

HBM 算力卡核心组件，国内产业链有望受益

——人工智能系列专题报告（二）



增持(维持)

行业： 电子
日期： 2024年08月22日
分析师： 陈宇哲
E-mail: chenyzhe@yongxingsc.com
SAC 编号: S1760523050001

近一年行业与沪深 300 比较



资料来源： ， 甬兴证券研究所

相关报告：

《企业级需求支撑 NAND 价格，三星电子开发定制 HBM》

——2024 年 07 月 15 日

《HBM 产能售罄至 2025 年，美光 1y DRAM 试产顺利》

——2024 年 07 月 09 日

《CoWoS 技术引领先进封装，国内 OSAT 有望受益》

——2024 年 03 月 15 日

核心观点

大模型催生对高性能存储的需求，HBM 有望随着智算中心建设而受益。2021 年 SK Hynix 开发出全球首款 HBM3 产品，并于 2022 年量产。HBM3 是第四代 HBM 技术，由多个垂直连接的 DRAM 芯片组合而成，作为高价值产品其主要是提高数据处理速度。HBM3 能够每秒处理 819GB 的数据，与上一代 HBM2E 相比，速度提高了约 78%。SK Hynix 已为英伟达供应 HBM3，搭配英伟达的 H100 计算卡；并已开发出 HBM3E，预计将应用于 GH200 计算卡。我们认为，HBM3 将搭载于高性能数据中心，有望适用于提高人工智能生成相关的机器学习，故其应用标志着高性能存储在数据中心的应用迎来新时代。

HBM3 和 HBM3E 或将成为主流，预计 2024 年市场规模将达 25 亿美元。TrendForce 表示，从高阶 GPU 搭载的 HBM 来看，英伟达高阶 GPU H100、A100 主要采用 HBM2e、HBM3。随着英伟达的 A100/H100、AMD 的 MI200/MI300、谷歌自研的 TPU 等需求逐步提升，预估 2023 年 HBM 需求量将同比增长 58%，2024 年有望再增长约 30%。根据 Mordor Intelligence 预测，预计 2024 年高带宽内存市场规模为 25.2 亿美元，到 2029 年将达到 79.5 亿美元，2024-2029 年年复合增长率为 25.86%。我们认为，随着需求不断扩张，原厂产能持续释放，HBM 产业有望持续受益。

HBM 或存在二元催化，一是高端芯片国产替代大趋势，二是算力芯片需求上涨。我们认为美光事件或利好存储芯片国产化，国内存储厂商将同时受益于供应链国产份额的提升及存储芯片行业的景气周期复苏。各地相继出台支持算力发展相关政策，带动硬件建设需求。中长期来看，我们认为存在三因素共振：存储周期回暖、国产推进顺利以及消费领域新增量。HBM 与 SiP 系统级封装技术关联密切，受益于国内封装厂在先进封装领域的技术沉淀，国产 HBM 有望迎来快速放量。

投资建议

AI 算力需求增长有望推动存储产业加速发展，HBM 在目前的高端算力卡中为重要组件，产品迭代加速和订单充沛有望使得国内产业链深度受益，建议关注国内 HBM 产业链相关厂商：

聚辰股份：拥有完整 SPD 产品组合和技术储备。与澜起科技合作开发配套 DDR5 内存模组的 SPD 产品。

澜起科技：为 DDR5 内存接口芯片全球三家供应商之一。可提供 DDR2 到 DDR5 内存缓冲解决方案。

联瑞新材：配套供应 HBM 封装材料 GMC 所用球硅和 Low α 球铝。

赛腾股份：公司升级晶圆边缘检测系统，完善了对 HBM、TSV 制程工艺的不良监控。

华海诚科：环氧塑封料行业排名前列。HBM 相关 GMC 产品已通过客户验证，现处于送样阶段。

壹石通：公司高端芯片封装用 Low- α 球形氧化铝产品有望在 2024 年批量出货，可用于 HBM 封装。

风险提示

中美贸易摩擦加剧、下游终端需求不及预期、国产替代不及预期等。

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

正文目录

1. 高带宽存储（HBM）算力 GPU 核心硬件.....	3
1.1. HBM 是高性能计算卡的核心组件之一	3
1.2. 高端芯片国产替代，政策支持算力产业	4
1.3. 三因素共振，存储周期回暖、国产推进顺利、消费领域增量.....	5
2. HBM 是新一代 DRAM 技术，显著提升数据处理速度.....	5
2.1. 多年迭代，HBM3 拥有超过 1TB/s 总带宽.....	7
2.2. SK Hynix 和美光并驱争先 HBM3E.....	12
2.3. 核心技术硅通孔（TSV）提升存储系统性能和容量	14
2.4. 机器学习和 PVT 感知优化 HBM.....	15
3. 市场规模增速快，三大巨头竞争激烈	17
3.1. 2028 年全球市场规模或达 63.2 亿美元	17
3.2. SK Hynix、三星、美光三足鼎立	17
4. 建议关注	19
4.1. 聚辰股份	19
4.2. 澜起科技	19
4.3. 联瑞新材	22
4.4. 赛腾股份	22
4.5. 华海诚科	23
4.6. 壹石通	23
5. 风险提示	24

图目录

图 1: SK Hynix 12 层 HBM3 产品提供 24GB 容量	3
图 2: HBM 对比 GDDR5	6
图 3: 各代 HBM 产品的数据传输路径配置	6
图 4: HBM 堆叠结构示意图	7
图 5: JEDEC 定义三类 DRAM 标准	8
图 6: HBM1（第一代）	9
图 7: AMD R9 Fury X 主要参数	9
图 8: HBM2（第二代）	10
图 9: HBM2E（第三代）	10
图 10: HBM3（第四代）	11
图 11: HBM 历代技术性能对比	12
图 12: SK Hynix HBM3E	13
图 13: 美光 HBM3E	13
图 14: 美光 HBM3E 性能提升	13
图 15: SK Hynix TSV 技术示意	14
图 16: SK Hynix TSV 应用于 HBM 示意	15
图 17: SK Hynix 基于机器学习技术的信号线路优化	16
图 18: SK Hynix PVT 感知时序优化技术	16
图 19: Mordor Intelligence 预测高带宽内存市场规模	17
图 20: HBM 龙头 SK Hynix 的供应链	18
图 21: 澜起科技 PCIe 芯片应用场景	21
图 22: 澜起科技 CXL 内存扩展控制器（MXC）芯片应用场景	22

表目录

表 1: 目前搭载 HBM 和 GDDR 的相关 GPU	4
表 2: JEDEC 发布 HBM3 高带宽内存标准更新	11
表 3: 澜起科技 DDR5 内存接口芯片产品列表	20

1. 高带宽存储（HBM）算力 GPU 核心硬件

1.1. HBM 是高性能计算卡的核心组件之一

生成式人工智能大模型催生对高性能存储的需求，我们认为 HBM 需求有望随着智算中心的快速建设而攀升。根据 SK Hynix 官网资料，2021 年 SK Hynix 开发出全球首款第三代 HBM DRAM，并于 2022 年量产。HBM3 是第四代 HBM(High Bandwidth Memory)技术，由多个垂直连接的 DRAM 芯片组合而成，作为高价值产品其主要是提高数据处理速度。HBM3 能够每秒处理 819GB 的数据，与上一代 HBM2E 相比，速度提高了约 78%。我们认为，HBM3 将搭载于高性能数据中心，有望适用于提高人工智能生成相关的机器学习，故其应用标志着高性能存储在数据中心的应用迎来新时代。

图1:SK Hynix 12 层 HBM3 产品提供 24GB 容量



资料来源：SK Hynix 官网，甬兴证券研究所

SK Hynix 已为英伟达供应 HBM3，搭配英伟达的 H100 计算卡；并已开发出 HBM3E，预计将应用于 GH200 计算卡。根据英伟达官网资料显示，H100 GPU 已使用 188GB HBM。根据半导体产业纵横援引 Business Korea 报道，2023 年 6 月，SK Hynix 已收到英伟达的下一代 HBM3E DRAM 样品请求，英伟达宣布其采用增强型 HBM3E DRAM 应用于新一代加速卡 GH200 GPU。在速度方面，HBM3E 每秒可处理高达 1.15 TB 的数据，相当于每秒处理 230 多部 5GB 大小的全高清电影。此外，HBM3E 采用先进质量回流成型底部填充（MR-MUF）尖端技术，散热性能提高了 10%。根据 Sk Hynix 官网报道，公司率先成功量产超高性能用于 AI 的存储器新产品 HBM3E，将在 2024 年 3 月末开始向客户供货。

HBM 市场成长率高，HBM3 和 HBM3E 2024 年或将成为市场主流，预计 2024 年市场规模将达到 25 亿美元。根据电子发烧友网援引 TrendForce 集邦报告，为顺应 AI 加速器芯片需求演进，各原厂计划于 2024 年推出新产品 HBM3E，预期 HBM3 与 HBM3E 将成为 2024 年市场主流。HBM3E 将由 24Gb mono die 堆栈，在 8 层(8Hi)的基础下，单颗 HBM3E 容量将提升至

请务必阅读报告正文后各项声明

3

24GB。除英伟达外，Google 与 AWS 正着手研发次世代自研 AI 加速芯片，将采用 HBM3 或 HBM3E。根据财联社援引 TrendForce 报告，从高阶 GPU 搭载的 HBM 来看，英伟达高阶 GPU H100、A100 主要采用 HBM2e、HBM3。随着英伟达的 A100/H100、AMD 的 MI200/MI300、谷歌自研的 TPU 等需求逐步提升，预估 2023 年 HBM 需求量将同比增长 58%，2024 年有望再增长约 30%。根据 Mordor Intelligence 预测，预计 2024 年高带宽内存市场规模为 25.2 亿美元，到 2029 年将达到 79.5 亿美元，2024-2029 年年复合增长率为 25.86%。我们认为，随着需求不断扩张，原厂产能持续释放，HBM 产业有望持续受益。

