

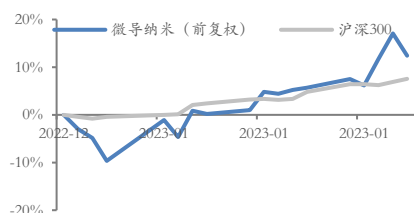
专注 ALD 技术，光伏和半导体双向高成长

投资评级：增持（首次）

报告日期：2023-1-20

收盘价（元）	31.20
近 12 个月最高/最低（元）	32.50/25.08
总股本（百万股）	454.46
流通股本（百万股）	37.59
流通股比例（%）	8.27%
总市值（亿元）	141.79
流通市值（亿元）	11.73

公司价格与沪深 300 指数走势比较



分析师：张帆

执业证书号：S0010522070003

邮箱：zhangfan@hazq.com

分析师：徒月婷

执业证书号：S0010522110003

邮箱：zhangfan@hazq.com

主要观点：

● ALD 技术领军企业，聚焦光伏与半导体

公司专注于 ALD 技术，引领国内 ALD 技术的发展应用。公司为国内首家将 ALD 技术规模化应用于光伏领域，也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设备公司，并不断在泛半导体领域拓展产品应用外延。

2021 年度和 2022 年前三季度公司营收分别为 4.28 亿元、3.85 亿元，归母净利润分别为 4,611.37 万元、-325.47 万元，截至 2022 年 9 月末，公司已取得在手订单 19.75 亿元。公司前期研发投入高，新产品开拓初期的毛利率有一定影响，规模效应有望带来利润加速回升。

● 光伏：立足 ALD，新型电池技术全面布局

✓ **PERC**：公司量产设备镀膜速率突破 10,000 片/小时，打破制约 ALD 技术应用于光伏领域的产能限制。2018 年、2019 年公司 PERC 电池背钝化设备装机容量市占率分别为 41.16%、48.41%。

✓ **TOPCon**：(1) ALD 设备在 TOPCon 电池正面氧化铝工艺中，可沉积超薄的、高深宽比的膜层，更适应正面镀膜钝化膜的复杂形貌，首先取得较高市占率。(2) 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，有望受益于 TOPCon 路线持续扩产。

✓ **IBC**：由于平台化技术特征，IBC 可以和 HJT、TOPCon 技术结合，电池制备工艺更为多变。其中，ALD 设备在钝化层的制备中具有重要地位，且需求量往往更高。

✓ **HJT**：公司 PECVD 技术可以应用于本征非晶硅层沉积，ALD 设备也储备用于 TCO 层沉积。

✓ **钙钛矿**：ALD 具有衬底温度较低、可精确控制膜厚、大面积生长、薄膜均匀性好、三维保形性好等特点，在 TCO 等功能层、缓冲层和封装中都具备广泛的应用条件。公司根据下游客户需求进行相应储备。

● 半导体：ALD 技术中的国产替代先行者

随着我国半导体设备市场需求量增长及国产化率提升，国产 ALD 设备市场空间不打断，带来领先 ALD 设备公司机会。我们预计 2022/2023/2024 我国国产 ALD 设备规模分别为 5.21/6.26/9.59 亿元，yoy+37.42%/20.15%/53.38%。

公司 ALD 技术在泛半导体的各细分领域深度拓展。在逻辑芯片领域，公司为国产首家突破 28nm 制程 High-k 材料沉积技术；在存储芯片领域，公司 ALD 技术可以用于 3D NAND、铁电存储 (FeRAM) 等先进存储技术

领域；在新型显示领域，公司的 ALD 设备布局 OLED/mini LED 等领域，不断拓宽应用外延。

● 盈利预测、估值及投资评级

我们预测公司 2022-2024 年营业收入分别为 6.02/16.68/22.15 亿元，归母净利润分别为 0.31/1.26/2.59 亿元，2021-2024 年归母净利润 CAGR 为 78%，以当前总股本 4.54 亿股计算的摊薄 EPS 为 0.07/0.28/0.57 元。

公司当前股价对 2022-2024 年预测 EPS 的 PE 倍数分别为 463/113/55 倍，我们选取光伏及半导体领域镀膜设备领军公司作为可比公司，考虑到公司在 ALD 领域具有领先优势，且在光伏及半导体领域拓展具备较大业绩弹性，首次覆盖给予“增持”评级。

重要财务指标

单位:百万元

主要财务指标	2021	2022E	2023E	2024E
营业收入	428	602	1,668	2,215
收入同比(%)	36.9%	40.6%	177.3%	32.8%
归属母公司净利润	46	31	126	259
净利润同比(%)	-19.1%	-33.6%	310.4%	106.6%
毛利率(%)	45.8%	39.8%	38.5%	38.7%
ROE(%)	5.2%	3.2%	11.6%	19.5%
每股收益(元)	0.10	0.07	0.28	0.57
P/E	307.48	463.33	112.89	54.65
P/B	16.05	14.78	13.07	10.64
EV/EBITDA	10.65	14.33	3.92	1.93

资料来源：wind，华安证券研究所

● 风险提示

1) 光伏及半导体行业后续扩产不及预期的风险。2) 技术迭代带来的创新风险。3) 国内市场竞争加剧的风险。4) 核心技术人员流失或不足的风险。5) 测算市场空间的误差风险。6) 研究依据的信息更新不及时，未能充分反映公司最新状况的风险。

正文目录

1 ALD 技术领军企业，聚焦光伏与半导体.....	6
1.1 专注 ALD 技术，拓展应用领域.....	6
1.2 光伏与泛半导体领域已取得广泛应用.....	8
1.3 营收高速增长，规模效应有望带来利润加速提升.....	11
2 光伏：立足 ALD，新型电池技术全面布局.....	14
2.1 光伏装机量增长，设备空间广阔.....	14
2.2 大幅提效，首先将 ALD 技术应用于 PERC 电池生产.....	15
2.3 TOPCON 持续放量，立足 ALD 发展正背面镀膜.....	16
2.4 ALD 需求量增长，受益 IBC 路线扩产.....	19
2.5 HJT 持续降本增效，公司进行技术储备.....	21
2.6 布局钙钛矿电池，不断加强技术储备.....	23
3 半导体：ALD 技术中的国产替代先行者.....	25
3.1 需求与国产替代共振，国产 ALD 设备市场快速增长.....	25
3.2 逻辑芯片：国产首家突破 28NM 制程 HIGH-K 材料沉积技术.....	27
3.3 存储芯片：精细化镀膜适应先进存储技术需求.....	28
3.4 新型显示：MINI LED/OLED 等广泛布局.....	29
4 投资建议.....	32
4.1 基本假设与营业收入预测.....	32
4.2 估值和投资建议.....	32
风险提示.....	34

图表目录

图表 1 公司发展历程.....	6
图表 2 微导纳米股权结构图（截至 2022 年 12 月 22 日）.....	6
图表 3 公司主要管理人员简介.....	7
图表 4 原子层沉积技术原理图.....	8
图表 5 PVD/CVD 与 ALD 的工艺对比.....	8
图表 6 公司光伏领域主要设备.....	9
图表 7 公司半导体领域主要设备.....	10
图表 8 公司产品在其他领域的应用.....	10
图表 9 公司主营业务收入产品类别构成情况（%）.....	11
图表 10 光伏领域设备销售收入占比（%）.....	11
图表 11 公司专用设备产品销售具体情况.....	11
图表 12 2019-2022 前三季度的营业收入及同比增速.....	12
图表 13 2019-2022 前三季度的归母净利润及同比增速.....	12
图表 14 2019-2022 前三季度毛利率与净利率情况.....	12
图表 15 2019-2022 前三季度期间费用率情况.....	12
图表 16 公司分产品毛利率水平（%）.....	13
图表 17 全球光伏新增装机及预测（GW）.....	14
图表 18 我国光伏新增装机及预测（GW）.....	14
图表 19 光伏产业链.....	14
图表 20 行业内其他企业对比.....	15
图表 21 铝背场电池与 PERC 电池结构区别.....	15
图表 22 近年光伏 PERC 产能（GW）.....	15
图表 23 PERC 电池工艺流程及对应设备.....	16
图表 24 PERC 电池生产中相关企业常用的 Al_2O_3 镀膜设备产能指标.....	16
图表 25 PERC 和 TOPCON 电池结构对比图.....	17
图表 26 晶科实验室 N 型单晶硅单结电池转换效率.....	17
图表 27 部分上市公司 TOPCON 扩产情况.....	17
图表 28 TOPCON 电池工艺流程及对应设备.....	18
图表 29 薄膜沉积设备在 TOPCON 投资中占比提升.....	18
图表 30 公司 TOPCON 镀膜设备应用.....	18
图表 31 TOPCON 背面膜其他制备方法存在的问题.....	19
图表 32 IBC 电池结构相较于其他路线更为特殊.....	19
图表 33 IBC 电池高低温环境下均有优秀性能表现.....	19
图表 34 头部电池片厂商 BC 电池量产转化效率及投产情况.....	20
图表 35 一种新型 IBC 太阳能电池的简易制备流程（通威太阳能）.....	20
图表 36 HJT 电池为对称双面结构.....	21
图表 37 头部电池片企业 HJT 转换效率近年已达 25% 以上.....	21
图表 38 主要厂商 HJT 电池远期产能规划.....	21
图表 39 异质结电池量产主要工序.....	22
图表 40 公司 HJT 相关的研发项目.....	22

图表 41 IBC 电池结构相较于其他路线更为特殊.....	23
图表 42 IBC 电池高低温环境下均有优秀性能表现.....	23
图表 43 部分公司进行钙钛矿布局.....	23
图表 44 协鑫光电公布的钙钛矿工艺流程图.....	24
图表 45 ALD 缓冲层在钙钛矿电池结构中的位置.....	24
图表 46 钙钛矿结构示意图 (ALD- Al_2O_3 封装层).....	24
图表 47 全球及中国大陆半导体设备市场规模 (亿美元).....	25
图表 48 2021 年中国半导体设备市场规模占比情况.....	25
图表 49 全球半导体薄膜沉积设备市场规模 (亿美元).....	25
图表 50 2019 年半导体薄膜沉积设备占比.....	26
图表 51 2020 年半导体薄膜沉积设备占比.....	26
图表 52 2019 年全球 ALD 市场竞争格局.....	26
图表 53 我国国产 ALD 设备市场空间测算.....	27
图表 54 英特尔首先在 45NM 制程中提出 HIGH-K 技术.....	27
图表 55 公司逻辑芯片领域应用产品和研发项目情况 (截至 2022 年 11 月 2 日).....	28
图表 56 全球及中国存储芯片市场规模 (亿美元).....	28
图表 57 全球 2021 年半导体存储器市场结构.....	28
图表 58 2D NAND 与 3D NAND 结构简图.....	29
图表 59 铁电存储器原理.....	29
图表 60 公司存储芯片领域应用产品和研发项目情况 (截至 2022 年 11 月 2 日).....	29
图表 61 中国 LED 芯片产值 (亿元).....	30
图表 62 中国 LED 芯片产能分布.....	30
图表 63 中国 MINI LED 市场规模 (亿元).....	30
图表 64 中国 MINI LED 市场份额.....	30
图表 65 公司新型显示方向产业化及研发情况.....	31
图表 66 公司营业收入预测.....	32
图表 67 可比公司估值.....	33

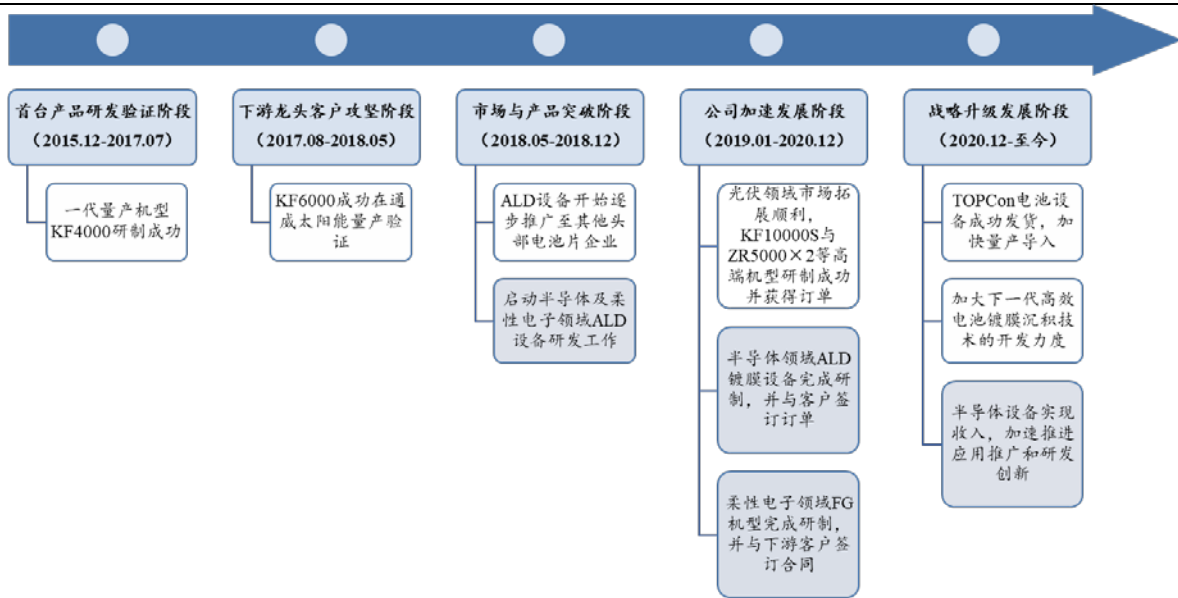
1 ALD 技术领军企业，聚焦光伏与半导体

1.1 专注 ALD 技术，拓展应用领域

微导纳米成立于 2015 年 12 月，2022 年 12 月在科创板上市。公司主要从事先进微、纳米级薄膜沉积设备的研发、生产和销售，向下游客户提供先进薄膜沉积设备与相关改造服务及备品备件。

公司以 ALD（原子层沉积）技术为核心，主要应用于光伏和泛半导体领域。公司成立后即开始原型机的研发，一代量产机型 KF4000 于 2017 年中开始试量产，全球首创将 ALD 技术规模化应用于光伏领域，PECVD 设备、PEALD 二合一平台设备自 2021 年开始实现销售。公司于 2018 年启动半导体及柔性电子领域 ALD 的设备研发，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，正式进军逻辑芯片、先进存储、3D-IC 等镀膜制造领域。

