仅供内部参考，请勿外传！

方正证券 FOUNDER SECURITIES

正 在 你 身 边

证券研究报告 | 机械设备 | 2026年10月7日

机械团队·行业深度报告

AI带动半导体设备需求增长，国产替代加速

分析师 | 赵璐 登记编号：S1220524010001



仅供内部参考，请勿外传！

报告摘要

自2020年疫情以来，21-22年晶圆厂不断扩产以支持高性能计算和汽车等终端需求增长，此外，各地区为避免类似疫情期间半导体供应链受限，也持续投资。2023年，由于下游需求疲软以及存储库存调整，韩国资本开支下降明显。进入2024年，受益于先进逻辑、成熟逻辑、先进封装、高带宽存储（HBM）产能扩张以及中国投资的大幅增长，设备销售额强劲复苏。2025年开始，受益于器件架构复杂度提升、先进/异构封装加速渗透，以及AI与HBM对性能的严苛要求，设备需求继续保持强劲增长，但部分消费、汽车、工业需求持续疲软。

据SEMI报告，预计2026年全球半导体设备销售额将达到1659亿美元新高，同比增长23.2%，相比25年15.1%的增速提升。预计到2028年设备市场规模将达到2295亿美元，实现连续五年增长。这一乐观增速预期主要来自于AI基建投资的加速，以及更高计算密度、高带宽存储（HBM）投资和更加复杂的器件架构所需要的先进逻辑、存储和后端技术投资的增加。

从细分市场来看，近年，受益于AI加速器、高性能计算和高端移动处理器前沿节点产能建设，用于Foundry和Logic应用的前道设备销售额稳健增长，SEMI预计该领域设备销售额26-28年分别增长18.9%、18.1%、13.6%。存储相关设备领域，DRAM受HBM需求、先进DRAM节点迁移以及NAND技术转型推动，同时，3D NAND层数迁移和更高密度架构投资也带动了NAND设备投资的增长。

从需求端看，一方面AI发展趋势下，驱动存储、逻辑均带动了设备需求的增长，另一方面，从技术迭代角度看，先进制程使得晶圆制造的复杂度和工序量都大大提升，为保证产能，产线上需要更多的设备，而在 FLASH 存储芯片领域，随着主流制造工艺已由 2D NAND 发展为 3D NAND 结构，结构的复杂化导致对于薄膜沉积设备的需求量也在逐步增加，**从供给端看**，国内半导体设备厂商经历多年产品打磨，在刻蚀、沉积、清洗、CMP等领域已经取得国产化率提升的突破，部分国内厂商甚至实现了从国产替代到出口的跨越，并有多家头部企业向平台化发展，例如北方华创、中微公司、长川科技等，但在先进制程领域，以及涂胶显影、量检测、离子注入等环节，目前国产化率依然较低。总体上，需求端设备市场空间广阔+下游需求旺盛+技术迭代，供给端国产替代+出口，造就半导体设备即使在诸多景气机械设备赛道中也处于前列，且持续性较好。

投资建议：建议关注前道设备平台化企业**北方华创、中微公司，低国产化率**环节如离子注入环节的**华海清科**，涂胶显影环节的**芯源微**、量测设备领域**中科飞测、精测电子、天准科技**等，薄膜沉积环节的**拓荆科技、微导纳米、盛美上海**。后道封装测试设备关注**长川科技、华峰测控、精智达**。设备零部件环节重点关注**富创精密、正帆科技、英杰电气、强一股份、臻宝科技、高凯技术、超纯应材、托伦斯、矽电股份、珂玛科技、新莱应材**等。

风险提示：技术进展不及预期、下游需求不及预期、宏观经济波动、行业竞争加剧风险

仅供内部参考，请勿外传！

目录

1、全球半导体设备行业概述

1.1 全球半导体设备销售额26年或增长23.1%至1439亿美元，预计到2028年将持续增长
1.2 分地区：受益于AI和先进逻辑与存储、推进区域供应链韧性建设，设备市场强劲增长
1.3 分下游：设备需求受益于AI加速器、高端移动处理器前沿节点产能建设、先进存储技术转型推动

2、前道设备

2.1集成电路设备投资构成
2.2 前道制造：光刻设备（占比20%）
2.3 前道制造：刻蚀/去胶设备（占比20%）
2.4 前道制造：退火/扩散/注入设备（占比5%）
2.5 前道制造：薄膜沉积设备（占比20%）
2.6 前道制造：CMP/表面处理/清洁设备（占比3-13%）
2.7 前道制造：量检测设备（占比10-15%）

3、后道设备

3.1 封装设备
3.2 测试设备

4、投资建议

仅供内部参考，请勿外传！

1.1 全球半导体设备销售额26年或增长23.1%至1439亿美元，预计到2028年将持续增长

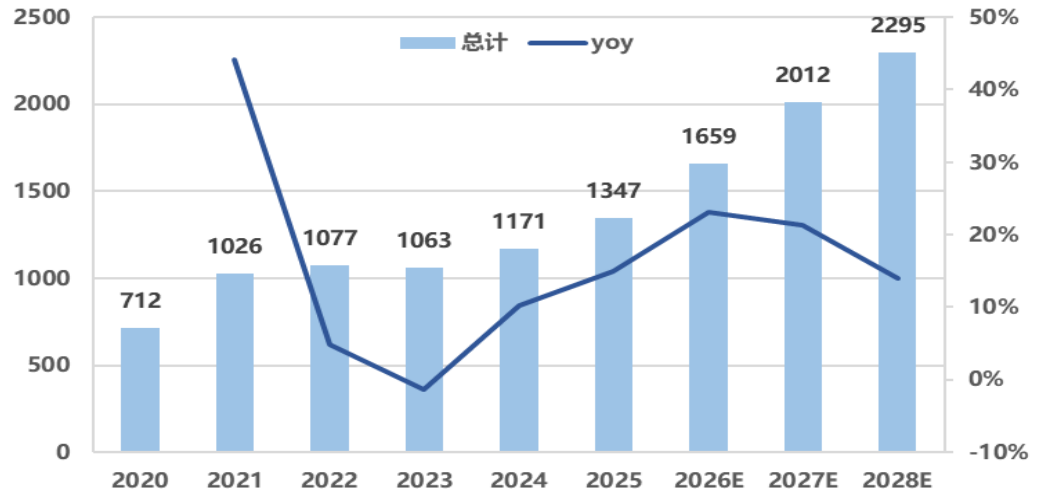
自2020年疫情以来，21-22年晶圆厂不断扩产以**支持高性能计算和汽车等终端需求增长，此外，各地区为避免类似疫情期间半导体供应链受限**，也持续投资。2023年，由于**下游需求疲软以及存储库存调整，韩国资本开支下降明显**，24年受益于**先进逻辑、成熟逻辑、先进封装、高带宽存储（HBM）产能扩张以及中国投资的大幅增长**，设备销售额强劲复苏。2025年开始，**受益于器件架构复杂度提升、先进/异构封装加速渗透**，以及AI与HBM对性能的严苛要求，设备需求继续保持强劲增长，但部分消费、汽车、工业需求持续疲软。据SEMI报告，**预计2026年全球半导体设备销售额将达到1659亿美元新高**，同比增长23.2%，相比25年15.1%的增速提升。预计到2028年设备市场规模将达到2295亿美元，实现连续五年增长。这一乐观增速预期主要来自于AI基建投资的加速，以及更高计算密度、高带宽存储（HBM）投资和更加复杂的器件架构所需要的先进逻辑、存储和后端技术投资的增加。从细分设备来看：

晶圆厂设备（Wafer Fab Equpment，WFE）：2025年WFE达到1169亿元销售额，预计2026年将增长23.1%，达到1439亿美元，较此前25年末预测大幅上调，主要受益于先进存储（尤其是HBM相关DRAM技术）、前沿逻辑应用投资，预计到2028年将到2000亿美元以上。

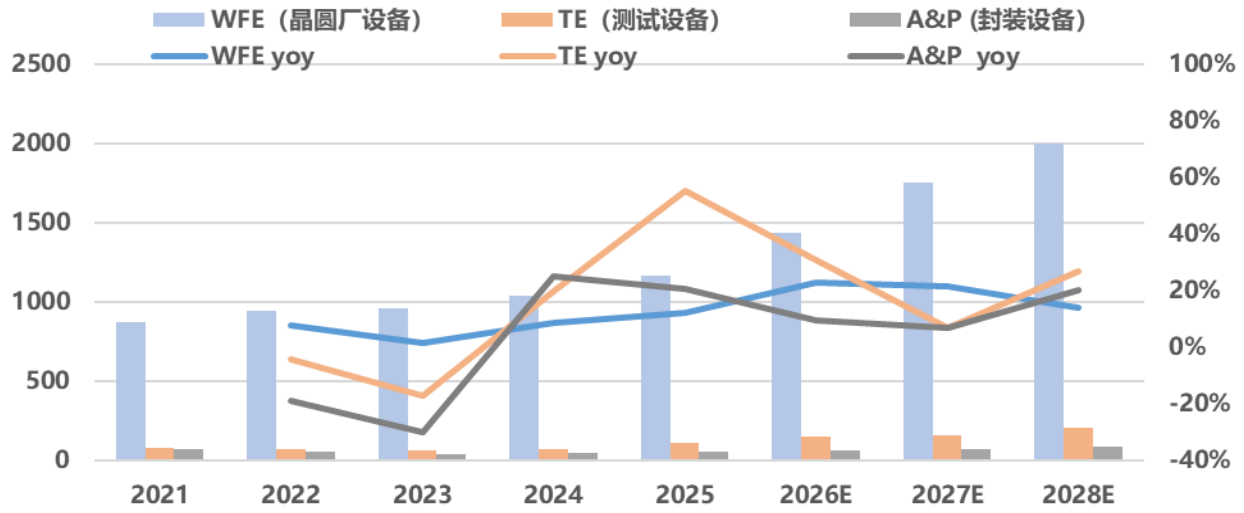
测试设备（Test Quipment,TE）：2025年测试设备销售额约为117亿美元，预计2026年将增长31%至153亿美元，预计到2028年将达到208亿美元。

封装设备（Assembly&Package Equipment,A&P）：2025年封装设备销售额约为61亿美元，预计2026年将增长9.6%至67亿美元，预计到2028年将达到86亿美元，主要得益于器件复杂度提升、先进异构封装采用率提高、AI和HBM器件对性能和可靠性更加严格。

图：全球半导体设备市场销售额变化（亿美元）



图：全球半导体设备销售额（按工艺环节划分，亿美元）



仅供内部参考，请勿外传！

1.2 分地区：受益于AI和先进逻辑与存储、推进区域供应链韧性建设，设备市场强劲增长

方正证券 FOUNDER SECURITIES 正 在 你 身 边

分地区来看，中国大陆、中国台湾、韩国是半导体设备主要市场，合计占比接近80%。近年来，中国大陆市场稳健增长，而以海外算力需求带动的中国台湾和韩国市场也快速增长。

2023年，中国大陆半导体设备引领全球需求增速，但由于需求疲软和存储市场库存调整，韩国设备支出下降，而在连续4年增长后，中国台湾地区设备销售额也出现下降。北美半导体设备增长主要是由于《芯片和科学法案》的投资。总体上看，23年虽然需求疲软，但战略投资推动了中国大陆、北美地区的增长，整体市场维持平稳。

2024年，存储市场趋于稳定叠加高带宽存储的需求激增，韩国作为第二大市场设备支出恢复小幅增长，北美地区的增长主要得益于制造业会理和先进技术节点的重视，中国大陆地区受益于产能扩张和政府支持，设备销售额稳健增长。但中国台湾地区、欧洲、日本设备销售额下降，反映了新产能需求的放缓以及汽车和工业领域的需求减弱。

2025年以来，受益于海外算力需求的增长，芯片制造商持续加大产能投资，重点布局支持人工智能发展的先进逻辑与存储技术，并推进区域供应链韧性建设，半导体设备市场强劲增长。

图：全球分地区半导体设备销售额变化（亿美元）

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	26Q1	2026E	2027E	2028E
欧洲	26	33	63	65	49	29	10			
yoy		*23.1%*	*93.2%*	*2.9%*	*-24.9%*	*-41.2%*	*9.2%*			
日本	76	78	84	79	78	95	22			
yoy		*2.9%*	*7.1%*	*-5.0%*	*-1.3%*	*21.5%*	*-0.9%*			
北美	65	76	105	121	137	109	33			
yoy		*16.5%*	*37.7%*	*15.0%*	*13.6%*	*-20.5%*	*11.9%*			
韩国	161	250	215	199	205	258	89			
yoy		*55.3%*	*-13.9%*	*-7.3%*	*2.7%*	*25.8%*	*16.1%*			
中国台湾	172	249	268	196	166	315	88			
yoy		*45.4%*	*7.5%*	*-26.8%*	*-15.6%*	*90.3%*	*23.7%*			
中国大陆	187	296	283	366	496	493	110			
yoy		*58.2%*	*-4.6%*	*29.5%*	*35.4%*	*-0.5%*	*7.1%*			
其他地区	25	44	60	37	42	52	15			
yoy		*79.0%*	*34.0%*	*-38.7%*	*14.8%*	*24.8%*	*43.7%*			
总计	712	1026	1077	1063	1171	1347	1348	1659	2012	2295
yoy		*44.2%*	*4.9%*	*-1.3%*	*10.2%*	*15.0%*	*14.1%*	*23.2%*	*21.3%*	*14.1%*

