下载日志已记录，仅供内部参考

证券研究报告

浙商证券股份有限公司
ZHESHANG SECURITIES CO.LTD

玻璃基板商业化渐进，设备环节率先受益

——玻璃基板行业深度报告（二）

行业评级：看好

2026年9月30日

分析师	邱世梁	王华君	汪成	王一帆
邮箱	qiushiliang@stocke.com.cn	wanghuajun@stocke.com.cn	wangcheng05@stocke.com.cn	wangyifan01@stocke.com.cn
证书编号	S1230520050001	S1230520080005	S1230525010005	S1230523120007

下载日志已记录，仅供内部参考

玻璃基板商业化渐进，设备环节率先受益

■ AI先进封装升级，玻璃基板有望成为下一代核心封装材料

摩尔定律放缓背景下，先进封装成为延续芯片性能的关键路径。AI芯片封装尺寸持续扩大，CoWoS面临"切圆取方"成本急剧攀升、有机基板翘曲与布线受限的双重瓶颈，硅中介层则成本高企，传统材料体系逼近物理极限。玻璃基板（TGV）凭借低介电损耗、可调CTE、优异平整度及支持大尺寸面板级加工的综合优势，有望在中介层和封装基板环节接棒，成为下一代先进封装核心材料。

■ 产业趋势：链主引领从0到1，百亿美元市场渐行渐近

玻璃基板产业化进程加快：英特尔发布玻璃基板技术路线图，计划2026-2030年实现玻璃芯基板量产；台积电表示CoPoS有望接棒CoWoS，已规划2026年设立首条试验线、最快2028年底量产，并携手Ibiden、群创发布CoWoS玻璃基板开发计划。国内京东方、沃格光电、蓝思科技等积极跟进，2026-2027年为集中验证窗口，2028年前后进入首批商业化导入。玻璃基板有望开启百亿美元级渗透替代空间。

■ 设备先行：成孔与填孔是技术制高点，国产设备加速突围

TGV工艺涵盖成孔、填孔、CMP抛光、RDL布线、检测等环节。成孔是最核心、壁垒最高的环节，其中激光诱导刻蚀为最优路径，全球龙头LPKF将2030年可触达市场上修超三倍至17亿欧元，验证产业化趋势。填孔环节"PVD种子层+高深宽比无空洞电镀"是关键难点，PECVD有望成为新增工艺环节；直写光刻、AOI检测同步受益。以帝尔激光、大族激光、东威科技为代表的国产设备商关键指标加速追赶，部分已完成客户验证并小批量交付，国产替代空间逐步打开。

■ 投资建议：关注玻璃基板核心环节设备标的。

（1）成孔设备：TGV成孔是玻璃基板的关键工艺，相关标的帝尔激光、德龙激光、大族激光等。（2）填孔设备：种子层沉积设备和电镀设备，PECVD设备有望成为新工艺增量，相关标的盛美上海、东威科技、汇成真空、北方华创、微导纳米等。（3）直写光刻设备：光刻是RDL制造中的关键图形化工艺，直接决定后续线路的精度与封装良率，相关标的芯碁微装。

■ **风险提示**：产业化进度不及预期、技术路线替代风险、国产设备验证不及预期

下载日志已记录，仅供内部参考

目录

CONTENTS

01 产业背景：AI先进封装升级，玻璃基板需求爆发

02 产业趋势：链主引领从0到1，百亿市场渐行渐近

03 核心设备：成孔设备是核心，国产替代加速突围

04 重点设备公司

下载日志已记录，仅供内部参考

01

AI先进封装升级，带动玻璃基板需求

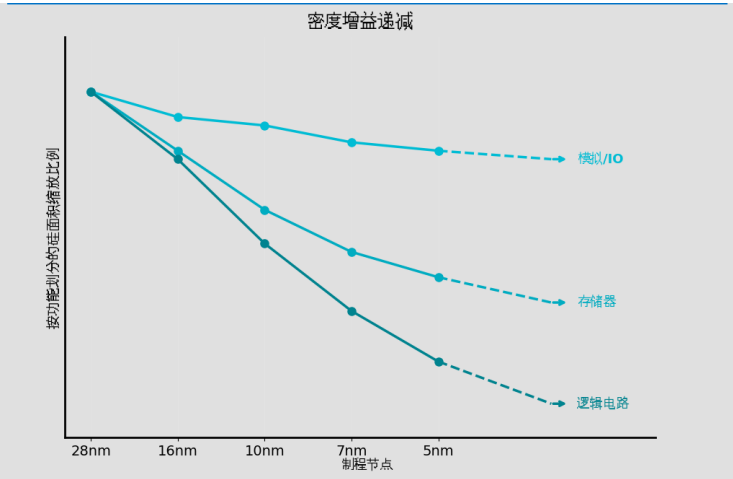
下载日志已记录，仅供内部参考

1.1 摩尔定律面临制约，先进封装成为延续性能的关键

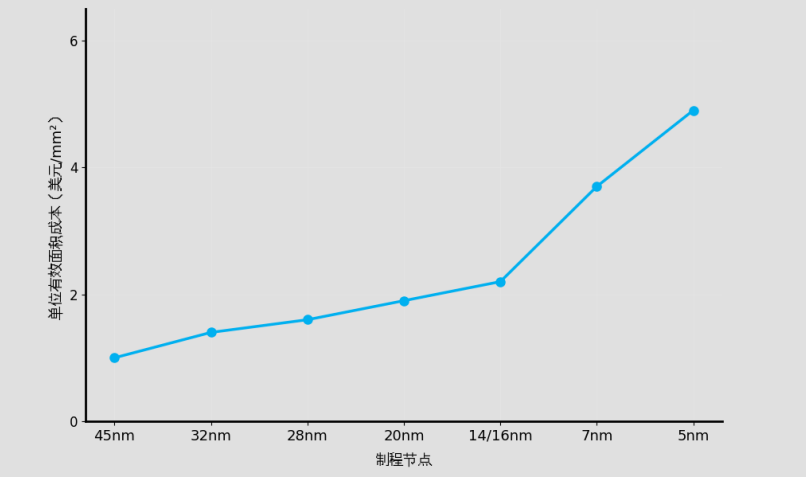
摩尔定律面临物理极限和成本制约，制程微缩驱动性能的路径难以为继。过去几十年，半导体行业主要依赖晶体管尺寸持续缩小推动芯片性能提升。随着制程进入7nm以下更先进节点，摩尔定律逐步失效：一方面，制程迭代带来的性能提升边际递减，从180nm到7nm芯片性能增长约10倍，但从7nm到3.5nm的性能增幅不足20%；另一方面，先进制程的设计成本、制造成本呈指数级飙升，导致芯片单位有效面积的成本大幅提升。

先进封装成为芯片提升集成度与系统性能的核心路径。为延续芯片性能提升，当前半导体产业重心已转向以异构集成、2.5D和3D封装为代表的先进封装技术。先进封装通过将多个独立制造、功能各异的芯片或芯粒集成到单一封装内，实现更高的系统性能、更低的功耗和延迟。

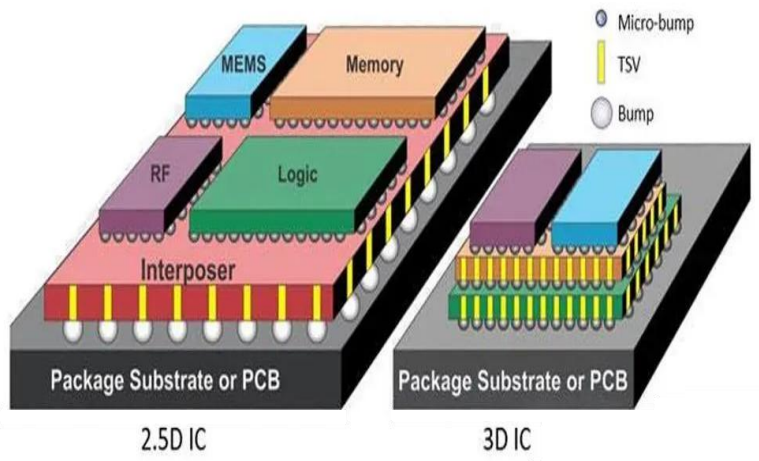
图：制程迭代带来的性能提升边际递减



图：芯片单位成本随制程升级持续上升



图：2.5D和3D封装结构示意图



资料来源：AMD，芯语，浙商证券研究所

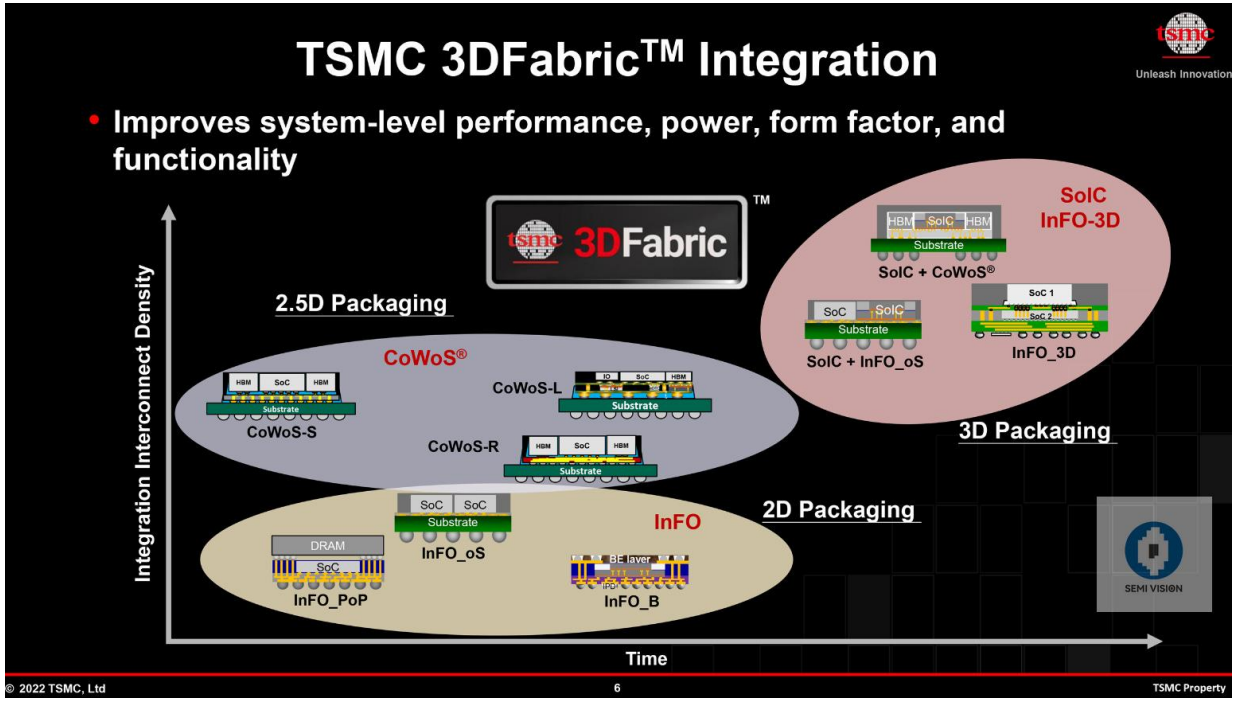
下载日志已记录，仅供内部参考

1.2 先进封装重点公司之一——台积电

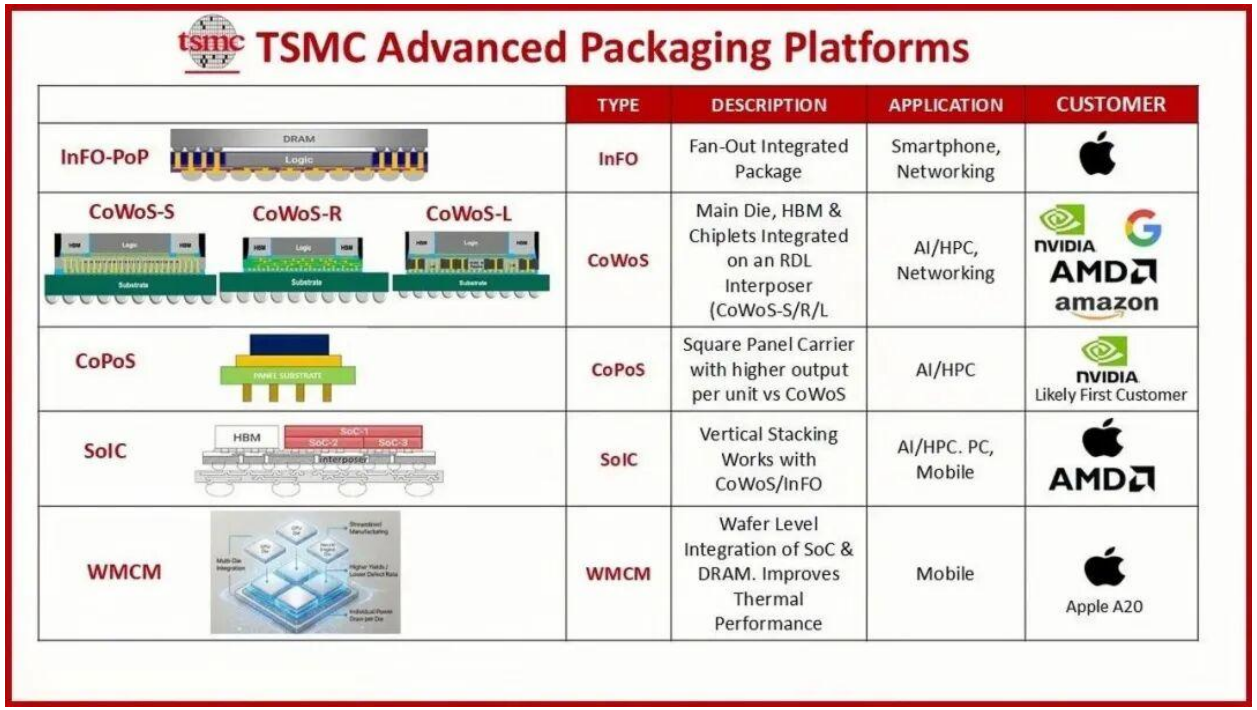
台积电量产先进封装技术以3D Fabric品牌，主要包括InFo（Integrated Fan-Out）、CoWoS（Chip-on-Wafer-on-Substrate）、SoIC（System-on-Integrated-Chips）。3D Fabric支持同构与异构芯片的高密度集成，满足对高性能、高计算密度、高能效、低延迟及高集成度的需求。其中，CoWoS和InFO属于后道先进封装技术，SoIC属于前道3D芯片堆叠。

面向未来，台积电提出了CoPoS和WMCM两大平台。CoPoS是现有CoWoS的演进版，核心逻辑是变圆为方（将封装基底从传统的圆形晶圆改为巨大的方形面板，大幅提高材料利用率），旨在提高大尺寸AI芯片的生产效率、产能并降低成本。WMCM是InFo的进阶方案，主要变化是DRAM芯片从顶部移至侧面以优化散热路径，苹果的iphone 18 A20 Pro芯片有望首次采用台积电2nm制程的WMCM平台技术。

图：台积电先进3D Fabric先进封装技术组合



图：面向未来，台积电提出CoPoS和WMCM两大新平台



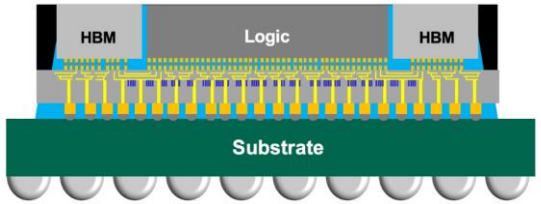
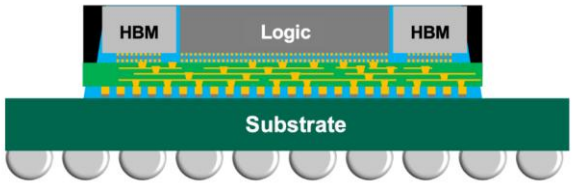
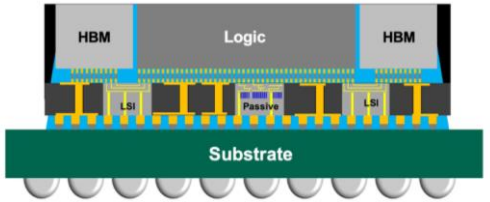
资料来源：财联社，芯智讯，未来半导体，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.2 先进封装重点公司之一——台积电

CoWoS是台积电面向高性能计算（HPC）和AI应用的2.5D先进封装技术。通过将多个系统级芯片（SoC）与高带宽内存（HBM）堆栈进行高密度集成，为产品提供更强的计算性能和更高的内存带宽。根据中介层的不同，台积电将CoWoS分为CoWoS-S、CoWoS-R和CoWoS-L三种类型。目前公司研发重点已转向CoWoS-L，CoWoS-L结合了CoWoS-S和CoWoS-R的技术优点，使用RDL中介层与局部硅互连LSI，兼顾大尺寸和局部高密度互连优势。

CoWoS向更大封装面积演进。为满足AI应用对单一封装内更高算力与更大内存容量的需求，台积电持续扩展CoWoS技术，以实现更多硅芯片的集成。目前台积电已开始生产5.5倍光罩尺寸的CoWoS，并规划推出更大尺寸的方案；14倍光罩尺寸的CoWoS预计于2028年量产，可集成约10颗大型计算芯片和20组HBM堆叠；随后，台积电计划于2029年进一步将CoWoS扩展至超过14倍光罩尺寸。

封装方式	CoWoS - S	CoWoS - R	CoWoS - L
示意图			
中介层（interposer）	硅中介层	RDL中介层	RDL中介层+局部硅互连 (LSI)
产品特点	具有高密度互连布线能力；目前支持最大3.3X光罩尺寸的硅中介层	RDL中介层由聚合物和铜布线组成，相对硅中介层具有更好的机械柔性；支持更大中介层尺寸以满足复杂的功能需求	对于布线密度高的区域，可采用LSI；对于布线密度较为宽松的区域，则通过中介层和其表面的RDL层进行信号互连；兼顾大尺寸和局部高密度互连。
产品进展	2012年投产，已实现多年量产	2023年起已实现量产	公司首款3.5倍光罩尺寸的 CoWoS -L 自2024年起量产；5.5倍光罩尺寸CoWoS-L预计将于2026年完成认证；9.5倍光罩尺寸的CoWoS-L进一步研发也在顺利推进

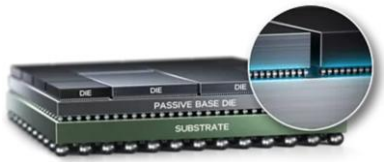
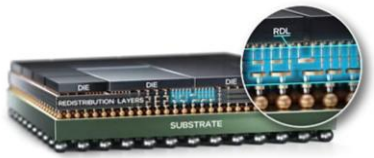
资料来源：台积电，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.2 先进封装重点公司之二——英特尔

英特尔已形成以EMIB、Foveros为核心的先进封装体系。EMIB通过嵌入式硅桥实现芯片间的高密度互连，并进一步发展出在硅桥中集成MIM（Metal-Insulator-Metal）的EMIB-M方案和在硅桥中集成TSV的EMIB-T方案；其中，EMIB-T通过增加垂直电源和信号通道，提升电源传输效率及高带宽存储器（HBM）应用所需的高速信号互连能力。Foveros则包含采用硅中介层的Foveros-S、采用RDL中介层的Foveros-R等2.5D方案，以及基于Cu-Cu混合键合技术实现芯粒3D堆叠的Foveros Direct 3D方案；在此基础上，EMIB 3.5D将EMIB与Foveros进一步融合，可在单一封装中集成多个3D堆叠结构，以满足高复杂度的多芯粒异构集成的需求，目前该方案已用于Intel最复杂的量产异构芯片之一。

表：英特尔先进封装技术体系

封装方式	EMIB 2.5D	Foveros-S 2.5D	Foveros-R 2.5D	Foveros Direct 3D	EMIB 3.5D
示意图					
特点	将硅桥嵌入封装基板内部，以高效和经济的方式实现芯片间的局部高密度互连。	采用 4 倍光罩尺寸的硅中介层	采用RDL中介层，实现芯粒间的异构集成	采用Cu-Cu混合键合技术，在有源基底芯片上实现芯粒3D堆叠；实现超高带宽、低功耗互连；提供高密度、低电阻的芯片间互连	将 EMIB技术与 Foveros 的芯粒堆叠技术集成于单一封装中；缓解传统先进封装面临的热翘曲、光罩尺寸限制以及互连能力受限等问题，显著扩大封装内可利用的硅集成面积
应用场景	用于logic-logic和logic-HBM。应用于服务器、网络及 HPC 领域的产品中。	适用于客户端应用；适合需要集成多个顶层裸片芯粒的封装方案。	适用于客户端及成本敏感型应用市场	适用于客户端及数据中心应用；可进一步应用于EMIB 3.5D解决方案	适用于需要在同一封装中集成多个3D堆叠结构的应用；高复杂度的多芯粒异构系统
量产状态	自2017年起实现大规模量产	自2019年起实现大规模量产	预计于2027年具备量产导入条件	-	Intel Data Center GPU Max Series SoC采用EMIB 3.5D封装技术，是Intel目前最复杂的量产异构芯片之一

