器为例，其性能直接决定腔内等离子体浓度，从而影响刻蚀及PECVD等关键步骤，而当前国产产品的电源电压和品类等参数尚不稳定，与国际先进水平仍有很大差距。

• 认证程序复杂且周期长

- ✓ 半导体设备行业具有极高的供应链进入壁垒，资质认证体系严格。且零部件需经过客户端长期的反复调试和验证，在多次达标后才能进入设备厂商的核心供应链，建立起长期稳定的合作关系。

• 表面处理技术要求高

- ✓ 表面处理是指在零部件表面覆盖保护层或改变其表面状态，从而隔绝腐蚀环境。干法处理包括氧化处理、氢气处理、含氟气体刻蚀，湿法处理主要为溶液浸泡和扩散。当前中国厂商难以解决表面处理问题，因此阀门、喷淋头、陶瓷件等零部件发展受到制约。

• 解决零部件卡脖子问题需做时间的朋友

- 当前大部分本土零部件厂商均掌握基础技术，在知名晶圆厂和设备厂的合力带动下有望持续向国际先进水平靠拢。国产石英件、射频发生器、反应腔喷淋头、边缘环、陶瓷件、流量计等零部件均已开展晶圆产线广泛验证，并实现部分批量出货，未来将进一步站稳并拓展市场，逐步摆脱对外依赖。

目 录

- 第一部分：半导体设备及其核心组件
- 第二部分：半导体零部件分类梳理及核心零部件详解
- 第三部分：市场空间广阔，局部高度垄断
- **第四部分：海外龙头观察**
- 第五部分：投资建议
- 第六部分：风险提示

4.1 VAT：全球半导体真空阀龙头

► 高精真空阀门的整链生产与全球服务

- **公司业务分为阀门和全球服务两大业务。** 阀门业务涉及先进真空阀的研发、制造和销售，全球服务业务涉及为客户提供专家支持和备件、维修、升级等服务。公司产品覆盖控制阀、隔离阀、止回阀、传输阀等多种类型和功能的阀门，广泛应用于先进工业行业，其中半导体行业收入占比约75%。
- **公司是全球高端半导体真空阀的领导者。** 公司产品在精密度、洁净度、密封性、耐用性等方面表现优异。2021年，公司在高端半导体行业享有约75%的市场份额。公司以研发为中心，不断开发新的解决方案和技术，拥有约500项专利，其中100多项真空阀基础技术专利，行业领先；公司以客户为中心，为全球50个国家的超1600家客户提供产品和服务，构建了全球服务网络，在世界各地拥有8个服务中心，同时公司与客户密切合作开展研发工作。

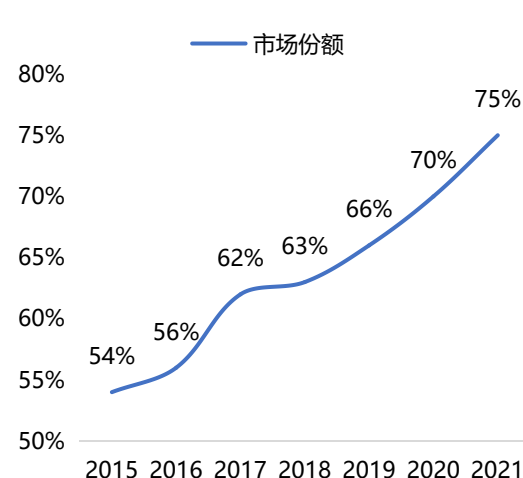
► 营收净利快速增长，盈利能力不断提升

- 受益于全球行业的快速发展，2019-2022公司营业收入CAGR为26.2%，EBITDA的CAGR为39.3%。2022年营收首次突破10亿瑞士法郎，同比增长**29.9%**。
- 公司盈利能力较强，公司毛利率维持在**60%**以上且年年增长，EBITDA利润率长期稳定在**30%**左右，2019年以来EBITDA利润率逐年上升，2022年已达**35%**。

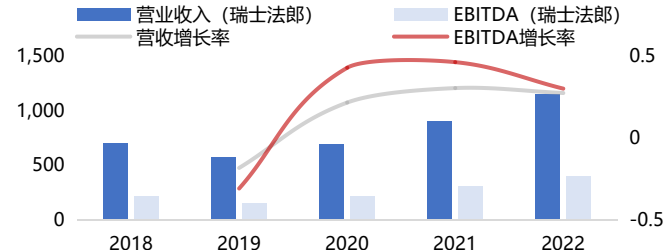
图表117：VAT公司业务



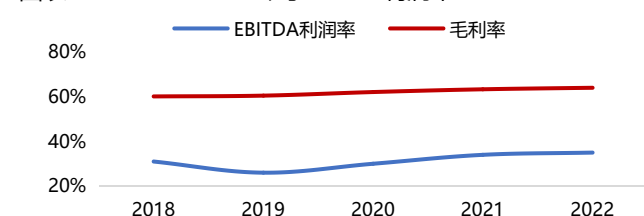
图表118：公司在高端半导体行业的市场份额



图表119：营业收入、EBITDA及增速（百万瑞士法郎）



图表120：2018-2022公司EBITDA利润率

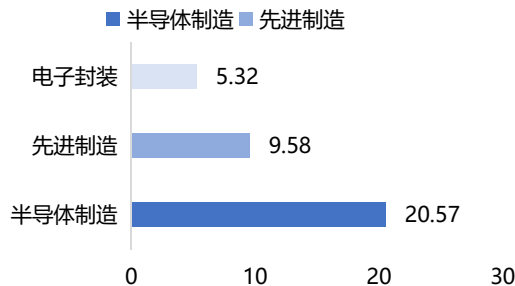


4.2 MKS——全球跨行业电气系统平台型公司

➤ MKS简介及发展历程

- MKS公司成立于1961年，总部位于美国马萨诸塞州安多弗市，是一家全球领先的**仪器、系统和过程控制方案供应商**，其产品用于测量、控制、监控和分析先进制造流程的关键参数。
- MKS深耕半导体、先进制造以及电子封装市场。**2022年，公司在这三大市场的收入分别占公司总收入的58%、27%、15%。公司在真空和光子学领域的主营产品有射频电源、质量流量计、质量流量控制器、真空计和阀门等。截至2022年底，MKS在39个国家拥有共10900名员工，来自亚太、中东、欧洲和美洲地区，其中14%属于研发人员，50%从事于生产制造环节。
- MKS分阶段提出三大Surround战略，陆续收购七家优质企业，不断扩张业务版图。**2000-2014年公司实行Surround the Chamber战略，旨在通过收购与研发，拓展、升级真空及射频电源业务。2016年至今，公司实行Surround the Workpiece与Surround the Wafer战略并行，并扩展了光子学业务。

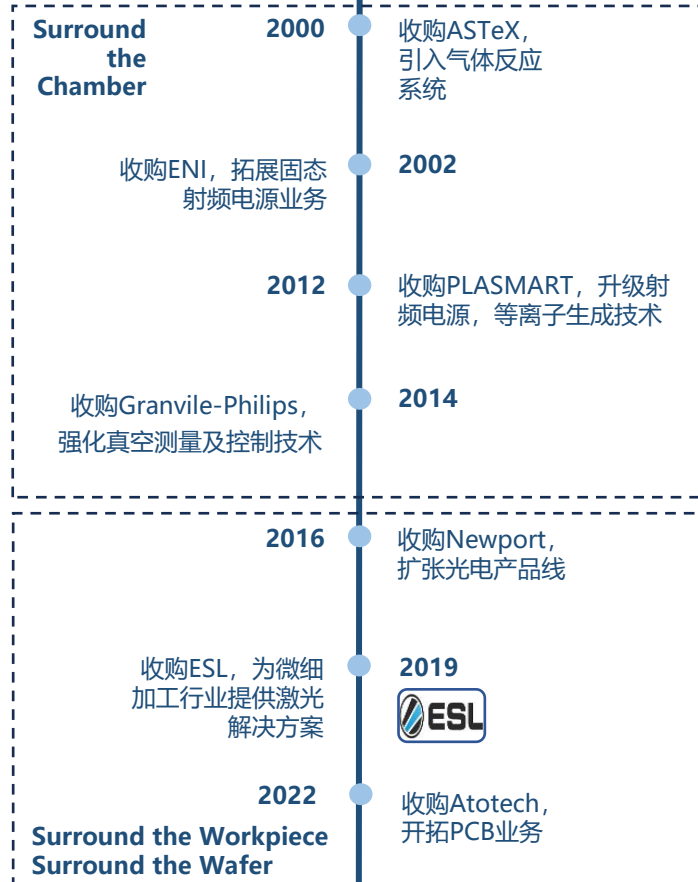
图表121：2022年MKS营收情况(亿美元)



图表122：MKS主营产品示例

名称	图例	产品特点
射频电源		KEINO具备快速阻抗变化能力且工艺步骤短。
质量流量控制器		IE500A满量程范围达250slm至500slm。

图表123：MKS收购时间线



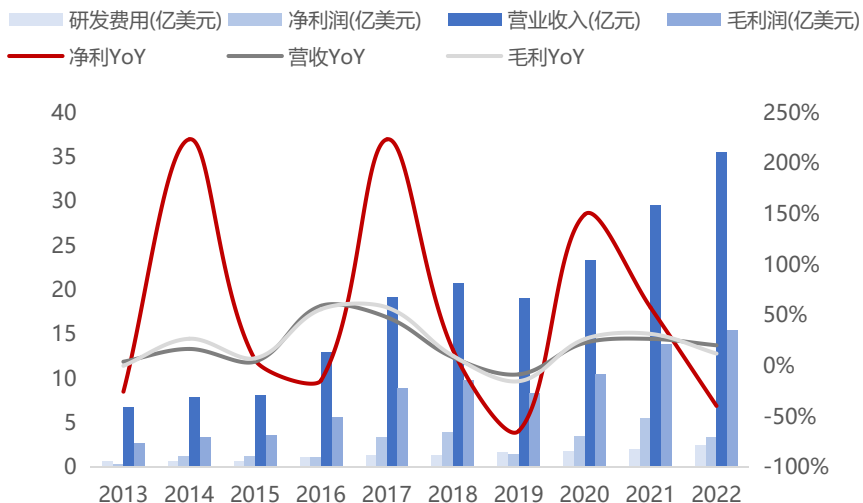
资料来源：2022年MKS年报，华福证券研究所

4.2 MKS——全球跨行业电气系统平台型公司

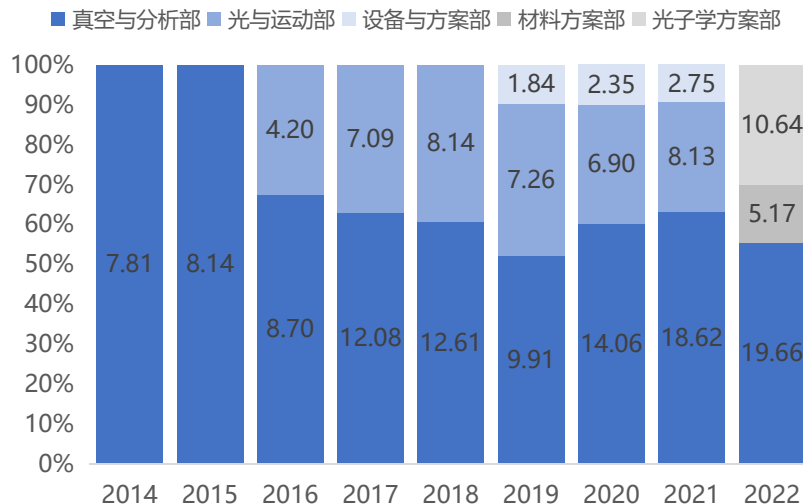
财务分析：2013年起至今，MKS营收、毛利与净利润均稳中有升，业务版图逐年丰富

- 从营业收入来看，MKS的营收从2013年的6.69亿美元增长到2022年的35.47亿美元，期间年复合增长率为20.36%；从净利润与毛利润来看，MKS的净毛利润分别从2013年的0.36和2.67亿美元增长至2022年的3.33和15.47亿美元，CAGR分别为28.04%与21.58%，长期来看呈现高增长态势，这可能与MKS收购相关企业、扩张业务版图的节奏有关；从研发费用看，MKS的研发经费常年占营业收入的9%左右，且保持稳定增长。
- 从据产品细分的部门上看，MKS最初由真空与分析业务起家，2014至2015年间，该业务占公司总营收的100%。随着公司收购战略的实施，MKS引入了光与运动、设备与方案业务线，新业务线在2016年至2021年间占总营收约35%。2022年，MKS收购Atotech并将其单独设为材料方案部，该部门占当年总营收的15%；同年，公司合并光与运动、设备与方案部为光子学方案部，使其业务线更为清晰。

图表124：营业收入、利润及研发费用



图表125：分部门营业占比

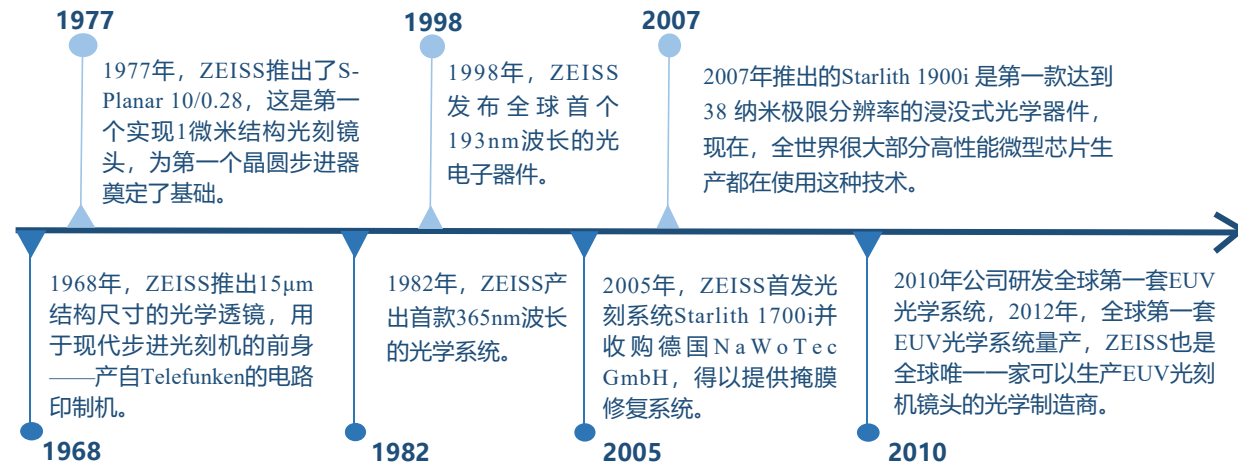


4.3 ZEISS——全球光学光电子行业标杆

► ZEISS公司简介

- ZEISS于1846年成立，总部位于德国Oberkochen，**是光学光电子行业标杆，全球光刻镜头龙头**。公司在50多个国家拥有超过38000名员工、30个生产研发中心、60个销售及服务站点和10500项专利。
- **ZEISS有半导体制造、工业质量研究、医疗科技和消费品四大业务板块和九大业务单元。**公司作为全球唯一一家可以生产EUV光刻镜头的光学制造商，其半导体制造板块在2022年实现27.57亿欧元营收，该板块占公司当年总营收的31%。
- 1977年，ZEISS推出了世界第一个1微米结构的光刻镜头，为第一个光刻机奠定基础。**ZEISS的发展史，几乎是世界光刻机光学系统的科研创新史。**

