

微导纳米(688147)

报告日期: 2023年02月16日

中国 ALD 设备龙头，半导体光伏两翼齐飞

——微导纳米深度报告

投资要点

中国 ALD 设备龙头，技术引领半导体、光伏设备领域

公司以原子层薄膜沉积技术为核心，下游覆盖半导体、光伏、柔性电子三大领域。公司是国内首家成功将 High-k 原子层沉积设备应用于 28nm 集成电路制造前道量产线的国产设备公司，已在逻辑芯片、先进存储、化合物半导体等多个细分应用领域获得订单。公司首创将 ALD 技术应用于光伏领域，技术覆盖 PERC、TOPCon、xBC、钙钛矿等电池路线，TOPCon 整线工艺订单放量在即。

2018-2021 年，公司营收由 0.42 亿元增长至 4.28 亿元，CAGR 高达 117%。

半导体设备：预计 2024 年我国 ALD 设备市场规模超百亿元，国产替代需求广阔

ALD 设备是芯片微缩的核心动力之一，SEMI 预计 2020 年-2025 年全球 ALD 设备市场规模年复合增长率达 26.3%，据此测算 2024 年我国 ALD 设备市场规模达百亿元。全球 ALD 设备被国外厂商垄断，国产 ALD 设备市占率低，且美国半导体管制下卡脖子环节得到关注，公司作为国内半导体 ALD 技术领军者享有更多设备验证机会，国产替代需求广阔，半导体 ALD 设备市占率有望加速突破。

光伏设备：新型电池路线布局全面，技术迭代下受益确定性高

公司电池新技术布局全面，TOPCon、xBC、钙钛矿均有出货，HJT 积极技术布局。TOPCon 领域，公司 ALD 设备市占率 60%+，整线设备加速导入大客户，放量可期。xBC 领域，22 年上半年招标中公司 ALD 设备市占率超 75%，客户覆盖隆基、爱旭等 xBC 主要玩家。钙钛矿领域，公司设备已出货欧洲。目前 N 型电池技术步入量产阶段，TOPCon 率先规模放量，预计 2022-2025 年迎 TOPCon 扩产高峰。公司当前受益于 TOPCon 扩产订单快速增长，未来有望受益于新型电池技术迭代，长期空间广阔。

在手订单、人员高增长，募投大幅扩产彰显发展信心

受益于光伏下游高景气及半导体客户的拓展，公司在手订单高增长。截至 2022 年 9 月公司在手订单 19.75 亿元，是 2021 年末的 2.2 倍。公司积极扩充人员，截至 2022 年 6 月末员工 808 人，是 2019 年末的 3.1 倍，产能得到大幅提升。此次募投项目拟建设 120 台/年光伏及柔性电子 ALD 设备及 40 台/年半导体 ALD 设备产能，项目建设期分别为两年、三年，为订单持续增长提供产能支持。

盈利预测：预计公司 2022-2024 年实现营业收入 6.72、14.07、23.62 亿元，同比增长 57%、109%、68%，CAGR 87%；归属母公司净利润 0.56、1.65、2.50 亿元，同比增长 20%、198%、51%，CAGR 112%。首次覆盖，给予“增持”评级。

风险提示：

国内市场竞争加剧的风险、技术迭代及新产品开发风险、新产品验证进度及市场发展不及预期的风险、美国半导体管制加剧风险

投资评级：增持(首次)

分析师：邱世梁

执业证书号：S1230520050001
qiushiliang@stocke.com.cn

分析师：王华君

执业证书号：S1230520080005
wanghuajun@stocke.com.cn

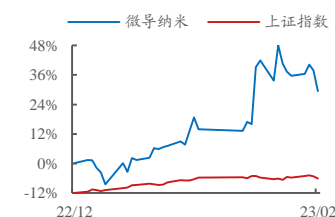
研究助理：王一帆

wangyifan01@stocke.com.cn

基本数据

收盘价	¥ 35.42
总市值(百万元)	16,096.81
总股本(百万股)	454.46

股票走势图



相关报告

财务摘要

(百万元)	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入	428	672	1,407	2,362
(+/-) (%)	36.91%	57.05%	109.32%	67.92%
归母净利润	46	56	165	250
(+/-) (%)	-19.12%	20.40%	197.64%	51.11%
每股收益(元)	0.10	0.12	0.36	0.55
P/E	349.07	289.93	97.41	64.46

资料来源：浙商证券研究所

投资案件

● 盈利预测、估值与目标价、评级

预计公司 2022-2024 年实现营业收入 6.72、14.07、23.62 亿元，同比增长 57%、109%、68%；归属母公司净利润 0.56、1.65、2.50 亿元，同比增长 20%、198%、51%。对应 2 月 16 日收盘价，22-24 年 PS 分别为 24.0、11.4、6.8，PE 为 289.9、97.4、64.5。预计公司 2022-2024 年营业收入和归母净利润复合增长率分别为 87%、112%，规模利润均迎来高速增长，远期成长空间广阔。首次覆盖，给予“增持”评级。

● 关键假设

- 1) SEMI 预计，2020-2025 年全球半导体 ALD 设备年复合增速达 26.3%。
- 2) 我国电池片产量从 2021 年的 198GW 增长至 2025 年的 679GW，电池片产能从 361GW 增长至 1132GW。TOPCon 市占率从 2021 年的 4%提升至 2025 年的 40%，设备投资额从 2021 年的 2.2 亿，下降至 2025 年的 1.8 亿元。

● 我们与市场的观点的差异

- 1) 市场担心美国半导体制管制下 ALD 设备市场空间小，天花板低。我们认为，ALD 技术是芯片微缩的核心推动力之一，技术难度大、壁垒高。随着制程缩小和芯片结构复杂化，全球半导体 ALD 市场快速增长，SEMI 预计 2020-2025 年 ALD 设备复合增长率达 26.3%。从国内市场来看，美国管制加速了 ALD 设备国产化进程，本土客户导入国产设备的意愿增强，公司理论可达 ALD 设备市场空间实际是扩容的。且目前 ALD 设备国产化率几乎为 0，短期看国产化率增速高，长期看随着国内半导体技术对美国封锁实现突破，半导体 ALD 设备市场空间将不断增长。
- 2) 公司光伏 ALD 设备市占率已达 60%，市场担心公司光伏设备订单增速放缓。我们认为公司今明两年光伏订单将快速增长，一方面是 TOPCon 行业扩产带来公司优势设备 ALD 订单高增长，另一方面是公司 TOPCon 整线设备、PE-Poly 设备市占率逐步提升带来大量订单。1 月公司公告 PE-poly 设备已获得通威批量订单，可见公司 PEALD 设备导入客户顺利。此外若 xBC 扩产持续，将进一步提升公司订单预期。

● 股价上涨的催化因素

- 1) 光伏领域催化因素主要包括：光伏行业扩产超预期，订单超预期，PE-poly 设备市占率提升，xBC 电池技术突破，HJT 设备研发推进，钙钛矿设备继续出货等。
- 2) 半导体领域催化因素主要包括：设备导入客户验证，设备验证顺利，获得客户重复订单，半导体行业周期反转行业资本支出增加，新产品研发等。
- 3) 其他催化因素：ALD 设备扩展到更多应用领域，如锂电池、催化领域等。

● 风险提示

国内市场竞争加剧的风险、技术迭代及新产品开发风险、新产品验证进度及市场发展不及预期的风险、美国半导体制管制加剧风险

正文目录

1 微导纳米：深耕原子层沉积技术，半导体、光伏领域双突破	6
1.1 以原子层沉积技术为核心，产品覆盖三大领域	6
1.2 光伏设备贡献主要营收，半导体业务逐步放量	8
1.3 研发团队实力强劲，布局新产业应用未来可期	10
1.4 收入规模快速增长，在手订单充足业绩高增可期	12
1.5 募投加码 ALD 设备，未来两年产能大幅提升	14
2 ALD 技术应用空间广阔，半导体、光伏等行业带来新机遇	15
2.1 ALD 技术可精准镀膜，技术延展性强应用领域广泛	15
2.1.1 ALD 可精准控制薄膜厚度，具备良好的三维共形性、均匀性	15
2.1.2 ALD 技术延展性强，未来有望在多领域应用	16
2.2 半导体设备：国产替代正当时，ALD 设备空间打开	18
2.2.1 我国是全球最大半导体设备市场，晶圆厂逆周期扩产带来设备增量	18
2.2.2 薄膜沉积设备：晶圆制造主设备之一，2020-2025 年全球市场规模 CAGR 15%	19
2.2.3 ALD 设备：芯片微缩的关键推动者，预计 2024 年我国 ALD 设备市场超百亿	22
2.3 光伏设备：N 型电池时代来临，新型电池技术迎产业化新机遇	26
2.3.1 光伏行业景气度高，N 型电池技术拐点已至	26
2.3.2 TOPCon：新一代光伏电池技术，2022 年规模化量产起步	28
2.3.3 钙钛矿：原子层沉积可用于钙钛矿电池的制备和封装，产业化渐行渐近	32
3 竞争优势：ALD 技术优势打开市场，推动技术平台化发展	34
3.1 半导体：ALD 技术引领者，突破卡脖子技术	34
3.2 光伏：光伏技术布局全面，订单有望高速增长	36
3.3 依托 ALD 技术延展性，拓展新应用领域未来可期	37
4 盈利预测与估值	39
4.1 盈利预测：预计公司 2022-2024 年归母净利润复合增速 112%	39
4.2 投资建议：看好公司半导体和光伏业务高增长，首次覆盖给予“增持”评级	43
5 风险提示	44

图表目录

图 1: 微导纳米发展历程.....	6
图 2: 公司股权结构图(截至 2022 年 12 月 22 日).....	6
图 3: 半导体领域主要产品.....	7
图 4: 光伏领域主要产品.....	8
图 5: 柔性电子领域主要产品.....	8
图 6: 光伏设备为主要营收来源, 半导体设备已实现营收突破.....	9
图 7: 2021 年产品配套及服务营收占比增长快.....	9
图 8: 公司产品线不断拓宽, 营收来源逐步拓展(单位: 万元).....	9
图 9: 公司 2022 年 1-6 月前五大客户占比.....	10
图 10: 公司 2021 年前五大客户占比.....	10
图 11: 公司光伏领域客户资源丰富.....	10
图 12: 2022 年前三季度公司研发费用占比 24%.....	12
图 13: 2022 年上半年公司各业务领域研发费用投入占比.....	12
图 14: 2018-2021 年公司营收复合增长率 117%.....	13
图 15: 2022 年前三季度归母净利润-325.5 万元.....	13
图 16: 2021 年公司毛利率 45.8%.....	13
图 17: 2022 年 1-9 月公司期间费用率 39.9%.....	13
图 18: 2022 三季度末合同负债大幅增长至 4.4 亿元.....	14
图 19: 2022 三季度末公司存货高达 7.6 亿元.....	14
图 20: 2022 年三季度末, 公司在手订单大幅增长至 19.75 亿元.....	14
图 21: 2022 年三季度末专用设备在手订单占比 94.2%.....	14
图 22: 自限制生长是 ALD 技术的核心特性.....	15
图 23: ALD 在集成电路领域的应用.....	17
图 24: ALD 在非集成电路领域的应用市场空间不断增长.....	17
图 25: 2020 年非集成电路市场全球 ALD 市场份额.....	18
图 26: 2021 年全球半导体设备销售额 1026 亿美元, yoy+44%.....	18
图 27: 2021 年中国大陆半导体设备销售额 296 亿美元, yoy+58%.....	18
图 28: 2021-2022 年中国大陆 12 英寸晶圆厂月产能(万片).....	19
图 29: 2017-2026 年中国大陆地区 12 英寸厂增量预测(座).....	19
图 30: 晶圆制造三大核心工艺及国内外主要设备公司.....	19
图 31: 薄膜沉积设备是晶圆制造三大主设备之一, 种类繁多.....	20
图 32: 薄膜沉积设备技术分类.....	20
图 33: 2019 年全球薄膜沉积设备市场占有率.....	21
图 34: 全球主要薄膜沉积设备公司.....	22
图 35: 全球半导体薄膜沉积设备市场规模(亿美元).....	22
图 36: 45nm 及以下制程中 ALD 应用环节增加.....	23
图 37: MOS 结构和 SiO ₂ 、高 k 栅介电层比较.....	24
图 38: 3D NAND 采用复杂的高深宽比结构, ALD 技术可实现 3D NAND 字线的钨沉积.....	24
图 39: 不同制程下的晶体管结构.....	25
图 40: ALD 技术在多重曝光中助力实现更先进的制程.....	25
图 41: CPIA 预计 2030 年全球光伏装机需求 315-366GW.....	27
图 42: CPIA 预计 2030 年我国光伏装机需求 105-128GW.....	27

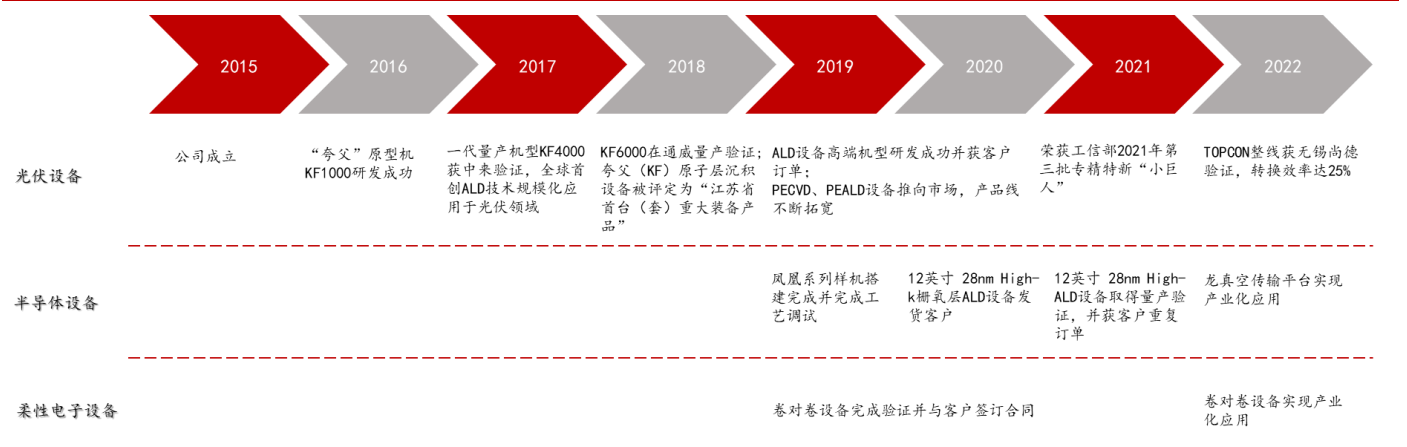
图 43: 2020-2030 年不同电池技术市场占比的变化趋势.....	27
图 44: 晶硅电池发展路线.....	27
图 45: 公司光伏设备为光伏产业链中游电池片制造设备.....	28
图 46: TOPCon 电池结构.....	28
图 47: TOPCon 具有最接近晶硅太阳能电池的极限效率.....	29
图 48: TOPCon 技术路线多样, 可基于 PERC 产线进行升级.....	32
图 49: 钙钛矿太阳能电池结构及发电原理.....	33
图 50: 钙钛矿-硅异质结叠层电池结构图.....	33
图 51: 钙钛矿-TOPCon 叠层电池转换效率世界纪录 28.2%.....	33
图 52: 钙钛矿不稳定的原因.....	33
图 53: 钙钛矿太阳能电池稳定性的进展.....	33
图 54: 常见钙钛矿电池结构.....	34
图 55: 微导 TOPCon 方案仅 9 步.....	37
表 1: 高管及核心技术人员产业经验丰富, 深度参与公司研发.....	11
表 2: 公司积极投入研发布局半导体、光伏等领域.....	12
表 3: 募投项目: 加码基于 ALD 技术的光伏、柔性电子、半导体设备扩产升级等项目.....	15
表 4: ALD 工艺特点: 良好的三维共形性、均匀性、精确控制.....	16
表 5: ALD 技术应用领域广阔.....	16
表 6: ALD 更适用于超薄膜厚度控制以及三维、超高深宽比结构器件的应用.....	21
表 7: 长江存储产能为 2 万片/月的 3DNAND 产线(96 层)中需要的各类薄膜沉积设备数量.....	23
表 8: SEMI 预计 2020-2025 年 ALD 设备市场空间增速超越其他 IC 关键设备, CAGR 达 26.3%.....	26
表 9: 预计 2024 年我国 ALD 设备市场规模超百亿元人民币.....	26
表 10: 光伏电池技术对比.....	29
表 11: TOPCon 成本已基本和 PERC 打平.....	30
表 12: 据不完全统计, TOPCon 及新型高效电池已投产、在建及规划产能达 310GW.....	31
表 13: 预计 TOPCon 2022-2025 年市场空间超 842 亿元.....	31
表 14: 国内设备公司 ALD 布局.....	35
表 15: 公司半导体 ALD 设备产品关键性能参数已达到国际同类设备水平.....	35
表 16: 公司已签约半导体设备及订单(截至 2022 年 6 月末).....	36
表 17: 公司部分已签署的高效光伏电池设备合同.....	37
表 18: 公司技术先进性水平及具体体现.....	38
表 19: 公司在研项目涉及多个应用领域.....	39
表 20: 关键假设表(单位: 百万元).....	42
表 21: 可比公司比较.....	43
表 22: 可比公司估值(截至 2023 年 2 月 16 日).....	43
表附录: 三大报表预测值.....	45

1 微导纳米：深耕原子层沉积技术，半导体、光伏领域双突破

1.1 以原子层沉积技术为核心，产品覆盖三大领域

以原子层沉积技术为核心，产品应用领域不断拓展。微导纳米成立于2015年12月，主要从事先进微米级、纳米级薄膜沉积设备的研发、生产和销售。公司起家于光伏设备，逐步实现半导体、柔性电子设备领域突破：在光伏设备领域，公司突破ALD沉积速度慢的桎梏，全球首创将ALD技术规模化应用于光伏领域，在PERC、TOPCon、xBC、钙钛矿领域均实现出货；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节点集成电路制造前道生产线的国产设备公司，产品可应用于逻辑、存储、化合物半导体、先进显示等领域；在柔性电子领域，自主研发的卷对卷柔性电子设备已实现产业化应用。

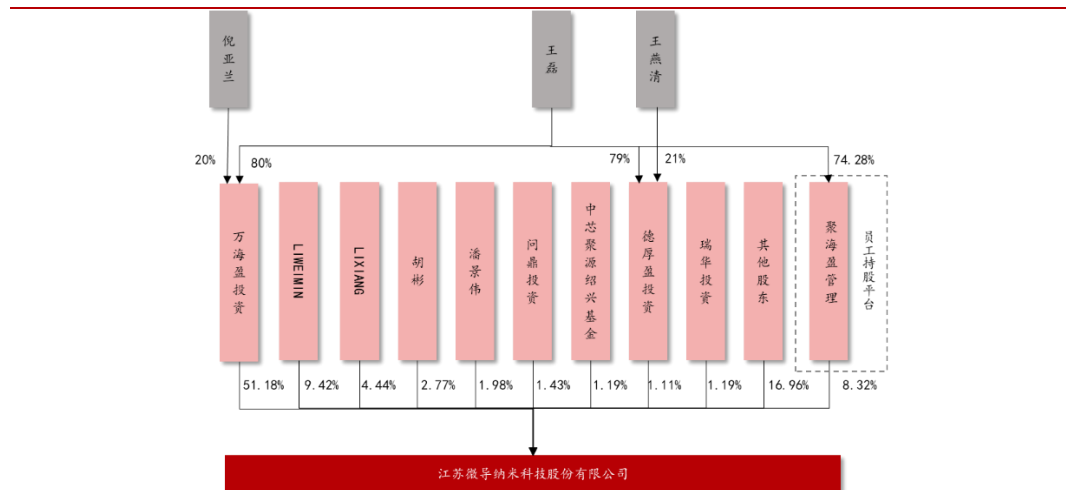
图1：微导纳米发展历程



资料来源：公司招股书，公司官网，浙商证券研究所

公司实际控制人为王燕清家族，核心技术人员及员工持股绑定公司发展。王燕清、倪亚兰、王磊组成的家族间接控制公司60.60%的股份，系公司实际控制人，王燕清、倪亚兰系夫妻关系，王磊系王燕清、倪亚兰之子。同时王磊担任公司董事长、倪亚兰担任公司董事。公司创始人兼核心技术人员LI WEI MING、LI XIANG持股合计13.86%，持股比例较高。聚海盈管理为公司员工持股平台，管理合伙人共26名，合计持有公司8.32%股权。公司高管与核心人员专项资产管理计划（微导1号、微导2号）合计持股0.88%。

图2：公司股权结构图（截至2022年12月22日）



资料来源：公司上市公告书，浙商证券研究所

公司产品主要包括半导体设备、光伏设备和柔性电子设备三大类。

半导体设备：公司半导体 ALD 设备可应用于逻辑、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 HfO₂ 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 HfO₂、ZrO₂、La₂O₃ 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，沉积的 Al₂O₃、TiN、AlN 可用于化合物半导体、量子器件的超导材料导电层等，上述应用均已完成客户的试样测试并签署订单。

