

海外半导体设备巨头巡礼系列： 探寻全球涂胶显影设备龙头东京电子（TEL）超高市占率背后的逻辑

证券分析师：周尔双

执业证书编号：S0600515110002

zhouersh@dwzq.com.cn

研究助理：李文意

liwenyi@dwzq.com.cn

2024年7月24日

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

- ◆ **经历60年的发展，通过不断引进、消化、创新先进技术，TEL已成为全球第四、日本最大半导体制造设备供应商。**复盘TEL的发展历程可以发现，TEL成功的底层原因在于通过与美国半导体设备龙头合作，引进并消化先进技术率先实现国产化，再通过持续的研发创新纵向深耕、横向拓品、完善平台型布局，同时推进全球化战略，而初期从0到1的背后必然离不开日本政府1970s的支持政策，这与我国三期大基金或有异曲同工之妙。
- ◆ **TEL主营业务包含半导体生产设备（SPE）和平板显示制造设备（FPD），FY24 SPE收入占比在95%以上。**SPE产品包括涂胶显影设备、热处理设备、干法刻蚀设备、薄膜沉积设备（CVD、PVD、ALD）、湿法清洗设备、测试设备等，几乎覆盖了半导体制造的全部流程；FPD产品主要是涂胶显影设备和等离子刻蚀/灰化设备。其中涂胶显影设备的市占率长期稳定在90%左右，EUV光刻涂胶显影设备的市占率更是达到100%，其他设备市占率普遍呈现下滑趋势。按照TEL FY24涂胶显影设备4120亿日元的收入、90%的市占率，汇率按照1美元兑150日元/1美元兑7.2元人民币来估算，2023年全球涂胶显影设备的市场空间约30.5亿美元/220亿元人民币。
- ◆ **需求端：（1）短期看，**TEL预计2024年中国半导体设备需求尤其是成熟制程领域的投资规模将同比持平，但由于中国国产替代持续推进以及其他地区先进制程的投资增加，预计FY25来自中国大陆的收入占比将由FY24的44%降至40%以下。TEL预期2025年WFE市场将实现两位数增长，主要看好AI服务器需求增长（TEL预计2023-2027年全球AI服务器出货量CAGR为31%）和PC/智能手机需求复苏共振推动先进逻辑+先进存储资本开支扩张。**（2）中长期看，**逻辑芯片、DRAM、NAND等下游产品向多层堆叠、更高容量、更快速度、更低功耗和更小尺寸发展的需求始终存在，先进制程与先进封装是必然趋势，体现到设备端，光刻环节将向High NA EUV和更高产能、刻蚀环节向HARC与湿法刻蚀、薄膜沉积环节向新材料和跟随器件结构变化不断迭代。从TEL持续巨额的研发投入和快速扩张的资本开支也能窥探出其对半导体下游长期需求的信心。
- ◆ **通过深入探究TEL的前道Track超高市占率背后的逻辑，我们发现：**TEL前道Track的核心壁垒在于（1）应用工艺范围广泛，产品系列齐全；（2）产能高、稳定性强；（3）湿法/化学工艺水平高，材料/零部件本土化程度高；（4）与头部晶圆厂+头部光刻机厂商长期合作。尽管TEL Track壁垒极高，但以芯源微为代表的国产设备商正加速追赶，未来可期。
- ◆ **截至2023年底国内前道涂胶显影设备行业仅芯源微具备高端In-line设备的量产能力。**芯源微已完成在前道晶圆加工环节28nm及以上工艺节点的全覆盖，Off-line、I-line、KrF机台等均已实现批量销售，2023年公司ArF浸没式高产能涂胶显影设备在成熟化、标准化等方面也取得良好进展，截至2023年末浸没式机台已获得国内5家重要客户订单。2023年，芯源微光刻工序涂胶显影设备营业收入达到10.66亿元，同比+41%，收入占比达62%。
- ◆ **投资建议：**重点推荐【芯源微】，核心逻辑在于公司前道涂胶显影设备“内修外攘”，作为国内稀缺涂胶显影设备供应商的属性日益凸显，国产替代正加快推进；同时清洗与先进封装设备有望进一步打开成长空间。
- ◆ **风险提示：**半导体行业景气度波动、下游客户资本开支放缓、国产替代进程不及预期等。



1 TEL：全球第四、日本最大半导体制造设备供应商

2 TEL：全球涂胶显影设备龙头，平台型布局完善

3 解读TEL涂胶显影设备超高市占率背后的逻辑

4 见贤思齐，看好芯源微引领涂胶显影设备国产替代

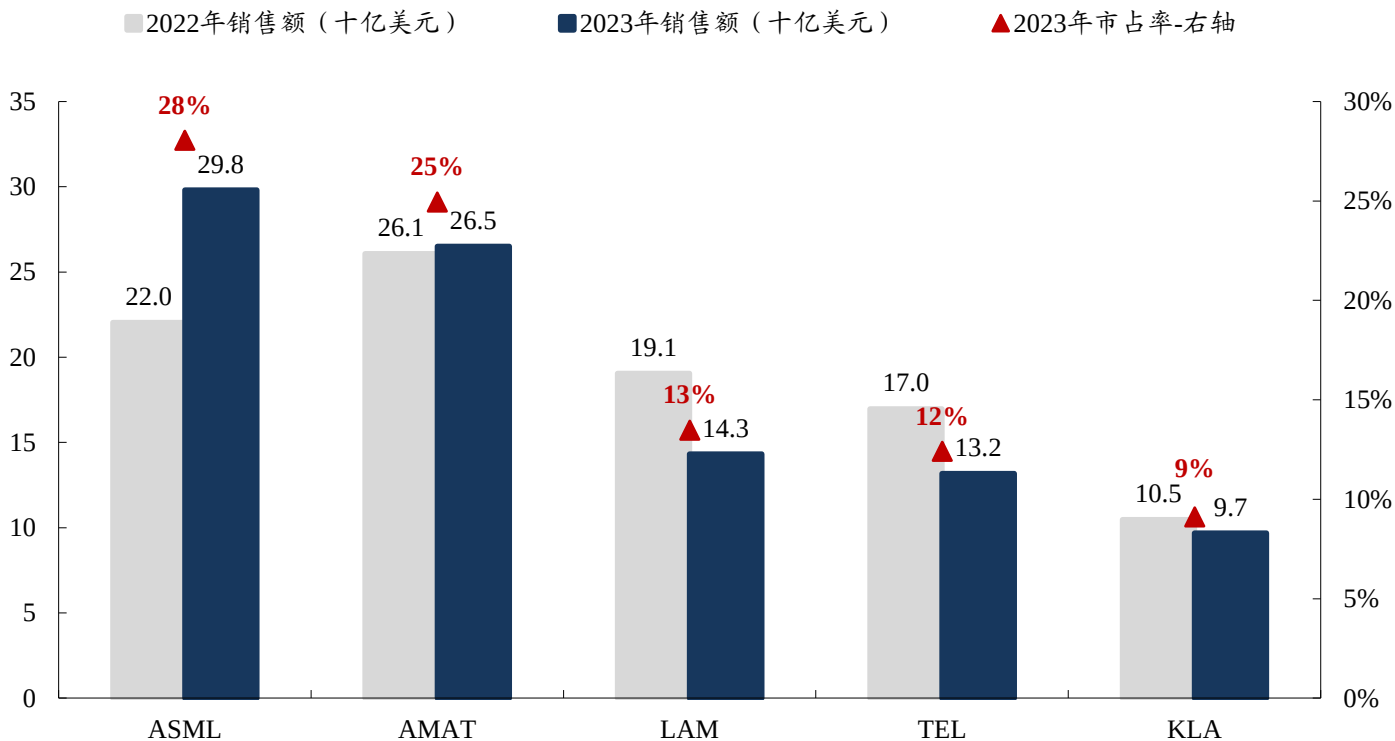
5 风险提示

- **事件1:** 2024年7月17日，据彭博社报道，若东京电子（TEL）和阿斯麦（ASML）等公司继续向中国提供先进的半导体技术，美国政府禁令可能进一步升级。受此影响，7月17日TEL股价（8035.T）下跌7.46%，次日下跌8.75%；7月17日ASML股价（AMAT.O）下跌12.74%。
- **事件2:** 2024年7月21日，拜登宣布退出2024年美国总统大选，特朗普上台可能性提高。特朗普在任时加强对华高技术出口管制，国产高端装备自主可控势在必行。
- **事件3:** 2024年7月21日，二十届三中全会通过《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》，指出要健全强化集成电路产业链发展机制，全链条推进技术攻关、成果应用。
- **ASML和TEL的光刻工序设备对全球特别是中国的IC制造行业至关重要。** ASML是全球IC光刻机龙头，按销售额计算，2022年ASML的IC光刻机全球市占率87%，EUV光刻机市占率100%。而TEL是全球光刻工序涂胶显影设备（Track）龙头，市占率长期稳定在90%左右，EUV光刻Track的市占率更是达到100%。中国半导体设备厂商在刻蚀、沉积、清洗、CMP以及测试机、分进机、探针台等核心工艺环节已取得长足进步，且与海外龙头厂商形成初步的技术对标。但在光刻机及配套的涂胶显影设备等领域差距仍然显著，政策支持下我国光刻机及配套设备自主可控有望加速。
- **ASML和TEL的高端DUV设备出口中国的管制范围扩大或可能性升级，利好国产光刻机及涂胶显影设备商借势突破。** 在ASML的光刻机与TEL的Track出口中国尚未受限时，Track的国产替代意愿不强，国产设备的工艺验证及市场推广存在较大阻碍。尽管2023年5月日本的先进设备出口禁令仅针对用于EUV光刻的Track，但随着国际政治经济的不确定性增强，限制TEL用于高端DUV机型（如ArFi）出口的可能性增加。此外，在光刻机禁令持续升级的背景下，国内更多下游客户将更加重视光刻机及配套Track的国产化。
- **在ASML和TEL先进设备禁令升级背景下，我们认为有必要深入探究全球涂胶显影设备龙头TEL超高市占率背后的底层逻辑，从而为我国光刻机及配套设备行业投资提供参考。**

1.1 TEL：全球第四、日本最大半导体制造设备供应商

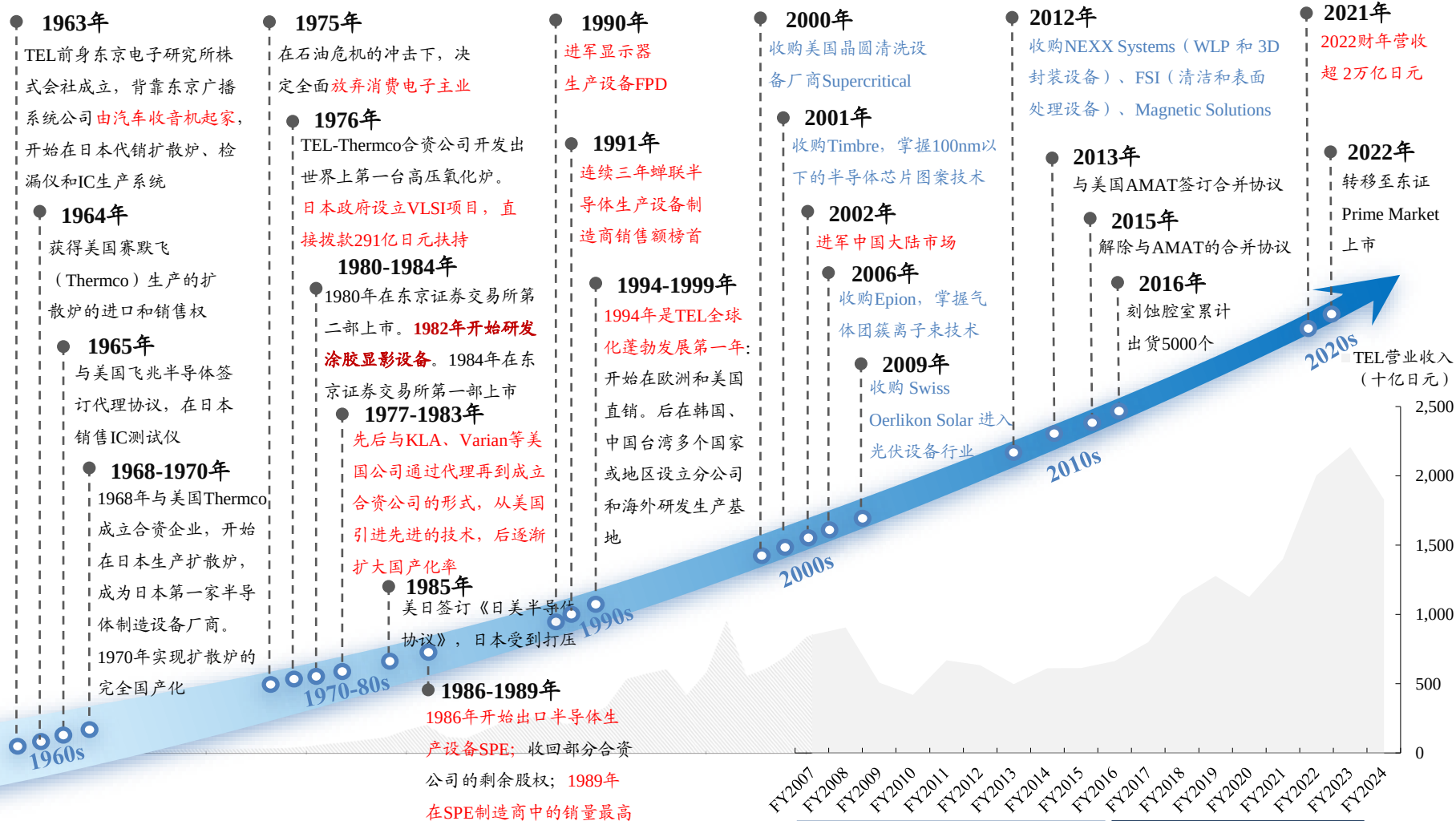
- 经历60年的发展，通过不断引进、消化、创新先进技术，TEL现已成为全球第四、日本最大半导体制造设备供应商。东京电子有限公司（Tokyo Electron Limited，TEL）是日本最大的半导体设备制造商，目前市值约930亿美元（2024.07.23）。在全球半导体设备制造商中，TEL与美国的应用材料（AMAT）、荷兰的阿斯麦（ASML）、美国泛林（LAM）、美国科磊（KLA）并称为全球半导体设备TOP5。按销售额看，2023年TEL全球市占率约12%，位列第四名。

◆图：全球半导体设备TOP5制造商销售额及市占率



1.2 发展历程：通过引进、消化、创新技术，实现国产化与全球化

◆ 图：复盘TEL的发展历程可以发现，TEL成功的底层原因在于通过与美国半导体设备龙头合作，引进先进技术率先实现国产化，再通过持续研发与收购推进全球化战略，而这背后也必然离不开日本政府1970s的支持政策



半导体的演变

大型计算机

单芯片微

PC

手机

数码消费电子产品

大数据

更多免费行业报告

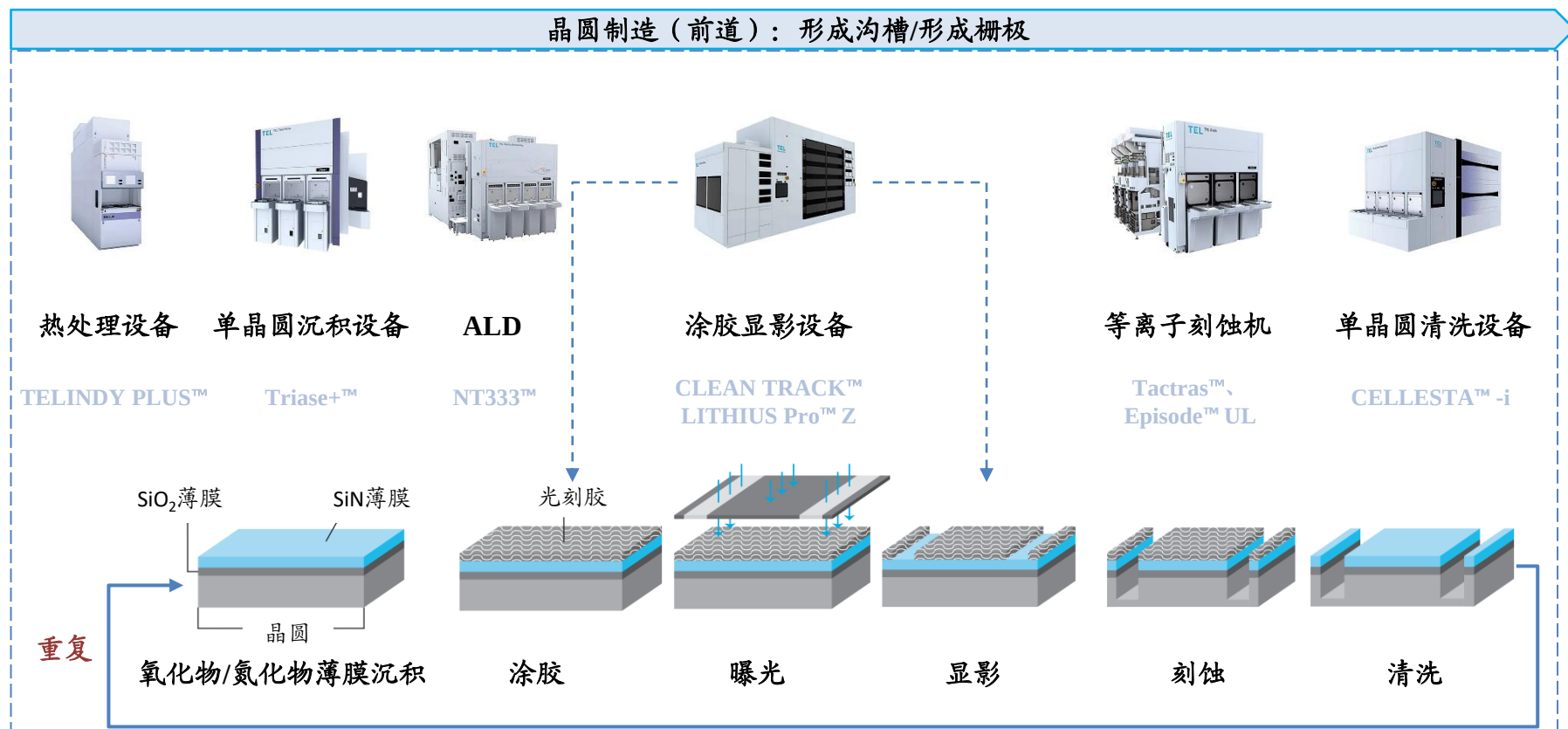
并购家

www.ipoipo.cn

1.3 产品布局：平台化布局光刻机以外的所有半导体核心设备

- TEL主营业务包含半导体生产设备（SPE）和平板显示制造设备（FPD），FY24 SPE收入占比在95%以上。SPE产品包括涂胶显影设备、热处理设备、干法刻蚀设备、薄膜沉积设备（管式CVD、非管式LPCVD、PVD、ALD）、湿法清洗设备、测试设备等，几乎覆盖了半导体制造的全部流程；FPD产品主要是涂胶显影设备和等离子刻蚀/灰化设备。TEL客户涵盖英特尔、三星、台积电、中芯国际、京东方等各大晶圆厂或显示面板厂。