表1:目前搭载 HBM 和 GDDR 的相关 GPU

计算卡名称	存储技术	存储速度	存储总线	存储带宽	发行日期
AMD Radeon R9 Fury X	HBM1	1.0 Gbps	4096-bit	512 GB/s	2015
NVIDIA GTX 1080	GDDR5X	10.0 Gbps	256-bit	320 GB/s	2016
NVIDIA Tesla P100	HBM2	1.4 Gbps	4096-bit	720 GB/s	2016
NVIDIA Titan XP	GDDR5X	11.4 Gbps	384-bit	547 GB/s	2017
AMD RX Vega 64	HBM2	1.9 Gbps	2048-bit	483 GB/s	2017
NVIDIA Titan V	HBM2	1.7 Gbps	3072-bit	652 GB/s	2017
NVIDIA Tesla V100	HBM2	1.7 Gbps	4096-bit	901 GB/s	2017
NVIDIA RTX 2080 Ti	GDDR6	14.0 Gbps	384-bit	672 GB/s	2018
AMD Instinct MI100	HBM2	2.4 Gbps	4096-bit	1229 GB/s	2020
NVIDIA A100 80GB	HBM2e	3.2 Gbps	5120-bit	2039 GB/s	2020
NVIDIA RTX 3090	GDDR6X	19.5 Gbps	384-bit	936 GB/s	2020
AMD Instinct MI200	HBM2e	3.2 Gbps	8192-bit	3200 GB/s	2021
NVIDIA RTX 3090 Ti	GDDR6X	21.0 Gbps	384-bit	1008 GB/s	2022
AMD Instinct MI300	HBM3	满血 6.4 Gbps	8192-bit	>5000 GB/s	2023
NVIDIA H100	HBM3	满血 6.4 Gbps	8192-bit	>5000 GB/s	2023

资料来源：奎芯科技，甬兴证券研究所

1.2. 高端芯片国产替代，政策支持算力产业

我们认为，HBM 或存在诸多催化因素，核心逻辑可从以下两方面出发，一方面是高端芯片国产替代的大趋势，另一方面是在人工智能发展的大背景下算力芯片需求上涨，各地纷纷出台相关政策支持算力产业，HBM 作为算力 GPU 的核心组件有望持续受益。

存储芯片国产替代进程加速，HBM 属于高端存储芯片。2023 年 5 月 21 日中国宣布美国芯片制造商美光公司在华销售的产品未通过网络安全审查。我们认为，从短中期来看，三星、海力士及其他本土存储厂商的产品可以替代美光的空缺，因此对国内存储供应链影响有限。但从长远来看，信息供应链安全意义重大，我们认为利好存储芯片国产化，国内存储厂商将同时受益于供应链国产份额的提升及存储芯片行业的景气周期复苏。

各地相继出台支持算力发展相关政策，带动硬件建设需求；HBM 受益于算力规模爆发，市场规模增速将高于存储芯片平均水平。2023 年 5 月 30 日，市政府办公厅发布的《北京市促进通用人工智能创新发展的若干措施》提出，高效推动新增算力基础设施建设。加快建设北京人工智能公共算力中心、北京数字经济算力中心，形成规模化先进算力供给能力，支撑千亿级参

数量大模型研发。2023 年 5 月 30 日，上海市发展改革委印发的《上海市加大力度支持民间投资发展若干政策措施》提出，充分发挥人工智能创新发展专项等引导作用，支持民营企业广泛参与数据、算力等人工智能基础设施建设。

1.3. 三因素共振，存储周期回暖、国产推进顺利、消费领域增量

存储板块价格逐渐上升，叠加 AI 算力需求爆发，存储芯片回暖速度高于预期。存储芯片价格向上拐点初显，或将迎来量价齐升。根据 iResearch 援引日经新闻报道，2024 年 1 月指标性产品 DDR4 8Gb 批发价为每个 1.85 美元左右，较 2023 年 12 月上涨 9%，容量较小的 4Gb 产品价格为每个 1.40 美元左右，较前一个月上涨 8%；主要系由于因中国客大陆户接受存储器厂商的涨价要求，带动在智慧手机、PC、资料中心服务器上用于暂时储存数据的 DRAM 价格连续三个月上涨。根据科创板日报援引中国台湾经济日报报道，英特尔新一代消费型笔电平台 Meteor Lake 于 2023 年第四季度问世，搭载的 DRAM 由目前主流 DDR4 升级为 DDR5；标志 DDR5 时代来临，有望扭转存储器市况长期低迷。倪光南院士提到，预计到 2025 年，中国数据产生量将达到 48.6ZB，超越美国成为全球第一大数据产生国。但从人均数据存储量来看，中国仍有非常大的提升空间。

HBM 与 SiP 系统级封装技术关联密切，受益于国内封装厂在先进封装领域的技术沉淀，国产 HBM 有望迎来快速放量。根据 SK 海力士官网资料，高带宽存储器（HBM）是一项先进的高性能技术，它通过使用硅通孔（TSV）垂直堆叠多个 DRAM，可显著提升数据处理速度。我们认为，封装技术核心为硅通孔 TSV 以及 RDL 重布线，目前国内部分封测厂商具备此项技术，或将持续受益。

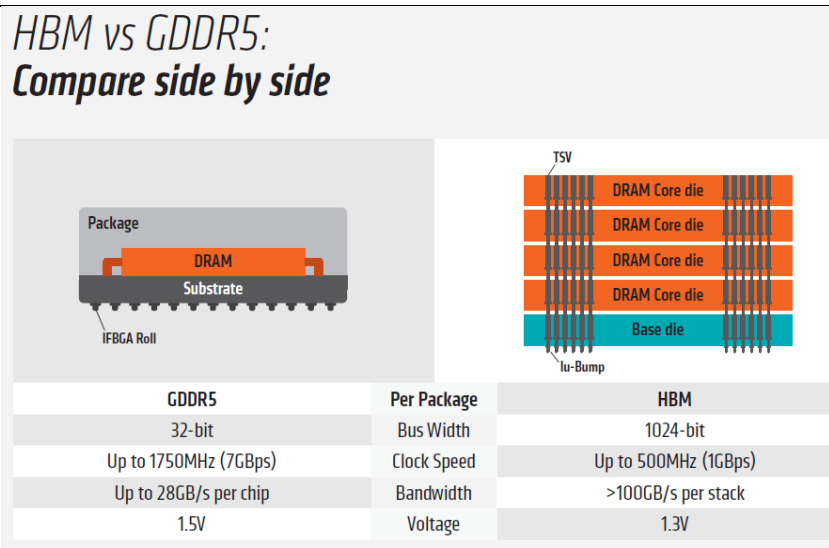
HBM 应用领域向消费电子延伸速度加快，市场空间较大。我们认为，在汽车领域随着 ADAS 发展，汽车摄像头数量增加从而致使数据传输量或将快速增长，摄像头与处理器间需更大带宽，HBM 需求或将提升。在 AR/VR/MR 领域，摄像头、显示器与 GPU 等处理器互传数据，HBM 可助力提升带宽。我们认为，由于目前 HBM 价格较高，鉴于消费类设备对于价格具有高敏感性，HBM 使用较少。所以我们认为，未来随着成本端下降，HBM 可提供更多内存解决方案，有望进一步打开消费电子市场。

2. HBM 是新一代 DRAM 技术，显著提升数据处理速度

HBM（High Bandwidth Memory）高带宽存储器，被视作是新一代 DRAM 技术，对比 GDDR5 具备较大优势。我们认为，随着 DRAM 技术升级迭代，目前 HBM 是 3D DRAM 的主要代表产品。根据 SK Hynix 官网资料，高带宽存储器（HBM）是一项先进的高性能技术，它通过使用硅通孔

(TSV) 垂直堆叠多个 DRAM，可显著提升数据处理速度。这一突破性存储器解决方案采用了先进的封装方法，通过 DRAM 中的数千个微孔将上下芯片垂直互连。得益于这一封装工艺，HBM 产品的性能有所提高，同时尺寸有所减小。

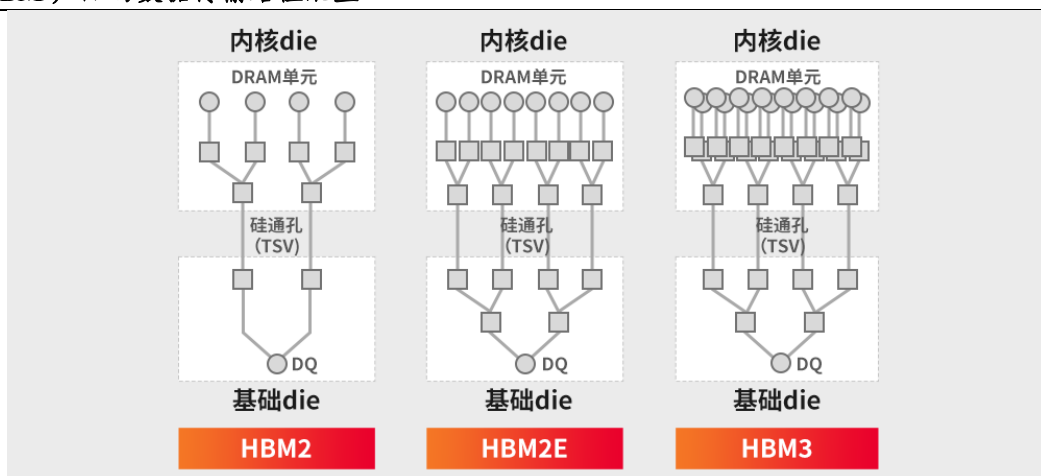
图2:HBM 对比 GDDR5



资料来源: AMD, 甬兴证券研究所

HBM 是下一代存储器技术，其为攻克存储器领域面临的关键问题提供了解决方案。根据 SK 海力士官网资料，在典型的 DRAM 中，每个芯片有八个 DQ 引脚，也就是数据输入/输出引脚。在组成 DIMM3 模块单元之后，共有 64 个 DQ 引脚。然而，随着系统对 DRAM 和处理速度等方面的要求有所提高，数据传输量也在增加。因此我们认为，典型 DRAM 的 DQ 引脚数量已无法保证数据能够顺利通过，故 HBM 应运而生，并且 HBM 内部的数据传输路径随着每一代产品的发展而显著增长。

