

北交所专题报告

2026年06月23日

证券分析师

赵昊
SAC: S1350524110004
zhaohao@huayuanstock.com

联系人

胡文瀚
huwenhan@huayuanstock.com

先进封装重构基础材料需求，戈碧迦有望崛起为半导体玻璃国产破局者

——优质公司系列专题之戈碧迦-半导体玻璃篇

投资要点：

- **报告定位：**本篇为《优质公司系列专题之戈碧迦》系列第一篇，聚焦半导体玻璃材料在先进封装中的产业逻辑，从后摩尔时代封装技术演进出发，系统拆解玻璃载板与玻璃基板的需求驱动、应用场景、技术壁垒与竞争格局，为后续深度剖析戈碧迦的公司价值与成长路径奠定产业基础。
- **赛道格局：**先进封装驱动半导体玻璃需求，戈碧迦卡位玻璃原材料国产替代窗口。后摩尔时代，摩尔定律放缓与 AI 算力需求大增共同推动先进封装站上风口，玻璃材料正从载板、中介层到基板多层渗透，有望成为解决晶圆减薄承载与高密度互连瓶颈的关键材料。据 IDTechEx 数据，2025 年全球半导体玻璃市场规模约 10 亿美元，载板占 90%，预计至 2036 年将达 44 亿美元，CAGR 为 14.2%。全球高端玻璃载板与基板供给长期由康宁、肖特等少数厂商主导，进入壁垒涵盖资本密集型的精密熔融设备、专有表面处理能力、12 至 24 个月的单品单客户认证周期。戈碧迦是国内少数同时布局玻璃载板与玻璃基板、并向光刻机用零膨胀玻璃延伸的本土企业，其玻璃载板已实现量产，在国产替代窗口期卡位于寡头格局清晰的细分赛道。
- **应用场景：**玻璃载板有望率先放量，玻璃基板面向 AI 芯片或将长期替代有机基板，上游玻璃原片或构成重要壁垒。半导体玻璃载板服务于 3D 堆叠与 TSV 制造中的晶圆减薄需求，玻璃凭借可定制 CTE、高透光率和低于硅晶圆的成本优势，已成为 FOWLP 等先进封装工艺的重要耗材，台积电 CoWoS、三星 I-Cube 等主流工艺均在流程中使用玻璃载板，Mordor Intelligence 预计 2030 年全球玻璃晶圆载板市场规模将达 16.7 亿美元。玻璃基板则面向 AI/HPC 芯片对更高密度互连的需求，凭借 1 微米级线宽线距能力和低介电损耗，有望替代 ABF 有机基板，并在 CPO 共封装光学领域具备拓展潜力，大量厂商已开始布局玻璃基板，但当前玻璃基板产业化仍面临玻璃原片性能、TGV 通孔技术成熟度两大挑战。
- **公司卡位：**戈碧迦携熠铎科技有望构建半导体玻璃材料立体布局，短期看载板放量，长期看多场景渗透。戈碧迦已推出 TE 系列半导体载板与基板专用玻璃，提供多品类定制化 CTE 产品，玻璃载板有望率先推进国产替代；同时参股国内唯一键合玻璃载板生产服务商熠铎科技，一方面有利于载板、基板产品上下游协同，另一方面或将协同推动从封装环节向前道环节的延伸。在更前沿的超低膨胀玻璃领域，戈碧迦已启动零膨胀微晶玻璃研发，或对标康宁 ULE 产品，有望切入光刻机光学平台等超精密场景。半导体玻璃追赶的本质是材料配方、设备磨合与客户信任的长期竞赛，戈碧迦已在多环节完成初步卡位，其产品与工艺优势、跨场景布局在国内同行中具备先发优势，潜力可期。
- **投资建议：**戈碧迦作为国内稀缺的半导体玻璃体系化布局者，短期看玻璃载板持续放量，中期看玻璃基板客户导入，长期看光刻机材料等新场景渗透，建议密切关注其产品验证进度与客户导入节奏。
- **风险提示：**市场竞争加剧的风险、产品滞销风险、产品和技术替代风险

内容目录

引言	5
1. 为何是玻璃? ——后摩尔时代的封装材料新贵	5
1.1. 背景: 摩尔定律放缓+AI 算力引领, 先进封装站上风口	6
1.2. 半导体中的玻璃: 从载板到基板体现先进封装演进, 玻璃的应用边界持续外扩	9
2. 应用与市场:从临时载板到永久基板, 玻璃与半导体结合持续深化	11
2.1. 玻璃载板: 晶圆因先进封装而越来越薄, 减薄与后道工艺带动玻璃载板需求	12
2.2. 玻璃基板: 有望替代有机基板实现更高密度互连和更低损耗, CPO 领域亦具备潜力	2
3. 布局与展望: 戈碧迦实现玻璃载板先发优势, 光刻机等领域有望切入	25
3.1. 联合键合玻璃载板国产化龙头熠铎科技, 戈碧迦有望切入多元半导体玻璃材料	26
3.2. 光刻机玻璃材料需要超低 CTE,戈碧迦零膨胀玻璃有望拓展应用	27
4. 总结	28
5. 风险提示	29

图表目录

图表 1: 先进封装发展有望带动玻璃材料需求: 从载板到基板, 或将深入渗透各个环节	5
图表 2: 高性能玻璃载板可用于硅晶圆减薄、FOWLP 等临时键合环节	6
图表 3: 玻璃基板相关基本概念	6
图表 4: 英特尔在晶体管的创新不断推动摩尔定律延续	7
图表 5: KAIST 明确绘制出 HBM4 至 HBM8 的“技术代际升级路线图”	8
图表 6: HBM6 或将改用“硅+玻璃混合中介层”从而降本并支持更大 AI 服务器集群 ...	8
图表 7: 英伟达 Tesla P100 GPU 通过 2.5D CoWoS 技术将多个 die 封装于硅中介层 ...	9
图表 8: 业内主要先进封装分类来看, 如混合键合等技术已有头部厂商布局	9
图表 9: 玻璃载板/基板分别主要对应晶圆/面板的两个应用场景: 临时键合和永久键合	11
图表 10: 2025 年玻璃材料在半导体中的市场规模约 10 亿美元, 其中载板占 90%	11
图表 11: 背面研磨从而实现晶圆减薄	12
图表 12: 8/16 层堆叠 DRAM 单层晶圆需减薄至 50/30 μm	13
图表 13: 晶圆可在康宁玻璃载板上减薄至 5 微米以下	13
图表 14: 玻璃作为载板材料具备诸多优势	13
图表 15: 扇外型晶圆级封装中, 需要玻璃载板作为重构晶圆的支撑	14
图表 16: 硅通孔封装工艺中, 临时玻璃载板是 TSV 加工中的重要支撑载体	15
图表 17: 晶圆承载系统工艺以玻璃载板为核心, 一般在背面研磨前使用	15
图表 18: 玻璃载板可通过激光解键合等多种工艺实现脱粘	16
图表 19: 康宁通过定制化 CTE, 其 HS6.9 玻璃可用于多种化合物半导体减薄	16
图表 20: 康宁高性能玻璃载板可实现显著更低的晶圆翘曲度 (减少约 40%)	17
图表 21: 玻璃衬底的 CTE 是影响晶圆翘曲程度的关键因素	17
图表 22: 康宁先进封装载板的杨氏模量高、CTE 范围广	18
图表 23: 康宁超低 TTV 玻璃载板可实现再利用	18
图表 24: 肖特针对晶圆级/面板级封装已有多种定制 CTE 规格的玻璃材料产品矩阵	18
图表 25: 肖特、康宁等玻璃巨头已在半导体玻璃领域广泛布局	18
图表 26: 预计 2030 年玻璃晶圆载板的全球市场规模将达 16.7 亿美元	19
图表 27: 玻璃基板具备实现 1 微米 L/S 技术节点的更大潜力	20
图表 28: 玻璃基板应用示意图	20
图表 29: 玻璃在可变的 CTE、低介电损耗等方面优于硅	21

图表 30: 肖特 D263T ECO 玻璃用于 510x510mm 基板案例	21
图表 31: 玻璃基板包含玻璃芯、TGV 及嵌入式组件	21
图表 32: 玻璃基板在基本属性上与各类 PCB 板材规格有差异	22
图表 33: 玻璃基板有望替代 ABF 基板	22
图表 34: DNP 公司预计 2026-2028、2028-2030 年玻璃中介层、玻璃基板将分别随封装技术升级而应用	23
图表 35: TGV 可应用于 CPO, 驱动玻璃中间层取代硅中间层	24
图表 36: 康宁玻璃晶圆可支持 20 微米级的 TGV 通孔, 可实现打孔达 10 万数量级	24
图表 37: TGV 工艺流程简介	25
图表 38: 全球头部厂商协同推动玻璃材料在半导体领域渗透	25
图表 39: 戈碧迦 TE 系列玻璃专门面向半导体载板与基板, 可提供多类的定制化 CTE 产品	26
图表 40: 戈碧迦参股熠铎科技, 材料+技术协同有望打造有竞争力的半导体玻璃产品	27
图表 41: 康宁 ULE 7972 超低膨胀玻璃应用于苛刻场景	28
图表 42: 戈碧迦零膨胀微晶玻璃有望推动国产替代	28

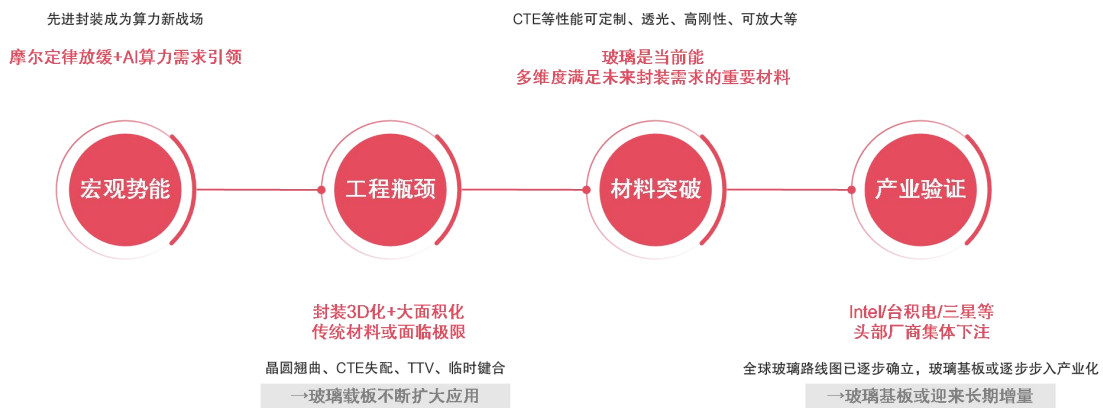
引言

本系列报告旨在深度挖掘北交所市场中具备稀缺性壁垒与长期成长潜力的细分龙头企业，聚焦“唯一性、独占性、不可复制性”等稀缺性维度，通过系统性的深度研究为投资者呈现北交所独特的“隐形冠军”图谱。

在本系列报告中，我们此次聚焦国内少数切入半导体玻璃材料赛道、并同时布局载板与基板两大前沿应用的本土企业——戈碧迦。我们计划以多篇系列报告深度探讨该公司，本篇报告将作为系列开篇，首先回答一个核心命题：为什么是玻璃？我们将从后摩尔时代先进封装的技术演进出发，系统梳理玻璃材料在载板、基板等环节的应用逻辑、产业趋势与核心壁垒，为后续深入剖析戈碧迦的稀缺性价值奠定产业基础。

据康宁信息，历史上，玻璃晶圆在半导体行业的应用主要集中于微机电系统(MEMs)和互补金属氧化物半导体(CMOS)图像传感器领域。这些应用对 TTV 和翘曲的规格要求通常较为宽松。而以玻璃载板为例，其用于三维集成电路(3D-IC)中硅的精密减薄，需要严格控制厚度均匀性和翘曲，因为载板中的不均匀性会直接影响硅的 TTV 准确性，这对材料提出更高要求。与行业理解的“成熟玻璃产业”不同，半导体级玻璃在原材料配方、专门熔炼设备和长期工艺 know-how 等方面要求或更高，全球供给长期由康宁、肖特等少数巨头主导。戈碧迦作为国内领先的玻璃材料厂商，在该领域从载板、基板到零膨胀玻璃进行系统性布局，我们认为其稀缺价值正在于：在国内半导体玻璃材料“从零到一”的关键窗口期，卡位于一个寡头格局清晰、客户验证周期较长且工艺壁垒深厚的细分赛道。

