

公司代码：688147

公司简称：微导纳米



江苏微导纳米科技股份有限公司
2023 年年度报告摘要

第一节 重要提示

1 本年度报告摘要来自年度报告全文，为全面了解本公司的经营成果、财务状况及未来发展规划，投资者应当到 www.sse.com.cn 网站仔细阅读年度报告全文。

2 重大风险提示

公司已在报告中详细描述可能存在的相关风险，敬请查阅第三节 管理层讨论与分析“四、风险因素”部分内容。

3 本公司董事会、监事会及董事、监事、高级管理人员保证年度报告内容的真实性、准确性、完整性，不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏，并承担个别和连带的法律责任。

4 公司全体董事出席董事会会议。

5 天职国际会计师事务所（特殊普通合伙）为本公司出具了标准无保留意见的审计报告。

6 公司上市时未盈利且尚未实现盈利

是 否

7 董事会决议通过的本报告期利润分配预案或公积金转增股本预案

公司拟向全体股东每10股派发现金红利0.85元（含税）。截至第二届董事会第十二次会议通知日（2024年4月16日），公司总股本454,455,359股，以扣减回购专用证券账户中股份总数803,658股后的股本453,651,701股为基数，以此计算合计拟派发现金红利38,560,394.59元（含税）。

如在本公告披露之日起至实施权益分派股权登记日期间，公司总股本发生变动的，拟维持每股分配比例不变，相应调整分配总额，并将另行公告具体调整情况。

上述事项已经董事会审议通过，尚需提交股东大会审议。

8 是否存在公司治理特殊安排等重要事项

适用 不适用

第二节 公司基本情况

1 公司简介

公司股票简况

适用 不适用

公司股票简况				
股票种类	股票上市交易所及板块	股票简称	股票代码	变更前股票简称
人民币普通股 (A股)	上海证券交易所科创板	微导纳米	688147	不适用

公司存托凭证简况

适用 不适用

联系人和联系方式

联系人和联系方式	董事会秘书（信息披露境内代表）	证券事务代表
姓名	龙文	朱敏晓
办公地址	无锡市新吴区长江南路27号	无锡市新吴区长江南路27号
电话	0510-81975986	0510-81975986
电子信箱	wen.long@leadmicro.com	wen.long@leadmicro.com



2 报告期公司主要业务简介

(一) 主要业务、主要产品或服务情况

公司已开发和正在开发的多款薄膜沉积设备，具体如下：

1、半导体领域主要产品

产品系列	产品图示	产品说明	产业化阶段
iTomic 系列原子层沉积镀膜系统		适用于高介电常数（High-k）栅氧层、MIM 电容器绝缘层、TSV 介质层等薄膜工艺需求。产品凭借原子级别的精确控制、沉积薄膜的高覆盖率和超薄膜厚的均匀性，可为逻辑芯片、存储芯片提供介质层等关键工艺解决方案，技术和设备指标达到国内一流、国际先进水平。	产业化应用
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，适用于成膜镀膜率低，厚度要求高，以及产能要求高的关键工艺及应用。产品利用特有的流场设计，具有成膜速度快，占地面积小，产能高、使用成本低等优势，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。	产业化应用
iTomic Lite 系列轻型原子层沉积镀膜系统		产品采用原创设计开发的自动化平台与模块化 ALD 反应腔相结合，可以按需配置 PEALD 或 Thermal ALD 等工艺需求。产品具有强大的兼容性，其硬件配置在保持量产机型强大功能的前提下，可满足各类晶圆尺寸（6、8 英寸）量产工艺需求，同时也可满足客户高端研发和新工艺试量产需求，可广泛应用于 MEMS、光电器件等泛半导体器件领域。	产业化应用
iTomic PE 系列等离子体增强原子层沉积镀膜系统		产品可根据不同温度要求制备氧化硅、氮化硅、氮氧化硅等薄膜制备工艺及应用，通过精准快速控制成膜速度、低反应温度、材料配比等技术，完美实现材料厚度均匀性、膜应力，热过程，以及阶梯覆盖率等极具挑战的工艺需求。可为逻辑芯片、存储芯片、先进封装等提供定制化掩膜层、介质层、图案化等关键工艺解决方案。	产业化验证

产品系列	产品图示	产品说明	产业化阶段
iTronix 系列化学气相沉积镀膜系统		产品采用自主研发的反应腔室和电气软件集成化服务，在逻辑、存储、先进封装、显示器件等芯片制造领域具有广泛应用，可满足多种功能性薄膜沉积工艺的开发和应用需求。搭载新型平台可安装更多反应腔以满足高产能需求。	产业化验证
Trancendor 系列晶圆真空传输系统		公司独立研发的、适用于高产能半导体制程设备的晶圆传输系统。该系统可根据客户工艺需要，灵活挂载一至多个工艺腔体（每个工艺腔体可配备一至多个工作站）在真空环境下进行快速高效晶圆传输。	产业化应用

注：1、随着公司产品种类的不断丰富，公司持续完善产品型号命名规则；2、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，开发实现是指已形成研发样机，虽未与客户签署销售合同但已发往客户处进行试样验证，下同。

iTomic 系列原子层沉积镀膜系统，适用于沉积多种氧化物和氮化物、互相掺杂沉积工艺等薄膜材料，可用于逻辑芯片、传统及新型存储芯片的电容介质层、高 k 栅介质覆盖层、掺杂介质层、芯片制造电极及阻挡层、化合物半导体钝化和过渡层等多个应用领域。该系列部分产品已取得客户验收，实现产业化应用，并取得重复订单。


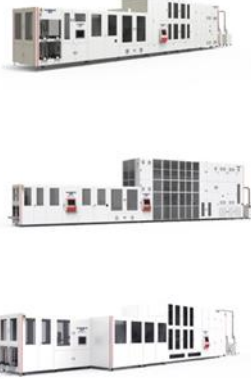

iTomic MW 系列批量式原子层沉积镀膜系统，适用于沉积多种氧化物和氮化物、互相掺杂沉积工艺等薄膜材料，可用于逻辑芯片、传统和新型存储芯片电容介质层、掺杂介质层、新型显示器、芯片制造电极及阻挡层、化合物半导体钝化和过渡层等应用领域。该系列部分产品已取得客户验收，实现产业化应用，并取得重复订单。


iTomic PE 系列等离子体增强沉积镀膜系统，适用于沉积多种氧化物和氮化物、互相掺杂沉积工艺等薄膜材料；可用于 MEMS、逻辑、存储、CMOS 芯片的多重图案化和间隔层。该系列部分产品已发往客户处进行试样验证。

iTronix 系列化学气相沉积镀膜系统，可应用于逻辑、存储、先进封装、显示器件等镀膜领域。该系列部分产品在 2023 年 7 月首台设备出货后，目前已经取得客户批量重复订单。

在半导体领域内，公司目前已经开发工艺包括 HKMG 技术、柱状电容器、金属化薄膜沉积技术及高深宽比 3D DRAM、TSV 技术等，覆盖 HfO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 ZnO 、 SiO_2 、 HfSiO 、 HZO 、 HZLO 、 TiN 、 AlN 、 SiN 、 SiON 、 SiGe 等薄膜材料。