图3:各代 HBM 产品的数据传输路径配置

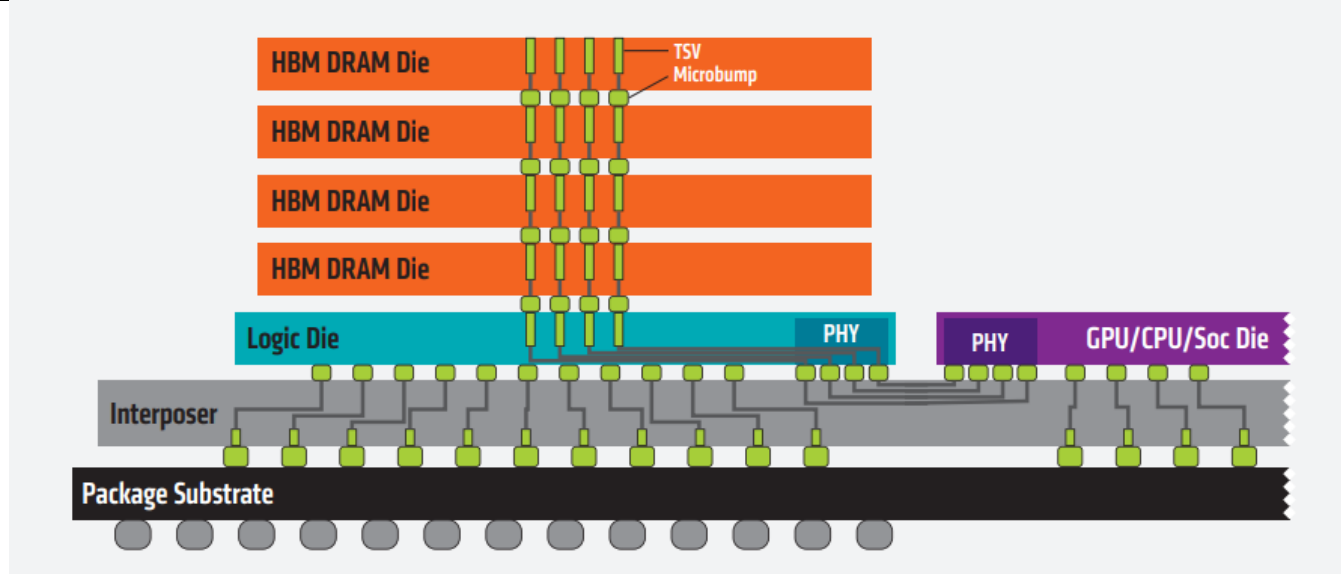


资料来源: SK Hynix, 甬兴证券研究所

HBM 可在极短距离内通信，实现低功耗、高速的数据传输。根据 SK

海力士官网资料，由于采用了系统级封装（SiP）和硅通孔（TSV）技术，它拥有高达 1024 个 DQ 引脚，但其外形尺寸（指物理面积）却比标准 DRAM 小 10 倍以上。由于传统 DRAM 需要大量空间与 CPU 和 GPU 等处理器通信，而且它们需要通过引线键合或 PCB 迹线进行连接，因此 DRAM 不可能对海量数据进行并行处理。相比之下，HBM 产品可以在极短距离内进行通信，这就需要增加 DQ 路径。这些 HBM 技术显著加快了信号在堆叠 DRAM 之间的传输速度，实现了低功耗、高速的数据传输。

图4:HBM 堆叠结构示意图

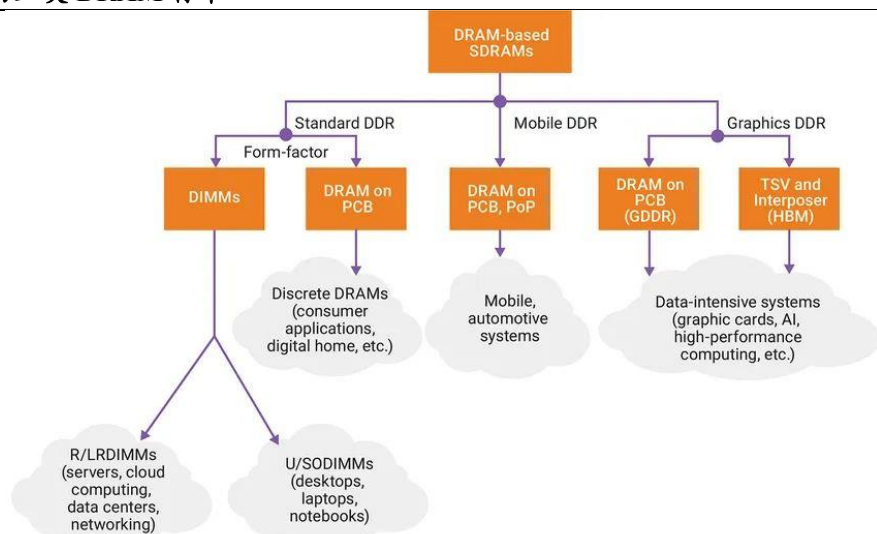


资料来源：AMD，甬兴证券研究所

2.1. 多年迭代，HBM3 拥有超过 1TB/s 总带宽

HBM 属于图形 DDR，主要用于高性能应用。根据半导体行业观察报道，JEDEC 定义了三种主要类型的 DRAM：标准内存的双倍数据速率 (DDR_x)；低功耗 DDR (LPDDR_x)，主要用于移动或电池供电设备；图形 DDR (GDDR_x)，最初是为高速图形应用程序设计的，但也用于其他应用程序，以及高带宽内存 (HBM_x)，主要用于高性能应用，包括 AI 或数据中心。根据和信息化部电子第五研究所在《高带宽存储器的技术演进和测试挑战》文中提到，随着集成电路工艺技术的发展，3D 和 2.5D 系统级封装 (SiP) 和硅通孔 (TSV) 技术日益成熟，为研制高带宽、大容量的存储器产品提供了基础。国际电子元件工业联合会 (JEDEC) 先后制定了 3 代、多个系列版本的高带宽存储器 (HBM、HBM2、HBM2E、HBM3) 标准。

图5:JEDEC 定义的三类 DRAM 标准



资料来源: Synopsys, 甬兴证券研究所

AMD 自 2009 年开始,就着手 HBM 的研发工作,并与 SK Hynix 在内的众多业界合作伙伴一起完成了 HBM 的最终落地。根据半导体行业观察援引 AMD 事业群 CTO Joe Macri 表述,显存面临的关键问题就是显存带宽,其取决于显存的位宽和频率。位宽由 GPU 决定的,太高会严重增大 GPU 芯片面积和功耗,所以高端显卡一直停留在 384/512 位。同时, GDDR5 的频率已经超过 7GHz,提升空间较小。另外, GDDR5 都面临着“占地面积”的问题,即显存颗粒围绕在 GPU 芯片周围已经是固定模式。为解决上述问题, HBM 应运而生。我们认为, HBM 利用 TSV 技术打造立体堆栈式的显存颗粒,通过硅中介层让显存连接至 GPU 核心,完成显存位宽和传输速度的提升。

2013 年,经过多年研发后, AMD 和 SK Hynix 终于推出了 HBM 这项全新技术,但存在成本过高的问题。根据半导体行业观察报道, HBM1 的工作频率约为 1600 Mbps,漏极电源电压为 1.2V,芯片密度为 2Gb (4-hi),其带宽为 4096bit,远超 GDDR5 的 512bit。除了带宽外, HBM 对 DRAM 能耗的影响同样重要,同时期的 R9 290X 在 DRAM 上花费了其 250W 额定功耗的 15-20%,即大约 38-50W 的功耗,算下来 GDDR5 每瓦功耗的带宽为 10.66GB/秒,而 HBM 每瓦带宽超过 35GB/秒,每瓦能效提高了 3 倍。此外,由于 GPU 核心和显存封装在了一起,还能一定程度上减轻散热的压力,原本是一大片的散热区域,浓缩至一小块,散热仅需针对这部分区域,原本动辄三风扇的设计,可以精简为双风扇甚至是单风扇,变相缩小了显卡的体积。8GB HBM2 的成本约 150 美元,硅中介层成本约 25 美元,总计 175 美元,同时期的 8GB GDDR5 仅需 52 美元,在没有考虑封测的情况下, HBM 成本已经是 GDDR 的三倍左右。

图6:HBM1（第一代）

HBM1

2014年
(发布年份)

**第一代：
占据先行优势**

SK海力士推出全球首款HBM产品，打破技术限制，引入全新范式。这款产品的推出也标志着堆叠式DRAM的问世，不仅功耗低，而且带宽高、密度高且占用空间小。

- 芯片密度: 2Gb
- 堆叠高度: 4层
- 容量: 1GB
- 带宽: 128GB/s
- I/O速率: 1Gbps

资料来源：SK Hynix，甬兴证券研究所

2015年6月，AMD带来Radeon R9 Fury X和R9 Nano，这两张显卡均采用了代号为“Fiji”的GPU核心和HBM堆栈式显存。根据超能网报道，R9 Fury X搭载4GB/4096-bit HBM显存，频率则是500MHz，带宽高达512GB/s。Fiji处理器为AMD Radeon Fury显卡提供动力。我们认为，这为系统集成商采用HBM作为高带宽，低功耗产品的内存解决方案提供了一种新的思路。

