

可弯曲拉伸! 我国研发出“纤维芯片”

说起芯片,人们脑海中一般会浮现科技感十足的片状结构。

能否把它做成柔软的纤维状结构?“我们在大约10年前萌生了这个想法,觉得很有趣,就开始做了。”中国科学院院士、复旦大学教授彭慧胜说。

经过多年攻关,彭慧胜和复旦大学教授陈培宁领衔的科研团队利用自主设计的多层旋叠架构,在弹性高分子纤维内实现了大规模集成电路。为便于理解,团队给它取了个别名“纤维芯片”。这项跳出以往集成电路框架的研究成果近日发表于《自然》。

“有趣”之余,纤维芯片也很有用。它既有良好的信息处理能力,又有高度柔软、适应拉伸扭曲等复杂形变、可编织等独特优势,有望为脑机接口、电子织物、虚拟现实等新兴产业发展提供有力支撑。

引领纤维器件领域

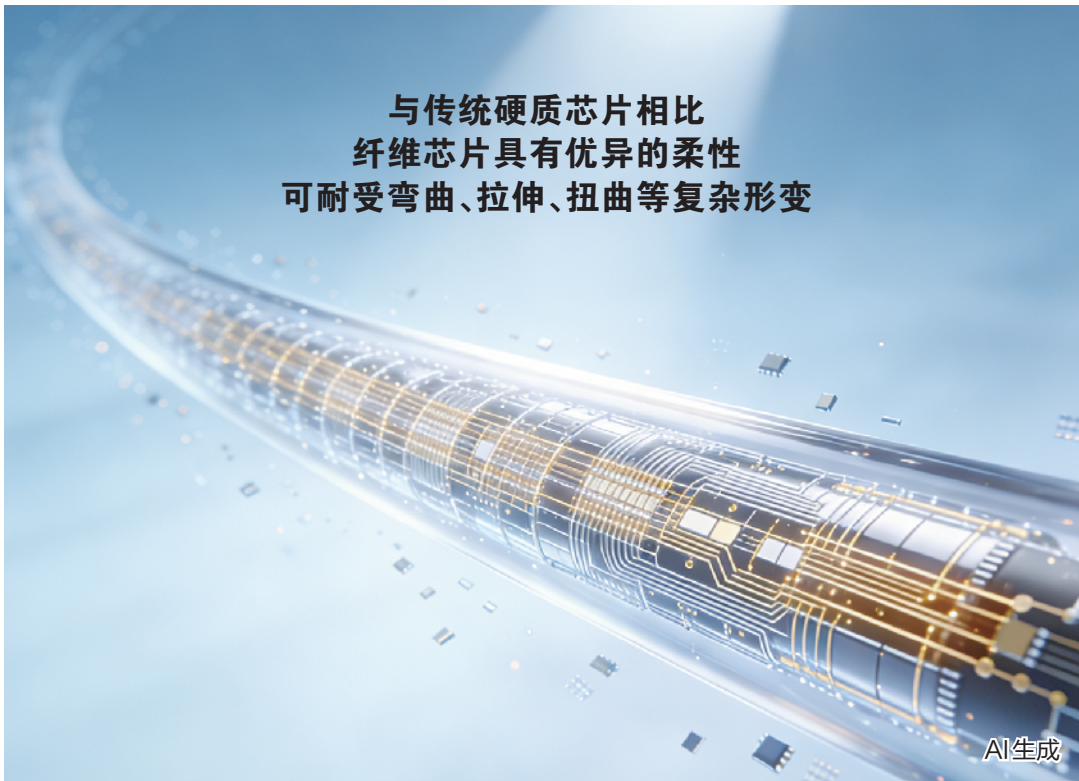
纤维器件是我国具有领先优势的领域之一,并引发国际学术界和产业界关注。而提出这一概念的,正是彭慧胜团队。

自2008年成功研制“纤维变色器件”以来,彭慧胜团队在纤维器件领域持续深耕,迄今已创建出30多种具有发电、储能、发光、显示、生物传感等功能的新型纤维器件。其中,发光纤维器件、纤维锂离子电池、显示织物3项研究成果及相关技术,已初步实现转化应用。