2、光伏领域主要产品


产品系列	产品图示	产品说明	产业化阶段
夸父 (KF)系 列批量式 ALD系统		<p>采用微导原创的反应腔体设计和先进的薄膜沉积技术及自动化集成技术，可为高效晶硅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。基于成功量产机型的设计原理，该产品是公司原创设计的第七代产品，代表了光伏行业国产创新设备的先进技术，在提供超高产能的同时，最大程度降低设备的运营成本，为客户提供可靠的量产解决方案，引领光伏产业化高效电池智能化制造。</p>	产业化应用
祝融(ZR) 系列管式 PEALD/P ECVD系 统		<p>祝融系列(ZR5000×1)管式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，确保PERC、TOPCon、XBC等高效电池生产。以先进技术和装备高度集成，形成高质量、高产能、低成本的产业化量产。</p> <p>祝融系列(ZR5000×2)管式PEALD/PECVD集成系统利用公司原创设计的工业级等离子体增强原子层沉积(PEALD)技术，以及行业创新的PEALD/PECVD同管技术，实现了超高产能的批量型PEALD镀膜，是ALD领域量产化技术又一次突破，专为接触钝化技术(TOPCon、HPBC、SHJ、POLO和TBC)量身定制，为后PERC高效电池技术提供可靠的量产解决方案，引领光伏产业化高效电池智能化制造。</p> <p>祝融系列(ZR5000×3)管式PEALD/PECVD集成系统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。同时兼具先进的制造执行管理系统(MES)和自动导引车(AGV)对接功能。在提供超高产能的同时，最大程度降低设备的运营成本，为后PERC高效电池技术提供理想可靠的量产解决方案，引领光伏产业化高效电池智能化制造。</p>	产业化应用
羲和 (XH)系 列高温低 压系统		<p>采用原创设计的高温热场控制技术，真正实现了兼容磷、硼两种扩散工艺，其中硼扩散工艺又兼容BBr₃和BCl₃两种工艺源。独创的冷却技术可提升设备与零件的使用寿命，同时缩短了工艺时间，为PERC+和TOPCon等下一代量产高效电池的提效降本，提供了全套的主机及先进的工艺解决方案。此外，羲和系统也提供退火，氧化和低压化学气相沉(LPCVD)功能。</p>	产业化应用

产品系列	产品图示	产品说明	产业化阶段
后羿 (HY) 系列板式 ALD 系统		采用自主知识产权的真空腔内温场和流场设计，实现空间型原子层沉积镀膜工艺方式，为钙钛矿薄膜太阳能电池组件产线提供高质量氧化物功能薄膜材料，以确保量产组件的高效率和长寿命。面向平米级玻璃衬底，高速镀膜解决方案，适配线型产线的生产节拍，集成成熟的上下料自动化方案，为客户提供可靠的大规模量产解决方案。	产业化验证

公司设备在光伏产品生产中的具体镀膜工艺、应用领域和产业化阶段情况如下：

产品系列	设备类型	镀膜工艺	目前应用领域	产业化阶段
夸父 (KF) 系列批量式 ALD 系统	TALD	Al ₂ O ₃ 等工艺	PERC 电池背面钝化层、TOPCon 电池正面钝化层、XBC 电池正背面钝化层	产业化应用
			钙钛矿/异质结叠层电池等高效晶硅太阳能电池钝化	产业化应用
祝融 (ZR) 管式 PECVD 系统	PECVD	SiN _x 等工艺	PERC 电池减反层 TOPCon 电池背面减反层	产业化应用
祝融 (ZR) 管式 PEALD/PECVD 集成系统	PEALD 和 PECVD	Al ₂ O ₃ 、SiN _x 等工艺	PERC 电池背面钝化层、减反层	产业化应用
	PEALD 和 PECVD	Al ₂ O ₃ 、SiN _x 等工艺	TOPCon 电池正面钝化层、减反层	产业化应用
	PEALD 和 PECVD	隧穿氧化硅、掺杂多晶硅等工艺	TOPCon 电池隧穿层、掺杂多晶硅层	产业化应用
羲和 (XH) 高温低压系统	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
后羿 (HY) 系列板式 ALD 系统	ALD/PEALD/PECVD	非晶/微晶硅基掺杂薄膜、阻水阻氧保护层等	钙钛矿、钙钛矿/异质结叠层电池	产业化验证

3、其他新兴应用主要产品

产品系列	产品图示	产品说明	产业化阶段
iSparol 系列卷对卷 ALD 系统		基于自主研发，将超大空间型 ALD 镀膜技术与真空卷对卷技术结合，开发大型卷对卷原子层沉积镀膜平台。其中平台集成超大型平面原子层沉积(ALD)系统，并开发满足产业化量产的成熟工艺材料体系，实现在超大宽幅柔性基材上制备高阻隔膜的整体解决方案。经过多年产业化验证和装备升级已经迭代到二代产品。	产业化应用

除上述专用设备外，公司还为客户提供配套产品及服务，主要包括设备改造、备品备件及其他两类业务。

①设备改造。公司的设备采用模块化设计，公司可以针对市场需求和技术发展趋势，为已销

售的在役设备提供改造服务，以帮助下游客户用较少的成本达到降本增效的效果，提高设备服役年限。公司目前的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。

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）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。

(二) 主要经营模式

1、盈利模式

公司通过向客户销售专用设备，提供设备改造、备品备件等配套产品及服务，获得相应的收入，扣除成本、费用等相关支出，形成公司的盈利。

2、采购模式

公司主要根据研发、生产、售后服务的需求计划和安全库存的需要等制定和执行采购计划，在合理控制库存的同时，保证物料供应的及时性。

3、生产模式

公司采用定制化设计与生产。根据客户采购意向和需求进行产品定制化设计与生产，以满足客户的差异化需求。公司在设备生产中存在外协加工的情况，公司外协加工包括外购加工件和委外加工两种情形。

4、销售模式

公司的销售模式为直销，主要通过直接接洽和投标的方式获取客户。设备运至客户指定的位置后，公司负责组织安装调试、配合客户生产工作，并提供技术指导、售后跟踪和维修服务。