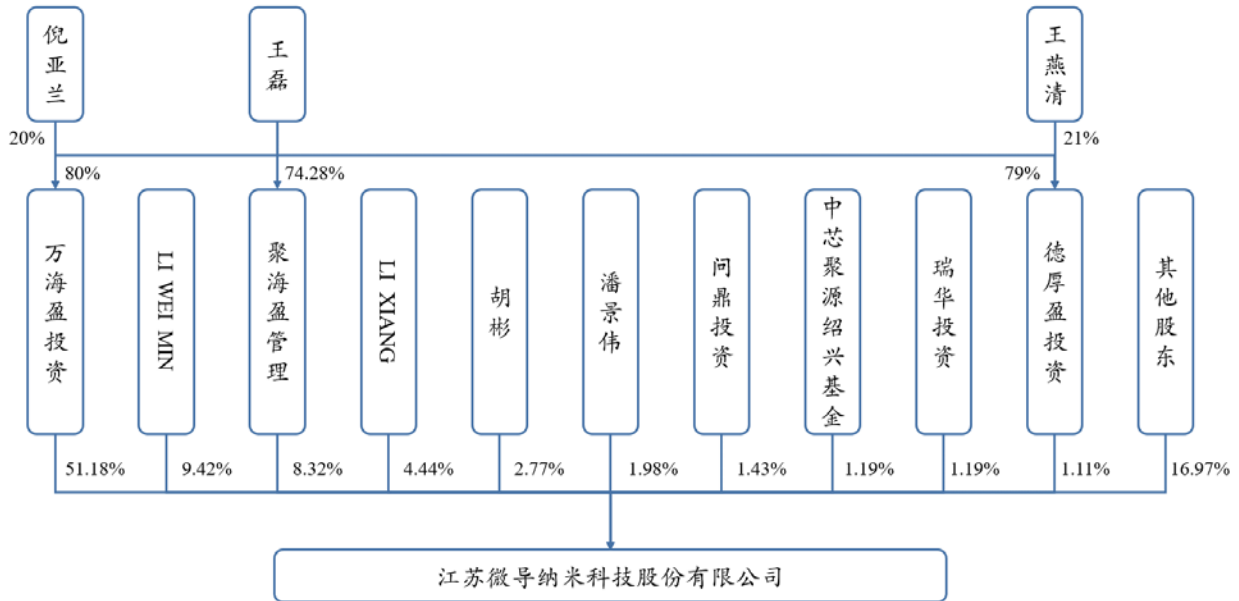
图表 1 公司发展历程



资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所整理

股权结构稳定，实控人为王燕清家族。截至 2022 年 12 月，万海盈投资直接持有公司 23,258.1624 万股股份，占公司总股本的比例为 51.18%，为公司控股股东。**王燕清、倪亚兰、王磊组成的家族**通过万海盈投资、聚海盈管理、德厚盈投资间接控制公司 60.60% 的股份，同时王燕清之子王磊担任公司董事长、王燕清之妻倪亚兰担任公司董事，**王燕清家族为公司的实际控制人。**截至 2022 年 6 月 30 日，公司不存在控股子公司及分公司，参股公司 1 家为芯链融创。

图表 2 微导纳米股权结构图（截至 2022 年 12 月 22 日）



资料来源：公司上市公告书，华安证券研究所整理

管理层从业经验丰富，技术团队对行业理解非常深刻。王燕清家族作为公司实际控制人，于 2002 年创立无锡先导智能装备股份有限公司。先导智能主要从事锂电池、光伏、3C 等智能装备的制造。公司董事、副董事长兼首席技术官黎微明自 1994 年开始 ALD 技术工作，是全球第一批将 ALD 技术用于半导体领域的科学家之一。公司其他高管也都从业多年，专业能力强，技术与管理经验丰富。对行业独到深刻的理解有助于公司未来发展，为公司继续保持竞争优势和龙头地位奠定基础。

图表 3 公司主要管理人员简介

姓名	公司职位	履历
王燕清	实际控制人	1966 年 4 月出生，中国国籍，1986 年至 1999 年任无锡县无线电二厂设备助理工程师。2002 年设立无锡先导自动化设备有限公司（后改名为“无锡先导智能装备股份有限公司”），任董事长、总经理。2011 年 12 月至今任先导智能董事长、总经理。
王磊	董事长	1993 年 11 月出生，中国国籍，毕业于新泽西州立大学计算机和数学专业。2017-2018 就职于恒云太。2019 年 12 月至今，担任公司董事长。
倪亚兰	董事	1970 年 11 月出生，中国国籍，2002-2011 担任无锡先导自动化设备有限公司总经理办公室助理。2011-2016 担任无锡嘉鼎投资有限公司（上海卓遨前身）总经理。2019 年 12 月至今，担任公司董事。
黎微明 (LI WEI MIN)	副董事长、首席技术官	1967 年 12 月出生，芬兰国籍，博士研究生学历，毕业于芬兰赫尔辛基大学无机化学专业。2000-2007 就职于芬兰 ASM，任高级工艺工程师。2007-2010 就职于芬兰 Silecs，任应用经理。2010-2015 就职于芬兰 Picosun，任应用总监。2016-2019 任微导有限首席技术官。2019 至今任公司首席技术官并历任公司董事、副董事长。
李翔 (LI XIANG)	董事、副总经理	1981 年 4 月出生，新加坡国籍，博士研究生学历，毕业于新加坡南洋理工大学电气与电子工程专业。2010-2012 就职于新加坡科学技术研究院微电子研究所，任研发科学家。2012-2015 就职于 Picosun Asia Pte. Ltd.，任董事总经理。2016-2019 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 12 月至今，任公司董事、副总经理。
周仁 (ZHOU REN)	总经理	1963 年 1 月出生，美国国籍，硕士研究生学历，毕业于美国丹佛大学计算机科学专业。曾供职于美国 AG Associates、Novellus System、CVC Inc 公司。1997-2006 担任美国 Lam 工程资深总监并历任资深软件经理，软件总监。2006-2010 担任中微半导体设备（上海）股份有限公司执行总监并历任资深总监。2014-2020 历任拓荆科技工程副总经理、顾问。2021 年 7 月至今，担任公司总经理。

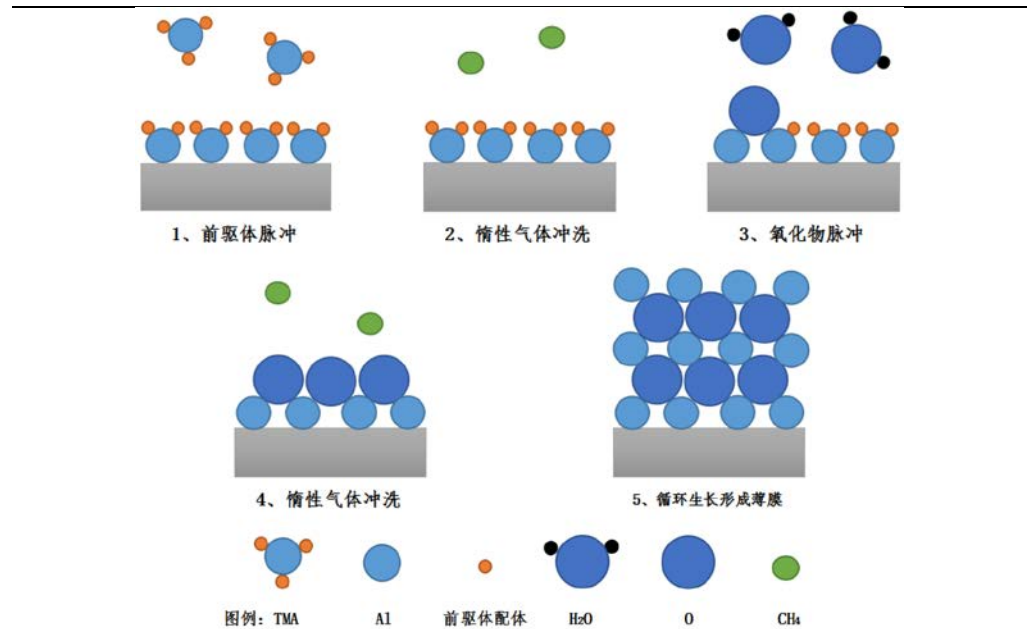
胡彬	副总经理	1983年1月出生，中国国籍，本科学历，毕业于东南大学机械设计制造及其自动化专业。2011-2018任先导智能副总经理。2018-2019就职于微导有限，任常务副总经理。2021年7月至今，任公司副总经理、光伏事业部总经理。
----	------	--

资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所整理

1.2 光伏与泛半导体领域已取得广泛应用

ALD 是一种特殊的真空薄膜沉积方法，技术壁垒较高，性能独特。薄膜沉积是指在基底上沉积特定材料形成薄膜，使之具有光学、电学等方面的特殊性能。ALD 技术通过将气相前驱体脉冲交替地通入反应室并在沉积基底上发生表面饱和化学反应形成薄膜。ALD 镀膜设备可以将物质以单原子层的形式一层一层沉积在基底表面，每镀膜一次/层为一个原子层，根据原子特性，镀膜 10 次/层约为 1nm。ALD 拥有多项独特的薄膜沉积特性，如三维共形性、大面积成膜的均匀性、致密无针孔、实现亚纳米级的薄膜厚度控制。

图表 4 原子层沉积技术原理图



资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所整理

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

图表 5 PVD/CVD 与 ALD 的工艺对比





项目	PVD	CVD	ALD
优势与劣势	<ol style="list-style-type: none"> 1. 沉积速率较快 2. 薄膜厚度较厚，对于纳米级的膜厚精度控制差 3. 镀膜具有单一方向性 4. 厚度均匀性差 5. 阶梯覆盖率差 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 沉积速率一般（微米/分钟） 2. 中等的薄膜厚度（依赖于反应循环次数） 3. 镀膜具有单一方向性 4. 阶梯覆盖率一般 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 沉积速率较慢（纳米/分钟） 2. 原子层级的薄膜厚度 3. 大面积薄膜厚度均匀性好 4. 阶梯覆盖率最好 5. 薄膜致密无针孔

主要应用领域	1. HJT 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	1. PERC 电池背面钝化层、PERC 电池减反层 2. TOPCon 电池接触钝化层、减反层 3. HJT 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）	1. PERC 电池背面钝化层 2. TOPCon 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
--------	---	--	---

资料来源：公司公告、华安证券研究所整理

公司产品主要应用领域一：光伏领域。在光伏领域公司已覆盖包括通威太阳能、隆基股份、晶澳太阳能、阿特斯、天合光能等在内的多家知名太阳能电池片生产商。从 PERC 进一步向 TOPCon 乃至 HJT/IBC 技术延伸。

图表 6 公司光伏领域主要设备

产品系列	设备类型	产品图示	镀膜工艺	目前应用领域	产品说明	产业化阶段
夸父 (KF) 系列原子层沉积 (ALD) 系统	TALD		Al ₂ O ₃ 工艺	PERC 电池背面钝化层、TOPCon 电池正面钝化层	运用 ALD 技术，对晶硅太阳能电池表面 Al ₂ O ₃ 钝化膜进行批量制备	产业化应用
夸父 (KF) 管式 PECVD 系统	PECVD		SiN _x 工艺	PERC 电池减反层	运用 PECVD 技术，对晶硅太阳能电池表面 SiN _x 薄膜进行批量制备	产业化应用
	PECVD		SiN _x 工艺	TOPCon 电池背面减反层		产业化应用
祝融 (ZR) 管式 PEALD 系统	PEALD 和 PECVD		Al ₂ O ₃ 和 SiN _x 二合一工艺	PERC 电池背面钝化层、减反层	集成 PEALD 与 PECVD 技术，同一台设备可完成电池 Al ₂ O ₃ 膜和 SiN _x 膜，以及 TOPCon 电池超薄 SiO _x 隧穿层和掺杂多晶硅薄膜的制备	产业化应用
	PEALD 和 PECVD		Al ₂ O ₃ 和 SiN _x 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	炉管设备		非晶硅晶化及掺杂、扩散	TOPCon 电池扩散、退火	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	产业化应用

资料来源：招股说明书，华安证券研究所整理

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

公司产品主要应用领域二：半导体领域。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 HfO₂ 较好的满足了 28nm 逻辑器件制造过程的需要。除此之外，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。

图表7 公司半导体领域主要设备


产品系列	设备类型	产品图示	镀膜工艺	目前应用领域	产品说明	产业化阶段
凤凰 (P) 系列原子层沉积镀膜系统	TALD		HfO ₂ 工艺	逻辑芯片—高 k 栅介质层	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	产业化应用
			HfO ₂ 工艺	存储芯片—高 k 栅电介质层 (单元和多元掺杂介质层)		产业化验证
			ZrO ₂ 工艺			产业化验证
			La ₂ O ₃ 工艺	存储芯片—高 k 栅介质覆盖层		产业化验证
凤凰 (P-Lite) 轻型原子层沉积镀膜系统	TALD		TiN 工艺	半导体量子器件—超导材料导电层	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	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
			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	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	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)	产业化验证
龙 (Dragon) 系列真空传输系统	真空传输系统		-	半导体设备晶圆传输平台系统	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	产业化应用

资料来源: 招股说明书, 华安证券研究所整理

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

除了光伏和半导体领域外, 公司还拓展了**柔性电子等其他领域**的应用。公司自主开发的 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, 已实现产业化应用。

图表8 公司产品在其他领域的应用

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

资料来源: 公司招股说明书, 华安证券研究所整理

注: 产业化应用是指已实现销售

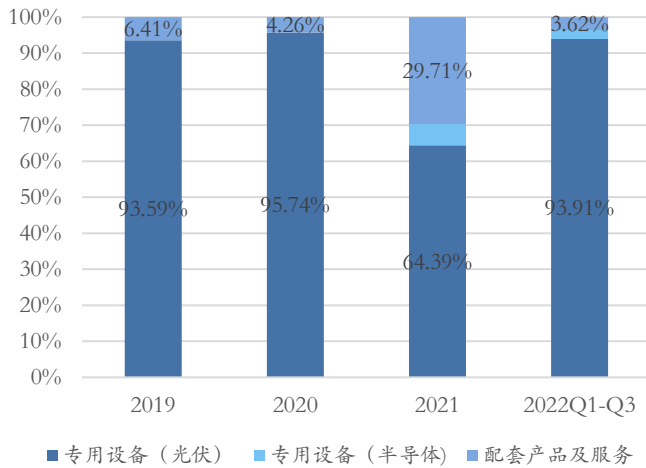
公司主营业务收入以专用设备为主, 2022 年前三季度占比超 93%。另有一些设备改造业务, 2021 年度设备改造业务增幅较大, 其业务规模受光伏电池硅片大尺

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影响。

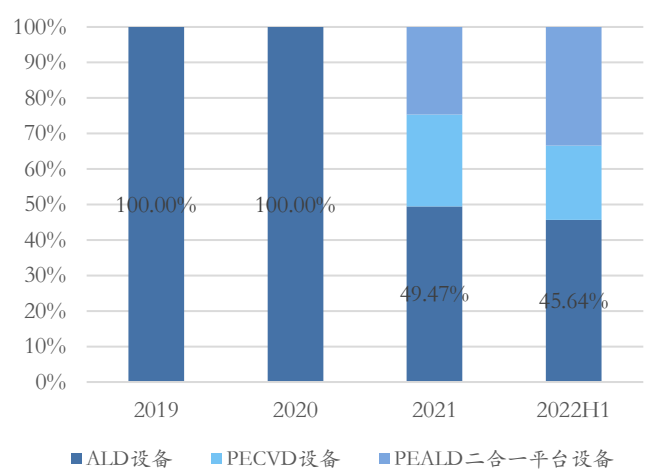
公司专用设备以 ALD 设备为主。2019、2020 年公司专用设备收入均为 ALD 设备，2021 年后，公司 PECVD 设备、PEALD 二合一平台设备等新产品占比增长迅速，且受向 N 型电池片的产能布局节奏影响，公司 ALD 设备的出货占比下降，随着 TOPCon 产能扩产，ALD 设备订单再次快速起量。