图：全球分地区半导体设备销售额占比

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026Q1
欧洲	4%	3%	6%	6%	4%	2%	2.6%
日本	11%	8%	8%	7%	7%	7%	5.9%
北美	9%	7%	10%	11%	12%	8%	9.0%
韩国	23%	24%	20%	19%	17%	19%	24.4%
中国台湾	24%	24%	25%	18%	14%	23%	24.0%
中国大陆	26%	29%	26%	34%	42%	37%	30.1%
其他地区	3%	4%	6%	3%	4%	4%	4.0%

资料来源：SEMI，方正证券研究所

仅供内部参考，请勿外传！

1.3 分下游：设备需求受益于AI加速器、高端移动处理器前沿节点产能建设、先进存储技术转型推动

根据SEMI数据，从设备下游细分市场来看，**Foundry/logic、DRAM、NAND分别约占设备销售额比重5成、3成、1成。**

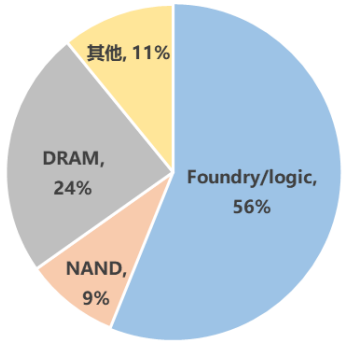
近年，用于Foundry和Logic应用的WFE销售额稳健增长，主要受益于**AI加速器、高性能计算和高端移动处理器前沿节点产能建设**，行业正在迈向2nm全环绕栅极（GAA）节点的大规模量产，预计该领域设备销售额26-28年分别增长18.9%、18.1%、13.6%。

存储相关设备支出：DRAM主要**受HBM需求、先进DRAM节点迁移、NAND技术转型推动**，NAND设备销售额主要得益于**3D NAND层数迁移和更高密度架构投资**，预计二者都将在2028年前保持快速增长。

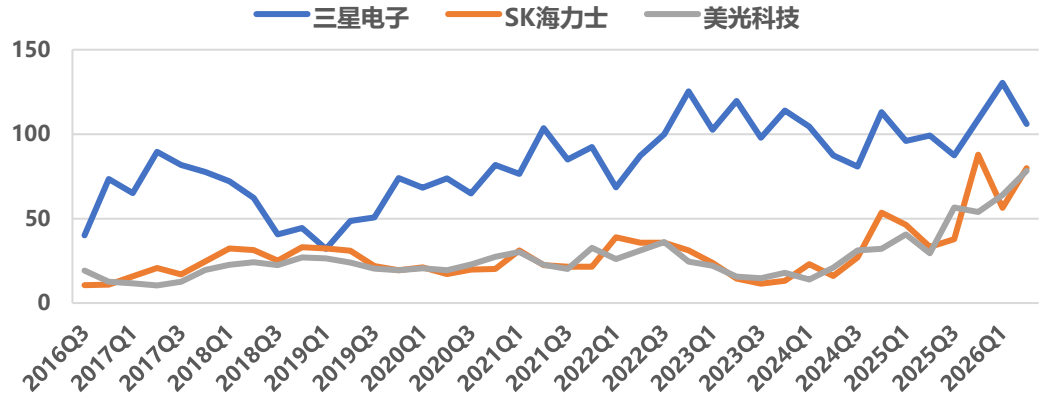
表：按下游分半导体前道设备销售额（亿美元）

	WFE（晶圆厂设备）销售额（亿美元）					增速				
年份	Foundry/logic	NAND	DRAM	其他	合计	Foundry/logic	NAND	DRAM	其他	合计
2024	607	96	195	145	1043					
2025	656	106	279	127	1169	8.2%	10.5%	43.2%	-12.2%	12.1%
2026E	780	139	388	132	1439	18.9%	30.7%	39.0%	3.5%	23.1%
2027E	921	182	494	155	1753	18.1%	31.1%	27.4%	17.6%	21.8%
2028E	1047	208	569	176	2000	13.7%	14.1%	15.1%	13.3%	14.1%
	占比									
年份	Foundry/logic	NAND	DRAM	其他	合计					
2024	58%	9%	19%	14%						
2025	56%	9%	24%	11%						
2026E	54%	10%	27%	9%						
2027E	53%	10%	28%	9%						
2028E	52%	10%	28%	9%						

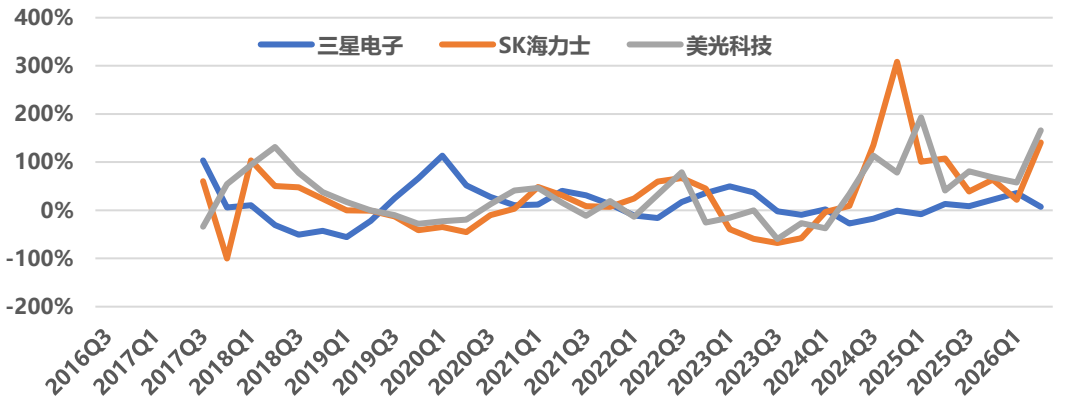
2025年各领域设备销售额占比



图：存储企业各季度资本性支出（亿美元）



图：存储企业各季度资本性支出yoy



资料来源：SEMI，Wind，方正证券研究所

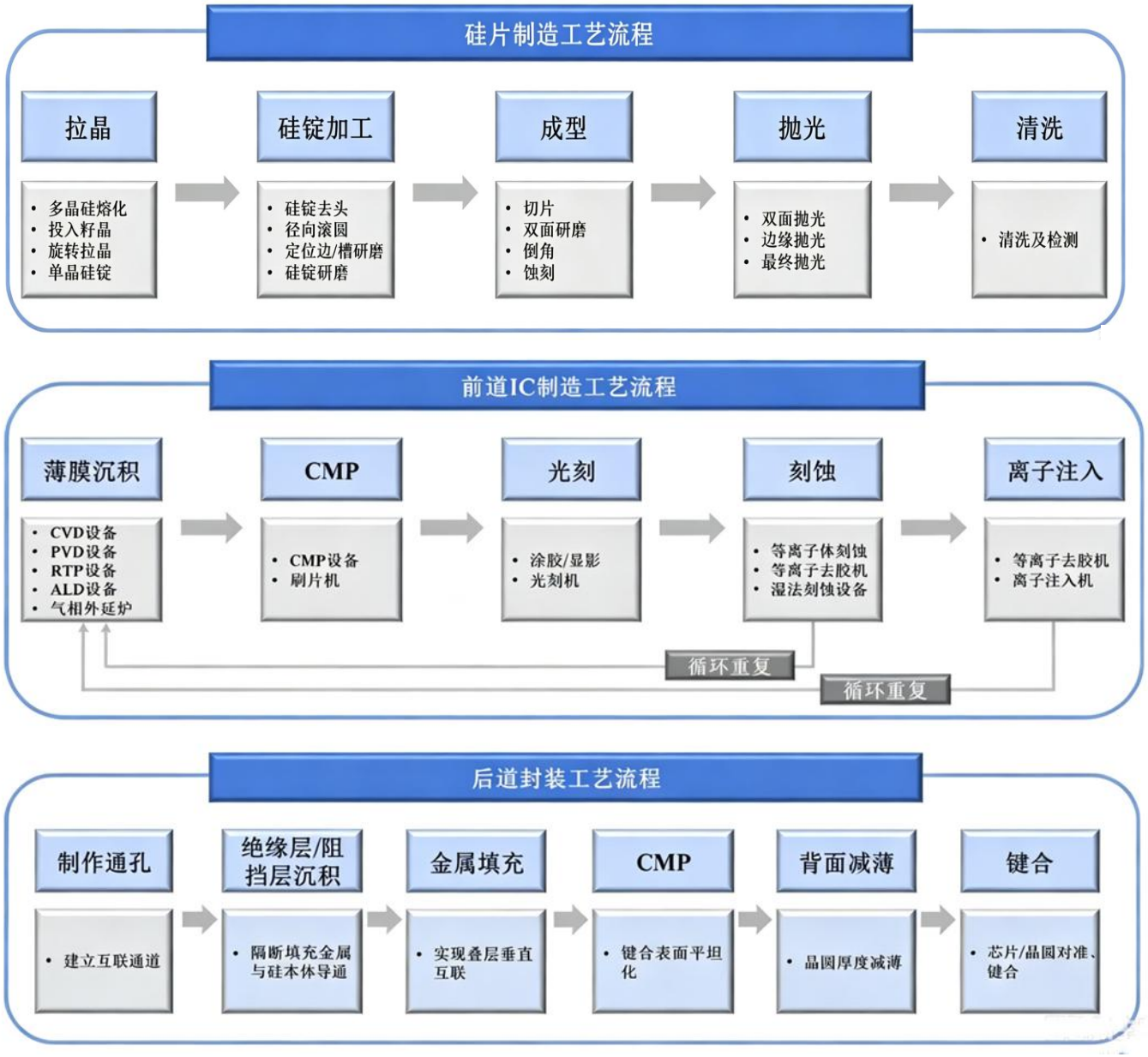
仅供内部参考，请勿外传！

2.1集成电路设备投资构成

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，当集成电路制程达到 16 及14nm 时，设备投资占比可达85%。**

图：集成电路资本开支构成

资本开支	厂房建设（20-30%）			
	设备投资（70-80%）	晶圆材料制造1-3%		
		半导体制造78-80%	光刻	20%
			刻蚀/去胶	20%
			退火/扩散/注入设备	5%
			薄膜沉积	20%
			CMP设备	3%
			清洗设备	5%
			工艺控制设备	11%
			其他加工设备	16%
		封装测试18-20%	封装设备	40-45%
			CP&FT测试设备	55-60%



资料来源：中微公司公告，屹唐股份公告，方正证券研究所

仅供内部参考，请勿外传！

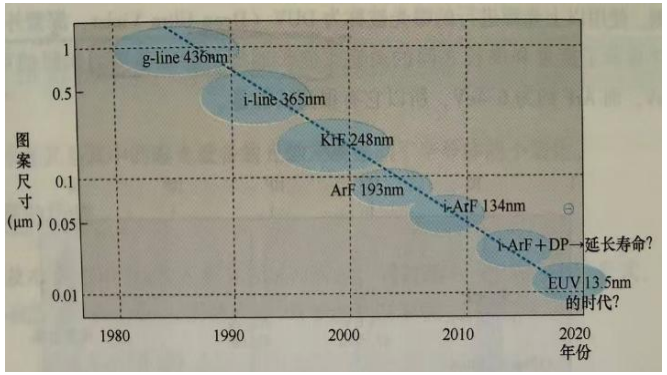
2.2 前道制造：光刻设备（占比20%）

光刻机：最初的接触式曝光、超高压汞灯包括g线（436nm）、h线（405nm）、i线（365nm），其中g线、i线被用作光刻技术的光源，使用以上光源的曝光技术被称为UV（Ultra Violet，紫外曝光），**从亚半微米（0.35μm）开始，使用KrF(248nm)**的准分子激光作为光源，随后**从0.1μm左右开始使用ArF（193nm）**作为光源，使用以上光源的曝光技术即DUV（Deep Ultra Violet，深紫外）曝光。传统无浸液的ArF曝光设备也被称为干法ArF或者d-ArF，而液浸式被称为i-ArF，i即为immersion。曝光光源短波长在ArF达到上限时，F2（157nm）激光被认为会是其延续，但由于在如何处理光学系统透镜材料方面遇到问题，为了延续ArF光源的额寿命，决定采用液浸式，其核心是通过增大折射率n来有效缩短波长，i-ArF的等效波长为134nm。而EUV（Extreme Ultra Violet，极紫外光）则是新一代光源，核心波长为13.5nm。