资料来源：intel，浙商证券研究所

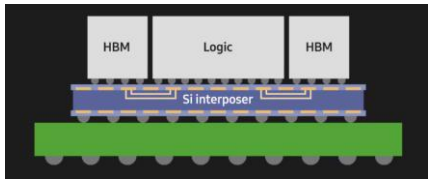
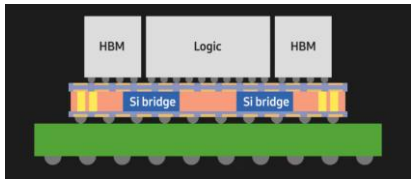
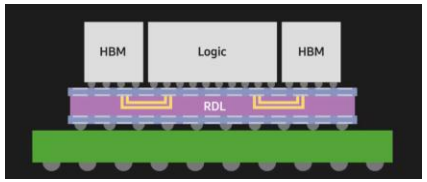
下载日志已记录，仅供内部参考

1.2 先进封装重点公司之三——三星

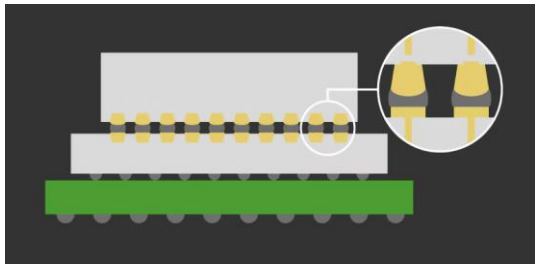
三星已形成以2.xD Cube和3D Cube为核心的先进封装技术体系。

- 横向集成上，三星Foundry的2.xD Cube封装支持在单一封装内实现多颗芯片的异质集成，根据中介层的不同，三星形成了2.5D Cube-S、2.3D Cube-E和2.3D Cube-R三类方案。
- 垂直集成上，三星Foundry的3D封装技术通过芯片垂直堆叠，实现系统的可扩展集成，能够缩小芯片在封装中的占用面积，同时有助于提升带宽和功耗效率。目前包括3D Cube-T和3D Cube-H两类：1）3D Cube-T采用晶圆级芯片堆叠（CoW）技术，并结合热压键合（Thermo Compression Bonding），实现高密度芯片集成和可扩展的系统性能；2）3D Cube-H则采用下一代混合铜键合（Hybrid Copper Bonding）技术，实现更细的互连间距、更高的布局灵活性以及更优异的电气性能。

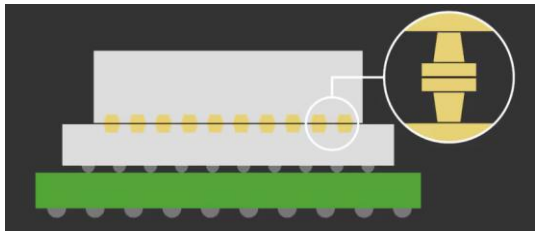
表：三星Foundry2.xD Cube封装技术体系

封装方式	2.5D Cube-S	2.3D Cube-E	2.3D Cube-R
示意图			
中介层	硅中介层	RDL 中介层+ 嵌入式硅桥	RDL 中介层
技术特点	支持晶圆级芯片封装（CoW）技术；具备高带宽、低延迟、高算力特性	基于PLP技术，在RDL中介层中嵌入硅桥，在保持硅桥精细线宽/线距（L/S）高密度布线优势的同时，实现更大尺寸封装；相比全硅中介层，在大尺寸方案中更具成本优势	采用基于PLP（面板级封装）或WLP（晶圆级封装）技术的有机RDL中介层架构，兼具较低成本与尺寸优势
应用	对高性能计算和存储集成具有较高要求的AI/HPC系统。	实现高性能Chiplet集成的同时，进一步提升封装方案的可扩展性	为硅桥解决方案提供了一种经济高效的替代方案
技术进展	3.3倍光罩尺寸的硅中介层方案已完成认证，可实现先进逻辑芯片与最多8颗HBM模块的集成，并已具备量产条件；更大尺寸方案采用扩展型硅中介层，支持超过8颗HBM模块的集成	-	正在开发 2/2 μm线宽/线距的 2.3D RDL中介层技术

图：3D Cube-T示意图



图：3D Cube-H示意图



资料来源：三星，浙商证券研究所

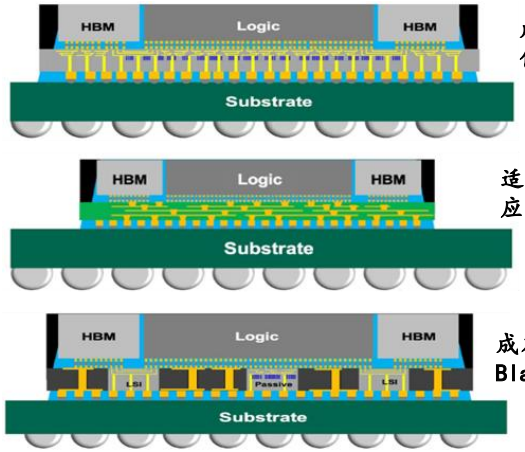
下载日志已记录，仅供内部参考

1.3 先进封装两大发展方向：大尺寸、新材料

有机基板正逼近其物理极限，玻璃基板延续封装密度和集成规模的提升，为数据中心、AI提供改变游戏规则的解决方案。当前随着AI芯片封装规模的逐代升级，集成芯片的数量也不断增加，已不断逼近有机基板的极限，基板制造良率大大降低，翘曲量增加、可靠性下降，成本较高。对比而言，使用玻璃作为芯层，材料上，其表面平整度、翘曲量、湿热抗性远高于芯层有机材料，从而提升制造精度，布线密度超过当前ABF基板极限。封装尺寸上，随着AI芯片功能复杂度提升，封装面积变大，大尺寸的玻璃基板能更好满足系统性集成的需求。

玻璃有望接棒传统中介层材料，提供芯片间更高密度互连。以台积电CoWoS为例，当前英伟达Blackwell、Hopper产品主要采用CoWoS-S（硅中介层）、CoWoS-L（局部硅互连+RDL），AI芯片&HBM堆叠在中介层上，中介层作为芯片“桥梁”影响重大。传统硅中介层虽性能佳但成本高，有机中介层成本低但高频损耗大、热膨胀、翘曲较大。玻璃相比而言，具备优异射频性能、低膨胀系数、高机械强度及原材料成本低的优势，能够提供更低功耗、高速的信号传输。

图：台积电CoWoS-S/R/L结构图



表：英伟达产品迭代，封装芯片数量及尺寸增大

芯片代号	架构	HBM数量和容量/GB	核心尺寸/mm 2	集成芯片数
GP100	Pascal	4/16	610	5
GV100	Volta	4/16	815	5
GA100	Ampere	5/40	826	7
GH100	Hopper	5/80	814	7
GB100	Blackwell	8/192	≥600（2颗）	10

表：玻璃、有机、陶瓷三大类基板材料性能对比

	电学性质	机械性质	热学性质	物理形态
陶瓷	介电系数5-80	杨氏模量300-400GPa	CTE 7-14ppm	叠层烧结，生瓷带表面粗糙度约0.3μm，收缩率15-20%
有机	介电系数2-5，可认为绝缘，线宽线距小于10μm布线难度高	ABF杨氏模量15-50GPa	低热导，CTE>12ppm	加成法ABF积层，需要粗化以提升粘附性
玻璃	介电系数3.5-10，可认为绝缘，TGV pitch>150-200μm	杨氏模量100-150GPa；Tg>400摄氏度，一般认为不软化	低热导，CTE 2.7-12.4ppm可调	自流平实现超高表面平整度（<4nm），厚度50-500μm

数据来源：台积电，半导体封装，陈昶昊等《面向芯粒集成的玻璃芯基板应用与关键挑战》，浙商证券研究所

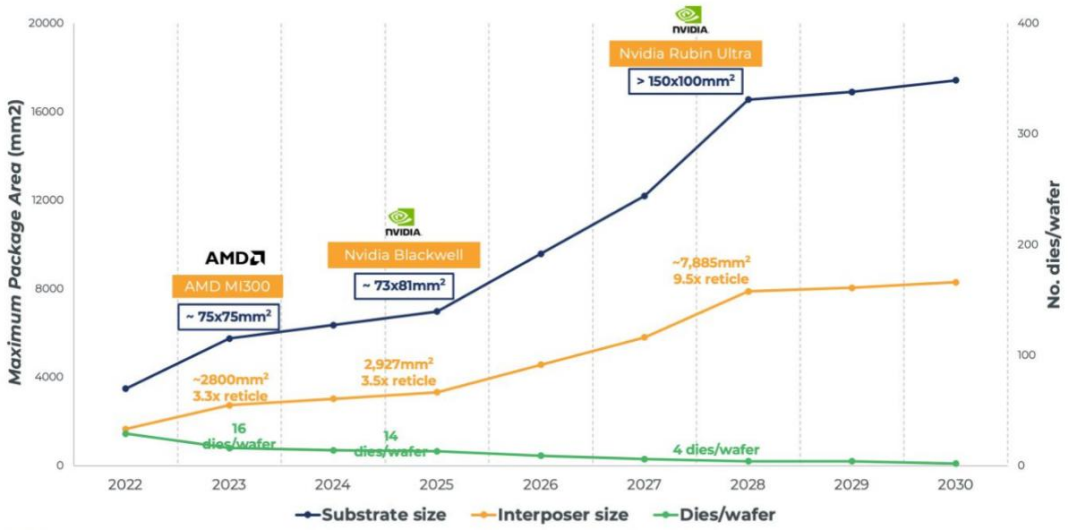
下载日志已记录，仅供内部参考

1.3 先进封装两大发展方向：大尺寸、新材料

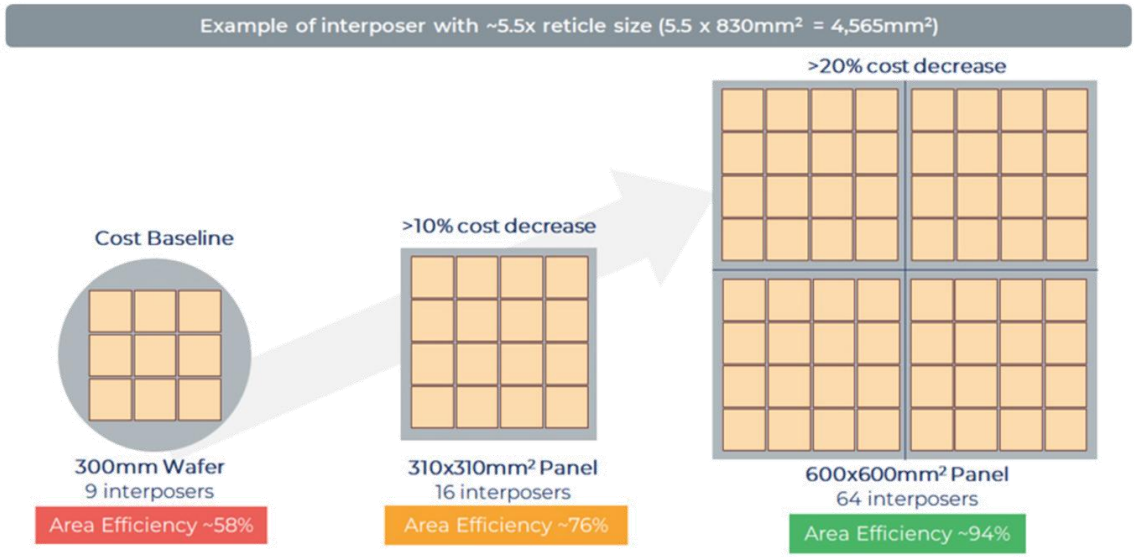
传统晶圆级方案逼近极限，先进封装向更大封装尺寸演进。随着AI与高性能计算（HPC）的快速扩张，Chiplet 架构与异构集成逐渐成为主流，GPU、HBM等芯粒的高密度集成推动单颗封装尺寸持续扩大，带动2.5D 中介层和封装基板同步向大尺寸发展。目前传统晶圆级方案逐步逼近极限，因为中介尺寸越大，每片晶圆可产出的封装数量就越少。据Yole预测，先进封装最大封装面积将由2025年的约73×81mm² 扩大至2030年的150×100mm²以上，2.5D中介层尺寸亦将由2025年的约2927mm²增至约2030年的7885mm²以上。

大尺寸封装下，面板级封装经济性突出。根据Yole，以4565mm²的2.5D中介层为例，300mm晶圆、310×310mm²面板和600×600mm²面板的面积利用率分别约为58%、76%和94%。因此，对于大尺寸封装而言，面板级封装（PLP）相比晶圆级封装（WLP）可显著提升面积利用率与生产制造效率，使2.5D中介层方案的成本降低10%~20%。

图：先进封装向更大封装尺寸演进——IC基板与2.5D中介层尺寸路线图



图：大尺寸封装下的WLP和PLP的面积利用率对比



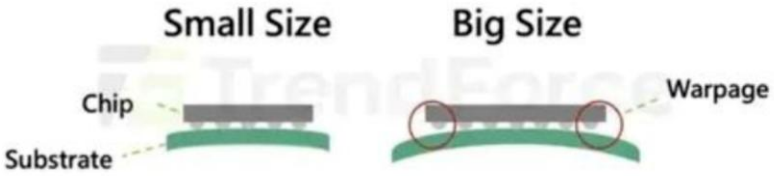
资料来源：Yole Group，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.3 先进封装两大发展方向：大尺寸、新材料

封装材料体系遇瓶颈，玻璃成为下一代先进封装新材料。当前，AI及HPC芯片对封装尺寸和 I/O 密度的需求呈指数级增长，但传统有机基板在大尺寸集成中面临严重的翘曲变形、精细布线受限及高频信号损耗等物理瓶颈；硅中介层（Through Silicon Via，TSV基板）虽能实现高密度互连，但仍面临制造成本高及高频信号损耗等挑战。相比之下，TGV玻璃基板（Through-Glass Via）凭借低介电损耗、可调CTE、优异的表面平整度以及支持大尺寸面板级加工等综合优势，在大尺寸封装、高频信号传输、高密度互连应用中展现出显著优势，有望成为满足下一代先进封装需求的重要方案。

图：大尺寸封装导致有机载板翘曲问题加重



表：TSV基板、有机基板与玻璃基板的对比

	参数	TSV基板	有机基板	TGV基板
互连密度与规格尺寸	再布线层RDL	极小	高	小
	最小线宽/线间距(L/S)	0.4mm/0.4mm	6mm/6mm	2mm/2mm
	最小通孔直径/mm	5（极小）	32（中等）	10（小）
	最小通孔节距/mm	25（极小）	>100（大）	50（小）
电性能	介电常数Dk（1GHz，25℃）×10^{-4}	11.7~12.9（较高）	4.2~4.9（低）	3.3~5.1（低）
	介电损耗Df（1GHz，25℃）×10^{-4}	50（低）	180（高）	0.2（HPFS7980）/35（AF32eco）（极低）
	介电损耗Df（10GHz，25℃）×10^{-4}	150（高）	250（高）	21（SCHOTT®low-loss）（极低）
	绝缘电阻R/(W·cm)	10^4（低）	≥10^8（高）	≥10^{12}（极高）
热机械性能	CTE/(×10^{-6}·℃$^{-1}$)	3（和芯片匹配）	>13（和芯片失配严重）	可调，区间约3~9，可以匹配芯片、缓冲应力
	热导率/(W·m^{-1}·K^{-1})	150（高）	<1（低）	~1（低）
	杨氏模量/GPa	150（高）	18.9（低）	74.8（高）
	尺寸稳定性/翘曲控制	较好（与芯片匹配）	差（CTE失配大，大尺寸面临挑战）	优异（CTE可调控，刚性高）
工艺与成本	工艺复杂度	偏高（需绝缘层沉积）	低（沿用成熟PCB生产工艺）	中等（无需绝缘层）
	相对成本	非常高	低	中低（尤其面板级）
	尺寸可扩展性	晶圆级方案（尺寸受限≤300mm）	面板级（成熟）	面板级（潜力巨大≥500mm）

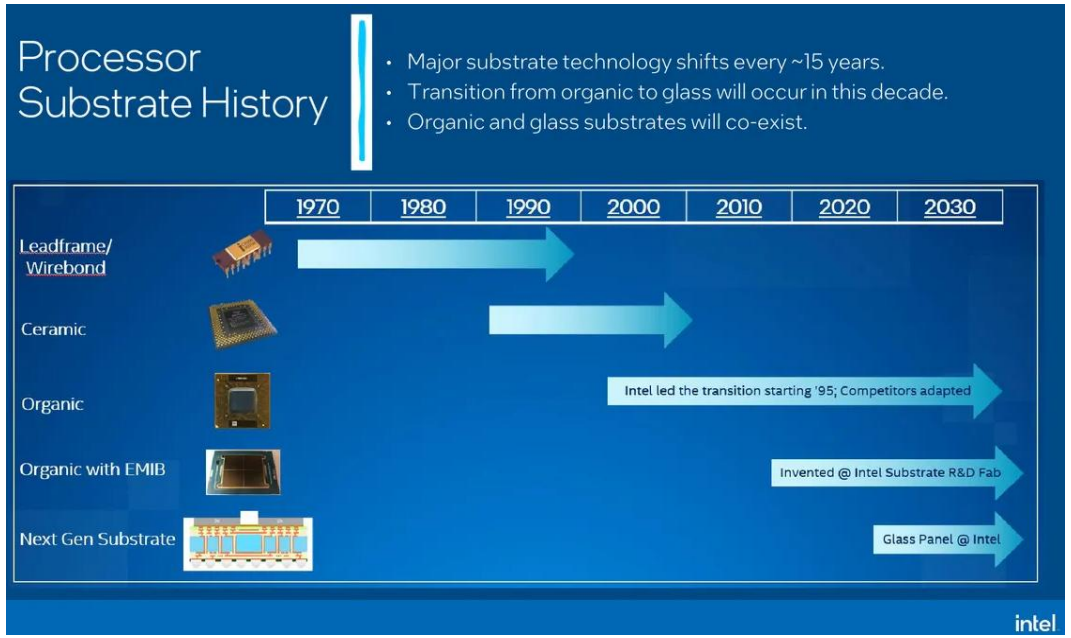
资料来源：《TGV技术发展现状与未来挑战》，TrendForce，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

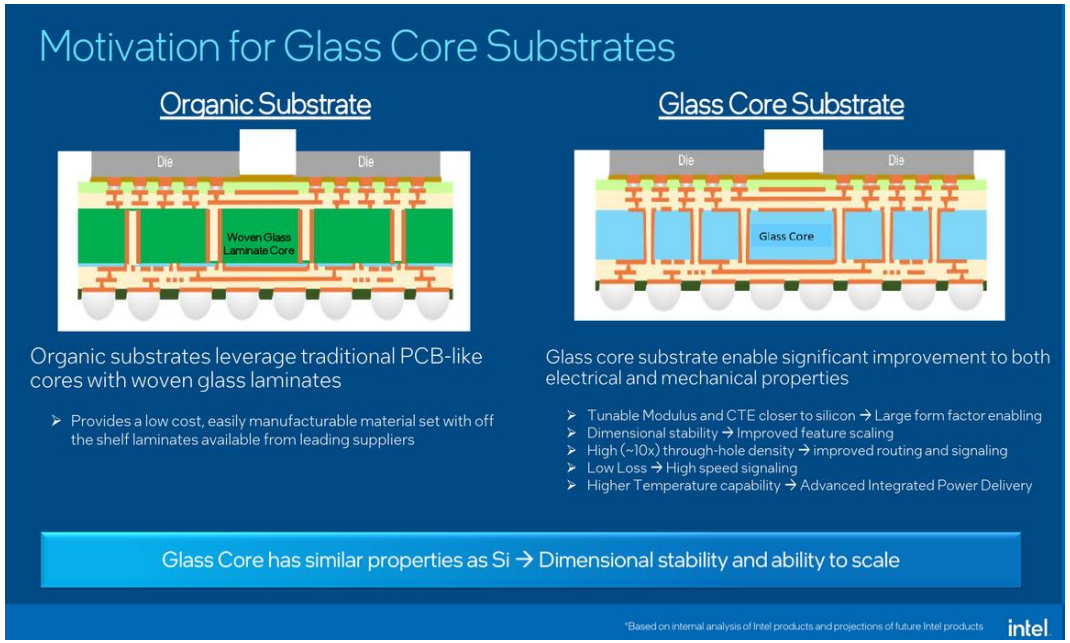
1.4 产业趋势：英特尔领军，计划2026-2030年玻璃芯板量产

英特尔计划2026-30年实现玻璃基板商用。回顾封装基板历史，英特尔早在20世纪90年代就引领了行业从陶瓷基板向有机基板的转变，ABF基板已成为当下CPU/GPU等主流选择，然而英特尔认为ABF有机基板在未来几年将达到极限，其在23年9月份，向业界展示了玻璃基板样品，发布了玻璃基板技术路线图，并在其亚利桑那州工厂建立了玻璃基板研发线和供应链，拟在2026-2030年实现量产。