5、研发模式

公司的产品研发及产业化流程主要包括需求提出、立项和规划阶段、开发实现阶段、产业验证阶段、产业化应用阶段。

报告期内，公司主要经营模式未发生变化。

(三) 所处行业情况

1. 行业的发展阶段、基本特点、主要技术门槛

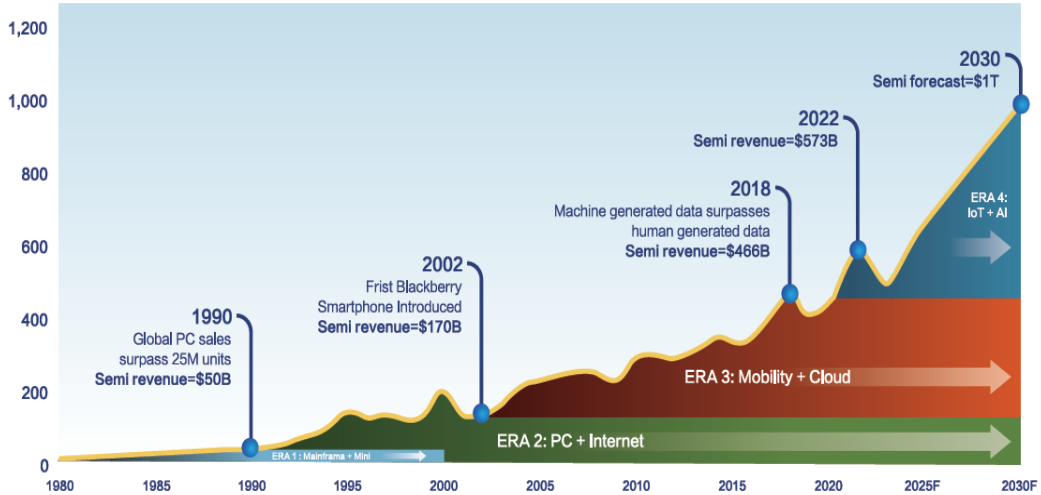
根据《国民经济行业分类与代码》（GBT/4754-2017），公司所处行业属于 C3562 半导体器件专用设备制造（指生产集成电路、二极管（含发光二极管）、三极管、太阳能电池片的设备的制造），属于高端装备在半导体集成电路、光伏等新一代信息技术领域、新能源领域的应用。根据公司产品的应用领域的不同，下游行业发展情况如下：

1、半导体薄膜沉积设备行业

(1) 薄膜沉积设备是半导体前道工艺设备的核心设备之一，受下游晶圆产线扩产、技术迭代和新兴工艺的驱动，行业拥有较大的市场空间和良好的成长性。

半导体行业是电子信息产业的基础支撑，产业链主要包括半导体材料、半导体设备以及设计、晶圆制造、封测环节。长期来看，半导体是周期与成长并存的行业，全球半导体行业已经历多轮周期，整体在波动中上升。预计随着以人工智能（AI）为代表的新兴应用的高速发展，HBM、GAA-FET 等尖端芯片和高端存储芯片产能扩产将是半导体设备市场未来的核心推动力。

在 AI 等新兴应用推动下全球半导体市场有望在 2030 年突破 1 万亿美元市场规模



来源: SIA, Applied Materials –SMI; 2030 Forecasts: TechInsights

晶圆制造环节中，薄膜沉积设备制备的各类薄膜发挥着导电、绝缘、阻挡污染物等重要作用，直接影响半导体器件性能，其与刻蚀设备、光刻设备并称为晶圆制造的三大主设备，投资额占晶圆制造设备投资总额的 20% 以上。

薄膜沉积是半导体晶圆制造的核心环节



薄膜沉积设备的不断创新和进步支撑集成电路制造工艺向更小制程发展。随着集成电路制造不断向更尖端工艺发展，单位面积集成的电路规模不断扩大，芯片内部立体结构日趋复杂，先进制程芯片和高端存储芯片所需要的薄膜层数和种类越来越多，对绝缘介质薄膜、导电薄膜的材料种类和性能参数不断提出新的要求，这给以薄膜沉积设备为核心产品的公司带来了极大的成长机会。根据 SEMI 预计，2023 年全球半导体晶圆制造前端设备市场规模为 905.9 亿美元，到 2025 年将扩大至 1097.6 亿美元，2023 至 2025 年复合年均增长率达到 6.6%。薄膜沉积设备约占晶圆制造前端设备市场 24%，2025 年市场规模预计 263.4 亿美元。

(2) 半导体薄膜沉积行业具有较高的技术壁垒、市场壁垒和客户认证壁垒，国际市场目前主要由传统设备厂商占主要市场份额，国产化趋势明显。

半导体薄膜沉积设备具有极高的技术壁垒，由于传统的国际大型厂商成立较早，具有先发优势，而半导体设备又具有验证周期长、配套设施和供应链重置成本高的特点，后发厂商的客户认证壁垒较高。多重因素导致目前全球薄膜沉积设备市场基本上由应用材料 AMAT(Applied Materials,Inc.)、泛林半导体 LAM (Lam Research Corporation)、东京电子 TEL(Tokyo Electron Limited)、先晶半导体 ASM(ASM International)等传统设备厂商占有主要市场份额。

为推动我国半导体产业的发展，国家先后设立国家重大专项和国家集成电路基金，相关支持政策不断落实与实施，本土半导体及其设备制造业迎来了前所未有的发展契机。同时，当前，海外半导体工艺设备供应受限，基于供应链安全的考虑，国内晶圆厂商对半导体工艺设备的国产化需求强烈，本土半导体设备的导入和验证加速。薄膜沉积设备作为半导体制造的核心设备，将会迎来巨大的发展机遇。

2、光伏薄膜沉积设备行业

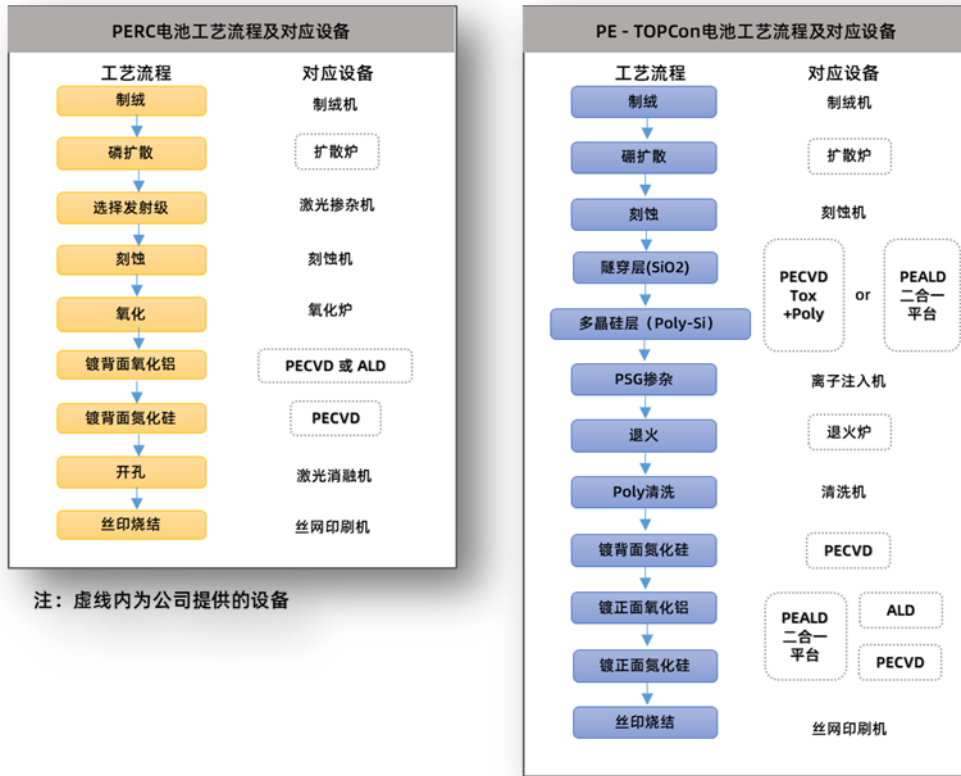
(1) 薄膜沉积设备是太阳能电池片制造环节的关键设备之一，受益于光伏行业装机规模持续扩大和旧设备改造需求增长，市场前景广阔。