截至 2022 年 9 月末，公司已取得在手订单 19.75 亿元，其中专用设备在手订单合计 18.56 亿元，专用设备在手订单中毛利率较高的 ALD 设备的占比为 85.66%。

图表 9 公司主营业务收入产品类别构成情况 (%)



图表 10 光伏领域设备销售收入占比 (%)



资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所

资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所

图表 11 公司专用设备产品销售具体情况

应用领域	类型	项目	2019	2020	2021	2022H1
光伏领域设备	ALD 设备	销量 (台)	38	59	22	11
		销售均价 (万元/台)	531.44	507.06	618.95	593.16
		销售总额 (万元)	20,194.69	29,916.79	13,616.86	6,524.78
	PECVD 设备	销量 (台)	-	-	19	8
		销售均价 (万元/台)	-	-	374.9	373.89
		销售总额 (万元)	-	-	7,123.01	2,991.15
	PEALD 二合一平台设备	销量 (台)	-	-	17	12
		销售均价 (万元/台)	-	-	399.27	398.23
		销售总额 (万元)	-	-	6,787.61	4,778.76
半导体领域设备	ALD 设备	销量 (台)	-	-	1	-
		销售均价 (万元/台)	-	-	2,520.00	-
		销售总额 (万元)	-	-	2,520.00	-
	真空传输系统	销量 (台)	-	-	-	1
		销售均价 (万元/台)	-	-	-	475
		销售总额 (万元)	-	-	-	475

资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所整理

1.3 营收高速增长，规模效应有望带来利润加速提升

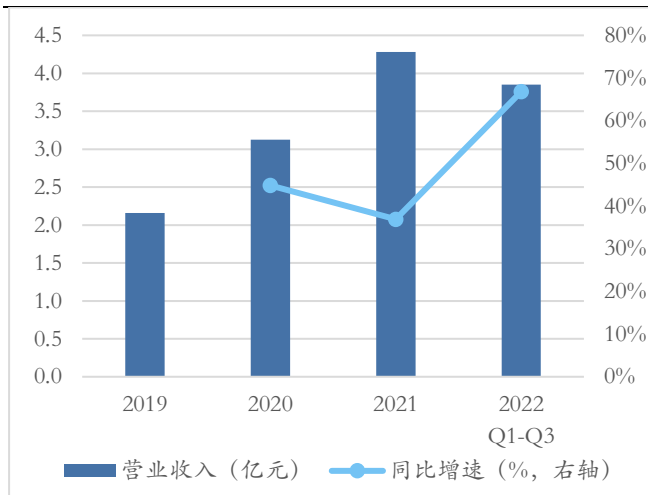
公司近年来营收呈增长态势，但净利润水平有所波动。2021 年度和 2022 年前三季度

度公司营收分别为 4.28 亿元、3.85 亿元，同比增长 36.91%、66.8%；归母净利润分别为 4,611.37 万元、-325.47 万元，同比下降 19.12%、115.83%。

2019-2021 年公司总营收 CAGR 为 40.81%。公司主营业务收入不断增长主要原因是：1) 光伏行业总体需求不断增长。2) 公司产品匹配电池生产技术发展方向，推出符合市场需求的高性能产品。公司解决了传统 ALD 技术速率慢的不足，提升单台设备产能和效率，并推出适用 TOPCon 等新型高效电池的产品。同时公司还提供尺寸改造、工艺改造等服务。3) 除了光伏领域外，公司的 ALD 设备已在逻辑芯片 28nm 先进制程生产线中实现突破，并持续推进在半导体及其他细分领域的应用。

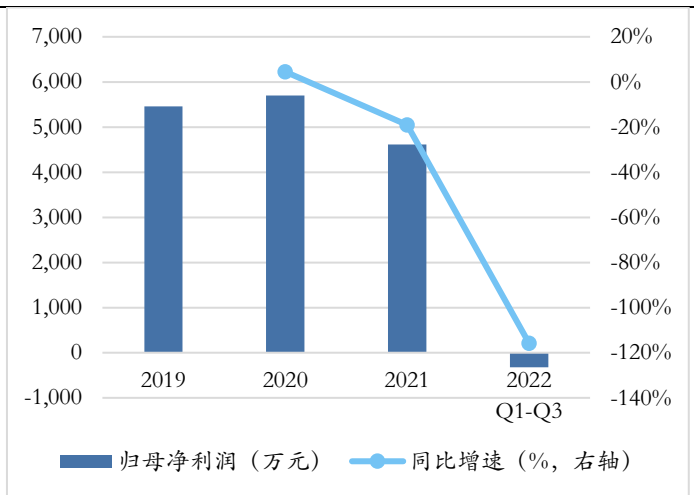
公司 2020 年起营收增长，但因费用金额上升，净利润有所波动。2022 前三季度公司出现亏损，主要系上半年我国新冠肺炎疫情呈多点散发情形，尤其是 2022 年第二季度无锡及周边地区客户现场工作受到影响，导致营业收入较上年度同期略有下降。同时公司扩充了管理、销售、研发等人员，并提高了相关投入，期间费用较上年度同期大幅增长。

图表 12 2019-2022 前三季度的营业收入及同比增速



资料来源：WIND，华安证券研究所

图表 13 2019-2022 前三季度的归母净利润及同比增速



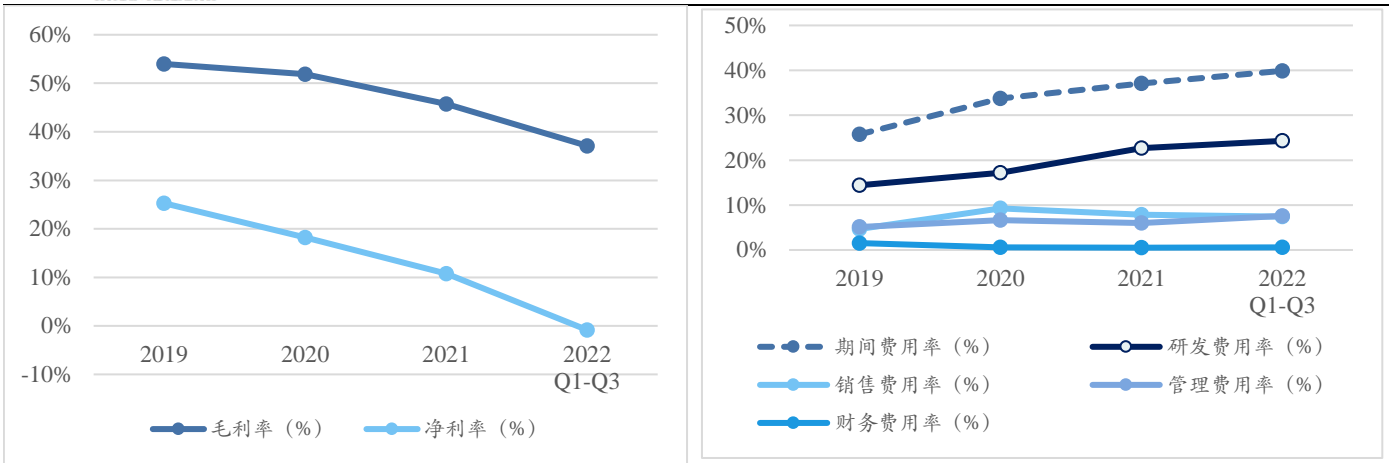
资料来源：WIND，华安证券研究所

近年来公司毛利率与净利率略有下降，主要系期间费用率上升且专用设备毛利率有所下降。2021 年度和 2022 年前三季度，公司销售毛利率分别为 45.77%、37.11%；销售净利率分别为 10.78%、-0.85%。毛利率下降主要由于产品收入结构改变，2021 年公司推出了 PECVD 设备、PEALD 二合一设备，由于产品推出初期先在 PERC 技术路线上进行推广，与已存在成熟的方案竞争，两款产品 2021 年和 2022 年上半年毛利率均低于 20%。公司根据已有订单测算，在 TOPCon 技术路线上推出的 PECVD 设备与 PEALD 二合一设备的毛利率均在 35% 以上，未来该产品毛利率预计将有提高。且 2022 年上半年 ALD 设备运用于半导体领域毛利率高于 50%，半导体收入的增长也将带动毛利率回升。

公司期间费用率高，研发费用率逐年上涨。2021 年度和 2022 年前三季度期间费用率分别为 37.06%、39.88%；研发费用分别为 9,704 万元、9,354.58 万元；研发费用率分别为 22.68%、24.29%。期间费用率上升主要是由于公司加大人才引入力度和产品应用领域拓展，导致投入增加、费用上升。随着公司业绩快速增长，规模效应不断显现，公司的期间费用率有望步入下行通道。

图表 14 2019-2022 前三季度毛利率与净利率情况

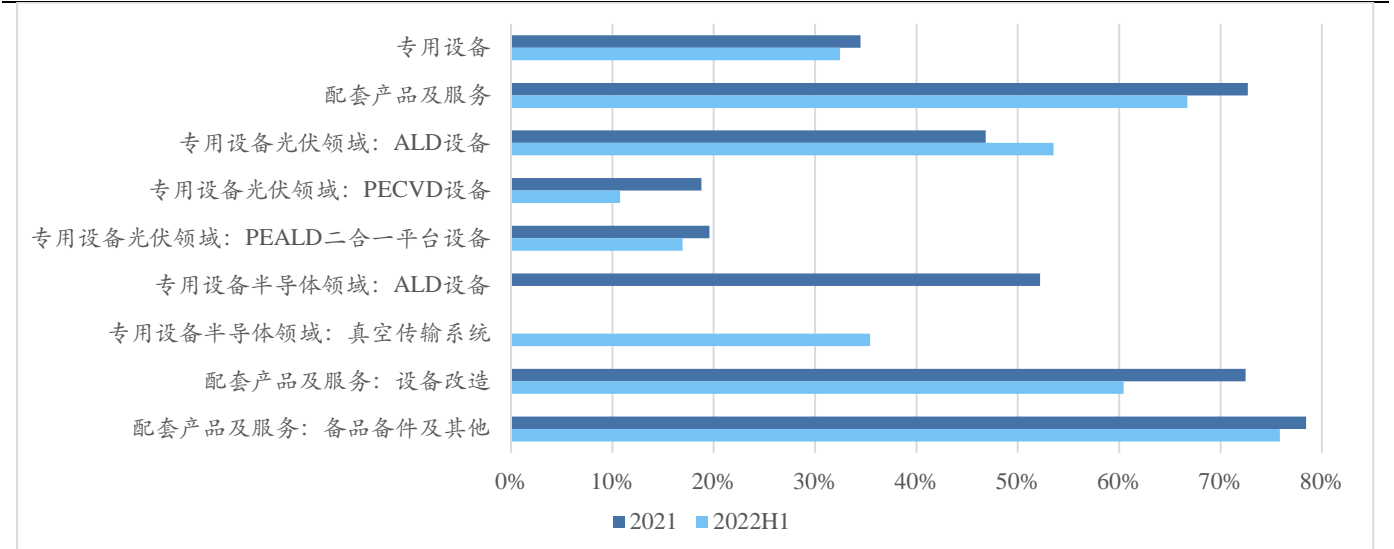
图表 15 2019-2022 前三季度期间费用率情况



资料来源: WIND, 华安证券研究所

资料来源: WIND, 华安证券研究所

图表 16 公司分产品毛利率水平 (%)



资料来源: 公司招股说明书, 华安证券研究所整理

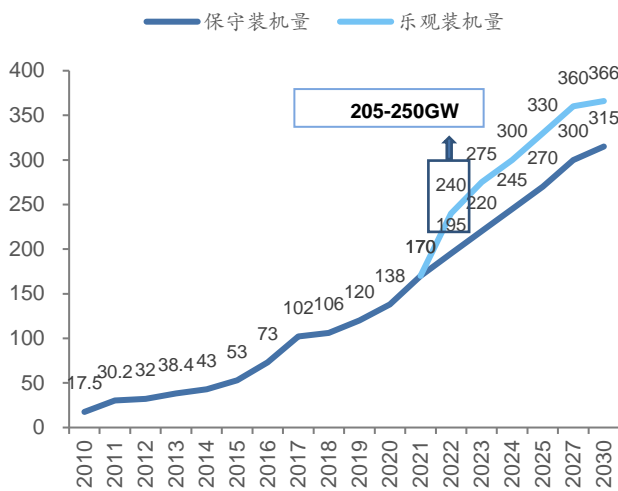
2 光伏：立足 ALD，新型电池技术全面布局

2.1 光伏装机量增长，设备空间广阔

光伏装机量预测持续高增长。根据 CPIA 数据，2021 年全球光伏新增装机 170GW，创历史新高。在光伏发电成本持续下降推动下，全球光伏新增装机仍将快速增长，保守情况下预计 2030 年全球/我国新增装机量 315/105GW。

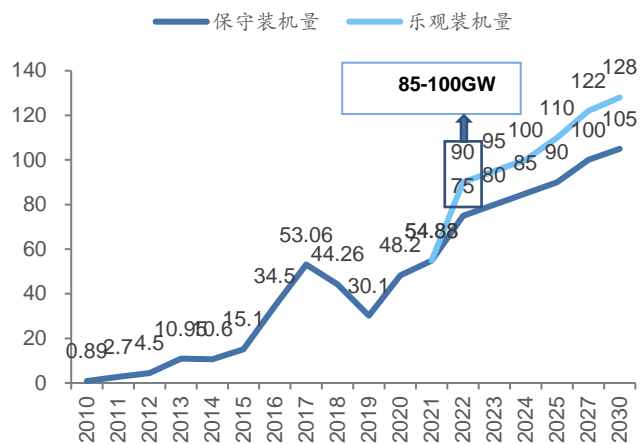
2022 年上半年，中国光伏产业总体实现高速增长，产业链主要环节保持强劲发展势头，多晶硅、硅片、电池、组件产量同比增长均在 45% 以上。上半年中国光伏发电新增装机 30.88GW，同比增长 137.4%。CPIA 乐观预计光伏市场或将开启加速模式，并将今年全球和我国的新增装机预测均调高 10GW。

图表 17 全球光伏新增装机及预测 (GW)



资料来源：CPIA，华安证券研究所

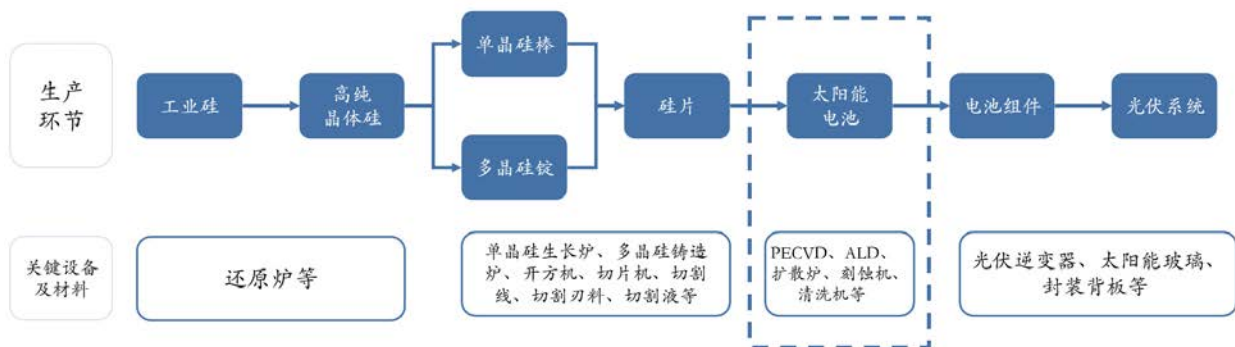
图表 18 我国光伏新增装机及预测 (GW)