图表 1：先进封装发展有望带动玻璃材料需求：从载板到基板，或将深入渗透各个环节



资料来源：华源证券研究所整理制作

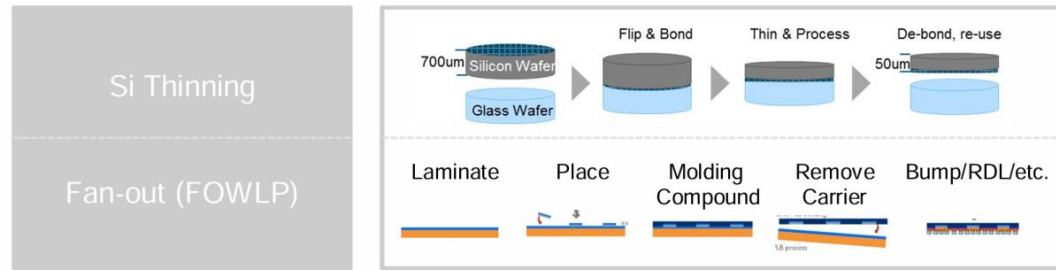
1. 为何是玻璃？——后摩尔时代的封装材料新贵

随着先进封装不断发展，玻璃材料在半导体领域的应用不断增加，我们认为玻璃载板（glass carrier）与玻璃基板（glass substrate）值得重点关注。

据肖特官网信息，半导体玻璃载板通常由硼硅酸盐和铝硼硅酸盐等薄玻璃材料精密制造而成，在临时键合环节中与半导体 IC 晶圆粘合，实现安全处理、封装半导体晶圆并最大限度

地减少损坏。AI 时代对 IC 封装的创新提出进一步要求，使用玻璃载板晶圆可简化 3D IC 封装、晶圆减薄和扇外型晶圆级封装(FO-WLP)等过程。高品质的原片玻璃材料对于载板性能而言十分重要。

图表 2：高性能玻璃载板可用于硅晶圆减薄、FOWLP 等临时键合环节



资料来源：康宁官网、华源证券研究所

半导体玻璃基板通常囊括了“玻璃芯基板”与“玻璃转接板”等概念。首先，玻璃通孔技术（TGV）是在面板级或晶圆级玻璃上完成贯穿空洞并填充导电材料实现纵向电气连通的方法，并进一步在玻璃正背面采用晶圆级工艺制造精细线路层，形成常见于 2.5D 封装中的玻璃转接板/玻璃中介层（TGV interposer），台积电的 CoWoS 采用基于硅通孔（TSV）的硅中介层来实现高密度互连，是当前 2.5D 封装的主流技术。玻璃芯基板常见于 3D 封装方案，即以玻璃作为芯层材料取代有机封装基板中的有机芯层、以 ABF 或其他类似材料通过加成/半加成工艺完成增层制备的 FCBGA 封装基板；最先进的 CoGCS 技术计划彻底省去中介层和传统的有机层压基板，将芯片直接安装在玻璃芯基板上，形成玻璃球栅阵列封装（GBGA）。目前技术成熟度仍有待进一步提升，尚未进入全面普及阶段，其中玻璃材料供应链的协同也十分重要。从未来技术趋势发展来看，我们预计玻璃基板的应用有望实现“TGV 技术充分成熟→玻璃转接板/中介层应用→玻璃芯基板应用”的道路。

图表 3：玻璃基板相关基本概念

概念	基本属性
电子显示用玻璃面板	显示行业也常将玻璃面板称为玻璃基板，表面通常需要制备 TFT 电路、沉积 ITO 薄膜或制备微结构以调节偏振、实现滤光功能等；也常泛指没有表面处理的平板玻璃
玻璃通孔(TGV, Through Glass Via)	玻璃面板上的制孔技术，包括钻孔、表面种子层、电镀填孔和通孔塞孔等，常以具备电气功能的双面板出货，是晶圆级/面板级玻璃芯板的基础技术
玻璃转接板(TGV Interposer)	以带 TGV 的双面板为基础，应用晶圆级 Cu/PI 工艺制备精细 RDL 线路(层数低，≤6 层)形成的转接板，同位替代硅基转接板以适应射频等高频应用；形式也包含 eGFO 等
玻璃芯基板(Glass Core Substrate)	在玻璃芯层两侧以面板级 SAP 增层工艺制备线路层以同位替代 ABF 有机 FCBGA 基板，主要用于 MCM 封装，层数较多(10 层以上)

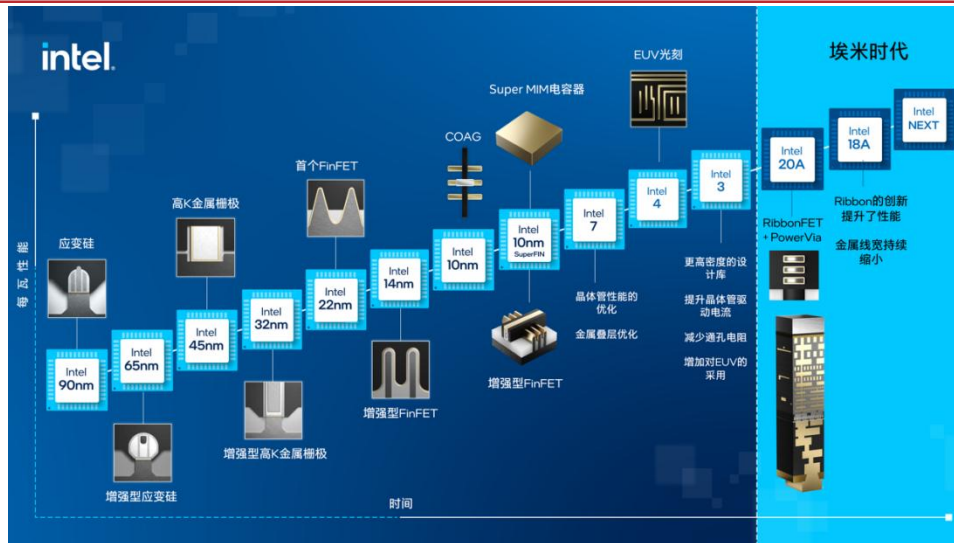
资料来源：《面向芯粒集成的玻璃芯基板应用与关键挑战》陈昶昊等、华源证券研究所

1.1. 背景：摩尔定律放缓+AI 算力引领，先进封装站上风口

2026 年 5 月 25 日，华为公司提出 τ 定律，主张以“时间缩微”替代“几何缩微”，通过“逻辑折叠”等技术构建器件、电路、芯片、系统四层级协同优化体系，从而大幅提升相关性能。这一事件引发行业关注，其背景便是对“超越摩尔定律”的期望。据科普中国信息，自 1965 年戈登·摩尔提出“集成电路上可容纳的晶体管数目，约每隔 18-24 个月便会

增加一倍，而单个晶体管的成本将持续下降”以来，半导体行业几十年来沿着这一规律演进。然而，当器件尺寸逼近原子级别时，摩尔定律或将在量子隧穿效应下失效，硅材料或将迎来理论极限。为了让摩尔定律延续到更小的器件尺度，学术界和工业界在不同的材料、器件结构和工作原理方面的探索一直在进行，每当大家认为摩尔定律要失效时，也总会出现一些新的技术，并应用到产业的发展中，推动摩尔定律继续前行。例如，2008 年高 K（介电常数）电介质的金属栅极技术的出现，突破了芯片在 32nm 工艺制程的卡点。此外，3D FinFET 架构的出现，帮助芯片制程成功突破 28nm 工艺制程。

图表 4：英特尔在晶体管的创新不断推动摩尔定律延续



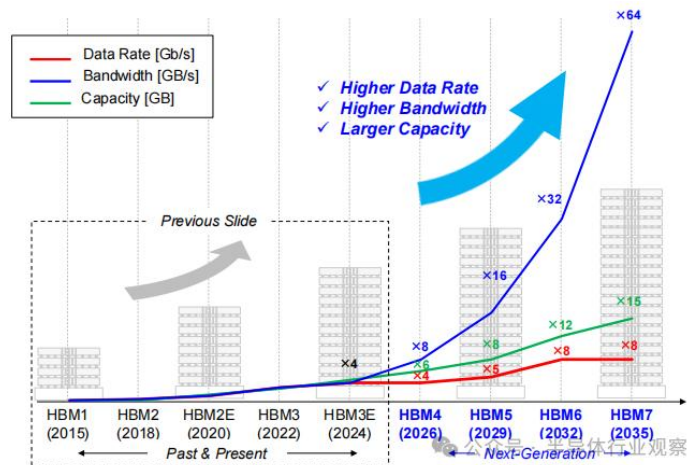
资料来源：英特尔、萨科微官网、华源证券研究所

从设计成本看，根据 IBS（2022 年）数据，设计一颗 7nm 芯片成本约为 2.49 亿美元，5nm 升至 4.49 亿美元，3nm 跃升至 5.81 亿美元，而 2nm 节点或达 7.25 亿美元。从制造成本看，台积电 2nm 晶圆成本已升至 3 万美元甚至更高，3nm 制程 300mm 晶圆成本亦达到 2 万美元。这或反映芯片成本上涨速度已超过仅靠密度缩放带来的经济效益，摩尔定律“单个晶体管的成本将持续下降”论述面临瓶颈，芯片已进入“后摩尔时代”：制程升级放缓且代价提高。据 Yole 信息，面对成本与性能的双重困境，行业形成共识：通过芯粒（Chiplet）与异构集成，结合 2.5D/3D、扇出型封装（Fan-out）等先进封装（AP）技术，以系统级封装（SiP）替代单一制程 SoC，成为降本、提效、缩短上市时间的核心路径，中介层（Interposer）、混合键合（Hybrid Bonding）等技术趋势或将直接推升新材料需求和技术门槛。

与摩尔定律放缓形成反差的是 AI 算力需求增长，这一矛盾构成先进封装崛起的驱动力。

1) HBM 堆叠层数与单 GPU 容量持续突破，对先进封装及新材料应用提出更高要求。HBM（高带宽内存）作为 AI 芯片“刚需”，正以惊人的速度迭代，而韩国 KAIST 提出的 HBM6 路线图明确提出采用“硅 + 玻璃”混合中介层，这或将推动玻璃材料在 HBM 全面应用。

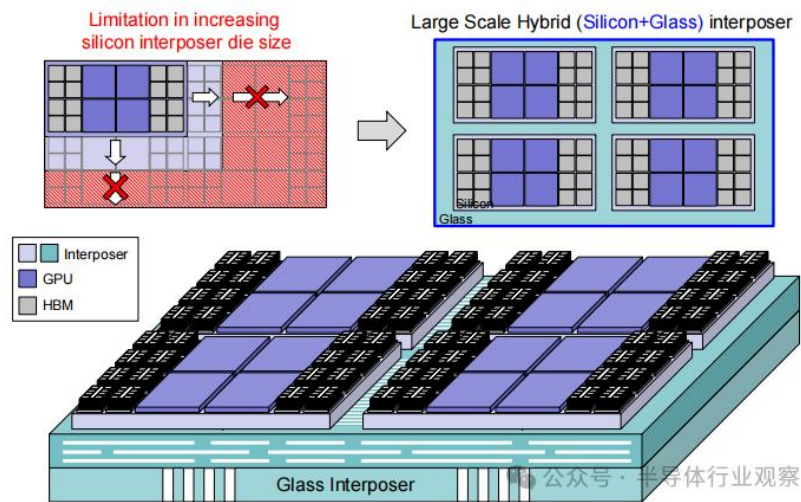
图表 5: KAIST 明确绘制出 HBM4 至 HBM8 的“技术代际升级路线图”



资料来源: 韩国 KAIST 大学、半导体行业观察、华源证券研究所

HBM 的“底座”（中介层）以前用纯硅材料，优点是“传输稳定”，缺点是“面积小、成本高”——一块硅中介层最多装 4 个 HBM 模块。在 KAIST 规划中，HBM6 或将改用“硅+玻璃混合中介层”：玻璃负责“扩大面积”（能装 8 个 HBM 模块），硅负责“精细布线”（保证数据传输稳定），预计成本将降 20%，且能支持更大的 AI 服务器集群。

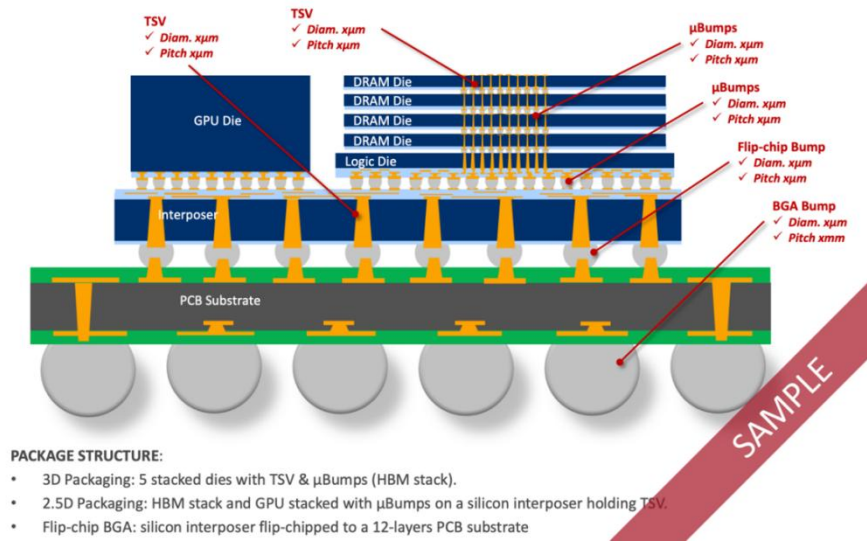
图表 6: HBM6 或将改用“硅+玻璃混合中介层”从而降本并支持更大 AI 服务器集群