◆ 图：TEL SPE产品线布局



1.3 产品布局：平台化布局光刻机以外的所有半导体核心设备

- TEL主营业务包含半导体生产设备（SPE）和平板显示制造设备（FPD），FY24 SPE收入占比在95%以上。SPE产品包括涂胶显影设备、热处理设备、干法刻蚀设备、薄膜沉积设备（管式CVD、非管式LPCVD、PVD、ALD）、湿法清洗设备、测试设备等，几乎覆盖了半导体制造的全部流程；FPD产品主要是涂胶显影设备和等离子刻蚀/灰化设备。TEL客户涵盖英特尔、三星、台积电、中芯国际、京东方等各大晶圆厂或显示面板厂。

◆ 图：TEL SPE产品线布局（续）

晶圆制造（前道）：形成互联与晶圆测试



单晶圆沉积设备

Triase+™



等离子刻蚀机

Tactras™、
Episode™ UL



晶圆探针台

Prexa™、Cellcia™

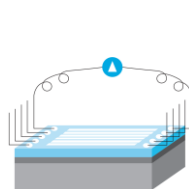
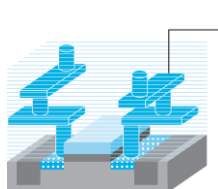
接线前已完
成的晶体管

金属
薄膜

层间绝
缘膜

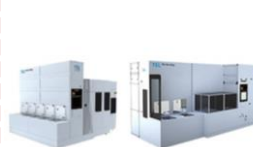
金属
薄膜

形成互联



晶圆探针测试

封测（后道）



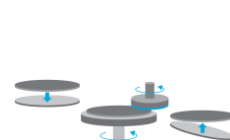
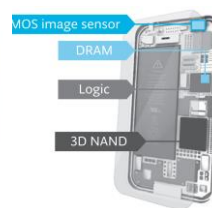
晶圆键合/
解键合设备

Synapse™

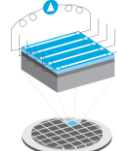


芯片探针台

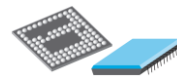
WDF™



晶圆键合/解键合



检测

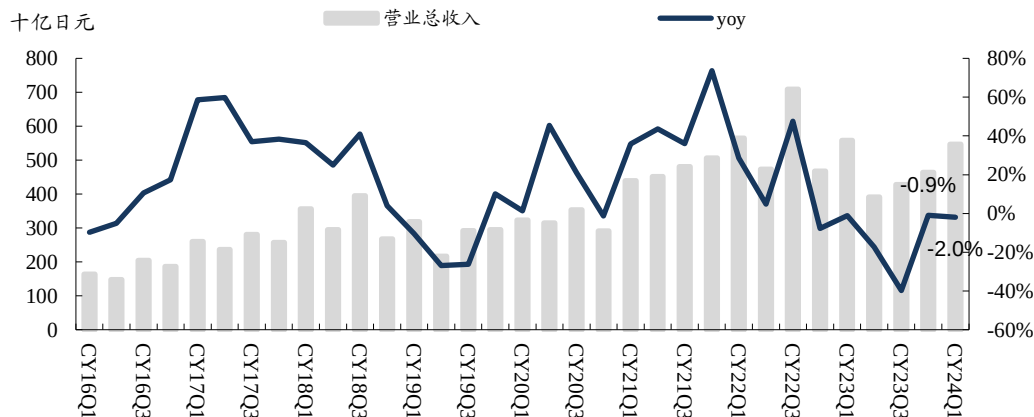


封装

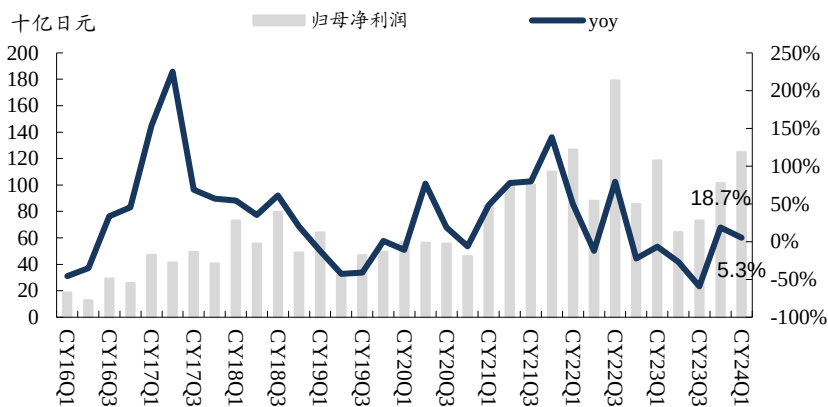
1.4.1 TEL预计2025财年营收增长20%，反映对半导体设备需求复苏信心

- TEL预期FY25营收达2.2万亿日元（约合1100亿人民币），同比+20.2%，归母净利润达4450亿日元（约合223亿人民币），同比+22.3%。历史上TEL的营收和利润基本跟随全球半导体设备行业波动，2023年在全球半导体下游扩产疲软叠加出口管制背景下，TEL业绩出现下滑。展望2025财年，公司预计业绩将增长20%以上，反映对下游需求复苏的信心。

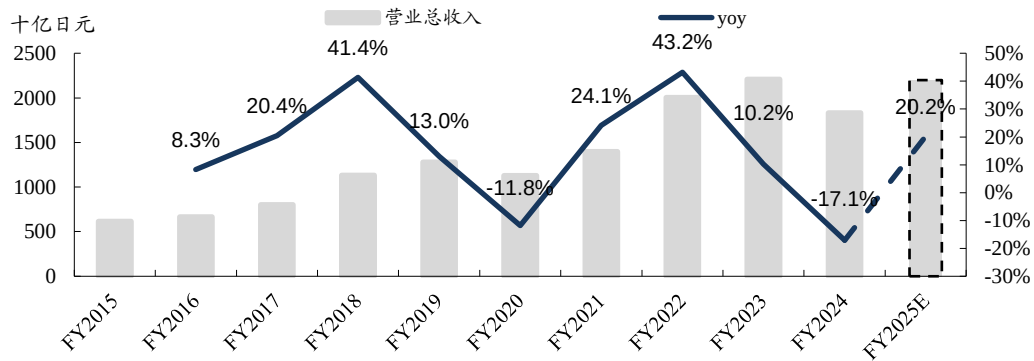
◆图：23Q4、24Q1 TEL收入同比降幅大幅收窄



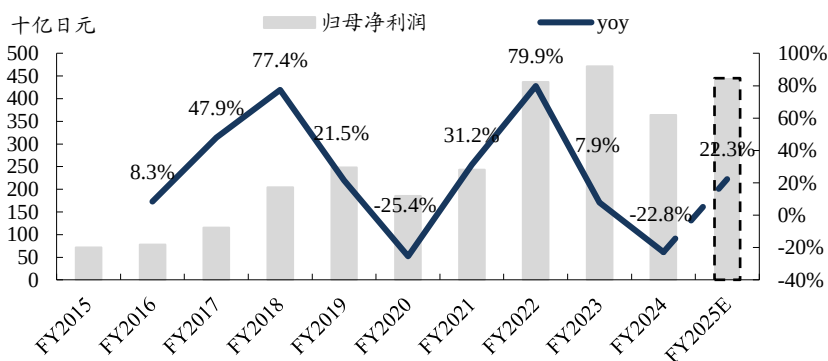
◆图：23Q4、24Q1 TEL利润同比增速已经转正



◆图：TEL预期FY2025营收同比+20.2%



◆图：TEL预期FY2025归母净利润同比+22.3%

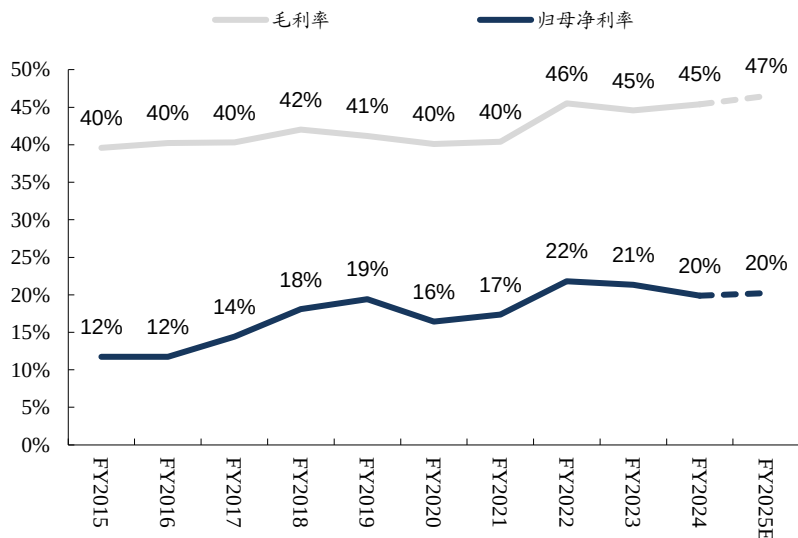


注：CY表示日历年（Calendar Year），FY表示财年（Fiscal Year）。数据截至2024年3月31日。

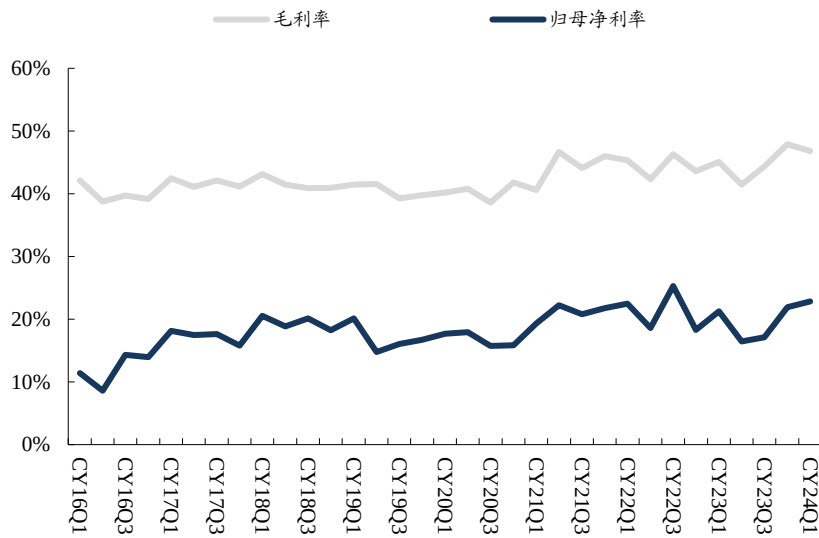
1.4.2 TEL预计FY25毛利率创新高，或通过产品提价与规模效应实现

- 盈利能力方面，FY22起，TEL的毛利率中枢由过去六到七年的40%跃升至45%，主要归功于业绩体量迈上新台阶；FY2024在公司销售额有较大下滑的情况下毛利率仍有所改善，说明产品均价有明显提升；公司预计FY25毛利率达到46.5%，有望创历史新高。FY22-FY24，归母净利率持续下滑的主要原因系研发费用率不断提高，公司预计FY25归母净利率将稳中有升。
- 分季度来看，在多数财年内，TEL的盈利能力随收入利润体量均呈现逐季提升的季节性，表明规模效应在发挥作用。据我们测算，2016Q1-2024Q1 TEL各季度的营收与综合毛利率、营收与归母净利率的相关系数分别达0.76、0.85，且除2021和2023财年外，TEL的毛净利率与收入利润体量均呈现逐季提升的季节性，或表明规模效应对TEL的盈利能力的影响较为明显。

◆ 图：TEL毛利率中枢已由40%提升至45%，且仍有提升势头；归母净利率在20%附近企稳



◆ 图：在多数财年内，TEL的盈利能力随收入利润体量呈现逐季提升的季节性，表明规模效应在发挥作用

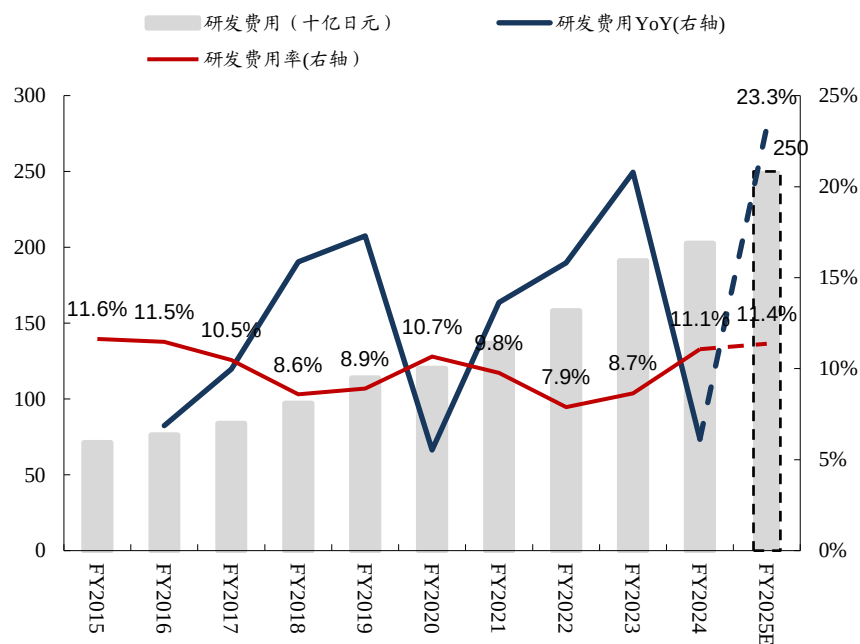


注：CY表示日历年（Calendar Year），FY表示财年（Fiscal Year）。数据截至2024年3月31日的情况。

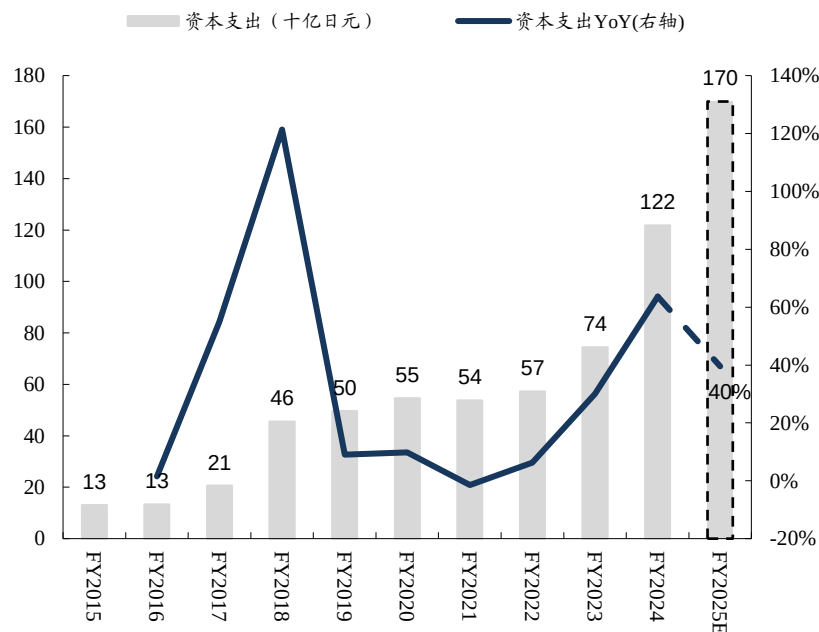
1.4.3 TEL研发投入&资本开支快速扩张，彰显对半导体下游需求信心

- 持续巨额的研发投入和快速扩张的资本开支很大程度上彰显出TEL对半导体下游长期需求的信心。TEL计划FY2025-FY2029五年合计研发费用和资本开支分别达到1.5万亿日元（约合750亿人民币）、7000亿日元（约合350亿人民币），同时每年新招2000名员工，主要用于开发低温刻蚀、导体刻蚀（ICP）、单晶圆ALD、涂胶显影设备新平台、尖端光刻技术的表面处理、先进封装等技术和下一代产品；此外，在先进封装方面，TEL还将进一步完善Wafer-to-Wafer和Die-to-Wafer键合、激光剥离以及用于EUV和高密度3D集成等超平晶圆制造技术。预计FY2025研发费用和资本开支分别达到2500亿日元（约合125亿人民币）、1700亿日元（约合85亿人民币），增速为23%和40%。

