

## 玻璃基板行业五问五答

### ——新技术前瞻专题系列（二）

分析师	刘航	执业证书编号：S1480522060001
分析师	石伟晶	执业证书编号：S1480518080001
分析师	刘蒙	执业证书编号：S1480522090001
分析师	张永嘉	执业证书编号：S1480523070001

**Q1: 玻璃基板是什么？** 玻璃基板是下一代芯片基板，核心材料由玻璃制成。玻璃基板封装关键技术为TGV。玻璃基板产业链包括生产、原料、设备、技术、封装、检测、应用等环节，上游为生产、原料、设备环节。因独特的物理化学属性，玻璃基板在电子元件材料应用领域展现出巨大潜力。

**Q2: 玻璃基板与传统硅片和PCB相比有哪些优劣势？** 和CoWoS-S封装比，玻璃基板封装技术的优势可从基板材料、中介层、关键技术、成本四方面展开，玻璃基板与有机基板相比可以实现：（1）超低平坦度（2）良好的热稳定性和机械稳定性（3）可实现更高的互连密度（4）可将图案变形减少50%。但目前技术不成熟与市场接受度不高是玻璃基板面临的两大挑战。

**Q3: 玻璃基板行业的市场空间、竞争格局怎样？** 全球IC封装基板市场快速发展，预计2029年规模达315.4亿美。玻璃基板为最新趋势，预计5年内渗透率达50%以上。全球玻璃基板市场空间广阔，2031年预计增长至113亿美元。中国玻璃基板市场规模不断扩大，2023年达333亿元。康宁占全球市场主导地位，份额占比48%。国内厂商成本优势显著，玻璃基板国产化提速，市场空间巨大。

**Q4: 巨头为何在当前节点推玻璃基板？** 在高端芯片中，有机基板将在未来几年达到能力极限，以英特尔为例，英特尔将生产面向数据中心的 SiP，具有数十个tiles，功耗可能高达数千瓦且成本相当高。为追求推进摩尔定律极限，英特尔、三星、英伟达、台积电等大厂入局玻璃基板。英特尔率先推出用于先进封装的玻璃基板，推动摩尔定律进步。三星将玻璃基板视为芯片封装的未来，组建“军团”加码研发玻璃基板。英伟达的GB200或将使用玻璃基板，并计划投产。台积电已组建专门的团队探索FOPLP技术，并大力投资玻璃基板研发。

**Q5: 玻璃基板产业链的哪些环节有望受益？** 玻璃基板产业链上游原料、生产、设备环节有望受益。生产环节，国内玻璃基板生产厂商有望在高世代领域占一席之地。钻孔设备环节，国内部分企业开始研发LIDE技术，有望实现钻孔设备技术突破；显影设备环节，随着电子信息产业快速发展及玻璃基板需求推动，对激光直接成像设备的需求持续增长；电镀设备环节，玻璃基板技术不断成熟，给电镀设备升级带来巨大商机。

**投资建议：** 玻璃基板是封装基板未来发展的大趋势，全球半导体龙头争相布局。受益于算力芯片技术发展，产业链有望迎来加速成长，受益标的：天承科技、沃格光电、三超新材、德龙激光、帝尔激光等。

**风险提示：** 下游需求放缓、技术导入不及预期、客户导入不及预期、贸易摩擦加剧。



**Q1**

**玻璃基板是什么？**



# 1. 玻璃基板是核心材料用玻璃制成的芯片基板

芯片基板是芯片裸片所在的介质，是芯片封装最后一步的主角，玻璃基板是下一代基板。在确保芯片结构稳定性的同时，基板还将信号从芯片裸片传送到封装，它们卓越的机械稳定性和更高的互连密度将有助于创造高性能芯片封装。上世纪70年代以来，芯片基板材料经历了两次迭代，最开始是利用引线框架固定晶片，到90年代陶瓷基板取代了引线框架，现在最常见的是有机材料基板，而玻璃基板是下一代基板。

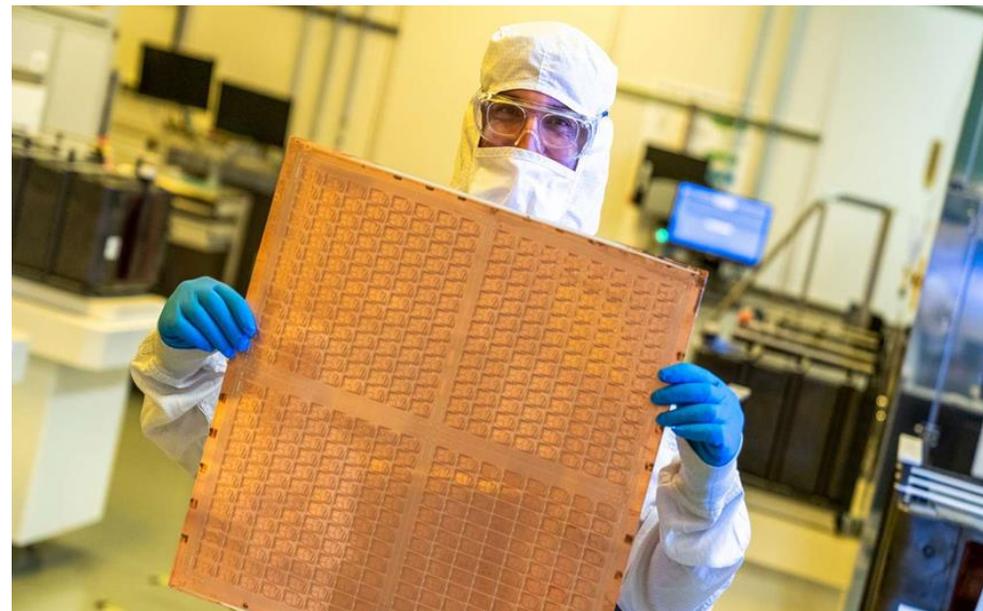
**玻璃基板是核心材料由玻璃制成的基板。**玻璃基板是用玻璃取代有机封装中的有机材料，并不意味着用玻璃取代整个基板，而是基板核心的材料将由玻璃制成。简单来说，就是在玻璃上打孔、填充和上下互联，以玻璃为楼板构建集成电路的高楼大厦。

图1: 下一代芯片基板为玻璃基板



资料来源: Intel官网, 东兴证券研究所

图2: Intel的玻璃基板

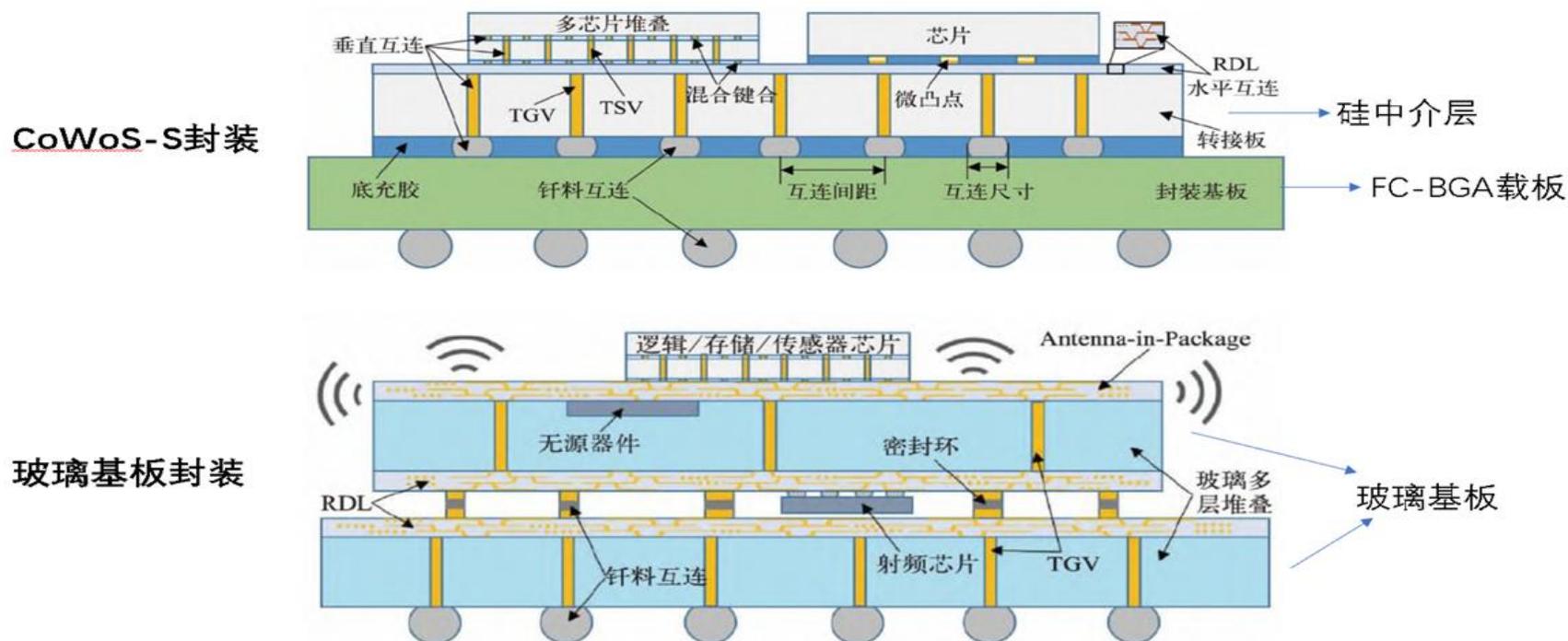


资料来源: Intel官网, 东兴证券研究所

# 1. 玻璃基板封装技术是对CoWoS-S封装的改进

玻璃基板封装技术对CoWoS-S封装进行了改进，将挑战目前半导体封装技术的主导地位。台积电的2.5D芯片封装技术CoWoS-S是将芯片连接至硅转接板上，再把堆叠芯片与基板连接，实现芯片-转接板-基板的三维封装结构。玻璃基板封装技术对其做了改进，将挑战目前半导体封装技术的主导地位。（1）基板材料：从FC-BGA载板改为玻璃芯基板。（2）中介层：从硅改为玻璃基板。（3）关键技术：从硅通孔TSV改成玻璃通孔TGV。

图3:玻璃基板封装和CoWoS-S封装结构对比



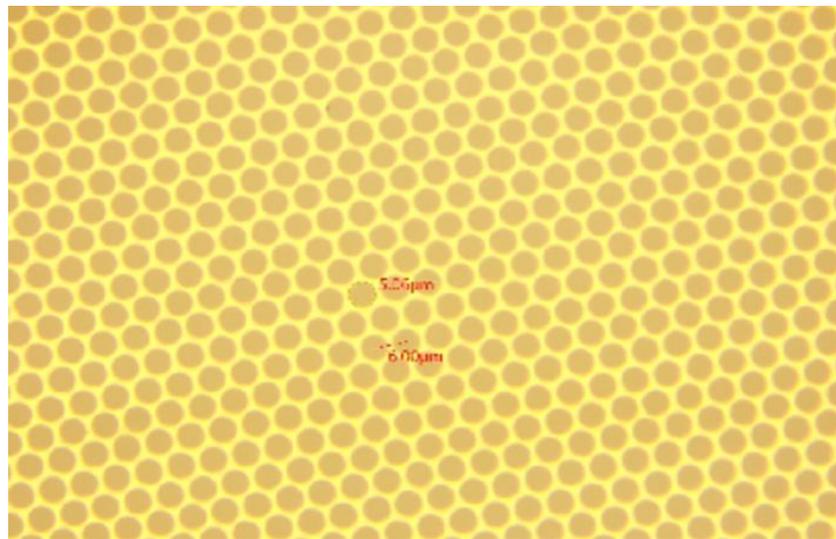
资料来源：钟毅等《芯片三维互连技术及异质集成研究进展》，东兴证券研究所

# 1. 玻璃基板封装的关键技术是TGV

玻璃基板封装的关键技术是**TGV**。TGV（玻璃通孔）技术是通过在玻璃基板上制作垂直贯通的微小通孔，并在通孔中填充导电材料，从而实现不同层面间的电气连接。TGV以高品质硼硅玻璃、石英玻璃为基材，通过种子层溅射、电镀填充、化学机械平坦化、RDL再布线，bump工艺引出实现3D互联，被视为下一代先进封装集成的关键技术。而TSV（硅通孔）技术是在硅中介层打孔。TGV是TSV的延续，两者都是三维集成的关键技术，在实现更高密度的互连、提高性能和降低功耗等方面发挥重要作用。