图：英特尔封装基板材料迭代路线图



图：英特尔玻璃基板和有机基板对比



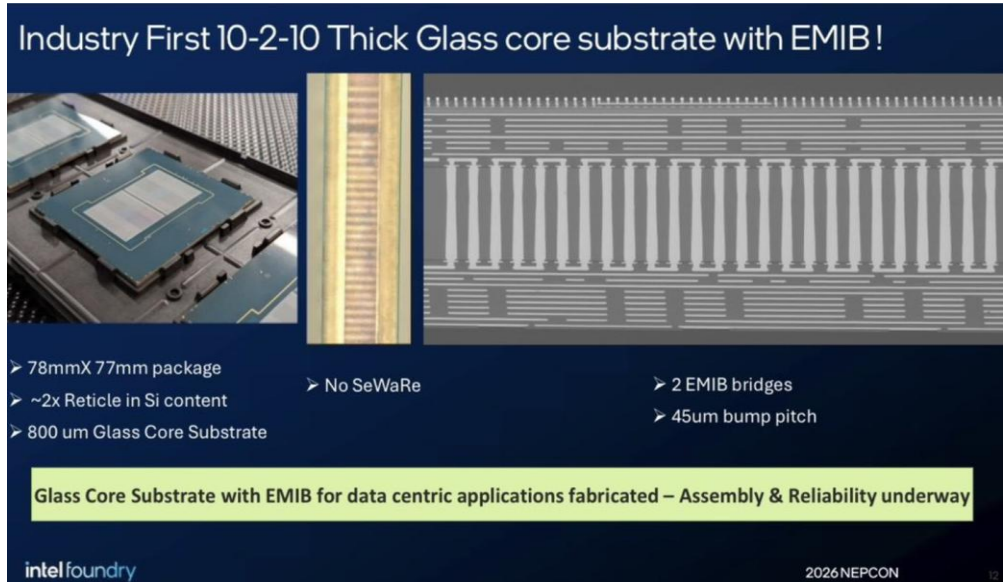
数据来源：intel，半导体行业观察，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.4 产业趋势：英特尔领军，计划2026-2030年玻璃芯板量产

Intel玻璃基板工艺专攻玻璃芯基板。2026年1月，Intel首次展示了一款面向数据中心应用的采用EMIB多芯片模块技术的10-2-10厚芯玻璃基板。1）该玻璃芯基板封装尺寸为78×77mm，支持约2倍光罩尺寸的硅芯片面积；2）采用10-2-10厚芯结构，即以约800μm厚的玻璃芯为核心，上下两侧分别构建10层RDL，其中，顶部RDL用于实现芯片信号的扇出及高密度、细间距布线，底部RDL进一步对芯片引出的密集互连进行重新分配，以实现与标准主板/PCB的连接；3）intel在玻璃芯中嵌入了两个EMIB桥，通过EMIB桥实现多个小尺寸芯片之间的互连，从而实现多芯片模块封装。

图：英特尔厚玻璃芯基板 + EMIB 展品图



表：英特尔在玻璃芯基板上已披露的实测结果

技术环节	英特尔已披露的实测结果
通孔类型	可精准可重复制造低锥度 TGV、混合尺寸 TGV，以及用于嵌入器件的空腔结构
深宽比范围	可实现 6:1（超低微米节距）、10:1、30:1 等多种深宽比及混合通孔结构，满足超百万 I/O 密度
腔体制备	激光旋切结合选择性刻蚀，制备 1mm×1mm 贯通腔体及 500 μm、100 μm 深浅腔，全程无裂纹
通孔填充	面板级电解电镀实现无空洞全铜填充，经 X 射线检测与截面表征验证
热冲击可靠性	在-50 ℃至 + 125 ℃、全氟烃介质的严苛 TSC 条件下经 750 次循环，镀铜玻璃通孔无开裂与缺陷
基板层数与尺寸	首次实现大层数厚玻璃核心基板，10-2-10堆叠结构，完成 24 层玻璃芯基板面板制备，面板尺寸达 510×515 mm
桥接集成	在顶层嵌入 2 个 EMIB 结构，实现芯粒间高密度精细互连
切割可靠性	24 层基板单片化后无崩边微裂纹缺陷，再经 50 次 TSC 循环无性能退化
光波导指标	飞秒激光直写玻璃内三维波导，传输损耗＜0.1 dB/cm，波导节距＜20 μm，光谱带宽＞300 nm
光电共集成	首次实现电学玻璃通孔与光波导在同一块玻璃基板上共集成，波导插损平坦，总波动约 0.1 dB

来源：intel，半导体行业观察，浙商证券研究所

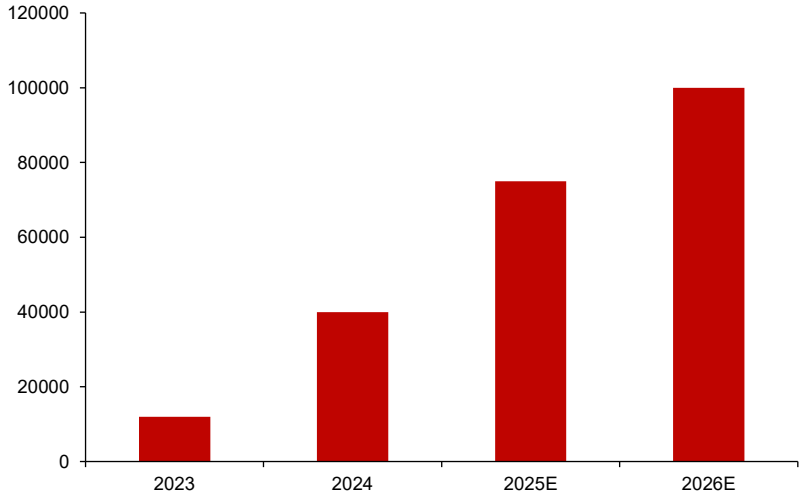
下载日志已记录，仅供内部参考

1.4 产业趋势：台积电发力，CoPoS或有望接棒CoWoS

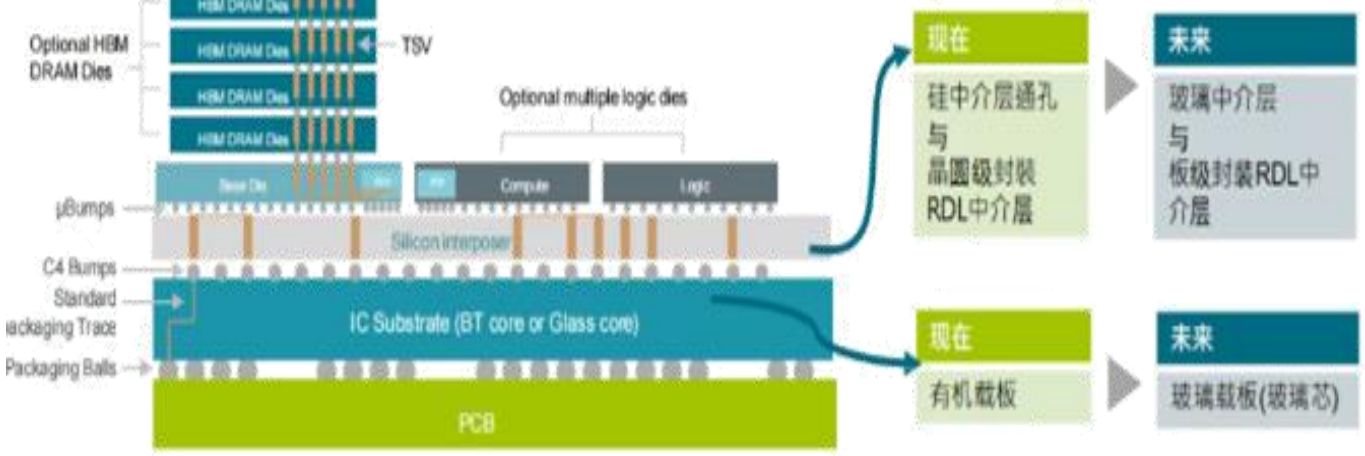
AI芯片推动台积电CoWoS需求高增长。台积电作为全球晶圆代工龙头，24年营收高达920亿美元，其中先进封装业务占比达8%，从CoWoS产能看，据Counterpoint Research预测，24年产能4万片，预计25年、26年将分别达7.5、10万片，受产能及英伟达等下游客户需求推动，预计25年先进封装收入占比将超10%。

CoPoS或有望接棒CoWoS，预计2028-29年量产。CoPoS（Chip-on-Panel-on-Substrate）是在CoWoS基础上的面板级封装技术，核心“圆形晶圆变为方形面板”，用矩形的大面积基板替代硅中介层。CoPoS最大优势在于更高的面积利用率与成本效益，较大的封装空间允许集成更多芯片与HBMs，从而提升单个封装的性能和I/O密度。据Digitimes报道，台积电已规划26年设立首条试验线，量产据点为嘉义AP7的P4、P5厂，最快28年底至29年上半年量产。

图：2023-2026年台积电CoWoS产能及预测（片）



图：CoWoS面板化结构图



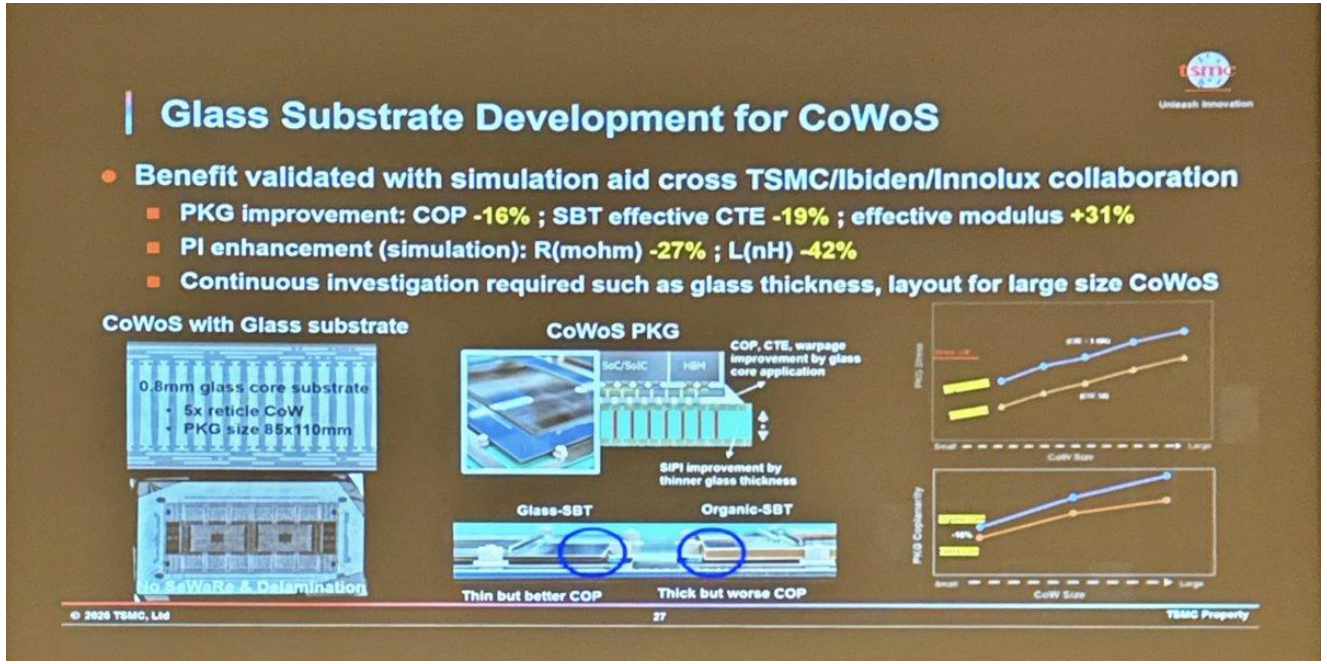
来源：Wind，未来半导体，Counterpoint Research，Digitimes，Manz，科技新报，半导体封装，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.4 产业趋势：台积电发力，CoPoS或有望接棒CoWoS

台积电首次公开玻璃基板技术应用进程，正式跨入产业化验证阶段。据财联社，2026年，台积电向供应链发布“CoWoS玻璃基板开发计划”，确定携手ABF载板厂商Ibiden与面板厂商群创，共同验证玻璃基板导入CoWoS先进封装的可行性。封装尺寸上，此次测试样品采用0.8mm核心玻璃基板，封装规格5x Reticle CoW，整体封装尺寸为85x110mm，对应大型AI GPU封装等级；实测性能上，通过台积电、Ibiden与群创三方合作及模拟验证，显示玻璃基板导入后可使封装性能获得显著提升：封装翘曲相关指标COP改善16%、有效热膨胀系数降低19%、有效弹性模数提升31%；供电完整性上，电阻值降低27%、电感值降低42%。

图：JPCA Show 2026展会上，台积电发表了CoWoS玻璃基板开发计划



表：CoWoS与CoPoS的对比

	CoWoS	CoPoS
技术核心	晶片与硅中介层先整合，再安装到ABF封装基板上	晶片模组在面板上封装
中介层材料	硅	可能采用玻璃基板和TGV技术
优势	技术成熟	生产效率更高、单位成本更低，适用于大面积设计
量产时间	已进入量产	开发中，据Digitimes报道，台积电已规划2026年设立首条试验线，量产据点为嘉义AP7的P4、P5厂，最快2028年底至2029年上半年量产
应用	AI加速器、HPC、HBM堆叠模组	
供应链变化	依赖ABF基板，台积电CoWoS产能为关键瓶颈	驱动面板级封装设备材料升级

来源： Wind，未来半导体，Counterpoint Research，Digitimes，Manz，科技新报，半导体封装，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

02

玻璃基板市场空间百亿美元，产业链从0到1逐步突破

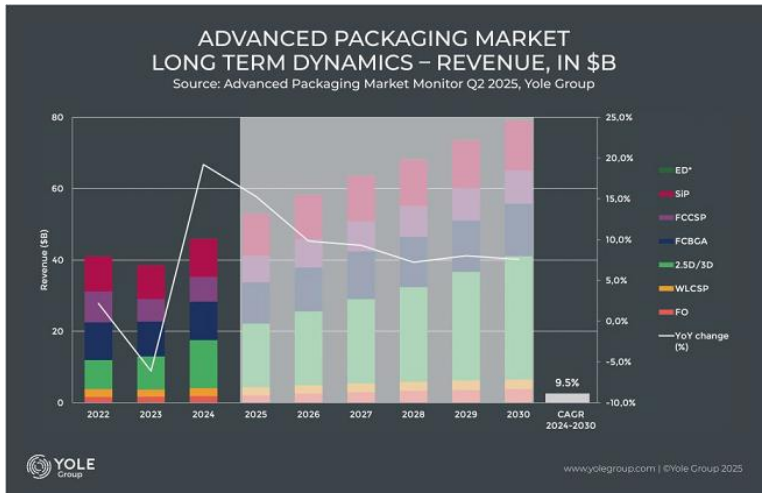
下载日志已记录，仅供内部参考

2.1 AI和HPC推动，预计2030年先进封装市场规模近800亿美元

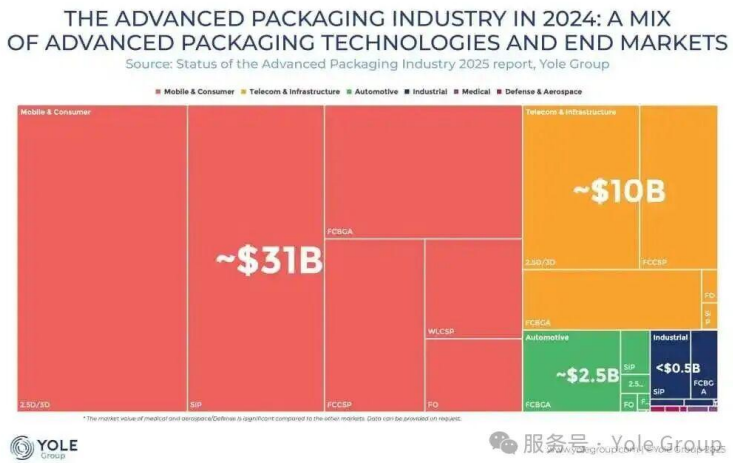
受益AI和HPC推动，预计2030年先进封装市场近800亿美元。根据Yole，2024年先进封装市场规模460亿美元，同比大增19%，展望2030年预计将超过794亿美元，2024-30年CAGR达9.5%。细分市场上，2024年移动与消费电子仍是最大市场，占比约70%，预计通信与基础设施将是增长最快的细分市场，2024-30年CAGR达14.9%，主要受益于AI加速器、GPU、云与数据中心需求、以及Chiplet架构的普及。封装企业方面，英特尔、索尼、三星等下游客户偏重通信与基建，安靠科技、日月光、长电科技等在汽车电子享有盛誉，台积电涉足消费电子、通信等，包括为苹果公司提供InFO、为英伟达GPU提供CoWoS方案。

目前台积电CoWoS是AI芯片（如英伟达GPU等）主流选择，CoWoS技术成熟度高、良率稳定，已经多代演进（如CoWoS-S、CoWoS-R、CoWoS-L等），不同版本针对不同性能和成本需求优化。例如，CoWoS-R/L 采用更大硅晶圆面积、改进的线路密度和封装材料，以支持更大的GPU模组和更多HBM堆叠。

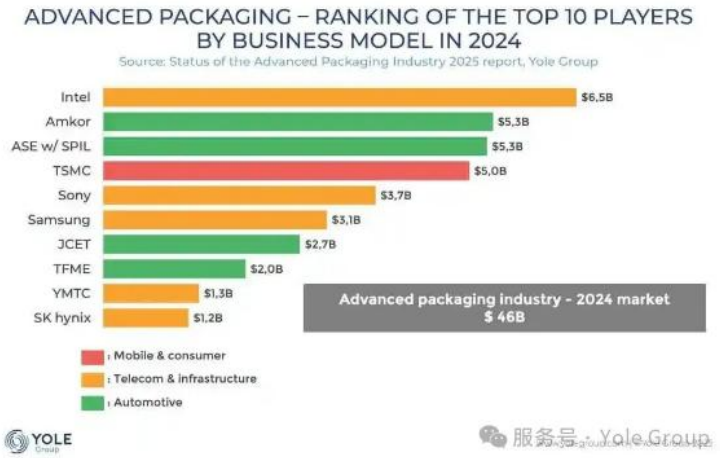
图：2030年先进封装市场规模有望超794亿美元，2024-30年CAGR 9.5%



图：2024年先进封装市场下游（按终端应用拆分）



图：2024年先进封装行业前10名厂商一览



来源：Yole，未来半导体，半导体行业观察，浙商证券研究所

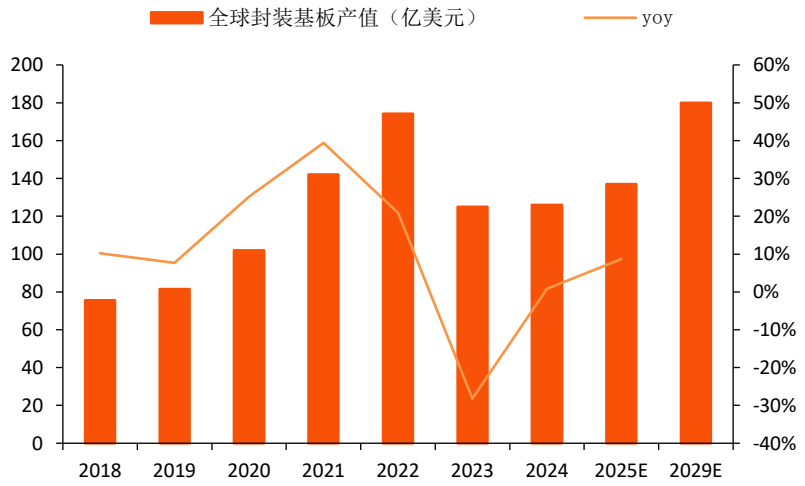
下载日志已记录，仅供内部参考

2.1 玻璃基板潜在市场空间上百亿美元，AI场景有望率先落地

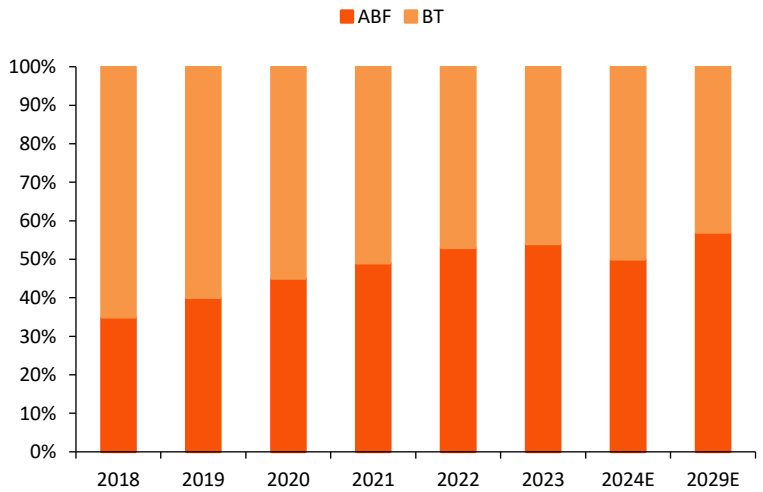
AI拉动ABF载板需求，2028年市场有望达百亿美元。当前全球封装基板市场主要以ABF、BT有机材料为主，其产值在24年为126亿美元，Prismark预计29年为180亿美元，2024-29年CAGR 7.4%。产品结构方面，ABF载板基材是ABF树脂，相比BT载板，能做到更细、更小线路，适用于CPU、GPU、ASIC等高性能计算芯片封装，23年其市场规模为67亿美元，Prismark预计28年达103亿美元；BT载板主要用于存储芯片、MEMS芯片、RF芯片等。

