

## 微导纳米 (688147)

# 立足 ALD 布局光伏&半导体, 拓展 CVD 打开成长空间

增持 (首次)

2024 年 01 月 29 日

证券分析师 周尔双

执业证书: S0600515110002  
021-60199784

zhouersh@dwzq.com.cn

研究助理 李文意

执业证书: S0600122080043  
liwenyi@dwzq.com.cn

盈利预测与估值	2022A	2023E	2024E	2025E
营业总收入 (百万元)	685	1,650	4,182	4,918
同比	60%	141%	154%	18%
归属母公司净利润 (百万元)	54	279	597	811
同比	17%	416%	114%	36%
每股收益-最新股本摊薄 (元/股)	0.12	0.61	1.31	1.78
P/E (现价&最新股本摊薄)	294.83	57.14	26.72	19.70

关键词: #第二曲线 #新产品、新技术、新客户 #平台化布局

### 投资要点

- **微导纳米为 ALD 设备龙头, 依托这一平台型技术拓展光伏&半导体领域的应用。**微导纳米成立于 2015 年, 将 ALD 应用至光伏 (2022 年收入占比 73%)、半导体 (2022 年收入占比 7%)、新型显示等领域。
- **ALD 技术: 自限制性优势明显, 应用领域广泛。**相较于 PVD、CVD 等薄膜沉积技术, ALD 最大的特点在于自限制性, 这一特点使其具备薄膜控制精确度高和台阶覆盖率高的优势, 特别适合在对薄膜质量要求高和内部结构复杂的领域应用, 包括光伏、半导体等。
- **光伏 ALD 适用多条技术路线, 微导纳米为国内龙头。**ALD 设备可用于 PERC、TOPCon、钙钛矿等, 公司均有相应布局, ALD 设备市占率领先, 并拓展了 PECVD、PEALD、扩散退火、TOPCon 整线工艺解决方案等, 受益于下游扩产, 2023 年公司光伏领域新签订单为去年同期的 2.92 倍。
- **半导体先进逻辑及存储领域 ALD 渗透率提升。**随着 45nm 以下先进制程的发展, 原来用于成熟制程的 PVD、CVD 等无法满足部分工序要求, ALD 的应用环节逐步拓宽, 其膜厚精度控制和高台阶覆盖率的特性适合在 45nm 以下节点以及复杂的 3D 结构等领域应用。(1) **逻辑:** 45nm 先进制程下栅介质层适用 high-K 材料, ALD 适用于沉积该种材料, 20nm 先进制程下器件由 MOSFET 转向结构更复杂的 FinFET, 5nm 以下向 GAAFET 转变, ALD 高覆盖率的优势显著;(2) **存储:** 3D NAND、DRAM 等存储器件的复杂结构需要高深宽比, ALD 具备良好的台阶覆盖能力。
- **存储领域空间更大&头部存储厂商有望重启扩产, 微导纳米为 ALD 龙头充分受益。**相较于逻辑, ALD 在存储领域具备更大的市场, 相近制程下存储所需的 ALD 设备数量约为逻辑的 4-5 倍; 一线存储厂商 2023 年受政策影响扩产暂缓, 未来随着国产技术突破及国产设备引入, 资本开支有望加速, 利好国产设备商, 目前 ALD 设备 TEL 和 ASM 合计占比约 75%, 微导纳米为国内 ALD 领军者, 逻辑&存储市场开拓顺利, 2023 年半导体领域新签订单是去年同期的 3.29 倍。
- **依托 ALD 技术延展性及客户协同性, 微导纳米布局 CVD 设备。**CVD 市场空间约为 ALD 的 2-3 倍且国产化率仍有待提升, 如拓荆科技在 PECVD 和 SACVD 市场份额分别为 17%和 25%, 微导纳米进一步拓展 CVD 设备, 进行差异化竞争, 以打开更大的市场空间。
- **盈利预测与投资评级:**我们预计微导纳米 2023-2025 年归母净利润分别为 2.8/6.0/8.1 亿元, 当前股价对应动态 PE 分别为 57/27/20 倍, 首次覆盖给予“增持”评级。
- **风险提示:**光伏下游装机量和扩产不及预期, 晶圆厂资本开支下滑的风险, 研发进展不及预期。

### 股价走势



### 市场数据

收盘价(元)	35.13
一年最低/最高价	30.48/63.29
市净率(倍)	7.28
流通 A 股市值(百万元)	2,892.29
总市值(百万元)	15,965.02

### 基础数据

每股净资产(元,LF)	4.83
资产负债率(% ,LF)	68.36
总股本(百万股)	454.46
流通 A 股(百万股)	82.33

### 相关研究

## 内容目录

<b>1. 微导纳米：ALD 设备龙头，平台型技术打开成长空间</b> .....	<b>5</b>
1.1. ALD 技术平台型公司，开拓光伏、半导体领域.....	5
1.2. 股权较为集中，管理团队经验丰富.....	7
1.3. 业绩稳健增长，看好后续规模效应.....	9
<b>2. ALD 技术：自限制性优势明显，应用领域广泛</b> .....	<b>11</b>
2.1. 薄膜沉积 PVD、CVD 和 ALD 三种工艺并行.....	11
2.2. ALD 的自限制性带来薄膜沉积均匀性与膜厚精准控制.....	12
2.3. ALD 技术主要分为 TALD、PEALD、SALD 三种.....	13
2.4. ALD 技术下游应用领域不断扩展.....	14
<b>3. 光伏 ALD 设备适用多条技术路线，微导纳米为国内龙头</b> .....	<b>14</b>
3.1. ALD 技术广泛应用于 PERC、TOPCon、钙钛矿电池.....	14
3.2. 微导纳米为国内 ALD 设备龙头，布局多种技术路线.....	17
3.2.1. TOPCon：公司不断实现技术创新，推动光伏降本增效.....	17
3.2.2. 钙钛矿：尚处于小规模试验阶段，公司抢先布局占得先机.....	17
<b>4. 半导体 ALD 设备市场广阔，微导纳米加速国产替代</b> .....	<b>18</b>
4.1. 薄膜沉积设备：前道三大核心设备之一，CVD/ALD 设备为主流.....	18
4.2. ALD：在先进逻辑及存储领域迎渗透率提升，存储需求更广.....	19
4.2.1. 逻辑领域：ALD 更适用于 high-K 材料及 FinFET & GAAFET.....	20
4.2.2. 存储：器件更讲究高深宽比，ALD 用量增加.....	22
4.2.3. 头部存储器厂积极扩产，带动 ALD 设备需求.....	23
4.3. CVD：传统薄膜沉积技术仍有广泛应用，存在不可替代工艺场景.....	25
4.4. 薄膜沉积设备国产化率不足 10%，国产替代空间广.....	26
4.5. 微导纳米引领 ALD 国产替代，布局 CVD 设备打开第二成长曲线.....	27
4.5.1. ALD：关键指标行业领先，存储&逻辑市场开拓顺利.....	27
4.5.2. CVD：依托 ALD 技术，差异化布局打开第二成长曲线.....	28
<b>5. 盈利预测与投资评级</b> .....	<b>31</b>
<b>6. 风险提示</b> .....	<b>32</b>

## 图表目录

图 1:	微导纳米以 ALD 技术为基础, 形成“光伏+半导体”双轮驱动的发展战略 .....	5
图 2:	光伏设备贡献主要收入, 2023H1 占比为 87% .....	7
图 3:	光伏设备毛利率逐步稳定在 35%, 半导体设备毛利率约 37% .....	7
图 4:	公司股权结构稳定, 实控人家族间接持有约 61% 股权 (截至 2024 年 1 月) .....	7
图 5:	2023 年股权激励公司层面业绩考核要求 .....	9
图 6:	2018-2022 年公司营收由 0.4 亿元增长至 6.9 亿元, CAGR 达 101% .....	9
图 7:	2018-2022 年公司归母净利润由 -0.3 亿元增长至 0.5 亿元 .....	9
图 8:	2023 年前三季度毛利率、归母净利率有所改善 .....	10
图 9:	2018-2022 年研发费用占比均在 20%+ .....	10
图 10:	2023Q3 末公司存货为 28.3 亿元, 同比+272% .....	10
图 11:	2023Q3 末公司合同负债 19.7 亿元, 同比+347% .....	10
图 12:	薄膜沉积设备技术分类 .....	11
图 13:	原子层沉积技术原理示意图 .....	12
图 14:	原子层沉积循环原理 .....	12
图 15:	PVD、CVD、ALD 薄膜沉积效果示意图, ALD 技术成膜效果最好 .....	13
图 16:	ALD 技术在光伏、半导体等诸多领域的应用 .....	14
图 17:	PERC 电池工艺流程及对应设备 .....	15
图 18:	TOPCon 电池工艺流程及对应设备 .....	15
图 19:	协鑫光电公布的钙钛矿工艺流程图 .....	16
图 20:	我们预计 2023-2025 年 TOPCon&XBC 的镀膜设备市场空间分别为 313/112/138 亿元 ..	16
图 21:	微导纳米技术方案与现有传统技术方案对比 .....	17
图 22:	薄膜沉积设备是解决钙钛矿电池产业化瓶颈的关键设备 .....	18
图 23:	晶圆制造设备价值量约占半导体设备 75% .....	18
图 24:	薄膜沉积设备价值量约占晶圆厂投资总额 16% .....	18
图 25:	2025 年全球薄膜沉积设备市场规模约 340 亿美元 .....	19
图 26:	2020 年半导体薄膜沉积设备各细分类别占比 .....	19
图 27:	2025 年全球&中国大陆半导体薄膜沉积设备 PECVD、PVD、ALD 市场规模测算 .....	19
图 28:	45nm 以下 ALD 开始应用, 未来随着制程节点的不断进步, ALD 应用环节增多 .....	20
图 29:	器件越小所需的 SiO <sub>2</sub> 栅介质层越薄 .....	21
图 30:	使用 high-K 材料取代传统 SiO <sub>2</sub> 可以降低隧穿漏电流 .....	21
图 31:	MOSFET、FinFET、GAAFET 结构对比 .....	21
图 32:	ALD 用于 FinFET .....	21
图 33:	3D NAND 高深宽比特性 .....	22
图 34:	ALD 在 3D NAND 制造中的主要用处 .....	22
图 35:	DRAM 是具有高纵横比的长圆柱形结构 .....	23
图 36:	先进制程下 DARM 深宽比和介电常数均明显提升 .....	23
图 37:	逻辑芯片各制程节点 ALD 应用环节数量 .....	23
图 38:	存储芯片及其他各类型 ALD 应用环节数量 .....	23
图 39:	2022-2025 年半导体设备销售额按应用分类 (单位: 十亿美元) .....	24
图 40:	2020 年 PVD、等离子体 CVD、ALD 三大细分市场竞争格局 .....	27
图 41:	公司半导体设备在手订单拆分 (截至 2022 年 9 月 30 日, 半导体业务开拓前期) .....	28
图 42:	公司 ALD 设备市场规划 .....	28

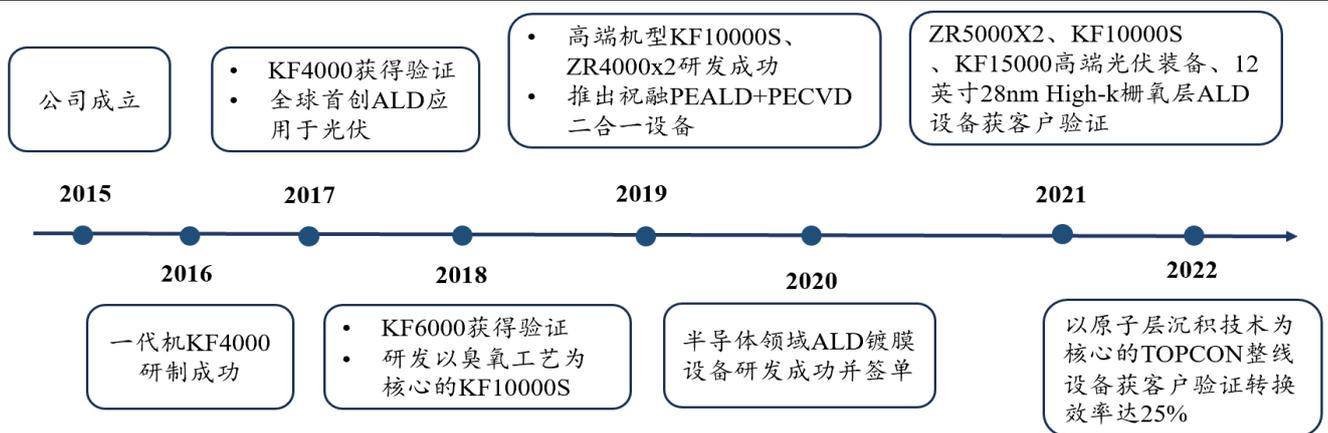
图 43: 国内外主要薄膜沉积设备公司 ALD 产品进度 .....	29
图 44: 公司自主研发的 CVD 新品具体情况 .....	30
图 45: 2019-2020 年拓荆在本土 PECVD 市占率约 17% .....	30
图 46: 2019-2020 年拓荆在本土 SACVD 市占率约 25% .....	30
表 1: 公司主营业务及代表性产品情况 .....	6
表 2: 公司核心技术人员背景 .....	8
表 3: PVD、CVD、ALD 三大薄膜沉积工艺对比 .....	11
表 4: T-ALD、PE-ALD、S-ALD 三种技术对比 .....	13
表 5: 长江存储、长鑫存储扩产计划 .....	24
表 6: PECVD 应用最广泛 .....	25
表 7: PECVD 设备在集成电路工艺中广泛应用 .....	25
表 8: 半导体设备各环节国产化率 .....	26
表 9: 公司半导体 ALD 设备与国际同类设备性能对比 .....	27
表 10: 国内主要 CVD 薄膜工艺对比 .....	31
表 11: 公司分业务收入预测 (百万元) .....	31
表 12: 可比公司估值 (截至 2024/1/26 收盘价) .....	32