图3： 半导体领域主要产品




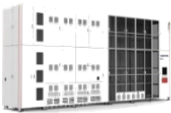
产品系列	产品图示	产品说明	设备类型	镀膜工艺	目前应用领域	产业化阶段
凤凰（P）系列原子层沉积镀膜系统		主要用于单片型12寸及8寸晶圆生产中氧化物、氮化物及金属镀膜工艺	TALD	HfO ₂ 工艺	逻辑芯片——高k栅介质层	产业化应用
				HfO ₂ 工艺	存储芯片——高k栅电容介质层（单元和多元掺杂介质层）	产业化验证
				ZrO ₂ 工艺		
				La ₂ O ₃ 工艺		
凤凰（P-Lite）轻型原子层沉积镀膜系统		主要用于单片型8寸、6寸及以下的第三代化合物半导体、量子器件等氧化物、氮化物及金属镀膜工艺	TALD	TiN工艺	半导体量子器件——超导材料导电层	产业化验证
				Al ₂ O ₃ 和AlN工艺	第三代化合物半导体——钝化层和过渡层	产业化验证
			PEALD	Al ₂ O ₃ 和AlN工艺	第三代化合物半导体——钝化层和过渡层	产业化验证
麒麟（QL）系列原子层沉积镀膜系统		用于批量型12寸及8寸晶圆生产中氧化物、氮化物及金属镀膜工艺，单腔体每批次可容纳最多25片12寸（兼容25片8寸晶圆镀膜）	TALD	Al ₂ O ₃ 和TiO ₂ 工艺	硅基微型显示芯片——阻水阻氧保护层	产业化验证
龙（Dragon）系列真空传输系统		用于半导体先进制程的晶圆真空传输系统，该平台系统可有效避免晶圆表面微尘，可实现高产能下的稳定性	真空传输系统	-	半导体设备晶圆传输平台系统	产业化应用

资料来源：招股说明书，浙商证券研究所（注：产业化应用是指已实现销售，产业化验证是指已签署合同并正在履行，下同）

光伏设备：公司光伏设备产品包括 ALD、PECVD、PEALD 二合一设备和扩散炉系统，可应用于新型高效电池制造，并可提供 TOPCon 整线解决方案。

夸父（KF）ALD 系列主要用于氧化铝薄膜的沉积（PERC 背面和 TOPCon 正面均需沉积氧化铝薄膜）；夸父（KF）PECVD 系列主要用于氮化硅薄膜的沉积（PERC 和 TOPCon 减反层）；祝融（ZR）PEALD 系列集成了 PEALD 和 PECVD 技术，同一台设备可完成于氧化铝、氮化硅镀膜以及 TOPCon 电池隧穿层、掺杂多晶硅薄膜沉积；羲和（XH）系统可用于 TOPCon 中磷扩、硼扩、氧化和退火工艺。

图4: 光伏领域主要产品

产品系列	产品图示	产品说明	设备类型	镀膜工艺	目前应用领域	产业化阶段
夸父 (KF) 系列原子层沉积 (ALD) 系统		运用ALD技术, 对晶硅太阳能电池表面Al2O3钝化膜进行批量制备	TALD	Al2O3工艺	PERC电池背面钝化层、TOPCon电池正面钝化层	产业化应用
夸父 (KF) 管式PECVD系统		运用PECVD技术, 对晶硅太阳能电池表面SiNx薄膜进行批量制备	PECVD	SiNx工艺	PERC电池减反层	产业化应用
			PECVD	SiNx工艺	TOPCon电池背面减反层	产业化应用
祝融 (ZR) 管式PEALD系统		集成PEALD与PECVD技术, 同一台设备可完成电池Al2O3膜和SiNx膜, 以及TOPCon电池超薄SiOx隧穿层和掺杂多晶硅薄膜的制备	PEALD和PECVD	Al2O3和SiNx二合一工艺	PERC电池背面钝化层、减反层	产业化应用
			PEALD和PECVD	Al2O3和SiNx二合一工艺	TOPCon电池正面钝化层、减反层	产业化应用
			PEALD和PECVD	隧穿层和掺杂多晶硅层二合一工艺	TOPCon电池隧穿层、掺杂多晶硅层	产业化应用
羲和 (XH) 低压扩散炉系统		采用超高温热场控制技术, 可实现磷扩、硼扩、氧化和退火工艺, 为TOPCon电池生产线设备	炉管设备	非晶硅晶化及掺杂、扩散	TOPCon电池扩散、退火	产业化应用

资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所

柔性电子设备: FlexGuard (FG) 系列卷对卷原子层沉积镀膜系统, 主要在 OLED 等先进显示技术的柔性电子材料上进行真空镀膜。公司 ALD 设备可实现在大幅宽材料表面沉积高性能阻水阻氧层, 有效保护 OLED 器件性能和寿命。该设备已通过客户验证并获得客户重复订单。

图5: 柔性电子领域主要产品

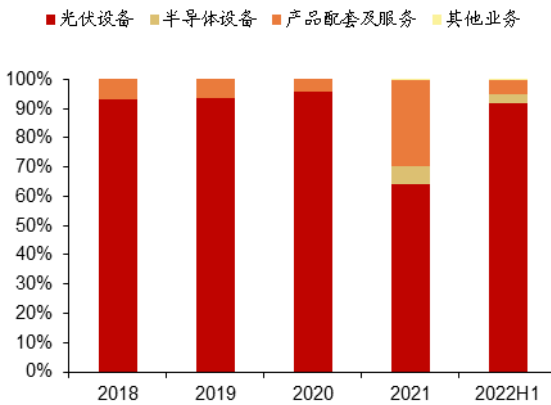
产品系列	产品图示	说明	设备类型	产业化阶段
FlexGuard (FG) 系列卷对卷原子层沉积镀膜系统		主要为OLED等各类柔性电子器件镀膜实现阻水阻氧保护	TALD	产业化应用

资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所

1.2 光伏设备贡献主要营收, 半导体业务逐步放量

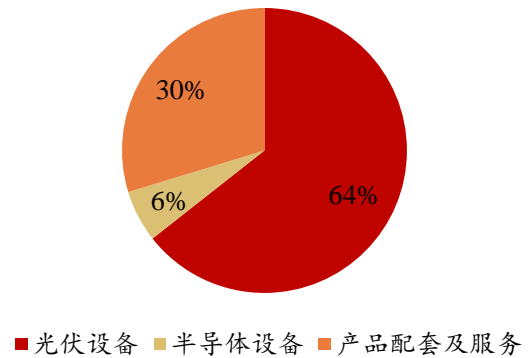
公司营业收入主要来源于光伏设备, 产线拓宽带来营收多样化。1) 分产品来看, 光伏设备为公司近年来贡献主要营收, 2018-2022H1 收入占比分别为 93%、94%、96%、64% 和 92%。光伏设备从 ALD 设备拓展至 PECVD、PEALD 二合一平台设备, 产品线不断丰富。2) 半导体设备已实现营收突破, 2021 年、2022H1 收入占比分别为 6%、3%, 半导体 High-k 介质层镀膜设备、真空传输系统已获客户验证并实现营收。3) 2021 年配套产品及服务收入增长较快, 主要原因是光伏电池硅片大尺寸化、公司臭氧工艺的推广及新工艺的开发应用带动配套产品及服务业务收入大幅提升。

图6: 光伏设备为主要营收来源, 半导体设备已实现营收突破



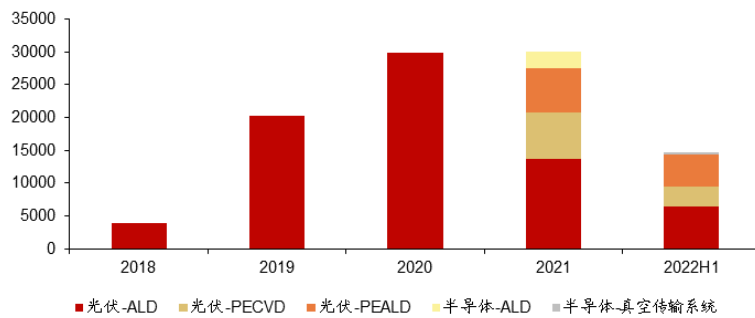
资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所

图7: 2021年产品配套及服务营收占比增长快



资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所

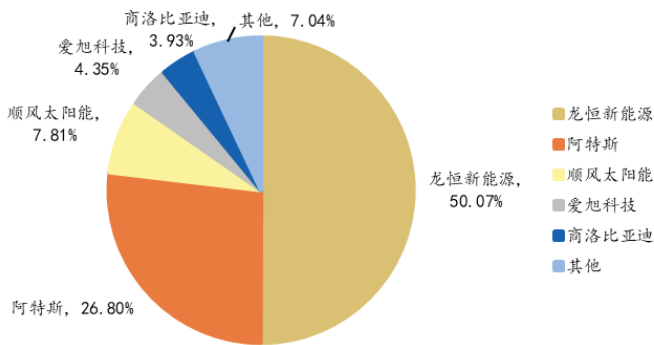
图8: 公司产品线不断拓宽, 营收来源逐步拓展 (单位: 万元)



资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所

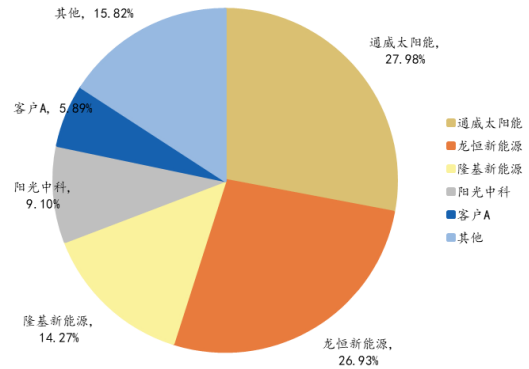
公司客户集中度较高, 通威为近三年第一大客户。2019—2022H1, 公司前五大客户销售额分别为 13,222 万元、29,893 万元、35,988 万元、14,435 万元, 占比 61%、96%、84%、93%, 其中 2019-2021 年通威太阳能为公司第一大客户, 占比 21%、63%、28%。公司在光伏行业实现了较高的客户覆盖率, 并积极拓展半导体行业和柔性电子领域客户。

图9: 公司 2022 年 1-6 月前五大客户占比



资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所 (注: “龙恒新能源”包括江苏龙恒新能源有限公司、徐州中辉光伏科技有限公司、江苏华恒新能源有限公司, 三家系同一实际控制人控制的公司; “阿特斯”包括阜宁阿特斯阳光电力科技有限公司、阿特斯阳光电力(泰国)有限公司, 两家系同一实际控制人控制的公司; “顺风太阳能”包括常州顺风太阳能科技有限公司、江苏顺风新能源科技有限公司, 系同一实际控制人控制的公司; “爱旭科技”包括浙江爱旭太阳能科技有限公司、广东爱旭科技有限公司, 系同一实际控制人控制的公司。右同。)

图10: 公司 2021 年前五大客户占比



资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所 (注: “通威太阳能”包括通威太阳能(成都)有限公司、通威太阳能(安徽)有限公司, 两家系同一实际控制人控制的公司)

光伏客户资源丰富, 优势有望延续至新型高效光伏电池技术。公司凭借 ALD 设备的先进性, 获得通威、隆基、晶科、晶澳、润阳、爱旭、天合光能等多个客户订单。基于良好的客户基础, 公司在新型高效电池领域客户拓展顺利, 截至 2022 年 6 月, 公司已签署 TOPCon 等相关新型高效电池订单近 50GW。根据公司 2022 年 1-6 月参与招投标项目统计, 在已开标的 TOPCon 和背接触电池(基于 IBC 的电池结构)产线中, 公司 ALD 设备中标的产线规模占比均达到 75%。HJT 电池方面, 公司正在研发采用 ALD 技术实现 TCO 薄膜的制备, 也在依托 ALD 技术开发沉积新型 TCO 薄膜的设备, 例如采用 AZO (ZnO:Al) 等资源储量丰富的薄膜材料制备 TCO 薄膜, 以改善目前 HJT 电池的生产技术、降低 HJT 电池片生产成本。

图11: 公司光伏领域客户资源丰富



资料来源: 招股说明书, 公司公告, 浙商证券研究所

1.3 研发团队实力强劲, 布局新产业应用未来可期

高管团队产业经验丰富, 核心技术团队引领公司研发。总经理 ZHOU REN 曾任职于 Novellus、LAM、KLA 等顶级国际半导体公司及中微、拓荆等国内半导体设备公司, 管理经验丰富。副董事长兼首席技术官 LI WEI MIN 具有 25 余年原子层沉积技术研发经验, 为

最早研究 ALD 技术华人之一，先后任职芬兰 ASM、Silecs、Picosun 等知名国际半导体公司。董事、副总经理 LI XIANG 拥有 10 余年半导体器件制造和工艺研发经验，曾就职于新加坡 IME、Picosun、GF。副总经理胡彬曾任先导智能工程副总经理，光伏行业经验丰富。除 LI WEI MIN、LI XIANG 外，公司核心技术团队中许所昌曾任职中芯国际，半导体产业经验丰富；吴兴华曾任职台湾工研院、显晶能源、中来光电等公司，光伏产业经验丰富。

表1: 高管及核心技术人员产业经验丰富，深度参与公司研发

姓名	职务	学历	研究经历、科研成果及荣誉	工作履历
ZHOU REN	总经理	美国丹佛大学计算机专业硕士	拥有 30 余年半导体设备研发和制造经验，国内外顶级半导体设备公司技术高管，负责多家半导体企业技术和运营管理。中国专利奖获得者，沈阳市高监；2006 年至中微半导体执行总监及资深层次杰出人才和玫瑰奖得主，科技部、上海市等科技专家。	1989 年至 2006 年，先后任 AG Associates 软件资深工程师、Novellus System 软件主任工程师、CVC Inc 系统控制部经理、Lam 工程资深总监及并历任资深软件经理、软件总监、KLA Tencor 工程资深总监、光达光电工程副总、拓荆科技工程副总；2020 年至 2021 年历任公司半导体事业部副总、首席运营长，2021 年 7 月起任公司总经理。
LI WEI MIN*	副董事长、首席技术官	芬兰赫尔辛基大学无机化学专业博士	微导创始人，25 余年原子层沉积技术的研发经验，最早开始研究 ALD 技术的华人之一；承担国内外政府科技项目 8 项，获 2021 年国家人才、2020 年江苏省“双创团队”带头人、2019 年无锡市太湖创新领军型团队带头人、2016 年江苏省“双创人才”等荣誉，江苏省产业教授、SEMI 光伏标委会核心委员、第三代半导体人才发展委员会委员。	2000 年至 2015 年历任芬兰 ASM 高级工程师、Silecs 应用经理、Picosun 应用总监；2016 年至 2019 年任微导有限首席技术官；2019 年至今任公司首席技术官并历任公司董事、副董事长。
LI XIANG*	董事、副总经理	新加坡南洋理工大学电气与电子工程专业博士	微导创始人，拥有 10 余年半导体器件制造和工艺研发经验，具有丰富的原子层沉积 ALD 工艺技术研发和量产导入经验；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、2019 年无锡市太湖创新领军型团队核心成员、2018 年江苏省“双创人才”、2018 年无锡市太湖创新领军人才、2016 年江苏省“双创博士”。	2010 年至 2015 年，历任新加坡科学技术研究院微电子研究所研发科学家、Picosun Asia 董事总经理、新加坡格罗方德半导体主任工程师；2016 年至 2019 年，任微导有限应用总监、ALD 事业部副总经理、研发部副总经理、联席首席技术官；2019 年至今任公司董事、副总经理。
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。	2005 年至 2009 年历任富士胶片工程师、华进科技(江苏)制程工程师、铁姆肯(无锡)工装工程师、圣本科技研发部主管；2009 年至 2018 年历任无锡先导自动化机械工程师及机械研发部副经理、先导智能副总；2018 年至 2019 年任微导有限常务副总；2019 年至 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。
许所昌*	半导体事业部工艺副总监	中国科学院大连化学物理研究所物理化学专业博士	多年半导体行业薄膜工艺研发经历，主导公司首台用于逻辑芯片 28nm HfO ₂ 栅氧原子层沉积工艺开发并通过客户产线验收。2021 年江苏省“双创人才”、2021 年无锡市“太湖人才计划”创新领军人才、2020 年江苏省“双创团队”核心成员、2019 年江苏省“双创博士”。	2016 年至 2018 年，任中芯国际研发工程师；2018 年至 2019 年任微导有限研发主管；2019 年 12 月至今，历任公司研发主管、研发经理、工艺副总监。
吴兴华*	光伏事业部副总经理	中山大学物理专业硕士	拥有 15 年以上高效率太阳能电池设备与高效电池技术研发经验，曾任中国台湾工业技术研究院高级工程师，长期致力于高效率电池技术开发与产业化研究，在 N 型高效电池制造领域积累了丰富的经验；发表论文 6 篇；荣获工研院杰出金牌研究奖。	2007 年至 2012 年，任中国台湾工业技术研究院工程师；2012 年至 2019 年，任显晶能源副经理、中来光电研发经理及生产厂长；2019 年 12 月至今，任公司光伏事业部副总经理。

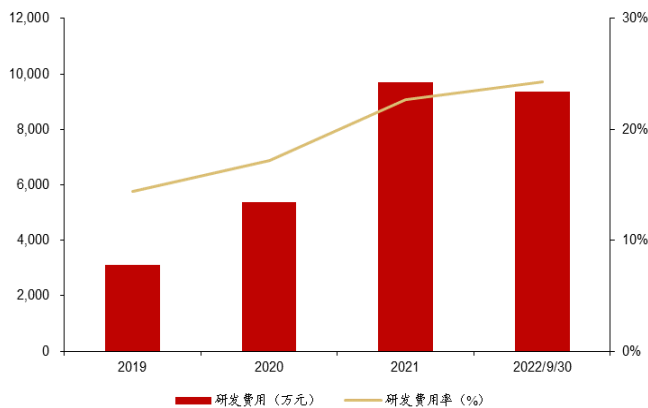
资料来源：招股说明书，浙商证券研究所（注：带*为公司核心技术人员）

研发团队专业储备深厚，产线验证经验丰富。自成立以来，公司以海内外专家为核心，积极引入和培养一批经验丰富的电气、工艺、机械、软件等领域工程师，形成了跨专业、多层次的人才梯队，不断助力下游应用领域关键产品和技术的攻关与突破。截至 2022 年 6 月 30 日，公司研发人员共有 206 名，占公司员工总数的 25.5%。截至 2022 年 11 月，

公司已取得 97 项国家授权专利，其中发明专利 14 项、实用新型专利 74 项、外观设计专利 9 项，软件著作权 19 项。

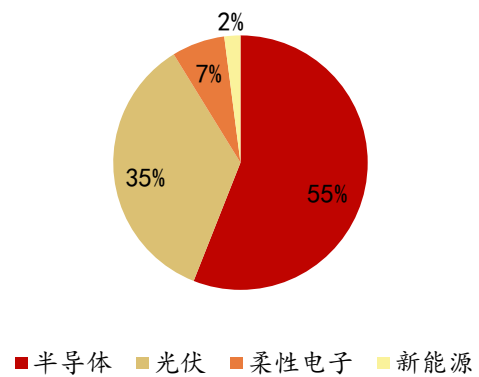
持续高研发投入提升核心竞争力，加大新技术布局。公司成立以来，不断加强研发投入，2019-2022 年前三季度研发费用 3109/5373/9704/9355 万元，研发费用率 14%/17%/23%/24%。公司高度重视半导体及光伏技术研发，积极布局柔性电子、新能源电池等新技术，2022 年 1-6 月半导体领域研发投入占比为 55%，在研项目包括半导体制造 ALD 设备平台、尖端存储器件 ALD 设备工艺及研发、先进化合物半导体及微机电关键工艺研发等；光伏领域研发投入占比 35%，主要投向 TOPCon、xBC、叠层电池等光伏新技术。

图12： 2022 年前三季度公司研发费用占比 24%



资料来源：Wind，浙商证券研究所

图13： 2022 年上半年公司各业务领域研发费用投入占比



资料来源：招股说明书，浙商证券研究所

表2： 公司积极投入研发布局半导体、光伏等领域

研发费用率	公司名称	2019	2020	2021
光伏设备	捷佳伟创	4.85%	4.73%	4.71%
	迈为股份	6.56%	7.26%	10.71%
	金辰股份	8.85%	6.81%	8.07%
	平均值	6.75%	6.27%	7.83%
半导体设备	北方华创	28.03%	26.56%	29.87%
	中微公司	21.81%	28.14%	23.42%
	拓荆科技	29.58%	28.19%	38.04%
	平均值	26.47%	27.63%	30.44%
	微导纳米	14.41%	17.19%	22.68%

资料来源：Wind，浙商证券研究所（北方华创、中微公司存在研发费用资本化的情况，图中数据为总研发投入（费用化研发投入+资本化研发投入）占营业收入比例）

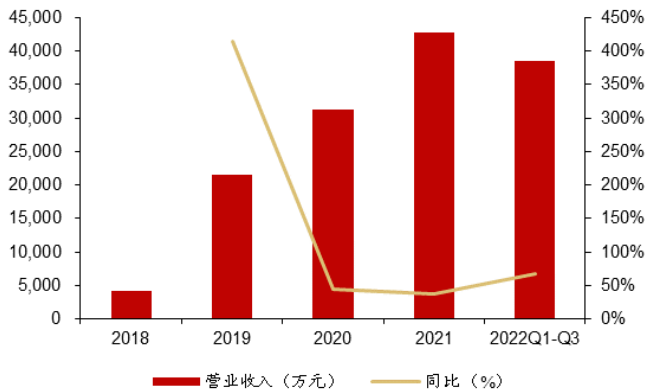
1.4 收入规模快速增长，在手订单充足业绩高增可期

受益于下游扩产及产品线拓宽，公司营收快速增长。2018-2021 年，公司营收由 4191 万元增长至 4.28 亿元，年化复合增长率 117%。2022 年前三季度，公司实现营收 3.85 亿元，同比增长 66.8%，主要系公司电池设备销售收入取得增长、首批应用于光伏 TOPCon 电池的专用设备取得客户验收，并在柔性电子领域实现 ALD 设备销售。随着公司光伏、半导体、柔性电子等更多产品在客户端取得验证，公司收入有望继续增长。

