

建筑材料行业

玻璃基板：AI 封装的下一块关键拼图

行业评级

持有

前次评级 持有

玻璃基板是 AI 时代先进封装载板/中介层的理想材料。AI 算力需求持续高景气，带动高端 GPU、ASIC、HBM 等核心器件向高带宽、高 I/O、高集成度方向演进，先进封装正由后段制造环节升级为系统性能优化平台。随着封装尺寸持续扩大，硅中介层受光刻机单次曝光面积、12 寸晶圆排布效率、缺陷命中概率和成本良率约束，继续扩尺寸的难度提升；同时，传统有机封装基板在高频高速互连、大尺寸封装、热膨胀匹配和翘曲控制等方面的短板逐步放大。玻璃材料具备高平整度、尺寸稳定性好、热膨胀系数可调、介电损耗低、衬底损耗小及适合矩形面板加工等优势，有望成为 AI/HPC 大尺寸先进封装的重要载板/中介层材料。

产业化进程显著加快，英特尔和台积电推动先进封装级玻璃基板进入产业验证阶段。2026 年 1 月英特尔全球首款采用玻璃芯载板的商用 CPU 发布，验证了玻璃材料在封装载板层级导入量产的产业可行性；台积电方面，CoPoS 已由前期可行性研究进入试产验证阶段，CoPoS 产线预计 2028-2029 年间产量将大幅提升，意味着玻璃基板在先进封装供应链中从主题预期走向产业验证。

射频 IPD 和 CPO 是玻璃基板落地速度较快的应用场景。射频 IPD 方面，玻璃因具备高绝缘性、低介电损耗、尺寸稳定性及优异的高频特性，成为集成无源器件的重要衬底材料。目前，云天半导体、3DGS 等厂商已实现玻璃基 IPD 的量产，并在高频、高精度应用中取得可靠验证。CPO 方面，玻璃基板短期有望率先应用于玻璃基电互连载板，长期则可进一步向玻璃光波导与光电集成方向延伸。

原片和 TGV 是玻璃基板工艺核心难点。半导体级玻璃基板制造流程包括玻璃原片制备、TGV 成孔、孔壁金属化/铜填孔、表面金属化、重布线层、介质层与多层互连、表面处理及可靠性验证。其中，玻璃原片决定平整度、厚度均匀性、低缺陷和热膨胀匹配能力；TGV 负责上下层垂直导通，是玻璃基板从结构支撑材料升级为三维互连平台的关键工艺。

产业链关注原片、精加工和辅材三大环节。原片端由特种玻璃企业主导，海外康宁、肖特、AGC、NEG 等具备领先积累，国内旗滨集团、戈碧迦、力诺药包、凯盛科技、彩虹股份等企业具备材料基础。精加工端关注 TGV 成孔、孔金属化、镀铜、RDL 线路和面板级制程能力的公司，沃格光电、京东方 A 等已推进玻璃基封装载板试验线、送样验证及小批量样品。辅材端天承科技等材料厂商已进入客户验证和小批量订单阶段。

投资建议：原片端建议关注具备国产替代潜力的旗滨集团、戈碧迦、力诺药包、凯盛科技、彩虹股份等；精加工和辅材端建议关注具备 TGV、镀铜、RDL、面板级制程及关键材料验证能力的沃格光电、京东方 A、天承科技等。

风险提示：产业化进度不及预期、关键工艺进展不及预期、客户验证和订单转化不及预期等。

相对市场表现



谢璐

SAC 执业证号：S0260514080004
SFC CE No. BMB592
xielu@gf.com.cn

张乾

SAC 执业证号：S0260522080003
gzzhangqian@gf.com.cn

陈琳云

SAC 执业证号：S0260526010002
chenlinyunc@gf.com.cn
请注意，张乾、陈琳云并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人，不可在香港从事受监管活动。

相关研究

建筑材料行业:电子布价格有望加速上行，关注玻璃基板产业化进程	2026-05-31
建筑材料行业:mSAP 产业趋势明朗，看好 PCB/MLCC/ABF 价值量陡增下材料投资机会	2026-05-25
建筑材料行业:重视上游材料投资机会，消费建材底部窗口已临	2026-05-24

重点公司估值和财务分析表

股票简称	股票代码	货币	最新 收盘价	最近 报告日期	评级	合理价值 (元/股)	EPS(元)		PE(x)		EV/EBITDA(x)		ROE(%)	
							2026E	2027E	2026E	2027E	2026E	2027E	2026E	2027E
旗滨集团	601636.SH	RMB	7.03	2025/12/31	买入	10.78	0.51	0.70	11.60	8.50	5.20	4.00	9.5	11.4

数据来源：Wind、广发证券发展研究中心

备注：表中股价数据来源于 Wind 资讯统计 2026 年 6 月 5 日公司收盘市值；表中 2026 年和 2027 年估值和财务数据来自广发证券最新外发报告

目录索引

一、玻璃基板是下一代先进封装的解决方案	5
（一）后摩尔时代先进封装地位系统性抬升，围绕 AI/HPC 推进“大尺寸、高带宽、高密度”平台迭代	5
（二）先进封装中，玻璃基板主要替代两部分：硅中介层和有机载板	6
（三）玻璃基板产业化进程显著加快，英特尔年初发布首款玻璃芯载板 CPU	9
（四）市场规模：玻璃基板千亿级赛道正在开启，先进 IC 载板>硅中介层	9
二、射频 IPD 和 CPO 是落地更快的应用场景	10
（一）射频 IPD 是半导体玻璃基板落地较快的场景之一	10
（二）CPO 玻璃基板双路径演进：电互连基板率先落地，光波导集成打开长期空间	11
三、玻璃基板工艺：原片和 TGV 是关键难点	14
（一）玻璃原片：配方与工艺是关键	14
（二）TGV：玻璃基板应用于先进封装的关键工艺	15
四、玻璃基板产业链重点公司梳理	18
（一）海外玻璃基板厂商梳理	20
（二）国内玻璃基板厂商梳理	22
五、投资建议	25
六、风险提示	26

图表索引

图 1：先进制程逼近物理极限	6
图 2：硅中介层和载板示意图	7
图 3：英特尔处理器封装基板发展历程	7
图 4：面板级封装能提升大尺寸中介层面积利用率	7
图 5：玻璃基板潜在市场空间广阔	10
图 6：高端数据中心光模块的演进历程	11
图 7：插拔式与共封式光模块尺寸对比	11
图 8：3 种常见基板材料的性能对比	11
图 9：光波导玻璃基板示意图	12
图 10：CPO 玻璃芯基板的示意图	12
图 11：玻璃基板封装可靠性与应对策略	15
图 12：冷热冲击 1000 次周次后 TGV 截面形貌	15
图 13：典型 2.5D TSV 转接板异质集成结构	16
图 14：玻璃基三维异质集成结构	16
图 15：4 种 TGV 技术示意图	18
图 16：美国康宁公司提供的 TGV 晶圆参数和类型	20
表 1：3 种材料制备的光波导性能对比	12
表 2：CPO 玻璃基板领域海外主要参与企业	13
表 3：肖特半导体封装基板参数	15
表 4：NEG 玻璃基板材料性能参数	21
表 5：旗滨电子玻璃产品矩阵	23
表 6：沃格光电玻璃基板发展历程	24

引言：AI 算力需求正推动半导体产业从单纯追求先进制程，转向先进制程+先进封装+先进材料协同演进。随着 GPU、ASIC、HBM 等核心器件向更大封装尺寸、更高 I/O 密度和更高带宽互连升级，传统硅中介层和有机封装基板在尺寸扩展、翘曲控制、介电损耗、热膨胀匹配和成本良率等方面的约束逐步显现，封装材料体系亟需新的解决方案。

玻璃具备高平整度、低介电损耗、尺寸稳定性好、热膨胀系数可调、适配矩形面板加工等优势，正在从显示、光学、通信等传统应用，延伸至先进封装基板、中介层、CPO、射频 IPD 等高端电子场景。相比传统材料，玻璃不仅是结构支撑材料，更有望通过 TGV、RDL、多层互连等工艺升级为高密度互连平台，成为 AI 时代先进封装不可或缺的关键材料之一。

一、玻璃基板是下一代先进封装的解决方案

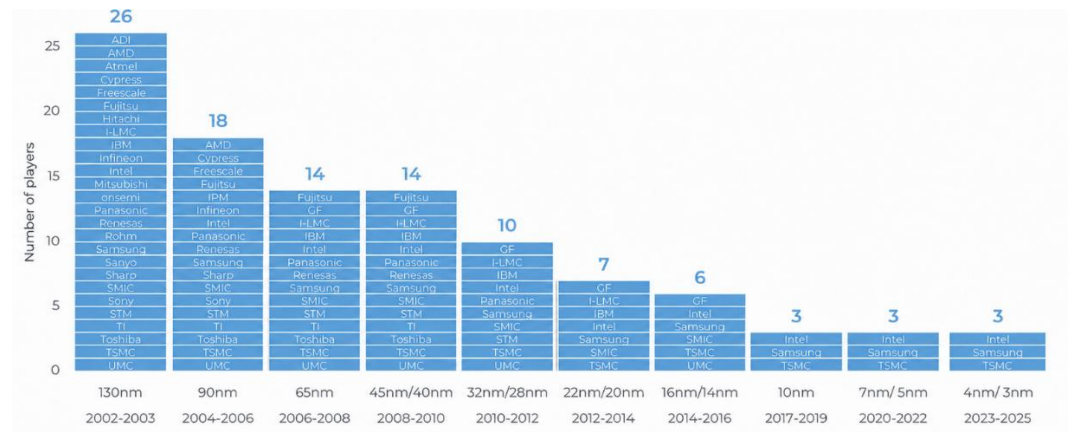
（一）后摩尔时代先进封装地位系统性抬升，围绕 AI/HPC 推进“大尺寸、高带宽、高密度”平台迭代

AI 算力需求持续高景气，带动高端 GPU、ASIC 及 HBM 等核心器件出货快速增长，芯片封装环节正从传统单芯片封装向高带宽、高 I/O、高集成度的先进封装方案加速演进。由于 AI 芯片对算力密度、数据传输效率和功耗控制要求显著提升，CoWoS、SoIC、InFO 等先进封装技术的重要性持续上升，其中 CoWoS 已成为当前 AI/HPC 芯片实现逻辑芯片与 HBM 高效互联的关键方案。根据台积电 25 年三季度公开业绩会，受益于北美云厂商资本开支扩张及 AI 服务器需求放量，台积电先进封装产能持续紧张，CoWoS 订单能见度较高，整体呈现供不应求状态。在 AI 芯片持续迭代、HBM 搭载颗数提升以及封装面积扩大的背景下，先进封装需求有望维持高景气，台积电作为全球先进封装核心龙头，订单饱满及产能扩张将进一步强化产业链景气度。

后摩尔时代先进封装地位系统性抬升，由制造后段演变为性能优化平台。随着先进制程持续逼近物理与经济边界，单纯依靠晶体管缩放已难以线性换取系统性能提升，芯片间带宽、内存带宽、供电效率、热管理及系统级互连能力的重要性持续上升。先进封装已由后段制造环节升级为系统性能优化平台。