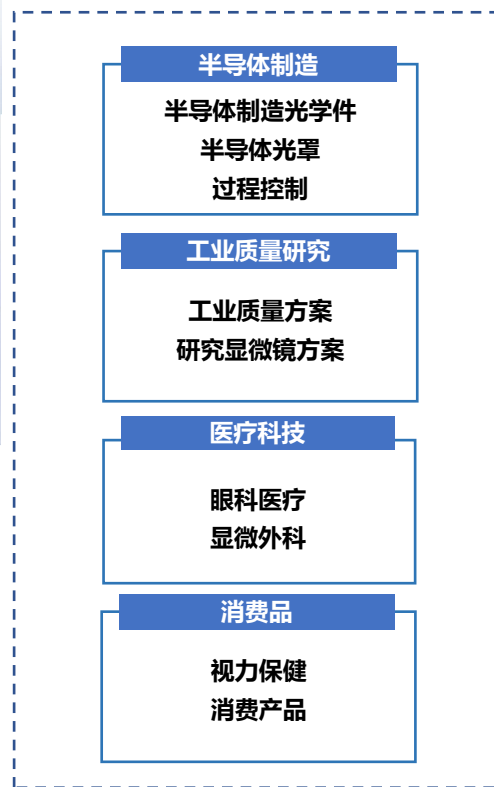
图表126：ZEISS发展时间线



资料来源：ZEISS官网、2022年ZEISS

更多免费行业报告 **并购买** www.ipopo.cn

图表127：四大业务板块与九大业务单元



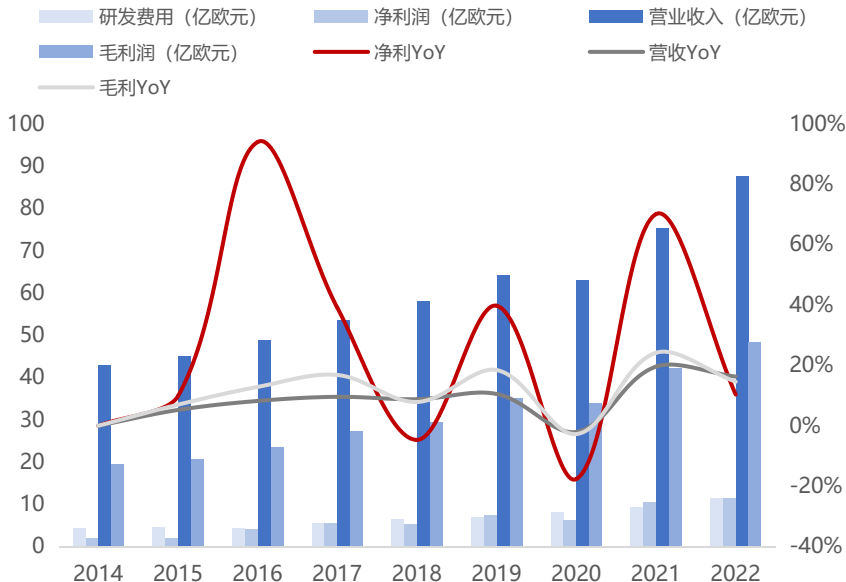
来源：2022年ZEISS年报、华福证券研究所整理

4.3 ZEISS——全球光学光电子行业标杆

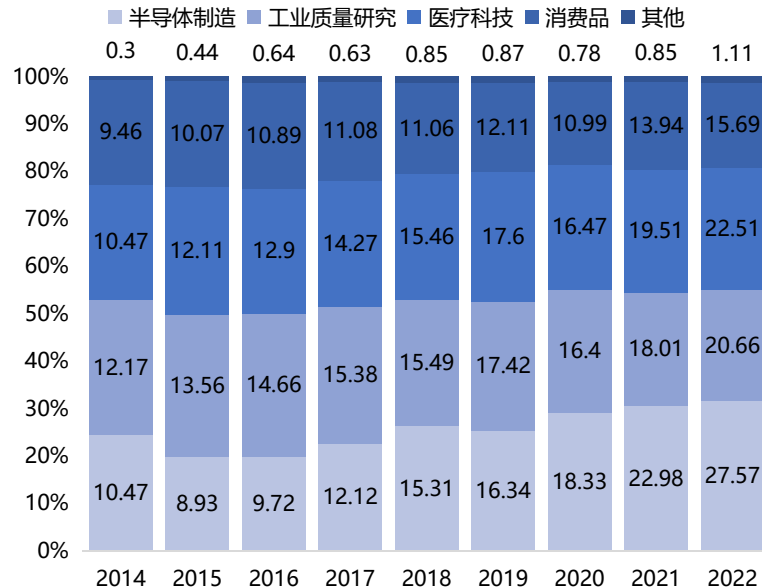
➤ ZEISS财务分析

- 从营业收入来看，ZEISS的营收从2014年的42.87亿欧元增长到2022年的87.54亿欧元，期间年复合增长率为9.33%；
- 从净利润与毛利润来看，公司净毛利润分别从2014年的1.9和19.44亿欧元增长至2022年的11.55和48.42亿欧元，CAGR分别为25.31%与12.08%；
- ZEISS重视研发，研发费用常年与净利润持平，2022年占营业收入的13.15%，稳定增加。
- 从四大业务板块来看，ZEISS营收分布较为平均，四大板块营业额皆逐年增加。2014年至2018年工业质量研究占比最大，平均达公司总营收的29%。2018年后，ASML EUV光刻机技术愈发成熟，ZEISS成为ASML EUV的光刻镜头的唯一供应商，半导体制造板块逐步成为公司的主要营收来源。

图表128：营业收入、利润及研发费用



图表129：细分部门营收占比 (亿欧元)

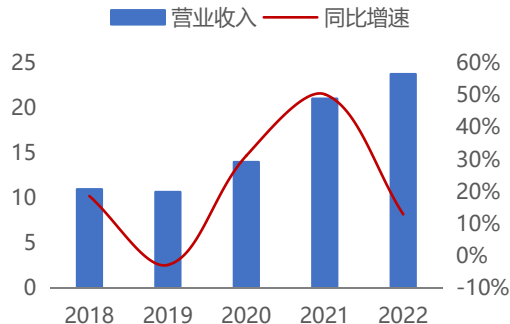


4.4 UCT——气液系统模组龙头

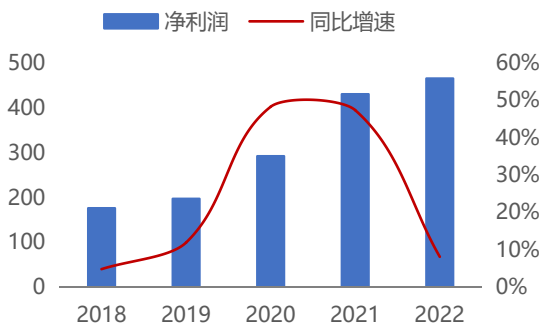
► UCT简介及发展历程

- UCT于1991年作为三菱金属的子公司成立，是一家主要为半导体行业提供**关键子系统、组件、零件和超高纯度清洁和分析服务**的领先开发商和供应商。公司主要产品包括化学输送模块，框架组件，气体输送系统，流体输送系统，精密机器人和工艺模块以及其他高级组件。
- 公司2022年总营收**23.74亿美元**，同比上升**13.0%**。其中产品营收**20.75亿美元**，同比上升**15.0%**；服务营收**2.99亿美元**，同比上升**0.6%**。
- 产品营收上升主要原因**：半导体行业，特别是晶圆制造设备的客户需求增加。
- 产品营收上升部分原因**：2022年纳入了Fluid Solutions。
- 公司总部位于Hayward, California。在美国加利福尼亚州、德克萨斯州、亚利桑那州、以色列、中国、马来西亚、新加坡、英国、菲律宾和捷克共和国设有制造和工程设施。

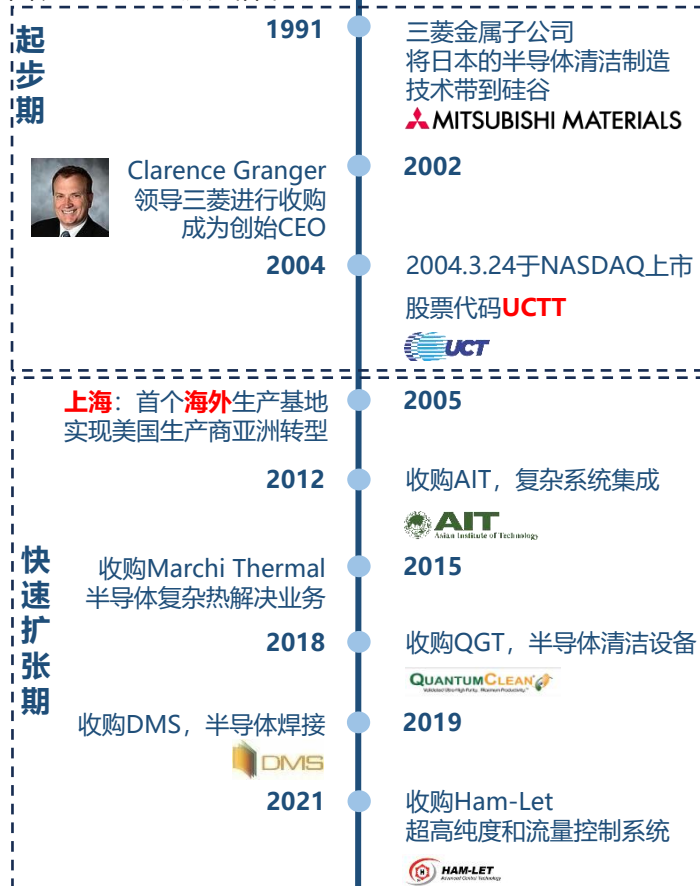
图表130：UCT2018-2022营收（亿美元）



图表131：UCT2018-2022净利润（百万美元）



图表132：UCT历史沿革



4.4 UCT——气液系统模组龙头

► UCT主营业务

• 产品：

- ✓ **零部件**：确保在半导体各种苛刻环境和应用中加速性能的各类器件。
- ✓ **化学输送模块**：与液体和蒸汽前体相结合的，或与液体储存系统相结合的液体输送系统。
- ✓ **气体输送系统**：由气体管道组成，包括焊接件以及集成的电子或气动控制系统等。
- ✓ **流体输送系统**：由化学输送单元组成，包括加热器和集成的电子和/或气动控制系统等。
- ✓ **精密机器人**：应用于半导体晶圆和芯片处理，电线粘合等精确控制运动的系统。
- ✓ **制程模块**：将集成电路加工到晶圆上的半导体制造工具的较大子系统。
- ✓ **其他高级组件**：应用于半导体制造、显示、医疗、能源、工业和研究行业的大型子系统。

• 服务：

- ✓ **零件清洗和涂层**：经过验证的、超高纯度的外包工艺工具室零件清洗和涂层服务。
- ✓ **微污染分析**：工具部件、晶圆和沉积物等污染的微污染分析。

► UCT主营业务

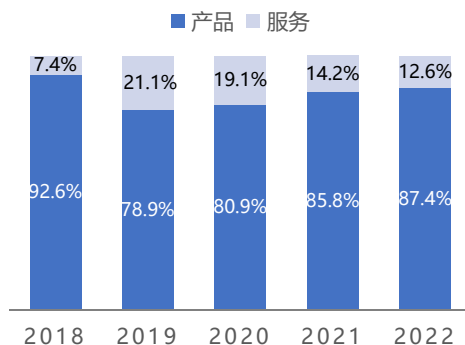
• 业绩：

- ✓ 主要业务产品占比>75%
- ✓ 各项毛利率稳步提升，净利水平较有起伏

• 优势：

- ✓ 优秀的供应链体系，生产世界范围覆盖进程中
 - ✓ 厂区与多数OEM客户距离近，运输时间短
 - ✓ 快速响应订单，减少产品设计和定制周期时间
 - ✓ 利用技术专长来测试和表征气体输送产品
- ✓ 全球布局，欧洲新厂区建设中
- ✓ 业务覆盖面广，持续进行产业链纵向整合
- ✓ 资格认证壁垒维持

图表134：UCT2018-2022业务营收占比



► 主营业务竞争情况

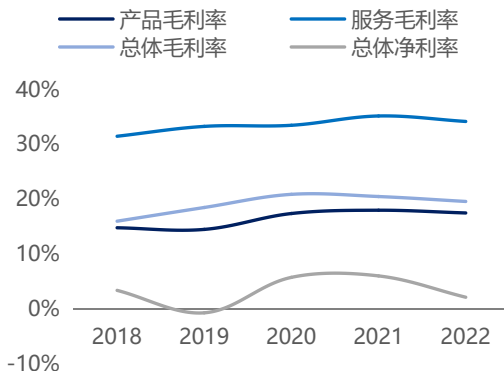
- 潜在客户数量有限，施加大量谈判杠杆，价格竞争加剧。
- 公司前两大客户近年营收占比逾60%，但粘性较低。

图表133：UCT各业务竞争对手



资料来源：UCT公司公告、华福证券研究所

图表135：UCT2018-2022各业务毛利率

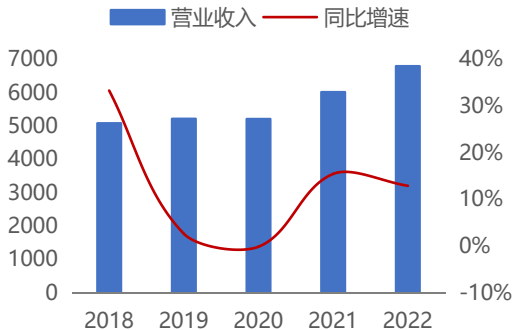


4.5 EBARA——干式真空泵龙头

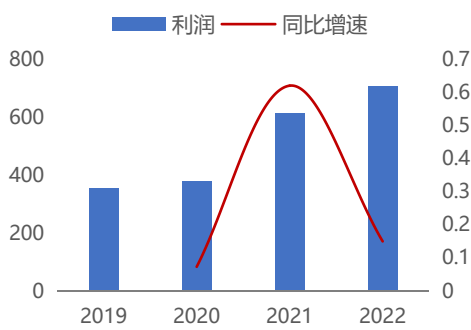
EBARA简介及发展历程

- EBARA集团由EBARA公司、112家子公司、3家联营公司和1家共同控制实体组成，主要从事**流体机械与系统、环境工程、精密机械**等领域的制造、销售、建设、维护和服务。
- 公司2022年总营收**6793.9亿**日元，同比上升**12.9%**。其中流体机械与系统营收**3833.9亿**日元，同比上升**13.8%**；环境工程营收**737.4亿**日元，同比上升**2.7%**；精密仪器营收**2222.6亿**日元，同比上升**15.3%**。
 - ✓ 流体机械与系统营收上升原因：价格调整以及日元贬值。
 - ✓ 环境工程营收微升原因：项目总订单下行，EPC建设取得进展。
 - ✓ 精密仪器营收上升原因：组件和CMP设备的订单上升强劲。
- 公司总部位于日本东京都大田区。在日本五个地区布有生产基地，此外，在美国、欧洲、中东、亚太和非洲均有布局。

