仅供内部参考，请勿外传！

证 券 研 究 报 告

后摩尔时代的底层技术跃迁

玻璃基板深度报告

证券分析师
任杰 A0230522070003
宋涛 A0230516070001
傅浩玮 A0230522010001
郝子禹 A0230524060003
2026.06.30

SWS RESEARCH

仅供内部参考，请勿外传！

投资要点：芯光共升级，把握核心趋势

- **芯光共升级催生玻璃基板产业革命。** 1）AI芯片：HBM堆叠功耗高；CoWoS（硅中介层）翘曲/散热等限制，3/2nm先进制程堆叠成本高、良率承压；2）光模块：1.6T升3.2T，FR4基板高频损耗大，热膨胀与高速不匹配；3）先进封测：硅中介层+TSV大尺寸限制、翘曲、材料利用率低、成本高。
- **4大应用场景价值量突出。**玻璃基板低高频损耗、面板低成本、超大尺寸、热稳定优势突出。1）玻璃中介层：2.5D/3D封装，对标硅中介层CoWoS；2）玻璃芯基板：高端FCBGA，对标ABF有机载板；3）临时载板，作为GPU/ASIC与多颗HBM共封装的互连底座；4）光电共封装，集成光波导实现光电融合。
- **近期海内外巨头纷纷布局、催化不断。**1）台积电CoPoS在6月联合iBiden+群创验证；2）英特尔自研玻璃芯基板，康宁高端无碱玻璃原片；台积电CoPoS玻璃封装平台2028下半年量产，英伟达Feynman架构GPU为首波落地产品。3）5月京东方与康宁备忘录；京东方投约10亿 TGV试验线+玻璃基载板。4）康宁玻璃桥技术路线发布。
- **产业化初期，成长空间广阔。**产业化节奏；2026中试、小批量验证；2027预计大幅资本开支：2028国内外链主方案确认开始量产；2030-2032渗透率大幅提升。玻璃基板产业升级需要五年以上维度，具有长期成长潜力和广阔的发展空间。
- **价值量分布：原片与深加工均空间广阔。**原片→穿孔→镀铜→RDL→封装封测。预计产业链价值分布由各环节壁垒决定，产业链卡位关键阶段的竞争力在于原有技术迁移。当前处于不断调试方案阶段，先发与后发企业你追我赶。建议关注原片企业**力诺药包**，**旗滨集团**、**彩虹股份，戈碧迦**，深加工企业**长信科技**，**沃格光电**，**凯盛科技**等；材料企业**天承科技**，**艾森股份**，**江化微，雅克科技**等；机械设备**帝尔激光，英诺激光等。**
- **风险提示：**技术路线变革导致资本开支失效，技术良率与成本曲线改善不及预期，上游原片与关键设备的进口与专利约束，产业化节奏与需求兑现的不确定性，集中扩产下的价格竞争。

仅供内部参考，请勿外传！

先进封装升级带动基板产业革命

- **封装技术经历体系化演进：**1D封装主要由通孔插装/引线键合，以DIP、TO等为代表；2D封装则主要为表面贴装/面积阵列，SOP、QFP等表贴以及BGA/CSP/FC等阵列互连；2.5D封装则是并排异构集成，在中介层上实现多芯片高密度互联，依赖RDL/TSV等；3D封装主要为垂直堆叠集成，通过硅穿孔等实现芯片间三维互联。其中2000年后由WLP、SiP到2.5D/3D的“从二维到三维”成为先进封装主线，满足小型化、多I/O与高集成的性能诉求。
- **芯光共升级催生玻璃基板产业革命。** 1）AI芯片：HBM堆叠功耗高；CoWoS（硅中介层）翘曲/散热等限制，3/2nm先进制程堆叠成本高、良率承压；2）光模块：1.6T升3.2T，FR4基板高频损耗大，热膨胀与高速不匹配；3）先进封测：硅中介层+TSV大尺寸限制、翘曲、材料利用率低、成本高。

图.先进封装发展历史

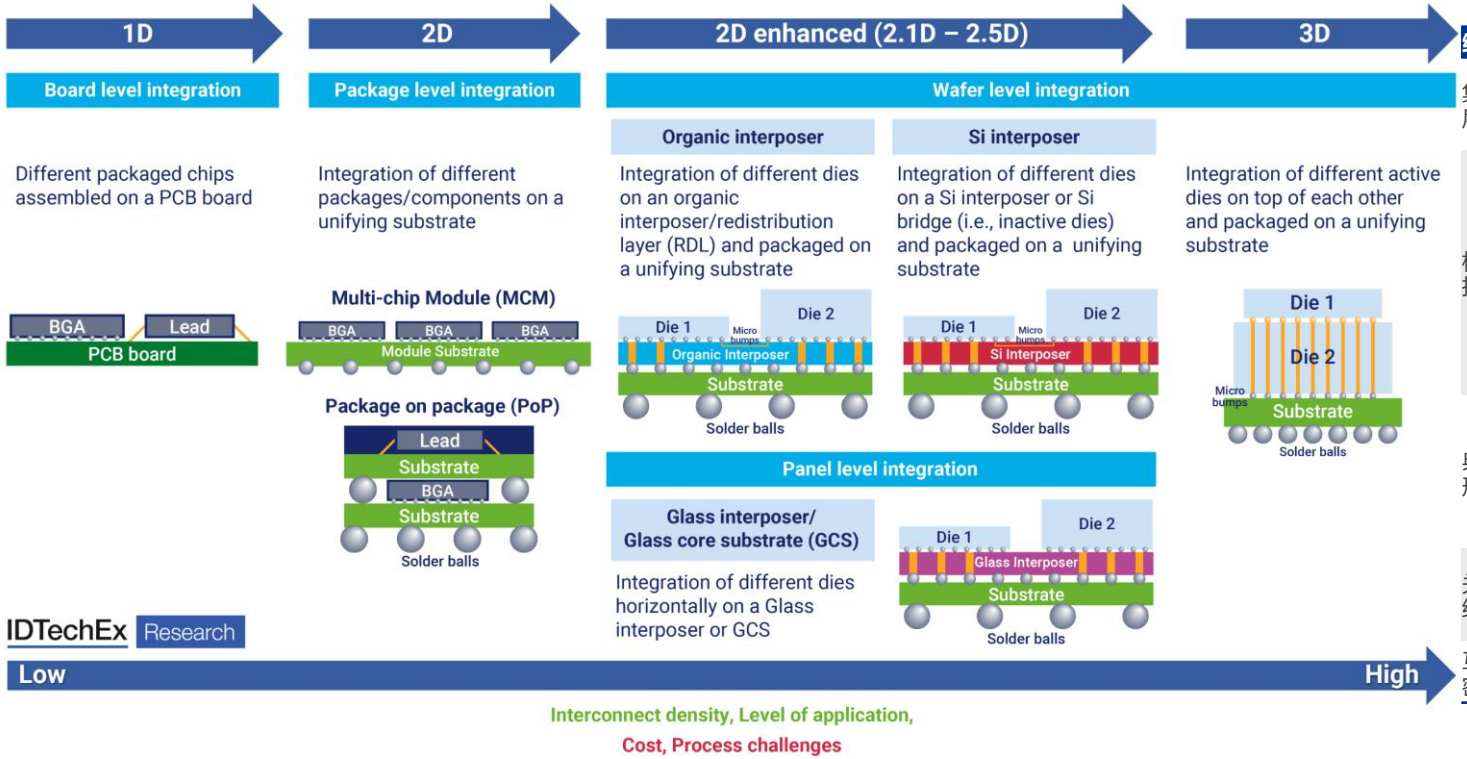


表.各代封装技术简要介绍

维度	1D	2D	2.1D - 2.5D	3D
集成层级	板级封装（PCB + 封装器件）	封装级平面多芯片（MCM / PoP / Fan-Out Wafer/Panel）	引入中介层（RDL / Si Interposer）	垂直 Die 堆叠（TSV / Hybrid Bonding）
核心技术	主要依赖传统的 PCB 板，芯片先封装成 BGA 等形式，再通过引脚或焊球焊接在主板上，是最基础的离散式集成。	开始在同一块封装基板上集成多个芯片（MCM），或者通过 PoP 实现上下堆叠，提升了封装密度，但仍受限于平面空间。	引入了中介层（Interposer）技术。裸片不再直接连基板，而是先连到带有精密走线的中介层上，再由中介层连到底层基板。其中硅中介层（Si interposer）能实现极高的互联密度，是高性能计算（如 AI 芯片）的核心技术。	直接在垂直方向上堆叠裸片（如处理器叠内存），通过微凸点直接连接，互联距离最短，带宽最高，代表了封装技术的终极方向。
典型形态	• BGA (球栅阵列) • Lead (引线) • PCB board (印刷电路板)	• MCM (Multi-chip Module, 多芯片模块) • PoP (Package on package, 堆叠封装)	• Organic Interposer (有机中介层) • Si Interposer (硅中介层) • RDL (Redistribution Layer, 重布线层)	• Die 1 & Die 2 垂直堆叠 • Micro bumps (微凸点) 互连
关键结构	[BGA] → [Lead] → [PCB board]	[BGA] → [Module Substrate][PoP: Lead → Substrate → Solder balls]	[Die] ↔ [Micro bumps] ↔ [Organic/Si Interposer] → [Substrate]	[Die 1] ↔ [Micro bumps] ↔ [Die 2] → [Substrate]
互联密度	低	中等	高	极高