2026-2030年期间，玻璃基板将逐步迈向商业化阶段，潜在市场达上百亿美元。从玻璃作为封装基板的研究阶段，以英特尔为例，该方面研究已经十多年，在2021-23年取得关键突破后，发布了玻璃基板样品，并计划在2026-30年期间量产。除英特尔外，日韩、中国等众多厂商有玻璃基板量产规划，也大多落在2027-30年。我们认为，随着后续玻璃基板在工艺（通孔、电镀等）、产业链配套上不断成熟，其将先从CPU、GPU等场景落地，将逐步开启渗透替代有机基板的百亿美元市场。

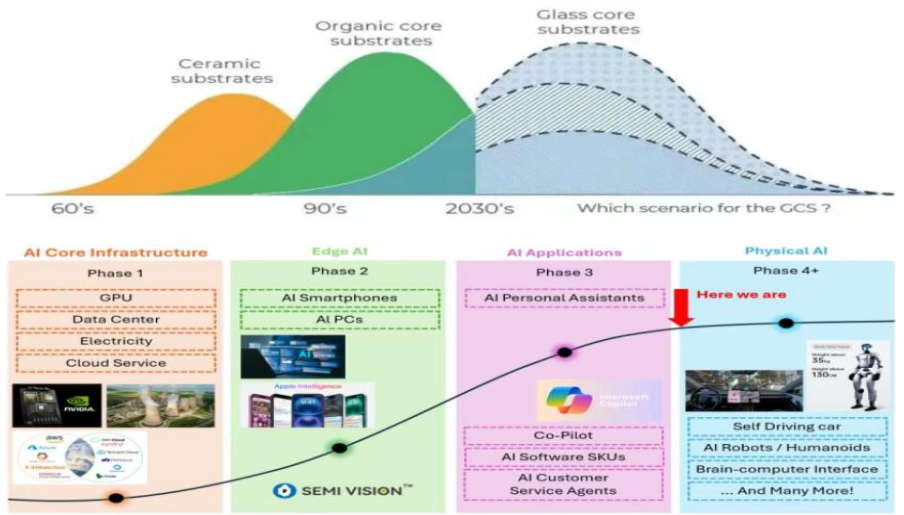
图：2029年全球封装基板产值预计约180亿美元



图：ABF、BT基板产品结构占比



图：玻璃作为下一代基板材料，未来有望在AI场景率先落地



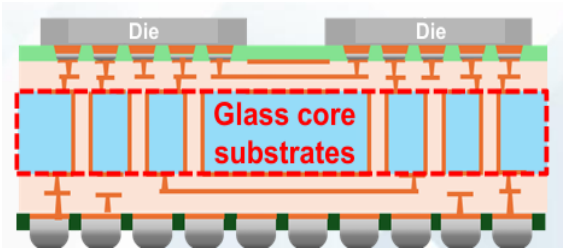
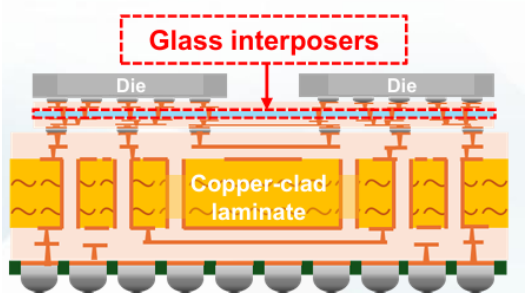
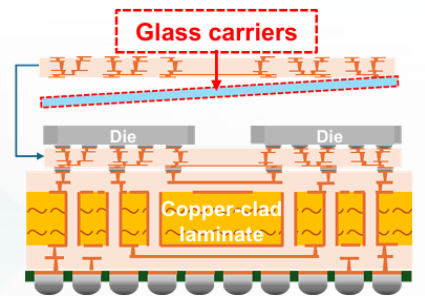
数据来源：Prismark，臻鼎科技集团官网，深企投产业研究院，未来半导体，半导体行业观察，Yole，越摩先进公众号，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

2.2 玻璃基板在先进封装中的三大应用

从应用形态看，先进封装中的玻璃基板分为三类：玻璃芯基板、玻璃中介层、玻璃临时载板。其中，玻璃芯基板、玻璃中介层是玻璃在先进封装领域的发展重点，因此作为本报告讨论的重点。玻璃临时载板是一种用于半导体封装工艺的临时性硬质支撑材料，通过键合技术与硅晶圆或芯片临时固定在一起，在特定工序（如减薄、RDL布线）完成后通过紫外光、加热或机械方式解键合移除，已在封装领域有应用，不作为本报告讨论的重点。

表：玻璃基板在半导体封装中的三种应用

	玻璃芯基板 Glass Core Substrate	玻璃中介层 Glass Interposer	玻璃临时载板 Glass Carrier
定位	替代传统有机基板的核心层	替代硅中介层	临时支撑基板
功能	芯片的物理支撑，提供与主板或者系统板的外部电气互联	实现芯片间高密度互连的中介层，缩短芯片之间的物理距离并减少数据传输延迟	高平整度和刚性有助于稳定大尺寸基板上精细布线
是否保留	是，成为基板结构一部分	是，成为封装结构一部分	否，工艺结束后去除
核心工艺	TGV＋孔金属化＋两侧ABF层	TGV＋金属化+双面RDL＋微凸点互连	临时键合/解键合、清洗
示意图			

来源：SEMI，芯语，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

2.3 上游特种玻璃原片：欧美日主导，国内加速突破

半导体封装用玻璃基板市场呈现“欧美日主导，国内加速突破”格局。从全球竞争格局来看，半导体封装用玻璃基板市场目前仍由欧美、日本玻璃企业主导，已形成以康宁（Corning）、肖特（SCHOTT）、日本电气硝子（NEG）和AGC（原旭硝子）为代表的第一梯队供应格局，产品覆盖临时载板、玻璃中介层、玻璃芯基板等，适用于2D/3D集成电路、FOWLP（扇出式晶圆级封装）以及 FOPLP（面板级封装）、晶圆减薄等先进封装场景。从国内来看，戈碧迦在半导体玻璃载板领域打破了国外垄断，已通过下游多家知名半导体厂商验证，应用在2.5D/3D先进封装等场景并量产实现销售，同时也在积极布局用于TGV封装的玻璃基板，并送样下游厂商认证；彩虹股份、凯盛科技等企业也在积极布局TGV玻璃基板等方向，目前相关产品正处于研发阶段。

	康宁（Corning）	肖特（SHOTT）	日本电气硝子（NGE）	旭硝子（ACG）
产品布局	临时键合玻璃载体、玻璃中介层	用于2D/3D集成电路、FOWLP（扇出式晶圆级封装）以及 FOPLP（面板级封装）、晶圆减薄的玻璃基板	提供515×510 mm的TGV加工基板和未经加工的玻璃原片	半导体封装基板、玻璃中介层
热膨胀系数CTE（ppm/°C）	2.7-12.4	2.6-8.2	6.1-8.9	-
划痕/凹坑（Dig）	20/10 – 60/40	40/20 (Standard) 20/10 (Advanced)	-	-
表面粗糙度	<1纳米		-	-
厚度	0.4 -1.1 mm	± 5.0 μm (Standard) ± 2.5 μm (Advanced)	-	-
杨氏模量 / GPa	69.3-73.6	-	-	-
总厚度变化（TTV）	< 2 -< 5.0 μm	< 2.0 μm (Standard) < 0.5 μm (Advanced)	-	-
翘曲度（wrap）	< 20-< 100μm	8'' < 30 μm 12'' < 50 μm	-	-
介电常数	5.1（10 GHz）	-	3.9-7.9（2.45GHz） 3.8-7.6(40GHz)	-
介电损耗	0.0057（10 GHz）	-	0.0002-0.0013（2.45GHz） 0.0004-0.0016(40GHz)	-
工艺	溢流下拉工艺	-	溢流下拉工艺	-

来源：Yole，未来半导体，半导体行业观察，财联社，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

2.4 下游全球头部厂商加快玻璃基板产业化，2026年开启中试期

全球头部厂商正加快玻璃基板产业化，目前处于“样品验证—试验线—小批量量产”阶段。技术路线方面，当前布局主要集中于玻璃芯载板，玻璃中介层参与者相对较少。1）海外厂商进度领先：英特尔计划2028年启动量产、2030年实现规模化；三星电机目标2027年下半年量产；Absolics预计2026年底完成量产准备；Ibiden预计2030年前后将玻璃芯板导入2.5D封装。2）中国大陆厂商积极跟进：京东方、沃格光电、蓝思科技等已进入试验线建设、客户验证及产能准备阶段，2026-2027年有望成为集中验证窗口。总体看，玻璃基板行业2026-2027年是中试与送样期，2028年前后进入首批商业化导入，2030年前后有望迎来更广泛应用。

表：全球头部玻璃基板公司商业化进展情况梳理

公司名称	环节	国家或地区	临时载板	玻璃芯板	玻璃中介层	2025及此前	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
台积电	晶圆代工/封装	中国台湾	未明确	未明确	未明确		建设CoPoS试产线	开始小批量试产	2028年底至2029年量产		
英特尔	晶圆代工/封装	美国	—	✅	—	2023年9月，将玻璃基板纳入先进封装路线图	展出首款EMIB+玻璃芯基板整合样品并实现无微裂纹突破；计划在新墨西哥州的里奥兰乔工厂打造为全球首个玻璃基板量产基地	目标在2026年至2030年间实现大规模生产；其中，参与的3DGS印度工厂计划于2028年开始生产，预计2030年实现大规模批量生产，达产后预计年产约7万块玻璃基板			
群创光电	玻璃基板前段制造	中国台湾	—	✅	—		联手台积电验证玻璃基板导入下一代封装的可行性				
Ibiden	玻璃基板后段制造	日本	—	✅	—	2023年即开始研发玻璃芯板2024年玻璃芯板送样美国AI客户测试					预计玻璃芯板将正式成为 2.5D 封装中介层与硅桥结构的核心材料
TOPPAN	玻璃基板制造	日本	✅	✅	✅	2024年启动研发	2026年1月投资400亿日元建设玻璃基板产能。2026.7月，510mm x 515mm 半导体封装试验线投入运营，进行有机RDL中介层的研发。	共封装光学玻璃芯基板2027年投产			有机中介层预计2030年量产
三星电机	玻璃基板制造	韩国	—	✅	—	2025年，子公司三星电机向苹果、博通提供玻璃基板样品	子公司三星电机成立合资企业，用于生产玻璃基板的关键材料“玻璃芯”，计划在年底前完成公司设立	H2实现量产			

来源：Yole，未来半导体，半导体行业观察，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

2.4 下游全球头部厂商加快玻璃基板产业化，2026年开启中试期

全球头部厂商正加快玻璃基板产业化，目前处于“样品验证—试验线—小批量量产”阶段。技术路线方面，当前布局主要集中于玻璃芯载板，玻璃中介层参与者相对较少。1）海外厂商进度领先：英特尔计划2028年启动量产、2030年实现规模化；三星电机目标2027年下半年量产；Absolics预计2026年底完成量产准备；Ibiden预计2030年前后将玻璃芯板导入2.5D封装。2）中国大陆厂商积极跟进：京东方、沃格光电、蓝思科技等已进入试验线建设、客户验证及产能准备阶段，2026-2027年有望成为集中验证窗口。总体看，玻璃基板行业2026-2027年是中试与送样期，2028年前后进入首批商业化导入，2030年前后有望迎来更广泛应用。

表：全球头部玻璃基板公司商业化进展情况梳理

公司名称	环节	国家或地区	临时载板	玻璃芯板	玻璃中介层	2025及此前	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
Absolics	玻璃基板制造	韩国	—	✅	—		SKC子公司Absolics的原型产品已送至AMD和亚马逊云科技进行性能测试；计划在2026年底前完成全部量产准备				
LG Innotek	玻璃基板制造	韩国	—	✅	—				2028-2030年实现商业化		
LG Display	玻璃基板制造	韩国	—	—	✅		2026年起研发				
京东方	玻璃基板制造	中国	—	✅	—	2024年，在玻璃基封装载板业务上投资9.93亿元建设试验线，2025年试验线完成主设备搬入调试	2026年上半年试验线已实现全自动化设备通线，设计产能1,000片/月；与康宁公司签署为期3年的合作备忘录，围绕玻璃基封装载板开展合作				
沃格光电	玻璃基板制造	中国	—	✅	✅	2025年，建成首条年产10万平米TGV产线并实现小批量供货	成都沃格8.6代线预计2026年量产，达产后月产能预计可达2.4万片				
蓝思科技	玻璃基板制造	中国	—	✅	—	2023年开始TGV工艺研发	2026.7，与北美及韩国芯片代工和先进封装客户联合开发及验证22层玻璃芯载板，韩国客户基本验证通过，北美客户验证工作进展顺利。推进建设3万平TGV 玻璃基板专用厂房，预计年底前投产。2026.7.24公司与Intel签订TGV合作备忘录				

来源：艾邦半导体网，国际全触与显示展，LG Innotek，每日经济新闻，ifind，互动易，蓝思科技公告，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

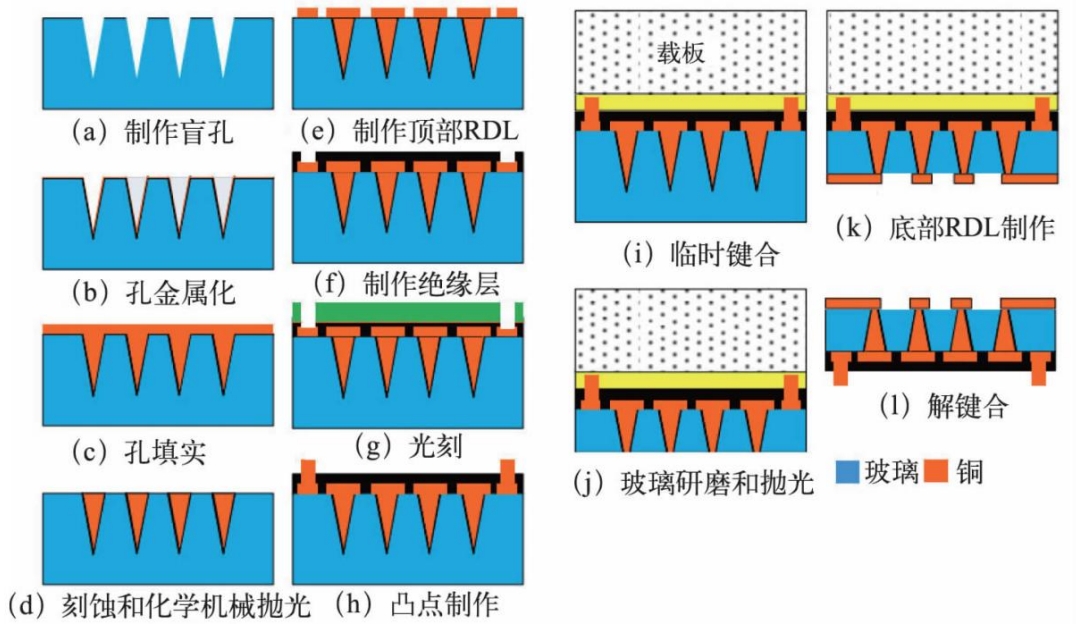
03 中游核心设备梳理

下载日志已记录，仅供内部参考

3.1 TGV工艺流程梳理

玻璃基板制备工艺主要包括成孔、填孔、抛光、RDL布线和检测等环节。典型封装流程包括：1）TGV通孔：利用激光诱导等技术在玻璃特定区域形成通孔结构；2）TGV填孔：通过PVD或化学镀在玻璃表面及孔侧壁沉积金属种子层，并通过电镀方式，用金属（主要为铜）完全填充通孔；3）抛光：化学机械抛光移除多余金属，使玻璃表面平坦；4）RDL布线：在玻璃表面沉积绝缘层、制作图形、电镀布线，形成所需的互连电路，重复多次形成多层布线，形成上下表面与通孔之间的电连接。此外，由于TGV工艺的精密性和基材特性，每个环节都存在着影响最终良率与可靠性的微小缺陷，因此从激光诱导、化学蚀刻，到PVD/电镀金属化及重布线层（RDL）制备等每个工艺段都需要进行严格的检测。

图：玻璃基板封装典型工艺流程



图：TGV工艺主要检测环节及检测内容

环节	检测内容
诱导环节	孔形不规则、通孔缺陷、面孔圆度不均匀、上下面孔位置度不一致等
蚀刻环节	漏孔、孔不通、直径不良、真圆度不良、孔内异物、表面脏污等
PVD	Particle、划痕、隐裂等
电镀填孔	微孔镀孔高度、隐裂、表面缺陷等
抛光	微孔镀孔高度、隐裂、表面缺陷等
RDL制作	线宽/线距偏差、断线/短路、层间对位失准等

来源：《玻璃通孔技术研究进展》，华汉伟业，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.2 成孔设备：TGV成孔是核心环节，激光诱导刻蚀为最优技术路径

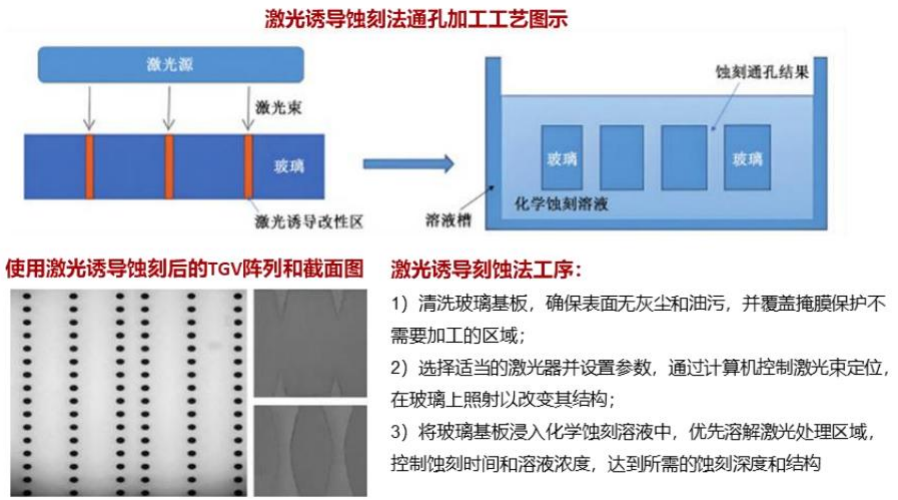
TGV 通孔是整个TGV工艺中最核心、最具技术壁垒的环节，目标是制作高深宽比、内壁具有高光滑度的通孔结构。通孔加工技术是TGV实现多层互连和高密度封装的关键工艺，要求加工过程效率高、精度高，所成孔具有良好的表面质量以及优异的垂直度高深宽比。目前，通孔加工技术包括喷砂法、聚焦放电法、激光烧蚀法、光敏玻璃法和激光诱导蚀刻法等多种方案。

激光诱导刻蚀法是当前实现大尺寸、高密度 TGV 批量制造的最优技术路径，在高深宽比、小尺寸加工具备优势，同时兼具成本、效率、TGV形貌可调等特点。激光诱导刻蚀法由LPKF公司于2015 年率先推出，其核心原理是利用超短激光脉冲在玻璃基板上产生永久变性，后通过化学刻蚀获得高深宽比的TGV。相比于喷砂、激光烧蚀等传统工艺，激光诱导蚀刻法在高精度、加工灵活性和表面质量方面等具有显著优势，可满足高密度互连需求。此外，该工艺单次激光脉冲即可完成对材料全厚度的改性，激光诱导速度可达每秒5000个过孔或每秒100mm切割速度，高度适用于复杂玻璃元件的大规模生产。

