

闪存,还能有多快?

“当与AI大模型聊天时,你是否经历过“思考中……”的焦急等待?打开一款游戏,为什么进度条会卡在99%处不动?当运行一个大工程文件时,一个很微小的调整为什么也像是“愚公移山”?这些数字时代的痛点,都指向一个问题——存储速度的瓶颈。

从远古的结绳记事到今天的电子存储,人类对存储速度“快”的追求就从未止步。人工智能时代,存储速度的最新极限在哪里?最近,中国科学家用一项颠覆性成果给出答案。复旦大学集成芯片与系统全国重点实验室、芯片与系统前沿技术研究院周鹏、刘春森团队成功研制出“破晓”闪存器件,擦写速度可达400皮秒(万分之一秒)。这是人类目前掌握的最快半导体电荷存储器件。

“破晓”,到底有多快?“你眨眼的工夫,它已经工作了10亿次,换句话说,光移动12厘米的时间内,几千个电子已经储存完毕。这点时间通常的U盘只能工作1000次。”刘春森告诉记者,这个只有拇指盖大小的小小“破晓”,一秒钟可执行25亿次操作,比传统闪存快了100万倍。如果说过去的闪存好比一辆小三轮,“破晓”就好比超音速的磁悬浮列车。

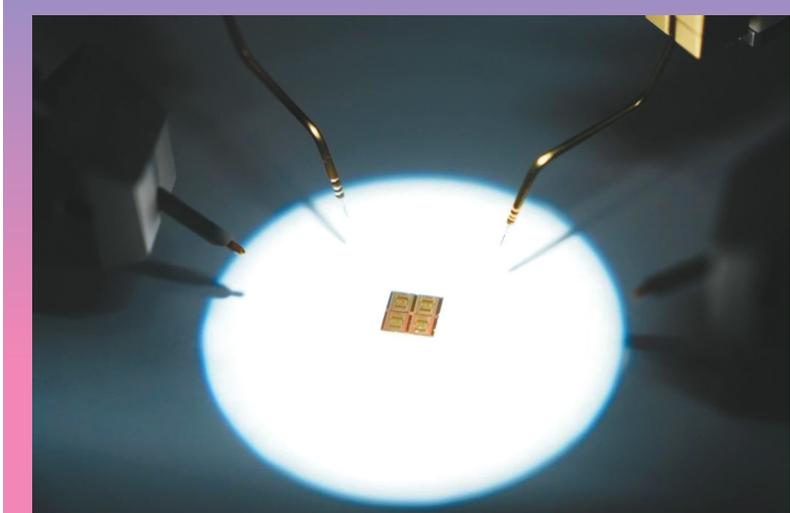
更重要的是,这样的高速并未牺牲可靠性。实验显示,“破晓”在连续长时间运行和编程循环后依然性能稳定。室温条件下,“破晓”可稳定存储数据超过10年,真正实现“写得快”又“记得牢”。

这样也意味着,它不仅能胜任高频读写的即时任务,像内存一样快速响应,还能像硬盘一样长久保存数据,突破短期记忆和长期记忆之间的“隔断”。

擦写速度冲破亚纳秒(小于10⁻⁹秒)大关的“破晓”,还带来了潜在的能效革命。常见的AI硬件约70%的能耗并非消耗在思考与计算上,而是让数据在内存与存储器之间来回“折腾”耗掉了。“破晓”的出现,让数据瞬移到计算单元成为可能,大大缩短等待时间,自然就减少了搬运的能耗,让算力可以聚焦于“思考”本身。



复旦大学刘春森教授(左二)和周鹏教授(左一)在实验室指导团队进行研发。



周鹏-刘春森团队研制的“破晓(PoX)”皮秒闪存器件。

像闪电一样快?

“破晓”是怎么冲破亚纳秒大关的?咱们得先从闪存的工作原理说起。

一般来说,闪存完成写入,就是把存储在闪存中的数据加载到内存中展开运算。现有闪存的工作方式,就好比厨师做饭时,一次次从满满当当的冰箱里搬出食材。但电脑中这样的“搬运”不仅耗时,还极其耗电。就算掌勺的CPU是一位“厨神”,只要食材无法迅速放上案板,出餐的效率都会大打折扣。

周鹏、刘春森团队的想法是,让一次次搬运“提速”终归是小修小补,不如彻底改变食材运输的方式。没错,他们要从底层物理逻辑下手了。

破除思维定式,谈何容易!研究团队用5年时间,才辟出一条“无极限注入”的

新路。如果执着于“爬楼梯”本身,速度怎么也快不了。但如果转换思路,让电荷“双脚离地”,直接从低能态跃迁至高能态,“乘火箭”登顶,速度就能获得极大突破。

无极限注入,正是这枚“火箭”。“通过加热和加速,让电子获得高能量后直接飞进存储层。更妙的是,它还支持电子与空穴的双向注入,使整体写入更加灵活高效。”刘春森说。

当然,材料的突破也极为关键。“破晓”没有使用传统硅材料,而是采用仅一个原子层厚的二维材料——狄拉克石墨烯。电子在其中几乎无阻力地穿行,速度飞快。配上其他多种材料,各司其职地承担导电、绝缘、存储功能,更为电子“飞驰”创造了条件。

3 一场革命的「破晓」

为闪存提速,真有那么重要?让咱们看看事实吧!

看人工智能——满血版AI大模型需要快速处理海量数据(每秒工作10亿次才理想),如果存储速度上不去,数据读取和写入的延迟会拖累计算效率,限制AI模型的训练和实时应用能力。

看云计算——云服务依赖于大规模数据存储和快速访问。存储速度拖后腿会导致服务响应迟缓,限制计算能力,影响用户体验。

看大数据——如果海量数据的分析处理遇到慢速存储,不仅会延长分析时间,实时决策的效率也将大打折扣。

再看通信工程——在5G乃至未来的6G网络中,高速数据存储和传输是低延迟、高带宽通信的基础,存储速度同样是一项关键瓶颈。

过去很长一段时间,全球闪存产业的核心瓶颈在于速度不够、性能受限,难以支撑AI计算、边缘计算等对高吞吐、低时延有极高要求的新兴应用场景。“尤其对中国厂商而言,在核心技术和市场份额上长期处于追赶者的位置,如何把握闪存领域技术重塑的关键时机实现技术和市场突破,是我国闪存产业的危与机。”刘春森直言。

“破晓”的出现无疑是一场及时雨。它不仅让存储变得更快,还改写了数据的流动与使用逻辑。自此,存储与内存之间的界限将变得模糊,数据就好比食材放在厨师手边,随取随用,烹饪再不必担心“无米可炊”。

我们可以大胆畅想,未来的电脑、手机将不再有内存和硬盘之分,所有数据都存储在统一的超高速非易失性存储器中。开机秒开,程序秒启,那都是基本操作。

刚刚研发出这一皮秒闪存器件的时候,周鹏将其命名为“破晓”——不仅“破”字与“皮秒”的“皮”谐音,“破晓”也是指一天中曙光初现的时刻。“我们希望,这项技术可以帮助中国半导体产业度过黎明前最黑暗的那段时光。” 文图均据新华社

2 让电子坐上「火箭」