光伏电池片制造过程中，薄膜沉积设备制备的薄膜直接影响电池片的光电转换效率。随着电池结构的发展与电池转换效率的不断提升，薄膜沉积设备的重要地位愈发凸显，且在电池产线设备投资中的占比不断提高。

全球《巴黎协定》的签订以及中国碳达峰和碳中和目标的提出，全球能源转型驱动光伏装机规模持续扩大。国内经过过去十多年快速发展，光伏技术不断突破，发电成本快速下降，装机规模迅猛增长，根据中国光伏行业协会（CPIA）数据显示，2023 年国内累计新增装机 216.88GW，同比增长 148.1%，新增和累计装机量继续保持全球第一的水平。电池片产量超过 545GW，同比增长超过 64.9%。同时，电池技术也加快了从 PERC 到 TOPCon 的迭代，N 型电池 TOPCon 市场占有率大幅度上升。装机容量和电池片产量的不断扩大，以及电池技术的迭代带动了光伏设备尤其是薄膜沉积设备需求的增加。

另外，国家发改委同有关部门研究制定了《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》，相关政策将支持探索在风电光伏、航空等新兴领域开展高端装备再制造业务。加快风电光伏、动力电池等产品设备残余寿命评估技术研发，有序推进产品设备及关键部件梯次利用。完善风力发电机、光伏设备及产品升级与退役等标准。预计在这一政策的推动下，现存行业内面临现存的 PERC 电池产线将产生较大规模的设备改造服务需求。

PERC 电池工艺与 PE-TOPCon 电池工艺流程对比



在 PERC 电池产线向 TOPCon 产线升级的过程中，公司既具备相应的设备改造服务能力，也能够为客户提供改造过程中核心设备，降低客户产线改造的成本，提升产线的经济效益。

(2) 光伏电池片技术迭代带来设备新需求，具备相应技术储备和研发实力的公司具有更强的市场竞争力。

光伏电池片制造环节的规模优势明显、技术迭代较快，在实现规模经济、降本增效的驱动力下，电池片厂商积极扩产并推动新技术产业应用，其中薄膜沉积设备作为光伏电池的核心设备与新型工艺技术开发紧密结合并持续迭代发展。

目前，由于 PERC 电池片的量产平均转换效率已逐渐接近理论极限，TOPCon、HJT、XBC 等新型电池技术路线正逐步成为电池技术的主要发展方向。新建量产产线开始主要聚焦于 TOPCon、HJT 两种技术路线。其中，TOPCon 技术凭借其较高的转换效率、相对成熟的设备与工艺、较高的量产性价比，在 N 型路线中率先脱颖而出，2022 年下半年开始规模化量产。本轮技术迭代周期，率先实现技术研发与量产的领先设备厂商将更具市场竞争力。公司长期深耕光伏新能源产业，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，下游厂商提供全球领先的设备产品和解决方案，持续引领行业技术发展。

2. 公司所处的行业地位分析及其变化情况

在半导体领域内，公司已与国内多家头部半导体厂商建立了深度的合作关系，ALD 产业化应用迅速发展的同时，藉由现有的薄膜沉积类产品研发、推广和产业化的经验，开发了以 CVD 为

代表的多种真空薄膜技术产品，相关产品涵盖了逻辑、存储、化合物半导体、新型显示等细分应用领域，多项设备的镀膜质量、产能水平、稳定运行能力等关键指标均已达到了国际先进水平。高介电常数（High-k）栅氧薄膜工艺难度较大，公司是国内首家将其成功量产应用于集成电路制造前道生产线的国产设备公司，也是国内少数成功将该类设备应用于新型存储器制造生产线的国产设备厂商，并已获得客户重复订单认可，填补了我国在该项半导体设备上的空白。

在光伏领域内，公司作为率先将 ALD 技术规模化应用于国内光伏电池生产的企业之一，已成为行业内提供高效电池技术与设备的领军者之一，与国内头部光伏厂商形成了长期合作伙伴关系，相关产品已在新型电池产线上得到下游客户广泛认可，在同类型产品中市场占有率位居第一梯队。同时，公司在 CVD 设备上也持续突破，针对 TOPCon 电池技术核心的隧穿氧化层与多晶硅薄膜研发了可镀导电膜的管式 PECVD ToxPoly 集成技术方案，并成功将研发成果产业化，新技术不仅被国内外知名光伏媒体广泛转载，在 TOPCon 的扩产浪潮中也逐步受到行业的认可，PE Poly 设备的市场占有率不断攀升，客户群体包括通威、阿特斯、晶科、天合光能等在内的多家知名太阳能电池片生产商。

根据公开的市场数据统计，公司 ALD 产品已连续多年在营收规模、订单总量和市场占有率方面位居国内同类企业第一。

3. 报告期内新技术、新产业、新业态、新模式的发展情况和未来发展趋势

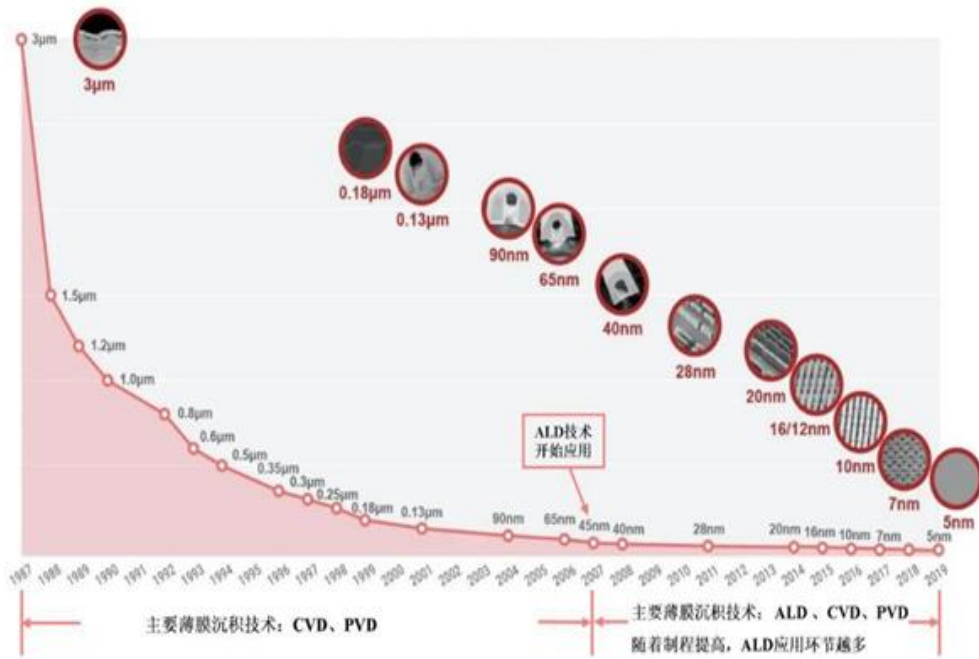
1、半导体薄膜沉积设备技术发展情况和趋势

半导体薄膜沉积设备技术的演进路径与半导体器件的大小和结构息息相关。在摩尔定律的推动下，元器件集成度的大幅提高要求集成电路线宽不断缩小，影响集成电路制造工序愈为复杂，对于薄膜颗粒的要求也由微米级提高到纳米级。这一趋势对薄膜沉积设备产生了更高的技术要求，市场对于高性能薄膜设备的依赖逐渐增加。

