证券研究报告

行业评级：

半导体 强于大市（维持）

电子 强于大市（维持）

中国平安 PINGAN

专业·价值

薄膜沉积设备颇具市场活力，国产化替代正当时

平安证券研究所电子信息团队

分析师：付强、徐勇、闫磊、徐碧云

2023年10月11日

投资建议

- **国内半导体产业蓬勃发展，为半导体设备公司提供了广阔的平台市场，薄膜沉积设备厂商深度受益。**美国对华半导体制裁持续，先进制程受阻，中短期内，国内半导体产业锁定成熟制程快速拓展，形成存量国产替代和产业增量拓展的双重推手，外部市场环境优越，国内半导体设备厂商迎来前所未有的机遇；远期看，先进制程快速发展，半导体工艺复杂度大幅提高，对半导体设备的市场需求也随之攀升，待国内先进制程取得突破后，对设备产业链将起到巨大的带动作用。薄膜沉积设备作为半导体制造三大核心设备之一，是后续几乎所有工艺的基础，重要性不言而喻，在目前优越的市场环境及政策支持下，产业链共同发力，需求端火热，供给端也在努力追赶、加速放量，叠加目前仍然较低的国产化水平，产业前景长期向好的趋势较为明确。
- **PVD、CVD是薄膜沉积主流，ALD作为沉积设备新宠，在先进制程中的应用越发凸显。**PVD、CVD占据薄膜沉积赛道的半壁江山，半导体制造中绝大多数金属层、介质层及半导体层均为PVD、CVD设备制造；随着先进制程的不断发展，对膜厚精度、薄膜质量、台阶覆盖率等提出了更高的要求，HDPCVD、SACVD等技术应运而生，且ALD由于具备原子层级的膜厚控制能力，在先进制程的核心工艺（如SADP、HKMG等）中发挥关键作用，逐渐成为先进制程工艺平台的“新宠”。
- **国内多家厂商在薄膜沉积设备领域均有涉猎，侧重点有所差异，竞争格局较为良性。**北方华创是国内PVD龙头，稀缺性较强，且在LPCVD、APCVD、ALD领域也有所布局，产品已经批量应用到半导体产线中；拓荆科技专注薄膜沉积设备，拥有PECVD、SACVD、ALD三大产品系列，公司处于快速上升阶段；微导纳米依靠ALD设备起家，在光伏、半导体中均有应用，且公司是国内首家成功将量产型High-k ALD应用于28nm节点集成电路制造前道生产线的国产设备公司，在ALD领域颇具竞争优势。上述半导体设备厂商的产品结构有所不同，侧重点分化明显，形成了较为良性的差异化竞争格局。
- **投资建议：**当前国内半导体产业扩张如火如荼，而海外对华半导体制裁持续加码，国内半导体设备厂商面对优越的市场环境和政策支持，前景较为乐观；薄膜沉积设备作为半导体核心设备之一，在半导体制造中具有重要作用，在国产化替代、技术进步以及产业扩张带来的多重市场需求下，产业链共同发力，PVD、CVD、ALD等薄膜沉积设备赛道在未来较长时间内将持续火热，建议积极关注。
- **风险提示：**（1）美国对华半导体制裁的风险。（2）国产化替代市场需求不及预期的风险。（3）国内公司技术突破不及预期的风险。



CONTENT
目录

一、半导体产业结构复杂，上游设备是关键

二、设备市场环境优越，国产化替代正当时

三、薄膜沉积颇具活力，CVD/PVD/ALD各司其职

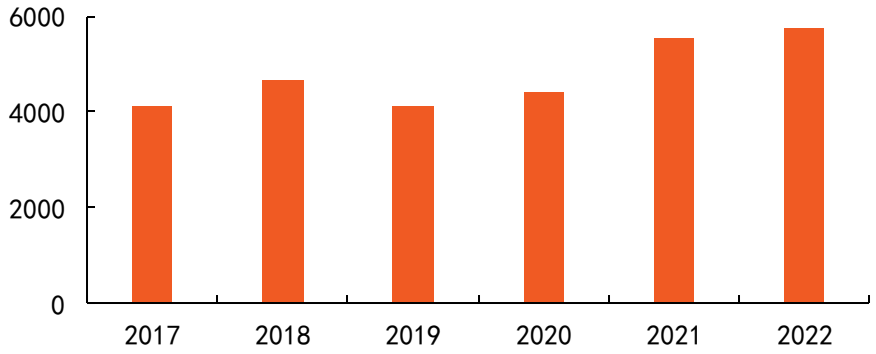
四、国内厂商快速追赶，差异化竞争格局较为健康

五、投资建议与风险提示

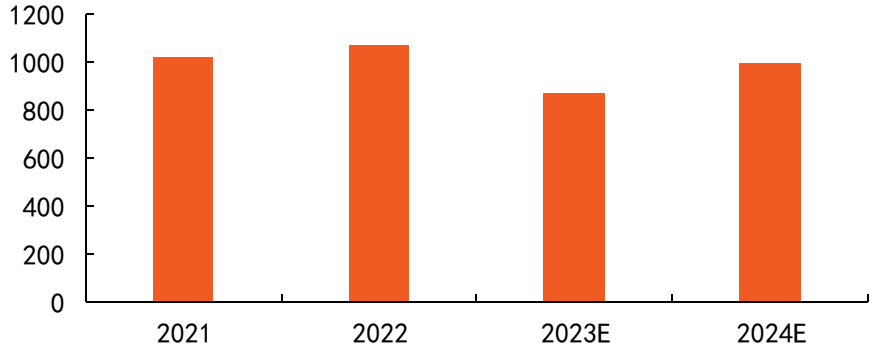
1.1 半导体产业蓬勃发展，上游设备是基石

- **国内半导体产业蓬勃发展，设备市场颇具活力。**2022年，全球半导体产业销售额约为5741亿美元，中国半导体产业销售额约为1813亿美元，地位举足轻重；根据SEMI数据，2022年全球半导体设备市场规模约为1074亿美元，其中中国大陆占比约26.3%，合计约282亿美元；国内半导体产业迅猛向前，带动上游产业链配套同步发展。

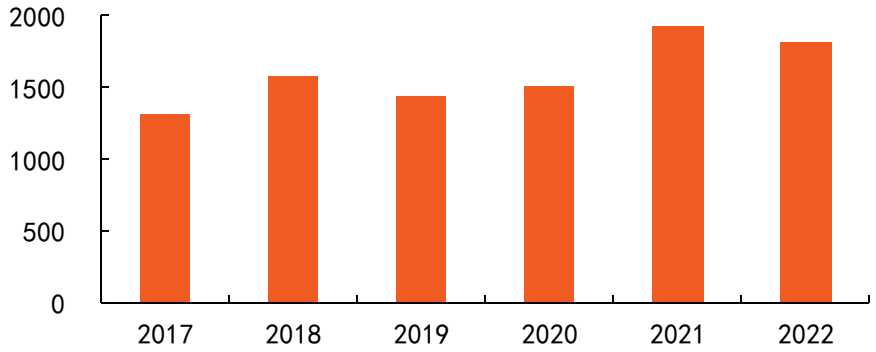
◆ 全球半导体产业销售额（亿美元）



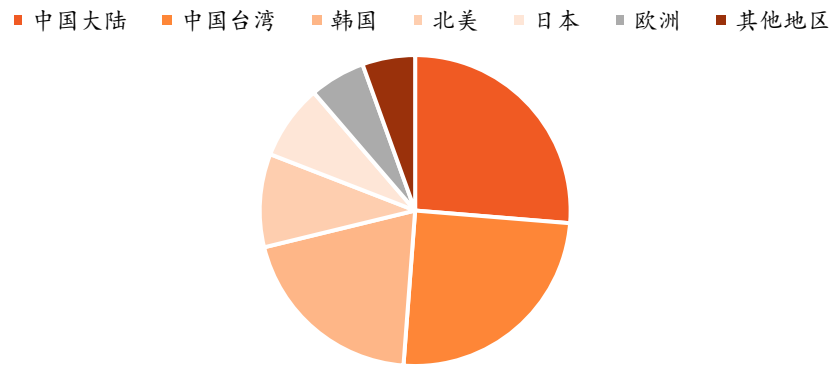
◆ 全球半导体设备市场规模（亿美元）



◆ 中国半导体产业销售额（亿美元）



◆ 全球半导体设备销售占比@2022（%）



数据来源：Wind，SEMI，华经产业研究院，平安证券研究所

1.2 半导体制造工艺复杂，薄膜沉积至关重要

- 半导体制造工艺复杂，核心工艺包括薄膜沉积、光刻、刻蚀、离子注入、退火、化学机械研磨等，集成电路的制造需要重复几十次甚至上百次以上工艺，从而实现各膜层图案的堆叠。

◆ 半导体制造工艺

氧化

芯片制造的第一步是对晶圆表面进行氧化，形成一层绝缘层，一是可做后期工艺的辅助层，二是协助隔离电学器件，防止短路。

光刻和刻蚀

把氧化后的晶圆表面旋涂一层光刻胶，随后对其进行曝光，再通过显影把电路图形显现出来，光刻层数多达几十层，每一层之间的校准必须非常明确，接下来进行刻蚀，用化学腐蚀反应的方式，或用等离子体轰击晶圆表面的方式，光刻胶覆盖的位置被保护，没有被覆盖的位置被刻蚀，形成凹陷，实现电路图形的转移。

离子注入、退火

离子注入就是把杂质离子轰进半导体晶格中，使得晶格中的原子排列混乱或者成为非晶区，退火是将离子注入后的半导体放在一定温度下进行加热，恢复晶体的结构消除缺陷，从而激活半导体材料的不同电学性能。

薄膜沉积

物理气相沉积用于形成各种金属层，连通不同的器件和电路，以便进行逻辑和模拟计算；化学气相沉积用于形成不同金属层之间的绝缘层。电镀则专用于生长铜连线金属层。

化学机械研磨

每个结构层完成后用化学腐蚀和机械研磨相结合的方式对晶圆表面进行磨抛，实现表面平坦化。

后期处理

最后，晶圆再经过背面减短、切片、封装、检测，一个完整的芯片产品制备完成。

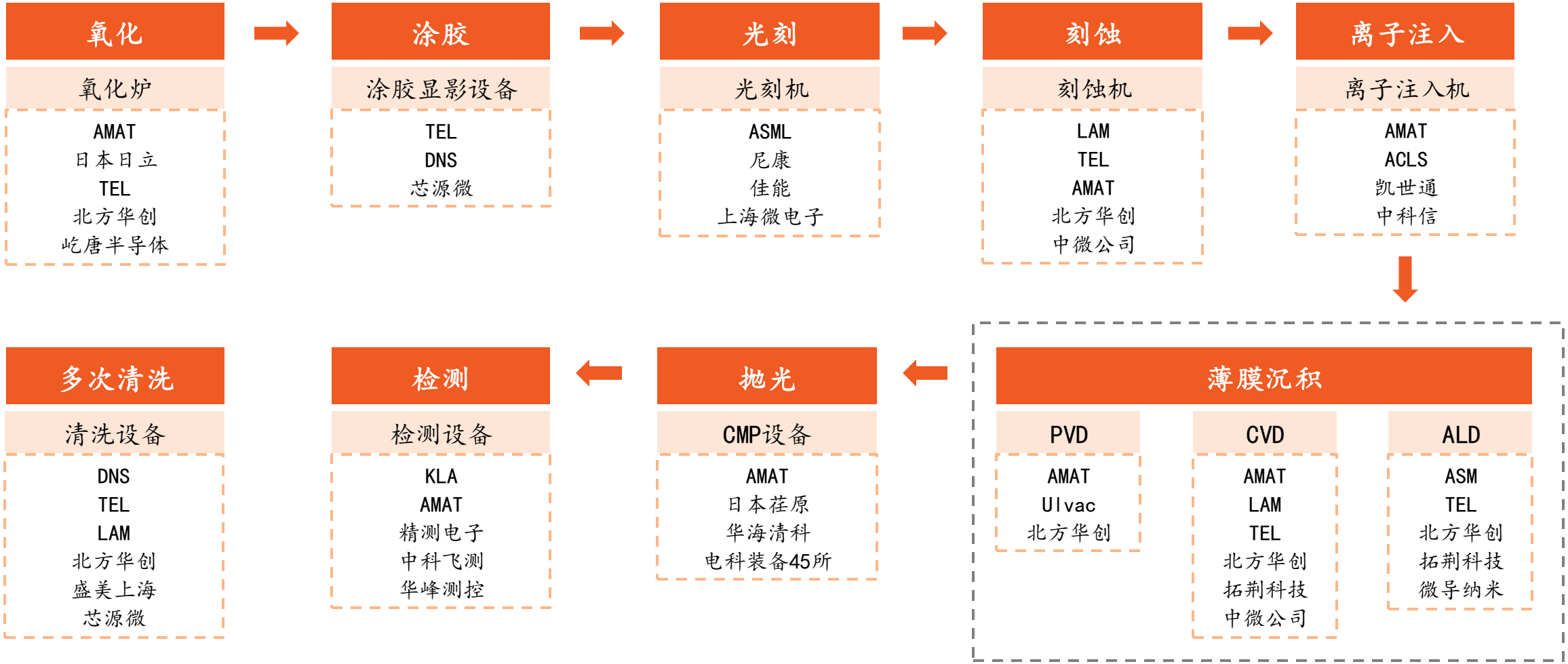
重复流程

芯片制造的主要步骤需要循环反复几十次甚至上百次。

数据来源：中芯国际公告，平安证券研究所

1.2 半导体制造工艺复杂，薄膜沉积至关重要

- **半导体上游设备产业链丰富，薄膜沉积设备是基础。**薄膜沉积、光刻、刻蚀被视为半导体制造的三大核心设备，其中，薄膜沉积是基础，负责金属、介质以及半导体薄膜的制备。



数据来源：各公司官网，平安证券研究所



CONTENT
目录

一、半导体产业结构复杂，上游设备是关键

二、设备市场环境优越，国产化替代正当时

三、薄膜沉积颇具活力，CVD/PVD/ALD各司其职

四、国内厂商快速追赶，差异化竞争格局较为健康

五、投资建议与风险提示

2.1 机会所在-美国对华半导体制裁，设备国产化获大力支持

- **美国打压中国半导体产业，国内半导体产业链国产化趋势不断加深。**美国对华半导体管制已经从最初的针对某些特定公司扩大到对半导体整个行业的全面限制，半导体设备属于美国打压中国半导体产业的重要领域；美国的打压已经明牌，在国内半导体企业拿不到先进的上游资源时，国产化替代成为唯一选择。

