

既要高速又要大容量不再是奢望

复旦科研团队实现全球首颗二维-硅基混合架构芯片

青年报记者 刘昕璐

本报讯 科技的进步总是伴随着更高速的数据存取需求。特别是在当今AI时代,数据的爆炸式增长与高速交互需求,正使存储技术面临着前所未有的挑战。传统存储器在速度、容量、功耗以及非易失性等方面难以兼顾。

复旦大学集成电路与微纳电子创新学院、集成芯片与系统全国重点实验室周鹏-刘春森团队主动融入产业链,将二维超快闪存与成熟硅基CMOS平台深度融合,率先实现全球首颗二维-硅基混合架构芯片:长纓(CY-01),攻克了新型二维信息器件工程化的关键难题。相关成果于北京时间10月8日23点发表于国际顶尖期刊《自然》。

以创新跨越一场漫长的马拉松

复旦大学周鹏-刘春森团队为存储困境带来了全新的解决方案,实现了在AI时代“既要高速,又要大容量”的存储理念。

今年4月,周鹏-刘春森团队已在《自然》提出“破晓”二维闪存原型器件,实现了400皮秒超高速非易失存储,是迄今最快的半导体电荷存储技术。然而,颠覆性器件要真正走向系统级

应用,往往是一场漫长的马拉松。

半导体晶体管自1947年诞生起,历经贝尔实验室、仙童与英特尔等顶尖力量二十余年的接力研发,才终于催生出全球第一颗CPU。而在如今,格局正在悄然改变——通过将新一代颠覆性器件直接融入成熟的硅基CMOS工艺平台,这一原本需要数十年的积累过程,或许将被大幅压缩。

颠覆性创新走向工程化应用,本质上是一条从“0到10”的艰难征途。而要真正走通这条路,离不开从“10到0”的远见——从未来应用的终点出发,倒推技术发展的正确路径。为此,复旦大学周鹏-刘春森团队主动融入产业链,将二维超快闪存与成熟硅基CMOS平台深度融合,率先实现全球首颗二维-硅基混合架构芯片,攻克了新型二维信息器件工程化的关键难题。

二维半导体厚度仅有1~3个原子,如同“薄翼”般纤薄而脆弱,这一独特属性让其大规模集成充满挑战。团队研发“原子芯片(Atomic Device to Chip, AT-OM2CHIP)”系统集成框架,让原子级器件真正走向功能芯片。团队提出了片上二维全栈集成工艺,通过模块化集成方案,将二维存储电路与成熟CMOS电路

分离制造,最后与CMOS控制电路通过高密度单片互连技术(微米尺度通孔)实现完整芯片集成。

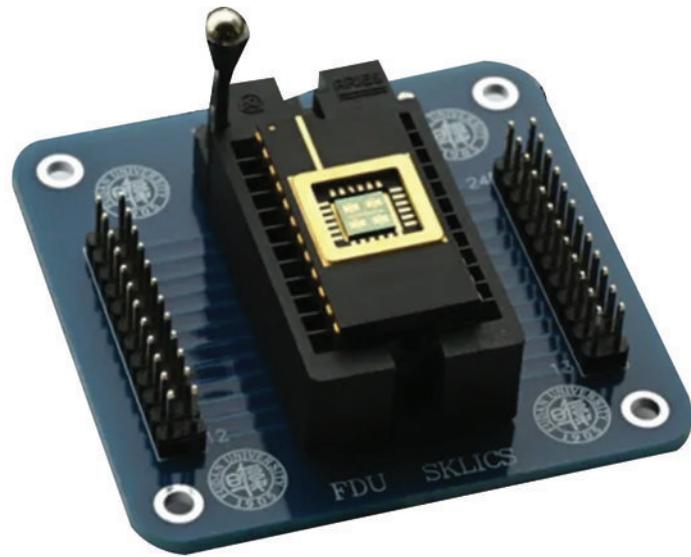
除此之外,团队进一步提出了跨平台系统设计方法论实现混合架构兼容运行,包含二维-CMOS电路协同设计、二维-CMOS跨平台接口设计等。芯片集成良率高达94.3%,支持8-bit指令操作,32-bit高速并行操作与随机寻址。

在团队看来,以长纓为架构、破晓为内核的二维芯片将是二维电子器件工程化的里程碑,更为新一代颠覆性器件缩短应用化周期提供范例,推动信息技术进入全新的高速时代。

存储器将不再区分内存与外存

就未来展望,刘春森教授向记者描绘了这项技术成熟后的美好愿景。未来,存储器将不再区分内存与外存,既具备内存的高速度,又拥有外存的大容量、低功耗和非易失性。对个人用户而言,无论是手机还是电脑,数据访问将更加迅速便捷。更重要的是,这将为AI应用带来革命性变革,为AI时代的数据存储与发展开启全新篇章。

在业界看来,这项技术不仅是学术上的重大进展,更具备产业接口优势,其将二维存储电路



封装后的二维-硅基混合架构闪存芯片(带PCB板)。 受访者供图

与CMOS控制电路结合的方式,展现了创新技术从实验室走向大规模应用的潜力。目前,团队正朝着三到五年内将芯片容量提升至百万单元集成的目标前进,努力推动这一创新技术从实验室走向千家万户,引领存储技术的一场新革命。

北京时间10月8日晚,相关研究成果以《全功能二维-硅基混合架构闪存芯片》(“A full-

featured 2D flash chip enabled by system integration”)为题发表于《自然》。刘春森和周鹏为论文通讯作者,刘春森和博士生江勇波、沈伯金、袁晟超、曹振远为论文第一作者。研究工作得到了科技部、教育部、国家自然科学基金委、上海市科委等项目和科学探索奖的支持。

青年报 · 青春上海 × 随申办