## 1. 微导纳米：ALD 设备龙头，平台型技术打开成长空间

### 1.1. ALD 技术平台型公司，开拓光伏、半导体领域

公司专注先进微纳米级薄膜沉积设备，“光伏+半导体”双轮驱动发展。微导纳米成立于 2015 年，自成立起就定位为以原子层沉淀技术（ALD）为核心的平台型公司，逐步拓展 CVD 等设备。在光伏领域，公司解决了 ALD 沉积速度慢的痛点问题，全球首创将 ALD 技术规模化应用于 PERC 电池的钝化层制备。此外，公司集成 PEALD 与 PECVD 技术，实现一台设备完成 SiNx 薄膜沉积和 TOPCon 电池 SiOx 隧穿层和掺杂多晶硅薄膜的沉积；在半导体领域，公司是国内首家成功将量产型 High-k 原子层沉积设备应用于 28nm 节点逻辑前道生产线的国产设备公司，标志着国产半导体 ALD 设备在高介电常数栅氧层材料沉积环节的突破。

图1：微导纳米以 ALD 技术为基础，形成“光伏+半导体”双轮驱动的发展战略



数据来源：微导纳米官网、公告，东吴证券研究所

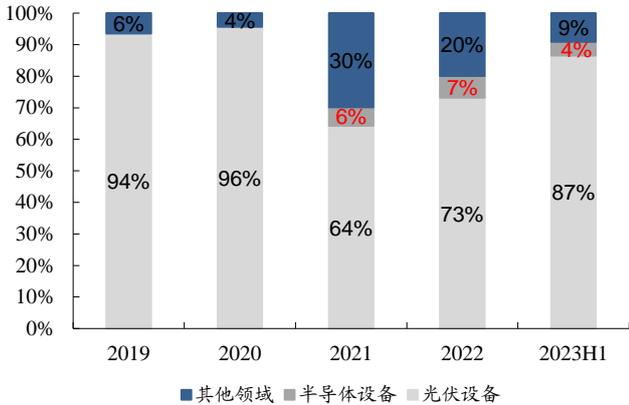
光伏设备为公司主要优势产品，随着半导体设备逐步放量，产品矩阵体系进一步丰富。（1）光伏设备：公司开发了 ALD、PECVD、PECVD+PEALD 二合一设备、扩散炉等产品，主要以夸父(KF)系列原子层沉积(ALD)系统、祝融(ZR)管式 PEALD/PECVD 系统、后羿 (HY) 系列 ALD/PEALD/PECVD 薄膜沉积系统为主。（2）半导体设备：公司主要产品是凤凰系列、麒麟系列和龙系列，以 ALD 设备为主，可应用于逻辑、存储、化合物半导体、新型显示等领域。凤凰 (P) 系列原子层沉积镀膜系统工艺已在 28nm 量产线实现产业化应用，并取得客户重复订单。ALD 设备沉积的 HfO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 以及互相掺杂沉积工艺可用于新型存储器（如铁电存储 FeRAM）芯片的电容介质层。

表1: 公司主营业务及代表性产品情况

领域	主要产品	产品介绍	应用场景	收入占比 (2022年)	毛利率 (2022年)
光伏领域	夸父(KF)系列原子层沉积(ALD)系统	采用先进反应腔体设计和薄膜沉积技术,可为 PERC、TOPCon、XBC、钙钛矿/异质结叠层电池等新兴太阳能电池表面钝化提供高质量超薄钝化膜的制备,确保电池光电转换效率的进一步提升	PERC、TOPCon 电池正面钝化层、XBC 电池钝化、钙钛矿/异质结叠层电池钝化	73%	36%
	祝融(ZR)管式 PEALD/PECVD 系统	PECVD 系统突破性解决传统管式 PECVD 的产能瓶颈,可与公司 ALD 钝化技术无缝对接; PEALD 镀膜平台一体式设计实现氮化硅正膜、氧化铝/背膜、氧化硅/多晶硅钝化膜一站式完成,可实现单道产能翻倍,节省占地面积	PERC、TOPCon 背面钝化层、减反层; TOPCon 电池隧穿层、掺杂多晶硅层		
	后羿(HY)系列 ALD/PEALD/PECVD 薄膜沉积系统	专用于钙钛矿/异质结叠层电池等新兴太阳能电池的非晶/微晶、掺杂层、阻水阻氧、致密保护层等薄膜材料	钙钛矿/异质结叠层电池		
半导体领域	iTomic 系列—原子层沉积镀膜系统	适用于高介电常数(High-k)栅层、MIM 电容器绝缘层、TSV 介质层及金属化等薄膜工艺需求	可为逻辑芯片、存储芯片及先进封装提供介质层解决方案	7%	37%
	iTomic MW 系列—批量式原子层沉积镀膜系统	采用创新的批量型(mini-batch)腔体设计,可一次处理 25 片 12 英寸晶圆,适用于成膜镀率低,厚度要求高,以及产能要求高的关键工艺及应用	为存储芯片以及 Micro-OLED 显示器、MEMS 等提供定制化量产的解决方案		
其他产品及服务	iSparol 卷对卷柔性封装系列	使用 ALD 卷对卷高阻隔膜技术,可保障高产能,满足稳定量产需求,同时薄膜厚度精确可控、保形性较好、成分可控	可为柔性电子材料提供高质量、高经济效益的封装薄膜	20%	67%

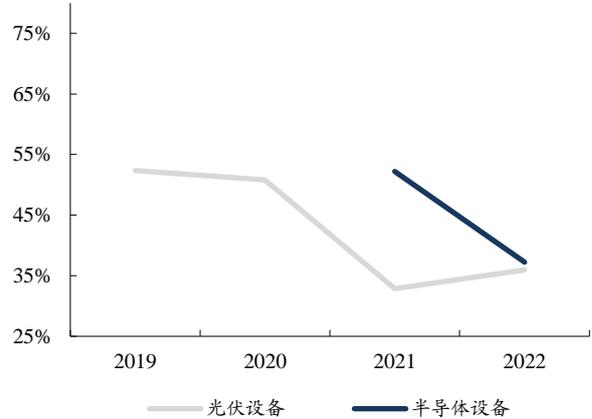
数据来源: 微导纳米公告, 东吴证券研究所

图2: 光伏设备贡献主要收入, 2023H1 占比为 87%



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

图3: 光伏设备毛利率逐步稳定在 35%, 半导体设备毛利率约 37%



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

### 1.2. 股权较为集中, 管理团队经验丰富

实控人家族间接持有约 61% 股权, 主要团队人员在半导体领域经验丰富。公司实控人为王燕清家族, 王燕清与其妻倪亚兰、其子王磊通过万海盈投资、聚海盈管理、德厚盈投资间接控制公司 60.61% 股份 (截至 2024 年 1 月), 股权集中度高。微导纳米创始人黎微明博士是国内最早开始研究 ALD 技术的华人; 周仁为公司总经理, 曾任职于 Lam、KLA、中微、拓荆等, 为深耕半导体行业 30 余年的专家级人物; 李翔博士对下游市场应用开发有很资深的经验, 为公司在新领域的拓展和新业务的开展开发更多、更有潜力的新业务; 胡彬为公司副总经理、光伏事业部总经理, 曾在先导智能任职多年。

图4: 公司股权结构稳定, 实控人家族间接持有约 61% 股权 (截至 2024 年 1 月)



数据来源: 企查查, 公司公告, 东吴证券研究所

表2: 公司核心技术人员背景

姓名	职务	学历	过往荣誉	主要职务与贡献
LI WEI MING	公司首席技术官	芬兰赫尔辛基大学无机化学博士	微导创始人，25年以上原子层沉积(ALD)技术研发和产业化经验，是最早开始研究 ALD 技术的华人之一。在国际主流杂志发表论文 50 多篇，承担国内外政府项目 8 项，获 2021 年国家人才、2020 年江苏省“双创团队”带头人荣誉	负责产品和技术战略规划和决策，指导公司实现 ALD 技术在光伏领域的产业化，并推广至半导体等其他领域；为公司 48 项授权专利的发明人
ZHOU REN	总经理	美国丹佛大学计算机专业硕士	国内外顶级半导体设备公司技术高管（曾在 Lam、KLA、中微公司、拓荆公司任职），30 余年半导体设备研发和制造经验。中国专利奖获得者，沈阳市高层次杰出人才和玫瑰奖得主，科技部、上海市等科技专家。	2020 年 8 月至 2021 年 6 月，历任公司半导体事业部副总经理、首席运营长；2021 年 7 月至今，担任公司总经理。
LI XIANG	副总经理，兼任产业化应用中心、新材料等事业部 CEO	新加坡南洋理工电气及电子工程专业博士	半导体器件及制造工艺技术专家，在国内外核心期刊发表论文 35 篇，获 2020 年江苏省“双创团队”核心成员、2018 年江苏省“双创人才”荣誉	主持公司江苏省原子层沉积工程研究中心和江苏省研究生工作站，指导公司在光伏、集成电路、新型存储重大突破，为公司 35 项授权专利的发明人
胡彬	副总经理	东南大学机械设计制造及其自动化专业本科	国家青年机械设计一等奖获得者，曾任先导智能工程副总经理，具有丰富的非标自动化设备的设计经验，光伏领域深耕多年，行业经验丰富	2018 年至 2019 年任微导有限常务副总；2019 年-2021 年，任公司总经理；2021 年 7 月至今，任公司副总经理、光伏事业部总经理

数据来源：微导纳米年报，东吴证券研究所

**股权激励计划彰显管理层长期发展信心，进一步加强团队凝聚力，实现个人、团队与公司的强利益协同。**2023 年 3 月，公司发布《2023 年限制性股票激励计划(草案)》，拟向激励对象授予 1782.10 万股限制性股票，约占股本总额的 3.92%；其中，首次授予 1425.68 万股，预留 356.42 万股。公司制定了针对业绩的考核要求，以首次授予的限制性股票为例：A、B 类激励对象的考核年度为 2023-2027 年，五期考核目标分别为以 2022 年营业收入为基数，2023-2027 年营业收入增长率分别不低于 35%、82%、146%、232%、348%，对应营业收入分别为 9.24、12.46、16.84、22.73、30.67 亿元。

图5：2023年股权激励公司层面业绩考核要求

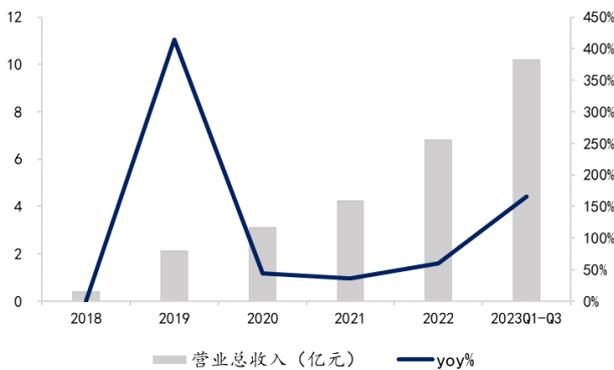
首次授予的限制性股票、预留授予的限制性股票(在2023年三季报披露前授出)							
激励对象类型	考核目标 (以2022年营业收入为基数)	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
A、B类激励对象	目标年份营业收入增长率	35%	82%	146%	232%	348%	-
	目标年份营业收入(亿元)	9.24	12.46	16.84	22.73	30.67	-
C类激励对象	目标年份营业收入增长率	35%	82%	146%	232%	-	-
	目标年份营业收入(亿元)	9.24	12.46	16.84	22.73	-	-
预留授予的限制性股票(2023年三季报披露后授出)							
激励对象类型	考核目标 (以2022年营业收入为基数)	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
A、B类激励对象	目标年份营业收入增长率	-	82%	146%	232%	348%	505%
	目标年份营业收入(亿元)	-	12.46	16.84	22.73	30.67	41.41
C类激励对象	目标年份营业收入增长率	-	82%	146%	232%	348%	-
	目标年份营业收入(亿元)	-	12.46	16.84	22.73	30.67	-

数据来源：微导纳米官网、公告，东吴证券研究所

### 1.3. 业绩稳健增长，看好后续规模效应

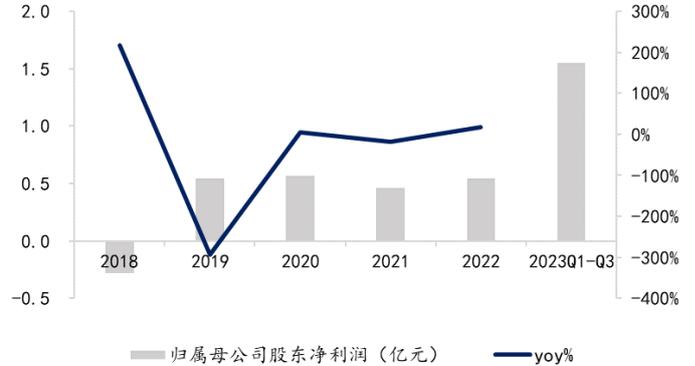
受益于下游光伏景气度，公司收入快速增长，前期费用投入较多影响净利润表现，2022年以来逐步进入收获期。2018-2022年公司营收由0.4亿元增长至6.9亿元，CAGR达101%，主要系光伏需求增长带动工艺设备需求，公司实现ALD在PERC的应用，并推出适用TOPCon等新技术路线设备；2018-2022年公司归母净利润由-0.3亿元增长至0.5亿元，2020年起加大人才引入力度和产品应用领域拓展，虽然营业收入呈增长态势，但研发等费用上升，净利润水平有所波动。随着订单加速放量，公司预计2023年营业收入16.5亿元左右，同比+141%，归母净利润2.8亿元，同比+417%。

图6：2018-2022年公司营收由0.4亿元增长至6.9亿元，CAGR达101%



数据来源：Wind，东吴证券研究所

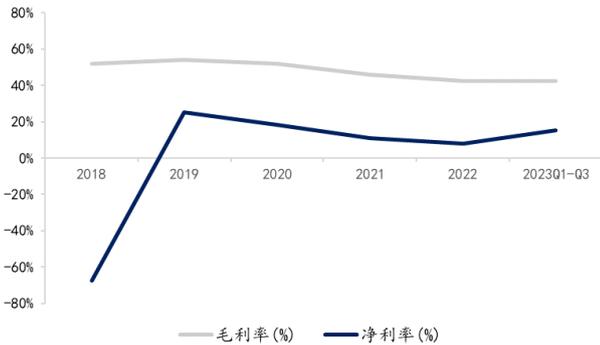
图7：2018-2022年公司归母净利润由-0.3亿元增长至0.5亿元



数据来源：Wind，东吴证券研究所

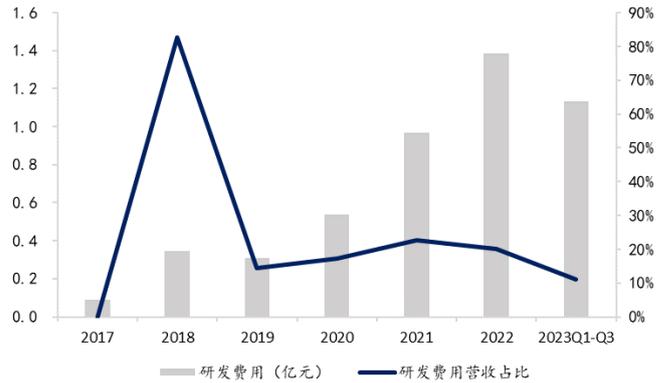
前期产品结构影响、费用投入较多使得盈利能力有所下滑，未来随着半导体领域拓展、规模效应显现，盈利能力逐步改善。2018-2022 年公司综合毛利率由 50%+下降至 40%+，主要系公司推出 PECVD、PEALD 二合一设备在 PERC 领域中推广，毛利率较低，后续公司设备拓展至半导体领域，产品结构有望持续改善；2018-2022 年公司归母净利率受毛利率及研发费用投入等影响有所波动，研发费用占营业收入比重一直保持 20%+，随着公司订单陆续验收、规模效应下 2023 年前三季度归母净利率已提升至 15%。