◆ 近年海外对华半导体管制措施（部分）

管制措施推出时间	管制主要内容
2018年4月	美国商务部发布公告，在未来7年内禁止中兴通讯向美国企业购买敏感产品。
2019-2020年	2019年5月，华为及68家附属关联公司被美国列入“实体名单”；2020年5月，BIS限制华为购买使用美国技术、软件设计制造的半导体；2020年8月，BIS在实体清单中新增38家华为附属公司，并修订外国制造直接产品规则，进一步限制华为使用基于美国软件/技术生产的半导体。
2020年12月	中芯国际被纳入实体名单，对用于≤10nm技术节点的产品或技术，美国商务部采取“推定拒绝”的审批政策进行审核。
2022年7月	美国众议院通过《芯片与科学法案》，主要内容包括：（1）分5年提供527亿美元用于半导体制造激励计划、研发投资、税收抵免，其中美国芯片基金共500亿美元，390亿美元用于鼓励半导体制造企业，110亿美元补贴芯片研发；（2）法案授权在未来十年拨款2000亿美元增加关键领域科技研发的投资；（3）法案要求获得补贴的半导体企业未来10年内不得在中国大陆新建或扩建先进制程的半导体工厂。
2022年7月	美国半导体厂商收到美国商务部规定，要求不得向中国供应用于制造≤14nm芯片的设备。
2022年8月	BIS公告美国准备对EDA等四项技术实行出口管制。
2022年8月	美国通知英伟达向中国和俄罗斯出口A100和H100芯片需新的许可证要求。
2022年10月	BIS对中国进行超级计算机计算芯片和包含此类芯片的计算机商品加入CCL中；对受到许可证要求限制的外国生产项目的范围扩大到实体名单上中国境内的28家现有实体；针对≤18nm的DRAM、≥128层的NAND存储芯片增加了新的许可证要求；限制美国人员在没有许可证的情况下支持在某些位于中国的半导体制造“设施”研发和制造集成电路；将包括长江存储、中国科学院大学等科研院校在内的31家实体列入未经核实名单（UVL）。
2023年3月	美国商务部将浪潮集团、龙芯中科等公司列入实体名单。

数据来源：美国商务部，平安证券研究所

2.1 机会所在-美国对华半导体制裁，设备国产化获大力支持

- **自主可控重要性凸显，半导体产业得到大力扶持。**在美国对华半导体制裁的背景下，国家以及各地方政府从财政优惠、投融资环境、人才培养等多个维度连续出台了多项扶持政策，大力支持和引导半导体产业发展，推动国内半导体产业国产化稳步前行。

◆ 国家对半导体产业的支持政策（部分）

政策名称	发布时间	发布单位	主要内容
“十三五”国家科技创新规划	2016年8月	国务院	攻克14纳米刻蚀设备、薄膜设备、掺杂设备等高端制造装备及零部件，突破28纳米浸没式光刻机及核心部件，研制300毫米硅片等关键材料，研发14纳米逻辑与存储芯片成套工艺及相应系统封测技术，开展75纳米关键技术研究，形成28—14纳米装备、材料、工艺、封测等较完整的产业链，整体创新能力进入世界先进行列。
新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干措施	2020年8月	国务院	出台财税优惠政策、投融资政策、研究开发政策、人才政策、知识产权政策、市场应用政策、国际合作政策等方面的政策措施，大力支持高端芯片和各类软件的关键核心技术研发。
中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标刚要	2021年3月	全国两会	科技前沿领域攻关 ：集成电路设计工具、重点装备和高纯靶材等关键材料研发，集成电路先进工艺和绝缘栅双极性晶体管（IGBT）、MEMS等特色工艺突破，先进存储技术升级，碳化硅、氮化镓等宽紧带半导体发展。
上海市先进制造业发展“十四五”规划	2021年7月	上海市政府	集成电路实现14纳米先进工艺规模量产，5纳米刻蚀机、12英寸大硅片、国产CPU、5G芯片等技术产品打破垄断。
广东省制造业高质量发展“十四五”规划	2021年8月	广东省政府	着力突破核心电子元器件、高端通用芯片，提升高端电子元器件的制造工艺技术水平和可靠性，布局关键核心电子材料和电子信息制造装备研制项目，支持发展晶圆制造装备、芯片/器件封装装备3C自动化、智能化产线装备等。
“十四五”国家信息化规划	2021年12月	网信委	关键核心技术创新能力显著提升，集成电路、基础软件、装备材料、核心元器件等短板取得重大突破。
广州市半导体与集成电路产业发展行动计划（2022-2024年）	2022年3月	广州市工信局	（1）推动产业特色集聚发展。（2）提升高端芯片设计能力。（3）做大做强芯片制造业。（4）布局发展宽禁带半导体。（5）推动封装测试业高端化发展。（6）引进培育高端材料重点装备企业。（7）支持公共服务平台建设。（8）完善产业投融资环境。（9）强化应用需求牵引作用。（10）深化行业交流合作。
深圳市培育发展半导体与集成电路产业集群行动计划（2022-2025）	2022年6月	深圳市发改委	九大重点工程：（1）EDA工具软件培育工程；（2）材料装备配套工程；（3）高端芯片突破工程；（4）先进制造补链工程；（5）先进封测提升工程；（6）化合物半导体赶超工程；（7）产业平台强基工程；（8）人才引育聚力工程；（9）产业园区固基工程。

数据来源：政府官网，平安证券研究所

2.2 机会所在-国内半导体产业快速拓展，设备市场需求旺盛

- 在国家政策的大力支持下，国内半导体晶圆厂锁定成熟制程进行大幅扩建，晶圆代工厂（如中芯国际、华虹集团、晶合集成）、存储厂（如长江存储、长鑫存储）、IDM特色工艺厂（如士兰微、华润微）等是此次扩建的重要参与者。
- 在美国制裁的大背景下，产线设备自主可控至关重要，国内晶圆厂的大规模扩建对上游的国产设备产生巨大的增量市场需求。

◆ 国内在建/规划的晶圆厂（部分）

公司	工厂代号	地点	晶圆尺寸（英寸）	规划产能（万片/月）
中芯国际	SN2	上海	12	3.5
	B3	北京	12	20
	Fab16	深圳	12	4
	-	天津	12	10
	-	绍兴	12	10
华虹集团	华力八厂	上海	12	6
	华虹九厂	无锡	12	8
长江存储	Fab2	武汉	12	10
长鑫存储	-	合肥	12	24
士兰微	-	厦门	12	4
	-	杭州	8	3
晶合集成	Fab3	合肥	12	20

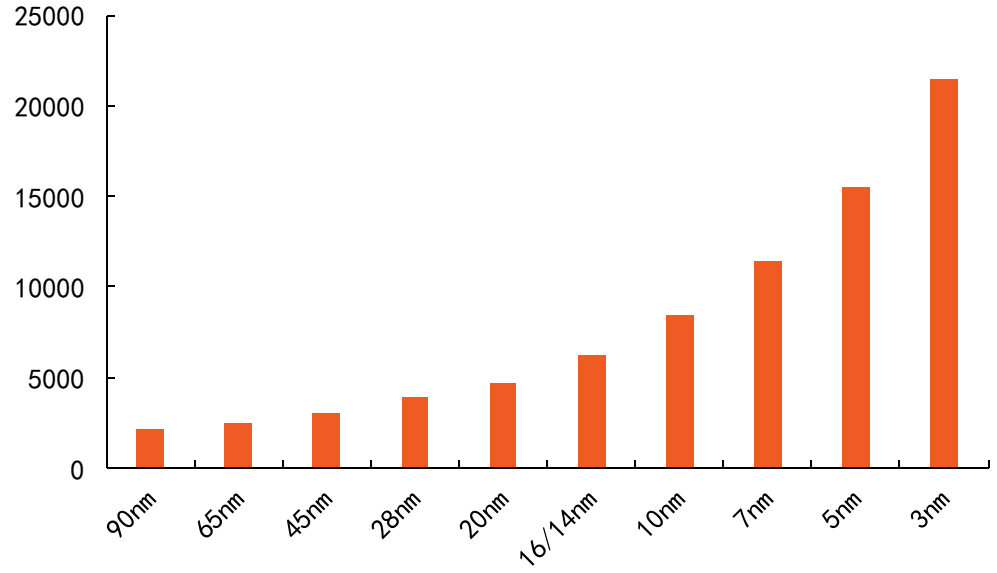
公司	工厂代号	地点	晶圆尺寸（英寸）	规划产能（万片/月）
台积电		南京	12	2
燕东微	-	北京	12	4
昇维旭	-	深圳	12	14
芯恩	-	青岛	12	4
	-	青岛	8	4
粤芯半导体	-	广州	12	12
捷捷微电	-	南通	12	5
积塔半导体	-	上海	12	5
	-	上海	8	6
卓胜微	-	无锡	6	1
鹏芯微	-	深圳	12	1
荣芯半导体		淮安	12	4

数据来源：各公司公告，平安证券研究所

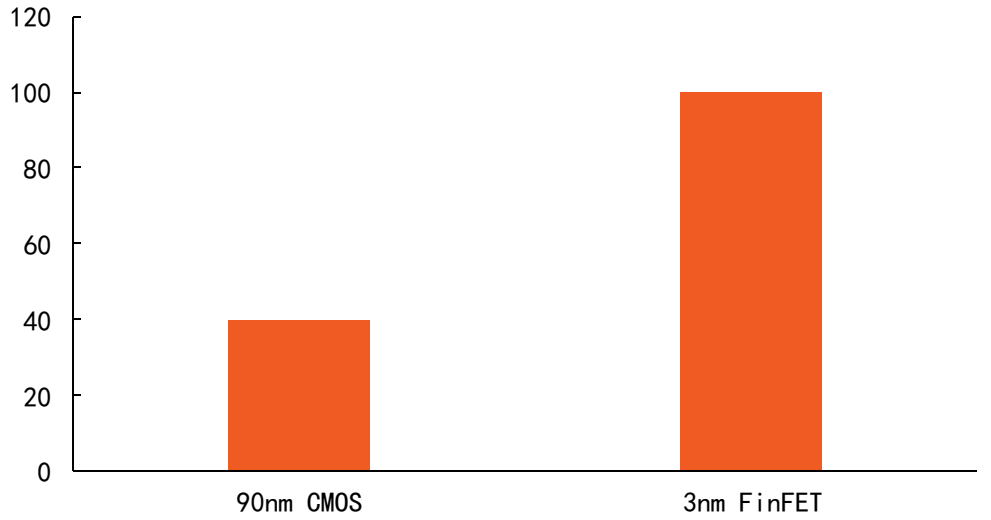
2.3 机会所在-技术工艺进步为薄膜沉积设备带来增量市场

- **半导体工艺制程进步，产线设备投资额大幅增长。**以5万片产能为例，90nm产线的设备投资额约21.34亿美元，20nm产线的设备投资额约47.46亿美元，涨幅122%。
- **薄膜沉积设备是半导体产线的三大核心设备之一，其市场规模也将随着工艺制程的进步不断增长。**随着集成电路制造工艺不断向更先进的制程发展，单位面积集成的电路规模不断扩大，芯片内部立体结构日趋复杂，所需要的薄膜层数越来越多，对薄膜沉积设备的数量需求也水涨船高：90nm制程的CMOS产线大约有40道薄膜沉积工序，对应的薄膜材料种类约6种，而在3nm制程的FinFET产线中，薄膜沉积工艺增加到100道，涉及的薄膜沉积材料近20种，薄膜层数增长对沉积设备带来大量需求。

◆ 产能5万片对应的设备投资额（百万美元）



◆ 不同工艺制程对应的薄膜沉积工序数量（道）

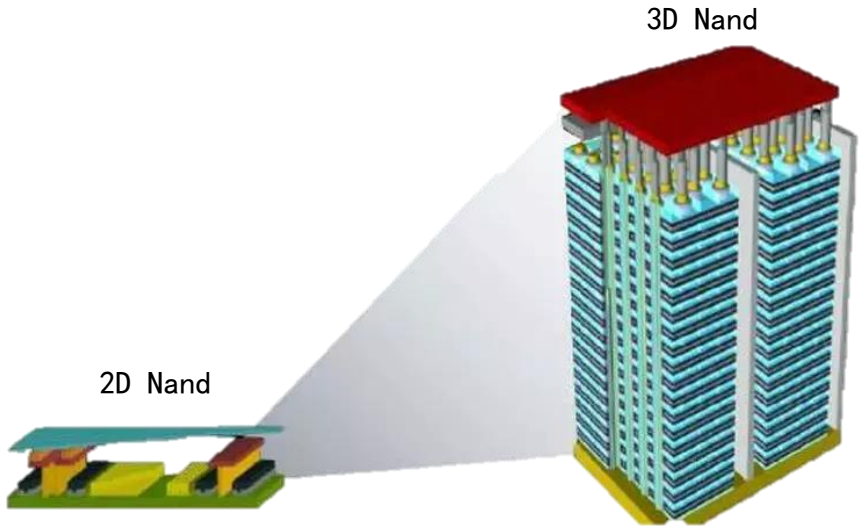


数据来源：中芯国际公告，拓荆科技招股说明书，平安证券研究所

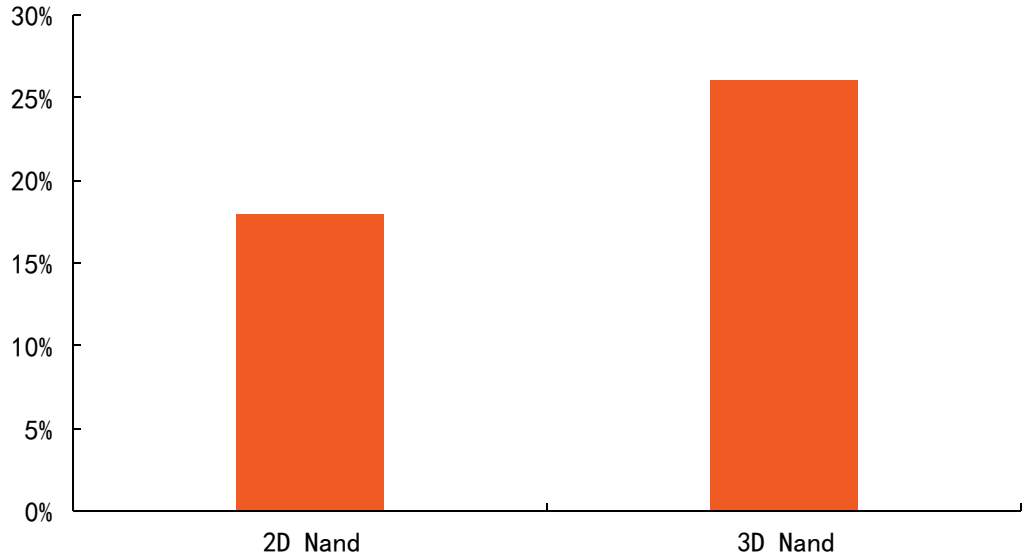
2.3 机会所在-技术工艺进步为薄膜沉积设备带来增量市场

- **Flash存储芯片结构从2D Nand发展到3D Nand，结构越发复杂化，导致存储芯片的制造对薄膜沉积设备的需求量快速增长。**（1）3D Nand的多层垂直堆叠结构赋予其更高的存储密度，是Flash存储芯片演进的必然趋势，国际龙头厂商的3D Nand芯片已经到突破200层以上，层数越多，对设备的需求量越大；（2）2D时代，薄膜沉积设备占Flash芯片产线资本开支的比例约为18%，进入3D时代，该比例增长到26%，未来随着3D Nand Flash芯片内部层数的进一步增加，存储芯片产线对薄膜沉积设备的需求也将随之持续提升。