2018-2022 前三季度，公司归母净利润分别为-2827、5455、5701、4611、-325 万元，利润水平有所波动。2022 年前三季度净利润下降主要系公司收入结构变化导致主营业务毛利率有所波动，且设备产品验收周期长，导致收入确认与因订单增加而相应增加的管理、

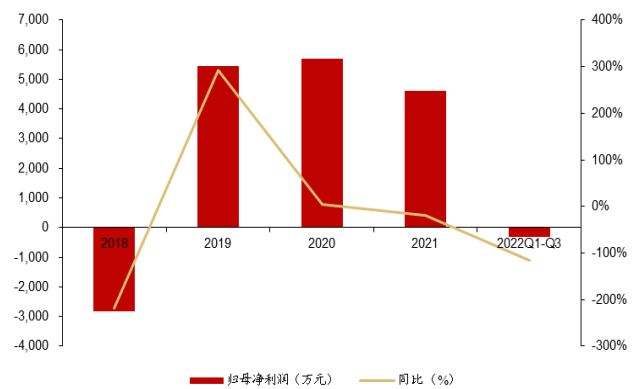
销售费用周期不一致，以及公司持续加大研发投入，导致研发费用增加所致。预计随着公司营收增长及规模效应下费用率下降，公司利润有望修复。

图14: 2018-2021年公司营收复合增长率 117%



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

图15: 2022年前三季度归母净利润-325.5万元

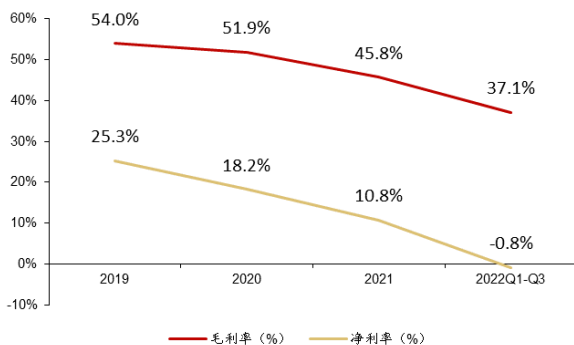


资料来源: Wind, 浙商证券研究所

毛利端: 产品线逐步稳定, 预计未来毛利率稳中有升。2019-2022 前三季度, 公司业务毛利率分别为 54.0%、51.9%、45.8%、37.1%。2021 年公司主营业务毛利率同比所下降, 主要系夸父 (KF) 管式 PECVD 系统、祝融 (ZR) 管式 PEALD 系统于 PERC 技术路线的应用在市场上已存在成熟的竞争方案, 参考市场水平定价, 毛利率偏低。2022 年 1-9 月, 公司主营业务毛利率较 2021 年有所下降, 主要系公司毛利率较高的配套产品及服务 (主要为设备改造业务收入) 占比由 2021 年的 29.71% 下降至 3.62%, 从而导致主营业务毛利率较上年有所下降。

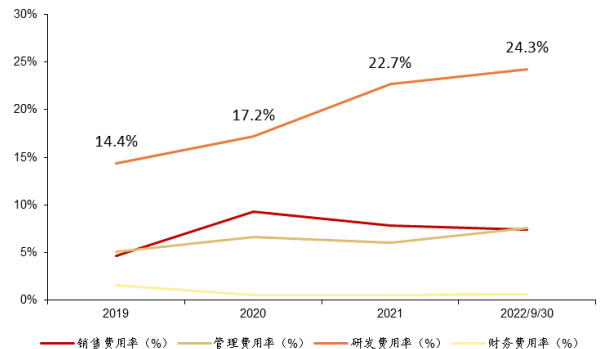
费用端: 高研发费用导致期间费用率较高。2022 年 1-9 月公司期间费用率 39.9%, 主要是公司在 TOPCon、xBC 等光伏新型高效电池和半导体各细分领域的产品、技术方面持续加强研发, 因此扩充了管理、销售、研发等人员, 导致期间费用较上年度同期大幅增长。未来随着营收的增长, 规模效应下公司期间费用率预计下降, 盈利能力有望提升。

图16: 2021年公司毛利率 45.8%



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

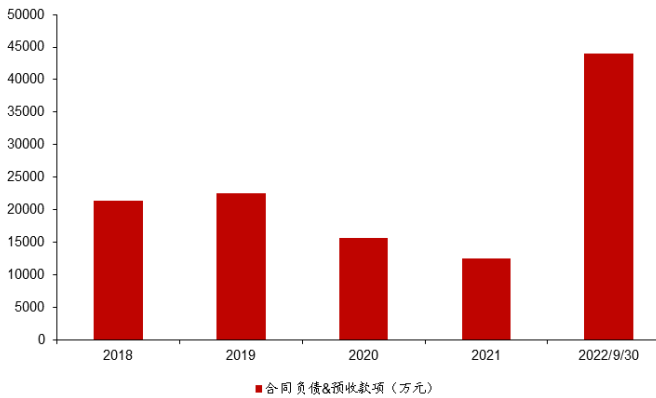
图17: 2022年1-9月公司期间费用率 39.9%



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

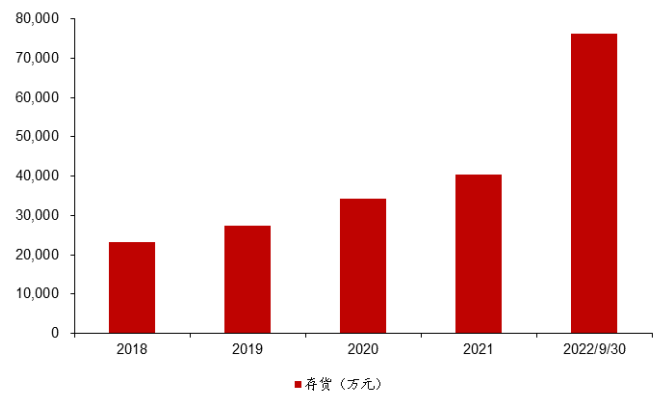
合同负债及存货高增长, 在手订单充足业绩成长性高。2022 年 9 月末, 公司合同负债和存货分别达到 4.4 亿元和 7.6 亿元, 较 2021 年末增长 3.2 亿元和 3.6 亿元。公司主要产品在光伏、半导体、柔性电子三大应用领域均实现了产业化应用, 在手订单充足。截至 2022 年 9 月末, 公司在手订单 19.75 亿元, 其中专用设备在手订单合计 18.56 亿元, 设备改造业务在手订单合计 1.15 亿元。

图18: 2022 三季度末合同负债大幅增长至 4.4 亿元



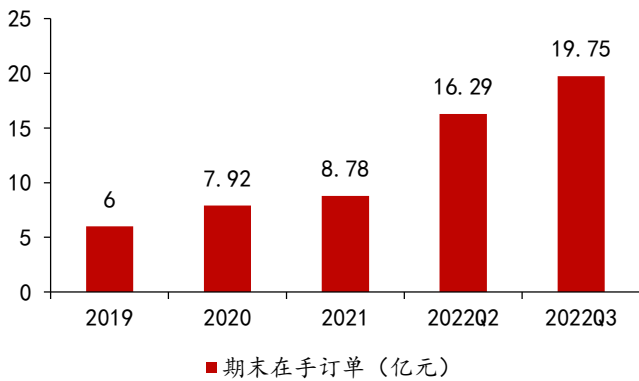
资料来源: Wind, 公司财报, 浙商证券研究所

图19: 2022 三季度末公司存货高达 7.6 亿元



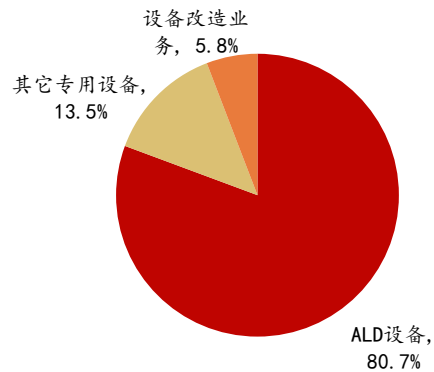
资料来源: Wind, 公司财报, 浙商证券研究所

图20: 2022 年三季度末, 公司在手订单大幅增长至 19.75 亿元



资料来源: 公司公告, 浙商证券研究所

图21: 2022 年三季度末专用设备在手订单占比 94.2%



资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所

1.5 募投加码 ALD 设备, 未来两年产能大幅提升

根据招股说明书, 本次募投项目为基于原子层沉积技术的光伏及柔性电子设备扩产升级项目、基于原子层沉积技术的半导体配套设备扩产升级项目、集成电路高端装备产业化应用中心项目及补充流动资金。募集资金 10 亿元, 均投向科技创新领域。

项目一: 基于原子层沉积技术的光伏及柔性电子设备扩产升级项目。基于公司现有 ALD 设备产线进行升级扩产, 开发适用于光伏、柔性电子的 ALD 设备, 新增年产 120 台 ALD 设备的生产能力, 总投资规模为 26,421.02 万元。项目建设期 2 年, 利用现有租赁厂房进行改造建设。

项目二: 基于原子层沉积技术的半导体配套设备扩产升级项目。基于公司现有 ALD 设备产线进行升级扩产, 开发适用于半导体的 ALD 设备, 新增年产 40 套 ALD 设备, 总投资规模为 63,310.80 万元。项目建设期拟定 3 年, 利用现有租赁厂房进行改造建设。

项目三: 集成电路高端装备产业化应用中心项目。设立集成电路高端装备产业化应用中心, 推动基于 ALD 技术的集成电路高端制造装备产业化应用, 总投资规模为 11,811.74 万元。

补充流动资金：本次拟使用 15,000.00 万元募集资金用于补充流动资金。随着光伏、半导体等行业持续发展，带动了上游装备市场和公司业务的增长。通过补充流动资金可以满足公司购买原材料、产品生产以及日常运营需求，能够有效提高公司的偿债能力，降低公司流动性风险，并对公司研发投入和人才队伍建设给予有力的支持。

表3：募投项目：加码基于 ALD 技术的光伏、柔性电子、半导体设备扩产升级等项目

序号	项目名称	项目总投资额(万元)	募集资金投资额(万元)
1	基于原子层沉积技术的光伏及柔性电子设备扩产升级项目	26,421.02	25,000.00
2	基于原子层沉积技术的半导体配套设备扩产升级项目	63,310.80	50,000.00
3	集成电路高端装备产业化应用中心项目	11,811.74	10,000.00
4	补充流动资金	15,000.00	15,000.00
	合计	116,543.56	100,000.00

资料来源：招股说明书。浙商证券研究所

2 ALD 技术应用空间广阔，半导体、光伏等行业发展带来新机遇

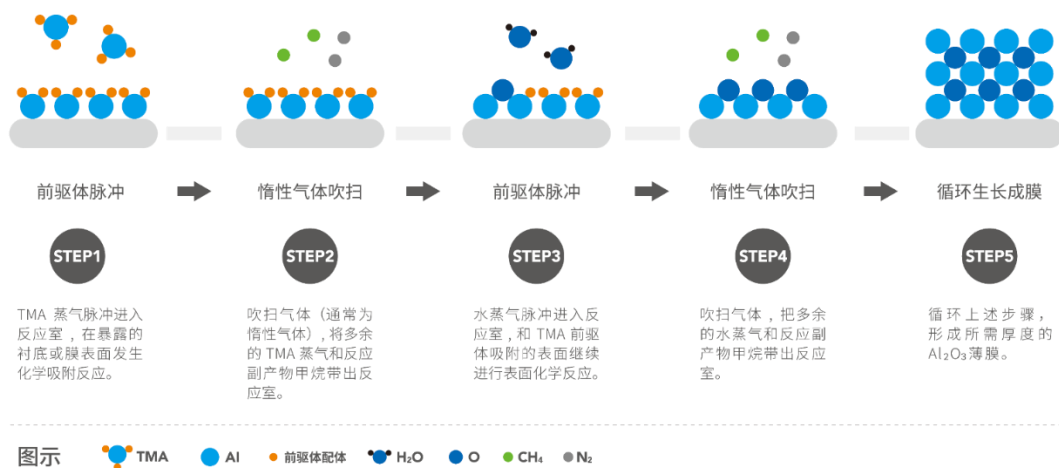
2.1 ALD 技术可精准镀膜，技术延展性强应用领域广泛

2.1.1 ALD 可精准控制薄膜厚度，具备良好的三维共形性、均匀性

原子层沉积（Atomic Layer Deposition, ALD）本质上是一种特殊的化学气相沉积（Chemical Vapor Deposition, CVD）技术，通过将气相前驱体脉冲交替通入反应室并在沉积基体上反应而形成薄膜的一种方法，具有优异的三维贴合性、大面积的沉积均匀性和精确的亚单层膜厚控制等特点。

ALD 技术核心特点在于其独特的自限制生长特性，因此其不像 CVD、PVD 是一个连续的工艺过程，而是由若干个半反应组成。以经典的 ALD 沉积 Al_2O_3 为例，生长过程分为四个步骤：1) 金属前驱体三甲基铝 $Al(CH_3)_3$ 通入反应腔，在沉积基底表面发生化学吸附反应 A；2) 惰性气体清洗（一般为高纯氮气或氩气），未反应的 TMA 和反应副产物甲烷带出反应腔；3) 将水蒸气通入反应室，水蒸气和衬底表面 TMA 发生化学反应 B 形成氧化铝；4) 再次通入惰性气体，清除多余水蒸气和反应副产物。如此为一个生长循环，氧化铝的厚度由生长循环数控制。

图22：自限制生长是 ALD 技术的核心特性



资料来源：招股说明书，浙商证券研究所

自限性反应机理决定了 ALD 技术具备多项独特的薄膜沉积优势：1、拥有良好的三维共形性，广泛适用于不同形状的基底；2、成膜大面积的均匀性，且致密、无针孔；3、可实现亚纳米级薄膜厚度的精确控制。ALD 技术局限主要在于沉积速度低、前驱体材料受限等。

表4: ALD 工艺特点: 良好的三维共形性、均匀性、精确控制

ALD 工艺的特点	ALD 的优势	ALD 的局限
自限制生长工艺	精确简单的膜厚控制（仅与反应循环次数有关）；无需精确控制反应蒸汽流量；优异的三维贴合性和大面积的均匀性；规模化生产的能力；致密无针孔薄膜；低的热预算（通常沉积温度在室温~400度）	低沉积速度；低的工艺温度导致低的结晶性；多余前驱体排空产生的经济性、环保问题；偏离理想的 ALD 生长模式
通过交替输入反应物蒸汽进行表面交换反应	避免气相反应，可以使用高活性的前驱体；原子层组成控制，适合界面修饰和制备多组元纳米叠层结构	缺乏合适的前驱体，材料选择受限；杂质残余（如 H）
通常存在 ALD 窗口	制备多层结构，直接掺杂，好的重复性	三元和复杂氧化物 ALD 窗口缺乏（如超导 YBCO）

资料来源:《原子层沉积技术: 原理与应用》, 浙商证券研究所

2.1.2 ALD 技术延展性强, 未来有望在多领域应用

ALD 技术应用领域多、市场空间大。ALD 技术由芬兰科学家 Tuomo Suntola 博士及其同事在 1974 年发明, 最先应用于电发光平板显示器并于 80 年代实现产业化。2001 年国际半导体工业协会将 ALD 技术列入与微电子工艺兼容的候选技术以来, 其发展势头强劲。2007 年, Intel 公司首先将 ALD 沉积超薄氧化铪作为栅介质层薄膜替代常规二氧化硅栅介质薄膜引入到 45nm 工艺中, 获得了功耗更低、速度更快的酷睿微处理器。目前 ALD 技术应用已从集成电路扩展到光伏、锂电池、催化、能源、显示器、生物、分离膜及密封涂层等领域。

表5: ALD 技术应用领域广阔

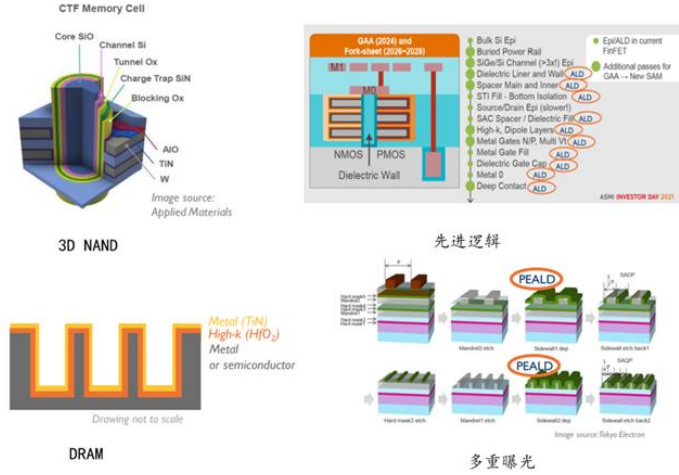
领域	应用	示例	领域	应用	示例
半导体	逻辑器件 (MOSFET) 中的高k栅介电质/栅电极	HfO ₂ 、La ₂ O ₃ 、HfAlO、HfSiO、LaAlO ₃ /TiN、TaN、HfN	微机电系统 (MEMS)	防磨损、防黏附、可润滑的涂层	Al ₂ O ₃ /TiN
	动态随机存储器 (DRAM) 的高k电介质材料/电容电极	Ta ₂ O ₅ 、SrTiO ₃ 、(BaSr)TiO ₃ /TiN、Ru、Ir	磁头工业	非平面沉积绝缘间隔层	Al ₂ O ₃
	金属互连/钝化层或籽晶层或扩散阻挡层	Cu/WN、WC、N _y 、Ru、W		太阳能电池钝化层/缓冲层/透明电极	Al ₂ O ₃ /Zn-Mg-O/ZnO : Al (B)
传感器	非挥发性存储器, 如闪存存储器、相变存储器、阻变存储器、铁电存储器等	Al ₂ O ₃ 、HfO ₂ /Ge ₂ Sb ₂ Te ₅ /TiO ₂ 、NiO、ZrO ₂ 、HfO ₂ 、ZnO、ZrO ₂ SrHfO ₂ SrO ₂		染料敏化电池光阳极/电荷复合阻挡层/量子点敏化	ZnO、ITO/Al ₂ O ₃ 、TiO ₂ /PbS、CdS
	气体传感器	SnO ₂ 、Pt@SnO ₂ 、ZnO 纳米管	电池	燃料电池质子交换膜/阴极/电解质	Pt@CNTs/ Pt@Ag (Au) /YSZ
	湿度传感器	Ta ₂ O ₅ @多孔硅		锂离子电池的纳米结构阳极/阴极/固体电解质/电极修饰涂层	TiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、ZnO、SnO ₂ /V ₂ O ₅ /Li ₂ O-Al ₂ O ₃ 、Li ₃ PO ₄ /Al ₂ O ₃
光学	生物传感器	Pt-Ir@AAO (阳极氧化铝)		热电材料	[Ca ₂ CoO ₃] _{0.62} [CoO ₂]、PbSe/PbTe超晶格、Sb ₂ S ₃ -Sb ₂ Se ₃ 纳米线
	光学滤镜	(Al ₂ O ₃ /ZnS) _n 、(Al ₂ O ₃ /W) _n	纳米结构与图案	模板辅助的纳米结构	TiO ₂ 纳米管、单晶ZnAl ₂ O ₄ 纳米管、Al ₂ O ₃ /Ru纳米通道、WN反蛋白石 GaN纳米线、ZnSe/CdSe超晶格纳米线
	透明导电氧化物	ITO、In ₂ O ₃ : F、ZnO : Al	催化 (Au、Ni纳米点) 辅助的纳米结构	区域选择ALD制备纳米图案	Al ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、HfO ₂ 、ZnO、Pt、Ru、Ir、TiN、PbS 图案
	防反射涂层	TiO ₂ /Al ₂ O ₃ 、HfO ₂ /Al ₂ O ₃	有机电子封装	有机发光二极管 (OLED)、有机太阳能电池封装	Al ₂ O ₃ 、纳米层状薄膜Al ₂ O ₃ /ZrO ₂ (SiO ₂)
	防紫外涂层	TiO ₂ 、ZnO	分离膜	过滤、气体分离	Al ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、SiO ₂
	光子晶体	TiO ₂ 、ZnS、ZnO	保护涂层	耐磨蚀刀具涂层	Al ₂ O ₃ 、Si ₃ N ₄
	表面增强拉曼光谱	Al ₂ O ₃ (ZnO、TiO ₂)@Au (Ag)		耐腐蚀涂层	Al ₂ O ₃ 、TiO ₂
催化	电致发光显示屏	ZnS : Mn/Al ₂ O ₃ /ZnO : Al	生物领域	密封涂层	Al ₂ O ₃ 、纳米层状薄膜Al ₂ O ₃ /HfO ₂
	镜子、偏振镜、滤镜保护层	Al ₂ O ₃ 、TiO ₂		天然纤维的改性增强	Al ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、ZnO
	氧化物催化剂	MnO _x 、Nb ₂ O ₅ 、NiO、CoO _x 、ZnO、TiO ₂		复制生物体结构	Al ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、HfO ₂
	金属催化剂	Pt、Ir、Pd、Pt-Ir、Ru-Pt、Pt-Pd		生物相容性涂层	Al ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、TiN、羟基磷灰石
	光催化剂	TiO ₂ 、CdS/TiO ₂ 、WO ₃			

资料来源:《原子层沉积技术: 原理与应用》, 浙商证券研究所

在集成电路“摩尔”领域, ALD 技术应用逐步拓展。近年来, 晶圆制造的复杂度和工序量大大提升, 以逻辑芯片为例, 随着 90nm 以下制程的产线数量增多, 尤其是 28nm 及以下工艺的产线对镀膜厚度和精度控制的要求更高, 特别是引入多重曝光技术后, 工序数和设备数均大幅提高; 在存储芯片领域, 主流制造工艺已由 2D NAND 发展为 3D NAND 结构, 内部层数不断增高; 元器件逐步呈现高密度、高深宽比结构。由于 ALD 在每个周期中