图7:AMD R9 Fury X 主要参数

AMD RADEON™ R9 FURY X SERIES PRODUCT SPECIFICATIONS	
Process	28nm
Stream Processors	4096
Compute Units ¹⁴	64
Engine Clock	Up to 1050MHz
Compute Performance	8.6 TFLOPS
Texture Units	256
Texture Fill-Rate	298.8 GT/s
ROPs	64
Pixel Fill-Rate	67.2 GP/s
Z/Stencil	256
Memory Configuration	4GB HBM
Memory Interface	4096-bit
Memory Speed / Data Rate	500MHz / 1.0Gbps
Memory Bandwidth	Up to 512 GB/s
Power Connectors	2 x 8-pin
Typical Board Power	275W

资料来源：超能网，甬兴证券研究所

2018年发布的HBM2为第二代产品，新增多项增强型功能。根据SK Hynix，第二代HBM产品HBM2于2018年发布，其中一项关键的改进是伪通道模式(Pseudo Channel mode)。该模式将一个通道(channel)分为两个单独的64位(bit) I/O子通道，从而为每个存储器的读写访问提供128位预取。伪通道模式可优化内存访问并降低延迟，从而提高有效带宽。HBM2的其他改进包括用于通道的硬修复和软修复的通道重新映射模式以及防过热保护等。得益于这些新技术以及更高的有效带宽，HBM2在数据速率(data-rate)

请务必阅读报告正文后各项声明

9

方面较 HBM1 具有更高的能效。

图8:HBM2（第二代）



资料来源：SK Hynix，甬兴证券研究所

2020 年 SK Hynix 发布第三代产品 HBM2E。根据 SK Hynix，其为首家开始批量生产 HBM2E 的存储器供应商，HBM2E 是 HBM2 的扩展版本。HBM2E 于 2020 年发布，间隔 HBM2 的发布距离两年。与 HBM2 相比，HBM2E 具有技术更先进、应用范围更广泛、速度更快、容量更大等特点。通过硅通孔技术垂直堆叠 8 个 16Gb 芯片，HBM2E 的容量为 16Gb，是 HBM2 的两倍。最初发布时，HBM2E 共包含 1024 个数据 I/O（输入/输出），处理速度达 3.6Gbps，每秒可处理 460GB 的数据，是当时业界最快的存储器解决方案。此外，HBM2E 的散热性能也比 HBM2 高出 36%。

图9:HBM2E（第三代）



资料来源：SK Hynix，甬兴证券研究所

第四代产品 HBM3 发布于 2021 年，持续保持领先地位。根据 SK Hynix，其在 2021 年 10 月开发出全球首款 HBM3，持续巩固其市场领先地位。HBM3 的容量是 HBM2E 的 1.5 倍，由 12 个 DRAM 芯片堆叠成，总封装高

请务必阅读报告正文后各项声明

度相同，适用于 AI、HPC 等容量密集型应用。与前几代产品相比，HBM3 的一个重要新增功能当属定制设计的 ECC 校验（On Die-Error Correcting Code）功能，可使用预分配的奇偶校验位来检测和纠正接收数据中的错误。ECC 功能还可以支持 DRAM 自我纠正单元内的数据错误，从而提高设备的可靠性。HBM3 采用 16 通道架构，运行速度为 6.4Gbps，是 HBM2E 的两倍，是目前世界上最快的高带宽存储器。

图10:HBM3（第四代）


资料来源：SK Hynix，甬兴证券研究所

根据 JEDEC，2022 年 1 月 28 日，JEDEC 正式发布了 JESD238 HBM DRAM（HBM3）标准，技术指标较现有的 HBM2 和 HBM2E 标准有巨大的提升，芯片单个引脚速率达到 6.4Gb/s，支持 16-Hi 堆栈，堆栈容量达到 64GB，为新一代高带宽内存确定了发展方向。

表2:JEDEC 发布 HBM3 高带宽内存标准更新

HBM3 的关键属性
- 将 HBM2 经过验证的架构扩展到更高的带宽，将 HBM2 一代的每引脚数据速率提高一倍，并定义高达 6.4 Gb/s 的数据速率，相当于每个设备 819 GB/s - 独立通道数量从 8 个（HBM2）增加到 16 个，翻倍；每个通道有两个伪通道，HBM3 几乎支持 32 个通道 - 支持 4 高、8 高和 12 高 TSV 堆栈，并为未来扩展到 16 高 TSV 堆栈提供条件 - 支持基于每个内存层 8Gb 到 32Gb 的各种密度，跨越从 4GB（8Gb 4 高）到 64GB（32Gb 16 高）的设备密度；第一代 HBM3 设备预计将基于 16Gb 内存层 - 为了满足市场对高平台级 RAS（可靠性、可用性、可维护性）的需求，HBM3 引入了强大的、基于符号的 ECC 片上，以及实时错误报告和透明度 - 通过在主机接口上使用低摆幅（0.4V）信号和较低的（1.1V）工作电压来提高能效

资料来源：JEDEC，甬兴证券研究所

我们认为，HBM 技术发展经历四代，其性能大幅提升，芯片 I/O 速度和带宽大幅提升。

图11:HBM 历代技术性能对比

HBM	提出时间	单引脚最大 I/O 速率 / (Gbit·s ⁻¹)	最大带宽 / (GB·s ⁻¹)	有效位宽 / bit	单片最大容量 / Gbit	堆叠层数	最大容量 /GB
HBM1	2013 年	1/2	128/256	1024	8	2/4/8	8
HBM2	2018 年	2.4	307	1024	16	2/4/8/12	24
HBM2E	2020 年	3.2/3.6	410/460	1024	16	2/4/8/12	24
HBM3	2022 年	6.4	819	1024	32	4/8/12/16	64

资料来源:《高带宽存储器的技术演进和测试挑战》工业和信息化部电子第五研究所 2023 年 2 月陈煜海等, 甬兴证券研究所

HBM4 标准即将定稿, 堆栈通道数较 HBM3 或将翻倍。根据 Businesswire 报道, 行业标准制定组织 JEDEC 固态技术协会表示, HBM4 标准即将定稿, 在更高的带宽、更低的功耗、增加裸晶/堆栈性能之外, 还进一步提高数据处理速率。与 HBM3 相比, HBM4 的设置使每个堆栈的通道数增加了一倍, 并且占用了更大的物理空间。为了支持设备兼容性, 该标准确保如果需要, 单个控制器可以同时使用 HBM3 和 HBM4。不同的配置将需要不同的中介器来适应不同的足迹。HBM4 将指定 24gb 和 32gb 层, 并可选择支持 4 高、8 高、12 高和 16 高的 TSV 堆栈。该委员会已就最高 6.4 Gbps 的速度达成初步协议, 并正在讨论更高的频率。

2.2. SK Hynix 和美光并驱争先 HBM3E

2023 年 8 月 21 日 SK Hynix 宣布, 公司成功开发出面向 AI 的超高性能 DRAM 新产品 HBM3E1, 并开始向客户提供样品进行性能验证。根据 SK Hynix 官网, SK Hynix 将从 2024 年上半年开始投入 HBM3E 量产, 以此夯实在面向 AI 的存储器市场中独一无二的地位。据公司报道, HBM3E 不仅满足了用于 AI 的存储器必备的速度规格, 也在发热控制和客户使用便利性等方面都达到了全球最高水平。此次产品在速度方面, 最高每秒可以处理 1.15TB (太字节) 的数据。其相当于在 1 秒内可处理 230 部全高清 (Full-HD, FHD) 级电影 (5 千兆字节, 5GB)。与此同时, SK Hynix 技术团队在该产品上采用了 Advanced MR-MUF 最新技术, 其散热性能与上一代相比提高 10%。HBM3E 还具备了向后兼容性 (Backward compatibility), 因此客户在基于 HBM3 组成的系统中, 无需修改其设计或结构也可以直接采用新产品。

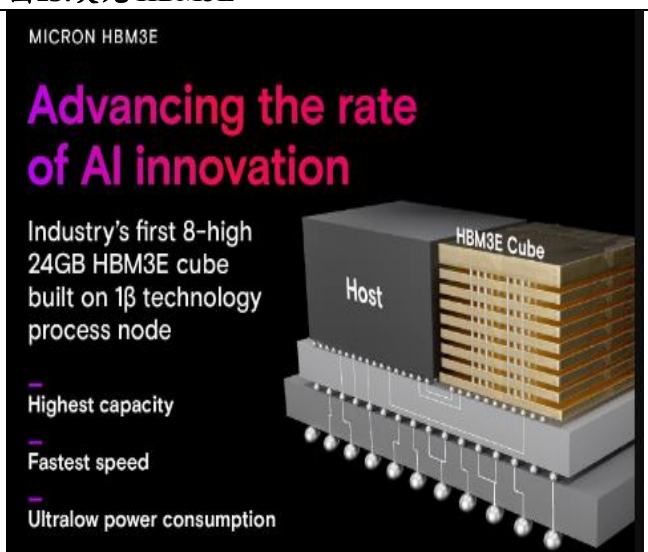
图12:SK Hynix HBM3E



资料来源: SK Hynix, 甬兴证券研究所

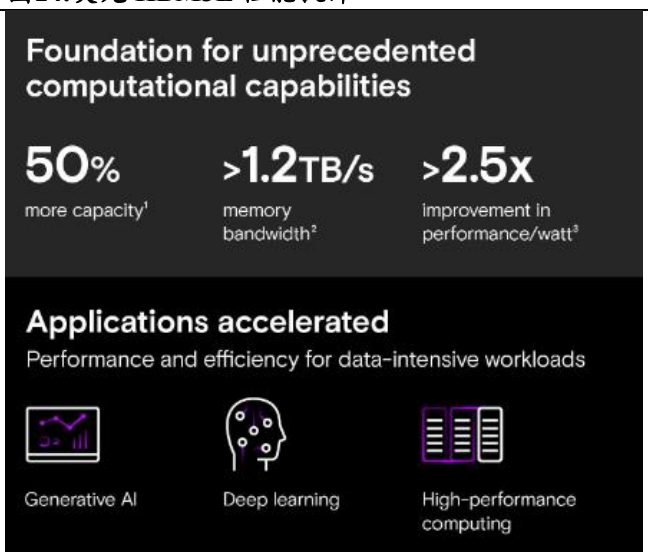
美光亦发布其 HBM3E 产品, 并已经向英伟达等客户交付样品, 预估 2024 年会有订单入账。美光的 HBM3E 内存采用八层布局, 每个堆栈为 24 GB, 采用 1 β 技术生产, 具备出色的性能。美光 HBM3E 与上一代产品相比, HBM3E 的数据传输速率更快, 热响应更强, 单片密度提高了 50%。凭借先进的 CMOS 创新技术和业界领先的 1 β 工艺技术, 美光 HBM3E 可提供超过 1.2TB/s 的更高内存带宽。每个堆栈内存容量增加了 50%, 可实现更高精度和准确性的训练。HBM3E 增加了内存带宽, 提高了系统级性能, 将训练时间缩短了 30% 以上。