（1）半导体领域中 PVD、CVD、ALD 三类薄膜沉积技术相互补充、不断迭代。

常见的半导体领域中薄膜类型主要分为半导体、介质、金属/金属化合物薄膜三大类。半导体领域薄膜的沉积材料与应用场景复杂多样，伴随制程的演变材料需求增加，推动薄膜沉积工艺和设备的进步。薄膜制备依据的基础原理不同，因此薄膜沉积设备的工艺存在不同的技术路线。物理气相沉积（PVD）、化学气相沉积（CVD）、原子层沉积（ALD）三类薄膜沉积技术均为目前半导体领域的主流技术路线，但各技术适用的环节有所不同。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。三种技术本身也随着下游应用需求的提高持续发展。

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 技术凭借其原子层级沉积特点，具有薄膜厚度精确度高、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，在 45nm 以下节点以及 3D 结构等半导体薄膜沉积环节具有较好的应用前景。半导体制程演进与薄膜沉积技术对应情况如下：

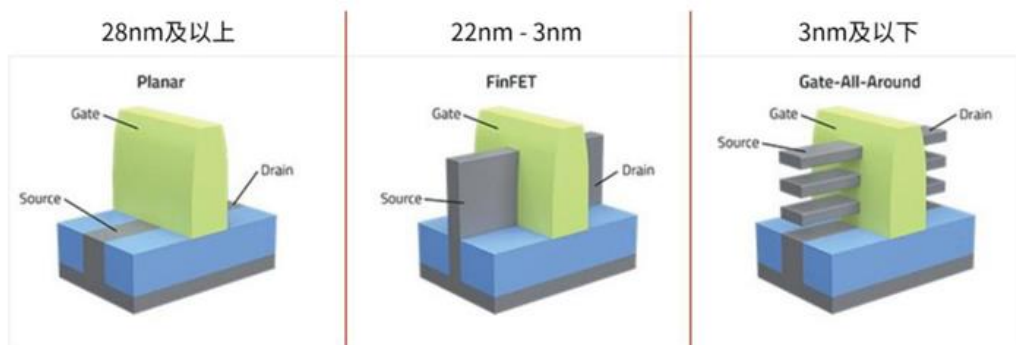


(2) ALD 技术在逻辑芯片、DRAM、3D-NAND、新型存储器、新型半导体材料等重要领域的技术优势明显，应用迅速扩大。

①晶体管结构需要全方位的 ALD 解决方案

晶体管是构成逻辑电路、微处理器及记忆元件的基本单元，漏电一直是影响其良率、性能和功耗的重要影响因素。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，业界提出了用高 *k* 材料来替代 SiO₂ 改善器件性能。HfO₂ 作为栅介质层得到了广泛应用，栅介质层要求厚度原子级别的精确控制及高覆盖率和薄膜均匀性，所以需要 ALD 技术来进行薄膜沉积。

不同制程下晶体管结构



资料来源：Lam Research

为了进一步提升器件性能，在半导体制程进入 28nm 后，由于器件不断微缩且转变为 3D 结构，如 FinFET、GAA 等。在标准平面替换闸极技术中，金属栅极堆叠由 ALD、PVD 以及 CVD 多种技术沉积金属层结合组成，但器件过渡到 FinFET、GAA 等三维结构，PVD 和 CVD 则难以达到沉积效果，需要全方位的 ALD 解决方案。

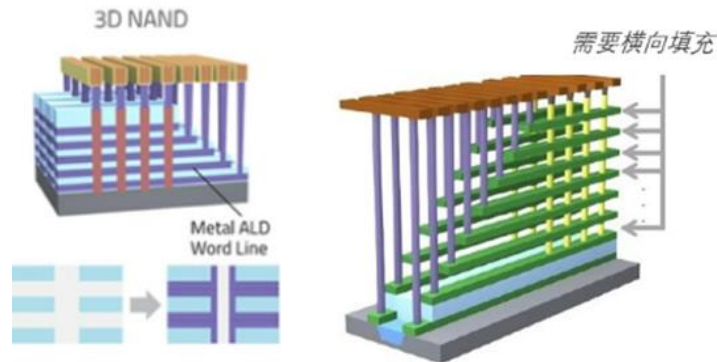
目前，半导体行业的薄膜沉积设备中，ALD 设备作为技术发展所必须的工艺设备，在大规模量产方面国内厂商尚未形成突破。当技术节点向 14 nm 甚至更小的方向升级时，ALD 设备的必要性更加凸显。目前，基于供应链安全考虑，国内设备制造商正面临更多的机会。面对半导体设备向高精度化与高集成化方向发展的趋势，以及国产化进程加快的背景下，国产半导体 ALD 设备迎来前所未有的发展契机。

②ALD 技术在存储芯片 DRAM、3D NAND 需求越来越大

随着 DRAM 存储器容量不断增大，其内部的电容器数量随之剧增，而单个电容器的尺寸将进一步减小，器件内部沟槽以及深孔的深宽比也越来越大。深沟槽将需要更高的薄膜表面积，例如在 45nm 制程中，沟槽结构深宽比达到 100:1，所沉积薄膜的有效面积大约是器件本身表面积的 23 倍。这些给沉积技术提出了更高的要求。同样地，得益于薄膜以单原子层为量级生长所带来的大面积均匀性、高台阶覆盖率和对膜厚的精确控制，ALD 技术能够很好地满足这些要求。

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 256 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。