生长的薄膜厚度是一定的，拥有精确的膜厚控制和优越的台阶覆盖率，因此能够较好的满足器件尺寸不断缩小和结构 3D 立体化对于薄膜沉积工序中薄膜的厚度、三维共形性等方面的更高要求，随着芯片制程缩小而在部分环节取代 PVD 和 CVD。

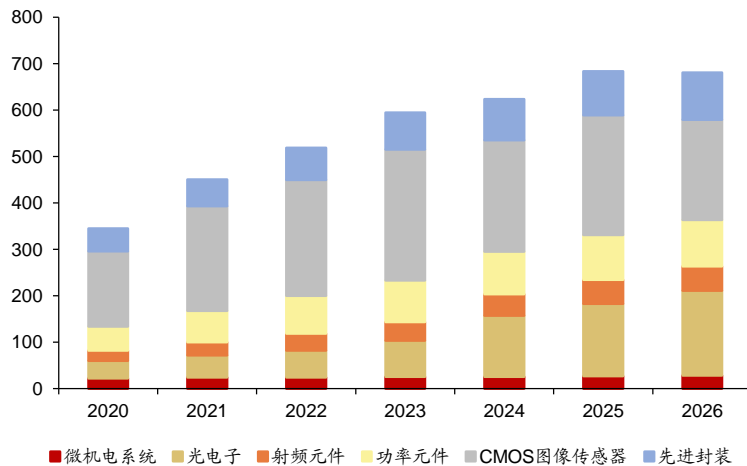
图23: ALD 在集成电路领域的应用



资料来源: Yole, 浙商证券研究所

摩尔领域之外市场空间广阔，2020-2026 年市场规模 CAGR 约 12%。ALD 最多地应用在集成电路制造中，但不可忽略的是，ALD 技术在微机电系统、光电子、射频元件、功率元件、CMOS 传感器、先进封装等“超摩尔”领域具有重要应用。根据 Yole 预测，在以上领域 ALD 市场规模将由 2020 年的 3.45 亿美元增长至 2026 年的 6.8 亿美元，CAGR 约 12%。从各细分领域来看，1) 光电子器件中，预计 ALD 技术在 microLED、miniLED、硅基 OLED 等应用 2020 年至 2026 年的复合年增长长达 30%；2) 功率元件 2020-2026 CAGR 预计 12%；3) 射频元件 2020-2026 CAGR 15%；4) 先进封装 2020-2026 年 CAGR 13%。

图24: ALD 在非集成电路领域的应用市场空间不断增长

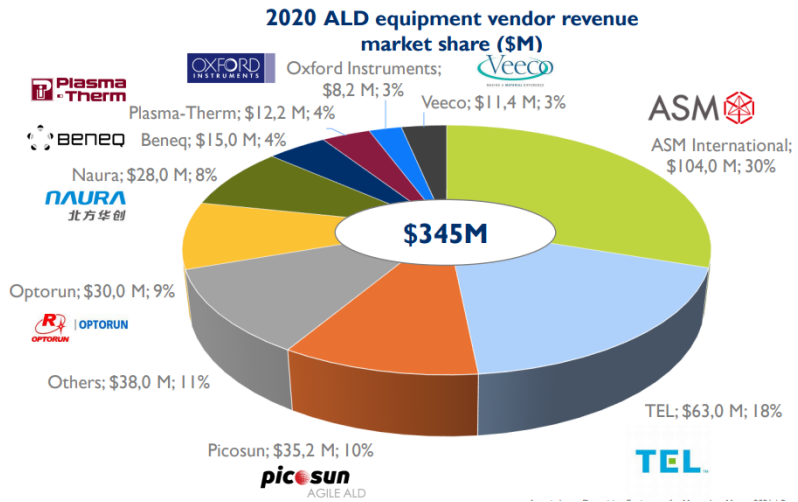


资料来源: Yole, 浙商证券研究所 (注: 光电子包括 microLED、miniLED、硅基微型 OLED 和固态激光应用)

全球头部厂商不断拓展超摩尔领域应用。2020 年，在超摩尔领域 ASM、TEL、Picosun 占据全球份额的 58%。ASM、TEL 是全球头部半导体设备公司，主要应用领域在逻辑和存储器件。Picosun 是一家专注于 ALD 技术的公司，积极扩展逻辑存储市场之外的

“超摩尔”市场，目前其产品覆盖领域除了新型存储器、MEMS、RF、化合物半导体功率器件、先进封装之外，还涉足医疗、奢侈品、能源和工业涂料市场。

图25： 2020年非集成电路市场全球ALD市场份额



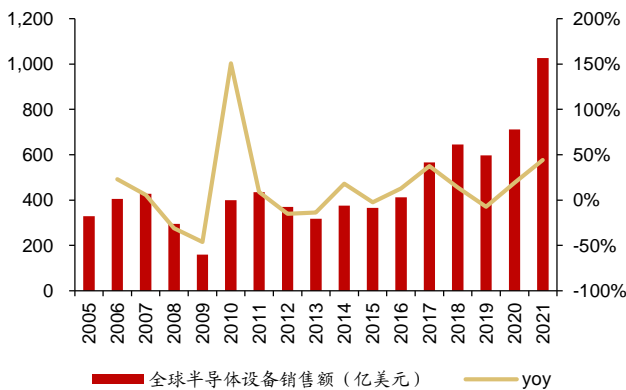
资料来源：Yole，浙商证券研究所

2.2 半导体设备：国产替代正当时，ALD设备空间打开

2.2.1 我国是全球最大半导体设备市场，晶圆厂逆周期扩产带来设备增量

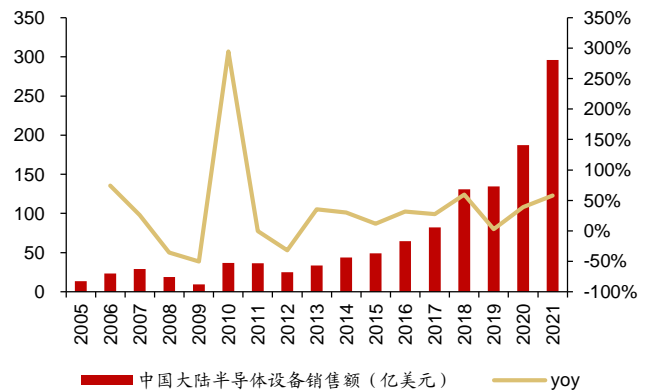
中国大陆成为全球最大半导体设备市场，销售额增速显著高于全球。2005-2021年，全球、中国大陆半导体设备销售额年化复合增长率分别为7%、21%，中国大陆市场增速显著快于全球。2021年全球、中国大陆半导体设备销售额分别为1026亿美元、296亿美元，同比增长44%、58%。全球半导体产业不断向我国大陆转移，我国半导体设备销售额占全球比重逐年提升，2021年中国大陆半导体设备销售额占全球销售额29%，是全球最大半导体设备市场。

图26： 2021年全球半导体设备销售额1026亿美元，yoy+44%



资料来源：SEAJ，Wind，浙商证券研究所

图27： 2021年中国大陆半导体设备销售额296亿美元，yoy+58%

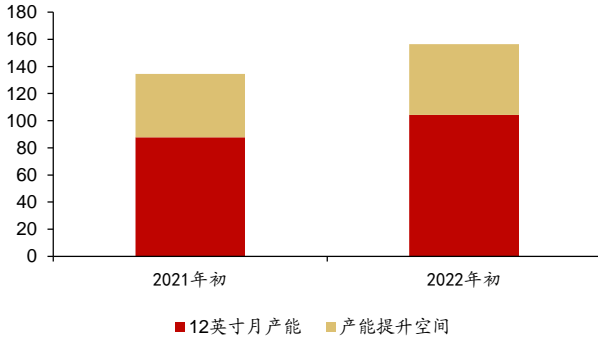


资料来源：Wind，SEAJ，浙商证券研究所

中芯国际上调2022年资本开支，中国大陆预计2022-2026年新增25座12英寸晶圆厂。中芯国际上调2022年资本开支从50亿美元至66亿美元，预计未来5-7年新增34w片产能扩产。据集微网统计，2022年中国大陆共有23座12英寸晶圆厂正在投产，总计月产

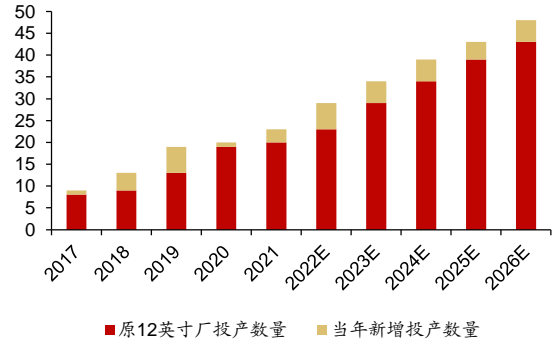
能约为 104.2 万片，与总规划月产能 156.5 万片相比，产能装载率仅达到 66.58%，仍有较大扩产空间。预计中国大陆 2022 年-2026 年还将新增 25 座 12 英寸晶圆厂，总规划月产能将超过 160 万片。预计截至 2026 年底，中国大陆 12 英寸晶圆厂的总月产能将超过 276.3 万片，相比目前提高 165.1%。

图28: 2021-2022 年中国大陆 12 英寸晶圆厂月产能 (万片)



资料来源: 集微网, 浙商证券研究所

图29: 2017-2026 年中国大陆地区 12 英寸厂增量预测 (座)



资料来源: 集微网, 浙商证券研究所

2.2.2 薄膜沉积设备: 晶圆制造主设备之一, 2020-2025 年全球市场规模 CAGR 15%

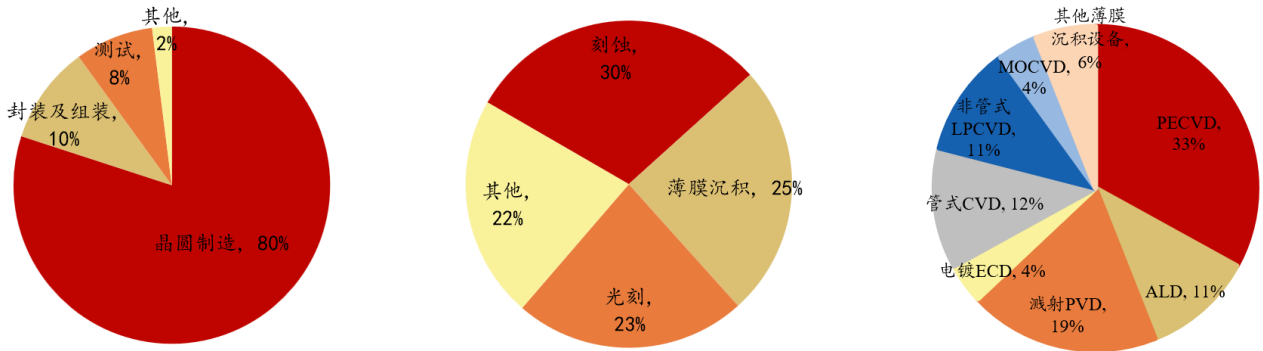
刻蚀、薄膜沉积、光刻设备为半导体三大核心工艺设备, 占设备投资额约 80%。在晶圆制造设备中, 刻蚀设备、薄膜沉积设备、光刻设备是价值量最高的三大主设备, 分别占比约 30%、25%、23%, 薄膜沉积设备价值量仅次于刻蚀设备。薄膜沉积设备技术种类最多, 如 PECVD、LPCVD、PVD、ALD 等, ALD 设备约占薄膜沉积设备价值量的 11%。

图30: 晶圆制造三大核心工艺及国内外主要设备公司



资料来源: SEMI, LAM, ASML, 浙商证券研究所

图31: 薄膜沉积设备是晶圆制造三大主设备之一, 种类繁多



资料来源: SEMI, 拓荆科技招股书, 浙商证券研究所

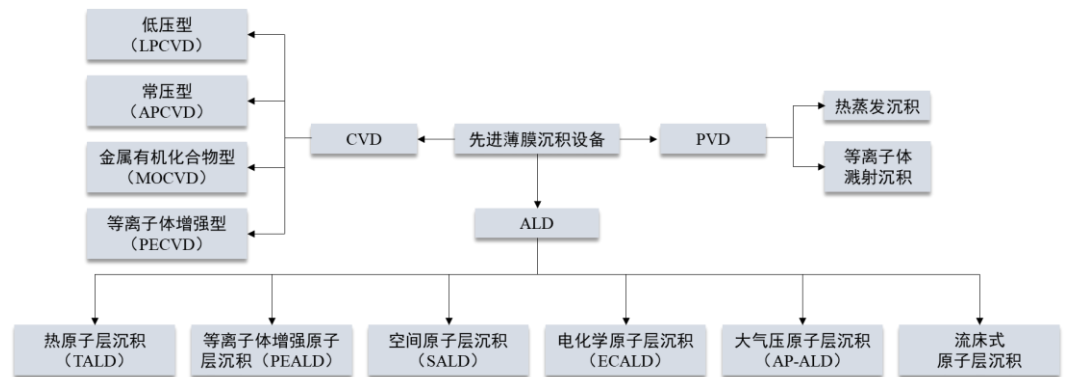
薄膜沉积是指采用物理或者化学的方法使物质附着于衬底材料表面的过程。按工艺原理的不同, 集成电路薄膜沉积可分为物理气相沉积 (Physical Vapor Deposition, PVD)、化学气相沉积 (Chemical Vapor Deposition, CVD) 和原子层沉积 (Atomic Layer Deposition, ALD) 设备。

1) **物理气相沉积 (PVD):** 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。PVD 镀膜技术主要分为三类: 真空蒸发镀膜、真空溅射镀膜和真空离子镀膜。

2) **化学气相沉积 (CVD):** 化学气体在外部能量作用下发生化学反应, 在衬底表面沉积薄膜的一种工艺。用于沉积的材料包括介电材料、绝缘薄膜、硬掩模层以及金属膜层的沉积。常见的 CVD 包括低压化学气相沉积 (LPCVD)、常压化学气相沉积 (APCVD)、等离子体增强型气相沉积 (PECVD)、金属有机化合物化学气相沉积 (MOCVD)。

3) **原子层沉积 (ALD):** 原子逐层沉积在衬底材料上的工艺, 通过将两种或多种前驱物交替通过衬底表面, 发生化学吸附反应逐层沉积在衬底表面, 能对复杂形貌基底表面全覆盖成膜。由于 ALD 设备可以实现高深宽比、极窄沟槽开口的优异台阶覆盖率及精确薄膜厚度控制, 实现了芯片制造工艺中关键尺寸的精度控制, 在结构复杂、薄膜厚度要求精准的先进逻辑芯片、DRAM 和 3D NAND 制造中, ALD 是必不可少的核心设备之一。ALD 设备主要分为 PE-ALD 和 Thermal ALD。

图32: 薄膜沉积设备技术分类



资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所

三种薄膜沉积技术互为补充，ALD在45nm以下具有广阔应用场景。在芯片的制造过程中，涉及十余种不同材料的薄膜、数十种工艺类型、上百道工艺环节，需要不同性能和材料的薄膜，因此PVD、CVD、ALD三类薄膜沉积技术依靠各自技术特点拓展适合的应用领域，材料制备上相互补充，如PVD一般用于较厚的金属及导电类的平面膜层制备；CVD一般适用中等以上厚度的膜层制备、应用范围广；ALD可以一个原子的厚度（约0.1nm）为精度进行薄膜沉积，更适用于超薄膜厚度控制以及三维、超高深宽比结构器件的应用。

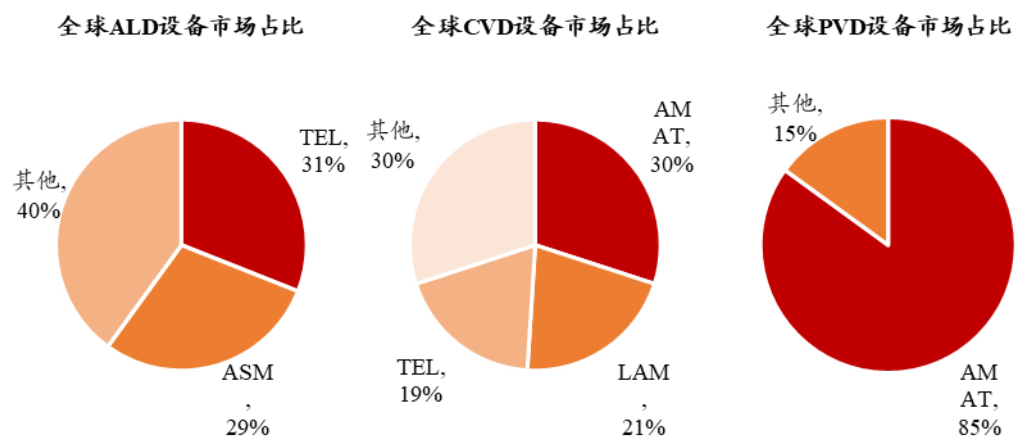
表6: ALD更适用于超薄膜厚度控制以及三维、超高深宽比结构器件的应用

技术路线对比	PVD	CVD	ALD
沉积原理	物理气相沉积	化学气相反应	化学表面饱和反应
沉积过程	成核生长	成核生长	逐层饱和反应
沉积速度	快	快	慢
均匀性控制能力	5nm左右	0.5-2nm	0.07-0.1nm
薄膜质量	化学配比一般，针孔数量高，应力控制有限	具有很好的化学配比，针孔数量少，具有应力控制能力	具有很好的化学配比，针孔数量少，具有应力控制能力
阶梯覆盖能力	弱	中	强
工艺环境 (温度、压强、流场等)	对真空度的要求较高，镀膜具有方向性	对工艺参数的变化较为敏感	基于表面化学饱和反应，工艺参数可调整范围较大
沉积效果图			

资料来源：招股说明书，浙商证券研究所

全球薄膜沉积设备由美日荷兰高度垄断，国产替代空间广阔。ALD设备市场中，东京电子（TEL）和先晶半导体（ASMI）分别占据了31%和29%的市场份额；PVD市场中，应用材料（AMAT）占85%的比重；CVD市场中，应用材料（AMAT）全球占比约为30%，泛林半导体（Lam）、TEL分别占21%和19%，三大厂商占据了全球70%的市场份额。

图33: 2019年全球薄膜沉积设备市场占有率



资料来源：拓荆招股书，浙商证券研究所

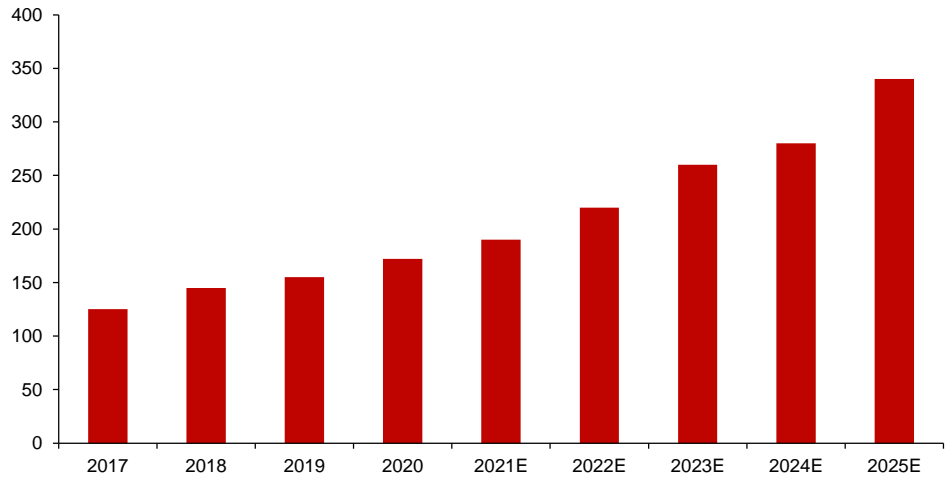
图34: 全球主要薄膜沉积设备公司



资料来源: Yole, 浙商证券研究所

全球薄膜沉积设备市场规模稳步增长。根据 Maximize Market Research 数据, 预计全球半导体薄膜沉积设备市场规模在 2025 年将从 2020 年的 172 亿美元扩大至 340 亿美元, CAGR 约 15%。全球半导体设备市场呈现快速增长态势, 拉动市场对薄膜沉积设备需求的增加。

图35: 全球半导体薄膜沉积设备市场规模 (亿美元)



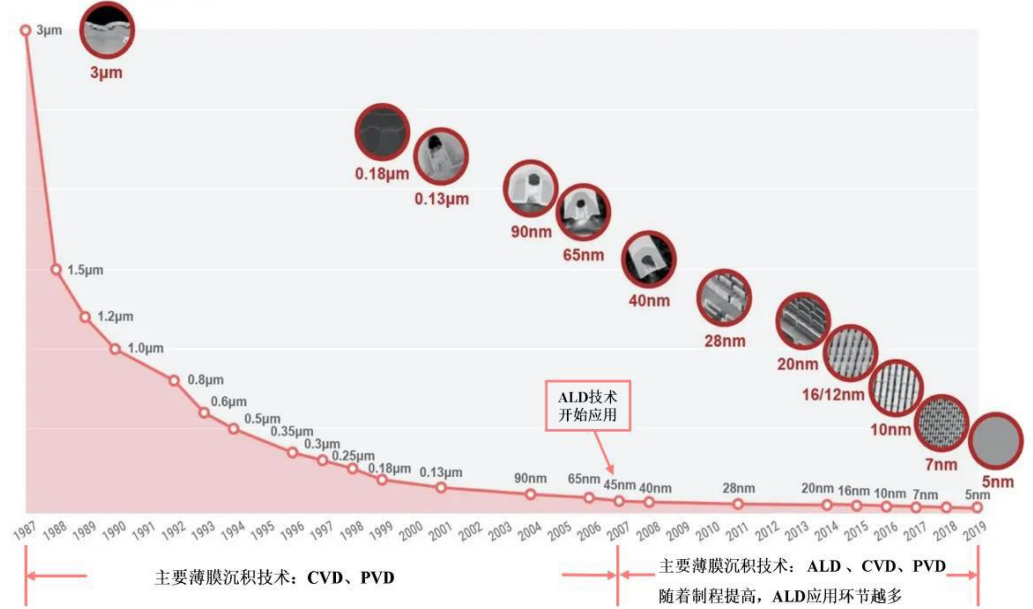
资料来源: Maximize Market Research, 公司招股书, 浙商证券研究所