资料来源：IDTechEx（英文科技咨询公司），申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

玻璃基板：同时解决AI/HPC的三大理论痛点

- **AI算力芯片与先进封装快速发展**，传统有机基板如ABF/BT逐步暴露出翘曲、热膨胀不匹配、高频损耗大、密度受限等瓶颈。AI芯片大面积化、Chiplet/3D封装、CPO光模块、超高速通信等多场景带动了对更高平整度、更优热力学、更高布线密度及信号完整性的基板材料的升级需求。
- **玻璃基板同时命中了AI/HPC封装的三大核心矛盾：高频损耗、尺寸扩展、CTE匹配。**电学上，玻璃的Dk约2.5-6，Df约0.0001-0.005，显著低于硅，也优于主流有机高速材料平台；力学上，玻璃的CTE可设计在3-9 ppm/°C，能够更靠近硅；尺寸上，玻璃的另一个巨大优势是矩形大面板。与硅的300mm圆晶圆相比，玻璃可以直接走510×515mm、620×750mm甚至600×600mm等级的面板生产路径。对于越来越大的AI封装，这种面板化经济性非常关键。

表.不同基板技术的性能与成本比较

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)	0.4 mm/0.4 mm	6 mm/6 mm	2 mm/2 mm
	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 (1 GHz,25 °C) ×10^{-4}	11.7~12.9(较高)	4.2~4.9(低)	3.3~5.1(低)
	介电损耗 Df (1 GHz,25 °C) ×10^{-4}	50(低)	180(高)	0.2(HPFS 7980) / 35(AF 32 eco) (极低)
	(10 GHz,25 °C) ×10^{-4}	150(高)	250(高)	21(SCHOTT ® low-loss) 极低
	绝缘电阻 R/(W·cm)	10^{2}(低)	≥10^{8}(高)	≥10^{12}(极高)
热机械性能	CTE/(×10^{-6}·°C^{-1})	3(与芯片匹配)	>13(与芯片失配严重)	可调,约 3~9 (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,刚性高)
工艺与成本	工艺复杂度	高(需绝缘层沉积)	低(成熟 PCB 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(受限: ≤300 mm)	面板级(成熟)	面板级(潜力巨大: ≥500 mm)

资料来源：李圣斌等,《TGV技术发展现状与未来挑战》，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

玻璃基板：本质是需求升级带来更高的性能要求

- **核心原因是芯片尺寸与带宽需求把传统封装材料推向物理边界。**
  - 面对芯片微型化逼近物理极限、摩尔定律*逐渐失效的挑战，半导体行业急需新的突破路径。
  - 3D 封装、小芯片架构及玻璃中介板/载体的引入，为高性能计算与人工智能芯片提供了全新可能——更强的性能、更低的成本，但需要大幅提高互连密度；
  - 封装不再只是后道配角，而成为性能、功耗、带宽和成本的共同约束项；
  - 传统有机基板在翘曲、via pitch、介电损耗上承压；
  - 硅中介层虽然精细，但在面积、成本、高频损耗、面板化扩展上也存在瓶颈；
  - 玻璃基板成为“兼顾电学性能与大尺寸扩展”的替代路线。

图：玻璃基板样品

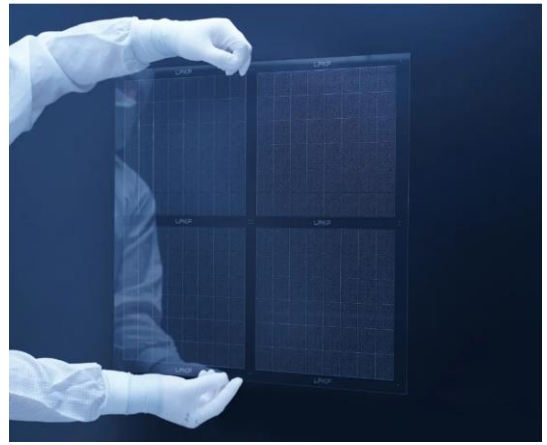
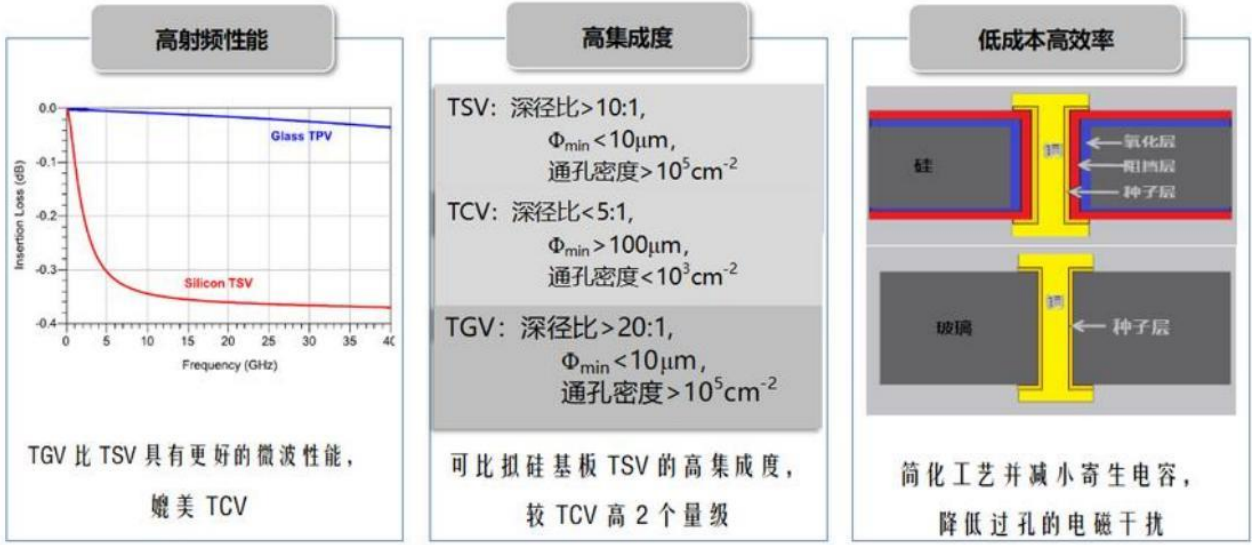
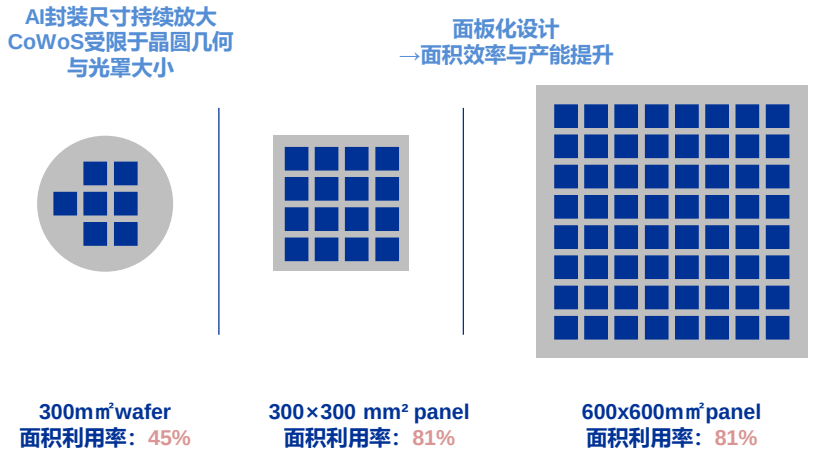


图.TGV产业链优势



图：PLP面板级和硅晶圆单位产出对比



资料来源:乐普科，台湾工研院，陈力等《玻璃通孔技术研究进展》、钟毅等《芯片三维互连技术及异质集成研究进展》、喻甜等《玻璃通孔技术的射频集成应用研究进展》，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

4大应用场景：中介层、核心基板层、临时载板、光电共封装

- **玻璃基板的应用场景：主要包括玻璃中介层**（Glass Interposer）**、玻璃芯载板**（Glass Core Substrate，Core）**、玻璃载体/临时载板**（Carrier）以及光电共封装场景。
- **玻璃中介层位于芯片（GPU/ASIC、HBM等）与IC载板之间**，承担高密度I/O扇出与高速互连，采用TGV（玻璃通孔）+RDL（重布线）实现垂直与平面互连。相较硅中介层，具备低介损、高平整度、与硅相近CTE及大尺寸面板化潜力。
- **玻璃芯载板是在IC载板中用玻璃替代传统ABF/BT的核心芯层。**上下继续堆叠ABF膜或RDL作为介电与布线层，面向CPU/GPU/ASIC等大尺寸封装承载。非“替代ABF膜”，而是先替代“有机核心层”，ABF仍与玻璃协同共存。
- **玻璃载体是在晶圆减薄与背面工艺（TSV、RDL、植球等）中**，将器件晶圆临时键合到玻璃载体，完成背面/扇出/面板级工序后再解键合，载体可复用；凭借高平整度与高透光性，支持激光解键合，是2.5D/3D与FOWLP/PLP产线的主流材料。