◆ 2D Nand、3D Nand芯片结构图



◆ 薄膜沉积设备占Flash芯片产线资本开支的比例（%）



数据来源：拓荆科技招股说明书，平安证券研究所



CONTENT
目录

一、半导体产业结构复杂，上游设备是关键

二、设备市场环境优越，国产化替代正当时

三、薄膜沉积颇具活力，CVD/PVD/ALD各司其职

四、国内厂商快速追赶，差异化竞争格局较为健康

五、投资建议与风险提示

3 薄膜沉积工艺拆解

- 目前主流的薄膜沉积设备有物理气相沉积（PVD）、化学气相沉积（CVD）、原子层沉积（ALD）。三种薄膜沉积工艺在沉积原理、沉积材料、适用膜层及工艺等方面存在明显差异，如PVD完全是物理反应，CVD涉及到气相化学反应，ALD则是一种特殊的CVD，通过脉冲反应实现单原子层级沉积精度，三者凭借各自的特性搭配完成集成电路制造流程中的薄膜沉积。

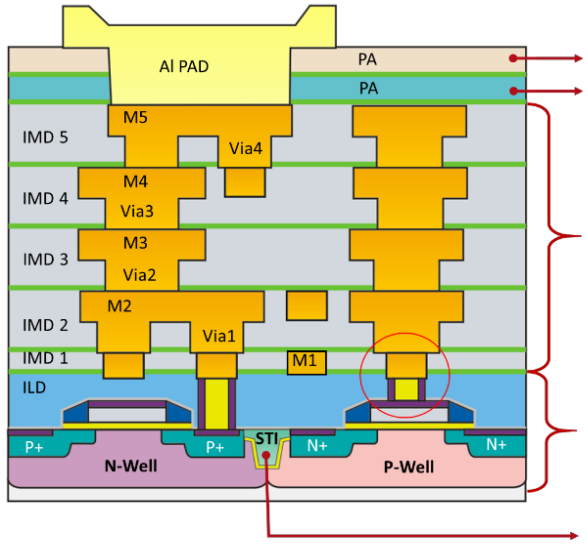


数据来源：平安证券研究所

3 薄膜沉积工艺在逻辑、存储芯片中的应用详解

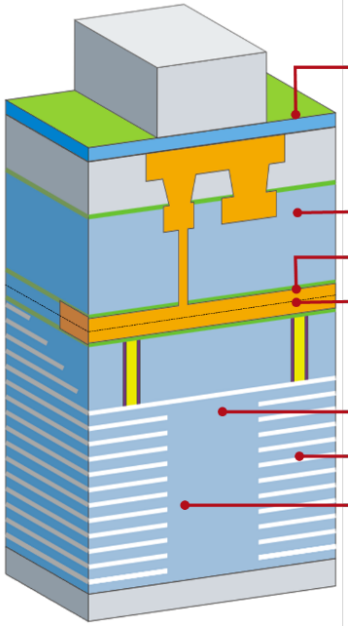
- 薄膜沉积是整个半导体制造行业的基础工艺，广泛应用于逻辑、存储芯片的制造过程中，包括器件内各种金属层、介质层、钝化层、阻挡层、硬掩膜、自对准双重成像以及部分半导体膜的制备都属于薄膜沉积工艺范畴。
- 分类来看：PVD主要负责金属膜层的沉积；CVD种类众多，主要负责各种介质膜层以及半导体膜层的沉积；ALD具备优异的膜厚控制、台阶覆盖以及填孔能力，在28nm以下的先进制程中发挥举足轻重的作用，主要应用在SADP、HKMG等工艺中。

◆ 逻辑芯片结构中薄膜沉积工艺的应用详解



- 钝化层：**PECVD** SiN
- 钝化层：**PECVD** PSG, TEOS; **HDPCVD** SiO_2
- 金属层间介质层：**PECVD** TEOS, FSG, Lok I, Lok II; **UV Cure**
- 扩散阻挡层：**PECVD** SiN, ADC I, ADC II; **ALD** AlN, AlO_x
- 金属层：**CVD** Co
- 硬掩膜：**PECVD** ACHM, WDC, WBC
- 抗反射涂层：**PECVD** SiON, SiOC, TEOS, SiO_2, SiCN, α-Si, SiN
- 应变硅：**PECVD** HTN; **UV-Cure**
- 高介电常数金属闸极：**ALD** TiN, TaN, TiAl, TiSiN, HfO_x, LaO_x, FFW
- 自对准双重成像：**ALD** SiO_2, SiN, TiO_2, AlO_x
- 层间介质层：**PECVD** TEOS; **HDPCVD** SiO_2, PSG; **SACVD** SiO_2
- 浅沟槽隔离：**HDPCVD**, **SACVD**, **Flowable CVD** SiO_2

◆ 存储芯片结构中薄膜沉积工艺的应用详解



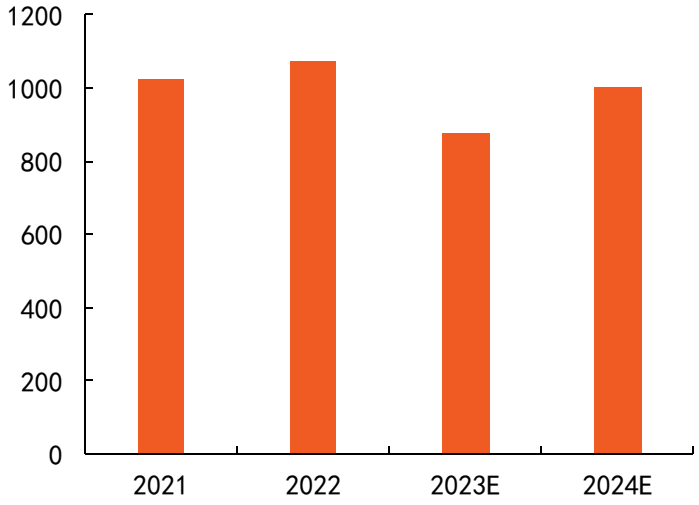
- 钝化层：**PECVD** SiN; **HDPCVD** SiO_2
- 硬掩膜：**PECVD** ACHM, SiO_2, SiN; **ALD** SiO_2, SiN
- 浅沟槽隔离：**SACVD** SiO_2
- 介电材料层：**PECVD** TEOS, FSG, LoK I, Lok II; **UV Cure**
- 扩散阻挡层：**PECVD** SiN, ADC I
- 晶圆混合键合：**Wafer to Wafer Hybrid Bonding**
- 抗反射涂层：**PECVD** SiON, SiOC, ACHM, TEOS, α-Si, SiN
- 沟道接孔：**ALD** SiO_2, TiN, AlOx
- ONON叠层：**PECVD** ONON
- 层间介质层：**PECVD** TEOS; **HDPCVD** SiO_2; **ALD** SiO_2
- 自对准双重成像：**ALD** SiO_2
- 应力技术：**PECVD** Backside SiO_2, SiN

数据来源：拓荆科技公告，平安证券研究所

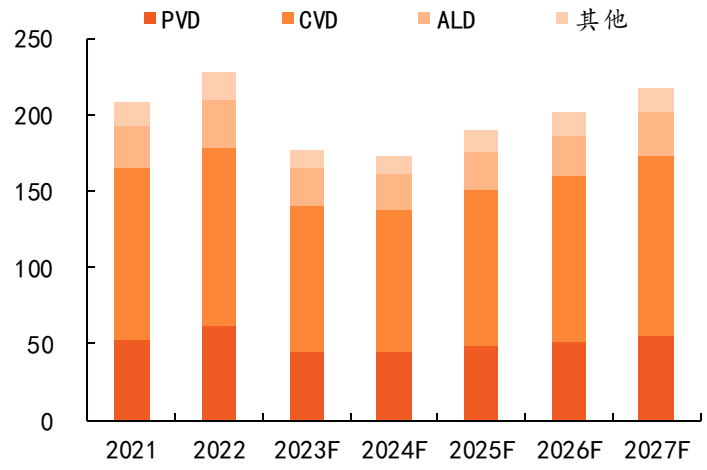
3 薄膜沉积设备市场规模

- 根据SEMI数据，预计2023年全球半导体设备市场规模约874亿美元；根据Gartner数据，预计2023年PVD、CVD、ALD设备的全球市场规模分别为45.0亿美元、95.5亿美元、24.0亿美元，假设国内占比约30%（依据：2022年中国大陆半导体设备市场占全球市场的比例为26.3%，乐观估计国内薄膜沉积设备的全球市占比约30%），简单计算可得2023年PVD、CVD、ALD设备的国内市场规模预计分别为13.5亿美元、28.6亿美元、7.2亿美元。

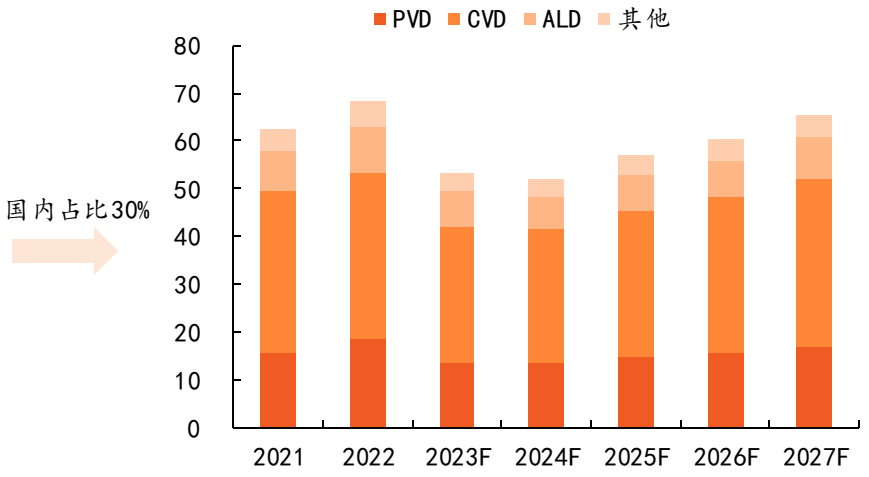
◆ 全球半导体设备市场（亿美元）



◆ 全球薄膜沉积设备市场规模及组成（亿美元）



◆ 国内薄膜沉积设备市场规模及组成（亿美元）

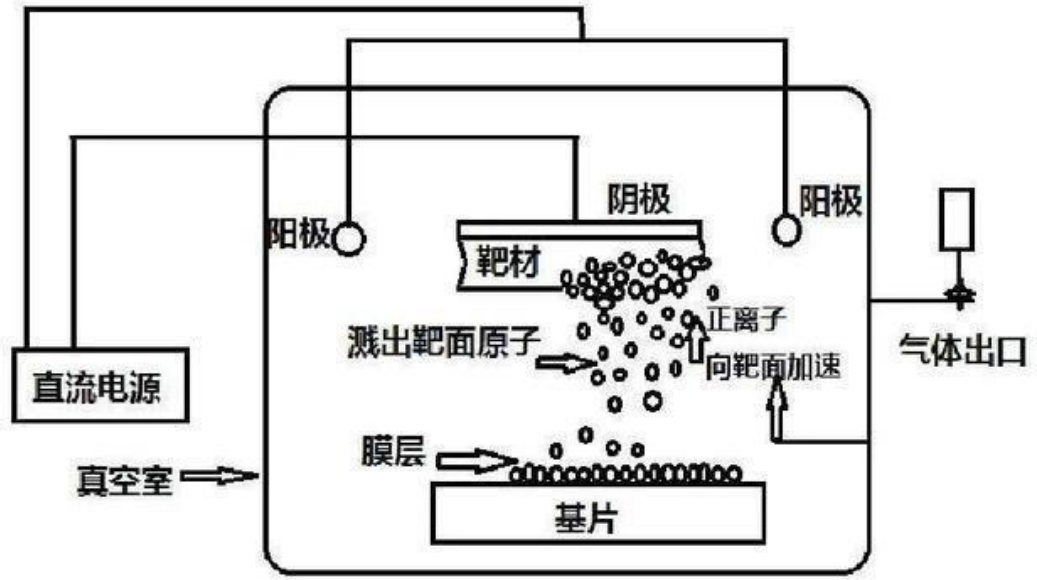


数据来源：SEMI，Gartner，平安证券研究所

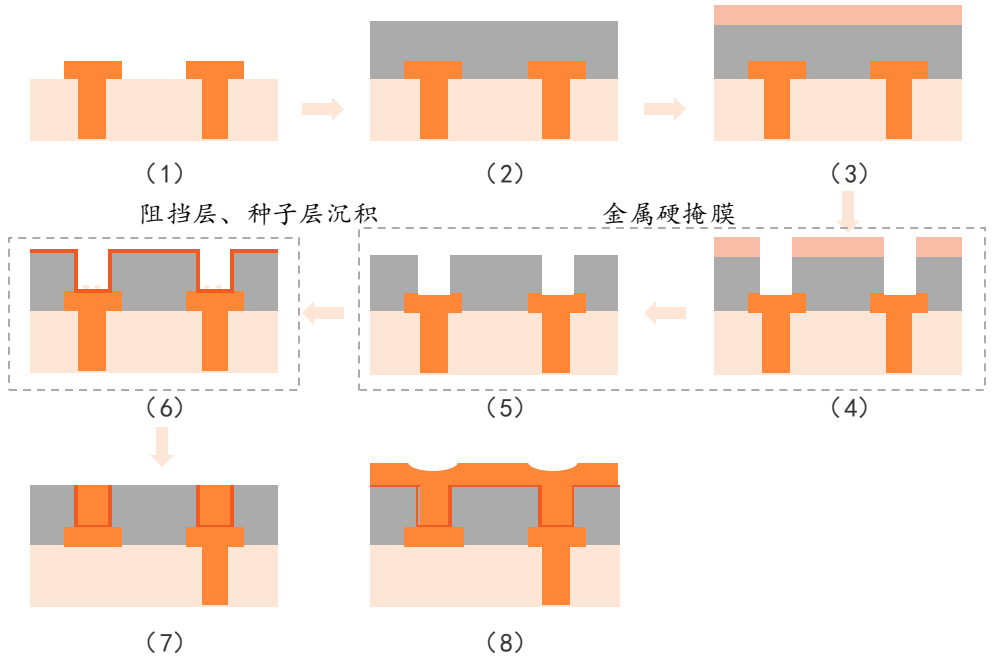
3.1 PVD：原理及用途

- **PVD是通过溅射或蒸发待镀材料产生金属蒸汽，之后在晶圆表面冷凝成膜的薄膜沉积工艺。PVD工艺过程中，仅材料形态发生改变，不涉及化学反应，属于纯粹的物理变化。**
- 半导体制造全过程中，PVD是沉积超纯金属、过渡金属氮化物薄膜必不可少的关键工艺，在Al pad（与PCB键合的焊盘）、金属硬掩膜（常用TiN）、Cu阻挡层（常用TaN，功能为防止Cu扩散）、Cu籽晶层（常用纯Cu或Cu合金，作为后续电镀工艺的种子层）等工艺段得到广泛应用。

