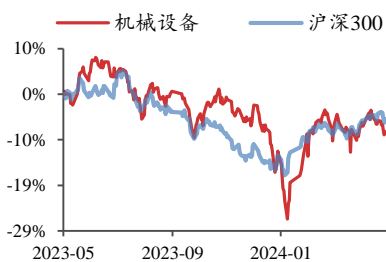


## 机械设备

2024年05月28日

投资评级：看好（维持）

### 行业走势图



数据来源：聚源

### 相关研究报告

《人形机器人迎密集催化，关注板块布局机会—行业周报》-2024.5.26

《政策加码加速顺周期板块复苏，刀具有望率先受益—行业周报》-2024.5.19

《设备更新有望加速落地，流程工业率先受益—行业深度报告》-2024.5.18

# 半导体设备行业：周期拐点渐近，国产替代 2.0 时代开启

——行业深度报告

孟鹏飞（分析师）

mengpengfei@kysec.cn

证书编号：S0790522060001

### ● 2024 年有望成为全球半导体市场周期拐点之年

半导体行业兼具周期与成长属性。从周期角度看，全球半导体月度销售额同比增速在 2021Q4 见顶回落，下行周期开启。2023 年 11 月是继 2022 年 8 月以来连续 15 个月同比增速为负后的首次转正，至 2024 年 3 月全球半导体销售额已实现连续 5 个月份同比增速为正，标志着行业景气度有望触底回升。台积电认为当前智能手机、PC 以及传统服务器市场仍处于缓慢复苏中但 AI 相关需求非常强，指引 2024 年全球半导体市场将经历温和复苏。ASML 同样认为 2024 年将成为半导体市场复苏之年，同时指引 2025 年行业将会迎来更强劲的需求增长。

### ● AI 升级与产业安全共同驱动先进晶圆厂 Capex 增长以及设备国产化率提升

从成长维度看，生成式 AI 的发展将成为 2030 年全球半导体销售总额相比 2023 年翻倍的核心推动力。AI 升级需要更多的算力以及高带宽存储（HBM），拉动全球晶圆厂投资额 2023-2027 年 CAGR 达到 9.3%。2023 年中国大陆芯片自给率仅约为 12%，在高端芯片海外代工受限、高端半导体制造设备进口管制严苛的情况下，我国半导体产业若想跟上全球发展速度，就必须提升高性能处理器和存储器本土制造能力并加快核心环节设备国产化。根据我们测算，基于先进存储、逻辑晶圆厂资本开支加大以及产线设备国产化率提升，中国大陆半导体设备销售额有望从 2023 年的 366 亿美金增长到 2027 年的 657.7 亿美金，CAGR 达 15.8%。

### ● 先进存储、逻辑芯片制造带来刻蚀、薄膜、检测、键合等环节设备量价齐升

先进存储、逻辑器件每万片投资规模相比成熟工艺段提升幅度大，主要体现在核心设备总用量以及单台设备价值量提升。先进制程逻辑器件制造相比成熟制程对刻蚀、薄膜沉积（特别是 ALD、EPI）、量检测、热处理等多种设备都有更高的需求量，平台型设备公司竞争优势更明显。向三维结构升级是先进存储器的主要变化，使得高深宽比刻蚀和薄膜沉积成为核心设备。HBM 在完成先进 DRAM 颗粒制造后采用 2.5D+3D 先进封装，带动键合、量检测、刻蚀等设备需求增长。

### ● 看好中国大陆高端芯片自给率提升带来的设备投资机遇

2018-2022 年国产半导体设备公司营收增长主要受益于成熟制程扩产以及产线设备国产化率提升，从 2023 年开始，国内先进晶圆厂采招开始边际加速。2024Q1 部分前道设备厂商收入端同比增速的放缓主要因为有更多的新品处在客户导入过程中，体现出国内先进晶圆厂对国产设备验证导入力度正在加大。站在当前时点，我们认为客户结构中先进晶圆厂占比更高的厂商在未来几年有望在 EPS 端实现超市场预期的表现，低国产化率环节的厂商有望在新一轮国产化浪潮中实现量产突破。受益标的：中微公司、北方华创、拓荆科技、芯源微、华海清科、至纯科技、万业企业。推荐标的：赛腾股份。

● 风险提示：国内先进晶圆厂扩产进度不及预期、设备国产化率提升不及预期。

## 目 录

1、 2024 年有望成为全球半导体市场周期拐点之年.....	3
2、 AI 发展是全球半导体市场长期增长的核心推动力 .....	4
2.1、 2023-2030 年全球半导体市场规模有望以 9.8%的复合增速增长至 1 万亿美金 .....	4
2.2、 AI 对算力和 HBM 的需求推动全球半导体设备市场突破千亿美金.....	4
2.3、 先进存储、逻辑扩产叠加国产化推进，2023-2027 年国产半导体设备销售额 CAGR 有望达 15.8%.....	5
3、 先进逻辑制造：高性能处理器国产化基石.....	7
3.1、 空间测算：2023 年中国大陆 7 纳米及以下代工需求约 7.4 万片/月 .....	7
3.2、 先进逻辑制造带来刻蚀、薄膜沉积、量检测等环节设备量价齐升 .....	8
4、 先进存储器件制造：承接 AI 对高带宽、大容量存储的需求.....	9
4.1、 需求、全球产能分布、国产存储器全球竞争力三维度分析扩产空间.....	9
4.2、 存储架构向 3D 升级主要增加刻蚀、薄膜沉积设备需求.....	11
4.3、 HBM 3D 堆叠的形式使得键合、量检测、刻蚀等成为核心工艺.....	13
5、 国产设备工艺覆盖程度大幅提升、验证导入国内晶圆厂速度加快.....	13
6、 风险提示 .....	16