3D NAND 结构示意图

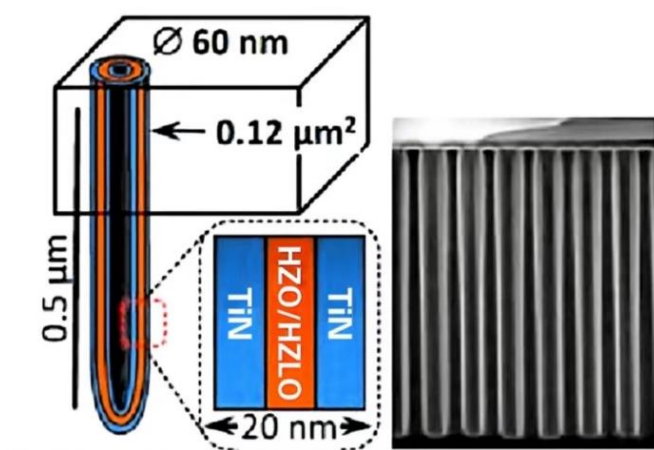


资料来源：Lam Research

③ALD 技术在新型存储技术迭代和发展中起到重要作用

未来存储器的技术迭代包括进一步发展功耗低、速度快、容量大、记忆时间长的各类新型存储器，如铁电存储器（FeRAM）、阻变存储器（RRAM）等，其所具有的特殊材料和存储结构可在多方面提升存储器性能，也相应的需要更为尖端的薄膜沉积工艺作为支撑。

FeRAM 结构示意图



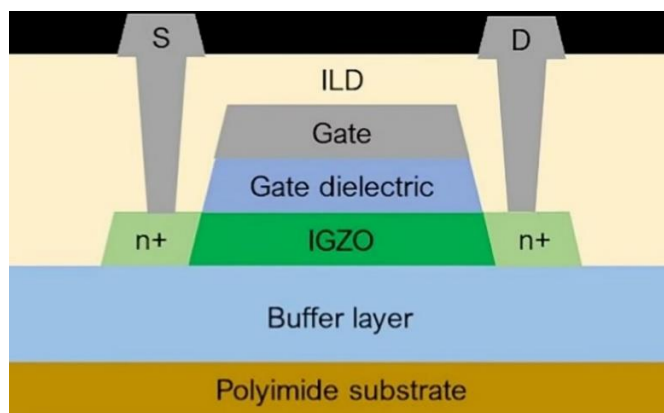
资料来源: Journal of Advanced Dielectrics

以铁电存储器 (FeRAM) 为例, 其铁电电容栅介质层 HfO_2 厚度往往小于 5nm 且呈现高深宽比结构, 同时还需要在其介质中精确掺杂 Zr 和 La 来保持界面特性以稳定特定铁电相。利用 ALD 技术所具有的原子级别的薄膜膜厚和均匀性精确控制、高覆盖率沉积的特点, 通过精确控制和调节循环比例 (多元掺杂和叠层技术), 可以获得目标铁电电容材料 HZLO 薄膜及原子组成 (Hf:Zr:La:O), 满足了铁电存储器件制造过程的需要。又比如阻变存储器 (RRAM), 其是利用金属氧化物材料在外加电场作用下高阻态和低阻态之间的可逆转换实现信息存储, 相应金属氧化物材料包括 TiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Ta_2O_5 、 ZnO 等, 此类材料在制造过程中对薄膜厚度、均匀性和覆盖率均有较为严格的要求且需要使用各类掺杂工艺, 使用 ALD 技术能够满足相关的需求。

④ALD 技术在铟镓锌氧化物 (IGZO) 等新型半导体材料制备的应用增加

以铟镓锌氧化物 (IGZO) 作为代表的宽禁带半导体材料, 可以有效抑制关态漏电流, 具有理想的迁移率、低热预算等优点, 在三维堆叠存储器、单片三维集成中具有重要的应用潜力, 有助于提高晶体管的集成密度。另外, 在显示应用领域, 相比传统非晶硅和低温多晶硅晶体管, IGZO 薄膜晶体管很好地兼备了高迁移率、大面积成膜均一、低成本且工艺兼容的优势, 被大规模地应用在新一代显示驱动领域。制备 IGZO 的关键是精确控制元素配比和含氧量, 其直接影响到器件本身的特性和稳定性。相对于其他工艺方法, 通过 ALD 技术可以获得具有精确厚度、较低氧缺陷的高性能 IGZO 薄膜, 在复杂结构的尖端器件和新型显示应用中具有良好的应用前景。

基于铟镓锌氧化物 (IGZO) 材料的薄膜晶体管 (TFT) 结构示意图



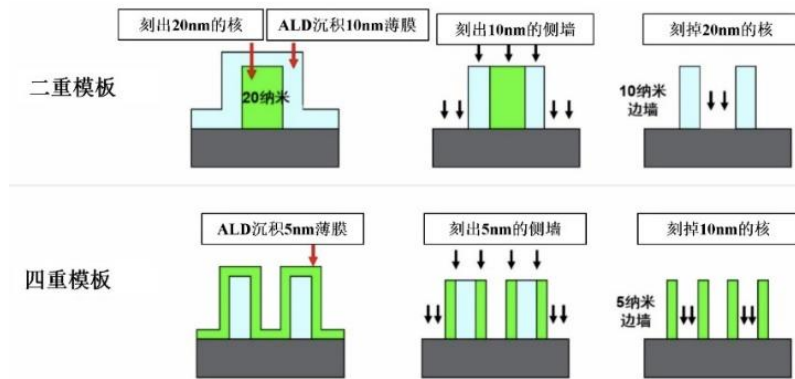
资料来源: Journal of Semiconductor Technology and Science

综上所述，ALD 技术凭借优异的三维共形性、大面积成膜的均匀性和精确的膜厚控制等特点，技术优势愈加明显，在半导体薄膜沉积环节的市场占有率也将持续提高。SEMI 预计 2020 年-2025 年全球 ALD 设备市场规模年复合增长率将达到 26.3%，在各类关键晶圆生产设备中增速最快。

⑤器件微缩采用的多重曝光技术需要 ALD 技术

自 2011 年开始，晶圆代工厂开始采用效率更高、功耗更低的 16nm/14nm FinFET 晶体管结构，但由于当光罩线宽接近光源波长时会发生明显的衍射效应，会导致光刻工序的失效。在 EUV 技术普及之前，目前主流的 ArF DUV 光刻机（波长 193nm）通过浸润、相移掩模、多重曝光等方法，满足 28nm 以下 7nm 以上的制程工艺。多重曝光技术是指在现有的光刻机精度下，依次使用不同的掩模版，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%的保型性、薄膜厚度控制精准，因此 ALD 技术被迅速推广应用。

多重曝光技术



(3) CVD 等传统薄膜沉积技术仍具有十分广泛的应用和市场空间

虽然随着 ALD 技术的发展，其应用范围逐步拓展，但由于芯片的制造过程中，涉及数十乃至百余种不同要求的薄膜材料，各类电性能、机械性能不同的薄膜构成了芯片 3D 结构体中不同的功能，不同种类的薄膜沉积设备适用于不同工艺节点对膜质量、厚度以及孔隙沟槽填充能力等不同要求，CVD 等传统薄膜沉积设备仍广泛应用于半导体薄膜沉积的各环节，并占据一定的市场空间。根据 SEMI 和北京欧立信数据显示，在 2021 年全球各类薄膜沉积设备市场份额中，PECVD、LPCVD 等 CVD 技术仍是薄膜设备中占比最高的设备类型，PECVD 占整体薄膜沉积设备市场的 33%，LPCVD 设备占比约为 11%。