资料来源: 韩国 KAIST 大学、半导体行业观察、华源证券研究所

2) AI 算力等需求推高封装面积，单颗 SoC 封装面积已接近光罩极限，作为解决方案的 2.5D 等先进封装将对封装载体的工艺、材料性能提出更高要求。据电子工程专辑信息，传统单片 SoC 受限于光刻机 Reticle Limit (极限尺寸约 858mm²)，然而以英伟达的 GPU 芯片 Geforce RTX 3090 为代表，其 die size 已经达到了 628mm²；随着 die 越做越大以至于良率降低、成本过高，2.5D/3D 封装应运而生。一般的 2.5D 封装指将一大片 die 切成一个个小 die (或称 chiplet)，后将这些小 die 放在 interposer (中介层) 上 (2.5D 封装的某一类方案)。对 die 进行切分以后，整颗芯片就能做得非常大，而且利于做异构集成，典例如台积电 CoWoS 封装。然而随着 interposer 之上的 die 叠加越多，interposer 本身也就需要做得更大，其工艺、材料或面临挑战，从硅中介层走向玻璃中介层或成为重要的升级路线。

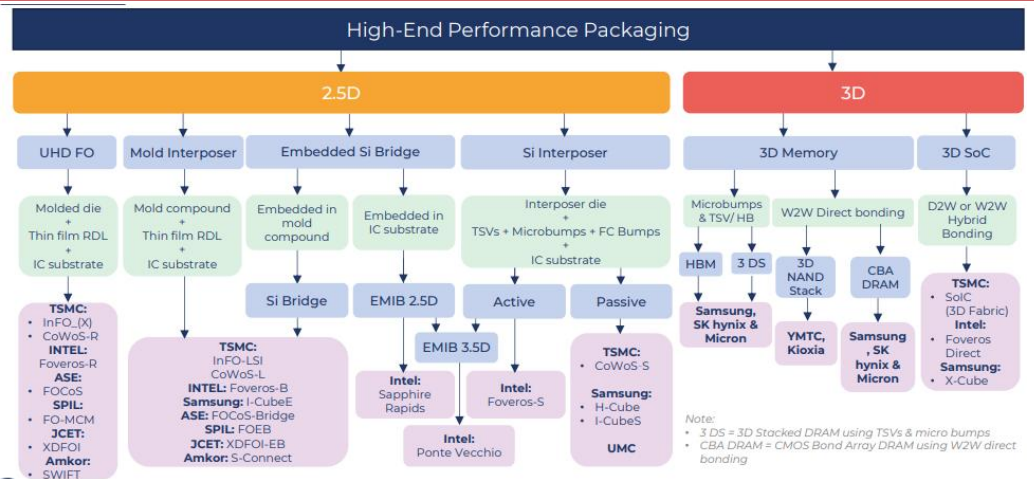
图表 7：英伟达 Tesla P100 GPU 通过 2.5D CoWoS 技术将多个 die 封装于硅中介层



资料来源：System Plus Consulting、电子工程专辑、华源证券研究所

以芯粒（Chiplet）与异构集成技术为例，实现芯粒互联的关键，正是 2.5D/3D 等高端封装技术——通过中介层（Interposer）、混合键合（Hybrid Bonding）等方案，实现芯粒间高密度、低延迟互连，最终等效于“单一高性能芯片”的系统能力。据 Yole 数据，先进封装市场正步入战略性增长新阶段，预计 2024-2030 年将以 9.4% 的年复合增长率扩张，到 2030 年市场规模将逼近 800 亿美元。其中，直接服务于 AI 与数据中心需求的 2.5D/3D 先进封装增长或最为迅猛，预计在 2024 至 2030 年间将以约 19% 的 CAGR 增长，到 2030 年规模预计将接近 350 亿美元。

图表 8：业内主要先进封装分类来看，如混合键合等技术已有头部厂商布局



资料来源：Yole、艾邦半导体网、华源证券研究所

1.2. 半导体中的玻璃：从载板到基板体现先进封装演进，玻璃的应用边界持续外扩

先进封装发展的同时也对材料提出更高要求。据 SEMI 统计，传统的引线键合类封装中，封装基板占总材料成本的 40~50%；在先进封装中材料成本占比更高，以 FC（倒装）封装为例，其封装基板成本占比在 70~80% 之间。而面对先进封装对材料的苛刻需求，玻璃有望从

传统的光学与显示领域跨入半导体核心工艺，其应用并非单点替代，而是有望沿载板、中介层、基板乃至板级层层渗透，或将形成一套立体的材料解决方案。

据 Bilal Hachemi 《Glass as a Versatile Platform for Advanced Packaging and RF Systems》信息，玻璃在传统上主要应用于显示和光学领域，如今正通过多个切入点在先进封装领域崭露头角。这种多切入点的特性正是其具备战略价值的关键所在，**玻璃正应用于封装的各个“层面”：载板(carrier)、中介层(interposer)、基板(substrates)乃至板级(board-level)层面**，每一种应用都能解决不同的瓶颈问题，并或将通过共享设备、工艺技术和供应链投资的方式相互强化。

1) **玻璃载板**：用于需要刚性和平整度的薄晶圆或脆弱堆叠结构时。这包括扇出工艺、薄型芯片处理以及部分三维堆叠步骤。作为载板材料这一角色是玻璃生态系统比一般新型材料更快成熟的原因之一：即便在玻璃尚未成为永久性衬底材料之前，其资本性支出投资也具备合理性。

2) **玻璃中介层**：在概念上最接近于硅中介层。它是一块薄型电介质板，具有密集的贯穿玻璃通孔(TGV)和精细的重分布层(RDL)，用作芯片/小芯片与封装基板之间的一种中间布线与互连层。

3) **玻璃基板**：用玻璃替代传统有机芯基板的角色，作为集成电路基板的结构主干；会在其中一侧或两侧(通常是对称方式)构建介电层和铜布线，以控制翘曲现象。

4) **板级与系统级探索**：行业前沿正致力于探索玻璃状材料或玻璃芯在更大尺度上的应用，如低损耗背板、稳定的高速布线或混合电/光接口。目前这些领域尚处于初期阶段，但有利于强化玻璃材料整体的生态系统，如推动钻孔、金属化、检测以及面板处理等工艺的发展。

我们认为，就产业成熟度而言，**玻璃载板或将最先放量，玻璃中介层与玻璃芯基板处于由验证向导入过渡阶段，而更高层级的板级玻璃互连/玻璃线路板仍偏前沿探索**。这三类形态并非替代关系，而是有望分别面向 2.5D/3D 芯片互连、芯片级封装基板升级、系统级大尺寸互连平台等不同需求层级的成熟应用，而逐步释放需求。

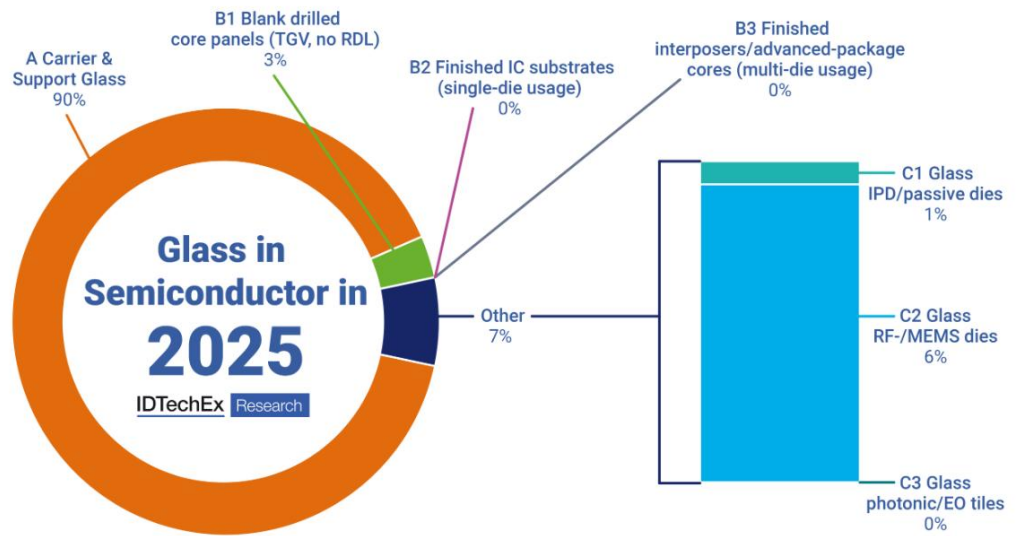
图表 9：玻璃载板/基板分别主要对应晶圆/面板的两个应用场景：临时键合和永久键合



资料来源：Yole、华源证券研究所

市场规模来看，据 IDTechEx 数据，2025 年玻璃材料在半导体中的市场规模中，载板占 90%，无 RDL 的 TGV 用玻璃板占 3%，射频/MEMS 器件市场占 6%，而中介层、基板等前沿领域尚处于起步阶段。IDTechEx 预计到 2036 年，全球半导体玻璃市场规模将达到 44 亿美元，与 2025 年（约 10 亿美元）相比的复合年增长率为 14.2%。

图表 10：2025 年玻璃材料在半导体中的市场规模约 10 亿美元，其中载板占 90%



资料来源：IDTechEx、华源证券研究所

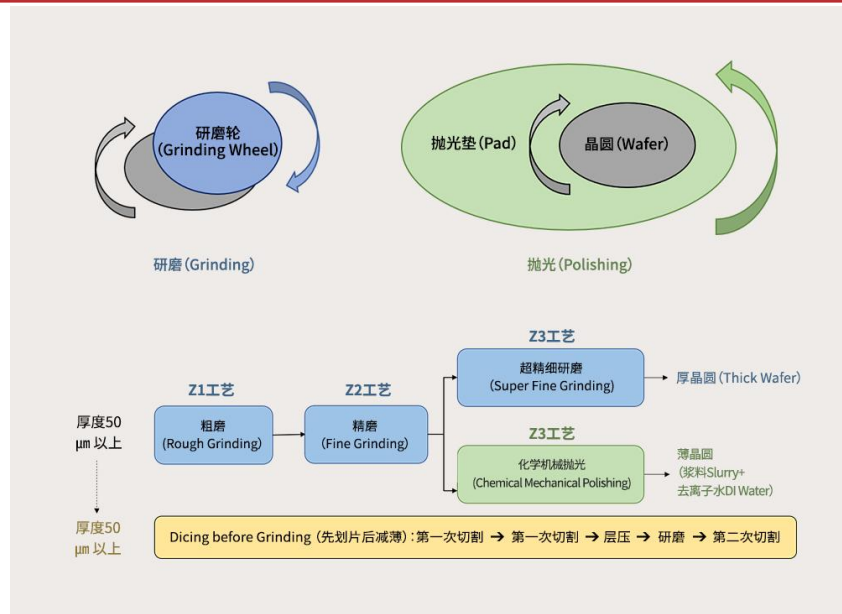
2. 应用与市场：从临时载板到永久基板，玻璃与半导体结合持续深化

玻璃核心应用中，玻璃载板因直接服务于晶圆减薄这一成熟制程而率先放量，玻璃基板则承载着替代有机基板的长远期待。本章分别剖析两者的需求逻辑、技术细节和市场格局。

2.1. 玻璃载板：晶圆因先进封装而越来越薄，减薄与后道工艺带动玻璃载板需求

首先，为什么先进制程需要玻璃载板？核心是“晶圆级封装”不断发展的背景下，为了满足晶圆减薄等工艺的需求。晶圆减薄主要是为了满足 TSV 制造和多片晶圆堆叠键合总厚度受限的需求，据 SK 海力士官网，经过背面研磨的晶圆厚度一般会从 800-700 μm 减少到 80-70 μm ；通过两次研磨工艺，晶圆甚至可以减薄到大约 20 μm ，从而堆叠到 16 到 32 层。然而大尺寸薄化晶圆的柔性和易脆性使其很容易发生翘曲和破损，为了提高芯片制造的良率、加工精度和封装精度，亟需一种支撑系统来满足苛刻的背面制程工艺（如光刻、刻蚀、钝化、溅射、电镀、回流焊和划切工序等），采用玻璃载板的临时键合技术也就应运而生；没有载板，超薄晶圆的整套后道工艺便难以规模化开展。