图13:美光 HBM3E



资料来源: 美光官网, 甬兴证券研究所

图14:美光 HBM3E 性能提升



资料来源: 美光官网, 甬兴证券研究所

美光已向英伟达交付 HBM3E 样品, 可达 1.2TB/s 速度。根据 IT 之家报道, 美光科技新款 HBM3E 同样可以达到 1.2 TB / s 的速度, 而且已经

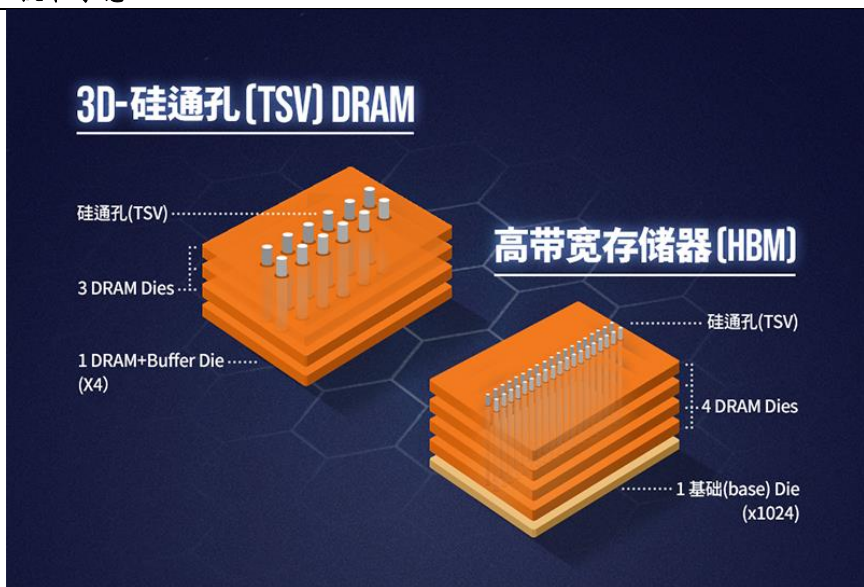
请务必阅读报告正文后各项声明

向英伟达等客户交付样品，预估 2024 年会有订单入账。美光表示旗下的 HBM3E 内存在提供和友商相同级别的性能之外，其成本会比其它友商更低。美光表示 2024 年开始商业出货，目前正在寻求这些产品的认证，以满足英伟达的要求。

2.3. 核心技术硅通孔（TSV）提升存储系统性能和容量

硅通孔（Through Silicon Via, 简称 TSV）已经成为一种实现存储设备容量和带宽扩展的有效基础技术。根据 SK Hynix 官网资料，TSV 是一种在整个硅晶圆厚度上打孔的技术，从而在芯片正面和背面之间形成数千个垂直互连。在早期，TSV 技术仅被视为一种用于取代引线键合技术的封装技术。该技术已经成为一种提升 DRAM 性能和密度的重要手段。如今，DRAM 行业已经成功应用 TSV，以克服容量和带宽扩展方面的限制。3D-TSV DRAM 和高带宽存储器（High Bandwidth Memory）为两个主要案例。

图15:SK Hynix TSV 技术示意



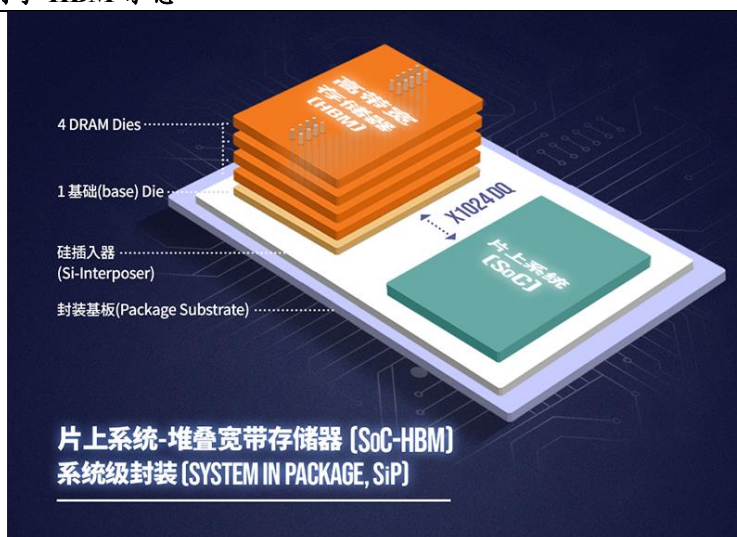
资料来源：SK Hynix，甬兴证券研究所

HBM 主要用于弥补 SoC 和主存储器之间的带宽缺口。根据 SK Hynix 官网资料，HBM 主要用于弥补片上系统（System on Chip, 简称 SoC）高带宽需求与主存储器最大带宽供应能力之间的带宽缺口。在 AI 应用中，每个 SoC 的带宽需求可能都会超过几 TB/s，但常规主存储器无法满足这个要求。具有 3200Mbps DDR4 DIMM 的单个主存储器通道只能提供 25.6GB/s 的带宽。即使是具有 8 个存储器通道的最先进的 CPU 平台，其速度也只能达到 204.8GB/s。另一方面，围绕单个 SoC 的 4 个 HBM2 堆叠可提供大于 1TB/s 的带宽，因而能够消除它们的带宽差距。根据不同的应用程序，HBM 既可以单独用作缓存，也可以用作两层存储中的第一层。

HBM 是一种封装存储器，可通过同一封装内的硅中介层与 SoC 集成在一起。根据 SK Hynix 官网资料，HBM 可以克服传统片外封装存在的数

据 I/O 封装引脚限制的最大数量。其中 4 段或 8 段高堆栈 8Gbdie 和 1024 数据引脚(pin)组成，每个引脚的运行速度为 1.6~2.4Gbps。已经部署在实际产品中。因此，每个 HBM 堆栈的密度可达更高。

图16:SK HynixTSV 应用于 HBM 示意

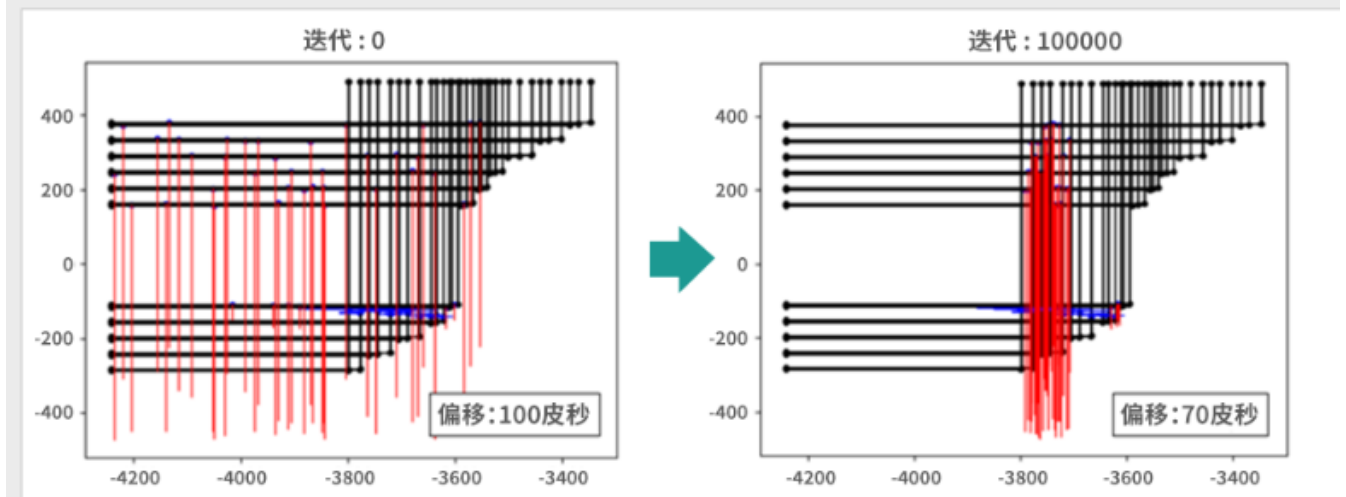


资料来源：SK Hynix，甬兴证券研究所

2.4. 机器学习和 PVT 感知优化 HBM

SK Hynix 通过强化学习技术，优化偏移问题，减少 HBM 整个传输路径的偏移。根据 SK Hynix 官网资料，芯片的尺寸限制了传输路径的增加；因为增加的不仅是数据传输线路，还有使用每条传输线路的传输/接收电路。此外，随着传输线路的增加，等量匹配每条传输线路长度和配置的难度加大，使得运行速度无法提升。传输线路之间的时序差异就是偏移。为了减少偏移，每条传输线路的总长度和电子元件应采用相似的设计。然而，HBM 有数千条内部传输线路，逐一匹配几乎是不可能的任务。为此，SK Hynix 引入了机器学习。强化学习（Reinforcement learning）技术可以在每条传输线路上附加多余的传输路径，无需工程师手动作业，即可精确地优化偏移问题，由此减少整个传输路径间的偏移。通过这种方法，偏移从 100 皮秒（100 ps）缩短至 70 皮秒（70 ps），降幅达 30%。