根据华为官网，华为近期提出“稻定律”，进一步强调通过系统级架构创新、先进封装及材料工艺协同提升算力效率，先进封装在国产算力体系中的战略地位进一步抬升。后续随着 AI 芯片向更大封装尺寸、更高 I/O 密度和更高内存带宽演进，封装基板、玻璃基板、RDL、TGV、电镀材料及低 CTE 电子布等上游环节有望持续受益。

图 1：先进制程逼近物理极限



数据来源：Yole group、广发证券发展研究中心

先进封装主线围绕 AI/HPC 推进“大尺寸、高带宽、高密度”平台迭代。根据台积电官网，早期 InFO 主要面向移动与网络应用。真正承接 AI/HPC 需求增长的核心平台是台积电的 CoWoS（芯片-晶圆-基板封装）——其本质是借助中介层将逻辑芯片与 HBM 整合至同一封装，在不依赖超大单片裸片的前提下实现高带宽、低延迟与高集成度。

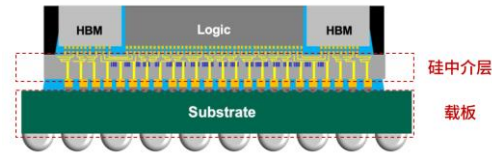
随着下游芯片向高算力、高集成度、大尺寸封装方向演进，CoWoS 各分支已形成较为清晰的代际分工：CoWoS-S 承接当前主流 AI/HPC 产品放量，CoWoS-L 面向下一代更大尺寸 AI 平台升级，CoWoS-R 则更多对应 RDL 中介层路线在云厂商自研 ASIC 中的导入。具体来看，CoWoS-S 是当前应用最成熟、覆盖最广的分支，根据 TechSearchInternational，典型产品包括 NVIDIA H100/H200、AMD Instinct MI300/MI350 以及 Microsoft Azure Maia 100 等，其核心是依托大面积硅中介层实现逻辑芯片与 HBM 的高密度互联。随着封装尺寸继续放大，英伟达 Blackwell 开始向 CoWoS-L 迁移，后续 Rubin 平台预计也将采用 CoWoS-L；CoWoS-L 通过 RDL-based interposer 与局部硅桥结合，在保持高密度互联能力的同时缓解大面积硅中介层带来的成本、良率和尺寸瓶颈。

（二）先进封装中，玻璃基板主要替代两部分：硅中介层和有机载板

先进封装中，玻璃基板主要替代两部分：硅中介层和有机载板。

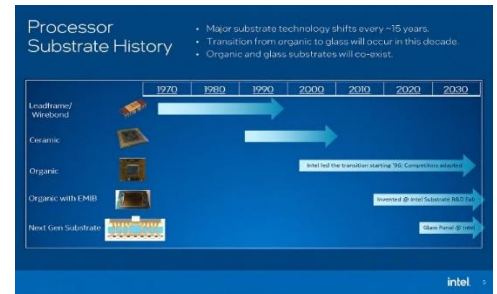
在 CoWoS-S 结构中，硅中介层是一片经过半导体工艺加工的硅片级高密度转接层。它通常承担芯片间横向互连、垂直导通、向下扇出的功能。而封装载板位于硅中介层下方，承担机械支撑、供电与信号扇出功能。

图 2：硅中介层和载板示意图



数据来源：台积电官网、广发证券发展研究中心

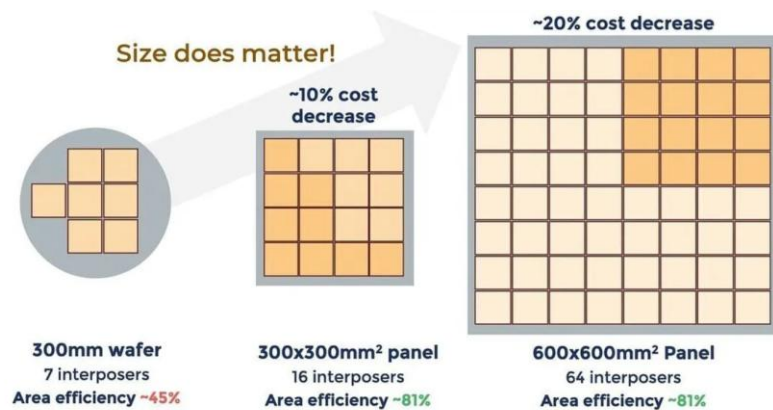
图 3：英特尔处理器封装基板发展历程



数据来源：英特尔官网、广发证券发展研究中心

CoWoS 持续扩尺寸受圆形硅中介层限制, 方形面板更具优势。一方面, 硅中介层受光刻机单次曝光面积限制, 封装面积扩大后需要多次曝光拼接, 带来对位、良率和成本压力; 另一方面, CoWoS 仍基于 12 寸晶圆加工, 而 AI/HPC 封装通常是大尺寸矩形结构, 尺寸越大, 晶圆排布效率越低、边缘浪费越明显。同时, 大面积硅中介层会放大缺陷命中概率, 导致良率承压; 下方 ABF 载板尺寸同步扩大后, 也会带来翘曲、热应力和可靠性问题。叠加 CoWoS 工艺流程复杂、单颗大封装占用更多设备时间和产线资源, 最终使得继续依靠 CoWoS 扩尺寸的成本和产能弹性变差。因此, CoPoS (面板级封装) 的意义在于用更大尺寸的矩形面板提升排布效率和单位面积产出, 成为 AI 封装继续放大的自然延伸方向。

图 4：面板级封装能提升大尺寸中介层面积利用率



数据来源：Yole group、英特尔官网、广发证券发展研究中心

除硅中介层在大尺寸扩展中面临成本、良率与晶圆尺寸约束外, 传统有机封装基板在 AI/HPC 高速互连场景下也逐步逼近性能边界。随着逻辑芯片、HBM 与 chiplet 数量增加, 封装内 I/O 密度、信号速率和供电电流持续

提升，有机基板在介电损耗、尺寸稳定性、热膨胀匹配和翘曲控制等方面的短板开始放大。有机材料在高频高速信号传输中损耗相对更高，长距离布线下更容易带来信号衰减、串扰和功耗上升；同时大尺寸封装下有机材料热膨胀系数与硅芯片差异较大，容易在热循环过程中产生翘曲和应力集中，进而影响微凸点、焊球和多芯片互连可靠性。

玻璃材料特性同时契合了 AI/HPC 大尺寸封装对大面积、低翘曲、低损耗和高密度互连的需求。相较硅中介层，玻璃基板可基于矩形面板进行加工，更适合大尺寸封装排布，有望提升面积利用率和单位面积产出，并降低对 12 寸晶圆体系的依赖；相较传统有机基板，玻璃具备更高的平整度和尺寸稳定性，热膨胀系数可通过材料体系调节至更接近硅芯片，有助于缓解大尺寸封装下的翘曲、热应力和可靠性问题。同时，玻璃作为绝缘材料，介电损耗较低、衬底损耗小，在高速高频互连场景下更有利于降低信号衰减、串扰和功耗，适配逻辑芯片、HBM、chiplet 之间高带宽、低延迟的数据传输需求。

因此主流厂商已开始将玻璃基板纳入下一代先进封装路线。根据 Intel 2023 年发布的玻璃基板技术资料，英特尔于 2023 年发布面向先进封装的玻璃基板技术，旨在解决有机基板在翘曲、尺寸稳定性、布线密度及功耗方面的瓶颈，同时支撑未来更高密度的 chiplet 集成。其 EMIB 封装方案采用玻璃基板替代传统有机基板，并通过硅桥实现芯片间互联。根据 IO 资本微信公众号，台积电则主要通过 CoPoS/PLP 推动封装从晶圆级向面板级演进，在 AI/HPC 封装尺寸持续放大的背景下，面板级封装对平整度、热稳定性和低翘曲提出更高要求，玻璃基板有望成为重要的中介层材料选择。

（三）玻璃基板产业化进程显著加快，英特尔年初发布首款玻璃芯载板 CPU

英特尔 1 月发布全球首款采用玻璃芯载板的商用 CPU。根据英特尔官网、玻璃线路板产业联盟微信公众号和半导体产业纵横微信公众号，英特尔 CES 2026 首发 Clearwater Forest，全球首款玻璃芯载板商用 CPU 进入量产。2026 年 1 月 CES 期间，英特尔正式发布 Xeon 6+ “Clearwater Forest”处理器——全球首款采用玻璃芯层载板实现高批量制造的商用 CPU。该产品采用英特尔 18A 制程、集成 Foveros Direct 3D 混合键合与 EMIB 技术，为玻璃材料在封装载板层级的量产可行性提供了标志性里程碑。作为玻璃基板领域的长期引领者，英特尔将十余年的研发积累转化为规模量产的商用产品，全球先进封装材料体系正式进入“玻璃时代”。英特尔 NEPCON Japan 2026 展出 78×77mm 厚核玻璃载板，支持约 2 倍光罩尺寸。该方案采用 10-2-10 架构——即上下各 10 层 RDL 加中间双层玻璃芯，可在顶层实现精细布线、底层对接主板。根据 TrendForce，英特尔同步披露测试中未出现 SeWaRe（玻璃基板微裂纹）问题，为服务器级产品落地提供了关键可靠性验证。

英特尔拟将里奥兰乔工厂打造为玻璃基板量产基地。根据 ACT 化合物半导体微信公众号，英特尔代工业务正在将其位于美国新墨西哥州的里奥兰乔工厂转型为全球首个玻璃基板大规模量产基地。公司计划通过玻璃基板技术取代铜互连，降低数据中心对功耗的依赖并缩减成本，利用里奥兰乔工厂实现大规模量产。里奥兰乔工厂此前主要负责硅光子技术制造。此次扩产后，该工厂将同时承担英特尔硅光子技术与玻璃基板的制造重任。

台积电 CoPoS 产线预计 2028 年至 2029 年间产量将大幅提升，CoPoS 已由前期可行性研究进入试产验证阶段。根据台积电 26Q1 法说会，管理层明确表示推进 CoPoS 中试线建设，相较于 25Q1 法说会上，台积电仍将面板级封装界定为可行性研究阶段，此次表态已从“研究验证”升级至“试产线建成”，意味着 CoPoS 在台积电体系内进入更具可验证性的产业化导入阶段。根据 Trendforce 引用的《商业时报》报道，中试线已于二月开始向研发团队交付设备，全线计划于六月完工，预计 2028 年至 2029 年间产量将大幅提升。若结合 CoPoS 面板级封装与玻璃载板、TGV、面板级重布线等技术路径的高度相关性，本次表态可视为玻璃基板在先进封装主流供应链中从主题预期走向产业验证的重要边际变化。

三星电机向苹果送样，终端大客户验证进一步强化产业化趋势。除英特尔、台积电等先进封装龙头推进玻璃基板外，产业验证也开始向终端芯片客户延伸。根据半导体行业观察微信公众号，三星电机已向苹果供应半导体玻璃基板样品，该样品主要面向基板核心层，用于替代传统有机材料。考虑到苹果正在推进自研 AI 服务器芯片，并与博通等厂商开展相关合作，若玻璃基板能够进入其验证体系，意味着玻璃材料不仅停留在封装厂和材料厂的技术储备阶段，而是逐步获得终端大客户从性能、可靠性到量产适配性的直接评估，进一步印证玻璃基板在 AI/HPC 高端封装中的产业化节奏正在加快。