图.先进封装中玻璃中介层示意图

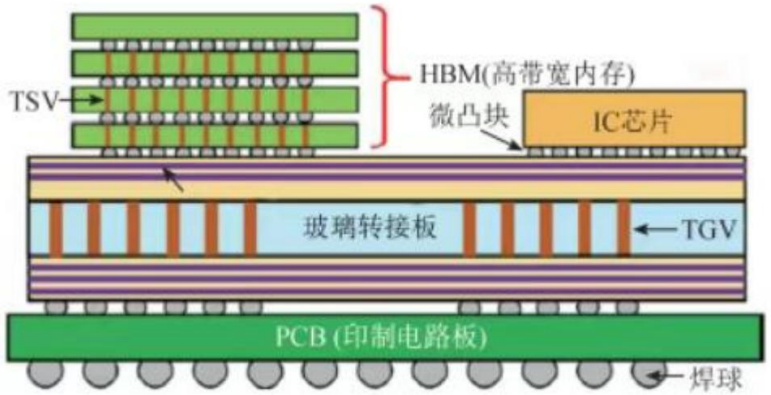


图.康宁基于玻璃基板的CPO方案，展示了玻璃基芯板的结构

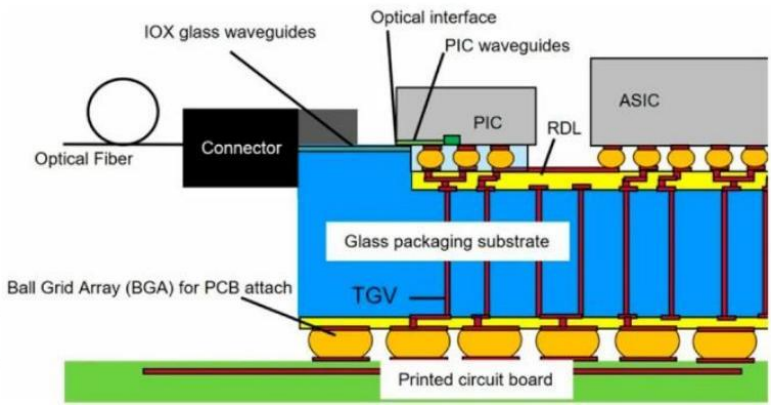
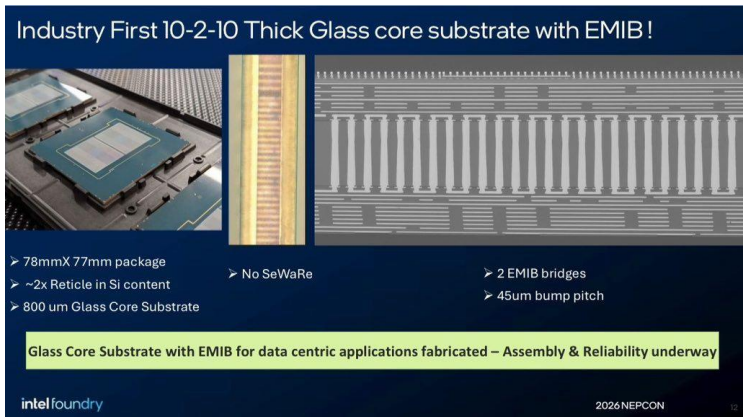


图. Intel EMIB + Glass 玻璃芯载板示意图



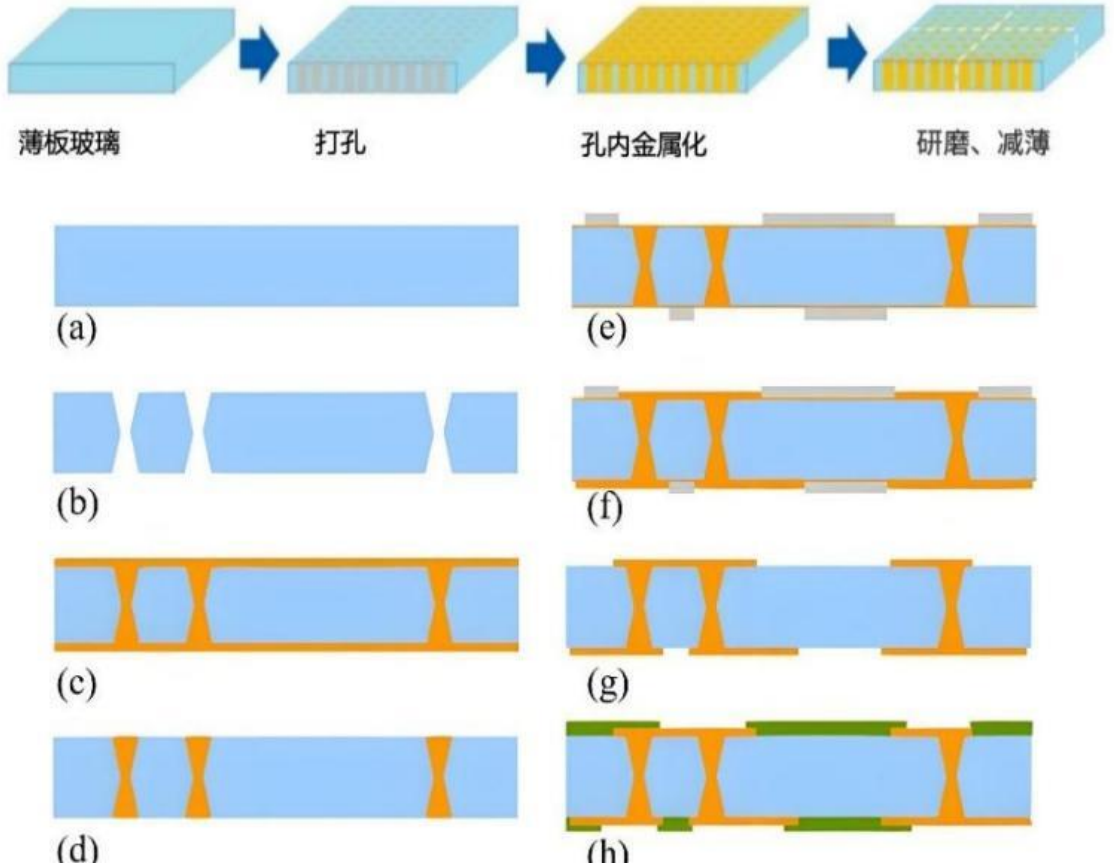
资料来源:台湾工研院，陈力等《玻璃通孔技术研究进展》(2021)、钟毅等《芯片三维互连技术及异质集成研究进展》(2023)、喻甜等《玻璃通孔技术的射频集成应用研究进展》(2025),Intel 于 NEPCON Japan，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

玻璃基板：逐步跨越的“工程鸿沟”，产业壁垒孕育高利润率

- **玻璃基板工艺流程主要包括以下环节：**
  - (a) 上游原片制造
  - (b) 成孔环节：激光改性+蚀刻
  - (c) PVD阻挡层、种子层，双面电镀/铜沉积
  - (d) 退火与CMP化学机械抛光/去铜层
  - (e) PVD镀膜
  - (f) RDL重布线层布置
  - (g) 去胶、Cu/Ti刻蚀
  - (h) 钝化层/介电层形成。

图.玻璃基板工艺流程图



仅供内部参考，请勿外传！

原片环节：玻璃基板复杂加工工艺的基础

- **原片是产业链开始，也是玻璃基板下游加工性能的基础。**主流材料为无碱/低碱硼硅特种电子玻璃，也包括铝硼硅、铝硅酸盐等体系。
- **1）热学参数：CTE 是第一关键指标。**玻璃基板缓解有机材料因CTE失配导致的翘曲、焊点疲劳和分层问题的性能由原片决定。原片的热膨胀系数 CTE 可控制在3–9 ppm/°C是后续复杂加工链条的基础。
- **2）电学参数：Dk/Df 决定高速传输能力。**半导体封装用玻璃要求Dk≤6.0、Df≤0.005，更先进口径下，玻璃的Df可低至0.001–0.003@GHz。Dk偏高会带来更大的寄生电容和时延。Df偏高会在长距离和高频环境下放大插损与串扰。
- **3）表面质量：粗糙度、平整度、TTV（全厚差）。**玻璃基板能支撑高密度RDL，靠的是极低表面粗糙度与高平整度。
- **4）力学与热稳定性：杨氏模量、Tg（玻璃化转变温度）、强度、纯度。**高模量意味着大尺寸封装下更不易变形，高Tg则意味着其在回流焊和后段热处理窗口中更稳定。切割、熔融、退火、打孔全流程应力控制，避免后续出现微裂纹、分层和翘曲。

表. 原片的核心参数决定了玻璃基板的性能基础

参数	典型指标	对后续工艺的影响
CTE	3–9 ppm/°C	决定热应力、翘曲、焊点疲劳
Dk	≤6.0；常见2.5–6.5	决定阻抗、寄生参数、时延
Df	≤0.005；先进0.001–0.003@10GHz	决定高速损耗与串扰
表面粗糙度	<1nm / <4nm / <0.1μm	决定RDL极限
杨氏模量	50–90GPa	决定抗弯曲、抗翘曲能力
Tg	>500°C	决定高温工艺稳定性
纯度	99.99%	决定介损、缺陷与稳定性
厚度	100–700μm常见	影响AR、机械强度与翘曲