资料来源：CPIA，华安证券研究所

光伏产业链上下游环节较多。其上游为工业硅和晶体硅料的生产，单晶硅棒、多晶硅锭的加工制造；中游为硅片、电池片的生产加工和光伏电池组件的生产制作；下游为光伏系统的应用，包括电站项目的开发、电站系统的集成和运营等，并逐渐向光伏取暖、光伏交通等领域拓展。公司产品主要用于光伏产业链的中游环节，为太阳能电池片厂商提供镀膜设备，用于在电池片薄膜沉积，是光伏电池片生产环节的关键工艺设备。

图表 19 光伏产业链



资料来源：捷佳伟创公司公告，华安证券研究所整理

国内光伏电池片企业选用的光伏设备已基本实现国产化，薄膜沉积设备多样化。理想晶延、捷佳伟创和红太阳等占据薄膜沉积设备的主要市场份额。无锡松煜、理想晶延和微导纳米主要采用 ALD 技术，捷佳伟创、北方华创、红太阳及 Centrotherm 主要采用 PECVD 技术，拉普拉斯主要产品是 LPCVD。微导纳米连续两年 ALD 产品收入规模在国内同类企业中排名第一。在已经量产的高效电池技术领域，微导纳米在 ALD 设备领域市场占有率达到了 70%~80%，在其同类产品中市场占有率稳居全球第一梯队。

图表 20 行业内其他企业对比

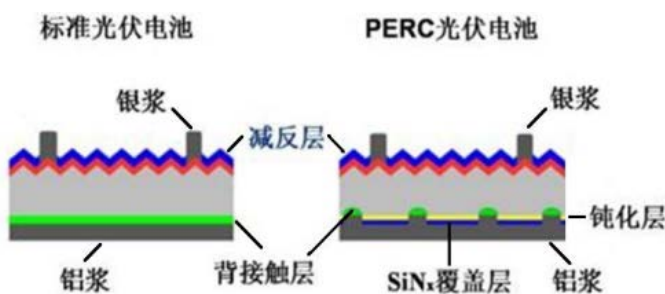
名称	成立时间	企业简介
无锡松煜	2017 年	主要产品包括 ALD、管式 PECVD、LPCVD、三合一 PECVD 沉积系统等产品。
理想晶延	2013 年	主要产品包括 ALD、PECVD 等系列。
微导纳米	2015 年	国内主要从事光伏 ALD 设备的企业之一，产品类型以管式 ALD 设备为主，并拓展 PECVD、PEALD 二合一设备。
捷佳伟创	2007 年	产品涵盖原生多晶硅料生产设备、硅片加工设备、晶体硅电池生产设备等。
北方华创	2001 年	由七星电子与北方微电子完成并购重组而成，其 PECVD 产品已在光伏领域实现批量销售。
红太阳	2009 年	中国电子科技集团控股子公司，主要产品包括 PECVD、LPCVD、ALD、扩散炉、氧化炉等。
Centrotherm	1976 年	德国企业，长期从事热解决方案的创新开发，并提供光伏、集成电路与微电子工业的生产解决方案。其中，光伏技术的生产设备包括管式低压扩散炉、PECVD 系统、LPCVD 系统、快速烧结炉、再生炉等。
拉普拉斯	2016 年	主营光伏领域设备，包括扩散系统、LPCVD、PECVD 等

资料来源：招股说明书，华安证券研究所

2.2 大幅提效，首先将 ALD 技术应用于 PERC 电池生产

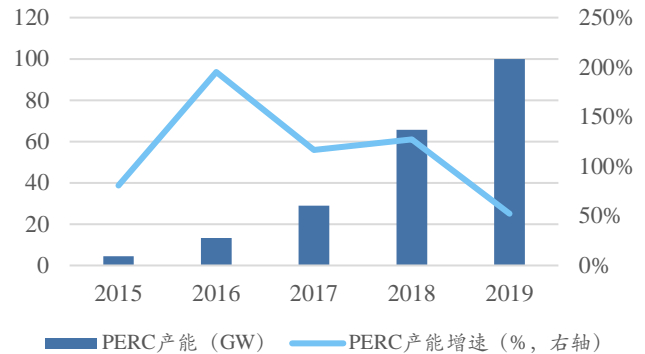
PERC 高效太阳能电池是通过在电池背面增加钝化层，阻止载流子在一些高复合区域（如电池表面与金属电极的接触处）的复合行为，减少电损失，同时可以增强电池下表面光反射，减少光损失，从而提高电池的转换效率，提高电池的性能，PERC 电池与常规全铝背场电池最大的区别在于：电池背面用全表面介质膜钝化和局域金属接触方式取代全铝背场电极。从各类电池的市场占有率看，2018 年传统的 BSF 电池依然占领半数市场，2019 年 PERC 电池技术迅速反超 BSF 电池，占据了超过 65% 的市场份额，随着 PERC 电池片新产能持续释放，2020 年 PERC 电池片市场占比达到 86.4%，2021 年进一步提升至 91.2%。

图表 21 铝背场电池与 PERC 电池结构区别



资料来源：帝尔激光公司公告，华安证券研究所

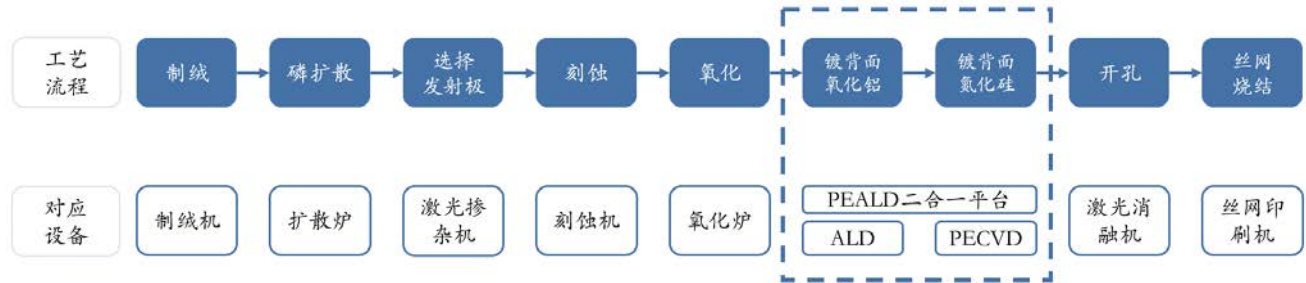
图表 22 近年光伏 PERC 产能 (GW)



资料来源：Taiyangnews，华安证券研究所

在PERC电池背面钝化Al₂O₃的沉积工艺中，主要采用ALD技术与PECVD技术。PERC背面钝化工艺主要是在硅片背面沉积Al₂O₃和SiN_x，Al₂O₃由于具备较高的负电荷密度，可以对P型表面提供良好的钝化，SiN_x主要作用是保护背部钝化膜，并保证电池正面的光学性能。在PERC电池背面钝化Al₂O₃的沉积工艺中，ALD技术与PECVD技术存在互相替代的关系。

图表 23 PERC 电池工艺流程及对应设备



资料来源：公司公告、华安证券研究所整理

公司ALD设备突破产能限制，首先应用于光伏领域。在常规单晶电池制造工艺流程中，仅电池正面需要用PECVD镀SiN_x，所以后来电池厂商优先运用PECVD技术在PERC电池背面沉积Al₂O₃。当时ALD技术在国外主要应用于半导体领域，大多属于单片式反应器类型，这种反应器虽然镀膜精度高，但产能较低。为了克服产能限制，2017年起国内ALD设备制造商陆续推出创新解决方案。公司进一步通过高产能真空镀膜技术、基于原子层沉积的高效电池技术等核心技术，解决了传统ALD技术速率慢的不足。根据中国光伏行业协会《2021-2022年中国光伏产业年度报告》，公司量产设备镀膜速率已经突破10,000片/小时，打破制约ALD技术应用于光伏领域的产能限制，成为行业主流镀膜方案之一。2018年、2019年公司PERC电池背钝化设备装机容量市占率分别为41.16%、48.41%。

图表 24 PERC 电池生产中相关企业常用的 Al₂O₃ 镀膜设备产能指标

公司名称	技术类型	产能 (片/小时)	产能 (MW/年)
Centrotherm	PECVD	6,000	290
捷佳伟创	PECVD	6,450	310
理想晶延	ALD	7,200	345
微导纳米	ALD	10,000	480

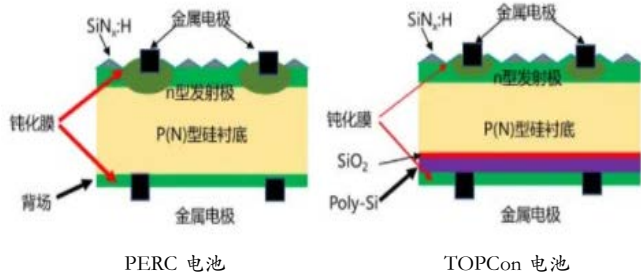
资料来源：招股说明书、华安证券研究所

注：年产能数据按166mm硅片尺寸计算

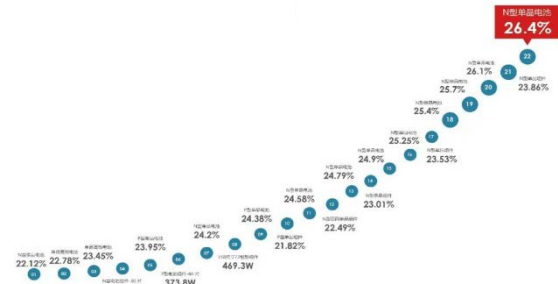
2.3 TOPCon 持续放量，立足 ALD 发展正背面镀膜

TOPCon 电池转换效率不断提升。N 型 TOPCon 技术是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技术，其电池结构为 N 型硅衬底电池，背面制备一层超薄氧化硅，然后再沉积一层掺杂硅薄层，二者共同形成了钝化接触结构，有效降低表面复合和金属接触复合，为 N 型电池转换效率进一步提升提供了更大的空间。P 型 PERC 电池理论转换效率极限为 24.5%，截至 2022 年 8 月，横店东磁 P 型 PERC 电池转换效率突破 24.01%，为行业最高水平。N 型 TOPCon 电池的理论极限转换效率则为 28.7%。根据晶科能源公告，截至 2022 年三季度末，晶科 TOPCon 电池 10GW 以上量产规模效率突破 25%，据其 2022 年 12 月 8 日公众号文章，182N 型高效单晶硅电池实验室转化效率达到 26.4%。

图表 25 PERC 和 TOPCon 电池结构对比图



图表 26 晶科实验室 N 型单晶硅单结电池转换效率



资料来源：摩尔光伏、华安证券研究所

资料来源：晶科能源公众号，华安证券研究所整理

TOPCon 扩产进行时。随着 TOPCon 电池片转换效率的不断提升，电池溢价显现，根据中来股份 2022 年 9 月 27 日的 182 尺寸 TOPCon 电池 1.44 元/W，及 PV INFOLINK2022 年 12 月 7 日公布的 182mmPERC 电池片 1.32 元/W 均价，TOPCon 电池溢价为 0.12 元/W。2022 年以来，国内新增建设和规划中的 TOPCon 电池产能已超 250GW，其中 2022 年底产能预计超 85GW，2023 年产能预计超 200GW。

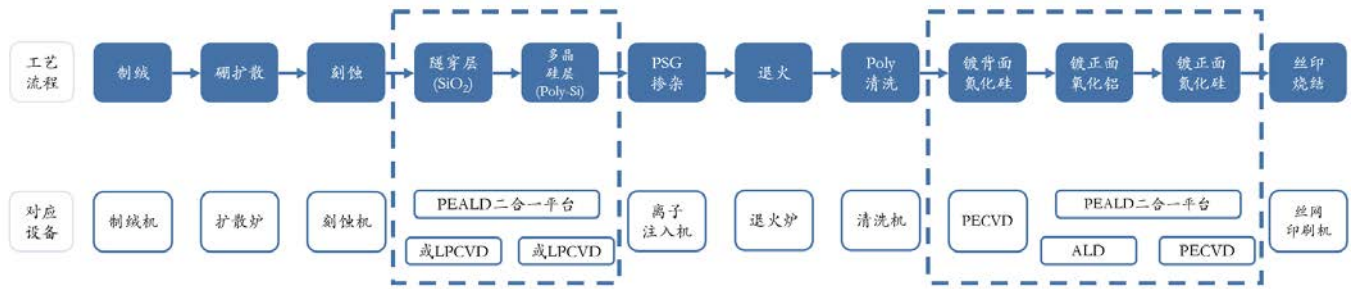
图表 27 部分上市公司 TOPCon 扩产情况

上市公司	时间	项目	规划产能 (GW)	2022E (GW)	2023E (GW)
晶科能源	2022.1.4	安徽高效 N 型 TOPCon 电池项目	8	25	35+
	2022.2	海宁基地 8GW 高效 N 型电池片项目	8		
	2022.6.28	海宁二期 11GW 高效电池及 15GW 组件智能生产线项目	11		
	2022.7.30	安徽二期 8GW TOPCon 电池片项目	8		
晶澳股份	2022.6.7	义乌年产 5GW 高效电池和 10GW 高效组件及配套项目正式投产	31.3	6.3	26
	2022.7.29	宁晋 1.3GW+6GW 电池项目			
	2022/3/8	曲靖年产 10GW 高效电池和 5GW 高效组件项目			
中来股份	2022.6.30	扬州年产 10GW 高效率太阳能电池项目	16	7.6	15.6
	2021.5.24	山西 16GW 高效单晶电池智能工厂项目			
天合光能	2022.4.8	宿迁 8GW TOPCon 电池项目	8	8	18
	2022.6.28	西宁年产 30 万吨工业硅、年产 15 万吨高纯多晶硅、年产 35GW 单晶硅、年产 10GW 切片、年产 10GW 电池、年产 10GW 组件以及 15GW 组件辅材生产线项目	10		
	2022.9.25	年产 15GW 高效电池和 15GW 大功率组件项目	15		
通威股份	2022.4.1	眉山年产 32GW 高效晶硅电池项目	8.5+	8.5	8.5+
润阳股份	2022.3.18	10GW TOPCon 电池生产线	10	10	10+