在攻关纤维器件的过程中,团队逐渐意识到,要想让纤维器件走向大众、实现大规模应用,必须将不同功能的纤维器件集成,形成纤维电子系统,并赋予信息交互功能。这一路径与智能手机、计算机等各类电子设备的发展历程相似,其中,具有信息处理功能的芯片是核心部件,也是当前该领域的“无人区”。

2015年,团队开始布局相关研究,也取得了一些阶段性成果,但离真正实现芯片功能仍相去甚远。

2020年,新一轮尝试开启。随着复旦大学博士后施翔,博士研究生王臻、陈珂等人的陆续加入,一支着眼于“解决难题”的团队凝聚起来。此后5年,团队一边苦练基本功,一边同复旦大学校



内集成电路、生物医学工程团队合作,在学科交叉处寻求突破点。

功夫不负有心人,团队最终啃下了纤维芯片这块“硬骨头”,发展出在柔软的纤维里构建高密度集成电路的方法,并基于此制备出纤维芯片。

纤维芯片的电子元件(如晶体管)集成密度达10万个/厘米,通过晶体管与电阻、电容等元件的高效互连,可实现数字、模拟电路运算等功能,以及与典型医疗植入芯片相当的电脉冲调制功能。

基于纤维芯片,研究团队在一根没有头发丝粗的纤维上实现了供电、传感、显示、信号处理等功能的一体化集成,为纤维系统开辟了全新集成路径。

此外,与传统硬质芯片相比,纤维芯片还具有优异的柔性,可耐受弯曲、拉伸、扭曲等复杂形变,甚至在经过上百次水洗、置于100摄氏度高温环境、卡车碾轧后,仍能保持性能稳定。

“纤维芯片架构和制备方法具有普适性。比如,可集成有机电化学晶体管,完成神经运算任务。”陈培宁补充说。

突破思维定势 寻找一条新路径

对团队来说,研制纤维芯片的最困难之处在

于,已有经验可能是“弯路”,必须跳出有体系的思维定式,寻找一条新路径。

一方面,以往纤维电子器件集成的方法不再适用。长期以来,纤维系统需要连接硬质块状的芯片,不仅系统内电路连接复杂、不稳定,而且与纤维柔性、透气性、轻量化、穿戴舒适性等应用要求存在根本矛盾。

另一方面,产业广泛应用的硅基衬底加工工艺无法直接“套用”于柔软、有弹性的高分子纤维材料。“我们尝试了很多晶体管和材料体系,这些体系在不同文献中都有报道,却唯独在我们的基底上做不出来。”王臻回忆道。

经过一次次试错、一次次头脑风暴,一些“卡点”问题逐渐浮现——纤维表面积有限、弹性高分子表面在微观尺度上极不平整、光刻过程中用到多种极性溶剂易腐蚀弹性高分子、电路层难以承受纤维复杂变形引起的应变集中。

找到问题后,团队一一破解:改用纤维内部空间,提出多层旋叠架构的设计思想,即构建多层集成电路,形成螺旋式旋叠结构;采用等离子刻蚀方法,对弹性高分子表面进行平整化处理,将其粗糙度降至1纳米以下;在弹性衬底上设计一层致密的聚对二甲苯膜层,在有效抵御溶剂侵蚀的同时,与弹性高分子衬底形成“硬-软模量异质结构”,减小纤维复杂变形过程中的电路层

应变。

“我刚接触课题时,对集成电路或芯片没什么概念,几乎是一片空白。”陈珂说,“空白带来的好处可能是,不受集成电路领域一些根深蒂固想法的影响,敢‘打开脑洞’,尝试以往没试过的方法。”

为新兴领域变革发展提供有力支撑

值得一提的是,纤维芯片的制备方法,可与目前芯片产业中成熟的光刻制造工艺有效兼容,有望降低后续产业化落地的难度。目前,研发团队已经通过研制原型装置、设计标准化制备流程,初步验证了纤维芯片规模制备的可行性。