◆ 图：TEL预计2025财年研发费用快速增长



◆ 图：TEL资本开支及增速

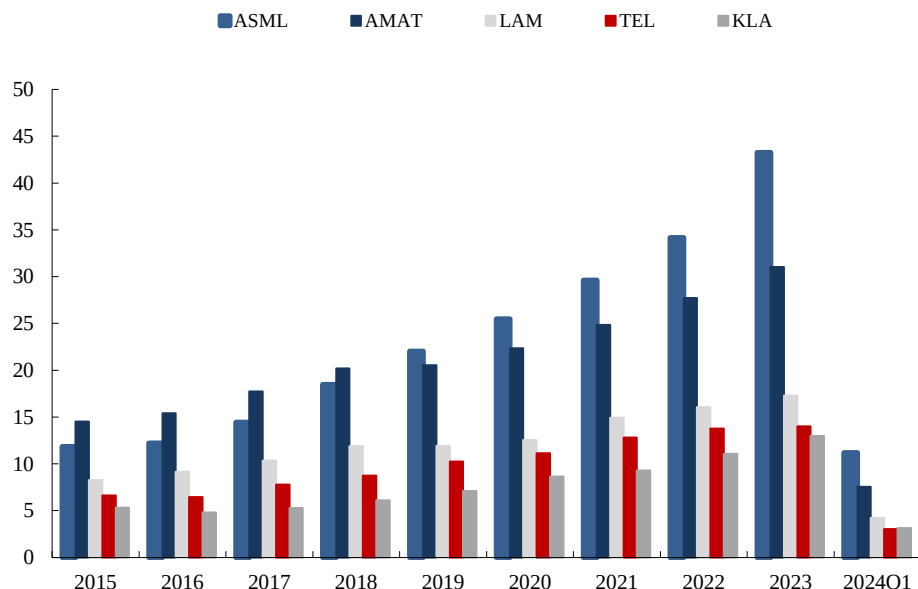


注：CY表示日历年（Calendar Year），FY表示财年（Fiscal Year）。数据来源于TEL财报及公告。以上数据截至2024年3月31日的情况。

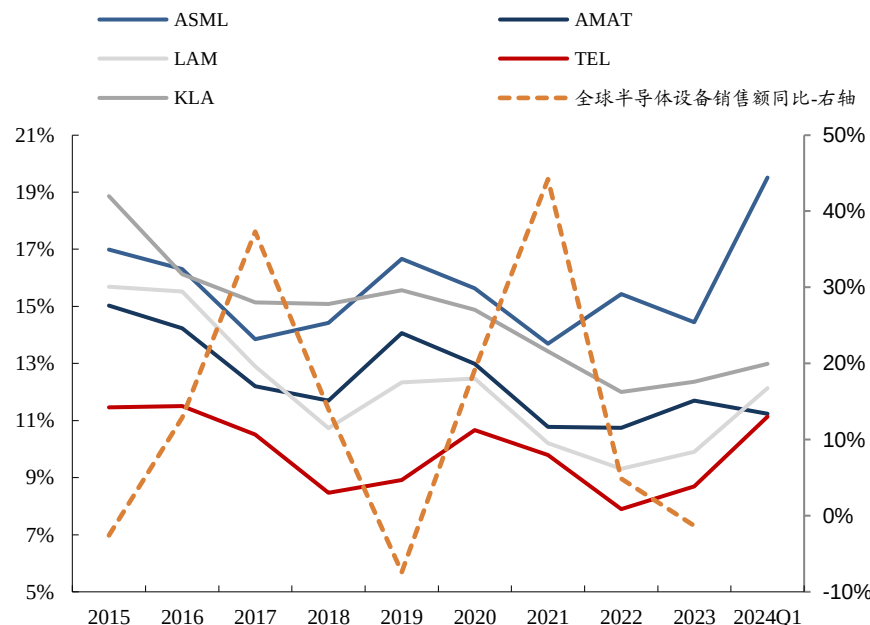
1.4.3 TEL研发投入&资本开支快速扩张，彰显对半导体下游需求信心

- 从全球半导体设备TOP5制造商研发费用对比来看，2023年TEL的研发费用率为9%，低于其他四家。此外，五家设备商的研发费用率存在明显的同向变动趋势，反应对半导体下游景气度的预期，研发费用率约领先半导体设备销售额增速1-2年的时间。2024Q1除AMAT外，其他四家公司的研发费用率均有明显提升，或表明全球半导体及设备行业正迎来新一轮上行周期。

◆ 图：全球半导体设备TOP5制造商研发费用（亿美元）



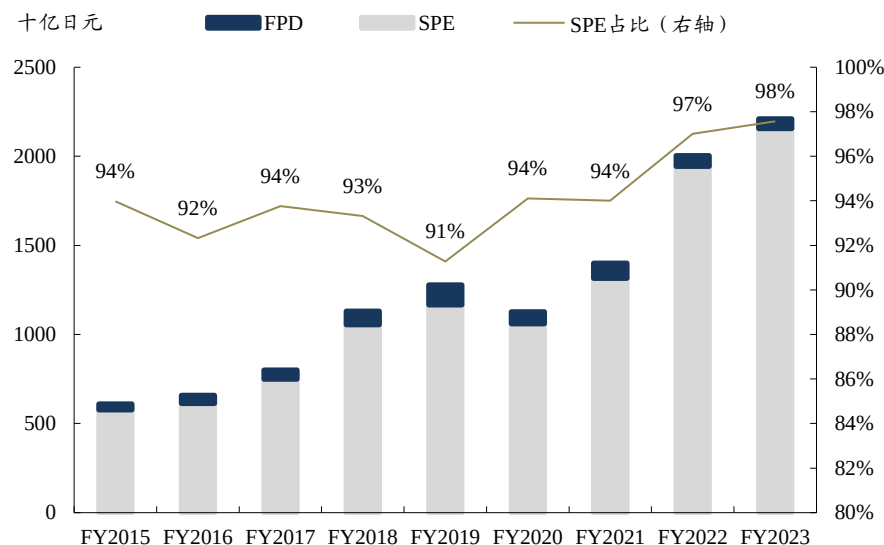
◆ 图：全球半导体设备TOP5制造商研发费用率对比



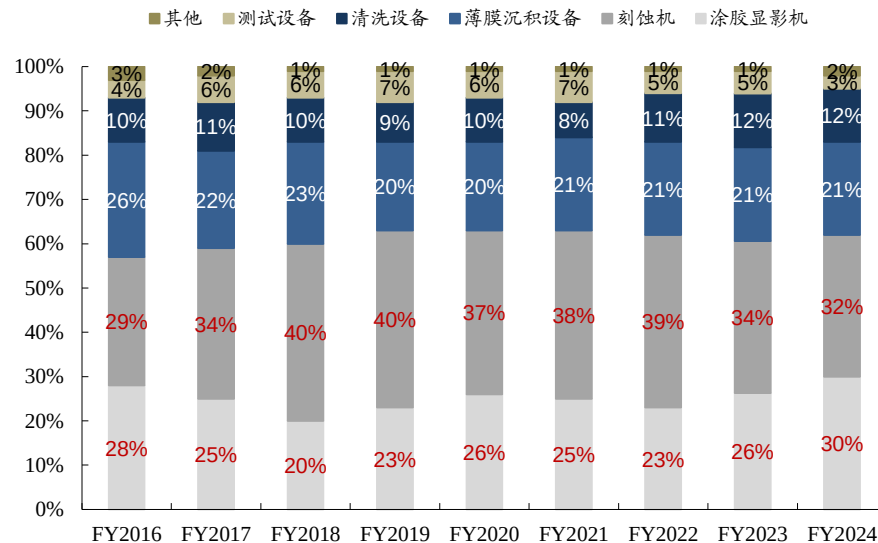
1.4.4 近三年TEL涂胶显影设备收入CAGR达20%，反映市场需求旺盛

- 涂胶显影设备为TEL的拳头产品，FY24收入占比30%；刻蚀/薄膜/清洗设备为TEL的第二成长曲线，FY24合计收入占比65%。TEL主营业务包含半导体生产设备（SPE）和平板显示制造设备（FPD），其中FY23 SPE收入占比超过95%。SPE产品包括涂胶显影设备、刻蚀设备、薄膜沉积设备（CVD、PVD、ALD）、湿法清洗设备、测试设备和其他设备，FY2024各类产品在SPE新设备销售收入中的占比分别为30%、32%、21%、12%、3%和2%。
- 动态来看，FY2023-24涂胶显影设备收入占比有所提升，FY2021-24涂胶显影设备收入CAGR达20%，在市占率稳定情况下，反映光刻机与涂胶显影设备需求旺盛；刻蚀设备占比下滑，主要系TEL刻蚀设备的市占率有所下降，但刻蚀设备仍凭借高价值量占据TEL最高单品收入比重。未来低温刻蚀设备放量有望带动TEL刻蚀设备收入占比回升。

◆ 图：TEL收入按产品大类划分



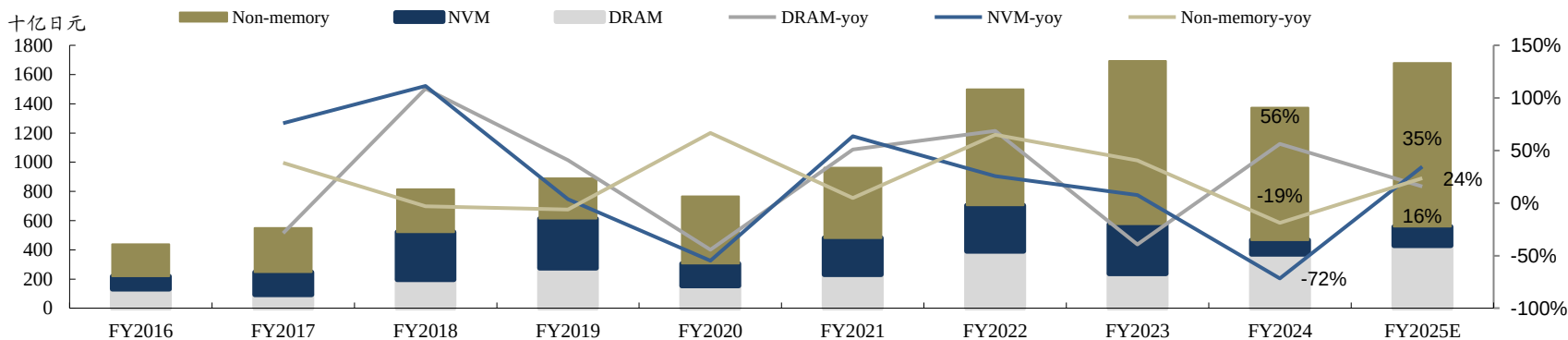
◆ 图：TEL SPE新设备销售收入按产品划分



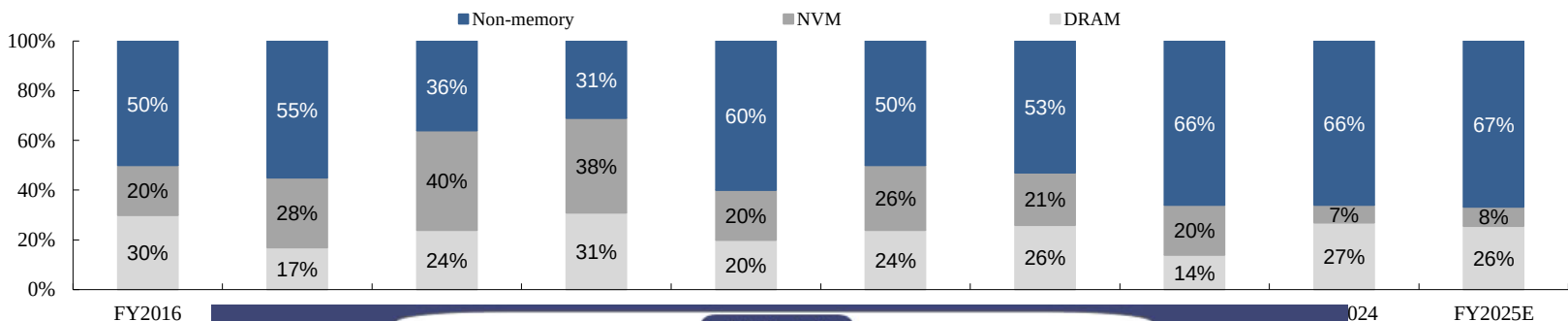
1.4.5 TEL看好2024-2025年先进逻辑+存储资本开支修复

- **FY2024 Non-memory领域**（逻辑、代工等非存储芯片）在TEL SPE新设备销售中的收入占比约2/3，TEL预计FY2025 DRAM、NVM（Non-volatile memory，非易失性存储器，包括NAND、NOR闪存等存储技术）和Non-memory三大领域的设备收入分别有望增长16%、35%和24%。总体而言，TEL预期2025年WFE市场将实现两位数增长，主要看好AI服务器需求增长（TEL预计2023-2027全球AI服务器出货量CAGR: +31%）和PC/智能手机需求复苏，后者包括端侧AI的新应用需求、疫情期间购买的产品更换需求以及企业IT投资，两大因素共振推动先进制程逻辑/晶圆代工和NAND资本开支修复。

◆ 图：TEL SPE新设备销售收入按下游应用场景拆分



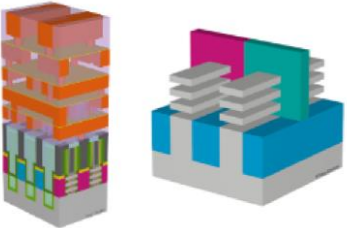
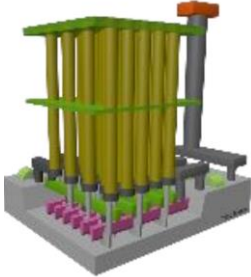
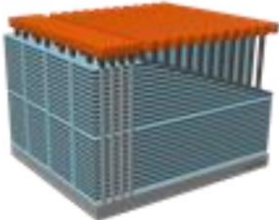
◆ 图：TEL SPE新设备销售收入按下游应用场景拆分-占比



1.4.5 先进逻辑+存储芯片技术不断迭代为半导体设备带来挑战与机遇

- TEL SPE的下游应用场景分为DRAM、Non-volatile memory（NVM）和Non-memory三大类。其中DRAM是易失性存储器，广泛应用于服务器、PC、智能手机等；Non-volatile memory为非易失性存储器，包括NAND闪存、NOR闪存、EEPROM等存储技术，广泛应用于USB驱动器、SSD、数码相机/手机和其他设备中的存储卡；Non-memory是指存储器之外的其他类型的半导体产品，包括逻辑芯片、代工和其他，如CPU、GPU等。随着技术的进步，逻辑芯片、DRAM、NAND等半导体市场规模将持续扩张，多层化程度将进一步提高。

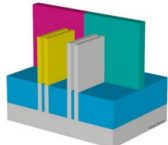
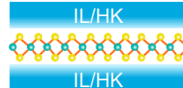
◆表：TEL SPE三大下游应用场景未来技术的迭代趋势及对应设备机遇

应用场景	Non-memory	DRAM	NVM
细分领域	逻辑芯片	DRAM	NAND
示意图			
需求	低功耗/高速CPU	更快的读取速度、多层堆叠	高容量存储
技术迭代点	GAA（Gate-All-Around，全环绕栅极）纳米片；背面PDN（电源传输网络）	（High-NA）极紫外(EUV)光刻；HKMG（高介电常数金属栅极）在CMOS（互补金属氧化物半导体）周边技术中的应用；HBM包装	多层堆叠；3D结构上的高深宽比刻蚀（HARC刻蚀）；边缘键合；引入新材料用于存储单元
设备机遇	选择性刻蚀；使用新材料进行沉积；超临界干燥；键合机/激光修边	极紫外(EUV)光刻技术的涂胶/显影设备；使用新材料进行沉积；键合机/解键合机	HARC刻蚀；湿法刻蚀，新型干燥技术；新型低电阻金属；键合；晶圆翘曲抑制技术

1.4.5 先进逻辑+存储芯片技术不断迭代为半导体设备带来挑战与机遇

- 根据TEL对逻辑芯片技术发展路线的预估，从2020年到2032年，每个技术节点都与特定的晶体管设计和工艺尺寸相关联。TEL认为通过缩短多晶硅栅极间距和晶体管单元高度以及DTCO（假设为1.15倍），预计每个新技术节点的逻辑密度都能提升60%~80%，从而显著推动半导体性能的持续进步和电子产品的小型化。此外，EUV光刻技术的应用，包括不同配置和新一代High NA EUV设备，都将是实现这些技术节点的关键。

◆ 图：逻辑芯片技术迭代路线图

Year of HVM (20k/month)	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032
Node	N5	N3	N2	N1.4	N1	N0.7	N0.5
Device	2 Fin 	2~1 Fin 	GAA NS 	Forksheet 	CFET 	2 nd Gen. CFET 	 2D material: TMDC MoS ₂ , WS ₂ , MoSe ₂ , WSe ₂ etc.
Poly pitch (PP)	51	45	42	39	36	33	30
Min. MP [nm]	28	22	20	18	16	12	12
Cell height (CH)	210 (2Fin)	162 (2Fin)	120 (NS)	90 (NS)	64 (CFET)	48 (CFET)	36 (CFET)
Density (a.u.) PP x CH x DTCO*	1	1.69 (vs. N5)	1.66 (vs. N3)	1.65 (vs. N2)	1.75 (vs. N1.4)	1.67 (vs. N1.0)	1.69 (vs. N0.7)
Scaling booster	EUV High μ channel	Mix cell	Backside PDN	High NA EUV Subtractive Ru	4-Track cell	Hetero channel New alloy	2D material

*Design Technology Co-Optimization:
Assume new knob will be created in each node for 1.15X

1.6-1.8x increase in logic density along with pitch scaling, DTCO and scaling booster

1.4.5 先进逻辑+存储芯片技术不断迭代为半导体设备带来挑战与机遇

- 根据TEL对DRAM技术发展路线的预估，截至2023年底，DRAM先进制程已演进至12-13nm，继续向10nm逼近，存储密度不断提升。在图形化技术方面，预计会从193i SAQP和双模式图形化（DP）过渡到结合EUV光刻技术的更先进工艺。电容结构的高宽比（A.R.）不断增加，意味着存储单元电容的设计将更加立体化，以维持DRAM的存储能力。整体而言，DRAM各方面的技术进步将对半导体设备提出更高要求，以满足未来对更快数据处理速度和更大存储容量的需求。

◆ 图：DRAM技术迭代路线图

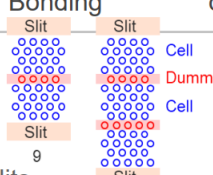
2020		2025				2030	
Node Name	1Y/Z	1A	1B	1C	1D	0A	0B
Half-Pitch _(nm)	16/15	14	13	12	11?	9?	8?
DDR Gen.	DDR4, 1.2V	DDR5, 1.1V		DDR6			
Cell Size Factor	6F2				4F2		
Technology		EUV			3D DRAM		

