

NAND 闪存芯片挺进第十代



本报记者 许子皓

随着人工智能、大模型、云计算等新兴技术的飞速发展，市场对 NAND 闪存的存储性能要求也在不断提高，各大厂商都在积极推进 NAND 闪存的研究，越来越多有关第十代 NAND 闪存技术的消息扑面而来，第十代 NAND 闪存的技术之争正在拉开帷幕。

铠侠与闪迪携手

注重高性能低功耗

铠侠和闪迪早在铠侠还叫东芝存储时就有合作，如今闪迪已从西部数据分离，双方依旧保持着密切的合作关系，是一对“老伙计”了。本次双方针对 AI 等新兴应用场景，推出了第十代 3D NAND 闪存技术，与前几代产品相比，这种新型 NAND 闪存存在性能上提升达 33%。

铠侠表示，这款新型 3D NAND 闪存采用了独有的 CBA 技术 (CMOS directly Bonded to Array，外围电路直接键合到存储阵列)，通过将 CMOS 晶圆和单元存储阵列晶圆在更优的条件下单独制造，然后精准地键合在一起，不仅提高了芯片的集成度，还优化了电路的性能，减少了信号传输的损耗，从而实现了更高的性能和更低的功耗。并且，这并不是一项新技术，铠侠第八代 3D NAND 产品也曾采用过，但本次第十代 NAND 内存层数从第八代的 218 层增加到了 322 层，对晶圆平面布局进行优化以提高平面密度，使位密度提升了 59%。更高的位密度意味着在相同的芯片面积上能够存储更多的数据，这对于满足不断增长的数据存储需求至关重要。无论是智能手机、平板电脑等移动设备，还是数据中心、云计算等大型应用场景，都能够从中受益，实现存储容量的大幅提升。

此外，新产品还采用了 Toggle DDR6.0 接口标准和 SCA 协议。Toggle DDR6.0 接口标准作为最新的 NAND 闪存接口标准，具备更高的传输带宽和更稳定的信号传输能力，允许 NAND 接口速度达到 4.8Gb/s，为实现高速数据传输提供了坚实的基础。而 SCA 协议，作为一种全新的接口命令地址输入方式，将命令/地址输入总线与数据传输总线完全分离并实现并行运行，有效减少了数据输入/输出所需时间，进一步提升了数据传输的效率。在能效方面，该方案引入了 PI-LTT (电源隔离低抽头终端) 技术。这项技术在进一步降低功耗方面发挥了关键作用，它通过在 NAND 接口电源中同时使用现有 1.2V 电源和额外低压电源，实现了数据输入/输出过程中的功耗降低。具体而言，输入功耗降低了 10%，输出功耗降低了 34%，成功实现了高性能与低功耗的平衡。这对于数据中心等大规模应用场景来说，具有重要的意义，不仅能够降低

运营成本，还能减少能源消耗。

铠侠首席技术官宫岛秀 (Hideshi Miyajima) 表示：“随着人工智能技术的普及，生成的数据量预计将大幅增加，现代数据中心对提高能效的需求也将随之增加。”

美光

继续精进 3D NAND 技术

美光的第十代 NAND 闪存技术在于架构创新，美光的第九代 3D NAND 技术 G9，将数据传输速率提升了 50%，读写带宽也得到了显著优化，为 AI 和云计算等以数据为中心的工作负载提供了强有力的支持。该技术通过将多个存储单元层垂直堆叠在一起，提高了存储密度，不仅增加了存储单元的数量，还缩短了数据传输的路径，从而提高了读写速度。此外，美光还对存储单元的性能进行了优化，采用了更加紧凑的布局，进一步提高了存储密度。

为了提升读写速度，美光在信号传输和控制电路方面进行了创新。通过采用高速信号传输技术和优化的控制算法，减少了数据传输的延迟，提高了读写操作的效率。同时，美光还引入了先进的纠错码 (ECC) 技术，能够在数据传输过程中及时检测和纠正错误，保证了数据的准确性和完整性。

在材料改进方面，美光采用了新型的存储介质材料。这种材料具有更好的电荷保持能力和稳定性，能够提高存储单元的可靠性和耐用性。同时，新型材料还具有更低的电阻和电容，有利于提高信号传输的速度和效率。此外，美光还对闪存芯片的制造工艺进行了改进，采用了更先进的光刻技术和蚀刻工艺，使得芯片的制造精度更高，性能更加稳定。

SK 海力士

从 3D 突破到 4D

SK 海力士更是提早一步，在 2024 年 11 月 21 日就宣布，开始量产业界首款 321 层 1TB TLC 4D NAND 闪存，并于今年上半年开始供应。