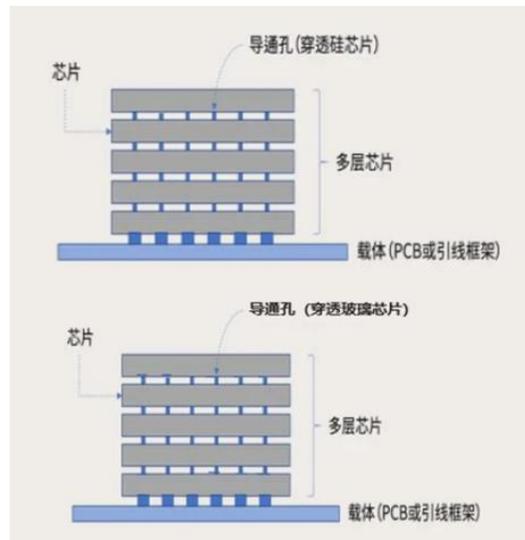
目前**TGV技术已推进至第三代，最小孔径小于5微米**。第三代TGV技术采用精准激光诱导和湿法工艺，既具有超高精度三维加工能力——最小孔径小于5微米、最小节距6微米，可通孔金属化、表面布线、三维堆叠，又具有灵活广泛的材料选择性。其用小功率特殊激光器处理玻璃，不是直接打成一个孔，而是让它发生光化学反应。使材料选择没有严格的限制，实现了应用场景的扩大。

图4:玻璃孔径最小5微米，最小节距6微米



资料来源：三叠纪官网，东兴证券研究所

图5:TGV和TSV技术示意图



TSV（硅通孔）

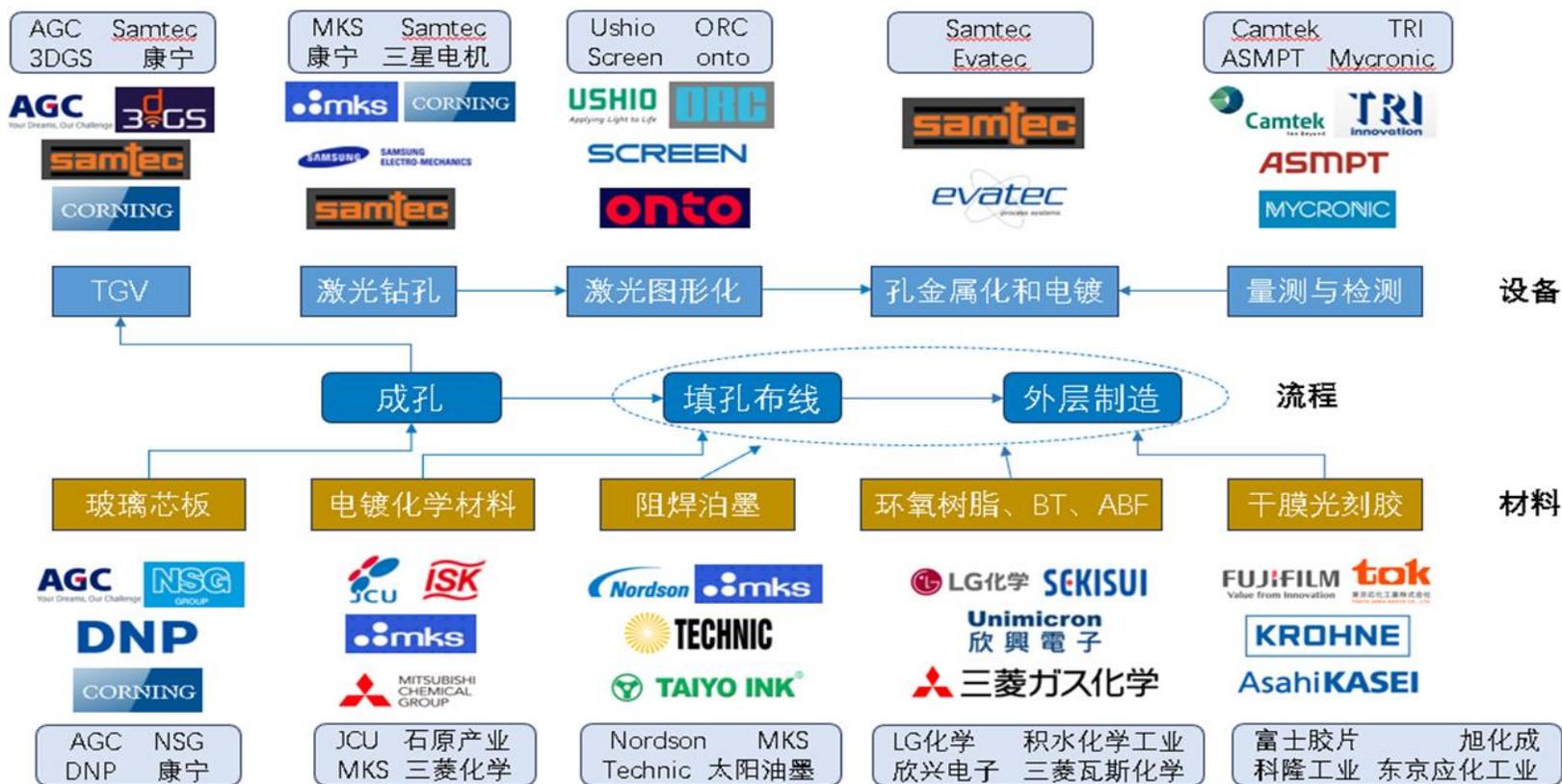
TGV（玻璃通孔）

资料来源：CSDN，东兴证券研究所

# 1. 玻璃基板的产业链

玻璃基板产业链包括生产、原料、设备、技术、封装、检测、应用等环节。上游为生产、原料、设备环节，中游为技术、封装检测环节，下游为应用环节。

图6:玻璃基板产业链各环节相关企业



资料来源: 陈力等《玻璃通孔技术研究进展》, 各公司官网, 东兴证券研究所

# 1. 玻璃基板的产业链

玻璃基板产业链上游为生产、原料、设备环节。玻璃基板制造需硅砂、纯碱、石灰石、硼酸、氧化铝等原料；玻璃基板生产工艺包括高温熔融、均化处理、成型、加工、清洗检验和包装等环节；玻璃通孔设备包括钻孔、电镀、溅射、显影设备。

玻璃基板因独特的物理化学属性，在电子元件材料应用领域展现出巨大潜力。玻璃基板有望在需要高算力和低延迟的场景中大展身手，如自动驾驶汽车的实时数据处理。其耐高温的特性也使它适合应用于工业物联网、边缘计算等对温度耐受性有严格要求的领域。然而，玻璃材质在机械性能和抗冲击性上具局限性，故在车载等高要求环境中的应用仍受限。

表1：玻璃基板原料成分及其含量

成分	含量 (%)	成分	含量 (%)	成分	含量 (%)
SiO <sub>2</sub>	58.5±0.5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.3±0.5	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.5±0.5
CaO	5.5±0.3	SrO	3.15±0.3	BaO	5.4±0.3
ZnO	0.4±0.2	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.45±0.2	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.20±0.15
ZrO <sub>2</sub>	0.15±0.05	MgO	<0.10	TiO <sub>2</sub>	<0.02
Na <sub>2</sub> O	<0.02	K <sub>2</sub> O	<0.003	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0.02

图7:玻璃基板的应用领域

## 玻璃基板应用领域

- 芯片封装
- 传感器封装
- LED封装
- 高性能计算
- 工业物联网
- 消费电子产品

资料来源：e玻网天下公众号，东兴证券研究所

资料来源：三叠纪官网，合明科技官网，东兴证券研究所



**Q2**

**玻璃基板与传统硅片和PCB相比有哪些优劣势？**

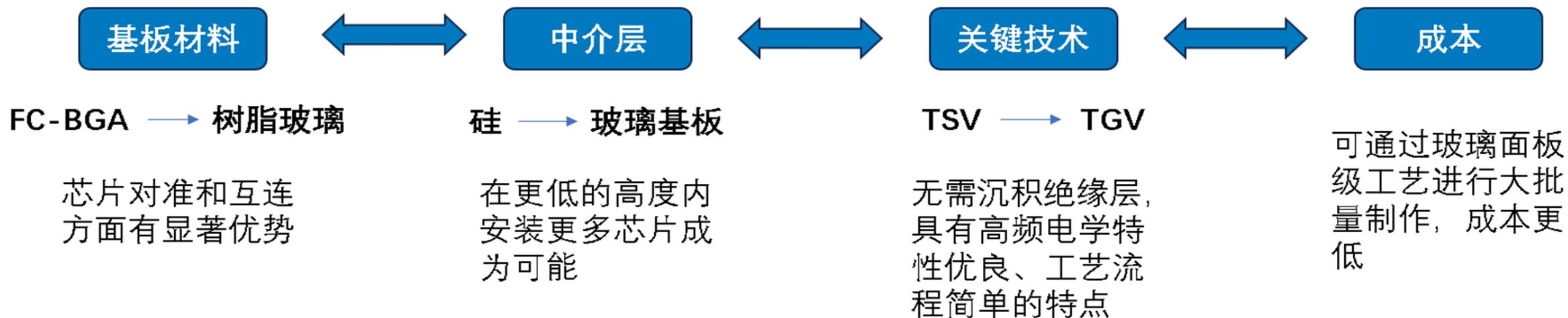


## 2. 玻璃基板封装技术的优劣势

与CoWoS-S封装相比，玻璃基板封装技术的优势可从基板材料、中介层、关键技术、成本四方面展开。（1）**材料**：玻璃基板封装以树脂玻璃为基板材料，在芯片对准和互连方面有显著优势。还可能引入超过100x100mm的大型封装基板，允许封装更多芯片，提高性能和集成度。（2）**中介层**：玻璃基板封装无需中介层即可直接安装SoC和HBM芯片，使在更低的高度内安装更多芯片成为可能（3）**关键技术**：TGV工艺流程比TSV更简单高效，机械、激光或刻蚀等方法组合使用，均可批量进行玻璃打孔。由于玻璃本身绝缘特性，TGV无需沉淀绝缘层，仅需沉积粘附层与种子层即可进行电镀填充。（4）**成本**：玻璃基板封装可通过玻璃面板级工艺进行大批量制作，具成本优势。