1.4.5 先进逻辑+存储芯片技术不断迭代为半导体设备带来挑战与机遇

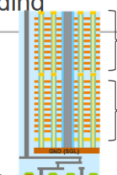
- 根据TEL对NAND技术发展的预估，3D NAND堆叠层数将从2023年的240层增长至2029年的500层以上，堆叠层数、通道材料、存储孔数、周边CMOS布局等方面技术的持续创新和改进，将推动NAND闪存向更高容量、更快速度和更小尺寸的方向发展，也推动相应设备向更高产能、更高深宽比刻蚀、更高精度迭代。

◆ 图：NAND技术迭代路线图

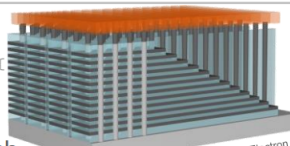
Year of HVM (20k/month)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Stack (~1.6x/3years)	128L	16x~19xL (176)	22x~25xL (240)	28x~32xL (304)	35x~4xxL (368)	41x~45xL (440)	5xxL (512)				
Tier	1 or 2	2	2	2	2 or 3	3	3 or 4				
Vertical pitch	50~55nm	45~55nm	40~50nm	35~45nm	35~45nm	35~45nm	35~40nm				
Memory height	7~8μm	8.5~10.5μm	10~12.5μm	11~14μm	13.5~17μm	16~20.5μm	18.5~21μm				
Channel	Poly Si grain CIP			incl. MILC Si							
WL metal	W	W	W	Mo	Mo	Mo	Mo				
#of memory holes b/w slits	9	9	9~24	14~24	19 or 24	19 or 24	19 or 24				
Peri. CMOS (In general)	Under array or Next array	Under array	Under array or Bonding	Under array or Bonding	Under array or Bonding	Under array or Bonding	Under array or Bonding	Under array or Bonding			



#of memory holes b/w slits



Tier

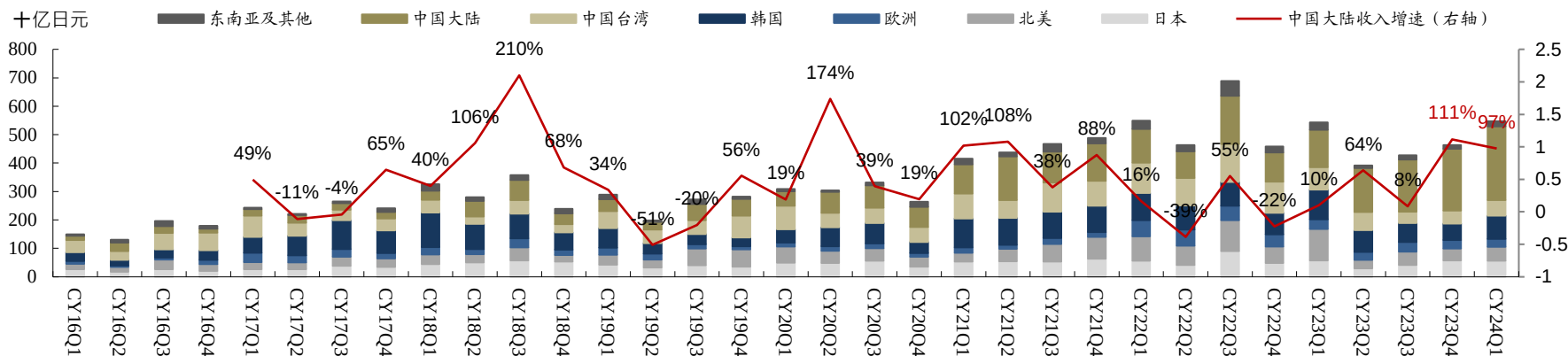


Vertical pitch

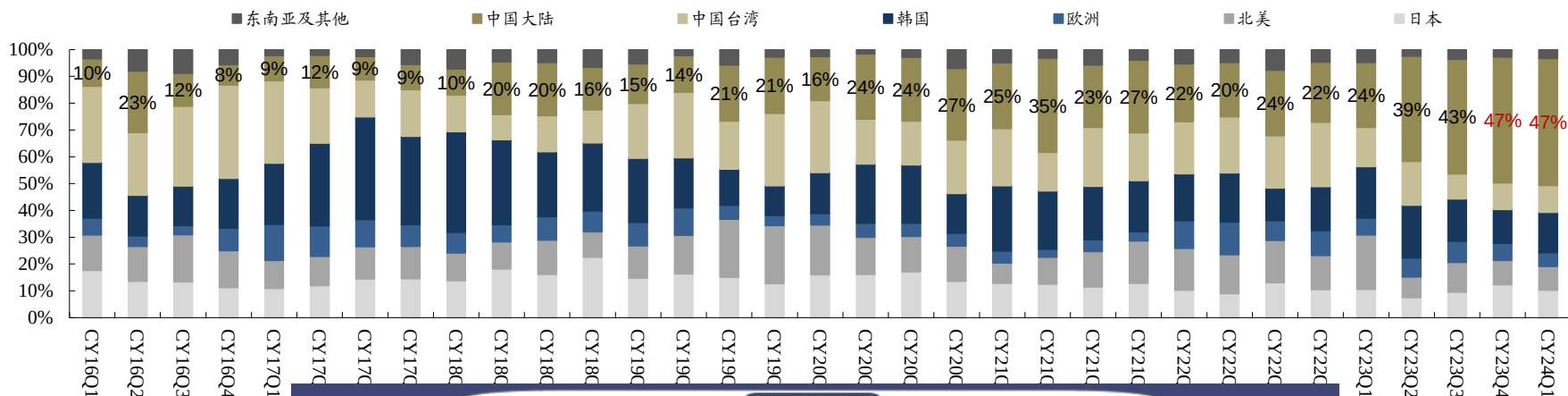
1.4.6 TEL预计2024年中国设备需求尤其是成熟制程投资规模将同比持平

- 若将TEL收入按照国家/地区来源划分，可以发现，过去数年TEL对中国市场的依赖程度不断加深，2023年中国大陆是TEL唯一正增长的收入来源，24Q1来自中国大陆的合计收入同比增速接近100%，在TEL总收入中的占比接近50%。展望2024年，TEL看好中国市场需求维持强劲，预计2024年中国设备需求尤其是成熟制程投资规模将同比持平。但由于中国国产半导体设备持续替代以及其他地区先进制程的投资增加，TEL预计FY2025来自中国大陆的收入占比将由FY2024的44%降至40%以下。

◆ 图：TEL收入按国家/地区划分：24Q1来自中国大陆的收入同比+97%



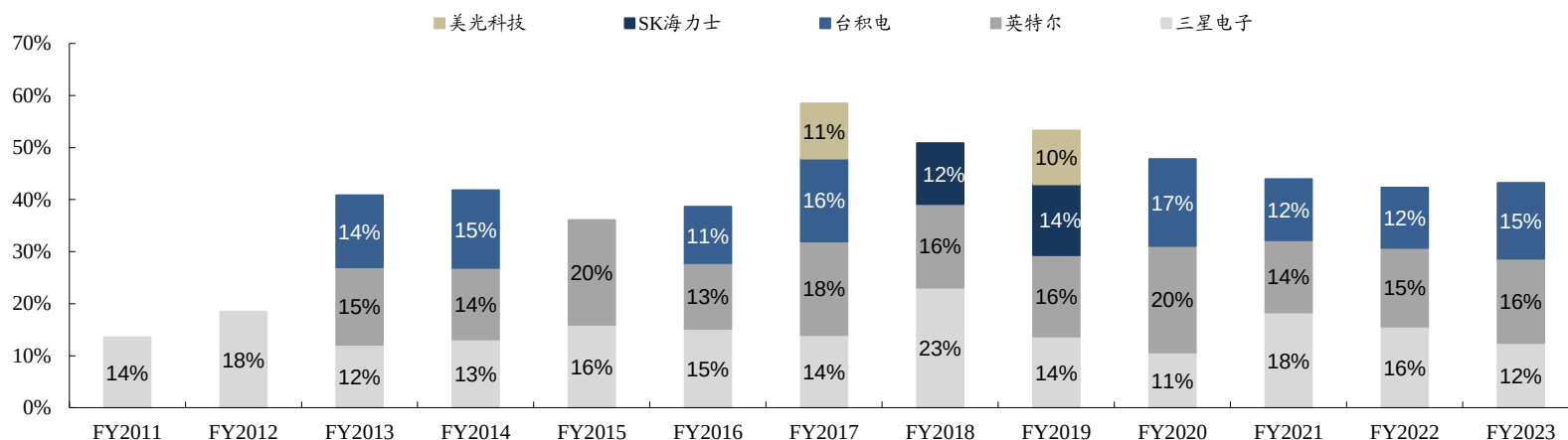
◆ 图：TEL来自各国家/地区的收入占比：24Q1来自中国大陆的收入占比为47%



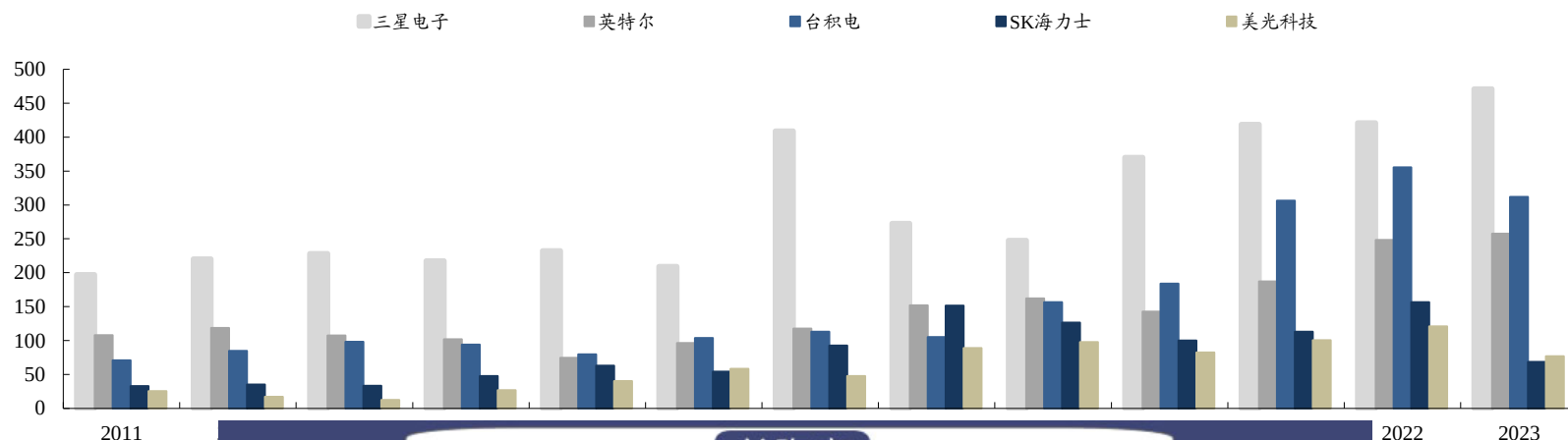
1.4.7 三星电子、英特尔、台积电为TEL前三大客户

- 从客户结构来看，FY2011-FY2023，仅有五家客户为TEL贡献过10%以上的收入，近年来三星电子、英特尔、台积电凭借自身庞大的资本开支，稳定成为TEL的前三大客户。

◆图：TEL收入按客户划分（仅统计各财年收入贡献10%以上的客户情况）



◆图：TEL各大客户Capex情况（亿美元）





1 TEL：全球第四、日本最大半导体制造设备供应商

2 TEL：全球涂胶显影设备龙头，平台型布局完善

3 解读TEL涂胶显影设备超高市占率背后的逻辑

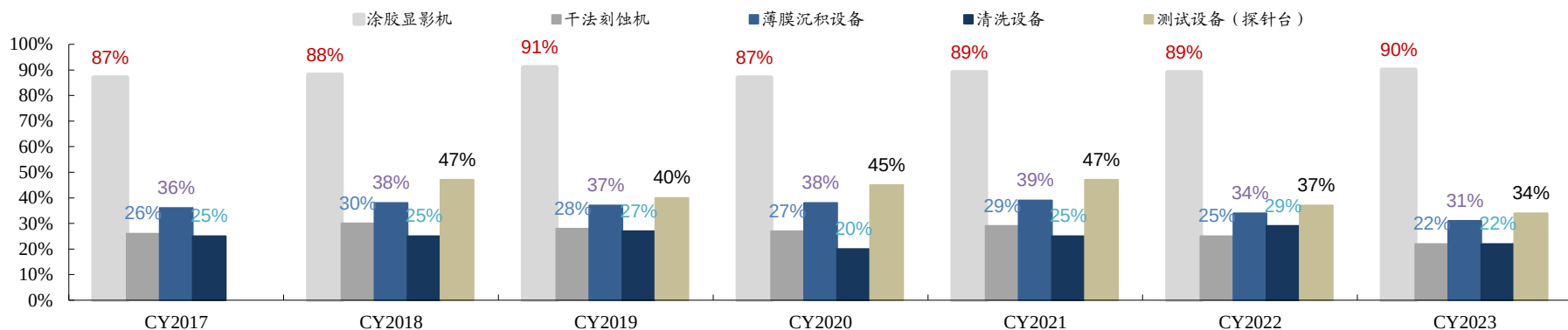
4 见贤思齐，看好芯源微引领涂胶显影设备国产替代

5 风险提示

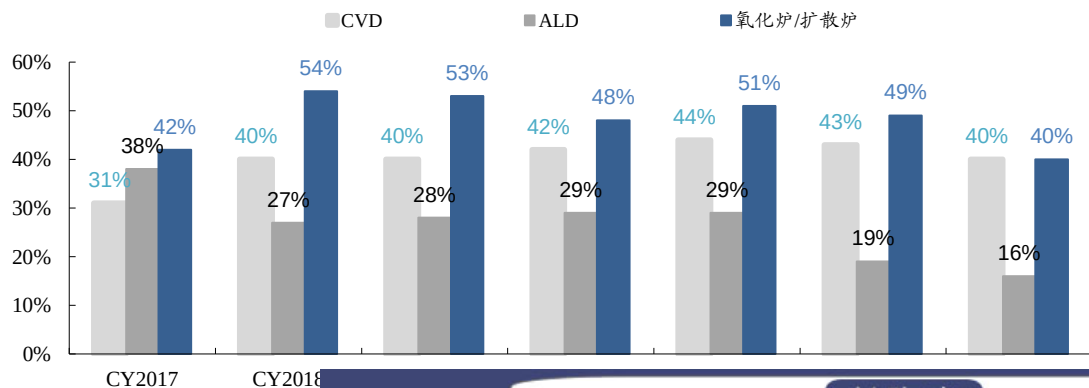
2.1.1 涂胶显影设备为TEL的拳头产品，市占率长期稳定在90%左右

- 涂胶显影设备为TEL的拳头产品，市占率长期稳定在90%左右，刻蚀/薄膜/清洗设备为TEL的第二成长曲线。SPE产品中，2017-2023年TEL涂胶显影设备的市占率稳定在90%左右水平，EUV光刻在线涂胶显影设备的市占率高达100%，处于行业垄断地位；干法刻蚀机和薄膜沉积设备市占率近两年均出现下滑，分别由2021年的29%和39%下降至2023年的22%和31%，主要受中国国产刻蚀机和薄膜沉积设备快速替代影响，若进一步细化，TEL薄膜沉积设备中的ALD和氧化炉/扩散炉市占率降幅尤为明显。

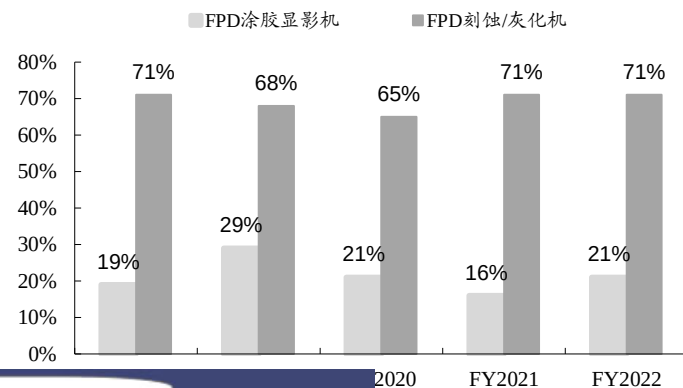
◆图：TEL SPE各类产品的市占率



◆图：TEL 薄膜沉积设备中各细分产品的市占率



◆图：TEL FPD两类产品的市占率



2.1.2 TEL涂胶显影设备核心的技术壁垒在于高产能与稳定性

- TEL涂胶显影设备共迭代了三大系列，依次为CLEAN TRACK™ Mark、CLEAN TRACK™ ACT™、CLEAN TRACK™ LITHIUS™。其中Mark是TEL的第一代日产涂胶显影机，现已退出销售。ACT™系列是在Mark系列基础上开发的涂胶显影机，可支持300/200mm晶圆工艺，但产能较低，正逐步退出市场。

◆表：CLEAN TRACK™ ACT™系列涂胶显影设备参数

设备型号	ACT™12 ACT™12 SOD	ACT™8 ACT™8 SOD	ACT™M
晶圆尺寸（mm）	200、300	100、150、200	150
可用性	新、认证二手		新
产能（WPH）	In-line: 120		S/A: 3
工艺	I-line、KrF、ArF千式、SOD/SOG、PI		EB
基材	Si、玻璃	Si、GaAs、GaN、GaP、SiC、 玻璃、蓝宝石、AlTiC	6025型光掩膜基板
优势	封闭系统、精密电炉		封闭系统

设备图片



2.1.2 TEL涂胶显影设备核心的技术壁垒在于高产能与稳定性

- LITHIUS™系列是继ACT™系列之后的最新涂胶显影设备，也是近年来TEL的主流产品型号。该系列扩展到先进制程，可配套EUV光刻机，产能达到300WPH。2012-2022年，该系列设备已累计出货超2000台，其中应用于EUV工艺的LITHIUS Pro Z设备出货量超过140台。