图8：2023 年前三季度毛利率、归母净利率有所改善



数据来源：Wind，东吴证券研究所

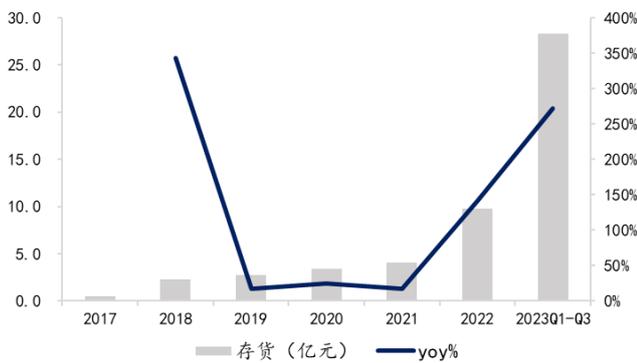
图9：2018-2022 年研发费用占比均在 20%+



数据来源：Wind，东吴证券研究所

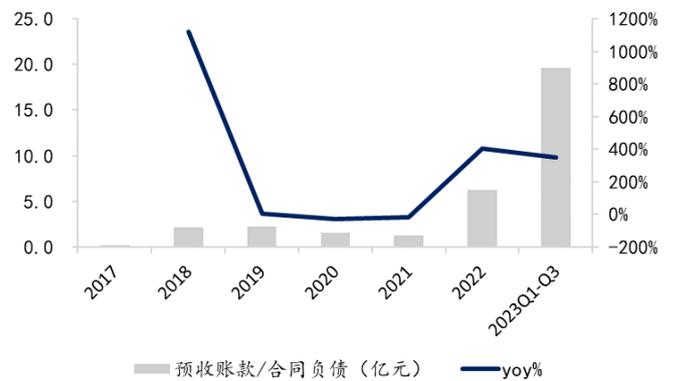
公司订单充沛，存货&合同负债高增。截至 2023Q3 末，公司存货为 28.3 亿元，同比+272%，合同负债为 19.7 亿元，同比+347%，表明公司在手订单充沛，截至 2023Q3 末，公司在手订单约 70.8 亿元（含 Demo 订单），同比+259%，其中半导体在手订单同比+412%，光伏在手订单同比+244%。根据公司 2023 年业绩预告，2023 年公司新增订单总额约 64.69 亿元，是去年同期新增订单的 2.96 倍，其中半导体领域新增订单是去年同期新增订单的 3.29 倍，光伏领域新增订单是去年同期新增订单的 2.92 倍。

图10：2023Q3 末公司存货为 28.3 亿元，同比+272%



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图11：2023Q3 末公司合同负债 19.7 亿元，同比+347%



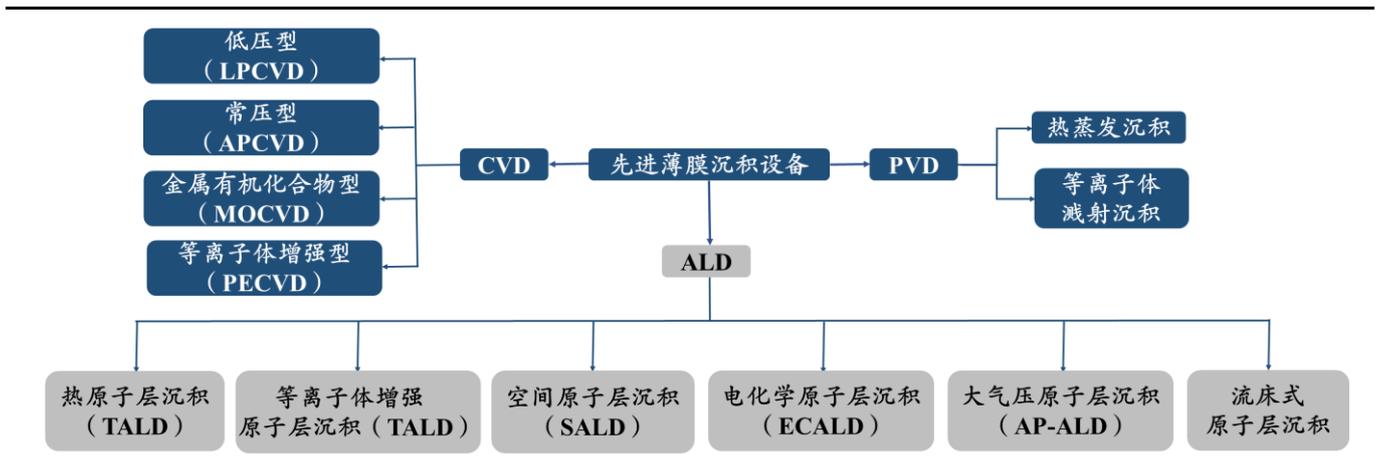
数据来源：Wind，东吴证券研究所

## 2. ALD 技术：自限制性优势明显，应用领域广泛

### 2.1. 薄膜沉积 PVD、CVD 和 ALD 三种工艺并行

薄膜沉积技术按工艺原理的不同可分为物理气相沉积 (PVD)、化学气相沉积 (CVD) 和原子层沉积 (ALD) 三大技术。①PVD (Physical Vapor Deposition, 物理气相沉积): 指在真空条件下采用物理方法将材料源 (固体或液体) 表面气化成气态原子或分子, 或部分电离成离子, 并通过低压气体 (或等离子体) 过程, 在基体表面沉积具有某种特殊功能的薄膜的技术。②CVD (Chemical Vapor Deposition, 化学气相沉积): 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基体表面沉积薄膜的工艺。③ALD (Atomic Layer Deposition, 原子层沉积): 是利用反应气体与基板之间的气—固相反应, 来完成工艺的需求。

图12: 薄膜沉积设备技术分类



数据来源: 微导纳米招股说明书, 东吴证券研究所

ALD 与 CVD 均为化学反应, 但在反应原理与工艺上存在差别。①反应温度不同: ALD 是在低于 350°C 的温度下进行的, 而 CVD 要求的温度高于 600°C, 从而可以减少在集成复杂材料时可能出现的热沉积过程中的交叉污染或内部扩散。②沉积过程不同: 在 CVD 工艺中, 化学蒸气连续通入真空室, 沉积过程是连续的, 而 ALD 工艺采用气体脉冲的形式交替送入不同的反应物, 以单个原子层为单位逐层镀膜, 使得沉积过程非连续。③对化学前驱物的要求不同: ALD 工艺与衬底表面前驱物的化学性质关系极大, 为了确保良好的粘附性和形貌需要选择具有较高反应性的化学物质。

表3: PVD、CVD、ALD 三大薄膜沉积工艺对比

工艺对比	PVD 技术	CVD 技术	ALD 技术
沉积原理	物理气相沉积	化学气相反应	化学表面饱和反应
沉积速率	较快	一般 (微米/分钟)	较慢 (纳米/分钟)
薄膜厚度	较厚, 对于纳米级的膜	厚度中等	原子层级的薄膜厚度

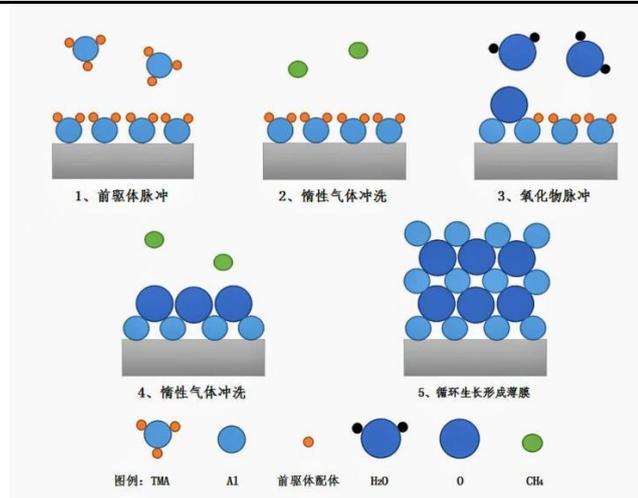
	厚精度控制力较差		
<b>薄膜质量</b>	镀膜具有单一方向性 厚度均匀性差	镀膜具有单一方向性	大面积薄膜厚度均匀性好 薄膜致密无针孔
<b>阶梯覆盖能力</b>	弱	中	强
<b>均匀性控制力</b>	约 5nm	0.5-2nm	0.07-0.1nm
<b>主要应用领域</b>	①HJT 光伏电池透明电极 ②柔性电子金属化、触 碰面板透明电极 ③半导体金属化	①PERC 电池背面钝化层、 PERC 电池减反层； ②TOPCon 电池接触钝化层、 减反层 ③HJT 电池接触钝化层 ④柔性电子介质层、柔性电子 封装层 ⑤半导体介质层（低介电常 数）、半导体封装层	①PERC 电池背面钝化层 ②TOPCon 电池隧穿层、接触钝 化层、减反层 ③柔性电子介质层、柔性电子 封装层 ④半导体高 k 介质层、金属栅 极、金属互联阻挡层、多重曝 光技术

数据来源：微导纳米招股说明书，东吴证券研究所

## 2.2. ALD 的自限制性带来薄膜沉积均匀性与膜厚精准控制

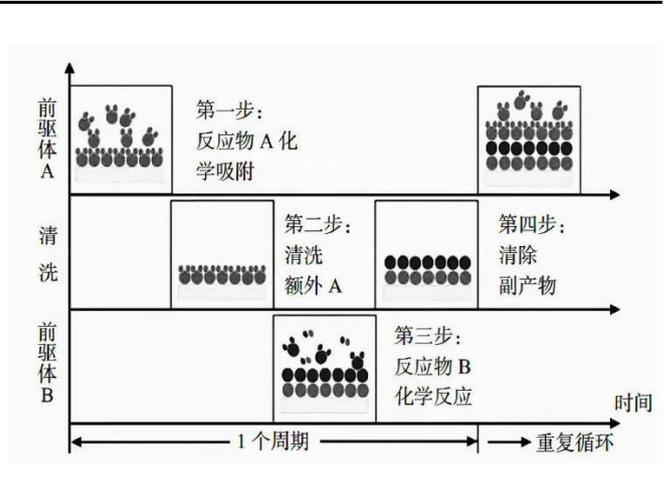
一个基本的原子层沉积循环包括 4 个步骤：（1）将第一种气相前驱体脉冲通入到基体表面，并在表面发生化学吸附；（2）通入清洗气体，将额外的没有反应的前驱体清除；（3）将第二种气相前驱体脉冲通入到基体表面，通过表面反应而生成需要的薄膜材料；（4）通入清洗气体，清除反应的副产物。上述沉积循环重复直至获得所需的薄膜厚度。

图13：原子层沉积技术原理示意图



数据来源：微导纳米招股说明书，东吴证券研究所

图14：原子层沉积循环原理

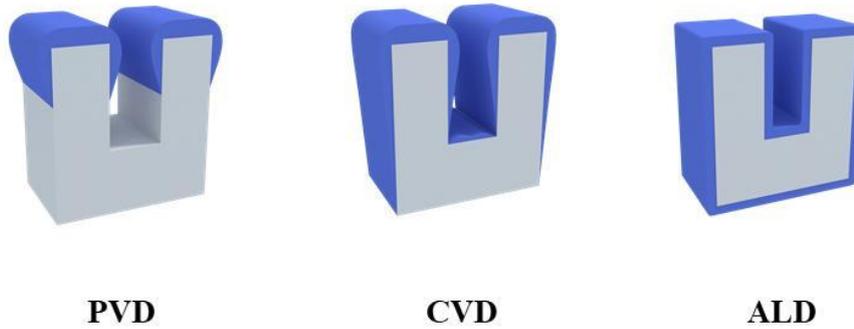


数据来源：《原子层沉积技术的应用现状及发展前景》，东吴证券研究所

自限制性是 ALD 技术的显著特点，使其具备薄膜厚度精确度高、均匀性好、台阶覆盖率极高、沟槽填充性能极佳等优势，特别适合在对薄膜质量和台阶覆盖率有较高要求的领域应用。自限制性即原子层沉积反应过程中，当前驱体达到沉积基体表面，它们会在其表面化学吸附并发生表面反应，直至表面饱和时就自动终止。（1）原子层级的薄

**膜厚度:** 通过控制反应周期可以简单准确地控制样品薄膜厚度, 样品薄膜的厚度精度可以达到一个原子的厚度。**(2) 保形性佳:** 可以生成优良的三维均匀的形状和原来一致的薄膜, 即薄膜可以均匀地涂覆在类似凹样的每个表面上。**(3) 薄膜致密无针孔:** 自下而上的自然生长机制决定了薄膜的无针孔性质, 这对于阻挡和钝化应用是有价值的。**(4) 大面积成膜均匀性佳:** 该技术前驱体为饱和化学吸附, 有利于大面积均匀薄膜的形成。

图15: PVD、CVD、ALD 薄膜沉积效果示意图, ALD 技术成膜效果最好



数据来源: 微导纳米招股说明书, 东吴证券研究所

### 2.3. ALD 技术主要分为 T-ALD、PEALD、SALD 三种

ALD 目前有多种实现方式, 其中包括热原子层沉积法 (T-ALD)、等离子辅助沉积法 (PE-ALD) 和空间原子层沉积法 (S-ALD)。T-ALD 是最早出现的 ALD 方法之一, PE-ALD 是一种结合了等离子体技术的 ALD 变体, S-ALD 在空间尺度上对反应过程进行精准控制, 目前量产主要为 T-ALD 与 PE-ALD。