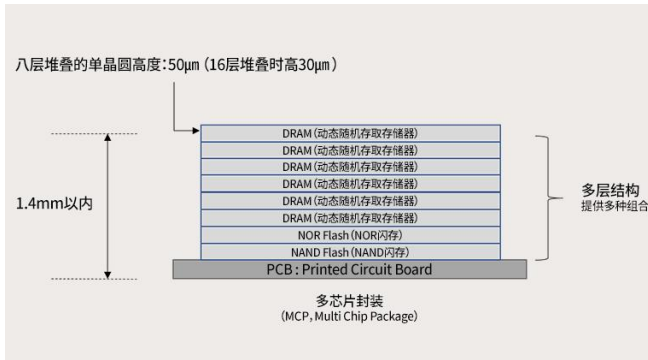
图表 11：背面研磨从而实现晶圆减薄



资料来源：SK 海力士官网、华源证券研究所

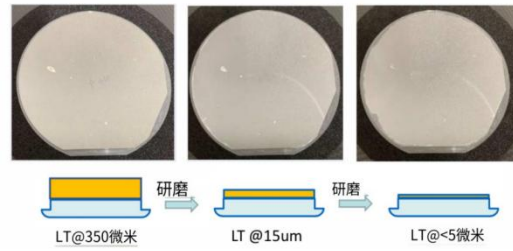
临时键合：在对晶圆进行减薄前，将待处理的主晶圆通过一种可逆方式临时粘接在另一张“临时载板” (Carrier) 上，形成一个更适合后续工艺的结构。简单来说，就是给脆、薄的晶圆找个高度稳定的承载体，加工完之后再分开。**解键合技术**主要包括机械剥离法、湿化学浸泡法、热滑移法和激光解键合法。

图表 12: 8/16 层堆叠 DRAM 单层晶圆需减薄至 50/30 μm



资料来源: SK 海力士官网、华源证券研究所

图表 13: 晶圆可在康宁玻璃载板上减薄至 5 微米以下



资料来源: 康宁、华源证券研究所

据肖特官网信息，与其他材料相比，**玻璃载板具备诸多优势：出色的热稳定性能、机械稳定性、可以实现不同的热膨胀系数以及高透光率。**据 Dataintel 信息，相较于硅材料，玻璃作为扇出式封装载板更受青睐，这主要归因于其近乎为零的热膨胀系数(CTE)与特定成分的硅芯片相匹配、其光学透明性使得激光解胶时不会产生残留物污染，以及其在面板规格下单位面积成本显著低于硅晶圆。超平玻璃面板的总厚度变化(TTV)可低于 2 微米，且其可适用于尺寸高达 600x600 毫米的大面板，所需成本仅为同等硅面板的六分之一。此外，玻璃材料本身具有电绝缘性，从而消除了硅载板所需的绝缘层需求，并且可以通过化学强化来提高在自动化制造过程中的耐受性。截至 2025 年，包括台积电、ASE 和 Amkor 在内的领先 OSAT 均已将玻璃载板集成到其先进的扇出式工艺路线图之中。

图表 14: 玻璃作为载板材料具备诸多优势

为何用玻璃? 玻璃作为载板材料具备诸多优势

- 热稳定性能** 使其能够在加工过程中耐受高温而不会变形
- 机械稳定性** 可最大限度地减少机械应力，并在关键的制造步骤中保持晶圆的完整性
- 定制化热膨胀系数** 充分适应各种半导体材料，简化加工（可实现定制CTE减少晶圆翘曲）
- 高透光率** 有助于晶圆加工过程中进行精确的光学检测，从而强化半导体质量控制

资料来源: 肖特官网、华源证券研究所

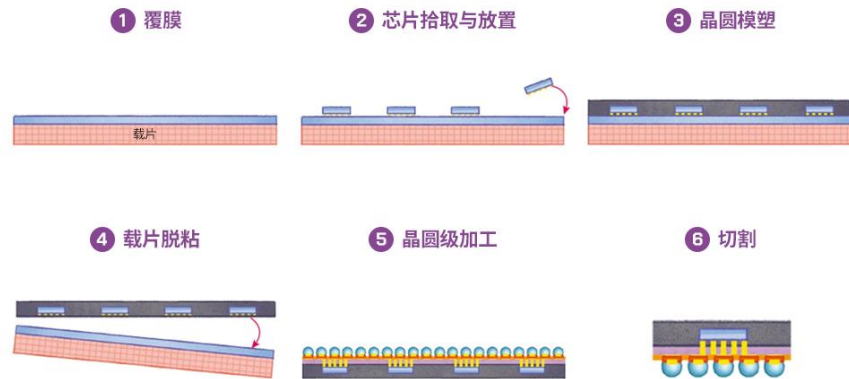
据 36kr 信息，键合技术通过化学键和物理作用将硅片、玻璃或其他材料牢固地结合在一起，用于支撑和保护微结构，可分为临时键合与永久键合，**其中临时键合工艺通常需要硅片、玻璃载板等载体起到临时支撑作用，在先进封装中涉及 FOWLP、TSV 等场景。**

1) 扇外型晶圆级封装 (FOWLP) : 据 SK 海力士官网，在扇外型晶圆级芯片封装工艺中，首先需要在本等同于晶圆形状的载片上贴附一层薄膜。切割晶圆后，再按照一定间距将优质芯片贴在薄膜上，接下来对芯片间隔区域进行模塑，以形成新形状、完成重构晶圆。晶圆

模塑完成后，载片和薄膜将被移除。随后在新形成的晶圆上，利用晶圆设备创建金属导线，并附着锡球以便封装。最后，将晶圆切割成多个独立封装体。

图表 15：扇外型晶圆级封装中，需要玻璃载板作为重构晶圆的支撑

扇外型晶圆级芯片封装 (Fan-Out WLCSP) 工序

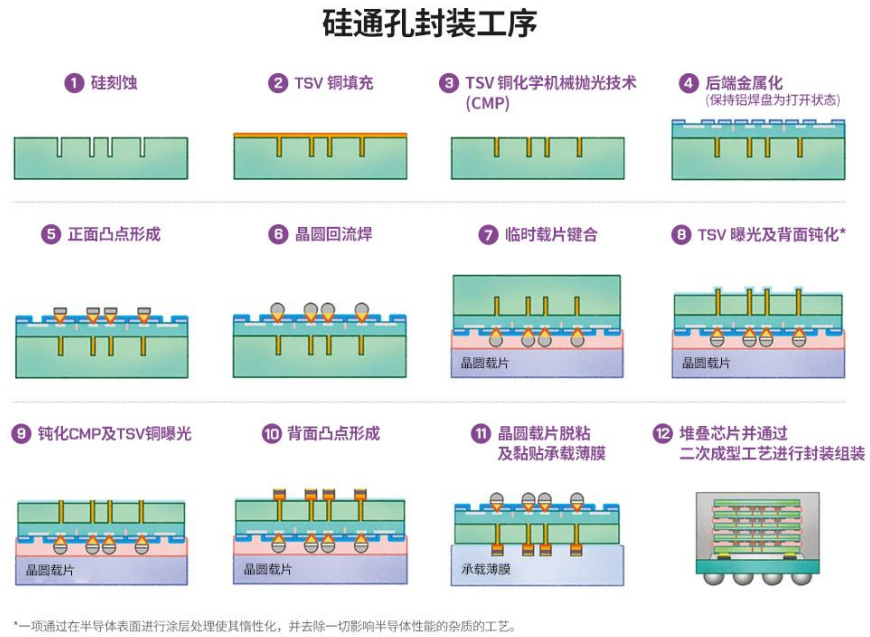


资料来源：SK 海力士官网、华源证券研究所

2) 硅通孔 (TSV) 封装：首先在晶圆制造过程中形成通孔。随后在封装过程中，于晶圆正面形成焊接凸点。之后将晶圆贴附在晶圆载片上进行背面研磨，在晶圆背面形成凸点后，将晶圆切割成独立芯片单元，并进行堆叠。使用硅通孔技术制造芯片堆叠封装体时，一般可采用两种类型的封装方法。第一种方法是利用 3D 芯片堆叠技术的基板封装。第二种方法则需创建 KGSD，然后基于 KGSD 来制作 2.5D 或 3D 封装。后者工序中，在晶圆正面形成凸点后，应减薄晶圆，同时也需在晶圆背面形成凸点。然而在传统封装工艺中，进行减薄之前，可将晶圆贴附到贴片环架上，以防止晶圆弯曲，但在硅通孔封装工艺中，由于凸点形成于晶圆背面，所以这种保护方法并不适用。为解决此问题，晶圆承载系统 (Wafer Support System) 应运而生。利用晶圆承载系统，可借助临时粘合剂将带有凸点的晶圆正面贴附于晶圆载片上，同时对晶圆背面进行减薄处理。此时晶圆贴附于晶圆载片上，即使经过减薄也不会发生弯曲。

此外，因晶圆载片与晶圆形式相同，因此也可使用晶圆设备对其进行加工。基于此原理，可在核心晶圆的背面制作凸点，当核心晶圆正面及背面上的凸点均制作完成时，便可对载片进行脱粘。随后将晶圆贴附于贴片环架中，并参照传统封装工艺，对晶圆进行切割。基础晶圆始终贴附于晶圆载片上，从核心晶圆上切割下来的芯片则堆叠于基础晶圆之上。芯片堆叠完成后，再对基础晶圆进行模塑，而后进行晶圆载片脱粘。至此，基础晶圆就变成了堆叠有核心晶圆的模制晶圆。随后对晶圆进行研磨，使其厚度达到制作 2.5D 封装体所需标准，然后再将其切割成独立的芯片单元，以制作 KGSD。

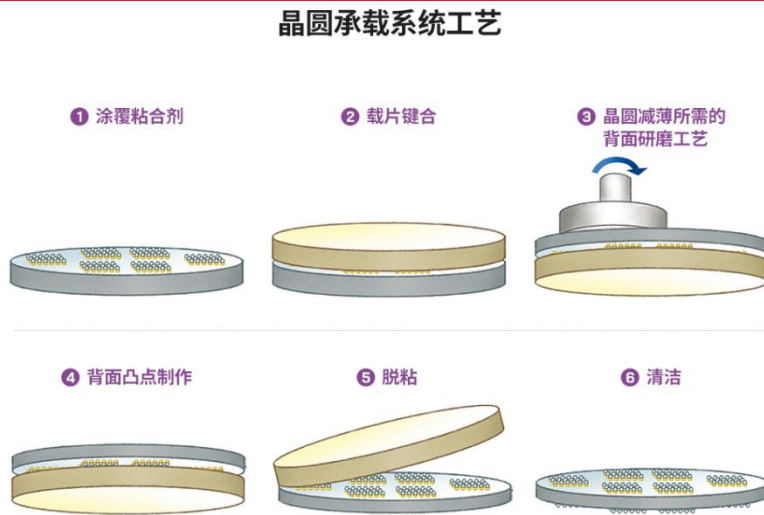
图表 16: 硅通孔封装工艺中, 临时玻璃载板是 TSV 加工中的重要支撑载体



资料来源: SK 海力士官网、华源证券研究所 注: 图中展示采用中通孔 (Via-middle) 方法的硅通孔封装工艺步骤

上述晶圆承载系统工艺, 便是围绕玻璃载板的封装辅助技术系列。晶圆承载系统是指针对晶圆背面减薄进行进一步加工的系统, 该工艺一般在背面研磨前使用。晶圆承载系统工序涉及两个步骤: 首先是载片键合, 需将被用于硅通孔封装的晶圆贴附于载片上; 其次是载片脱粘, 即在如晶圆背面凸点制作等流程完工后, 将载片分离。具体而言, 首先在晶圆表面涂覆临时粘合剂, 使其贴附于载片上; 待晶圆背面的加工工序完成后, 即可对载片进行脱粘, 并去除残留粘合剂, 以确保晶圆表面清洁。

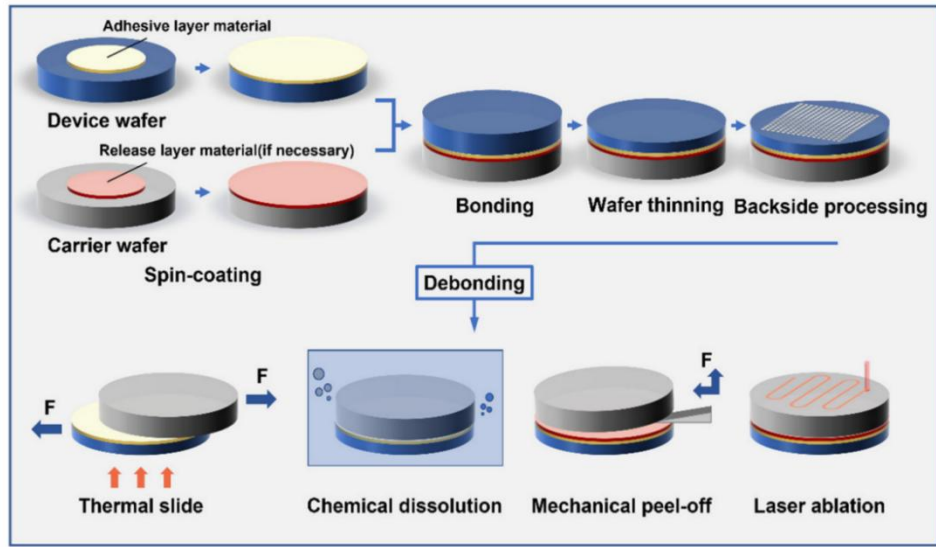
图表 17: 晶圆承载系统工艺以玻璃载板为核心, 一般在背面研磨前使用



资料来源: SK 海力士官网、华源证券研究所

在基于晶圆承载系统的封装工艺中, 载片脱粘 (解键合) 是一个相对复杂且重要的工序。因此, 业界已经提出并研发多种脱粘方法, 并针对每一种脱粘方法开发出相应的临时粘合剂。典型的脱粘方法包括热技术、激光烧蚀 (Laser Ablation) 后剥离、化学溶解、机器剥离后化学清洗等。