资料来源：亚化咨询，各公司公告，华安证券研究所整理

TOPCon 薄膜沉积设备投资占比提升。TOPCon 电池与 PERC 产线兼容性高，TOPCon 可在现有 PERC 产线上进行改造升级，设备改造成本约 5-6 千万元/GW。从生产工艺步骤来看，TOPCon 与现有 PERC 产线的兼容性较好，最大程度地保留和利用现有 P 型电池设备工艺流程，在现有的 PERC 产线基础上，只需要增加硼扩散、薄膜沉积设备以及湿法刻蚀机台。公司研发、生产的设备在 PERC 产线建设中的投资占比为 24.71%-26.73%，在 TOPCon (含 N 型电池) 产线建设中的投资比重上升至 33.00%-39.12%。

图表 28 TOPCon 电池工艺流程及对应设备



资料来源：公司公告、CPIA，华安证券研究所

图表 29 薄膜沉积设备在 TOPCon 投资中占比提升

上市公司	时间	项目	电池类型及规模	设备投资总额 (亿元)	薄膜沉积等设备投资占比
中来股份	2021.5	年产 16GW 高效单晶电池智能工厂项目 (一期)	TOPCon 电池 8GW	20.25	36.43%
隆基股份	2021.5	西咸乐叶年产 15GW 单晶高效单晶电池项目	TOPCon 电池 15GW	46.64	34.57%
隆基股份	2021.5	宁夏乐叶年产 5GW 单晶高效电池项目 (一期 3GW)	N 型电池 3GW	10.15	33.00%
爱旭股份	2021.4	珠海年产 6.5GW 新世代高效晶硅太阳能电池建设项目	N 型电池 6.5GW	36.15	37.34%
爱旭股份	2021.4	义乌年产 10GW 新世代高效太阳能电池项目第一阶段 2GW 建设项目	N 型电池 2GW	11.33	36.63%
天合光能	2020.12	盐城年产 16GW 高效太阳能电池项目	PERC 电池 16GW	54.21	24.71%
天合光能	2020.12	年产 10GW 高效太阳能电池项目 (宿迁二期 5GW)	PERC 电池 5GW	16.99	26.73%
天合光能	2020.12	宿迁 (三期) 年产 8GW 高效太阳能电池项目	TOPCon 电池 8GW	31.41	39.12%
通威太阳能	2020.8	年产 7.5GW 高效晶硅太阳能电池智能工厂项目 (眉山二期)	PERC 电池 7.5GW	17.78	26.17%
通威太阳能	2020.8	年产 7.5GW 高效晶硅太阳能电池智能互联工厂项目 (金堂一期)	PERC 电池 7.5GW	18.72	24.85%

资料来源：招股说明书，华安证券研究所

公司 ALD 技术可以应用在 TOPCon 的正反面镀膜中，首先在正面钝化膜取得较高市占率。ALD 设备在 TOPCon 工艺中氧化铝制备更具优势，在 TOPCon 电池正面氧化铝工艺中，区别于普通 CVD 或 PECVD 原理，ALD 可沉积超薄的、高深宽比的膜层，更适应正面钝化膜的复杂形貌。

图表 30 公司 TOPCon 镀膜设备应用

应用领域	镀膜工艺	产品系列	设备类型	产业化阶段
正面钝化层	Al ₂ O ₃ 工艺	夸父 (KF) 系列原子层沉积 (ALD) 系统	TALD	
背面减反层	Si ₃ N ₄ 工艺	夸父 (KF) 管式 PECVD 系统	PECVD	产业化应用
正面钝化层、减反层	Al ₂ O ₃ 和 Si ₃ N ₄ 二合一工艺	祝融 (ZR) 管式 PEALD 系统	PEALD 和 PECVD	

电池隧穿层、掺杂多晶硅层	隧穿层和掺杂多晶硅层二合一工艺		
电池扩散、退火	非晶硅晶化及掺杂、扩散	羲和 (XH) 低压扩散炉系统	炉管设备

资料来源：招股说明书、华安证券研究所

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 存在的不足。在氧化硅隧穿层的制备中，目前较常见的有高温热氧化法、等离子体氧化法和 PEALD 技术。高温热氧化法、等离子体氧化法在实践中也均存在问题。公司开发出了 ZR5000×2PEALD “二合一”产品，创新性的将 ALD 技术应用于氧化硅层的制备，能够连续完成 TOPCon 电池的背膜结构（隧穿氧化硅/原位掺杂多晶硅）镀膜。跟上述氧化法相比，采用 ALD 技术可以获得超薄（<2nm）、大面积均匀性、致密性好、无针孔的氧化硅层。

图表 31 TOPCon 背面膜其他制备方法存在的问题

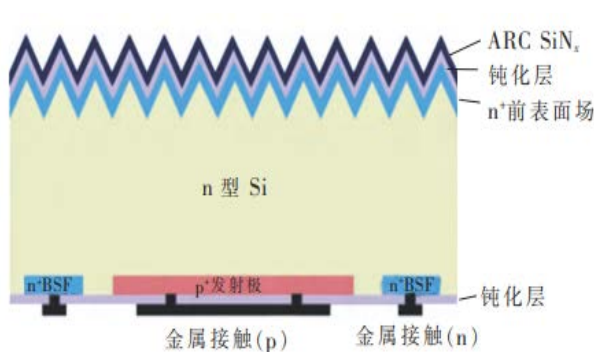
制备方法	工艺流程	存在问题
LPCVD	隧穿层和多晶硅层	绕镀严重、成膜速率低、需二次掺杂过程繁琐、后期运营成本高
高温热氧化法	氧化硅隧穿层	能获得高质量的氧化硅层、较低的界面缺陷态密度，但存在大尺寸硅片下容易受热不均匀、成膜反应速度慢等问题
等离子体氧化法	氧化硅隧穿层	采用等离子体轰击 N ₂ O 使其解离产生游离 O 从而氧化硅片表面，该方法生长的氧化硅厚度较厚，对于 1-3nm 的厚度，该方法难以控制厚度

资料来源：招股说明书、华安证券研究所

2.4 ALD 需求量增长，受益 IBC 路线扩产

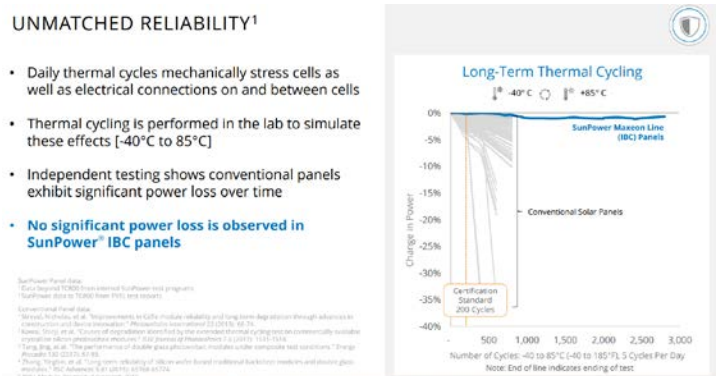
IBC 电池最大的特点是 P-N 结和金属接触都处于电池的背面，正面没有金属电极遮挡的影响，因此具有更高的短路电流，同时背面可以容许较宽的金属栅线来降低串联电阻从而提高填充因子，加上电池前表面场以及良好钝化作用带来的开路电压增益，使得这种正面无遮挡的电池就拥有了高转换效率。IBC 电池起步较早，较传统 PERC 具备已具备明显优势，且可靠性好，高低温环境下均有优秀的性能表现。

图表 32 IBC 电池结构相较于其他路线更为特殊



资料来源：《IBC 太阳能电池技术的研究进展》，华安证券研究所

图表 33 IBC 电池高低温环境下均有优秀性能表现



资料来源：《IBC TECHNOLOGY & MANUFACTURING》，华安证券研究所

量产转化效率持续提升叠加应用产品推出，远期产能规划可观。2022 年 11 月 2 日，隆基绿能发布 HPBC 电池，标准版量产效率突破 25%，叠加了氢钝化技术的 PRO 版，效率可以超过 25.3%，基于高效 HPBC 电池技术打造的 Hi-MO 6 组件量产效率则可达到 22.8%。爱旭股份新型 ABC 电池平均量产转化效率 25.5%，未来则有望实现 27% 以上，基于 ABC 电池的“黑洞”系列组件及整体解决方案服务则开创性地采用了无银化技术，

降本增效，组件转换效率达 23.5%。隆基股份 15GW 项目已开始投产，远期规划产能超 30GW；爱旭股份珠海 6.5GW 产能投产在即，远期规划 50GW 以上。

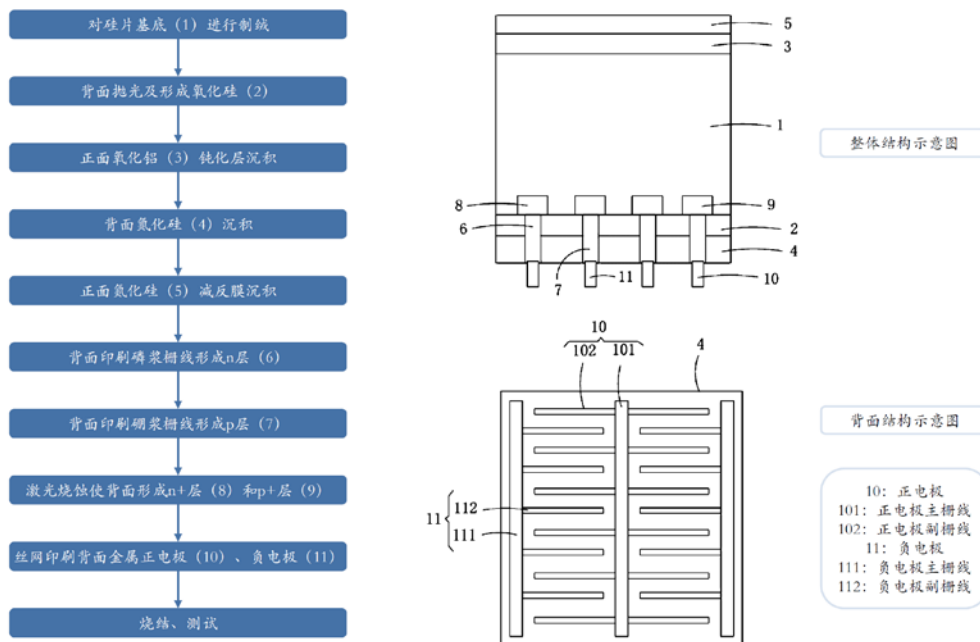
图表 34 头部电池片厂商 BC 电池量产转化效率及投产情况

公司	技术路线	特点	量产转化效率	2022 年投产情况	后续投产规划
隆基绿能	HPBC	1) 通过电池内部结构工艺调整，可大幅提升电池的光线吸收和光电转换能力，有效增加组件输出功率； 2) 正面无栅线的 HPBC 电池，使得组件外观极简纯粹，产品可以满足不同建筑设计风格，融洽和谐地搭配多元化场景； 3) 全背面焊接技术，背面采用“一”字型焊接，有效提升组件抗隐裂能力，极大提升产品可靠性。	25.3%(叠加氢钝化技术 PRO 版)	2022 年 9 月，西咸乐叶年产 15GW 高效单晶电池项目投产	泰州 4GW 项目预计 2023 年上半年实现满产；西咸项目 23 年 9 月预计投产 29GW。
爱旭股份	ABC	1) 背面全黑，可以全面吸收太阳光，降低了以前三线遮挡带来的能量损失； 2) 其双层绒面结构能减少反射，更多地吸收能量，能量吸收做到最大化； 3) 靠专有技术高清精密图形将高低结、PN 结等都放在电池片背面，保证无干扰、无损伤和高效率的传输。	25.5% (远期 27% 以上)	珠海 6.5GW 项目投产	远期产能规划 50GW 以上

资料来源：隆基绿能发布会、爱旭股份发布会、公司公告、华安证券研究所整理

IBC 制造流程中，多个步骤应用薄膜沉积设备。由于平台化技术特征，IBC 可以和 HJT、TOPCon 技术结合，电池制备工艺更为多变。正背面的钝化与减反膜、背面 PN 结的制备往往都需薄膜沉积设备参与其中。其中，ALD 设备在钝化层的制备中具有重要地位，且需求量往往更高，将充分受益于 IBC 电池后续扩产。

图表 35 一种新型 IBC 太阳能电池的简易制备流程 (通威太阳能)

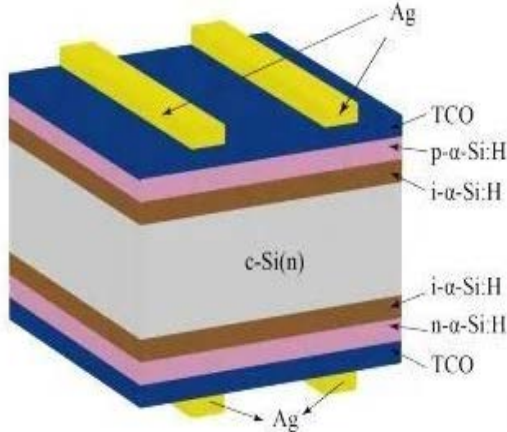


资料来源：国家知识产权局官网、华安证券研究所整理

2.5 HJT 持续降本增效，公司进行技术储备

HJT 路线产业化进程加快，转换效率持续提升。 异质结(HJT)最早由日本三洋公司于 1990 年成功开发,为对称双面电池结构,在 P 型氢化非晶硅和 N 型氢化非晶硅与 N 型硅衬底之间增加一层非掺杂(本征)氢化非晶硅薄膜,改变 PN 结的性能。与 PERC 电池相比,具有高效率(头部厂商已达到 25% 以上)、大尺寸、工艺简化、低衰减、双面率高(90-95%,高于 PERC 电池 70% 左右的水平)、薄片化等多重优势。HJT 电池理论最高转换效率为 27.5%,可以采用叠层等技术,叠加后最高效率有望提升至 30% 以上。2022 年 11 月 19 日,隆基发布了 26.81% 的 HJT 电池效率世界纪录。

图表 36 HJT 电池为对称双面结构



资料来源:北极星光伏网,华安证券研究所

图表 37 头部电池片企业 HJT 转换效率近年已达 25% 以上

公司	转换效率	实现时间
隆基绿能	转换效率达 26.81%	2022 年 11 月
通威股份	最高研发效率达 25.67% (ISFH 认证)	2022 年上半年
华晟新能源	M6 HJT 电池转换效率达到 25.26% (ISFH 认证)	2021 年 7 月
东方日升	实验室最高组件效率 23.65%	2022 年 11 月披露
金石能源	异质结组件窗口效率达到 24.46%	2022 年 11 月
金刚光伏	异质结电池的转换效率平均为 25%	2022 年 10 月披露

资料来源:公司公告, Solarzoom, 华安证券研究所

HJT 路线各厂商远期产能规划可观。 2022 年底我国 HJT 产能将超 10GW, 2023 年产能落地规划已超 60GW, 海外厂商扩产计划亦持续公布。根据 CPIA 数据, 到 2025 年, HJT 电池占比将接近 20%。HJT 电池工艺有别于旧产能, 需要对应新设备贡献产能, 产业化进程提速为对应设备厂商提供更为广阔的市场空间。