图表137：EBARA2018-2022营收（亿日元）



图表138：EBARA2018-2022净利润（亿日元）



图表136：EBARA历史沿革



4.5 EBARA——干式真空泵龙头

EBARA主营业务

- 公司总部位于日本东京都大田区。在日本五个地区布有生产基地，此外，在美国、欧洲、中东、亚太和非洲均有布局。
- 流体机械与系统**：产品包括：泵、压缩机、涡轮机、冷冻机、鼓风机、风扇等。
- 环境工程**：产品包括：城市垃圾处理厂、工业垃圾焚烧厂、水处理厂等。
- 精密仪器**：产品包括：干式真空泵、CMP设备、电镀设备、废气处理设备等。
 - ✓ 公司精密仪器核心业务为干式真空泵和CMP系统的制造、销售和维护。
 - ✓ 干式真空泵自动化工厂的生产率提高，市场服务和支持业务需求增加。
 - ✓ **精密仪器长期战略**：开发干式真空泵、废气处理系统、半导体制造设备的冷却器和下一代EUV光刻设备的排气系统等产品。
 - ✓ **干式真空泵长期战略**：提高自动化工厂的生产率，增加全球检修能力。对每个产品进行资本投资，包括EUV光刻设备的排气系统。

图表139：EBARA历史沿革

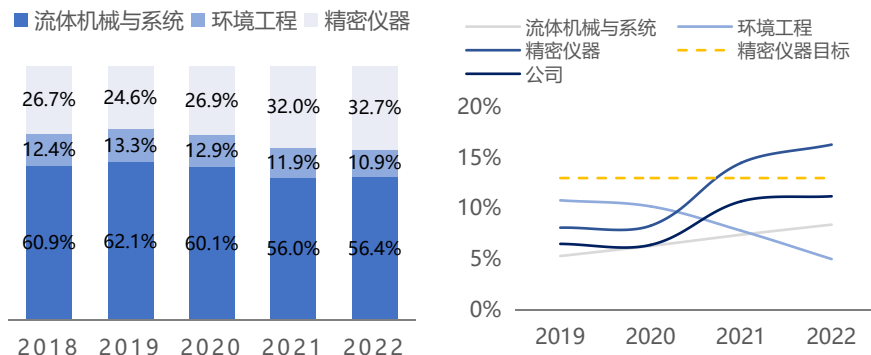
过往业务分布	现有业务分布	未来业务分布
流体机械与系统	建筑服务&工业 能源 基础设施	建筑工业设备 石油、天然气、能源 水资源基础设施
环境工程	环境解决方案	固体废料处理
精密仪器公司	精密仪器	半导体制造

资料来源：EBARA公司公告、华福证券研究所

EBARA业绩与发展战略

- 业绩**：2020以来，公司ROIC增长主要来自精密仪器
精密仪器业务营收占比逐年提升
22年精密仪器目标ROIC为**13.0%**，实际**16.3%**
- 干泵发展战略**：半导体器件：芯片小型化、新封装技术
组件产品：促进节能和环保
生产力：通过DX和xR技术提高生产质量

图表140：EBARA2018-2022业务营收占比 图表141：EBARA2018-2022各项ROIC



4.6 Edwards——真空和尾气处理龙头供应商

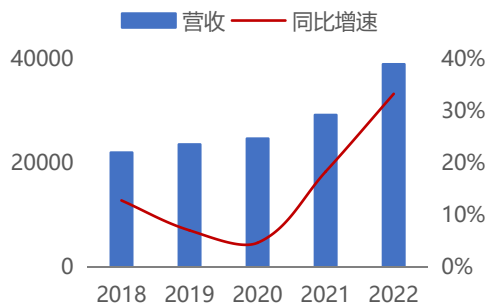
➤ Edwards简介及发展历程

- Edwards拥有3200多名员工，总部位于英国克劳利，是**真空和减排**全球龙头企业，致力于降低半导体制造导致的不利环境影响。公司下游领域包括发电、钢铁生产以及具有挑战性的空间模拟和高能物理研究环境。
- Edwards于2014.1.9被Atlas Corpco完成收购。Atlas Corpco为领先的瑞典工业生产解决方案公司。Edwards产品对于母公司的半导体和平板显示器产品重要性高，并有多样工业应用。

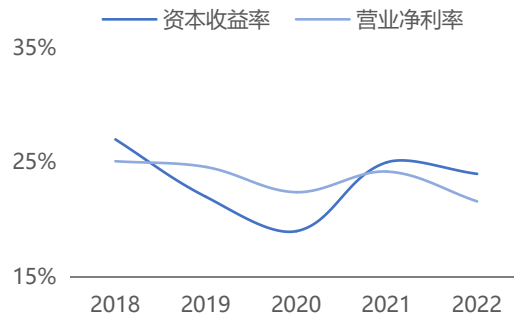
➤ 母公司Atlas Corpco真空技术业务营收情况

- Edwards产品对于公司的半导体和平板显示器产品重要性高，并有多样工业应用。2022公司真空技术总营收2389.41亿瑞典克朗，同比上升33.3%；净利润84.07亿瑞典克朗，同比上升19.0%。其中，公司真空技术整体营收增速与净利润增速增长明显，处于业务快速上升期。

图表142：真空技术业务营收情况(SEK)



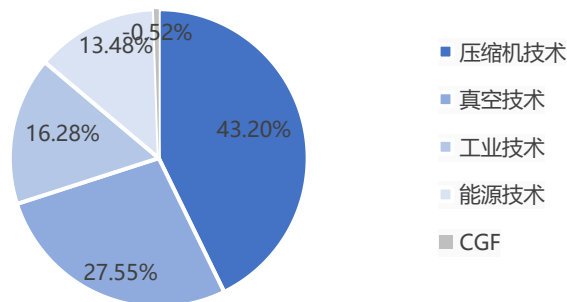
图表143：真空技术业务盈利情况



➤ Edwards主营业务

- 分析仪器：高质量的真空泵和控制器实现清洁可靠的真空环境。
- 化工和食品加工：化工泵送解决方案，“即插即用”系统简单配置适配特定的化学工艺。
- 发电：发电领域的液环真空泵技术，为各类发电厂提供成熟的真空系统。
- 工艺解决方案：出色的工业应用和工艺解决方案，变速驱动器 (VSD) 的真空泵等。
- 半导体：在真空和尾气处理方面引领世界潮流，引领半导体制造行业。
- 研发：Edwards 研发真空设备：提供从大气到超高真空的全系列真空泵

图表144：Atlas Corpco各业务营收占比



4.7 Advanced Energy——专注电源领域四十余年

公司简介

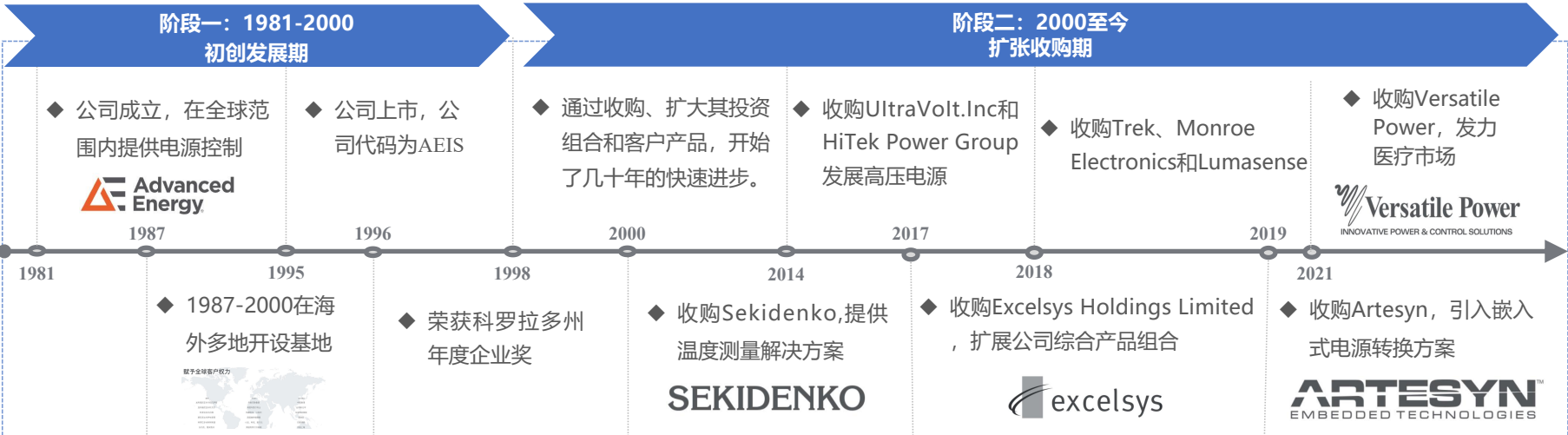
- Advanced Energy 成立于1981年，几十年来致力于为其全球客户完善电力，从事精密电力转换，测量和控制解决方案的提供，公司产品包括等离子发电机、低压电源、温度测量器、电源控制器等，产品应用于诸多领域，如半导体设备、工业、数据中心计算和医疗等。

图表145：部分经营产品举例

等离子发电机	低压电源	SCR电源控制器	气体传感器
			
			

资料来源：公司官网，华福证券研究所整理

图表146：公司发展大事记



4.7 Advanced Energy——专注电源领域四十余年

➤ 专注半导体设备服务

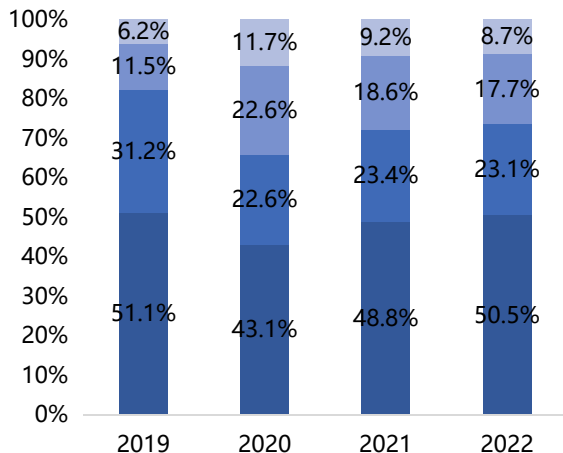
- **主营产品结构：**半导体设备服务是公司第一大业务，近几年来该业务营业收入占比处于50%上下，该业务主要包括干法蚀刻和剥离，检测和计量，半导体ATE等。

➤ 营收稳步提升，盈利水平有待加强

- **营业收入：**公司2018-2022年营业收入持续增长，4年增长率达到157%，复合增长率为26.6%。
- **盈利水平：**从利润端来看，公司2018-2022年税前利润波动较大，复合增长率为8.27%，低于同期收入端增速（26.6%）。

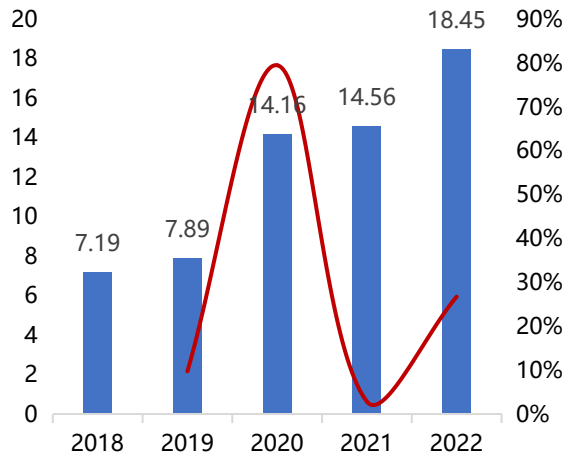
图表147：公司主营产品结构

■ 半导体设备 ■ 工业与医疗 ■ 数据中心服计算 ■ 其他



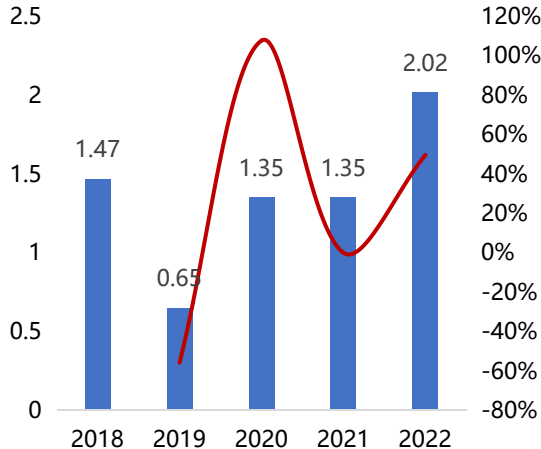
图表148：2018-2022公司营业收入及增速

■ 营业收入（亿美元） — 营业收入同比增速



图表149：2018-2022公司净利润及增速

■ 净利润（亿美元） — 净利润同比增速

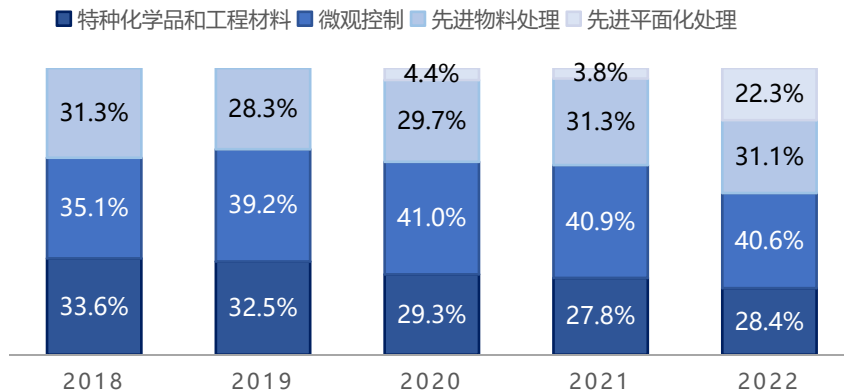


4.8 Entegris——半导体先进材料供应商

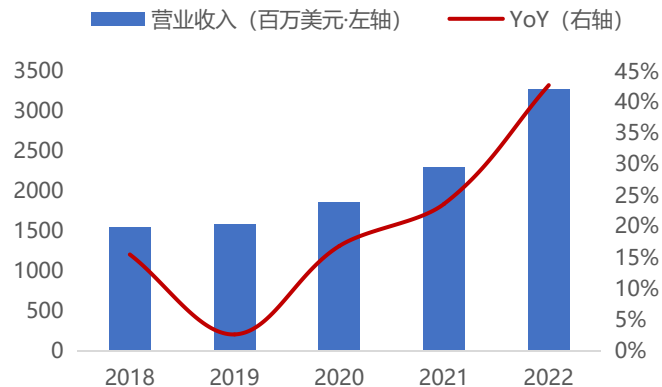
公司盈利增速良好，开发先进处理业务

- Entegris公司于1966年注册成立，总部位于美国马萨诸塞州，在全球各地设有生产基地、实验室、销售和支持机构，是一家全球领先的面向**半导体及其他高科技应用的先进材料供应商**。公司以**材料强度与材料纯度**为立足点，为客户提供特种工程化学品等一系列产品解决方案。
- 公司主营业务由四部分构成**，分别对应先进半导体制造的不同需求，包括专用化学品和工程材料（SCEM）、微污染控制（MC）、先进材料处理（AMH）和先进CMP解决方案（APS），致力于全面提升下一代半导体性能。
- 营业收入方面**，公司2022年实现总营收32.82亿美元，同比增长42.77%，2018-2022年CAGR为20.62%，呈现持续增长态势；**净利润方面**，公司2022年实现归母净利润2.09亿美元，同比下降48.9%，主要系研发费用的增加以及收购合并CMC材料公司的影响。**营收构成方面**，微污染控制产品占比最高，为33.7%，先进材料处理和专用化工材料产品分别占比25.8%与23.6%。