◆ PVD设备结构图（磁控溅射）



◆ 金属硬掩膜、Cu互联示意图

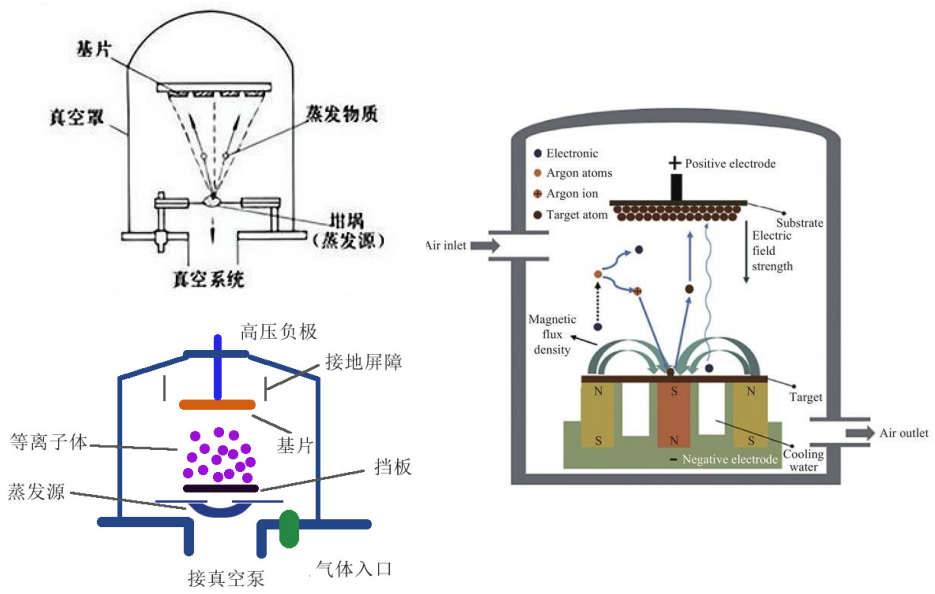


数据来源：AMAT官网，北方华创官网，平安证券研究所

3.1 PVD：分类及对比

- PVD主要分为三大类：真空蒸镀、溅射镀膜、离子镀。1）真空蒸镀：高真空条件下加热待镀材料至气化并在基板上沉积薄膜的过程；2）溅射镀膜：气体放电产生的气体离子高速轰击靶材表面，靶材原子被击出并在基板表面成膜的过程；3）离子镀：真空蒸镀和溅射镀膜的结合体，待镀材料气化后在放电空间部分电离，之后待镀离子被电极吸引至基板沉积成膜。
- 真空蒸镀粒子能量温和，膜层附着力、致密性较低，目前是OLED面板的主流工艺，半导体中应用不多；磁控溅射是应用最为广泛的PVD镀膜技术，其利用磁场对电子进行约束，离子密度大幅提升，镀膜速率快，按照溅射源不同，磁控溅射又分为直流溅射、中频溅射和射频溅射，直流溅射一般应用于金属靶，射频溅射则是金属靶和陶瓷靶均可；离子镀兼具蒸镀、溅射的优点，无需高纯靶材，但装置操作较复杂，目前应用范围不是很广泛。

◆ 三种PVD镀膜技术示意图



◆ PVD分类及对比

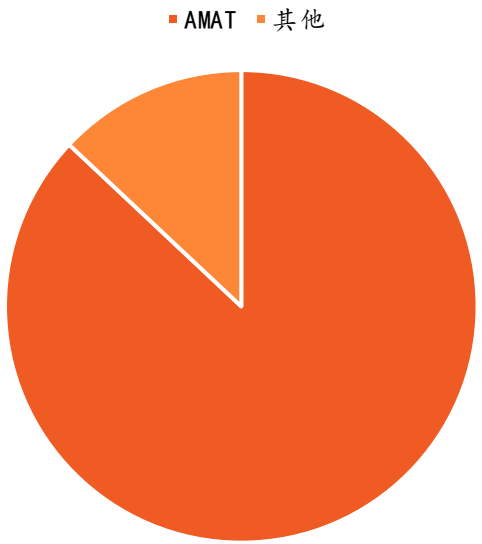
	真空蒸镀	溅射镀膜	离子镀
压强（Torr）	10^{-5}-10^{-6}	0.15-0.02	0.02-0.005
能量（eV）	0.1-1	1-10	0.1-1
镀膜速率（um/min）	0.1-70	0.01-50	0.1-50
绕射性	★	★★	★★★
附着能力	★	★★	★★★
薄膜致密性	★	★★★	★★★
内应力	拉应力	压应力	压应力

数据来源：华经产业研究院，平安证券研究所

3.1 PVD：市场格局

- **PVD设备市场垄断性极强，AMAT是全球范围内绝对的龙头，2020年，AMAT的PVD设备全球市占率高达87%；**此外，日本Ulvac、瑞士Evatec等公司也有较强的竞争力。
- **北方华创是国内PVD设备的领导者，产品广泛应用到集成电路、先进封装、MEMS、功率器件、LED等领域。**北方华创突破了溅射源设计技术、等离子产生与控制技术、颗粒控制技术、腔室设计与仿真模拟技术、软件控制技术等PVD系列核心技术，建立了具有自主知识产权的核心技术优势，并成功进入国际供应链体系；公司PVD领域的代表产品包括：eVictor AX30 Al pad PVD系统、exiTin H630 TiN金属硬掩膜PVD系统、eVictor GX20系列通用溅射系统、Polaris G620系列通用溅射系统、Polaris T系列硅通孔物理气相沉积系统等。

◆ PVD设备市场格局@2020



◆ 北方华创PVD设备代表产品

eVictor AX30 Al pad PVD



exiTin H630 TiN金属硬掩膜PVD系统



eVictor GX20系列通用溅射系统



Polaris G620系列通用溅射系统

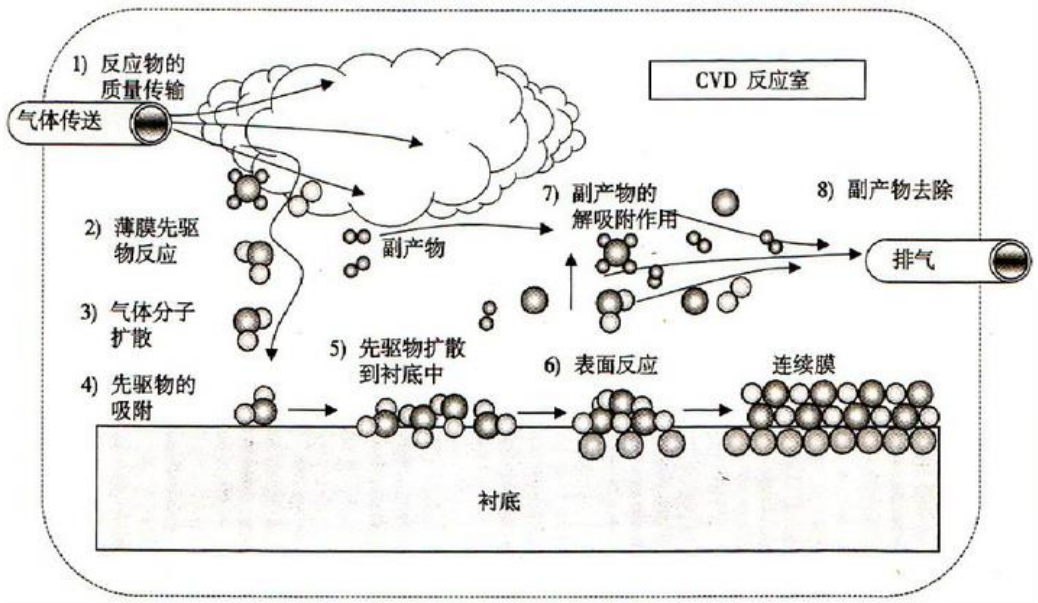


数据来源：华经产业研究院，Gartner，各公司官网，平安证券研究所

3.2 CVD：原理

- **CVD是通过气相化学反应在基体表面沉积固体薄膜的镀膜工艺，属于化学反应。**CVD反应前体一般为硅烷、磷烷、硼烷、氨气、氧气等气体原料，生成物一般为氮化物、氧化物、氮氧化物、碳化物、多晶硅等固体薄膜，反应条件一般为高温、高压、等离子体等。
- CVD成膜工艺一般包括八个步骤：1）反应气体传输至沉积区；2）膜先驱物形成；3）膜先驱物扩散至基体表面；4）膜先驱物粘附；5）膜先驱物向膜生长区域扩散；6）表面化学反应，膜沉淀并逐渐生长，最终形成连续膜，同时生成副产物；7）副产物从基体表面移除；8）副产物从反应腔移除。

◆ CVD传输及反应步骤图



◆ 常见的几种CVD反应

介质层：$SiH_4+O_2 \rightarrow SiO_2+H_2O$

$SiH_2Cl+NH_3 \rightarrow Si_3N_4+HCl+NH_4Cl+H_2$

导电层：$SiH_4 \rightarrow Si+H_2$

$WF_6+SiH_4 \rightarrow WSix+SiF_4+H_2$

PSG：$SiH_4+PH_3++N_2O+O_2 \rightarrow P_2O_5+SiO_2+N_2+H_2$

GaN：$TMGa+NH_3 \rightarrow GaN$

数据来源：化工仪器网，平安证券研究所

3.2 CVD：分类及对比

- **PECVD凭借其温和的反应条件和各项薄膜沉积性能较为全面的优势，在半导体制造过程中得到广泛应用。**
- 随着工艺制程不断进步，沟槽、深孔填充等需求催生了新的CVD技术：HDPCVD是PECVD的一种，能同时进行沉积和刻蚀，具备优秀的高深宽比间隙填充能力；SACVD的高压环境能缩小分子自由程，通过臭氧在高温下形成的高活性氧自由基增加分子间的碰撞，实现优秀的填孔能力，这两种设备的未来潜力较大。

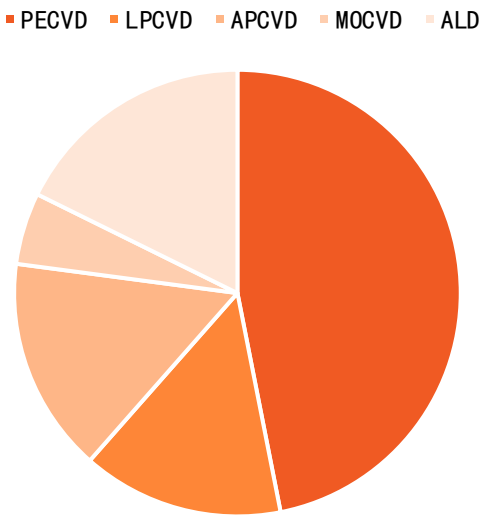
趋于落后		应用广泛		潜力颇大	
APCVD	LPCVD	PECVD	HDPCVD	SACVD	MOCVD
➢ 反应环境：常压，约400~500℃。	➢ 反应环境：1/1000大气压级，约500~900℃。	➢ 反应环境：等离子体增强，约200~500℃。	➢ 反应环境：高密度等离子体。	➢ 反应环境：次常压。	➢ 反应环境：常压或低压，约500~1500℃。
➢ 适用范围：um制程，通常用于沉积厚介质层。	➢ 适用范围：SiO_2、SiON、Si_3N_4、多晶硅等薄膜。	➢ 适用范围：广泛应用于各种制程，制备各种薄膜。	➢ 适用范围：填孔，沉积USG、FSG、PSG等薄膜。	➢ 适用范围：STI、ILD等工艺，沉积BPSG、SAF等薄膜。	➢ 适用范围：制备半导体材料，如GaN。
➢ 特点：反应简单，沉积速度快；易产生杂质，台阶覆盖性较差。	➢ 特点：克服了APCVD杂质的问题，台阶覆盖能力较强，填孔能力有限。	➢ 特点：低温制程，各项薄膜沉积能力较为全面，被广泛应用。	➢ 特点：同时发生薄膜沉积和刻蚀，填孔能力优秀，薄膜致密度高，杂质少。	➢ 特点：高压缩小分子自由程，臭氧在高温下产生氧自由基，实现优秀的填孔充能力。	

数据来源：华经情报网，平安证券研究所

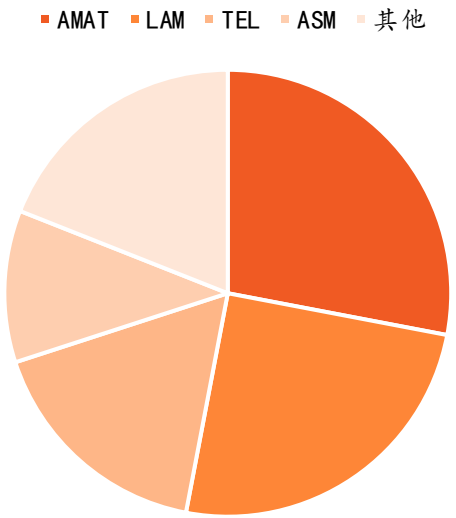
3.2 CVD：竞争格局及国内代表企业

- 从各类CVD设备的市占比角度看，PECVD（含HDP CVD）市占比最高，达到46.9%，LPCVD、APCVD也占据一席之地，合计市占比约30.2%，上述三者是最通用的CVD设备；ALD是CVD的一种特殊形式，后续专门展开详解。
- 从市场竞争格局角度看，CVD设备垄断性较强，AMAT、LAM、TEL是全球CVD市场的主要供应商，2020年三者在全球CVD市场中的市占比合计达到70%，这些公司起步早、积累深，先发优势明显，综合竞争力强。
- **国内厂商也在发力，主流CVD设备类型均有所覆盖，但总体竞争力有待进一步提升。**北方华创、拓荆科技、中微公司在APCVD、LPCVD、PECVD、SACVD、MOCVD领域已经有所突破，并有部分产品成功出货至下游晶圆厂，但国内公司起步较晚，在技术及客户积累方面与国外巨头相比仍有明显差距。