2.2.3 ALD 设备: 芯片微缩的关键推动者, 预计 2024 年我国 ALD 设备市场超百亿

ALD 是芯片微缩的关键推动技术, 在 45nm 以下制程应用环节不断增加。随着制程的缩小, 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, ALD 技术凭借薄膜厚度精确度高、均匀性好、台阶覆盖率极高、沟槽填充性能极佳等优势, 在 45nm 及以下制程中应用不断拓宽, 具有广阔的市场前景。(1) 45nm 及以下: 为了减小器件的漏电流及多晶硅栅电极耗尽效应, 传统的二氧化硅栅介质、多晶硅栅电极分别被 ALD 工艺生长的高介质材料及金属栅所取代。(2) 28nm 及以下: ALD-W 作为 W-CVD 生长的籽晶层在 W 栓塞工艺中得到应用。(3) 14nm 及以下: 3D FinFET 器件结构的引入及更小器件尺寸对薄膜生长的热预算、致密度及台阶覆盖率有更高的要求, 使得 ALD 薄膜生长技术有了

更多应用，如 ALD-Si₃N₄ 作为器件侧壁隔离层以及 ALD-SiO₂ 作为子对准硬掩模在双重光刻技术 (SADP) 及四重光刻技术 (SAQP) 中得到应用。在长江存储 3D NAND 产线中，所需的 ALD 设备数量已超越 PECVD。

图36: 45nm 及以下制程中 ALD 应用环节增加



资料来源: 公司公告, 浙商证券研究所

表7: 长江存储产能为 2 万片/月的 3DNAND 产线 (96 层) 中需要的各类薄膜沉积设备数量

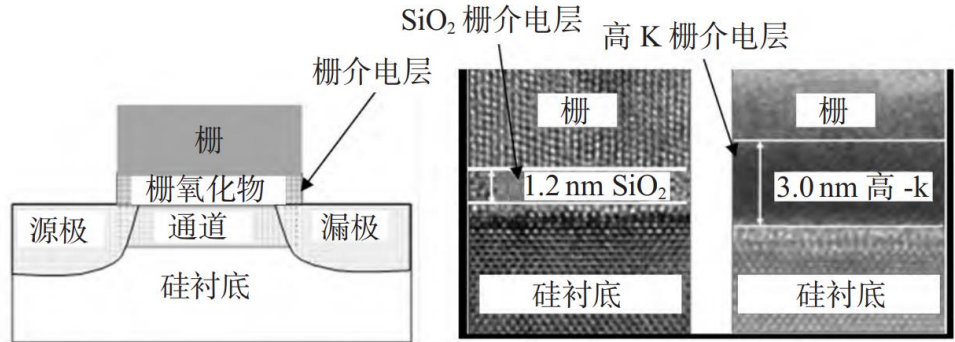
设备类型	数量 (台)
PECVD	73
PVD	12
ALD	96

资料来源: 中国国际招标网, 浙商证券研究所

ALD 市场驱动因素: 节点缩小、HKMG、3D NAND、FinFET 及 GAA 的应用。

(1) High-k 栅介质层沉积依靠 ALD 技术。晶圆制造 65nm 制程及以上中，集成电路主要通过沉积 SiO₂ 薄膜形成栅极介质，但进入 45nm 制程特别是 28nm 之后，传统的 SiO₂ 栅介质层薄膜材料厚度需缩小至 1 纳米以下，将产生明显的量子隧穿效应和多晶硅耗尽效应，导致漏电流急剧增加、器件性能急剧恶化，此时用高 k 材料替代 SiO₂ 可优化器件性能。常见的高 k 材料包括 TiO₂、HfO₂、Al₂O₃、ZrO₂、Ta₂O₅ 等。其中 HfO₂ 的介电常数为 25，具有适合的禁带宽度 (5.8eV)，因此 HfO₂ 作为栅介质层得到了业内广泛的应用。高 k 材料的沉积要求原子级别的精确控制及沉积高覆盖率和薄膜的均匀性，需要应用 ALD 技术。2007 年，Intel 公司率先将 ALD 沉积的超薄 Hf 基氧化物薄膜作为栅介质层引入到 45nm 节点，获得了功耗更低、速度更快的酷睿微处理器。

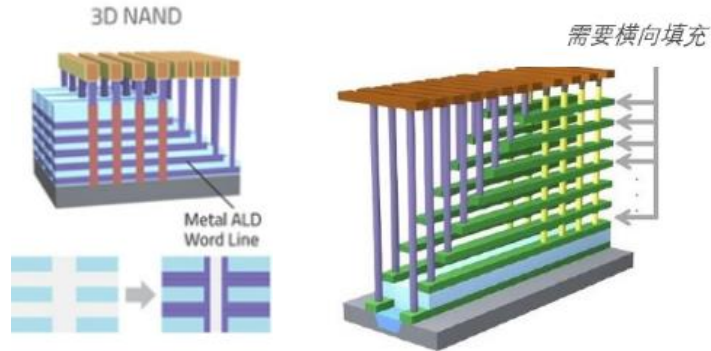
图37: MOS结构和SiO₂、高k栅介电层比较



资料来源:《原子层沉积技术的应用现状及发展前景》, 浙商证券研究所

(2) ALD可实现3D NAND结构中的良好填充。在存储芯片领域, 主流制造工艺已由2D NAND发展为3D NAND结构, 内部层数不断增高, 元器件逐步呈现高密度、高深宽比结构, PVD和CVD难以达到沉积效果, ALD则可以实现高深宽比特征下的均匀镀膜。以最具挑战性的向字线中填充导电钨为例: 3D NAND交替堆叠氧化物和氮化物介电层, 目前层数多达96层。密集排列且具有高深宽比的孔渗透至这些层中, 按照高深宽比通道将排列分为字线。为了创建存储单元, 必须移除氮化物层并以钨进行替换。这种钨必须通过深(垂直深度50:1)通道引入, 然后横向扩散, 从而以无孔洞的超共形沉积方式填充(之前的)氮化物水平面(横向比约10:1)。原子层沉积能够一次沉积一个薄层, 这就确保了均匀填充, 并防止因堵塞而产生的空隙。

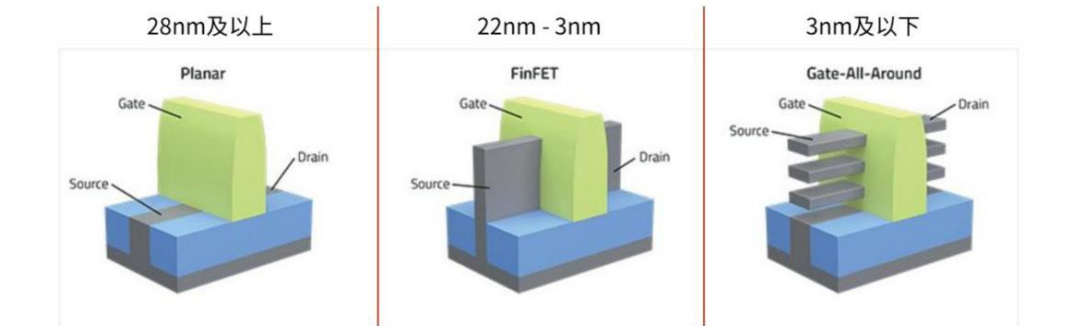
图38: 3D NAND采用复杂的高深宽比结构, ALD技术可实现3D NAND字线的钨沉积



资料来源: 公司公告, 深圳真空行业协会, 浙商证券研究所

(3) 新型立体结构晶体管沉积需要ALD技术。在标准平面(Planar)替换栅极技术中, 金属栅极堆叠可由ALD、PVD、CVD组合而成, ALD用于覆盖性关键障碍物(critical barrier)与功函数(work function)设定层, 传统PVD和CVD用于沉积纯金属给低电阻率栅极接点。随着器件过渡到三维鳍型结构晶体管(FinFET)以及下一代围栅(GAA)等三维结构, PVD和CVD则难以达到沉积效果, 需要使用ALD作为解决方案。

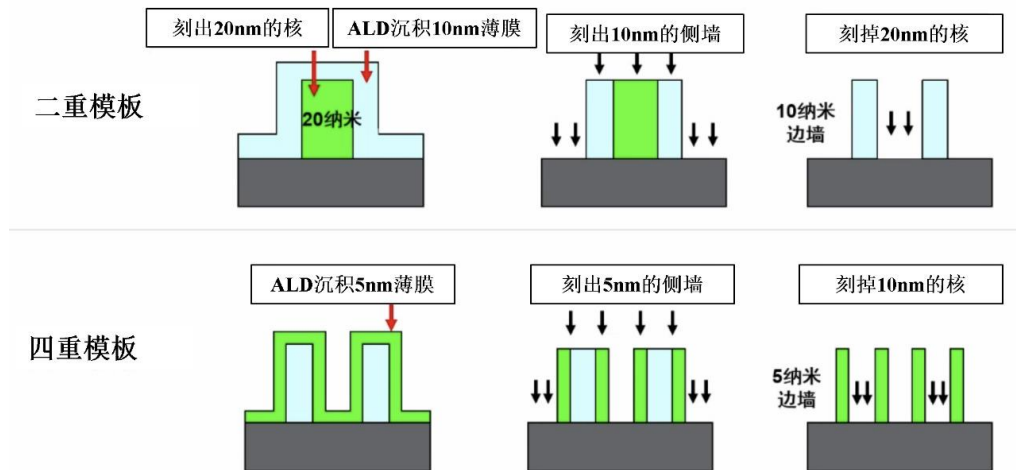
图39: 不同制程下的晶体管结构



资料来源: 公司公告, 浙商证券研究所

(4) ALD 技术可协助光刻机实现更先进的制程。自 2011 年开始, 代工厂开始采用效率更高、功耗更低的 22nm/16nm/14nmFinFET 晶体管结构, 但由于当光罩线宽接近光源波长时将会发生明显的衍射效应, 会导致光刻工序的失效。多重曝光技术是指在现有的光刻机精度下, 依次使用不同的掩膜版, 分别进行两次及以上的曝光, 将一次曝光留下的介质层作为二次曝光的部分遮挡层。在此过程中, 由于多重曝光增加了多道薄膜沉积工序, 需要薄膜技术具有接近 100%的保形性、薄膜厚度控制精准, 因此 ALD 技术被迅速推广应用。

图40: ALD 技术在多重曝光中助力实现更先进的制程



资料来源: 公司公告, 浙商证券研究所

ALD 设备市场增速显著快于其他设备, 2020-2025 年 CAGR 26.3%。根据 SEMI 预计, 2020-2025 年全球 ALD 设备年复合增速达 26.3%, 所有晶圆制造设备中增速最快。目前半导体 ALD 设备仍基本由境外厂商垄断, 国内 ALD 设备公司主要包括微导纳米、拓荆科技和北方华创。微导纳米设备主要为 TALD, 主要用于沉积金属薄膜, 拓荆科技为 PEALD 设备, 主要沉积 SiO₂ 等非金属薄膜。

表8: SEMI 预计 2020-2025 年 ALD 设备市场空间增速超越其他 IC 关键设备, CAGR 达 26.3%

设备	CAGR (2020-2025)	全球头部企业	国内企业
EUV	21.1%	ASML	——
DUV	-4.4%	ASML、Canon、Nikon	上海微电子
CVD	8.5%	AMAT、Lam、TEL	拓荆科技、北方华创
PVD	8.9%	AMAT	北方华创
ALD	26.3%	AMAT、TEL、Lam、ASM、VEECO	微导纳米、北方华创、拓荆科技
刻蚀	3.9%	Lam、TEL、AMAT	中微、北方华创、屹唐半导体
ALE	9.1%	Lam、AMAT、TEL	——
清洗	6.4%	SCREEN、TEL、Lam	盛美上海、北方华创、芯源微、至纯科技
离子注入	4.5%	AMAT	中科信、凯世通
CMP	5.8%	AMAT、Ebara	华海清科
量测	6.6%	KLA、Hitachi、AMAT、ASML	东方晶源
检测	8.6%	KLA、AMAT	睿励科学仪器、中科飞测、精测半导体

资料来源: SEMI 2021, 浙商证券研究所

预计 2024 年我国 ALD 设备市场规模超百亿元人民币。2020 年全球薄膜沉积设备市场 172 亿美元, 其中 ALD 设备市场规模占薄膜沉积设备的 11%, 测算得 2020 年 ALD 设备全球市场规模 19 亿美元。SEMI 预测, 2020-2025 年全球 ALD 设备年复合增长率 26.3%, 假设中国大陆半导体设备销售额在全球占比保持在 30%、ALD 设备年复合增速与全球 ALD 设备增速相同, 据此测算 2022-2025 年我国 ALD 设备市场规模将由 63 亿元增长至 128 亿元。

表9: 预计 2024 年我国 ALD 设备市场规模超百亿元人民币

全球市场规模测算 (亿美元)	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
CVD	84	91	99	108	117	127
PVD	33	36	39	42	46	50
ALD	19	24	30	38	48	61
大陆销售额全球占比假设 (%)	26.3%	28.9%	30.0%	30.0%	30.0%	30.0%
我国市场规模测算 (人民币亿元)	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
CVD	155	185	208	226	245	266
PVD	60	72	81	89	97	105
ALD	35	48	63	80	101	128

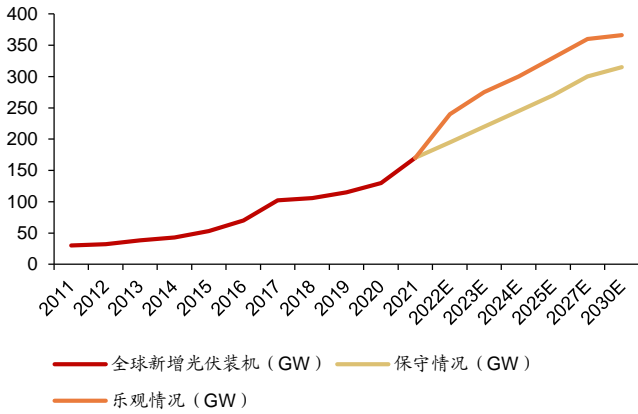
资料来源: SEMI, Maximize Market Research, 浙商证券研究所

2.3 光伏设备: N 型电池时代来临, 新型电池技术迎产业化新机遇

2.3.1 光伏行业景气度高, N 型电池技术拐点已至

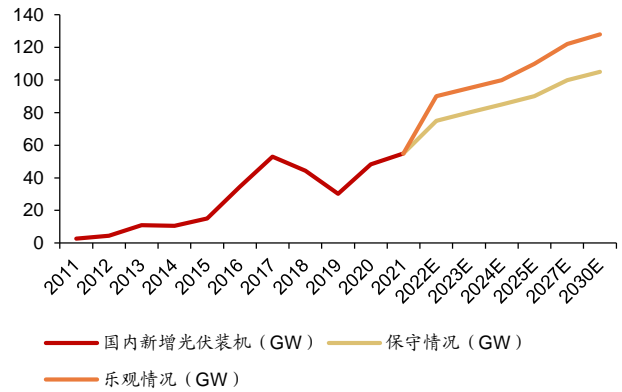
全球能源转型背景下, 光伏装机需求高。根据国际能源署, 过去 10 年光伏度电成本从 2010 年的 0.381 美元/度下降至 2020 年 0.057 美元/度, 下降幅度高达 85%。度电成本下降推动全球光伏新增装机从 2011 年的 30GW 提升至 2020 年的 130GW。CPIA 预计 2030 年全球新增装机需求达 315-366GW, 中国光伏新增装机需求达 105-128GW。

图41: CPIA 预计 2030 年全球光伏装机需求 315-366GW



资料来源: CPIA, 浙商证券研究所

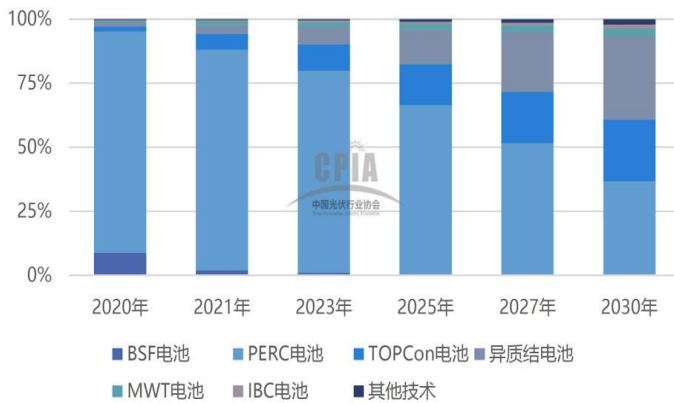
图42: CPIA 预计 2030 年我国光伏装机需求 105-128GW



资料来源: CPIA, 浙商证券研究所

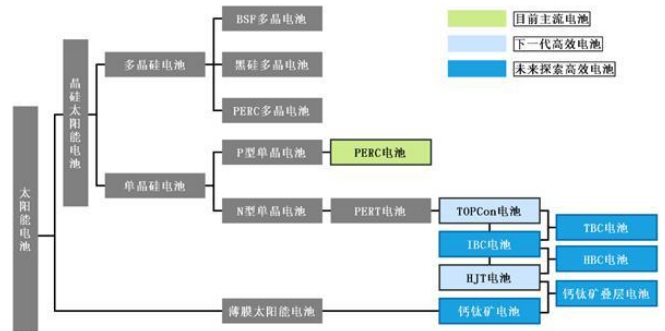
N 型电池时代来临, 预计 N 型技术将快速占领市场。我国光伏电池技术已经经历了两代电池片技术, 2017 年以前, 市场主流技术是 Al-BSF (铝背场) 电池技术, 2018 年后 PERC 电池凭借转化效率高具备商业可行性而逐渐成为主流电池技术。根据中国光伏行业协会的统计数据, 2019 年至 2021 年的新建量产产线以 PERC 电池产线为主, PERC 电池片在 2021 年的市场占比进一步提升至 91.2%。随着 PERC 电池产业化效率逐渐接近理论极限, 行业开始布局新型光伏电池技术, 代表技术包括 TOPCon、HJT、xBC 等。

图43: 2020-2030 年不同电池技术市场占比的变化趋势



资料来源: CPIA, 浙商证券研究所

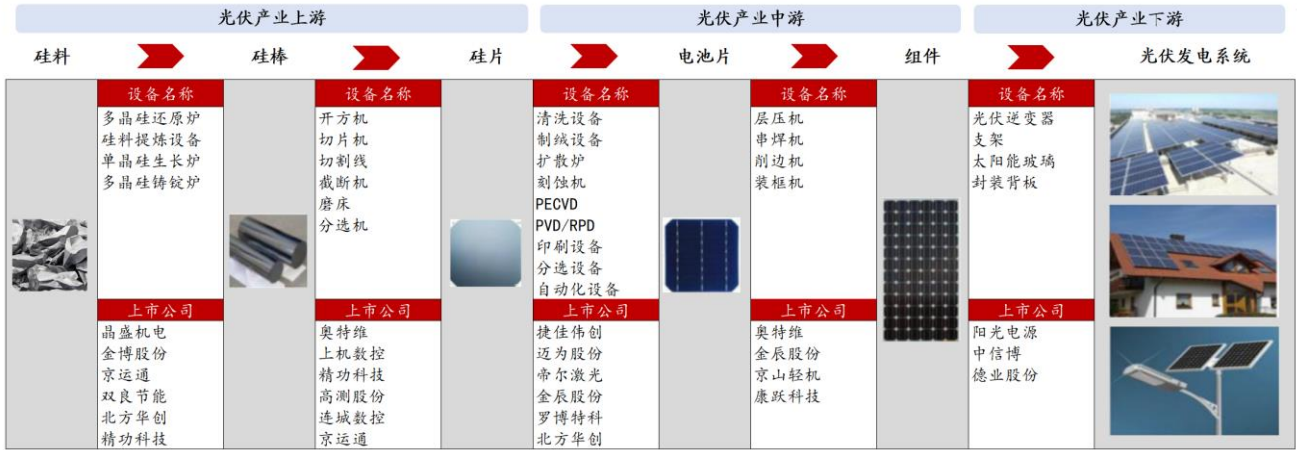
图44: 晶硅电池发展路线



资料来源: CPIA, 公司公告浙商证券研究所

公司光伏设备位于中游电池片生产环节。光伏产业链分为上、中、下游, 上游为晶体硅料的生产和硅棒、硅锭、硅片的加工制作; 中游为光伏电池片的生产加工、光伏电池组件的制作; 下游为光伏应用 (包括电站项目开发、电站系统的集成和运营)。公司产品主要用于光伏产业链的中游电池片生产环节, 为太阳能电池片厂商提供镀膜设备, 是光伏电池片生产环节的关键工艺设备。