表4: T-ALD、PE-ALD、S-ALD 三种技术对比

技术对比	T-ALD	PE-ALD	S-ALD
沉积机制	基于热化学反应的原子层沉积	利用等离子体激发产生的电子、-OH 基团和自由基促进反应	一种连续的原子层沉积技术, 不依赖于等离子体激活或热反应
反应速率	较慢	较快	适中
温度要求	较高	较低	较低
应用领域	适用于需要在相对高温下进行的应用, 如一些硬质材料或特殊合金的制备	适用于一些对温度敏感的基底, 如柔性电子学领域	广泛应用于微电子、光电子、储能等领域
优势	保形性、均匀性较高	沉积薄膜的温度更低, 吹扫时间更短, 工艺条件选择广, 提高了薄膜密度和性能	能够缩短循环周期, 增加沉积薄膜的面积, 具有灵活性

劣势

前驱体材料受限，沉积速率慢

表面台阶覆盖率受限，沉积均匀性不足

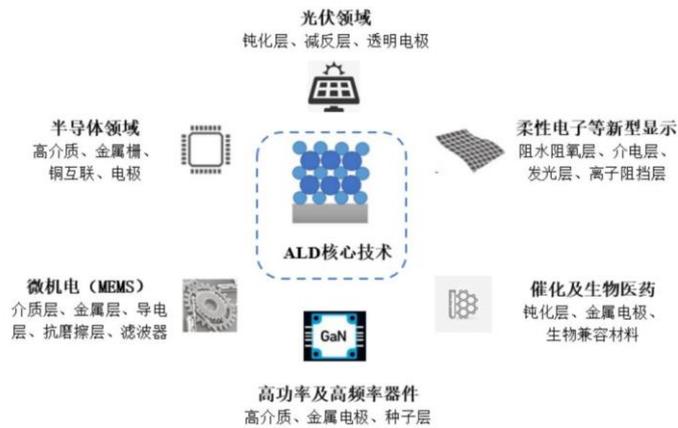
逐层生长限制了快速生长和高产量的需求，前体气体选择受限，沉积控制技术复杂，设备复杂且成本高昂

数据来源：公司招股说明书，公司路演公开资料，东吴证券研究所

## 2.4. ALD 技术下游应用领域不断扩展

ALD 技术在各领域展现出广泛适用性，应用范围涵盖光伏、半导体、耐磨材料、纳米结构、MEMS（微机电系统）等多个领域。在光伏领域，ALD 可以用于制备 PERC 和 TOPCon 的钝化&减反层；在半导体领域，器件尺寸不断缩小和结构 3D 立体化的挑战下，ALD 为薄膜沉积工序中薄膜厚度、三维共形性等方面的更高要求提供了理想的解决方案；在显示领域，尤其是在新型光学器件如光子晶体、光学微腔、纳米光栅等，ALD 的三维共形沉积和均匀性优势明显。

图 16: ALD 技术在光伏、半导体等诸多领域的应用



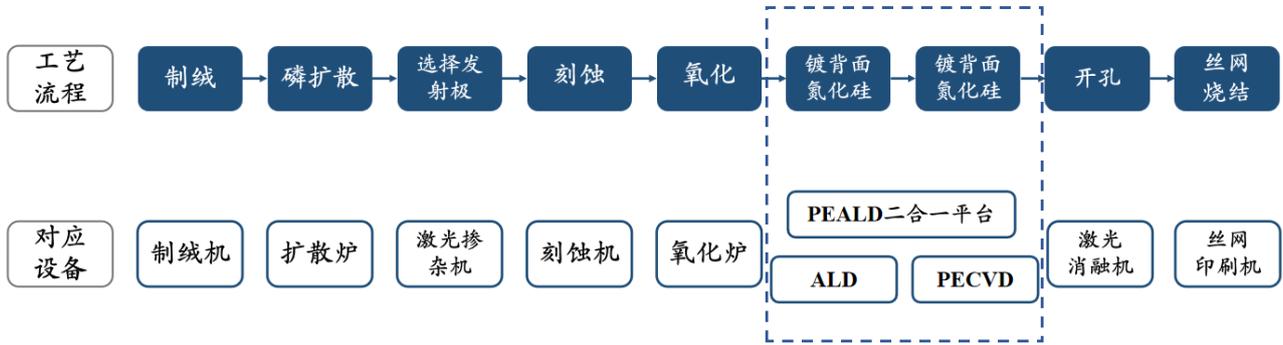
数据来源：微导纳米公告，东吴证券研究所

## 3. 光伏 ALD 设备适用多条技术路线，微导纳米为国内龙头

### 3.1. ALD 技术广泛应用于 PERC、TOPCon、钙钛矿电池

(1) **PERC 电池:** 薄膜沉积设备主要用于 PERC 电池的钝化和减反膜的制备，其中 ALD 设备主要用于沉积  $Al_2O_3$  薄膜，PECVD 主要用于沉积  $SiNx$  薄膜，此外也可使用 PEALD 二合一设备在同一设备中先后完成两层薄膜的制备。

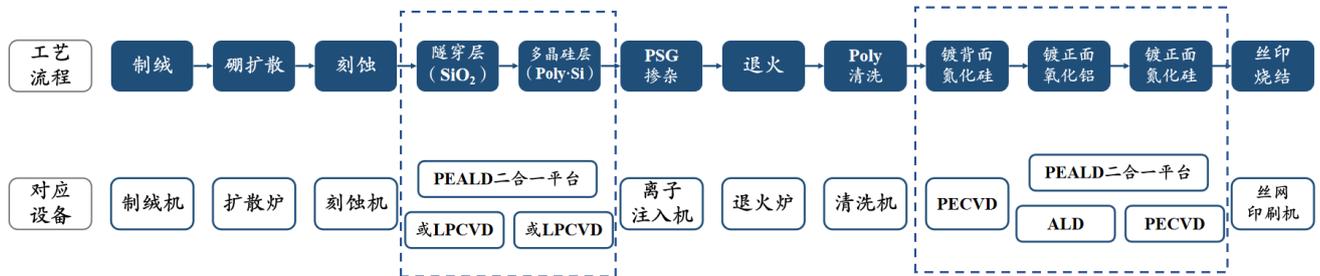
图17: PERC 电池工艺流程及对应设备



数据来源: 微导纳米招股说明书, 东吴证券研究所

(2) TOPCon 电池: TOPCon 电池生产线可由 PERC 电池生产线升级改造实现, 除原薄膜沉积需求外, 还新增了隧穿层和掺杂多晶硅层镀膜需求。在 TOPCon 电池沉积工艺中, 当前三种薄膜沉积路线并行: LPCVD、PECVD 和 ALD。LPCVD 应用虽最广泛, 但却存在绕镀、原位掺杂难、需进行二次磷扩、高能耗、以及石英耗材成本较高等一系列问题。正逐步引入的新型沉积技术有望简化工艺步骤, 提高效率。

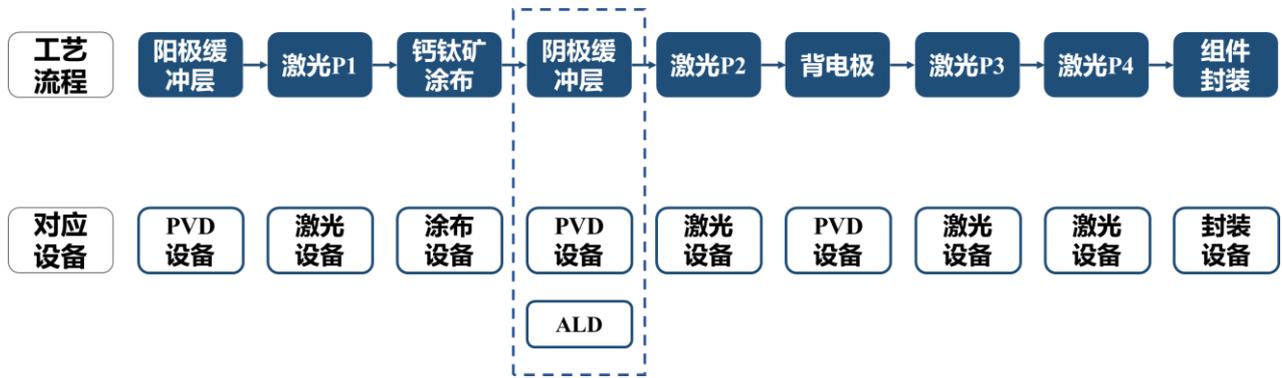
图18: TOPCon 电池工艺流程及对应设备



数据来源: 微导纳米招股说明书, 东吴证券研究所

(3) 钙钛矿电池: ALD 设备在叠层或单结钙钛矿电池生产流程中可应用于功能层、缓冲层等。①功能层: 利用 ALD 制备 TCO 等功能层。②缓冲层: 在金属电极与钙钛矿活性层之间沉积致密、电学性能良好的缓冲层 (如 SnO<sub>2</sub> 和 TiO<sub>2</sub>)。

图19: 协鑫光电公布的钙钛矿工艺流程图



数据来源: 协鑫光电, 东吴证券研究所

我们预计 2023-2025 年 TOPCon&XBC 的镀膜设备市场空间分别为 313/112/138 亿元。核心假设主要包括: (1) TOPCon/XBC 技术路线渗透率: 2023-2024 年 TOPCon 技术路线渗透率分别为 80%/70%, 2023-2025 年 XBC 技术路线渗透率分别为 5%/10%/25%; (2) TOPCon/XBC 单 GW 设备投资额: 2023-2024 年 TOPCon 单 GW 设备投资额为 1.6/1.5 亿元, 2023-2025 年 XBC 单 GW 设备投资额为 2.3/2.0/2.0 亿元; (3) ALD 等镀膜设备价值量占比: TOPCon/XBC 设备投资中镀膜设备价值量占比约 35%。

图20: 我们预计 2023-2025 年 TOPCon&XBC 的镀膜设备市场空间分别为 313/112/138 亿元

	2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E
中国新增装机量合计 (GW)	48	60	80	130	180	230
海外新增装机量合计 (GW)	100	120	160	220	300	320
<b>全球新增装机量合计 (GW) (1)</b>	<b>148</b>	<b>180</b>	<b>240</b>	<b>350</b>	<b>480</b>	<b>550</b>
产销率(2)	70%	70%	70%	70%	70%	70%
产能利用率(3)	60%	60%	60%	65%	65%	65%
实际需求 (GW) (4)=(1)/(2)/(3)	352	429	571	769	1055	1209
<b>TOPCon技术路线渗透率(5)</b>	<b>1%</b>	<b>5%</b>	<b>18%</b>	<b>80%</b>	<b>70%</b>	—
TOPCon新增装机量 (GW, 对应存量产能) (6)=(4)*(5)	4	21	103	615	738	—
TOPCon新增产能 (GW) (7)=当年(6)-前一年		18	81	513	123	—
单GW设备总金额 (亿元) (8)		2.0	1.7	1.6	1.5	—
当年全行业新增TOPCon设备需求 (亿元) (9)=(8)*(7)		36	138	820	185	—
<b>TOPCon镀膜设备价值量占比(11)</b>		<b>35%</b>	<b>35%</b>	<b>35%</b>	<b>35%</b>	—
<b>TOPCon镀膜设备新增需求 (亿元) (12)=(11)*(10)*(9)</b>		<b>13</b>	<b>48</b>	<b>287</b>	<b>65</b>	—
<b>XBC技术路线渗透率(13)</b>			<b>1%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>25%</b>
XBC新增装机量 (GW, 对应存量产能) (14)=(13)*(4)			6	38	105	302
XBC新增产能 (GW) (15)=当年(14)-前一年			6	33	67	197
单GW设备总金额 (亿元) (16)			2.5	2.3	2.0	2.0
当年全行业新增XBC设备需求 (亿元) (17)=(16)*(15)			14	75	134	393
<b>XBC镀膜设备价值量占比(19)</b>			<b>35%</b>	<b>35%</b>	<b>35%</b>	<b>35%</b>
<b>XBC镀膜设备新增需求 (亿元) (20)=(19)*(18)*(17)</b>			<b>5</b>	<b>26</b>	<b>47</b>	<b>138</b>
<b>TOPCon&amp;XBC镀膜设备新增需求 (亿元) (21)=(20)+(12)</b>			<b>53</b>	<b>313</b>	<b>112</b>	<b>138</b>
yoy				<b>486%</b>	<b>-64%</b>	<b>23%</b>

数据来源: CPIA 等, 东吴证券研究所测算

### 3.2. 微导纳米为国内 ALD 设备龙头，布局多种技术路线

公司 ALD 设备的市场占有率继续保持领先，产品矩阵不断丰富，为客户提供具有竞争力的 ALD、PECVD、PEALD、扩散退火等多种定制化产品和 TOPCon 整线工艺解决方案，实现了 TOPCon 真空类设备的全覆盖；同时公司在 TOPCon、XBC、钙钛矿及钙钛矿叠层等电池技术领域均有产品储备、布局和出货，其中公司应用于 XBC 和钙钛矿叠层电池的专用设备已顺利获得客户验收：在 XBC 电池领域，爱旭、隆基已投产和拟投产的电池生产线中，公司 ALD 产品占比保持领先；在钙钛矿电池领域，公司已获得国内客户百兆瓦级量产设备订单。

#### 3.2.1. TOPCon：公司不断实现技术创新，推动光伏降本增效

以 ALD Enabled Photovoltaics 技术为核心，公司推出最新研制的 SMART AEP® TOPCon 2.0 整线工艺 GW 级量产电池转换效率有望突破 26%，达到全球领先水平。公司可提供全新的 TOPCon 整线工艺技术解决方案，打造业内领先的下一代高效电池生产线。公司首创高产能批量型 ALD 设备，搭载行业创新的 PEALD 二合一专利技术，提高薄膜质量且有效降低设备投资与生产成本，在 PERC 产线中升级 TOPCon 技术。