但是，玻璃基板封装在最高级别的需求上可能仍无法完全替代CoWoS-S或EMIB技术。

图8：玻璃基板封装技术在基板材料、中介层、关键技术、成本四方面的优势



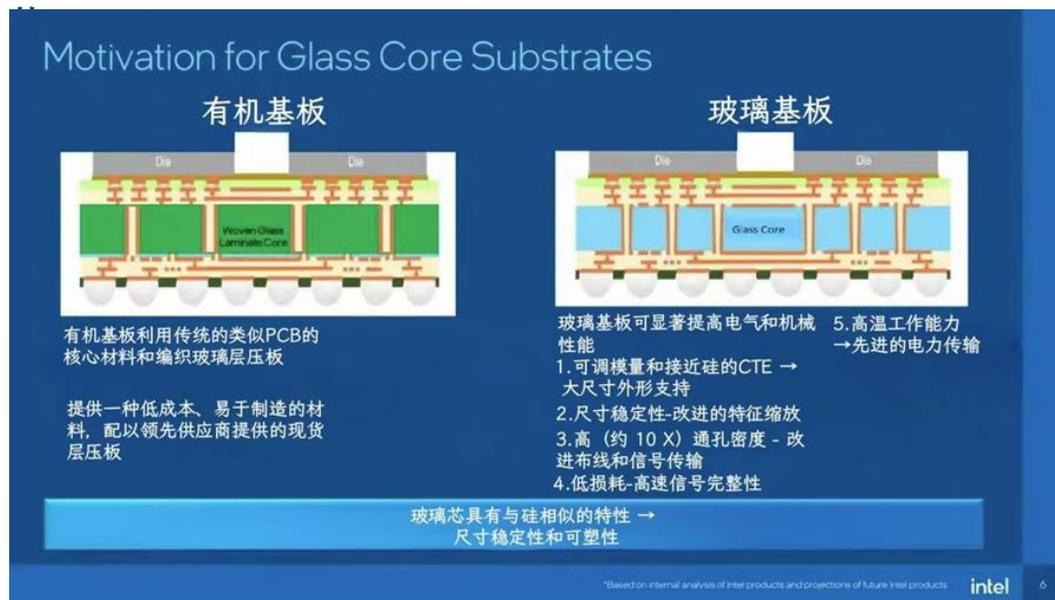
资料来源：钟毅等《芯片三维互连技术及异质集成研究进展》，新浪科技，东兴证券研究所

## 2. 玻璃基板与有机基板相比的优劣势

玻璃基板与使用有机基板的传统PCB相比具有一系列优势：（1）超低的平坦度。可改善光刻的焦深及互连的良好尺寸稳定性。（2）良好的热稳定性和机械稳定性。能承受更高温度，在数据中心应用中更具弹性。（3）可实现更高的互连密度。使互连密度增加十倍成为可能，对下一代SiP电力和信号传输至关重要。（4）可将图案变形减少50%。提高光刻的焦深并确保半导体制造更加精密和准确。

技术不成熟与市场接受度不高是玻璃基板目前面临的两大挑战。玻璃基板硬度大、脆性高的特点增加了加工难度。此外，在玻璃基板复杂的生产过程中，需高精度的工艺和设备，对技术要求极高。同时，作为新生事物，玻璃基板的市場接受度也有待提高。相关行业标准和技術规范也尚未完善，可能会影响其推广和应用。

图9：玻璃基板与有机基板对比具有一系列优



资料来源：Intel官网，东兴证券研究所

表2：部分基板的尺寸稳定性和导热系数对比

基板类型	热膨胀系数/ ( $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )	湿度系数/ ( $10^{-6}/\%RH$ )	$\Delta\text{CET}$ 差别/ ( $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )	导热系数 ( $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ )
CCL (常规型)	13~15	11~13	9~13	0.24 (导热型0.5)
CCL (低CET型)	10~12	10~12	6~10	0.24 (导热型0.5)
CCL (甚低CET型)	8~10	8~10	4~8	0.24 (导热型0.5)
CCL (超低CET型)	6~8	6~8	2~6	0.24 (导热型0.5)
金属Al基板	22~25	接近“0”	/	1.2~4.2
金属Cu基板	17	接近“0”	/	1.5~5.5
陶瓷封装基板	6~8	接近“0”	2~6	18 (氧化铝基板)
玻璃封装基板	4~6	0	0~4	1.2~10.0
晶圆(片)级封装基板	2~4	/	0 (成本高)	$\leq 1.2$

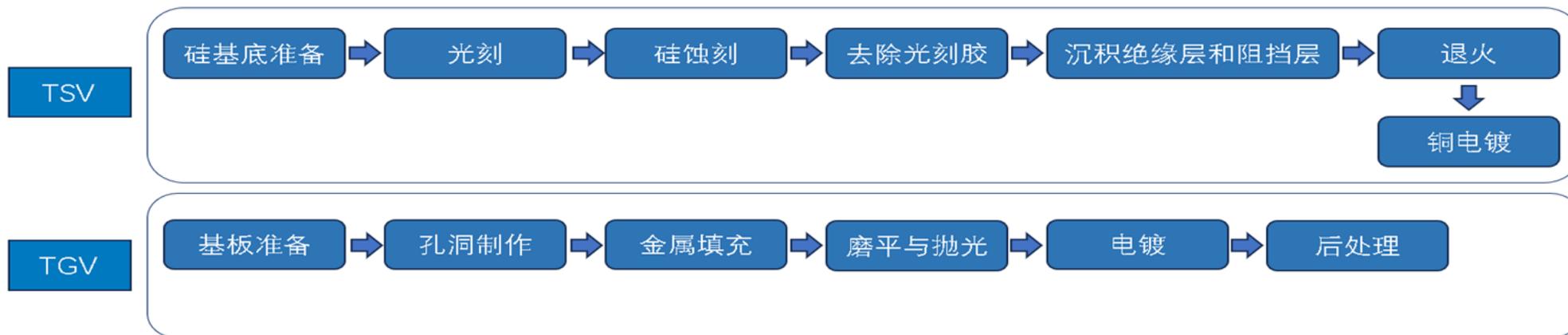
资料来源：林金堵《玻璃基板和封装玻璃载板》，东兴证券研究所

## 2. 玻璃通孔TGV与TSV相比的优劣势

与硅通孔TSV相比，玻璃通孔TGV的优势主要体现在以下几方面：

**(1) 低成本：**大尺寸超薄面板玻璃易于获取，及不需要沉积绝缘层，玻璃转接板的制作成本大约只有硅基转接板的1/8。而硅通孔制作采用硅刻蚀工艺，随后需氧化绝缘层、薄晶圆的拿持等技术。**(2) 优良的高频电学特性：**玻璃是绝缘体材料，介电常数只有硅的1/3左右，损耗因子比硅低2~3个数量级，使衬底损耗和寄生效应大大减小，有效提高传输信号的完整性。硅属半导体材料，传输线在传输信号时，信号与衬底材料有较强的电磁耦合效应，衬底中产生涡流现象，信号完整性较差。**(3) 工艺流程简单：**不需要在衬底表面及内壁沉积绝缘层，且超薄转接板不需要二次减薄。**(4) 机械稳定性强：**当转接板厚度小于100 $\mu\text{m}$ 时，翘曲仍较小。**(5) 大尺寸超薄玻璃衬底易于获取：**康宁、旭硝子以及肖特等玻璃厂商可以量产超大尺寸（大于2 m $\times$ 2 m）和超薄（小于50 $\mu\text{m}$ ）的面板玻璃及超薄柔性玻璃材料。**(6) 应用领域广泛：**除在高频领域外，透明、气密性好、耐腐蚀等性能优点使其在光电系统集成、MEMS封装领域有巨大应用前景。

图10：TSV与TGV的主要工艺步骤对比



## 2. 玻璃通孔TGV与TSV相比的优劣势

**TGV 技术面临的关键问题是没有类似硅的深刻蚀工艺，难以快速制作高深宽比的玻璃深孔。**传统的喷砂法、湿法刻蚀法和激光钻孔法等都存在一定局限性。感应耦合等离子体干法刻蚀技术控制精度高，刻蚀表面平整光滑，垂直度好，常用于刻蚀高深宽比结构，但各向同性刻蚀严重。由于玻璃衬底上掩膜沉积工艺的限制，在深孔刻蚀时，需要一定的刻蚀选择比。在保证侧壁垂直性与刻蚀选择比的同时提高玻璃刻蚀速率成为目前研究的难点。

**TGV技术的电镀时间和成本高、衬底与金属层间易分层也是限制其发展的问题。**TGV的高质量填充技术，与TSV不同，TGV孔径相对比较大且多为通孔，电镀时间和成本将增加；且与硅材料相比，玻璃表面平滑，与常用金属（如Cu）的黏附性较差，容易造成玻璃衬底与金属层之间的分层现象，导致金属层卷曲，甚至脱落等现象。

表3：不同TGV成孔技术的优缺点

玻璃通孔制作方法	优点	缺点
喷砂法	工艺简单	制作的玻璃通孔孔径大、孔间距大
光敏玻璃法	工艺简单，可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔	价格昂贵，不同图形的精度区别较大
聚焦放电法	成孔快，可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔	玻璃通孔不太垂直
等离子刻蚀法	玻璃通孔侧壁粗糙度小，无损伤	工艺复杂，成本高，刻蚀速率低
激光烧蚀法	可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔	存在侧裂缝，粗糙度略大
电化学法	成本低，设备简单，成孔快	孔径大
激光诱导刻蚀法	成孔快，可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔，玻璃通孔无损伤	玻璃通孔不太垂直，激光设备昂贵

资料来源：陈力等《玻璃通孔技术研究进展》，东兴证券研究所



**Q3**

**玻璃基板行业的市场空间、竞争格局是怎样的？**

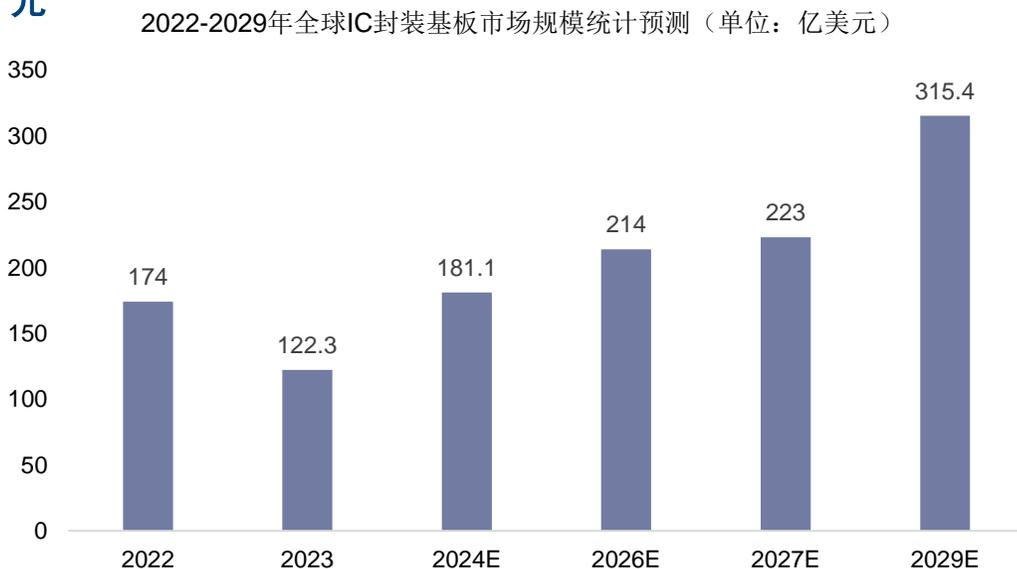


### 3. IC封装基板市场快速发展

全球IC封装基板市场快速发展，预计2029年规模达315.4亿美元。随着服务器、5G、人工智能、大数据、物联网、智能驾驶等领域的快速发展，芯片需求持续增长，作为核心材料的IC封装基板已成为PCB行业中增长最快的细分行业。受益于先进封装技术发展及算力需求的快速增长，IC载板的应用和需求持续增加，据Mordor Intelligence预测，IC封装基板市场规模2024年达181.1亿美元，2029年将达315.4亿美元，在预测期内复合年增长率为11.73%。