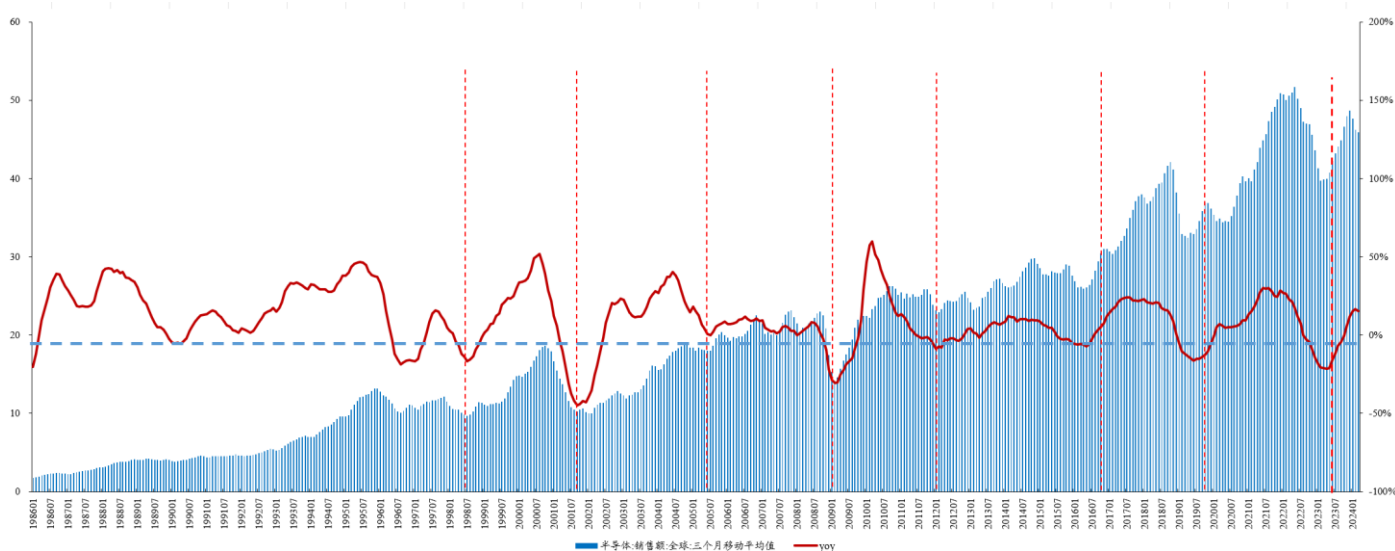
## 图表目录

图 1： 2023 年 11 月-2024 年 3 月，全球半导体销售额已实现连续 5 个月份同比增速为正.....	3
图 2： 全球晶圆代工、半导体设备龙头对 2024 年市场复苏持谨慎乐观态度 .....	4
图 3： 2030 年全球半导体市场有望迈入万亿美元规模.....	4
图 4： 到 2030 年，HPC 有望超过移动通讯成为全球半导体第一大终端市场 .....	4
图 5： AI 发展催生更多算力、HBM 与异构集成需求 .....	5
图 6： SEMI 预计 2023-2027 年全球 300mm 晶圆厂设备投资 CAGR=9.3%.....	5
图 7： 目前中国大陆芯片自给率仍然在 25%以下 .....	6
图 8： 中国大陆半导体设备出货金额占全球的比例不断提升.....	7
图 9： 月产 1 万片晶圆的 12 寸先进产线所需刻蚀设备是成熟产线的 2.4 倍.....	8
图 10： FinFET 和 HKMG 工艺的引入使得先进逻辑刻蚀工艺更加复杂 .....	8
图 11： 全球 AI PC 渗透率有望在 2027 年达到 60%.....	9
图 12： AI 手机渗透率有望在 2027 年达到 45%.....	9
图 13： 主流 AI 服务器均搭载 HBM.....	9
图 14： 长江存储 3D NAND 产品具备全球竞争力 .....	11
图 15： 刻蚀和薄膜沉积是 3D NAND 制造流程中的核心工艺 .....	12
图 16： 海外原厂在 1 $\alpha$ 工艺节点便开始使用 EUV 量产 DRAM 芯片 .....	12
图 17： 3D DRAM 核心制造设备为刻蚀、ALD、EPI 设备.....	13
图 18： HBM 封装核心设备为深硅刻蚀、键合、量检测、电镀等.....	13
表 1： 2023-2027 年中国大陆半导体设备市场规模 CAGR 有望达到 15.8%.....	5
表 2： 2023 年中国大陆 7 纳米及以下代工需求约 7.4 万片/月.....	7
表 3： 我们测算 2023-2027 年全球 HBM 市场空间 CAGR 达到 50.9%.....	10
表 4： 美日出口管制法案对先进逻辑、存储器件所需的薄膜沉积设备均作出明确出口限制 .....	14
表 5： 受益标的估值表 .....	16

## 1、2024 年有望成为全球半导体市场周期拐点之年

全球半导体月度销售额同比增速在 2021Q4 见顶回落，下行周期开启。2023 年 11 月是继 2022 年 8 月以来连续 15 个月同比增速为负后的首次转正，至 2024 年 3 月，全球半导体销售额已实现连续 5 个月份同比增速为正，标志着行业景气度有望触底回升。

图1：2023 年 11 月-2024 年 3 月，全球半导体销售额已实现连续 5 个月份同比增速为正



数据来源：SIA

结合全球头部晶圆代工厂、半导体设备厂商指引，我们认为 2024 年将是全球半导体市场周期拐点之年。

- 从设备厂商角度看，科磊、泛林半导体均上调 2024 年 WFE 至 900 亿美金以上，ASML 认为在行业整体稼动率回升、终端客户库存水平回归常态的情况下，2024 年可以看到全球半导体景气复苏，但 2025 年需求复苏会更强劲。
- 从晶圆厂角度看，台积电认为当前全球智能手机、PC 以及传统服务器市场需求仍处于缓慢复苏中，但 AI 相关数据中心需求十分强劲，下调 2024 年全球晶圆代工行业（不包含存储）同比增长至 10-20% 之间（此前为 20%），指引 2025 年会看到全球市场更强劲的复苏。中芯国际认为 2024Q2-Q3 下游需求好于此前预期，对 2024H2 需求持谨慎乐观态度。

**图2：全球晶圆代工、半导体设备龙头对 2024 年市场复苏持谨慎乐观态度**

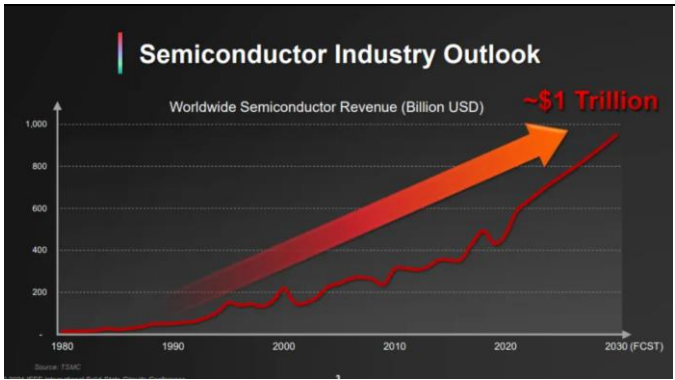
	科磊	泛林半导体	应用材料	阿斯麦	台积电	通富微电	中芯国际
202024/202025年展望	2024H2营收端相比2024H1有望实现个位数增长，即下半年会比上半年更好。	NA	2024年NAND资本开支不会有太大增长；将2024财年HBM营收增幅上调至同比提升6倍（原指引为4倍）。	相信2024年可以看到行业的复苏（鉴于行业整体的稼动率在提升、库存水位回归到平均以及AI等需求对半导体市场的拉动），ASML正在扩充产能以应对2025年强劲的市复苏。	智能手机市场需求正在缓慢复苏，PC已经触底，恢复非常慢，AI相关的数据中心需求非常的强，而传统服务器的需求则是缓慢温和的，IoT需求仍处低迷状态。2024年台积电资本支出计划维持280-320亿美元不变（70-80%用于先进制程，10%用于先进封装，10-20%用于特色工艺）。	目前看功率半导体、汽车电子景气回暖程度较低。景气度的可见度一般在1个季度左右。整体来看2024Q2下游整体的需求在复苏中。	Q2-Q3下游需求好于之前预期。目标全年销售收入同比增速高于可比同行业平均值（除去台积电、三星）的8%。对下半年需求谨慎乐观，争取能够实现下半年不低于上半年。
产能利用率	逐步提升中。	2024Q1备件业务处于2022年以来最高水平，这是客户产能利用率提升的一个重要前瞻信号。	NA	NA	NA	2024Q1仍在低位。通富苏州和槟城两个厂2024Q1稼动率约为75%，2023Q4约为80%-90%；2024Q1国内几个基地的稼动率在70%-75%之间。	NA
202024年WFE展望	预计WFE 900-910亿美元，相比此前预计持平或略有上升。	上调2024年全年晶圆代工支出到900-1000亿美元（此前为850-900亿美元），主要因为出货到中国的光刻机增长了。其中，DRAM市场上中国大陆的投资超公司预期。	NA	NA	预计全球半导体市场（不包括存储）同比增长约10%（原预计增长超过10%），将经历一个更温和和渐进的复苏，晶圆代工行业预计同比增长mid-to-high teens（原预计同比增长20%）。	现在各大机构预期2024年行业有10%以上增速，但公司觉得更多由存储产品推动，存储剔除后行业整体预计是持平或略有增长。	每年增加的12英寸产能大约在3-3.5万片上下。中芯国际现在的扩产并没有直接造成产业界供过于求。
对中国区的展望	NA	NA	中国区营收在过去三个季度高增，但从FY2024Q3开始会下滑，FY2024Q4下滑更明显。	中国区2024Q1销售额19亿美元，相比2023Q4的22亿美元小幅下滑。2024Q1来自存储晶圆厂的订单里，中国占一个健康的比例。	NA	NA	NA