表. 玻璃基板原片的加工难点和壁垒

痛点	典型表现	根因/约束	工程要点
配方与CTE可调的多目标优化	Df/强度/稳定性/CTE难兼顾；CTE不匹配致翘曲/剥离/裂纹	高频应用Df门槛高；不同应用需不同CTE窗口（3.x或7–8）	客制化配方与参数窗设计；系统级CTE协同设计
高纯熔制与低缺陷成形	气泡/夹杂/条纹、成分不均；TTV/平整度不达标	半导体级洁净与均匀度要求极高	熔制净化/均化与在线监控；大板TTV/平整度控制
大尺寸薄型化与工艺路线选择	薄化下易翘曲/碎裂；成本/产能/良率难兼顾	溢流/浮法/流孔各有约束；前段投资重	溢流法参数优化；贵金属通道与热端工艺稳定化
与TGV刻蚀的化学响应一致性	孔形/孔径一致性差；“沙漏/不通孔”	成分微差→HF反应速率差；TTV影响激光焦深	成分与批次控制；TTV/平整度严控
机械/边缘强度	研磨/搬运/热循环中碎裂与隐裂	玻璃硬脆特性	配方与工艺提升韧性与边强；边缘强化方案
寡头垄断与供给周期	高端原片供给受限；导入慢	海外CR高；熔窑周期12–18月	前瞻产能规划与本土替代加速
层数承载能力差距	稳定承受约5层，距7–11层有差	配方/强度/工艺积累不足	针对高层布线的材料/工艺协同迭代
标准与验证缺失	适配/签核周期长	行业标准体系未完备	建立面向封装的标准与寿命数据库

资料来源：Trendforce集邦咨询，芯探077，IDTechEx（英文科技咨询公司），申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

原片环节：光伏、药用、显示玻璃的三条技术迁移和复用路线

- **玻璃基板作为新兴产业技术，各环节均需摸着石头过河———其主要技术路线与生产工艺需依托已有技术的迁移和复用，以此减少Know-how过程的探索。原片环节已有进展主要有三条路线迁移方案：光伏玻璃、药用玻璃与显示面板玻璃。**
- **先进封装用玻璃基板原片的硬约束是必须走高硼硅玻璃路线，**并满足低热膨胀系数、低介电损耗、高平整度、高强度、高纯度、低内应力，其中CTE需要尽量贴近硅。
- **药用玻璃的技术迁移或更具优势。**中硼硅药玻的平均线膨胀系数大约 4-5×10^-6/K或 约5.0×10^-6/K；高硼硅玻璃的平均线膨胀系数约3.3×10^-6/K。而先进封装玻璃基板目标CTE通常要求约3.2ppm/℃或3-5ppm/℃。
- **当前玻璃原片主流工艺包括溢流熔融下拉法、狭缝/流孔下拉法、浮法、二次拉制法。**溢流下拉法与浮法是当前两大主流路线，而狭缝下拉在小尺寸高硼硅、厚度控制上有优势，二次拉制更适合新品试制和小批量验证。

图：玻璃基板生产方法比较

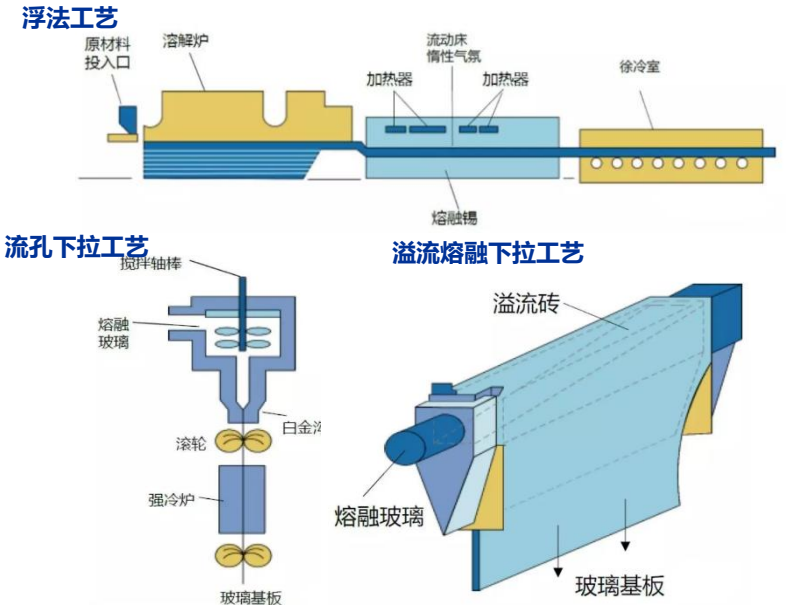


表. 四种生产玻璃基板原片的工艺比较

工艺路线	工艺特点	优势	主要短板	适配度
溢流熔融下拉	双面不接触模具/锡液，空中熔合垂直下拉	双原始镜面、粗糙度<0.5nm、CTE一致性优、可免抛光直做TGV	设备壁垒极高、单窑产能小、投资大	最高
狭缝/流孔下拉	铂金漏板垂直引出，牵引控厚	适配高硼硅，小尺寸灵活，厚度精度±5μm	大板受限、铂耗高	中高
浮法	锡槽摊平，拉边控厚	单窑吨位大、大板成本低、设备成熟国产化高	贴锡面锡析出，需化学研磨/抛光，TGV易裂纹	中等
二次拉制	厚坯二次加热拉薄或蚀刻减薄	试制灵活、无需新建大窑、小批量低前期投入	良率低、废液成本高、量产性一般	试产适合，量产一般

表. 药用玻璃对硼硅基玻璃产品更加了解， 或相对占优

原片关键要求	目标/表现	对应可复用能力	技术比较
材料体系	高硼硅/硼硅基	硼硅配方设计、B_2O_3挥发控制、窑炉耐材匹配	药用玻璃最接近
热膨胀系数CTE	约3.2ppm/℃或3-5ppm/℃	成分调配、均匀性控制、退火制度	药玻/显示优于光伏
表面粗糙度	<0.5nm（溢流法天然优势）	成型面质量、后续抛磨适配	显示溢流法最强
厚度均匀性	狭缝下拉可达±5μm	漏板、牵引、温场控制	显示/药玻下拉体系强
纯度/杂质控制	99.99%级	低碱/低锂/低铁、原料纯化、工艺洁净度	药玻/显示优于光伏
大板尺寸能力	主流规格310×310mm、未来515×510mm	大尺寸成型、热均匀、低翘曲搬运	显示/浮法能力强
低翘曲低应力	直接影响TGV/RDL良率	退火曲线、切割/减薄应力控制	药玻与显示更易迁移

仅供内部参考，请勿外传！

原片环节：硼硅玻璃性能匹配度高

- **玻璃基板原片以硼硅酸盐玻璃为主**，亦包含铝硼硅与铝硅酸盐等衍生体系，均属于无碱或低碱特种电子玻璃，兼顾低介电与可调热膨胀的组合优势。SiO_2骨架中引入B_2O_3，可有效降低CTE并显著提升抗热震与化学稳定性；以Al_2O_3替代碱金属可稳定网络并同步增强机械强度，是实现“低CTE+高强度”的关键化学路径。**因此，对硼硅玻璃的性能把握是玻璃基板原片的核心技术壁垒。“药玻同源”路径的可行性**：半导体玻璃基板与药用中性硼硅玻璃共享材料体系与核心工艺瓶颈，配方精准、低碱管控、大尺寸均匀性，这为切入半导体级原片提供能力迁移基础与验证路径。
- **高纯 TGV 玻璃原片目前主要依赖肖特（SCHOTT）、康宁（Corning）、旭硝子（AGC）等国际企业。**国内企业如力诺药包、彩虹股份、凯盛科技等均有一定进展和突破。原片环节的中期胜负手在于原片质量、良率与规模化一致性能力的同步达标。

表. 常见的玻璃基板型号和种类，硼硅玻璃性能更优

基板型号	类型	CTE/(10^{-6}/°C)	DK ε_r	Df 损耗角正切/10^{-3}
SCHOTT Borofloat33	硼硅酸盐玻璃	3.3	4.5	7.5 (10 GHz)
SCHOTT D263Teco	低碱硼硅酸盐玻璃	7.2	6.3	10.1 (5 GHz)
SCHOTT B270D	钠钙玻璃	9.4	6.7	7.5 (5 GHz)
SCHOTT AF32	铝硼硅玻璃	3.2	5.1	6.1 (10 GHz)
SCHOTT AF35G	铝硼硅玻璃	3.3	5.2	5.3 (5 GHz)
SCHOTT AS87	铝硅酸盐玻璃	8.7	7.2	17.2 (5 GHz)
SCHOTT 8325	硼硅酸盐玻璃	3.3	4.5	2.1 (10 GHz)
Corning 7980	石英玻璃	0.5	3.8	0.3 (77 GHz)
Corning SG3.3	硼硅酸盐玻璃	3.3	4.6	3.7 (1 MHz)
Corning Eagle XG	铝硼硅玻璃	3.2	5.3	1 (1 kHz)
旭硝子(AGC) EN-A	铝硼硅玻璃	.	.	(GHz)
电气硝子(NEG) ABC-1	铝硼硅玻璃	3.7	5.6	1 (1 MHz)

资料来源：陈俊伟等，玻璃基板在光电共封装技术中的应用，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

TGV成孔环节：产业链最核心的工艺壁垒

- **TGV即Through Glass Via，玻璃通孔。**TGV是玻璃基板区别于普通玻璃的标志性工艺。其目标是通过垂直微孔实现芯片上下层高密度电连接，技术难点集中在高深宽比、小孔径、低损伤、孔形一致性和可量产良率。
- **激光诱导深度刻蚀（LIDE）或是TGV 批量制造的最优技术路径。**首先，使用特殊设计的超快激光器聚焦于玻璃内部，沿着预设的通孔路径进行高速扫描。激光能量在玻璃内部形成微小的、连续的“改性区域”,但并不去除任何材料。其次,将经过激光处理的玻璃基板浸入化学蚀刻液(通常是氢氟酸 HF 或氢氧化钾KOH 溶液等)中。在蚀刻液中,激光改性区域的蚀刻速率比未改性区域快数百倍,从而精确地形成高质量的通孔。LIDE 是由德国 LPKF 公司率先商业化并主导的尖端技术。