玻璃基板作为IC封装基板的最新趋势，预计5年内渗透率达50%以上。玻璃基板是PCB基板的最新趋势，可能将掀起PCB基板的大变革。随着英特尔、三星等大厂的入局，玻璃基板对有机基板的替代将加速，预计3年内玻璃基板渗透率将达到30%，5年内渗透率将达50%以上。

图11：预计2029年全球IC封装基板市场规模达315.4亿美元



资料来源：华经产业研究院，Mordor Intelligence，新浪财经，电子工程世界，东兴证券研究所

表4：预计3年内玻璃基板渗透率将达到30%，5年内渗透率将达50%以上

年份	玻璃基板渗透率
3年内	30%
5年内	>50%

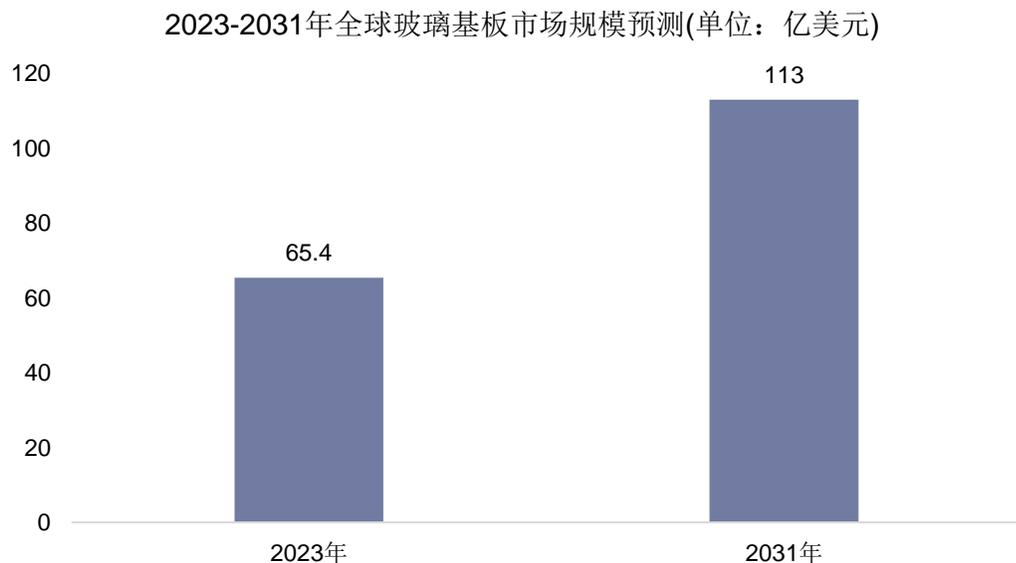
资料来源：广东省电路板行业协会GPCA，东兴证券研究所

### 3. 玻璃基板行业市场空间广阔

全球玻璃基板市场空间广阔，到2031年预计增长至113亿美元。受益于消费电子产品需求不断增长、OLED和柔性显示器等显示技术的进步，全球玻璃基板市场规模稳步增长。随着增强现实(AR)和虚拟现实(VR)的出现，以及太阳能光伏组件玻璃基板需求不断增长，全球玻璃基板市场空间广阔。根据Date Bridge Market Research预测，将从2023年的65.4亿美元增长至2031年的113亿美元，预测期内，GAGR为7.3%。

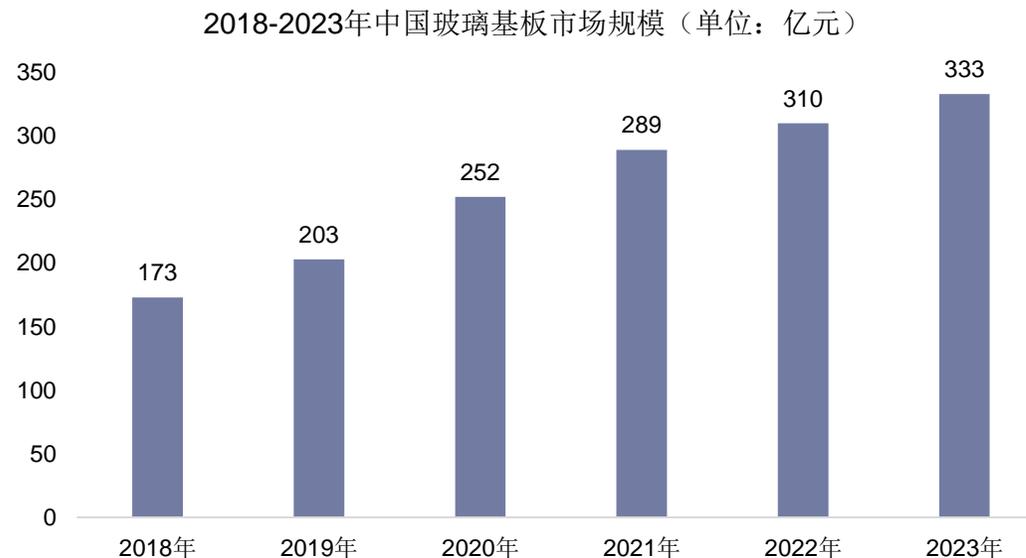
中国玻璃基板行业市场规模不断扩大，市场前景广阔。随着智能手机、平板电脑、电视等电子产品的普及和更新换代，液晶显示器件的需求量不断增加，进而推动了玻璃基板市场的增长。中商产业研究院数据显示，2022年中国玻璃基板市场规模约为310亿元，2023年达333亿元。

图12：预计全球玻璃基板市场规模2031年达113亿美元



资料来源：Date Bridge Market Research, 东兴证券研究所

图13：中国玻璃基板行业市场规模不断扩大



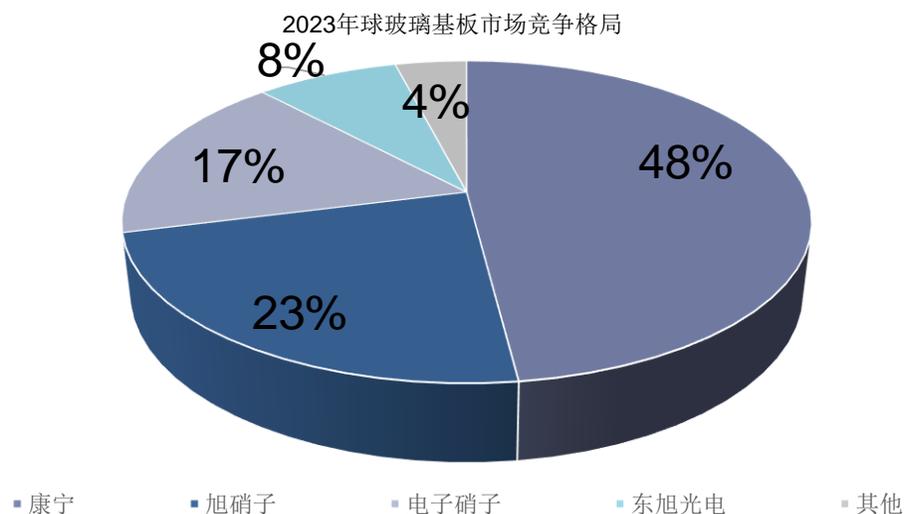
资料来源：中商产业研究院, 东兴证券研究所

### 3. 玻璃基板行业竞争格局

玻璃基板行业是一个技术和资本密集型行业，具有高技术壁垒，竞争较为激烈。玻璃基板行业集中度较高，CR3的市场占有率超过了85%。目前，全球玻璃基板市场主要由美国和日本企业垄断，这些企业在技术、质量、规模等方面具有较大优势。然而，随着中国等新兴市场的发展，国内企业逐渐崛起，开始在全球市场中占据一定份额。美国康宁在玻璃基板行业中占据主导地位，目前市场份额占比达48%，接近市场的一半。其次为日本旭硝子、电气硝子，中国东旭光电，占比分别为23%、17%、8%。

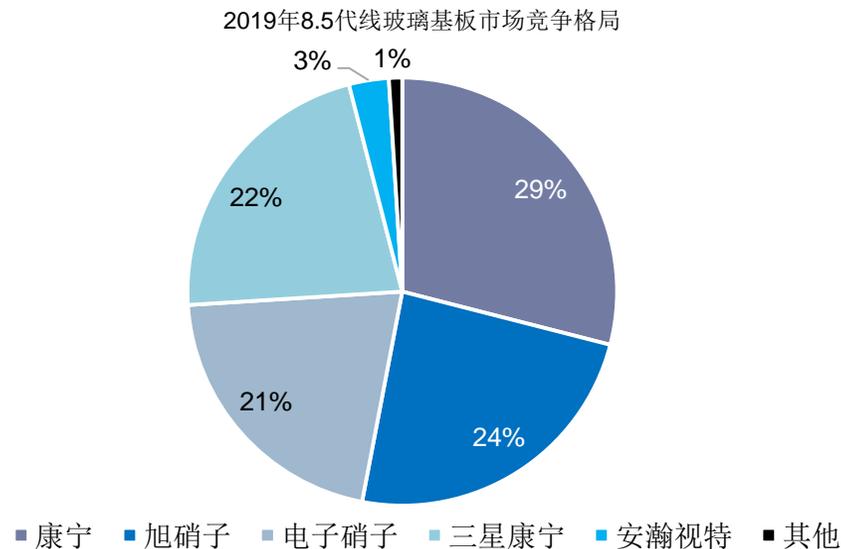
在高世代线玻璃基板领域，国际厂商占据了主导地位，国产厂商差距较大。在8.5代线玻璃基板市场上，康宁以29%的市场份额位列全球第一，其次是旭硝子拥有24%的市场份额，电子硝子市占率21%。CR4的市场占有率超过95%。随着世代线的提高，全球玻璃基板主要厂商都将重点转移到高世代线上，国内厂商正在加速填补在高世代线领域的差距。