表：不同加工方法在TGV通孔方面的特点

通孔制备方法	深宽比	通孔直径/μm	优点	缺点
喷砂法	<5：1	>150	工艺简单、设备价格低	孔侧壁损伤、孔径及孔间距大、精度低
聚焦放电法	1-10	20-500	效率高，可制备高深宽比通孔	通孔垂直度差
电化学放电法	1-10	20-500	成本低、设备简单	成孔孔径大
等离子体刻蚀法	-	-	孔形规则，壁光滑	刻蚀速率慢（尤其是厚玻璃）
激光烧蚀法	10-70	> 25（CO2激光器） ~ 10（超快激光器）	可制备高密度、高深宽比通孔；工艺简单	热激光侧壁存在裂纹、冷激光侧壁粗糙度大、成孔效率低
光敏玻璃法	~20：1	~25	工艺简单、加工效率高，可制备高深宽比通孔	成本高、光刻开口率不同区域成孔精度差别较大
激光诱导刻蚀法	10-70	5-50	加工效率高，可制备高密度、高深宽比通孔；成孔质量高、无裂纹、可调控孔形状	激光设备价格高；需要激光预处理，需要使用氢氟酸刻蚀，存在安全和环保问题

图：激光诱导蚀刻法通孔加工工艺及效果



来源：《玻璃通孔技术的射频集成应用研究进展》，《玻璃通孔技术的力学可靠性问题及研究进展》，《玻璃通孔技术及其可靠性研究现状》，《TGV技术发展现状与未来挑战》，《高性能封装玻璃基板TGV技术的研究现状、挑战与未来展望》，《芯片封装用玻璃基板通孔加工和填充技术》浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.2 成孔设备： TGV激光成孔设备市场高度集中且由欧美主导

当前全球TGV激光成孔设备市场呈现高度集中且由欧美主导的格局，据QYResearch，全球主要设备厂商包括LPKF、4JET、EKSPLA、TRUMPF、Philoptics等，2024年前五大厂商分别占据国际市场和中国市场大约87%、88%的份额。

- **LPKF：全球玻璃加工设备行业标杆厂商。**凭借在LIDE（激光诱导深度刻蚀）技术上长达十年的前瞻布局，LPKF在玻璃加工设备领域已建立压倒性的市场优势。据LPKF官网，在先进封装领域，超过80%已做出设备决策的海外头部玩家选择了LPKF，目前已拥有数十台的LIDE设备在客户现场持续运行，积累了丰富的量产经验和工艺反馈；此外，公司的LIDE核心专利已先后获得欧洲专利局（EPO）确认有效及韩国专利授权，进一步巩固了其在玻璃加工领域的领先优势。
- **4JET：和Plan Optik AG合作开发VLIS工艺。**据4JET官网，公司与德国玻璃晶圆制造商Plan Optik AG 共同开发了 VLIS （体积激光诱导结构）工艺，可实现玻璃晶圆及显示玻璃基板的高精度TGV的高效制造。

表：LPKF与4JET TGV激光成孔设备技术参数对比

	LPKF	4JET
国家	德国	德国
打孔速度	5000个通孔/s	10000个通孔/min
支持玻璃厚度	300-3000μm	200-1000μm
支持晶圆尺寸	100/150/200/300 mm (LPKF Vitrion S 5000)	最大可达300mm
支持面板尺寸	可处理510×515mm量级 (LPKF Vitrion M 5000)	最大尺寸为 200 x 200mm
定位精度	510×515mm尺寸下保持±1μm的位置精度	通道孔间距精度优于±2μm
通孔直径	5μm	-
深宽比	可实现高达 1:50	-
工艺特性	无碎屑、微裂纹	几乎没有边缘崩裂

图：LPKF在玻璃基板加工领域的技术布局情况

技术	应用	技术特点及优势
激光成孔 (Laser Structuring)	高速生产条件下实现无缺陷玻璃通孔	LPKF的LIDE技术可制造出的TGV通孔：深宽比最高可达1:50；精度达到亚微米级别；无缺陷、无崩裂、侧壁质量卓越
激光切割/分割 (Laser Singulation)	精准去除RDL，同时避免玻璃内部损伤	LPKF的Tensor Ablation技术能够有效消除SeWaRe（表面波共振）效应，能在保持玻璃完整性的前提下，实现清洁、高精度的微米级RDL去除，避免产生亚表面缺陷。
激光键合 (Laser Bonding)	无胶的高透明度玻璃-玻璃直接键合	LPKF Tensor Bonding技术能够实现最高200 mm/s的键合速度，兼具高键合强度和对表面不平整的低敏感性。

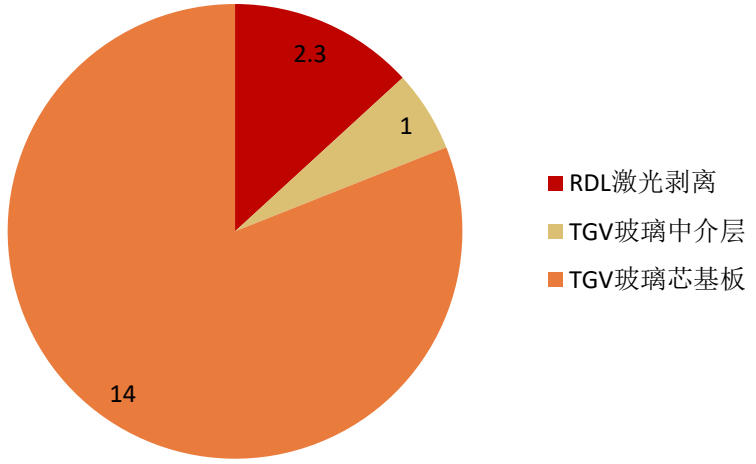
来源：LPKF官网，乐普科公众号，4JET官网，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

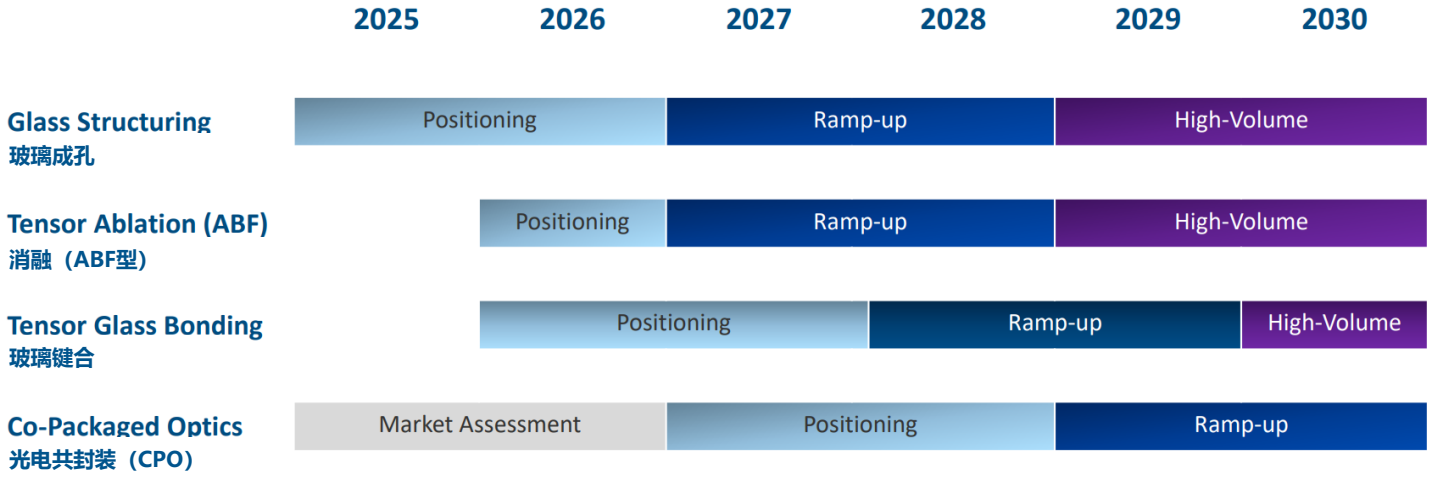
3.2 成孔设备：全球TGV龙头LPKF上修TGV市场规模至17亿欧元

LPKF上修TGV市场规模三倍+，进一步验证玻璃基板产业化趋势。2026H1，LPKF基于外部市场研究和内部深度分析，对先进封装领域的可触达市场进行了全面重估。结果显示，到2030年，LPKF提供的工艺解决方案所对应的总可触达市场（TAM）有望从原先估计的5亿欧元增长至约17亿欧元，上修超三倍，包括TGV玻璃芯基板、TGV玻璃中阶层、CPO等领域，其中TGV占比超过86%。作为TGV激光诱导设备全球龙头，LPKF对市场空间的重新评估和大幅上修，进一步验证了玻璃基板产业化趋势，也凸显TGV激光打孔设备作为关键设备环节的成长潜力。

表：LPKF预计其2030年可触达市场规模17亿欧元



图：LPKF在先进封装领域的布局情况



来源：LPKF，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.2 成孔设备：国内激光大厂已实现关键技术突破

国内厂商积极布局TGV玻璃通孔设备，多家企业已实现关键技术突破，并逐步进入产业化导入阶段。近年来，以帝尔激光、大族激光、德龙激光为代表的国内激光设备商，凭借在光伏、显示面板等领域积累的精密激光加工经验，加快布局TGV玻璃通孔设备，并已形成覆盖晶圆级（Wafer）和面板级（Panel）的产品体系，并在高深宽比、小孔径加工、定位精度及加工效率等关键技术指标上持续突破；同时，部分企业已完成客户验证并实现小批量交付，国产设备正逐步入产业化导入阶段。

表：国内重点激光企业布局

代表企业	玻璃成孔设备布局	关键产品指标	产业化进展
帝尔激光 [300776.SZ]	板级&晶圆级TGV激光微孔设备	最大深径比：≥100:1、最小孔径：≤5μm、加工效率：≥5000 points/s 板级：重复定位精度≤±1.5um；定位精度≤±3um 晶圆级：重复定位精度≤ ±1μm；定位精度<±2μm 可加工产品尺寸：4-12寸（晶圆级）、<650×650mm（板级） 孔质量：良好、侧壁光滑、无裂痕	已经完成多批次晶圆级和面板级设备交付，可以提供“激光改质+化学蚀刻+AOI检测”一站式解决方案；26年公司应用于玻璃基板半导体封装的面板级TGV设备实现海外销售,也有小批量复购订单
大族激光 [002008.SZ]	Wafer级TGV设备、Panel级飞秒激光强化玻璃蚀刻通孔设备	可实现深径比：≥50:1、最小孔径：<5μm 加工效率：≥5000 points/s、定位精度：±5um 可加工产品尺寸：4-12寸（晶圆级）、最大730mmx920mm（面板级） 孔壁质量：≤100nm (与材料和刻蚀能力相关)	玻璃基板加工设备达到批量市场推广水平,处于小批量阶段；正积极推进突破大规模群孔高效激光钻孔装备技术
德龙激光 [688170.SH]	晶圆玻璃通孔（TGV）设备	最小孔径：5μm@石英玻璃，厚度200~300μm 加工效率：最高5000 points/s 、加工精度：±5μm 可加工产品尺寸：6&8寸 、加工厚度：0.1~1mm	2023年重点研发出玻璃通孔（TGV）、模组钻孔（TMV）、激光解键合等新产品，相关产品已进入市场多年并形成销售；尚未实现海外销售；
华工科技 [000988.SZ]全资子公司—华工激光	TGV玻璃基板钻孔智能装备	深径比：100：1、孔径：5μm、通孔率：99% 可加工产品尺寸；4~8寸晶片，510mm*515mm方片 定位精度：重复定位精度≤ ±1μm；定位精度<±2μm 加工效率：5000–8000孔/秒	TGV玻璃通孔激光加工智能装备已完成整机定型，核心部件（激光器、振镜、控制系统）实现100%国产化，并已成功完成初步中试验证。
海目星 [688559.SH]	具备激光与刻蚀全链条自研一体化能力	通孔圆度≥98%	目前已有小批量的激光改质设备、刻蚀设备订单，并持续和各下游头部公司进行密切互动，客户端包括先进封装、显示等行业以及海外客户。
联赢激光 [688518.SH]	玻璃激光打孔机	重复定位精度：±1um、可加工20mm厚玻璃	已向客户提供样机，正配合客户进行技术验证
英诺激光 [301021.SZ]	超快激光钻孔设备	具备30-100μm等多种规格孔径的稳定加工、最高≥10000孔/秒的钻孔效率等优异性能	2025年底在IC载板领域取得首台订单；目前正全面推进IC载板领域和算力PCB领域的客户扩展，加快打样验证。

来源：各公司官网，各公司公告，各公司公众号，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.2 成孔设备：国产TGV设备性能指标加速追赶，国产替代打开

海外厂商在量产稳定性、工艺积累及客户认证方面占据领先优势。经过十余年的技术积累，以LPKF等为代表的海外TGV设备厂商在设备长期稳定性、工艺可靠性以及国际头部客户认证等方面构筑较高壁垒。

国产设备性能指标加速追赶，替代空间逐步打开。近年来，以帝尔激光、大族激光等为代表的国产设备厂商在打孔效率、最小孔径等技术指标上已追赶上海外水平，并在10层以下RDL等中低端应用场景已具备导入条件。随着AI/HPC驱动先进封装需求增长，玻璃基板产业化进程加速，海外设备供应能力或难以满足快速扩产需求，国产设备厂商有望凭借成本优势和快速定制化响应能力，率先切入国内先进封装产线。

表：国内外头部TGV激光通孔设备企业指标对比

	LPKF	4JET	帝尔激光	大族激光
国家	德国	德国	中国	中国
加工效率	5000points/s	10000points/min	≥5000 points/s	≥5000 points/s
支持玻璃厚度	300-3000μm	200-1000 μm（目前） 150-1500 μm（开发中）	-	100μm-1000μm
支持晶圆尺寸	4-12寸 (LPKF Vitrion S 5000)	最大可达12寸	4-12寸	4-12寸
支持面板尺寸	可处理510×515mm量级 (LPKF Vitrion M 5000)	最大尺寸为 200 x 200mm	最大650×650mm	最大730mmx920mm
定位精度	510×515mm尺寸下保持±1μm的位置精度	通道孔间距精度优于±2μm	板级：重复定位精度≤±1.5um；定位精度≤±3um 晶圆级：重复定位精度≤ ±1μm；定位精度<±2μm	±5um
最小孔径	5μm	-	5μm	5μm
最大深宽比	50:1	-	100:1	50：1

来源：各公司官网，各公司公告，各公司公众号，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.3 填孔设备：包括种子层沉积设备和电镀设备

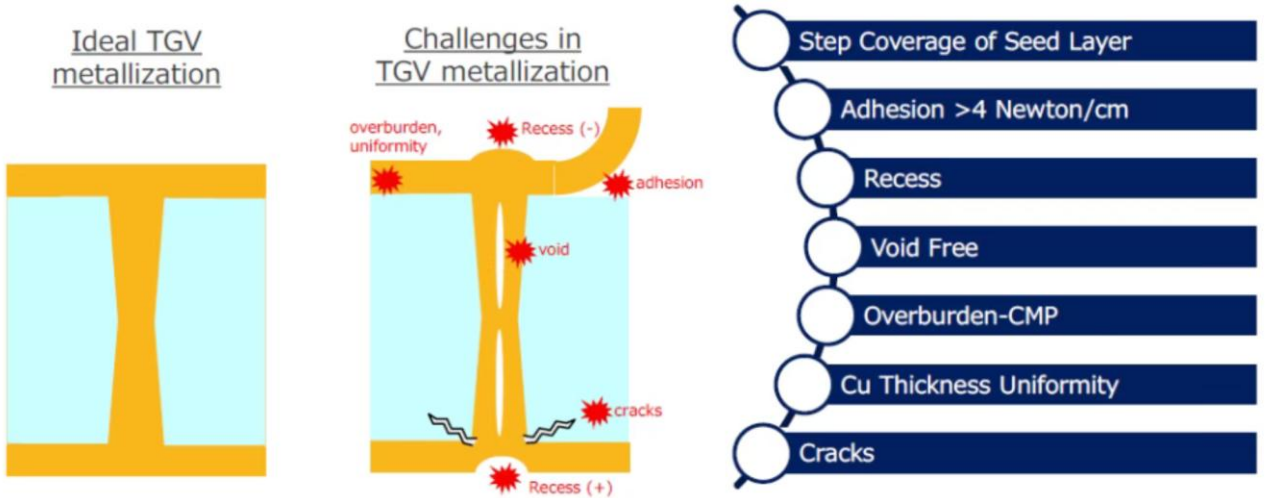
金属电镀是TGV填孔主流方案，主要包括种子层沉积和电镀填充两个流程。在TGV成孔后，需要在已成型的微孔内填充导电金属，从而构建垂直方向的电连接。目前，主流采用金属电镀填充，先通孔内溅射种子层，后通过电镀工艺逐步填满通孔。

TGV的金属填充是玻璃基板制造过程中的核心工艺难点之一。由于玻璃基板具有低表面粗糙度、更小线间距（pitch）、更高深宽比（AR）等特点，TGV金属化需面临种子层覆盖不足、铜玻璃界面结合强度不足、铜填充空洞、CMP后铜凹陷、铜厚均匀性以及裂纹等问题，如何实现高质量种子层覆盖、无缺陷铜填充以及后续CMP平坦化，是实现TGV产业化的关键。

表：填充工艺对比

填孔工艺	工艺流程	优点	缺点
金属电镀填充	形成通孔后，需要在通孔内壁沉积一层金属种子层，再通过电镀工艺将铜和镍填充到通孔中	具备优异导电性能、成熟的工艺流程及高效的填充能力	电镀铜面临可靠性问题，铜与玻璃之间存在巨大的CTE失配，后续热处理工艺以及器件使用过程中，极易产生显著的热应力，进而导致玻璃出现开裂或铜/玻璃界面发生分层。
导电膏填充	通过在玻璃通孔中填充导电膏形成导电路径	导电膏固化后可以调整导电通孔的热膨胀系数，使其接近基板，提升热机械可靠性	导电膏填充的通孔在长期使用过程中可能会出现裂纹或分层等可靠性问题；导电膏的电导率通常低于金属导体，这会对电子器件的性能产生一定的影响

图：TGV金属化挑战



来源：《芯片封装用玻璃基板通孔加工和填充技术》，AGC，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.3 种子层沉积设备：PVD是主流技术，国产PVD设备加速突破

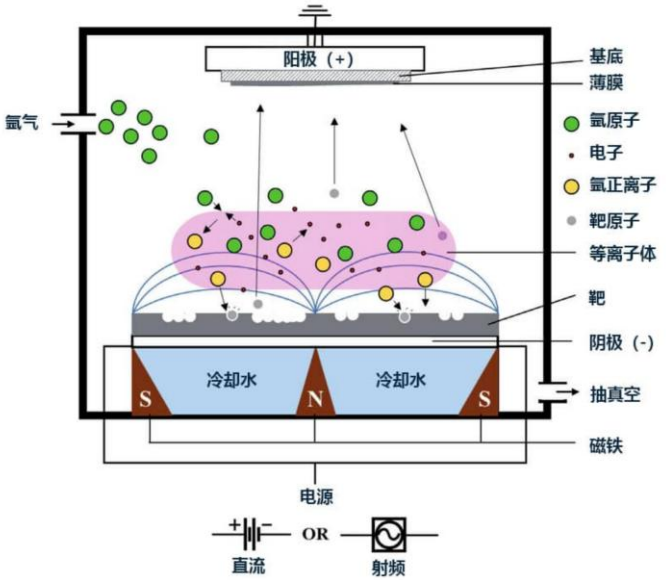
种子层沉积：玻璃作为绝缘体不导电，而电镀作为电化学沉积必须电流通过镀覆表面才能实现金属沉积，因此必须在 TGV 表面沉积导电种子层，为后续电镀提供导电基础。目前，物理气相沉积（PVD）和化学镀是制备种子层的主流方法；相比与成熟的PVD工艺，化学镀形成的种子层在光滑的玻璃表面难以形成较强的结合力，使得其应用受到限制。此外，对于高深宽比微孔，种子层覆盖的均匀性、连续性及无断点是后续电镀成功的关键。

磁控溅射PVD是应用最广泛的沉积方式之一。磁控溅射技术属于PVD（物理气相沉积）技术的一种，其利用带电荷的粒子在电场中加速后具有一定动能的特点，将离子引向被溅射的物质制成的靶电极（阴极），并将靶材原子溅射出来使其沿着一定的方向运动到衬底并在衬底上沉积成膜的方法。磁控溅射PVD使得镀膜厚度及均匀性可控，且制备的薄膜致密性好、粘结力强及纯净度高，已成为金属薄膜PVD的主流技术，是应用最广泛的沉积方式之一。