（四）市场规模：玻璃基板千亿级赛道正在开启，先进 IC 载板>硅中介层

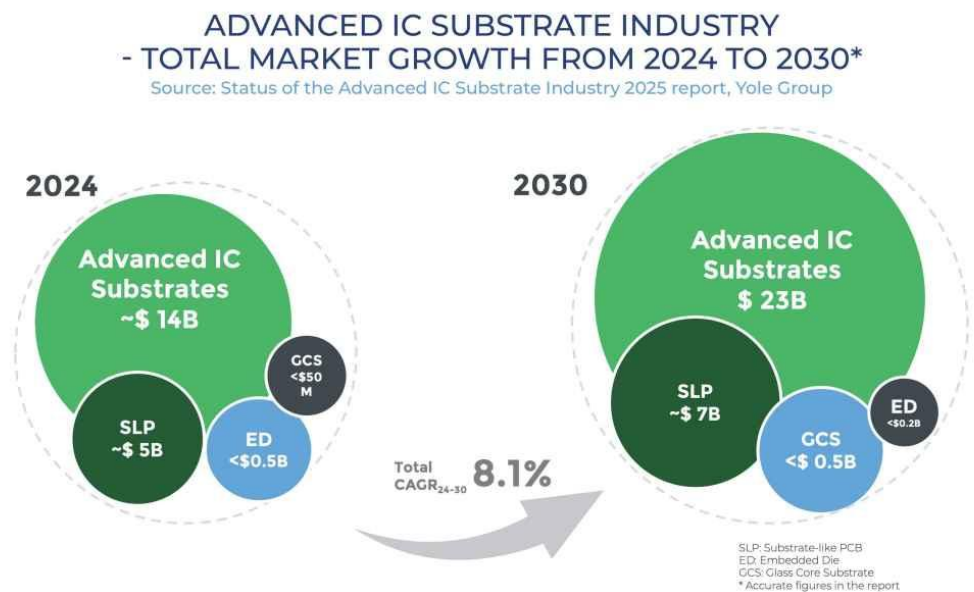
从市场规模容量来看，先进封装 IC 载板市场大于硅中介层市场规模：

先进 IC 载板市场 2024 年市场规模约 142 亿美元。根据 Yole Group，2024 年先进 IC 载板市场规模约 142 亿美元，预计在 AI/HPC、高端 IC 载板及玻璃芯基板等需求推动下，先进 IC 载板相关技术市场规模有望于 2030 年达到约 310 亿美元。玻璃基板凭借低介电损耗、高尺寸稳定性与高平整度，有望在部分高端场景中逐步替

代传统有机基板。考虑其当前渗透率仍较低，随着工艺成熟与客户验证推进，其潜在市场规模空间广阔。

硅中介层 2024 年市场规模约 20 亿美元。根据 Yole Group，硅中介层作为 CoWoS-S 等 2.5D 先进封装的核心互连载体，市场规模预计由 2024 年约 20 亿美元减少至 2030 年约 16 亿美元，规模减少主要因为高端封装互连平台正从传统大面积硅中介层，向玻璃中介层、硅桥、超高密度扇出封装等多元技术路线演进。

图 5：玻璃基板潜在市场空间广阔



数据来源：Yole Group、广发证券发展研究中心

二、射频 IPD 和 CPO 是落地更快的应用场景

（一）射频 IPD 是半导体玻璃基板落地较快的场景之一

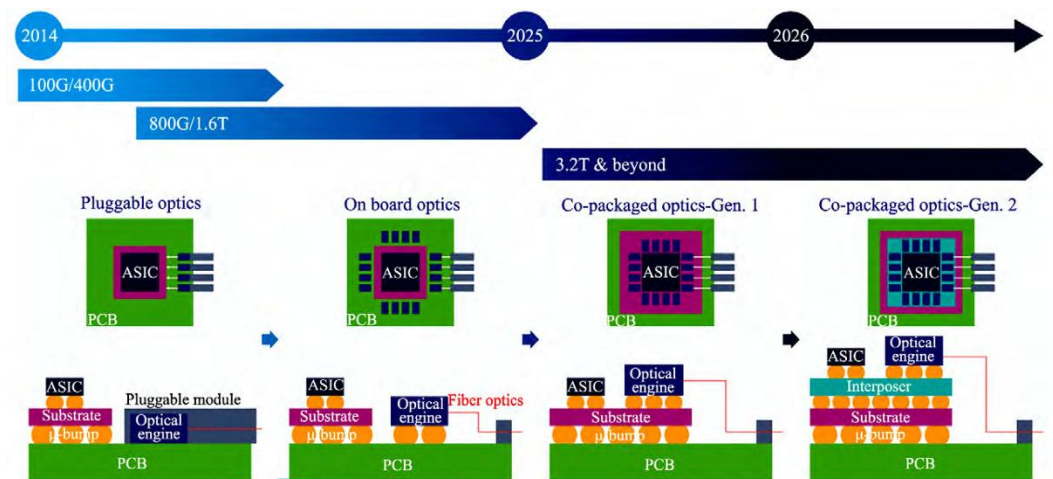
除了先进封装以外，目前玻璃基板已经应用在射频 IPD 中。在射频 IPD（集成无源器件）领域，玻璃凭借高绝缘性、低介电损耗、尺寸稳定性及良好的高频特性，成为集成无源器件的重要衬底材料。随着 5G、Wi-Fi、车载雷达及未来 6G 等高频通信场景持续发展，射频前端中的滤波、匹配、耦合、巴伦、功率分配器等无源功能数量不断增加，传统分立式无源器件在面积、走线损耗和一致性方面逐渐受到限制。玻璃基 IPD 可将原本分散在 PCB 或模组基板上的电容、电感、电阻及耦合结构集成至玻璃衬底上，从而实现更小尺寸、更低损耗和更高集成度，已成为玻璃基板率先实现规模化落地的细分方向之一。

云天半导体、3DGS 等厂商已量产射频 IPD。根据艾邦半导体网，2025 年 Q2，由上海芯波设计、云天半导体制造的 3D Glass IPD 单个量产项目交付突破一千万颗，标志着全球首条 3D Glass IPD 生产线实现规模化稳定产出，为 AI、汽车电子及物联网应用等领域注入强劲“芯”动力。根据 3DGS 官网，其可提供玻璃基高性能 IPD，集成高 Q 电感、MIM 电容、薄膜电阻，以实现低插损和更好的信号完整性。

（二）CPO 玻璃基板双路径演进：电互连基板率先落地，光波导集成打开长期空间

玻璃基板是从高速光模块向光电共封装演进的关键载体。AI/HPC 与数据中心流量增长推动交换芯片 I/O 带宽持续提升，光模块形态正从传统可插拔式逐步向板上光学（OBO）和光电共封装（CPO）演进。根据《玻璃基板在光电共封装技术中的应用》（陈俊伟等），100G 光模块约在 2014 年前后规模部署，400G 光模块约在 2018 年前后推出，随后 800G/1.6T 需求加速放量；当单通道速率提升至 50G/100G、总链路带宽逼近 800G 乃至 1.6T 时，传统可插拔方案在功耗、密度和高速电信号传输损耗方面逐渐逼近瓶颈，OBO 通过将光引擎前移至靠近交换芯片的位置缩短电互连距离，但在更高带宽密度和能效要求下仍存在局限，最终推动 CPO 方案成为下一代高速互连的重要方向。CPO 通过将高速光收发单元与 ASIC 封装在同一基板上，大幅缩短信号传输路径，其相较传统可插拔光模块可使带宽密度提升约一个量级、系统能效提高逾 40%，是面向下一代数据中心交换机和 AI 算力集群的重要封装形态。

图 6：高端数据中心光模块的演进历程



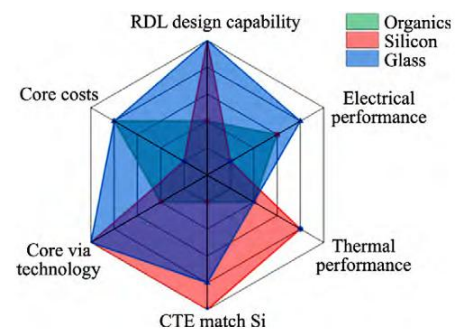
数据来源：《玻璃基板在光电共封装技术中的应用》（陈俊伟等）、广发证券发展研究中心

图 7：插拔式与共封式光模块尺寸对比



数据来源：《玻璃基板在光电共封装技术中的应用》（陈俊伟等）、广发证券发展研究中心

图 8：3 种常见基板材料的性能对比



玻璃基板兼具低介电损耗、低介电常数、高热稳定性、尺寸稳定性好、可大尺寸面板化加工等优势，适配 CPO 的大部分需求。传统硅中介层工艺成熟，但 TSV 制程复杂、成本高，在大面积制备时良率压力上升，且硅作为半导体材料在高频场景下容易与衬底产生电磁耦合，影响信号完整性；有机 PCB 则存在高频介电损耗、串扰和热管理问题，难以满足先进光电封装对高速率、低能耗传输的要求。相比之下，玻璃基板兼具低介电损耗、低介电常数、高热稳定性、尺寸稳定性好、可大尺寸面板化加工等优势，同时具备从可见光到红外波段的高透射率，并可通过离子交换工艺在玻璃内部直接制备低损耗光波导，因此既能承载高密度电互连，也能集成光互连通道，是 CPO 中较理想的光电混合集成平台。

根据《Review of glass substrates for co-packaged optics: fabrication and performance of integrated electro-optical structures》，当前 CPO 玻璃基板共有两种主流路线，一种是以康宁为代表的光电混合集成方案，它的思路是把玻璃基板做成一个光电共封装平台，玻璃里面不仅有 TGV 电互连结构，还集成了玻璃光波导，光信号可以在玻璃基板内部传输；另一种是仅作为高性能电互连基板，类似于先进封装中玻璃芯基板的作用，玻璃仅作为高性能电气互连的中间层，不包括基于玻璃本身的波导结构，光通过边缘耦合在 PIC 中耦合。

图 9：光波导玻璃基板示意图

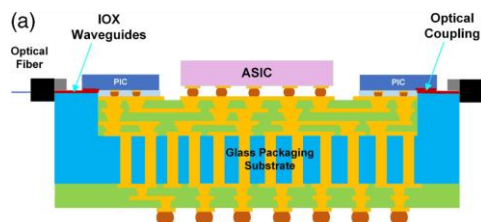
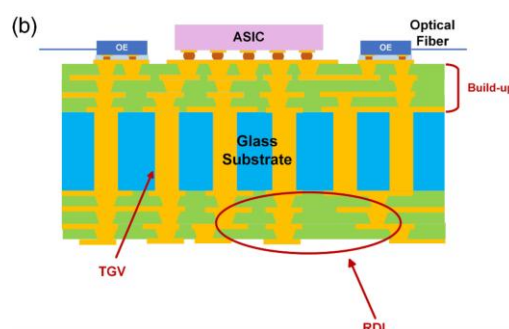


图 10：CPO玻璃芯基板的示意图



数据来源：《Review of glass substrates for co-packaged optics: fabrication and performance of integrated electro-optical structures》（Xin Chen 等）、广发证券发展研究中心