图14：全球玻璃基板行业主要由美国和日本企业垄断



资料来源：中商产业研究院，东兴证券研究所

图15：8.5代线玻璃基板市场上康宁位列全球第一



资料来源：华经产业研究院，东兴证券研究所

### 3. 玻璃基板国产化进程提速

**玻璃基板国产化提速，市场空间巨大。**中国玻璃基板行业竞争格局稳定，主要由外资企业占主导地位，2022年，我国玻璃基板行业中外国企业的市场份额在70%以上。目前我国从事玻璃基板生产的厂商主要包括东旭光电、彩虹股份、凯盛科技等，且集中在低世代线，能生产高世代玻璃基板的厂商较少，大多依赖与国际巨头合作。2019年6月份，我国首个8.5代TFT-LCD玻璃基板生产线成功点火，意味着我国首次实现8.5代TFT-LCD超薄浮法玻璃基板国产化。目前彩虹股份8.5代溢流法的玻璃基板产品开始向客户进行供货，2021年2月第二条8.5代线基板玻璃产线在合肥点火投产。随着中国在面板产业的话语权越来越大及国产厂商不断技术突破，玻璃基板国产化提速，市场空间巨大。

**究其原因，国内厂商成本优势显著，国产替代是必然。**（1）**生产成本低：**国内人工成本、燃动力成本相比国外便宜。（2）**运输成本低：**国内厂商具有先天的地理优势，就近配套降低了运输风险，也降低了运输成本。（3）**国内对于面板产业链的支持力度大：**厂商可以获得一定政府补助。因此国产玻璃基板价格会显著低于进口的玻璃基板。对下游面板厂商来说，使用国产材料使其成本更加可控，在竞争中获得更大的价格优势。所以在面板产能向大陆集中趋势明确的背景下，材料国产替代是大势所趋。

**表5：中国主要玻璃基板厂商及其产品线**

企业名称	生产线区域分布
东旭光电	河南郑州4条显示基板G5生产线
	河北石家庄3条显示基板G5生产线
	东旭营口3条显示基板G5生产线
洛阳玻璃	安徽芜湖10条G6TFT-LCD玻璃基板生产线
	河南洛阳超薄生产线
彩虹股份	安徽蚌埠超薄生产线
	江苏张家港G5代液晶基板玻璃生产线
	陕西咸阳G7.5代液晶基板玻璃生产线
	陕西咸阳G7.5代液晶基板玻璃生产线
	安徽合肥G8.5+代液晶基板玻璃生产线

资料来源：智研咨询，东兴证券研究所



Q4

巨头为何在当前节点推玻璃基板？



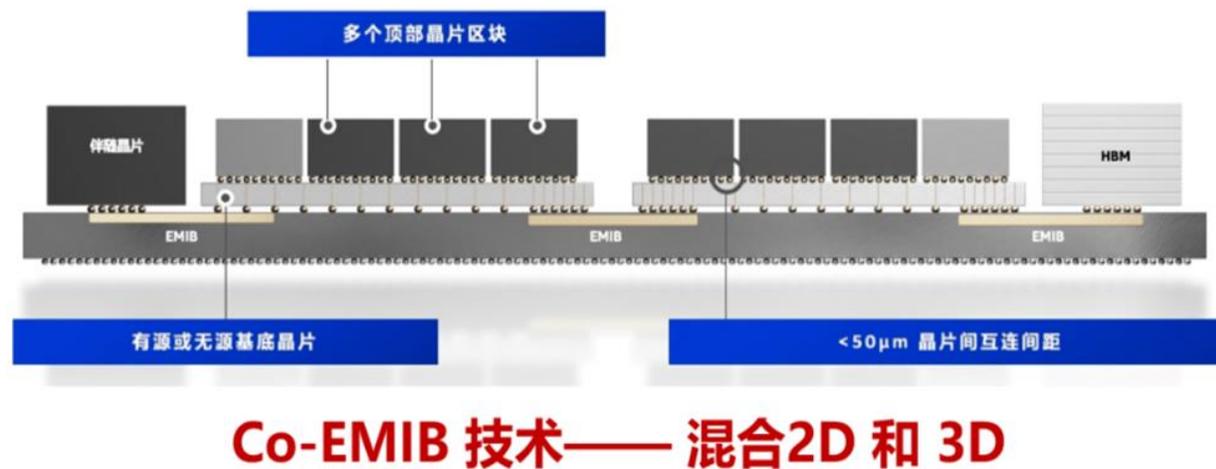
## 4. 英特尔、三星、英伟达、台积电等大厂入局玻璃基板

追求推进摩尔定律极限，英特尔、三星、英伟达、台积电等大厂纷纷入局玻璃基板。在半导体领域追求推进摩尔定律极限的当下，行业公司都使出浑身解数，以图纳入更多晶体管、实现更强算力，“玻璃基板”便代表材料环节的竞争。从英特尔的率先入局，到三星、英伟达、台积电等企业闻风而入，用玻璃材料取代有机基板正成为业内共识。

在高端芯片领域，有机基板将在未来几年达能力极限。有机基板材料主要由类似 PCB 的材料和编织玻璃层压板制成，允许通过芯片路由相当多的信号，包括基本的小芯片设计。但在高端芯片中，有机基板将在未来几年达到能力极限，英特尔将生产面向数据中心的 SiP，具有数十个 tiles，功耗可能高达数千瓦。此类 SiP 需小芯片间非常密集的互连，同时确保整个封装在生产或使用过程中不会因热量而弯曲。虽然硅中介层（基板上晶圆上的芯片）及其衍生品（例如英特尔的 Co-EMIB）这些技术使公司将芯片的关键路径与快速而致密的硅片连接在一起，但成本相当高，且无法完全解决有机基板的缺点。

图16：英特尔、三星、英伟达、台积电入局玻璃基板

图17：英特尔的Co-EMIB技术无法完全解决有机基板的缺点



资料来源：各公司官网，东兴证券研究所

资料来源：电子工程专辑，东兴证券研究所

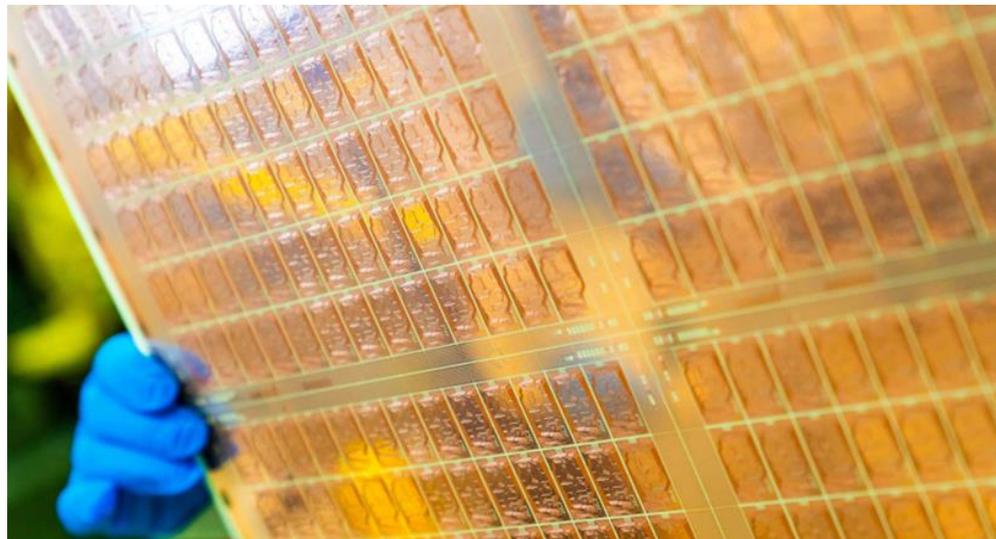
**Co-EMIB 技术——混合 2D 和 3D**

## 4. 英特尔率先推出玻璃基板

英特尔在业界率先推出用于先进封装的玻璃基板，有助于实现其目标。2023年9月，英特尔推出基于下一代先进封装的玻璃基板开发的最先进处理器，计划于2026~2030年量产。英特尔正朝2030年在单个封装上集成1万亿个晶体管的目标前进，包括玻璃基板在内的先进封装技术的持续创新将有助于实现目标。

英特尔认为玻璃基板将实现更强大算力，推动摩尔定律进步。英特尔表示，玻璃基板具卓越的机械、物理和光学特性，能构建更高性能的多芯片SiP，在芯片上多放置50%裸片，塞进更多Chiplet，凭借单一封装纳入更多晶体管，预计将实现更强大算力。将重新定义芯片封装边界，能为数据中心、人工智能和图形构建提供改变游戏规则解决方案，推动摩尔定律进步。玻璃基板特性非常适合Chiplet，由于小芯片设计对基板信号传输速度、供电能力、设计和稳定性提出了新要求，玻璃基板可满足这些要求。

图18：英特尔的玻璃基板



资料来源：Intel官网，东兴证券研究所

图19：英特尔的玻璃基板测试装备



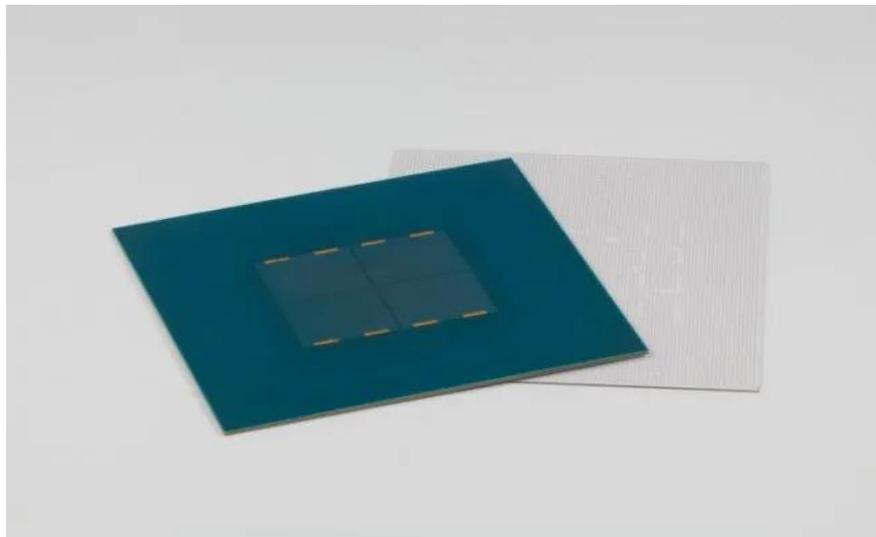
资料来源：Intel官网，东兴证券研究所

## 4. 三星将玻璃基板视为未来，英伟达GB200将使用玻璃基板

三星将玻璃基板视为芯片封装的未来，组建“军团”加码研发玻璃基板。三星电子、三星显示、三星电机等主要电子子公司建立联合研发“统一战线”，着手研发玻璃基板。在1月的CES 2024上，三星电机提出，2024年将建立一条玻璃基板原型生产线，目标是2025年生产原型，2026年实现量产，旨在比十年前进入玻璃基板研发的英特尔更快实现商业化。预计三星电子将掌握半导体与基板相结合的信息，三星显示将承担玻璃加工等任务，三星电机将通过与联盟最大限度地发挥研发协同效应。