其中，PECVD 设备是芯片制造的核心设备之一。由于等离子体的作用，可以在相对较低的反应温度下形成高致密度、高性能薄膜，不破坏已有薄膜和已形成的底层电路，实现更快的薄膜沉积速度，是芯片制造薄膜沉积工艺中运用最广泛的设备之一。

再如，LPCVD 技术中，反应压强下降到 100Torr 及以下，分子的自由程与气体扩散系数增大，气态反应物和副产物的质量传输速率加快，形成薄膜的反应速率增加，具备较佳的阶梯覆盖率及很好的组成成份和结构控制。LPCVD 设备具有沉积速率快，产能高等特点，且不需要载子气体，大大降低了颗粒污染源，被广泛地应用在芯片制造过程中。

PECVD、LPCVD 等 CVD 设备适用于不同工艺节点对膜质量、厚度以及孔隙沟槽填充能力等的不同要求，相关设备覆盖的工艺范围广，应用场景也较多。因国内半导体行业发展较为迅速，且目前 CVD 的国产化率水平还处于较低水平，国内 CVD 设备市场具有十分广阔的市场空间。

(4) 公司半导体 ALD 和 CVD 技术的发展情况

公司半导体 ALD 和 CVD 设备的应用场景均代表国内半导体各细分领域的工艺发展方向，在逻辑芯片、存储芯片、新型显示、化合物半导体领域均有设备订单，并已在客户段验收或客户验证，具体情况如下：

①在逻辑芯片领域，已开发的逻辑芯片中高 k 栅介质层是国内集成电路技术迭代升级要求最高的工艺之一。公司 ALD 设备凭借原子级别的精确控制及沉积高覆盖率和薄膜的均匀性，制备的高 k 材料 HfO_2 较好的满足了逻辑器件制造过程的需要，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。同时，公司还在逻辑芯片领域陆续开发新的设备工艺和材料应用。

②在存储芯片领域，ALD 设备在高 k 栅电容介质层、介质覆盖层、电极、阻挡层等工艺中的优势使其被广泛应用于 DRAM、3D-NAND、新型存储器等半导体制造领域，未来其在薄膜沉积环节的市场占有率将持续提高。公司应用于该领域的部分设备已进入产业化应用阶段。其中，iTomic 系列单片型 ALD 设备已获得多种工艺设备的重复订单，且在铟镓锌氧化物 (IGZO) 等半导体材料以及铁电存储器 (FeRAM) 等新型存储领域内储备并开发了多种工艺及设备。IGZO 相关工艺和设备处于客户测试阶段。FeRAM 相关工艺和设备目前正在客户产线进行量产验证，成为国内少数成功量产应用于新型存储器制造生产线的国产薄膜沉积设备之一；iTomic MW 系列批量型 ALD 设备也已获得客户订单，且为国内首台批量型 ALD 设备在存储芯片制造领域的应用。

CVD 设备在 DRAM 芯片、NAND 芯片等领域具有广泛的应用。其中，iTronix 系列 CVD 设备已经在首次出货至客户端进行产业化验证后，获得了行业重要客户的批量重复订单。

③在新型显示芯片领域，公司产品主要应用于硅基 OLED 的阻水阻氧保护层制备，该类硅基 OLED 具有尺寸小、便携性等特点，主要用于近眼显示系统和投影显示，市场前景广阔且发展迅速。薄膜沉积环节是影响其量产的关键技术之一。在该领域内，公司已陆续获得了如京东方、合肥视涯、浙江宏禧等新型显示硅基 OLED 厂商知名客户的订单，并顺利出货。部分产品已获得客户验收，并取得重复订单。

④在化合物半导体领域，化合物半导体的钝化层和过渡层应用化合物半导体功率器件，具有广阔的市场前景。例如，氮化镓器件相对于硅基器件有高频高压的特点，其栅极结构逐渐被 V 型或深沟槽型结构取代，氮化镓器件的漏电问题也日益突出。ALD 技术适合于生长超薄 Al_2O_3 、 AlN 等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。公司应用于该领域的 iTomic Lite 系列轻型 ALD 设备产品已获得多个客户订单，部分已取得客户验收，实现产业化应用。

随着逻辑芯片、DRAM、3D-NAND 及新型存储器芯片、化合物半导体、新型显示(硅基 OLED) 等半导体技术的快速发展，下游生产环节对于沉积薄膜的厚度、精度、成分和结构的要求不断提高，对 ALD、CVD 设备采购需求将会持续增加。公司已经与下游半导体制造厂商就各类尖端应用开展合作，能够满足客户制备高质量薄膜的需求。在国产化进程加快的背景下，随着下游客户逐步达产和半导体各细分领域工艺应用投资规模的扩大，公司产品将具有更广阔的市场前景。

2、光伏薄膜沉积设备技术发展情况

光伏薄膜沉积设备技术的演进路径与光伏电池类型变化相关。太阳能电池片技术路线主要包括铝背场电池 (Al-BSF)、PERC、TOPCon、异质结 (HJT)、XBC 电池、钙钛矿等。目前，PERC 技术已经非常成熟，TOPCon 正逐步成为主流，同时行业内也在积极探索或布局 HJT、XBC、钙钛矿等新型光伏电池技术，目前尚处于实验或验证阶段。

光伏领域中薄膜沉积技术以 PECVD 和 ALD 为主，综合使用多项技术路线是行业趋势。PECVD 技术因其兼容性高，各类型应用前景广泛。ALD 技术作为成膜质量最好的技术，随着光

伏效率提升对薄膜工艺要求提高，也有更多的应用场景。行业内薄膜设备厂商目前主要以 PECVD 或 ALD 技术路线为主，根据各自的技术积累和未来技术方向的专业判断，同时进行多种技术路线的选择和尝试。

公司 ALD 技术在 TOPCon 电池中已经取得良好应用，因 ALD 技术优异的保型性且薄膜材料密度一致，在 TOPCon 电池具有金字塔绒面的正面 Al₂O₃ 钝化层制备中，公司的 ALD 设备正成为主流技术路线。同时，公司还基于 PEALD、PECVD 等多种真空薄膜技术，开发多款不同技术路线的产品，已推出的 PE-ToxPoly 设备产业化进展顺利，客户认可度较高，市场占有率快速提升。由公司开发的行业内首条 GW 级 PE-TOPCon 工艺整线已经获得客户的验收，带动和引领了行业内 TOPCon 电池的量产导入。同时，公司还积极地探索开发双面 Poly、XBC、异质结/钙钛矿叠层电池等新一代高效电池方面的技术。