◆表：CLEAN TRACK™ LITHIUS™系列涂胶显影设备参数

设备型号	Pro™ AP	Pro™ Z	Pro™ V	Pro™	LITHIUS™
晶圆尺寸 (mm)	300	300	300	200、300	200、300
可用性	新	新	新	新	认证二手
产能 (WPH)	200	In-line: 300	In-line: 250	In-line: 200	In-line: 150
工艺	SOD、PI、Package、OCCF等	(High NA) EUV、浸没式、ArF干式、KrF、I-line、SOC	浸没式、ArF干式、KrF、I-line、SOC	浸没式、ArF干式、KrF、I-line、SOC	浸没式、ArF干式、KrF、I-line
基材	Si、玻璃、塑料	Si、玻璃	Si、玻璃	Si、玻璃	Si、玻璃
优势	基于Pro™Z，可实现多种应用，具备高可靠性和生产率	高生产率和工艺性能、低颗粒晶圆传送系统、提高OEE、化学药品成本降低	高生产率、高吞吐量、占地面积小、提高OEE、可灵活配置双图案工艺	高通量、占地面积小、提高OEE、化学药品成本降低	计量一体化、Ingenio数据分析

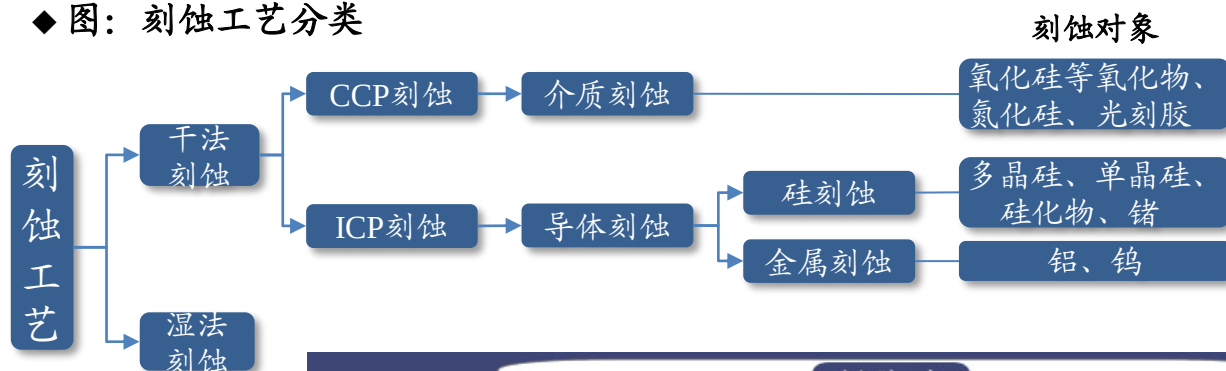
设备图片



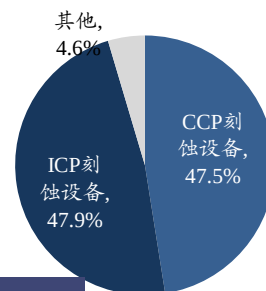
2.2.1 TEL是全球CCP刻蚀机龙头，未来或将发力ICP刻蚀

- 刻蚀是IC芯片制造工艺中与光刻联系的重要图形化工艺。刻蚀是指采用物理或化学的方法选择性地从衬底表面去除不需要的材料，以实现掩膜图形的正确复制。刻蚀制程位于薄膜沉积和光刻之后，目的是利用化学反应、物理反应、光学反应等方式将晶圆表面附着的不必要的物质去除，过程反复多遍，最终得到构造复杂的集成电路。
- 刻蚀工艺分为干法刻蚀和湿法刻蚀两大类，2022年干法刻蚀市场占比超过90%。由于干法刻蚀可以实现各向异性刻蚀，符合现阶段半导体制造的高精准、高集成度的需求，因此在小尺寸的先进工艺中，基本采用干法刻蚀工艺，导致干法刻蚀在半导体刻蚀市场中占据主流地位，市场占比超过90%。
- 干法刻蚀进一步分为CCP刻蚀和ICP刻蚀，对应介质刻蚀和导体刻蚀，两者市场占比相当。根据作用机理不同，干法刻蚀又可分为电容耦合等离子体（CCP）刻蚀和电感耦合等离子体（ICP）刻蚀。CCP主要用于质地较硬的电介质刻蚀领域；ICP刻蚀设备可用于质地较软的金属、硅等导体刻蚀领域。根据华经产业研究院，2022年ICP刻蚀设备及CCP刻蚀设备分别占刻蚀设备市场规模的47.9%和47.5%，整体占比相当。过去CCP设备市场规模占比更高，后伴随先进制程发展ICP设备需求增速更快、使得ICP设备占比超越CCP设备，近年来由于NAND逐步迈入3D结构时代，存储芯片对CCP设备需求增加，使得CCP设备市场规模占比快速回升，且预计未来将再度反超ICP设备占比。

◆ 图：刻蚀工艺分类



◆ 图：2022年全球刻蚀设备市场结构



2.2.1 TEL是全球CCP刻蚀机龙头，未来或将发力ICP刻蚀

- TEL刻蚀机包含CCP和ICP刻蚀机，CCP刻蚀机为其主力产品。根据TEL官网，2023年TEL干法刻蚀机市占率为22%，而根据Gartner，2022年TEL CCP刻蚀机的市占率达52%，表明CCP刻蚀机为TEL的主力刻蚀设备。
- TEL正积极投入研发ICP刻蚀机。TEL计划FY2025-FY2029五年合计研发费用达到1.5万亿日元（约合750亿人民币），主要研发方向包括低温刻蚀（CCP）和导体刻蚀（ICP）技术。或预示TEL也将在ICP刻蚀领域发力。

◆表：TEL UNITY™和Episode™ UL系列刻蚀机参数

设备型号	UNITY™ Me+ Ox		UNITY™ Me+ Si&SiC	Episode™ UL
腔室设计	SCCM	DRM	UD	
晶圆尺寸（mm）	200	100、150、200	100、150、200	300
应用	CCP		CCP	CCP、ICP
腔室数量	1-4		1-4	1-12
工艺	Ox、SiN、HM、EB、Contact、Via、Trench、SAC、Spacer、DD		Trench、EB、TSV	
基材	Si、玻璃、SiC、sapphire、LN、LT、AlTic		Si、SiC、玻璃	Si
安全认证	S2、CE、ROW		S2、CE、ROW	S2、CE
晶圆夹持器的额外尺寸（mm）	方形	75，方形	N/A	N/A

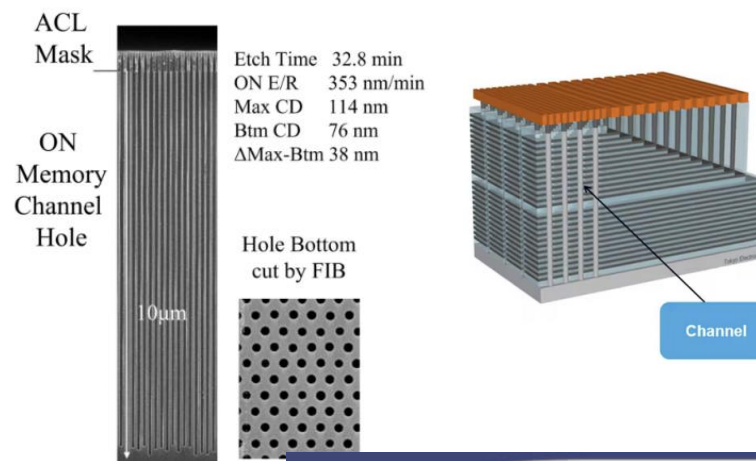
设备图片



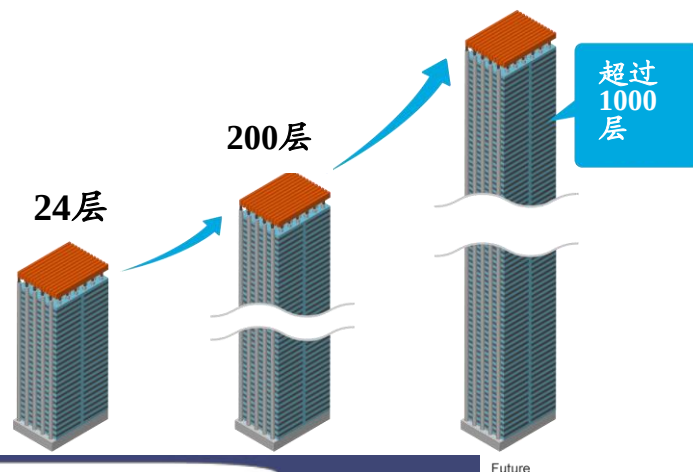
2.2.2 TEL推出新一代低温刻蚀设备，有望抢占极高深宽比刻蚀份额

- 近期TEL推出的新一代低温刻蚀机正在稳步评估并进行量产验证，预计2026年实现量产。该设备能够在-70℃的极端低温环境下运行（当前刻蚀工艺的冷却温度通常为0~30℃），在400层及以上NAND中有相当大的优势，它可在33分钟内进行10μm深的高深宽比刻蚀，比现有刻蚀机快三倍以上，大大提高了3D NAND的生产效率。截至2024年5月，SK海力士正在评估该设备，若评估效果良好，TEL量产后或可快速抢占LAM拥有的100% NAND通道刻蚀机份额。TEL预计其低温刻蚀机将于2025年开始小批量应用，2026年起大规模生产。
- 以刻蚀机为代表的半导体设备技术需持续迭代，以满足下游对更大容量、更高速、更可靠性和更低功耗的需求。以NAND闪存为例，NAND闪存芯片通常用于在PC和智能手机中存储数据，其发展趋势是存储单元的堆叠层数不断增加。TEL官网显示，2023年，NAND闪存芯片的层数已达到200层，部分头部厂商的尖端产品层数超过这一水平，如SK海力士的一款3D NAND产品采用三重堆栈结构层数达到321层，而TEL预计远期NAND闪存芯片的单元层数将超过1,000层，以满足对更高内存容量的需求，NAND通道工艺市场也将从2023年的5亿美元扩大到2027年的20亿美元。

◆ 图：TEL新一代低温刻蚀机运行情况（CCP）



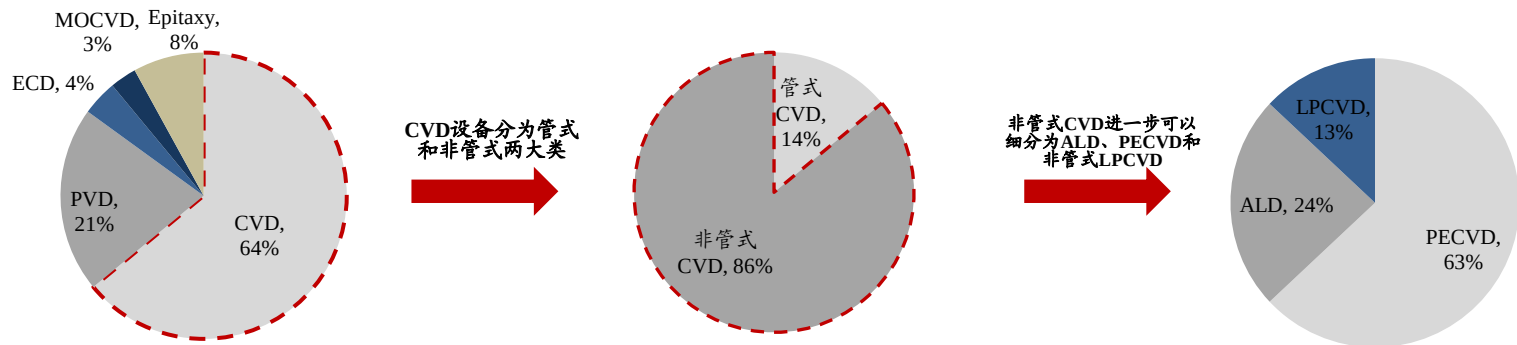
◆ 图：NAND闪存堆叠技术发展趋势



2.3 TEL在CVD领域的主要产品为LPCVD，2023年ALD市占率达16%

- 薄膜沉积设备方面，TEL在CVD领域主要做LPCVD，2023年ALD市占率达16%。CVD设备分为管式和非管式两大类，根据Gartner，2020年非管式CVD市场占比达86%，非管式CVD进一步可以细分为ALD、PECVD和非管式LPCVD，其中非管式LPCVD约占非管式CVD的13%。
- TEL的CVD包括Trias e+™和TELINDY™两个系列，前者为单晶片CVD，可直接集成各种300mm的处理模块，主要用于插头和电极形成的高精度金属沉积工艺；后者是等温大批量平台，用于氧化、退火和LPCVD等工艺。

◆ 图：2020年薄膜沉积设备市场结构



◆ 表：Trias e+™系列CVD参数

设备型号	Trias e+™ EX-II™TiN	Trias e+™ Ti/TiN	Trias e+™ W
晶圆尺寸 (mm)	300	300	300
应用	接触屏障、电容器电极、金属栅极	电容器电极、接触	接触插塞、通孔填充
工艺	TiN、ASFD TiN	CVD Ti/TiN	W
基材	Si	Si	Si

优势

- Trias e+™ EX-II™TiN: 良好的TiN膜性能、快速沉积、ClF₃清洁
- Trias e+™ Ti/TiN: 在Ti沉积过程中同步进行TiSi_x形成技术、ClF₃清洁
- Trias e+™ W: 高生产率、ClF₃清洁

◆ 表：TELINDY™系列CVD参数

设备型号	TELINDY PLUS™	TELFORM ULA™	TELINDY PLUS™ IRad™	ALPHA-8SE™ i
晶圆尺寸 (mm)	300	300	300	150、200
可用性	新、认证二手	认证二手	新	新
工艺	ALD、LPCVD、氧化/退火	氧化物、退火、氮化物、聚乙烯、TEOS	SiN、SiO ₂	氧化物、退火、氮化物、聚乙烯、TEOS、HTO
工艺温度	RT-1100C	RT-1000C	RT-800C	RT-1250C

2.4 TEL清洗设备市占率22%（2023年），多搭配其他设备出售

- 清洗设备方面，TEL拥有CELLESTA™和NS300™两个系列，前者用于300mm单片前道/后道表面清洗、湿法刻蚀等工艺，具有高产能和更小的占地面积；后者基于涂胶显影设备平台，具有出色的可靠性、稳定性和工艺上的灵活性。

◆表：CELLESTA™系列清洗设备参数

设备型号	CELLESTA™-i MD	CELLESTA™-i	CELLESTA™ MS2
晶圆尺寸（mm）	300	300	300
可用性	新	新	新
产能（wph）	650	650	900
适用的工艺	前道/后道清洗、前道/后道清洗、 湿法刻蚀		物理清洗
基材	Si	Si	Si
干燥方法	IPA/SMD	热IPA	旋转干燥

设备图片



◆表：NS300系列清洗设备参数

设备型号	NS300Z	NS300+ Conversion	NS300+ HT	NS300+	NS300
晶圆尺寸（mm）	300	150、200	300	300	300
可用性	新	新	新	新	认证二手
产能（wph）	1000	500	500	320	180
适用的工艺	DIW洗涤器	DIW洗涤器	DIW洗涤器	DIW洗涤器	DIW洗涤器
基材	Si、玻璃	Si、SiC、GaAS、etc.	Si、玻璃	Si、玻璃	Si、玻璃
干燥方法	旋转、氮气鼓风机	旋转、氮气鼓风机	旋转、氮气鼓风机	旋转、氮气鼓风机	旋转、氮气鼓风机
清洁能力	>95%	>95%	>95%	>95%	>95%

设备图片



2.5 TEL的晶圆临时键合/解键合设备主要应用于TSV制程

- 晶圆临时键合/解键合设备方面，TEL的Synapse™系列设备可为TSV（硅通孔）的临时键合/解键合工艺、CMOS图像传感器的永久键合工艺以及其他各种类型的器件提供先进解决方案。其中Synapse™ Si产能高、占地面积小；Synapse™ V是一种临时晶圆键合设备，可使用各种粘合剂将两个晶圆键合在一起，该系统由材料涂层、烘烤和粘合功能组成，可在单个工具中实现集成的晶片粘合工艺，独特开发的晶片对准单元和晶片键合模块可提供最高级别的总厚度偏差（TTV）和键合精度。Synapse™ Z Plus具有晶圆、器件和载体晶圆清洗功能，可在TSV工艺后用一个系统完成复杂的晶圆解键合工艺。

◆ 表：Synapse™ 系列晶圆键合/解键合设备参数

设备型号	Synapse™ Si	Synapse™ V	Synapse™ Z Plus
晶圆尺寸（mm）	300	300	300
可用性	新	新	新
典型应用	BSI（背照式）	TSV	TSV
精度	3σ<100nm （对准精度）	<5% （胶水厚度的TTV）	-

设备图片



2.6 TEL晶圆探针台市占率34%（2023年），精度与承载力高

- 晶圆探针台作为晶圆制造环节的核心测试设备，技术壁垒在于对精度要求严苛（ μm 级别），且对设备稳定性要求极高，需要具备视觉精密控测量和定位系统。晶圆探针台的关键参数是XYZ轴向的定位精度控制，以及设备的承载力。TEL是全球晶圆探针台龙头，2023年市占率达34%，其优势产品Prexa™ MS型全自动探针台的XY轴向探测精度在 $1\mu\text{m}$ 以内，承载力可达1000kg，同时搭载最新的光学系统以及减少错误的新算法。

◆表：TEL各型号晶圆探针台设备参数

设备型号	Prexa™	Prexa™ MS	Precio™ XL	Precio octo™	P-12XLn/n+/m	P-12XL
晶圆尺寸（mm）	200*, 300	200*, 300	200, 300	150, 200	200, 300	200, 300
XY轴探测精度（ μm ）	$\pm 1.5^*$, ± 1.8	± 0.8	± 1.8	± 2.0	± 1.8 , ± 2.5	± 4.0
Z轴探测精度（ μm ）	$\pm 2.5^*$, ± 5.0	$\pm 2.5^*$, ± 5.0	± 5.0	± 5.0	± 5.0	± 5.0
承载力（kg）	300, 450*	600, 1000*	200/300*	60	100/200*	100