(1) 路线一：玻璃基板主要作为 CPO 封装中的光电协同中介层/载板。在典型架构中，高速电子芯片如 ASIC、GPU、CPU 以及光子芯片如硅光收发芯片集成在玻璃基板上表面；玻璃基板内部或近表面区域集成离子交换光波导，用于平面方向的高速光信号传输；玻璃基板中通过 TGV 形成垂直电信号与供电通路，表面再通过 RDL 连接芯片、光子器件、TGV 及外部 PCB。玻璃基板在 CPO 中的核心作用是把“垂直电连接”和“平面光互连”集成到同一个封装平台中：电信号通过 TGV 以及 RDL 上下和横向连接，光信号通过玻璃光波导在平面内传输，从而减少高速电互连距离，降低插入损耗、串扰和系统功耗。

表 1：3 种材料制备的光波导性能对比

属性	玻璃	聚合物	硅
----	----	-----	---

光学透明性	从可见光到红外波段具有高透明性	在可见光波段透明，在1550nm 时透射率较低	在红外波段高透明，在可见光波段低透明
系统集成	与 PCB 高度兼容，便于集成	兼容性差，可能因高温焊接导致性能劣化	与 CMOS 和 III-V 器件共集成兼容性强
与光纤连接性	模式场直径相似，可进行模式转换	模式场直径类似但折射率不同，可能造成菲涅耳反射损耗	光纤耦合仍存在尺寸和模式失配问题
介电损耗	低损耗，非常适合>20GHz 的高频应用	中等损耗，高频下可用	因其半导体特性，在高频下损耗较大
绝缘电阻	高	差	低，需额外绝缘
通孔能力	可进行 TGV 加工	直径大、间距大、非气密结构	可进行 TSV 加工，但需额外绝缘处理
耐化学性	化学惰性，耐腐蚀	耐性差	化学惰性，耐腐蚀
表面光洁度	初始表面非常光滑	表面粗糙、翘曲、变形	抛光后光滑
尺寸稳定性	高	低	高
可用规格	支持晶圆和面板形式，甚至可用于卷对卷加工	仅面板可用	晶圆形式
成本	单位面积成本低	高频材料昂贵	材料成本高
可靠性	长期可靠性高	吸水和光学降解导致损耗增加	长期可靠性高

数据来源：《玻璃基板在光电共封装技术中的应用》（陈俊伟等）、广发证券发展研究中心

头部厂商已取得较明确的工艺进展，产业化逐渐加速。根据《玻璃基板在光电共封装技术中的应用》（陈俊伟等），Fraunhofer IZM 已在 450mm×300mm 大尺寸玻璃基板上制备低损耗单模及多模波导，光波导损耗可低至 0.06dB/cm，并探索在同一玻璃基板上集成光波导、RDL 和 TGV，实现激光二极管、调制器、探测器及硅光芯片的异质集成；Corning 联合 AyarLabs 等企业开发面向数据中心的玻璃基板 CPO 平台，于 2024 年展示了基于玻璃基板的 CPO 设计，采用离子交换工艺制备单模光波导，并在玻璃表面加工浅腔以嵌入高密度 RDL 和 TGV，原型测试中单模波导在 1310nm 波长下损耗低至 0.08dB/cm，芯片与波导接口耦合损耗约 0.5dB，后续优化后波导损耗进一步降至 0.034dB/cm。

随着 800G/1.6T 光模块向 3.2T 及更高速率演进，传统可插拔光模块和板上光学方案在功耗与密度上逐渐受限，CPO 通过将光引擎与交换芯片近距离集成，成为数据中心高速互连的重要方向；而玻璃基板凭借低介电损耗、宽光谱透明性、可集成光波导、可加工 TGV 以及适配大尺寸面板化制造等优势，有望在 CPO 中承担承载芯片、布设 RDL/TGV、电光转换、光波导传输和光纤耦合等多重功能。预计 2025—2026 年以后，伴随第二代 CPO 架构、紧凑光子引擎和数据中心交换芯片升级，玻璃基板 CPO 将从实验室样品和原型系统逐步走向产业化验证，真正大规模放量仍取决于良率、成本、热管理和标准化生态的成熟。

表 2：CPO 玻璃基板领域海外主要参与企业

厂商	简介	详情
康宁	CPO 玻璃基板/玻璃波导平台最明确的产业化推动者之一，AyarLabs 是其重要光 I/O 生态伙伴	开发基于玻璃基板的 CPO 平台，采用离子交换单模光波导、RDL、TGV，原型波导损耗可做到 0.08dB/cm，后续优化至 0.034dB/cm。
Fraunhofer IZM	欧洲玻璃基板 CPO/光电封装的重要研发平台，重点在大尺	长期开发薄玻璃光波导、glassPack、玻璃中介层、TGV、RDL 和光电系统级封装；正在开发 510mm×515mm 级大尺寸玻璃基板，集成 TGV、多层 RDL 和光

	寸玻璃、光波导、TGV/RDL 和面板级工艺	波导，用于未来光子系统。2025 年还牵头成立玻璃基板技术联盟，联合 15 家企业推进玻璃基板生态。
--	------------------------	--

数据来源：《玻璃基板在光电共封装技术中的应用》（陈俊伟等）、广发证券发展研究中心

（2）路线二：玻璃仅作为高性能电互连基板，产业化落地节奏相对更快。相比于在玻璃内部集成光波导的光电混合集成方案，玻璃电互连基板路线并不要求在玻璃本体中形成低损耗光波导，也不需要同步解决 PIC 与玻璃波导之间的高精度光耦合、光纤连接器封装及长期光学可靠性等问题，整体技术难度和验证链条相对更短。该路线更接近先进封装中替代中介层/载板逻辑，核心在于利用玻璃材料低介电损耗、高尺寸稳定性、低翘曲和可 TGV 垂直互连等优势，在基板上实现 ASIC、EIC、PIC 等芯片之间的高速电互连，光信号仍主要由 PIC 通过边缘耦合或光纤阵列输入输出，因此更容易与现有光模块/CPO 架构和封装工艺衔接。

三、玻璃基板工艺：原片和 TGV 是关键难点

半导体级玻璃基板的制造流程可概括为：**玻璃原片制备与前处理—TGV 成孔—孔壁金属化/铜填孔—表面金属化—RDL 重布线—介质层与多层互连构建—表面处理—检测与可靠性验证**。其中，玻璃原片制备决定基板的平整度、厚度均匀性、低缺陷和热膨胀匹配能力；TGV 成孔及孔壁金属化/铜填孔负责实现上下层垂直导通；表面金属化与 RDL 重布线负责完成芯片、HBM 与封装基板之间的横向互连；介质层与多层互连构建则根据不同产品架构进一步提升布线密度；最终通过表面处理和可靠性验证，形成可用于先进封装的玻璃基互连平台。

（一）玻璃原片：配方与工艺是关键

对于玻璃原片厂而言，核心难点在于稳定做出能够适配先进封装全流程的半导体级玻璃材料，关键在于材料配方、低缺陷成形、大尺寸薄型化、热机械匹配和 TGV 工艺兼容性的综合控制。

最关键的是材料配方和低介电损耗、机械强度、化学稳定性和热膨胀等方面取得平衡。先进封装玻璃后续要和硅芯片、HBM、铜线路、有机介质层一起经历高温制程和热循环，如果热膨胀系数不匹配，大尺寸封装下很容易产生翘曲、应力集中、铜层剥离、TGV 裂纹和焊点失效。因此，原片厂必须通过玻璃配方调节，在低介电损耗、机械强度、化学稳定性和热膨胀匹配之间取得平衡，而不是简单追求某一个指标最优。

图 11：玻璃基板封装可靠性与应对策略

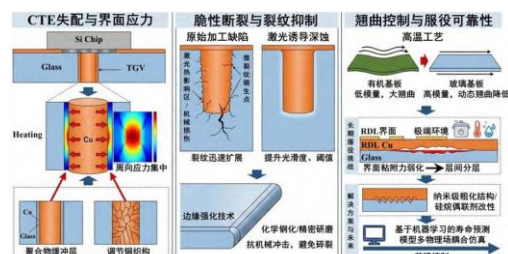
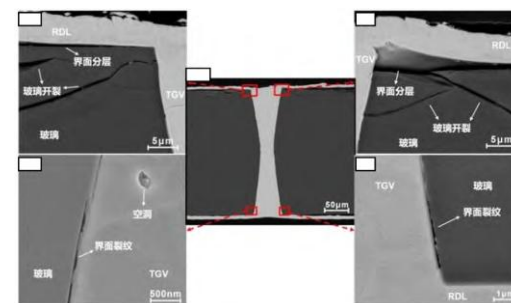


图 12：冷热冲击1000次周次后TGV截面形貌



数据来源：《高性能封装玻璃基板 TGV 技术的研发现状、挑战与未来展望》（赵强等）、广发证券发展研究中心

从技术路线看，当前先进封装玻璃基板原片主流仍以无碱硼硅玻璃、铝硅酸盐玻璃、石英/高纯玻璃体系为主。其中，无碱硼硅玻璃具备较好的尺寸稳定性、低碱金属污染和成熟供应基础，是显示玻璃和部分封装玻璃的重要路线；铝硅酸盐玻璃在机械强度、化学稳定性和薄型化方面具备优势；石英/高纯玻璃则在低损耗、热稳定和光学应用中具备优势，但成本更高。康宁、肖特、旭硝子以及国内部分玻璃厂当前主流路线基本围绕硼硅玻璃/无碱玻璃展开，差异主要来自不同厂商在玻璃纯度、材料配方和应用适配上的能力。

其次是工艺，原片必须在大尺寸、薄型化条件下保持低缺陷、低内应力、高平整度和低翘曲，同时具备良好的 TGV 加工适配性。由于后续激光成孔、湿法腐蚀、金属化、电镀填孔和 RDL 重布线都会放大原片中的气泡、夹杂、微裂纹、边缘崩边和应力不均等问题，因此原片厂需要把“又大、又薄、又平、又稳、可打孔、可金属化”的多重指标同时做到批量一致。

表 3：肖特半导体封装基板参数

属性	规格
热膨胀系数范围 CTE (20–300°C) **	3.2 3.3 5.0 7.2
尺寸规格	510×515mm
面板初始厚度**	0.5–1.1mm
厚度公差范围***	±10–20μm
总厚度变化范围 TTV***	≤10–20μm
翘曲范围***	≤100–200μm
划伤/麻点	40/20
不可去除颗粒	≤100–200μm
边缘缺陷	≤100–200μm
边缘加工	圆边或倒角，研磨处理