图21：微导纳米技术方案与现有传统技术方案对比

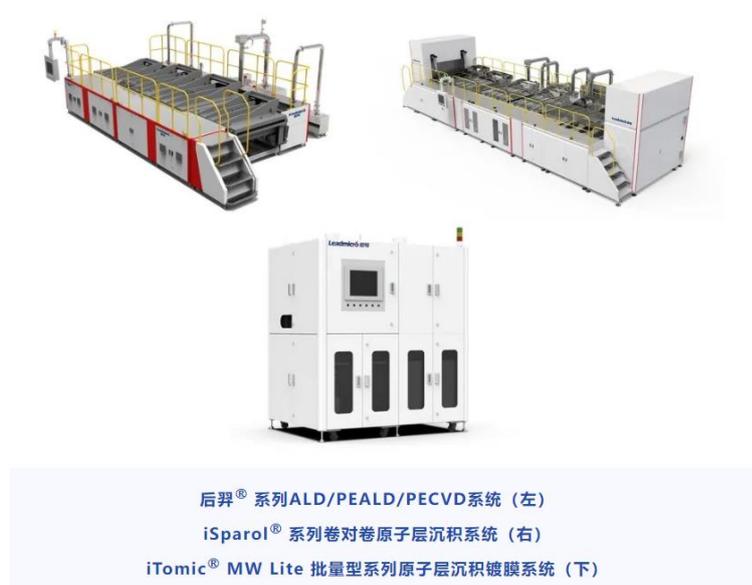


数据来源：微导纳米微信公众号，东吴证券研究所

#### 3.2.2. 钙钛矿：尚处于小规模试验阶段，公司抢先布局占得先机

公司目前已成功研制推出适用于钙钛矿不同技术路线的专用多种薄膜设备平台，全面覆盖传统晶硅叠层钙钛矿路线、大面积玻璃基底钙钛矿路线和纯柔性钙钛矿三个主要技术路线。2023年11月自主研发的钙钛矿晶硅叠层电池专用设备顺利通过海外客户验收，达成商业化电池（258.15cm<sup>2</sup>）最新世界记录效率，公司于下一代光伏电池技术研发中占得先机。

图22：薄膜沉积设备是解决钙钛矿电池产业化瓶颈的关键设备



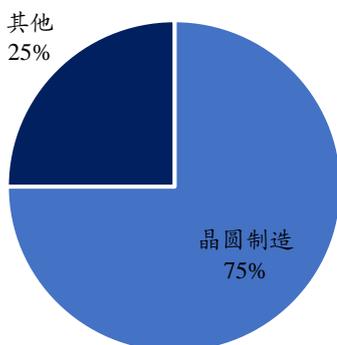
数据来源：微导纳米微信公众号，东吴证券研究所

#### 4. 半导体 ALD 设备市场广阔，微导纳米加速国产替代

##### 4.1. 薄膜沉积设备：前道三大核心设备之一，CVD/ALD 设备为主流

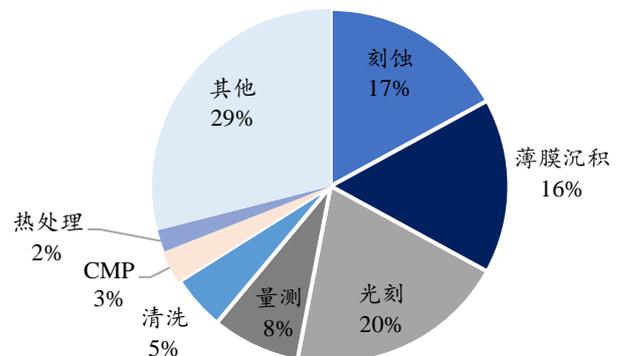
薄膜沉积为晶圆制造三大核心设备之一，占晶圆厂投资总额比重达 16%。薄膜作为芯片结构的功能材料层，直接影响芯片性能，是集成电路最核心、工艺难度最大的工序之一，同时薄膜沉积设备单体价值量高、晶圆制造过程中工序较多，故薄膜沉积设备是晶圆制造的核心设备，从晶圆厂的投资构成来看，刻蚀设备、光刻设备、薄膜沉积设备是晶圆制造前道工艺中最重要三类设备，其中薄膜沉积设备投资额占晶圆厂投资总额的 16%，占晶圆制造设备投资总额的 21%。

图23：晶圆制造设备价值量约占半导体设备 75%



数据来源：SEMI，东吴证券研究所

图24：薄膜沉积设备价值量约占晶圆厂投资总额 16%

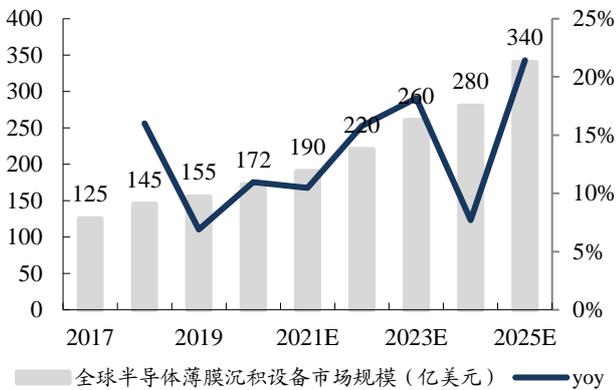


数据来源：SEMI，东吴证券研究所

从市场空间看，我们预计 2025 年全球半导体薄膜沉积设备市场规模将达到 340 亿美元。根据 Maximize Market Research 数据统计，全球半导体薄膜沉积设备市场规模从

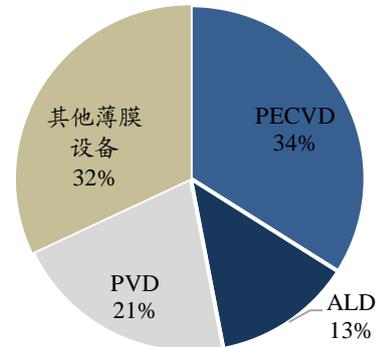
2017 年的 125 亿美元提升至 2020 年的 172 亿美元，期间 CAGR 为 11.2%。我们预计至 2025 年全球市场规模将达到 340 亿美元，2021-2025 年 CAGR 为 16%。

图25：2025 年全球薄膜沉积设备市场规模约 340 亿美元



数据来源：Maximize Market Research，东吴证券研究所

图26：2020 年半导体薄膜沉积设备各细分类别占比



数据来源：Gartner，东吴证券研究所

细分产品结构来看，我们预计 2025 年国内 PECVD、PVD、ALD 设备的市场规模分别将达到 46、29、18 亿美元。根据 Gartner 统计，2020 年全球半导体薄膜沉积设备中 PECVD、PVD、ALD 设备的市场规模占比分别为 34%、21%和 13%。结合上文 Maximize Market Research 预测数据和中国大陆半导体销售额全球占比数据，我们对于国内细分设备市场规模进行如下测算。

图27：2025 年全球&中国大陆半导体薄膜沉积设备 PECVD、PVD、ALD 市场规模测算

	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	
全球薄膜沉积设备市场规模 (亿美元)	155	172	190	220	260	280	340	
yoy	7%	11%	10%	16%	18%	8%	21%	
其中	PECVD (34%)	53	58	65	75	88	95	116
	PVD (21%)	33	36	40	46	55	59	71
	ALD (13%)	20	22	25	29	34	36	44
	其他薄膜沉积设备 (32%)	50	55	61	70	83	90	109
中国大陆半导体设备销售额全球占比 (%)	22.5%	26.3%	28.9%	32.0%	35.0%	37.5%	40.0%	
中国大陆薄膜沉积设备市场规模 (亿美元)	35	45	55	70	91	105	136	
yoy	21%	30%	21%	28%	29%	15%	30%	
其中	PECVD (34%)	12	15	19	24	31	36	46
	PVD (21%)	7	9	12	15	19	22	29
	<b>ALD (13%)</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
	其他薄膜沉积设备 (32%)	11	14	18	23	29	34	44

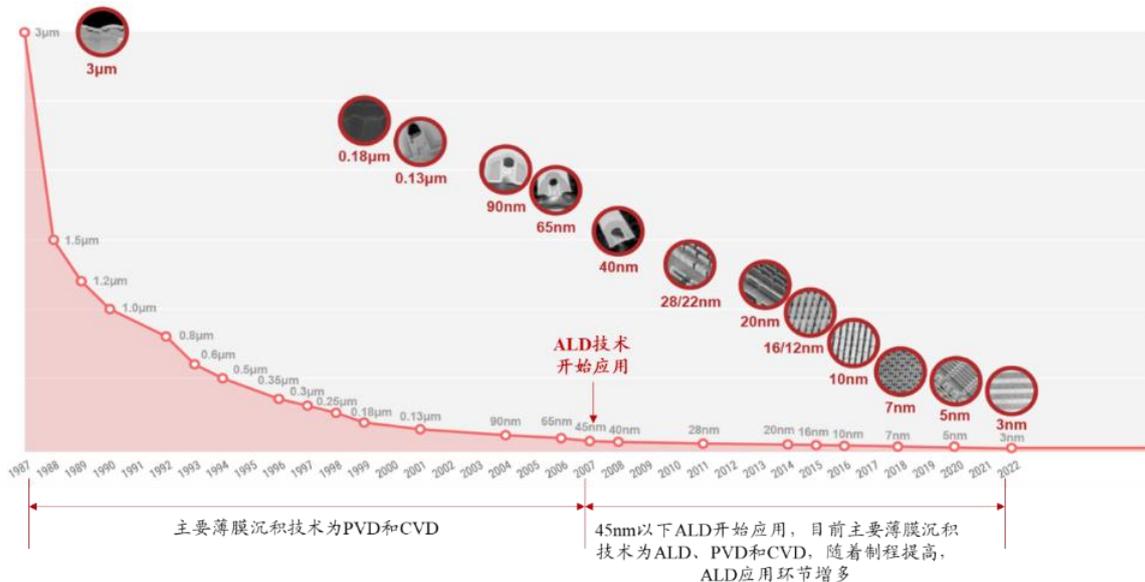
数据来源：SEMI，Gartner，Maximize Market Research，东吴证券研究所测算

#### 4.2. ALD：在先进逻辑及存储领域迎渗透率提升，存储需求更广

ALD 技术相较于 CVD 技术和 PVD 技术，产业化应用起步时间较晚，在 45nm 以上等成熟制程、2D 平面结构器件中应用较少，2007 年 Intel 公司才首次在 45nm 技术节点上开始应用 ALD 技术进行薄膜制备，主要由于在先进制程节点下，原来用于成熟制程的溅射 PVD、PECVD 等工艺无法满足部分工序要求，因此需要引入 ALD 工艺。

ALD 凭借优良的膜厚精度控制、高覆盖率等特性，在先进存储、逻辑等领域渗透率有望逐步提升。(1)膜厚精度控制：在传统工艺中，由于存在厚度控制和膜层均匀性的问题，通过 CVD 与 PVD 生成的膜很难突破 10nm 以下的厚度极限；(2)高覆盖率：深宽比达到 10:1 以上时，CVD 与 PVD 无法满足下游工艺近 100%覆盖率的技术要求，ALD 可在 100%阶梯覆盖率的基础上实现原子层级（1 个纳米约为 10 原子）的薄膜厚度。随着制程的不断进步，ALD 优异的沉积均匀性和一致性使其在先进逻辑、3D NAND、DRAM 等领域具有广泛的应用潜力。

图28：45nm 以下 ALD 开始应用，未来随着制程节点的不断进步，ALD 应用环节增多



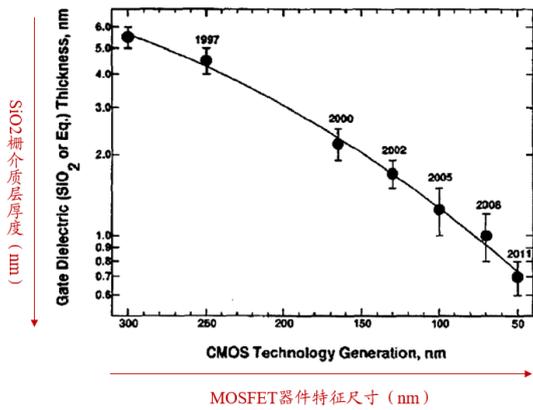
数据来源：台积电官网，微导纳米公告，东吴证券研究所

#### 4.2.1. 逻辑领域：ALD 更适用于 high-K 材料及 FinFET & GAAFET

(1) 45nm 先进制程下栅介质层 high-K 材料替代 SiO<sub>2</sub> 能够减少漏电，ALD 工艺的膜厚精度控制优势适用于沉积 high-K 材料。迄今 MOSFET 一直遵循摩尔定律发展，器件尺寸不断缩小，对栅介质材料提出了更高要求——栅介质即为 MOS 中氧化物层，在晶圆制造进入 65nm 制程及之前，多采用 SiO<sub>2</sub> 薄膜形成栅介质减少漏电，但进入 45nm 特别是 28nm 之后，为了保持良好的阈值开关特性，栅介质氧化层厚度必须随着沟道长度的缩小按比例下降，即 SiO<sub>2</sub> 厚度需要低于 1nm，此时会产生量子隧穿，引起隧穿电流急剧增大，影响器件可靠性。

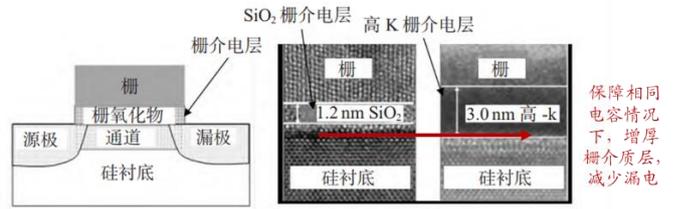
而 high-K 材料（K 即为介电常数，又称高 K 材料）作为栅介质层，可以在保障栅极电容的同时，增大栅介质层的物理厚度以减少漏电，典型的 high-K 材料为 HfO<sub>2</sub>。由于 high-K 栅介质层厚度往往小于 10nm，所需的膜层很薄（通常在数纳米量级内），ALD 设备凭借原子级别薄膜的精确控制、沉积高覆盖率等优势，制备的高 K 材料较好满足了 28nm 逻辑器件的需要。