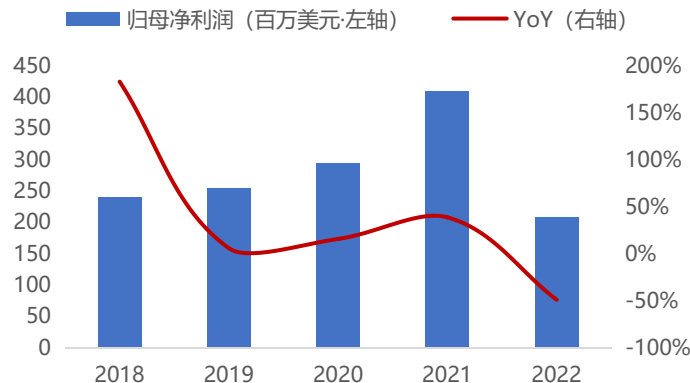
图表150：2022年Entegris营收构成



图表151：Entegris公司营业收入



图表152：Entegris公司归母净利润



4.8 Entegris——半导体先进材料供应商

► Entegris发展历程及四大业务分布

- Entegris提供业界最全面的电子材料产品组合，在**材料科学**和**材料纯度**的十字路口开展业务，正迅速成为客户技术路线图的关键推动力。

图表153：Entegris业务分布

特种化学品和工程材料(SCEM)	微观控制(MC)	先进材料处理(AMH)
特种气体产品	液体微污染控制产品	CMP浆料
先进沉积材料产品	气体微污染控制产品	CMP焊盘
表面处理和集成产品		
特种材料及产品	高级平面化解决方案(APS)	CMP清洁化学品
专业化学物质	微环境解决方案	
材料技术	流体管理产品	电子化学品

图表154：Entegris竞争对手



图表155：Entegris客户

逻辑和存储半导体制造商
半导体设备制造商
气体和化学品制造商
晶圆制造商
外包：半导体组装和测试设施
平板显示设备制造商
面板制造商
硬盘驱动器组件和设备制造商

图表156：Entegris历史沿革



目 录

- 第一部分：半导体设备及其核心组件
- 第二部分：半导体零部件分类梳理及核心零部件详解
- 第三部分：市场空间广阔，局部高度垄断
- 第四部分：海外龙头观察
- **第五部分：投资建议**
- 第六部分：风险提示

5.0 投资建议

▶ 半导体零部件市场碎片化特征明显，细分品类繁多，同时技术门槛高。目前，半导体核心零部件厂商主要集中于美、日、欧三地，海外合计市场份额在九成以上，国产替代迫在眉睫。当下，国内厂商正加速发展，纷至沓来，在某些细分半导体零部件领域正逐步实现突破。我们建议关注半导体零部件各细分领域的突出厂商：

- ✓ **新莱应材**专注于超净管阀近三十年，生产高洁净流体管路系统和超高真空系统的关键零部件。
- ✓ **正帆科技**导入重要零部件Gas Box领域，产品已向北方华创、拓荆、中微、晶盛等国内头部半导体设备厂商和迈为等光伏电池片工艺设备厂商批量供货。
- ✓ **汉钟精机**的半导体领域产品为能满足半导体最先进工艺的真空干式真空泵产品，目前为隆基股份、晶盛机电、中环股份等知名厂商供应真空泵。
- ✓ **英杰电气**是国内综合性工业电源研制领域内有较强竞争力的企业，引领半导体设备射频电源国产替代趋势。
- ✓ **江丰电子**是全球少数掌握钼靶材及环件、铜锰合金靶材生产核心技术的企业之一，其零部件产品主要包括设备制造零部件和工艺消耗零部件。
- ✓ **富创精密**是全球为数不多的能够量产应用于7纳米工艺制程半导体设备的精密零部件制造商。
- ✓ **茂来光学**具备前沿精密制造工艺，可实现精密光学元器件的量产。
- ✓ **华亚智能**专注于半导体领域精密金属结构件研发，产品已向超科林、ICHOR、捷普等半导体设备部件制造商供货。
- ✓ **苏大维格**是微纳光刻技术领军者，公司已向上海微电子提供了其半导体领域投影式光刻机用的定位光栅部件。
- ✓ **昌红科技**多年深耕模具与注塑业务，与鼎龙股份强强联手切入中高端晶圆载具产品市场。
- ✓ **菲利华**立足于石英玻璃领域，专注开发气熔石英玻璃、合成石英玻璃、电熔石英玻璃与石英玻璃纤维及制品，是国内首个通过全球三大半导体原厂设备制造商认证的石英材料供应商。
- ✓ **石英股份**是石英行业领军企业，业务聚焦于高端石英制品的研发生产与销售，已通过东京电子高温扩散领域和刻蚀领域以及美国LAM半导体产品认证。
- ✓ **凯德石英**主营业务为石英仪器、石英管道、石英舟等石英玻璃制品的研发、生产和销售。
- ✓ **先锋精密**是国内少数已量产供应7nm及以下国产刻蚀设备关键零部件的供应商。
- ✓ **珂玛科技**在先进陶瓷方面系国内少数掌握半导体设备用先进陶瓷零部件从材料配方到零部件制造全工艺流程核心技术并实现境外规模销售的企业之一。

图表157：国内厂商对应半导体零部件领域布局

新莱应材	半导体管阀核心零部件供应商
正帆科技	工艺介质供应系统、Gas Box
汉钟精机	真空泵
英杰电气	射频电源
江丰电子	腔体、喷淋头等各种金属件、非金属件
富创精密	金属工艺件、金属结构件、气体管路等
茂来光学	精密光学器件、光学系统、光学镜头
华亚智能	金属结构件
苏大维格	光刻机零部件光栅部件
昌红科技	晶圆载具
菲利华	半导体用石英玻璃材料及制品
石英股份	半导体石英材料
凯德石英	石英耗材
先锋精密	刻蚀和薄膜沉积设备零部件精密制造
珂玛科技	半导体设备用先进陶瓷材料零部件

5.1 新莱应材——半导体管阀等核心零部件供应商

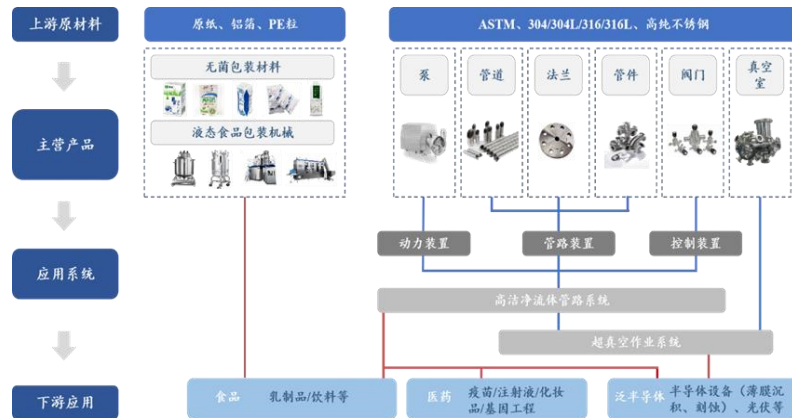
➤ 一个底层技术，三大应用领域

- 公司是半导体背景的台资企业，积极在半导体洁净领域拓展和布局，并持续渗透到食品与医药的洁净工艺。核心技术为高纯超洁净不锈钢材料的加工技术，并围绕该技术生产高洁净流体管路系统和超高真空系统的关键零部件。公司半导体零部件产品涵盖真空阀门、管道管件、反应腔体、气体钢瓶等多个品类，可以满足半导体设备中洁净气体、特殊气体和计量精度等特殊工艺以及真空度和洁净度的要求。

➤ 斩获多项国际认证，服务众多一线客户

- 泛半导体领域：**公司为龙头客户提供服务，取得多项认证，并不断开拓国内外一流半导体客户，在长江存储、合肥长鑫、北方华创等供应链体系逐步实现国产替代。
- 食品饮料领域：**公司与全球最大的食品制造商雀巢集团已经深度合作，与国内乳制品知名企业蒙牛、伊利、三元乳业、完达山乳业已经成为战略合作伙伴，与康师傅控股的合作也日益紧密。
- 生物制药领域：**技术水平已达到国际先进水平，成功替代国外进口产品，填补了国内空白。客户覆盖行业内楚天科技、东富龙等知名企业。

图表158：新莱应材主营产品



图表159：新莱应材三大领域主要客户

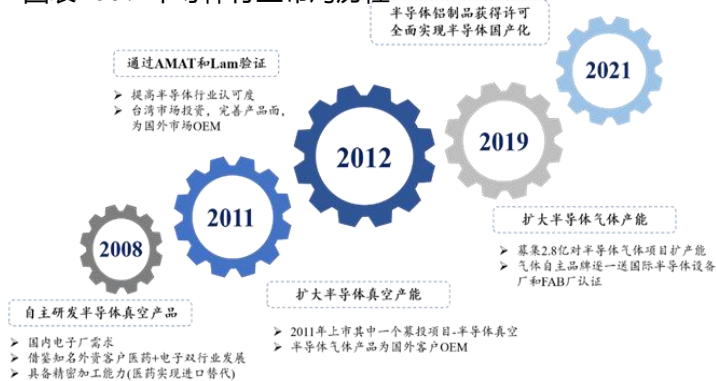


5.1 新莱应材——半导体管阀等核心零部件供应商

➤ 不断推进半导体行业布局，技术实力媲美国际大厂

- 公司最早以做真空阀门为主，后面逐渐延伸到真空反应腔体、特气运输阀门、气体管道等。2019年，公司发行的转债募资2.8亿用于“半导体行业超高洁净管阀件生产线技改项目”，配置SS316L EP管道/配件等用于超高纯大宗气体、特气与大宗气体的运输。2021年，公司半导体铝制品获得许可。产品品类的扩张也给公司未来成长之路持续打开空间。
- 由于半导体管道阀门的高技术壁垒，该领域常年被Swagelok、VAT、Valex、Kuze等海外公司垄断。新莱应材作为该领域国内稀缺标的，专注于超净管阀近三十年，从公司产品的各项技术指标来看，其部分产品的技术实力已几乎可与国际大厂分庭抗礼。

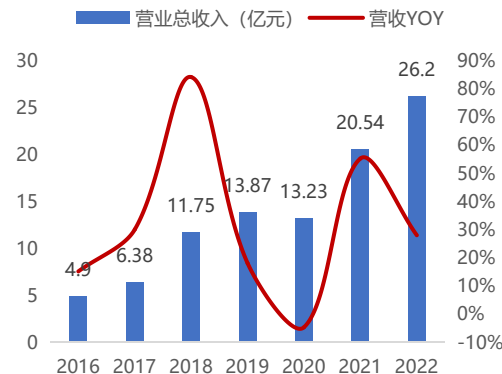
图表160：半导体行业布局历程



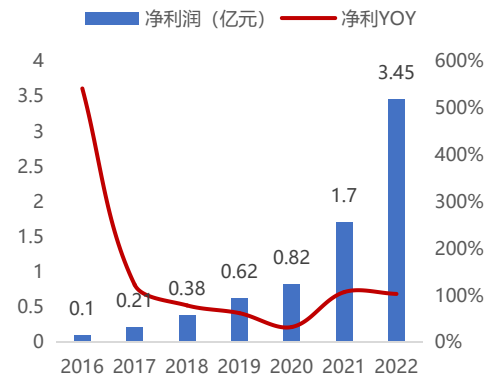
➤ 营收净利双稳增，业绩维持高增幅

- 近三年来，公司营业收入及净利润保持稳定增长的趋势。2022年度实现营业收入26.20亿元，较2021年度增加56,565.19万元，增幅为27.53%。归属于上市公司股东的净利润3.45亿元，比上年同期增长103.04%。
- 食品类收入占主导，无菌包材主要贡献。从行业来看，公司覆盖食品安全、泛半导体以及医药三大下游领域，近两年公司的主要收入来源从医药和电子洁净逐渐转为食品行业，其占比达到50%-60%。
- 作为世界领先的洁净设备及材料供应商，公司泛半导体业务规模快速增长。2022年，公司在泛半导体领域实现营收7.11亿元，同比增长33.54%。公司泛半导体领域产品覆盖半导体设备的真空系统和气体管路系统，国际顶尖客户的认可以及与国内知名设备企业的合作使公司迅速扩大销售规模。

图表161：2016-2022年营业收入及增速



图表162：2016-2022年净利润及增速



5.2 正帆科技——国内领先高纯介质供应系统提供商

➤ Capex业务为核心，衍生拓展Opex业务，提供三位一体综合服务

- 正帆科技主要为泛半导体、生物制药等高科技产业及先进制造业客户提供制程关键系统与装备、关键材料和专业服务的三位一体综合服务。
- Capex业务是公司的核心业务：
 - ✓ **公司高纯介质供应系统**在国内处于领先地位，并具备与国际供应商竞争的能力；
 - ✓ **GAS BOX**产品目前以更稳定的供应、更专业的设计、更快速的响应、更专业的服务等优势位于国内供应商的首位，产品已向国内头部半导体设备（如北方华创等）和光伏电池片工艺设备厂商（如迈为等）批量供货。
- 同时，公司依托Capex业务，衍生拓展Opex业务：
 - ✓ 重点发展电子特气和大宗气，已实现自研自产砷烷和磷烷，是国内为数不多能稳定量产电子级砷烷、磷烷的企业之一。

图表163：公司产品矩阵



5.2 正帆科技——国内领先高纯介质供应系统提供商

➤ 在泛半导体和生物医药行业积累了丰富的优质客户资源

- **电子工艺设备方面**，公司的高纯介质供应系统长期服务国内包括中芯国际、海力士、长江存储、京东方等在内的头部泛半导体行业客户；GAS BOX已经向北方华创、拓荆、中微、晶盛等国内头部半导体设备厂商和迈为等光伏电池片工艺设备厂商批量供货。**生物制药设备方面**，公司客户包括长春金赛、百奥泰、沃森生物等在内的多家行业头部公司。

➤ 营收净利与研发费用快速增长，电子工艺设备业务为核心

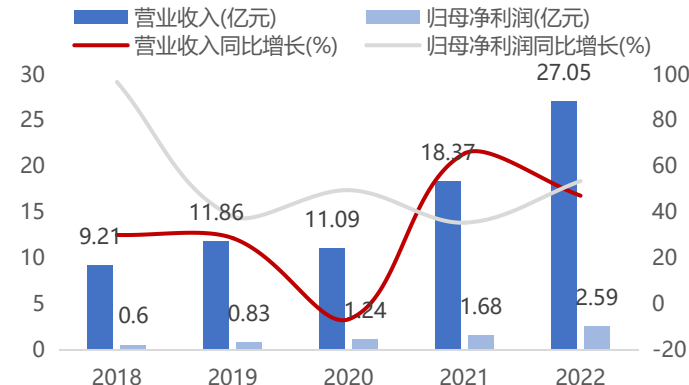
- 自2018年以来，公司营收快速增长，归母净利润年年提升。公司2022年实现营收27.05亿元，2018-2022CAGR达30.91%；2022年实现归母净利润2.59亿元，2018-2022CAGR达44.14%。公司重视技术创新，研发费用逐年增长，2022年发生研发费用1.5亿元，研发费用占营业收入的比重稳中有升，2022年达5.54%。