表：种子层沉积工艺对比

种子层沉积工艺	工艺流程	优点	缺点
物理气相沉积（PVD）	包括在孔内添加衬底层（Liner）和种子层（Seed）：先在玻璃孔壁沉积一层薄薄的钛（Ti）或铬（Cr）作为过渡层，利用这些活性金属与玻璃中的氧原子形成共价键，增强种子层与玻璃基板之间的附着力，随后再沉积铜（Cu）种子层 	工艺成熟；铜层附着力高	需要较长的工艺时长及较为昂贵的工艺设备；具有高深径比的TGV结构中，沉积的种子层在深孔内覆盖范围有限
化学镀	通过对玻璃表面进行粗化处理或硅烷偶联剂改性，使Pd等催化活性中心均匀吸附于孔壁表面，进而诱导金属离子发生自催化还原反应，在孔壁形成连续种子层	操作简单、成本低；超高深径比通孔的孔壁覆盖连续性好	铜层附着力不足

图：磁控溅射工作原理图



来源：《高性能封装玻璃基板TGV技术的研究现状、挑战与未来展望》，中国科学院半导体研究所，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.3 种子层沉积设备：PVD是主流技术，国产PVD设备加速突破

PVD设备市场由美国应用材料主导。应用材料是全球领先的PVD设备供应商，在该领域拥有超过25年的技术积累，其核心产品Endura PVD在全球的销量已超过 4,500 套，据头豹研究院数据，2023年应用材料在全球PVD设备市场份额占比达85%。在先进封装领域，公司提供面向面板级封装、玻璃中介层等的Topaz PVD平台，最大支持600 mm × 600 mm尺寸基板，具备在刻蚀或激光钻孔通孔结构中形成高覆盖率共形种子层的能力。

国内企业积极布局TGV玻璃基板PVD设备领域，部分厂商已实现出货和技术突破。国内方面，东威科技、汇成真空等企业正围绕TGV玻璃基板深孔金属化需求开展专用PVD设备研发，其中东威科技相关设备已实现客户交付。整体来看，国内面向TGV玻璃基板的PVD设备仍处于技术验证和产业导入阶段，但随着TGV玻璃基板产业化推进，具备大尺寸基板镀膜及深孔覆盖能力的国产设备厂商有望迎来发展机遇。

表：国内PVD设备代表厂商情况

代表厂商	PVD设备情况和市场情况
北方华创 [002371.SZ]	国内PVD设备龙头企业，其PVD设备实现逻辑、存储、特色工艺、先进封装等主流晶圆制造场景的全面覆盖，并在2025年实现第1000台整机交付。
东威科技 [688700.SH]	公司已面向玻璃基板领域布局PVD设备，并成功交付客户；正研发面向TGV玻璃基板的具有更高纵横比的PVD设备，目标是实现单次双面镀膜纵横比达到10:1，面铜厚度低于2um，剥离强度达到5N/cm，以进一步满足对深孔金属化、薄膜均匀覆盖的严苛工艺需求；该项目预计投资1500万元，目前处于验证技术指标阶段
汇成真空 [301392.SZ]	推出先进封装与TGV专用PVD平台，通过自主开发的玻璃深孔溅射技术，实现高深宽比TGV结构的种子层沉积，设备主要指标：1）最小孔径：20μm；2）最大深宽比：15:1；3）兼容310mm/510mm/600mm及业界最大 700mmx700mm 等不同面板尺寸；4）台阶覆盖率：6%以上

来源：应用材料，头豹研究所，北方华创公告，东威科技公告，汇成真空官网，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.3 填孔设备：PECVD有望成为TGV金属化工艺新增环节

PECVD有望成为TGV金属化工艺新增环节。PECVD（等离子体增强化学气相沉积）设备利用等离子体增强反应活性，相较于传统热CVD，其可在较低温度下实现高致密度、高质量薄膜的快速沉积，是薄膜沉积工艺中运用最广泛的设备之一。目前，针对传统TGV金属化工艺中Glass/Cu界面粘附性不足及热膨胀失配问题，行业开始在玻璃与铜互连之间引入缓冲层/衬垫层（Liner），基于四乙氧基硅烷 (TEOS) 的 PECVD SiO_2已被用作 TGV 的衬垫层，以增强界面结合并缓解热机械应力。

PECVD全球市场由应用材料AMAT等国际巨头主导，市场集中度高。据头豹研究所，PECVD为CVD中的主流技术，预计2024年在CVD市场中的份额占比达到51%；而在全球CVD市场中，应用材料AMAT占比约30%，泛林集团Lam占比约21%，东京电子占比约19%，三者合计占据超70%的市场份额。其中，应用材料已将其PECVD技术进一步延伸至TGV介质Liner，并进行了相关的专利布局。

国内PECVD厂商逐步向先进封装、三维集成等新兴场景拓展。国内方面，拓荆科技为国产PECVD设备领军企业，在 PECVD技术领域具有十余年的研发和产业化经验，相关设备已广泛应用于国内集成电路制造产线，并拓展至三维集成应用领域，其中，公司PF-300T系列PECVD设备具备TSV所需的低温（<200℃）TEOS SiO_2工艺。微导纳米则加速向先进封装拓展，已形成iTronix LTP、iTronix PE等PECVD产品系列，并获得先进封装领域重要客户订单。

表：微导纳米先进封装领域PECVD产品布局情况

代表PECVD产品	产品情况	产业化进展
iTronix LTP 系列低温 PECVD 设备	半导体领域 PECVD 设备，可为先进封装制造领域提供薄膜沉积解决方案，满足SiO_2 、SiN、SiCN 等薄膜工艺的应用需求	处于开发实现阶段
iTronix PE 系列 PECVD 设备	半导体领域 PECVD 设备，可沉积SiO2、SiN、SiON、SiCN、a-Si 等不同种类薄膜，涵盖的工艺温度范围 200~700℃；广泛应用于逻辑、存储、先进封装、显示器件及化合物半导体等领域芯片制造环节。	处于产业化验证阶段；2025年，该系列产品已获得先进封装领域重要客户订单。

来源：微导纳米公告，头豹研究所，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

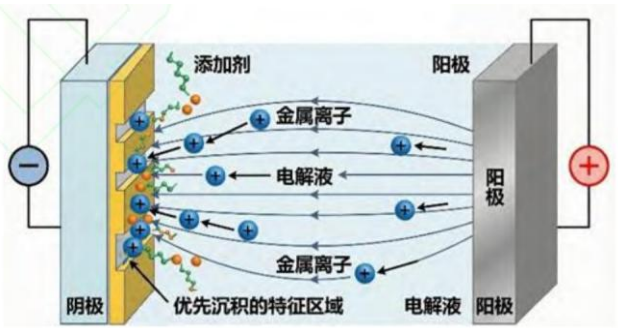
3.3 电镀设备：高深宽比TGV的无空洞填充是核心工艺难点

电镀填充核心原理为电化学沉积（ECD）。完成种子层沉积后，通常通过电化学沉积（ECD）方式，使得金属离子在电场作用下在种子层表面还原并沉积，从而逐渐填满整个通孔，最终实现垂直方向的导电互连。

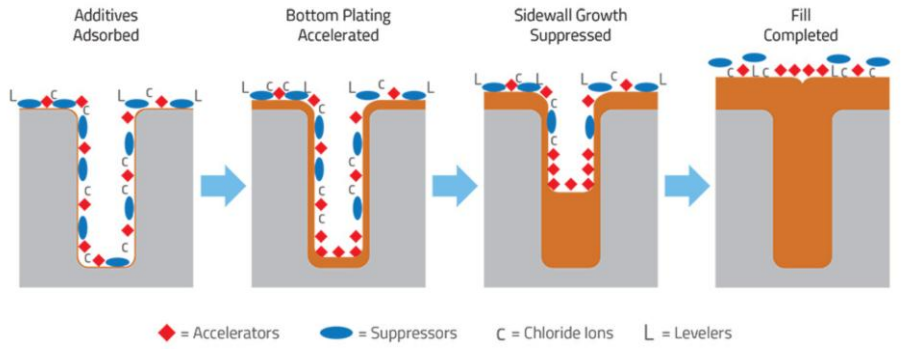
高深宽比TGV的无空洞填充是核心工艺难点。目前业内TGV通孔电镀金属化主要包括保形填充和实心填充两种方式。其中，保形电镀只对通孔内壁进行覆盖，其优势是显著缩短电镀时间，但仅适用于对电导率要求不高的场合；而实心填充电镀后互连电阻极低，非常适用高频和大面积先进封装互连需求。但由于TGV通常具有较高深宽比，孔内铜离子传输受限，容易出现铜离子先在孔口沉积并封闭孔口，导致内部空洞、夹缝等填充缺陷，因此高深宽比无空洞填充成为TGV产业化关键技术挑战。

“中心搭桥+自底向上填充”为实现TGV 通孔实心电镀填充的主流工艺。TGV通孔实心电镀填充的工艺较为复杂，目前业内主流的方式是“中心搭桥+自底向上填充”：首先通过添加剂调控或脉冲电镀，使通孔中心区域沉积速率提升并形成桥接结构，将原始通孔转化为上下两个盲孔区域；随后基于盲孔结构，并通过动态调节不同添加剂在孔内外的浓度分布，使孔底沉积速率高于孔口区域，从而实现由底部向上逐步推进的致密填充。

图：玻璃基电镀金属化原理



图：自底向上填充工艺示意图



表：不同中心搭桥方法

中心搭桥方法	简述
添加剂调控	利用添加剂增加对流的敏感性，在 TGV 通孔内实现非均匀的浓度分布，让 TGV 通孔内部极化程度不同，在通孔中心处的沉积速率最快，首先完成桥接
脉冲电镀	采用脉冲，控制 TGV 通孔内部的剥离差，在 TGV 中心处完成桥接，在 TGV 通孔越接近孔口位置电场越强，剥离的速度越快，而内部电场较弱，因此剥离的速度远低于表面位置，经过一段时间的脉冲循环，就完成了在 TGV 通孔中心处的桥接

来源：《玻璃基先进封装关键电镀工艺及其电镀质量控制综述》，Lam Research，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.3 电镀设备：全球半导体电镀设备市场集中度高

全球半导体电镀设备市场集中度高，美国企业泛林集团、应用材料占据主导。据Market Research，全球半导体电镀设备的主要厂商包括泛林集团（Lam Research）、应用材料（Applied Materials）、盛美上海（ACM Research）、ASMPT、TKC等，其中前五大厂商的市场份额约为73%。

在先进封装领域，电镀设备主要用于在三维通孔结构（如TSV、TGV）、再布线层（RDL）、微凸块等关键结构中沉积铜、镍、等金属化薄膜，实现垂直及水平方向的电连接。目前，**国内半导体设备企业正积极布局先进封装电镀设备领域：**

- **盛美上海（688082.SH）：**据Gartner统计，在全球半导体电镀设备领域，盛美上海市场占有率达8.2%，位居第三；2025年11月，公司成功交付首台面板级先进封装电镀设备，支持凸柱、凸块和再分布层（RDL）工艺中的电镀环节。
- **东威科技（688700.SH）：**公司研发出业内首台水平TGV电镀线，可批量水平式输送玻璃基TGV填孔产品，填孔效果稳定且生产效率大幅度提升。据公司公告，目前已有一台TGV相关电镀设备交付客户并成功验收。

表：泛林集团（Lam）涉及TGV工艺的电镀设备

	Kallisto	Phoenix
适用材料	300×300mm晶圆 1100×1300mm面板	510x515mm面板
适用工艺	凸块、凸柱、RDL、TGV、FLI	凸块、凸柱、RDL、TGV、FLI
可电镀材料	铜、镍、锡银、金及其他金属	铜、镍、锡银、金及其他金属
工艺特性	可在各种材料上实现小于10μm 的精细线电镀	-
应用领域	先进存储、先进封装、先进基板、模拟与混合信号器件、汽车电子、分立器件与功率器件、Mini/Micro LED、光电子与光子技术、面板级扇出封装	

表：盛美上海电镀产品布局

产品类别	产品名称	适用工艺和材料	工艺性能
前道半导体工艺设备	多阳极局部电镀设备	应用于55/40/28和28纳米以下的大马士革铜金属层沉积；采用脉冲局部电镀技术，可应用于300mm晶圆；	WIWNU（晶圆内非均匀性）<1.5% WTWNU（晶圆间非均匀性）<1.5%
	三维堆叠电镀设备	应用于填充 3d 硅通孔 TSV 和 2.5D 转接板的三维电镀设备；	可为高深宽比（大于 10:1）铜应用提供高性能、无孔洞的镀铜功能
后道先进封装工艺设备	晶圆级先进封装电镀设备	应用于多通道先进封装的关键电镀步骤，包括pillar, bump和 RDL；可运用于fan-out、TSV和TMV工艺；兼容8寸和12寸晶圆	片内均一性: <5%，片间均一性＜3%
	面板级先进封装电镀设备	应用于pillar,、bump和 RDL多种工艺的电镀步骤；运用于微米及亚微米高密度面板封装；应用于510*515mm和 600*600mm panel；	片内均一性: <5%，片间均一性＜5%

来源：market research， Lam Research，盛美上海公告，盛美上海官网，东威科技公告，wind，浙商证券研究所

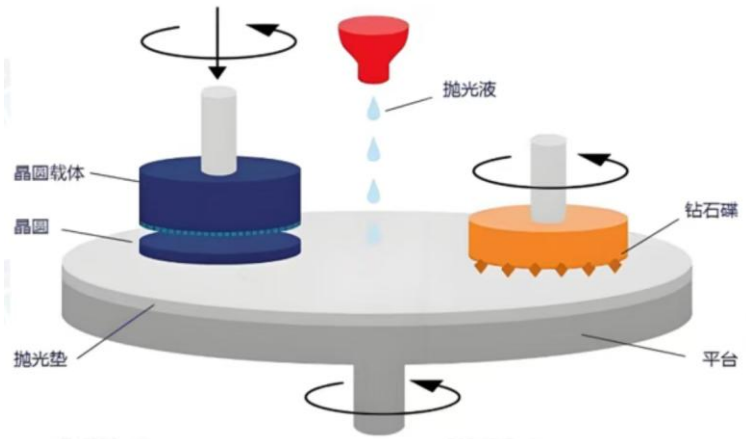
下载日志已记录，仅供内部参考

3.4 CMP设备：实现封装基板表面平坦化的核心

CMP（化学机械抛光）是实现封装基板表面平坦化的核心工艺。TGV填孔完成后，需要通过CMP等工艺去除玻璃基板表面的多余铜层并实现表面平坦化。CMP（化学机械抛光）核心原理是化学腐蚀与机械研磨的协同作用：在旋转的抛光垫上施加含有纳米磨粒和化学试剂的抛光液，同时将晶圆压在抛光垫上并施加可控压力；化学组分（如氧化剂）先软化晶圆表面材料，机械磨粒随后去除软化层，从而实现玻璃基板表面全局平坦化。平坦化是后续RDL布线等关键制造工艺能够顺利实施的重要前提。

CMP设备：美日厂商垄断高端市场，国产替代加速。全球CMP设备市场呈现高度集中竞争格局，主要由美国应用材料和日本荏原主导，两家公司凭借技术优势在14nm及以下先进制程等高端市场实现垄断；国内方面，CMP设备国产化持续推进，国产化率从2017年的3%提升至2024年的50%，其中，华海清科已实现12英寸CMP设备国产化突破，并布局玻璃基板等大尺寸面板CMP产品。

图：CMP工艺原理图



图：国内外CMP设备代表厂商对比

代表厂商	国家	CMP设备布局情况/技术优势	出货情况	市场情况	主要客户
应用材料	美国	14nm以下制程全覆盖，AI工艺优化	-	全球CMP设备第一梯队，高端市场垄断	全球主要晶圆厂
荏原	日本	金属层CMP技术领先	截止2025年末，公司CMP装备累计出货超过4000台	全球CMP设备第一梯队，CMP设备全球市场份额排名第二，主攻储存芯片市场	全球主要晶圆厂
华海清科[688120.SH]	中国	覆盖12英寸、8英寸等全系列产品矩阵 2025年，公司研发出面向玻璃基板等领域面板CMP产品：Master-P510（满足不大于510mmX515mm规格板件的超平坦化、低缺陷抛光需求设计）和Master-P510APEX（满足510mmX515mm规格板件的超平坦化、低缺陷抛光需求设计）	国内极少数实现12英寸CMP装备规模化量产的企业，截止2025年末，公司12英寸及8英寸等 CMP 装备累计出机已超1000台	CMP设备国产替代龙头，2024年占据国内12英寸CMP设备市场50%份额，在公司CMP装备在国产CMP装备出货总量中占比达90%以上	中芯国际、长江存储、华虹集团、英特尔、长鑫存储等
盛美上海[688082.SH]	中国	无应力抛光设备:将无应力抛光技术SF与低下压力化学机械平坦化技术CMP相结合 技术优势：平坦化工艺后凹陷更均匀及精确可控，耗材成本降低50%以上	-	主攻先进封装市场，TSV抛光领先	-

来源：华海清科公告，头豹研究所，荏原官网，智研咨询，盛美上海公告，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.5 RDL布线设备：半加成与大马士革工艺是主流

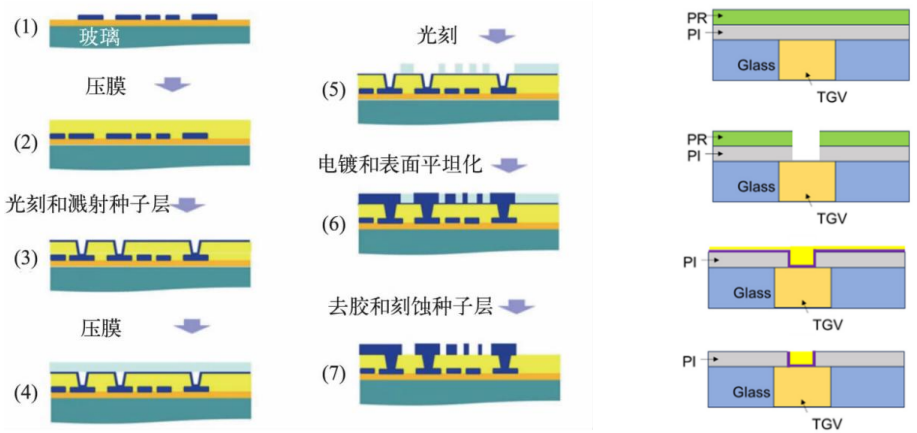
RDL是一种形成于芯片或中间层表面的金属布线层，主要通过光刻、金属沉积、电镀以及刻蚀等工艺制造，其在玻璃基先进封装中承担高密度 I/O 扇出、多芯片互连与多层布线的核心任务，并与TGV协同构建‘水平布线+垂直导通’的三维互连网络，是决定TGV封装性能与集成度的关键环节。

RDL金属布线工艺路线主要包括半加成（SAP/mSAP）与大马士革（Damascene）两类。工艺方面，现阶段玻璃基板 RDL 金属化仍以 Cu 电镀为主，工艺路线主要包括半加成（SAP/mSAP）与大马士革（Damascene）两类。在面板级玻璃基板制造中，大多数采用半加成工艺/改良半加成工艺（SAP/mSAP），其线宽和间距通常超过5微米；而对于晶圆级 RDL 的工艺选择，通常根据目标线宽和间距来确定，若小于5 μm，则一般采用Damascus工艺；若大于5 μm，则采用类似于面板级的SAP技术。

表：RDL金属布线工艺路线及其对比

代表公司	工艺路线	RDL 金属布线流程	工艺特点
TSMC、ASE、Intel 等	半加成工艺（SAP）	首先在晶圆表面溅射钛层 / 铜层粘附层和种子层，并通过旋涂 PR 光刻胶经曝光露出电镀区域，然后通过电镀、湿法去胶、湿法刻蚀等工艺实现 RDL 线路制作；进行多次SAP工艺，可以实现多层 RDL 的制造	该工艺对种子层粘附性、电镀均匀性、药液交换效率等要求较高，成本相对低，通常用来制备线宽 / 线距≥5μm/5μm 的产品
Amkor、厦门云天半导体等	大马士革（Damascene）工艺	该工艺首先在玻璃晶圆表面沉积介质绝缘层，通常采用PECVD等工艺沉积PI等介质层；随后通过光刻形成RDL沟槽和通孔结构，并在晶圆表面沉积Ti/Cu种子层，通过铜电镀填充金属，最后采用CMP去除多余铜层。	该方案将金属布线嵌入介质层中来增加与基材的结合力，为实现线间距 RDL (≤5μm) 提供了解决方案

图：半加成工艺法（SAP）（左）和大马士革（Damascene）（右）制作多层RDL的工艺流程



来源：《芯片封装用玻璃基板通孔加工和填充技术》，《玻璃通孔技术研究进展》，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.6 直写光刻设备：决定线路精度与封装良率的关键