图表 18: 玻璃基板可通过激光解键合等多种工艺实现脱粘



资料来源:《Temporary Bonding and Debonding in Advanced Packaging: Recent Progress and Applications》Zihao Mo et al.、华源证券研究所

背面研磨工艺在化合物半导体中同样得到应用，如碳化硅、砷化镓晶圆的减薄。据李硕等《临时键合工艺中晶圆翘曲研究》信息，在 MEMS 器件的晶圆级封装中，由于 MEMS 器件通常具有复杂的三维结构，临时键合用于将 MEMS 器件与封装基板或盖板临时结合，以保护脆弱的微结构；在化合物半导体制程中，临时键合起到支撑晶圆的作用，晶圆需要临时键合到一个更坚固的载体上，以防止在研磨、抛光刻蚀、湿法刻蚀、干法刻蚀、电镀、背金或其他机械操作中破裂。在 MEMS 器件或化合物器件加工完成后，还需通过局部加热、激光解键合或化学处理等方法解除键合，释放 MEMS 及相关结构。

图表 19: 康宁通过定制化 CTE，其 HS6.9 玻璃可用于多种化合物半导体减薄

HS6.9 successfully supports wafer thinning: experimental result

Bonded GaAs on HS6.9 after back grinding

- Corning HS6.9 showed no process damage during thinning process
- Bonded GaAs wafer was ground to ~125µm using Disco DAG810 automatic surface grinder

Typical Wafer Thinning and Processing Flow

Si: up to 12"
GaAs: up to 8"
SiC: up to 8"
Sapphire: up to 8"

Wafer bonded to glass carrier (RT to >200°C)

Back grinding <100µm

Wafer debonding

Post-thinning processing (RT to >200°C)

Carrier	Org. Thickness (µm)	Final Thickness (µm) (Measurement points)						Ave	TTV
			1	2	3	4	5		
HS69	700	1383	824.8	825.3	824.9	824.7	825.0	824.9	0.6

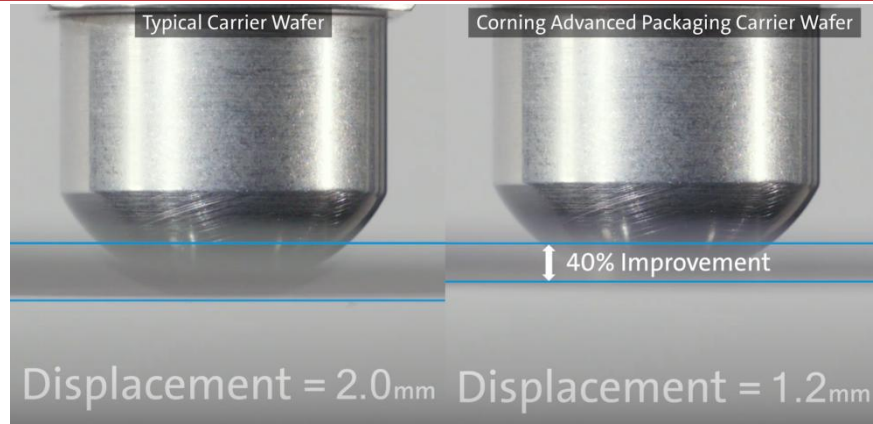
Custom CTE carrier for ANY device wafer thinning: GaAs, SiC...

资料来源: 康宁、华源证券研究所

据康宁官网信息，玻璃基板晶圆需要具备出色的热膨胀性能和透射率，因其卓越的表面质量、厚度和边缘强度而成为先进封装的首选基材。玻璃本身可实现高度一致的 CTE（热膨胀系数，Coefficient of thermal expansion），这导致由于 CTE 不匹配而引起的工艺翘曲大大减少，且玻璃作为一种透明材料，可以支持激光键合/剥离过程，避免因剥离力较小而导致

芯片断裂。目前肖特、康宁等公司已经可以提供丰富的产品 CTE 范围，且实现较好的 TTV（晶圆总厚度变化，Total Thickness Variation）和翘曲度控制。

图表 20：康宁高性能玻璃载板可实现显著更低的晶圆翘曲度（减少约 40%）



资料来源：康宁官网、华源证券研究所

通过选择合适的衬底材料可有效减少因 CTE 失配导致的翘曲，例如使用与硅片 CTE 更接近的玻璃载板。据李硕等《临时键合工艺中晶圆翘曲研究》数据，对晶圆翘曲程度影响最大的因素便是玻璃载板的 CTE，可见制造厂商精确控制产品 CTE 且满足客户需求的能力是一大关键。

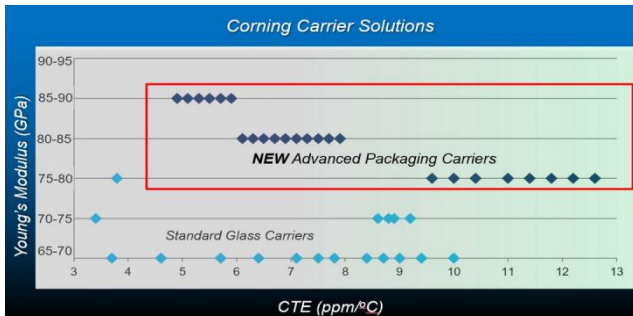
图表 21：玻璃衬底的 CTE 是影响晶圆翘曲程度的关键因素

玻璃衬底型号	衬底厚度/微米	键合胶类型	衬底 CTE/(10 ⁻⁶ /K)	翘曲/mm
BF33	1050	LB210+TB4130	3.3	0.2207
BF33	1050	LB210+TB4170	3.3	0.2937
BF40	725	LB210+TB4130	4.2	0.8334
BF40	725	LB210+TB4170	4.2	0.7521
BF40	1050	LB210+TB4130	4.2	0.5832
BF40	1050	LB210+TB4170	4.2	1.0177

资料来源：《临时键合工艺中晶圆翘曲研究》李硕等、华源证券研究所

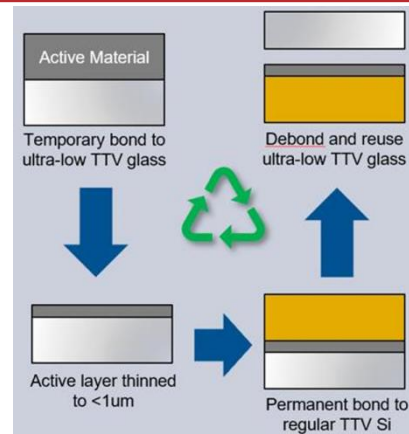
高强度（体现为杨氏模量等）、CTE 可定制化是玻璃载板核心竞争力。以康宁为例，康宁的超低 TTV 载板和“近零 TTV”临时键合解决方案(ALoT)可实现小于 1 微米堆叠 TTV，支持极端晶圆减薄；载板可通过 CTE 工程、杨氏模量增强和厚度定制，有效帮助控制多种堆叠工艺中的翘曲及基板减薄；康宁的先进封装载板(APC)产品线现已覆盖广泛的 CTE 范围，具有精细粒度、高杨氏模量和厚度灵活性。此外，康宁信息显示超低 TTV 玻璃载板可重复利用，推动载板从耗材走向多次利用。

图表 22：康宁先进封装载板的杨氏模量高、CTE 范围广



资料来源：康宁、华源证券研究所

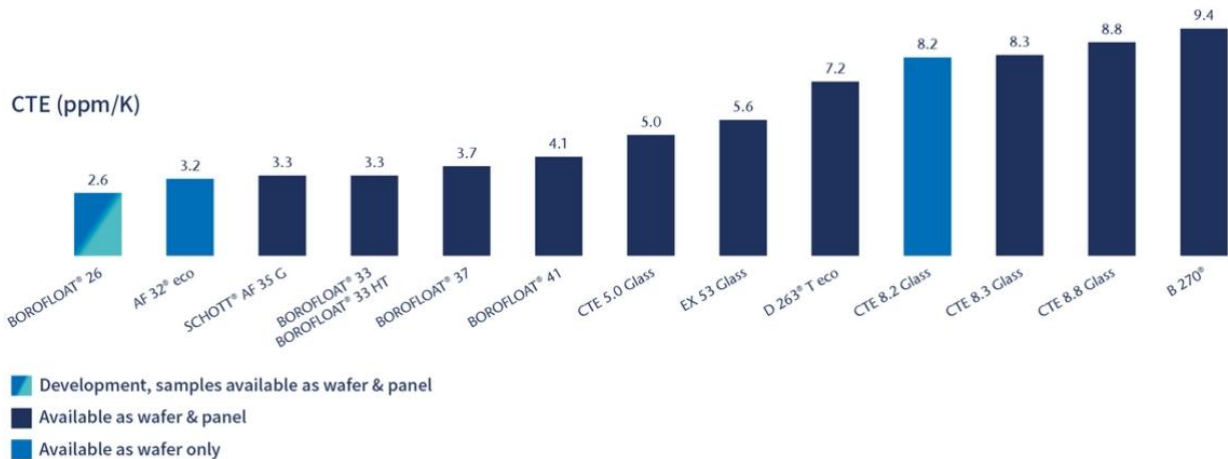
图表 23：康宁超低 TTV 玻璃载板可实现再利用



资料来源：康宁、华源证券研究所

肖特、康宁等领先厂商通过提供定制化 CTE 的玻璃晶圆产品，在市场中占据核心地位。据肖特官网信息，其半导体领域的产品序列已较为完善，提供的玻璃晶圆/面板（BF、AF、EX、D263 等不同产品系列）涵盖了 CTE=2.6-9.4（ppm/K）的 13 款不同产品。

图表 24：肖特针对晶圆级/面板级封装已有多种定制 CTE 规格的玻璃材料产品矩阵



资料来源：肖特官网、华源证券研究所

厂商布局方面，肖特、康宁等全球玻璃头部厂商占据先发优势，旭硝子、豪雅、电气硝子等国际厂商也有所布局。据 Dataintel 信息，截至 2025 年五至七家全球头部供应商占据了高端玻璃载板收入的大部分，且市场高端领域的进入壁垒相当高，包括资本密集型的高精度玻璃熔融和成型设备、专有的表面精整和边缘处理能力、深厚的应用工程经验，以及主要 OSAT 长达 12 到 24 个月的资格认证周期（每种产品、每个客户均需经历这一过程），这些壁垒维持了高端领域相对稳定的竞争格局。据 Transparency Market Research 信息，2022 年 6 月，康宁公司推出了新型超低 TTV 玻璃载板晶圆，支持先进半导体制造及 5G 连接应用；2023 年 1 月，SCHOTT 韩国开始向全球半导体制造商商业化用于封装的玻璃载板晶圆，应用于扇出晶圆级封装（FO-WLP）工艺。

图表 25：肖特、康宁等玻璃巨头已在半导体玻璃领域广泛布局

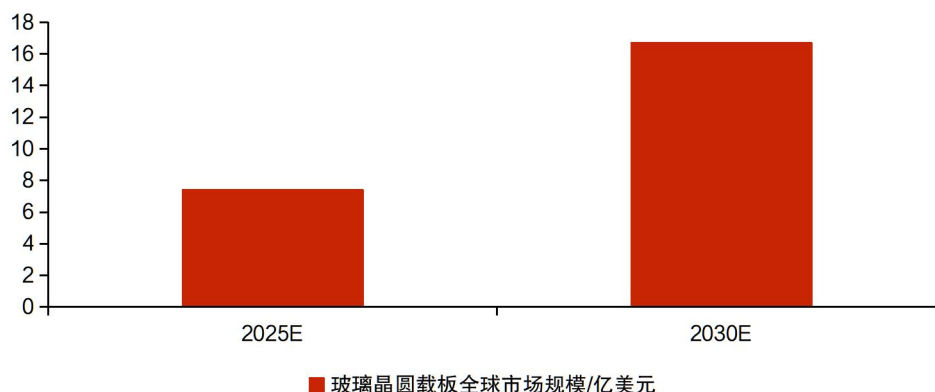
公司	玻璃载板业务概况
SCHOTT AG (肖特)	全球公认的半导体封装用精密薄玻璃载板市场的领导者。该公司半导体部门在 2025 财年创造了约 6.8 亿美元的收入，其中扇外型封装用玻璃载板的占比日益增长。肖特的晶圆级封装玻璃