图.激光诱导深度刻蚀（LIDE）工艺是成孔的核心技术

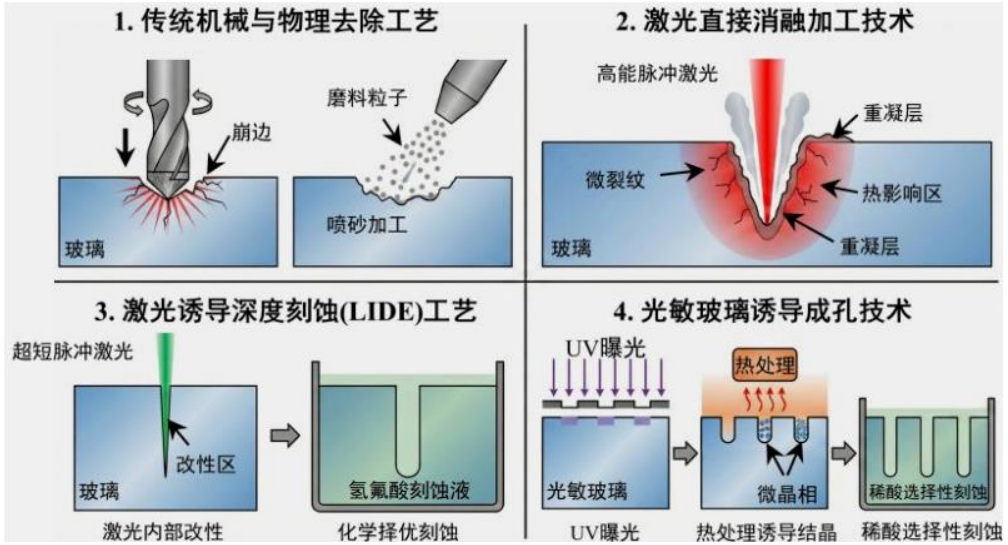
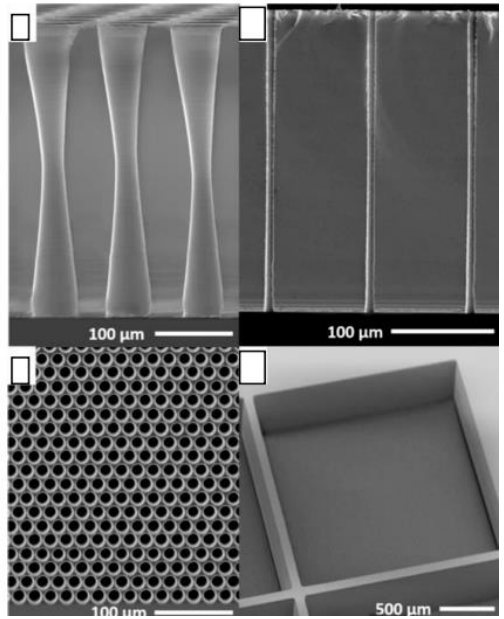


图.激光诱导深度刻蚀的玻璃通孔和玻璃三维结构SEM图



资料来源：纪执敬等,玻璃通孔三维互连镀铜填充技术发展现状，赵强等,高性能封装玻璃基板TGV技术的研究现状、挑战与未来展望，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

TGV成孔环节：产 业链最核心的工艺壁垒

- **LIDE技术优势明显。1)保留玻璃的机械强度：**LIDE加工过程因完全规避了剧烈热效应,因此所制通孔边缘光滑,无明显裂纹、崩边及热应力,能最大限度保留玻璃基板原有的机械强度；**2)满足高精度要求：**LIDE技术可实现极高深宽比的通孔加工,范围覆盖 1:10 至 1:50,通孔直径最小可至 10 μm ,满足高精度结构需求。
- **玻璃通孔成孔技术是制约TGV发展的主要困难之一。**满足高深宽比、窄节距、高垂直度、侧壁粗糙度、低成本等诸多参数的通孔技术难度较大。孔径、深宽比、孔间距是TGV生产的三大基础几何参数，这决定了玻璃基板的I/O密度上限、电镀填孔难度。

表.通孔技术的核心参数及难点

参数	典型范围/目标	主要挑战	对后续影响
孔径	3–100μm	小孔径下激光/刻蚀控制难	决定互连密度、电镀难度
深宽比	3–10:1主流，先进至50:1	AR越高，镀层越难均匀	决定铜填充窗口
孔间距	最小约2×孔径	过密导致应力耦合	决定I/O密度与裂纹风险
孔数密度	>250 vias/mm²	大面积一致性难	决定高I/O承载能力
孔径均匀性	±0.5μm@50μm孔径	面板全域能量/刻蚀一致性难	影响金属化一致性
真圆度	U%≤5%	激光和药液流场波动	影响填孔与电阻分布
侧壁粗糙度	Ra<0.8μm建议	玻璃脆性与刻蚀差异	影响附着力与裂纹

图. 乐普科LPKF Vitrion S 5000激光诱导设备（左）与盛美上海湿法刻蚀设备（右）



资料来源： LPKF（乐普科，激光设备公司），盛美上海，李圣斌等，TGV技术发展现状与未来挑战，赵强等《高性能封装玻璃基板TGV技术的研究现状、挑战与未来展望》，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

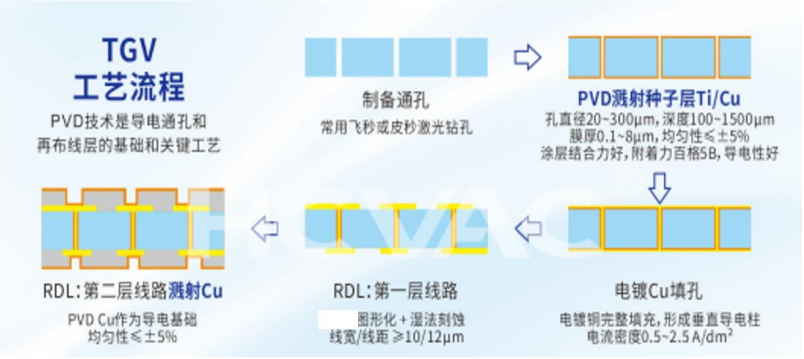
镀铜环节：壁垒最高的核心工艺环节之一

- **镀铜是玻璃基板成为可用封装互连基板的关键一步：**镀铜承担着让绝缘玻璃具备导电通路、从几何孔洞变成电/热/机械互连结构、为RDL及后续封装搭好电连接基础的关键作用。**镀铜的主要难点是玻璃绝缘、光滑、脆性、低润湿、CTE失配、且大尺寸多层堆叠的体系里完成微米级高深宽比金属化。**
- 在玻璃通孔内壁溅射阻挡/种子层，常用Ti、TiW、Cr等作为黏附层，Cu作为种子层，然后自底向上电镀铜实现全实心填充。此“全填充电镀”可获得低电阻互连，但由于玻璃光滑、铜附着力低，需要将孔径控制在50μm以下、厚度在100μm以内；同时后续退火热应力易导致Ti–Cu界面开裂 。
- **沉积种子层是镀铜的第一步。**物理气相沉积（PVD）和化学镀是制备种子层的主流方法。玻璃是绝缘体，不能直接电镀，必须先在玻璃表面和孔壁沉积导电种子层。实践上主要通过Ti/Cr粘附层+Cu种子层、表面处理、超薄粘附促进剂、PI中介层、化学镀补充覆盖等方式提升结合力。
- **电镀：普遍采用“底向上”（Bottom-Up）填充。**其本质是通过添加剂体系，在孔口与孔底建立不同的电化学沉积速率。

表.镀铜环节的核心难点

难点来源	具体表现	影响
材料属性	玻璃绝缘、表面惰性、润湿性差	必须先做种子层，且附着控制难
几何结构	高深宽比、小孔径、高密度下镀铜难度大	电解液交换不足、孔口易封闭
热机械失配	铜CTE约17，玻璃CTE约3-9或更低	热循环后分层、裂纹、铜凸起
大尺寸与多层	510×510mm等面板级尺寸、多层RDL反复叠加	局部缺陷被放大，良率爬坡更慢
检测难	玻璃透明导致传统AOI失效	缺陷逃逸风险高，难以闭环优化

图.镀铜与通孔属于玻璃基板的核心工艺



资料来源：环球电镀网，未来半导体公众号，汇成真空公众号，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