图表164：公司部分客户



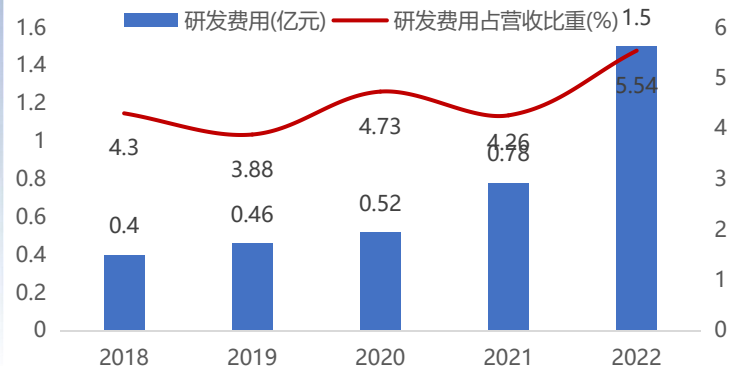
资料来源：Choice，华福证券研究所

图表165：2018-2022公司营业收入与归母净利润及增速



资料来源：，华福证券研究所

图表166：2018-2022公司研发费用及其占营收的比重



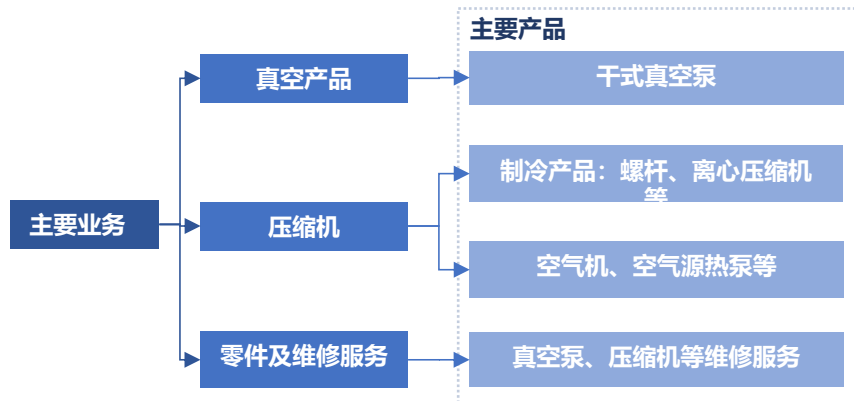
福证券研究所

5.3 汉钟精机——国产半导体真空泵领军企业

► 压缩机/真空泵协同发展

- 汉钟精机的半导体领域产品为能满足半导体最先进工艺的真空干式真空泵产品，配合半导体零部件国产化需求开发半导体机组，拥有 SEMI 安全基准验证证书，目前为隆基股份、晶盛机电、中环股份等知名厂商供应真空泵。
- 汉钟精机为全球少数专注压缩机与真空泵制造的世界大厂，立足两个生产基地，分/子公司协同发展。
- 其主营业务分为压缩机及真空泵两大板块，产品线丰富。真空泵是半导体设备的核心零部件之一，汉钟目前已推出针对半导体应用需求的真空泵：PMF、iPM和iPH三个产品系列分别适用于清洁制程、半严苛制程和严苛制程。

图表167：汉钟精机主要业务与产品分类



资料来源：汉钟精机官网，华福证券研究所

图表168：汉钟精机运用在半导体工艺中的产品及其优势

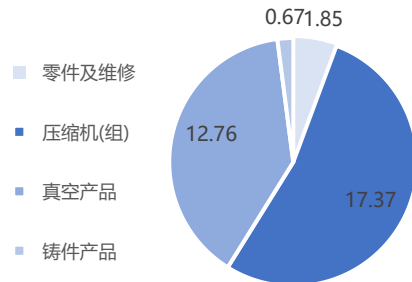


5.3 汉钟精机——国产半导体真空泵领军企业

公司发展欣欣向荣，积极拓展新兴工艺

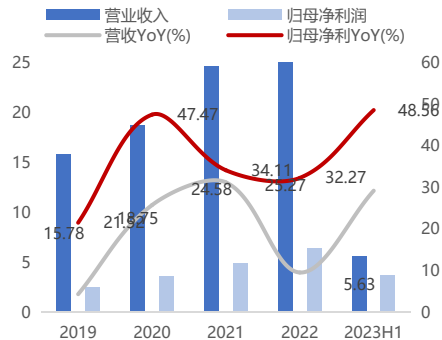
- 近年来公司发展良好，业绩向好。分业务来看，2022年公司压缩机业务实现营收17.37亿元，同比增长2.36%，毛利率为31.43%，同比增长4.28%；真空产品实现营收12.76亿元，同比增长22.41%，毛利率42.61%，持续维持高水平。2023年Q1营业收入达5.63亿元，同比增长16.01%；归母净利润同比增长3.66%。
- 从营收结构来看，高毛利的真空产品带动公司盈利能力提高。真空泵产品业绩亮眼，2016-2022年公司真空泵营收占比持续提升，由2016年的5.97%增长至2022年的39.08%，CAGR高达40.55%，远高于同期压缩机营收占比CAGR为-7.31%，毛利率达42.61%。

图表169：汉钟精机产品创收



资料来源：，华福证券研究所

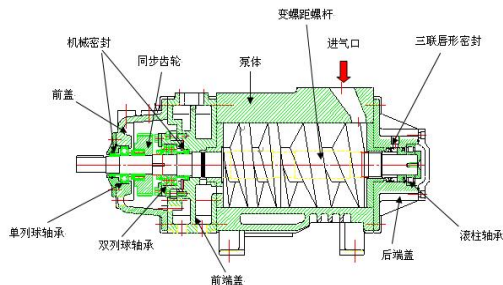
图表170：汉钟精机营收及利润 (亿元)



资料来源：，华福证券研究所

- 高性能干式螺杆真空泵，助力第三代半导体制程。汉钟精机的真空泵产品可用于第三代半导体，已经被三安光电等头部公司采用。其干式螺杆真空泵工艺适应性佳，更适用于半导体制程。相比于其他机械泵，公司产品具有零部件较少，核心部件无易损件，运转可靠且使用寿命更长，操作维护成本较低等优势。

图表171：干式螺杆真空泵横截面结构示意图



- 客户覆盖主流半导体设备及晶圆厂商，有望打开二次成长曲线。

作为国内集成电路国产化零部件创新联盟的一员，公司目前已通过部分国内芯片制造商的验证并实现小批量供货，大量新工艺正处于测试和验证阶段。由于半导体专用设备的技术要求较为严苛，产品验证周期较长，未来市场导入速度将进一步加快，有望成为公司全新成长点。

图表172：公司部分客户



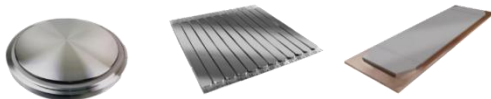
资料来源：汉钟精机官网，华福证券研究所

5.4 江丰电子——国内高纯溅射靶材产业的领先者

► 超高纯金属溅射靶材国内领先，半导体精密零部件快速发展

- 江丰电子主营业务为超高纯金属溅射靶材以及半导体精密零部件的研发、生产和销售。公司产品全面覆盖了先进制程、成熟制程和特色工艺领域，主要出售给晶圆制造商作为设备使用耗材或出售给设备制造商用于设备生产，是中芯国际、台积电、SK海力士、京东方、SunPower等国内外知名厂商的高纯溅射靶材供应商。
- 公司是全球少数掌握钽靶材及环件、铜锰合金靶材生产核心技术的企业之一，所生产的高纯金属溅射靶材已实现批量应用于知名芯片制造商7nm技术节点的芯片制造，并进入先端的5nm技术节点。公司已经成为国内高纯溅射靶材产业的领先者，并在全球市场与美、日跨国公司竞争。

图表173：公司产品矩阵

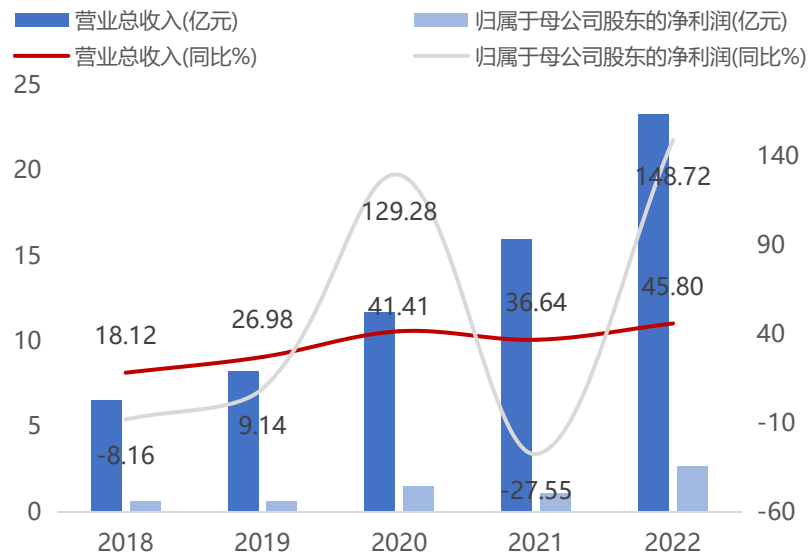
超高纯金属溅射靶材	超高纯铝靶材 是目前使用最为广泛的半导体芯片配线薄膜材料之一。	超高纯钛靶材及环件 是目前广泛应用的阻挡层薄膜材料，应用于130-5nm工艺中。	
			
	芯片用铝靶 平板显示器用铝靶 太阳能电池用铝靶	芯片用钛靶	芯片用钛环
	超高纯钽靶材及环件 是90-3nm的先进制程中必需的阻挡层薄膜材料，主要应用在最尖端的芯片制造工艺当中。	超高纯铜靶材及环件 是目前使用最为广泛的先端半导体导电层薄膜材料之一。通常用于90-3nm技术节点的先端芯片中。	
			
	半导体芯片用钽靶	半导体芯片用钽环	芯片用铜靶 芯片用铜环 芯片用铜阳极
集成电路客户 		平板显示器客户 	太阳能电池客户 
零部件	公司产品包括设备制造零部件和工艺消耗零部件，是金属、陶瓷、树脂等多种材料经复杂工艺加工而成的精密零部件，主要用于半导体芯片以及平板显示器生产线的机台，产品覆盖了包括PVD、CVD、刻蚀、离子注入等应用领域。		
		CMP用保持环	CVD设备用气体分配盘

5.4 江丰电子——国内高纯溅射靶材产业的领先者

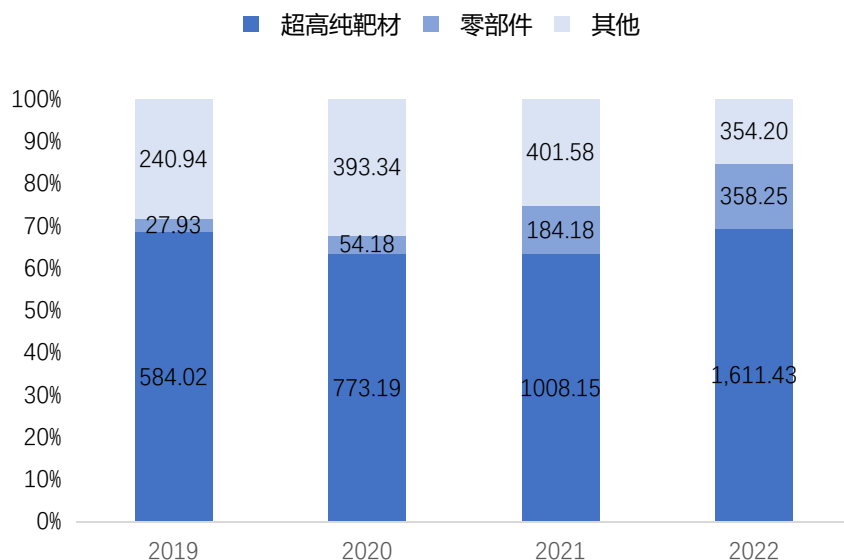
► 营收净利快速增长，零部件业务打开全新增长空间

- 2018年以来，公司营收规模逐年扩大，归母净利润快速增长。公司2022年实现营收23.24亿元，同比增长45.80%，归母净利润2.65亿元，同比增长**148.72%**。
- 从收入结构看**，超高纯靶材业务是公司主要业务，营收规模年年提升，营收占比稳定在60%-70%；半导体设备零部件业务增长迅速，2022年零部件业务实现营收3.58亿元，同比增长94.51%。零部件业务收入占比逐年提升，2022年达15%，已为公司打开全新增长空间。

图表174： 2018-2022公司营业收入和归母净利润及增速



图表175： 2019-2022公司分产品收入结构



5.5 华亚智能——半导体精密金属零部件制造商

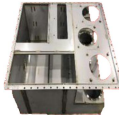
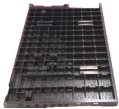
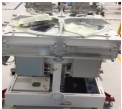
公司概况：专注于半导体领域精密金属结构件研发

- 华亚智能专注于提供“小批量、多品种、工艺复杂、精密度高”的定制化精密金属结构件产品，致力于成为半导体设备领域国内领先的集精密金属结构件制造、设备装配及维修服务为一体的综合配套制造服务商。目前，公司结构件业务涵盖半导体设备领域、新能源及电力设备、通用设备、轨道交通、医疗器械等领域。

三大优势：长期以来公司秉持工匠精神，在精密金属制造领域不断精益求精，不断提升自身生产制造能力。

- ✓ **焊接工艺：**公司拥有两个高端研究焊接技术的研发机构，目前已经取得欧盟CL1资质认证、美国焊接工业协会D.1.1碳钢工序工艺评定证书、D.1.2 铝合金结构焊接工艺评定证书和D.1.3薄板结构焊接工艺评定证书。
- ✓ **金属表面处理：**公司具有喷涂Everslik有机溶剂漆的喷漆技术和静电粉末喷涂技术，均已通过AMAT的认证。
- ✓ **完整的生产制造能力：**公司拥有整套数控全自动钣金加工设备、机加工设备、智能立体板材仓储系统等，基本能够涵盖整个制造过程。

图表176：华亚智能主营产品

半导体领域结构件			其他领域结构件		
公司产品	公司名称	终端产品	公司产品	公司名称	终端产品
	晶圆刻蚀气体输送中心结构件			光伏逆变器箱体结构件	
	晶圆(清洗、沉积)控制平台结构件			六氟化硫气箱结构件	
	晶圆成膜设备(PECVD)气体输送装置结构件			PCB检测设备结构件	
	晶圆(清洗、沉积)化学反应平台结构件			轨道交通牵引系统结构件	
	4W-EFEM晶圆刻蚀控制设备			X射线光谱测定分析仪结构件	

5.5 华亚智能——半导体精密金属零部件制造商

- ▶ **客户覆盖：**公司围绕客户需求发展精进，目前为国内外知名半导体设备制造商、品牌商及其他领域代表性客户提供各类定制化精密金属结构件。
- **半导体设备领域：**直接客户包括超科林、ICHOR、捷普等半导体设备部件制造商；间接客户包括AMAT、Lam Research和中微半导体等设备制造商。
- **其他设备领域：**SMA、通用电气、舍弗勒、帕纳科和迈柯唯等。