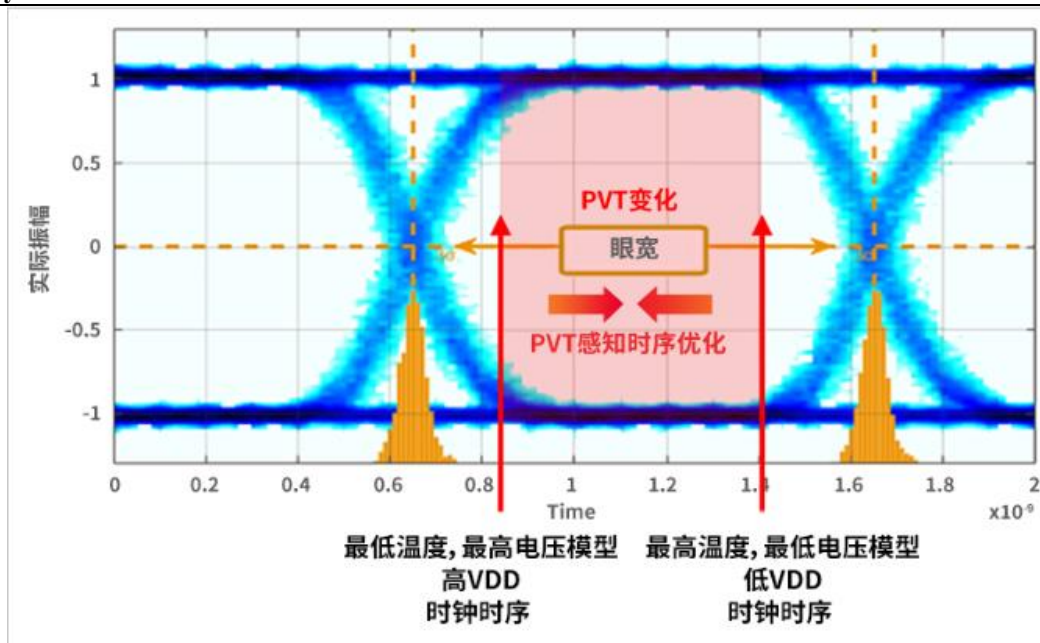
图17:SK Hynix 基于机器学习技术的信号线路优化



资料来源: SK Hynix, 甬兴证券研究所

SK Hynix 采用 PVT 感知时序优化技术来检测 HBM3 中的 PVT 变化, 以找到最佳时序。根据 SK Hynix 官网资料, 这项技术可以确定单元电路的哪一个分级与精确循环的外部时钟输入具有相同的周期, 并基于该数据自动优化主时序裕量电路 (timing margin circuit) 中的电路配置。随着 PVT 的变化, 时钟时序通常会将时钟移动到一侧, 而 PVT 感知时序优化技术可以在任何情况下让时钟始终保持 centered 位置, 以此来提高速度。为了增加作为 HBM 关键性能指标的带宽, SK Hynix 正在开发一系列设计技术, 包括数据路径优化、基于机器学习的信号线路优化、PVT 感知时序优化技术等。

图18:SK Hynix PVT 感知时序优化技术



资料来源: SK Hynix, 甬兴证券研究所

3. 市场规模增速快，三大巨头竞争激烈

3.1. 2028 年全球市场规模或达 63.2 亿美元

2023 年，全球 HBM 市场规模约为 20.4 亿美元，2028 年或将达到 63.2 亿美元，复合年增长率约为 25%。根据 Mordor Intelligence 数据，高带宽内存市场规模估计在 2023 年为 20.4 亿美元，预计到 2028 年将达到 63.2 亿美元，2023-2028 年或将以 25.36% 的复合年增长率增长。推动高带宽内存（HBM）市场增长的主要因素包括对高带宽，低功耗和高度可扩展内存的需求不断增长，人工智能的日益普及以及电子设备小型化的趋势。另外，汽车和其他应用领域预计将大幅增长。由于自动驾驶汽车和 ADAS 集成等的兴起，高带宽存储器的应用跨越了汽车行业。汽车行业的进步推动了高性能内存的采用，这推动了高带宽内存的增长。

图19:Mordor Intelligence 预测高带宽内存市场规模



资料来源：Mordor Intelligence，甬兴证券研究所

北美或将占据 HBM 最大市场份额，中国市场增长迅猛。根据 Mordor Intelligence 报告，HBM 内存存在北美的高采用率主要是由于高性能计算（HPC）应用的增长，这些应用需要高带宽内存解决方案来实现快速数据处理。由于人工智能、机器学习和云计算市场的增长，北美的 HPC 需求正在增长。我们认为 HBM 另一大市场是中国，随着中国智能化、数字化、信息化技术的深入发展，各大领域对于高性能存储器产品的需求将持续增长，加之 HBM 应用领域向智能驾驶、通信设备等领域拓展，HBM 需求量将保持较高的增速。根据新思界发布的《2023-2027 年高带宽存储器（HBM）行业市场深度调研及投资前景预测分析报告》显示，预计 2025 年，中国高带宽存储器（HBM）需求量将超过 100 万颗。

3.2. SK Hynix、三星、美光三足鼎立

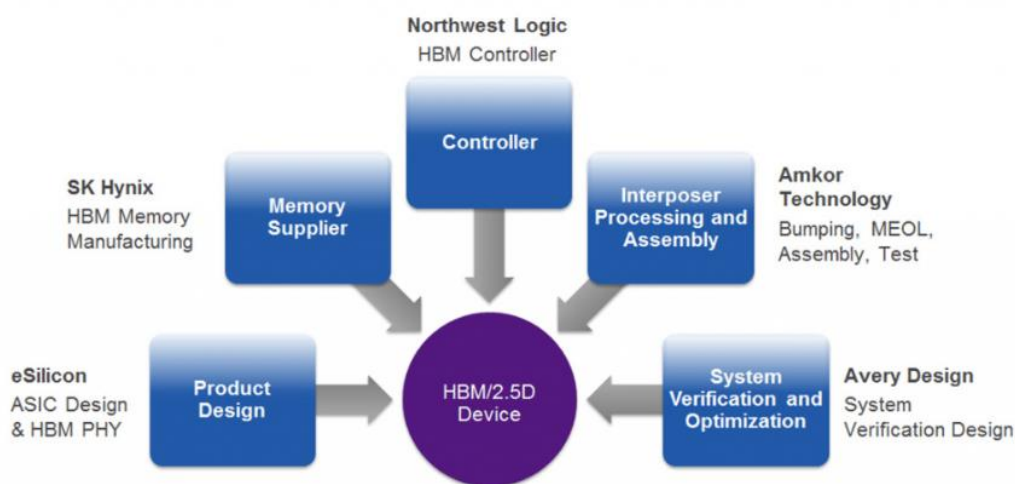
请务必阅读报告正文后各项声明

17

从 HBM 市占率来看, SK Hynix 约 50% 为第一, 三星约 40% 为第二, 美光约 10% 为第三。根据 TrendForce 集邦咨询研究显示, 2022 年三大原厂 HBM 市占率分别为 SK Hynix (SK Hynix) 50%、三星 (Samsung) 约 40%、美光 (Micron) 约 10%。此外, 高阶深度学习 AI GPU 的规格也刺激 HBM 产品更迭, 2023 年下半年伴随 NVIDIA H100 与 AMD MI300 的搭载, 三大原厂也已规划相对应规格 HBM3 的量产。因此, 在 2023 年将有更多客户导入 HBM3 的预期下, SK Hynix 作为目前唯一量产新世代 HBM3 产品的供应商, 其整体 HBM 市占率可望藉此提升至 53%, 而三星、美光则预计陆续在 2023 年底至 2024 年初量产, HBM 市占率分别为 38% 及 9%。

根据 AnySilicon 报告, 在 HBM 龙头 SK Hynix 供应链合作中, SK Hynix 提供了 HBM 堆栈; eSilicon 是 SoC 的特定应用集成电路 (ASIC) 供应商, 提供 HBM 物理接口 (PHY) 和相关服务, 同时也是整个 HBM 模块的集成商。Northwest Logic 为 SoC 提供 HBM 控制器的知识产权 (IP)。Avery Design Systems 提供 HBM 验证 IP。Amkor 将 SoC, HBM 堆栈和内嵌器集成到 2.5D 组件中, 并对其进行测试, 包装和运送到客户处。

图20:HBM 龙头 SK Hynix 的供应链



资料来源: AnySilicon, 甬兴证券研究所

我们认为, 中国虽有部分公司研究 HBM, 但距离自主开发、生产 HBM 还有较大的距离, 因此其发展空间较大, 并有望受益于算力需求的长期驱动。我们认为目前中国 HBM 市场主要由三星及 SK Hynix 主导, 其凭借的先进的技术、持续迭代的产品及服务能力占据中国乃至全球主要 HBM 市场, 尤其是 SK Hynix, 在 HBM 技术方面居于领先水平, 占据较大的市场份额。总体而言, HBM 属于高技术门槛行业, 行业企业极少, 预期国内企业将加快涉足该行业步伐。

4. 建议关注

4.1. 聚辰股份

聚辰股份主要产品包含配套 DDR5 内存模组的 SPD。根据公司年报，DDR5 内存模组指第 5 代双倍数据速率同步动态随机存取内存，较 DDR4 内存模组具有速度更快、功耗更低、带宽更高等优势，并已于 2021 年第四季度正式商用。根据 JEDEC 的内存标准规范，在 DDR5 世代，应用于个人电脑领域的 UDIMM、SODIMM 内存模组需要同时配置 1 颗 SPD 芯片和 1 颗 PMIC 芯片；应用于服务器领域的 RDIMM、LRDIMM 内存模组则需要同时配置 1 颗 SPD 芯片、1 颗 PMIC 芯片和 2 颗 TS 芯片。