设备图片





1 TEL：全球第四、日本最大半导体制造设备供应商

2 TEL：全球涂胶显影设备龙头，平台型布局完善

3 解读TEL涂胶显影设备超高市占率背后的逻辑

4 见贤思齐，看好芯源微引领涂胶显影设备国产替代

5 风险提示

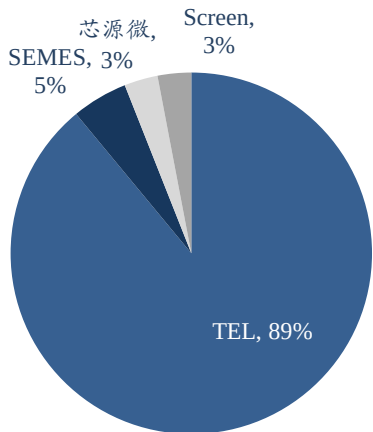
3.1 TEL高度垄断全球和中国Track市场，我国Track国产替代空间广阔

- 按照TEL FY2024涂胶显影设备4120亿日元的收入、90%的市占率，汇率按照1美元兑150日元、1美元兑7.2元人民币来估算，2023年全球涂胶显影设备的市场空间约30.5亿美元/220亿元人民币。
- 在前道Track领域，TEL处于垄断地位，2023年全球市占率高达90%，2022年在中国的市占率达91%。中国大陆前道涂胶显影设备中仅芯源微具备高端In-line设备的量产能力，在本土市场已取得一定突破，但2022年市场份额仅为4%，前道Track国产替代空间依然广阔。
- 通过深入探究TEL的前道Track超高市占率背后的逻辑，我们发现：TEL前道Track的核心壁垒在于（1）应用工艺范围广泛，产品系列齐全；（2）产能高、稳定性强；（3）湿法/化学工艺水平高，材料/零部件本土化程度高；（4）与头部晶圆厂+头部光刻机厂商长期合作。具体分析见3.2-3.5节。

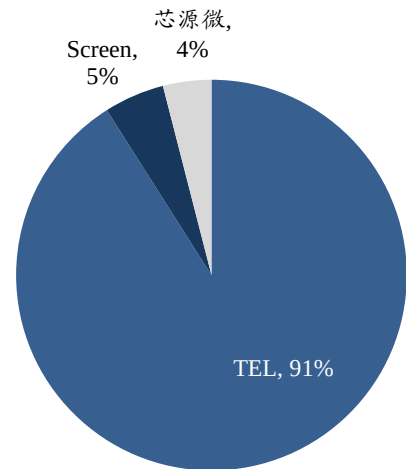
◆ 表：全球半导体前道设备市场竞争格局

类别	外资品牌	国产品牌	TEL全球市占率 (2023年)	国产化率
光刻机	ASML、Nikon、Canon	上海微电子		<1%
涂胶显影设备	TEL、DNS	芯源微	90%	<10%
刻蚀设备	LAM、TEL、AMAT	北方华创、中微公司	22%	>20%
薄膜沉积设备	AMAT、LAM、TEL	北方华创、中微公司、拓荆科技等	31%	<20%
离子注入	AMAT、Axcelis	中科信、凯世通		<10%
过程控制	KLA、AMAT、日立	上海睿励、东方晶源		
清洗设备	DNS、TEL、KLA、LAM	盛美半导体、北方华创、至纯科技、芯源微	22%	>30%
CMP设备	AMAT、Ebara	华海清科、中电四十五所		>30%
测试设备	泰瑞达、爱德万	长川科技、精测电子等		<5%

◆ 图：TEL全球Track市占率高达89%（2022年）



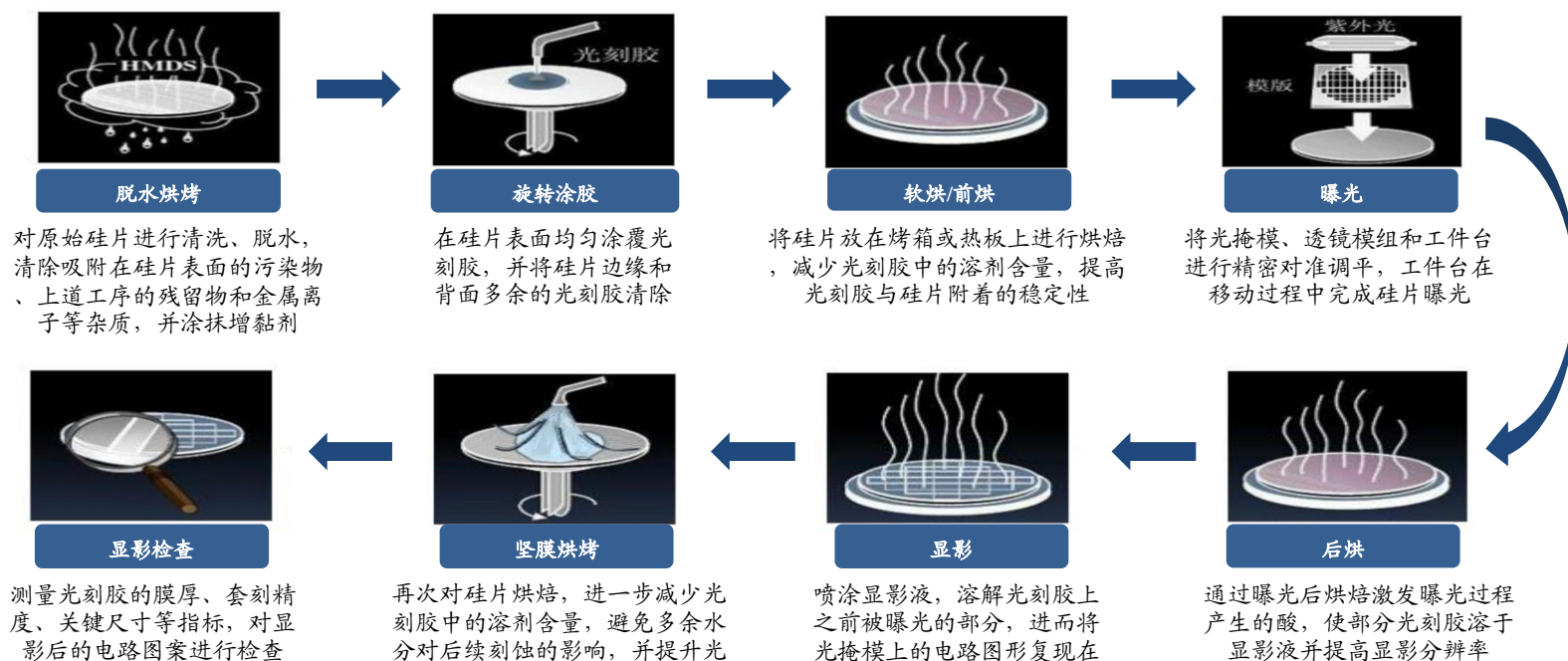
◆ 图：TEL占据中国大陆91%的Track市场份额（2022年）



3.2 TEL Track核心壁垒一：应用工艺范围广泛，产品系列齐全

- **前道涂胶显影设备一般与光刻机联机作业。**涂胶显影设备（又称Track或Coater & Developer）是光刻工序中与光刻机配套使用的涂胶、烘烤及显影设备，包括涂胶机、喷胶机和显影机。在早期的集成电路和较低端的半导体制造工艺中，此类设备往往单独使用（Off Line）。随着IC制造工艺自动化程度及客户对产能要求的不断提升，在200mm（8英寸）及以上的大型生产线上，涂胶显影设备一般与光刻机联机作业（In Line），组成配套的圆片处理与光刻生产线，与光刻机配合完成精细的光刻工艺流程。
- **Track承担除曝光以外的所有光刻步骤。**完整的光刻工艺包括8个细分步骤：脱水烘烤（气相成底膜和增黏）、旋转涂胶、前烘、曝光、后烘、显影、坚膜烘烤、显影检查，其中光刻机负责曝光步骤，Track则承担除曝光以外的所有光刻步骤。

◆ 图：光刻工艺流程



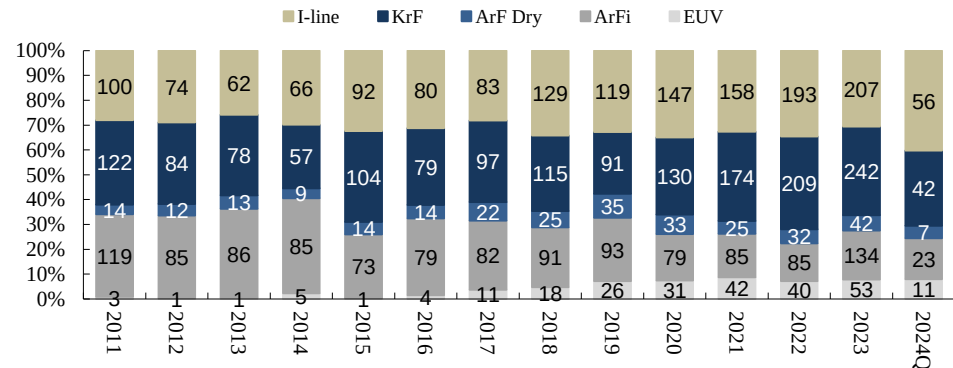
3.2 TEL Track核心壁垒一：应用工艺范围广泛，产品系列齐全

- 作为光刻机“重要搭档”，Track与光刻机升级迭代步伐同步。在前道领域，不同工艺节点适用光刻机各异，为提升光刻分辨率，光源波长已从435nm（G-line）、365nm（I-line）、248nm（KrF）、193nm（ArF和ArFi）依次发展到13.5nm（EUV）。Track对工艺精度的要求与光刻机产品升级紧密挂钩。一方面，国内半导体工艺节点正迈向28nm以下先进制程，叠加立体结构芯片放量，晶圆制造过程中光刻工序循环次数将明显增加，进而带动涂胶显影次数提升；另一方面，先进制程下光刻加工线宽明显下降，为保障光刻机高效工作，光刻胶旋涂控制和显影操作的技术难度均大幅提升，对应Track的单位价值量也明显上升。据芯源微募投数据，ArFi Track预测单价可达到5700万元/台，相比I-line提升近一倍。
- TEL Track的一大优势就在于应用工艺范围广泛、产品系列齐全，能够覆盖上述各类型的Track，特别是在EUV Track市场（包括High NA EUV）处于独供状态。

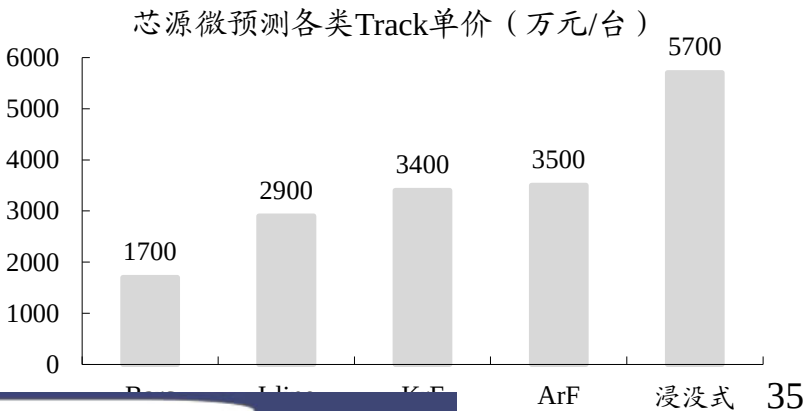
◆表：不同制程节点对应的光刻机类型

	第一代	第二代	第三代	第四代	第五代	第六代	第七代
光刻机光源	G-line	I-line	KrF	ArF	ArFi	EUV	High NA EUV
波长	436nm	365nm	248nm	193nm	193nm	13.5nm	13.5nm
制程节点	800-250nm	800-250nm	180-130nm	130-65nm	130-7nm	7-2nm	2nm及以下

◆图：2023年全球IC光刻机CR3销售以I-line、KrF、ArFi为主（台）



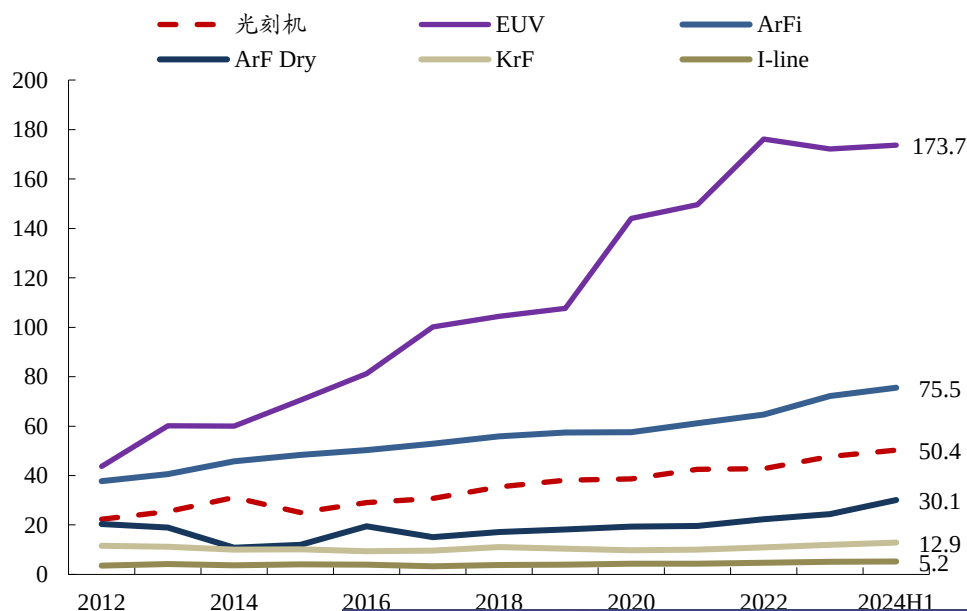
◆图：ArFi Track单台价值量明显提升



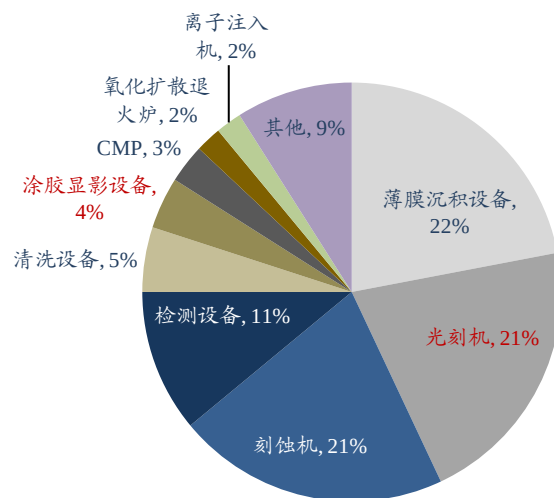
3.3 TEL Track核心壁垒二：产能高、稳定性强

- 光刻工艺中的曝光所需的光刻机是最关键、最复杂、最昂贵的集成电路制造装备，与之配套工作的Track需要足够稳定、产能足够高。2024年上半年ASML的光刻机出货均价约为0.5亿欧元/台，EUV光刻机售价更是高达1.7亿欧元/台。因此，Track的产能要与光刻机产能相匹配，否则便是对光刻机产能和价值投入的浪费。
- Track与光刻机紧密协作，其性能影响光刻、刻蚀等多个工序，不稳定、低产能带来的机会成本巨大。作为光刻机的输入（曝光前光刻胶涂覆）和输出（曝光后图形的显影），Track的稳定性直接影响到光刻工序曝光图案的形成，显影工艺的图形质量对后续刻蚀和离子注入等工艺中图形转移的结果也有深刻影响；根据SEMI，光刻机与Track在全球半导体设备中的合计价值量占比达25%，光刻工艺的费用约占芯片生产成本的1/3左右，耗费时间约占40%~50%。因此Track的产能直接关系到光刻机的产能利用率与芯片的生产成本。

◆ 图：ASML各类型IC光刻机销售均价（百万欧元/台）



◆ 图：光刻机与Track在全球半导体设备中的合计价值量占比达25%



3.3 TEL Track核心壁垒二：产能高、稳定性强

- **Track的产能遵循“木桶理论”，由配置模块中的最小值或瓶颈模块产能决定。**Track由多个工艺模块组成，如传片机器人（机械手）、涂胶显影单元、烘烤热盘单元、缓存传片工位等，所有模块都有各自理论的极限产能。Track的产能（Throughput）遵循“木桶理论”，设备产能由配置模块中的最小值或瓶颈模块产能来决定。提高Track产能最简单的方式是增加工艺模块的数量，但该方法会使得Track的占地空间增大，这与芯片制造厂节省设备空间的追求相悖。通常在有限机台占地空间和固定机台架构下，提升Track产能主要考虑以下几个方面：提高机器人的速度、减少各个工艺模块内工艺时间以及合理的软件程序调度，通过该等方式提升Track产能的同时往往需要兼顾稳定性。

◆ 图：Track产能计算公式

$$\text{Throughput} = \text{Min} \left[\frac{3600 \times n_i}{(T_p + T_o)_i} \text{ or } \frac{3600}{X_i + T_i} \right]$$

注释：式中， n_i 为设备配置模块的数量， X_i 为对应机器人负责模块的类型数量， T_p 为对应模块内工艺时间， T_o 为对应模块内间接辅助时间， T_i 为设备内机器人循环时间， i 为1, 2, 3, ..., n。