市场规模：根据SEMI数据2025年全球前道半导体设备市场规模1169亿美元，按照光刻设备占比20-25%计算，**对应全球光刻设备市场规模约为234-293亿美元(约合1566-1958亿元)**，ASML 2025年光刻机产品营收244.7亿欧元（约合1909亿元），基本处于垄断地位，尤其在高端光刻机领域。从ASML近年销售数据看，其**高端光刻机EUV、i-ArF、ArF出货量占比约5成，销售金额占比约9成，均价也是逐年上涨，26H1,EUV光刻机均价约为2.48亿欧元（约合19.3亿元），i-ArF约为0.84亿欧元（约合6.5亿元），ArFdry均价0.3亿欧元（约合2.3亿元）。**目前我国国内光刻机企业主要为**上海微电子（SMEE）**。

成本构成：光刻机核心部件包括光源、物镜、光罩等，以EUV光刻机为例，三者占比分别为35.1%、27.5%、20.3%。国内**茂莱光学**（光刻机光学系统照明、曝光用透镜）、**旭光电子**（大功率射频电子管已在光刻机、可控核聚变领域实现批量供货）。

图：光刻机光源波长变化



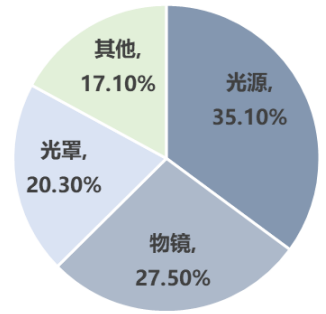
图：ASML近年光刻机出货量及销售金额

	2023	2024	2025	2026H1	26H1占比
台量(台)					
EUV	53	44	48	32	19%
ArFi	125	129	131	40	24%
ArFidry	32	28	16	13	8%
KrF	184	152	78	65	38%
i line	55	65	54	20	12%
合计	449	418	327	170	
销售金额（亿欧元）					
EUV	92	83	117	79	62%
ArFi	90	96	103	33	26%
ArFdry	4	9	5	4	3%
KrF	22	20	10	8	6%
i line	2	4	2	1	1%
合计	219	218	245	129	
均价（亿欧元/台）					
EUV	1.74	1.88	2.45	2.48	
ArFi	0.72	0.74	0.78	0.84	
ArFdry	0.12	0.31	0.31	0.30	
KrF	0.12	0.13	0.13	0.12	
i line	0.04	0.07	0.05	0.06	
合计	0.49	0.52	0.75	0.76	

图：全球主要光刻机供应商在部分机型市占率

	193nm（Dry）	i Line
ASML	88.90%	26%
Nikon	11%	10%
Canon	0%	64%

图：EUV光刻机成本构成



资料来源：ASML公告，中微公司，半导体制造设备基础与构造精讲，Coherent，ASML Won the Lithography War. What Happened Next Changed the Entire Semiconductor Industry，Dr. Robert Castellano，Obray，方正证券研究所

仅供内部参考，请勿外传！

2.2 前道制造：光刻设备（占比20%）

涂胶显影设备（Track或Coater&Developer）：是光刻工序中，与光刻机配套使用的涂胶、烘烤及显影设备，包括**涂胶机**（又称涂布机、匀胶机，英文简称Spin Coater）、**喷胶机**（适用于不规则表面晶圆的光刻胶涂覆，英文简称Spray Coater）、**显影机**（英文简称Developer）。在早期的集成电路和较低端的半导体制造工艺中，此类设备往往单独使用（Off Line）。随着集成电路制造工艺自动化程度及客户对产能要求的不断提升，在200mm（8英寸）及以上的大型生产线上，此类设备一般都与光刻设备联机作业（In Line），组成配套的圆片处理与光刻生产线，与光刻机配合完成精细的光刻工艺流程。

涂胶/显影机作为光刻机的输入（曝光前光刻胶涂覆）和输出（曝光后图形的显影），主要通过机械手使晶圆在各系统之间传输和处理，从而完成晶圆的光刻胶涂覆、固化、显影、坚膜等工艺过程，其不仅直接影响到光刻工序细微曝光图案的形成，显影工艺的图形质量对后续蚀刻和离子注入等工艺中图形转移的结果也有着深刻的影响，是集成电路制造过程中不可或缺的关键处理设备。喷胶机是一种能够覆盖不规则表面晶圆的光刻胶涂覆设备，可以有效、均匀地涂覆带有沟槽图形的晶片表面。该设备主要应用于厚胶膜的涂覆工艺，通过将光刻胶雾化成雾滴，再由氮气（N2）将光刻胶雾滴吹出并喷涂到衬底或晶圆表面，承载晶圆的热板通过加热将光刻胶溶剂蒸发，使得有用的树脂留在衬底或晶圆表面，形成相对均匀的光刻胶覆盖。

市场规模：据智研咨询数据，**2025年我国涂胶显影设备需求约为143.7亿元**，另据SEMI数据，2025年我国半导体设备市场规模493亿美元（约合3303亿元），对应涂胶显影设备占比约为4.3%，**在前道设备中占比约为5.4%**。

竞争格局：全球前道涂胶显影设备市场长期被海外厂商高度垄断，**是国内目前少数几个国产化率仍处于较低水平的“卡脖子”领域**。据智研咨询数据，2024年我国涂胶显影设备总产值为18.3亿元，预计2025年达到21.6亿元，**对应国产化率约为15%**。行业主要企业包括**日本东京电子、迪恩士、德国苏斯微、中国台湾亿力鑫、韩国CND等**，国内龙头企业**芯源微**（公司目前系国内少有的可以提供量产型前道涂胶显影机的厂商），**盛美上海**（公司前道涂胶显影UltraLithTMTrack设备是一款应用于300mm前道集成电路制造工艺的设备，首台高产能KrF工艺前道涂胶显影设备已于2025年9月顺利交付国内头部逻辑晶圆制造厂）。

图：光刻工艺流程



图：芯源微前道涂胶显影机

产品名称	前道涂胶显影机
产品描述	■ 适用于前道ArFi、ArF、KrF涂胶显影工艺、可兼容高产能Barc、SOC、NTD等Offline工艺
产品特点	■ 高产能：独创的涂胶显影架构，搭载自主研发的高速高精小型机械手，可选配30+ spin工艺腔体，满足全球主流光刻机产能需求 ■ 高工艺能力：领先的超高温、超高精度热盘技术、单元实时控制技术，工艺能力稳定精准 ■ 高洁净度：颗粒度控制已达国际先进水平



资料来源：智研咨询、芯源微公告、盛美上海公告、方正证券研究所

仅供内部参考，请勿外传！

2.3 前道制造：刻蚀/去胶设备（占比20%）

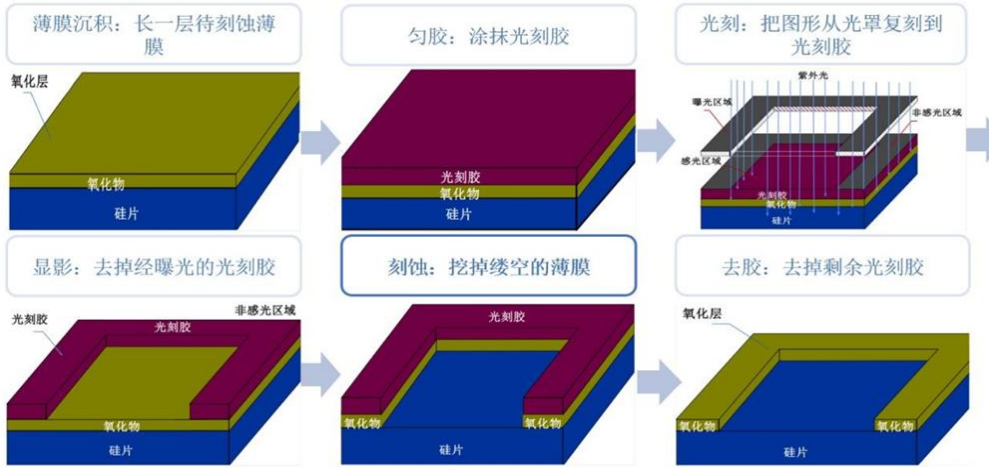
刻蚀设备：据中微公司数据，**刻蚀、去胶设备占前道制造设备20%**，根据SEMI数据2025年全球前道半导体设备市场规模1169亿美元，对应**刻蚀、去胶设备市场规模约为234亿美元（约合1566亿元）**。刻蚀的目的是将图形从光刻胶转移到待刻蚀的薄膜上。刻蚀可以分为湿法刻蚀和干法刻蚀，**湿法刻蚀各向异性较差，侧壁容易产生横向刻蚀造成刻蚀偏差，通常用于工艺尺寸较大的应用，或用于干法刻蚀后清洗残留物等**。**干法刻蚀是目前主流的刻蚀技术（占比约85%）**，其中以等离子体干法刻蚀为主导。

等离子体刻蚀设备是一种大型真空的全自动的加工设备，一般由多个真空等离子体反应腔和主机传递系统构成。等离子体刻蚀设备原理是**利用等离子体放电产生的带化学活性的粒子，在离子的轰击下，与表面的材料发生化学反应，产生可挥发的气体**，从而在表面的材料上加工出微观结构。根据被刻蚀材料类型的不同，干法刻蚀主要是刻蚀**介质材料**（氧化硅、氮化硅、二氧化铪、光刻胶等）、**硅材料**（单晶硅、多晶硅、和硅化物等）、**金属材料**（铝、钨等）。根据产生等离子体方法的不同，干法刻蚀分为电容性、电感性等离子体刻蚀；**电容性**等离子体刻蚀主要是**以高能离子在较硬的介质材料上刻蚀高深宽比的深孔、深沟**等微观结构；而**电感性**等离子体刻蚀主要是**以较低的离子能量、极均匀的离子浓度刻蚀较软的和较薄的材料**。这两种刻蚀设备涵盖了主要的刻蚀应用。 **相关标的：中微公司**（CCP高能等离子体和ICP低能等离子体刻蚀两大类，已被广泛应用于国内和国际一线客户，从65纳米到3纳米及更先进工艺的众多刻蚀应用）、**北方华创、屹唐股份**

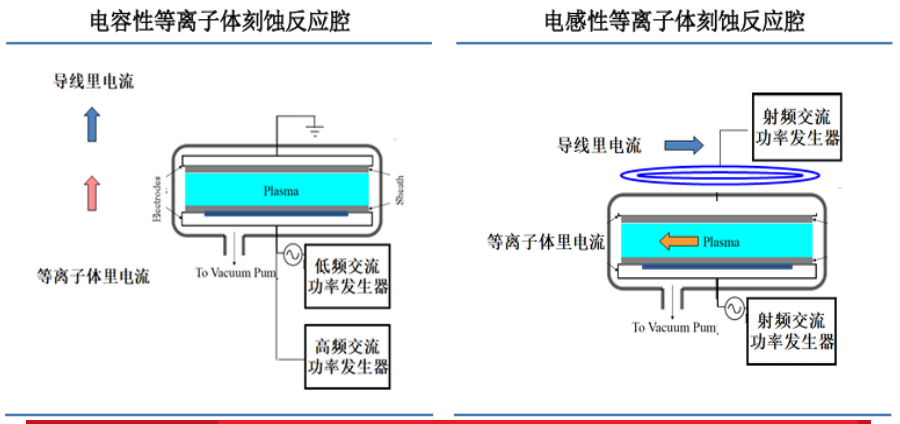
去胶设备：在刻蚀/离子注入等图形化工艺完成后，晶圆表面剩余光刻胶已完成图形转移和保护层的功能，通过去胶工艺进行完全清除。去胶工艺可分为湿法和干法两类，**湿法去胶**工艺使用溶剂对光刻胶等进行溶解；**干法去胶**工艺可视为等离子刻蚀技术的延伸，主要**通过等离子体和薄膜材料的化学反应完成，是目前的主流工艺**。在最先进的芯片制造工艺中，对底层材料的保护要求已达到原子级。干法去胶设备技术要求不断提高，干法去胶逐渐成为先进光刻中的一道关键步骤，设备应用也不断扩大。根据Gartner统计数据，2021年全球集成电路制造干法去胶设备市场规模约为7.54亿美元，**在前道晶圆设备中占比约为1%**。

竞争格局：全球干法去胶设备领域的主要参与者包括**PSK（比思科）**、**屹唐股份**、**ULVAC（爱发科）**等。根据Gartner 统计数据，2025年，干法去胶设备领域前五大厂商的市场份额合计超过90%，**屹唐股份凭借33.7%的市场占有率位居全球第二**。