公司为业内少数拥有完整 SPD 产品组合和技术储备的企业。根据公司年报，公司自 DDR2 世代起即研发并销售配套 DDR2/3/4 内存模组的系列 SPD 产品。针对最新的 DDR5 内存技术，公司与澜起科技合作开发了配套新一代 DDR5 内存模组（主要包括 UDIMM、SODIMM、RDIMM、LRDIMM）的 SPD 产品，该产品内置 8Kb SPD EEPROM，用于存储内存模组的相关信息以及模组上内存颗粒和相关器件的所有配置参数，并集成了 I2C/I3C 总线集线器（Hub）和高精度温度传感器（TS），为 DDR5 内存模组不可或缺的组件，也是内存管理系统的关键组成部分。

公司自 DDR2 世代起即研发并销售配套 DDR2/3/4 内存模组的系列 SPD 产品，并与部分下游内存模组厂商形成了良好的业务合作关系。根据公司年报，随着新一代 DDR5 内存技术于 2021 年第四季度正式商用，作为业内少数拥有完整 SPD 产品组合和技术储备的供应商，公司及时把握内存技术迭代升级带来的市场发展机遇，与澜起科技合作开发配套 DDR5 内存模组的 SPD 产品，下游客户已覆盖行业主要内存模组厂商。报告期内，全球市场上的 DDR5 SPD 供应商主要为公司（与澜起科技合作）和瑞萨电子（Renesas Electronic），目前公司与澜起科技已占据了该领域的先发优势并实现了在相关细分市场的领先地位。

4.2. 澜起科技

澜起科技是一家集成电路设计企业，主要产品包括内存接口及模组配套芯片、PCIe Retimer 芯片、MXC 芯片、津逮 CPU 以及混合安全内存模组等。

澜起科技为 DDR5 内存接口芯片全球三家供应商之一，主要客户包括三星、海力士和美光。根据公司年报，目前 DDR5 内存接口芯片的竞争格局与 DDR4 世代类似，全球只有三家供应商可提供 DDR5 第一子代的量产产品，分别是澜起科技、瑞萨电子和 Rambus，公司在内存接口芯片的市场份额保持稳定。在公司内存接口芯片及内存模组配套芯片主要的下游客

户包括三星电子、海力士及美光科技等。

澜起科技主营业务之一包含内存接口芯片，可提供 DDR2 到 DDR5 内存缓冲解决方案；DDR4 内存接口芯片已成功进入全球主流领域，并在 DDR5 领域具备一定话语权。根据公司年报，澜起科技的内存接口芯片受到了市场及行业的广泛认可，公司凭借具有自主知识产权的高速、低功耗技术，为新一代服务器平台提供完全符合 JEDEC 标准的高性能内存接口解决方案，是全球可提供从 DDR2 到 DDR5 内存全缓冲/半缓冲完整解决方案的主要供应商之一，在该领域拥有重要话语权。公司是全球微电子行业标准制定机构 JEDEC 固态技术协会的董事会成员之一，在 JEDEC 下属的三个委员会及分会中担任主席职位，深度参与 JEDEC 相关产品的标准制定。公司牵头制定多款 DDR5 内存接口芯片标准，包括第一子代、第二子代、第三子代内存接口芯片及第一子代高带宽内存接口芯片 MDB 等，并积极参与 DDR5 第一子代 CKD 芯片和 DDR5 内存模组配套芯片标准制定。

随着 DDR5 渗透率进一步提高，公司是目前全球可提供全套解决方案的两家公司之一，有望从中受益。根据公司官网资料，内存接口芯片是内存模组的核心器件，作为 CPU 存取内存数据的必由通路，其主要作用是提升内存数据访问的速度及稳定性，以匹配 CPU 日益提高的运行速度及性能。内存接口芯片需与各种内存颗粒及内存模组进行配套，并通过 CPU 厂商和内存厂商针对其功能和性能（如稳定性、运行速度和功耗等）的严格认证，才能进入大规模商用阶段。澜起科技在内存接口领域深耕了 10 多年，积累了丰富的产品开发、测试及应用经验。目前，公司的 DDR4 内存接口芯片已成功进入全球主流内存、服务器和云计算领域，占据国际市场的重要份额。进入 DDR5 产品世代，除了内存接口芯片 RCD 和 DB，澜起科技还提供内存模组配套芯片，包括串行检测集线器（SPD Hub）、电源管理芯片（PMIC）和温度传感器（TS）。这些配套芯片是 DDR5 内存模组的重要组件，用于存储内存模组的相关信息和实现内存模组的电源及温度管理。这些芯片适用于 DDR5 系列内存模组，如 RDIMM，LRDIMM，UDIMM（无缓冲双列直插内存模组）及 SODIMM（小型双列直插内存模组）等，应用范围涵盖服务器、台式机及笔记本电脑。根据公司年报，公司可为 DDR5 系列内存模组提供完整的内存接口及模组配套芯片解决方案，是目前全球可提供全套解决方案的两家公司之一。

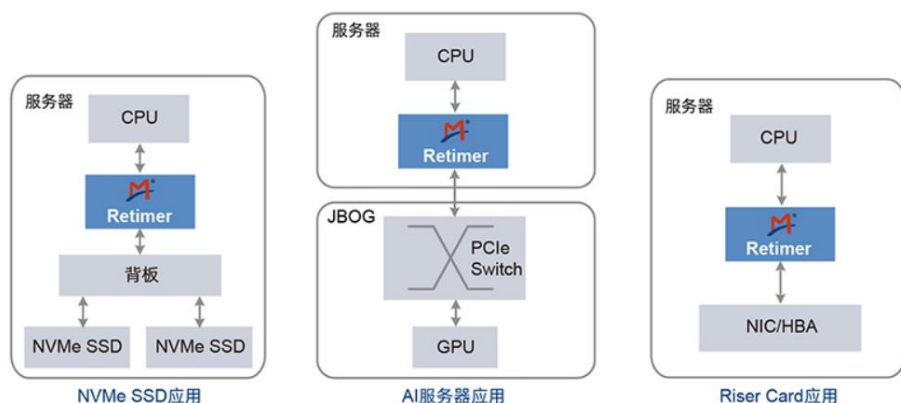
表3:澜起科技 DDR5 内存接口芯片产品列表

产品型号	产品类型	最高速率	应用
M88DR5RCD02	DDR5 RCD	5600 Mbps	DDR5 RDIMM 和 LRDIMM
M88DR5RCD01	DDR5 RCD	4800 Mbps	DDR5 RDIMM 和 LRDIMM
M88DR5DB01	DDR5 DB	4800 Mbps	DDR5 LRDIMM
M88P5010/M88P5000	DDR5 PMIC	/	DDR5 RDIMM 和 LRDIMM
M88SPD5118	DDR5 SPD	/	DDR5 RDIMM, LRDIMM, UDIMM 和 SODIMM
M88TS5110	DDR5 TS	/	DDR5 RDIMM 和 LRDIMM

资料来源：澜起科技官网，甬兴证券研究所

澜起科技拥有 PCIe 以及 MXC 芯片。根据公司年报在 PCIe 4.0 时代，公司是全球能够提供 PCIe 4.0 Retimer 芯片的三家企业之一；在 PCIe5.0 时代，2023 年 1 月，公司量产 PCIe 5.0/CXL 2.0 Retimer 芯片，是全球第二家宣布量产该产品的厂家。作为 PCIe 相关的底层技术，公司的 SerdesIP 已实现突破，相关 IP 已应用到公司 PCIe 5.0/CXL 2.0 Retimer 芯片上。根据公司官网资料，澜起科技的 PCIe Retimer 芯片，采用先进的信号调理技术来补偿信道损耗并消除各种抖动源的影响，从而提升信号完整性，增加高速信号的有效传输距离，为服务器、存储设备及硬件加速器等应用场景提供可扩展的高性能 PCIe 互连解决方案。其中，PCIe 4.0 Retimer 芯片符合 PCIe 4.0 基本规范，PCIe 5.0/CXL 2.0 Retimer 符合 PCIe 5.0 和 CXL 2.0 基本规范，支持业界主流封装，功耗和传输延时等关键性能指标达到国际先进水平，并已与 CPU、PCIe 交换芯片、固态硬盘、GPU 及网卡等进行了广泛的互操作测试。

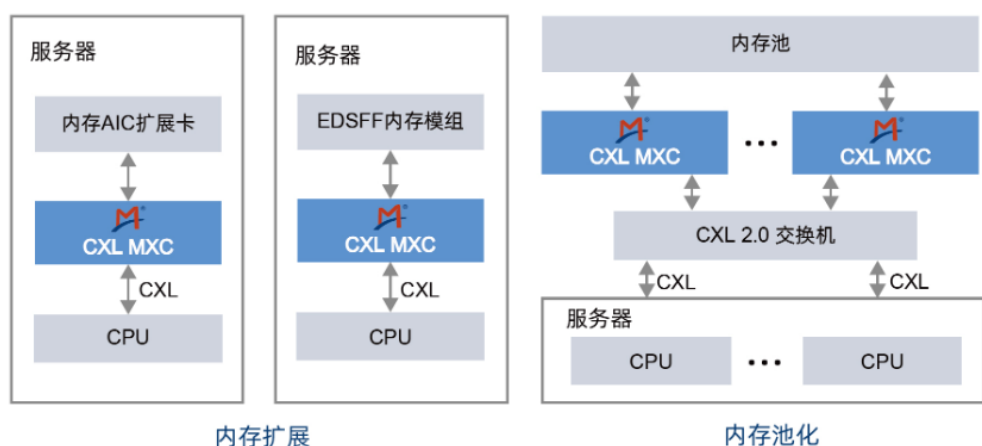
图21:澜起科技 PCIe 芯片应用场景



资料来源：澜起科技官网，甬兴证券研究所

MXC 芯片可为 CPU 及基于 CXL 协议的设备提供高带宽、低延迟的高速互连解决方案。根据公司官网资料，MXC 芯片是一款 CXL 内存扩展控制器芯片，属于 CXL 协议所定义的第三种设备类型。该芯片支持 JEDEC DDR4 和 DDR5 标准，同时也符合 CXL 2.0 规范，支持 PCIe 5.0 的速率。该芯片可为 CPU 及基于 CXL 协议的设备提供高带宽、低延迟的高速互连解决方案，从而实现 CPU 与各 CXL 设备之间的内存共享，在大幅提升系统性能的同时，显著降低软件堆栈复杂性和数据中心总体拥有成本(TCO)。根据证券日报报道，公司于 2022 年 5 月发布全球首款 CXL 内存扩展控制器芯片(MXC)，该 MXC 芯片专主要用于内存扩展及内存池化领域，为内存 AIC 扩展卡、背板及 EDSFF 内存模组而设计，可大幅扩展内存容量和带宽，满足高性能计算、人工智能等数据密集型应用日益增长的需求。