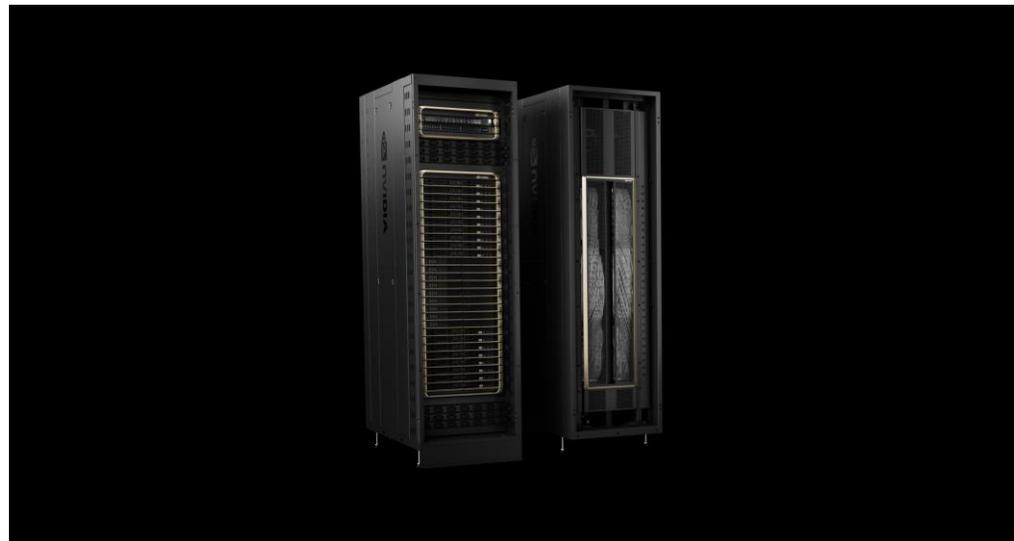
英伟达的GB200或将使用玻璃基板，并计划投产。英伟达以GB200为核心发布多款突破产品，宣布GB200采用的先进封装工艺将使用玻璃基板的供应链已启动，目前处于设计微调 and 测试阶段。GB200不仅在算力上实现了质的飞跃，将AI性能提升至20 petaflops，能耗成本也显著降低。后续GB200芯片的正式投产，将明显拉动半导体测试、玻璃基板两大新市场，增量空间巨大。

图20：采用玻璃基板封装的三星测试芯片



资料来源：IT之家，东兴证券研究所

图21：英伟达的GB200 NVL72



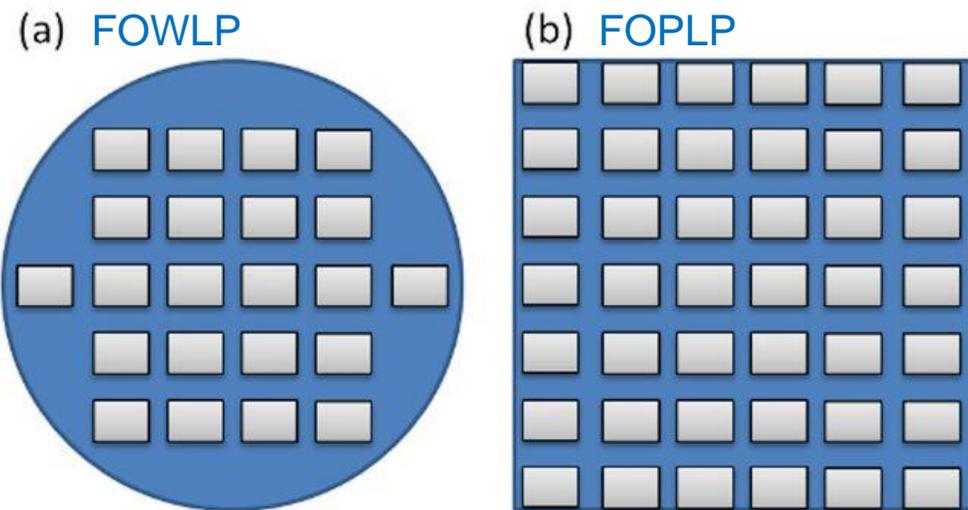
资料来源：NVIDIA官网，东兴证券研究所

## 4. 台积电大力投资玻璃基板研发

台积电过往在FOPLP技术上并不积极，搁置了玻璃基板技术开发。台积电的3D Fabric系统集成平台把先进封装分为三部分，分别是前端封装SoIC、后端先进封装CoWoS和InFO。其中基于FOWLP的InFO封装被苹果独占。受制于设备尺寸，台积电近年来又发展出FOPLP技术，提供了单位成本更低的封装解决方案。出于整体市场需求和材料限制，台积电过往在FOPLP技术上并不积极，也搁置了玻璃基板技术开发。

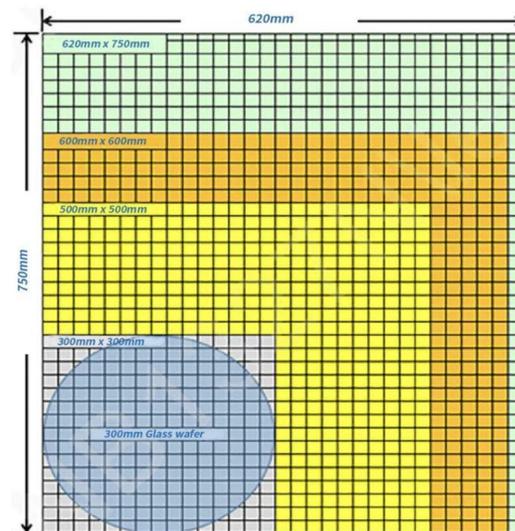
目前，台积电已组建专门的团队探索FOPLP技术，并大力投资玻璃基板研发。DigiTimes表示，随着市场需求的快速成长，以及英伟达的不断催促，台积电不仅开足马力进军半导体扇出面板级封装（FOPLP），而且大力投资玻璃基板研发工艺，以期实现突破。预计需大概三年的时间等待成熟，最快2026年实现量产。台积电将会在2024年9月召开的半导体会议上，公布FOPLP封装技术的细节，并公开玻璃基板尺寸规格。

图22: FOWLP与FOPLP对比图



资料来源: 网易, 东兴证券研究所

图23: FOPLP以正方形基板进行IC封装



资料来源: 网易, 东兴证券研究所



**Q5**

**玻璃基板产业链的哪些环节有望受益？**



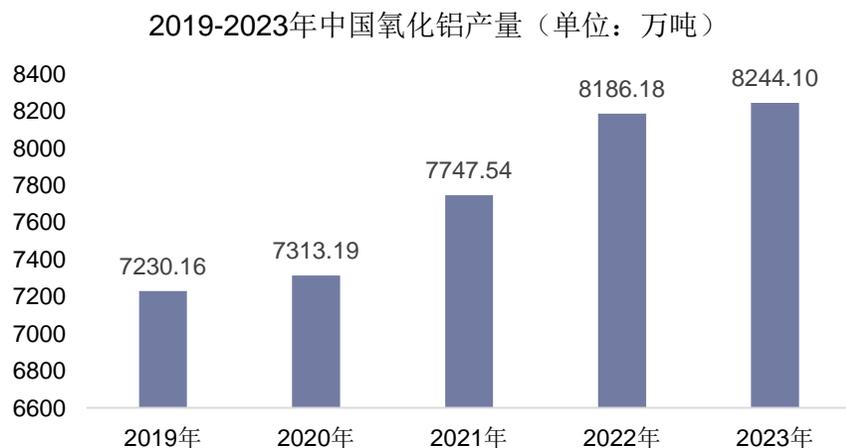
## 5. 原料：含氧化铝的高铝玻璃有望受益

玻璃基板产业链上游原料、生产、设备环节有望受益。随着玻璃通孔技术的成熟以及玻璃基板应用领域的突破，玻璃基板需求将迎来大幅增长，上游原料、生产、设备环节有望受益，从而推动对国内相关生产和设备厂商的需求。

玻璃基板原料氧化铝需求有望迎来增长。玻璃基板制造需硅砂、纯碱、石灰石、硼酸、氧化铝等原料。近五年来，中国氧化铝产量保持稳步增长趋势，2023年增至8244.10万吨。作为玻璃基板原料之一，氧化铝需求有望迎来增长，预计2024年中国氧化铝产量仍将保持增长。

东旭光电自主研发Panda高铝玻璃，有望在原料环节有所突破。按生产配方差异，玻璃基板分为钠钙玻璃、高铝玻璃两类。钠钙玻璃通过在二氧化硅基质中加入氧化钙和氧化钠等成分制成，配方相对简单，技术门槛不高。高铝玻璃是在基础玻璃成分中加入氧化铝，这种添加不仅显著提升玻璃材料的强度，还降低了强化处理的难度，高铝玻璃具有高配方壁垒和复杂的制造工艺，全球仅康宁等少数企业掌握这一技术。东旭光电子公司旭虹光电自主研发的Panda高铝玻璃是中国第一款光热发电领域的高附着力玻璃，也是全球范围内首次采用高铝玻璃用于光热项目。

图24：中国氧化铝产量有望持续增长



资料来源：国家统计局，新浪财经，东兴证券研究所

图25：钠钙玻璃与高铝玻璃对比

钠钙玻璃 (soda-lime glass)	代表	铝硅酸盐玻璃 (Gorilla-like)	代表
旭硝子 (AGC) 中央硝子 (CG) 板硝子 (NSG) 洛玻 浙玻 南玻	山寨系列	康宁 (Corning) 旭硝子 (Dragon trall) 电气硝子 (NEG)CX-01/T2X-1 肖特 (Schott) Xensation Cover 科立视 (KMTC)	Gorilla 系列 iPhone 系列 龙迹系列 索尼的 Xperia 系列
CS(抗弯曲强度)=400-700Mpa (Compressive Stress) DOL=8-25μm (Depth of Layer)		CS(抗弯曲强度)=600-1000Mpa (Compressive Stress) DOL=30-50μm (Depth of Layer)	

资料来源：ZEALER公众号，东兴证券研究所

## 5. 生产：国内玻璃基板生产厂商有望在高世代领域占一席之地

**玻璃基板生产环节：**（1）**高温熔融：**将混合的原料放入1500°C以上的高温熔窑中熔融一定时间，确保原料充分熔化并反应，各种杂质和气泡也逐渐被排出。（2）**均化处理：**加入均化剂并搅拌，使玻璃液的化学成分更加均匀，提高玻璃基板质量。（3）**成型：**一、浮法，玻璃液浇在液态锡流上，让其逐渐冷却凝固；二、卷板法，玻璃液倒在金属带上，通过传送带运动使其逐渐冷却固化。（4）**加工：**将大尺寸基板切割成所需尺寸，并打磨边角，提高产品平整度和光洁度。（5）**清洗检验：**去除基板表面杂质和污染物，同时进行各项物理性能检测，确保产品符合质量要求。（6）**包装和贴膜：**将基板进行适当包装和保护，防止在运输和使用过程中受损坏。

**国内玻璃基板生产厂商有望在高世代领域占一席之地。**国内基板玻璃厂商主要集中在G4.5-G6生产线上。在最先进的8.5代线玻璃基板领域，随着玻璃基板需求增长，国内企业正加速弥补高世代领域的差距，彩虹集团、东旭光电有望在未来占得一席之地，玻璃基板国产化将提速，市场空间巨大。目前东旭光电液晶玻璃基板全面覆盖了G5、G6和G8.5代TFT-LCD液晶玻璃基板产品，生产的G5、G6、G8.5代液晶玻璃基板产品能为不同尺寸需求的下游面板客户包括京东方、龙腾光电等国内知名高端制造企业提供高品质玻璃基板产品。