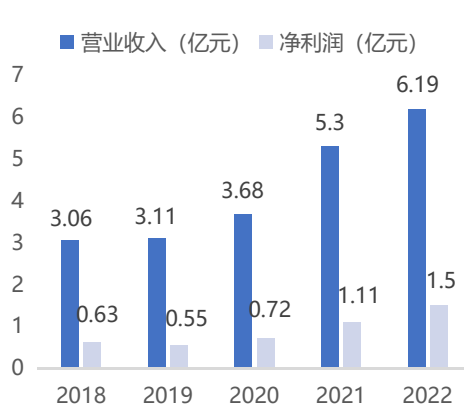
图表177：公司客户群体



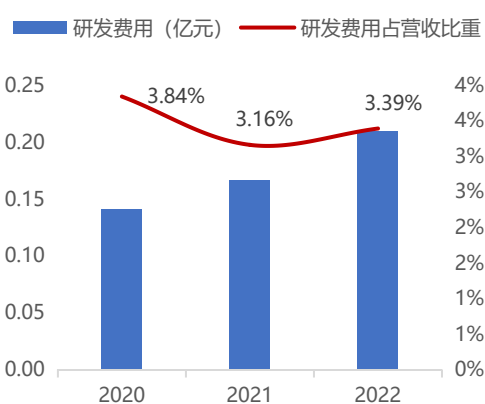
资料来源：华亚智能招股说明书，华福证券

- ▶ **公司业绩：**公司2018-2022年的营业收入同比增长102%，净利润同比增长138%，平均年均增长率达到24%。营业收入中金属制品占核心位置，其中，精密金属结构件占98%以上，专业设备维修约占1%。近两年公司营业收入中国内外占比分别约为40%和60%，国外营收略高于国内。
- ▶ **研发支出：**近年来公司研发费用逐年提升，从2020年的1400万元增至2022年的2100万元。公司研发人员由2020年54人增加至2022年81人，研发人员占总人数比重由8.59%增长至11.45%。

图表178：2018-2022公司营业收入及净利润



图表179：研发费用及其营收占比



资料来源：华福证券研究所

5.6 富创精密——半导体设备精密零部件领军者

➤ 富创精密是国内半导体设备精密零部件的领军企业，也是全球为数不多的能够量产应用于7纳米工艺制程半导体设备的精密零部件制造商

- 公司产品具体包含四大类：其中工艺零部件、气体管路及模组产品三类的产品指标均达到或优于主流国际客户标准。结构零部件部分国内客户定制产品指标达到或优于主流国内客户标准，部分国际客户定制产品性能优于主流国际客户或国际知名流量计制造商标准。
- 公司产品广泛覆盖于半导体设备：如刻蚀设备中的过渡腔、传输腔、反应腔、内衬、匀气盘、流量计底座、刻蚀阀体模组、气柜模组等。公司产品同时应用于核心环节设备，如集成电路制造中刻蚀、薄膜沉积、光刻及涂胶显影、化学机械抛光、离子注入等，且部分产品已应用于7纳米制程的前道设备中。

图表180：产品矩阵



图表181：富创精密业务矩阵

工艺零部件	指标	公司标准	与国际主流客户指标对比	通过国际主流客户认证国内企业
过渡腔	密封性	氦测漏率达到极低水平	优于	富创精密;京鼎精密
传输腔	密封性	氦测漏率达到极低水平	优于	富创精密;京鼎精密
	真空度	可达极低的torr数值	优于	
	耐腐蚀性	阳极膜层在盐酸中浸泡数小时不产生气泡	优于	
反应腔	密封性	氦测漏率达到极低水平	优于	富创精密;京鼎精密
	真空度	可达极低的torr数值	优于	
	耐压性	每0.001英寸膜厚的耐击穿电压达到较高水平	优于	
匀气盘	洁净度	通过LPC液态粒子检测和ICP金属元素检测	优于	富创精密;京鼎精密
	微孔加工	加工最小孔径为0.3 毫米，孔口无毛刺，微孔孔径尺寸公差可控制在±几微米内	优于	
结构零部件	指标	公司标准	与国际主流客户指标对比	通过国际主流客户认证国内企业
流量计底座	耐腐蚀性	铬铁比和氧化铬氧化铁比高于一定比例	优于	富创精密
	密封性	密封面表面粗糙度小于Ra零点零几微米，硬度大于一定维氏硬度	优于	
	平整度	尺寸公差精度小于几十微米	优于	
冷却板	洁净度	NaCl当量达到较低水平	优于	富创精密等
	耐压性	可承受一定数值的压力值	优于	
	密封性	在一定压力下进行气体密封性测试，保证一定时间内无泄漏	优于	
模组产品	指标	公司标准	与国际主流客户指标对比	通过国际主流客户认证国内企业
传输腔/过渡腔/阀体模组	密封性	氦测漏率达到极低水平	优于	富创精密;京鼎精密
气柜模组	精准控制	气体流量精度可在满量程±百分之几以下	优于	富创精密
气体管路	指标	公司标准	与国际主流客户指标对比	通过国际主流客户认证国内企业
气体管路	洁净度	> 零点几微米的颗粒数每立方英尺 < 几个	优于	富创精密
	密封性	氦测漏率达到极低水平	优于	

5.6 富创精密——半导体设备精密零部件领军者

► 实现设备龙头战略合作，跨越繁杂冗长认证周期

- 海外半导体设备客户背书，国内外客户持续拓展。富创精密不仅2016年成为全球半导体设备龙头企业客户A的战略供应商，还是东京电子、ASML、VAT、HITACHI High-Tech等国际知名企业合格供应商，海外市场仍在持续拓展当中。随着政策扶持和技术突破，半导体设备的国产化率提升趋势明显，公司与北方微电子、华海清科、拓荆科技等设备厂商签订框架协议，国内客户还包括北方华创、屹唐股份、中微公司、芯源微等主流国产半导体设备厂商。

► 核心团队具备资深经验

- 核心人员功底深厚，海外专家引领创新。公司董事倪世文18岁任职鸿准精密模具（昆山）有限公司制造工程师，迄今拥有超过23年的半导体设备精密零部件制造开发及生产管理经验。宋岩松、李吉亮、张少杰、李生智等其他6名核心技术人员各司其职，带领团队专攻精密机械制造、表面处理和焊接方向技术。此外，公司累计引进了20多名海外专家，对零部件产品和技术研发起到了前瞻性引领作用。

► 公司业绩持续向好

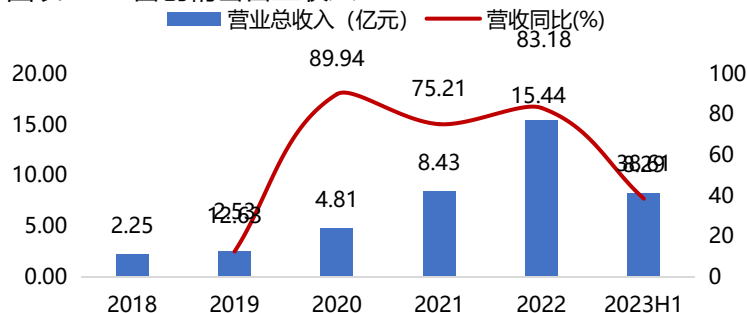
- 营业收入高速增长，扣非净利连年翻倍。2018-2022，公司产能持续提升，营业收入逐年增加，从2.25亿元增长至15.44亿元，且近3年增长率稳定在75%以上。

图表182：富创精密客户版图

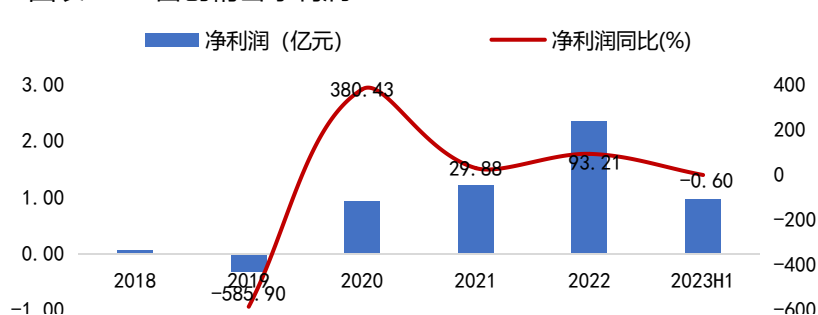


资料来源：富创精密招股说明书，富创精密年报，华福证券研究所

图表183：富创精密营业收入



图表184：富创精密净利润



5.7 茂莱光学——国内领先的精密光学综合解决方案供应商

纵向深耕工业光学，横向拓展下游应用

- **公司产品覆盖深紫外DUV、可见光到远红外全谱段：**主要包括精密光学器件、光学镜头和光学系统三大类：产品广泛应用于半导体(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检测等领域。
- **光学器件：**公司产品包括透镜、棱镜等，具有高面型、高光洁度、高性能镀膜等特点，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。
- **光学镜头：**公司产品包括显微物镜、机器视觉镜头、成像镜头和监测镜头系列产品，具有高精度、高分辨率、成像质量优质的技术特点，可应用于半导体检测设备、基因测序显微设备和3D扫描、光电传感、航天监测及激光雷达等领域。
- **光学系统：**公司产品包括半导体检测光学模组、医疗检测光学系统模组、生物识别光学模组、AR/VR光学测试模组及光学检测设备等。公司业务涉及多个科技前沿应用领域里光学模组和光学设备的设计、装调及测试，提供光机电算一体化的解决方案，助力相关行业的龙头企业开发前瞻性技术。
- **具备前沿精密制造工艺，可实现精密光学元器件的量产。**光学产品对制造工艺的要求极为苛刻，需达到微米级甚至纳米级的加工精度。经过多年的技术培养和工艺沉淀，公司拥有一批经验丰富、技艺精湛、操作娴熟的技术骨干，掌握了抛光、磨边、镀膜、成型、胶合、装调、测试等全流程的光学制造工艺。同时公司拥有莱宝镀膜机、SSI拼接干涉仪、磁流变抛光设备等进口加工设备，结合公司工艺流程控制技术，可以实现光学元器件量产。

图表185：茂来光学产品矩阵



资料来源：茂莱光学招股说明书，华福证券研究所整理

图186：茂莱光学精密制造仪器

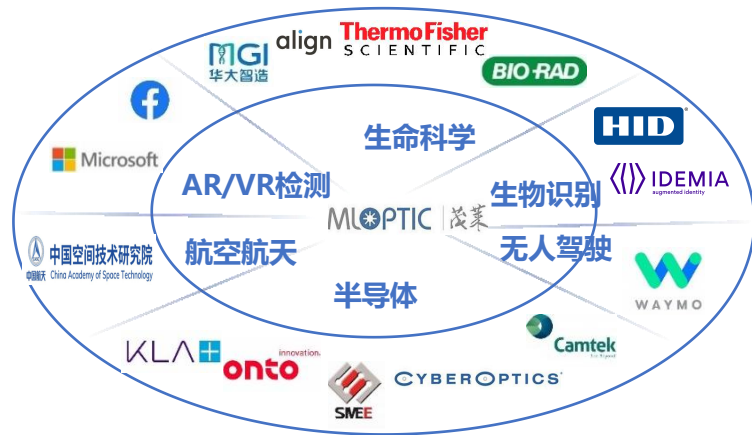


5.7 茂莱光学——国内领先的精密光学综合解决方案供应商

与国内外头部厂商深度绑定，为长期发展奠定基础

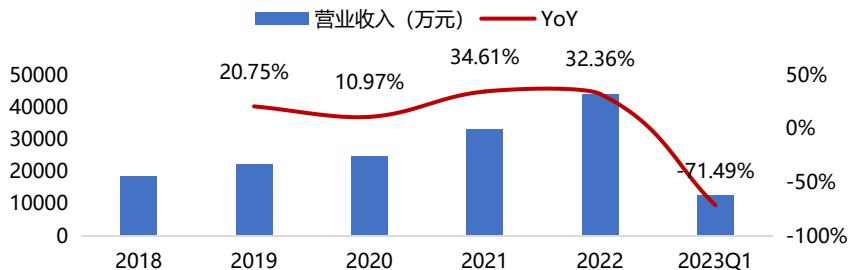
- 公司已与国内外头部厂商达成深度合作，未来有望深度受益。公司深耕光学领域数十年，凭借较强的研发制造能力、优异的产品质量、先进的服务理念，以参与客户项目前期研发的方式建立市场开发与沟通机制，为核心客户提供全程研发技术支持，获得了多家全球领先的高科技企业及关键技术领域的科研院所的青睐，积累了一批长期合作、稳定优质的客户群体。截至目前，公司已与Camtek、KLA、上海微电子、ALIGN、谷歌母公司Alphabet旗下自动驾驶平台Waymo、Microsoft、Facebook、IDEMIA、北京空间机电研究所（508所）等多家全球领先的高科技企业及关键技术领域的科研院所达成长期战略合作伙伴关系。
- 公司业绩保持高增长，净利润稳定。2022年公司营业收入达到4.39亿元，2017-22年CAGR为23.61%，主要得益于生命科学、半导体设备、AR/VR检测设备、生物识别等下游市场需求的提升，以及新客户导入加速。2022年公司归母净利润为0.59亿元，2017-22年CAGR为23.39%。

图表187：应用领域及主要客户

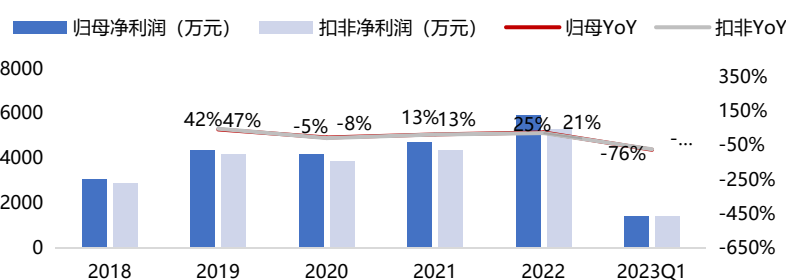


资料来源：茂莱光学招股说明书，华福证券研究所

图表188：茂莱光学营业收入



图表189：茂莱光学归母和扣非净利润



- 英杰电气是国内综合性工业电源研制领域内有较强竞争力的企业，从事以功率控制电源、特种电源为代表的工业电源设备的研发、生产与销售，产品可应用于新能源领域、半导体等电子材料领域等。
- 公司产品可分为功率控制电源、特种电源及充电桩三大类。功率控制电源下游以光伏生产设备为主，光伏电源业务主导了公司营收；特种电源下游以半导体行业和科研院所为主，是第二增长极；充电桩是公司新拓展的业务，收入和产能在近年均快速增长，有望成为新的增长极。

- 经过二十多年的发展，英杰电气逐渐成长为国内光伏电源设备龙头，产品矩阵持续拓展。公司以优质的产品和服务广泛覆盖各行业顶尖客户，与晶盛机电、中环股份、隆基股份、京运通、协鑫硅业、中国国电、中微公司、宝钢钢铁、首钢、鞍钢、南玻、旗滨集团、山东玻纤等下游行业的主要企业建立了稳定合作关系。国际上也获得了如西门子、ABB、施耐德、GE、GT、SGG等国际知名企业的好评，并建立了长期良好的合作关系。