图表 38 主要厂商 HJT 电池远期产能规划

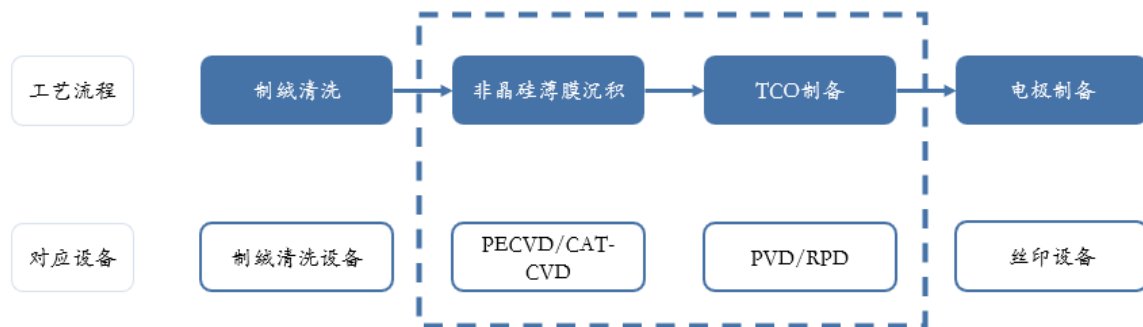
主要厂商	2022 年 产能预计	2023 年 产能预计	产能说明及规划情况
华晟新能源	2.7GW	7.5GW	安徽宣城 7.5GW 异质结全产业链项目开工, 三期 4.8GW 双面微晶异质结项目预计 2023 年投产; 无锡 5GW 异质结电池及组件项目已开工; 大理 5GW 双面微晶高效异质结电池与组件项目(分 2 期建设)已奠基。“十四五”期间总产能规划达 20GW
东方日升	0.5GW	9.5GW	江苏金坛 4GW 异质结电池+6GW 异质结组件项目正在有序推进中。浙江宁海规划 15GW HJT 电池+组件, 其中一期 5GW HJT 电池+10GW 组件项目在建(定增募投项目), 预计 2023 年 4 月全部投产。
爱康科技	2.4GW	10GW	通过湖州、赣州、苏州、泰州、舟山、温州六大基地的布局, 2022 年有望实现 8.27GW 电池、9.4GW 高效组件产能释放, 2025 年累计完成 40GW 以上高效太阳能电池及组件的产能建设
华耀光电		或 10GW	2022 年 6 月 30 日, 华耀光电位于常州金坛区的 10gw N 型高效光伏组件及 10gw 异质结电池项目已正式开工; 呼和浩特 10GW 光伏 N 型电池片生产项目, 一期 2GW 预计 2023H1 开工建设, 2024 年投产, 二期 8GW 预计 2024 年开工建设, 2026 年投产
泉为新能源		2GW	拟建设年产 15GW 异质结 (HJT) 电池、15GW 异质结 (HJT) 光伏组件及 5GWh 储能产品项目。项目计划分两期实施, 一期建设 2GW 异质结组件和 1GWh 储能产品生产线, 二期拟于 2023 年上半年开工建设

宝馨科技		2GW	怀远 2GW 光伏异质结电池组件项目已进入厂房建设阶段。 鄂托克经济开发区投建 2GW 光伏异质结电池、2GW 光伏异质结组件项目，建设期限为 2023 年 4 月至 2024 年 4 月。
国润能源		或 3GW	国润能源集团 3GW 异质结电池智能制造产业项目于 2022 年 6 月在尚义县开工
金刚光伏	1.2GW	6GW	在原有 1.2GW 异质结光伏项目投建基础上，于酒泉扩建异质结电池片及组件产能 4.8GW，预计一期 2.4GW 项目于 2023 年一季度进线投产，远期合计 6GW 以上
隆基绿能	1.1GW	1.2GW	于西咸新区建设 1.2GW 新型高效电池中试项目
通威股份	1.4GW	1.4GW	2021 年 1GW 异质结中试线调试完毕，根据研发进展情况规划后续异质结产能
明阳智能		或 2GW	规划建设 5GW 光伏高效电池&组件项目（异质结路线），拟分为 1+1+3GW，三期建设

资料来源：招股说明书，华安证券研究所

相比 TOPCon 电池片产线，HJT 产线对薄膜沉积设备投资额占比提升明显。HJT 电池整体结构变化较大，其制造环节只需 4 大类设备，分别是制绒清洗设备（投资占比 10%）、非晶硅沉积设备（投资占比 50%）、透明导电薄膜设备（投资占比 25%）和印刷设备（投资占比 15%），其中非晶硅沉积设备、透明导电薄膜设备均需要用到薄膜沉积设备。根据 CPIA 数据，截至 2021 年，HJT 设备投资额约为 4 亿元/GW，核心层沉积设备大约占整条 HJT 生产线资本支出的一半。

图表 39 异质结电池量产主要工序



资料来源：钧石能源公告、华安证券研究所整理

本征非晶硅层：目前 PECVD、CAT-CVD 为沉积 HJT 结构核心层的主要设备。PECVD 是当下最主要应用的技术，公司 PECVD 技术可以应用于该环节。CAT-CVD（催化化学气相沉积）也是广泛应用的核心层沉积技术，由于所处的环境没有离子轰击，得到的薄膜质量较高，但提高 CAT-CVD 的产量并不容易，而且设备也不易操作，自动化成本高。由于垂直加工的设计，破损率也很高。

TCO 层：主要设备为 PVD 设备，捷佳伟创导入 RPD 设备，公司 ALD 设备也储备用于该环节。

图表 40 公司 HJT 相关的研发项目

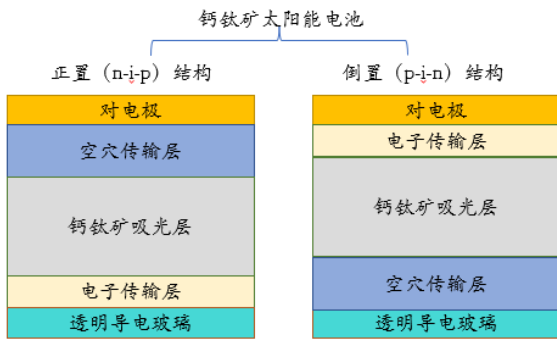
项目名称	2022 年 1-6 月	2021 年度	2020 年度	2019 年度	合计	预算	进度
高效 HJT 太阳能电池用 PECVD 镀膜系统关键技术开发	-	-	157.2	699.95	857.16	2,840.00	已结项

资料来源：公司公告、华安证券研究所整理

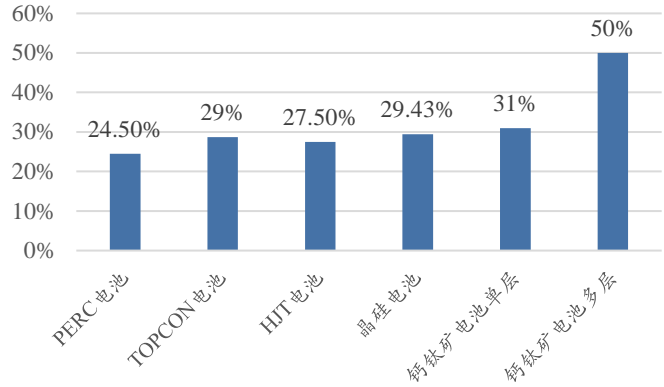
2.6 布局钙钛矿电池，不断加强技术储备

钙钛矿太阳能电池 (PSCs) 单结理论极限效率超 31%，叠层模式下可达 50%，相比晶硅电池效率提升空间大。钙钛矿电池结构为钙钛矿层夹在电子传输层和空穴传输层 (中间，构成三明治结构，外层是电极层。常见的钙钛矿电池结构有正式结构 (也称 n-i-p 型) 结构和反式结构 (也称 p-i-n 型) 两种。光照条件下，钙钛矿材料吸收光子，电子从价带跃迁到导带，随后以极快的速度注入到电子传输层 ETL，对应空穴被传输至空穴传输层 HTL；然后电子和空穴被电极收集，接上负载后，电池便可对外做功；电子传输层一般为 n 型半导体，空穴传输层一般为 p 型半导体。

图表 41 钙钛矿电池结构示意图



图表 42 不同类型太阳能电池理论极限电能转换效率



资料来源: CNKI_钙钛矿太阳能电池电子传输层的研究进展_韩飞等, 华安证券研究所

资料来源: 光伏产业通, 华安证券研究所

2023 年多家企业的规划产能已达到 GW 级。已有多家上市公司开始规划钙钛矿产能, 包括协鑫光电, 纤纳光电, 极电光能等多家企业, 并且多家企业的规划产能已达到 GW 级, 多家企业建设的钙钛矿光伏组件生产线也已经开始试生产。

图表 43 部分公司进行钙钛矿布局

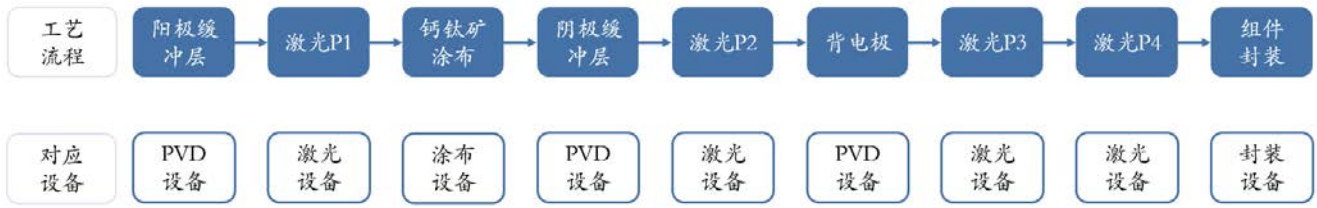
企业	在建项目	地点	规划产能	最新进展	转换效率
协鑫光电	100MW 钙钛矿生产线	江苏昆山	GW 级	投建的全球首条 100MW 量产线已在昆山完成厂房和主要硬件建设, 计划 2022 年投入量产	18% (量产线目标), 预计未来达到 25%
纤纳光电	100MW 规模化生产线	浙江衢州	GW 级	钙钛矿 α 组件全球首发, 全球首款钙钛矿商用组件 α 成功交付, 数量为 5000 片	21.8%, @19.35cm ²
极电光能	150M 的钙钛矿光伏组件生产线	江苏无锡	GW 级	极电光能投资建设的 150MW 全球最大的钙钛矿光伏组件生产线已经开始试生产, 全球首条 GW 级钙钛矿光伏生产线已签约落地无锡, 并将于 2023 年初启动建设。	18.2% (300cm ² 大尺寸组件)
无限光能	100MW 商业化量产线	/	/	公司预计将在三季度完成试验线建设, 年内实现大尺寸电池模组批量下线	目标效率大于 20%
仁烁光能	150MW 的量产线	江苏苏州	/	目前仁烁光能与常熟经济开发区已签署产业落地项目协议	全钙钛矿叠层电池组件稳效率达 24.50%

资料来源: 普乐科技 POPSOLAR、华安证券研究所整理

根据协鑫光电公布工艺, 钙钛矿电池组件产线主要设备分为四部分: PVD 设备、涂布设备、激光设备及封装设备, 其中镀膜设备占据重要位置。镀膜设备主要用于制备阳极缓冲层、阴极缓冲层、背电极。PVD 包括蒸镀、溅射镀和离子镀等, PVD 在整套

设备成本中大概占 50% 左右。

图表 44 协鑫光电公布的钙钛矿工艺流程图



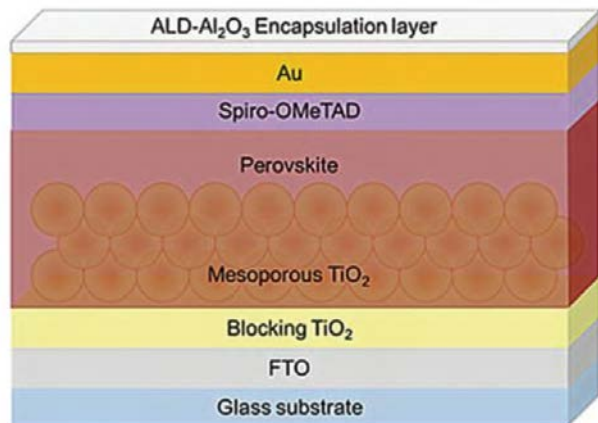
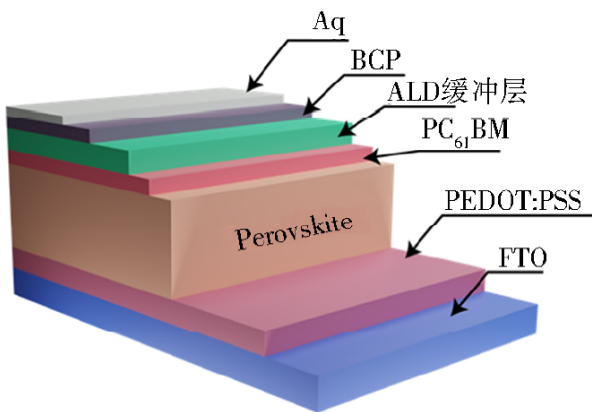
资料来源：协鑫光电、华安证券研究所整理

在不同结构的钙钛矿电池生产流程中，ALD 设备均有应用。由于原子层沉积技术具有自限制反应和逐层生长等特点，与热蒸镀、溅射和 CVD 等方法相比，具有衬底温度较低、可精确控制膜厚、大面积生长、薄膜均匀性好、三维保形性好等特点。公司根据下游厂商在钙钛矿叠层电池的量产节奏完善相关的技术储备和产品。

- ✓ **功能层：**ALD 可以用于 TCO 等功能层制备；
- ✓ **缓冲层：**ALD 可在金属电极和钙钛矿活性层之间沉积致密且电学性能良好的缓冲层（SnO₂ 和 TiO₂ 等薄膜）。金属电极与卤素之间的扩散反应是造成钙钛矿太阳能电池衰退的重要因素。另外其与柔性基底、器件完全兼容，所沉积的薄膜具有更好的致密性，非常适合于缓冲层的制备。公司积极布局，并与上下游以及国内外顶尖研究机构合作开发钙钛矿关键镀膜技术和装备。
- ✓ **封装：**ALD 薄膜封装制备的薄膜具有致密、可精确控制、能大面积制造和对水阻隔能力强等优点，对器件活性层性能与稳定性产生积极的影响，如常见的 Al₂O₃ 层，适用于钙钛矿电池的封装。

图表 45 ALD 缓冲层在钙钛矿电池结构中的位置

图表 46 钙钛矿结构示意图（ALD-Al₂O₃封装层）



资料来源：《SnO₂ 和 TiO₂ 薄膜在钙钛矿材料上的原子层沉积工艺》、华安证券研究所整理

资料来源：《钙钛矿光伏电池封装材料与工艺研究进展》、华安证券研究所整理

3 半导体：ALD 技术中的国产替代先行者

3.1 需求与国产替代共振，国产 ALD 设备市场快速增长

我国为全球最大的半导体设备市场。随着半导体行业整体景气度的提升，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。根据 SEMI 的数据，2021 年全球半导体设备销售额达到了 1026.4 亿美元，相较于 2020 的 711.9 亿美元增长了 44%，其中中国大陆在 2021 年第二次成为了半导体设备的最大市场，销售额达到了 296.2 亿美元，相较于 2020 年的 187.2 亿美元增长了 58%。