◆ CVD设备的市场结构@2020



◆ CVD设备市场竞争格局@2020



◆ 国内CVD设备公司及主要产品

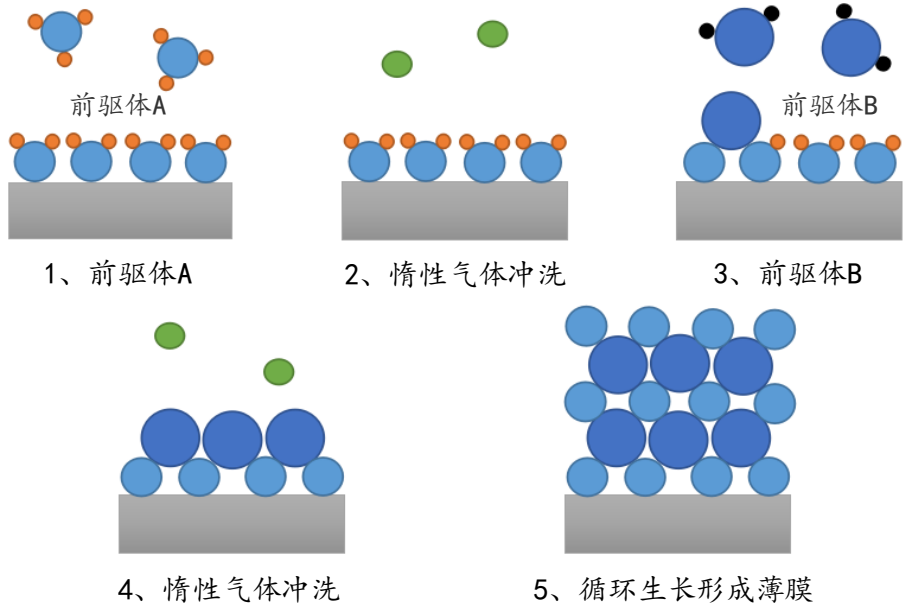
	北方华创	拓荆科技	中微公司
产品类型	APCVD、LPCVD	PECVD、SACVD	MOCVD
产品型号	HORIS L6371、SES630A、THEORIS 302	PF-300T、PF-200T、NF-300H	Prismo D-Blue、Prismo A7、Prismo HiT3
产品图			

数据来源：华经产业研究院，安证券研究所

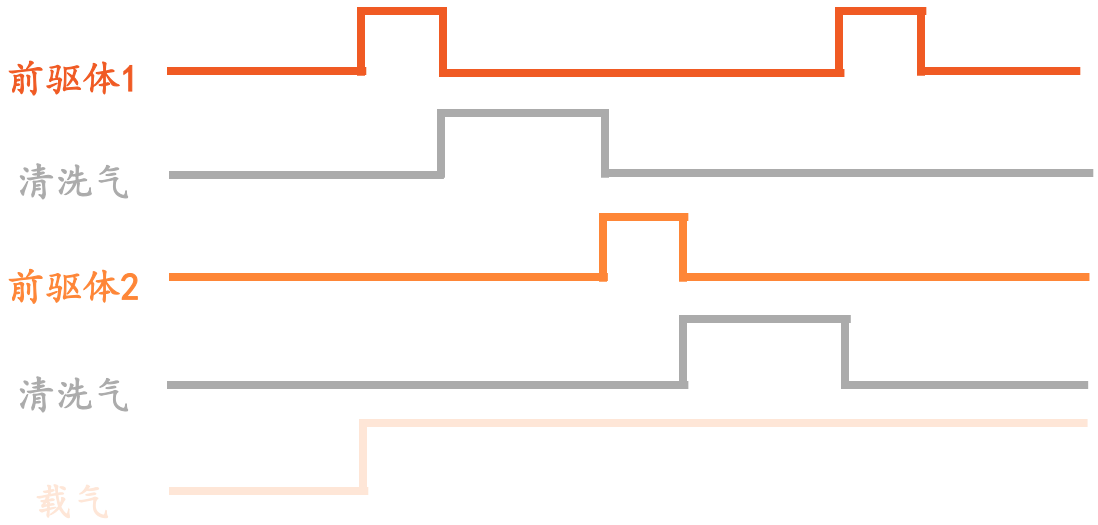
3.3 ALD：原理

- **ALD是一种以单原子膜形式逐层沉积在基底上的镀膜方法，是化学气相沉积的一种特殊形式。**
- ALD的原理为气相前驱体脉冲交替通入反应器并在基底表面以单原子层的模式逐层成膜，反应步骤包括：1）前驱体A进入反应室并吸附在基体表面；2）惰性气体冲洗反应室，将剩余的前驱体A清洗干净；3）前驱体B进入反应室并吸附在基体表面，与前驱体A发生化学反应，生成目标薄膜；4）惰性气体冲洗反应室，将化学反应生成的副产物清除出反应室，完成一次原子层薄膜沉积。如此循环往复，即可实现单位原子层级的薄膜沉积。

◆ ALD原理示意图



◆ ALD反应气&清洗气脉冲节奏图

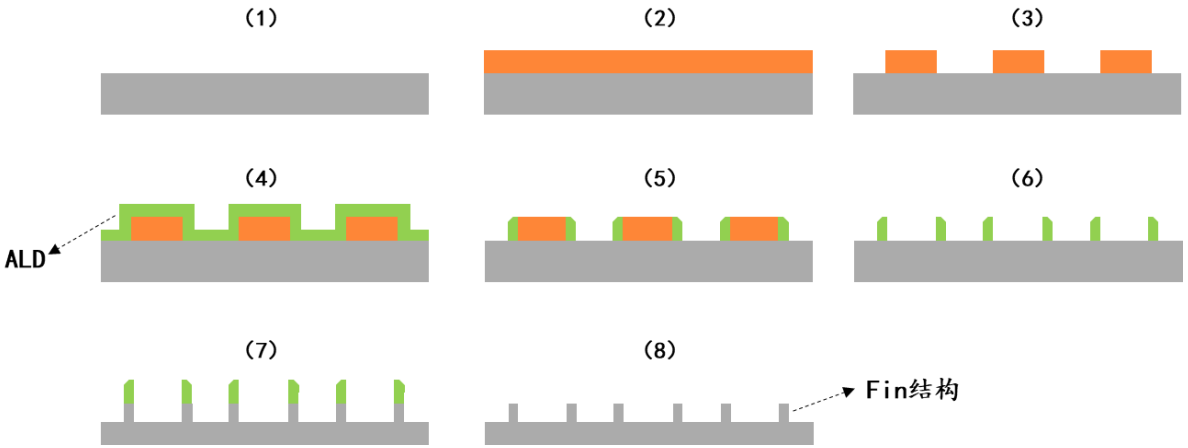


数据来源：微导纳米招股说明书，平安证券研究所

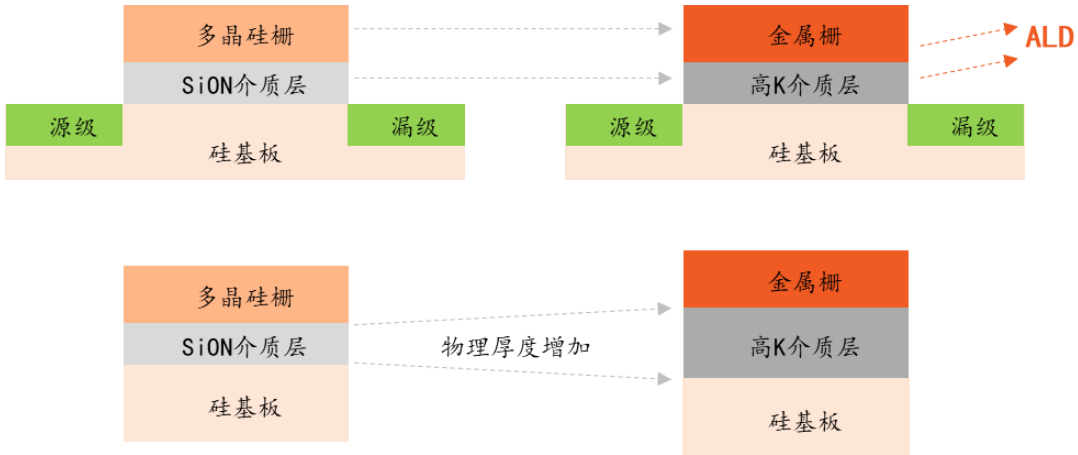
3.3 ALD：镀膜特点及适用工艺

- **ALD具备精准的膜厚控制能力，沉积薄膜的厚度均匀性和一致性极为优秀，且其台阶覆盖能力非常强大，适合深槽结构中的薄膜生长。**
- ALD在SADP、HKMG、金属铜互联扩散阻挡层等多道工艺中发挥重要作用。1）SADP（自对准双重成像技术）工艺，是先进制程中用于制造FinFET中Fin结构的关键技术，该技术利用Spacer层在心轴图案边缘覆盖的侧壁图形作硬掩膜实现空间倍频的效果，因此Spacer层对新轴图案的覆盖形貌及厚度决定了Fin结构的宽度，而ALD精准强大的膜厚控制能力是该技术的核心。2）HKMG技术（高K金属栅工艺），高K介质层是解决晶体管尺寸缩小时产生的漏电及杂质扩散问题的关键技术，HfO_2是目前最普遍的选择，ALD是其最佳的制备工艺，且Hf元素与多晶硅栅容易发生化学反应，兼容性不佳，因此金属栅技术应运而出（ALD工艺），HKMG技术已经成为28nm及以下制程中的主流技术，ALD是其制备工艺。3）此外，ALD在金属铜互联扩散阻挡层等技术中也有广泛应用。

◆ SADP技术示意图



◆ HKMG技术示意图

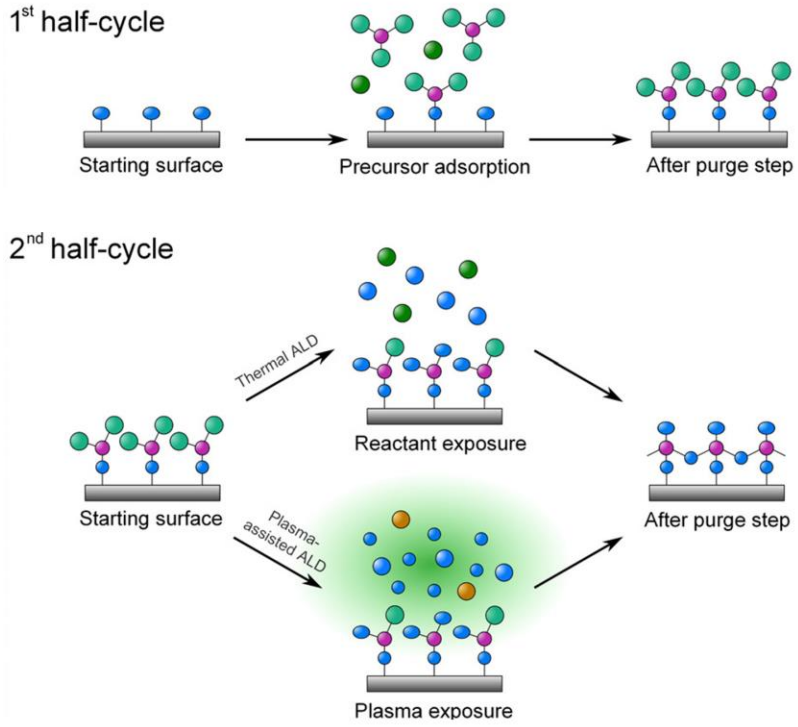


数据来源：平安证券研究所

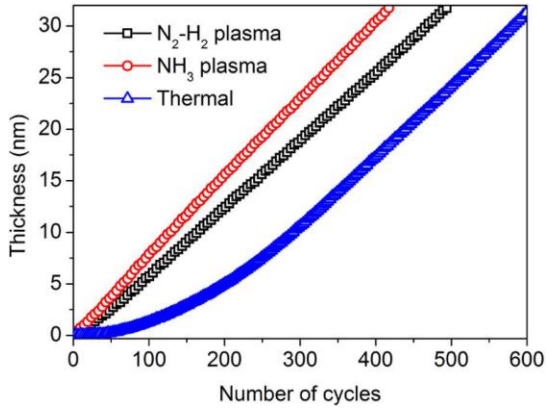
3.3 ALD：分类及趋势

- **根据化学反应能量源的不同，ALD分为TALD（热原子层沉积）和PEALD（等离子体增强原子层沉积）。**TALD是利用热能使前驱体吸附在基体表面并发生后续化学反应，设备结构简单，但工艺温度较高、沉积速率较慢；PEALD则是利用等离子体增强反应活性，可在较低温度下实现较快的薄膜沉积速度，并可有效拓宽ALD的温度窗口以及沉积薄膜的种类。
- 从工艺流程来看，TALD和PEALD的前半段流程类似，都是前驱体A的吸附和清洗，但后半段流程中，PEALD使用含有各种高活性粒子的等离子体B*代替TALD的前驱体B与前驱体A反应，薄膜沉积速度得到大幅提升，膜层质量也有所改善。

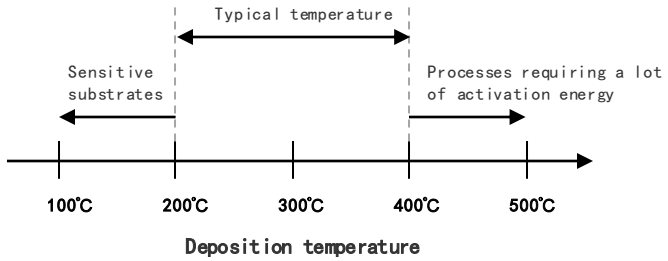
◆ TALD和PEALD工艺流程对比



◆ TALD和PEALD沉积速率对比



◆ ALD工艺温度窗口拓展

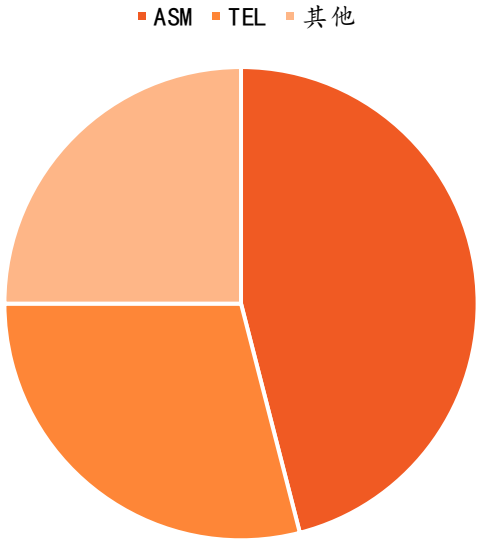


数据来源：Journal of Vacuum Science&Technology A，平安证券研究所

3.3 ALD：竞争格局

- **ASM是全球最大的ALD设备厂商，2021年在全球ALD市场中的市占率达到46%，TEL紧随其后，市占率为29%，两家厂商市占率合计达到75%，垄断性强。**
- 国内ALD厂商有微导纳米、拓荆科技、北方华创等，布局较为全面，发展势头较为迅猛，但起步较晚，综合竞争力与国外龙头厂商仍存在较大差距。（1）微导纳米：主营产品为ALD设备，覆盖光伏、半导体等领域，产品类别丰富，多款产品在高K介质、钝化层等领域已进行产业化应用或验证，综合水平国内领先；（2）拓荆科技：PEALD步伐较快，已实现产业化应用，适配55-14nm逻辑芯片制造工艺需求，可沉积SiO、SiN等介质薄膜，产生了规模较为可观的营收，TALD出货至客户进行验证，可沉积Al_2O_3等金属氧化物薄膜；（3）北方华创、盛美上海在ALD领域也都有所布局，产品处于产业化应用或验证阶段。总体来讲，国内ALD设备厂商大都处于起步阶段，技术水准、营收规模、市场占比等与国际领先企业相比尚有较大的提升空间。