“基于纤维芯片的集成方法,使纤维系统摆脱了对外部信息处理设备的依赖,有望在一些新兴领域产生独特应用。”陈培宁说。

在脑机接口领域,利用纤维芯片技术,有望在一根头发丝粗细的纤维内,集成“传感-信号处理-刺激输出”闭环功能系统,为脑科学和脑神经疾病诊断与治疗提供新工具。团队初步验证,在直径50微米的超细纤维上,可同时集成几种纤维器件,包括高密度传感-刺激电极阵列与信号预处理电路。该系统具有与脑组织相当的柔性和良好的生物安全性,采集的神经信号的信噪比与商用外部信号预处理设备相当。

电子织物被认为是可穿戴设备的终极发展形态,其核心挑战在于如何实现全柔性的织物系统。有了纤维芯片,无需外接处理器,就可以直接编织构建柔软、透气的全柔性电子织物系统。“借助纤维芯片内置的有源驱动电路,可在织物中实现动态像素显示。未来,或许一件衣服就能实现电脑和手机的交互功能。”陈培宁说。

在虚拟现实领域,目前触觉接口高度依赖块状硬质信号处理模块,导致与皮肤柔性表面贴合度不足,难以实现精准细致的信号采集与输出。采用纤维芯片的智能触觉手套,兼具高柔性、透气性,可集成高密度传感与刺激阵列,精准模拟不同物体的力学触感,适用于远程手术组织硬度感知、虚拟道具交互等场景。

不过,研发团队强调,纤维芯片并不是为了替代传统硅基集成电路,而是希望能借助其优势为集成电路发展提供新的思考和路径。

“围绕纤维芯片,未来还有很多工作要做。”陈培宁表示,团队将继续加强与不同学科的合作,进一步提升器件集成密度,提升信息处理性能,满足更复杂应用场景的需求。在规模化制备和应用方面,团队已建立了自主知识产权体系,希望能与上下游产业界协同,实现更高质量应用。

据《中国科学报》作者:江庆龄

中国手机厂商撑起全球六成市场

国际数据公司最新报告显示,全球智能手机市场在2025年实现增长,全年出货量达12.6亿部,同比增长1.9%。虽然总体处在回暖的上升通道,但依然面临长期挑战。

在这一行业背景下,中国企业在全球市场多年布局沉淀,争夺国内市场的同时,海外市场也逐步进入战略上升期。

目前,中国手机厂商全球出货占比约六成,OPPO、vivo、小米、荣耀等厂商都处于前列。市场研究机构Omdia的报告指出,2025年前三季度,荣耀海外智能手机出货量同比增长约55%。在全球前十大智能手机厂商中,荣耀在同期实现了显著的海外增长。

中国智造海外角逐

观察中国企业出口海外市场的策略,虽各有特点,但总体上呈现出两个核心特征,一是全面AI化,二是品牌高端化。主流厂商的全球化打法不谋而合。

比如,OPPO、vivo等都提出Glocal策略,Glocal由Global(全球的)和Local(本地的)两个词组合而成的合成词,核心含义是“全球思维,本地行动”,可以总结为“全球本土化”。荣耀则提出强化“AI领导力”与“世界荣耀”的品牌定调,2025年也是荣耀海外突围的关键时期。

Omdia分析师表示,过去五年,荣耀的国际业务经历了结构性转变。2021年初,海外市场出货量占其全球总量的比例仍不足10%;截至2025年第三季度,该比例已接近50%。这一变化标志着荣耀发展路径中的重要战略拐点,海外业务已从早期的边缘增量来源,演进为支撑出货量规模扩张、区域多元化以及长期经营韧性的核心支柱。

中国厂商曾凭规模优势主导全球中低端市场,但苹果、三星合计占全球近四成份额并攫取主要利润。在客单价方面,诸多新兴海外市场集中于200美元以下的入门级产品,该区间竞争高度激烈,利润结构承压,但由于长期经营策略和产品的惯性,仍是不少厂商的海外出货的主力价位段。