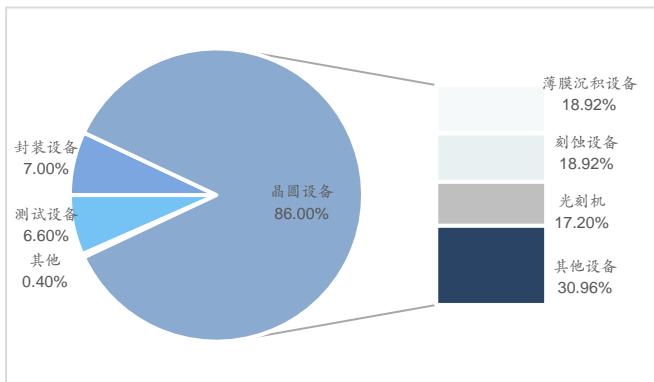
图表 47 全球及中国大陆半导体设备市场规模 (亿美元)



资料来源：SEMI，华安证券研究所

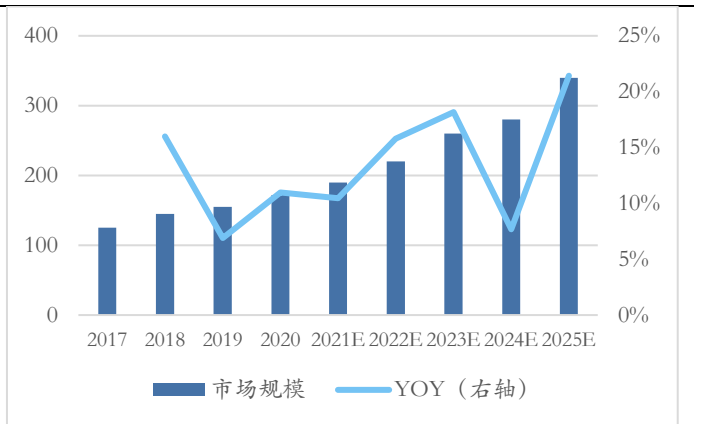
半导体设备主要分为晶圆设备、封装设备和测试设备三大类，其中晶圆设备又以薄膜沉积设备、刻蚀设备和光刻机为主。根据 Maximize Market Research 数据统计，全球半导体薄膜沉积设备市场规模从 2017 年的 125 亿美元扩大至 2020 年的 172 亿美元，年复合增长率为 11.2%，预计至 2025 年市场规模可达 340 亿美元。2021 年中国半导体设备市场，晶圆设备占总比值超过 80%，其中薄膜沉积设备的占比为 18.92%，据此测算 2021 年中国薄膜沉积设备市场规模大约为 48.2 亿美元。

图表 48 2021 年中国半导体设备市场规模占比情况



资料来源：智研咨询、华安证券研究所

图表 49 全球半导体薄膜沉积设备市场规模 (亿美元)

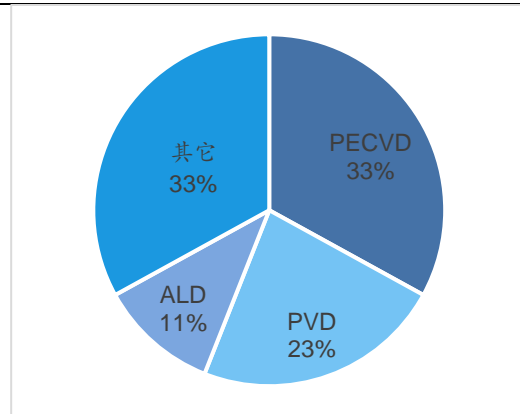


资料来源：Maximize Market Research，公司招股书，华安证券研究所

先进制程增加，薄膜要求提高，ALD 设备市场空间占比有望提升。随着集成电路

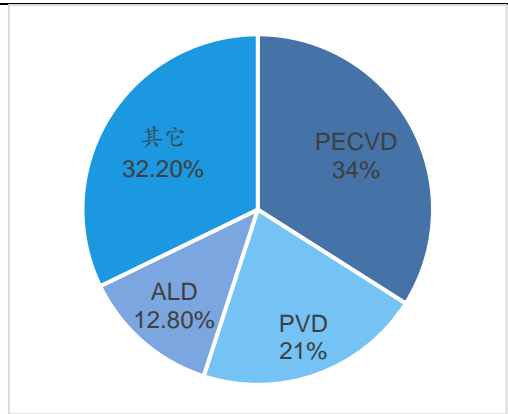
制造不断向更先进工艺发展，单位面积集成的电路规模不断扩大，芯片内部立体结构日趋复杂，所需要的薄膜层数越来越多，在半导体制程进入 28nm 后，器件结构不断缩小且更为 3D 立体化，生产过程中需要实现厚度更薄的膜层，以及在更为立体的器件表面均匀镀膜，并且由于芯片的线宽越来越窄、结构越来越复杂，薄膜性能参数精细化要求也随之提高，在此背景下，ALD 技术凭借优异的三维共形性、大面积成膜的均匀性和精确的膜厚控制等特点，技术优势愈加明显，在半导体薄膜沉积环节的市场占有率也将持续提高。

图表 50 2019 年半导体薄膜沉积设备占比



资料来源：Gartner，公司招股书，华安证券研究所

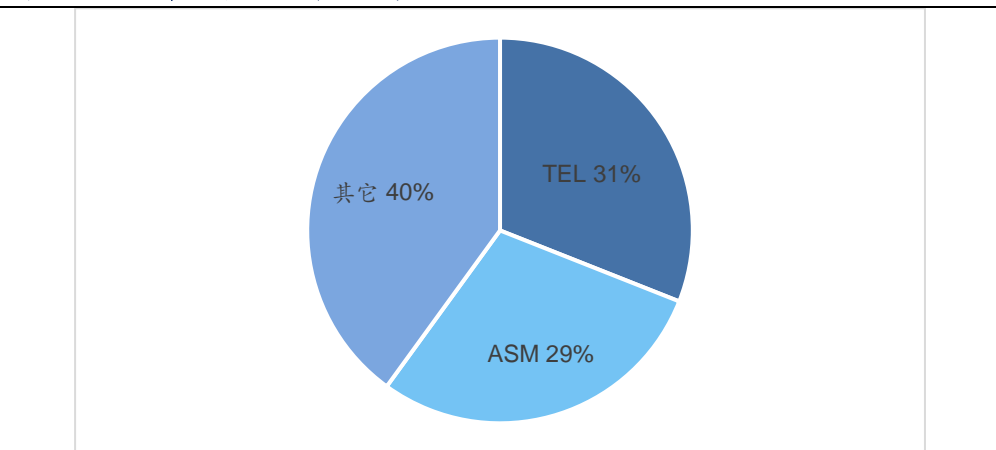
图表 51 2020 年半导体薄膜沉积设备占比



资料来源：Gartner，公司招股书，华安证券研究所

半导体薄膜沉积设备进口替代空间大。从全球市场份额来看，薄膜沉积设备行业呈现出高度垄断的竞争局面，行业基本由应用材料（AMAT）、ASMI、泛林半导体（Lam）、东京电子（TEL）等国际巨头占据大部分份额。半导体薄膜沉积设备国产化率 2020 年为 8%。2019 年，ALD 设备龙头东京电子（TEL）和先晶半导体（ASMI）分别占据了 31% 和 29% 的市场份额，剩下 40% 的份额由其他厂商占据。《中国制造 2025》对于半导体设备国产化提出明确要求：在 2020 年之前，90-32nm 工艺设备国产化率达到 50%；在 2025 年之前，20-14nm 工艺设备国产化率达到 30%。薄膜沉积设备作为半导体制造的核心设备，将会迎来巨大的进口替代市场空间。

图表 52 2019 年全球 ALD 市场竞争格局



资料来源：Gartner，拓荆科技招股说明书，华安证券研究所

我们预计 2022/2023/2024 我国国产 ALD 设备规模分别为 5.21/6.26/9.59 亿元，yoy+37.42%/20.15%/53.38%。随着我国半导体设备市场需求量增长及国产化率提升，国产 ALD 设备市场空间不打断，带来领先 ALD 设备公司机会。

图表 53 我国国产 ALD 设备市场空间测算

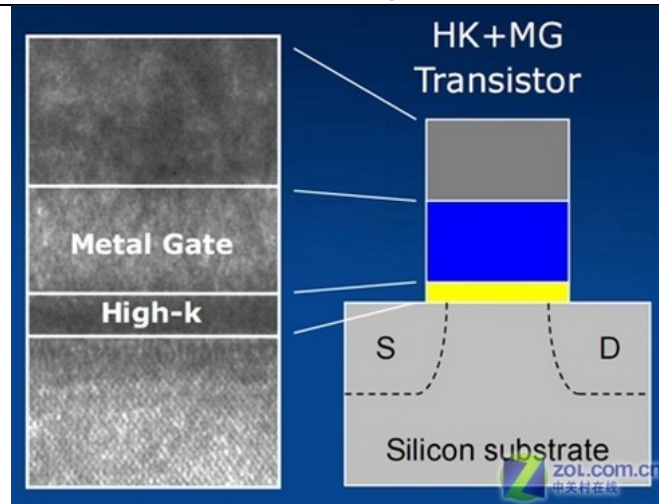
项目	2021	2022E	2023E	2024E
全球半导体设备销售额 (亿美元)	1,026.4	1,085.4	912.0	1,071.6
yoy	44.00%	5.75%	-15.98%	17.50%
大陆半导体设备销售额设备占比	28.86%	30.00%	33.00%	35.00%
大陆半导体设备销售额 (亿美元)	296.2	325.6	301.0	375.1
大陆半导体设备销售额 (亿元)	1,925.3	2,116.5	1,956.2	2,437.9
yoy		9.93%	-7.57%	24.62%
薄膜沉积设备占比	18.92%	18.92%	18.92%	18.92%
ALD 设备占薄膜沉积设备比例	13%	13%	13%	13%
中国 ALD 设备市场规模 (亿元)	47.35	52.06	48.12	59.96
yoy	44.00%	9.93%	-7.57%	24.62%
国产化率假设 (亿元)	8%	10%	13%	16%
中国 ALD 国产设备规模 (亿元)	3.79	5.21	6.26	9.59
yoy	44.00%	37.42%	20.15%	53.38%

资料来源: SEMI, 华安证券研究所

3.2 逻辑芯片: 国产首家突破 28nm 制程 High-k 材料沉积技术

高端制程下对 High-k 材料的需求导入 ALD 沉积技术。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, 已不能满足技术发展的要求。而高 k (介电常数) 氧化物作为栅介质层, 可以在降低等效氧化物厚度 (EOT) 的同时, 抑制漏电流的产生。由于高 k 的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), Intel 公司在半导体工业 45nm 以后, 随着高介电材料的应用, 引入了 ALD 技术沉积高介电材料。

图表 54 英特尔首先在 45nm 制程中提出 High-k 技术



资料来源: 中关村在线, 华安证券研究所

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。传统工艺中, 由于存在厚度控制和膜层均匀性的问题, 国内集成电路制造厂商通过 CVD 工艺所生成的膜很难突破 28nm 技术节点器件结构变化所带来的极限, 且在较高深宽比的三维结构上较难保证 100% 的阶梯覆盖率。而 ALD 工艺可以在 100% 阶梯覆盖率的基础上实现原子层级 (1 个纳米为 10 个原子) 的薄膜厚度。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 HfO₂ 较好的满足了 28nm 逻辑器件制造过程的需要。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。

图表 55 公司逻辑芯片领域应用产品和研发项目情况 (截至 2022 年 11 月 2 日)

产品系列	设备类型		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	TALD	HfO ₂ 工艺	逻辑芯片——高 k 栅介质层	产业化应用
龙 (Dragon) 系列真空传输系统	真空传输系统		半导体设备晶圆传输平台系统	产业化应用
名称	拟达到的目标		应用领域	所处阶段
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		半导体等领域	开发实现阶段
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		半导体等领域	开发实现阶段
28nm 及以下技术节点高介质栅氧及金属栅工艺技术和装备的国产	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		半导体等领域	开发实现阶段

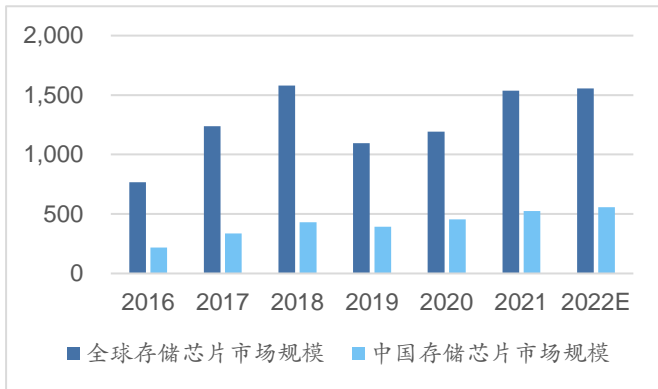
资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所整理

3.3 存储芯片：精细化镀膜适应先进存储技术需求

在存储芯片领域，5G、物联网、数据中心等新一代信息技术的大规模开发及应用催生了国内对半导体存储器的强劲需求，目前我国半导体存储器市场规模约占全球市场规模的 30%，但存储器产品主要依赖进口，替代空间巨大。

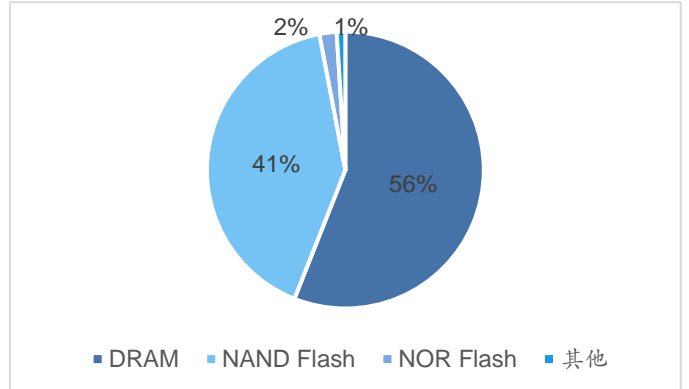
从细分市场来看，在半导体存储市场中，DRAM 和 NAND Flash 占据主导地位。2021 年全球半导体存储器市场中 DRAM 占比达 56%，NAND Flash 约占 41%，NOR Flash 约占 2%，包括 EEPROM、EPROM、ROM、SRAM 等在内的其他存储器约占 1%。

图表 56 全球及中国存储芯片市场规模 (亿美元)



资料来源：产业信息网，观研天下，华安证券研究所

图表 57 全球 2021 年半导体存储器市场结构



资料来源：CINNO，中商产业研究院，华安证券研究所

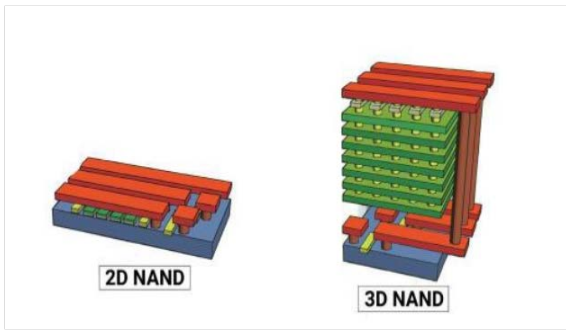
ALD 可以用于新型存储器发展方向：

(1) 目前主流制造工艺已由 2D NAND 发展为 3D NAND 结构，内部层数不断增加，元器件逐步呈现高密度、高深宽比结构，支持在更小的空间内容纳更高存储容量，进而带来成本节约、能耗降低。由于 ALD 独特的技术优势，在每个周期中生长的薄膜