◆ ALD设备市场格局@2021



◆ 国内ALD设备公司及主要产品

	微导纳米	拓荆科技	北方华创
产品类型	TALD、PEALD	TALD、PEALD	TALD、PEALD
产品型号	P系列、QL系列、Dragon系列；KF系列、ZR系列、XH系列等	FT-300T、FT-300H	Polaris系列
产品图			

数据来源：Gartner，各公司官网，平安证券研究所



CONTENT
目录

- 一、半导体产业结构复杂，上游设备是关键
- 二、设备市场环境优越，国产化替代正当时
- 三、薄膜沉积颇具活力，CVD/PVD/ALD各司其职
- 四、国内厂商快速追赶，差异化竞争格局较为健康
- 五、投资建议与风险提示

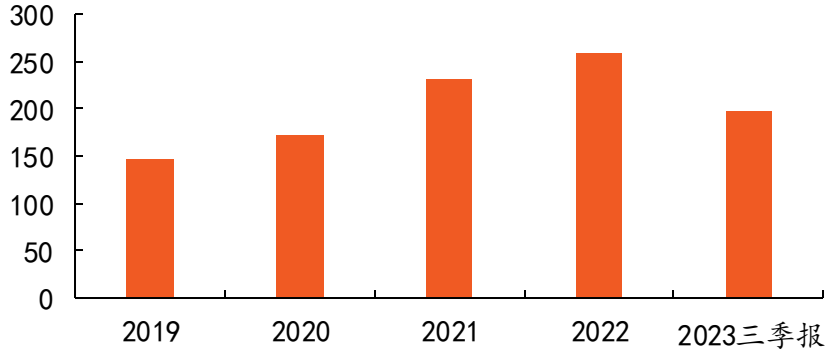
4.1 AMAT-全球半导体设备巨头企业

- 公司是全球领先的泛半导体设备平台型公司，近乎拥有全系列的半导体制造设备，包括薄膜沉积、刻蚀、离子注入、量测、CMP等等，且产品在半导体、显示、太阳能、卷对卷等诸多领域均有大量应用。公司在PVD领域垄断性强，2021年全球市占率高达87%；公司CVD设备行业领先，2020年市占率28%。
- 业绩方面，2019-2022财年公司营收从146.08亿美元增长到257.85亿美元，CAGR为20.85%，2023财年三季报，公司营收为197.94亿美元，同比增长3.98%；净利润方面，公司2019-2022财年归母净利润从27.06亿美元增长到65.25亿美元，CAGR为34.10%，2023财年三季报公司归母净利润为48.52亿美元，同比下降1.66%。公司营收体量、盈利能力远超国内同类企业，是名副其实的全球半导体设备巨头。

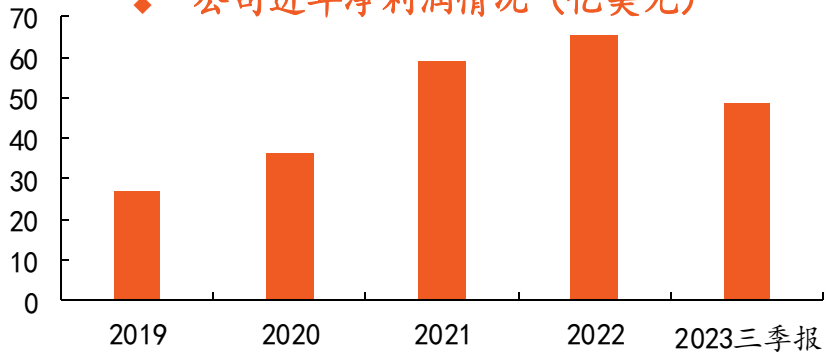
◆ 公司业务覆盖范围及产品技术能力

领域	技术能力	代表产品
半导体	PVD、CVD、ALD、离子注入、刻蚀、测量与检测、CMP、ECD、化合物半导体、外延生长、快速热处理、MEMS、功率、模拟、Pattern Shaping、光掩膜	Axcela PVD、Charger UBM PVD、Centura DXZ CVD、Producer Celera PECVD、Centura Ultima HDP CVD、Olympia ALD、Nokota ECD、Reflection LK Prime CMP、Centura Sym3 Y刻蚀系统、Centura Etch、Centura Epi 200mm、VIISta 900XP、Aera4掩膜检测、Scu图案塑形系统、Centura DPN HD
显示	Array Test、CVD、PVD、eBeam Review	AKT电子束阵列测试、AKT 55KS PECVD系统、AKT-PECVD设备（非晶硅）、AKT-PX PECVD、AKT电子束检视、AKT New Aristo Full Dynamic PVD、AKT-PiVot 25PX PVD、AKT-PiVoT DT PVD
Roll-to-Roll	Metal and oxide barrier films、Color shifting and holographic、In-chamber patterned metal layers、多层沉积系统	Applied SmartWeb、Applied TopBeam 2450/2850系统、Applied TopCoil系统、Applied TopMet Clear系统、Applied TopMet系统、Applied TopBeam 1100系统、Applied TopMet IP系统、Applied SmartWeb WF系统
太阳能	Wafer Inspectiong、Metrology、Screen Pringting	Vericell Solar Wafer Inspection System、Botticelli LED Solar Simulator、Tempo Presto、Sonetto Shingling

◆ 公司近年收入情况（亿美元）



◆ 公司近年净利润情况（亿美元）



数据来源：iFind，公司官网，平安证券研究所

4.2 TEL-全球领先的半导体设备平台型企业

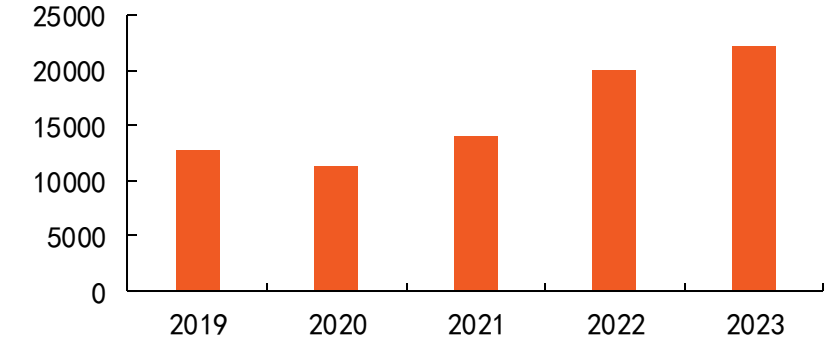
- 公司是全球领先的半导体设备平台型企业，在涂布显影、薄膜沉积（CVD、ALD、PVD）、刻蚀、清洗、检测等方面有丰富的产品类别。涂胶显影设备，TEL近乎处于垄断地位；刻蚀设备，公司也占据不菲的市场份额；ALD设备，2021年公司全球市占率29%；CVD设备，2020年公司市占率17%。
- 业绩方面，2019-2023财年公司收入从12782亿日元增长到22090亿日元，CAGR为14.66%，净利润从2482亿日元增长到4715亿日元，CAGR为17.40%，公司业绩总体呈现增长态势。

◆ 公司产品类别及代表产品

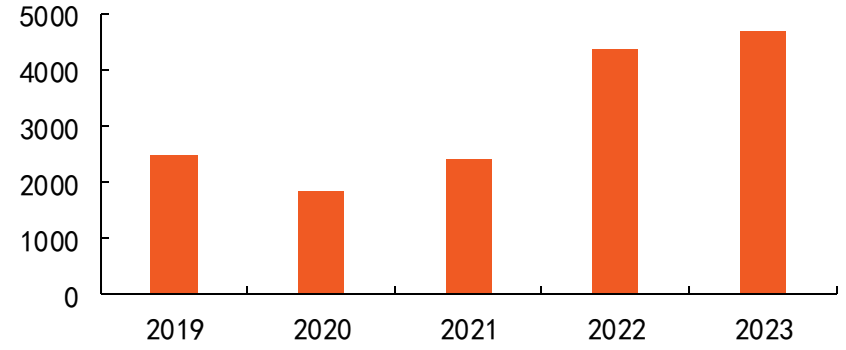
领域	产品类别
涂布、显影	**Clean Track™ LITHIUS Pro™ AP**、**Clean Track™ LITHIUS Pro™ Z**、Clean Track™ LITHIUS Pro™ V/V-i、Clean Track™ LITHIUS Pro™/-i、Clean Track™ LITHIUS™/i+、Clean Track™ ACT™12/12 SOD、Clean Track™ ACT™8/8 SOD、Clean Track™ ACT™M
刻蚀	**Episode™ UL**、**Tactra™**、**Certas LEAGA™**、UNITY™ Me+
热处理	**TELINDY PLUS™**、TELFORMULA™、TELINDY PLUS™ IRad™、ALPHA-8SE™ i、MRT300
CVD	**Triase+™ Ti/TiN**、Triase+™ W、Triase+™ SPAi、Triase+™ EX-Ⅱ™ TiN
ALD	**NT333™**
PVD	**EXIM™**
清洗	**CELLESTA™-iMD**、**CELLESTA™-i**、**EXPEDIUS™-i**、CELLESTA™-MS2、NS300Z、NS300+ 200mm Conversion、NS300+HT、ANTARES™、ZETA™+200/300/Semiauto、MERCURY™+
检测	**Cellcia™**、**Prexa™**、**WDF™12DP+**、Prexa™MS、Precio™ XL、Precio octo™、PN-300
Bonding/ Debonding	**Synapse™ Si**、**Synapse™ V/Synapse™ Z Plus**

注：**加粗**为代表产品

◆ 公司近年收入情况（亿日元）



◆ 公司近年净利润情况（亿日元）



数据来源：公司官网，平安证券研究所

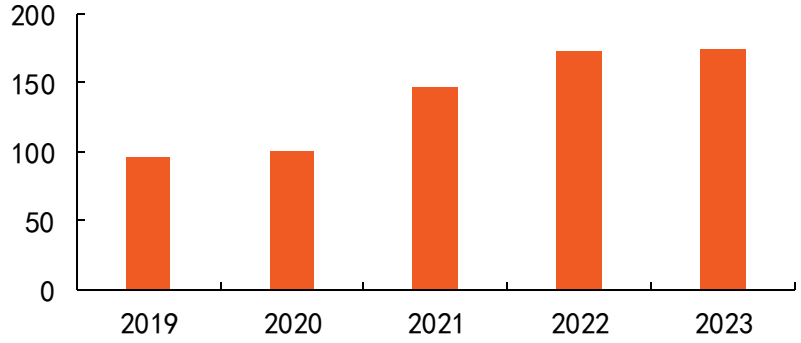
4.3 LAM-刻蚀、薄膜沉积设备全球双龙头企业

- 公司半导体设备覆盖面较广，主要以刻蚀设备和薄膜沉积设备为主，在Stripe&清洗、热处理等方面也有所涉及。公司是全球最大的刻蚀设备提供商，市场占有率全球第一；公司CVD设备也有很强的市场竞争力，2020年全球市占率达到25%，仅次于AMAT，位居全球第二。
- 业绩方面，2019-2023财年公司营收从96.54亿美元增长到174.29亿美元，CAGR为15.92%，净利润从21.91亿美元增长到45.11亿美元，CAGR为19.79%，公司业绩保持较快的增长速度。

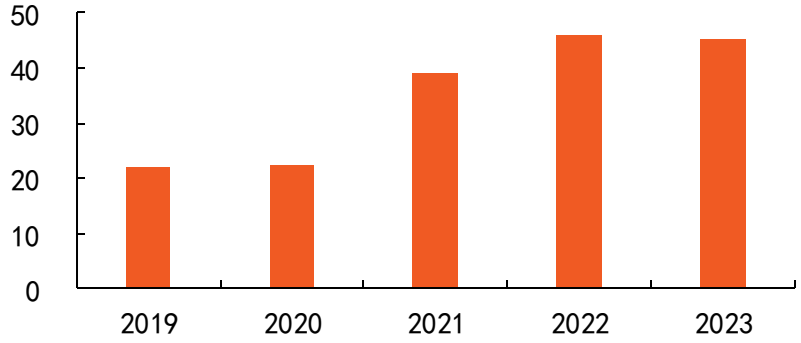
◆ 公司产品类别及代表产品

领域	产品类别
ALD	ALTUS Product Family、Striker Product Family
CVD	Reliant Deposition Products、SPEED Product Family、VECTOR Product Family
PLD	Pulsus Product Family、Reliant Deposition Products
ECD	SABRE 3D Product Family、SABRE Product Family
刻蚀	Coronus Product Family（斜角刻蚀）、Flex Product Family（ALE）、Kiyo Product Family、Reliant Etch Products、Selective Etch Product Family、Sense.i Product Family、Syndion Product Family、Vantex Product Family、Versys Metal Product Family
Stripe&清洗	DV-Prime & Da Vinci Product Families、EOS Product Family、Reliant Clean Products、SP Series Product Family
热处理	SOLA Product Family

◆ 公司近年收入情况（亿美元）



◆ 公司近年净利润情况（亿美元）



数据来源：iFind，公司官网，平安证券研究所

4.4 北方华创-国内领先的半导体设备平台型企业

- 公司在蚀刻设备、PVD、CVD、长晶炉、氧化扩散设备、湿法设备等方面拥有丰富的产品积累，且广泛应用到下游集成电路、先进封装、功率半导体、化合物半导体、硅基微显示、显示面板等领域，是国内最具代表性的**半导体设备平台型企业**。
- **薄膜沉积方面，公司PVD、CVD产品类别丰富，国内综合竞争力首屈一指。**PVD设备，公司已实现产业化应用多年，国内厂商少有能与之竞争者，稀缺性较强；CVD设备，公司产品类别极为丰富，自主开发的卧式PECVD设备已进入海外市场，成功为多家国际先进光伏制造厂提供解决方案；此外，公司在ALD方面也有所涉猎，产品覆盖PEALD和TALD。公司在薄膜沉积领域沉淀多年，具备较强的市场竞争力，截止2022年末，公司薄膜沉积设备已累计出货3000腔，销售表现亮眼。

◆ 公司代表性产品及应用领域(部分)