资料来源：中芯国际 2024Q1 业绩说明会、通富微电 2024Q1 业绩说明会、科磊 CY24Q1 法说会、泛林 FY2024Q1 法说会、阿斯麦 FY2024Q1 法说会、台积电 FY2024Q1 法说会、应用材料 FY2024Q2 法说会、开源证券研究所

## 2、AI 发展是全球半导体市场长期增长的核心推动力

### 2.1、2023-2030 年全球半导体市场规模有望以 9.8% 的复合增速增长至 1 万亿美元

根据 SIA 数据，2023 年全球半导体销售额约为 5191.7 亿美元，台积电在 2024 年 ISSCC 大会上预计到 2030 年市场规模有望翻倍达到 1 万亿美元，其中高性能计算预计有望占据 40% 的市场，相当于移动通讯和 IoT 市场的总和。

**图3：2030 年全球半导体市场有望迈入万亿美元规模**


资料来源：ISSCC 2024

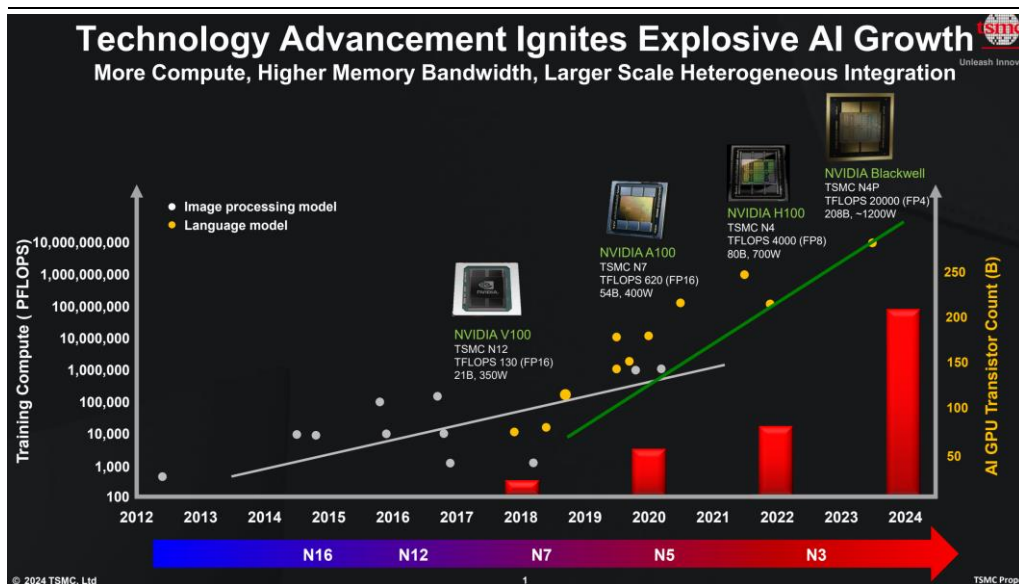
**图4：到 2030 年，HPC 有望超过移动通讯成为全球半导体第一大终端市场**


资料来源：ISSCC 2024

### 2.2、AI 对算力和 HBM 的需求推动全球半导体设备市场突破千亿美金

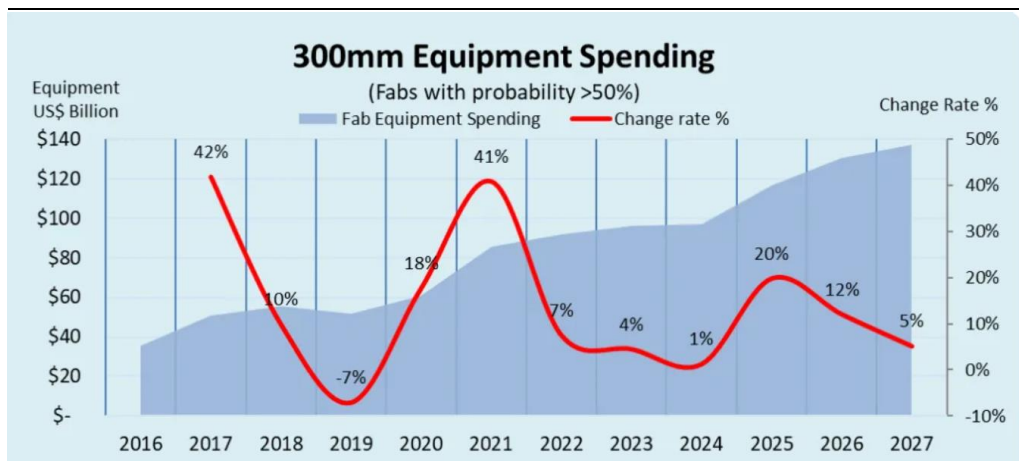
生成式 AI 升级需要更多算力、高带宽存储芯片，拉动全球晶圆厂投资高速增长。根据 SEMI 数据，2023 年全球 300mm 晶圆厂（12 英寸）投资额预计为 961.2 亿美金，到 2027 年增长至 1370.25 亿美金，2023-2027 年复合增速 9.27%。晶圆厂投资额中，80% 及以上投向制造设备。

图5: AI 发展催生更多算力、HBM 与异构集成需求



资料来源: TSMC 2024 North American Technology Symposium Highlights

图6: SEMI 预计 2023-2027 年全球 300mm 晶圆厂设备投资 CAGR=9.3%



资料来源: SEMI

### 2.3、先进存储、逻辑扩产叠加国产化推进, 2023-2027 年国产半导体设备销售额 CAGR 有望达 15.8%

2020-2023 年, 中国大陆持续成为全球第一大半导体设备市场, 占比从 26.3% 提升到 34.45%。2023 年中国大陆半导体设备销售额为 366 亿美金, 根据我们测算, 2027 年中国大陆半导体设备销售额有望增长至 657.7 亿美金, 2023-2027 年复合增速达到 15.8%。

表1: 2023-2027 年中国大陆半导体设备销售额 CAGR 有望达到 15.8%

年份	全球 300mm 晶圆厂设备支出 (亿美元)	中国设备销售额 (亿美元)	中国半导体设备出货金额占全球的比例
2023	961.22	366.00	34.45%
2024E	970.83	404.39	36.45%
2025E	1165.00	511.90	38.45%

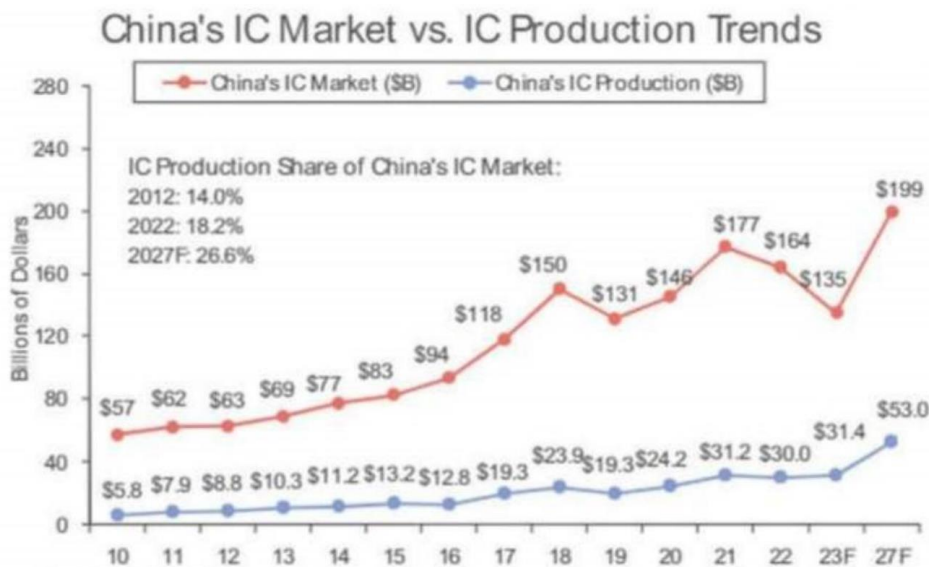
年份	全球 300mm 晶圆厂设备支出 (亿美元)	中国设备销售额 (亿美元)	中国半导体设备出货金额占全球的比例
2026E	1305.00	603.24	40.45%
2027E	1370.25	657.72	42.45%
CAGR	9.27%	15.78%	