图29: 器件越小所需的 SiO<sub>2</sub> 栅介质层越薄



数据来源:《高介电薄膜材料的原子层沉积技术制备、表征及其在微电子领域的应用研究》, 东吴证券研究所

图30: 使用 high-K 材料取代传统 SiO<sub>2</sub> 可以降低隧穿漏电流



数据来源:《原子层沉积技术的应用现状及发展前景》, 东吴证券研究所

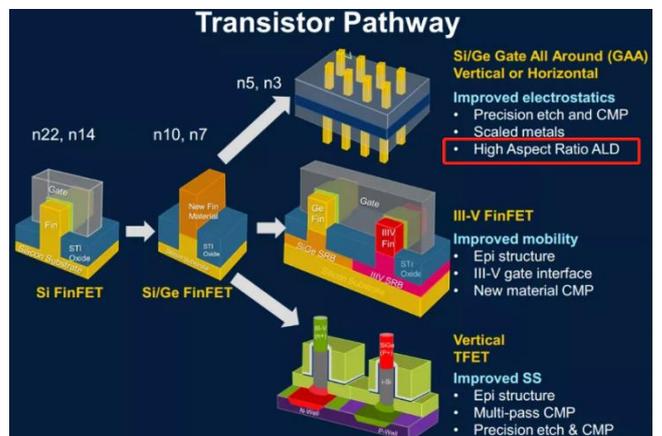
(2) 20nm 先进制程下由 MOSFET 转向 FinFET, 5nm 以下由 FinFET 进一步向 GAAFET 转变, ALD 得以发挥高覆盖率的优点。当晶圆制造制程进入 20nm 以下, 传统的平面晶体管 MOSFET 遇到发展瓶颈, 晶体管沟道不断缩短, 导致量子隧穿效应, 容易发生漏电, 而 FinFET (Fin Field-Effect Transistor) 能够通过每个侧面中加栅极来控制电流、减少漏电, 2011 年英特尔开始在 22nm 工艺采用 FinFET, 之后台积电、三星等全球各大厂商陆续跟进, 从 16、14nm 开始, FinFET 成为了半导体器件的主流选择; 但随着制程到 5nm 以下, FinFET 也迎来极限——鳍片距离太近、漏电重新出现, GAAFET (Gate-all-Around Field-Effect Transistor) 设计通道的四个面周围有栅极, 减少漏电压, 有望成为下一代逻辑芯片主流技术。FinFET 与 GAAFET 的结构更复杂, ALD 凭借高台阶覆盖率的特性更适合复杂结构的薄膜沉积。

图31: MOSFET、FinFET、GAAFET 结构对比



数据来源: 半导体产业纵横, 东吴证券研究所

图32: ALD 用于 FinFET

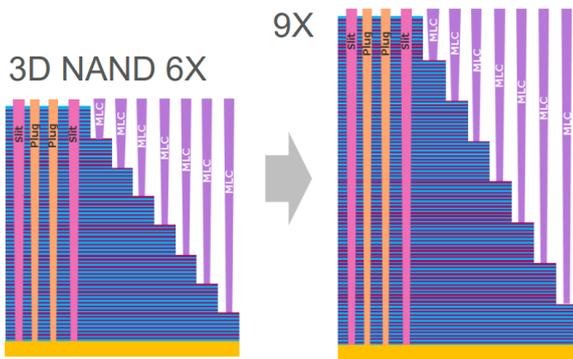


数据来源: Applied Materials, 东吴证券研究所

4.2.2. 存储：器件更讲究高深宽比，ALD 用量增加

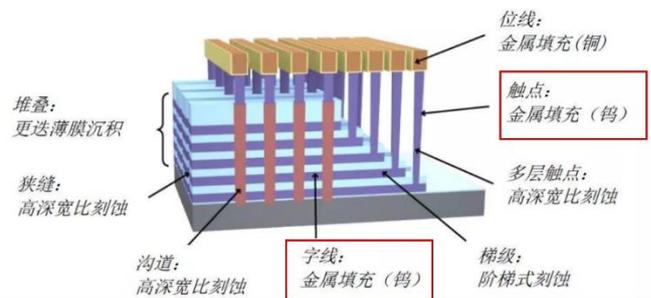
(1) 3D NAND 复杂结构需要制造高的深宽比，其叠层沉积和字线填充对沉积工艺提出了极高要求，ALD 由于膜厚精度控制和良好的台阶覆盖能力，比 CVD 和 PVD 更具优势。①薄膜沉积：3D NAND 制造流程开始于交替薄膜沉积，精确控制每层薄膜厚度的均一性至关重要，ALD 可有效减小应力、降低晶圆翘曲；②字线填充：字线钨提供了层内各个存储单元之间所需的关键传导链接，需要以最小的应力实现在复杂、狭窄、横向结构的存储堆叠单元里的无空隙填充；③孔道深宽比：3D NAND 层数增加、孔道的深宽比也不断加大，需要在深宽比 100:1 的孔道中纵横向沉积高 k 材料，若台阶的深宽比过高，PVD 和 CVD 可能会造成顶部开口堵塞。

图33：3D NAND 高深宽比特性



数据来源：TEL，东吴证券研究所

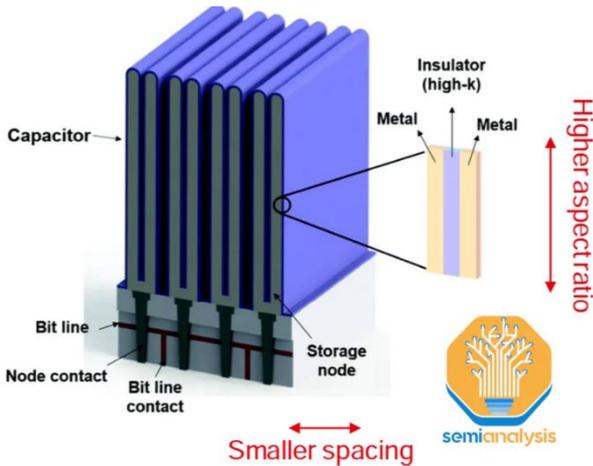
图34：ALD 在 3D NAND 制造中的主要用处



数据来源：Lam Research，东吴证券研究所

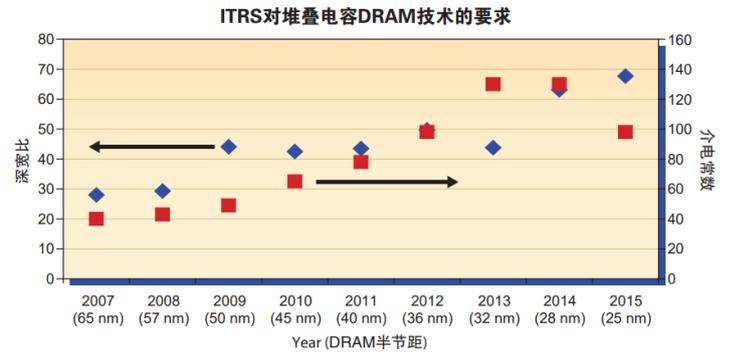
(2) DRAM 是具有高纵横比的长圆柱形结构，为改善电容器存储性能，需要提高深宽比&增大介质电常数，ALD 在高深宽比、高 k 材料薄膜沉积领域的技术优势将被同时发挥。①高深宽比：DRAM 存储器容量增大，内部电容器数量增多，单个电容器的尺寸减小，内部沟槽的深宽比增大；②高 k 材料：更高的深宽比能够提高电容量，但如何控制制造过程中产生的缺陷是一大难题，因此 High-K 材料的应用可以延缓 DRAM 采用极端深宽比的步伐、提高器件性能。

图35: DRAM 是具有高纵横比的长圆柱形结构



数据来源: SEMI, 东吴证券研究所

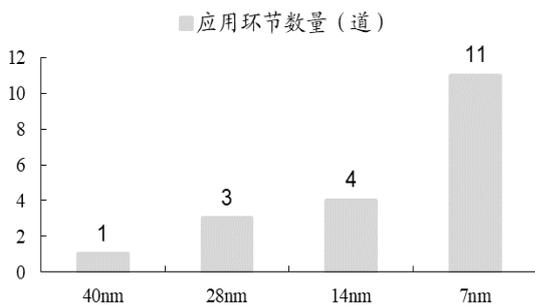
图36: 先进制程下 DARM 深宽比和介电常数均明显提升



数据来源: ITRS, 东吴证券研究所

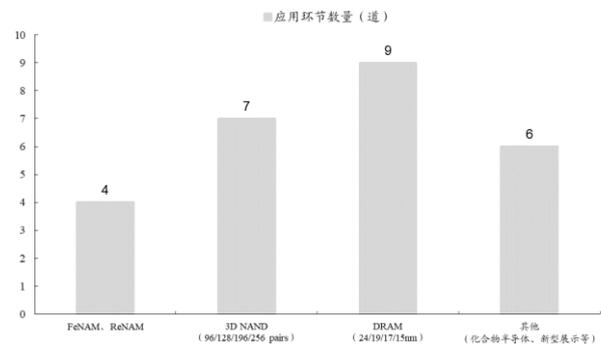
ALD膜厚精度控制和高台阶覆盖率特性适合在45nm以下节点以及复杂的3D结构等领域应用,尤其是相较于逻辑,ALD在存储领域具备更大的市场空间,同等制程下ALD存储芯片领域的需求更大。在逻辑芯片领域,28nm下ALD的应用环节数量约2-3道,每道工序需要1-2台ALD设备,则总计需要约2-6台ALD设备,在存储领域,24nm下DRAM的ALD应用环节数量约为8-9道,每道工序需要2-3台ALD设备,则总计需要约16-27台ALD设备。故我们认为ALD在多层高深宽比结构、晶体管缩小及结构立体化等方面具有明显的技术优势,因存储强调高深宽比、薄膜沉积难度大,工艺应用多且对产能要求高,未来ALD存储领域的空间将会更大。

图37: 逻辑芯片各制程节点 ALD 应用环节数量



数据来源: 微导纳米, 东吴证券研究所

图38: 存储芯片及其他各类型 ALD 应用环节数量



数据来源: 微导纳米, 东吴证券研究所

#### 4.2.3. 头部存储器厂积极扩产, 带动 ALD 设备需求

一线存储厂商受美国限制政策影响较大，2023 年扩产进度暂缓，资本开支有所下滑，未来随着国产技术突破及国产设备引入，我们预计 2024 年设备开支有望加速，利好国产设备商。(1) 长江存储：长江存储获 490 亿元注资，新晶圆厂有望 2024 年底扩产。公司目前规划两期项目共 240 亿美元投资、30 万片产能，二期项目受美国制裁影响，扩产进度暂缓，未来随下游需求回暖、国产设备导入，资本开支有望加速。(2) 长鑫存储：公司二期项目此前因为美方的出口管制新规暂停扩产，但据《金融时报》，长鑫存储已确认其向美国厂商采购设备不受美国出口管制，公司长期产能目标为 30 万片/月。

表5: 长江存储、长鑫存储扩产计划

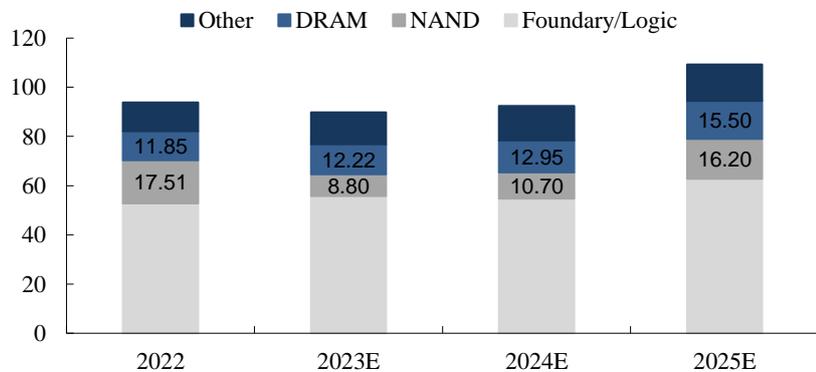
公司	地点	投资额	规划产能	投产时间
长江存储	武汉	合计 240 亿美元	10 万片/月	一期产能已满产
	武汉		20 万片/月	2022 年底投产
长鑫存储	一期	72 亿美元	12.5 万片/月	已投产
	二期、三期	—	远期产能 30 万片/月	二期项目最快 2023 年投产

数据来源：芯智讯，半导体行业观察，东吴证券研究所

根据 SEMI，未来存储设备销售尤其是 NAND 领域，有望迎来新一轮快速增长。

(1) 代工/逻辑领域：晶圆代工和逻辑应用设备销售额占晶圆厂设备销售总额的一半以上，2023 年将增长 6%至 563 亿美元，随着成熟技术扩张放缓和前沿技术支出的提高，预计 2024 年下降 2%，后续 2025 年有望再次增长 15%至 633 亿美元。(2) 存储：存储领域相关资本支出在 2023 年出现了大幅缩减，①NAND：预计 2023 年 NAND 设备销售额将下降 49%至 88 亿美元，但 2024 年将增长 21%至 107 亿美元，2025 年将再增长 51%至 162 亿美元；②DRAM：设备销售额预计将保持稳定，2023 年和 2024 年分别增长 1%和 3%，2025 年在 HBM 高带宽存储器带动下，有望增长 20%，达到 155 亿美元。

图39: 2022-2025 年半导体设备销售额按应用分类 (单位: 十亿美元)



数据来源：SEMI，东吴证券研究所

### 4.3. CVD: 传统薄膜沉积技术仍有广泛应用，存在不可替代工艺场景

不同工艺节点对膜质量、厚度以及孔隙沟槽填充能力等要求不同，而 CVD 等传统设备覆盖工艺十分广泛，存在部分不可被 ALD 替代的应用需求。芯片的制造过程中涉及数十乃至百余种不同要求的薄膜材料，也正是各类电性能、机械性能均不相同的薄膜构成了芯片 3D 结构体中不同的功能，因此需要不同种类的薄膜沉积设备适用于不同工艺节点，来满足对膜质量、厚度以及孔隙沟槽填充能力等不同要求。CVD 等传统薄膜沉积设备覆盖的工艺范围广，尽管 ALD 设备需求快速提升，但仍具有一定不可替代性。

表6: PECVD 应用最广泛

	APCVD	LPCVD	PECVD	HDPCVD	SACVD	MOCVD
反应环境	常压，约 400-500°C	1/1000 大气压级，约 500~900°C	等离子体增强，约 200~500°C	高密度等离子体	次常压	常压或低压，约 500~1500°C
适用范围	μm 制程，通常用于沉积厚介质层	SiON、Si3N4、多晶硅等薄膜	应用于各种制程，制备各种薄膜	填充，沉积 USG、FSG、PSG 等薄膜	STI 等工艺；沉积 BPSG、SAF 等薄膜	半导体材料，如 GaN
特点	反应简单，沉积速度快；易产生杂质，台阶覆盖性差	克服 APCVD 杂质问题，台阶覆盖能力强，填充能力有限	低温制程各项薄膜沉积能力全面，被广泛应用	同时发生薄膜沉积和刻蚀，填充能力优秀，薄膜致密度高，杂质少	高压缩小分子自由程，臭氧在高温下产生氧自由基，实现填充	能在较低的温度下制备高纯度的薄膜材料，灵活改变反应物的种类或比例
先进性	趋于落后	应用广泛	应用广泛	潜力大	潜力大	潜力大