图22:澜起科技 CXL 内存扩展控制器 (MXC) 芯片应用场景



资料来源: 澜起科技官网, 甬兴证券研究所

4.3. 联瑞新材

联瑞新材是长期聚焦于硅微粉行业, 具备较深护城河。公司的主要产品包括结晶硅微粉、熔融硅微粉和球形硅微粉, 硅微粉产品具有高耐热、高绝缘、低线性膨胀系数和导热性好等优良性能, 是一种性能优异的先进无机非金属材料, 可广泛应用于电子电路用覆铜板、芯片封装用环氧塑封料以及电工绝缘材料、胶粘剂、陶瓷、涂料等领域, 终端应用于消费电子、汽车工业、航空航天、风力发电、国防军工等行业。

联瑞新材配套供应 HBM 封装材料 GMC 所用球硅和 Low α 球铝, 属于 HBM 芯片封装材料的上游材料。根据投资者互动平台, 公司称 HBM 是提高存储芯片间互通能力的重要解决方案, 但这种方案会带来封装高度提升、散热需求大的问题, 颗粒封装材料 (GMC) 中就需要添加 TOP CUT 20um 以下球硅和 Low α 球铝, 公司部分客户是全球知名的 GMC 供应商, 公司配套供应 HBM 封装材料 GMC 所用球硅和 Low α 球铝。公司在技术储备上, 通过持续近 40 年的研发经验和技术积累, 公司自主创新并掌握了先进功能性无机非金属陶瓷粉体材料的原料设计、颗粒设计、复合掺杂、高温球化、颗粒分散、液相合成、燃烧合成、晶相调控、表面修饰以及模拟仿真等核心技术, 做到了核心技术自主研发、自主可控。

公司产品种类丰富, 持续关注先进技术。根据投资者互动平台, 在先进封装领域, 公司持续聚焦高端芯片 (AI、5G、HPC 等) 封装、异构集成先进封装 (Chiplet、HBM 等)、新一代高频高速覆铜板 (M7、M8) 等下游应用领域的先进技术, 持续推出了多种规格低 CUT 点 Low α 微米/亚微米球形硅微粉、球形氧化铝粉, 高频高速覆铜板用低损耗/超低损耗球形硅微粉等产品。

4.4. 赛腾股份

请务必阅读报告正文后各项声明

22

公司升级晶圆边缘检测系统，完善了对 HBM、TSV 制程工艺的不良监控。根据公司年报，公司积极配合一线国际客户的新需求，在晶圆边缘检测系统中开发明暗场结合激光光学技术，针对晶圆键合工艺中 thinning、trimming、bonding、coating 制程段增加了晶圆修边幅度、加工尺寸检测、晶圆 bonding 对准检测、粘合物工艺监测、EBR 监测以及 bonding 过程中出现的气泡、碎片、剥落、聚合物残留等新的缺陷检测功能，完善了对 HBM、TSV 制程工艺的不良监控，获得了客户的充分认可并成功获得批量设备订单，为公司半导体板块的持续增长增加了新的动力源泉。

4.5. 华海诚科

环氧塑封料行业排名前列，随着先进封装技术持续发展，公司有望持续受益。根据公司年报，公司专注于向客户提供更有竞争力的环氧塑封料与电子胶黏剂产品，构建了可应用于传统封装（包括 DIP、TO、SOT、SOP 等）与先进封装（QFN/BGA、SiP、FC、FOWLP 等）的全面产品体系，可满足下游客户日益提升的性能需求。公司已与长电科技、通富微电、华天科技、银河微电、扬杰科技等业内领先及主要企业建立了稳固的合作伙伴关系，业务规模持续扩大。

公司扩建 GMC 生产线，自主研发的 GMC 专用设备已经具备量产能力。根据公司年报，在先进封装材料领域，公司将建设具有芯片贴装、芯片绑线、注塑成型和压缩模塑成型的全套模拟客户封装能力的先进封装与测试实验室，并同时扩建 GMC 生产线，增建无铁生产线以满足先进封装材料的产品生产，并以此为基础依托公司在该领域具有创新性与前瞻性的技术与产品布局，积极配合业内主要厂商对技术与工艺难点全面深入开展先进封装材料的技术攻关，逐步实现先进封装用材料的全面产业化。另外公司自主研发的 GMC 制造专用设备已经具备量产能力并持续优化。

公司的颗粒状环氧塑封料（GMC）可以用于 HBM 的封装。根据投资者互动平台，目前公司已成功形成了可满足 GMC 生产的全套工艺方案，自主开发的 GMC 制造专用设备已经具备量产能力并持续优化，且自有资金可以满足 GMC 生产要求。且相关产品已通过客户验证，现处于送样阶段。

4.6. 壹石通

公司高端芯片封装用 Low- α 球形氧化铝产品有望在 2024 年批量出货。根据公司年报，在电子材料领域，公司自主研发的新产品亚微米高纯氧化铝已实现投产并小批量出货；高端芯片封装用 Low- α 球形氧化铝产品目前已完成新产线调试、具备量产条件，对日韩客户的送样验证工作在持续推动，主要是针对客户的差异化、定制化需求进行完善，目前相关完善工作已完成，尚待客户进一步反馈，有望在 2024 年实现批量出货。

公司 Low- α 球形氧化铝可用于 HBM 封装。根据投资者互动平台，公

请务必阅读报告正文后各项声明

司生产的 Low- α 射线球形氧化铝兼具 α 射线含量低、球形化率高、磁性异物含量低、粒径分布可调、导热性好、体积填充率高等性能优势，适用于全场景的封装，包括但不限于 Memory（内存）、CPU（中央处理器）和 GPU（图形处理器）封装等，直接用户主要是 EMC（环氧塑封料）、GMC（颗粒状环氧塑封料）厂家。HBM 封装所需的环氧塑封料，其中的功能填充材料包括 Low- α 球形氧化铝。

5. 风险提示

1) 中美贸易摩擦加剧的风险

未来若中美摩擦加剧，则存在部分公司的经营受到较大影响的风险。

2) 下游终端需求不及预期的风险

未来若下游终端需求不及预期，则存在产业链相关公司业绩发生较大波动的风险。

3) 国产替代不及预期的风险

未来若国产替代不及预期，则存在国内企业的业绩面临承压的风险。

分析师声明

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，以勤勉尽责的职业态度，专业审慎的研究方法，独立、客观地出具本报告，保证报告采用的信息均来自合规渠道，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本报告所发表的任何观点均清晰、准确、如实地反映了研究人员的观点和结论，并不受任何第三方的授意或影响。此外，所有研究人员薪酬的任何部分不曾、不与、也将不会与本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接相关。

公司业务资格说明

甬兴证券有限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，具备证券投资咨询业务资格。

投资评级体系与评级定义

股票投资评级：	分析师给出下列评级中的其中一项代表其根据公司基本面及（或）估值预期以报告日起 6 个月内公司股价相对于同期市场基准指数表现的看法。
买入	股价表现将强于基准指数 20%以上
增持	股价表现将强于基准指数 5-20%
中性	股价表现将介于基准指数±5%之间
减持	股价表现将弱于基准指数 5%以上
行业投资评级：	分析师给出下列评级中的其中一项代表其根据行业历史基本面及（或）估值对所研究行业以报告日起 12 个月内的基本面和行业指数相对于同期市场基准指数表现的看法。
增持	行业基本面看好，相对表现优于同期基准指数
中性	行业基本面稳定，相对表现与同期基准指数持平
减持	行业基本面看淡，相对表现弱于同期基准指数
相关证券市场基准指数说明：A 股市场以沪深 300 指数为基准；港股市场以恒生指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准指数。	

投资评级说明：

不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准，投资者应区分不同机构在相同评级名称下的定义差异。本评级体系采用的是相对评级体系。投资者买卖证券的决定取决于个人的实际情况。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，投资者不应以分析师的投资评级取代个人的分析与判断。

特别声明

在法律许可的情况下，甬兴证券有限公司(以下简称“本公司”)或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券或期权并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问以及金融产品等各种服务。因此，投资者应当考虑到本公司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。也不应当认为本报告可以取代自己的判断。

版权声明

本报告版权属于本公司所有，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许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、转载、刊登和引用本报告中的任何内容。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、转载、刊登和引用者承担。

重要声明

本报告由本公司发布，仅供本公司的客户使用，且对于接收人而言具有保密义务。本公司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本公司的客户。客户应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐及其他交流方式等只是研究观点的简要沟通，需以本公司发布的完整报告为准，本公司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。

本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，本公司对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，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。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时思量各自的投资目的、财务状况以及特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。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。市场有风险，投资须谨慎。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司和关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，本公司可发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。投资者应当自行关注相应的更新或修改。