数据来源：SEMI、开源证券研究所

测算依据如下：

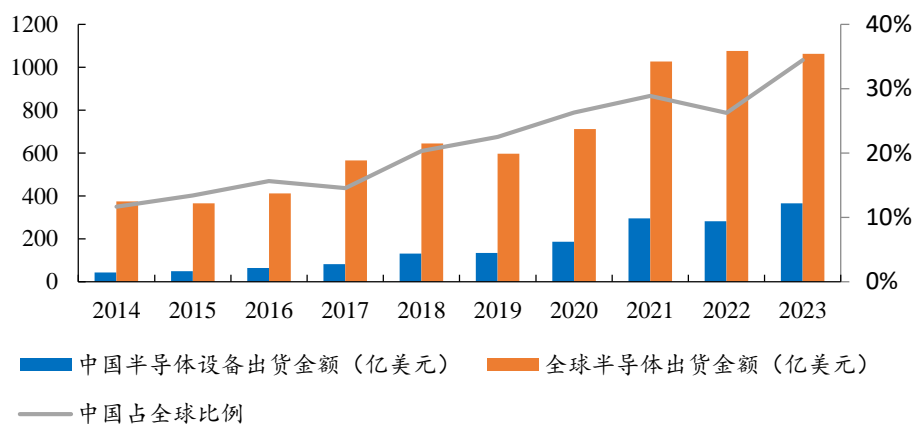
- 根据 TrendForce 和 IBS 数据,2023 年中国大陆芯片自给率处于 23.3%-25.61% 之间,如果只算中国本土企业制造的芯片,这个数值只有 12% 左右。在高端芯片海外代工受限、高端半导体制造设备进口管制严苛的情况下,我国半导体产业若想跟上全球发展速度,就必须提升高性能处理器和存储器本土制造能力并加快核心环节设备国产化。SEMI 预计 2024-2027 年中国大陆将保持每年 300 亿美金以上的 300mm 晶圆厂投资,持续成为全球 300mm 晶圆代工第一大市场,在产线设备国产化率提升情况下,我们假设到 2027 年中国大陆设备销售额占全球市场份额提升至 42%。

图7：目前中国大陆芯片自给率仍然在 25% 以下



资料来源：Tech Insights

- 假设到 2027 年全球 300mm 晶圆厂投资额占总晶圆厂投资额的 70%。
- 参考中芯国际招股书数据,假设晶圆厂投资额中 80% 投向制造设备。

**图8：中国大陆半导体设备出货金额占全球的比例不断提升**


数据来源：SEMI、开源证券研究所

### 3、先进逻辑制造：高性能处理器国产化基石

#### 3.1、空间测算：2023年中国大陆7纳米及以下代工需求约7.4万片/月

7纳米及以下主要包括AI芯片、消费级CPU、GPU以及手机AP。每万片设备资本开支约25亿美金。根据我们测算，仅2023年一年，中国大陆7纳米及以下代工需求约7.4万片/月。后续国内AI大模型的迭代升级将进一步大幅提升AI芯片需求量。

**表2：2023年中国大陆7纳米及以下代工需求约7.4万片/月**

测算指标(2023年数据)	数据
<b>A1 芯片(不包括HBM成本)</b>	
FY2023 财年英伟达 datacenter 营收(百万美金)	47525.0
中国区营收(以整体营收占比估算)	30.0%
中国大陆总需求对应营收(以Nvidia占比90%计算, 百万美金)	15841.7
AI 芯片毛利率(英伟达90% 国内下调一些)	70.0%
AI 芯片晶圆代工成本占比	20.0%
对应晶圆代工成本(百万美金)	950.5
对应产能需求(万片/月)	0.57
<b>其他-手机AP; 手机、PC中的CPU、GPU</b>	
英伟达 datacenter 以外中国区营收(以20%占比测算)	2693.4
AMD 中国区营收(百万美金)	3417.0
Intel 中国大陆营收(百万美金)	14597.6
合计(百万美金)	20708.0
海思-制裁前营收体量(百万美金)	10000
消费类先进逻辑芯片营收合计(百万美金)	30708.0
平均毛利率	50%
晶圆代工成本占比	75%
晶圆代工成本(百万美金)	11515.51
对应产能需求(万片/月)	6.85

测算指标(2023 年数据)

数据

总计代工产能需求 (万片/月)

7.42

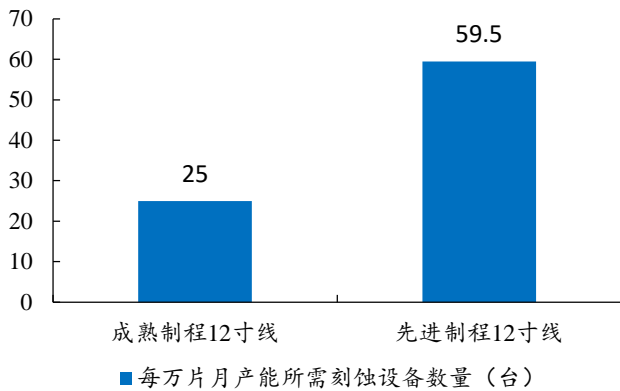
数据来源: Nvidia、AMD、Intel 2023 财年年报、开源证券研究所

### 3.2、先进逻辑制造带来刻蚀、薄膜沉积、量检测等环节设备量价齐升

逻辑电路相比存储电路制造环节更多、更复杂,要求设备厂商对不同材料处理、不同工艺积累的要求更高。

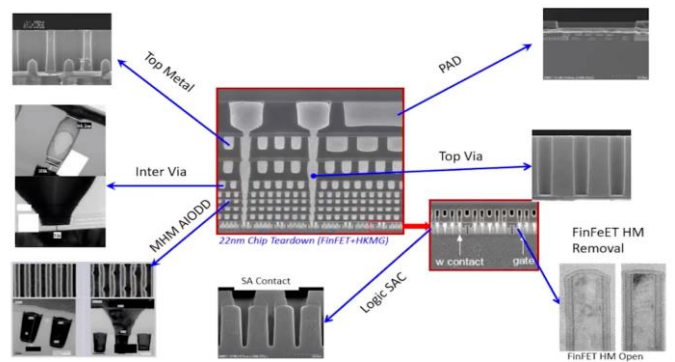
**刻蚀:** 由于多重曝光的引入,在逻辑器件从 28 纳米向 7 纳米迭代过程中,刻蚀总步骤从 50 步增长至 140 步。

图9: 月产 1 万片晶圆的 12 寸先进产线所需刻蚀设备是成熟产线的 2.4 倍



数据来源: 台积电、中芯国际、开源证券研究所

图10: FinFET 和 HKMG 工艺的引入使得先进逻辑刻蚀工艺更加复杂



资料来源: 中微公司 2021 年业绩说明会

#### 薄膜沉积设备的变化:

(1) 在 90nm CMOS 工艺,大约需要 40 道薄膜沉积工序。在 3nm FinFET 工艺产线,超过 100 道薄膜沉积工序。

(2) **ALD 设备用量增加。** 高端逻辑芯片使用单片晶圆 ALD,对精度控制极高;内存芯片使用批量处理 ALD。

英特尔的 45 纳米节点引入高 K 金属栅极 (HKMG) 结构,该结构大大减少了电流泄漏,并且是扩展到 65 纳米节点以上的关键支持功能。HKMG 结构用氧化铪取代了传统的绝缘氧化硅,并使用金属代替多晶硅作为栅极。**高 K 电介质是通过 ALD 实现的。**