SK 海力士表示，在此次产品开发过程中采用了高生产效率的“3-Plug”工艺技术，克服了堆叠局限。该技术分三次进行通孔工艺流程，随后经过优化的后续工艺将 3 个通孔进行电气连接。在其过程中开发出了低变形材料，引进了通孔间自动排列 (Alignment) 矫正技术。

该公司技术团队也将上一代 238 层 NAND 闪存的开发平台应用于 321 层，由此最大限度地减少了工艺变化，与上一代相比，其生产效率提升了 59%。

据了解，SK 海力士的第十代 NAND 闪存技术也将延续使用 4D NAND 架构，并引入了 PUC (Peri Under Cell) 技术，将外围控制电路放置在存储单元下方。这种创新的架构设计，为 NAND 闪存构建了一个更加高效有序的布局，对提升整体性能起到了关键作用。与传统架构相比，SK 海力士的创新架构优势显著。在传统架构中，外围控制电路通常位于存储单元的侧面，这不仅占据了较大的芯片面积，还增加了信号传输的距离和延迟。而 PUC 技术的应用将外围控制电路置于存储单元下方，缩短了信号传输路径，使得数据的读写操作能够更加迅速地响应。这种架构优化，使得数据传输速度得到了显著提升，同时也提高了芯片的整体性能和稳定性。

SK 海力士计划在今年年底之前，全面完成 400 多层堆叠 NAND 的量产准备工作，2026 年第二季度正式启动并大规模投入生产。

第十代 NAND 闪存

前景可期

近期，DeepSeek 模型以优越的性能和极低的成本惊艳登场，给全球科技行业带来了全新的震撼，而这股强烈的震撼也传到了整个半导体产业链，对于有些芯片品类来说是冲击，而对于 NAND 来说，是大利好。

在 AI 手机领域，随着 DeepSeek 技术的融入，手机的智能化水平得到了显著提升。它能够实现更自然的语音交互、更精准的图像识别以及更高效的智能助手功能。而为了这些强大的 AI 功能，手机对 NAND 闪存的需求在容量和性能上都上了大幅提升。以苹果为例，其最新款手机为了搭载更先进的 AI 算法和更大的语言模型，NAND 闪存的容量从以往的 128GB 起步提升到了 256GB 起步，以满足大量数据的存储和快速读取需求。

在 AIPC 领域，DeepSeek 的搭载使得 AIPC 能够在本地实现更强大的 AI 计算能力，无须完全依赖云端服务器，从而提高了响应速度和数据安全性。这一变革使得 AIPC 在处理复杂任务时更加高效，如进行图像和视频编辑、数据分析以及运行大型 AI 软件等。为了支持这些高性能的 AI 应用，AIPC 对

NAND 闪存的性能要求也越来越高，需要具备更快的读写速度和更高的稳定性。例如，英特尔推出的新一代 AIPC 处理器，搭配了高性能的 NAND 闪存，以确保 AI 应用的流畅运行。同时，为了满足用户对海量数据存储的需求，AIPC 的 NAND 闪存容量也在不断增大，从传统的 512GB 向 1TB 甚至 2TB 迈进。

AIoT (人工智能物联网) 领域也因 DeepSeek 技术的发展而迎来了新的发展机遇。在智能家居、智能安防、智能穿戴等设备中，DeepSeek 的 AI 技术能够实现更智能的环境感知、更精准的行为分析以及更高效的设备控制。例如，智能摄像头可以通过 AI 技术实时识别异常行为并及时报警，智能音箱可以理解用户的自然语言指令并提供相应的服务。这些 AIoT 设备数量的快速增长以及功能的不断丰富，使得对 NAND 闪存的需求呈现出爆发式增长。根据市场研究机构的数据，预计到 2025 年年底，全球 AIoT 设备对 NAND 闪存的需求量将达到数亿 GB，市场规模将超过数百亿美元。

其他还有汽车智能化领域，随着自动驾驶技术的不断发展，汽车对 AI 计算能力的需求越来越高，对 NAND 闪存的需求也在不断增加。

专家表示，这些需求让各大企业对 NAND 闪存的性能、容量和功耗等方面提出了全新的要求。在性能方面，端侧 AI 应用需要 NAND 闪存具备更高的读写速度，以满足 AI 算法对大量数据快速处理的需求，还需保证 AI 算法的实时性和准确性；在容量方面，随着端侧 AI 应用的不断丰富和复杂，终端设备需要存储更多的数据，包括 AI 模型、训练数据以及用户数据等；功耗方面，端侧 AI 设备通常需要长时间运行，并且对电池续航能力有较高要求。因此，NAND 闪存的低功耗特性变得尤为重要。低功耗的 NAND 闪存可以减少设备的能耗，延长电池续航时间，提高设备的使用便利性。这些需求都是第十代甚至第十一代 NAND 闪存需要主要着力的点。