镀铜环节：壁垒最高的核心工艺环节之一

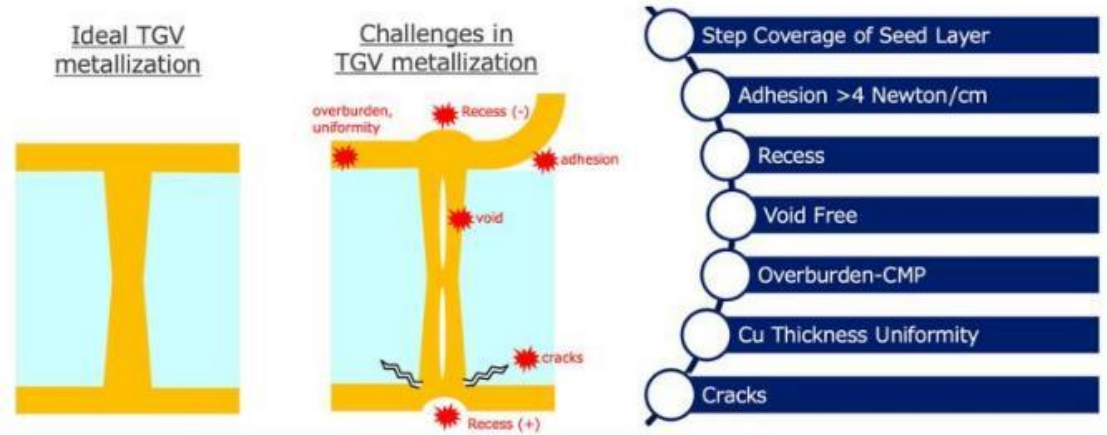
表.金属化与种子层路线对比

路线	目的与做法	优势	痛点/适用	注
PVD磁控溅射：Ti/Cr+Cu	构建高附着力的连续导电底	大面积、低温、膜厚均匀	高AR侧壁覆盖与连续性受限（阴影效应）	优化气压/偏压/功率；已实现20:1@20μm全覆盖±3%均匀性工程验证
PVD+化学镀复合法	先溅射再化学镀增强孔壁连续性	提升高AR内壁连续性	化学镀附着力与可靠性需验证	行业通用组合路线
化学镀（Ni-P/Cu）	全湿法、覆盖连续	低成本、覆盖好	与光滑玻璃结合力弱；需粗化/表面改性	表面改性可大幅提升结合力
ALD超高AR增强	原子级覆盖连续性	适配极高AR	设备成本/节拍	工艺储备/探索方向

表.铜填充工艺机理

要点	机理/做法	关键收益	备注
蝴蝶/底向上填充	抑制剂孔口、加速剂孔内，极化差驱动中心/底部优先生长	避免空洞，形成“背对背盲孔”	添加剂体系/电流密度/pH/温度协同优化
PPR周期反向脉冲	正向沉积+反向剥离周期切换	去除孔口过生长，促进中心桥接，实现无空洞	波形从同步→异步（贯穿电流）→间歇复合以适配更高AR
先桥接后自底向上	工艺分步实现中心搭桥	减少内部空洞	亦有临时导电层将TGV“转为”单侧填充

图. TGV金属化的主要工艺问题



资料来源：芯联汇公众号，未来半导体公众号，汇成真空公众号，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

RDL重布线环节：高密度互联的核心工艺

- **RDL本质上是把垂直互连点和芯片焊盘重新分配，实现平面高密度连接。**RDL（Re-Distribution Layer，重布线层）为先进封装的关键互连工艺之一，可将多个芯片集成到单个封装中。在介电层顶部创建图案化金属层的过程，将 I/O重新分配到新位置。新位置通常位于芯片边缘，可以使用标准表面贴装技术（SMT）将 IC 连接到印刷电路板。
- **RDL层通常由金属层、介电层和垫层组成，**金属层用于电路连接，介电层隔离和绝缘，垫层平衡高度差和减小封装压力。
- **线宽线距是核心参数之一，多层互连能力、套刻精度、图案均匀性、铜厚控制和介质/金属界面粘附力也很重要。**RDL技术已从初始的I/O扩展配角演变为系统级AI/HPC算力互连的核心平台。技术趋势包括：更细线宽（<2μm）、多层堆叠（5层及以上）、大尺寸面板化、融入电力传输/光子互联平台。

图.重布线层的10个生产环节

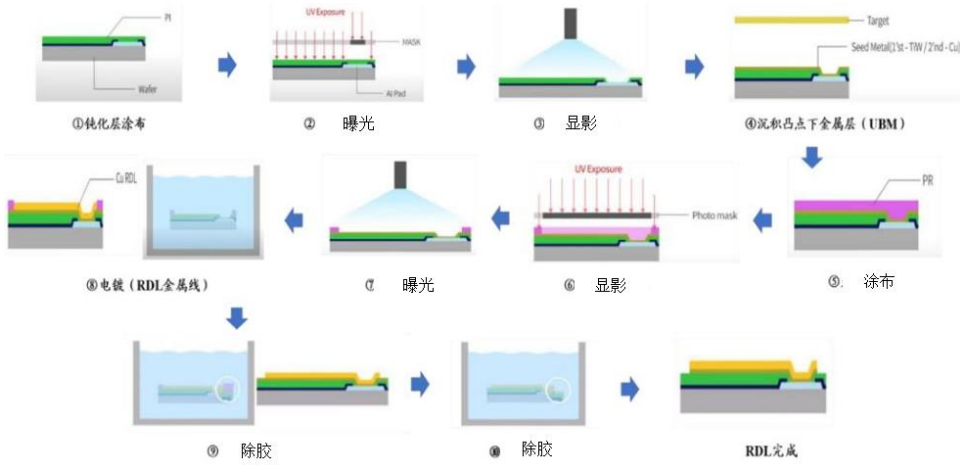


图. RDL的技术原理

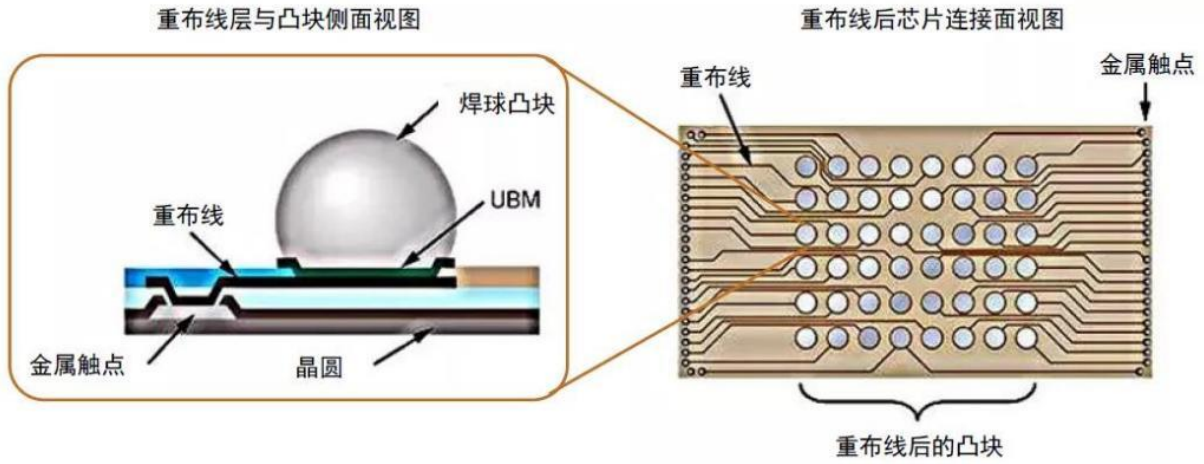


表. RDL的主要技术路线可归纳为三大类

路线	典型工艺	适用线宽线距	主要难点
半加成 SAP	溅射种子层→电镀→去胶/蚀种子层	通常用于≥5μm/5μm，也可向更细推进	种子层粘附性、均匀性、侧蚀
改进半加成 mSAP / 相关变体	更薄铜层	可向2μm级推进	undercut控制、全板一致性
大马士革/半导体硅工艺	沟槽/介质内嵌铜+CMP	≤2μm，先进到1.5μm甚至更细	CMP、介质兼容、成本高

仅供内部参考，请勿外传！

玻璃基板产业链：各环节价值量分布看壁垒，各企业市占率看卡位

- **TGV原片加工成的产品是TGV玻璃基板，基板环节当前主要是境外企业控制，凯盛科技等企业有望实现国产化。**
  - 境外头部行业链主（如英特尔、三星、台积电、Broadcom、谷歌等）拥有AI芯片服务器、HPC算力芯片的实际量产需求，驱动系下游封装、测试、应用环节迅速完善，量产能力与客户绑定效应极强。
  - 大陆企业京东方、沃格光电、厦门云天、凯盛科技等企业已实现原片研发与加工环节的部分进展，重点着力在TGV工艺攻关和送样验证，但量产能力仍与海外有差距。

表.玻璃基板产业链国产化路径任重道远

环节	关键内容	核心壁垒	境外主要参与者	大陆主要参与者
原片	高硼硅玻璃原片、低CTE/低Dk/高平整度	配方、熔融、成型、纯度、平整度、CTE控制	康宁、AGC、NEG、肖特	凯盛集团、旗滨集团、戈碧迦、力诺药包等
TGV成孔	激光改性+湿法刻蚀	微裂纹、深宽比、孔径孔距、一致性	海外工艺先发	京东方、长信科技、沃格光电、厦门云天等
金属化/沉积	种子层、阻挡层、ALD/CVD/PVD	通孔覆盖均匀性、粘附性、平整度	AMAT、Lam、TEL	京东方、长信科技、沃格光电、厦门云天等
电镀填孔	铜填充、无空洞/无缝隙	填孔完整性、药水配方、底向上填充	杜邦、英特格等	东威科技、天承科技、三孚新科、艾森股份等
RDL/曝光	超细布线、层间对准	线宽线距、附着力、多层堆叠	海外企业为主	盛合晶微等
检测	AOI、图像检测、通孔检测	有图案检测、缺陷识别精度	KLA主导	赛腾、联得装备等
封装验证/应用	2.5D/3D、CoPoS、CPO、HBM	客户验证、可靠性、量产导入	英特尔、三星、台积电、AMD等	长电、通富、京东方等

资料来源:台湾工研院，陈力等《玻璃通孔技术研究进展》(2021)、钟毅等《芯片三维互连技术及异质集成研究进展》(2023)、喻甜等《玻璃通孔技术的射频集成应用研究进展》(2025)，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