数据来源：肖特官网、广发证券发展研究中心

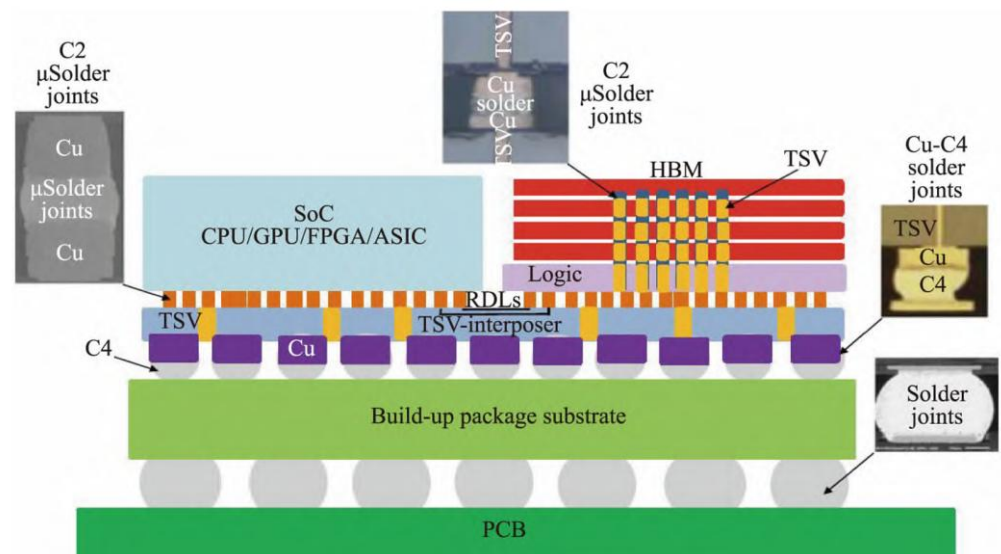
注：*代表可根据需求提供更严格规格，**代表可根据需求提供其他材料或厚度，***代表取决于玻璃类型和厚度

（二）TGV：玻璃基板应用于先进封装的关键工艺

TGV（Through Glass Via）类似于传统硅中介层的 TSV（Through Silicon Via），不同点在于基材由硅变

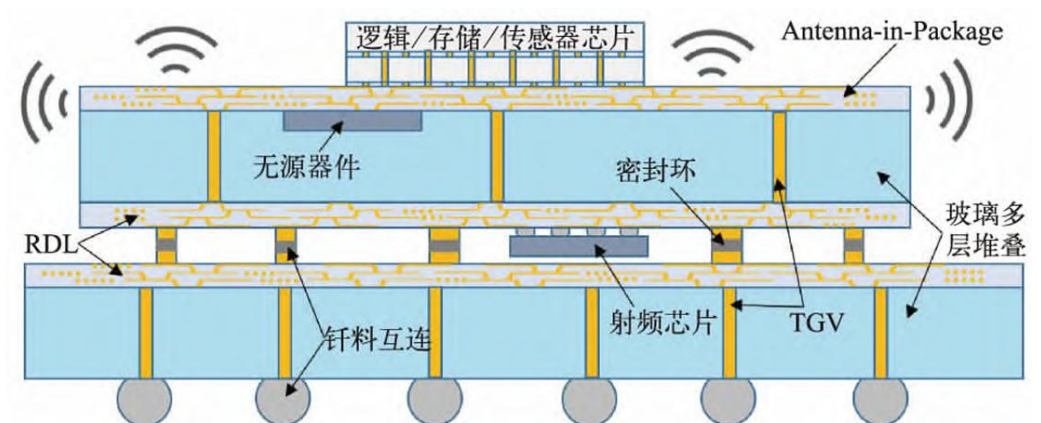
为玻璃，导致其成孔、金属化和可靠性控制方式存在差异。TSV 是指通过在硅中介层打孔的方式实现垂直互联，其通常沿用半导体晶圆加工体系，成孔、绝缘层沉积、阻挡层/种子层、铜填孔和 CMP 等工艺相对成熟；TGV 基于玻璃材料，玻璃本身绝缘性更强、介电损耗更低，但同时具有脆性特征，因此在成孔环节更强调激光诱导、湿法腐蚀或激光烧蚀等工艺对孔壁质量和微裂纹的控制。其主要包含 4 种工艺：

图 13：典型 2.5D TSV 转接板异质集成结构



数据来源：《芯片三维互连技术及异质集成研究进展》（钟毅等）、广发证券发展研究中心

图 14：玻璃基三维异质集成结构



数据来源：《芯片三维互连技术及异质集成研究进展》（钟毅等）、广发证券发展研究中心

(1) **传统机械与物理去除工艺**：包括机械钻孔、喷砂及超声辅助喷砂等方式，本质上是外部机械力或磨料冲击直接去除玻璃材料。该路线设备成熟、成本较低，但由于玻璃属于高硬度、低断裂韧性的脆性材料，加

工过程中容易在孔缘产生崩边、放射状裂纹和亚表面损伤，孔壁粗糙度较高，孔径通常也难以探至高密度先进封装所需水平。因此，该路线已难以满足 AI/HPC 封装对小孔径、高深径比、高孔壁质量和高可靠性的要求，更多适用于低密度、低精度的消费电子或结构类应用场景。

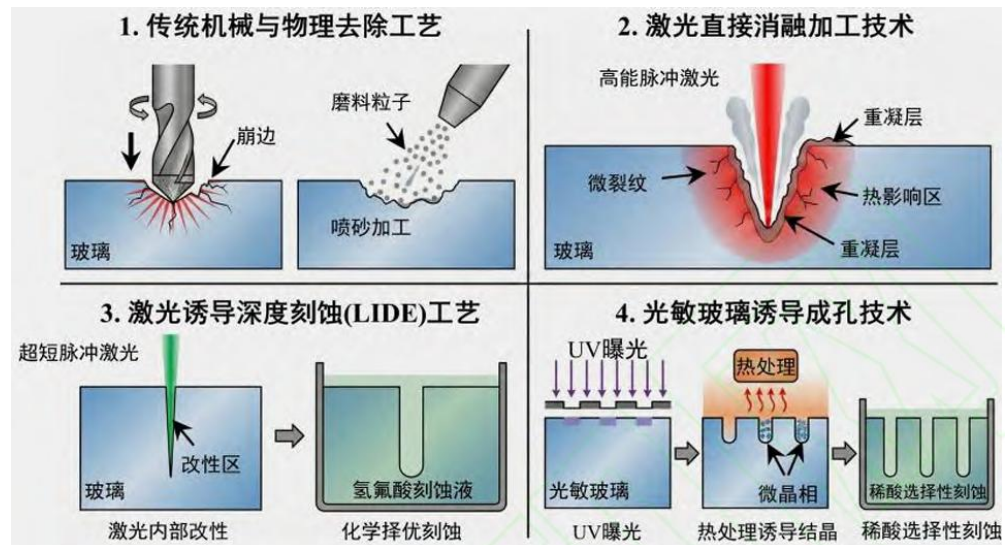
(2) 激光直接消融工艺：利用 CO₂激光、准分子激光、皮秒/飞秒激光等高能光束对玻璃进行局部烧蚀或气化，从而形成通孔。该路线具备无掩模、加工灵活、图形切换快等优势，相比机械加工可实现更小孔径和更高加工精度。但由于其本质仍是高能量直接去除材料，玻璃局部容易形成热影响区，并伴随孔口重凝层、微裂纹、孔壁粗糙和较大锥度等问题，后续会影响种子层覆盖、铜填孔质量及 RDL 重布线可靠性。因此，激光直接消融适合中等精度加工或样品验证，但在高深径比、高密度、低缺陷的先进封装量产场景中存在一定局限。

(3) 激光诱导深度刻蚀工艺 (LIDE)：当前最具产业化前景的 TGV 成孔路线之一。其核心采用“先激光改性、后湿法刻蚀”的两步法：先通过超短脉冲激光在玻璃内部形成局部改性区域，再利用酸性或碱性刻蚀液对改性区域进行选择性的刻蚀，从而形成高质量通孔。与激光直接消融相比，LIDE 不依赖高温熔融和直接烧蚀玻璃材料，因此可显著降低热损伤、重凝层、崩边和微裂纹风险，并有望实现更小孔径、更高深径比和更优孔壁质量。该路线在加工精度、孔壁质量和批量效率之间具备较优平衡，适合面向 AI/HPC 先进封装、玻璃中介层和板级玻璃基板的高密度 TGV 制造。

(4) 光敏玻璃诱导成孔工艺：依赖特定感光玻璃材料，通过掩模紫外曝光、热处理诱导晶化以及稀酸选择性刻蚀形成通孔。其优势在于可借鉴类光刻方式实现大面积通孔阵列同步加工，孔位精度较高、阵列一致性较好，适合特定微结构和光电集成应用。但该路线对感光玻璃材料依赖较强，材料种类有限、成本较高，且部分光敏玻璃在电学损耗、材料纯度和长期可靠性方面不一定适配 AI/HPC 高速互连需求；同时，曝光、热处理、刻蚀等步骤较多，整体制程周期较长。因此，该路线更适合传感器、微流控和部分光电集成场景，在先进封装主流玻璃基板量产中的应用空间相对受限。

综合来看，TGV 成孔技术正在从早期机械去除和直接烧蚀路线，向低损伤、高深径比、高一致性的精密加工路线演进。其中，传统机械加工受限于崩边和粗糙度，激光直接消融受限于热损伤和孔锥度，光敏玻璃法受限于材料体系和成本，而 LIDE 兼具孔壁质量、深径比和板级批量化潜力，是当前面向高性能先进封装最值得关注的主流技术路线。

图 15：4 种 TGV 技术示意图



数据来源：《高性能封装玻璃基板 TGV 技术的研究现状、挑战与未来展望》（赵强等）、广发证券发展研究中心

激光诱导深度刻蚀（LIDE）的难点不在单纯成孔，而在于激光改性、湿法刻蚀、孔形控制和量产一致性的系统协同。该工艺通过超短脉冲激光先在玻璃内部形成改性区域，再利用酸/碱刻蚀液选择性去除改性区，因此对激光能量、焦点位置、扫描速度、玻璃材料均匀性和刻蚀选择比要求极高。若激光改性不足，后续刻蚀难以贯通；若改性过强，则容易引入微裂纹、局部应力和孔口损伤，影响后续金属化和热循环可靠性。

从量产角度看，LIDE 的核心瓶颈在于大尺寸面板上的一致性和良率控制。随着玻璃基板向 300mm 晶圆级、510×515mm 面板级甚至更大尺寸演进，面板不同区域的激光能量分布、焦点稳定性、刻蚀液流场、温度均匀性和玻璃内应力差异都会影响孔径、锥度、孔壁粗糙度和微裂纹水平。单个样品孔做到高质量并不难，真正难的是在大尺寸基板上批量形成高深径比、低损伤、孔形一致且适配后续金属化和 RDL 工艺的 TGV 阵列。

四、玻璃基板产业链重点公司梳理

从应用场景看，玻璃基板并非单一产品形态，而是围绕材料衬底—高密度互连—系统级封装形成多层次需求。不同场景对原片、精加工和配套工艺的要求存在明显差异，对应单片价值量、终端用量、技术难度、投资强度、市场空间和产业化节奏也各不相同。

射频 IPD 是当前落地最快的场景之一，主要利用玻璃高绝缘、低介电损耗和高频稳定性作为无源器件集成衬底。该场景对原片纯净度、介电性能、厚度均匀性和基础 TGV/薄膜工艺有一定要求，但整体尺寸较小，多层高密度互连难度相对有限，落地进度较快。目前射频 IPD 产业化进度领先，云天半导体、3DGS 等厂商已实现量产。