图45: 公司光伏设备为光伏产业链中游电池片制造设备

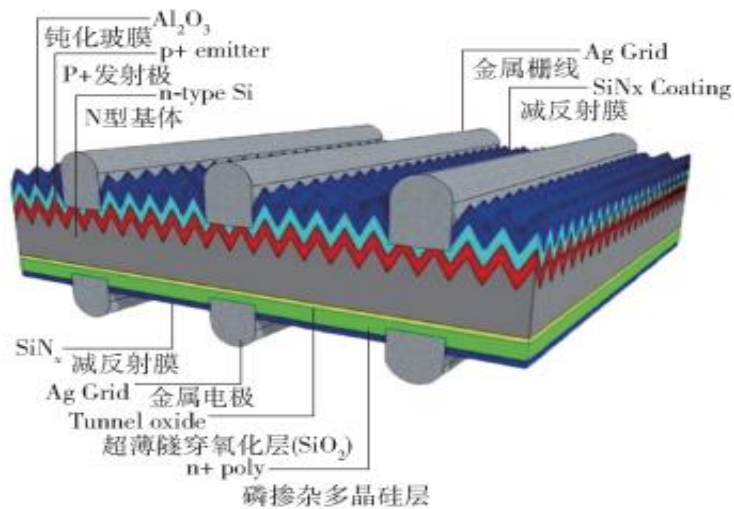


资料来源: 各公司公告, 公开信息, Wind, 浙商证券研究所

2.3.2 TOPCon: 新一代光伏电池技术, 2022 年规模化量产起步

N 型电池中 TOPCon 电池率先进入规模化应用。目前 N 型电池主要有 TOPCon 和 HJT 两种可规模量产的技术。TOPcon (隧穿氧化层钝化接触, Tunnel Oxide Passivated Contact) 太阳能电池最早是 2013 年第 28 届欧洲 PVSEC 光伏大会上德国 Fraunhofer 太阳能研究所首次提出的一种基于选择性载流子原理的隧穿氧化层钝化接触的太阳能电池。其核心是在电池背面制备一层 1-2nm 隧穿氧化层 (SiO₂) (化学钝化作用), 然后再沉积一层掺杂多晶硅 (场钝化作用), 两者共同形成钝化接触结构, 为硅片背面提供良好的界面钝化。一方面, 由于氧化层很薄, 多晶硅层有重掺杂, 所以多数载流子可以穿过氧化层, 而少数载流子被阻挡; 另一方面, 在电池表面背面的金属化过程中, 金属电极仅与表面掺杂多晶硅形成金属化, 避免了与硅衬底直接接触带来的接触复合, 显著降低界面复合且兼顾了良好的接触性能。

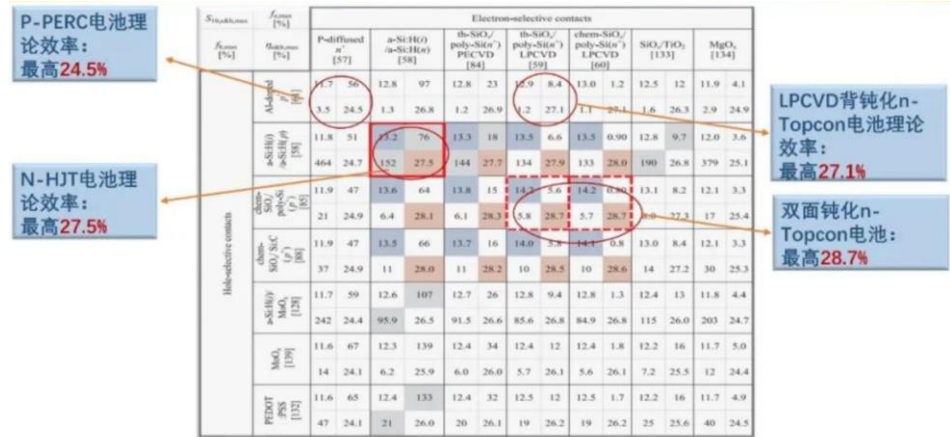
图46: TOPCon 电池结构



资料来源: 《高效太阳能电池技术及其核心装备国产化进展》, 浙商证券研究所

TOPCon 优势一：理论极限效率高，更接近太阳能电池极限效率。据德国哈梅林太阳能研究所测算，从理论极限效率来看，TOPCon 电池的理论极限效率高达 28.7%，高于 PERC 电池的 24.5%和 HJT 电池的 27.5%，接近晶体硅太阳能电池的理论极限效率 29.4%。

图47： TOPCon 具有最接近晶硅太阳能电池的极限效率



资料来源：《N型电池市场现状与发展趋势分析》，浙商证券研究所

TOPCon 优势二：经济性优势，具备量产可行性。N型电池技术具有转换效率高、双面率高、温度系数低、无光衰、弱光效应好、载流子寿命长等优点，逐渐成为电池技术主要发展方向。从技术成熟度、产业链完整度、建设和运营成本来看，目前 TOPCon 技术由于可以与 PERC 兼容、设备投资成本更优等特点，量产前景更明确。

表10： 光伏电池技术对比

电池技术	PERC	TOPCon	HJT	p-TBC	n-TBC
理论效率	24.50%	28.70%	27.5% (28.5% Longi)	—	—
实验室效率	24.06%	26%	26.30%	25.50%	26.10%
量产效率	23.2%-23.6%	24.5%-25%	24.5%-25%	24.5%-25%	24.5%-25%
生产成本	0.7-0.9元/W	0.8-1.0元/W	0.9-1.2元/W	0.75-0.95元/W	1.0-2.0元/W
量产成熟度	大规模量产	逐步规模量产	小规模量产	即将成熟	即将成熟
设备投资额	1-1.5亿元/GW	1.5-2亿元/GW	3.5-4亿元/GW	1.5-2亿元/GW	2.5-3亿元/GW
产线兼容性	—	兼容 PERC	不兼容 PERC	—	—
可制造性	难度低，工序 12 步	难度中低，工序 12 步，可由 PERC 升级	难度中高，工序 4 步	难度中高，工序 12 步	难度中高，工序 19 步
优点	成熟度高	可从现有产线升级，性价比高	工序少	正面无栅线遮挡，效率较高	正面无栅线遮挡，效率较高
目前主要问题	效率提升空间小	技术成熟度、良率和效率有待进一步提升	量产难度高，设备投资高	双面率低，组件全面焊接存在问题	成本高，工艺技术复杂
代表厂家	业内多数	晶科/晶澳/通威/中来/正泰/天合光能/一道/阿特斯	华晟/东方日升	隆基	爱旭

资料来源：正泰新能源，招股说明书，浙商证券研究所

TOPCon 电池成本端基本实现与 PERC 打平，未来有望继续降本。根据 Solarzoom 数据测算，目前 TOPCon 成本比 PERC 高约 0.07 元/W；主要来自银浆耗量及设备折旧。1) 银耗：PERC 电池单片银浆耗量 70mg，而 TOPCon 电池单片银浆耗量约 120mg，目前市场上银浆约 5500 元/kg，TOPCon 银浆成本高 0.04 元/W；2) 设备投资带来的折旧：相较于 PERC，TOPCon 单 GW 投资额增加约 5000-7000 万元，按照 6 年折旧周期，对应成本增加

0.01 元/W; 3) 硅片成本已基本打平: 以中环 7 月公布的 166 硅片报价 6.7 元测算, 在 PERC 23%效率对比 TOPCon 24.5%效率的基准下, N 型较 P 型硅成本已基本打平。

表11: TOPCon 成本已基本和 PERC 打平

	PERC	TOPCon
关键技术信息		
电池片效率	23.00%	24.50%
M6 每片 W 数 (W/片)	6.22	6.71
电池片厚度 (um)	155	150
良率	98%	96%
电池片连接技术	9BB	9BB
关键假设		
税率	13%	
设备折旧期(年)	6	
电池片单 W 成本测算		
1. 硅片成本	基于 2022 年 7 月中环报价	基于 2022 年 7 月中环报价
M6 硅片含税价格 (元/片)	6.26	6.7
单 W 含税成本 (元/W)	1.01	1.00
单 W 不含税成本 (元/W)	0.89	0.88
2. 非硅成本		
2.1 设备折旧		
生产设备价格(亿元/GW)	1.4	2
单 W 折旧成本 (元/W)	0.023	0.033
2.2 浆料		
M6 电池片银浆耗量 (mg/片)	80	130
银浆含税价格 (元/kg)	6000	6000
单 W 含税成本 (元/W)	0.08	0.12
单 W 不含税成本 (元/W)	0.07	0.10
2.3 其他成本 (元/W)	0.12	0.13
2. 非硅含税成本合计 (元/W)	0.22	0.28
非硅不含税成本合计 (元/W)	0.21	0.27
考虑良率后的不含税总成本 (元/W)	0.22	0.28
与 PERC 电池成本差 (元/W)		0.06
3. 含税总成本 (元/W)	1.23	1.28
不含税总成本 (元/W)	1.10	1.15
考虑良率后的不含税总成本 (元/W)	1.12	1.20
与 PERC 电池成本差 (元/W)		0.07

资料来源: Solarzoom, 浙商证券研究所

光伏新老玩家加码 TOPCon，TOPCon 产业化持续推进。据不完全统计，TOPCon 及新型高效电池已投产、在建及规划产能达 310GW。截至 2022 年 Q3，行业已有 40GW+N 型 TOPCon 电池实现投产，目前晶科、天合、中来、晶澳、通威、钧达、一道、润阳、上机等厂商均有不同规模的投入计划，预计 2023-2025 年迎来扩产高峰期，年均扩产规模有望超 100GW。

表12: 据不完全统计，TOPCon 及新型高效电池已投产、在建及规划产能达 310GW

公司名称	产地	产能情况 (GW)	TOPCon 电池			高效电池	
			投产	在建	规划	在建	规划
晶科能源	安徽合肥	8	√				
	浙江海宁尖山	8	√				
	安徽合肥	8	√				
	浙江海宁尖山	11		√			
天合光能	江苏常州	0.5	√				
	江苏宿迁	8		√			
	青海西宁	10					√
晶澳科技	河北宁晋	1.3		√			
	浙江义乌	5		√			
	云南曲靖	10				√	
	江苏扬州	10					√
中来股份	江苏泰州	3.6	√				
	山西太原	4	√				
	山西太原	4		√			
	山西太原	8			√		
通威股份	四川眉山	1	√				
	四川眉山	16				√	
	四川眉山	16					√
	四川成都金堂	8				√	
正泰新能	浙江海宁	4	√				
上机数控	徐州	24				√	
无锡尚德	无锡	2		√			
沐邦高科	湖北鄂州	10			√		
	广西梧州	10			√		
皇氏集团	安徽阜阳	20			√		
阿特斯	江苏宿迁	10		√			
一道新能源	泰州、衢州	6		√			
协鑫集成	安徽芜湖	20			√		
钧达股份	安徽滁州	8	√				
	安徽滁州	10			√		
	江苏淮安	26			√		
润阳能源	江苏盐城	10		√			
同翎新能源	江苏高邮	5		√			
聆达股份	安徽六安金寨	5		√			
合计		310.4	45.1	67.3	104	58	36

资料来源：公司公告，公开网站，浙商证券研究所

TOPCon 近两年市场将加速放量，预计 2022-2025 年市场空间或超 840 亿元。假设：
 1) 我国电池片产量从 2021 年的 198GW 增长至 2025 年的 679GW，电池片产能从 361GW 增长至 1132GW。2) TOPCon 市占率从 2021 年的 4% 提升至 2025 年的 40%。3) 设备投资额从 2021 年的 2.2 亿，下降至 2025 年的 1.8 亿元。测算得出预计 2022-2025 年 TOPCon 市场空间合计超过 840 亿元，2023-2025 年为 TOPCon 扩产高峰。

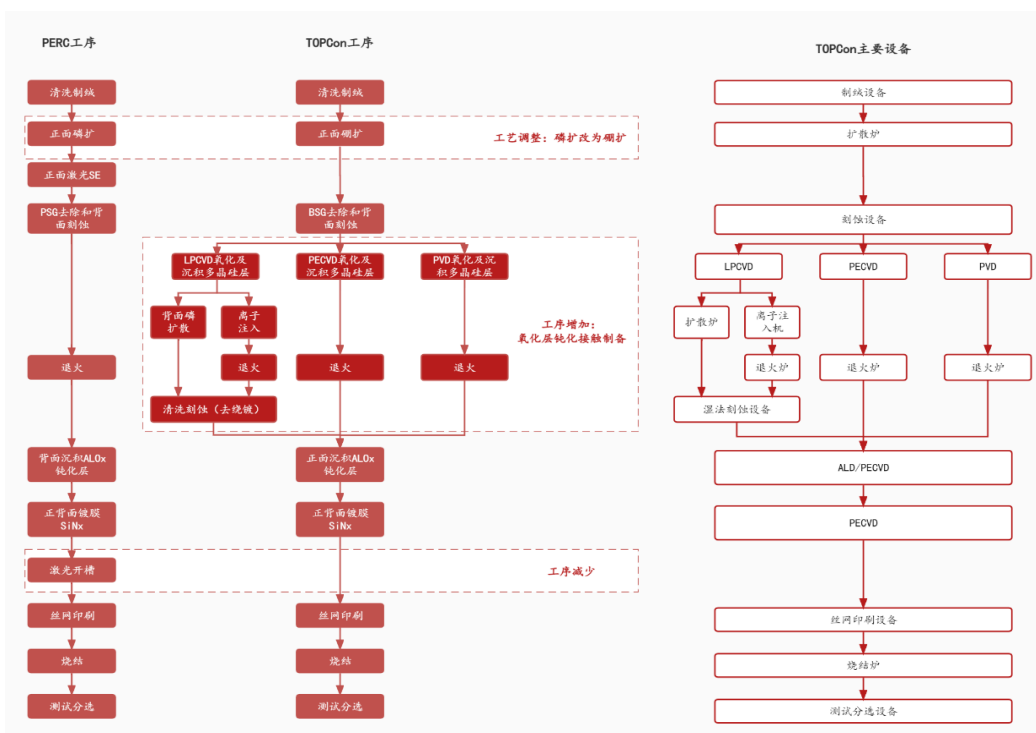
表13: 预计 TOPCon 2022-2025 年市场空间超 842 亿元

项目	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E	
核心假设	我国电池片产量 (GW) ①	109	135	198	287	402	679	
	yoy②		24%	47%	45%	40%	30%	
	产能利用率③	66%	67%	55%	60%	60%	60%	
	我国电池片产能 (GW) ④=①/③	164	201	361	478	670	1132	
TOPCon 渗透率⑥	0%	1%	4%	18%	28%	35%	40%	
TOPCon 测算	TOPCon 产能合计 (GW)	1	2	14	86	187	305	453
	TOPCon 新增产能 (GW)		1	12	72	101	117	148
	单GW设备投资额 (亿元)		2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8
	设备市场空间 (亿元)		2	27	150	203	223	266
	yoy			1073%	451%	35%	10%	20%

资料来源：CPIA，IRENA，浙商证券研究所测算

TOPCon 技术方案多样，PECVD 有望接替 LPCVD 成为主流。在 PERC 技术升级为 TOPCon 的核心三大工艺步骤中（隧穿氧化层、多晶硅层、扩散），多家厂商推出了各自的技术方案，氧化层需要新增的设备主要是氧化炉、PECVD、PEALD，隧穿氧化层一般需要增加 LPCVD、PECVD，根据掺杂方案的不同，需要增加退火炉、扩散炉或者离子注入机。LPCVD 工艺路线成熟度最高，为目前 TOPCon 电池制备的主流工艺，未来随着 PECVD 技术不断完善，工艺稳定性不断提升，PECVD 有望因其更低成本而逐渐成为主流。LPCVD 出现时间最早，发展最为成熟，成膜质量高、产能高，但存在较为严重的绕镀问题，且石英管等耗材成本较高。PECVD 绕镀问题轻微，无需使用石英管因而耗材成本低，但目前成膜均匀性不稳定、成膜致密度不高，后续有望受益于技术迭代成为主流技术。PVD 不存在绕镀问题，但设备投资额高，成膜质量不稳定，工艺路线有待成熟。

图48: TOPCon 技术路线多样，可基于 PERC 产线进行升级

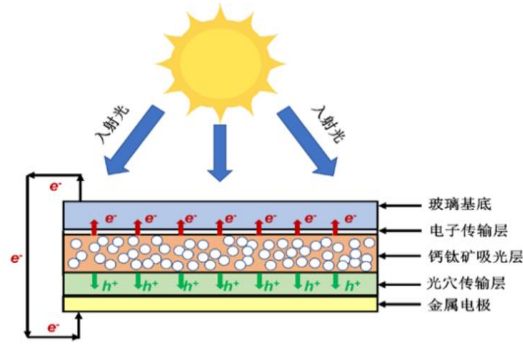


资料来源: Solarzoom, 浙商证券研究所

2.3.3 钙钛矿: 原子层沉积可用于钙钛矿电池的制备和封装, 产业化渐行渐近

钙钛矿电池或为下一代光伏技术, 渐成崛起之势。钙钛矿是一种分子通式为 ABX₃ 的晶体材料, 呈八面体形状, 光电转换效率高, 在光伏、LED 等领域应用广泛。钙钛矿太阳能电池 (PSCs) 是利用钙钛矿结构材料作为吸光材料的太阳能电池, 具有高效率、低成本、高柔性等优势。

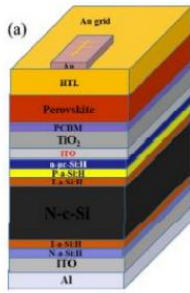
图49: 钙钛矿太阳能电池结构及发电原理



资料来源: 美能光伏, 浙商证券研究所

钙钛矿电池理论极值高于晶硅, 可制 TOPCon、HJT 叠层电池。钙钛矿可制备 2 结、3 结及以上的叠层电池, 单结 PSCs 当前最高转换效率达 25.7%, 理论转化效率达 31%。目前钙钛矿-硅异质结叠层电池实验室效率世界记录达 31.3%, 钙钛矿-TOPCon 叠层电池转换效率世界纪录为 28.2%。

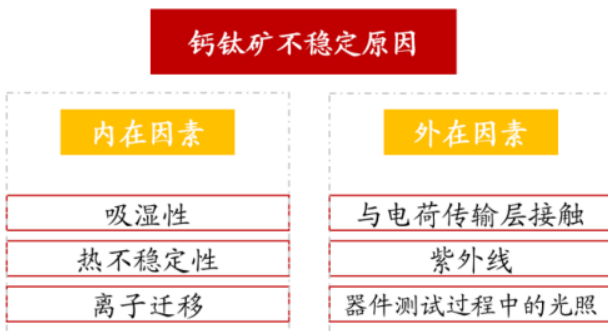
图50: 钙钛矿-硅异质结叠层电池结构图



资料来源: 南开大学光电子薄膜器件与技术研究所, 浙商证券研究所

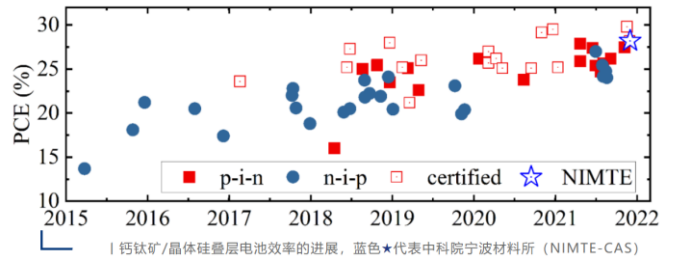
稳定性是制约钙钛矿太阳能电池产业化的重要因素。钙钛矿太阳能电池主要缺点是寿命短(稳定性低)。目前钙钛矿太阳能电池的 T80 寿命(效率下降到初始值的 80%)约 4000 小时, 距当前主流光伏技术的 25 年寿命相差甚远。从原因来看, 钙钛矿太阳能电池不稳定的原因可以分为吸湿性、热不稳定性、离子迁移等内在因素, 和紫外线、光照等外在因素。

图52: 钙钛矿不稳定的原因



资料来源: PCCP, 浙商证券研究所

图51: 钙钛矿-TOPCon 叠层电池转换效率世界纪录 28.2%



资料来源: 中科院宁波材料所, 浙商证券研究所 (蓝色五角星为中科院宁波材料所)

图53: 钙钛矿太阳能电池稳定性的进展

时间	工作环境	连续工作时长 (小时)	衰减情况	备注
2016年	标准光源	12000	无衰减	巴掌大小的钙钛矿组件
2019年	70°C	1800	衰减低于5%	没有任何晶硅能做到
2020年	85°C, 85%RH	2000	无衰减	-
2020年	晶硅 IEC61215	9000	无衰减	没有任何晶硅能做到

资料来源: 协鑫纳米, 浙商证券研究所

原子层沉积可用于钙钛矿电池的制备和封装。钙钛矿电池结构多样，核心结构包括电子传输层、钙钛矿层和空穴传输层，工艺包括薄膜制备、激光刻蚀、封装三步。原子层沉积可用于电子传输层和空穴传输层、电池封装中。1) 在传输层制备中，原子层沉积技术可以使电子传输层在保持较薄厚度的前提下，保持较好的均匀性和保型性，保证薄膜的电学性能。2) 在电池封装中可应用原子层沉积制备阻水阻氧层。钙钛矿电池的不稳定性极高，水分和氧气的侵入是导致该爱看不稳定的主要外在因素，利用致密无孔洞的原子层沉积氧化物可以很好地阻隔水氧，维持钙钛矿电池地稳定性。

图54: 常见钙钛矿电池结构



(a) n-i-p 结构平面 PSC; (b) p-i-n 结构平面 PSC; (c) 介孔 PSC

资料来源:《钙钛矿光伏电池封装材料与工艺研究进展_王婷》, 浙商证券研究所

钙钛矿中试线逐步建设，产业化渐行渐近。PSCs 生产主要厂商协鑫光电、纤纳光电、极电光能均已完成超亿元融资，协鑫光电已投建全球首条 100MW 大面积组件中试线，极电光能也已开始建设 150MW 试验线，纤纳光电七次刷新小组件世界纪录，产业化发展欣欣向荣。