28nm 以下先进制程的 FinFET 制造工艺中,难点在于形成 Fin 的形状,Fin 的有源区通过自对准双重成像技术 (SADP) ALD 所沉积的 Spacer 材料的宽度即决定了 Fin 的宽度,是制约逻辑芯片制程先进程度的核心因素之一。

(3) **锗硅外延设备用量增加:** 传统 CMOS 工艺中采用的应力拉升方式已经无法满足器件对于 PMOS 驱动电流的要求。在关键尺寸进入 28 nm 及以下后,必须采用锗硅(SiGe)外延技术来加大 PMOS 的压应力,以此提高器件的整体响应速度。

除了刻蚀、薄膜沉积两大类设备以外,量检测、热处理设备在更先进的逻辑器件制造中用量也大幅提升。月产 1 万片晶圆的 12 寸先进制程产线需要氧化/高温/退火设备 41.5 台,是 12 寸成熟制程产线的 1.9 倍,需要量检测设备 87 台,是成熟制程产线的 1.7 倍。

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明



## 4、先进存储器件制造：承接 AI 对高带宽、大容量存储的需求

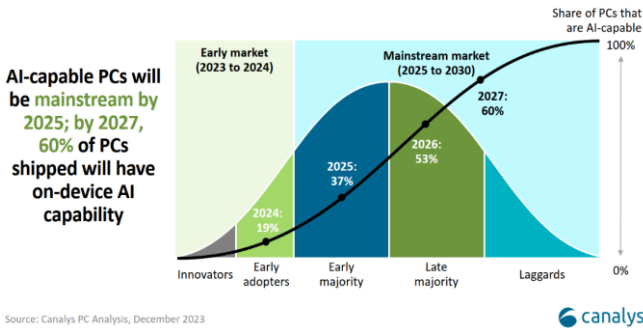
### 4.1、需求、全球产能分布、国产存储器全球竞争力三维度分析扩产空间

需求角度：AI 渗透率提升推动端侧 DRAM、NAND 容量需求增长。数据传输带宽对于 AI 服务器的运算效能至关重要，带动高带宽内存 (HBM) 强劲需求。

AI PC、手机渗透率提升以及单台设备 DRAM 容量需求增加共同拉动全球 DRAM 位元需求高速增长。根据 Canalsys 数据，AI PC 在 2025 年有望成为主流，到 2027 年全球渗透率有望提升至 60%。美光科技在 FY23Q4 季报中提及，AI PC/手机每台相比传统 PC、手机增加 DRAM 4-8GB，AI PC 中 SSD 用量也将提升。

图11：全球 AI PC 渗透率有望在 2027 年达到 60%

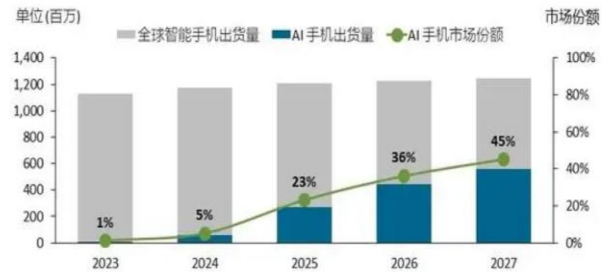
Global AI-capable PC adoption curve



资料来源：Canalys

图12：AI 手机渗透率有望在 2027 年达到 45%

AI手机的市场份额将在2027年达到45%



资料来源：Canalys

大模型参数指数级增长对 AI 服务器需求激增，而 AI 服务器迭代对内存带宽、存储容量需求的提升(主要体现在单颗 DRAM die 容量增加以及 dram die 堆叠层数的增加)使得 HBM 成为核心升级点。在 HBM 需求高增带动下，美光在 FY23Q4 季报中预计 2025 年该公司的 HBM 业务份额追上 DRAM 份额。

图13：主流 AI 服务器均搭载 HBM

Nvidia GPU HBM Usage								
	A100 40GB PCIe	A100 80GB PCIe	A100 40GB SXM	A100 80GB SXM	H100 PCIe	H100 SXM	H100 NVL	H100S SXM <sup>(1)</sup>
Capacity (GB)	40	80	40	80	80	80	192 <sup>(2)</sup>	120/144
HBM Version	2	2E	2	2E	2E	3	3	3
Stacks	5	5	5	5	5	5	12	5/6
Layers	4/8+1	8+1	4/8+1	8+1	8+1	8+1	8+1	12+1
Speed (GTs)	2.43	3.02	2.43	3.19	3.19	5.23	5.08	5.60
Bandwidth (GB/s)	1,555	1,935	1,555	2,039	2,039	3,350	7,800	3584/4301
Other Accelerator HBM Usage								
	Google TPUv4i	Google TPUv4	Google TPUv5i <sup>(1)</sup>	Google TPUv5 <sup>(1)</sup>	AMD MI250X	AMD MI300A	AMD MI300X	AWS Trainium / Inferentia 2
Capacity (GB)	8	32	16	64	128	128	192	32
HBM Version	2	2	2E	3	2E	3	3	2E
Stacks	2	4	2	4/6	8	8	8	2
Layers	4+1	8+1	4+1	8+1	8+1	8+1	12+1	4+1
Speed (GTs)	2.29	2.34	3.20	5.2	3.20	5.20	5.60	3.20
Bandwidth (GB/s)	585	1,200	819	2662/3993	3,277	5,325	5,734	819

1. Some specs are unknown  
2. 4GB reserved

资料来源：Semianalysis

根据我们测算，全球 HBM 市场规模在 2023-2027 年复合增速有望达到 50.9%。

假设如下：

- (1) 根据 TrendForce 数据，2023 年全球服务器出货量约 1338 万台，其中 AI 服务器出货量约为 120 万台，计算得 AI 服务器在全球服务器中渗透率约为 9%。我们预测 2024-2027 年全球服务器市场保持温和增长，同时 AI 服务器渗透率在大模型训练、推理的带动下，渗透率分别提升至 11%/13%/16%/20%。
- (2) 随着英伟达高阶 AI GPU B100/B200 等型号出货占比提升，单台 GPU 搭载 HBM 总容量提升。
- (3) 2024-2025 年 HBM 产能供不应求，HBM 单 GB 价格保持 15 美金，2026-2027 年价格小幅下降 3%、5%。

**表3：我们测算 2023-2027 年全球 HBM 市场空间 CAGR 达到 50.9%**

	2023A	2024E	2025E	2026E	2027E
全球服务器出货量 (万台)	1338.0	1365.4	1406.4	1462.6	1521.1
yoy	-6%	2.05%	3.0%	4.0%	4.0%
AI 服务器渗透率	9%	11%	13%	16%	20%
AI 服务器出货量(万 台)	120.0	150.2	182.8	234.0	304.2
单台 AI 服务器搭载 GPU 数量(台)	8	8	8	8	8
单台 GPU 搭载 HBM 容量(GB)	90	110	140	170	200
AI 服务器 HBM 总 容量(亿 GB)	8.64	13.22	20.48	31.83	48.68
HBM 单 GB 价格(美 元)	15	15	15	14.6	13.8
yoy		0%	0%	-3%	-5%
HBM 总市场空间(亿 美元)	129.6	198.3	307.1	463.1	672.8
<b>2023-2027 年 CAGR</b>					<b>50.9%</b>