功率控制器	TPH系列	KTY系列	TPA系列	ST系列	TPM系列
通用交/直流电源	DS系列SCR直流电源	DD系列IGBT直流电源	AS系列SCR交流电源		
可编程电源	PDE水冷可编程电源	PDA风冷可编程电源			
射频/溅射电源	MSD系列溅射电源	RMA系列匹配器	RHH系列射频电源	RLS系列射频电源	
感应电源及储能系统					
高压/特种电源	HV系列高压直流电源模块	VD系列高压直流电源	Modulator PS1000系列固态调制器	Modulator PS2000系列固态调制器	微波电源
其他	DPS系列电容焊机	谐波治理	KRQ30系列交流电机软起动器	成套控制系统	

国际合作	      
光伏行业	                 
蓝宝石行业	       
钢铁冶金	                 
玻璃玻纤行业	              
特种电源行业	     
工业电炉	       
其他行业	     

5.8 英杰电气——半导体电源领军者

国内射频电源市场广阔，公司率先实现国产替代

- 公司引领半导体设备射频电源国产替代趋势。半导体设备应用的射频电源技术壁垒高，生产、验证周期长，当前国产化率较低。英杰电气 2017 年为中微半导体的 MOCVD 设备配套特种电源，实现进口替代，2018 年开始研究射频电源，应用于半导体领域相关产品技术国内领先。随着公司在射频电源这一替代壁垒较高的细分领域实现突破，公司有望斩获订单并迎来快速成长。

图表192：英杰电气射频电源产品介绍

	RHH 系列射频电源	RLS 系列射频电源
简介	依靠成熟的射频发生技术为基础，为客户提供更大功率、精度更高、响应快速的射频电源。具有相位可设、脉冲可控、数字调谐等功能。	采用目前稳定可靠的功率放大器和公司最核心的直流控制系统，具有非常稳定的性能、可靠性高。
适用工艺	PECVD、等离子体刻蚀、等离子体清洗、射频离子源、等离子体扩散、等离子体聚合溅射、反应溅射等。	
输出频率	13.56MHz、27.12MHz、40.68MHz	2MHz、13.56MHz、27.12MHz、40.68MHz
输出功率	1.5~5kw	0.5~5kW
脉冲频率	100~100kHz	0.1~10kHz
占比比	5~95%	10~90%

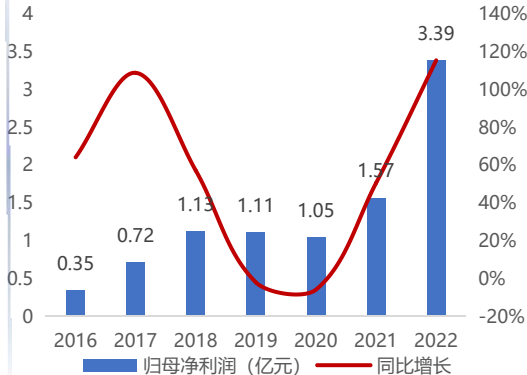
光伏电池电源、半导体电源、充电桩多点开花，业绩实现高增长

- 受益于近几年新能源光伏行业的高景气度，英杰电气始终秉持高质量可持续发展理念，加大创新研发投入，不断抢占市场份额。公司的新兴充电桩业务快速成长，有望成为其“第三增长极”。
- 不同于2017-2020年营业收入和归母净利润增长缓慢的态势，2020年以来英杰电气的两项指标均呈现“加速度”式增长，2020年-2022年，公司营收分别为4.21亿元、6.59亿元、12.83亿元，归属于上市公司股东净利润分别为1.05亿元、1.57亿元、3.39亿元。
- 2022年公司实现营收12.83亿元，同比增长94.34%，归属于上市公司股东净利润3.39亿元，同比大增115.47%，均为历史新高。

图表193：2016-2022年营业收入及增速



图表194：2016-2022年净利润及增速



5.9 苏大维格——微纳光刻行业先锋，光刻机用光栅部件供应商

微纳光刻领域领军企业

- 苏大维格是一家从事微纳结构产品的设计、开发和制造，以及关键制造设备研制的平台型公司，是国内领先的微纳结构产品制造和技术服务商。公司基于纳米压印光刻的底层核心技术，在基材表面进行纳米级和微米级的超细微加工，从而形成应用于不同产品的特殊材料。
- 业务体系根深叶茂，产品矩阵持续延展。**苏大维格通过多年技术攻关，已掌握纳米压印光刻底层核心技术。并以该技术为技术支撑，相继自研系列微纳光学关键制造设备（包括激光直写光刻机、纳米压印光刻机等），由此建立了微纳制造的基础技术体系并持续拓展产品体系：

图表195：苏大维格主要业务板块与产品

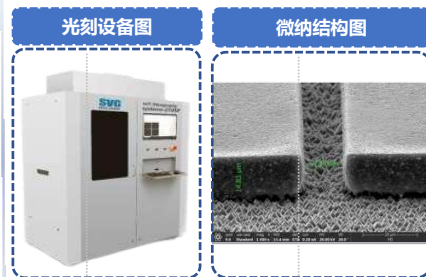


资料来源：苏大维格2022年年报，华福证券研

国产光刻机定位光栅核心供应商

- 苏大维格光刻设备原对外销售对象主要为国内外高校及科研院所，近年来持续向企业拓展，并实现了对半导体领域企业的销售；**在光刻机关键器件方面，公司已向上海微电子提供了其半导体领域投影式光刻机用的定位光栅部件。**
- 公司专精微纳制造核心技术二十余年，拥有从微纳图案设计到核心光刻机设备自研的全产业链一体化创新能力。通过多年技术攻关，公司已积累近650项专利并荣获国家科技进步二等奖，拥有扎实强劲的研发实力。

图表196：公司光刻设备及产品



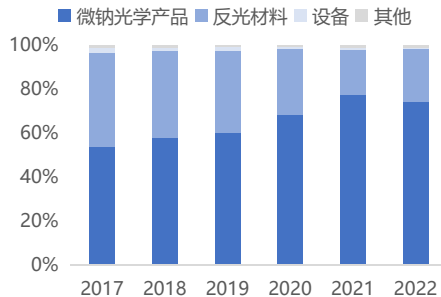
资料来源：公司2022年年报，华福证券研究所整理

- 营收规模稳中向好，多维业务齐头并进。**2016-2021年，公司营业收入从4.16亿元增长至17.37亿元，年均复合增长率33.09%，多年维持12%以上高增长率。
- 产品结构稳健优化，龙头优势持续巩固。**近年来，公司相继开发多个系列覆盖纳米级和微米级的光刻机与压印设备，微纳光学产品收入稳步提升。

图表197：苏大维格营业收入



图表198：苏大维格各业务收入占比



资料来源：，华福证券研究所整理

5.10 昌红科技——医疗耗材领军企业，晶圆载具全新成长

多年深耕模具与注塑业务，医疗耗材技术超群，积极布局晶圆载具

- 昌红科技融合其在精密模具、配套自动化设备的设计和制造、塑料加工三方面的核心技术，打造出“一站式”整体解决方案能力，并将其应用于OA结构件、医用高分子塑料耗材、半导体耗材零部件三大应用领域。
- ✓ **在医疗耗材领域：**公司子公司深圳柏明胜已成为世界领先的医疗器械耗材及包材供应商，连续两年被全球诊断领域领导者罗氏授予“战略合作伙伴”和“全球供应商 Business Continuity”奖项，是国际医疗巨头在欧洲区以外唯一的医疗耗材供应商。
- ✓ **在半导体耗材零部件领域：**2022年公司与鼎龙股份合资成立子公司鼎龙蔚柏，布局晶圆载具领域。在国产替代诉求强烈，晶圆载具存在巨大的市场缺口的背景下，鼎龙股份和昌红科技强强联手，凭借昌红科技精密注塑模具设计制造工艺优势和鼎龙股份在半导体耗材领域的技术优势，使鼎龙蔚柏以高起点切入中高端晶圆载具产品市场。
- 目前，公司晶圆载具生产工厂的厂房已建成，且公司半导体晶圆载具业务已有部分产品向客户送样，待客户验证通过后将逐步量产，将有望打开全新增长曲线。

图表199：昌红科技联合鼎龙股份联合破局时序图

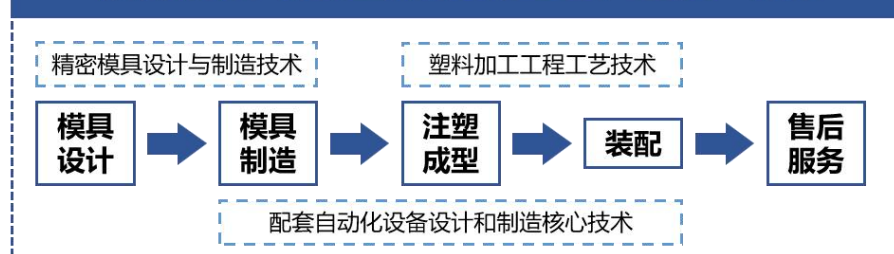


资料来源：昌红科技公司公告，华福证券研究所

图表200：昌红科技业务矩阵图



底层技术：精密塑料模具注塑全产业链一体化



资料来源：公司2022年报，招股说明书，华福证券研究所

5.11 菲利华——半导体用石英玻璃材料及制品供应商

国内领先的石英材料及石英纤维制造企业，产品矩阵丰富

- 公司立足于石英玻璃领域，专注开发气熔石英玻璃、合成石英玻璃、电熔石英玻璃与石英玻璃纤维及制品，为航空航天、半导体、太阳能、光纤通讯、光学等高新技术领域的配套服务。
- 主导产品有石英玻璃锭、筒、管、棒、板、片，石英玻璃器件，石英玻璃纤维系列产品，石英玻璃纤维立体编织预制件，以及以石英玻璃纤维为基材的复合材料。

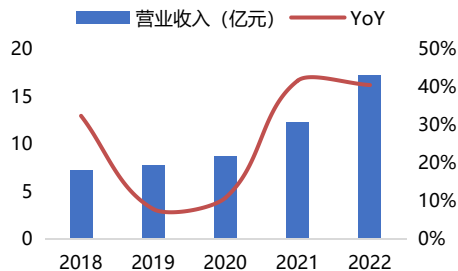
半导体配套领域：产品广泛应用于芯片制程的蚀刻、扩散、氧化等工序

- 公司的石英玻璃材料及制品广泛应用于半导体芯片制程中，是半导体蚀刻、扩散、氧化等工序所需的承载器件与腔体耗材。合成石英玻璃主要用于半导体高端制程中石英玻璃材料配套领域和光掩膜基板业务。

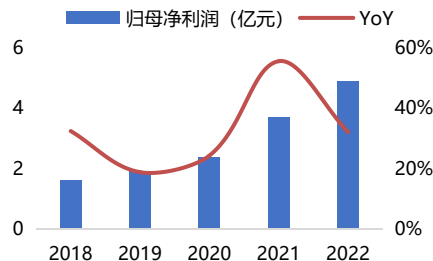
公司营收规模稳健增长，盈利能力持续提升

- 2018-2022年，公司营业收入从7.22亿元增长至17.19亿元，年均复合增长率达24.22%；归母净利润从1.61亿元增长至4.89亿元。受益于半导体等下游行业需求增长，公司2023H1实现营收达10.23亿元，同比增长19.58%；实现归母净利润2.87亿元。同比增长14.65%。

图表201：菲利华营业收入



图表202：菲利华归母净利润



图表203：菲利华半导体配套领域主要产品

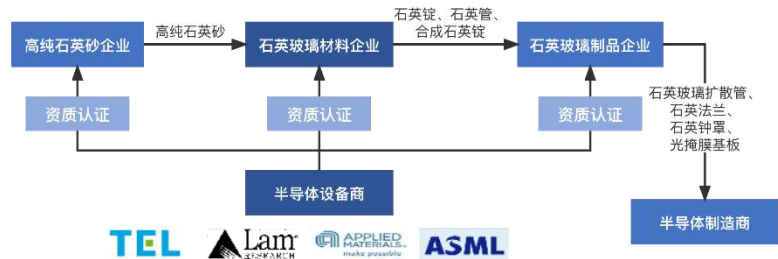


资料来源：公司官网，华福证券研究所整理

已获得国内外多家半导体设备厂商的资质认证，竞争优势明显

- 国际：**公司是首个通过全球三大半导体原厂设备制造商认证的石英材料供应商，获得进入主流半导体供应链系统的资质。公司的半导体制程用气熔石英玻璃材料通过了日本东京电子株式会社（TEL）、泛林研发（Lam Research）、应用材料公司（AMAT）三大国际半导体原厂设备商以及日立高新技术公司的认证。
- 国内：**子公司上海菲利华石创的石英玻璃器件加工通过国内主流半导体设备厂商认证，其中，中微公司的认证规格达 200 款以上，北方华创的认证数量已近百款。

图表204：半导体石英产品认证流程

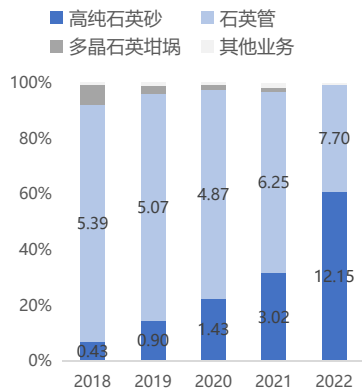


5.12 石英股份——半导体石英材料国产先锋

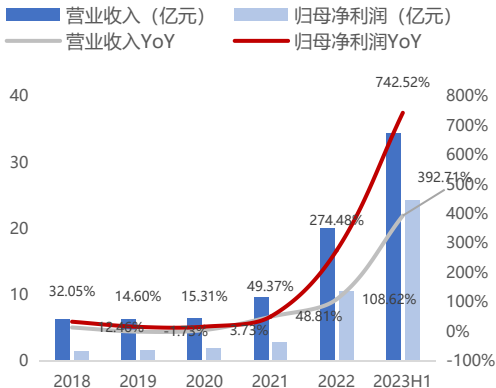
深耕高纯石英砂业务多年，业务线布局齐全，光伏领域行业市占率领先

- 公司是石英行业领军企业，业务聚焦于高纯石英砂及高端石英制品的研发生产与销售，产品广泛应用于光源、光伏、半导体、光纤等领域。公司石英系列产品种类齐全，在行业内处于领先水平。其中，光伏石英材料始终保持国内市场占有率前列，品牌效应和领导优势凸显。
- 光伏及半导体持续放量，公司业绩维持高增态势。受益近年来光伏和半导体行业的高速发展，高纯石英砂及石英制品需求不断增加，公司产品结构实现优化，产销规模进一步扩大。收入端，2023H1公司实现营收34.34亿元，同比高增392.71%，2018-2022年CAGR高达133.4%；利润端，2023H1公司归母净利润为24.31亿元，同比大幅增长742.52%，2018-2022年CAGR高达165%。