3 竞争优势: ALD 技术优势打开市场，推动技术平台化发展

3.1 半导体: ALD 技术引领者，突破卡脖子技术

实现高端半导体 ALD 设备国产化从 0 到 1 突破，有望快速占领市场。首套用于 300mm (12 英寸) 晶圆的 High-k 栅氧层薄膜沉积的 ALD 设备在客户 28nm 生产线上获得验证，设备总体表现和工艺关键性能参数达到国际同类水平，并已取得客户重复订单，实现了国产半导体 ALD 设备在 28nm 集成电路制造关键工艺量产线上的突破，该设备荣获中国第十五届半导体创新产品。半导体 ALD 设备的国产化实现了从 0 到 1 的突破，自主可控背景下公司 ALD 设备有望实现快速放量。

表14: 国内设备公司 ALD 布局

公司名称	ALD 产品类型	ALD 产品应用领域	ALD 产品产业化情况
微导纳米	TALD	300mm (12 英寸) 晶圆的 High-k 栅氧层薄膜沉积	产业化应用
		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	产业化验证
	PEALD	第三代化合物半导体钝化层和过渡层	产业化验证
北方华创	TALD	HKMG 工艺	产业化应用
	PEALD	用于沉积 SiO ₂ 、SiN _x 、TiN、AlN 等多种膜层	未披露
拓荆科技	PEALD	SADP 工艺、STI 表面薄膜	产业化应用
	PEALD	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 ₂ 和 SiN 介质材料薄膜	产业化验证
	TALD	应用于逻辑芯片 28nm 以下制程, 沉积 Al ₂ O ₃ 、AlN 等多种金属化合物薄膜材料	研发中

资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所

半导体 ALD 技术行业领先, 产品性能达到国际同类水平。公司自 2019 年布局半导体 ALD 设备以来, 仅一年时间即推出 ALD high-k 设备发往客户, 九个月即获得下游客户验证并用于量产, 充分体现公司技术实力。公司专注于 ALD 技术, 解决了先进制程中薄膜沉积均匀性、金属污染及颗粒污染等工艺难题, 满足了先进器件产品生产要求。从半导体薄膜沉积设备性能指标来看, 公司半导体 ALD 设备的设备产能、平均故障间隔时间、平均修复时间、均匀性、薄膜颗粒控制、金属污染控制等多个技术指标已达到国际同类设备水平, 反应源的可拓展性、机台稳定运行时间等部分指标数据占有优势。

表15: 公司半导体 ALD 设备产品关键性能参数已达到国际同类设备水平

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℃), 2 个反应气体源	4 个 (温度可控 RT-250℃), 2 个反应气体源
机台稳定运行时间 (Uptime)	≥ 80%	≥ 85%
平均故障间隔时间 (MTBF)	≥ 200 小时	≥ 200 小时
平均破片率 (MWBB) [注 1]	<1@100,000	<1@100,000
平均修复时间 (MTTR)	≤ 6 小时	≤ 6 小时
薄膜片内均匀性 (1sigma,3mmEE) [注 2]	<1.2%	<1.2%
薄膜片间均匀性 (1sigma,3mmEE) [注 3]	<0.5%	<0.5%
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)

资料来源: 公司公告, 浙商证券研究所 (注 1: 平均破片率 (MWBB) <1@100,000 表示: 在每 100,000 片晶圆镀膜中, 破碎的片数小于 1 片; 注 2: 薄膜片内均匀性 (1sigma,3mmEE) <1.2% 表示: 在距离晶圆边缘 3mm (即去边 3mm) 范围内的薄膜沉积厚度不均匀性小于 1.2% (1 个标准差)。注 3: 薄膜片间均匀性 (1sigma,3mmEE) <0.5% 表示: 在距离晶圆边缘 3mm (即去边 3mm) 范围内的薄膜沉积厚度不均匀性小于 0.5% (1 个标准差)。)

布局逻辑+存储+显示+化合物半导体, 已获多个先进领域订单。公司已在逻辑芯片、先进存储、化合物半导体等多个半导体细分应用领域获得知名半导体公司的商业订单。至 2022 年 6 月末, 公司半导体设备合同金额超过 1.5 亿元。ALD 技术在先进逻辑芯片、新型存储芯片、化合物半导体、新型显示芯片等半导体领域中拥有良好的应用前景, ①在逻辑芯片领域, “28nm 逻辑芯片中高 k 栅介质层” 是国内集成电路突破 28nm 先进制程节点最难的工艺之一, 公司设备已实现客户量产线验证。②在存储芯片领域, “存储芯片的高 k 栅电容介质层、介质覆盖层、金属层” 应用于新型存储器, 如新型铁电存储器具有非易失性铁电场效应, 将有助于克服高速处理器和低速大容量内存之间的速度差异造成的传输瓶颈

问题，成为下一代主流存储方向之一。③在新型显示芯片领域，“硅基微型显示芯片的阻水阻氧保护层”应用于硅基 OLED 微型显示芯片，该类显示芯片采用集成电路 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。④在化合物半导体领域，“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。⑤“半导体量子器件的超导材料导电层”应用于半导体量子器件，属于目前半导体领域的前沿技术。

表16: 公司已签约半导体设备及订单（截至 2022 年 6 月末）

序号	合同签署时间	合同数量	具体应用场景	目前进度及验证阶段
1	2020	1套（2腔）	28nm逻辑芯片中高k栅介质层	已完成验收
2	2021	1套（3腔）	存储芯片的高k栅电容介质层、介质覆盖层	客户端（厂外）工艺测试
3	2021	1套（2腔）	第三代化合物半导体的钝化层和过渡层	客户端（厂外）装机和设备调试
4	2021	1套（2腔）	28nm逻辑芯片中高k栅介质层	客户端（厂外）装机和设备调试
5	2021	1套（2腔）	半导体量子器件的超导材料导电层	厂内装配制造
6	2022	1套（2腔）	硅基微型显示芯片的阻水阻氧保护层	厂内装配制造
7	2022	1套（2腔）	硅基微型显示芯片的阻水阻氧保护层	厂内装配制造
8	2022	1套（3腔）	存储芯片的高k栅电容介质层、金属层	厂内装配制造

资料来源：公司公告，浙商证券研究所

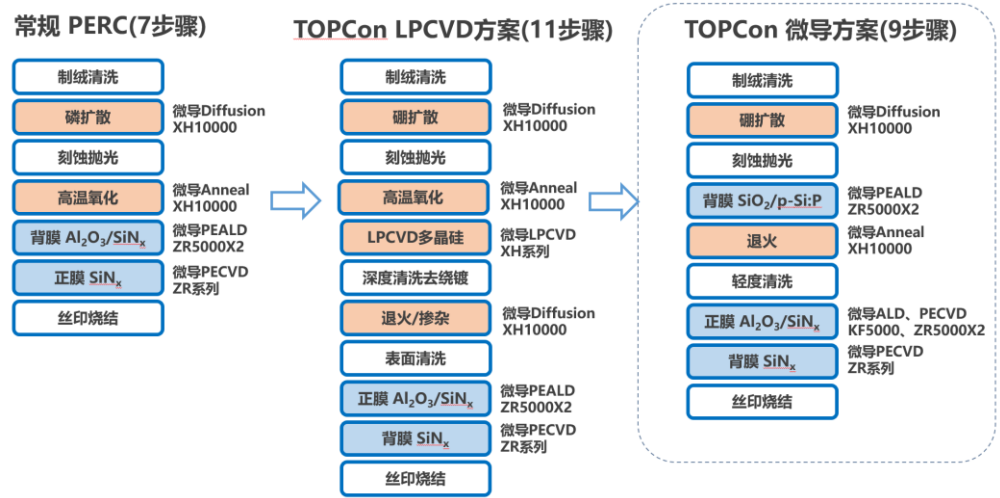
3.2 光伏：光伏技术布局全面，订单有望高速增长

公司以 ALD 技术为核心，已发展三代光伏设备产品：一代 ALD 设备、二代 PECVD/祝融 PEALD/羲和扩散炉、三代 TOPCon 工艺整线设备。公司在光伏领域持续以 ALD 技术路线为核心，深化发展包括热工艺 ALD 和等离子体工艺 PEALD 在内的 ALD 技术，同时兼顾 PECVD 等其他技术路线，以满足 TOPCon、HJT、IBC、钙钛矿等不同电池对不同薄膜工艺设备的需求。

公司 ALD 设备在新型电池产线中具备技术优势。PERC 中背面 Al₂O₃ 镀膜使用 PECVD 和 ALD 设备镀膜效果差别不大，但在 TOPCon 电池正面（具有金字塔结构的绒面）Al₂O₃ 钝化层的制备中，PECVD 的生长速率快可能会导致钝化效果略差于 ALD，且 ALD 技术具有优异的保形性且薄膜材料密度一致，因此成为 TOPCon 电池正面 Al₂O₃ 钝化层的主流技术路线。2022 年 1-6 月开标的 TOPCon 产线项目中正面 Al₂O₃ 钝化层制备均使用 ALD 技术。公司 ALD 设备在新型电池产线中得到下游客户广泛认可，2022 年上半年 TOPCon 及 xBC 电池公开招标产线中，公司 ALD 设备中标规模达 75%。

在 TOCon 领域，公司 ALD 设备市占率高达 60%-70%，逐步向整线设备商迈进。公司开发的 PEALD 二合一平台，集成了 PEALD 和 PECVD 两种工艺，分别用于制备隧穿层和多晶硅层，能够弥补 LPCVD 技术存在的不足。2021 年 4 月，微导纳米与尚德电力就 2GW TOPCon 整线项目签订合作协议，携手打造全球首条 GW 级以原子层沉积技术为核心的 TOPCon 整线，可兼容 182 mm 及 210 mm 硅片电池，目前量产效率已达到 25%，处于行业领先水平。2023 年 1 月，公司公告拟向彭山通威销售 ALD 钝化设备及 PE-Poly 设备，合同金额总计人民币 45,180.00 万（含税），代表公司 PE-Poly 设备的龙头客户的突破，为进一步推动整线设备导入客户树立标杆作用。

图55: 微导 TOPCon 方案仅 9 步



资料来源: 公司微信公众号, 浙商证券研究所

技术布局全面, xBC、HJT、钙钛矿有望放量。在 xBC 领域, 公司已获得隆基、爱旭批量设备订单。在 HJT 设备领域, 公司正在研发采用 ALD 技术实现 TCO 薄膜的制备, 也在依托 ALD 技术开发沉积新型 TCO 薄膜的设备, 例如采用 AZO (ZnO:Al) 等资源储量丰富的薄膜材料制备 TCO 薄膜, 以改善目前 HJT 电池的生产技术、降低 HJT 电池片生产成本。在钙钛矿领域, 公司具备钙钛矿叠层电池产品和技术储备, ALD 设备已出口欧洲。

表17: 公司部分已签署的高效光伏电池设备合同

序号	客户名称	合同内容	签署时间	所建产线新型太阳能电池技术路线
1	无锡尚德太阳能电力有限公司	PEALD 二合一设备、PECVD 设备、扩散炉、氧化退火炉	2021.4	TOPCon
2	通威太阳能(眉山)有限公司	PEALD 二合一设备、TALD 设备、扩散炉、氧化退火炉	2021.6	TOPCon
3	晶科能源(海宁)有限公司	TALD 设备	2021.11	TOPCon
4	泰州隆基乐叶光伏科技有限公司	TALD 设备	2022.2	HBC
5	滁州捷泰新能源科技有限公司	TALD 设备	2022.2	TOPCon
6	泰州隆基乐叶光伏科技(西咸新区)有限公司	TALD 设备	2022.3	HBC
7	珠海富山爱旭太阳能科技有限公司	TALD 设备	2022.3	N 型高效电池

资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所

3.3 依托 ALD 技术延展性, 拓展新应用领域未来可期

国家级专精特新“小巨人”, 在多个领域具有技术先进性。公司先后承担了江苏省科技厅“基于原子层沉积(ALD)技术的微纳器件制造关键技术研发”、“ALD 钝化下的“超级黑硅电池”技术及其量产装备合作开发”和“高介电常数栅介质材料原子层沉积设备的研发及产业化”等 3 项重大科研项目。公司荣获了十余项省级以上荣誉, 包括专精特新“小巨人”企业、国家高新技术企业、江苏省“双创”团队、江苏省首台(套)重大装备产品、苏南国家自主创新示范区独角兽企业等。公司拥有江苏省原子层沉积技术工程技术研究中心、江苏省博士后创新实践基地、江苏省省级企业技术中心等 6 个省级研发平台, 产学研结合共同推动新技术研发。公司通过各项核心技术生产的设备在多个工艺性能上具有先进性, 包括出色的成膜质量、超高的产能、优异的稳定性和多种薄膜工艺的制备能力等。

表18: 公司技术先进性水平及具体体现

工艺性能	性能描述	公司先进性具体体现	先进性水平
出色成膜质量	薄膜质量主要体现在薄膜的均匀性和颗粒污染等方面,薄膜质量的高低直接影响电池或器件的性能和质量,提高薄膜均匀性和降低颗粒污染具有较高的技术难度和壁垒。	①在成膜均匀性方面,公司解决了反应过程中工艺反应气体控制的难题,通过对喷淋板、脉冲阀及真空腔室的配合设计,确保不同反应气体在进入反应腔前相互隔离,在反应腔的任何部位的气体浓度相同,保证了薄膜沉积厚度均匀性。光伏领域可实现大批量装载薄膜厚度不均匀性达到片内、片间 $\leq 3\%$ 的要求,半导体领域可实现2nm厚度的HfO ₂ 薄膜厚度不均匀性达到 $<1.2\%$ 的要求,指标均已达到国际同类设备水平。②在颗粒污染控制方面,公司通过高效稳定的反应源输送,有效控制工艺携带颗粒污染满足量产要求,半导体领域可实现单片晶圆中60nm尺寸的颗粒污染小于5颗的标准。	达到国际同类设备水平
超高产能	由于ALD技术以单个原子层为单位逐层反应,沉积速度较慢,因此实现设备高产能技术具有较高的技术难度	为了满足薄膜沉积设备大批量工业化生产的需求,公司通过对气体输送系统、反应腔体、匀流系统、基底装载及加热系统以及工艺条件控制等方面进行创新的综合设计,大大提高了工作效率,使设备具有超高的产能。光伏设备中的单腔体批次装载量可达2,400片(210 \times 210mm硅片),产能达到10,000片/小时的ALD设备已实现批量销售,产能达15,000片/小时和20,000片/小时的设备也已进入量产阶段,镀膜产能远高于同行业的5,700-7,200片/小时。半导体设备的单腔体批次装载量可达25片(300mm晶圆),实现了设备在高良率下具备高产能的镀膜能力。	达到国际同类设备水平
优异的稳定性	设备运行的稳定性和连续性决定了设备的使用效率,设备长时间的稳定运行对于成本控制至关重要。	公司在反应环境控制、在线工艺监测、延长清理周期的新型气体分配装置、反应源处理装置等方面进行不断创新突破,有效的提高了设备维护周期,显著降低了设备在客户端的计划停机时间和运维成本,光伏设备的机台稳定运行时间超过98%,半导体设备的机台稳定运行时间超过85%;同时,公司在高速机械运动以及安全保护等方面的技术进行突破,有效减少生产过程造成的机械碎片损失,可以使碎片率 $\leq 0.03\%$,良率 $>99\%$,实现了ALD设备高产能、高良率。	达到国际同类设备水平
多种薄膜工艺的制备能力	在各类基底上沉积不同类型的薄膜涉及不同的化学反应气体和工艺环节,需要经过反复的设计、验证和调试过程,以满足不同薄膜沉积反应需求,涉及大量复杂且专业的仿真、设计、控制等方面技术。	公司通过综合运用原子层沉积反应器设计、能量控制等技术,目前已开发热工艺的ALD、等离子体工艺的PEALD等多种设备类型,具备沉积Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Si ₃ N ₄ 、HfO ₂ 、ZrO ₂ 、La ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、TiN、AlN、ZnO等多种薄膜工艺的能力,应用领域具有较强的拓展性,可满足下游客户多样化的薄膜沉积需求。	达到国际同类设备水平

资料来源:公司公告,浙商证券研究所

积极推进ALD技术在新产业的应用。ALD技术是具备前瞻与共性的关键真空镀膜技术,不仅应用于集成电路、光伏新能源、柔性电子等领域,还可应用于显示领域、燃料电池、微机电系统及传感器、光学器件、生物医药、高功率器件等重要产业。公司作为国内ALD技术领军者,积极拓展ALD技术在各个领域的应用,如新型显示领域、新能源领域、化合物半导体和微机电领域的研发,未来有望实现更多应用领域突破。

表19: 公司在研项目涉及多个应用领域

序号	名称	拟达到的目标	所处阶段及进展情况	应用领域
1	TOPCon 整线技术的开发	开发出可量产的批量型等离子增强型 ALD (PEALD) 设备及其配套的自动化设备, 采用二合一架构, 同时完成 TOPCon 电池正面钝化层产业化验证及减反射层、背面隧穿层及多晶硅层的制作		TOPCon 电池
2	应用于新能源电池的 ALD 镀膜设备的研发及产业化	开发出批量式粉末 ALD 沉积设备、新能源及催化材料改性柔性材料 ALD 沉积设备, 在精确控制镀膜厚度的同时, 提升包覆率、均匀性, 提高材料性能, 降低原材料耗用量以及提升产能, 生产成本	开发实现阶段	新能源
3	半导体制造 ALD 设备平台	开发具有国际水平的半导体制造 ALD 设备产品及配套工艺平台	开发实现阶段	半导体等领域
4	大尺寸硅片 PEALD/PECVD 设备	开发基于等离子增强型的 ALD 设备 (PEALD), 以及配套设备, 使其能够满足相关工艺加工需求	开发实现阶段	光伏领域
5	新一代化合物半导体 Mini LED 显示技术关键工艺技术研发及产业化	本项目研发的针对新一代化合物半导体 Mini LED 显示技术的设备可用于各类高、低温薄膜工艺应用, 特别是氮化硅工艺, 能够全面满足 300mm/200mm 晶圆的薄膜沉积工艺需求, 为先进逻辑芯片、存储芯片、先进封装等提供介质层、图案化等关键工艺解决方案。	开发实现阶段	新型显示领域
6	先进化合物半导体及微机电关键工艺及产业化应用	开发 6/8 寸单片 ALD 系统, 用于特殊半导体器件、MEMS、光电器件及化合物半导体器件等行业应用	开发实现阶段	化合物半导体和微机电领域
7	尖端存储器制造关键低温工艺及装备的研究与产业化	研发工艺用高生产率配置 ALD 系统, 采用新 ALD 循环掺杂比例的技术, 将多元系氧化物的组成比控制在个别应用领域元件所需的组合比, 提供了解决目前铁电存储器 (FeRAM) 和铁电场效应晶体管 (FeFET) 器件制造方案	开发实现阶段	半导体等领域
8	基于 300mm 晶圆半导体制造高产能自动化真空传输技术的研究与产业化	开发具有自主知识产权的原子层沉积团簇平台, 是生产 ALD 和其它 10nm 以下的工艺腔体必备的低微尘、高产能的晶圆传输平台	开发实现阶段	半导体等领域
9	28nm 及以下技术节点高介电栅氧及金属栅工艺技术和装备的国产化	开发用于先进芯片制造高介电常数 (High-k) 材料的原子层沉积 (ALD) 设备及工艺	开发实现阶段	半导体等领域
10	高效太阳能晶硅电池接触钝化技术的研究与产业化	开发应用于新型高效电池技术生产工序中的正背膜钝化设备, 确保光电转换效率的进一步提升, 并进一步提升了高效电池的产能	开发实现阶段	光伏领域
11	叠层电池技术研发	开发一种等离子体镀膜用电极结构, 保证镀膜均匀性; 开发一种沉积多种材料类型的镀膜技术, 保证硅异质结电池 (叠层电池) 技术灵活性, 为更高效电池效率的取得提供可能性	开发实现阶段	光伏领域
12	高阻隔膜产业化技术开发	开发幅宽大、阻隔等级超高的量产型卷对卷空间原子层设备及配套自动化装备	开发实现阶段	柔性电子材料

资料来源: 招股说明书, 浙商证券研究所

4 盈利预测与估值

4.1 盈利预测: 预计公司 2022-2024 年归母净利润复合增速 112%

预计公司 2022-2024 年实现营业收入 6.72、14.07、23.62 亿元, 同比增长 57%、109%、68%, CAGR 87%; 归属母公司净利润 0.56、1.65、2.50 亿元, 同比增长 20%、198%、51%, CAGR 112%; 综合毛利率为 40.3%、41.3%、39.5%。

(一) 专用设备

1、光伏设备:

- 1) ALD 设备: 2019-2021 年, 光伏 ALD 设备销量分别为 38/59/22 台, 单台设备均价分别为 531.44/507.06/618.95 万元, 单台设备价值量提升主要是因为公司单台设备产能扩大。预计公司 2022-2024 年 ALD 设备营收将迎来快速增长, 主要基于: a) TOPCon、xBC 放量, 下游需求高景气。2022 年 TOPCon 已落地 40GW, 目前 TOPCon、xBC 新型高效电池扩产规划超 310GW, 预计 2023-