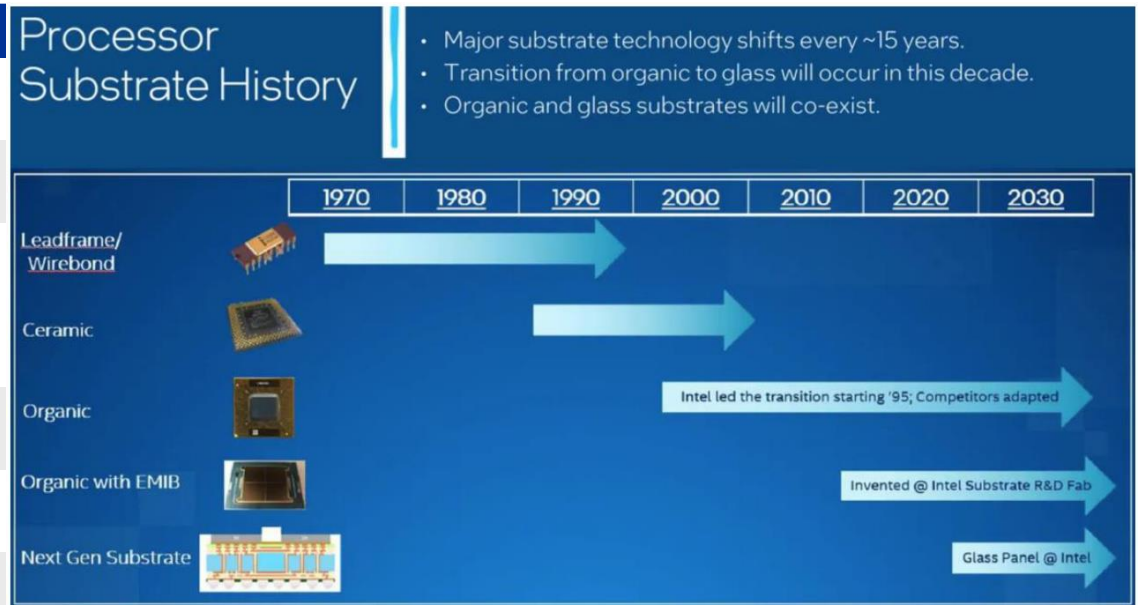
海内外巨头纷纷布局、催化不断

- **1）台积电CoPoS在6月联合iBiden+群创验证；**台积电近期向供应链发布“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，希望解决未来大型AI芯片封装在翘曲、热管理、信号传输及供电等方面的挑战。
- **2）英特尔自研玻璃芯基板，康宁高端无碱玻璃原片；英伟达Feynman架构GPU为首波落地产品。**
- **3）5月京东方与康宁备忘录；京东方投约10亿 TGV试验线+玻璃基载板。**

表. 海内外厂商今年以来的主要事件催化

时间	主体	事件
2026年1月	英特尔	NEPCON展示78×77mm EMIB+玻璃芯基板样品，10-2-10堆叠，强调No SeWaRe
2026年1月	英特尔	展示/发布采用玻璃芯载板的服务器处理器样本，行业视其为里程碑
2026年4月	三星电机	三星电机向苹果送样玻璃基板，加速推进下一代芯片封装
2026年2-6月	台积电	CoPoS试产线推进，年内完成试验线建设
2026年5月20日	京东方+康宁	签署三年MOU，聚焦玻璃基封装载板等四领域
2026年6月16-17日	台积电	首次公开“CoWoS玻璃基板开发计划”，联合Ibiden、群创验证
2026年	三星电机	持续交样，锁定2027年量产

图.英特尔基板演进路线，玻璃基板的过渡是5-10年维度的长期变化



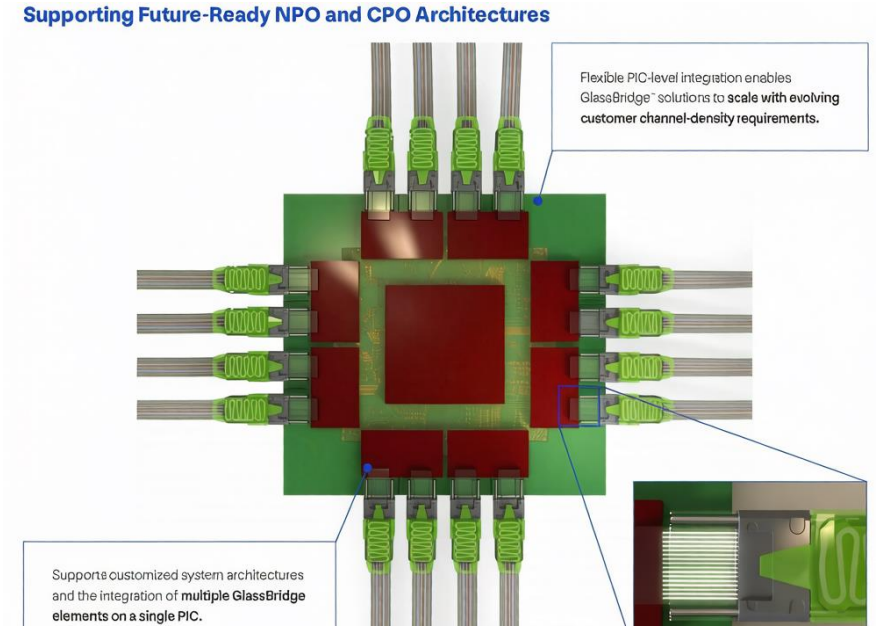
资料来源:新浪财经，头条，百度等，英特尔官网，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

玻璃基板的CPO应用：康宁玻璃桥Glassbridge

- **康宁Glass Bridge连接器是一款面向下一代光器件及模块的高密度光纤对光子集成芯片（PIC）互联组件**，基于康宁在玻璃科学、离子交换（IOX）波导及TMT导向针技术方面的深厚积累开发。该产品专为满足未来近封装光模块（NPO）、共封装光模块（CPO）及高密度光子模块需求而设计，体现了业内领先的工艺和产品创新。
- **单个连接器支持24通道光纤对接，可通过集成多个连接器进一步扩展通道数至2×24及以上**，满足更大带宽及通道密度需求。具备优良的低损耗光学性能，针对O波段（1260-1360纳米）展现出1.5 dB的典型耦合损耗，有利于保障信号质量。玻璃桥有望加速扩大玻璃基板在CPO领域的应用，拓展CPO的市场空间。

图. 康宁玻璃桥材料示意图



资料来源:康宁玻璃桥官方材料手册，申万宏源研究

仅供内部参考，请勿外传！

长信科技：技术复用与产业链卡位均领先的深加工标的

- **减薄工艺在穿孔刻蚀环节深度复用。**公司深耕电子玻璃超薄加工流程，具备0.1mm以下超薄玻璃深加工流程和工艺，TFT-LCD玻璃、超薄白玻加工能力，在成熟OLED薄化、UTG二次成型减薄工艺等领域具备技术与客户优势。同时公司LCD用ITO导电玻璃等镀膜电子玻璃减薄与玻璃基板穿孔均使用氢氟酸（HF）刻蚀液，而氢氟酸属于危险化学品，政策对氢氟酸的采购运输使用以及污水处理均有强约束。公司长期的减薄工艺积累了较强的氢氟酸使用经验。
- **客户基础扎实。**公司减薄业务客户群涵盖**京东方**、**天马**、**华星光电**、中电熊猫，夏普、LG、**群创**、**友达**等知名面板客户。其中京东方和康宁合作加快布局玻璃基板业务，群创光电则凭借大尺寸玻璃基板制程优势，成为关键供应链成员。长信科技在大陆与中国台湾均积累了较强的客户基础。

表：长信科技在镀膜、刻蚀等环节具备技术迁移能力

触控模组	光电材料	显示面板薄化
车载触控模组	CG产品	具备TFT-LCD玻璃、超薄白玻加工
触控sensor	彩膜产品	OLED薄化
消费触控模组	ITO镀膜产品	TFT-LCD显示屏玻璃薄化
工控医疗触控模组	AR/IM镀膜产品	
	其他镀膜产品	

图：长信科技积累丰富的国内外知名面板客户



仅供内部参考，请勿外传！

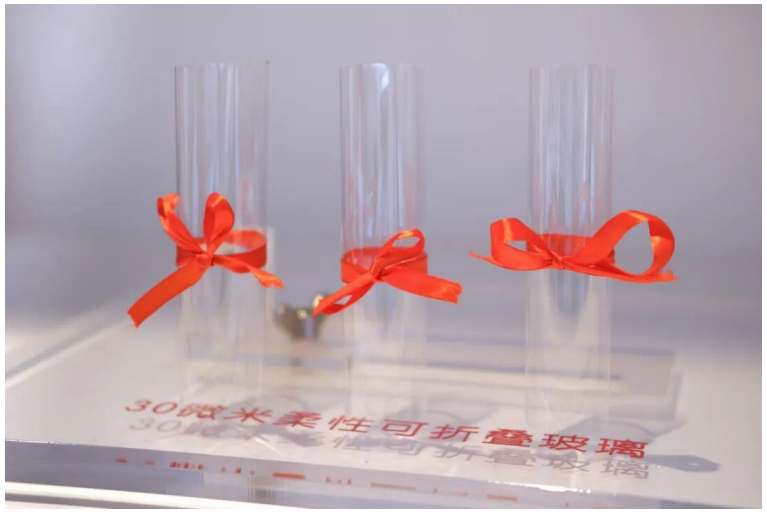
凯盛科技：玻璃基板国产一体化优势企业

- **凯盛科技是中国建材集团旗下的新材料平台，**依托蚌埠玻璃设计院、浮法玻璃国家重点实验室、国家玻璃新材料创新中心等十余国家级科研平台，在玻璃基板领域具备雄厚的科研和产业基础。公司战略布局覆盖“显示玻璃基板+半导体玻璃基板”，同步推进AI先进封装、CPO光模块、高代液晶/OLED显示、MiniLED背光等领域，是国内极少数实现全产业链自研自产的厂商，被视为玻璃新材料“国家队”及行业标准制定主体。公司在质量一致性、快速响应等方面获得明显的竞争优势，与终端客户实现深度绑定。
- **公司依托蚌埠院实现玻璃原片配方设计、熔炼、超薄研磨、激光TGV通孔、精密镀膜工序全流程自研自产。**公司具备高硼硅半导体玻璃基材自主可控能力，材料协同与供应链安全性位居行业前列，能够规避海外原片涨价等风险。
- 凯盛科技是国内为数不多能够实现“高强玻璃——极薄薄化——高精度深加工”全产业链国产化的企业，具备较强及技术迁移能力。