Corning Incorporated (康宁)	(WLPG)产品线及其 AF32 环保玻璃成分被全球一级 OSAT 客户广泛采用。同时, 该公司积极投资亚洲地区的产能扩张, 包括在韩国和马来西亚的工厂, 以直接服务于亚洲封装中心市场。康宁公司及其精密玻璃解决方案部门自 2022 年以来一直在扩大对先进半导体封装用玻璃基板制造的投资, 承诺在五年内投入超过 9 亿美元的资金, 以在美国实现大尺寸玻璃面板的生产能力。康宁利用其精密玻璃解决方案部门, 基于数十年的显示玻璃制造经验, 开发专有的熔融拉制玻璃用于半导体封装。
AGC Inc. (艾杰旭/旭硝子)	凭借大规模玻璃制造基础设施与深厚的半导体材料专业知识的强大结合, 成功进入了薄型玻璃载板市场。AGC 的电子事业部涵盖了平板显示器玻璃、特种玻璃基材以及半导体封装玻璃等领域, 该部门在 2025 年的收入约为 21 亿美元, 其中扇出式封装载板是增长最为迅速的产品类别之一。该公司与三星电子机械在 FOPLP 玻璃面板开发方面进行了合作。
HOYA Corporation (豪雅)	提供光刻与刻蚀专用抛光玻璃载板, 受韩日存储器厂商青睐; 推进可重复使用玻璃方案以降低后端废物, 强化绿色制造形象。
NEG (电气硝子)	专注于生产超薄玻璃产品, 并拥有专门的半导体封装玻璃业务, 服务于日本和东南亚地区的 MEMS 和 LED 封装客户。
Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. (信越化学)	通过与粘合剂厂商合作, 推出键合材料与载板捆绑的即用平台, 降低新 OSAT 的工艺整合门槛, 以系统化方案形成吸引力。
Valtech Corporation	专注研发、MEMS 及化合物半导体的可重复使用玻璃载板; 提供定制涂层与小批量生产, 契合创新实验室与试产线需求。
Plan Optik AG	一家德国结构化和精密玻璃晶圆专业公司, 占据了一个差异化的细分市场, 为 MEMS 晶圆制造厂和光子学封装客户提供定制的玻璃配方和玻璃通孔(TGV)技术。

资料来源: SM Strategic、Dataintelco、华源证券研究所

展望未来, Mordor Intelligence 预测玻璃晶圆载板市场的全球规模在 2025 年或达到 7.4 亿美元, 并有望在 2030 年达到 16.7 亿美元, 2025-2030 年复合年增长率(CAGR)达到 18%。据 Dataintelco 信息, 对异构集成和先进封装需求的加速增长是玻璃载板需求的核心驱动力, 且来自 Nvidia、AMD 以及谷歌 (TPUs)、亚马逊 (Trainium/Inferentia) 和 Microsoft (Maia 100) 的 AI 和高性能计算 (HPC) 芯片, 或将越来越依赖 FOWLP 和 FOPLP 来实现大规模神经网络推理和训练工作负载所需的互联密度和带宽; 全球人工智能芯片市场在 2025 年突破 670 亿美元, 同比增长率超过 35%, 有望直接转化为对实现先进封装的精密玻璃载板复合需求。CTE 值为 3.0 至 8.5 ppm/K, 厚度均匀度正负 2 微米的薄玻璃载板, 是实现 10 微米以下多片晶体集成的关键因素, 台积电的 CoWoS (芯片晶圆基板) 和 InFO PoP 技术、三星晶圆的 I-Cube 和 X-Cube 工艺, 以及英特尔的 EMIB 工艺, 都在工艺流程的某个阶段使用玻璃或类似玻璃的载板, 随着全球扇出型封装应用的扩大, 玻璃载板需求量或将相应增长。

图表 26: 预计 2030 年玻璃晶圆载板的全球市场规模将达 16.7 亿美元

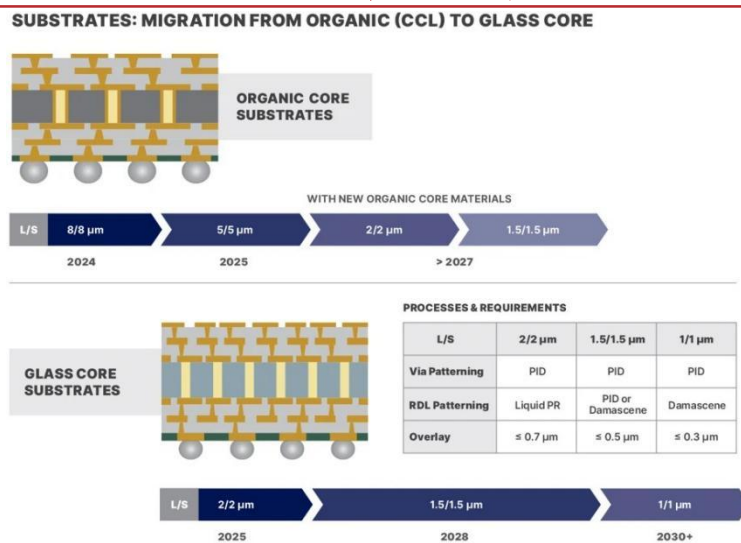


资料来源: Mordor Intelligence、华源证券研究所

2.2. 玻璃基板：有望替代有机基板实现更高密度互连和更低损耗，CPO 领域亦具备潜力

高密度互连的需要成为玻璃基板应用的重要驱动力。据 Semi Engineering 信息，先进的集成电路基板(AICS)已朝着 2um 线/间距(L/S)重分配层(RDL)技术节点迈进了一段时间，然而，有机基板无法满足下一代先进封装(AP)的线/间距要求(低于 2um L/S，甚至可能达到 1.5um L/S)，因此玻璃基板替代传统覆铜板 (CCL) 预计将成为趋势：由于其稳定性和电学特性，玻璃基板具备实现 1 微米 L/S 技术节点的更大潜力；此外，用玻璃通孔(TGV)取代电镀通孔 (PTH)可提高前后连接点的密度。

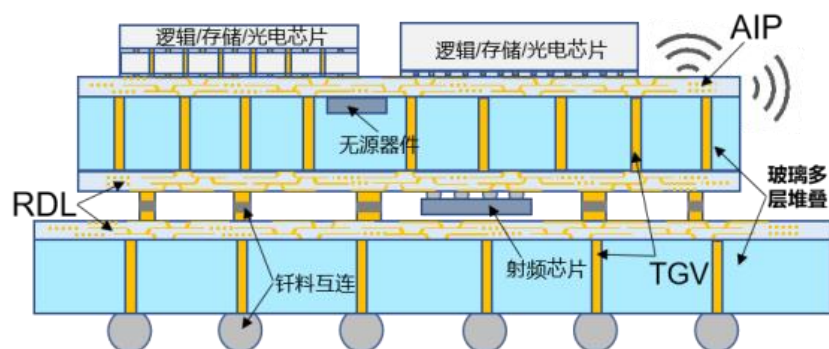
图表 27：玻璃基板具备实现 1 微米 L/S 技术节点的更大潜力



资料来源：Onto Innovation、Semi Engineering、华源证券研究所

据未来半导体公众号信息，玻璃基板受到关注主要是它能提供高密度互连、超低介质损耗、良好的机械稳定性、优越的信号完整性和光电共封能力，被英特尔、三星等誉为未来高性能芯片封装制造的关键技术。玻璃通孔 TGV（深宽比可高达 20:1）是玻璃基板的核心。

图表 28：玻璃基板应用示意图



资料来源：未来半导体公众号、华源证券研究所

据 Yoichiro Sato 《Glass Core Substrate》，基于硅的衬底（如硅中介层）能通过线端背面(BEOL)技术实现精细互连，且由于硅的弹性模量、与之匹配的热膨胀特性以及热耗散能力，能够有效降低翘曲现象；然而，硅基材具有较高的传输损耗，这给高速信号传输带来了挑战。在 300mm 晶圆上加工这些基材也会限制其尺寸和产量，从而导致成本高昂。与此同时，玻

璃具备优异的平整度、厚度均匀性、尺寸稳定性和刚性；其热膨胀系数(CTE)可通过调整来降低翘曲现象，即便在厚度较薄的情况下亦能如此；激光钻孔技术可实现玻璃通孔(TGV)的制备，其孔距可低于 100 微米；玻璃还具有较低的透射损耗，且可制成大尺寸面板形式，如用于显示基材。这些特性使玻璃成为适用于大型、高密度、低翘曲、高热可靠性芯片封装基板理想材料。此外，玻璃的低光学吸收率和接近单模光纤的折射率使其非常适合用于共封装光学器件(CPO)。

图表 29：玻璃在可变的 CTE、低介电损耗等方面优于硅

类别	期望特性	有机材料	硅	玻璃
物理特性	高平整度（低粗糙度，低波纹度）	差	良好	良好
	低厚度偏差	差	良好	良好
	高刚度，高弹性模量	差	良好	良好
机械性能	高尺寸稳定性	差	良好	良好
	可变的 CTE	良好	差	良好
电气性能	低介电常数，低介电损耗角正切	良好	差	良好
热性能	高温耐受性	差	良好	良好
	高热导率	差	良好	差
生产性	大面板可用性	良好	仅晶圆	良好
	工艺成熟度	良好	良好	开发中

资料来源：《Glass Core Substrate》Yoichiro Sato、华源证券研究所

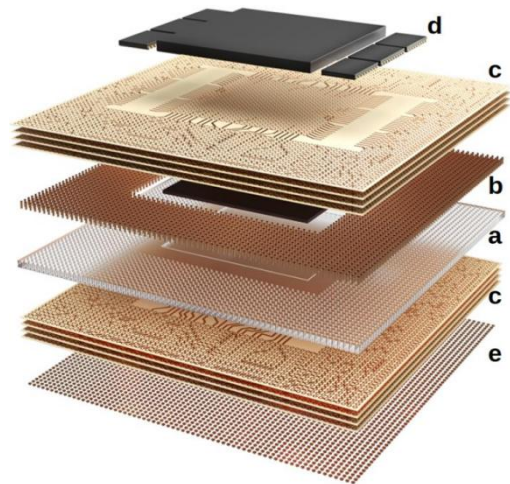
从玻璃基板结构来看，据 M. Letz 等《Structured glass substrates in wafer- and panel level packaging: Status and recent achievements》信息，如图表 31 所示，玻璃基板的封装包含一个玻璃芯体(a)，其上设有槽形玻璃通孔和切槽，玻璃层(b)内进行金属化处理并嵌入有元件，玻璃中介层两侧有多层 RDL(c)，此外还配有球栅阵列(BGA) (e)以连接印制电路板(PCB)以及位于顶部的半导体元件(d)。

图表 30：肖特 D263T ECO 玻璃用于 510x510mm 基板案例



资料来源：《Structured glass substrates in wafer- and panel level packaging: Status and recent achievements》M. Letz 等、华源证券研究所

图表 31：玻璃基板包含玻璃芯、TGV 及嵌入式组件



资料来源：《Structured glass substrates in wafer- and panel level packaging: Status and recent achievements》M. Letz 等、华源证券研究所

据 TPCA《玻璃载板与 FOPLP 先进制程产业研究报告》信息，当前全球 IC 基板主要为 ABF 基板及 BT 基板两大类。IC 基板材料主要有味之素的 ABF 增厚膜(Ajinomoto Build-up Film)及三菱瓦斯化学的 BT 树脂基板材料(Bismaleimide Triazine)两种，分别对应不同应用层级：ABF 基板主要应用于高阶运算（AI、HPC、GPU、CPU），具备高线路密度与高 I/O 能

力。BT 基板主要应用于消费性电子与通讯芯片，属成熟且成本导向市场。随着异质整合、2.5D/3D 封装技术与 Chiplet 架构发展，先进封装对于线宽线距、尺寸稳定性与热机械特性的要求大幅提升，有机基板材料逐渐面临技术瓶颈。

在此趋势下，玻璃基板（Glass Substrate）逐渐受到业界关注，尤其是在需要极精密封装与高信号完整性应用上，例如高阶 AI 运算、HPC、高频 RF 等领域，有望搭配 2.5D/3D 封装、Chiplet 整合等技术共同发展。ABF 形态的 IC 基板是目前高阶封装应用中的主流技术，其核心材料是由 Ajinomoto 所开发的高性能环氧树脂绝缘膜，具有优良的电性、热稳定性与加工性能，最大优势在于其供应链成熟与制程稳定。

图表 32：玻璃基板在基本属性上与各类 PCB 板材规格有差异

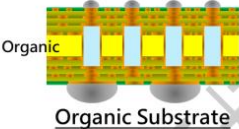
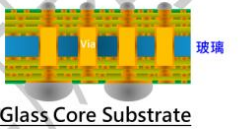
规格	多层板	HDI 板	类基板	BT 基板	ABF 基板	玻璃基板
层数/层	1~90	4~16	2~10	2~10	2~10	6~14
板厚(mm)	0.3~7	0.25~2	0.2~1.5	0.1~1.5	0.1~1.5	0.1~1.0
线宽/线距(μm)	30/40	30/40	25/25	5/5	9/9	3/3
线厚度(μm)	15~19	15~19	15	15	15	15
穿孔径(μm)	100	100	75	100	100	80
盲孔径(μm)	65	50	60	45	30	20