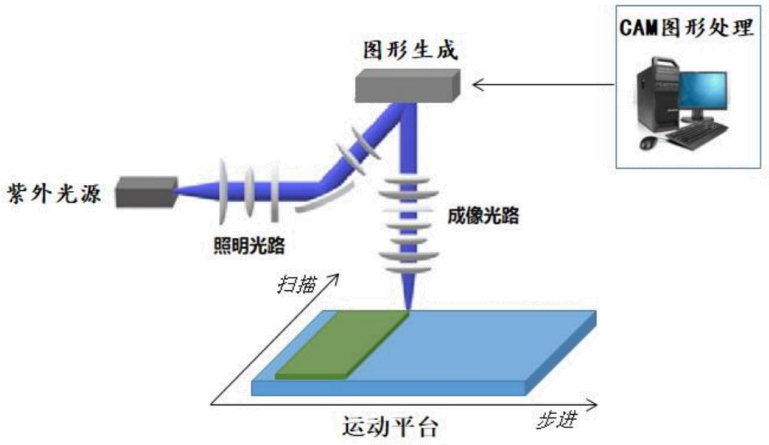
光刻是RDL制造中的关键图形化工艺，其中曝光环节为核心，直接决定后续线路的精度与封装良率。光刻技术是指将设计好的微图形结构转移到覆有感光材料的晶圆、玻璃基板等基材表面上的微纳制造技术，在RDL制造过程中，光刻用于实现线路图形转移，例如，在SAP/mSAP工艺中，光刻通过在铜种子层或介质层表面形成线路图形窗口，为后续铜电镀提供选择性沉积区域。光刻主要工艺流程包括预处理、涂胶、曝光、显影、刻蚀和去胶等一系列环节，其中曝光是光刻技术中最重要的工艺环节，直接决定线路图形精度、线宽控制、互连可靠性和最终良率。

直写光刻技术为先进封装光刻的重要技术路线。根据曝光环节是否使用实体掩膜版，光刻技术可分为掩模光刻技术及直写光刻技术。其中，掩模光刻技术在2.5D封装（如CoWoS-L）和面板级封装（PLP）等部分先进封装场景中面临大尺寸基板适配问题，需要通过多次拼接曝光完成图形转移，容易导致套刻误差增加、制造成本提升以及良率下降等问题。相比之下，直写光刻通过数字化图形生成实现曝光，具备更强的尺寸和材料兼容性，并可针对基板翘曲进行动态补偿，更适用于玻璃基板等新型先进封装场景。

表：掩模光刻技术与直写光刻技术对比

项目	直写光刻技术	掩模光刻技术
光刻机制	无需实体掩膜版，利用光束直接聚焦于基板上以实现曝光过程，光束由计算机实时调整	依赖实体掩膜版，利用光束穿透实体掩膜版以实现投影曝光过程
量产线宽	微米及亚微米级别，主要范围为50 μm至100 nm	纳米级别，主要范围为0.5 μm至2 nm
下游应用	印制电路板制造、先进封装、IC载板制造、掩膜制作及平板显示器面板制造等	主要应用于IC（集成电路）产品的制造
光刻设备成本	200万-8000万	5000万-30亿

图：直接光刻曝光环节示意图



来源：芯碁微装公告，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.6 直写光刻设备：国产设备加速替代

直写光刻设备是PCB、IC载板及先进封装制造等领域的重要设备。目前全球直写光刻设备市场仍由海外厂商主导，其中KLA旗下Orbotech、SCREEN等企业依托在IC载板、HDI及精细线路制造领域的技术积累，占据高端市场主要份额；同时，**国产直写光刻设备已实现了产业化发展，并逐步向面板级封装、TGV玻璃基板等先进封装领域拓展：**

- **芯碁微装（688630.SH）：**据观研报告网，2025年公司在全球直写光刻设备市场中的份额达9.4%，位居世界第四。在先进封装领域，公司持续推进晶圆级、板级封装设备的研发与产业化；2025年，晶圆级直写光刻设备 WLP 2000 获得头部客户的重复订单并出货；2026年，板级封装直写光刻设备PLP 2000成功获得先进封装领域重要客户订单。
- **洪田股份（603800.SH）：**子公司洪镭光学聚焦于PCB/HDI/FPC高阶线路板、半导体玻璃基板（TGV）、先进封装掩模版，推出三款微纳直写光刻设备;其中，TGV玻璃基板光刻机具备批量生产能力，具备6μm及以下的光学解析能力，并已完成交付。

表：Orbotech、SCREEN部分直接成像设备（DI）对比

厂商	Orbotech（KLA旗下）		SCREEN
产品系列	Corus™ 8M	Nuvogo 1000R/1000RXL	LeVina
精细线路能力	最小线宽：8μm 最小间距：20μm	最小特征尺寸：18μm 解析度：2μm	L/S： 5/5 μm 5μm高分辨率成像
对位精度	±5 μm	±10μm	-
层间对位精度	10μm	20μm	-
适配基板尺寸	最大基板尺寸：660 mm × 660 mm；最大曝光面积635 mm × 660 mm	最大基板尺寸：660 mm × 812 mm；最大曝光面积635 mm × 812 mm	510*515mm基板
产能	-	290-300片/小时	100片/小时
产品定位	专为先进的高密度互连(HDI)（包括改良半加成工艺 mSAP）和 IC 基板批量生产而设计	专为量产而设计，几乎能在所有类型的感光膜上实现精细线路成像	面向FCCSP、FCBGA、FOPLP等先进封装市场、开发的直写式图形曝光设备

表：芯碁微装先进封装领域直写光刻设备详情

	WLP系列	PLP系列
产品型号	WLP 2000 WLP 2000P	PLP 3000 PLP 4000
最小线宽线距	2μm	3μm
支持基板尺寸	12/8英寸	最大可支持600 x 600mm
适用工艺	在 RDL、Bumping、TSV 等制程工艺中优势明显	
应用领域	用于倒装芯片、扇入型/扇出型晶圆级封装和 2.5D/3D 等先进封装形式	应用于面板级先进封装领域：包括 FC CSP、FC BGA、扇入型/扇出型 PLP 和 2.5D/3D等先进封装形式。可支持覆铜板，复合材料，玻璃基板
指导价格（千元/台）	10,000–25,000	7,000–10,000

来源：SCREEN，KLA，芯碁微装公告，观研报告网，洪田股份公告，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.7 检测设备： AOI是玻璃基板产线中应用最广泛的检测方案

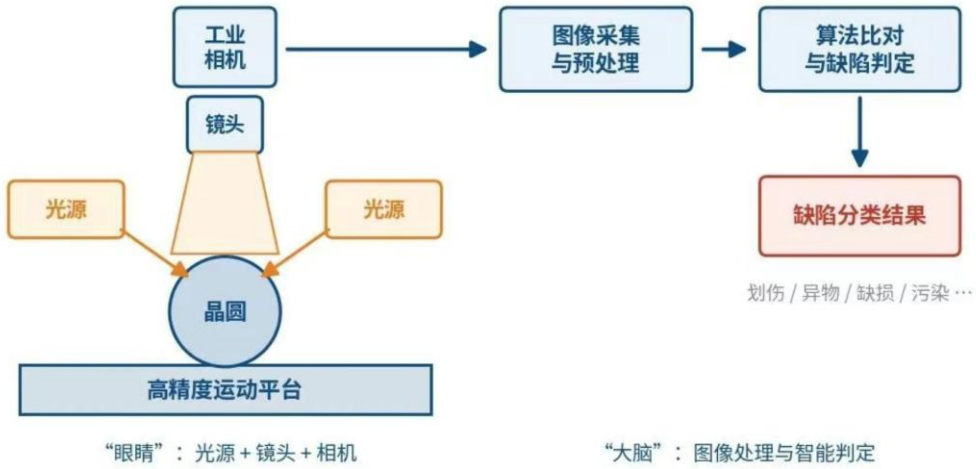
AOI是玻璃基板产线中应用最广泛的检测方案。高精度检测设备是保障玻璃基板量产良率和产品可靠性的重要设备。根据检测原理不同，玻璃基板检测主要分为自动光学检测（AOI）和X射线检测两类。其中，AOI具备检测速度快、设备成本相对较低等优势，已成为玻璃基板产线中应用最广泛的检测方案；而针对内部缺陷识别的X射线检测技术也逐渐成为玻璃基板检测体系的重要补充。

国内多家企业推出面向TGV先进封装的AOI检测设备，产业化进展顺利。国内已有多家企业推出面向TGV先进封装的缺陷检测设备，可用于TGV工艺中玻璃基板打孔、刻蚀等环节的表面缺陷的快速检查与分类。产业化方面，部分国产设备已取得客户验证及出货，标志着国产AOI检测设备在功能、检测精度、可靠性等方面获得了市场认可。例如，精测电子全资孙公司宏濑光电推出TGV AOI量检测设备Seal 200，2025年该产品已通过半导体封测行业头部客户严格验证并实现首台套顺利出货；2025年3月，北京电控所属北电检测自主研发的首台板级TGV先进封装缺陷检测设备成功入驻国内第一条TGV板级封装全自动化生产线。

表：自动光学检测（AOI）和X射线检测（X-ray ）方式对比

检测方式	原理	优势	局限	两者互补
AOI	通过光源照射被测物体，由高分辨率工业相机采集图像，再利用图像处理算法将采集到的图像与标准图像或设计规则进行比对，从而自动判断产品表面是否存在缺陷。	检测速度快、自动化程度高，设备成本相对较低；适用于生产线的在线实时检测	对于复杂内部结构、厚重封装或多层结构的内部缺陷检测能力有限	AOI适合快速检测封装表面缺陷，而X射线检测则专注于内部结构和隐藏缺陷的检测。二者结合不仅能够实现全方位无损检测，还能有效提高检测准确率和生产效率。
X射线检测	通过高能射线穿透封装材料，并在探测器上形成影像，从而显示封装内部结构情况	高穿透能力和三维成像能力，能够检测封装内部微小缺陷，保证产品可靠性	设备成本较高，检测速度相对较慢，通常用于关键部件的出厂质量检验和研发验证阶段	

图：AOI自动光学检测系统的基本组成



来源：今日光电，无锡九霄，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

04 重点设备公司

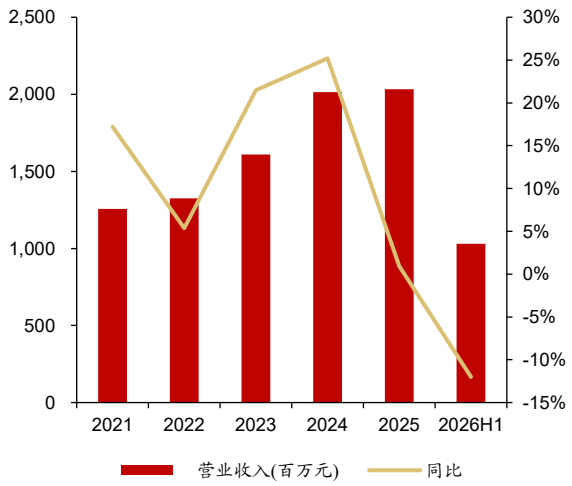
下载日志已记录，仅供内部参考

4.1 帝尔激光：光伏激光设备龙头，TGV设备打开空间

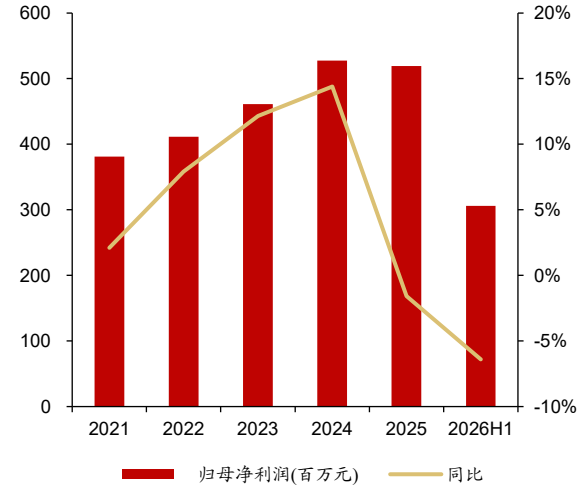
全球光伏激光设备龙头，TGV玻璃通孔设备实现海外市场突破。公司主要产品为光伏电池及组件的激光加工设备，覆盖BC、TOPCon、HJT、钙钛矿、叠层、PERC等电池及组件技术，是全球光伏电池激光精密加工设备龙头，全球市占率80.4%。此外，公司前瞻布局先进封装、新型显示及化合物半导体领域，掌握TGV激光微孔、PCB超快激光钻孔、MicroLED巨量转移等半导体激光加工核心工艺，适配多领域需求的同时持续拓展应用场景。

光伏下行期业绩平稳，盈利质量与现金流改善。2025年公司营收20.3亿元，同比+0.9%；归母净利润5.2亿元，同比-1.6%，毛利率46.6%、净利率25.5%，在光伏行业结构性产能过剩、下游资本开支收缩的背景下仍保持了韧性。2026年上半年营收10.3亿元，同比-12.0%，归母净利润3.1亿元，同比-6.4%，主要系光伏行业下行周期竞争加剧、产品价格承压所致。

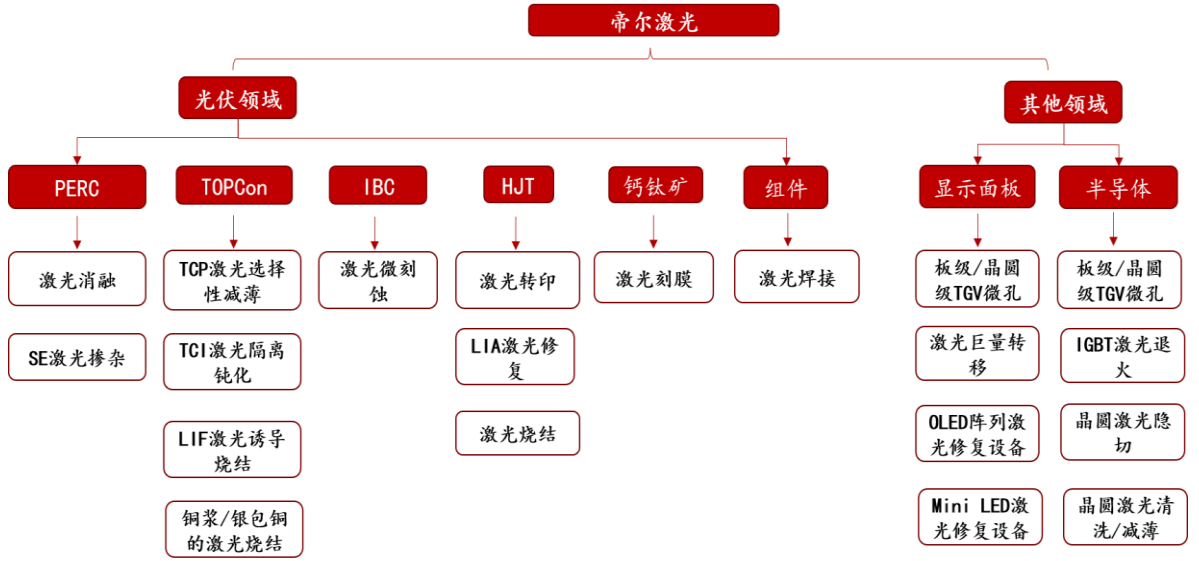
图：2025年营收20.3亿元，同比增加0.9%



图：2025年归母净利润5.2亿，同比下滑1.6%



图：公司主要产品



数据来源：帝尔激光公告，帝尔激光H股招股书，Wind，Choice，帝尔激光官网，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

4.1 帝尔激光：光伏激光设备龙头，TGV设备打开空间

TGV设备打造公司第二增长曲线。公司布局TGV设备多年，2022年完成首台TGV设备交付，2024年公司完成面板级玻璃基板通孔设备的出货，实现晶圆级和面板级TGV封装激光的全面覆盖。公司TGV激光微孔设备目前已实现晶圆级和面板级的全面覆盖，并完成面板级玻璃通孔设备的出货，技术处于国产厂商第一梯队。2026年公司TGV设备实现海外销售，并获得小批量复购订单。随着下游客户工艺验证逐步成熟，后续复购需求有望持续释放，TGV业务将成为公司业绩第二增长曲线。

图：公司TGV设备产品

产品类型	产品图	产品介绍
板级TGV激光微孔设备		1.用于大尺寸玻璃基板TGV微孔加工，实现高精度通孔、盲孔制备，满足板级先进封装垂直互连量产需求。 2.定制化成套光路系统，适用于多种玻璃材料加工，工艺效果稳定可靠 3.多种视觉定位模式，可适应Mark、外轮廓等定位方式
晶圆级TGV激光微孔设备		1.专用于4–12寸玻璃晶圆TGV精密微孔加工，采用激光改质工艺制备高精度通孔、盲孔与微槽 2.整机采用晶圆级洁净模块化设计，自动对位校准精度高、换型便捷，多光路并行加工架构，可适配研发小批量至晶圆量产高产能需求。 3.可制备通孔、埋孔、盲孔、微槽等多形态结构，适配石英、硼硅、钠钙、铝硅等多种玻璃材质。

数据来源：帝尔激光官网，全景网互动平台，艾邦半导体，浙商证券研究所

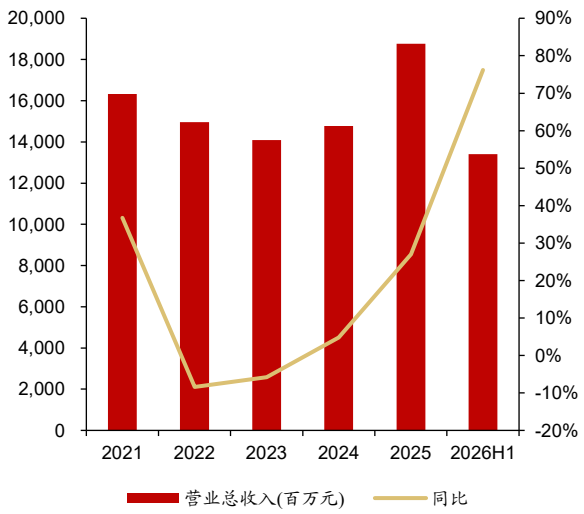
下载日志已记录，仅供内部参考

4.2 大族激光：激光装备龙头，垂直一体化多赛道协同布局

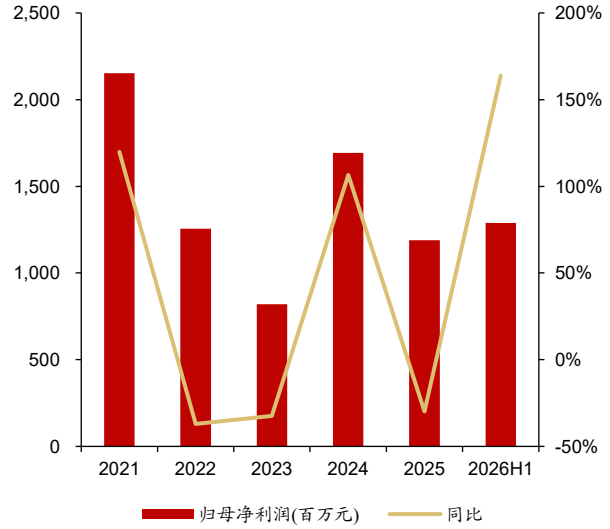
全球领先的激光智能制造装备龙头，精准卡位AIPCB设备、3D打印与新能源等高景气赛道，核心业务迎来弹性兑现。公司产品覆盖信息产业设备、新能源设备、半导体设备、通用工业激光加工设备四大核心板块，具备从基础器件、整机设备到工艺解决方案的垂直一体化优势，是全球领先的智能制造装备整体解决方案服务商。公司依托核心激光技术持续向高端制造细分领域延伸，聚焦先进封装、新型显示、动力电池加工等技术方向，在半导体激光加工、高端PCB激光设备等赛道持续取得突破。

26H1收入利润实现高增，多业务景气度全面开花。2025年公司营收187.6亿元，同比+27.0%；归母净利润11.9亿元，同比-29.8%；2026年上半年公司营收134.1亿元，同比增长76.2%，归母净利润12.9亿元，同比增长163.8%，主要系高端AIPCB需求增长显著，下游PCB企业投资持续高涨，公司全线产品订单大幅增长。

图：2026H1营收134.1亿元，同比增长76.2%



图：2026H1归母净利润12.9亿，同比增长163.8%



图：公司产品结构



数据来源：大族激光公告，大族激光官网，wind，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

4.2 大族激光：激光装备龙头，垂直一体化多赛道协同布局

持续布局玻璃基板精密加工设备，TGV技术落地有序。根据公司2025年年报，玻璃基板加工设备已经进入小批量阶段，能够满足先进封装市场对高精度玻璃加工设备的需求，实现TFV、裂片等玻璃加工综合解决方案，效果达到行业领先水平。

图：公司TGV设备产品

产品类型	产品示例图	产品介绍
晶圆级TGV设备		1.兼容300mm以下全尺寸玻璃晶圆加工，采用飞秒激光技术与自主研发的加工控制系统，配备高精度晶圆自动校正系统，支持全自动无人值守运行； 2.可制备盲孔、异形孔、圆锥孔等多种孔型，孔位置精度达3μm，运行速度≥800mm/s，孔真圆度≥95%，主要适配3D先进封装、射频器件、MEMS等场景大族激光