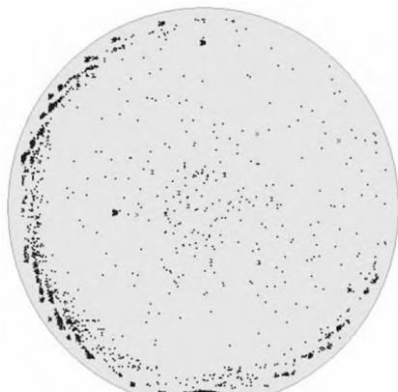
◆ 表：提升Track产能的同时需要兼顾稳定性

提升Track产能的方式	解释	难点
提高机械手/机器人产能	机器人提速	(1) 机器人提速不能改变设备整体的框架刚性，自身运动要保证传送晶圆过程不能有振动、晶圆滑移，确保送到各模块的晶圆位置精确 (2) 提速后需要对机器人腔体微环境流进行定向设计，以及机器人本体结构的负压设计，并从中找到各因素的平衡关系
	改变机器人类型：两手机升级为四手机	对前后单元的动作一致性提出更高要求
软件调度优化	通过调节算法加快各模块内的晶圆流转	需要结合设备实际按预定路径、配方进行的产能测试来校对，测试软件理论与硬件执行之间的偏差
提高工艺处理单元产能	通过变更伺服电机运动模式和提高涂胶单元主轴转速优化工艺时间	(1) 伺服电机的运动模式与电气控制系统的搭建方式相关，需要让系统硬件实现上位机与执行机构的工作指令快速交互，使得工艺配方下的工步无偏差执行，最终做出符合指标要求的工艺结果。 (2) 涂胶单元旋涂光刻胶的膜厚均匀性、成膜形貌与主轴电机转速、接液杯风流等相关，想要快速将光刻胶旋开甩干的最简单方法是提高转速，但晶圆随着主轴吸盘在接液杯内的高速旋转会带来风流流场的变化，晶圆在紊流流场内会在边缘出现风纹缺陷
	通过提高运动机构性能和联动控制优化间接辅助时间	单元机构的设计需经过模态分析、消振设计、减重设计以及适配驱动电机的最佳参数等设计过程，以保证单元内机构重复定位精度满足要求。

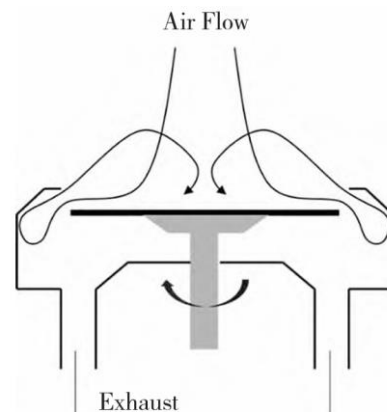
3.3 TEL Track核心壁垒二：产能高、稳定性强

- 随着IC制程工艺节点的缩小，对线宽（CD）均匀性的要求提高，进而提升对Track的稳定性要求。许多IC公司要求当工艺技术节点低于45nm时，CD均匀性的 3σ 要小于0.5 nm，因此CD均匀性成为芯片质量的重要保障。
- 对于光刻设备供应商以及客户而言，晶圆片内和片间的线宽均匀性是决定设计图案精度的标准。
- Track对CD均匀性的影响主要体现在曝光后烘烤的温度控制、涂胶单元光刻胶膜厚的均匀性控制、显影单元显影喷嘴的功能性控制三个方面。（1）在涂胶显影工艺中，曝光后烘烤（PEB，Post Exposure Bake）对线宽均匀性的影响占到Track相关因素的70%左右。随着光刻机的光源波长越来越短，适应于更短波长的光刻胶对温度也更加敏感。因此，在PEB工艺中晶圆内和晶圆间都要控制均匀的热传递以保证CD的均匀性。（2）涂胶单元存在极限转速，一旦超过极限转速，光刻胶的表面就会由于光刻胶从中心向边缘的扩散以及转速过高导致的晶圆边缘震动，从而导致晶圆表面光刻胶厚度的不一致，进而产生晶圆边缘处的“风纹”缺陷，这种缺陷会对制造工艺产生严重的影响。影响膜厚均匀性的因素较多，通常包括机台硬件状态稳定性、厂务供给、光阻批次差异等。（3）随着对工艺节点的不断变小，显影工艺中显影喷嘴也需要更新迭代，以实现提高整体CD均匀性的同时降低显影液消耗量。

◆ 图：刻蚀之后晶圆边缘处的“风纹”状缺陷



◆ 图：涂胶单元进排风失配的状况



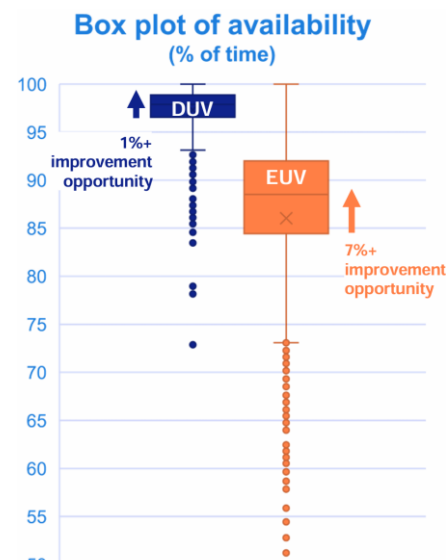
3.3 TEL Track核心壁垒二：产能高、稳定性强

- 产能（WPH）和稳定性（Uptime，设备正常运行时间）是Track的两大关键参数，也是TEL Track在同等工艺等级下的技术壁垒所在（针对DUV系列光刻机）。近年来，全球光刻机龙头厂商ASML在光源光罩系统、软件及算法等多方面陆续取得技术突破与进步，出口至中国大陆的DUV光刻机的产能和精度持续提升。在产能方面，对于KrF系列，截至2023年底，国内主流XT860光刻机产能约240-260WPH，NXT870量产产能大幅提升至330WPH；对于ArF系列，NXT1470光刻机产能达300WPH；对于ArFi系列，主流的NXT1980Di光刻机产能达到275WPH，新款NXT2100i和NXT1980Fi产能进一步提升至295WPH和330WPH。稳定性方面，ASML成熟DUV光刻机的Uptime已达到97%，尚有1%的提升空间；EUV光刻机的Uptime接近85%，未来仍有7%的提升空间。光刻机不断迭代升级对与之配套工作的Track产能和稳定性提升提出更高要求。
- 根据TEL官网，其LITHIUS™ Pro™ Z型Track产能达到300WPH，可兼容ASML绝大部分光刻机型号。

◆ 图：ASML DUV光刻机迭代路线

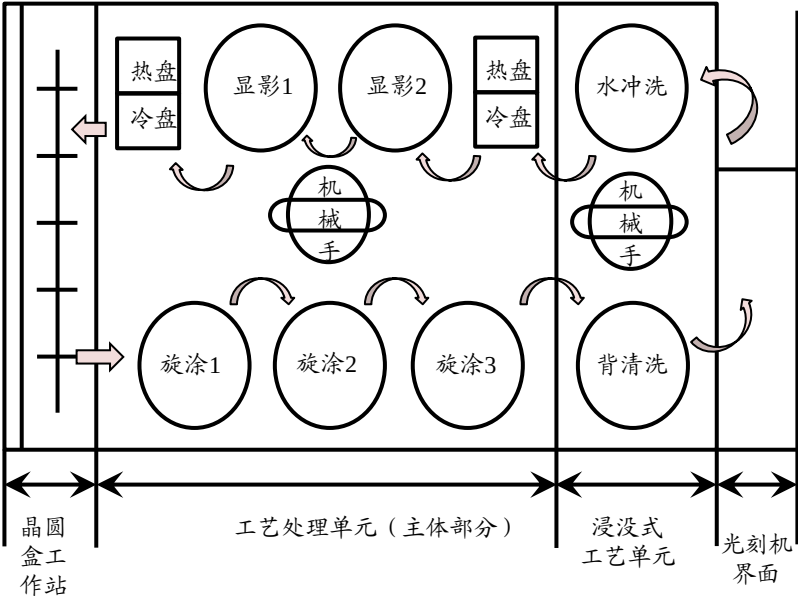


◆ 图：ASML光刻机Uptime

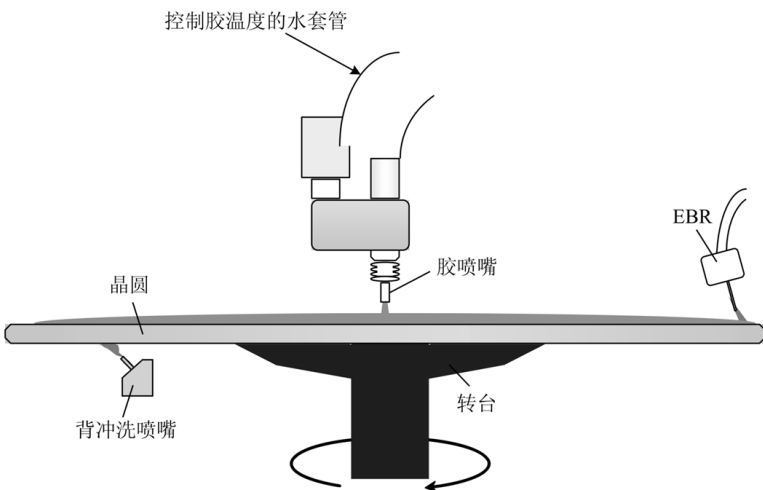


- **Track结构复杂**（包括约十余个功能模块组及配套机械手/机器人）、单元众多（百余个功能单元）、配件繁杂（数万余个零部件），同时还要确保平均每小时数千次的机械手运动速度。Track一般由晶圆盒工作站、工艺处理部分、浸没式光刻工艺配套的单元、与光刻机联机的接口界面四部分构成。不同型号的Track中，各工艺单元的布局设计有所不同，但基本理念一致，即晶圆在机器内各单元之间的传送必须简洁、快速。Track的核心零部件包括机械手、离心电机、喷嘴、高精热盘、胶泵及控制器等，其中机械手的价值量较高，国内Track设备商芯源微主要从采购日本尼得科采购机械手。
- **Track涵盖机械运动、温湿度及内环境控制、系统调度及控制、化学反应及化学品管控等技术**，涉及电子、机械、化工、材料、信息等多学科领域，具有较高技术门槛，对设备商的技术储备、工艺水平提出较高要求。

◆ 图：一个典型的涂胶显影机的配置示意图



◆ 图：涂胶单元工作示意图



- **Track结构复杂**（包括约十余个功能模块组及配套机械手/机器人）、单元众多（百余个功能单元）、配件繁杂（数万余个零部件），同时还要确保平均每小时数千次的机械手运动速度。Track一般由晶圆盒工作站、工艺处理部分、浸没式光刻工艺配套的单元、与光刻机联机的接口界面四部分构成，不同型号的Track中，各工艺单元的布局设计有所不同，但基本理念一致，即晶圆在机器内各单元之间的传送必须简洁、快速。Track的核心零部件包括机械手、离心电机、喷嘴、高精热盘、胶泵及控制器等，其中机械手的价值量较高，国内Track设备商芯源微主要从采购日本尼得科采购机械手。
- **Track涵盖机械运动、温湿度及内环境控制、系统调度及控制、化学反应及化学品管控等技术**，涉及电子、机械、化工、材料、信息等多学科领域，具有较高技术门槛，对设备商的技术储备、工艺水平提出较高要求。

◆表：芯源微主要采购的Track零部件

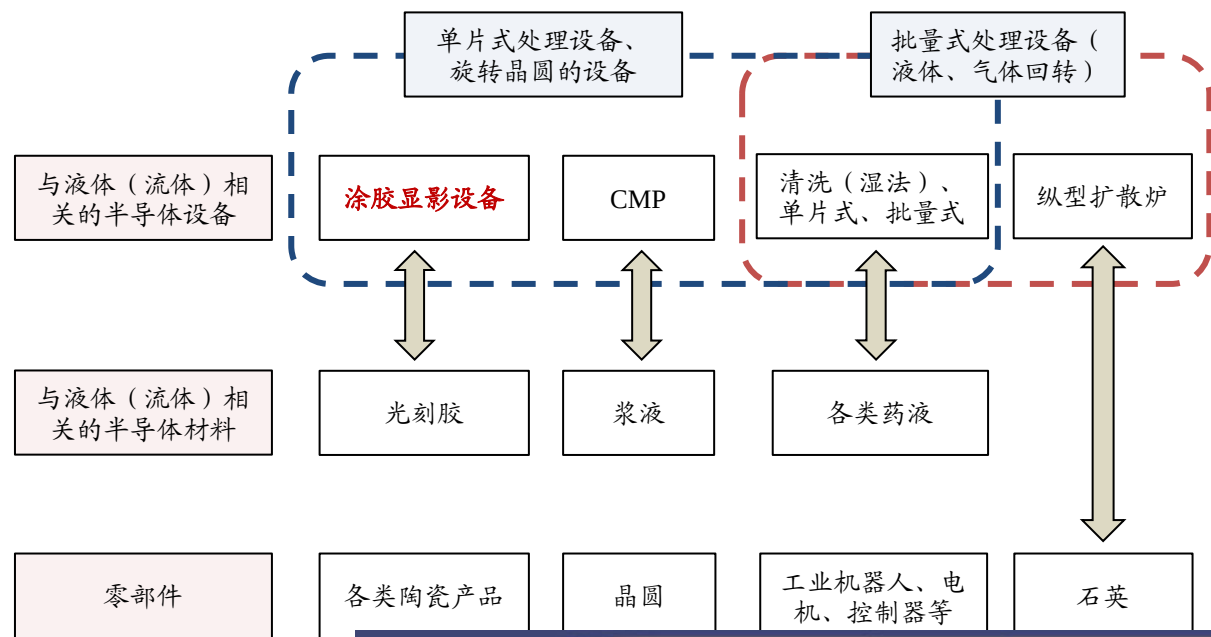
类别及2019Q1-3采购金额占比	具体内容
机电一体类（33%）	机械手、温湿度控制器、电机、电缸、片盒装载站、光学对中、空气净化单元、恒温槽、消防报警灭火装置等
机械类（30%）	工艺腔体、防溅杯、承片台、化学液喷洒摆臂、陶瓷手指设备支撑框架、钣金外壳及内衬钣金、紧固件、标准件等
气动液压系统类（15%）	阀门、接头、管道、气动隔膜泵、气动增压泵、光刻胶泵压力罐、过滤器、滤芯等
电器类（15%）	工业电脑、电机驱动器、电缸驱动器、胶泵控制器、电源箱、I/O模块、AC模块、DC模块、加热器、热盘、线缆等
仪器仪表类（1%）	排风压力表、液体压力表、气体流量计、液体流量计、温度控制表等
传感器类（3%）	流量传感器、漏液传感器、温度传感器、光电传感器、接近开关等
其他（3%）	光刻胶、丁腈手套、特氟龙胶带、万用表、内六角扳手、活动扳手、切片机、材料等

◆表：芯源微采购的Track五大核心零部件

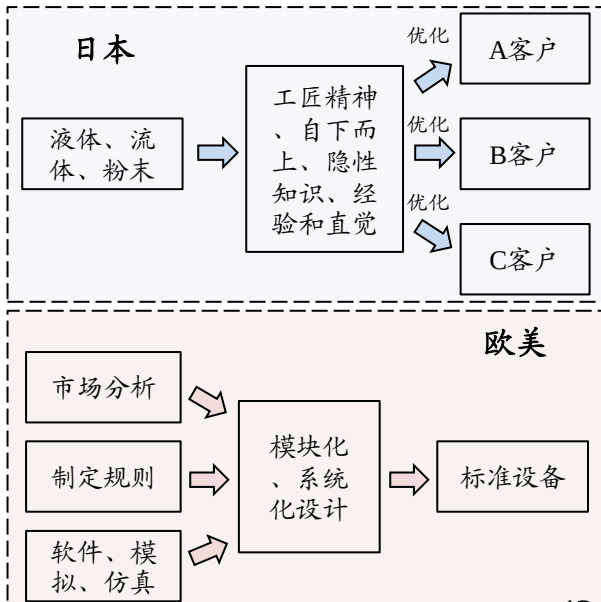
名称及2019Q1-3年采购金额占比	具体作用	是否为独家定制
机械手（72%）	实现晶圆在设备内部多个工艺腔体之间的精确、快速传送，其传递速度和定位精度对设备产能、工艺性能及设备稳定性有着直接的影响	部分为独家定制产品（日本尼得科）
离心电机（中空轴电机）（5%）	离心电机轴为中空以连通真空和承片台，形成稳定吸附晶圆的机构，从而可驱动晶片做精确的旋转运动。电机的转速和加速度控制精度对涂胶工艺的膜厚均匀性、显影工艺的缺陷控制以及清洗工艺的颗粒去除率等关键指标均有着重要的影响	否
高精热盘（17%）	主要对晶圆上涂覆的光刻胶膜进行烘烤，其升降温速度和温度均匀性对胶膜质量、膜厚均匀性、显影线宽均匀性等关键工艺指标有着重要的影响	是
胶泵及控制器（5%）	用于供给光刻胶的一种高精度计量泵，与控制器配合使用，对供胶量、供胶速度、回吸等进行精确控制。在涂胶工艺中，供胶量的精确度对于胶膜的厚度控制至关重要。因此，胶泵的精度、稳定性和洁净度对涂胶工艺一致性、稳定性、客户产品良率等有着重要的影响	否
喷嘴（0.06%）	用于向晶圆表面精确喷洒各种化学品，主要包括涂胶工艺的光刻胶喷嘴、显影工艺的显影液喷嘴以及清洗工艺的清洗喷嘴等。上述喷嘴的加工精度和一致性、所用材料的纯净度以有着直接的影响	是

- 对日本企业市占率较高的半导体设备、材料、零部件进行分类后发现，日本企业在湿法领域（而非干法）、化学领域（而非物理）具有竞争优势，而欧美企业在使用光、电子束、等离子体的真空设备方面市占率较高。底层的逻辑在于：欧美设备企业具有较强的模块和系统设计能力，偏好将技术和技巧（know-how）“软件化”融入设备，生产出拥有全球标准的设备，零部件则更多地向全球龙头集约采购；而日本企业秉持IDM的传统，从材料、零部件到整机均由企业或国家内部完成研发，促使日本企业在一些难以标准化的“隐性知识”或“优化标准”较多的领域做到高于全球领先水平，其中包括与液体、流体等形状不固定材料相关的设备行业。
- TEL早在1982年便开始研发Track，2000年收购美国晶圆清洗设备厂商Supercritical，2012年收购美国清洁和表面处理厂商FSI，使得自身在半导体制造特别是湿法/化学设备领域的竞争力不断增强。