数据来源：华经情报网，东吴证券研究所

其中 PECVD 在集成电路中应用广泛，是介质薄膜沉积的主要工艺方式。PECVD 广泛用于硬掩模、反射层、阻挡层、介质隔离、钝化层等介质薄膜生长，具备一定不可替代性。这一方面是由于 PECVD 薄膜沉积效果易调谐，薄膜密度、化学组成、机械应力等均可通过等离子体参数优化。此外，由于等离子体作用下工艺温度较低，PECVD 对于含有金属或其他对温度敏感结构衬底的薄膜生长具备一定必要性。例如，在后道金属互连应用中，薄膜沉积具备严格的热预算限制，通常需要等离子体辅助完成。

表7: PECVD 设备在集成电路工艺中广泛应用

序号	工艺应用	PECVD 生长材料
1	浅槽隔离填充 (STI Filling)	高密度等离子体二氧化硅 (HDP SiO <sub>2</sub> )、流体沉积二氧化硅 (FCVD SiO <sub>2</sub> )
2	光刻硬掩膜 (Litho Hard Mask)	等离子体非晶碳 (PECVD α-C, APF)、等离子体氮化硅 (PECVD Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )、等离子

		体氮化钛 (PECVD TiN)
3	光刻反射层 (Anti-reflective Coating)	等离子体氮氧化硅 (PECVD SiON)
4	侧壁隔离 (Spacer)	等离子体氮化硅 (PECVD Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )
5	前金属隔离填充阻挡层 (PMD Liner)	等离子体氮化硅 (PECVD Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )
6	前金属隔离填充 (PMD Filling)	高密度等离子体掺杂二氧化硅 (PECVD PSG)
7	金属连接刻蚀停止层 (Contact Etch Stop Layer)	等离子体氮化硅 (PECVD Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )
8	晶圆背面污染保护层 (Backside Contamination Protection Layer)	等离子体氮化硅 (PECVD Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )
9	金属连线介质隔离 (IMD)	等离子体二氧化硅 (PECVD SiO <sub>2</sub> )、等离子体低介质材料 (PECVD low-k)
10	镶嵌式刻蚀及平坦化停止层 (Damascene Etch&CMP Stop Layer)	等离子体氮化硅 (PECVD Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )、等离子体碳化硅 (PECVD SiC)
11	器件钝化层 (Passivation Layer)	等离子体氮化硅 (PECVD Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )

数据来源:《集成电路产业全书》, 东吴证券研究所

#### 4.4. 薄膜沉积设备国产化率不足 10%，国产替代空间广

薄膜沉积设备市场主要被海外厂商垄断，2020 年国产化率不足 10%且市场集中度较高。薄膜设备壁垒较高，叠加海外公司布局较早，产业化经验积累丰富，因此全球市场主要由先晶半导体 (ASM)、东京电子 (TEL)、应用材料 (AMAT) 和泛林半导体 (LamResearch) 四家国际巨头垄断。根据微导纳米招股书披露，薄膜沉积设备 2016 年国产化率为 5%，2020 年国产化率提升至 8%，仍有较大提升空间。

表8: 半导体设备各环节国产化率

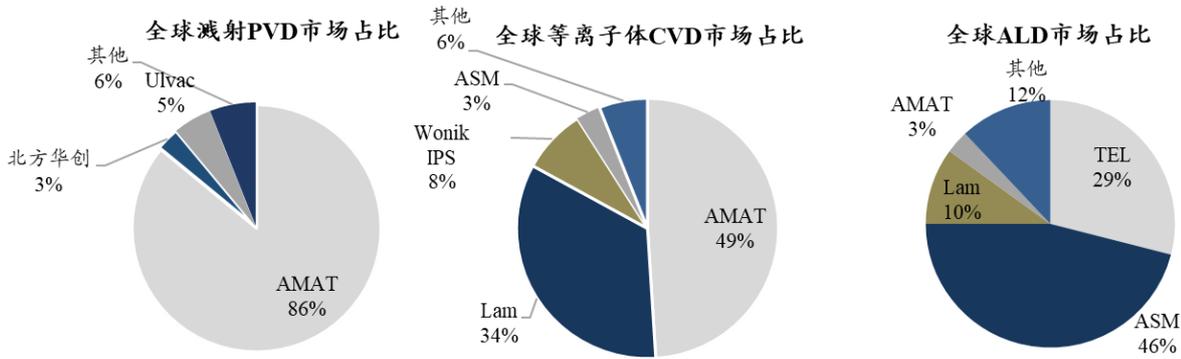
设备类型	2016 年国产化率	2020 年国产化率	主要国内厂家
刻蚀设备	2%	7%	北方华创、中微公司
光刻设备	<1%	<1%	上海微电子
<b>薄膜沉积设备</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>北方华创、中微公司、拓荆科技</b>
量检测设备	<1%	2%	上海睿励、精测电子、长川科技
清洗设备	15%	20%	盛美半导体、北方华创、芯源微、至纯科技
离子注入设备	<1%	3%	中信科、凯世通
CMP 设备	2%	10%	华海清科
涂胶显影设备	6%	8%	沈阳芯源

数据来源: 微导纳米招股说明书, 东吴证券研究所

细分市场来看, AMAT 是全球溅射 PVD 市场龙头; 在等离子体 CVD 市场 (PECVD), AMAT 和 LAM 两家合计市场份额 83%; 在 ALD 市场, TEL 和 ASM 两家合计市场份

额 75%。据 Gartner 统计（2020 年），①溅射 PVD 设备市场：应用材料（AMAT）基本实现垄断，市场份额高达 86%；②等离子体 CVD 市场：应用材料（AMAT）全球占比约为 49%，其次为泛林半导体（Lam）的 34%，两者占据了全球 83%的市场份额；③ ALD 市场：两大龙头先晶半导体（ASM）和东京电子（TEL）占据 46%和 29%的市场份额。其中 ASM 是全球唯一实现用 ALD 工艺沉积高 k 金属栅极产业化应用的厂商。

图40：2020年PVD、等离子体CVD、ALD三大细分市场竞争格局



数据来源：Gartner，东吴证券研究所

#### 4.5. 微导纳米引领 ALD 国产替代，布局 CVD 设备打开第二成长曲线

##### 4.5.1. ALD：关键指标行业领先，存储&逻辑市场开拓顺利

公司半导体 ALD 设备总体性能对标国际同类设备产品，部分关键指标已实现超越。从半导体 ALD 设备性能指标来看，公司产品在设备产能、平均故障间隔时间、平均破片率、平均修复时间、薄膜均匀性、薄膜颗粒控制、金属污染控制等技术指标方面与国际同类设备基本处于同等水平；而反应源数量、可控温度以及机台稳定运行时间三大关键指标已实现超越。

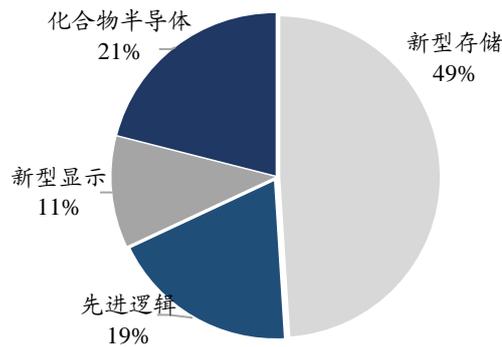
表9：公司半导体 ALD 设备与国际同类设备性能对比

产品关键性能参数	国际同类设备水平	微导纳米设备水平
设备产能(片/小时)	12	12
反应源(镀膜原材料)	2个(温度可控 RT-200°C), 2个反应气体源	4个(温度可控 RT-250°C), 2个反应气体源
机台稳定运行时间	≥80%	≥85%
平均故障间隔时间	≥200 小时	≥200 小时
平均破片率(MWBB)	<1@100,000	<1@100,000
平均修复时间	≤6 小时	≤6 小时
薄膜颗粒控制	Adders<5@60nm	Adders<5@60nm
金属污染控制	<2E10(原子/平方厘米)	<2E10(原子/平方厘米)

数据来源：微导纳米招股说明书，东吴证券研究所

**逻辑&存储市场开拓顺利，在手订单充足。**公司 ALD 设备代表国内半导体先进工艺发展方向，自 2021 年 9 月首次在前道工艺产线上得到验证后，逻辑&存储市场开拓顺利。**(1) 逻辑芯片：**公司 28nm 逻辑芯片中高 K 栅个质层是国内集成电路突破 28nm 先进制程节点要求最高的工艺之一，相关设备已取得客户验收，实现产业化应用，并已获得重复订单。**(2) 存储芯片：**公司应用于该领域的设备已进入产业化验证阶段，其中单片型 ALD 设备已获得多种工艺设备的重复订单；批量型 ALD 设备也已获得客户订单，且为行业首台批量型 ALD 设备在存储芯片制造领域的应用。

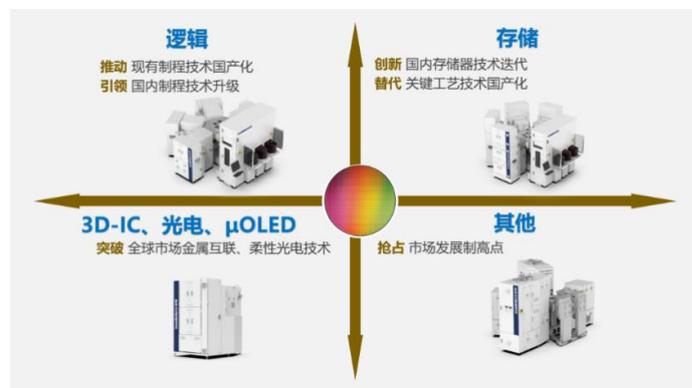
图41：公司半导体设备在手订单拆分（截至 2022 年 9 月 30 日，半导体业务开拓前期）



数据来源：微导纳米招股说明书，东吴证券研究所

**公司积极布局新型显示芯片和化合物半导体领域，丰富产品矩阵。**除了上述的逻辑芯片、存储芯片领域外，公司在新型显示芯片和化合物半导体领域均有技术突破和储备。  
 1) 新型显示芯片领域：集成电路 CMOS 工艺作为半导体和 OLED 结合的一种新型显示技术，具有较大发展前景。公司应用于该领域的批量型 ALD 设备产品已获得多个客户订单，处于产业化验证阶段。  
 2) 化合物半导体领域：第三代化合物半导体的钝化层和过渡层应用第三代化合物半导体功率器件，具有广阔的市场前景。公司 ALD 技术适合于生长超薄薄膜作为钝化层和过渡层，可以起到更好的器件漏电抑制效果，保证器件具有良好的漏电和击穿性能。

图42：公司 ALD 设备市场规划



数据来源：微导纳米公众号，东吴证券研究所

4.5.2. CVD：依托 ALD 技术，差异化布局打开第二成长曲线

国内外主要薄膜沉积设备商均有布局 ALD 产品，公司进展较快率先进入产业化应用。国内公司积极投入研发 ALD 技术，但大部分仍处于产业化验证阶段，只有拓荆科技、北方华创和微导纳米的部分产品进入产业化应用阶段，其中真正产生收入的只有拓荆科技和微导纳米。此外，公司与拓荆科技呈现明显的差异化竞争态势，尽管产品有所重叠，但其背后的技术原理和产业应用方面有所差异，公司 ALD 设备主要为 T-ALD，使用热反应原理，用于高 K 栅介质层的沉积；拓荆科技 ALD 设备主要为 PE-ALD，采用等离子原理，主要沉积介质薄膜，用于 SADP 工艺和 STI 工艺。综合来看，公司 ALD 技术在国内处于第一梯队，具备半导体薄膜沉积设备领域平台化拓展的能力。

图43: 国内外主要薄膜沉积设备公司 ALD 产品进度

公司	产品	单片	立式	ALD 产品应用领域	产业化进展	收入
拓荆	PE-ALD	√		SADP 工艺、STI 表面薄膜 应用于 128 层以上 3D NAND FLASH 存储芯片、19/17nm DRAM 存储芯片晶圆制造，可以沉积 SiO <sub>2</sub> 和 SiN 介质材料薄膜	产业化应用 产业化验证	2021 年 ALD 收入 2862 万元 2022 年 ALD 收入 3258.67 万元
	T-ALD			应用于逻辑芯片 28nm 以下制程，沉积 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、AlN 等多种金属化合物薄膜材料	产业化验证	
微导	PE-ALD	√		第三代化合物半导体钝化层和过渡层	产业化验证	
	T-ALD	√		逻辑芯片的 High-K 栅氧层薄膜沉积 存储芯片的高 K 栅电容介质层(单元和多元掺杂介质层)和覆盖层、半导体量子器件超导材料导电层、第三代化合物半导体钝化层和过渡层	产业化应用 产业化验证	2021 年收入 2520 万元 2022 年确认一台收入
北方华创	PE-ALD	√		用于沉积 SiO <sub>2</sub> 、SiN <sub>x</sub> 、TiN、AlN 等多种膜层		
	T-ALD	√		HKMG 工艺	产业化应用	
盛美	T-ALD		√	沉积氮化硅(SiN)和碳氮化硅(SiCN)薄膜： 出厂的首台 Ultra Fn A 设备将用于 28nm 逻辑制造流程，以制造侧壁间隔层	产业化验证 2022 年推向两家关键客户，	
中微		√		存储钨 ALD 设备；高端存储和逻辑器件的 ALD 氮化钛设备	实验室测试	
ASM	T-ALD	√		HKMG 工艺；金属氧化物；金属氮化物	量产	2020 年 ALD 全球市场份额 30%； 2022 年 ALD 占收入比重为 58%，约 14 亿欧元。
	PEALD	√		图案层； 栅极侧墙和衬底沟槽填充	量产	
LAM		√		3D NAND 和 DRAM 的低氟、低应力钨填充； 钨塞、触点和通孔填充；3D NAND 字线；低应力复合互连；多重图案化；刻蚀停止层等	量产	2022 财年总收入 172 亿美元
TEL			√	批量式	量产	2020 年 ALD 全球市场份额为 18%； 2022 财年总收入为 164 亿美元
KE			√	批量式	量产	2022 财年总收入大于 17 亿美元