因此，结合 DeepSeek 的影响和当前行业动态，NAND 市场未来在供需、价格和技术发展等方面将呈现出一系列显著趋势。

供需方面，随着 DeepSeek 推动 AI 在各领域的广泛应用，NAND 闪存的需求将持续增长。根据市场研究机构的预测，到 2026 年，全球 AI 相关应用对 NAND 闪存的需求量有望达到数万亿 GB，年复合增长率将超过 20%。而在供给端，尽管 NAND 厂商在 2025 年采取了减产措施，但随着技术的进步和新产能的逐步释放，未来市场供应仍将保持一定的增长态势。不过，由于 AI 相关需求的增长速度较快，预计未来 NAND 市场将逐渐从供过于求转向供需平衡，并有可能在某些高端产品领域出现供不应求的局面。

价格方面，受供需关系变化以及技术进步的影响，NAND 闪存价格有望在未来呈现出先稳后升的趋势。2025 年初，由于 NAND 厂商的减产措施以及市场需求的逐步回暖，NAND 闪存价格已经开始出现企稳迹象。随着 AI 相关需求的进一步释放，预计从 2025 年下半年开始，NAND 闪存价格将逐步回升。尤其是在高端 NAND 闪存产品领域，由于其技术门槛高、市场需求旺盛，价格上涨幅度可能更为明显。而在中低端市场，由于市场竞争激烈，价格上涨幅度可能相对较小，但随着成本的上升和需求的改善，价格也将逐渐趋于稳定并有所回升。

DeepSeek 对 NAND 市场的影响，是当下半导体行业变革的一个缩影，随着 AI 技术的不断演进和应用场景的持续拓展，第十代 NAND 闪存有望获得广阔的发展空间，企业需要不断加大研发投入，提升技术创新能力，优化成本结构，以适应市场的快速变化。同时，企业之间的合作也将变得更加重要，通过协同创新，共同推动 NAND 技术的发展，满足 AI 等新兴领域对存储的多样化需求。

三安意法重庆 8 英寸碳化硅项目正式通线

本报讯 2月27日，三安光电

与意法半导体在重庆合资设立的安意法半导体碳化硅晶圆厂(以下简称“安意法合资厂”)正式通线。预计项目将于2025年第四季度实现批量生产，届时将成为国内首条8英寸车规级碳化硅功率芯片规模化量产线，项目规划全面达产后每周可以生产约1万片车规级晶圆。

安意法半导体有限公司成立于2023年8月，由三安光电(股权占比51%)与意法半导体(中国)投资有限公司(股权占比49%)共同出资设立，项目计划总投资约230亿元，将建成年产约48万片的8英寸碳化硅

晶圆生产线，主要产品为车规级电控芯片。为配套这一项目，三安光电于2023年7月全资设立重庆三安半导体有限责任公司，在同一园区规划投资70亿元，建设一条年产48万片的8英寸碳化硅衬底生产线，并已于2024年9月通线投产。

安意法合资厂于2023年9月开工建设，2024年11月底达到“点亮”条件，2024年2月底生产线贯通，预计将在2025年第四季度末实现大规模批量生产。

通线仪式在重庆高新区安意法半导体有限公司厂区内举行。

(姬晓婷)

玄铁首款服务器级 CPU 3月起交付

本报讯 2月28日，由达摩院

举办的2025玄铁RISC-V生态大会在北京举行。记者在会上获悉，伴随RISC-V发展走向新高度，达摩院玄铁加快布局“高性能+AI”RISC-V全链路，其首款服务器级CPU C930将在3月开启交付。

锚定高性能和AI两大方向，玄铁处理器家族持续创新。目前玄铁团队推动了超过30%的RISC-V高性能处理器落地应用，加速RISC-V在各个高端领域的渗透。据了解，此次发布的C930通用算力性能达到SPECint2006基准测试15/GHz，面向服务器级高性能应用场景。此外，C930搭载512 bits RVV1.0和8 TOPS Matrix双引擎，将通用高性能算力与AI算力原生结合，并开放DSA扩展接口以支持更多特性要求。