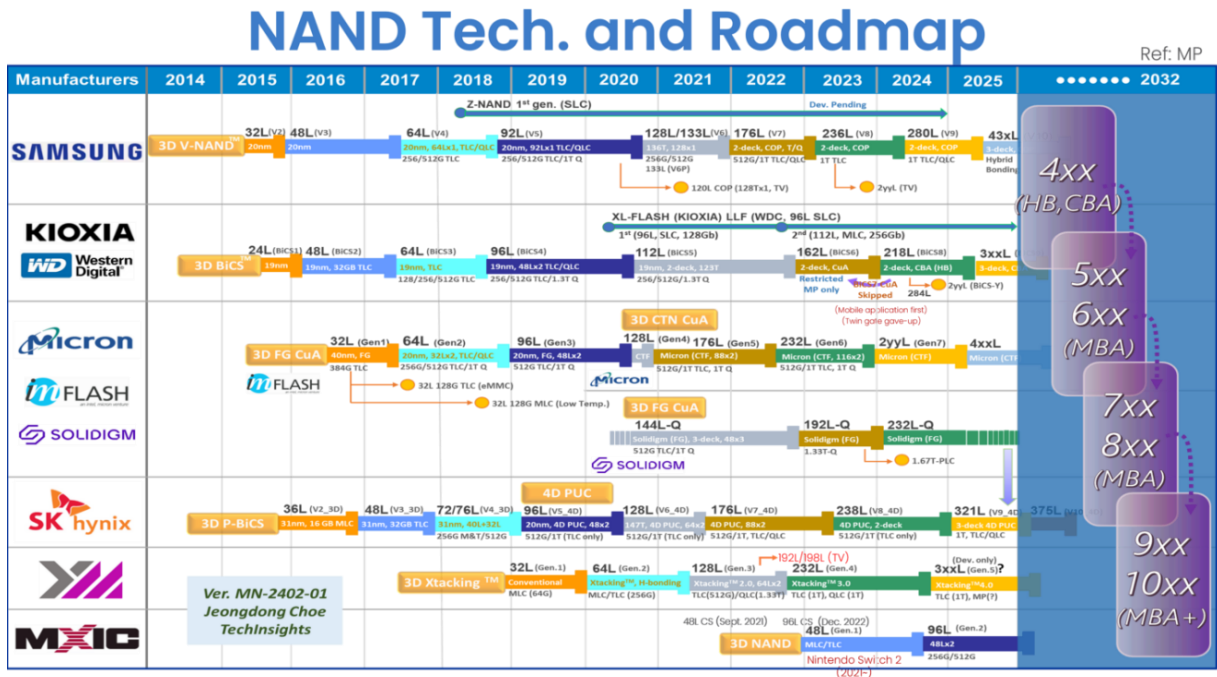
资料来源：IDC、semianalysis、开源证券研究所

**产能角度：**根据 TrendForce 预测数据，到 2024Q4，全球前三大 DRAM 原厂中三星电子 DRAM 总产能有望达到 70 万片/月，海力士总产能有望达到 46 万片/月，美光科技总产能有望达到 30.5 万片/月。三星/铠侠/海力士 3D NAND 产能有望达到每月 47 万/41.9 万/12.7 万的水平。根据 Digit Times 报道，合肥长鑫到 2024 年年底产能有望达到 14 万片/月。长江存储 3D NAND 项目规划总产能在 30 万片/月。因此总体来看，国内 NAND、DRAM 产能水平相比海外厂商还差距很大，针对存储器这样一个标准化程度高的产业，国内需要持续扩产以带来规模效应和在全球市场上的议价权。

**竞争力角度：**国产 3D NAND 具备全球竞争力，国产 DRAM 目前落后于国际领先水平。

长江存储 3D NAND 产品和海外处于同一代际，2022 年苹果曾计划在 iPhone 14 里使用长存生产的 SSD，因长存进入实体清单被叫停。

图14：长江存储 3D NAND 产品具备全球竞争力



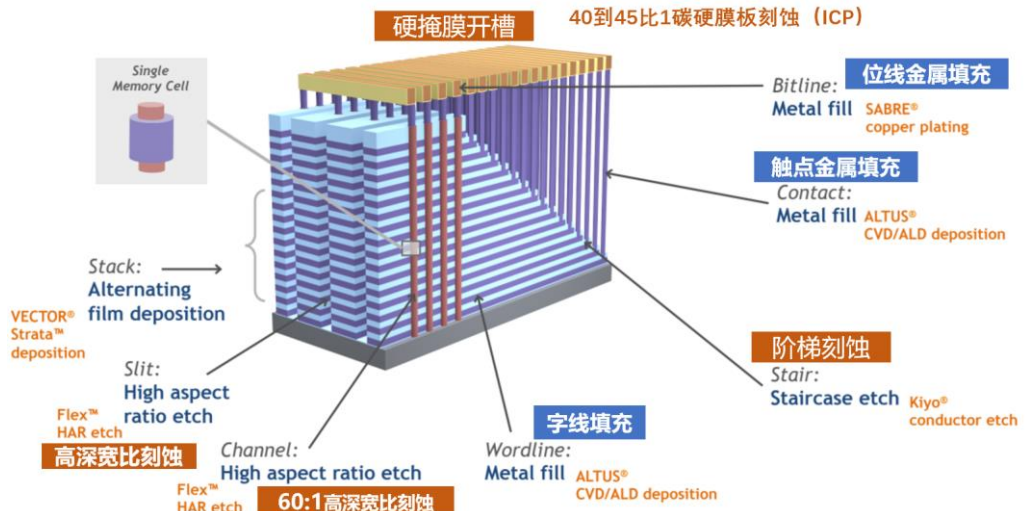
资料来源：Tech insights

根据 DigiTimes 报道，长鑫存储在合肥的新工厂已经开始量产采用 18.5nm（相当于 1y 工艺节点）工艺的 DRAM 芯片，但目前国际大厂均开始在 1β（约 10nm）工艺节点生产 DRAM 芯片，领先国内 2-3 代的水平。

## 4.2、存储架构向 3D 升级主要增加刻蚀、薄膜沉积设备需求

等效于逻辑电路 45-60 纳米左右的光刻机即可满足 3D NAND 制造需求。3D NAND 关键的四道工艺为高深宽比 CCP、硬碳掩膜刻蚀 ICP、HAR 钨沉积、ALD 钨沉积。

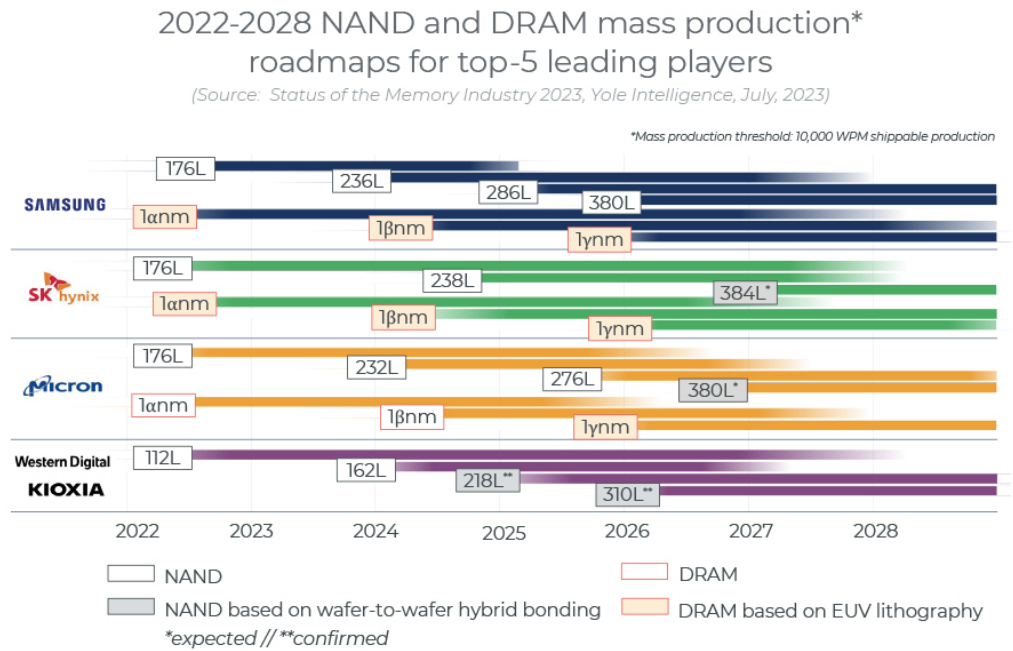
图15: 刻蚀和薄膜沉积是 3D NAND 制造流程中的核心工艺



资料来源: Lam Research、开源证券研究所

先进 DRAM 对光刻机的要求高，海外原厂在 1α 工艺节点开始使用 EUV。根据北京超弦存储器，理论上通过 DUV+SAQP 的方式也可以支撑 DRAM 走到 15nm 工艺节点，同样是通过提升刻蚀设备性能和用量来弥补光刻机的缺陷。