CPO 场景介于射频 IPD 与 AI/HPC 先进封装之间。短期看，CPO 更偏电互连玻璃基载板，要求低介损、高平整度、精细线路和高可靠性，部分产品需要 TGV、镀铜、RDL 等精加工能力；相较射频 IPD，CPO 单片尺寸、

工艺复杂度和基板价值量均有所提升，但市场空间取决于 800G/1.6T 光模块、交换芯片升级及 CPO 渗透节奏，当前电互连玻璃基载板仍以沃格光电等厂商送样和小批量验证为主。长期若向光波导/光电集成演进，则会进一步对玻璃材料光学性能、低传输损耗、耦合精度和光电协同封装提出更高要求，对应技术壁垒和单片价值量有望继续提升，但产业化节奏相对更长。

AI/HPC 先进封装是长期空间较大的方向，单片价值量、技术难度和潜在市场容量均显著高于射频 IPD 和 CPO，内部可分为两条落地路线。第一条是玻璃芯载板替代高端有机封装载板，其中服务器 CPU 级产品产业化节奏相对最快。英特尔 2026 年发布采用玻璃芯载板的 Clearwater Forest，为玻璃材料在高端封装载板层级的量产可行性提供了标志性样本。该方向更强调玻璃芯层的尺寸稳定性、低翘曲、CTE 匹配和多层线路承载能力，对应百亿美元级别的先进 IC 载板市场，整体市场容量大于硅中介层，短中期有望率先在 CPU、服务器处理器等场景中导入；而进一步延伸至 GPU、ASIC 等 AI 芯片级玻璃芯载板时，由于封装尺寸更大、功耗更高、I/O 密度更高，对供电、高速信号、热应力和可靠性要求更严，单片价值量进一步提升，但客户验证和量产导入周期预计更长。第二条是玻璃中介层/玻璃基板替代大面积硅中介层，主要面向 GPU、ASIC 及更大尺寸 AI/HPC 封装。该路径对应 CoWoS 向 CoPoS/PLP 演进的长期趋势，核心在于用大尺寸矩形玻璃面板解决硅中介层受晶圆尺寸、曝光拼接、面积利用率、成本和良率约束的问题。相比玻璃芯载板替代有机载板，玻璃中介层对应的终端市场规模相对更小，但单片价值量高、工艺壁垒强，且直接受益于 AI/HPC 封装面积持续扩大。目前该方向整体仍处于试产验证和客户导入阶段，产业化节奏预计晚于 CPU 级玻璃芯载板，但由于其替代对象和结构功能相对明确，且台积电等主流厂商已在推进 CoPoS/PLP 相关验证，2028 年前后有望进入量产导入阶段，落地时间预计早于 AI 芯片级玻璃芯载板。

玻璃基板作为先进封装的新兴产业链，我们主要关注原片、加工、辅材三大环节。

原片端通常由特种玻璃企业供给，产品主要包括电子玻璃、光学玻璃、药用玻璃等高端玻璃材料。由于原片端核心难点集中在玻璃配方设计、高洁净熔制、气泡/夹杂/条纹控制、成分均匀性、超薄或大尺寸成型以及后续精密加工适配性等环节。因此，更容易切入原片端的企业通常具备两类基础：一是长期从事电子显示玻璃、光学玻璃等高洁净、高平整度玻璃生产的企业，具备大尺寸基板成型、表面质量和缺陷控制经验；二是深耕中性硼硅药用玻璃、微晶玻璃等特种玻璃的企业，具备低膨胀、高稳定性玻璃配方和熔制控制能力。

原片环节具备较强国产替代逻辑。当前半导体级玻璃原片仍以康宁、肖特、NEG 等海外特种玻璃厂商积累更深，其优势主要体现在材料配方、低缺陷控制、TTV、平整度、热膨胀系数可调以及大尺寸基板稳定制造能力。但随着国内先进封装、CPO、射频 IPD 等应用验证加速，原片环节的重要性逐步从单纯材料供应上升为与下游 TGV、镀铜、RDL、可靠性验证协同开发的核心环节。相比海外材料厂商，国内玻璃企业若能在配方开发、尺寸控制、缺陷控制和客户快速迭代方面形成能力，有望凭借本土供应链响应速度、联合验证效率和成本优势，逐步切入国内客户验证体系，国内企业关注旗滨集团、戈碧迦、力诺药包、凯盛科技、彩虹股份等。

加工端目前主要包括三类企业：第一类是传统面板/玻璃加工企业，具备大尺寸玻璃切割、减薄、抛光、清洗及面板级湿制程经验，代表企业包括京东方 A、沃格光电、彩虹股份等；第二类是封装载板企业，具备 ABF/BT 载板、FC-BGA、细线路、电镀及封装可靠性经验，代表企业包括 AT&S、三星电机、揖斐电、欣兴电子等；

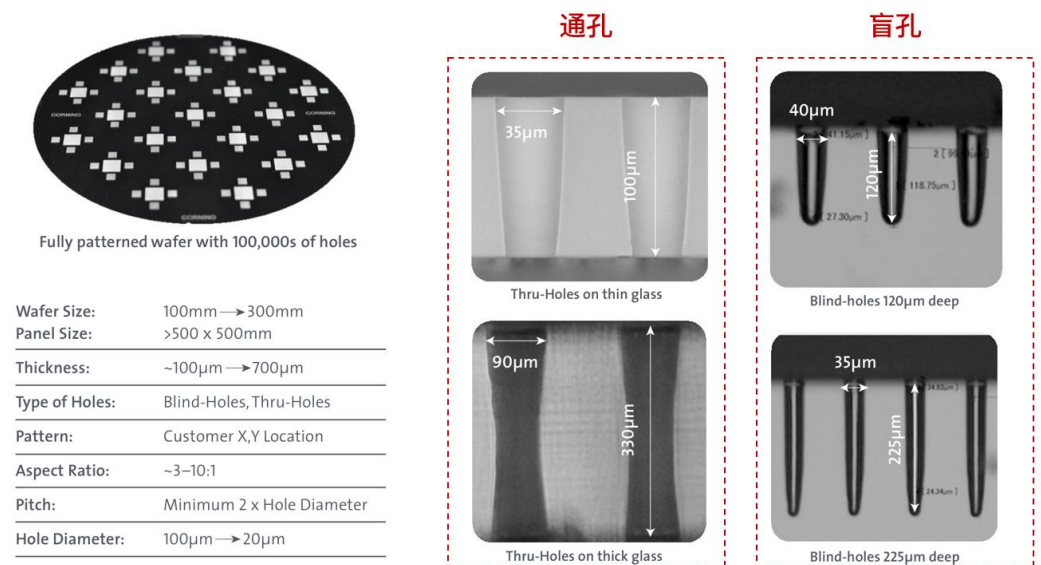
第三类是聚焦玻璃基板产业化的平台型企业，例如 Absolics，其由 SKC 孵化设立，直接面向先进封装玻璃基板产业化。

辅材端主要包括封装基板材料、树脂、光刻胶、化学品、电镀材料及相关湿制程材料等，代表企业包括天承科技、艾森股份、江化微、德邦科技等。

（一）海外玻璃基板厂商梳理

美国康宁是全球特种玻璃龙头。康宁成立约 170 余年，主要围绕玻璃技术提供全球先进的光学显示玻璃产品，在玻璃科学、陶瓷科学和光学物理领域拥有精湛的专业知识与深厚的生产和工程能力。根据公司官网，公司拥有成熟的玻璃基板和 TGV 技术，能够为下游 IC 生产商提供 4-12 英寸、厚度 100-700 μm 的玻璃晶圆基板。TGV 孔径范围在 20-100 μm ，深宽比可以达到 10: 1。盲孔填满金属化用于 100-300mm 的玻璃晶圆，而通孔金属化用于超 500X500mm 的玻璃面板。

图 16：美国康宁公司提供的 TGV 晶圆参数和类型



数据来源：康宁官网、广发证券发展研究中心

德国肖特（SCHOTT）是全球领先的特种玻璃、微晶玻璃及先进材料企业，2023 年起宣布布局先进封装玻璃基产品。在半导体领域，公司长期为前道制造提供高精度光刻机、测量设备及制程设备相关特种材料，包括 ZERODUR®近零膨胀微晶玻璃、石英玻璃部件、光导材料等。玻璃基方面，公司将先进封装列为重点方向，提供面向 IC 制造和先进封装的玻璃载片、玻璃面板和玻璃芯基板，其中玻璃载片可用于 3DIC 封装、晶圆减薄、面板级扇出等流程，玻璃芯基板则面向高密度先进封装基板和中介层应用。公司 2023 年宣布围绕玻璃基先进封装推出“研发、升级、投资”三点行动计划，并披露其产品可用于半导体封装玻璃面板或载片；2025 年

SEMICON Taiwan 期间，公司进一步展示先进封装用高性能特种玻璃组合，强调其在低 TTV、高平整度、机械/化学稳定性、热膨胀系数可调和全球产能扩张方面的布局。

AGC 是全球领先的玻璃、电子、化学品及陶瓷材料企业，2017 年开始布局玻璃基板。在半导体玻璃基板方向，根据 AGC 官网，2017 年公司已开发出一系列面向半导体封装应用及半导体制造工艺支撑的玻璃基板，应用方向包括 WLP 和 FOWLP。其产品包括 300mm 圆形玻璃基板和 500mm×500mm 的大尺寸方形玻璃基板。相关产品可满足先进封装制程对高平整度、高表面质量、精密外形加工及产品追溯标识等方面的要求，适用于晶圆级封装、面板级封装等工艺环节。AGC 也具备根据客户设计需求在玻璃基板上加工 TGV 玻璃通孔的能力。其 TGV 玻璃基板可应用于 chiplet 异构集成、CPO、射频器件等先进半导体封装场景，为三维互连和高密度集成提供材料基础。2025 年 12 月，AGC 展示了用于先进封装的玻璃载体、用于玻璃芯载板的微孔玻璃基底、半导体制造工艺和生产设备中使用的薄膜、树脂制品等。

日本电气硝子（NEG）是全球领先的特种玻璃和电子玻璃材料企业，布局大尺寸玻璃芯载板和 TGV。半导体封装方向，根据 NEG 官网，公司已推出面向封装制程的高精度玻璃支撑基板，可根据客户需求提供不同热膨胀系数的玻璃材料，用于晶圆加工、封装制造等环节中的临时支撑与尺寸稳定控制。公司正在推进面向高性能、高密度封装的无机芯基板产品，产品包括大尺寸玻璃芯基板和玻璃陶瓷芯基板，并配套开发 TGV 玻璃通孔加工能力。2025 年 5 月，公司宣布开发出两类用于下一代半导体封装的大尺寸 TGV 玻璃芯基板，并开始提供样品，供货形态包括已完成 TGV 加工的 515×510mm 基板以及未加工玻璃母板。

表 4：NEG 玻璃基板材料性能参数

指标	测试条件	单位	玻璃型号					
			ABC-G	A58	A66S	A69	A75	A91S
热膨胀系数	20–220℃	ppm/℃	3.6	5.6	6.3	6.6	7.2	8.7
热膨胀系数	20–260℃	ppm/℃	3.7	5.7	6.4	6.7	7.3	8.8
杨氏模量	—	GPa	73	70	77	74	75	70
介电常数	1MHz，25℃	—	5.3	6.2	6.5	6.8	6.9	7.7
介质损耗角正切	1MHz，25℃	—	0.001	0.02	0.01	0.01	0.01	<0.03
体积电阻率	150℃	Ω·cm	—	8.1	8.6	8.3	8	7.1
体积电阻率	250℃	Ω·cm	—	—	6.8	—	6.2	—