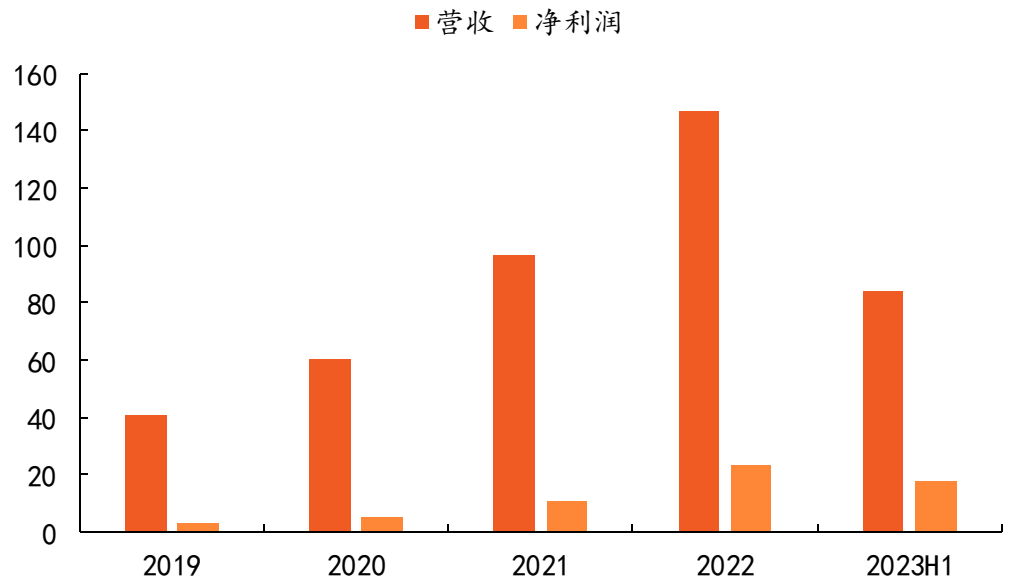
产品类别	产品型号	应用领域
等离子蚀刻设备	NMC 508C/G、NMC 508M/RIE/Gt、NMC 612C/D/M/G、PSV V300、ACE i300、GSE C200/V200、PSV V300、PSE V300/V300Di、HSE D300/P300、BMD P300、GDE C200、NMC 612G、ELEDE G380A/G380C、ELEDE 380F、HSE M200	集成电路、先进封装、功率半导体、化合物半导体、硅基微型显示、半导体显示及照明、科研
物理气相沉积设备	eVictor PVD AI、eVictor Series、Polaris Series、iTops Series	
化学气相沉积设备	EPEE i200、Esther E320R、Eris E120R、Hesper E230A、Esther E320A、Eris E120A、SES Series、EPEE i800、EPEE 550、MARS iCE115、HORIC L200、HORIS L12、HORIS P12	集成电路、先进封装、功率半导体、化合物半导体、硅基微型显示、半导体显示及照明、光伏、衬底、科研
长晶炉	ACF Series、APS Series、NVT-HG	化合物半导体、衬底、光伏、科研
氧化扩散设备	Hesper TO230R、TENESIS X308P、FLOURIS A201/X201P/X201H、Booster SWA、SUMERIS AP302C、VERIC A6151A/O6151A、 THEORIS A302/A302C/HO302D/PY302U/SN302D/X302H/X302P、 HORIC D200、HORIS D12	集成电路、先进封装、功率半导体、化合物半导体、硅基微型显示、光伏、衬底、科研
湿法设备	SC3080、Pinnacle 200/300、GAMA Series、Bpure Series、EGC Series	集成电路、先进封装、功率半导体、化合物半导体、硅基微型显示、平板显示、衬底、科研

数据来源：iFind，北方华创公告、官网，平安证券研究所

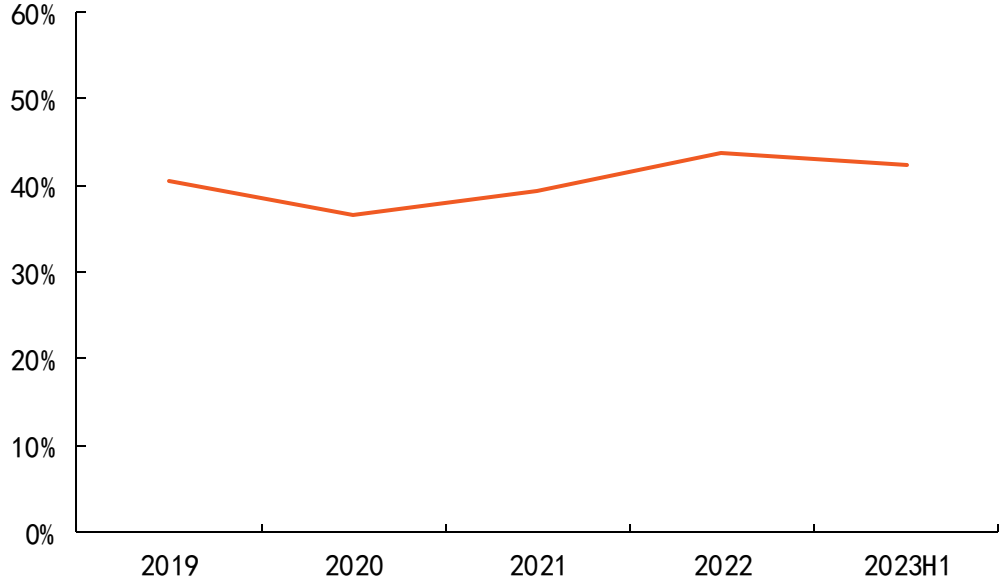
4.4 北方华创-国内领先的半导体设备平台型企业

- **在国产化替代趋势的推动下，公司产品在客户端迅速拓展，业绩节节攀升。**收入方面，2019-2022年公司营收从40.58亿元增长到146.88亿元，CAGR达53.53%，2023年上半年，公司营收为84.27亿元，同比增长54.79%；利润方面，公司2019-2022年归母净利润从3.09亿元增长到23.53亿元，CAGR高达96.73%，2023年上半年，公司归母净利润为17.99亿元，同比增长138.43%，公司盈利能力快速攀升。
- 毛利率方面，近年维持在40%左右，2020年有一定下降，之后呈恢复趋势，2023年上半年，公司毛利率为42.37%。

◆ 公司近年业绩表现（亿元）



◆ 公司近年毛利率表现（%）



数据来源：iFind，北方华创官网，平安证券研究所

4.5 拓荆科技-专注薄膜沉积设备

- 公司专注薄膜沉积设备领域，拥有PECVD、SACVD、HDPCVD、ALD等较为丰富的产品系列，可沉积半导体领域的各种介质层薄膜，是国内薄膜沉积设备龙头企业。
- **公司大部分产品已经实现产业化应用，且产品性能表现优异。**截止2022年末，公司设备在客户端产线生产产品的累计流片量突破1亿片，且公司设备生产运行稳定性表现优异，平均机台稳定运行时间超过90%（达到国际同类设备水平）。分产品看，公司PECVD系列产品销量快速增加，在客户产线中的应用规模持续扩大；HDPCVD产品2022年实现首台产业化应用，且取得重复订单；PEALD已实现产业化应用；SACVD持续拓展应用领域，2022年实现销售收入8948万元；TALD也已完成开发，目前处于产业化验证阶段。

◆ **公司代表性产品类别及应用领域**

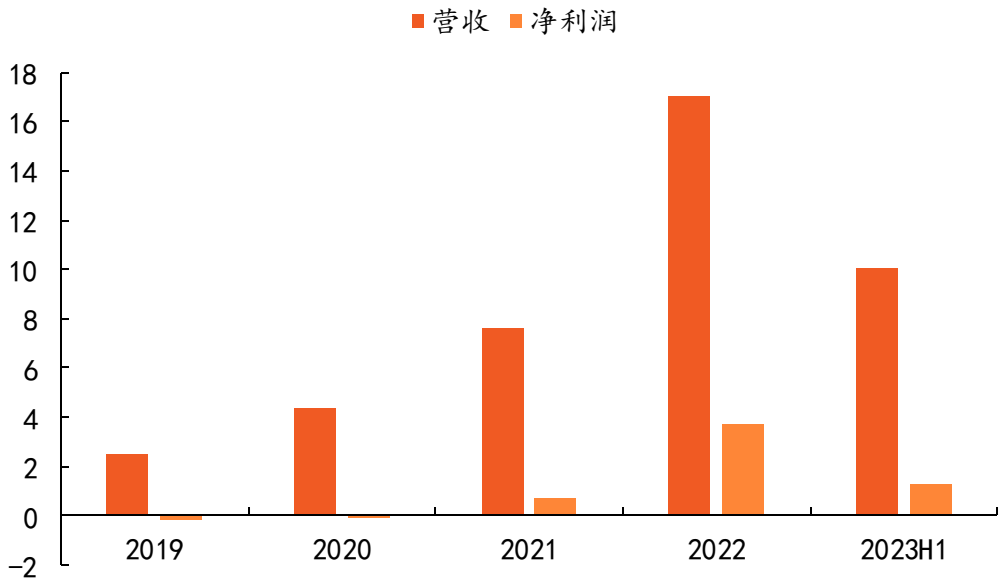
	产品型号		薄膜工艺	阶段
PECVD	PF-300T		SiO_2、SiN、TEOS、SiON、SiOC、FSG、BPSG、PSG等通用介质薄膜材料，以及LoKⅠ、LoKⅡ、ACHM、ADCⅠ、HTN、a-Si等先进介质薄膜材料。	产业化应用
	PF-300T eX			
	NF-300H			
ALD	PEALD	PF-300T Astra	SiN、SiO_2等多种介质薄膜，广泛应用于填孔、侧墙、衬垫层等工艺中，实现更小图形化以及特定的隔离功能。	产业化应用
		NF-300H Astra		产业化验证
	TALD	PF-300T Altair	Al_2O_3等多种金属氧化物、金属氮化物薄膜材料。	产业化验证
		TS-300 Altair		
SACVD	PF-300T SA		SA TEOS等介质薄膜。	产业化应用
	PF-300T SAF		BPSG、SAF等介质薄膜。	
HDPCVD	PF-300T Hesper		SiO_2、FSG、PSG等介质薄膜材料。	产业化应用
	PF-300S Hesper			

数据来源：iFind，拓荆科技公告，平安证券研究所

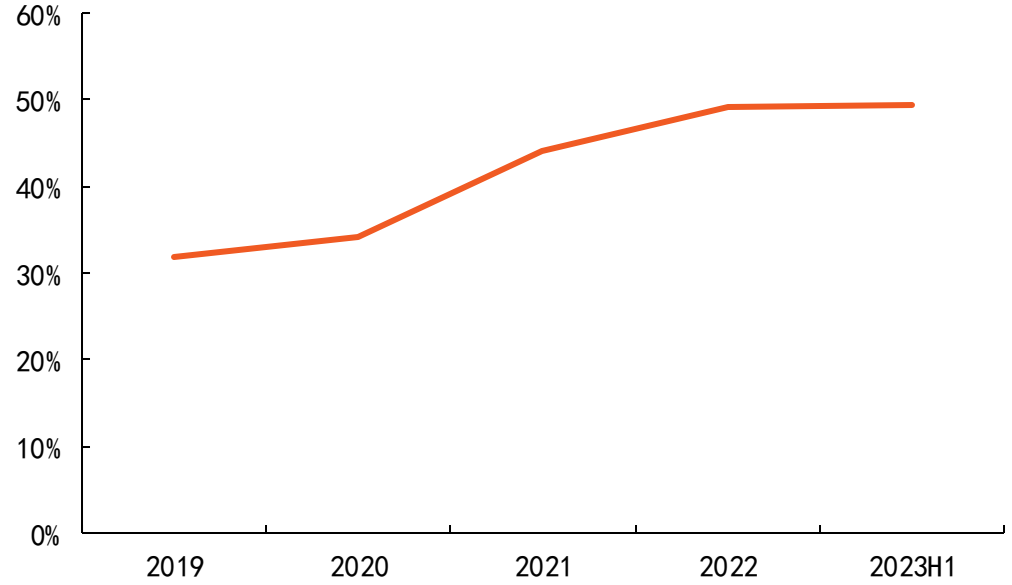
4.5 拓荆科技-专注薄膜沉积设备

- **近年公司业绩快速增长，且目前在手订单充裕，后续业绩持续增长的确定性强。**收入体量方面，2019年-2022年公司营收从2.51亿元增长到17.06亿元，CAGR高达89.33%，2023年上半年，公司营收为10.04亿元，同比增长91.83%；盈利能力方面，公司2019-2022年归母净利润从-0.19亿元增长到3.69亿元，盈利能力大幅改善，2023年上半年，公司归母净利润为1.25亿元，同比增长15.22%。在手订单方面，截止2022年末，公司在手销售订单46.02亿元（不含Demo订单），较为充裕的在手订单为公司后续业绩的持续增长提供了有力保障。
- 毛利率方面，公司毛利率呈现稳定增长态势，2023年上半年，公司综合毛利率为49.43%，处于行业较高水平。

◆ 公司近年业绩表现（亿元）



◆ 公司近年毛利率表现（%）



数据来源：iFind，拓荆科技公告，平安证券研究所

4.6 微导纳米-ALD设备领先企业

- **公司是国内ALD设备龙头企业，拥有以ALD技术为核心、CVD等多种真空薄膜技术梯次发展的产品体系，在光伏、半导体领域得到广泛应用。**根据公司公告，微导纳米ALD产品已连续多年在营收规模、订单总量和市场占有率方面位居国内同类企业第一，且公司是国内首家成功将量产型High-k ALD应用于28nm节点集成电路制造前道生产线的国产设备公司，技术优势明显。

◆ 公司产品类别及应用领域

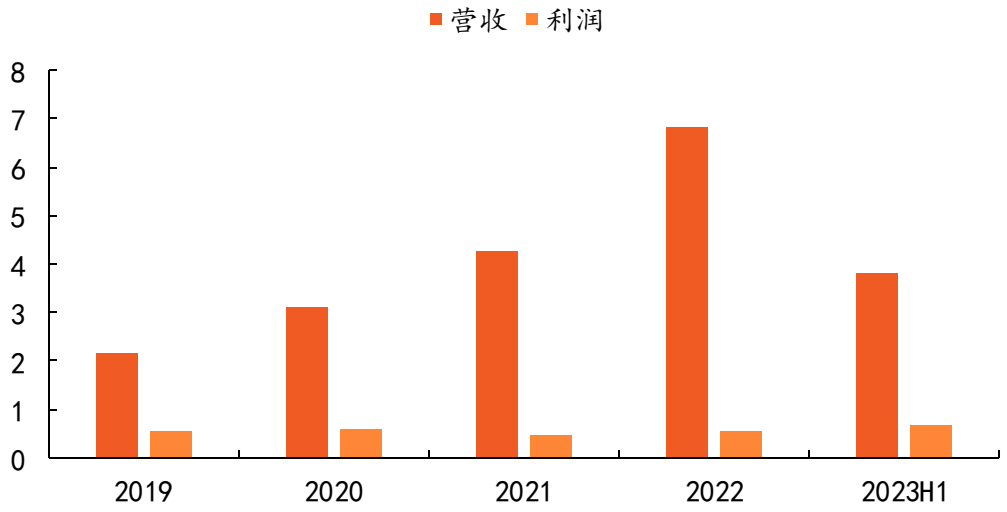
	产品系列	设备类型	镀膜工艺	应用领域	产业化阶段
光伏领域	夸父系列ALD系统	TALD	Al_2O_3工艺	PERC电池背面钝化层、TOPCon电池正面钝化层	产业化应用
				XBC、钙钛矿/异质结叠层电池等高效晶硅太阳能电池钝化层	产业化验证
	祝融管式PECVD系统	PECVD	SiNx工艺	PERC电池减反层，TOPCon电池背面减反层	产业化应用
	祝融管式PEALD系统	PEALD和PECVD	Al_2O_3、SiN工艺，隧穿氧化硅、掺杂多晶硅等工艺	PERC电池背面钝化层、减反层，TOPCon电池正面钝化层、减反层，TOPCon电池隧穿层、掺杂多晶硅层	产业化应用
	羲和低压扩散炉系统	炉管设备	非晶硅净化及掺杂、扩散	TOPCon电池扩散、退火	产业化应用
	后羿系列ALD/PEALD/PECVD系统	ALD/PEALD/PECVD	非晶/微晶硅基掺杂薄膜、阻水阻气保护层等	钙钛矿/异质结叠层电池	开发实现
半导体领域	iTomic系列ALD系统	ALD	Al_2O_3、HfO_2、SiO_2、金属化	逻辑芯片、存储芯片的电容介质层、高K栅介质覆盖层、掺杂介质层、芯片制造电极及阻挡层、化合物半导体钝化和过渡层	产业化应用
	iTomic MW系列ALD系统	ALD	Al_2O_3、HfO_2、SiO_2	逻辑芯片、存储芯片电容介质层、掺杂介质层、新型显示器、芯片制造电极及阻挡层、化合物半导体钝化和过渡层	产业化验证
	iTomic PE系列ALD系统	PEALD	SiO_2、低温SiO_2、SiN	MEMS、逻辑、存储、CMOS芯片的多重图案化和间隔层	
	iTronix系列CVD系统	CVD	SiO_2、SiN、SiON、非晶碳/硅、掺杂非晶硅、锗硅	芯片制造钝化层、扩散阻挡层、介电层、硬掩膜层与高级图案化层、电容覆盖层等应用领域。	开发实现
	iTomic Lite系列轻型ALD系统	PEALD、TALD	Al_2O_3、SiO_2、TiO_2、ZnO、氮化物	按需配置PEALD、TALD，广泛应用于MEMS、光电器件等泛半导体器件	产业化验证
其他	FG系列卷对卷ALD系统	TALD	-	柔性电子器件的封装保护	产业化应用