但是现在,越来越多的中国手机厂商正集体加码中高端,以平衡规模与利润。比如,2025年前三季度,300美元至500美元价位段手机占荣耀海外出货量的约23%。

在中高端市场方面,欧洲是消费电子产品厂商的必争之地,国内厂商也有较大动作。

从行业视角看,中国手机厂商的出海竞争正在从“跑得快”的规模竞赛,转向“站得稳”的能力比拼,高端化则成为重塑利润结构与品牌认知的必经之路。无论是本地化的策略,还是高端价位段的持续

投入,背后都指向同一个趋势:中国厂商正在以更长期主义的方式,参与全球手机产业的价值重构。

高端市场加速

要突破高端市场,产品是核心保障。

在手机产品线层面,各厂商侧重升级了高端产品。华为Mate 80 Pro 端侧嵌入式神经网络处理器结合云端算力。荣耀的产品布局愈发完善,推出自进化AI原生手机Magic8系列;最新成员荣耀Magic8 Pro Air主打超薄旗舰,重量仅为155克、厚度6.1毫米,仍保持高性能的影像和续航。

前沿领域各厂商也有实战性的探索。比如荣耀推出的ROBOT PHONE,深度融合了智能设备的三大能力——AI大脑、机器人行动力、极致影像。作为全球第一款“手机机器人”,ROBOT PHONE已在2026年国际消费电子展期间展出,更多细节将在2026年3月举行的世界移动通信大会上展示。

中国手机厂商根据自身特点来打造高端差异化优势。除硬件和机械制造实力外,手机厂商还受益于中国AI基础能力在全球的领先优势,善于将AI能力进行面向个人用户服务的体现。

2025年以来,手机产品面向消费者的AI应用场景化能力有明显落地成果。比如,荣耀在技术方面突破颇丰,“端侧AI换脸检测技术”实现从特定任务到通用化执行的关键突破,不同于常规的仅云侧技术,智能终端在用户身边,本地算力有更实时优势,可对空间感知、用户动态、人体生理数据等进行实时感知,同步配合云侧的算力,可以处理更为复杂的信息。

华为的优势主要体现在底层系统能力。鸿蒙操作系统6支持多设备AI算力共享,手机可调用平板/个人电脑算力处理复杂任务。“鸿蒙操作系统6+盘古/DeepSeek双模型”为底座,手机可实现任务智能拆解与隐私优先调度。

展望2026年,手机市场格局依然存在大量变化和机遇,而有两个趋势是显著的——高端化和全球化。

高端化包括品牌定位的高端化、产品技术能力的高端化、业务全球市场拓展的高端化,特别是依托中国总体AI能力的提升,使得产品的能力更强、用户的体验更高端。

全球化则是结果,包括产品面向的市场更全球,采用的技术原创和人才来源更全球,以及本地化生产供应链能力更全球。全球化是中国企业出海的核心命题,中国品牌不仅要走出去,更要走上去,走到前面去。 供稿:《21世纪经济报道》作者:倪雨晴

► 科技前沿

新型专用计算芯片成功研发

当你点开社交平台,瞬间看到心仪的电影推荐;当购物网站精准呈现你可能喜欢的商品——这些智能服务背后,是计算系统在海量数据中进行的急速运算与抉择。然而,支撑这一切的传统计算芯片正在面临速度与能耗的双重压力,科学家们将目光投向超越传统数字计算的新架构。日前,北京大学孙仲研究员团队在这一前沿领域取得关键突破,成功研发出高能效的新型专用计算芯片,首次为繁复的计算任务提供了专用硬件加速方案。实验表明,相较于先进数字芯片,该系统计算速度提升约12倍,能效比提升超过228倍。