资料来源：《玻璃载板与 FOPLP 先进制程产业研究报告》TPCA、华源证券研究所

据 TPCA《玻璃载板与 FOPLP 先进制程产业研究报告》，目前主力开发玻璃基板的企业包括美国康宁(Corning)、日本旭硝子(AGC)、德国肖特(SCHOTT)、韩国三星(Samsung)等，针对不同应用场景开发出具备非等向性蚀刻能力、超薄结构与大尺寸支持的专用加工与微孔制程技术。玻璃材料与硅晶圆的 CTE 相近，可显著降低封装翘曲风险并提升封装可靠度。同时，玻璃基板亦可支援更精密的线宽/线距(如 3μm/3μm 以下)，为将来发展高密度微细封装(例如 Chip-on-Glass)，提供可行性方案。

然而，据 TPCA《玻璃载板与 FOPLP 先进制程产业研究报告》，目前玻璃基板尚处于初期开发与商用化阶段，面临挑战包括：加工难度高(尤其在通孔 TGV 技术、AOI 检查、金属化制程)，成本尚未下降至可接受范围、制程良率仍需提升。尽管如此，未来随着相关设备与制程技术将逐渐成熟，预计自 2027 年起，玻璃基板将在部分高阶应用小量导入并于 2030 年后逐步放量，有望成为 IC 基板关键替代方案。

图表 33：玻璃基板有望替代 ABF 基板

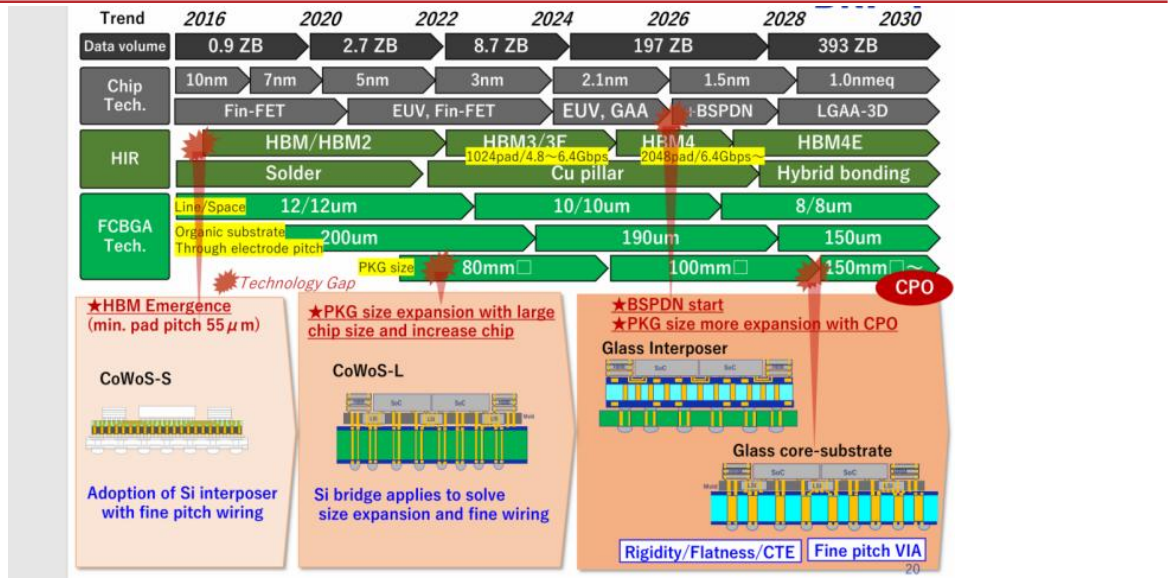
载板種類	ABF 載板	玻璃載板
結構	 Organic Organic Substrate	 Glass Core Substrate
核心材料	Epxxy/Glass fiber	高純度玻璃
優勢	製程成熟 供應鏈完整 成本較低 適合大規模量產	熱膨脹係數近矽晶圓，封裝翹曲低 低介電常數與介電損耗 高尺寸穩定性 支援高密度微細線路製程
劣勢	封裝翹曲風險高(熱膨脹不匹配) 高階製程下線路微縮有限	加工難度高(如鑽孔 TGV 困難) 製程良率與成本尚未最優化 供應鏈尚未成熟
應用產品	CPU/GPU 載板(如同伺服器、AI 晶片)、網通設備	高階 CPU/GPU 載板(如同伺服器、AI 晶片)、網通設備

资料来源：《玻璃载板与 FOPLP 先进制程产业研究报告》TPCA、华源证券研究所

玻璃基板近年在全球先进封装领域备受瞩目，特别是在高频高速应用(如 AI、HPC、5G、车用雷达)方面展现出优越物理性能。与有机树脂基材的 ABF 基板相比，玻璃基材拥有更佳

的尺寸稳定性、更低的热膨胀系数(CTE)、更小的介电常数与介电损耗，有利于高密度微缩线路与高频高速讯号完整性，TPCA《玻璃载板与 FOPLP 先进制程产业研究报告》预计玻璃基板将于 2028 年后陆续导入 AI/HPC 高阶芯片封装中,并预计在 2030 年市占率可达 10~15%。尤其随着芯片功能持续堆叠与面积扩大，玻璃基材的尺寸优势与微加工能力，有望成为未来先进封装技术的关键。

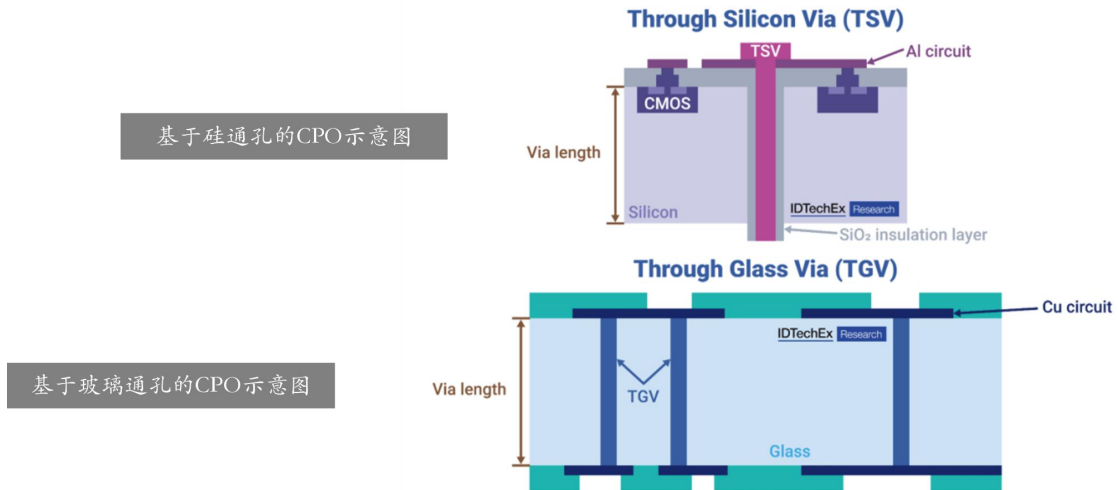
图表 34：DNP 公司预计 2026-2028、2028-2030 年玻璃中介层、玻璃基板将分别随封装技术升级而应用



资料来源：DNP、华源证券研究所

玻璃基板可拓展在共封装光学器件 (CPO) 领域的应用。据 IDTechEx 信息，CPO 旨在将光纤连接从交换机的前面板移动到距离交换机 ASIC 几毫米的基板上，工程玻璃可以承载电气再分配层和低损耗波导，从而简化对准并替代昂贵的硅光子中介层；由于用于射频的相同玻璃通孔 (TGV) 技术可以创建垂直光通孔，因此单个内核可以支持跨阻抗放大器、激光驱动器和光波导本身，实现更复杂集成。这种电子和光子布线的融合发挥了玻璃的优势，其应用具备持续拓展潜力。

图表 35: TGV 可应用于 CPO, 驱动玻璃中间层取代硅中间层



资料来源: IDTechEx、华源证券研究所

尽管先进玻璃基板因其诸多优势而有望实现逐步渗透, 但落地过程面临诸多痛点, 我们认为解决的关键仍是工艺、材料和设备。

1) 玻璃基板大规模应用挑战之一: 玻璃原片材料性能

玻璃材料对玻璃基板的性能影响较大, 目前国产厂商仍在追赶。据未来半导体公众号信息, 从目前台积电、AMD、三星电子等对国内玻璃基板的采购来看, 除极个别厂家可以供应质量较好的玻璃原片外(极个别/部分的电学性能及热学性能尚可满足下一代 AI 芯片封装的需求), 绝大部分国内玻璃晶圆片、玻璃方板都不能满足下一代 AI 芯片的基材性能, 国产厂商仍需大力攻克原材配方、提升综合性能指标, 且还需要进一步攻克用于多叠层的 Low CTE 玻璃材料技术。

图表 36: 康宁玻璃晶圆可支持 20 微米级的 TGV 通孔, 可实现打孔达 10 万数量级



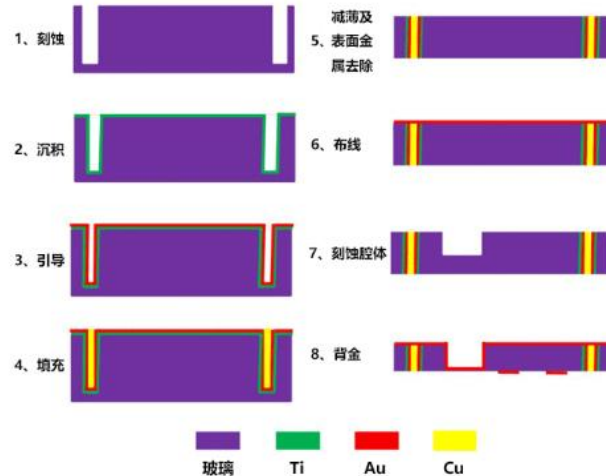
资料来源: 康宁官网、华源证券研究所

2) 玻璃基板大规模应用挑战之二: TGV 工艺成熟度

玻璃通孔 TGV (深宽比需要高达 20:1 及以上) 是玻璃基板的核心加工技术。据未来半导体公众号信息, TGV 典型工艺包括激光诱导玻璃改性、玻璃湿法处理成孔、金属化通孔填

充、高密度金属布线、玻璃减薄与拿持等，**关键挑战在于高深宽比 TGV 的金属黏附层及种子层制备、电镀填充等环节**。TGV 金属化方案上，T-Peel 结合强度需要满足 Jedec 标准 $>5N/cm$ ，高密度大尺寸基板结合强度要求更高，需要可靠性和标准支持。目前如佛智芯、安美特、深圳先进院/厦门大学和日本关东大学等推进了 TGV 化学镀层介面结合力相关研究，实现了较强的结构结合力表现。

图表 37：TGV 工艺流程简介



资料来源：甫一电子官网、华源证券研究所

厂商方面，英特尔在 2023 年率先发布玻璃基板路线图，其后台积电、三星等领军企业纷纷布局；国内京东方在 2024 年开始相关布局，当前已与康宁签署合作备忘录。

图表 38：全球头部厂商协同推动玻璃材料在半导体领域渗透

公司	公开动作
Intel	2023 年宣布玻璃基板路线图，目标 2030 年实现单封装 1 万亿晶体管，Rio Rancho 工厂被改造为全球首座玻璃基板量产基地
TSMC	已组建 FOPLP 团队，CoPoS 已进行试点生产和验证，预计 2029-2030 年或量产；为嘉义与美国厂建立 CoPoS 供应商网络，预计 2028 年量产
Samsung Electro-Mechanics	在韩国世宗运营玻璃基板试产线，已向 Apple 和 Broadcom 供应样品，预计 2027 年量产
SKC / Absolics	在美国乔治亚州 Covington 建成全球首座玻璃基板专用工厂，计划获得来自英伟达等大型 Fabless 厂商的订单。预计 2026 年量产
DNP	于 2025 年 12 月开始分阶段运营其新型 TGV 玻璃芯基底试点线
京东方	于 2024 年投资建设了玻璃基封装载板试验线；与康宁签署合作备忘录，双方将围绕玻璃基封装载板、光互连、可折叠玻璃及钙钛矿玻璃基板等领域合作

资料来源：英特尔官网、TrendForce 等，华源证券研究所

3. 布局与展望：戈碧迦实现玻璃载板先发优势，光刻机等领域有望切入

3.1. 联合键合玻璃载板国产化龙头熠铎科技，戈碧迦有望切入多元半导体玻璃材料

在海外巨头主导的供给格局下，国内企业正尝试突破。以戈碧迦为例，其通过与熠铎科技的合作切入半导体玻璃载板与基板领域，尽管尚处早期，但代表了国产替代的潜在突破路径。当前，据戈碧迦公告，其玻璃基板及载板业务已有显著进展：半导体封装用的玻璃载板和玻璃基板是高度定制化的产品，需要根据客户的需求定制玻璃性能，目前公司正在开发多款产品，玻璃载板已经量产，但销售收入占比较低；玻璃基板整体产业链还不成熟，还未到规模量产阶段，未实现销售收入。