数据来源：各公司公告，东吴证券研究所

依托 ALD 技术延展性&客户协同性，公司切入 CVD 领域，已推出 PECVD、LPCVD 等产品，并顺利拿到批量重复订单，进一步扩大产品工艺覆盖度和市场空间。一方面

ALD 与 CVD 均为化学反应，二者技术上具备相通性；另一方面下游客户均为逻辑、存储厂，客户具备协同性。2023 年 6 月公司发布自主研发的第一代 iTronix@系列 CVD 薄膜沉积设备已获得客户订单，7 月首批设备顺利发货。(1) **PECVD**: 可沉积不同种类薄膜，应用于逻辑、存储、先进封装、显示器件以及化合物半导体等领域的芯片制造。(2) **LPCVD**: 采用特别设计的反应腔室和电气软件集成化服务，在逻辑芯片、DRAM 芯片、NAND 芯片等领域具有广泛应用，可满足 SiGe、p-Si、doped a-Si、SiO<sub>2</sub>、SiN 等薄膜沉积工艺的开发与应用需求。

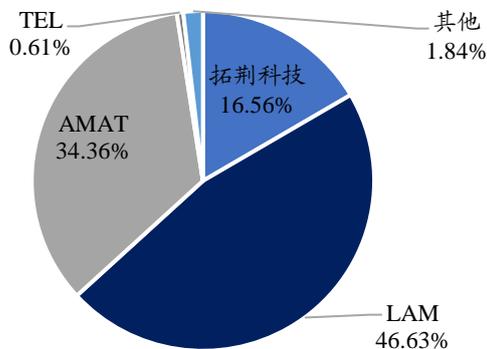
图44: 公司自主研发的 CVD 新品具体情况

	CVD技术	优势	应用场景	产品图
iTronix PE系列等离子体增强化学气相沉积镀膜系统	PECVD	可沉积相应不同种类薄膜；具备安装更多反应腔以满足高产能需求的能力	逻辑、存储、先进封装、显示器件以及化合物半导体等领域的芯片制造	
iTronix LP系列低压化学气相沉积镀膜系统	LPCVD	采用特别设计的反应腔室和电气软件集成化服务	逻辑芯片、DRAM芯片、NAND芯片	

数据来源：微导纳米公众号，东吴证券研究所

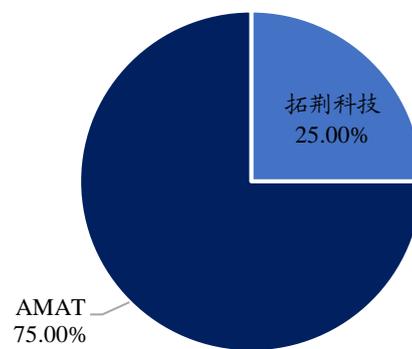
CVD 设备具有更大市场空间且国产化率仍有待提升，如拓荆科技在 PECVD 和 SACVD 领域的市场份额分别为 17%和 25%，微导纳米布局 CVD 进行差异化竞争。基于客户关键工艺开发的战略需求，公司以 CVD 的硬掩模工艺为切入点，差异化开发多种 CVD 真空镀膜产品。相关产品可应用于芯片制造硬掩膜与高级图案化、钝化层、扩散阻挡层、介电层、电容覆盖层等领域。

图45: 2019-2020 年拓荆在本土 PECVD 市占率约 17%



数据来源：中国国际招标网，东吴证券研究所（注：按机台数量，以长江存储、华虹无锡、上海华力、上海积塔在中国国际招标网上公布的 2019-2020 年各类薄膜沉积设备采购项目的评标&中标结果为例）

图46: 2019-2020 年拓荆在本土 SACVD 市占率约 25%



数据来源：中国国际招标网，东吴证券研究所（注：按机台数量，以长江存储、华虹无锡、上海华力、上海积塔在中国国际招标网上公布的 2019-2020 年各类薄膜沉积设备采购项目的评标&中标结果为例）

表10: 国内主要 CVD 薄膜工艺对比

公司	薄膜设备	应用工艺
微导纳米	PE-CVD	高温硬掩模等，与拓荆科技进行差异化竞争
	LP-CVD	相比北方华创，新增满足 SiGe、p-Si、doped a-Si 等薄膜沉积的开发与应用需求
拓荆科技	PE-CVD	通用介质薄膜材料，以及 LoKI、LoKII、ACHM、ADCI 等先进介质薄膜材料 PECVD【NF-300H(六站式)】在 DRAM 存储芯片制造领域实现首台产业化应用，并取得客户复购订单，可沉积 Thick TEOS 介质材料薄膜。该设备每次可以同时最多处理 18 片晶圆
北方华创	LP-CVD	二氧化硅(LTO、TEOS)、氮化硅(Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> (含低应力))、多晶硅(LP-POLY)、磷硅玻璃(BSG)、硼磷硅玻璃(BPSG)、掺杂多晶硅、石墨烯、碳纳米管等多种薄膜氮化硅薄膜淀积、二氧化硅薄膜淀积、多晶硅薄膜淀积、非晶硅薄膜淀积

数据来源：各公司公告，东吴证券研究所

## 5. 盈利预测与投资评级

(1) **光伏设备**: 公司产品以 ALD 设备为主，并逐步拓展了 PECVD 设备、PEALD 设备，逐步具备整线能力，考虑到光伏行业扩产趋势，结合公司新签订单增长情况，我们预计 2023-2025 年该业务营收增速分别为 165%、170%、10%，毛利率分别为 37%、37%、37%。(2) **半导体设备**: 公司产品包括 ALD 设备，同时依托 ALD 设备布局 CVD 设备，结合半导体行业发展以及公司的订单情况，我们预计 2023-2025 年该业务营收增速分别为 150%、200%、100%，毛利率分别为 38%、42%、45%。

我们预计 2023-2025 年营业总收入分别为 16.5、41.8、49.2 亿元，同比增长 141%、154%、18%，综合毛利率分别为 41%、39%、40%。

表11: 公司分业务收入预测 (百万元)

	2022A	2023E	2024E	2025E
<b>光伏设备</b>	500.94	1327.49	3584.23	3942.65
YOY	82%	165%	170%	10%
毛利率	36.0%	37.0%	37.0%	37.0%
<b>半导体设备</b>	46.98	117.45	352.35	704.70
YOY	86.4%	150%	200%	100%
毛利率	37.2%	38%	42%	45%
<b>配套产品及服务</b>	136.59	204.89	245.86	270.45
YOY	7.5%	50%	20%	10%
毛利率	67.7%	70.0%	70.0%	70.0%
<b>营业收入合计</b>	684.51	1,649.83	4,182.44	4,917.80
YOY	60.0%	141.0%	153.5%	17.6%
综合毛利率	42.3%	41.17%	39.36%	39.96%

数据来源：Wind，东吴证券研究所测算

光伏设备业务我们选取迈为股份（主营 HJT 整线设备）、捷佳伟创（主营 TOPCon 设备）作为可比公司，当前股价对应 2023-2025 年平均动态 PE 分别为 23/14/10 倍，主要系受光伏行业景气度影响，板块整体估值较低；对于微导纳米来说光伏设备为业绩基本盘，未来核心看点之一在于半导体设备的突破放量，故半导体设备业务我们选取北方华创（主营 PECVD 设备）、中微公司（主营刻蚀设备，CVD、ALD 设备开发中）、拓荆科技（主营 PECVD 设备，ALD 设备已实现营收）作为可比公司，当前股价对应 2023-2025 年平均动态 PE 分别为 47/35/26 倍。

我们预计微导纳米 2023-2025 年归母净利润分别为 2.8/6.0/8.1 亿元，当前股价对应动态 PE 分别为 57/27/20 倍。公司传统光伏设备业务稳定增长，半导体设备国产化替代加速，公司作为半导体 ALD 技术领军者有望充分受益，拓展 CVD 进一步打开市场空间，综合来看微导纳米成长性突出，首次覆盖给予“增持”评级。

表12: 可比公司估值（截至 2024/1/26 收盘价）

	股票代码	公司	市值	股价	归母净利润（亿元）			PE		
			(亿元)	(元)	2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E
光伏设备	300751.SZ	迈为股份	338	121	10.8	19.6	30.4	31	17	11
	300724.SZ	捷佳伟创	223	64	15.2	20.2	29.7	15	11	8
		平均						23	14	10
半导体设备	002371.SZ	北方华创	1,312	248	37.5	51.0	65.8	35	26	20
	688012.SH	中微公司	783	127	18.9	19.9	25.5	42	39	31
	688072.SH	拓荆科技	326	173	5.1	8.1	11.7	64	40	28
		平均						47	35	26
	688147.SH	微导纳米	160	35	2.8	6.0	8.1	57	27	20

数据来源：Wind，东吴证券研究所

注：迈为股份、捷佳伟创、北方华创、中微公司、拓荆科技均为东吴预测

## 6. 风险提示

**(1) 光伏下游装机量和扩产不及预期。**公司目前营收来自于光伏设备端占比较高，假如新增装机量和下游扩产不及预期，则公司业绩将会面临一定压力。

**(2) 晶圆厂资本开支下滑的风险：**如果下游晶圆厂的产能投资强度降低，公司可能面临市场需求下降的情况，将会对公司的经营业绩会造成一定不利影响。

**(3) 研发进展不及预期。**公司新拓展了 PECVD 等，若研发进展不及预期、新品拓展不及预期，则公司新成长空间面临压力。

## 微导纳米三大财务预测表

资产负债表 (百万元)					利润表 (百万元)				
	2022A	2023E	2024E	2025E		2022A	2023E	2024E	2025E
<b>流动资产</b>	<b>3,699</b>	<b>5,665</b>	<b>11,202</b>	<b>13,238</b>	<b>营业总收入</b>	<b>685</b>	<b>1,650</b>	<b>4,182</b>	<b>4,918</b>
货币资金及交易性金融资产	1,767	2,395	2,701	3,426	营业成本(含金融类)	395	971	2,536	2,953
经营性应收款项	550	1,154	2,773	3,276	税金及附加	5	10	23	25
存货	975	1,596	4,169	4,854	销售费用	45	94	234	266
合同资产	103	206	1,255	1,377	管理费用	50	96	238	275
其他流动资产	304	314	304	305	研发费用	138	346	920	1,033
<b>非流动资产</b>	<b>120</b>	<b>115</b>	<b>154</b>	<b>193</b>	财务费用	(1)	6	8	8
长期股权投资	0	0	45	90	加:其他收益	29	82	209	246
固定资产及使用权资产	46	41	35	29	投资净收益	14	41	105	123
在建工程	0	0	0	0	公允价值变动	0	0	0	0
无形资产	8	8	8	8	减值损失	(52)	0	0	0
商誉	0	0	0	0	资产处置收益	0	1	2	2
长期待摊费用	1	1	1	1	<b>营业利润</b>	<b>44</b>	<b>252</b>	<b>538</b>	<b>730</b>
其他非流动资产	65	65	65	65	营业外净收支	3	0	0	0
<b>资产总计</b>	<b>3,820</b>	<b>5,780</b>	<b>11,356</b>	<b>13,431</b>	<b>利润总额</b>	<b>46</b>	<b>252</b>	<b>538</b>	<b>730</b>
<b>流动负债</b>	<b>1,821</b>	<b>3,502</b>	<b>8,481</b>	<b>9,745</b>	减:所得税	(8)	(28)	(59)	(80)
短期借款及一年内到期的非流动负债	295	283	193	83	<b>净利润</b>	<b>54</b>	<b>279</b>	<b>597</b>	<b>811</b>
经营性应付款项	753	1,439	3,852	4,640	减:少数股东损益	0	0	0	0
合同负债	625	1,537	4,015	4,675	<b>归属母公司净利润</b>	<b>54</b>	<b>279</b>	<b>597</b>	<b>811</b>
其他流动负债	148	243	421	347	每股收益-最新股本摊薄(元)	0.12	0.61	1.31	1.78
非流动负债	36	36	36	36	EBIT	32	133	230	367
长期借款	0	0	0	0	EBITDA	54	139	236	373
应付债券	0	0	0	0	毛利率(%)	42.31	41.17	39.36	39.96
租赁负债	0	0	0	0	归母净利率(%)	7.91	16.93	14.29	16.48
其他非流动负债	36	36	36	36	收入增长率(%)	59.96	141.02	153.51	17.58
<b>负债合计</b>	<b>1,857</b>	<b>3,538</b>	<b>8,516</b>	<b>9,781</b>	归母净利润增长率(%)	17.43	415.93	113.86	35.66
归属母公司股东权益	1,963	2,242	2,840	3,650					
少数股东权益	0	0	0	0					
<b>所有者权益合计</b>	<b>1,963</b>	<b>2,242</b>	<b>2,840</b>	<b>3,650</b>					
<b>负债和股东权益</b>	<b>3,820</b>	<b>5,780</b>	<b>11,356</b>	<b>13,431</b>					

现金流量表 (百万元)					重要财务与估值指标				
	2022A	2023E	2024E	2025E		2022A	2023E	2024E	2025E
经营活动现金流	168	598	334	755	每股净资产(元)	4.32	4.93	6.25	8.03
投资活动现金流	207	42	62	80	最新发行在外股份(百万股)	454	454	454	454
筹资活动现金流	1,233	(12)	(90)	(110)	ROIC(%)	2.28	6.18	9.21	12.04
现金净增加额	1,609	628	306	725	ROE-摊薄(%)	2.76	12.46	21.04	22.21
折旧和摊销	22	6	6	6	资产负债率(%)	48.61	61.21	74.99	72.82
资本开支	(47)	1	2	2	P/E(现价&最新股本摊薄)	294.83	57.14	26.72	19.70
营运资本变动	74	270	(350)	139	P/B(现价)	8.13	7.12	5.62	4.37

数据来源:Wind,东吴证券研究所,全文如无特殊注明,相关数据的货币单位均为人民币,预测均为东吴证券研究所预测。

## 免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本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，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

## 东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 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），北交所基准指数为北证 50 指数），具体如下：

公司投资评级：

- 买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 15% 以上；
- 增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 5% 与 15% 之间；
- 中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 -5% 与 5% 之间；
- 减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 -15% 与 -5% 之间；
- 卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 -15% 以下。

行业投资评级：

- 增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于基准 5% 以上；
- 中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对基准 -5% 与 5%；
- 减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于基准 5% 以上。

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应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所  
苏州工业园区星阳街 5 号  
邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>