“这项研究瞄准了机器学习中的一项核心任务——非负矩阵分解。该技术如同一位高效的‘数据解读者’,能从巨量且庞杂的用户行为、图像像素等信息中,提炼出潜在的模式与特征,在图像分析、信息聚类、个性化推荐等领域具有广泛应用。然而,它的计算过程要求同步求解两个矩阵,极为繁复,依赖传统数字芯片的串行计算模式,往往力不从心,成为制约实时智能的瓶颈。”孙仲表示。

正因如此,团队创新性转向了模拟计算这一新兴赛道,成功研制出基于阻变存储器的非负矩阵分解模拟计算求解器。“这就像是为一项特定且繁重的任务,打造了一把高度定制化的‘智能钥匙’,而非继续使用通用的‘万能扳手’。通过精巧的电路设计与算法协同创新,我们在阻变存

储器阵列上构建出高度紧凑的模拟电路,并采用原创的电导补偿技术,使得核心计算步骤能够实现‘一步求解’,极大优化了芯片的面积与能耗表现。”孙仲说。

为验证系统性能,研究团队在实验室中成功搭建原型系统,并完成多组实验测试。该系统既完成了对彩色图像的高质量分解,信噪比损失微乎其微;也高效处理了电影推荐数据集训练任务,精度几乎与数字芯片无异。系统级评估显示,在面对网飞规模数据集的推荐系统训练任务时,该模拟求解器的计算速度较先进数字芯片提升约12倍,而能效比更是实现了超过228倍的飞跃性提升。

“这项工作为非负矩阵分解这类约束优化问题的实时求解开辟了新路径,展现了模拟计算处理现实复杂数据的巨大潜力。”孙仲说,“这意味着,未来此类高能效专用芯片,有望大幅提升个性化推荐的实时响应能力,并为生成式AI训练提供更节能、更快的算力支持。”

“这项成果不仅拓展了高效计算架构的应用边界,更为应对人工智能时代的算力挑战提供了创新解决方案。随着后续研究深入和产业化进程推进,此类高能效专用计算架构有望在更多关键领域实现应用,为我国在下一代智能计算技术竞争中构建核心优势。”孙仲表示。

据《光明日报》作者:晋浩天

金属材料导热性能纪录刷新

美国加州大学洛杉矶分校科学家领导的多机构研发团队发现,金属材料 θ 相氮化钽的热导率高达约1100瓦/米·开尔文,接近铜或银的3倍,刷新金属导热性能纪录。这一成果挑战了百余年来关于金属热传导极限的传统认知,有助于解决人工智能(AI)散热难题。

热导率衡量的是材料传递热量的能力。电子设备过热会严重制约其性能、稳定性和能效,因此高效导热对消除电子设备的“热点”至关重要。目前,铜凭借约400瓦/米·开尔文的热导率主导着全球散热材料市场,广泛应用于各类热管理系统;银的热导率为429瓦/米·开尔文。然而, θ 相氮化钽重新定义了金属导热的上限。

在金属材料中,热量由自由移动的电子和被称作声子的原子振动携带。电子和声子之间的强相互作用以及声子-声子相互作用限制了金属的热导率。研究表明, θ 相氮化钽独特的原子结构——钽与氮以六边形网格排列,极大削弱了电

子与声子(晶格振动)之间的相互作用,使热量得以更自由地流动。正是这种“弱耦合”机制,成就了其超凡的导热表现。

团队通过同步辐射X射线散射、超快光谱学等多种先进手段验证了该材料的优异性能。实验显示,其内部电子-声子相互作用极弱,热量传输效率远超传统金属。

长期以来,铜和银被视为金属导热能力的“天花板”。如今,这一“铁律”被打破,标志着人类对金属热运输的理解迈入新阶段。

随着AI技术迅猛发展,芯片功耗激增,散热需求日益逼近现有材料的极限。全球AI硬件对铜的依赖正成为技术升级的瓶颈。而 θ 相氮化钽不仅提供了一种极具潜力的高性能替代材料,更为下一代高导热材料的设计指明了方向。

该材料还有望广泛应用于微电子、数据中心、航空航天以及量子计算机等高度受制于散热难题的前沿领域。 据《科技日报》作者:刘震