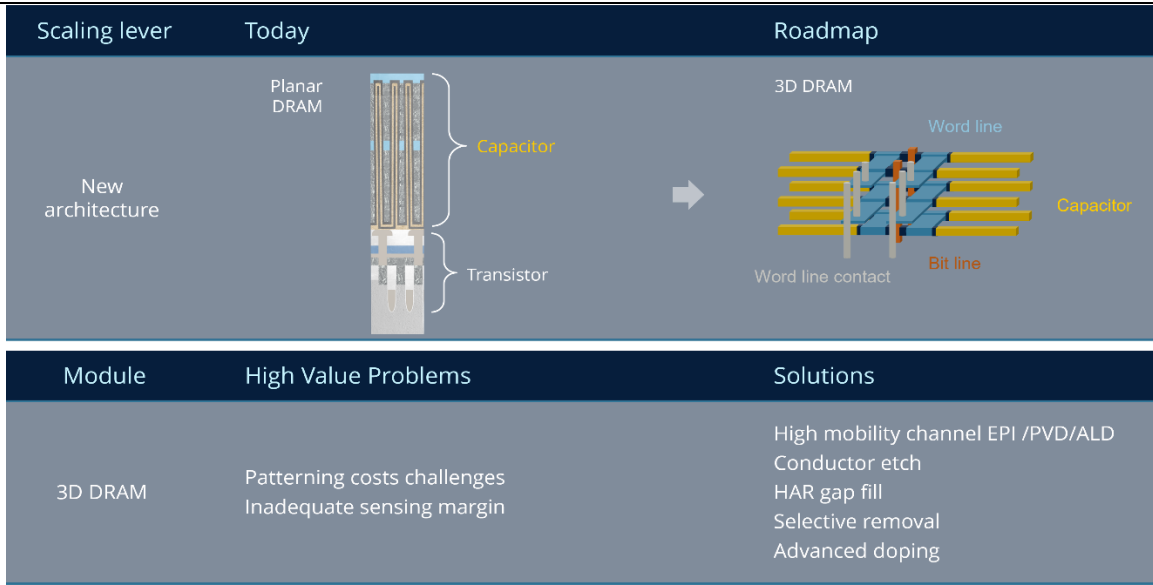
图16: 海外原厂在 1α 工艺节点便开始使用 EUV 量产 DRAM 芯片



资料来源: Yole

未来，3D DRAM 的发展也有望帮助国内存储厂商在先进光刻机进口受限的情况下生产出容量、传输速率以及成本具备国际竞争力的 DRAM 器件。根据应用材料，3D DRAM 未来架构预计将主要增加刻蚀、ALD、EPI 等设备的需求。

图17: 3D DRAM 核心制造设备为刻蚀、ALD、EPI 设备

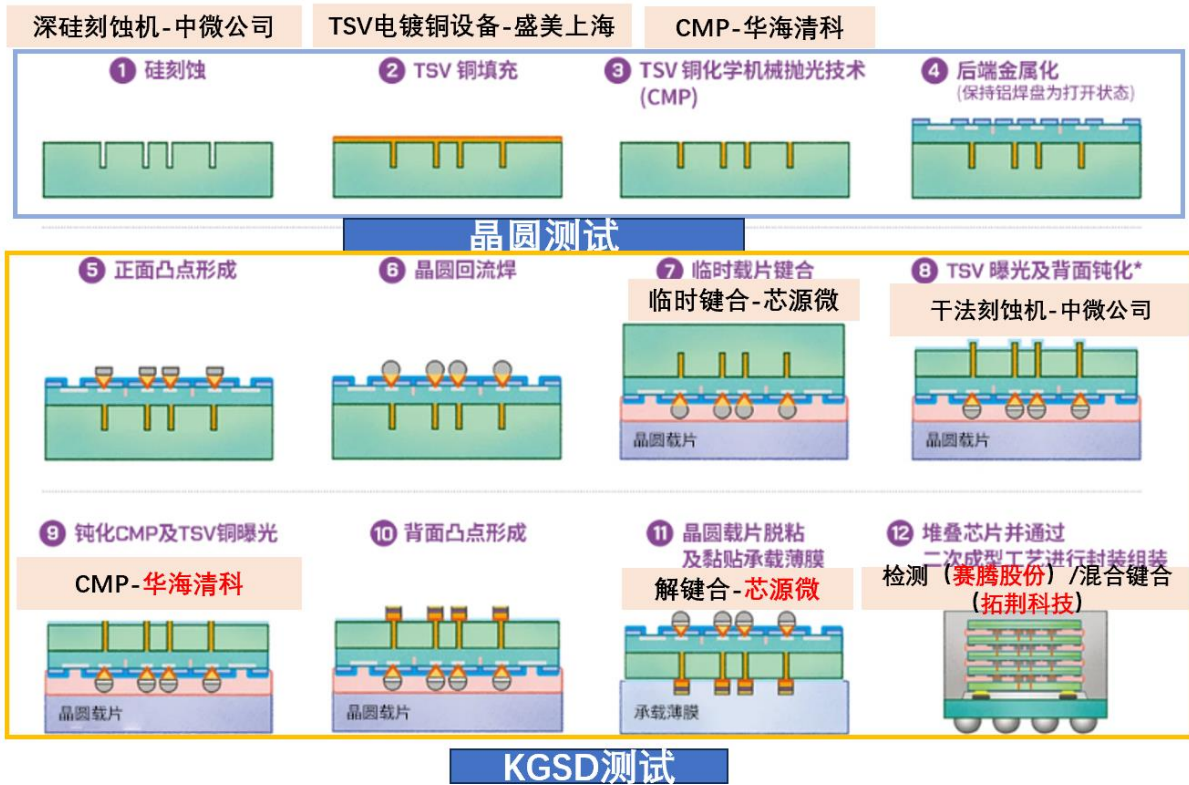


资料来源: 应用材料官网

### 4.3、HBM 3D 堆叠的形式使得键合、量检测、刻蚀等成为核心工艺

HBM 采用 2.5D 和 3D 先进封装的形式，融入刻蚀、电镀、CMP、量检测前道晶圆级工艺，同时增加临时键合、解键合、混合键合等先进封装工艺。

图18: HBM 封装核心设备为深硅刻蚀、键合、量检测、电镀等



资料来源: 海力士官网

## 5、国产设备工艺覆盖程度大幅提升、验证导入国内晶圆厂速

## 度加快

2022年10月以来,美日陆续颁布出口管制法案限制应用于先进逻辑、存储芯片制造的半导体前道设备进口至中国大陆。美国1007法案对非平面晶体管结构16nm或14nm或以下(即FinFET或GAAFET)的逻辑芯片;半间距18nm或以下的DRAM存储芯片制造设备进行出口管制。

日本20230523法案则列出30余种受限设备,包括EUV涂胶显影设备;针对3DNAND制造的锗硅刻蚀设备、高深宽比刻蚀设备;应用于先进制程的退火设备、检测设备以及多项薄膜沉积设备。特别是在薄膜沉积领域,针对**钴(英特尔在10nm以下使用的一种互联材料)、铜、钌**等先进工艺节点用量提升的金属CVD设备以及各类ALD设备做出特别限制。