图26：三种玻璃基板生产方法

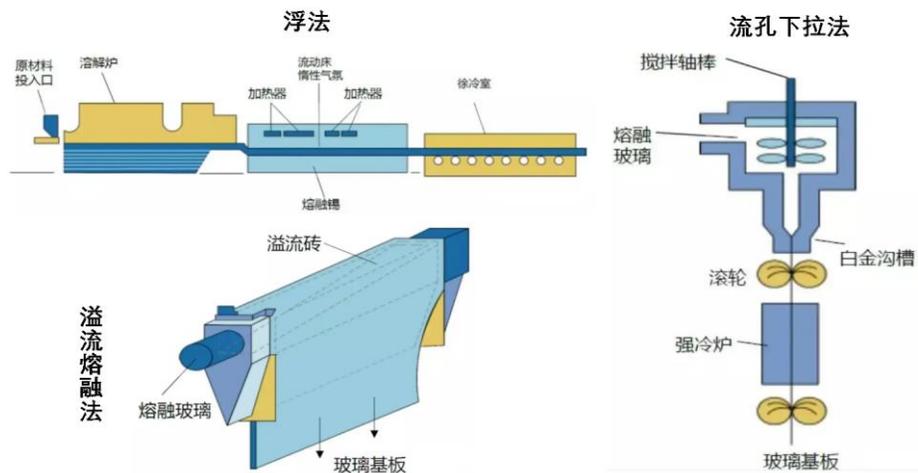


表6:不同世代线玻璃基板的尺寸及适用产品

代数	玻璃基板尺寸(mm)	适用产品
4.5	730x920	6寸以下
5	1100x1300	32寸以下
6	1500x1800	
8.5	2200x2500	55寸以下

资料来源：搜狐，东兴证券研究所

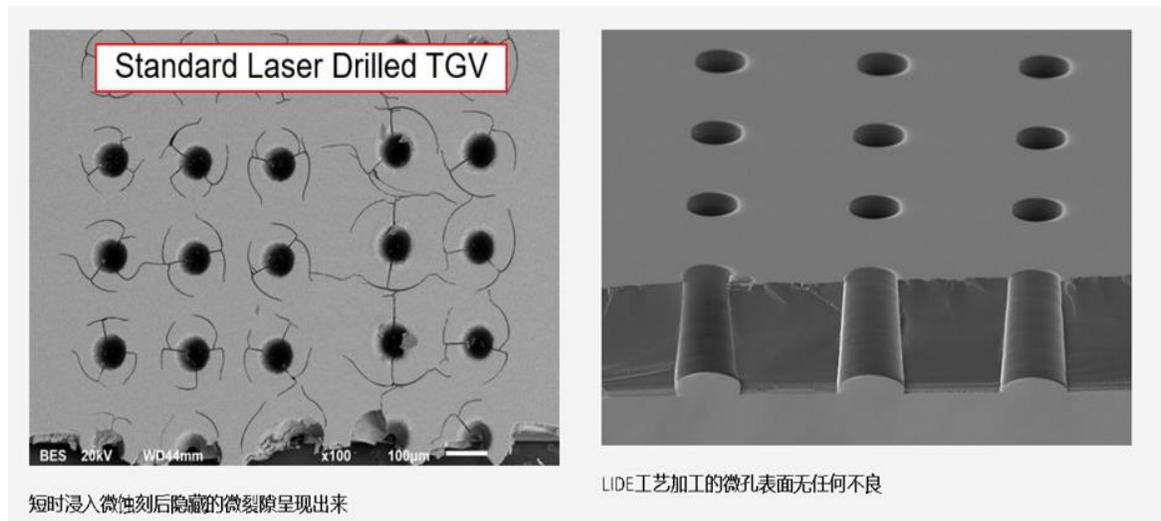
资料来源：新材料在线，东兴证券研究所

## 5. 设备：钻孔设备技术有望升级

钻孔是TGV的核心步骤，由钻孔设备完成，当前研究较多的方法是激光诱导深度刻蚀（LIDE）。该法仅需两步，第一步，根据设计图形对加工玻璃进行选择性的激光改性。在LIDE中，单次激光脉冲足以产生对全厚度的改性效果，超高的效率适用于大批量生产需求。第二步，改性区域通过湿化学蚀刻法，其被蚀刻速度远远高于未被改性过的材料。与传统钻微孔工艺相比，LIDE制作的玻璃通孔无微裂隙、无碎屑、无热应力残存，且品质、精度和一致性都很高。

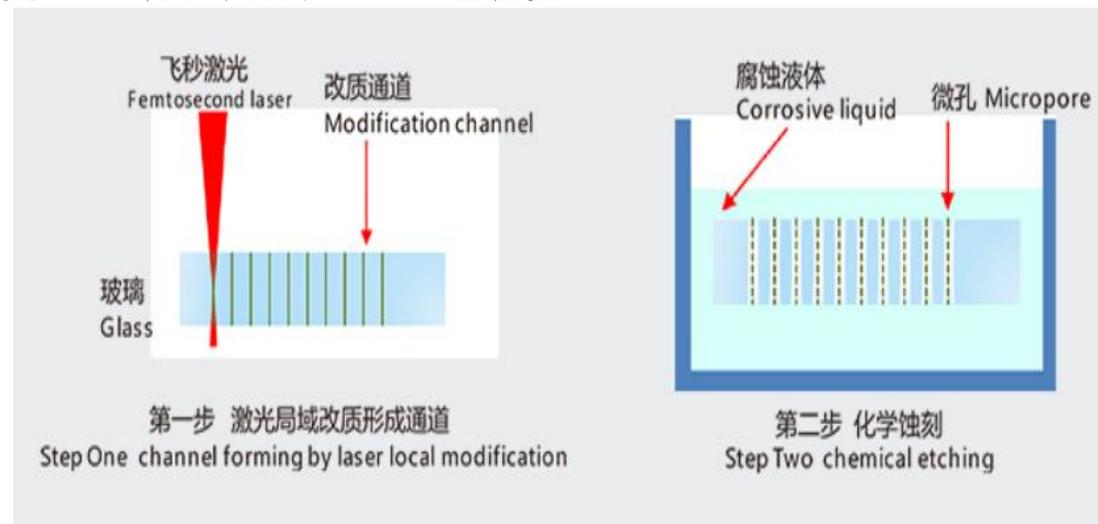
随着国内玻璃基板生产企业需求增长，国内部分企业开始研发LIDE技术，有望实现钻孔设备技术突破。IC封装基板行业投资延续，目前主要钻孔设备依旧以进口为主，但进口设备存在订购周期长、售后服务差等问题，国内封装基板企业亟待寻求国产化替代。国内已有部分企业开始研发LIDE技术，如大族显视与半导体研发出激光诱导蚀刻快速成型技术(LIERP)，验证解决了在深径比(基板厚度/孔径)大的基材上加工微孔的问题，在高精度微孔的高效率加工领域优势突出。此项应用设备已通过客户验证并稳定量产。

图27：传统钻微孔工艺与LIDE技术对比



资料来源：vitriion，东兴证券研究所

图28：大族半导体的LIERP工艺流程



资料来源：大族半导体官网，东兴证券研究所

## 5. 设备：显影设备中LDI设备需求持续增长

显影曝光工序指将设计的电路线路图形转移到PCB基板上，需显影设备完成，在钻孔之后进行。根据曝光时是否使用底片，曝光技术可分为激光直接成像技术（LDI）和传统菲林曝光技术。相对于使用菲林材料的传统曝光工序，激光直接成像技术使用了全数字生产模式，省去了传统曝光技术中多道工序流程，并避免了传统曝光中菲林材料造成的质量问题。

玻璃基板的高密度布线需要显影。相对于有机衬底而言，玻璃表面的粗糙度小，所以在玻璃上可以进行高密度布线。重布线层（RDL）技术独特的薄膜工艺能在玻璃基板上形成电路，从而提供芯片和封装互连器的低损耗输出端。其中需要进行高精度的曝光、显影。

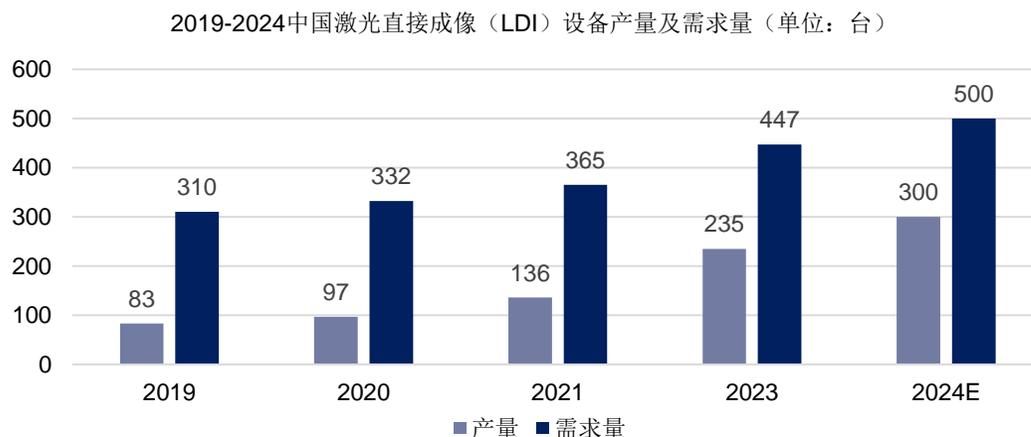
随着电子信息产业快速发展及玻璃基板需求推动，全球PCB产能持续向中国地区转移，对LDI设备的需求持续增长。尤其在半导体和平板显示领域，LDI设备已成为生产线上的关键设备，国内LDI设备产量大幅增长。2023年中国激光直接成像（LDI）设备产量235台，市场需求量447台；预计2024年中国激光直接成像（LDI）设备产量约300台，市场需求量约500台。目前。国内主要LDI设备生产企业有合肥芯碁微、江苏影速、天津芯硕、中山新诺、大族激光等。

图29：激光直接成像设备用途及加工效果

产品	产品图片	产品用途	加工效果
内层图形激光直接成像设备		用于内层湿膜或干膜的曝光作业，通过数字微镜（DMD）将图形投射到PCB感光材料并通过激光光源聚合，主要加工对象为多层板内层、HDI芯板。	
外层图形激光直接成像设备		用于外层干膜的曝光作业，通过数字微镜（DMD）将图形投射到PCB感光材料并通过激光光源聚合，主要加工对象为多层板外层、HDI增强层及外层、IC封装基板选择性表面处理等。	
阻焊图形激光直接成像设备		用于各种颜色阻焊油墨的曝光作业，通过数字微镜（DMD）将图形投射到PCB感光材料并通过单波长或复合波长激光光源聚合，主要加工对象为多层板、HDI等阻焊层。	