数据来源：iFind，微导纳米公告、官网，平安证券研究所

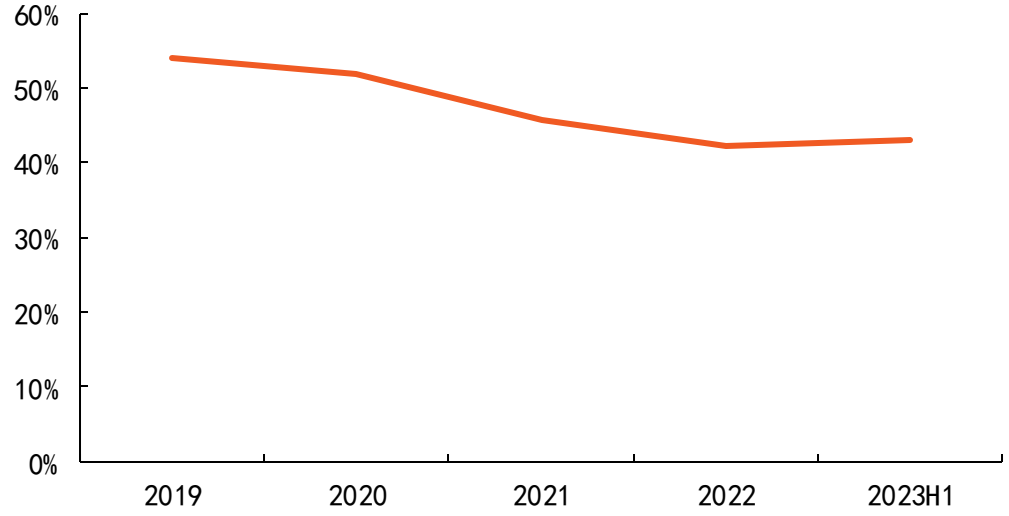
4.6 微导纳米-ALD设备领先企业

- **公司在光伏领域已扎稳脚跟，并成功实现半导体领域的突破，两大领域同时发力，近年业绩快速增长。**收入体量方面，2019年-2022年公司营收从2.16亿元增长到6.85亿元，CAGR达46.93%，2023年上半年，公司营收为3.82亿元，同比增长145.53%；盈利能力方面，2019年-2022年归母净利润维持在0.5亿元左右，2023年上半年，公司归母净利润为0.69亿元，同比大幅增长274.69%，主要原因为公司产品获得下游客户的批量应用，在手订单陆续实现收入转化所致。在手订单方面，截止2022年末，公司在手订单22.93亿元，其中光伏订单19.67亿，半导体订单2.57亿，2023年公司又新增大量订单，总体看，公司在手订单较为充裕，未来业绩增长的确定性强。
- 毛利率方面，2019-2022年公司毛利率从53.98%下降至42.31%，原因为近年公司新推出的PECVD、PEALD二合一设备率先在成熟的PERC领域推广，竞争激烈，市场定价水平较低，拉低了总体毛利率；2023年上半年，公司毛利率为43.00%，未来，随着高毛利的产品占比逐渐升高，公司综合毛利率有望恢复至较高水平。

◆ 公司近年业绩表现（亿元）



◆ 公司近年毛利率表现（%）



数据来源：iFind，微导纳米招股说明书，平安证券研究所

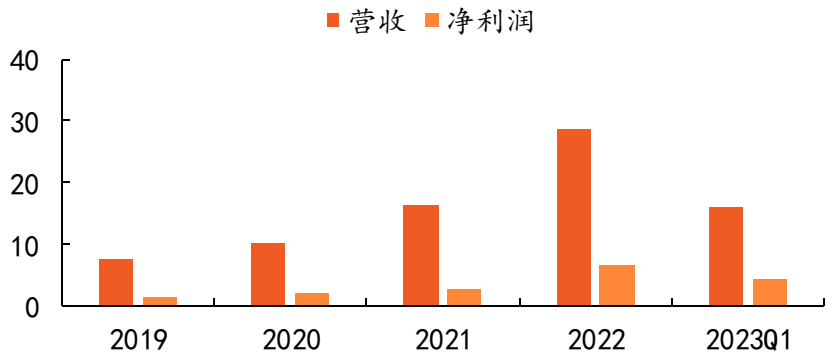
4.7 盛美上海-清洗设备起家，薄膜沉积新秀

- **公司清洗设备起家，正逐渐往平台型设备公司拓展，目前在清洗、电镀、Track、抛光、薄膜沉积等领域均有产品推出。**
- **近年公司业绩快速增长。**收入方面，2019年-2022年公司营收从7.57亿元增长到28.73亿元，CAGR为56.00%，2023年上半年营收为16.10亿元，同比增长46.94%；盈利方面，2019年-2022年公司归母净利润从1.35亿元增长到6.68亿元，CAGR达70.49%，2023年上半年归母净利润为4.39亿元，同比增长85.74%。
- 公司2022年推出PECVD和TALD两款产品，均处于下游验证阶段，客户对产品性能较为满意，反馈良好。

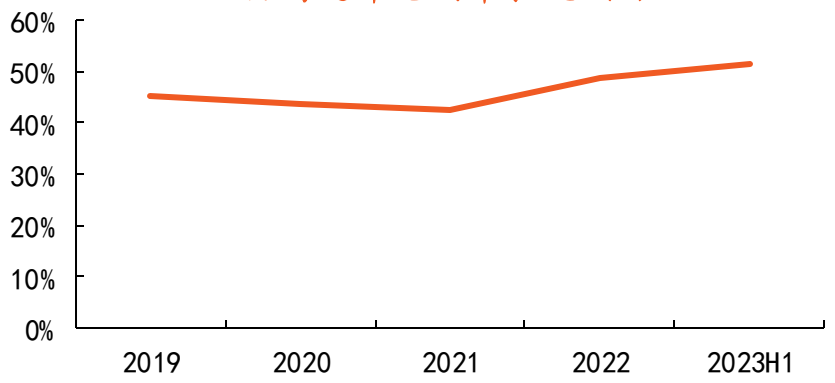
◆ 公司产品类别及应用分布

产品类型		应用领域	阶段
清洗设备	SAPS兆声波清洗	深沟道清洗、CMP后清洗、Hard Mask沉积后清洗、Contact/Via刻蚀后清洗、Barrier Metal沉积前清洗、晶圆回收清洗、EPI沉积前清洗、ALD沉积前清洗。	产业化应用
	TEBO兆声波清洗	先进器件清洗。	
	TAHOE清洗	槽式模块和单片清洗模块集成，广泛应用于先进集成电路制造领域。	
	背面清洗	背面清洗或者湿法刻蚀工艺。	
	槽式湿法清洗	晶圆湿法清洗、刻蚀、光刻胶去除。	
电镀	Ultra ECP map	55/40/28和28纳米以下的大马士革铜金属层沉积。	产业化应用
	Ultra ECP Gill Cu-Ni-SNAg Planting	支持用于铜、镍和锡银的铜柱和焊料，以及RDL和UBM工艺。	
立式炉设备	Ultra Fn	可应用于高性能的半导体制造LPCVD、氧化、退火和ALD应用。	产业化应用
薄膜沉积设备	PECVD	SiO_2、SiNx、Carbon、NDC等薄膜沉积工艺。	产业化验证
	ALD	沉积氮化硅和碳氮化硅薄膜。	

◆ 公司近年业绩表现（亿元）



◆ 公司近年毛利率表现（%）



数据来源：iFind，盛美上海公告、官网，平安证券研究所



CONTENT
目录

- 一、显示面板：千亿美元级市场，产业格局清晰成熟
- 二、面板篇：国内面板龙头企业竞争力稳步提升
- 三、材料篇：关注上游基材及柔性AMOLED核心材料
- 四、设备及零部件篇：国产化进程任重道远
- 五、投资建议与风险提示

5.1 投资建议

- **国内半导体产业蓬勃发展，为半导体设备公司提供了广阔的平台市场，薄膜沉积设备厂商深度受益。**美国对华半导体制裁持续，先进制程受阻，中短期内，国内半导体产业锁定成熟制程快速拓展，形成存量国产替代和产业增量拓展的双重推手，外部市场环境优越，国内半导体设备厂商迎来前所未有的机遇；远期看，先进制程快速发展，半导体工艺复杂度大幅提高，对半导体设备的市场需求也随之攀升，待国内先进制程取得突破后，对设备产业链将起到巨大的带动作用。薄膜沉积设备作为半导体制造三大核心设备之一，是后续几乎所有工艺的基础，重要性不言而喻，在目前优越的市场环境及政策支持下，产业链共同发力，需求端火热，供给端也在努力追赶、加速放量，叠加目前仍然较低的国产化水平，产业前景长期向好的趋势较为明确。
- **PVD、CVD是薄膜沉积主流，ALD作为沉积设备新宠，在先进制程中的应用越发凸显。**PVD、CVD占据薄膜沉积赛道的半壁江山，半导体制造中绝大多数金属层、介质层及半导体层均为PVD、CVD设备制造；随着先进制程的不断发展，对膜厚精度、薄膜质量、台阶覆盖率等提出了更高的要求，HDPCVD、SACVD等技术应运而生，且ALD由于具备原子层级的膜厚控制能力，在先进制程的核心工艺（如SADP、HKMG等）中发挥关键作用，逐渐成为先进制程工艺平台的“新宠”。
- **国内多家厂商在薄膜沉积设备领域均有涉猎，侧重点有所差异，竞争格局较为良性。**北方华创是国内PVD龙头，稀缺性较强，且在LPCVD、APCVD、ALD领域也有所布局，产品已经批量应用到半导体产线中；拓荆科技专注薄膜沉积设备，拥有PECVD、SACVD、ALD三大产品系列，公司处于快速上升阶段；微导纳米依靠ALD设备起家，在光伏、半导体中均有应用，且公司是国内首家成功将量产型High-k ALD应用于28nm节点集成电路制造前道生产线的国产设备公司，在ALD领域颇具竞争优势。上述半导体设备厂商的产品结构有所不同，侧重点分化明显，形成了较为良性的差异化竞争格局。
- **投资建议：**当前国内半导体产业扩张如火如荼，而海外对华半导体制裁持续加码，国内半导体设备厂商面对优越的市场环境和政策支持，前景较为乐观；薄膜沉积设备作为半导体核心设备之一，在半导体制造中具有重要作用，在国产化替代、技术进步以及产业扩张带来的多重市场需求下，产业链共同发力，PVD、CVD、ALD等薄膜沉积设备赛道在未来较长时间内将持续火热，建议积极关注。
- **风险提示：**（1）美国对华半导体制裁的风险。（2）国产化替代市场需求不及预期的风险。（3）国内公司技术突破不及预期的风险。

5.2 风险提示

（1）美国对华半导体制裁的风险。

美国对华半导体制裁持续，制裁力度若持续加码，可能对半导体设备产业链的稳定性构成一定的影响。

（2）国产化替代市场需求不及预期的风险。

目前国内的头部半导体设备公司的市场主要来源于国产化替代需求，若国内半导体产业发展速度放缓，可能对上游设备的需求持续性产生一定影响。

（3）国内公司技术突破不及预期的风险。

半导体设备赛道壁垒高，技术突破难度大，若国内相关设备公司无法实现关键技术的弯道超车，可能导致核心产业链长期受制于人的窘境。

平安证券研究所电子信息团队			
分析师/研究助理	邮箱	资格类型	资格编号
付强	FUQIANG021@pingan.com.cn	投资咨询	S1060520070001
闫磊	YANLEI511@pingan.com.cn	投资咨询	S1060517070006
徐勇	XUYONG318@pingan.com.cn	投资咨询	S1060519090004
徐碧云	XUBIYUN372@pingan.com.cn	投资咨询	S1060523070002
陈福栋	CHENFUDONG847@pingan.com.cn	一般证券从业资格	S1060122100007
郭冠君	GUOGUANJUN625@pingan.com.cn	一般证券从业资格	S1060122050053

平安证券综合研究所投资评级：

股票投资评级：

强烈推荐（预计6个月内，股价表现强于市场表现20%以上）

推荐（预计6个月内，股价表现强于市场表现10%至20%之间）

中性（预计6个月内，股价表现相对市场表现在±10%之间）

回避（预计6个月内，股价表现弱于市场表现10%以上）

行业投资评级：

强于大市（预计6个月内，行业指数表现强于市场表现5%以上）

中性（预计6个月内，行业指数表现相对市场表现在±5%之间）

弱于大市（预计6个月内，行业指数表现弱于市场表现5%以上）

公司声明及风险提示：

负责撰写此报告的分析师（一人或多人）就本研究报告确认：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

平安证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本公司研究报告是针对与公司签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本公司研究报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的，本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识，认真考虑是否进行证券交易。

市场有风险，投资需谨慎。

免责条款：

此报告旨为发给平安证券股份有限公司（以下简称“平安证券”）的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准，不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠，但平安证券不能担保其准确性或完整性，报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价，报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任，除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断，可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问，此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。
平安证券股份有限公司2023版权所有。保留一切权利。