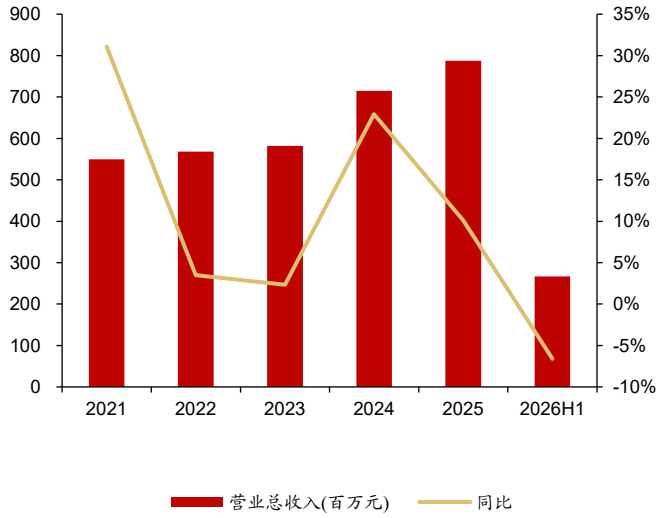
数据来源：大族激光公告，大族激光官网， wind，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

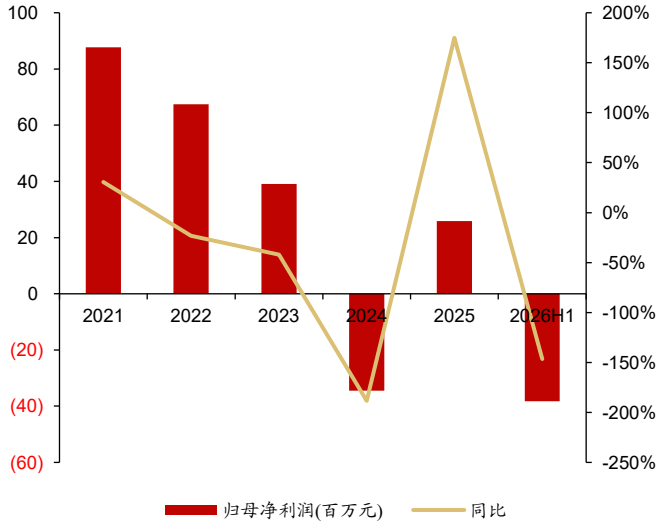
4.3 德龙激光：激光微加工龙头，拓展TGV激光设备

激光微加工龙头，拓展TGV激光设备。公司专注于激光精细微加工领域，业务板块包括精密激光加工设备、零部件加工、激光器、激光加工服务等，下游覆盖半导体、电子、新能源和面板显示应用领域。2025年公司精密激光加工设备、零部件加工、激光器、激光加工服务营收占比73%、10%、8%、6%，毛利占比68%、12%、9%、9%。2025年公司营收7.8亿元，同比增长10.1%；归母净利润2585万元，同比增长174.9%。2026年上半年公司营收2.7亿元，同比下滑6.6%，归母净利润-3818万元，同比下滑146.5%。

图：2025年营收7.8亿元，同比增长10.1%



图：2025年归母净利润2585万，同比增长174.9%



图：公司产品结构



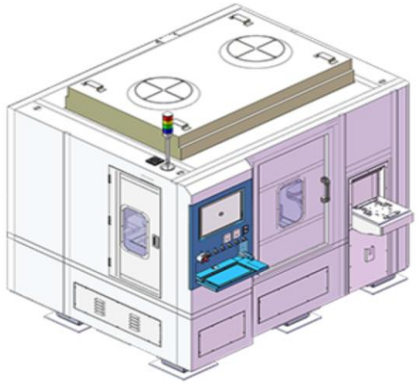
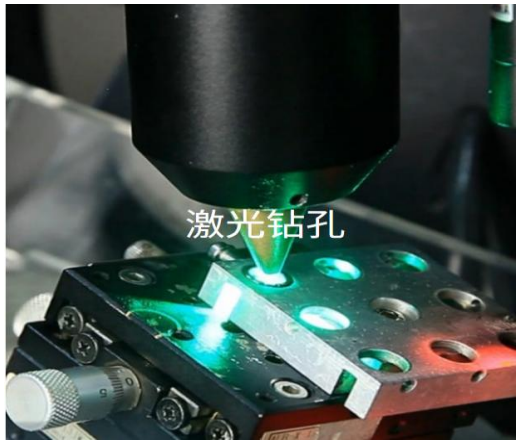
数据来源：德龙激光公告， 德龙激光官网，wind，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

4.3 德龙激光：激光微加工龙头，拓展TGV激光设备

TGV激光设备已实现小批量出货，布局玻璃基先进封装增量市场。公司TGV相关产品已市场化多年，并围绕半导体、光通信玻璃基板需求持续开展技术研发；同时携手合作方建成覆盖湿法清洗、激光诱导、湿法刻蚀的全工艺试验线，支撑TGV技术产业化落地。公司自研全自动晶圆玻璃通孔加工设备，依靠激光诱导技术，可完成0.1~1mm厚玻璃微孔加工，兼容各类盲孔、锥型通孔制备。2025年11月公司在投资者互动平台表示，适配先进封装场景的激光设备已达成小批量供货。

图：公司TGV设备产品

主要产品	产品示例图	应用领域	加工方式
晶圆玻璃通孔（TGV）设备		用于玻璃通孔（TGV）、玻璃钻孔等	

数据来源：德龙激光官网，德龙激光公告，Choice，艾邦半导体，浙商证券研究所

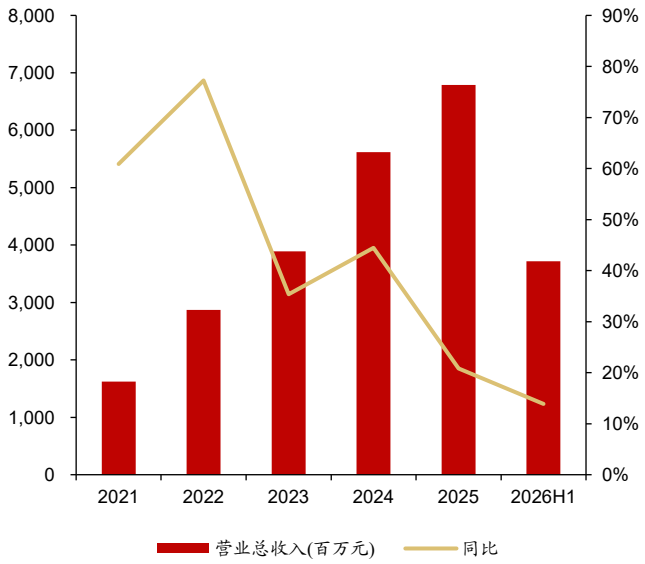
下载日志已记录，仅供内部参考

4.4 盛美上海：半导体清洗设备龙头，电镀设备第一梯队

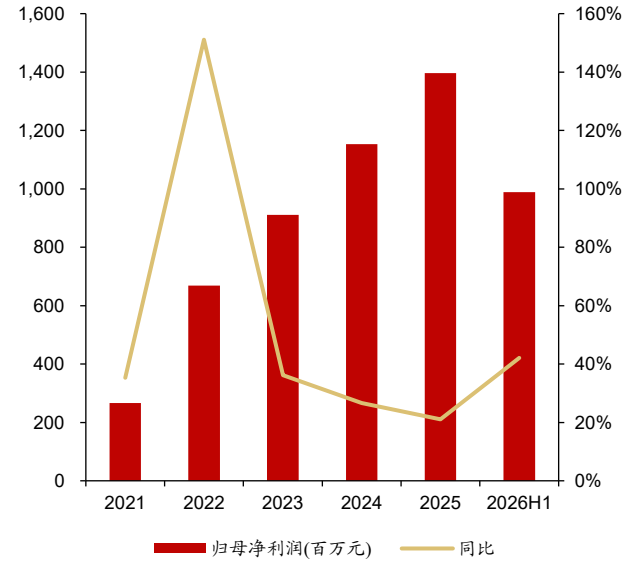
半导体清洗设备龙头，半导体电镀设备第一梯队。公司产品包括前道半导体工艺设备（清洗设备、半导体电镀设备、立式炉管系列设备、涂胶显影Track设备、等离子体增强化学气相沉积PECVD设备、无应力抛光设备）、后道晶圆级先进封装工艺设备、面板级先进封装设备以及硅材料衬底制造工艺设备等。主营产品半导体清洗设备、半导体电镀设备、先进封装湿法设备2025年营收占比66%、24%、5%，毛利占比61%、30%、3%。

业绩稳健增长，加大研发投入。2021-2025年公司营业收入由16.2增长至67.9亿，年复合增速43%；归母净利润由2.7增至14.0亿，年复合增速51%。2025年公司营收67.9亿元，同比增长20.8%；归母净利润14.0亿元，同比增长21.1%。2026年上半年公司营收37.2亿元，同比增长13.9%；归母净利润9.9亿元，同比下滑42.1%。公司为稳步推进新产品研发以及设备迭代，持续加大研发投入，保持技术领先以提升核心竞争力。

图：2025年营收67.9亿元，同比增长20.8%



图：2025年归母净利润14.0亿，同比增长21.1%



图：公司产品结构



数据来源：盛美上海官网，盛美上海公告，wind，浙商证券研究所

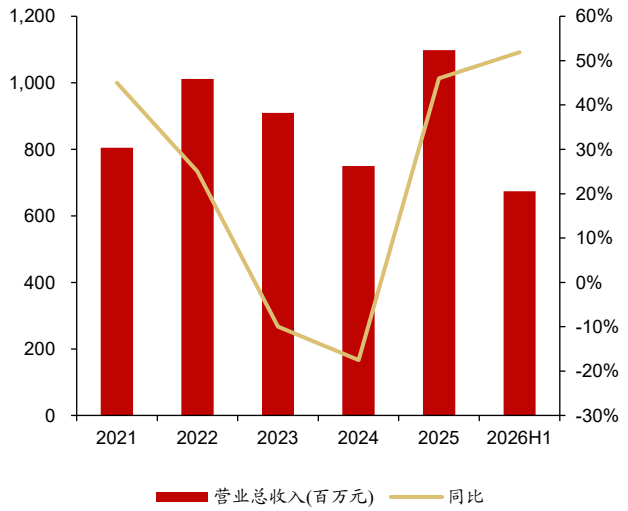
下载日志已记录，仅供内部参考

4.5 东威科技：国产电镀设备龙头，发力TGV电镀设备

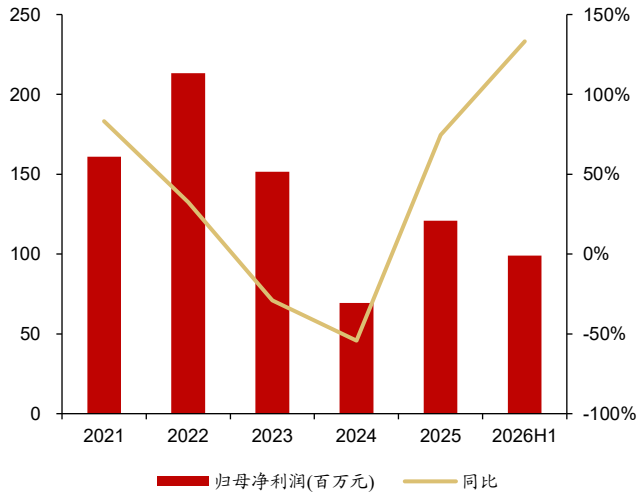
公司是国内PCB电镀设备龙头。公司业务板块包括高端印刷电镀领域专用设备（PCB）、通用五金表面处理设备、新能源领域专用设备等，下游覆盖高效能计算机、服务器、大数据中心、高端通讯设备、人工智能、云储存等领域。2025年公司PCB设备、五金设备、新能源设备、其他设备营收占比75%、14%、3%、8%，毛利占比80%、5%、3%、11%。

业绩稳健修复，2026年上半年业绩高增长。2025年公司营收11.0亿元，同比增长46.0%；归母净利润1.2亿元，同比增长74.6%，2026年上半年公司营收6.7亿元，同比增长51.9%，归母净利润1.0亿元，同比增长133.2%。

图：2025年营收11.0亿元，同比增长46.0%



图：2025年归母净利润1.2亿，同比增长74.6%



图：公司产品结构



数据来源：东威科技公告，wind，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

4.5 东威科技：国产电镀设备龙头，发力TGV电镀设备

加码玻璃TGV成套设备，把握先进封装红利。针对玻璃基板TGV领域布局三大核心研发项目：1）研发水平TGV电镀机，切入高端玻璃基板赛道；2）研发玻璃载板RDL专用垂直连续电镀设备，目标实现8μm/8μm/5μm精细线路、线路均匀性≥96%；3）研发TGV真空溅射镀膜设备，现阶段开展性能验证，力求达到国内一流技术水平，实现10:1双面镀膜纵横比、面铜厚度＜2μm、剥离强度5N/cm，服务高端TGV基板与半导体先进封装赛道。

图：公司TGV设备产品

主要产品	产品示例图	应用领域	市场地位
水平TGV电镀线（玻璃基板设备）		水平TGV电镀线可应用于半导体封装领域。它以高品质硼硅玻璃、石英玻璃等为基材，通过种子层溅射、电镀填充等工艺实现3D互联并可用于2.5D和3D集成半导体封装，为高端SIP和高算力芯片封装提供支持	业内首台，可批量水平式输送玻璃基TGV填孔产品，稳定的填孔效果兼顾生产效率的大幅度提升，行业内领先地位

数据来源：东威科技公告，浙商证券研究所

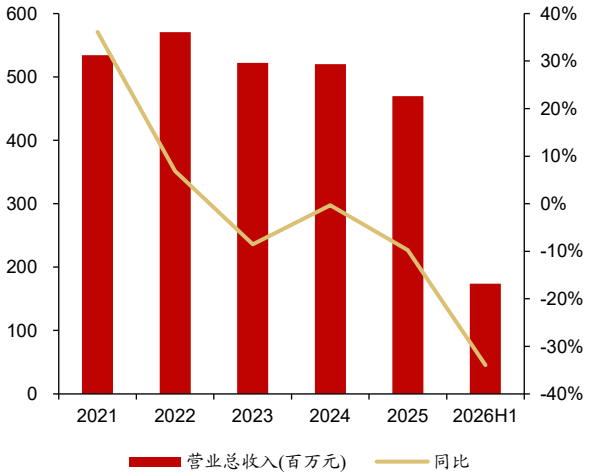
下载日志已记录，仅供内部参考

4.6 汇成真空：真空镀膜设备国内领先，拓展玻璃基封装镀膜设备

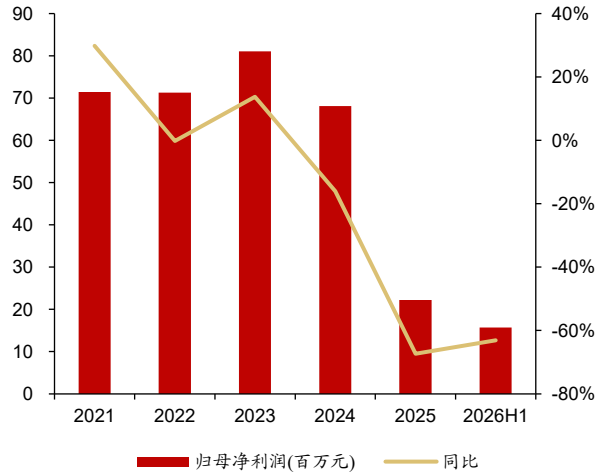
深耕高性能真空镀膜设备，产品下游应用领域广泛。公司业务板块包括真空镀膜设备工业品、其他消费品、消费电子、科研等，下游覆盖消费品领域，航空、半导体、核工业、工模具与耐磨件、柔性薄膜等工业品领域。2025年公司精密真空镀膜设备中工业品、其他消费品、消费电子、科研、耗材及配件营收占比36%、24%、22%、7%、5%，毛利占比31%、20%、21%、10%、7%。

近年来营收利润承压，拓展玻璃基板封装镀膜设备。2025年公司营收4.7亿元，同比下滑9.7%，归母净利润2225万元，同比下滑67.3%。2026年上半年公司营收1.7亿元，同比下滑33.9%，归母净利润1572万元，同比下滑63.1%。公司已构建TGV深孔沉积平台，成为玻璃基板互联解决方案的关键支撑力量，已在半导体先进AI芯片封装、光电封装、MiniLED背光/直显等领域展开布局，助推TGV走向产业化、规模化应用。

图：2025年营收4.7亿元，同比下滑9.7%



图：2025年归母净利润2225.3万元，同比下滑67.3%



图：公司TGV产品



数据来源：汇成真空公告，wind，浙商证券研究所

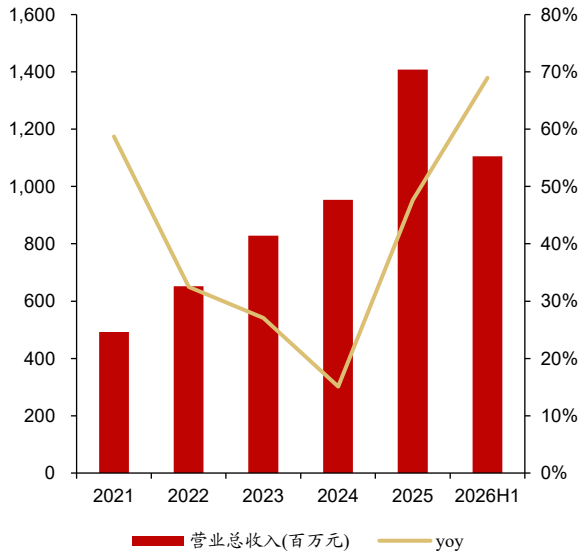
下载日志已记录，仅供内部参考

4.7 芯碁微装：全球PCB直写光刻设备龙头，泛半导体打开空间

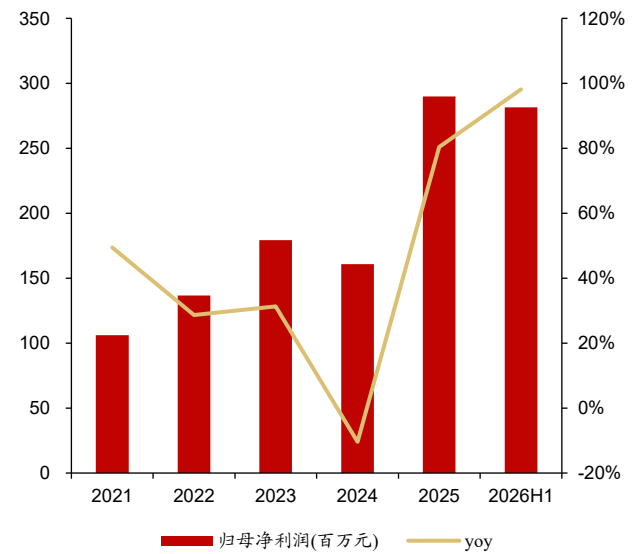
深耕直写光刻设备，PCB LDI 设备市占率行业第一，泛半导体设备打开成长空间。公司是国内领先的微纳直写光刻设备供应商，以 PCB 直接成像设备为基本盘，2025年PCB系列产品收入 10.8 亿元，占总营收约 76.7%；同时向先进封装、IC 载板、掩膜版等泛半导体场景延伸，2025 年泛半导体系列收入2.3亿元，占比约 16.6%。

在手订单饱满，业绩延续高位态势。2021-2025年公司营业收入由4.9亿元增长至14.1亿元，年复合增速30.1%，归母净利润由1.1亿元增长至2.9亿元，年复合增速28.6%。2025年公司营收14.1亿元，同比增长47.6%；归母净利润2.9亿元，同比增长80.4%。2026年上半年公司营收11.1亿元，同比增长69.0%；归母净利润2.8亿元，同比增长98.1%。PCB业务持续放量，高端化驱动量价齐升，泛半导体设备卡位领先，订单加速落地，26H2有望确收放量。

图：2025年营收14.1亿元，同比增长47.6%



图：2025年归母净利润2.9亿，同比增长80.4%



图：公司产品结构



数据来源：芯碁微装公告，Choice，芯碁微装官网，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

风险提示

产业化进度不及预期风险：玻璃基板仍处中试阶段，若链主量产时点推迟，设备需求释放将延后。

技术路线替代风险：若有机基板或硅中介层技术突破瓶颈，玻璃基板渗透逻辑或被削弱。

国产设备验证不及预期风险：国产设备若客户验证、良率爬坡不顺，国产替代进程将放缓。

下载日志已记录，仅供内部参考

行业评级与免责声明

行业的投资评级

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

1、看好 ：行业指数相对于沪深300指数表现＋10%以上；

2、中性 ：行业指数相对于沪深300指数表现－10%～＋10%以上；

3、看淡 ：行业指数相对于沪深300指数表现－10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

下载日志已记录，仅供内部参考

行业评级与免责声明

法律声明及风险提示

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

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

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

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

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

下载日志已记录，仅供内部参考

联系方式

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：http://research.stocke.com.cn