3 公司主要会计数据和财务指标

3.1 近 3 年的主要会计数据和财务指标

单位：元 币种：人民币

	2023年	2022年	本年比上年 增减(%)	2021年
总资产	7,582,005,963.29	3,820,132,777.19	98.47	1,356,913,306.92
归属于上市公司股东 的净资产	2,344,470,366.51	1,962,789,244.48	19.45	883,499,353.13
营业收入	1,679,721,346.20	684,511,905.51	145.39	427,917,135.52
归属于上市公司股东 的净利润	270,391,871.15	54,150,541.03	399.33	46,113,669.47
归属于上市公司股东 的扣除非经常性 损益的净利润	188,138,277.86	19,806,262.27	849.89	26,689,023.66
经营活动产生的现 金流量净额	93,330,148.19	168,496,903.06	-44.61	-76,312,212.82
加权平均净资产收 益率(%)	12.60	5.95	增加6.65个百分点	6.43
基本每股收益(元 /股)	0.60	0.13	361.54	0.11
稀释每股收益(元 /股)	0.58	0.13	346.15	0.11
研发投入占营业收 入的比例(%)	18.34	20.22	减少1.88个百分点	22.68

3.2 报告期分季度的主要会计数据

单位：元 币种：人民币

	第一季度 (1-3 月份)	第二季度 (4-6 月份)	第三季度 (7-9 月份)	第四季度 (10-12 月份)
营业收入	75,773,813.87	306,303,396.67	639,485,380.64	658,158,755.02
归属于上市公司股东的净利润	-1,089,053.85	69,656,245.03	86,503,091.11	115,321,588.86
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益后的净利润	-2,555,995.72	48,058,546.69	69,351,141.92	73,284,584.97
经营活动产生的现金流量净额	-31,293,834.93	249,048,242.28	-30,996,918.88	-93,427,340.28

季度数据与已披露定期报告数据差异说明

适用 不适用

4 股东情况

4.1 普通股股东总数、表决权恢复的优先股股东总数和持有特别表决权股份的股东总数及前 10 名股东情况

单位：股

截至报告期末普通股股东总数(户)		7,444						
年度报告披露日前上一月末的普通股股东总数(户)		7,391						
截至报告期末表决权恢复的优先股股东总数（户）		0						
年度报告披露日前上一月末表决权恢复的优先股股东总数（户）		0						
截至报告期末持有特别表决权股份的股东总数（户）		0						
年度报告披露日前上一月末持有特别表决权股份的股东总数（户）		0						
前十名股东持股情况								
股东名称 (全称)	报告期内 增减	期末持股数 量	比例 (%)	持有有限售 条件股份数 量	包 含 融 借 出 股 份 的 限 售 股 份 数 量	质押、标记或 冻结情况		股东 性质
						股份 状态	数量	
无锡万海盈投资 合伙企业（有限 合伙）	0	232,581,624	51.18	232,581,624		无	0	境内 非国 有法 人
LI, WEI MIN	0	42,831,704	9.42	42,831,704		无	0	境外 自然 人

无锡聚海盈管理咨询合伙企业（有限合伙）	0	37,798,352	8.32	37,798,352		无	0	境内非国有法人
LI, XIANG	0	20,158,464	4.44	20,158,464		无	0	境外自然人
胡彬	0	12,594,008	2.77	12,594,008		无	0	境内自然人
潘景伟	0	8,994,000	1.98	8,994,000		无	0	境内自然人
中芯聚源股权投资管理（天津）合伙企业（有限合伙）—聚源中小企业发展创业投资基金（绍兴）合伙企业（有限合伙）	0	5,424,523	1.19	5,424,523		无	0	境内非国有法人
香港瑞華投资有限公司	0	5,424,368	1.19	0		无	0	境外法人
宁波梅山保税港区问鼎投资有限公司	-1,155,419	5,353,813	1.18	0		无	0	境内非国有法人
无锡德厚盈投资合伙企业（有限合伙）	0	5,041,848	1.11	5,041,848		无	0	境内非国有法人
上述股东关联关系或一致行动的说明	<p>1、万海盈投资、聚海盈管理、德厚盈投资存在关联关系及一致行动关系。</p> <p>2、江阴毅达执行事务合伙人系南京毅达股权投资管理企业（有限合伙），南京毅达股权投资管理企业（有限合伙）受中小企业发展基金的执行事务合伙人江苏毅达股权投资基金管理有限公司控制。</p> <p>3、问鼎投资、瑞华投资存在关联关系。</p> <p>4、除此之外，未知上述其他股东是否存在关联关系或一致行动关系。</p>							
表决权恢复的优先股股东及持股数量的说明	无							

存托凭证持有人情况

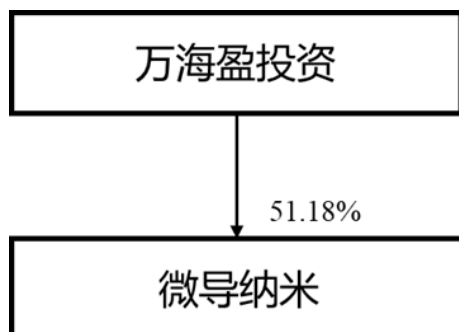
适用 不适用

截至报告期末表决权数量前十名股东情况表

适用 不适用

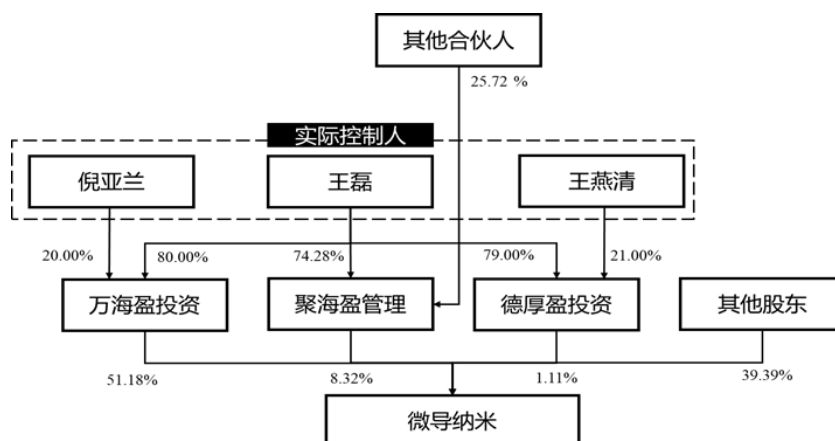
4.2 公司与控股股东之间的产权及控制关系的方框图

适用 不适用



4.3 公司与实际控制人之间的产权及控制关系的方框图

适用 不适用



4.4 报告期末公司优先股股东总数及前 10 名股东情况

适用 不适用

5 公司债券情况

适用 不适用

第三节 重要事项

1 公司应当根据重要性原则，披露报告期内公司经营情况的重大变化，以及报告期内发生的对公司经营情况有重大影响和预计未来会有重大影响的事项。

公司 2023 年营业收入 167,972.13 万元，同比增长 145.39%；2023 年归属于上市公司股东的净利润 27,039.19 万元，同比增长 399.33%；2023 年扣除非经常性损益后的归属于上市公司股东的净利润 18,813.83 万元，同比增长 849.89%；2023 年末公司总资产 758,200.60 万元，同比增长 98.47%；2023 年末归属于上市公司股东的净资产 234,447.04 万元，增长 19.45%。

2 公司年度报告披露后存在退市风险警示或终止上市情形的，应当披露导致退市风险警示或终止上市情形的原因。

适用 不适用