数据来源：NEG 官网、广发证券发展研究中心

AT&S：全球高端 PCB 与 IC 封装基板领先企业，前瞻布局玻璃芯基板，英特尔长期合作伙伴。公司是奥地利领先的高端印制电路板和集成电路封装基板企业，产品长期应用于移动终端、汽车、工业、医疗、航空航天、高性能计算等领域。根据公司官网披露，AT&S 已发展成为全球领先的高端 PCB 和 IC 封装基板供应商，其封

装基板主要面向高性能处理器，承担芯片与系统之间的信号传输、电源连接及机械支撑功能，是先进封装中的关键互连载体。

公司与英特尔合作基础深厚。根据公司官网，AT&S 早在 2013 年切入 IC 封装基板业务时，即与英特尔签署企业采购协议、主合作协议及知识产权协议，围绕封装基板业务开展合作；此后，公司还获得英特尔 2019 年及 2020 年“优选质量供应商”奖项，长期处于英特尔封装基板供应链体系中。

在玻璃基板方向，AT&S 已将玻璃芯基板定位为下一代先进封装技术平台。根据公司官网，2026 年 4 月，公司披露正推进面向 AI、高性能计算和光子应用的玻璃芯基板技术，并已在奥地利莱奥本新工厂完成相关新设备导入，产业化进程持续推进。

Absolics 是韩国 SKC 旗下、位于美国佐治亚州的半导体玻璃基板公司。公司较早将玻璃芯基板定位于先进封装关键材料，面向高性能计算、数据中心和 AI 等应用场景，强调玻璃基板在提升封装性能、降低功耗和优化封装形态方面的价值。从产业化进程看，Absolics 自 2021 年起已公开布局半导体玻璃基板。根据佐治亚州政府、SKC 官网以及美国商务部，2021 年 10 月，佐治亚州政府披露 SKC 及合作伙伴将在 Covington 建设玻璃基半导体基板项目；2024 年，美国商务部披露对 Absolics 的 CHIPS 资金支持，NIST 项目页显示其获得 1 亿美元直接资金，用于建设玻璃芯封装生态，并支持佐治亚低量制造设施推进玻璃芯基板研发和供应链建设。同期，Absolics 也与佐治亚理工学院及其 3D Packaging Research Center 合作，推进玻璃芯基板面板制造、材料与工艺开发、表征测试及可靠性验证。进入 2025 年后，Absolics 的玻璃基板产业化节奏进一步加快。SKC 在 CES 2025 期间展示了半导体玻璃基板实物，并表示其已在佐治亚完成玻璃基板量产设施建设、正加速商业化推进。

（二）国内玻璃基板厂商梳理

1. 原片环节

（1）旗滨集团是国内领先的玻璃制造企业，电子玻璃、药用玻璃等高端特种玻璃研发方面经验丰富，持续推进玻璃基板研发。根据卓创资讯和湖南省工信厅，电子玻璃方面，公司已布局高性能透明微晶玻璃，旗下湖南旗滨新材料透明微晶玻璃生产线于 2023 年点火投产，产品主要面向智能手机等电子显示应用，重点突破超薄电子微晶玻璃成型、熔制均匀性、缺陷控制和批量化制造等技术。药用玻璃方面，公司较早切入中性硼硅药用玻璃领域，2019 年启动相关布局，2021 年实现一期生产线商业化运营，2022 年进一步推进二期产线投产，电子、药用玻璃与半导体玻璃基板研发存在一定技术共性：微晶玻璃侧重热膨胀系数、机械强度和尺寸稳定性调控，有助于支撑低翘曲、高平整度基板开发；中性硼硅玻璃侧重低热膨胀、高均匀性和高可靠性，有助于提升公司在高端玻璃材料配方、熔制一致性和缺陷控制方面的研发基础。在研发方面，公司已建立集团级大研发体系并组建研究总院，具备从实验室研发、工业试生产到商业化应用的一体化研发能力，可支撑创新研发、共性技术攻关及多业务板块新产品开发，目前公司正在进行玻璃基板原片的研发。

表 5：旗滨电子玻璃产品矩阵

电子玻璃产品	旗鲨 HS3	旗鲨 HS6	NE1 微晶玻璃	旗鲨 HS7i	旗鲨新纪元 GC1 微晶玻璃
简介	旗滨推出的第一款专门应用于手机、平板、车载、工控保护盖板等可化学强化的超白高铝硅玻璃	可进行二次化学强化增强的高强锂铝硅玻璃，抗摔、抗弯曲、抗划伤、抗冲击性能好。	一款纳米级透明微晶玻璃，具有超高的断裂韧性、抗冲击强度、耐划伤等	抗跌落、抗刮擦等核心性能将更上一层楼，引领行业	同时具备高强、高透、超薄、耐划伤、抗跌等优异性能
性能	1.优异的光学性能: 可见光透过率>91.5% 2.良好的抗划伤性能: 铅笔硬度>9H, 维氏硬度>650kgf/mm ² 3.超高的机械强度: 落球强度大于0.3J, 4 点弯曲高于650MPa 4.出色的化学强化性能: CS700-950MPa.DOL 35-50 μm	1.3D 成型能力: 热弯温度低至600℃ 2.高抗摔性能: 180#砂纸跌落高度>160cm 3.高抗弯曲强度: 4PB 均值>700Mpa 4.化学强化性能: CS>850Mpa,DOL>100 μm	1.透光率(550nm, %)>91 2.雾度(%)<0.15。 3.维氏硬度(HV)>700 4.整机跌落高度(M) 条件: 200g 配重、80 目碳化硅砂纸>1.6		

数据来源：CINNO、国际（上海）显示技术及应用创新展、广发证券发展研究中心

(2) 戈碧迦是国内光学玻璃及特种功能玻璃领域的代表企业，产品由光学玻璃向纳米微晶玻璃、防辐射玻璃、耐高温高压玻璃及半导体领域用载板、基板玻璃等高端特种功能玻璃延伸。在半导体方向，公司 TE 系列玻璃具备特定热膨胀系数，兼具热学、机械、化学性能和全波段高透过率，可应用于半导体玻璃载板及基板的晶圆制造、封装和测试环节。从进展看，公司半导体玻璃材料已从研发验证逐步进入商业化导入阶段。根据 20250917 公司投资者关系活动记录表，戈碧迦玻璃载板已开发多款产品，经下游客户加工后通过多家知名半导体厂商验证，应用领域包括 2.5D/3D 先进封装，并已获得销售合同、陆续出货确认收入；玻璃基板方面，公司已开发出相关材料并向国内多家知名半导体厂商送样，主要用于玻璃基板 TGV 封装，目前仍处于验证推进阶段。

(3) 力诺药包是国内药用玻璃包装领域的重要企业，在硼硅药用玻璃、耐热玻璃等细分领域具备较强产业基础。根据公司财报，公司深耕硼硅玻璃多年，具备较成熟的玻璃熔制与成型工艺能力，并已形成中硼硅药用玻璃管、中硼硅模制瓶等高端药包产品能力。公司正依托硼硅玻璃低热膨胀、热稳定性和低介电损耗等特性，向高端功能玻璃及半导体相关材料延伸。近年来，公司将微晶玻璃、抑菌玻璃及玻璃基板作为重点拓展方向，相关产品已进入客户送样和验证阶段。根据力诺药包官方微信公众号，6 月 1 日，公司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。

(4) 凯盛科技是中国建材集团旗下显示材料和应用材料平台型企业，主业覆盖超薄电子玻璃、UTG 柔性可折叠玻璃、ITO 导电膜玻璃、柔性触控、面板减薄及显示触控模组等方向。公司已在显示玻璃材料、玻璃薄化和高精度后加工等环节形成较深积累。根据公司在上证 e 互动平台回复，凯盛科技正在推进 TGV 玻璃相关技术

研发，探索显示玻璃材料及精密加工能力向半导体玻璃基板方向延伸。当前公司玻璃基板业务仍处于技术储备和产业化培育阶段，后续关注 TGV 工艺验证、客户导入及批量化进展。

（5）彩虹股份是国内显示用基板玻璃企业，长期深耕液晶基板玻璃及显示面板产业链，在高世代、大尺寸基板玻璃领域具备较强的技术和产业化积累。根据公司年报，液晶基板玻璃是新型显示产业链基础关键原材料，公司基板玻璃业务将深耕基板玻璃产业高质量发展，加快推进产业国产化，重点发展高世代基板玻璃产业规模，并加快 10.5 代、OLED 基板玻璃核心技术研发及产业化。显示基板玻璃与半导体封装玻璃基板在材料纯度、熔制均匀性、尺寸稳定性、表面平整度、缺陷控制及大尺寸基板成型等方面存在一定技术共性。根据公司股票交易异常波动公告，公司正在持续进行基板玻璃在半导体封装领域的市场分析、技术跟踪与研究，目前处于研发阶段，未有产品进入测试阶段。

2.精加工环节

（1）沃格光电是国内光电玻璃精加工领域企业，2022 年成立通格微进入封装载板领域。根据公司财报，公司当前业务包括光电玻璃精加工、背光及显示模组、显示触控模组、高端光学膜材模切、玻璃基 TGV 多层线路板及玻璃光学器件五大板块，围绕新一代显示与半导体两大方向布局。玻璃基板方面， 根据公司 2022 年 6 月，公司与天门高新投共同设立湖北通格微，作为芯片板级封装载板产业园项目主体。2022 年 10 月，公司披露具备行业领先的玻璃薄化、TGV（玻璃通孔）、溅射铜以及微电路图形化技术，拥有玻璃基巨量微米级通孔的能力，最小孔径可至 10μm，厚度最薄达到 50um，真正实现产品轻薄化，是国际上少数掌握 TGV 技术的公司之一。2023 年 10 月，公司与雷曼光电联合发布采用玻璃基 TGV 多层线路板技术开发的 220 寸 Micro LED 直显屏。2024 年 3 月，公司公告由湖北通格微继续投资建设年产 100 万平方米芯片板级封装载板项目，总投资约 12.16 亿元，建设玻璃基芯片板级封装载板自动化产线。根据公司 2025 年财报，公司全资子公司湖北通格微主要生产玻璃基板产品在 5G-A/6G 通信射频天线振子与国内头部通信企业开展相关项目合作，按项目节点规划，预计明年进入小批量量产阶段；同时参与国内头部光通讯企业 1.6T 光模块/CPO 项目的合作开发。

表 6：沃格光电玻璃基板发展历程

时间	关键事件	具体内容
2022 年 6 月	设立项目主体	沃格光电与天门高新投共同设立湖北通格微，作为芯片板级封装载板产业园项目主体。
2022 年 10 月	披露核心工艺能力	公司披露已具备玻璃薄化、TGV、溅射铜、微电路图形化等技术，拥有玻璃基巨量微米级通孔能力；最小孔径可至 10μm，玻璃厚度最薄可达 50μm。
2023 年 10 月	发布终端应用样品	公司与雷曼光电联合发布采用玻璃基 TGV 多层线路板技术开发的 220 寸 Micro LED 直显屏。
2024 年 3 月	加码产业化投资	湖北通格微继续投资建设年产 100 万平方米芯片板级封装载板项目，总投资约 12.16 亿