同时，达摩院披露了C908X、R908A、XL200等玄铁处理器家族

新成员的研发计划，向AI加速、车载、高速互联等方向持续演进。此外，配合玄铁处理器的能力拓展，达摩院基于三套主流操作系统(Linux、Android、RTOS)推出三套玄铁SDK。

“开源模式有助于RISC-V构建一个包容、协同创新的全球化生态，成为芯片产业变革的新引擎。”中国科学院院士倪光南在会上表示。

作为“生而开源”的芯片指令集架构，RISC-V在过去15年里发展势头强劲，从嵌入式系统加速挺进高性能等复杂场景，并为AI算力提供新选择。在RISC-V国际基金会2024年批准的25项标准中，超过一半与高性能或AI相关。基金会理事会主席Lu Dai表示，RISC-V指令集最激动人心的进展之一是Matrix扩展，将推动RISC-V成为AI领域令人敬畏的力量。(杨鹏岳)

2025 年光伏行业增长预期乐观

(上接第1版)

光伏组件出口区域延续多元化发展趋势。对23个国家光伏组件出口额增长超1000万美元，对33个国家组件出口额增长率超过100%。组件端出口亚洲与欧洲差距缩小，组件出口前十名市场占比维持在62%。出口量超1GW的市场从2023年的29个增加到38个，在亚洲市场中，巴基斯坦和沙特阿拉伯成为最大亮点。

乐观预计2025年全球

光伏新增装机增长10%

从全球需求来看，光伏行业仍将继续保持增长。国际能源署(IEA)发布的数据显示，预计到2030年，全球可再生能源发电将满足近一半的电力需求；全球清洁能源新增装机总量将是2017年至2023年之间装机量的3倍，其中80%将来自太阳能。

“这对行业来说是一个积极的信号。一方面，反映出全球用电需求将持续增长，另一方面也表明可再生能源在全球能源结构中的占比不断提升。”王勃华称。

王勃华预计，2025年全球光伏新增装机531GW~583GW，在乐观情况下，2025年全球光伏新增装机同比增长10%。拉美、中东等新兴市场发展迅猛，或将带来新机遇。不过王勃华同时提醒，这些市场也可能面临不稳定、融资困难和技术人才缺乏等问题。

此外，王勃华建议，海外布局需更加注重策略性与灵活性。“要充分结合我国外交战略，上下游联动‘出海’、‘抱团’出海，同时采取多样化海外产能布局策略，分散海外产能布局区位，构建独资、合资、代工相结合的运营模式。”王勃华说道。

而从我国市场来看，2025年，我国光伏新增装机预计仍将维持高位，达215GW~255GW。不过，行业存在一定程度的观望情绪，这增加了对于2025年装机预期的不确定性。

彭博新能源财经分析师谭佑儒同样对2025年全球光伏新增装机容量持乐观态度。他预测，在保守情况下，2025年，全球光伏新增装机将达到约698GW，同比增长17%；乐观情况下还能达到约730GW，增速接近20%。除了中国外，美国、印度、东南亚、欧洲等国家和地区都将有不错的增长。

“从经济性来看，无论是现在还是未来，在全球大多数市场，光伏都是满足新增电力需求最便宜的来源。如今，通过物美价廉的组件开发新兴市场的时间已到。预计今年全球GW级市场将会上升到40个。印度、沙特阿拉伯、中东和北非等地区潜力巨大。”谭佑儒说道。

不过，谭佑儒同样指出，随着光伏渗透率逐步提升，长期来看，其增速将会放缓。预计2025年至2035年期间，全球光伏新增装机年复合增长率约为3.5%。

对于2025年我国光伏新增装机，谭佑儒预测，将达到302GW，较2024年增长24GW。“我们预计不少大基地建设项目可能于今年实现并网，同时，工商业新老市场还将共同发力，由东部和南部地区拉动，江浙、两湖、两广、安徽等地持续增长。”谭佑儒解释道。

在技术路线方面，谭佑儒认为，TOPCon电池技术近年将是市场的主流产品，市场份额超过80%，HJT、BC技术路线在未来两年市场占比将在3%左右。“光伏行业的发展往往打破预期，带来惊喜。”谭佑儒对光伏行业发展前景充满信心。“首先，光伏技术是能源转型最坚实的解决方案，短期波动不改其长期价值；其次，我对我国光伏行业的发展充满信心，我国行业主管部门和企业对产业发展有着科学清晰的认知和前瞻性布局，将进一步促进行业高质量发展。最后，我对中国制造充满信心，目前我国光伏产业已形成全球最完整的产业链，并在各个环节上都保持全球领先地位，可为全球市场提供价格最优的解决方案。”谭佑儒说道。