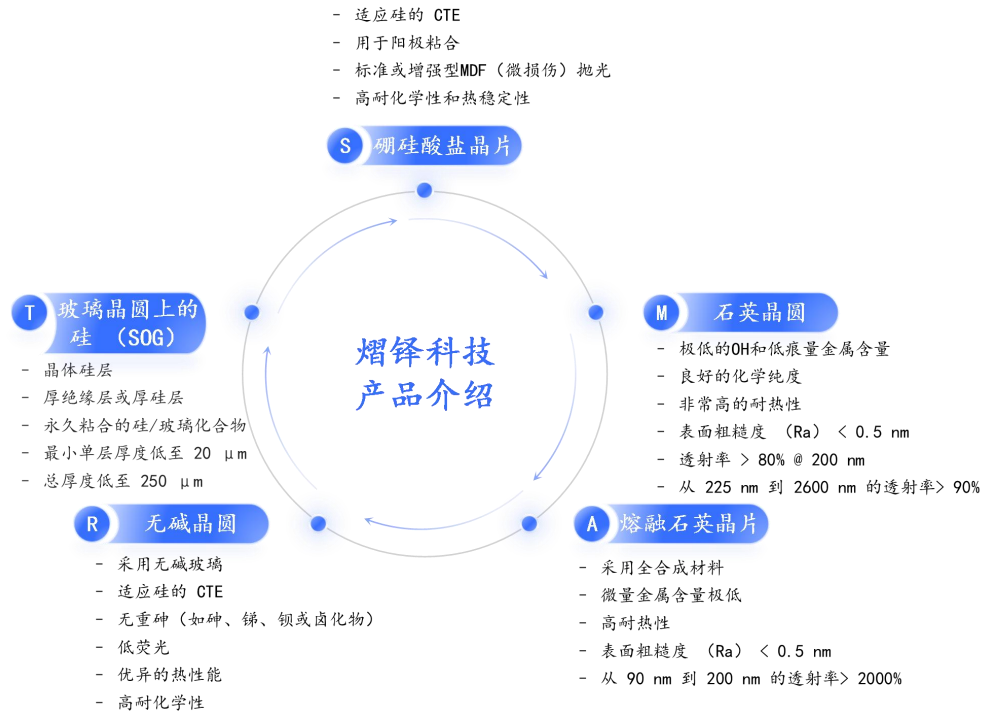
图表 39：戈碧迦 TE 系列玻璃专门面向半导体载板与基板，可提供多类的定制化 CTE 产品



资料来源：戈碧迦官网、华源证券研究所 注：CTE 的单位是 ppm/K

熠铎科技成立于 2022 年 6 月，是目前国内唯一的键合玻璃载板和服务商。熠铎科技专注于半导体先进封装及高阶功率器件行业所需的高精度、高强度玻璃载板、TGV 基板的研发和产业化。核心产品面向以 2.5D/3D 封装、HBM 存储、高阶功率器件为代表的减薄和堆叠技术应用市场，终端市场涵盖了人工智能、数据中心/超算、5G 通信、智能驾驶/车联网、消费电子等众多领域。2025 年戈碧迦与熠铎科技强强联合，熠铎科技目前布局的半导体玻璃产品包括硼硅酸盐玻璃晶片、石英晶圆、熔融石英晶片等多品类，戈碧迦作为其合作方，也有望逐步扩大供应半导体领域的多种玻璃材料应用，从封装环节向前道环节延伸。

图表 40：戈碧迦参股熠铎科技，材料+技术协同有望打造有竞争力的半导体玻璃产品



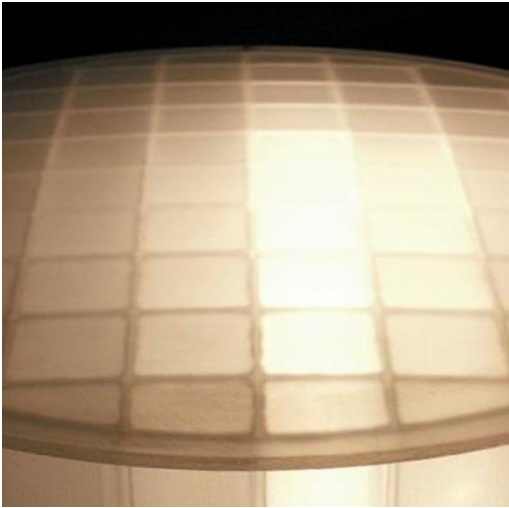
资料来源：熠铎科技官网、华源证券研究所

除了玻璃晶圆载板与基板，玻璃材料在半导体领域还具有大量应用场景，如高纯度熔融石英玻璃对于半导体制造中的高精度激光工艺至关重要，可用于光刻系统中的光学玻璃部件等等；超低 CTE 玻璃用于光刻掩膜板等等。戈碧迦联合熠铎科技推动研发，未来有望进行持续关联领域拓展。

3.2. 光刻机玻璃材料需要超低 CTE，戈碧迦零膨胀玻璃有望拓展应用

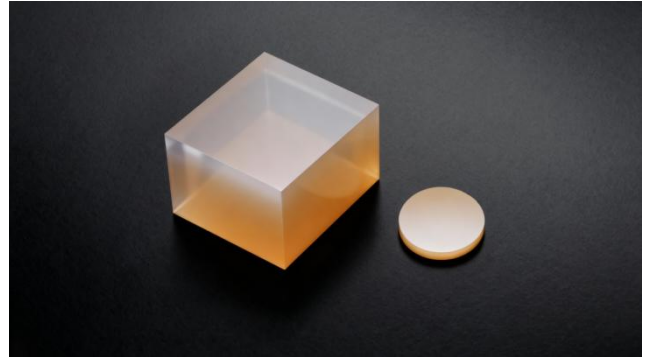
除了封装领域，玻璃材料在半导体制程中的应用不断进一步拓宽，典型案例如康宁 ULE 玻璃用于半导体极紫外光刻环节。康宁 ULE (超低膨胀玻璃) 是一种稳定的钛硅酸盐玻璃，于 20 世纪 60 年代为天文学的高需求而发明，在极端温度变化下几乎没有尺寸变化，因此成为反射望远镜光学器件的首选材料。而从 193 纳米发展到 13.5 纳米的光刻技术变迁，要求步进式光学系统发生重大设计转变，从折射式转变为反射式，因此主要由火焰水解产生的 ULE 玻璃因其高度热稳定性，而成为半导体芯片制造中极紫外光刻(EUV)的理想材料。这种稳定性使 ULE 玻璃非常适合高精度控制的应用场景，如光掩模基板、机台基准块、步进式光学系统、计量以及其他任何受到材料尺寸变化较大影响的工艺过程。2024 年 9 月，康宁推出 EXTREME ULE 玻璃，其可承受最高强度的极端紫外线(EUV)光刻技术，其中包括正迅速成为行业标准的具有高数值孔径(High NA)的 EUV 技术。康宁 ULE 7972 超低膨胀玻璃的热膨胀系数(CTE)在室温下标称值为零。与之类似的是肖特零度系列的低热膨胀微晶玻璃，同样用于光刻机等场景。

图表 41：康宁 ULE 7972 超低膨胀玻璃应用于苛刻场景



资料来源：康宁官网、华源证券研究所

图表 42：戈碧迦零膨胀微晶玻璃有望推动国产替代



资料来源：戈碧迦官网、华源证券研究所

戈碧迦 2025 年报显示其当前亦开始“零膨胀玻璃”的类似产品研发，未来或有望应用于光刻等类似场景。据公司官网，其零膨胀微晶玻璃通过精确调控晶相与玻璃相比例制成，其核心特性是在宽温度范围内接近于零的膨胀系数，同时具备高均匀性、高强度、高硬度等特性，使其成为极端严苛环境下的理想选择，广泛应用于大型天文望远镜镜坯、激光陀螺仪谐振腔体、航天器窗口材料、光刻机光学平台以及精密仪器基座等超精密领域。

4. 总结

玻璃是一个容易被低估的战略材料赛道。在半导体领域，它从功能上是晶圆减薄过程中的临时承载板，或是封装基板中替代有机材料的潜在方案；但深入产业链会发现，全球能够稳定供应和定制先进封装级高端玻璃的厂商屈指可数，康宁、肖特和日系厂商主导了这一领域数十年。供给端的天然集中，根植于半导体玻璃制造的底层逻辑——它并非建材浮法玻璃为代表的标准工业品类别，而是高度依赖特种配方、专用设备、工艺积累和长时间客户验证的高端功能材料。戈碧迦的稀缺性，本质上来自其在这样一个高壁垒赛道中，率先以本土身份构建了从载板到基板且不断延伸的完整技术探索版图。

本篇报告试图揭示的，是戈碧迦基于但超越传统光学玻璃的价值锚点：在 AI 算力驱动先进封装加速迭代的历史性节点上，玻璃材料正升级为影响下一代高性能芯片（如 HBM、大算力 SoC）的关键平台材料。作为能够同时切入“临时键合载板”和“永久性玻璃芯基板”两大应用场景，并储备“零膨胀玻璃”等前道技术的企业，戈碧迦具备从单点突破向平台型材料公司演进的想象空间。

当然，稀缺并不等同于无风险。如半导体玻璃基板的全面产业化仍面临原片材料性能国产化攻坚、TGV 工艺良率爬坡以及海外巨头先发优势的多重挑战。但这个行业的追赶，核心是材料配方、设备磨合和客户信任的长期竞赛。戈碧迦通过与熠铎科技等伙伴的协同，已在这一赛道上迈出了关键的起跑步伐。

作为《北交所优质公司系列专题》研究计划又一重要标的之开篇报告，我们希望通过本文分析，让投资者建立对半导体玻璃这一细分赛道的系统性认知框架：玻璃材料价值的重估，体现了先进封装架构变革中，对稀缺性材料的高稳定性、可定制化和规模化供给能力的战略性依赖。在后续报告中，我们将进一步聚焦戈碧迦在特种玻璃材料领域的其他具体产品落地进展、客户导入情况与新业务成长路径，敬请关注。

5. 风险提示

市场竞争加剧的风险：传统光学玻璃市场竞争激烈，对公司盈利能力造成一定程度的影响。在特种功能玻璃领域，市场主要占有者为美国康宁、德国肖特等公司，公司在技术、设备以及市场开拓等方面与之相比还有一定差距。随着公司特种功能玻璃业务的进一步拓展，与前述国际厂商的竞争有可能将进一步加剧。

产品滞销风险：公司生产的光学玻璃及特种功能玻璃采用连续熔炼技术，其生产特点表现为连续不间断熔炼生产，该产品系公司根据市场预测，结合窑炉类型及产能情况，综合排定生产计划。如果未来公司对于部分牌号、种类的玻璃产品的市场前景及市场需求总量预测错误，或者由于下游市场变化导致光学玻璃及特种功能玻璃的需求萎缩，公司相应牌号、种类的玻璃将产生滞销风险。

产品和技术替代风险：光学玻璃及特种功能玻璃作为光学等领域的基础应用材料具有较为稳固的市场地位，而随着下游产品的不断创新，应用领域的不断拓展，不排除新材料的出现替代玻璃材料。

证券分析师声明

本报告署名分析师在此声明，本人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，本报告表述的所有观点均准确反映了本人对标的证券和发行人的个人看法。本人以勤勉的职业态度，专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观的出具此报告，本人所得报酬的任何部分不曾与、不与、也不将会与本报告中的具体投资意见或观点有直接或间接联系。

一般声明

华源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告是机密文件，仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司客户。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息撰写，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、意见及推测等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。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应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、财务状况和特殊需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或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。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。

本报告所载的意见、评估及推测仅反映本公司于发布本报告当日的观点和判断，在不同时期，本公司可发出与本报告所载意见、评估及推测不一致的报告。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。除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。本公司不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

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。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修改、复制或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如征得本公司许可进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华源证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。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。

本公司销售人员、交易人员以及其他专业人员可能会依据不同的假设和标准，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或交易观点，本公司没有就此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理部门、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。

信息披露声明

在法律许可的情况下，本公司可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司将会在知晓范围内依法合规的履行信息披露义务。因此，投资者应当考虑到本公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级说明

证券的投资评级：以报告日后的6个月内，证券相对于同期市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入：相对同期市场基准指数涨跌幅在20%以上；

增持：相对同期市场基准指数涨跌幅在5%~20%之间；

中性：相对同期市场基准指数涨跌幅在-5%~+5%之间；

减持：相对同期市场基准指数涨跌幅低于-5%及以下。

无：由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。

行业的投资评级：以报告日后的6个月内，行业股票指数相对于同期市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好：行业股票指数超越同期市场基准指数；

中性：行业股票指数与同期市场基准指数基本持平；

看淡：行业股票指数弱于同期市场基准指数。

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。

本报告采用的基准指数：A股市场（北交所除外）基准为沪深300指数，北交所市场基准为北证50指数，香港市场基准为恒生中国企业指数（HSCEI），美国市场基准为标普500指数或者纳斯达克指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）。