资料来源：大族数控2023年报，东兴证券研究所

图30：全球PCB产能持续向中国地区转移，对LDI设备的需求持续增长



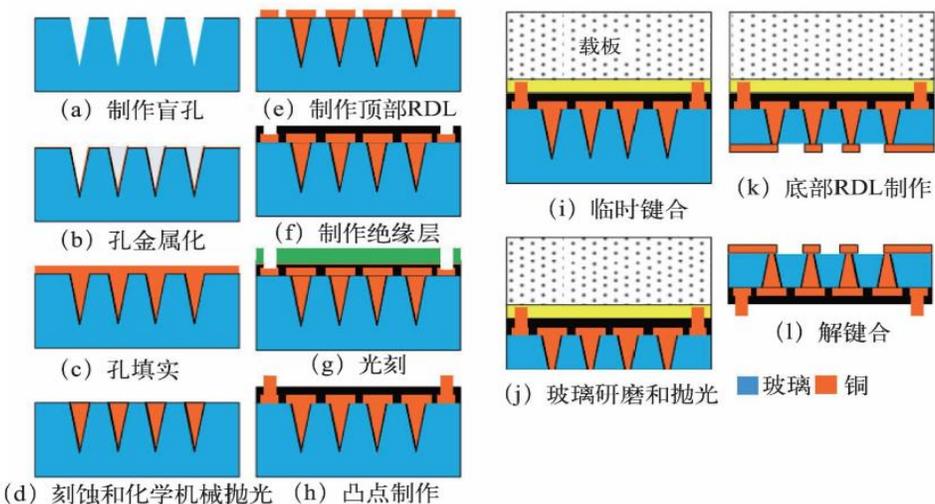
资料来源：共研网，智研咨询，东兴证券研究所

## 5. 设备：玻璃基板技术成熟给电镀设备升级带来巨大商机

显影之后为电镀，TGV深孔电镀填充需电镀设备完成，填充方式一般为蝶形填充。目前，垂直TGV通孔的电镀填充方式一般为蝶形填充，与TSV硅基半导体工艺自下而上的盲孔电镀填充相比，在流体力学与质量传输方面存在明显差异。盲孔填充时，镀液在孔内很难流动；而在通孔内部，镀液可以流动从而加强内部的传质。且通孔与盲孔的几何形状不同，没有盲孔底部，不会产生自下而上的填充方式。TGV通孔与盲孔在几何形状、流场、质量传输等方面的差异，导致用于盲孔填充的电镀配方及工艺无法直接用于TGV通孔。

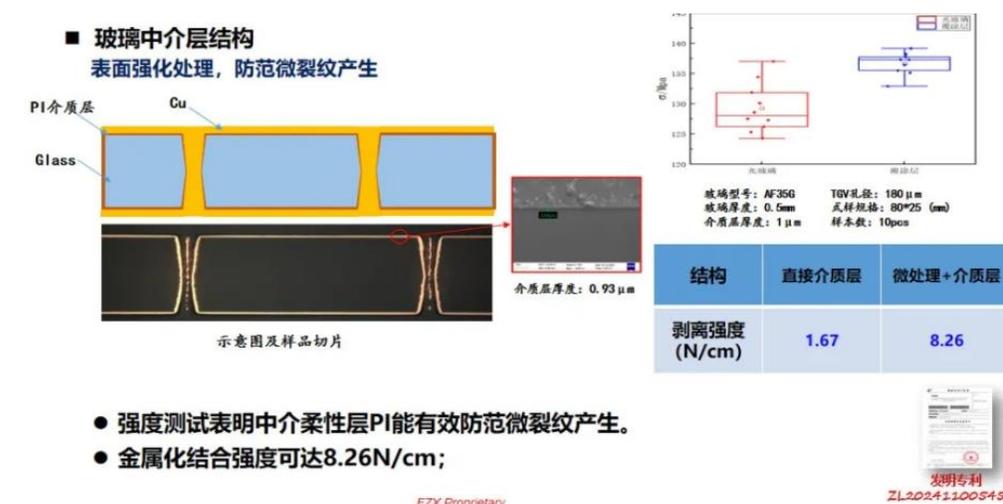
玻璃基板技术的不断成熟，给电镀设备升级带来巨大商机，国内相关企业纷纷发力。例如，佛智芯针对不同玻璃及客户要求，已开发多套表面处理及其金属化电镀适配方案，电镀金属化方案/铜浆塞孔工艺深径比 $<20:1$ ，金属化结合强度可达 $8.26\text{N/cm}$ 以上。盛美上海推出用于FOPLP的Ultra ECP ap-p面板级电镀设备，可加工尺寸高达 $515\times 510$ 毫米的面板，同时具 $600\times 600$ 毫米版本可供选择。该设备兼容有机基板和玻璃基板，可用于硅通孔填充、铜柱、镍和锡银电镀、焊料凸块及采用铜、镍、锡银和金电镀层的高密度扇外型产品。

图31：使用盲孔填充的TGV工艺流程



资料来源：陈力等《玻璃通孔技术研究进展》，东兴证券研究所

图32：佛智芯的表面处理及其金属化电镀适配方案



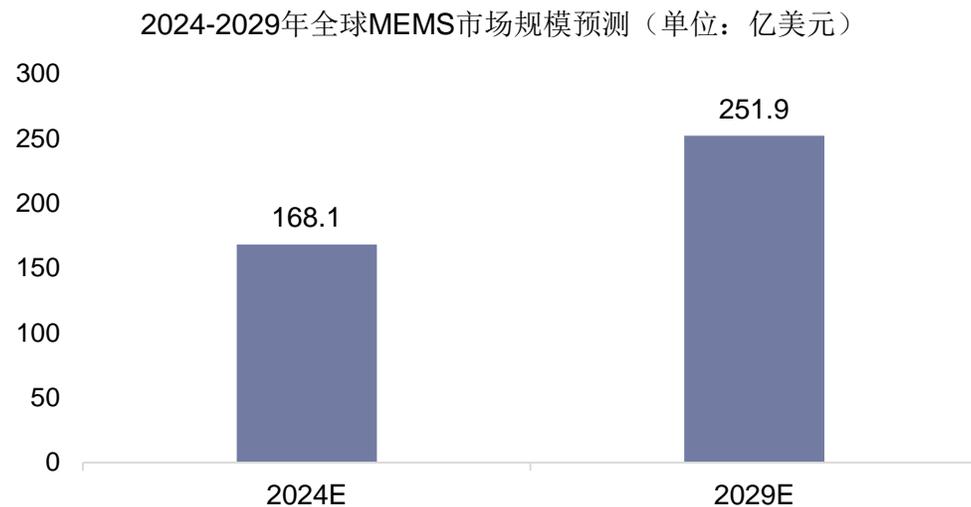
资料来源：AMT官网，东兴证券研究所

## 5. 应用：MEMS、消费电子市场将从中获益

玻璃基板下游MEMS市场也将从中获益，预计2029年市场规模达251.9亿美元。MEMS晶圆级封装会用到玻璃晶圆，因为玻璃晶圆制造具一系列独特优势，如今玻璃晶圆越来越多作为MEMS的技术组成，并作为其他电子产品中硅晶圆的替代衬底。MEMS传感器即使在恶劣的环境中，也具有高可靠性和长时间运行的完美表现，玻璃晶圆为这些敏感元件提供了强大保护，防止其被侵蚀或损坏。据Mordor Intelligence预测，全球MEMS市场规模2024年达168.1亿美元，2029年将达251.9亿美元，预测期内复合年增长率为8.43%。

玻璃基板正成为消费电子市场的有力推动者。在MEMS医疗应用中，玻璃晶圆促进了医疗器械行业中的MEMS气密外壳封装技术的发展。在消费电子产品中，玻璃晶圆通常作为载体。在使用半导体制造的电子器件市场中，玻璃晶圆由于优异的热稳定性和耐化学性，经常被用作衬底材料。在物联网设备领域，玻璃晶圆已被用于MEMS和传感器。其他应用包括LCD显示器、触控板，太阳能电池和电致发光显示器等。

图33：预计2029年全球MEMS市场规模达251.9亿美元



资料来源：Mordor Intelligence, 东兴证券研究所

图34：部分消费电子产品



资料来源：三叠纪官网, 东兴证券研究所

- ❁ Q1:玻璃基板是什么？
- ❁ Q2:玻璃基板与传统硅片和PCB相比有哪些优劣势？
- ❁ Q3:玻璃基板行业的市场空间、竞争格局怎样？
- ❁ Q4:为什么当前节点推荐玻璃基板？
- ❁ Q5:玻璃基板产业链的哪些环节有望受益？
- ❁ **投资建议与风险提示**

### 投资建议：

玻璃基板是封装基板未来发展的大趋势，全球半导体龙头争相布局。受益于算力芯片技术发展，产业链有望迎来加速成长，受益标的：天承科技、沃格光电、三超新材、德龙激光、帝尔激光等。

- ❁ 下游需求放缓
- ❁ 技术导入不及预期
- ❁ 客户导入不及预期
- ❁ 贸易摩擦加剧

## 分析师简介

### 刘航

复旦大学工学硕士，2022年6月加入东兴证券研究所，现任电子行业首席分析师。曾就职于Foundry厂、研究所和券商资管，分别担任工艺集成工程师、研究员和投资经理。证书编号：S1480522060001。

### 石伟晶

首席分析师，覆盖传媒、互联网、云计算、通信等行业。上海交通大学工学硕士。8年证券从业经验，曾供职于华创证券、安信证券，2018年加入东兴证券研究所。

### 刘蒙

计算机行业分析师，清华五道口金融硕士，2020年加入东兴证券。2021年新浪财经金麒麟计算机行业新锐分析师团队核心成员，覆盖云计算、信息安全、人工智能、元宇宙等细分领域。

### 张永嘉

计算机行业分析师，对外经济贸易大学金融硕士，2021年加入东兴证券，主要覆盖基础软件、数据要素、金融科技、汽车智能化等板块。

## 分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，在此申明，本报告的观点、逻辑和论据均为分析师本人研究成果，引用的相关信息和文字均已注明出处。本报告依据公开的信息来源，力求清晰、准确地反映分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

## 风险提示

本证券研究报告所载的信息、观点、结论等内容仅供投资者决策参考。在任何情况下，本公司证券研究报告均不构成对任何机构和个人的投资建议，市场有风险，投资者在决定投资前，务必要审慎。投资者应自主作出投资决策，自行承担投资风险。

## 免责声明

本研究报告由东兴证券股份有限公司研究所撰写，东兴证券股份有限公司是具有合法证券投资咨询业务资格的机构。本研究报告中所引用信息均来源于公开资料，我对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

我公司及报告作者在自身所知情的范围内，与本报告所评价或推荐的证券或投资标的的存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，我公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。本报告版权仅为我公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发，需注明出处为东兴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

本研究报告仅供东兴证券股份有限公司客户和经本公司授权刊载机构的客户使用，未经授权私自刊载研究报告的机构以及其阅读和使用者应慎重使用报告、防止被误导，本公司不承担由于非授权机构私自刊发和非授权客户使用该报告所产生的相关风险和责任。

**公司投资评级（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数）：**

以报告日后的6个月内，公司股价相对于同期市场基准指数的表现为标准定义：

强烈推荐：相对强于市场基准指数收益率15%以上；

推荐：相对强于市场基准指数收益率15%~15%之间；

中性：相对于市场基准指数收益率介于-5%~+5%之间；

回避：相对弱于市场基准指数收益率5%以上。

**行业投资评级（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数）：**

以报告日后的6个月内，行业指数相对于同期市场基准指数的表现为标准定义：

看好：相对强于市场基准指数收益率5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率介于-5%~+5%之间；

看淡：相对弱于市场基准指数收益率5%以上。

# 感谢观看， 欢迎交流

## 东兴证券研究所

---

### 北京

西城区金融大街5号新盛大厦B座16层

邮编：100033

电话：010-66554070

传真：010-66554008

### 上海

虹口区杨树浦路248号瑞丰国际大厦23层

邮编：200082

电话：021-25102800

传真：021-25102881

### 深圳

福田区益田路6009号新世界中心46F

邮编：518038

电话：0755-83239601

传真：0755-23824526