**表4: 美日出口管制法案对先进逻辑、存储器件所需的薄膜沉积设备均作出明确出口限制**

日本出口管制法案-202305	美国出口管制法案-202210
电镀 <b>钴</b> 设备 (10nm 以下的钴金属受限)	用于通过电镀工艺沉积 <b>钴</b> 的设备;
同样受限	能够使用自下而上填充工艺沉积或 <b>钨</b> 填充金属的化学气相沉积设备;所述填充金属中具有空隙/接缝,所述空隙/接缝具有小于或等于3nm的最大尺寸;
同样受限	能够在处理室内制造金属触点的设备,其通过:(1)使用有机金属 <b>钨</b> 化合物沉积一层,同时将晶片衬底温度保持在100°C至500°C之间;(2)进行等离子体工艺,其中化学物质包括氢,包括氢气加氮气以及氦气;
同样受限	能够在真空环境中制造金属触点的设备,其通过:(1)在等离子体工艺期间使用表面处理,其中化学物质包括氢,包括氢气、氮气加氦气和氦气,同时将晶片衬底温度保持在100°C至500°C之间;(2)使用由等离子体工艺组成的表面处理,其中化学物质包括氧(包括氧气和臭氧),同时将晶片衬底温度保持在40°C至500°C之间;(3) <b>沉积钨层</b> ,同时将晶片衬底温度保持在100°C至500°C之间;
同样受限	一种能够在真空环境中选择性沉积 <b>钴金属层</b> 的设备,其中第一步使用远程等离子体发生器和离子过滤器,并且第二步是使用有机金属化合物沉积钴层。(注:不适用于非选择性的设备)
同样受限	物理气相沉积设备,其能够在 <b>铜或钴金属</b> 互连件的顶表面上沉积厚度为10nm或更小的钴层
同样受限	<b>PVD-氮化钛 (TiN)/钴</b>
同样受限	几乎所有种类的 <b>ALD</b> 设备
同样受限	能够在真空环境中制造 <b>铜金属互连件</b> 的设备,其能够沉积以下所有物质:(1)使用有机金属化合物的 <b>钴</b> ,工艺压力为1-100托,晶圆衬底温度维持在20°C至500°C;(2)使用物理气相沉积技术形成铜层,工艺压力为1-100毫托,晶圆衬底温度维持在500°C以下;
同样受限	<b>原子层沉积设备</b> ,其能够在具有大于5:1的长宽比的结构中产生钨或钴的无空隙/接缝填充物,所述结构具有小于40nm的开口,且温度低于500°C。
	在45-14nm使用 <b>SACVD</b> (次常压CVD)方法实现对STI(浅沟槽

**日本出口管制法案-202305**
**美国出口管制法案-202210**

隔离)、PMD(金属前介质层)等沟槽的填充或薄膜的沉积。

设计成在 0.01 帕斯卡以下的真空状态或惰性气体的环境中成膜金属层的装置,符合以下全部的装置:(1)通过化学气相沉积法或周期性沉积法形成 <b>氮化钨层</b> ,同时将芯片的基板温度维持在超过 20 度且低于 50 度。(2)在 133.3Pa 至 53.33KPa 的压力下,通过化学气相沉积法或周期性沉积法形成 <b>钨层</b> ,同时将芯片的基板温度维持在超过 20 度低于 500 度。	NA
设计成在 0.01 帕斯卡以下的真空状态或惰性气体的环境中成膜金属层的装置,符合以下任一种:a.不使用阻挡膜而选择性地 <b>生长钨</b> b.不使用阻挡膜而选择性地 <b>生长钼</b>	NA
EUV 掩膜制造设备	NA
设计为利用等离子体成膜厚度超过 100 纳米且应力小于 45MPa 的 <b>碳硬掩膜的装置</b> ;	NA
<b>钨膜</b> (仅限于氟原子数每立方厘米小于 10 的 19 次方的膜)被设计为通过使用等离子体的原子层沉积法或化学气相生长法成膜的装置;	NA
金属布线间间隙(仅限于宽度小于 25 纳米且深度超过 50 纳米的材料)中相对介电常数小于 3.3 的低介电层以不产生空隙的方式使用等离子体成膜的装置;	NA

资料来源: BIS、金杜律师事务所、开源证券研究所

站在当前时点,国产设备攻坚克难已取得长足进展,以刻蚀、薄膜沉积环节为例:

- 截至 2023 年年报业绩说明会召开日,中微公司 CCP 刻蚀设备、ICP 刻蚀设备在逻辑和存储器件领域分别实现 94%、95%的工艺覆盖度;北方华创 ICP 设备实现了 12 英寸各技术节点的突破、CCP 设备也实现了逻辑、存储、功率半导体等领域多个关键制程的覆盖。
- 截至 2023 年年报披露日,在薄膜沉积领域,中微公司钨系列薄膜沉积产品可覆盖存储器件所有钨应用,2024 年预计累积推出近 10 款薄膜沉积芯片完善在 CVD 和 ALD 领域的产品版图。拓荆科技 PECVD 设备可以支撑逻辑芯片(28 纳米及以下两代制程段)所需的全部介质薄膜材料。在 PE-ALD、Thermal ALD、HDPCVD 和 SACVD 这些国产化率更低的环节也实现了量产突破。北方华创则是我国 PVD 国产化先行者、横向拓展了 DCVD(即 PECVD、SACVD、DALD)和 MCVD(即 LPCVD、MOCVD、MALD)两大 CVD 系列产品以及外延设备。

2018-2022 年国产半导体设备公司营收增长主要受益于成熟制程扩产以及产线设备国产化率提升。从 2023 年开始,国内先进晶圆厂采招开始边际加速,2024Q1 部分前道设备厂商收入端同比增速的放缓主要因为有更多的新品正在导入客户,体现出国内先进晶圆厂对国产设备新品验证导入力度正在加大。站在当前时点,我们认为客户结构中先进晶圆厂占比更高的厂商在未来几年有望在 EPS 端实现超市场预期的表现,低国产化率环节的厂商有望在新一轮国产化浪潮中实现量产突破。受益标的:中微公司、北方华创、拓荆科技、芯源微、华海清科、至纯科技、万业企业。推荐标的:赛腾股份。

**表5：受益标的估值表**

评级	公司代码	股票简称	归母净利润（亿元）			EPS（元）			PE（倍）		
			2023	2024E	2025E	2023	2024E	2025E	2023	2024E	2025E
买入	688012.SH	中微公司	17.86	20.92	27.73	2.88	3.37	4.47	46.40	39.66	29.90
买入	002371.SZ	北方华创	38.99	58.13	79.1	7.34	10.95	14.9	39.92	26.77	19.68
买入	603283.SH	赛腾股份	6.87	8.11	9.51	3.43	4.05	4.75	18.86	15.96	13.61
买入	688072.SH	拓荆科技	6.63	8.22	11.26	3.52	4.37	5.98	53.28	42.93	31.37
买入	688037.SH	芯源微	2.51	4.1	5.79	1.82	2.98	4.2	49.49	30.18	21.42
买入	600641.SH	万业企业	1.51	2.12	3.03	0.16	0.23	0.33	78.87	55.70	38.82
买入	688120.SH	华海清科	7.24	10.08	13.12	4.55	6.34	8.26	38.24	27.46	21.08
买入	603690.SH	至纯科技	3.77	5.56	7.43	0.97	1.44	1.92	24.53	16.60	12.45

数据来源：Wind、开源证券研究所 最新收盘日为 2024 年 5 月 23 日（2024、2025 年盈利预测来自开源证券研究所）

## 6、风险提示

国内先进晶圆厂扩产进度不及预期、设备国产化率提升不及预期。



## 特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

## 分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

## 分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

## 法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。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。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

## 开源证券研究所

### 上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层  
邮编：200120  
邮箱：research@kysec.cn

### 北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层  
邮编：100044  
邮箱：research@kysec.cn

### 深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层  
邮编：518000  
邮箱：research@kysec.cn

### 西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层  
邮编：710065  
邮箱：research@kysec.cn