◆ 图：日本企业市占率较高的半导体设备、材料与零部件



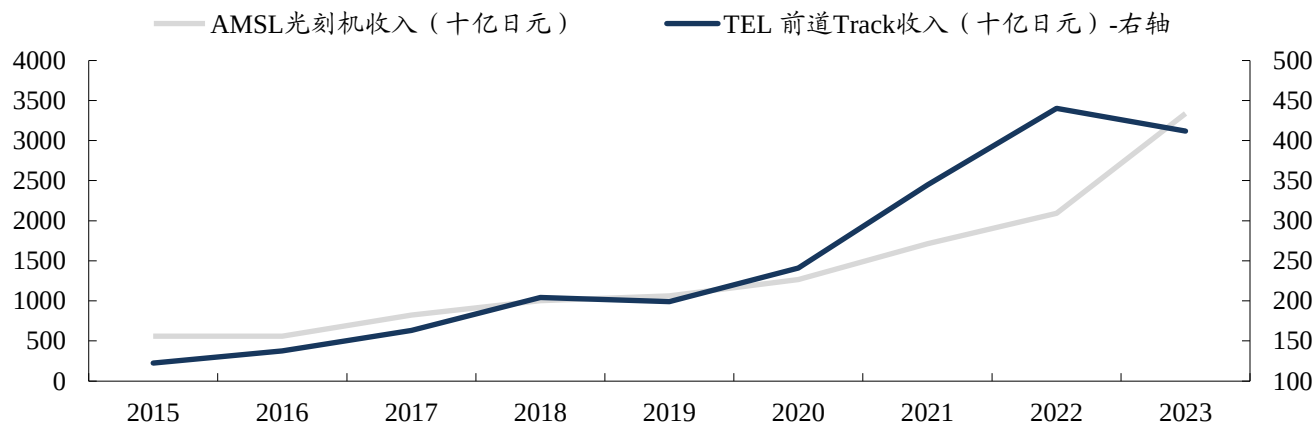
◆ 图：日本和欧美半导体设备企业研发特点对比



3.5 TEL Track核心壁垒四：与头部晶圆厂+头部光刻机厂商长期合作

- **Track需配合光刻机在客户端联机验证，验证流程复杂、周期长、成本高。**前道Track与客户具体制造工艺、光刻胶材料等结合度较高，具有较强的非标属性。此外，前道Track需与客户端光刻机联机量产验证，验证周期较长，验证成本较高，因此验证通过后客户粘性极强。
- **在IC前道Track市场，TEL已形成与头部晶圆厂+头部光刻机厂商长期合作产生的双重壁垒。**我们认为，一方面，TEL的Track长期垄断对台积电、英特尔、三星电子等国际头部晶圆厂的供应，客户对TEL Track的依赖性强且头部客户示范效应显著；另一方面，TEL的Track与ASML等主流光刻机厂商早在研发之初便开展深度合作，大大缩短了设备在客户端的验证周期。从ASML光刻机收入与TEL前道Track收入走势对比来看，2015-2023年两者的相关系数达0.90，2015-2022年两者的相关系数更是高达0.99，由此可见TEL的前道Track出货规模与出货时间基本与ASML的光刻机相匹配。
- 因此，我们认为国产光刻机的突破对国产Track而言意义重大。在ASML的光刻机与TEL的Track出口中国尚未受限时，Track的国产替代意愿不强，国产设备的工艺验证及市场推广存在较大阻碍。

◆ 图：ASML光刻机收入与TEL前道Track收入走势高度一致



注：ASML光刻机收入数据来自SEMI数据，TEL前道Track收入数据来自TEL财报数据。注：2023年1-3月财务数据截至2023年3月31日的情况。



1 TEL：全球第四、日本最大半导体制造设备供应商

2 TEL：全球涂胶显影设备龙头，平台型布局完善

3 解读TEL涂胶显影设备超高市占率背后的逻辑

4 见贤思齐，看好芯源微引领涂胶显影设备国产替代

5 风险提示

4 见贤思齐，探寻芯源微投资机会

- 2023年美日荷先进设备管理新规相继落地，市场对半导体设备管制的担忧情绪逐步消散，国内晶圆厂积极向本土设备公司开放工艺验证机会，借此，我国半导体设备商正处于国产替代的“黄金阶段”。
- 具体来看先进设备管制新规，美国2023年10月17日新规细化的半导体设备管制范围主要包括：a.外延设备，包括硅、碳掺杂硅、硅锗或碳掺杂硅锗的外延设备；b.离子注入设备；c.刻蚀设备，包括同向干法刻蚀、原子层刻蚀、用于湿法刻蚀且硅锗与硅的刻蚀选择性比为100倍或更高的设备；d.沉积设备，用于金属互联的阻挡层、衬垫层、种子层、顶盖层的金属沉积设备、PECVD设备（碳硬掩模、低氟钨等）、ALD设备等；e.部分光刻设备；f.用于设计EUV掩模的离子束或物理气相沉积设备；g.用于先进节点制造的退火、清洗设备。
- 日本经济产业省23年5月发布的清单涉及清洗、成膜、热处理、曝光、刻蚀、检查等23个种类，包括极紫外（EUV）相关产品的制造设备和3D堆叠存储器的刻蚀设备等。

◆表：美日荷先进设备管制情况

国家	日期	主要设备管制政策
美国	2022.10.7	先进芯片、设备、人员全面管控，设备管控范围为16nm或14nm以下的逻辑芯片、128层以上NAND存储芯片以及半间距为18nm或以下的DRAM芯片的制造设备。
	2023.10.17	发布《先进计算芯片规则》及《半导体制造物项出口管制规则》，为BIS针对其于2022年10月7日发布的出口管制规则的修订，细化关于半导体设备及人员管制范围。
日本	2023.5.23	宣布修订《外汇与对外贸易法》，将包括先进芯片制造设备在内的23类商品列入管制出口清单，2023年7月23日政策生效。
荷兰	2023.6.30	先进光刻机、ALD设备、Epi设备及low-k沉积设备、EUV光罩保护膜及生产设备受到出口管制

◆表：23年5月日本先进芯片制造设备管制出口清单

日本列入管制对象的主要设备	主要实现功能	日本主要涉及公司
成膜设备(11类)	在基板表面形成具备功能的膜	TEL、科意半导体、爱发科
光刻/曝光设备(4类，包含用于EUV光刻的涂胶显影设备)	将电路图转印到基板上	TEL、尼康
刻蚀设备(3类)	去掉多余的薄膜	TEL、日立高新技术
清洗设备(3类)	使用药液去除杂质	TEL、SCREEN控股
测试设备(1类)	对芯片进行测试	爱德万
热处理设备(1类)	对铜、钴、钨进行回流	TEL
检测设备(1类)	EUV光掩模版的检测	JSR

- 尽管TEL Track壁垒极高，但以芯源微为代表的国产设备商正加速追赶。对于前道Track，国内稀缺供应商芯源微已在28nm及以上工艺节点取得重要突破，但在技术水平和应用领域方面，整体仍与TEL存在一定差距。我们认为，随着芯源微前道Track工艺水平与产品性能日益完善，叠加海外先进设备进口禁令升级背景下客户资源快速扩充、国产光刻机不断突破带动国产Track放量、Track核心零部件国产化持续推进，公司在本土前道Track的市场份额有望持续提升。

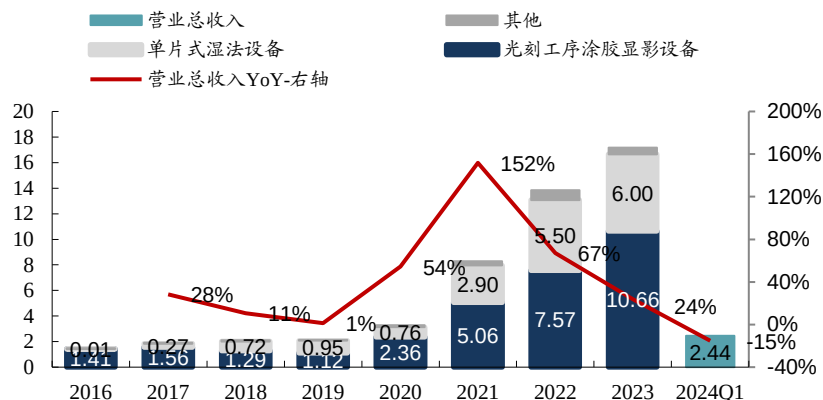
◆表：芯源微的前道Track技术水平尚在EUV、产能、稳定性方面弱于TEL，但未来可期

	TEL Track核心壁垒	芯源微前道Track现状	芯源微未来前道Track看点
应用工艺范围	产品系列完整，可用于PI、Barc、SOC、SOD、I-line、KrF、KrFi、ArF、ArFi、EUV、High NA EUV等工艺，覆盖2nm及以上工艺节点	产品在应用领域范围上弱于TEL，可用于PI、Barc、SOC、SOD、I-line、KrF、ArF、ArFi等工艺，覆盖28nm及以上工艺节点（截至2024年6月，国内仅芯源微可实现ArFi Track的量产，领先盛美上海及其他未上市厂商一代以上）	28nm以下工艺技术正在验证
产能、稳定性	产能高，可兼容绝大多数ASML光刻机型号；稳定性强	与TEL相比，在产能（WPH）、设备正常运行时间（Uptime）、工艺适应性方面尚有差距	随着光刻机产能的不断提升，公司已布局新一代更高产能的Track架构，新一代机台将应用更高工艺精度的超薄成膜、超细线宽均一性、精细缺陷控制等技术。
工艺水平	湿法/化学工艺水平高	在光刻工艺胶膜均匀涂敷技术、精细化显影技术、高产能设备架构及机械手优化调度技术、内部微环境精确控制技术等多项关键技术已达到国际先进水平。	2023年公司在超洁净微环境控制、高产能HEFEM、高精度热盘快速降温等技术上持续取得进步和突破，未来可为客户提供更为丰富和先进的产品技术解决方案。
材料/零部件供应	材料/零部件本土化程度高，本土供应商资源丰富而优质	(1) 以机械臂为代表的部分核心零部件仍依赖于日本等国外供应商。 (2) 2022年8月，公司于日本京都设立全资子公司Kingsemi Kyoto，有助于增强公司在设备及关键零部件领域的技术实力，境外供应链资源进一步丰富。 (3) 2023年9月设立子公司广州芯知正式成立，致力于光刻胶泵等核心零部件的研发。 (4) 公司已构建了面向全球的稳定可靠的原材料供应渠道，与数百家核心供应商建立了较为稳定的战略合作伙伴关系。	公司将继续开展关键核心物料国产替代工作，在保证品质的前提下，稳妥开展进口核心物料国产化替代（包括但不限于机械手、泵类、热盘、氟树脂部件等）。

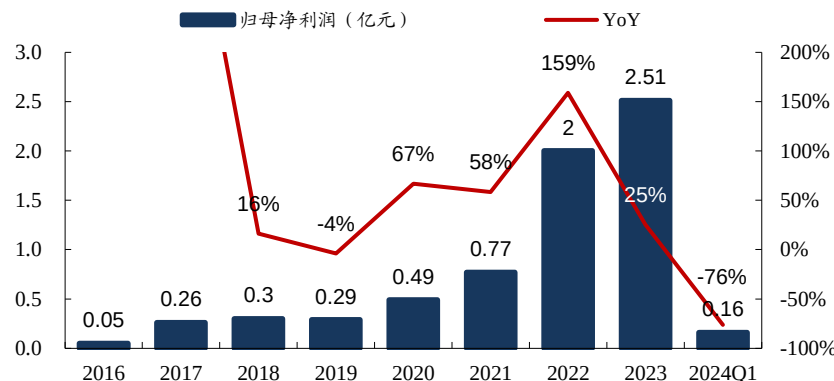
4 见贤思齐，探寻芯源微投资机会

- 芯源微主营业务覆盖光刻工序涂胶显影设备、单片式湿法设备等，其中涂胶显影设备成功打破国外垄断，已广泛应用于前道光刻、后道先进封装、化合物半导体、MEMS、LED芯片制造等行业，下游覆盖上海华力、长江存储、台积电、华为、长电科技等主流客户群体，驱动公司业绩进入高速增长期。2023年，芯源微光刻工序涂胶显影设备营业收入达到10.66亿元，同比+41%，收入占比62%，单片式湿法设备收入占比35%；归母净利润2.51亿元，同比+25%。

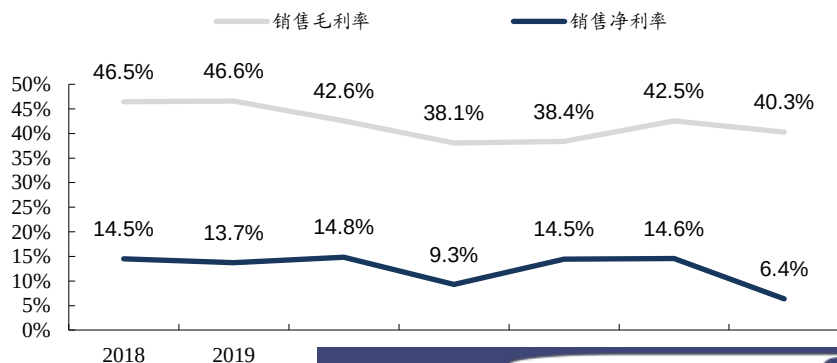
◆ 图：芯源微收入按产品划分（亿元）



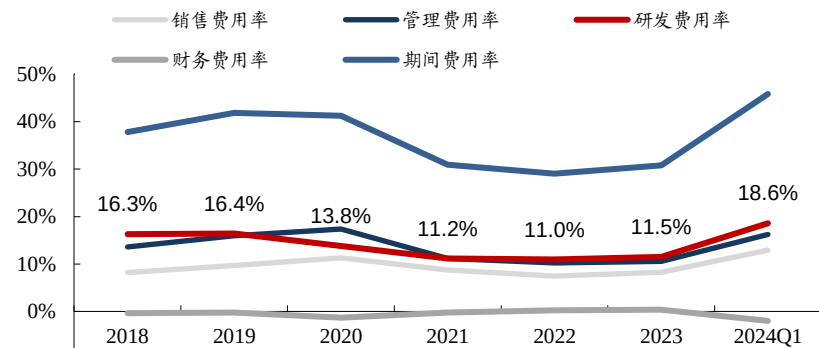
◆ 图：芯源微归母净利润及增速



◆ 图：芯源微销售毛利率与净利率



◆ 图：芯源微期间费用率情况



4 见贤思齐，探寻芯源微投资机会

- **核心逻辑：前道涂胶显影设备“内修外攘”、国产替代加快推进，清洗设备、先进封装设备打开成长空间：**
- **（1）前道涂胶显影设备：**
 - ✓ ① “内修”：公司是国内唯一可提供量产型前道涂胶显影机的厂商。截至2023年底，公司已完成在前道晶圆加工环节28nm及以上工艺节点的全覆盖，Off-line、I-line、KrF机台等均已实现批量销售，2023年公司ArF浸没式高产能涂胶显影设备在成熟化、标准化等方面也取得良好进展，浸没式机台获得国内5家重要客户订单。
 - ✓ ② “外攘”：日本半导体设备出口禁令与美荷光刻机禁令有望助力芯源微引领国产替代，尽管23年5月日本的出口管制政策仅针对用于EUV光刻的涂胶显影设备，但随着国际政治经济的不确定性增强，仍有进一步限制TEL用于DUV光刻的涂胶显影设备出口的可能。在成熟制程领域，我们认为，芯源微的前道涂胶显影设备可在一定程度上对标TEL的ACT™系列和部分LITHIUS™系列产品，再凭借国产设备价格优势，公司已有一定实力与TEL竞争，从而有望逐步打破垄断、抢占国内市场份额。此外，在光刻机禁令持续升级（从EUV到DUV，再到维修服务）的背景下，国内更多下游客户将更加重视光刻机及配套涂胶显影设备的国产化，芯源微作为国内稀缺涂胶显影设备供应商的属性日益凸显。
- **（2）前道清洗设备：**2023年公司新一代高产能物理清洗机已发往国内重要存储客户开展验证，机台应用新一代高产能架构可满足存储客户对产能的更高指标要求，未来有望在存储领域打开新的增量市场空间，此外公司战略性新产品前道化学清洗机已获得国内重要客户的验证性订单。
- **（3）后道先进封装设备：**公司后道先进封装用涂胶显影设备、单片式湿法设备连续多年作为主流机型批量应用于台积电、盛合晶微、长电科技、华天科技等海内外一线大厂。公司积极开展2.5D/3D先进封装相关新品研发及国产替代，截至2023年底已成功推出临时键合/解键合、Frame清洗等新产品，并取得良好签单表现。
- **盈利预测与投资评级：**我们预计2024-2026年公司归母净利润分别为3.3/4.3/5.5亿元。当前市值对应动态PE分别为39/30/24倍（2024.07.23）。基于公司在前道涂胶显影和清洗领域的成长性，维持“增持”评级。

● **风险提示：**半导体行业景气度波动、技术迭代风险、客户集中度较高、原材料价格波动、汇率波动、国际贸易政策变化等。



1 TEL：全球第四、日本最大半导体制造设备供应商

2 TEL：全球涂胶显影设备龙头，平台型布局完善

3 解读TEL涂胶显影设备超高市占率背后的逻辑

4 见贤思齐，看好芯源微引领涂胶显影设备国产替代

5 风险提示

1. **半导体行业投资不及预期：**若半导体行业景气度下滑，下游客户资本支出减少，则对半导体设备的需求将可能下降，将给半导体设备行业的短期业绩带来一定压力。
2. **设备国产化进程不及预期：**集成电路专用设备技术门槛较高，某些环节的技术难点或者国内设备厂商产能瓶颈可能导致设备国产化进展不及预期。

免责声明

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

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

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

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

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

东吴证券投资评级标准

资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证50指数），具体如下：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于5%与15%之间；

中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与5%之间；

减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于基准5%以上；

中性：预期未来6个月内，行业指数相对基准-5%与5%；

减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于基准5%以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街5号
邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

东吴证券 财富家园