2025年TOPCon迎来扩产高峰期，年均扩产规模有望超100GW，TOPCon放量带动公司光伏ALD设备订单增长。b)ALD设备在TOPCon正面镀膜具有技术优势，公司ALD设备性能指标处于行业领先地位。据公司招股书，2022年1-6月开标的TOPCon产线项目中正面Al₂O₃钝化层制备均使用ALD技术。光伏ALD设备在TOPCon、xBC等新型高效电池技术优势突出，2022年上半年TOPCon及xBC电池公开招标产线中，公司ALD设备中标规模达75%。c)光伏ALD设备在手订单充足。截至2022年三季度，公司ALD设备在手订单（包括光伏、半导体和柔性电子领域）约15.9亿元，其中光伏ALD设备占主要比重。一般光伏设备从订单到确认营收在6-12个月左右，根据目前公司在手订单高增长的情况，预计公司2023-2024年光伏ALD设备收入迎来高增长。d)公司人员增长、募投项目提供产能支撑。根据公司招股书，2022年中员工人数已是2019年末的3.14倍，员工数量增长为未来产能提供支撑。此外根据公司招股书，本次募投项目之一为建设基于原子层沉积技术的光伏及柔性电子设备扩产升级项目，拟新增年产120台ALD设备的生产能力，项目建设期两年，届时公司产能将大幅增长。

基于以上分析，预计公司2023-2024年光伏ALD设备营收将迎快速增长，假设2022-2024年销售量35、130、210台。预计设备产能提升带来设备均价提升，假设公司2022-2024年光伏ALD设备销售均价为600、620、630万元；ALD设备毛利2018-2021年呈下降趋势，假设2022-2024年毛利率45%、44%、43%。

- 2) PECVD设备：公司PECVD于2020年研发完成，适用于多种高效电池技术，可用于制备SiNx、SiONx、SiC、SiOx等复合钝化膜。PECVD设备于2021年开始确认营收，2021年销量19台，单台设备均价374.9万元，毛利率18.79%，毛利率较低的原因是PERC市场存在成熟产品竞争。PECVD设备市场竞争较为激烈，且存在成熟产品，预计销量平稳增长，假设2022-2024年PECVD设备销量20、25、40台，销售均价370万元，毛利率随着市场竞争加剧逐年略有降低为19%、18.5%、18%。
- 3) PEALD二合一设备：公司PEALD二合一系统适用于PERC、TOPCon、IBC、TBC等高效电池技术路线，可用于制备Al₂O₃/SiNx、SiO₂/poly-Si(i), poly-Si(n+), poly-Si(p+)等多种薄膜。PEALD二合一设备于2021年开始确认营收，2021年销量17台，毛利率19.59%，毛利率较低原因是市场存在成熟产品。预计公司PEALD设备将逐步导入大客户，假设2022-2024年PEALD二合一设备销量分别为30、40、80台，销售均价维持在420万元，毛利率预计随着市场竞争加剧逐年略有降低为20%、19%、18%。
- 4) 其他光伏设备：公司其他光伏设备包括羲和系列扩散、退火、氧化炉等，适用于PERC、TOPCon、IBC、TBC等高效电池技术路线的应用。公司TOPCon整线工艺能力已获得验证，扩散、退火、氧化炉等作为整线工艺的设备预计将迎来快速增长。预计TOPCon将在2022-2025年迎来扩产高峰，公司扩散炉等设备充分受益于TOPCon产能扩张，2022年为羲和系列设备导入期，预计2023、2024年销量稳步增长。假设2022-2024年其他光伏设备销量为30、30、50台，销售均价维持在200万元，毛利率维持在20%。

2、半导体设备

SEMI 预测 2020-2025 年全球 ALD 设备年复合增长率 26.3%，复合增长率高于其他半导体设备。根据前述测算 2024 年我国半导体 ALD 设备市场规模预计超百亿，市场空间广阔。

公司是国内半导体 ALD 设备龙头，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 节点集成电路制造前道生产线的国产设备公司，设备总体表现和工艺关键性能参数达到国际同类水平，并已获得客户重复订单认可，成功解决了一项半导体设备“卡脖子”难题。除上述在集成电路已实现产业化应用的功能外，公司 ALD 设备沉积的 HfO₂、ZrO₂、La₂O₃ 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，沉积的 Al₂O₃、TiN、AlN 可用于化合物半导体、量子器件的超导材料导电层等，上述应用均已完成客户的试样测试并签署订单。目前公司已在逻辑芯片、先进存储、化合物半导体等多个半导体细分应用领域获得知名半导体公司的商业订单。至 2022 年 6 月末，公司半导体设备合同金额超过 1.5 亿元。

基于以上分析，预计 2022-2024 年公司半导体设备业务营收 0.45、10.3、2.56 亿元，同比增速 79%、128%、149%，假设毛利率为 44.1%/46.5%/49.6%。

3、柔性电子设备

目前公司产品为 FlexGuard（FG）系列卷对卷原子层沉积镀膜系统，主要为 OLED 等各类柔性电子器件镀膜实现阻水阻氧保护。该设备能够在大幅宽的材料表面沉积高性能阻隔层，具备良好的阻水阻氧能力，能够有效保护 OLED 器件的性能和寿命。目前首台设备已在客户现场验证，并已获得客户重复订单。预计随着市场导入及客户拓展，公司柔性电子设备营收逐步提升，假设 2022-2024 年销售额 2000、3000、4000 万元，毛利率稳定在 45%。

（二）配套产品及服务

1、设备改造：公司设备改造集中在光伏领域设备，设备改造的内容主要包括尺寸改造、工艺改造等。公司设备改造业务均为对自身实现销售的在役设备进行改造，预计随着设备累计销量的增长将持续产生后续设备改造业务机会，其业务规模与光伏电池硅片大尺寸化趋势、公司臭氧工艺的推广以及新工艺开发及应用情况等因素相关。

- 1) 工艺改造：该业务包括臭氧工艺改造、新型电池技术增加反应源装置等新型工艺开发应用。公司臭氧工艺与原水工艺相比可增加硅片的少数载流子寿命，增强薄膜钝化效果，使存量产线生产的电池光电转换效率提升。公司目前的工艺改造均为应用于 PERC 电池领域的 ALD 设备臭氧工艺改造。假设 2022-2024 年工艺改造订单增速保持稳定在 5%。
- 2) 尺寸改造：受光伏市场硅片大尺寸趋势影响，尺寸改造存在持续业务机会。客户对于设备尺寸的需求来自于光伏市场上硅片大尺寸化的发展趋势，近年来，光伏电池片在 158mm、166mm、182mm 乃至 210mm 逐步升级过程中。2020 年，166mm 硅片的市场份额从年初的约 20% 快速增长至年末的约 70%，公司在当年承接了较多的 166mm 尺寸改造订单并在 2021 年度陆续执行完成。2021 年以来，182mm、210mm 的大尺寸硅片的市场份额正在迅速提高，带动 166mm 设备向更大尺寸改造需求。假设 2022-2024 年尺寸改造订单增速分别为 10%。

2、备品备件及其他：公司设备在运行过程中，部分零部件会出现正常损耗，因此下游客户需向公司采购易损耗的零部件。备品备件主要为载具（一体舟）、去离子水等产品。公司还针对设备提供载具清洗、耗材更换等后续服务。2019-2021年该业务毛利率分别为77.74%、76.90%、78.43%，假设2022-2024年该业务增速稳定在20%，毛利率参考历史年度水平假设稳定在75%。

期间费用率关键假设：近年来光伏、半导体等下游应用高景气，公司订单实现高增长，管理、销售及支持人员数量增加，考虑到公司营收增长带来的规模效应，预计销售、管理费用率逐步下降，假设2022-2024年销售费用率分别为6.5%、6.3%、6.2%，管理费用率分别为6.2%/5.8%/5.6%。预计公司将持续加大研发投入，发力半导体、光伏、柔性电子及锂电池等领域应用，假设2022-2024年研发费用率维持在20%。

表20：关键假设表（单位：百万元）

		2020	2021	2022E	2023E	2024E
营业收入	收入	313	428	672	1407	2362
	yoy	45%	37%	57%	109%	68%
	毛利率	51.9%	45.8%	40.3%	41.3%	39.5%
1. 专用设备	收入	299	300	535	1259	2203
	yoy	48.1%	0.4%	78.1%	135.4%	75.0%
	毛利率	50.8%	34.5%	32.6%	37.9%	37.3%
1.1 光伏设备	收入	299	275	470	1127	1907
	毛利率	50.8%	32.9%	31.0%	36.9%	35.4%
1.1.1 ALD 设备	收入	299	136	210	806	1323
	毛利率(%)	50.8%	46.8%	45.0%	44.0%	43.0%
1.1.2 PECVD 设备	收入	—	71	74	93	148
	毛利率(%)	—	18.8%	19.0%	18.5%	18.0%
1.1.3 PEALD 二合一设备	收入	—	68	126	168	336
	毛利率(%)	—	19.6%	20.0%	19.0%	18.0%
1.1.4 其他设备	收入	—	—	60	60	100
	毛利率(%)	—	—	20.0%	20.0%	20.0%
1.2 半导体设备	收入	—	25	45	103	256
	毛利率	—	52.2%	44.1%	46.5%	49.6%
1.3 柔性电子设备	收入	—	—	20	30	40
	毛利率	—	—	45.0%	45.0%	45.0%
2. 配套产品及服务	收入	13	127	137	147	158
	毛利率	76%	73%	70%	70%	70%
2.1 设备改造	收入	2	123	131	140	150
	毛利率	69.1%	72.5%	70.0%	70.0%	70.0%
2.1.1 工艺改造	收入	—	73	76	80	84
	yoy	—	—	5.0%	5.0%	5.0%
2.1.2 尺寸改造	收入	2	50	55	60	66
	yoy	868.5%	2338.6%	10.0%	15.0%	15.0%
2.2 商品备件及其他	收入	11	4	5	6	8
	毛利率	76.9%	78.4%	75.0%	75.0%	75.0%
3. 其他业务	收入	0.1	0.4	0.5	0.5	0.5
	毛利率	100.0%	-21.3%	80.0%	80.0%	80.0%

资料来源：招股说明书，浙商证券研究所

4.2 投资建议：看好公司半导体和光伏业务高增长，首次覆盖给予“增持”评级

公司主要产品包括半导体设备、光伏设备和柔性电子设备，主要应用领域为半导体、光伏等。我们选取可比公司为北方华创、中微公司、拓荆科技、捷佳伟创和迈为股份，其中，北方华创、中微公司、拓荆科技产品主要应用领域为半导体领域，捷佳伟创、迈为股份产品主要应用领域为光伏领域。微导纳米与上述可比公司在主营业务、主要产品、应用领域、经营情况及主要竞争产品等方面的比较如下：

表21：可比公司比较

可比领域	可比公司	产品构成及应用领域	经营情况	与微导纳米主要竞争产品
半导体设备	北方华创	主要产品为电子工艺装备和电子元器件。电子工艺装备包括半导体装备、真空装备和锂电装备，应用于集成电路、半导体照明、功率器件、先进封装、机电系统、第三代半导体、新能源光伏、新型显示、真空电子、新材料、锂离子电池等领域。 电子元器件主要包括电阻、电容、晶体器件、模块电源、微波组件等，广泛应用于精密仪器仪表、自动控制等领域。	2021年营业收入96.8亿元，归母净利润10.8亿元。2021年电子工艺装备营收占比82%，电子元器件营收占比18%。	半导体镀膜设备（北方华创主要是PECVD，ALD设备实现销售） 光伏镀膜设备（以PECVD为主）
	中微公司	主要产品包括CCP刻蚀设备、ICP刻蚀设备、MOCVD设备。下游应用领域主要是集成电路、LED芯片、MEMS等半导体制造领域。	2021年营收31.1亿元，归母净利润10.1亿元。	半导体应用于金属互联的CVD钨制程设备正在客户验证，CVD、ALD设备开发中。
	拓荆科技	主要产品涵盖PECVD、ALD、SACVD三类半导体薄膜沉积设备，是国内唯一一家产业化应用的集成电路PECVD、SACVD设备厂商。拓荆ALD设备主要是PEALD，用于沉积介质薄膜，主要应用在SADP工艺和STI工艺。	2021年营收7.6亿元，归母净利润0.68亿元。2021年PECVD、SACVD、ALD营收占比89.1%、5.4%、3.8%。	半导体薄膜沉积设备（拓荆科技主要是PECVD设备，ALD设备已实现营收）
光伏设备	捷佳伟创	国内主要的太阳能电池设备企业之一，主营产品包括PECVD及扩散炉等在内的光伏设备，其光伏镀膜设备主要采用PECVD技术路线，目前尚无ALD设备。	2021年营收50.5亿元，归母净利润7.2亿元。	镀膜设备、扩散炉等光伏设备
	迈为股份	HJT整线设备龙头，目前尚无ALD设备。	2021年营收31亿，归母净利润6.4亿	HJT设备、丝网印刷设备

资料来源：各公司公告，公司招股书，Wind，浙商证券研究所（注：根据公司招股书，2020年北方华创光伏设备领域薄膜沉积设备收入约3-5亿元，占其2020年营收5%-8%，因此我们将北方华创划分至半导体设备领域可比公司）

预计公司2022-2024年实现营业收入6.72、14.07、23.62亿元，同比增长57%、109%、68%，CAGR 87%；归属母公司净利润0.56、1.65、2.50亿元，同比增长20%、198%、51%，CAGR 112%。对应2月16日收盘价，22-24年PS分别为24.0、11.4、6.8，PE为289.9、97.4、64.5，高于可比公司平均值。

考虑到在光伏领域，公司受益于行业扩产和PE-poly设备市占率的提升，xBC、钙钛矿放量可期，HJT有望实现技术突破，订单有望高速增长；半导体领域，目前ALD设备国产化率低市场空间大，公司作为国内半导体ALD设备先行者将充分受益。此外，公司营收和归母净利润预计实现高速增长，我们认为应当享有一定的估值溢价。首次覆盖，给予“增持”评级。

表22：可比公司估值（截至2023年2月16日）

证券简称	总市值(亿)	营业收入(亿元)				PS			归母净利润(亿元)				PE		
		2021	2022E	2023E	2024E	2022E	2023E	2024E	2021	2022E	2023E	2024E	2022E	2023E	2024E
北方华创	1,327	96.8	145.8	195.9	250.8	9.1	6.8	5.3	10.8	21.1	28.7	38.6	62.9	46.3	34.4
中微公司	680	31.1	46.1	61.7	80.6	14.7	11.0	8.4	10.1	11.4	14.6	18.6	59.7	46.7	36.6
拓荆科技-U	345	7.6	15.7	23.9	33.0	22.0	14.4	10.5	0.7	3.1	4.3	6.3	112.4	79.7	55.0
捷佳伟创	436	50.5	63.0	86.9	110.1	6.9	5.0	4.0	7.2	10.0	13.6	17.3	43.6	32.0	25.2
迈为股份	661	31.0	45.5	75.4	109.8	14.5	8.8	6.0	6.4	9.2	15.5	23.1	71.9	42.6	28.6
平均值						13.5	9.2	6.8					70.1	49.5	36.0
微导纳米	161	4.3	6.7	14.1	23.6	24.0	11.4	6.8	0.5	0.6	1.7	2.5	289.9	97.4	64.5

资料来源：Wind，浙商证券研究所

5 风险提示

1) 国内市场竞争加剧的风险

近年来 ALD 技术因其良好的市场空间和丰富的应用场景受到关注，国内竞争者开始出现。公司国内半导体薄膜沉积设备竞争对手的主要有北方华创、拓荆科技、中微公司，光伏领域薄膜沉积设备的竞争对手包括主要采用 ALD 技术的无锡松煜、理想晶延，主要采用 PECVD 技术的捷佳伟创、北方华创、红太阳、拉普拉斯、Centrotherm。随着国内竞争者的增加，可能对公司生产经营产生不利影响。

2) 技术迭代及新产品开发风险

随着技术和应用领域的不断发展，下游客户对薄膜沉积设备工艺路线、材料类型、技术指标等要求也不断变化，因此会对产品提出新的要求。公司需要不断紧跟行业技术发展趋势、及时研发可满足行业技术要求的产品。如果公司未能准确理解下游客户的产线设备及工艺技术演进需求，或者技术创新产品不能契合客户需求，如无法持续提供满足电池降本增效需求的产品、无法响应新型高效电池（TOPCon、HJT 等）或半导体制造工艺制程继续提高等新的应用需求，可能导致公司设备无法满足下游生产制造商的需要，从而可能对公司的经营业绩造成不利影响。

3) 新产品验证进度及市场发展不及预期的风险

在光伏领域，新型高效电池如 TOPCon、HJT 在 2022 年以来扩产计划加速，但因技术成熟度、投资成本等限制性因素，规模化量产尚存在不确定性。在半导体领域，我国在先进制程的设备制造产业起步较晚，目前国内先进产线关键设备的国产化仍处于起步和发展阶段。如果国内新型高效电池和先进制程晶圆制造产线发展不及预期，公司未来销售增长将受到限制。

4) 美国半导体管制加剧风险

2022 年 10 月美国 BIS 对华半导体开展新一轮管制，对国内先进制程设备、零部件和人员开展了全面管制，对国内半导体行业扩产造成了一定不利影响。公司作为国内半导体 ALD 设备领先企业，可能会出现国外供应商受相关政策影响减少或者停止对公司零部件的供应，或者由于国产替代的元器件无法达到境外相关产品的质量和技术标准，进而影响公司产品生产能力、生产进度和交货时间。

表附录：三大报表预测值

资产负债表

(百万元)	2021	2022E	2023E	2024E
流动资产	1,276	2,872	3,543	5,003
现金	120	1,198	739	1,197
交易性金融资产	247	247	247	247
应收账款	152	343	720	1,093
其它应收款	6	17	46	86
预付账款	10	20	41	71
存货	403	698	1,329	1,793
其他	339	348	420	516
非流动资产	81	111	400	560
金融资产类	4	4	4	4
长期投资	0	0	0	0
固定资产	36	65	334	486
无形资产	8	8	13	17
在建工程	0	1	17	22
其他	32	32	32	32
资产总计	1,357	2,983	3,943	5,563
流动负债	446	987	1,782	3,152
短期借款	67	0	0	0
应付款项	197	582	966	1,761
预收账款	0	0	0	0
其他	183	405	816	1,391
非流动负债	27	27	27	27
长期借款	0	0	0	0
其他	27	27	27	27
负债合计	473	1,014	1,809	3,179
少数股东权益	0	0	0	0
归属母公司股东权益	883	1,968	2,134	2,383
负债和股东权益	1,357	2,983	3,943	5,563

现金流量表

(百万元)	2021	2022E	2023E	2024E
经营活动现金流	(76)	142	(168)	614
净利润	46	56	165	250
折旧摊销	16	7	36	55
财务费用	3	3	1	1
投资损失	(11)	(13)	(35)	(59)
营运资金变动	(146)	61	(390)	302
其它	15	29	55	65
投资活动现金流	(512)	(18)	(290)	(156)
资本支出	(23)	(31)	(325)	(215)
长期投资	0	(0)	0	0
其他	(489)	13	35	59
筹资活动现金流	232	954	(1)	(1)
短期借款	27	(67)	0	0
长期借款	0	0	0	0
其他	205	1,021	(1)	(1)
现金净增加额	(356)	1,078	(459)	457

利润表

(百万元)	2021	2022E	2023E	2024E
营业收入	428	672	1407	2362
营业成本	232	401	826	1430
营业税金及附加	2	3	7	12
营业费用	34	44	89	146
管理费用	26	39	79	128
研发费用	97	134	281	472
财务费用	2	1	(17)	(10)
资产减值损失	(13)	(13)	(25)	(30)
公允价值变动损益	1	0	0	0
投资净收益	11	13	35	59
其他经营收益	21	17	35	59
营业利润	40	50	157	238
营业外收支	0	0	0	0
利润总额	41	50	157	238
所得税	(6)	(5)	(8)	(12)
净利润	46	56	165	250
少数股东损益	0	0	0	0
归属母公司净利润	46	56	165	250
EBITDA	48	90	225	324
EPS (最新摊薄)	0.10	0.12	0.36	0.55

主要财务比率

	2021	2022E	2023E	2024E
成长能力				
营业收入	36.91%	57.05%	109.32%	67.92%
营业利润	-32.66%	24.66%	211.82%	51.11%
归属母公司净利润	-19.12%	20.40%	197.64%	51.11%
获利能力				
毛利率	45.77%	40.30%	41.27%	39.48%
净利率	10.78%	8.26%	11.75%	10.57%
ROE	5.22%	2.82%	7.74%	10.48%
ROIC	3.71%	4.59%	9.24%	11.70%
偿债能力				
资产负债率	34.89%	34.00%	45.89%	57.15%
净负债比率	53.58%	51.53%	84.79%	133.39%
流动比率	2.86	2.91	1.99	1.59
速动比率	1.21	1.83	0.98	0.04
营运能力				
总资产周转率	0.35	0.31	0.41	0.50
应收账款周转率	7.31	6.46	6.65	6.54
应付账款周转率	1.65	1.56	1.60	1.58
每股指标(元)				
每股收益	0.10	0.12	0.36	0.55
每股经营现金	-0.17	0.31	-0.37	1.35
每股净资产	1.94	4.33	4.70	5.24
估值比率				
P/E	349.07	289.93	97.41	64.46
P/B	18.22	8.18	7.54	6.75
EV/EBITDA	—	165.79	68.22	46.11

资料来源：浙商证券研究所

股票投资评级说明

以报告日后的6个月内，证券相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 买入：相对于沪深300指数表现 + 20% 以上；
2. 增持：相对于沪深300指数表现 + 10% ~ + 20%；
3. 中性：相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10% 之间波动；
4. 减持：相对于沪深300指数表现 - 10% 以下。

行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10% 以上；
2. 中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10% 以上；
3. 看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% 以下。

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。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。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。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，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、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。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。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>