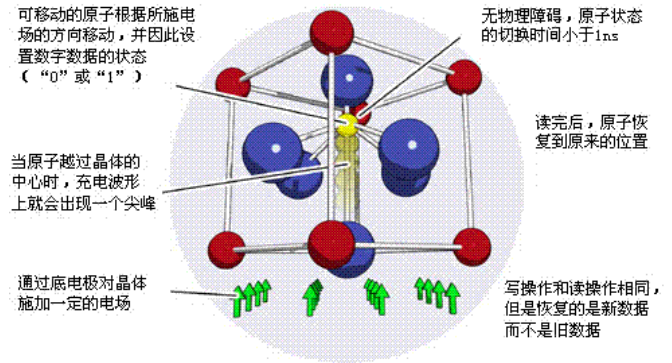
厚度是一定的，拥有精确的膜厚控制和优越的台阶覆盖率，因此能够较好的满足器件尺寸不断缩小和结构 3D 立体化对于薄膜沉积工序中薄膜的厚度、三维共形性等方面的更高要求，ALD 技术愈发体现出举足轻重的作用。

(2) 铁电存储 (FeRAM) 产品将 ROM 的非易失性数据存储特性和 RAM 的无限次读写、高速读写以及低功耗等优势结合在一起。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芯片的电容介质层。

图表 58 2D NAND 与 3D NAND 结构简图



图表 59 铁电存储器原理



资料来源：拓荆科技招股说明书，华安证券研究所

资料来源：电子爱好者，华安证券研究所

图表 60 公司存储芯片领域应用产品和研发项目情况 (截至 2022 年 11 月 2 日)

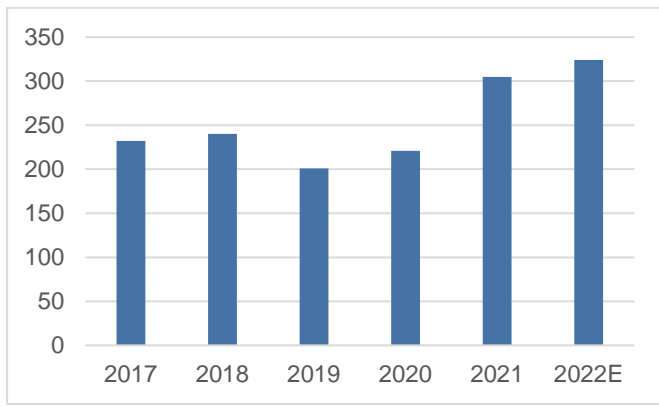
产品系列	设备类型	镀膜工艺	目前应用领域	产业化阶段
凤凰 (P) 系列原子层沉积镀膜系统	TALD	HfO ₂ 工艺	存储芯片——高 k 栅电容介质层 (单元和多元掺杂介质层)	产业化验证
		ZrO ₂ 工艺		
		La ₂ O ₃ 工艺	存储芯片——高 k 栅介质覆盖层	产业化验证
名称	拟达到的目标		应用领域	所处阶段
尖端存储器制造关键低温工艺及装备的研究与产业化	研发工艺用高生产率配置 ALD 系统，采用新 ALD 循环掺杂比例的技术，将多元系氧化物的组成比控制在个别应用领域元件所需的组合比，提供了解决目前铁电存储器 (FeRAM) 和铁电场效应晶体管 (FeFET) 器件制造方案		开发实现阶段	半导体等领域

资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所整理

3.4 新型显示：mini LED/OLED 等广泛布局

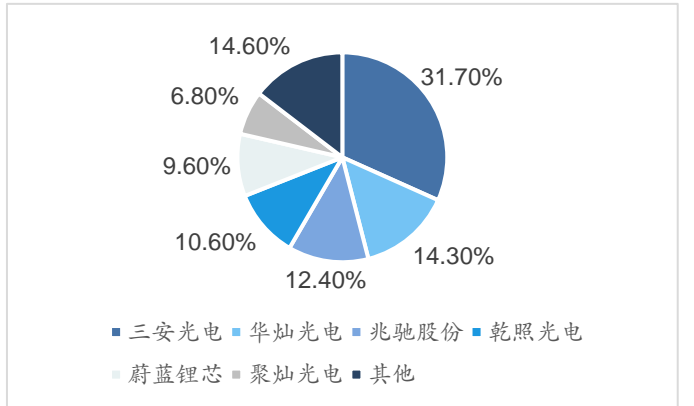
近年 LED 行业逐步进入结构性深度调整阶段，随着落后产能淘汰、高端 LED 应用的技术壁垒提升以及龙头企业规模优势显现，龙头企业的行业地位进一步稳固。2021 年，三安光电、华灿光电两家企业分别占据中国 LED 芯片产能的 31.7%、14.3%，产能占比将近市场的一半。

图表 61 中国 LED 芯片产值 (亿元)



资料来源: 中商情报网, 华安证券研究所

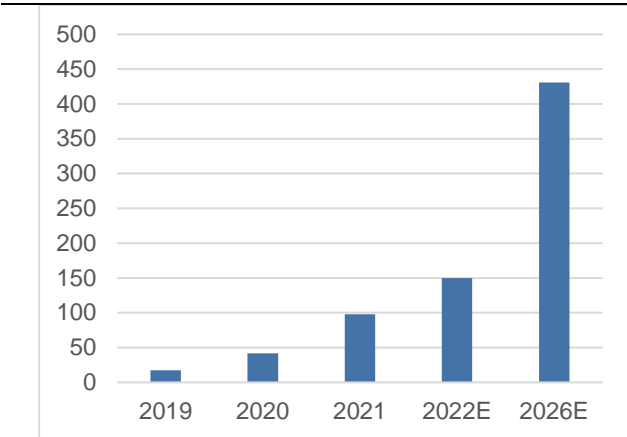
图表 62 中国 LED 芯片产能分布



资料来源: 中商情报网, 华安证券研究所

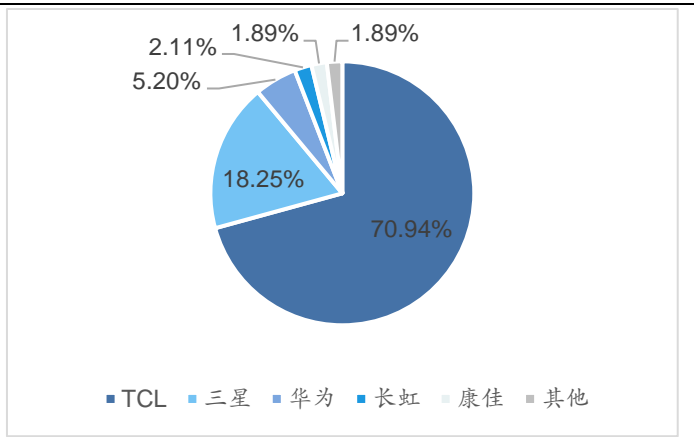
在新型显示行业, 目前主流应用的显示技术为 LCD 和 OLED, 在海兹定律驱动下, 从中长期看, 新型显示技术如柔性电子、Mini/Micro LED 市场规模将快速提升。早期的 LED 加工工艺要求的精密度无法与集成电路相比, 防水汽与防氧化也没有 OLED 那么严格, 但随着芯片尺寸持续缩小的趋势与高功率密度芯片级封装 CSP 的兴起, ALD 技术优势逐渐体现, 并进入新型显示行业的视线, ALD 技术的的市场需求将进一步扩大。

图表 63 中国 Mini LED 市场规模 (亿元)



资料来源: 中商情报网, 华安证券研究所

图表 64 中国 Mini LED 市场份额



资料来源: 中商情报网, 华安证券研究所

在柔性电子领域, ALD 膜层拥有高密度、无针孔、保型性能好、绝缘、阻水阻氧等特点, 公司自主开发的 FG 系列卷对卷 ALD 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, 并能够有效保护 OLED 器件的性能和寿命。公司也在积极布局新一代化合物半导体 Mini LED 显示技术, 该技术目前处于开发试验阶段。

图表 65 公司新型显示方向产业化及研发情况

产品系列	设备类型	镀膜工艺	目前应用领域	产业化阶段
麒麟 (QL) 系列原子层沉积镀膜系统	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
名称	拟达到的目标		所处阶段	应用领域
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
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

资料来源: 公司招股说明书, 华安证券研究所整理

4 投资建议

4.1 基本假设与营业收入预测

基本假设：

一、光伏设备

随着 ALD 设备在 TOPCon 及 IBC 领域的持续拓展，及 PEALD 二合一设备的市场开拓，并且在 HJT\钙钛矿等新领域的布局，公司光伏设备收入持续高增。我们假设光伏设备业务 2022-2024 年实现收入 5.32/15.35/19.79 亿元，毛利率 37.00%/36.85%/36.70%。

二、半导体设备

公司 ALD 设备在逻辑芯片、存储芯片、新型显示等泛半导体领域持续拓展，考虑半导体设备验证周期更长，我们假设 2022-2024 年实现收入 0.4/1/2 亿元，毛利率稳中有降为 52.15%/52.10%/52.05%。

三、配套产品及服务

公司配套产品及服务随着产品销售规模增长。我们假设 2022-2024 年收入 0.30/0.33/0.36 亿元，毛利率保持在 72.00%。

图表 66 公司营业收入预测

	项目	2021A	2022E	2023E	2024E
光伏设备	收入 (亿元)	2.75	5.32	15.35	19.79
	yoy	-8.03%	93.28%	188.76%	28.91%
	收入占比	64.27%	88.36%	92.03%	89.33%
	成本 (亿元)	1.85	3.35	9.69	12.52
	毛利率	32.86%	37.00%	36.85%	36.70%
半导体设备	收入 (亿元)	0.252	0.4	1	2
	yoy		58.73%	150.00%	100.00%
	收入占比	5.89%	6.65%	6.00%	9.03%
	成本 (亿元)	0.12	0.19	0.48	0.96
	毛利率	52.20%	52.15%	52.10%	52.05%
配套产品及服务	收入 (亿元)	1.27	0.30	0.33	0.36
	yoy	854.06%	-76.38%	10.00%	10.00%
	收入占比	29.69%	4.99%	1.98%	1.64%
	成本 (亿元)	0.35	0.08	0.09	0.10
	毛利率	72.68%	72.00%	72.00%	72.00%
总计	收入 (亿元)	4.28	6.02	16.68	22.15
	yoy		0.41	1.77	0.33
	成本 (亿元)	2.31	3.62	10.26	13.58
	毛利率	45.93%	39.75%	38.46%	38.66%

资料来源：华安证券研究所整理

4.2 估值和投资建议

我们预测公司 2022-2024 年营业收入分别为 6.02/16.68/22.15 亿元，归母净利润分别为 0.31/1.26/2.59 亿元，2021-2024 年归母净利润 CAGR 为 78%，以当前总股本 4.54 亿股计算的摊薄 EPS 为 0.07/0.28/0.57 元。

公司当前股价对 2022-2024 年预测 EPS 的 PE 倍数分别为 463/113/55 倍，我们选取光伏及半导体领域镀膜设备领军公司作为可比公司，考虑到公司在 ALD 领域具有领先优势，且在光伏及半导体领域拓展具备较大业绩弹性，首次覆盖给予“增持”评级。

图表 67 可比公司估值

公司代码	公司名称	收盘价	EPS				PE				市值	2021-2024 净利润 CAGR
		2023/1/20	21A	22E	23E	24E	21A	22E	23E	24E	亿元 (2023/1/20)	
300751.SZ	迈为股份	445.5	6.3	5.3	8.8	13.0	71	84	51	34	775.5	28%
300724.SZ	捷佳伟创	119.0	2.1	2.9	3.8	4.9	56	42	31	24	414.3	32%
688072.SH	拓荆科技-U	258.8	0.7	2.1	3.2	4.6	359	126	82	56	327.3	86%
002371.SZ	北方华创	245.7	2.1	4.0	5.4	7.3	114	62	45	34	1,298.6	50%
	平均值	-	2.8	3.5	5.3	7.5	150	78	52	37	703.9	49%
688147.SH	微导纳米	31.2	0.1	0.1	0.3	0.6	307	463	113	55	141.8	78%

资料来源：Wind 一致预期，华安证券研究所

注：可比公司盈利预测来自 WIND 一致预期。

风险提示

1.光伏及半导体行业后续扩产不及预期的风险。受宏观环境、政策等因素影响，如果光伏及半导体行业后续扩产不及预期，将对公司业绩产生不利影响。

2.技术迭代带来的创新风险。光伏和半导体行业的整体都在不断的技术创新与迭代过程中，若后续公司产品创新与下游的技术路线变更不匹配，将会对公司业绩产生不利影响。

3.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，未来随着国内竞争企业的增加，可能压缩公司的利润空间，并导致公司市场份额下滑，对公司生产经营产生不利影响。

4.核心技术人员流失或不足的风险。若无法持续吸引相关领域的顶尖人才加盟，公司将面临技术人才不足的风险。在行业高速发展、国产替代趋势加快的大背景下，甚至有可能发生现有核心技术人员流失的情形，对公司的产品研发与盈利能力产生不利影响。

5.测算市场空间的误差风险。

6.研究依据的信息更新不及时，未能充分反映公司最新状况的风险。

分析师与研究助理简介

分析师: 张帆, 华安机械行业首席分析师, 机械行业从业 2 年, 证券从业 14 年, 曾多次获得新财富分析师。

分析师: 徒月婷, 华安机械行业分析师, 南京大学金融学本硕, 曾供职于中泰证券、中山证券。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法, 使用合法合规的信息, 独立、客观地出具本报告, 本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息, 本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证, 也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿, 分析结论不受任何第三方的授意或影响, 特此声明。

免责声明

华安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。本报告中的信息均来源于合规渠道, 华安证券研究所力求准确、可靠, 但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下, 本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下, 本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利, 不与投资者分享投资收益, 也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意, 其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安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。

本报告仅向特定客户传送, 未经华安证券研究所书面授权, 本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品, 或再次分发给任何其他人, 或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容, 务必联络华安证券研究所并获得许可, 并需注明出处为华安证券研究所, 且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权, 私自转载或者转发本报告, 所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内, 证券 (或行业指数) 相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准, A 股以沪深 300 指数为基准; 新三板市场以三板成指 (针对协议转让标的) 或三板做市指数 (针对做市转让标的) 为基准; 香港市场以恒生指数为基准; 美国市场以纳斯达克指数或标普 500 指数为基准。定义如下:

行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5% 以上;
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%;
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5% 以上;

公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15% 以上;
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5% 至 15%;
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%;
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5% 至 15%;
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15% 以上;
- 无评级—因无法获取必要的资料, 或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件, 或者其他原因, 致使无法给出明确的投资评级。