		元，建设玻璃基芯片板级封装载板自动化产线。
2025 年	参与 1.6T 光模块/CPO 项目合作开发	湖北通格微参与国内头部光通讯企业 1.6T 光模块/CPO 项目的合作开发；光模块组件/光电共封 CPO 玻璃基封装载板主要应用于数据中心光通信模块。

数据来源：公司财报、公司官网、公司投资公告、广发证券发展研究中心

(2) 京东方 A 是全球领先的显示面板企业，2024 年投资建设玻璃基封装载板试验线，已向国内客户送样。

公司在 LCD、OLED、柔性显示、Mini/Micro LED 等显示技术领域具备深厚积累，显示面板出货规模和技术能力长期处于全球前列。依托大尺寸玻璃基板加工、高精度图形化、薄膜沉积、光刻、蚀刻、检测及良率管控等显示面板制造能力，公司正积极向玻璃基封装载板等半导体先进封装方向延伸。玻璃基板方向，公司路径主要来自显示面板制造能力的复用：根据公司 26 年 5 月投资者关系活动记录表，公司于 2024 年投资 9.93 亿元建设玻璃基封装载板试验线，已向部分国内客户送样，部分客户已通过概念认证并进入技术测试阶段。根据《京东方 A 关于与康宁公司签署合作备忘录的公告》，2026 年 5 月，公司与康宁签署合作备忘录，双方拟围绕玻璃基封装载板、可折叠玻璃、钙钛矿玻璃基板、光互连相关应用等领域开展合作。

3.辅材环节

(1) 天承科技是国内功能性湿电子化学品领先企业之一，切入 TGV 通孔金属化所需的电镀液及添加剂体系。

玻璃基板领域，公司聚焦 TGV 通孔金属化所需的电镀液及添加剂环节，已完成玻璃基板通孔 TGV 金属化、电镀铜等产品研发和技术储备。根据 20260119 公司投资者关系活动记录表，其 TGV 电镀产品主要应用于先进封装中以玻璃基板为介质的孔电镀，可适用于脉冲和直流电镀，具备填孔性能较好、镀层应力较低、延展性和抗拉强度较高等特点。公司在投资者交流中表示，其在 AR=10~15 的 TGV 填孔电镀加工效率和良率等关键指标上取得突破，并已与京东方 A、三叠纪、玻芯成等 TGV 客户持续合作、取得小批量订单，后续有望受益于玻璃基板先进封装产业化推进。

五、投资建议

玻璃基板是 AI/HPC 先进封装向大尺寸、高带宽、高密度演进的重要材料平台，长期成长空间来自玻璃芯载板对高端有机封装载板的替代，以及玻璃中介层/玻璃基板对大面积硅中介层的替代，远期市场空间或可达到千亿级；同时，射频 IPD、CPO 等细分应用有望提供更早期的产业化落地场景。随着英特尔 CPU 级玻璃芯载板率先实现量产验证、台积电 CoPoS/PLP 推进试产验证，玻璃基板产业正从远期技术储备进入可跟踪的产业化导入阶段，后续有望围绕先进 IC 载板、中介层、CPO 和射频 IPD 等场景打开较大市场空间。

建议围绕原片、精加工和辅材三大环节，优选具备实质产业布局、核心工艺能力和客户验证进展的公司。原片端是玻璃基板产业链的重要环节，决定 TTV、平整度、厚度均匀性、低缺陷、CTE 匹配和大尺寸稳定性。当前高端半导体玻璃原片仍以康宁、肖特、NEG 等海外厂商积累更深，但随着国内先进封装、CPO 和射频 IPD

验证提速，下游客户对本土化供应、快速响应和协同开发的需求提升，原片环节具备国产替代机会。**建议关注**具备特种玻璃、电子玻璃或高端药用玻璃基础，并具备材料配方、尺寸控制、低缺陷控制及客户协同验证能力的旗滨集团、戈碧迦、力诺药包、凯盛科技、彩虹股份等。

精加工端是玻璃基板由材料衬底走向高密度互连平台的关键环节，关注 **TGV** 成孔、孔金属化、镀铜、**RDL**、多层互连和面板级制程能力。随着应用从射频 IPD、CPO 向 AI/HPC 先进封装延伸，精加工环节的工艺复杂度和单片价值量有望持续提升。**建议关注**已布局玻璃基板试验线、送样验证或小批量样品，并具备 **TGV**、镀铜、**RDL** 等工艺能力的沃格光电、京东方 A 等。辅材端围绕电镀液、光刻胶、湿电子化学品、封装胶黏剂等环节配套，材料与工艺窗口匹配度将直接影响良率和可靠性，**建议关注**已进入半导体封装、先进 **PCB**、载板或玻璃基板客户验证体系，并具备配方迭代、工艺适配和稳定供应能力的天承科技等。

六、风险提示

- 1.产业化进度不及预期。玻璃基板在 AI/HPC 先进封装中仍处于导入和验证阶段，量产节奏存在不确定性。若客户导入、产线建设或产业链协同推进放缓，行业放量时间可能晚于预期。
- 2.关键工艺进展不及预期。玻璃基板涉及 **TGV** 成孔、孔金属化、铜填孔、**RDL** 重布线及可靠性验证等复杂工艺。若微裂纹、填孔空洞、镀层应力、热循环可靠性等问题解决不及预期，可能影响良率提升和成本下降。
- 3.客户验证和订单转化不及预期。目前多数国内企业仍处于研发、送样、小批量验证或试验线阶段。若客户验证周期拉长，或小批量订单无法转化为量产订单，相关公司业绩贡献可能低于预期。

广发建材新材料行业研究小组

谢璐：首席分析师，南开大学经济学硕士，2012年进入广发证券发展研究中心。

张乾：资深分析师，南京大学经济学硕士，2020年加入广发证券发展研究中心。

陈琳云：资深分析师，硕士，毕业于上海交通大学，2026年加入广发证券，曾任职于财通证券，3年证券行业研究经验。

张蒙幻：高级研究员，硕士，毕业于对外经济贸易大学，2026年加入广发证券，曾任职于天风证券，2年证券行业研究经验。

李陶然：研究员，北京大学金融硕士，2025年加入广发证券发展研究中心。

分析师及联系人



谢璐

SAC 执证号：S0260514080004
SFC CE No. BMB592
xielu@gf.com.cn



张乾

SAC 执证号：S0260522080003
gzzhangqian@gf.com.cn



陈琳云

SAC 执证号：S0260526010002
chenlinyun@gf.com.cn

请注意，张乾、陈琳云并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人，不可在香港从事受监管活动。

联系人：
张蒙幻
zhangmenghuan@gf.com.cn
联系人：
李陶然
litaoran@gf.com.cn

广发证券	买入：预期未来 12 个月内，股价表现强于大盘 10%以上。
行业投资评级说明	持有：预期未来 12 个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
	卖出：预期未来 12 个月内，股价表现弱于大盘 10%以上。

广发证券	买入：预期未来 12 个月内，股价表现强于大盘 15%以上。
公司投资评级说明	增持：预期未来 12 个月内，股价表现强于大盘 5%-15%。
	持有：预期未来 12 个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
	卖出：预期未来 12 个月内，股价表现弱于大盘 5%以上。

联系我们	地址	邮政编码	客服邮箱
	广州市： 广州市天河区马场路 26 号广发证券大厦 47 楼	510627	gfzqyf@gf.com.cn
	深圳市： 深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 31 层	518026	
	北京市： 北京市西城区月坛北街 2 号月坛大厦 18 层	100045	
	上海市： 上海市浦东新区南泉北路 429 号泰康保险大厦 37 楼	200120	
	香港： 香港湾仔骆克道 81 号广发大厦 27 楼	-	

法律主体声明

本报告由广发证券股份有限公司或其关联机构制作，广发证券股份有限公司及其关联机构以下统称为“广发证券”。本报告的分销依据不同国家、地区的法律、法规和监管要求由广发证券于该国家或地区的具有相关合法合规经营资质的子公司/经营机构完成。

广发证券股份有限公司具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管，负责本报告于中国（港澳台地区除外）的分销。

广发证券（香港）经纪有限公司具备香港证监会批复的就证券提供意见（4 号牌照）的牌照，接受香港证监会监管，负责本报告于中国香港地区的分销。

本报告署名研究人员所持中国证券业协会注册分析师资质信息和香港证监会批复的牌照信息已于署名研究人员姓名处披露。

重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，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者口头承诺均为无效。

本报告署名研究人员、联系人（以下均简称“研究人员”）针对本报告中相关公司或证券的研究分析内容，在此声明：（1）本报告的全部分析结论、研究观点均精确反映研究人员于本报告发出当日的关于相关公司或证券的所有个人观点，并不代表广发证券的立场；（2）研究人员的部分或全部的报酬无论在过去、现在还是将来均不会与本报告所述特定分析结论、研究观点具有直接或间接的联系。

研究人员制作本报告的报酬标准依据研究质量、客户评价、工作量等多种因素确定，其影响因素亦包括广发证券的整体经营收入，该等经营收入部分来源于广发证券的投资银行类业务。

本报告仅面向经广发证券授权使用的客户/特定合作机构发送，不对外公开发布，只有接收人才可以使用，且对于接收人而言具有保密义务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。在特定国家或地区传播或者发布本报告可能违反当地法律，广发证券并未采取任何行动以允许于该等国家或地区传播或者分销本报告。

本报告所提及证券可能不被允许在某些国家或地区内出售。请注意，投资涉及风险，证券价格可能会波动，因此投资回报可能会有所变化，过去的业绩并不保证未来的表现。本报告的内容、观点或建议并未考虑任何个别客户的具体投资目标、财务状况和特殊需求，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的投资建议。本报告发送给某客户是基于该客户被认为有能力独立评估投资风险、独立行使投资决策并独立承担相应风险。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券认为可靠，但广发证券不对其准确性、完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策，如有需要，应先咨询专业意见。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券的立场。广发证券的销售人员、交易员或其他专业人士可能以书面或口头形式，向其客户或自营交易部门提供与本报告观点相反的市场评论或交易策略，广发证券的自营交易部门亦可能会有与本报告观点不一致，甚至相反的投资策略。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且无需另行通告。广发证券或其证券研究报告业务的相关董事、高级职员、分析师和员工可能拥有本报告所提及证券的权益。在阅读本报告时，收件人应了解相关的权益披露（若有）。

本研究报告可能包括和/或描述/呈列期货合约价格的事实历史信息（“信息”）。请注意此信息仅供用作组成我们的研究方法/分析中的部分论点/依据/证据，以支持我们对所述相关行业/公司的观点的结论。在任何情况下，它并不（明示或暗示）与香港证监会第5类受规管活动（就期货合约提供意见）有关联或构成此活动。

权益披露

(1)广发证券（香港）跟本研究报告所述公司在过去12 个月内并没有任何投资银行业务的关系。

版权声明

未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。