图：公司研发生产的中国首片自主研发的8.5代TFT-LCD玻璃基板



图：凯盛科技UTG可折叠玻璃



仅供内部参考，请勿外传！

力诺药包：硼硅玻璃的技术迁移造就玻璃基板原片竞争优势

- **公司主要从事硼硅玻璃研发、生产、销售，聚焦医药包装、耐热玻璃的研发和突破。**玻璃基板原片所需玻璃同样为硼硅玻璃，与药用玻璃在原材料料性、配方等方面具备相通性，公司在药用玻璃的长期积累有望迁移至玻璃基板原片产业链。
- **中试线点火，进度取得相对领先。**6月1日，力诺药包玻璃新材料科创孵化中心核心项目——玻璃新材料试验线研发项目中试窑炉顺利点火，标志着公司在高端特种玻璃新材料领域的布局正式迈入中试验证新阶段。在国内可比企业中，公司较早开启中试阶段，创造坚定基础。公司科创孵化中心将逐步推进玻璃基板等新材料研发推进。

图：力诺药包中高硼硅玻璃药瓶和玻璃基板原片有技术共通性



图：力诺药包玻璃新材料科创孵化中心中试线点火



仅供内部参考，请勿外传！

旗滨集团：增发玻璃基板项目，积极布局产业链卡位

- **规模与成本领先的综合性玻璃企业。**截至2025年报，高性能电子玻璃生产线（345吨/日）、11条镀膜节能玻璃生产线（年产能5,280万平方米）、33条中空玻璃生产线（年产能910万平方米）。**电子玻璃与药用玻璃技术路线或可延伸至玻璃基板原片。**2018年公司即开始布局电子玻璃和药用玻璃，目前共拥有4条产线合计345吨/日产能。药用玻璃和电子玻璃均具有高硼硅成分调控和纯度保障经验，可迁移至TGV基板业务。

- **定增布局UTG及玻璃基板等业务，有望快速突破。**旗滨集团于2026年6月公告，拟向不超过35名特定对象非公开发行A股，募集资金总额不超过14.27亿元。本次定增项目聚焦高端玻璃材料赛道，重点推动公司在超薄柔性玻璃（UTG）、玻璃基板及高性能功能玻璃领域的战略转型和高附加值新产品落地。增发的玻璃基板项目将依托公司在一次成型等领域的技术积累，提升相关高端电子玻璃材料的自主供给能力，逐步增强国产化供应能力。

表：旗滨集团电子玻璃产能梳理（t/d）

产线名称	项目公告日期	点火日期	设计产能（t/d）	状态	地点	项目总投资（万元）
电子一期	2018/1/12	2020年4月商业化运营	65	在产	湖南醴陵	37,200
电子二期	2021/6/12	2023年1月商业化运营	65	在产	湖南醴陵	49,494
电子三期	2022/6/21	2023年11月点火	65	在产	浙江绍兴	78,000
电子四期	2023/3/3	2024年2月点火	150	在产	浙江绍兴	
-	-	在产产能合计		-	-	-

表：旗滨集团增发项目梳理（万元）

序号	项目名称	总投资金额	募集资金拟投入金额
1	超薄柔性玻璃（UTG）制造平台及玻璃基板项目	68,184.00	63,577.00
2	高透在线 CVD-FTO 导电玻璃技改项目	31,318.66	24,153.57
3	高性能新能源汽车玻璃基板降碳减排技改项目	18,383.45	7,689.00
4	旗滨数字化升级建设项目	20,385.00	17,270.16
5	补充流动资金	30,000.00	30,000.00
	合计	,.	

仅供内部参考，请勿外传！

重点公司估值

表：重要公司盈利预测与估值表

公司代码	公司简称	股价（元）	市值（亿元）	每股收益(元/股)			市盈率(x)		
				25A	26E	27E	25A	26E	27E
300088.SZ	长信科技	11.60	289.7	0.08	0.26	0.26	142.31	44.38	44.38
600552.SH	凯盛科技	32.58	307.8	0.14	0.34	0.43	239.18	95.82	75.77
301188.SZ	力诺药包	66.90	179.0	0.15	0.66	0.66	451.29	101.12	101.12
601636.SH	旗滨集团	10.23	302.7	0.21	0.35	0.35	48.89	29.25	29.25

资料来源：万得，申万宏源研究

注：股价截至6月30日，除凯盛科技为申万预测外，其他公司盈利预测来自万得一致预期。

仅供内部参考，请勿外传！

风险提示

- **技术路线变革导致资本开支失效。**玻璃基板是一个崭新的技术路线与赛道，无论在先进封装还是光模块中的应用都处于产业链验证早期，若后续有其他方案替代，玻璃基板技术路线或整体失效。
- **技术良率与成本曲线改善不及预期。**量产的良率提升与成本下降是玻璃基板技术路线替代硅中介层、ABF载板层的核心优势之一，但这需要全产业链的高度成熟，若后续成本与良率不及预期，则玻璃基板替代节奏或放缓。
- **上游原片与关键设备的进口与专利约束。**当前玻璃基板产业链仍有多个环节主要由外资企业领先，中国企业在设备进口、专利使用等方面收到约束，或抑制国产化进程。
- **产业化节奏与需求兑现的不确定性。**玻璃基板的需求整体受先进封装发展，先进制程半导体技术持续进步带动，若技术本身或需求节奏放缓，则玻璃基板升级节奏亦会放缓。
- **集中扩产下的价格竞争。**国内外企业纷纷布局玻璃基板赛道，若资本开支节奏过快，则行业或提前面临价格竞争，远期盈利水平将受抑制。

仅供内部参考，请勿外传！

信息披露

证券分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告,并对本报告的内容和观点负责。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

与公司有关的信息披露

本公司隶属于申万宏源证券有限公司。本公司经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司关联机构在法律许可情况下可能持有或交易本报告提到的投资标的，还可能为或争取为这些标的提供投资银行服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。客户可通过compliance@swsresearch.com索取有关披露资料或登录www.swsresearch.com信息披露栏目查询从业人员资质情况、静默期安排及其他有关的信息披露。

机构销售团队联系人

华东团队	茅炯	021-33388488	maojiong@swhysc.com
华北团队	肖霞	15724767486	xiaoxia@swhysc.com
华南团队	王维宇	0755-82990590	wangweiyu@swhysc.com
华北创新团队	潘烨明	15201910123	panyeming@swhysc.com
华东创新团队	朱晓艺	18702179817	zhuxiaoyi@swhysc.com

股票投资评级说明

证券的投资评级：

以报告日后的6个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入（Buy） ：相对强于市场表现20%以上；

增持（Outperform） ：相对强于市场表现5%～20%；

中性（Neutral） ：相对市场表现在－5%～＋5%之间波动；

减持（Underperform） ：相对弱于市场表现5%以下。

行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好（Overweight） ：行业超越整体市场表现；

中性（Neutral） ：行业与整体市场表现基本持平；

看淡（Underweight） ：行业弱于整体市场表现。

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。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。申银万国使用自己的行业分类体系，如果您对我们的行业分类有兴趣，可以向我们的销售员索取。

本报告采用的基准指数 ：沪深300指数（A股）、恒生中国企业指数（H股）、纳斯达克指数（美股）

仅供内部参考，请勿外传！

法律声明

本报告由上海申银万国证券研究所有限公司（隶属于申万宏源证券有限公司，以下简称“本公司”）在中华人民共和国内地（香港、澳门、台湾除外）发布，仅供本公司的客户（包括合格的境外机构投资者等合法合规的客户）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司http://www.swsresearch.com网站刊载的完整报告为准，本公司并接受客户的后续问询。本报告首页列示的联系人，除非另有说明，仅作为本公司就本报告与客户的联络人，承担联络工作，不从事任何证券投资咨询服务业务。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。

客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本公司特别提示,本公司不会与任何客户以任何形式分享证券投资收益或分担证券投资损失，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。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。市场有风险，投资需谨慎。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告的版权归本公司所有，属于非公开资料。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记，未获本公司同意，任何人均无权在任何情况下使用他们。

仅供内部参考，请勿外传！

有信仰 敢担当
守正创新 追求卓越


申万宏源研究微信订阅号


申万宏源研究微信服务号

上海申银万国证券研究所有限公司
(隶属于申万宏源证券有限公司)

任杰
renjie@swsresearch.com