图表205：石英股份营收结构

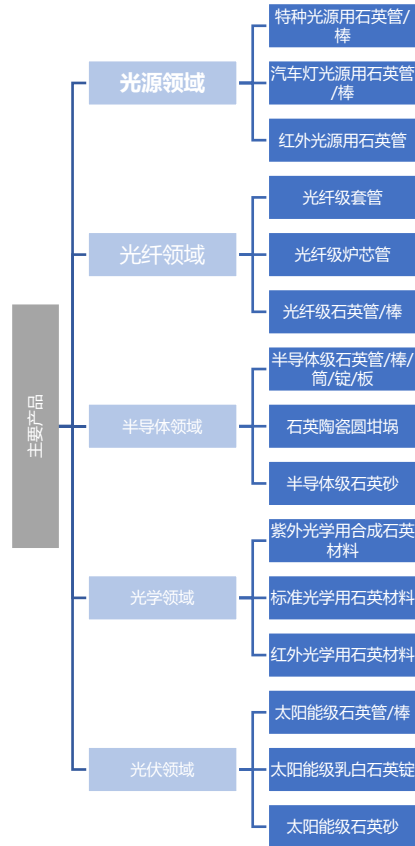


图表206：石英股份营收及净利润（亿元）



资料来源：，华福证券研究所

图表207：石英股份主要产品品类



资料来源：公司官网，公司2023年半年报，华福证券研究所

半导体产品认证加快，未来发展迅速

- 高纯度石英材料是晶圆生产的关键耗材，在扩散和刻蚀等环节发挥关键作用。应用于刻蚀工艺的石英部件主要有石英环、石英保护罩等，应用于扩散工艺的石英部件主要有石英舟、石英炉管、石英挡板、套管等。随着物联网、AI、XR、汽车电子等诸多应用领域的创新技术放量，半导体行业有望景气回升。据测算，每生产1亿美元电子信息产品，平均就需要消耗价值50万美元的高纯石英材料。
- 半导体石英产品持续获得国际认证，半导体产品产能有望扩张加速。公司已通过东京电子高温扩散领域和刻蚀领域以及美国LAM半导体产品认证，美国应用材料认证已取得阶段性进展。随着公司在半导体产业用石英材料市场份额的不断扩大，半导体领域产品将成为公司未来的重要增长点。

5.13 凯德石英——国内石英耗材先进供应商

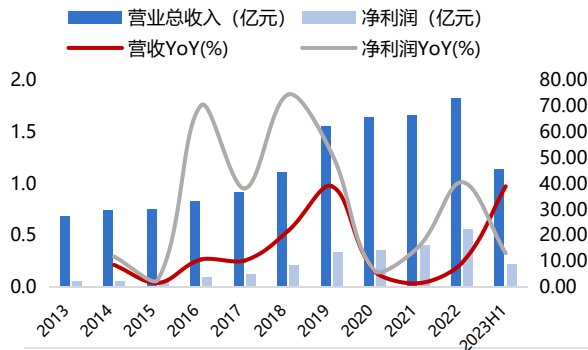
公司概况

- 北京凯德石英股份有限公司成立于1997年1月，主营业务为石英仪器、石英管道、石英舟等石英玻璃制品的研发、生产和销售。公司产品作为下游企业的生产耗材，广泛应用于半导体集成电路芯片领域、光伏太阳能行业领域及其他领域。
- 凯德公司连续多年从事4、6英寸和8、12英寸半导体芯片生产线用石英玻璃制品的出口加工业务，产品主要销往德国、美国和中国台湾等地区，产品种类达上百种，加工技术与产品质量已达到行业较高水平。

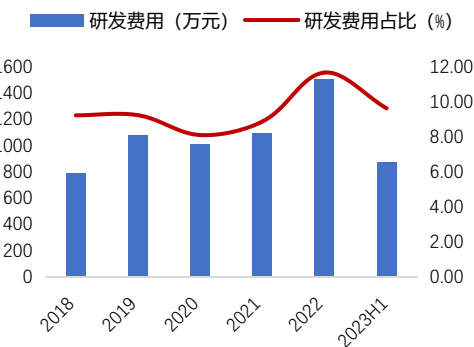
公司具体营收情况及发展趋势

- 随着电子行业的发展，凯德石英深耕石英耗材领域，通过技术革新逐步实现市场优势。公司整体业绩向好，上升趋势明显，连续十年同比增速为正，2023年半年度营业总收入为1.13亿元，同比增长38.88%；净利润为0.22亿元，同比增长13.06%。从近5年的研发投入来看，2022年达到顶峰，2023年势头不减，公司对创新的重视程度不断加深。

图表208：2013-2023营收与净利润情况及同比增速



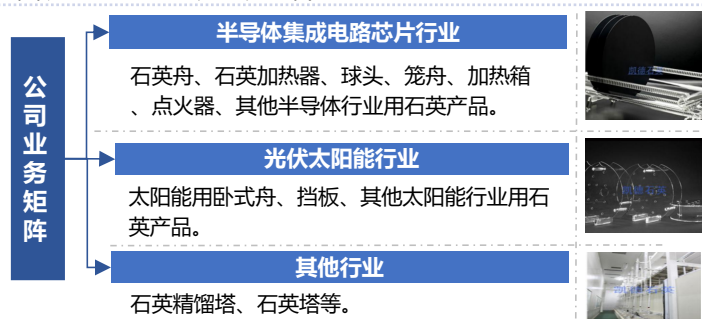
图表209：2018-2023研发费用与占比



三大板块共同发力，半导体业务优势明显

- 作为国内先进的石英耗材供应商，公司与国内多家客户建立了广泛的业务往来，例如北方华创、燕东微电子、华微电子、扬杰科技等。公司业务主要分为三大板块，其中半导体集成电路行业业务占据主导地位。
- 半导体集成电路芯片行业用石英产品**：2023年半年度营收为8135.20万元，收入构成72.25%，利润构成91.65%，连续2年占比90%以上。主要产品为石英舟、石英加热器、球头、笼舟、加热箱和点火器等。
- 光伏太阳能行业用石英产品**：2023年半年度实现业务营收3050.70万元，收入构成27.09%，利润构成7.15%。主要产品为太阳能用卧式舟、挡板等。
- 其他行业用石英产品**：2023年半年度业务营收73.45万元，营收占比0.65%，利润占比1.21%，连续多年占比保持稳定。主要产品为石英精馏塔等。

图表210：凯德石英业务矩阵

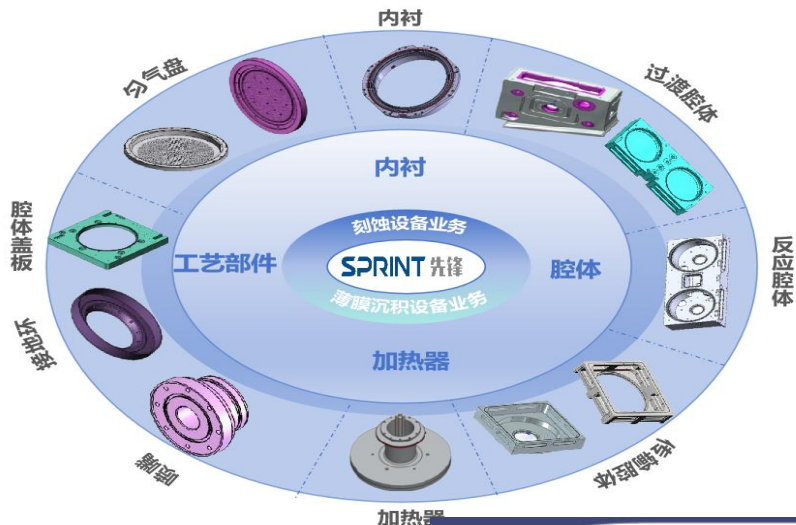


5.14 先锋精密——刻蚀和薄膜沉积设备零部件精密制造专家

▶ 国产 7nm 及以下刻蚀设备关键零部件的先进供应商

- 公司在国内本土半导体设备厂商国产化浪潮中占据重要地位，并在刻蚀和薄膜沉积设备的关键零部件上实现了国产化的自主可控，尤其在公认的技术难度仅次于光刻设备的刻蚀设备领域，公司是**国内少数已量产供应 7nm 及以下国产刻蚀设备关键零部件的供应商**。
- 与国内装备龙头企业关系密切，积攒强大客户先发优势。公司自设立时起即与中国装备龙头企业北方华创和中微公司开展密切合作，作为核心零部件的重要供应商协助客户诸多设备经历了研发、定型、量产和迭代至先进制程的完整历程。公司还与拓荆科技、华海清科、中芯国际、屹唐股份等其他行业头部设备客户和终端晶圆制造客户建立了长期稳定的战略合作关系。

图211：先锋精密主要业务板块与产品

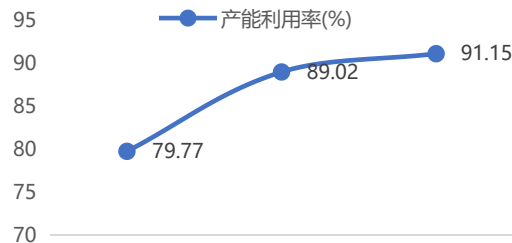


资料来源：先锋精密招股说明书（申报稿）、华

▶ 近年来公司产能利用率、营收净利稳步增长

- 受客户订单持续增长影响，公司产能利用率持续增加。公司的柔性化生产模式确保自有产能能够充分应用，各车间自有产能与外协厂商协同配合，使得报告期内公司产能利用率持续增长。

图212：先锋精密产能利用率



资料来源：先锋精密招股说明书、华福证券研究所

- 报告期内，公司主营业务突出，销售毛利率较为稳定，随着半导体行业景气度上升、设备及零部件国产化替代进程的加速及公司不断提升产品质量和服务品质并取得主要客户的认证，公司在半导体领域精密零部件的收入不断增长。

图213：先锋精密业务收入分布

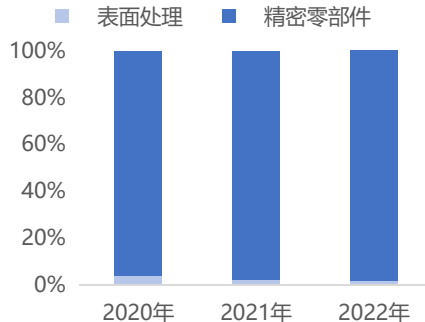
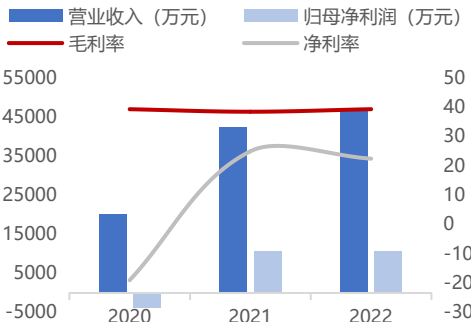


图214：先锋精密主要财务信息



5.15 珂玛科技——半导体设备用先进陶瓷材料零部件领航者

掌握全工艺流程核心技术，进入国内外知名半导体设备客户供应链

- 公司主营业务为先进陶瓷材料零部件的研发、制造、销售、服务以及泛半导体设备表面处理服务，主要产品及服务包括先进陶瓷材料零部件、表面处理和金属结构零部件。
- 在先进陶瓷方面**，公司系国内少数掌握半导体设备用先进陶瓷零部件从材料配方到零部件制造全工艺流程核心技术并实现境外规模销售的企业之一，自主研发并形成了由材料配方、生产工艺共同构成的核心技术体系，在半导体设备用高纯度氧化铝零部件等“卡脖子”产品方面不同程度上实现了国产替代。公司多项关键技术指标达到国内领先、国际主流水平。公司产品已通过A公司、北方华创等国内外知名客户的认证或验证，并与北方华创、中微公司等国内半导体设备龙头企业建立了稳定、深入的合作关系。公司目前是A公司在中国少数的先进结构陶瓷供应商之一，也是北方华创连续三年全球金牌供应商。
- 表面处理服务方面**，公司已成功研发并实现对OLED设备零部件、大件显示面板设备零部件的量产服务，进入了京东方、TCL等全球知名显示面板制造企业的供应链；在半导体领域，公司已试验形成14nm制程设备零部件表面处理的技术储备。

业绩持续增长，研发逐年提升

- 2019-2022Q3，公司营收与净利润持续增长。其中，2019-2021年公司营业收入CAGR为40.17%，净利润CAGR为130.97%。2022年前三季度，公司营业收入同比增长45.94%，净利润同比增长58.91%。
- 公司不断加大研发投入，自2019年起，研发费用逐年提升，研发费用占营业收入的比例持续增长。

图215：公司业务



资料来源：公司招股说明书，华福证券研究所整理

图216：公司营业收入和净利润（亿元）

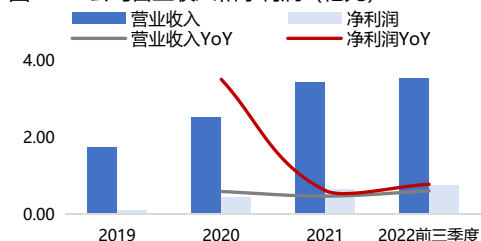
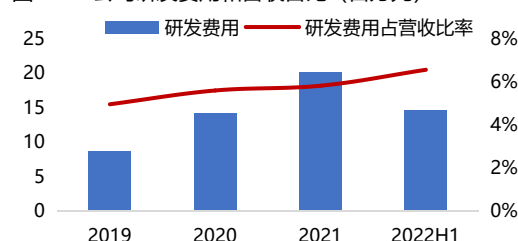


图217：公司研发费用和营收占比（百万元）



目 录

- 第一部分：半导体设备及其核心组件
- 第二部分：半导体零部件分类梳理及核心零部件详解
- 第三部分：市场空间广阔，局部高度垄断
- 第四部分：海外龙头观察
- 第五部分：投资建议
- 第六部分：风险提示

➤ 下游需求不及预期风险

- 若半导体零部件领域下游市场需求乏力，则会影响相关公司的经营表现不达预期。

➤ 相关企业业务开展不及预期风险

- 如果相关公司在技术研发及市场拓展方面进展缓慢，则国产零部件厂商面临的订单机会可能会低于预期，从而影响公司的盈利表现。

➤ 客户认证及产品验证进展不及预期

- 半导体零部件细分种类繁多，技术要求加高，验证周期较长，国产零部件厂商获得新客户认证的难度较高，若客户认证和产品验证的速度低于预期，则会影响相关零部件公司的业绩表现。

➤ 地缘政治风险风险

- 近年来，美国频繁对我国高科技领域实施技术封锁，地缘政治因素可能导致国内半导体零部件国产化落地受阻，从而影响相关零部件厂商业绩表现。

➤ 市场竞争格局恶化

- 随着半导体零部件国产替代加速推进，若各个细分赛道不断涌现新的参与者，则市场竞争将加剧，从而使市场竞争格局恶化。

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并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。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而直接或间接收到任何形式的补偿。

一般声明

华福证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，之后可能会随情况的变化而调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见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，对本报告所含信息可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。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券有限责任公司”所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何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，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

特别声明

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	评级	评级说明
公司评级	买入	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在20%以上
	持有	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于10%与20%之间
	中性	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与10%之间
	回避	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市	未来6个月内，行业整体回报高于市场基准指数5%以上
	跟随大市	未来6个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与 5%之间
	弱于大市	未来6个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下

备注：评级标准为报告发布日后的6~12个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中，A股市场以沪深300指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

诚信专业 发现价值

联系方式

华福证券研究所 上海

公司地址：上海市浦东新区浦明路1436号陆家嘴滨江中心MT座20楼

邮编：200120

邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn