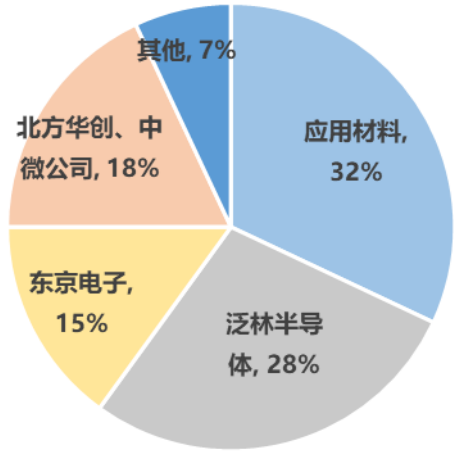
图：刻蚀的目的是将图形从光刻胶转移到待刻蚀的薄膜上



图：电容性、电感性等离子体刻蚀设备原理



图：2025年全球刻蚀设备竞争格局



资料来源：中微公司公告，方正证券研究所

仅供内部参考，请勿外传！

2.4 前道制造：退火/扩散/注入设备（占比5%）

热退火（Anneal）：是一种在集成电路制造过程中广泛应用的热处理技术，适用工艺包括**和离子注入工艺结合使用以实现晶圆掺杂**、金属薄膜沉积后金属硅化物烧结、晶圆表面改性（氧化、氮化）等。**热处理设备**：是半导体制造的关键工艺之一，用于在离子注入、薄膜沉积、金属化等工序后对材料进行晶格损伤修复、注入杂质激活和材料结晶改性等，从而调节其电性、物性等。热处理半导体设备主要的退火工艺类型包括**管式炉退火、RTP快速退火、激光退火**三大类。近年来，先进尖峰退火、激光/闪光毫秒退火在内的快速热处理技术越来越受到集成电路制造厂商的关注。随着集成电路性能不断提高的要求，快速热退火技术在晶圆加工/集成电路制造中的竞争优势越来越明显：相比**普通炉管退火设备几小时的加热时长，快速热退火设备只需几秒甚至几毫秒便可使晶圆上升至所需温度**，总体热预算较低，可以更好地提高晶圆的性能，满足先进集成电路制造的需求。

市场规模：根据Gartner数据，**2021年全球热处理设备市场规模合计26.4亿美元（对应在前道设备价值量占比2.8%），其中快速热处理设备规模12.1亿美元（占比1.3%）、氧化/扩散设备8.83亿美元（占比0.94%）**、栅极堆叠（Gate Stack）设备5.46亿美元（占比0.6%）。

竞争格局：全球快速热处理市场的其他主要参与者包括**应用材料、维易科、科意半导体**等，根据Gartner统计数据，2025年，应用材料占有的全球快速热处理市场份额达到57.0%。国内**北方华创、华卓精科、屹唐股份**等均在热处理设备方面布局。

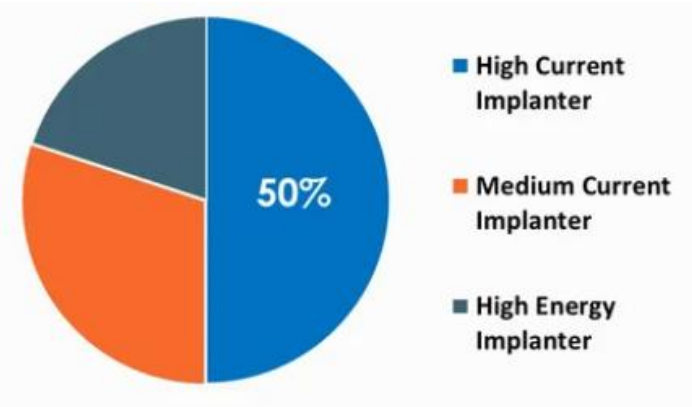
离子注入（Ion Implanter）：离子注入主要用于实现掺杂工艺，通过设备的加速和引导，**将需要掺杂的离子以束流形式射入硅片材料，并引起材料表面成分、结构和性能发生变化，从而形成导电结构**。根据注入**剂量、能量**的差异，划分为**低能大束流、中束流、高能**离子注入机三大机型，其中**低能大束流、高能机型的技术难度更高，属于目前国产化率低且重要性水平高的集成电路核心前道工艺设备**。伴随着芯片尺寸逐渐微缩，为制备先进制程中的超浅结，**低能大束流离子注入机逐渐成为市场主流，市占率约50%-60%，中束流、高能离子注入机分别约占20%-30%。**目前离子注入设备主要由**应用材料、Axcelis、Nissin(日新）、Sumitomo(住友)**等巨头主导，国内**华海清科**、中科信、思锐智能、凯世通等公司也有较深入的布局。

市场规模：QY Research 市场报告数据显示，全球半导体**离子注入设备市场销售额于2025年达到30.13亿美元，对应在前道设备价值量占比2.6%**。

图：热处理半导体设备分类

指标	管式炉退火	RTP快速退火	激光退火
处理数量	批量处理	单片处理	单点依次处理
升温	长时间加热和冷却	短时间加热和冷却	局部极短时间加热和冷却
温度均匀性	温度分布较为均匀	可精确控制温度均匀性、准确性	对单点加热强度控制精确
热梯度	较小	较大	很大
气氛控制	难	精准控制多路气氛及真空度	精准控制
成本	低	较高	高昂

图：离子注入设备分类



资料来源：屹唐股份公告、华经情报网、华海清科公告、Transparency market research、方正证券研究所

仅供内部参考，请勿外传！

2.5 前道制造：薄膜沉积设备（占比20%）

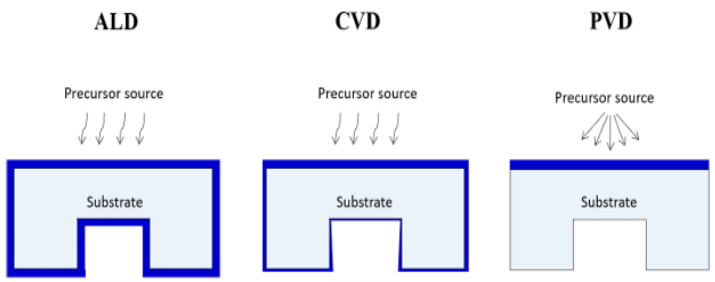
薄膜沉积：指在硅片衬底上沉积一层待处理的薄膜材料。所沉积薄膜材料可以是二氧化硅、氮化硅、多晶硅等非金属以及铜等金属。薄膜沉积设备主要负责各个步骤当中的介质层与金属层的沉积，包括**CVD（化学气相沉积）设备、PVD（物理气相沉积）设备/电镀设备、ALD（原子层沉积）**设备。

化学气相沉积（CVD）是通过化学反应的方式，利用加热、等离子或光辐射等各种能源，在反应器内使气态或蒸汽状态的化学物质在气相或气固界面上经化学反应形成固态沉积物的技术，是一种通过气体混合的化学反应在硅片表面沉积薄膜的工艺，可应用于**绝缘薄膜、硬掩模层、金属膜层**的沉积。CVD设备由气相反应室（进气方向与样品表面成水平或垂直），能量系统（加热或射频），反应气体控制系统，真空系统及废气处理装置等组成。硅片的表面及邻近区域被加热来向反应系统提供附加的能量。常用 CVD 设备包括PECVD、SACVD、APCVD、LPCVD等，适用于不同工艺节点对膜质量、厚度以及孔隙沟槽填充能力等的不同要求。

原子层沉积（ALD）可以将物质以单原子膜形式一层一层地镀在基底表面的方法。从原理上说，ALD 是通过化学反应得到生成物，但在沉积反应原理、沉积反应条件的要求和沉积层的质量上都与传统的CVD不同。相对于传统的沉积工艺而言， ALD 工艺具有自限制生长的特点，可精确控制薄膜的厚度，制备的薄膜具有均匀的厚度和优异的一致性，台阶覆盖率高，特别适合深槽结构中的薄膜生长。

市场规模：根据中微公司、拓荆科技公告，薄膜沉积设备**在前道设备中占比约为20-25%**，竞争格局：从全球市场份额来看，薄膜沉积设备行业呈现出高度垄断的竞争局面，行业基本由**应用材料（AMAT）、ASMI、泛林半导体（Lam）、东京电子（TEL）**等国际巨头垄断，国内企业包括**北方华创、中微公司、拓荆科技、微导纳米**等。

图：不同薄膜沉积设备成膜效果展示



相比于 ALD 技术，PVD 技术生长机理简单，沉积速率高，但一般只适用于平面的膜层制备；CVD 技术的重复性和台阶覆盖性比 PVD 略好，但是工艺过程中影响因素较多，成膜的均匀性较差，并且难以精确控制薄膜厚度。

薄膜沉积设备分类			原理	占比	应用材料	泛林半导体	东京电子	ASM	其他
CVD	PECVD	等离子体增强化学气相沉积设备	在从亚微米发展到90nm的IC制造技术过程中扮演重要角色，由于等离子体的作用，化学反应温度明显降低，薄膜纯度得到提升，致密度加强，不伤害芯片已完成电路。	33%	30%	21%	19%		30%
	SACVD	次常压化学气相沉积设备	主要用于沟槽填充工艺，IC中沟槽孔洞的深宽比越来越大，SACVD反应腔环境具有特有的高温（400-550℃），高压（30-600Torr)环境，具有快速填空能力。	其他设备6%					
	APCVD	常压化学气相沉积设备	最早的CVD设备，结构简单、沉积速率高，至今仍广泛应用	管式CVD12%					
	LPCVD	低压化学气相沉积设备	在APCVD基础上发展起来，由于工作压力大大降低，薄膜均匀性和构造覆盖填充能力有所改善，相比APCVD应用更加广泛。	11%					
	MOCVD	金属有机化合物化学气相沉积		4%					
PVD/电镀	溅射PVD			19%	85%				15%
	电镀ECD			4%					
ALD		原子层沉积设备	原子层将物质以单原子膜形式一层层地镀在基地表面的方法，ALD也是通过化学反应得到生成物，但相比传统工艺，ALD具有自限制生长的特点，可精确控制薄膜的厚度的厚度、一致性，台阶覆盖率高，非常适合深槽结构中的薄膜生长，在28nm以下关键尺寸缩小的双曝光工艺方面取得了越来越广泛的应用。	11%			31%	29%	40%

资料来源：中微公司公告，方正证券研究所

仅供内部参考，请勿外传！

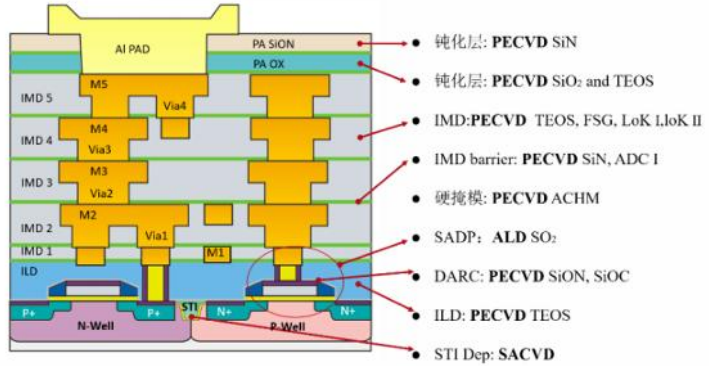
2.5 前道制造：薄膜沉积设备（占比20%）

随着产线的逐渐升级，晶圆厂对薄膜沉积设备数量和性能的需求将继续随之提升，在实现相同芯片制造产能的情况下，对薄膜沉积设备的需求量也将相应增加。根据拓荆科技招股书，以万片月产能产线为例，**中芯国际180nm 8寸经验产线，CVD需要9.9台，PVD为4.8台，而90nm12寸晶圆产线需要CVD数量42台，PVD数量24台。**对比两种产线的设备需求数量，总体上看，**越先进制程产线所需的薄膜沉积设备数量越多。**先进制程使得晶圆制造的复杂度和工序量都大大提升，为保证产能，产线上需要更多的设备。

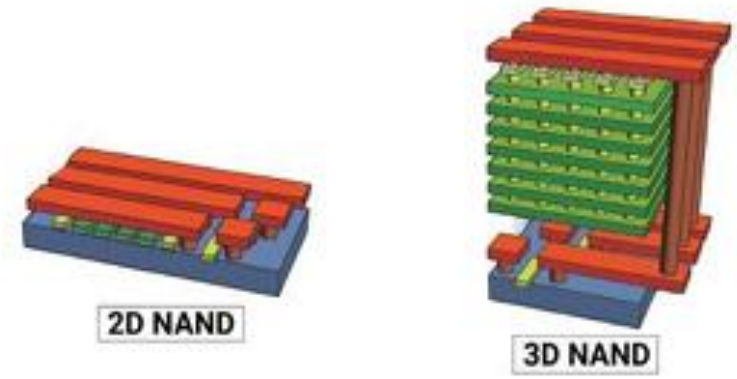
在 FLASH 存储芯片领域，随着主流制造工艺已由 2D NAND 发展为 3D NAND 结构，结构的复杂化导致对于薄膜沉积设备的需求量逐步增加。根据东京电子披露，**薄膜沉积设备占FLASH芯片产线资本开支比例从2D时代的18%增长至3D时代的26%。**随着3D NAND FLASH芯片的内部层数不断增高，对于薄膜沉积设备的需求提升的趋势亦将延续。

图：拓荆科技设备在在逻辑芯片、DRAM芯片及3D NAND FLASH芯片中的应用图示

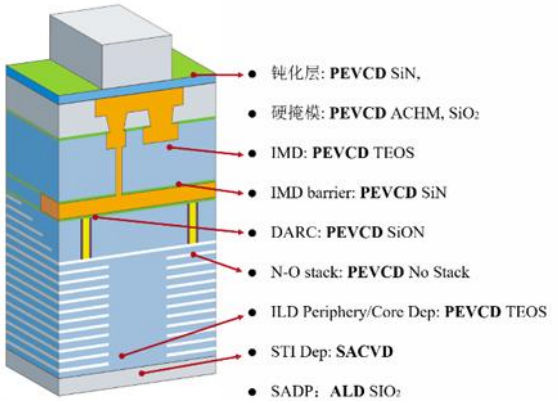
逻辑芯片应用图示



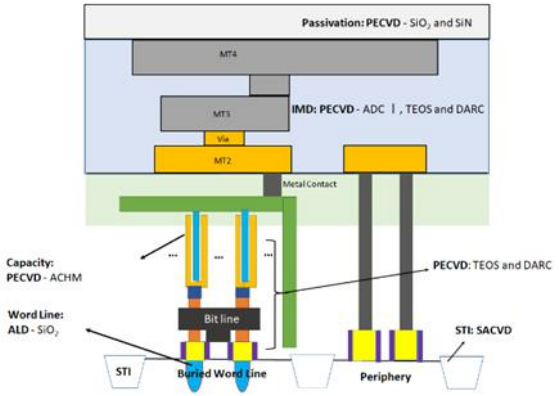
图：2D NAND与3D NAND结构图



3D NAND 应用图示



DRAM 应用图示



仅供内部参考，请勿外传！

2.6 前道制造：CMP/表面处理/清洁设备（占比3-13%）

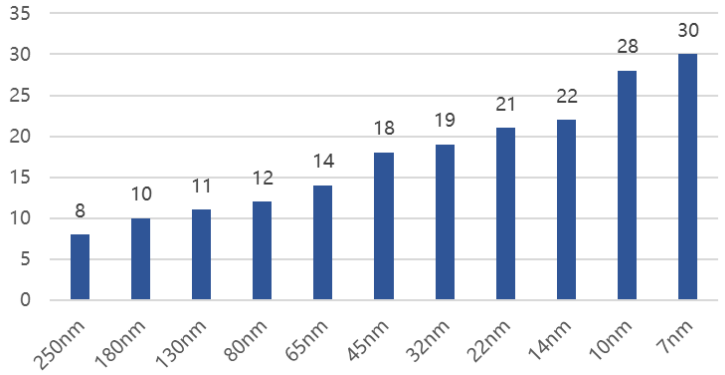
CMP设备：是半导体晶圆前道制造及先进封装等过程中实现晶圆全局平坦化的核心装备，**通过化学腐蚀作用和机械研磨动态耦合，实现晶圆表面不同材料去除**，从而达到纳米级全局平坦化，是光刻、刻蚀、薄膜等前道关键制造工艺能够重复进行的重要前提。同时，CMP作为芯片堆叠技术的关键工艺环节，与TSV金属化、键合等工艺流程密切相关，其工艺控制水平直接决定先进封装工艺的良率、电性能与机械稳定性。**当制造工艺不断向先进制程节点发展时对CMP技术的要求相应提高、步骤也会不断增加**，同时，12英寸晶圆产线所需CMP设备数量也高于8英寸产线。根据CabotMicroelectronics数据，制程从180nm进步到7nm过程中，所需CMP工艺步骤从10步提升至30步。

此外，为实现芯片垂直空间的有效利用，多层金属化技术被应用到集成电路制造工艺中。此外，为实现芯片垂直空间的有效利用，多层金属化技术被应用到集成电路制造工艺中。随着各电路层中薄膜厚度逐渐减薄，在同样空间内能够沉积的薄膜层数也相应增多，需要的CMP抛光次数也增多。以TSMC为例，90nm需要7层金属层，28nm需要10层金属层，在5nm节点，金属层数提高到14层。CMP技术将不断向抛光头分区精细化、工艺控制智能化、清洗单元多能量组合化、预防性维护精益化等方向发展。

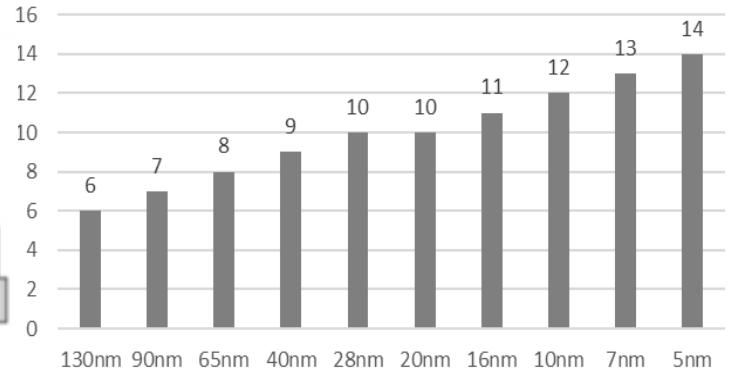
市场规模：根据中微公司公告、Frost&Sullivan数据，2025年全球CMP设备市场规模约为249.2亿元（约合37.2亿美元），对应**在半导体前道设备占比约为3.2%**。

竞争格局：目前全球CMP设备市场处于高度集中状态，主要由美国**应用材料**、**日本荏原**两家设备制造商占据，**两家制造商合计拥有全球CMP设备超过90%的市场份额**，**尤其在14nm以下最先进制程工艺的大生产线上所应用的CMP设备仅由两家国际巨头提供**。国内企业主要包括**华海清科、中微公司、华卓精科、北方华创**等。

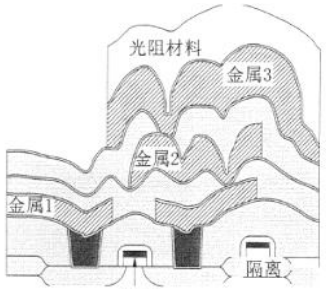
图：逻辑芯片制程节点对应CMP工艺步骤



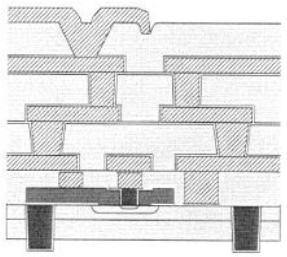
图：不同制程对应金属层数



图：CMP平坦化效果图（CMOS结构剖面图）

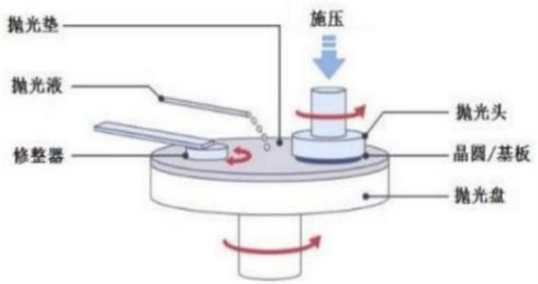


（a）未经平坦化

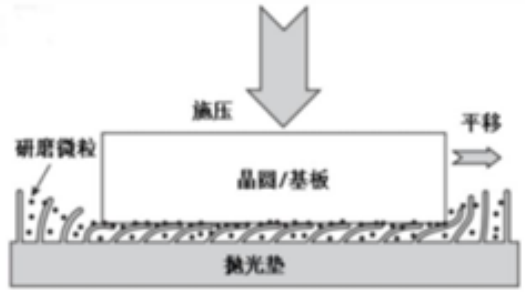


（b）平坦化后

图：CMP抛光模块示意图



图：CMP抛光作业原理图



仅供内部参考，请勿外传！

2.6 前道制造：CMP/表面处理/清洁设备（占比3-13%）

清洗设备：半导体湿法清洗设备是晶圆制造全流程中的核心辅助设备，通过化学试剂与物理作用结合，去除晶圆表面的颗粒杂质、金属污染物、有机残留、氧化层等污染物，同时避免损伤晶圆表面微观结构，为刻蚀、薄膜沉积、热处理等核心工艺提供洁净基底。按照**工艺控制设备在前道设备占比5%**计算，2025年**全球半导体工艺控制设备市场规模约为58.45亿美元（约合409亿元）**。

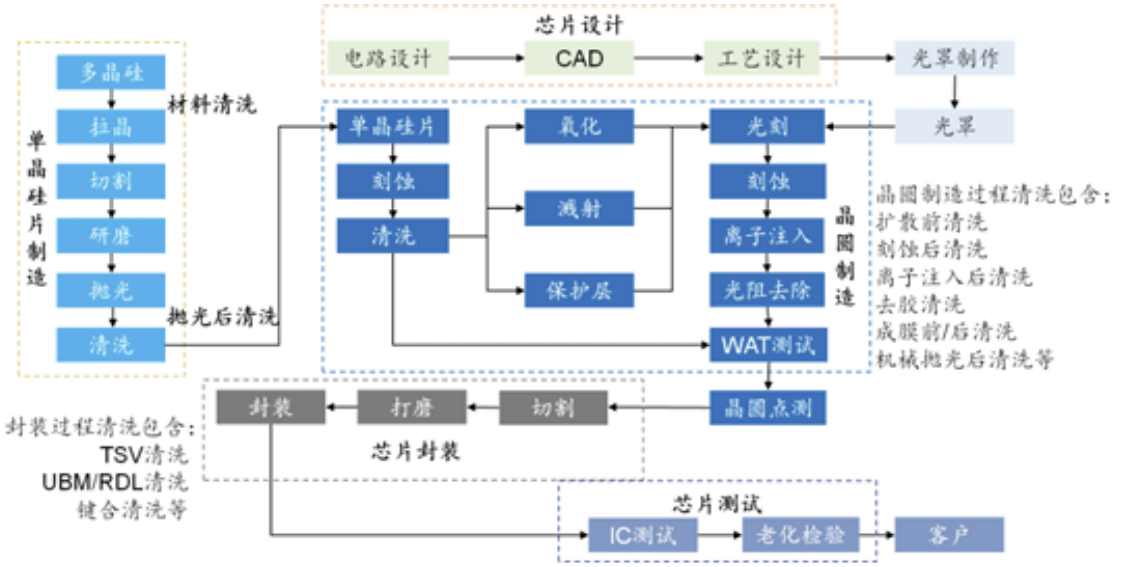
现阶段，芯片技术节点不断提升，从55nm、40nm、28nm至14nm、7nm及以下，对晶圆表面污染物的控制要求越来越高，往往光刻、刻蚀、沉积等重复性工序前后都需要一步清洗工序。在**半导体硅片的制造过程中，需要清洗抛光后的硅片**，保证其表面平整度和性能，从而提高在后续工艺中的良品率；而**在晶圆制造工艺中要在光刻、刻蚀、沉积等关键工序前后进行清洗**，去除晶圆沾染的化学杂质，减小缺陷率；而**在封装阶段，需根据封装工艺进行 TSV 清洗、UBM/RDL 清洗**等。

随着晶圆制造工艺不断向精密化方向发展，芯片结构的复杂度不断提高，芯片对杂质含量的敏感度也相应提高，微小杂质将直接影响到芯片产品的良率。当前的芯片制造流程在光刻、刻蚀、沉积等重复性工序后均设置了清洗工序，**清洗步骤数量约占所有芯片制造工序步骤的30%以上，是所有芯片制造工艺步骤中占比最大的工序**，而且随着技术节点的继续进步，清洗工序的数量和重要性将继续随之提升，在实现相同芯片制造产能的情况下，对清洗设备的需求量也将相应增加。

图：半导体清洗中的污染物种类、来源以及主要危害

污染物	来源	主要危害
颗粒	环境，其他工艺工程中产生	影响后续光刻，干法刻蚀工艺，造成器件短路
自然氧化层	环境	影响后续氧化，沉积工艺，造成器件电性失效
金属污染	环境，其他工艺工程中产生	影响后续氧化工艺，造成器件电性失效
有机物	干法刻蚀副产物，环境	影响后续沉积工艺，造成器件电性失效
牺牲层	氧化/沉积工艺	影响后续特定工艺，造成器件电性失效
抛光残留物	研磨液	影响后续特定工艺，造成器件电性失效

图：半导体制造过程中需要的清洗步骤



仅供内部参考，请勿外传！

2.6 前道制造：CMP/表面处理/清洁设备（占比3-13%）

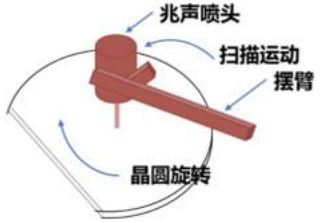
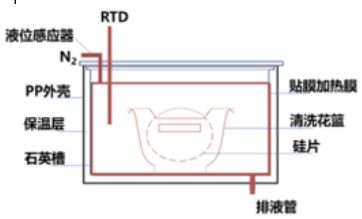
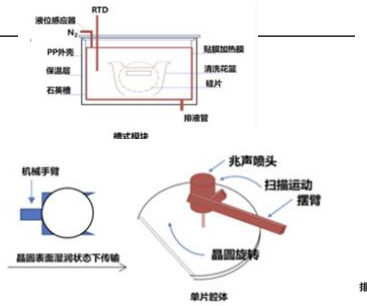
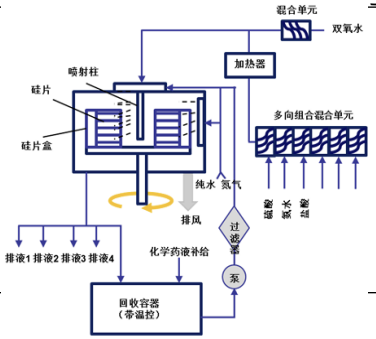
根据清洗介质的不同，目前主要分为**湿法清洗、干法清洗**两种工艺路线。

湿法清洗占据市场主导地位，市场份额约占85%。湿法清洗是针对不同的工艺需求，采用特定的化学药液和去离子水，对晶圆表面进行无损伤清洗，以去除晶圆制造过程中的颗粒、自然氧化层、有机物、金属污染、牺牲层、抛光残留物等物质，可同时采用超声波、加热、真空等辅助技术手段，主要分为**刷洗类、化学清洗类**。湿法清洗针对不同的工艺需求，采用特定的化学药液和去离子水，对晶圆表面进行无损伤清洗，以去除集成电路制造过程中的颗粒、自然氧化层、有机物、金属污染、牺牲层和抛光残留物等。**刷洗类设备**以刷洗器为核心，能有效清除**硅片表面1μm及以上的颗粒物**。**化学清洗类设备**则主要包括**浸入式湿法清洗槽、兆声清洗槽、旋转喷淋清洗设备**等，其清洗原理基于经典的RCA清洗技术及其衍生工艺。

在湿法清洗工艺路线下，根据设备形态又可分为**槽式清洗机、单片式清洗机、组合式清洗机、批式旋转喷淋清洗机**等。

干法清洗是近年来发展的新型技术，无需液体溶剂，通过气相化学反应或离子轰击实现清洗，具有无废液、可局部选择性清洗等优点，主要包括**热氧化法、等离子清洗法、超临界气相清洗、束流清洗等技术**。干法清洗主要是采用气态的氢氟酸刻蚀不规则分布的有结构的晶圆二氧化硅层，虽然**具有对不同薄膜有高选择比的优点，但可清洗污染物比较单一，目前在28nm及以下技术节点的逻辑产品和存储产品有应用。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。未来清洗设备的湿法工艺与干法工艺仍将并存发展，均在各自领域内向技术节点更先进、功能多样化、体积小、效率高、能耗低等方向发展，在短期内湿法工艺和干法工艺无相互替代的趋势。但目前该技术仍不成熟，湿法清洗在3D NAND堆叠结构清洗、铜互连工艺等场景中仍不可替代。

表：湿法清洗设备分类及示意图

	单片清洗设备	槽式清洗设备	组合式清洗设备	批式旋转喷淋清洗设备	洗刷器
定位	精准控制	高效批量	精准控制+高效批量	高温工艺“攻坚者”	
清洗方法	旋转喷淋、兆声波清洗、二流体清洗、机械刷洗等	溶液浸泡、兆声波清洗	溶液浸泡+旋转喷淋组合清洗	旋转喷淋	机械刷洗
先进程度	很高	高	很高	高	
特点	每次仅处理一片晶圆，工艺控制能力极强，能有效避免交叉污染，尤其适合对均匀性要求极高的先进制程。不过，其产能相对较低，成本较高。	可同时清洗100-200片晶圆，产能高、成本低，适合大批量生产。但缺点在于工艺参数（如颗粒、刻蚀速率）较难精确控制，且存在交叉污染的风险。	产能较高，清洗精度较高，并且可以大幅降低浓硫酸使用量，产品造价较高	能在120℃甚至200℃的高温下进行硫酸清洗，适合某些特殊工艺需求。但参数控制复杂，且一旦发生碎片问题，整批晶圆都可能受损。	刷头与晶圆表面物理摩擦，配合去离子水去除颗粒。方法直接有效，但属于接触式清洗，需严格控制刷头材质与力度。
图片					

图：干法清洗设备分类

清洗方式	清洗介质	清洗原理	特点
等离子清洗	氧气等离子体等	在强电场作用下，使氧气产生等离子体，迅速使光刻胶氧化成为可挥发性气体状态物质并被抽走。	工艺简单、操作方便、环境友好、表面干净无损伤；较难控制、造价较高。
气相清洗	化学试剂的气相等效物	利用液体工艺中对应物质的气相等效物与圆片表面的沾污物相互作用。	化学消耗品少，清洗效率高；但不能有效去除金属污染物；较难控制、造价较高。
束流清洗	高能束流状物质	利用高能量的呈束流状的物质质点与圆片表面的沾污杂质发生相互作用而达到清除圆片表面杂质。	技术较新，清洗消耗较少、避免二次污染；较难控制、造价较高。

资料来源：中科院半导体研究所、菏泽力芯片电子科技有限公司、盛美上海招股书、方正证券研究所

仅供内部参考，请勿外传！

2.7 前道制造：量检测设备（占比10-15%）

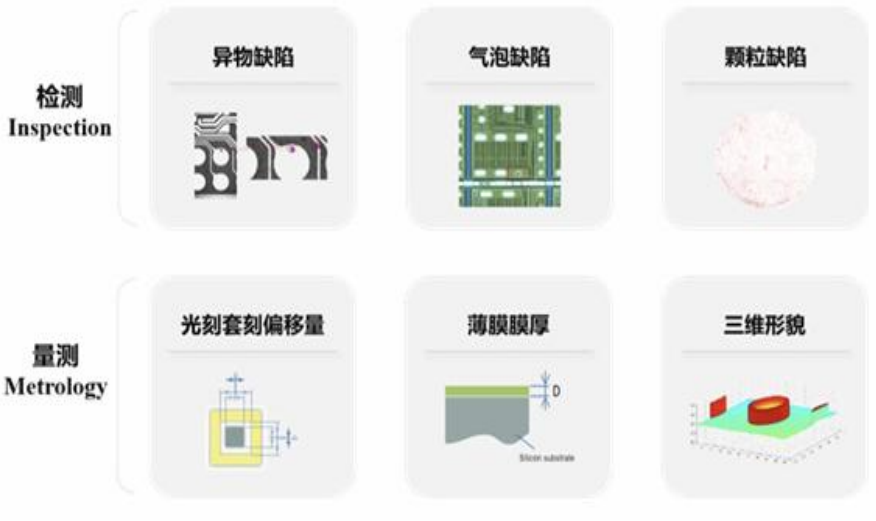
集成电路质量控制：包括**前道检测、中道检测、后道测试**，其中，**前道检测**主要以**光学、电子束**等非接触式手段，针对光刻、刻蚀、薄膜沉积、清洗、CMP 等晶圆制造环节的质量控制的检测；**中道检测**面向先进封装环节，主要以**光学等非接触式手段**针对重布线结构、凸点与硅通孔等晶圆制造环节的质量控制；**后道测试**主要利用接触式的电性手段对芯片进行功能和参数测试，主要包括晶圆测试和成品测试两个环节。按照**工艺控制设备在前道设备占比11%**计算，2025年**全球半导体工艺控制设备市场规模约为129亿美元（约合862亿元）**。

根据检测类型不同，用于前道支撑和先进封装的质量控制设备可以分为：1）检测设备的主要功能系检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、开短路等对芯片工艺性能具有不良影响的特征性结构缺陷；**2）量测设备**的主要功能系对被观测的晶圆电路上的结构尺寸和材料特性做出量化描述，如薄膜厚度、关键尺寸、刻蚀深度、表面形貌等物理性参数的量测。

根据 VLSI Research 的统计，2020 年半导体检测和量测设备市场各类设备占比如下表所示，其中，**检测设备占比为 62.6%**，包括无图形晶圆缺陷检测设备、图形晶圆缺陷检测设备、掩膜检测设备等；**量测设备占比为 33.5%**，包括三维形貌量测设备、薄膜膜厚量测设备（晶圆介质薄膜量测设备）、套刻精度量测设备、关键尺寸量测设备、掩膜量测设备等。

竞争格局：全球量检测设备主要由科磊（KLA）、应用材料、日立、雷泰光电、创新科技、Nano、Nova、阿斯麦等外资巨头垄断，市场集中度较高，也是目前国产化率较低的环节之一，国内龙头企业主要包括**精测电子、中科飞测、天准科技**。

图：按检测类型分质量控制设备



图：量检测设备竞争格局及国内厂商布局

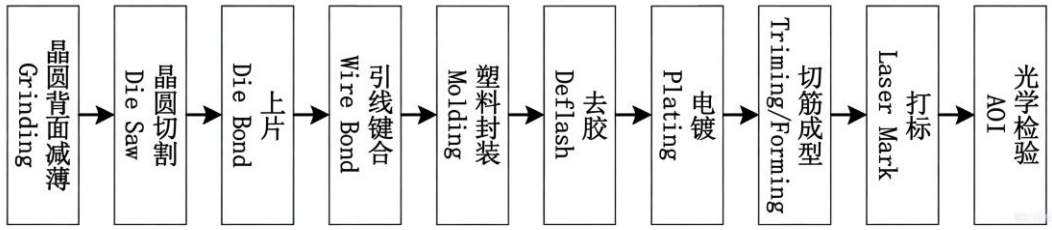
设备类型	应用比例	KLA	AMAT	Nano(Onto)	Nova	ASML	其他	精测电子	中科飞测	天准科技
无图形检测设备	5%	78%					22%	√	√	
有图形检测设备	32%	72%					28%	√	√	√
缺陷复查设备	11%		68%				32%	√		
掩膜检测设备	15%	66%					34%			√
膜厚量测设备	12%	46%			30%		24%	√	√	
套刻精度量测设备	9%	65%				30%	5%		√	√
光学关键尺寸量测设备(OCD)	10%	50%		30%			20%	√	√	√
形貌量测设备	6%	85%					15%	√	√	

仅供内部参考，请勿外传！

3.1 封装设备

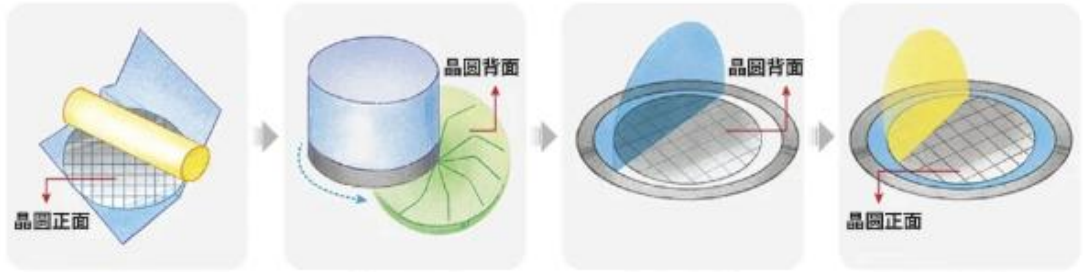
封装设备：封装设备主要包括减薄、贴膜机、晶圆安装机、划片机、清洗设备、贴片机、固化设备、焊接机、塑封机、切筋成型机等。据SEMI数据，2025年半导体封装设备（A&P，Assembly&Package）**市场规模约为61亿美元（约合409亿元），约占半导体设备比重5%**。

表：封装工艺流程



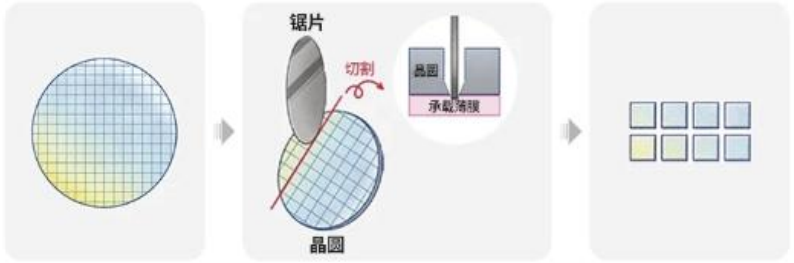
步骤	具体工作
晶圆减薄	将晶圆背面减薄，使**整体厚度从约700微米减至约50-200微米**，以适应更小、更薄的封装需求。
晶圆切割	使用**激光或金刚石刀片**，沿着晶圆上的切割道进行切割，分离出一个个独立的芯片。
芯片贴装	通过导电胶或焊料，将分离出来的芯片精确地贴装并固定在引线框架或基板上。
电气互联	实现芯片与外部电路的电信号连接，主要有以下两种方式：一是**引线键合**，用金、铜等极细的金属导线连接芯片和引脚；二是**倒装键合**，在芯片上制作焊料凸点直接扣在基板上，更先进、性能更高。
塑封与固化	使用**环氧树脂**等材料，将芯片和金属线完全包封起来，形成坚固的保护层，隔绝外部侵害。塑封后通常还需进行“后固化”（Post-Mold Cure），在高温下烘烤数小时使材料完全固化。
后段处理	对塑封后的成品进行**去飞边、切筋成型、引脚上锡焊、激光打码**等处理。
测试与分选	对成品进行全面功能、性能及外观测试，确保质量和可靠性。

表：封装关键工艺示意图



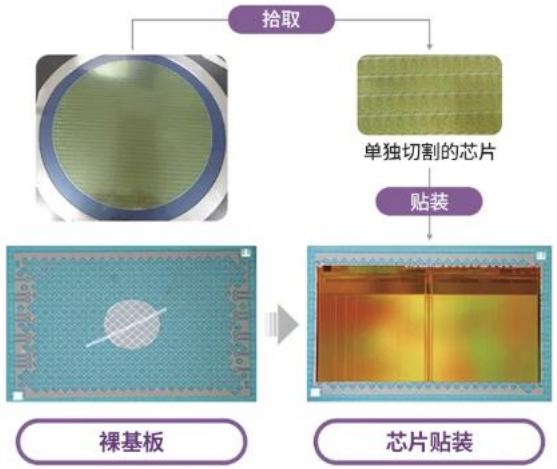
贴膜　背面研磨　框架安装　正面胶带去除

首先需要在晶圆正面覆盖一层保护胶带，称之为背面研磨保护胶带。这是为了防止用于绘制电路的晶圆正面遭受物理性损害。之后使用研磨轮（Grinding Wheel）对晶圆背面进行研磨，使其变得更薄。在这个过程中，需要先用高速旋转的粗磨轮去除大部分多余材料；再用细磨轮对表面进行精磨，以达到理想厚度；最后使用精抛光垫（Fine Pad）对晶圆进行抛光，使其表面变得光滑。对于单芯片封装而言，通常需要将晶圆研磨到约200-250微米（μm）的厚度。而对于堆叠封装而言，因将多个芯片堆叠在同一封装体中，所以芯片（晶圆）需要研磨至更薄。



完整的晶圆　晶圆被分割成芯片

使用轮状锯片来切割和分离晶圆。这种锯片采用高硬度的金刚石刀头沿着晶圆划片线切割，晶圆格状划片线如图所示。由于锯片旋转时会产生容差3，因此划片线宽度必须超过砂轮厚度。



芯片贴装是指从承载薄膜上拾取经过晶圆切割后的芯片，并将其贴装在涂有粘合剂的基板或引线框架上的工艺。

仅供内部参考，请勿外传！

3.2 测试设备：市场规模117亿美元，占半导体设备约9%

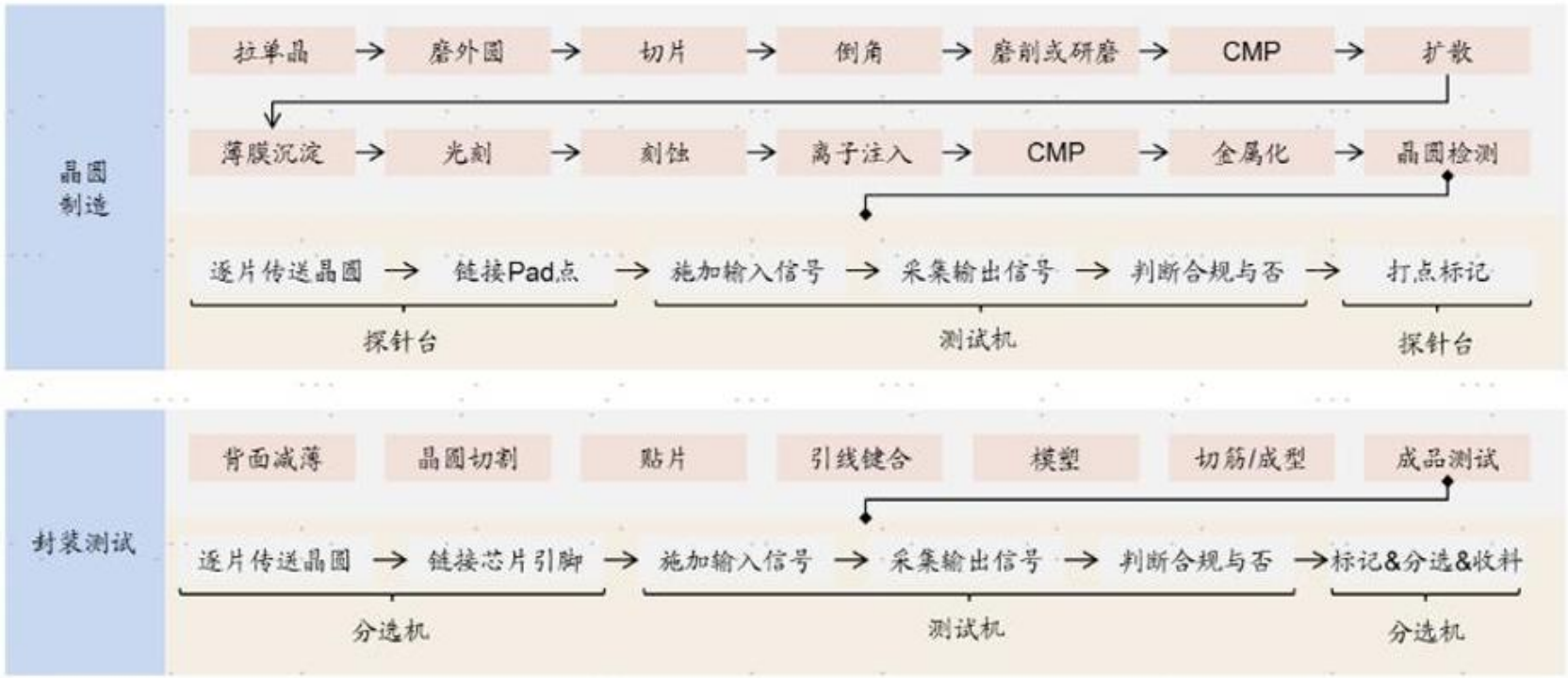
测试设备：集成电路的测试主要包括芯片设计中的**设计验证**、晶圆制造中的**晶圆检测**、封装完成后的**成品测试**。无论哪个阶段，要测试芯片的各项功能指标必须完成两个步骤：1）将芯片的**引脚与测试机的功能模块**连接起来，2）要**通过测试机对芯片施加输入信号**，并检测芯片的输出信号，判断芯片功能和性能指标的有效性。

测试机是检测芯片功能和性能的专用设备，测试机对芯片施加输入信号，采集被检测芯片的输出信号与预期值进行比较，判断芯片在不同工作条件下功能和性能的有效性。**分选机、探针台**是将芯片的引脚与测试机的功能模块连接起来并实现批量自动化测试的专用设备。

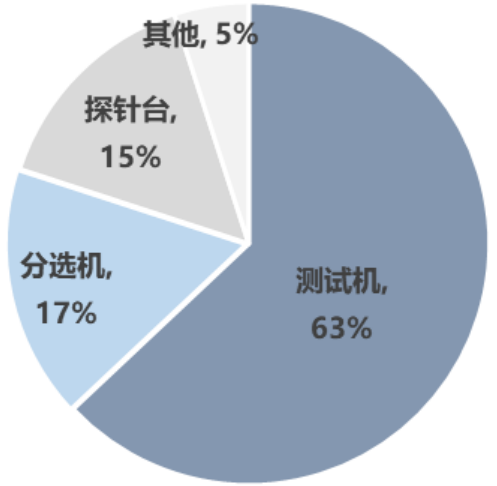
晶圆检测（CP,CircuitProbing）环节需要用到测试机、探针台，**成品测试（FT,Final Test）**环节需要用到测试机、分选机。

根据SEMI数据，2025年全球半导体**测试设备市场规模约为117亿美元，占半导体设备比重约9%**。在测试设备中**测试机、分选机、探针台的价值占比约为63%、17%和15%**。

图：测试设备在晶圆检测（CP）、成品测试（FT）中的应用



图：测试设备分类及占比



仅供内部参考，请勿外传！

3.2.1 测试设备：分选机、探针台

根据SEMI数据， 2025年全球半导体**测试设备市场规模约为117亿美元，占整个半导体设备价值量约9%**。按照**测试机、分选机、探针台**的价值占比约为63%、17%和15%计算，三者市场规模分别为74、20、17.6亿美元，**约合494、133、117亿元**。

竞争格局：

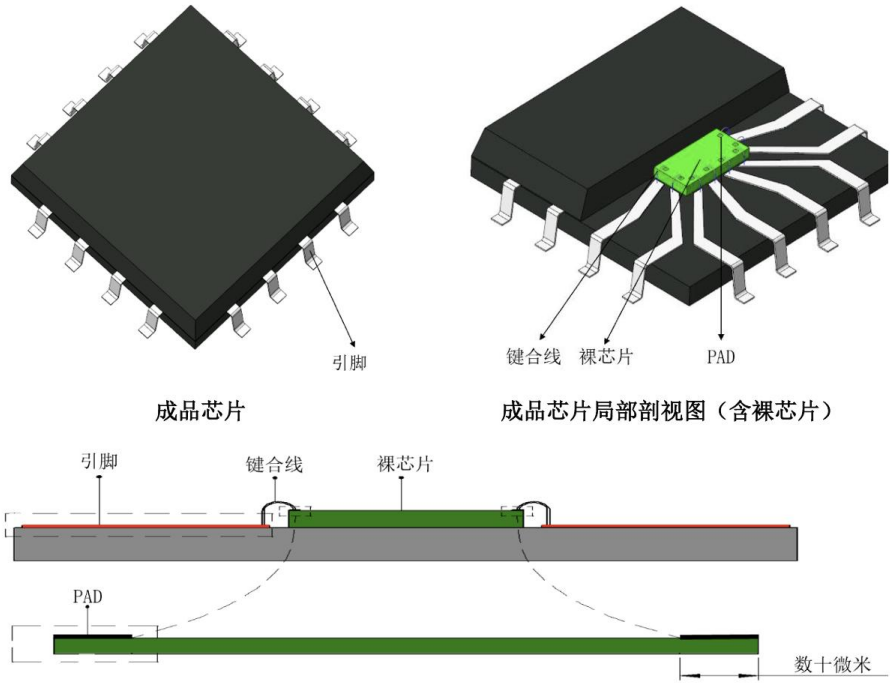
分选机：全球分选机企业主要包括**美国Cohu、日本爱德万、中国台湾鸿劲精密、日本爱普生**，境内企业主要包括**长川、华峰、联动科技、华兴源创、精测电子、金海通**等。

探针台：全球探针台设备市场由**东京电子、东京精密、旺矽科技、惠特科技**等海外公司占据主导地位，2019年几家分别占据**46%、27%、10%、4%**市场份额，矽电股份市占率3%，从国内来看，**矽电股份**2021年度至2024年1-6月，矽电股份在中国大陆地区的市场份额分别为19.98%、23.68%、25.70%及23.30%。

图：分选机的分类及应用场景

分选机种类	图片	特点
平移式测试分选机		1、真空吸取芯片，传动臂传送； 2、**可靠性高，适用封装类型广，可适用封装尺寸广**； 3、可对测试环境进行配置，如温度、低静电环境等； 4、可对芯片测试结果进行多种分类。
重力式测试分选机		1、芯片靠自身重力和外部压缩空气传送； 2、机构简单，易于维护和操作，生产性能稳定，故障停机率低； 3、**同测数量少，适用封装类型少。**
转塔式测试分选机		1、靠主转盘内的直驱电机作为动力来源； 2、可以集成打印、外观检测、包装等功能； 3、**不适用于重量较大、外形尺寸较大的芯片产品。**

图：成品芯片及裸芯片截面示意图



对封装前晶圆上的裸芯片进行性能测试，裸芯片上有多个 PAD点用于信号传输，（即图中绿色方块上多个方形区域，边长约数十微米），测试时探针与之接触并输入、输出测试信号。裸芯片经 PAD引出引脚、覆盖封装材料等工序后即成为成品芯片，稳定性与尺寸均大幅提升。由于裸芯片没有引脚（Pin），输入输出信号只能通过 PAD点传输，PAD点大小以方形为主，边长在50μm左右，需要通过特殊**探针**接触 PAD点引入引出信号，实现对裸芯片设计参数进行测试验证。

资料来源：金海通公告、矽电股份公告、方正证券研究所

仅供内部参考，请勿外传！

3.2.2 测试设备：测试机

测试机：半导体测试机在芯片制造过程中扮演着关键角色，涵盖**SoC测试机、存储测试机、RF测试机、模拟/混合测试机、功率器件测试机、CIS测试机**等多个细分领域。

- **SoC测试机**：用于测试手机处理器、MCU、电源管理芯片等复杂系统级芯片。代表厂商：泰瑞达、爱德万。
- **存储器测试机**：专门测试DRAM、Flash、SRAM等存储芯片。技术要求高，市场集中。代表厂商：爱德万。
- **模拟/混合信号测试机**：用于测试数模转换、传感器等芯片。
- **分立器件测试系统**：测试二极管、三极管、MOSFET等。

芯片的测试主要可以分成两大部分。CP(chip probering)和FT(final test)。**CP测试**也叫晶圆测试(wafer test)，晶圆（Wafer）制作完成之后，成千上万的裸DIE（未封装的芯片）规则地布满整个Wafer。由于尚未进行划片封装，芯片的管脚全部裸露在外，这些极微小的管脚需要通过更细的探针（Prober）来与测试机台（Tester）连接。一片晶圆越靠近边缘，die（一个小方格，也就是一个未封装的芯片）出问题的概率越大。**FT测试**属于芯片级测试，是通过测试板(Loadboard)和测试插座(Socket)使自动化测试设备(ATE)到封装后的芯片之间建立电气连接。

市场规模：根据SEMI数据， 2025年全球半导体**测试设备市场规模约为117亿美元**，按照**测试机**的价值占比约为63%计算，市场规模约为74亿美元，**约合494亿元**。

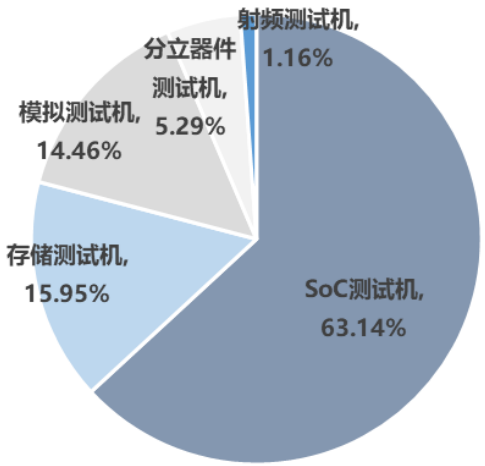
图：半导体测试机分类

测试机分类	模拟测试机			SoC测试机	存储器测试机	射频（RF）测试机
	分立器件测试机	模拟测试机	数模混合测试机			
测试对象	分立器件、大功率器件	模拟电路	模拟/逻辑电路	微处理器/逻辑芯片/通信芯片等纯数字或数模混合/数字射频混合芯片	存储器测试机	PA/PFE/射频开关
技术难度	IGBT有一定难度，其他难度一般	难度一般	难度一般	难度非常高	难度非常高	难度较高
价格区间		5-15万美金		20-150万美元	100-300万美元	30-40万美元
国产化率	较高			较低		

图：ATE测试项目分类

	检测项目	检测内容
CP测试	SCAN	芯片逻辑功能是否正确
	Boundary SCAN	芯片管脚功能是否正确
	存储器	芯片往往集成着各种类型的存储器（例如ROM/RAM/Flash），为了测试存储器读写和存储功能，通常在设计时提前加入BIST（Built-In SelfTest）逻辑，用于存储器自测芯片通过特殊的管脚配置进入各类BIST功能，完成自测试后BIST模块将测试结果反馈给Tester。
	DC/AC Test	DC测试包括芯片Signal PIN的Open/Short测试，电源PIN的PowerShort测试，以及检测芯片直流电流和电压参数是否符合设计规格
	RF Test	对于无线通信芯片，RF的功能和性能至关重要。CP中对RF测试来检测RF模块逻辑功能是否正确。FT时还要对RF进行更进一步的性能测试。
	其他Function Test	芯片其他功能测试，用于检测芯片其他重要的功能和性能是否符合设计规格。
FT测试	Open/short Test	检查芯片引脚是否有开路或者短路，
	DC Test	检查器件直流的电流和电压的参数
	Eflash Test	检查内嵌的flash功能和性能，包含读写参数动作功耗和速度等各种参数。
	Function test	测试芯片的逻辑功能
	AC test	验证交流的规格，包括交流输出信号的质量和信号的实际参数。
	RF test	针对有射频模块的芯片，主要验证射频模块的功能和性能参数
	DFT test	主要包括scan扫描设计和内件的自测，也就是BIST(Build In Self Test)。

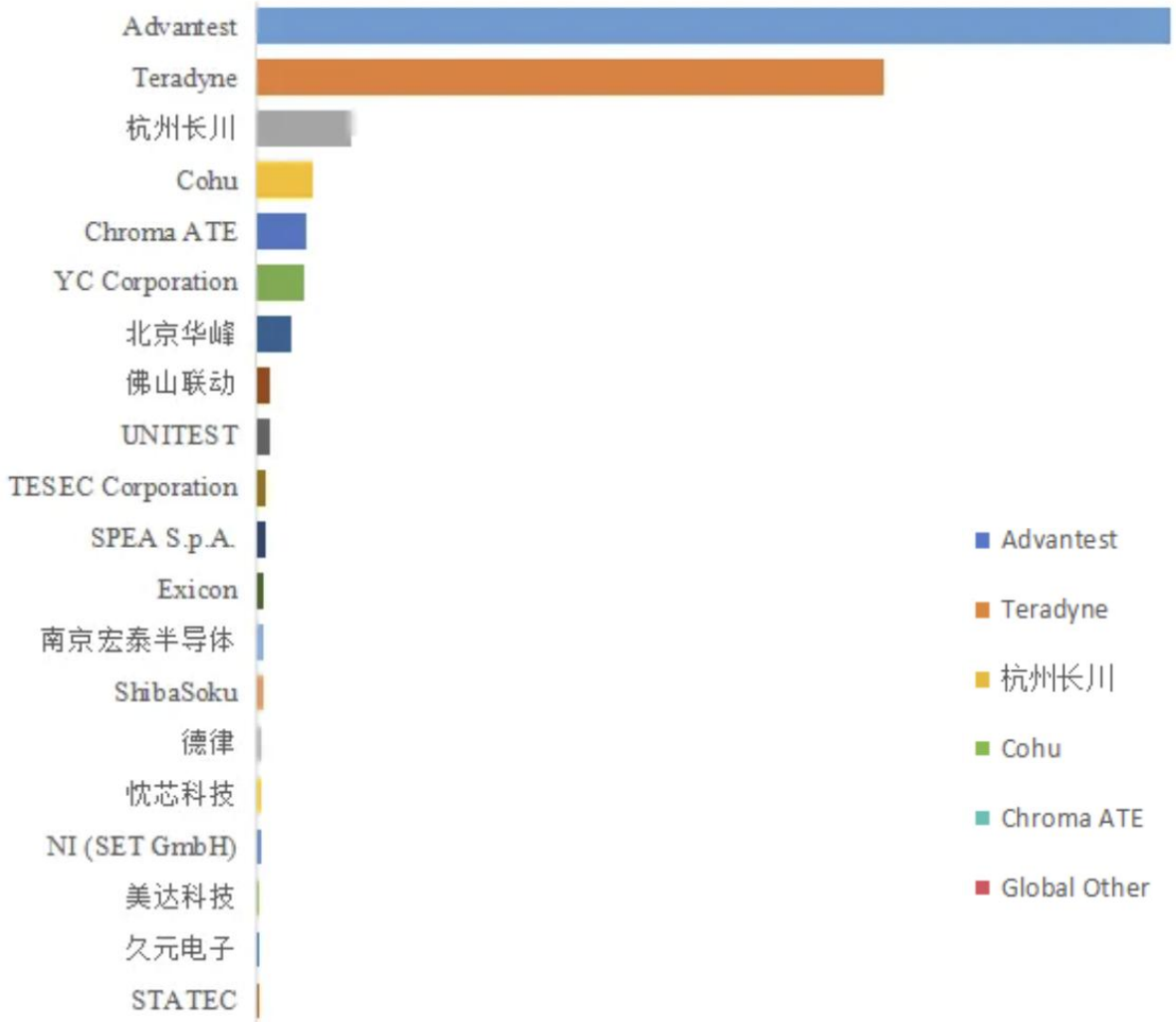
图：半导体测试机分类及占比



仅供内部参考，请勿外传！

3.2.2 测试设备：测试机

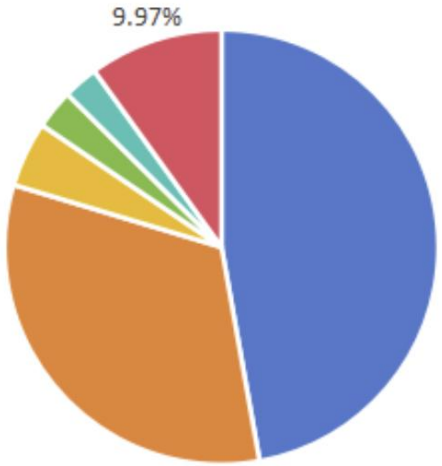
图：全球测试机前20企业（来源：QYResearch，基于2024年数据）



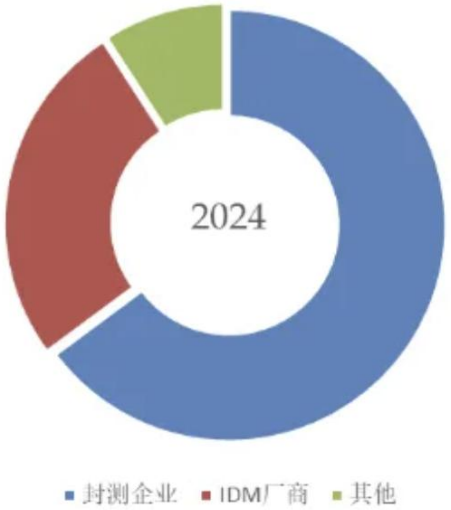
竞争格局：在后道测试设备市场占有率较高的领先生产商为**泰瑞达、爱德万、科休等，长川科技、华峰测控、联动科技**等国内厂商率先突破模拟、功率类测试并形成市场优势地位，但全球市场占比有限，后续空间依然较大。此外，由于技术、工艺具有相通性，**精智达、精测电子**等国内新型显示器件检测设备厂商也逐渐向半导体测试系统领域延伸发展。根据QYResarch数据，2024年全球前五大厂商份额占比超过90%，美国日本在高端测试机领域占据主导地位。

下游需求：主要来自封测企业、IDM厂商，根据QYResarch数据，目前封测企业仍然是最主要来源，约占64.8%。

图：测试机企业竞争格局



图：测试机下游应用



资料来源：QYResearch、方正证券研究所

仅供内部参考，请勿外传！

4 投资建议

建议关注：

前道设备平台化企业**北方华创、中微公司**，低国产化率环节如离子注入环节的**华海清科**，涂胶显影环节的**芯源微**、量测设备领域**中科飞测、精测电子、天准科技**等，薄膜沉积环节的**拓荆科技、微导纳米、盛美上海**。

后道封装测试设备关注**长川科技、华峰测控、精智达**。

设备零部件环节重点关注**富创精密、正帆科技、英杰电气、强一股份、臻宝科技、高凯技术、超纯应材、托伦斯、矽电股份、珂玛科技、新莱应材**等。

仅供内部参考，请勿外传！

风险提示

技术进展不及预期风险。半导体设备属于前沿技术，若精度、稳定性无法达到预期，可能会影响产品良率，进而影响在下游客户验证及使用节奏，进而影响上市公司该业务的收入增长。

下游需求不及预期风险。若AI资本开支不及预期，导致半导体需求不及预期，进而影响对材料、设备的需求，可能会导致设备公司收入、利润不及预期。

宏观经济波动风险。当前地缘冲突激烈，若全球经济受到较大影响，进一步加息，可能会影响下游资本开支、材料价格等等，进而影响设备企业收入、利润。

行业竞争加剧风险。当前部分半导体设备还处于研发阶段，国产化率仍在提升，若后续国内竞争加剧，可能会影响材料、设备商的盈利水平。

仅供内部参考，请勿外传！

分析师声明与免责声明

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

本研究报告由方正证券制作及在中国（香港和澳门特别行政区、台湾省除外）发布。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告内容仅供我公司适当性评级为C3及以上等级的投资者使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。若您并非前述等级的投资者，为保证服务质量、控制风险，请勿订阅本报告中的信息，本资料难以设置访问权限，若给您造成不便，敬请谅解。

在任何情况下，本报告的内容不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求，方正证券不对任何人因使用本报告所载任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告版权仅为方正证券所有，本公司对本报告保留一切法律权利。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处且不得进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

仅供内部参考，请勿外传！

评级说明

类别	评级	说明
公司评级	强烈推荐	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有20%以上的涨幅。
	推荐	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有10%以上的涨幅
	中性	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数在-10%和10%之间波动。
	减持	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有10%以上的跌幅。
行业评级	推荐	分析师预测未来12个月内行业表现强于同期基准指数。
	中性	分析师预测未来12个月内行业表现与同期基准指数持平。
	减持	分析师预测未来12个月内行业表现弱于同期基准指数。
基准指数说明		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指数为基准。

仅供内部参考，请勿外传！

方正证券研究所

专注·专心·专业

北京市朝阳区朝阳门南大街10号兆泰国际中心A座17层
长沙市天心区湘江中路二段36号华远国际中心37层

上海市静安区延平路71号延平大厦2楼
深圳市福田区竹子林紫竹七道光大银行大厦31层

广州市天河区兴盛路12号楼隽峰院2期3层方正证券