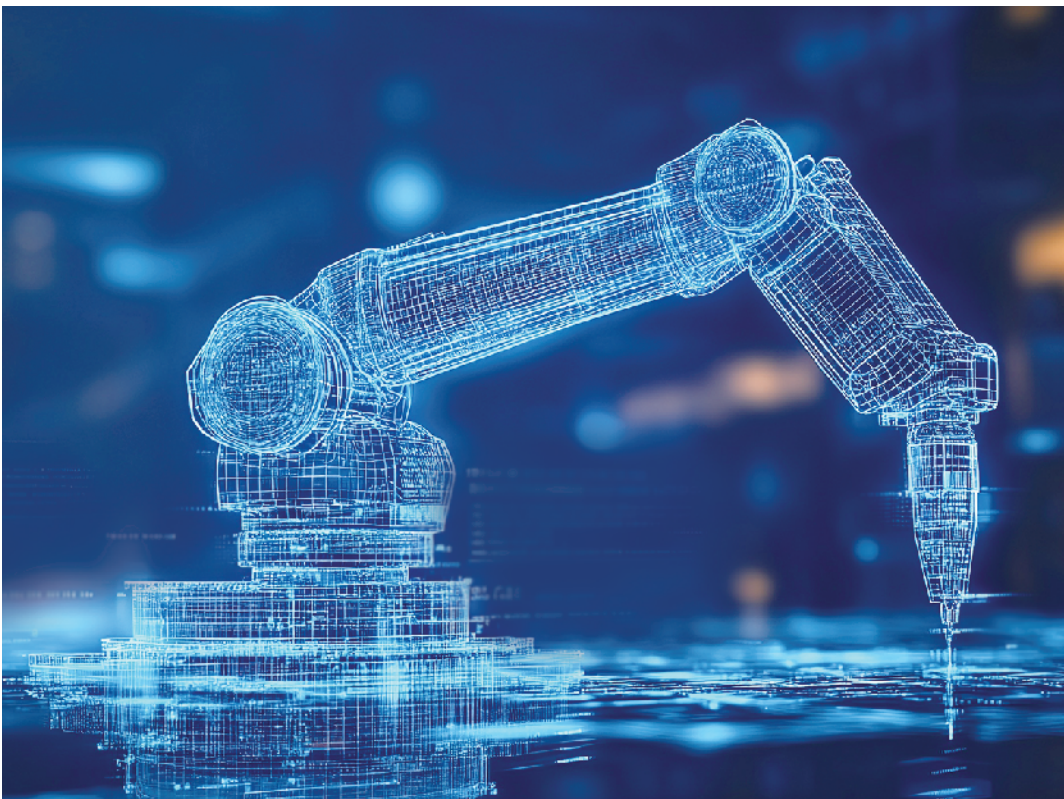


精准制造从微纳米迈向原子尺度



“空天海地的网络建设,信息世界感知力、通信力以及智算力的建设,迫切需要高端、新型的硅基芯片。然而‘自上而下’的光刻技术制造方式已经接近物理极限。”在日前举行的香山科学会议上,中国科学院院士许宁生说,全球精准制造的竞争已从微纳米尺度迈向原子尺度,未来硅基芯片的发展水平将取决于大规模原子制造技术水平。

此次香山科学会议聚焦原子制造前沿科学问题。1纳米技术节点被视为硅基芯片制造加工技术的物理极限。晶体中相邻原子的距离大约几个埃(0.1纳米),如果能通过直接操控原子来制造芯片,将颠覆以现有光刻技术为基础的制造规则。

从石器时代走来,人类的制造技艺不断精进,正在走进能精准操控物质最基本单元——原子的时代。专家认为,在这个过程中,人类不仅将突破诸多制造极限,也将刷新对基础理论的认识。

有望突破芯片制造极限

当前的芯片制造采用“自上而下”的制造方式。这指的是一种从整块材料开始,通过逐层添加、移除或改变材料性质来构建复杂结构的方法,包括薄膜沉积、光刻胶涂敷、光刻显影、刻蚀、量测、清洗、离子注入等多个环节。

为了在单位面积内实现更多晶体管的布局,2011年,研究人员采用鳍式场效应晶体管技术,改变集成电路结构,突破芯片22纳米制程工艺。进入5纳米技术节点后,电子隧穿问题又催生了环绕式结构、垂直传输场效应晶体管等新的结构设计。

然而,随着加工精度不断提升,宏观方式的制造极限随之而来,仅通过结构的巧妙设计将难以满足人们对芯片计算能力日益增长的需求。尤其是随着生成式人工智能的发展,及其在各行各业的垂直落地,算力不足、计算成本过高等问题逐渐凸显。

“硅基芯片大规模原子制造技术的发展可能带来计算和智能技术的基础性变革。”许宁生认

为,应在关键材料研制、微纳结构集成、核心加工制造检测等领域开展关键技术研究,推动实现硅基芯片的原子制造。

那么,什么样的材料适用于芯片等元器件的原子制造?复旦大学物理学系教授张远波介绍,国际上认为二维半导体是1纳米及以下节点的重要材料体系,也是唯一公认能够延续摩尔定律的材料。

二维材料具有独特的单分子层晶体结构,例如石墨烯是由碳原子组成的二维材料。“二维材料及器件有高载流子迁移率、丰富电学性能等特点,在1纳米的条件下仍能正常工作,有望突破传统半导体器件的极限。”张远波介绍,近年来,在二维材料的缺陷调控、应力调控、电荷调控、转角堆叠调控等方面,学界取得了巨大进步。例如,晶圆级的二维材料生长已经实现,基于二维半导体集成工艺也已经能够实现大部分硅基电路功能。

关键在于精准可控组装

尽管不少二维材料实现了较大规模的实验

室生产,但二维材料仍难以根据需求“随心”构筑。与会专家认为,操纵二维材料和结构,进而构筑异质结构和器件,实现其性质与功能的人工设计与调控,仍是原子制造的核心科学问题。

“通过学习自然,开发先进制造技术,可以实现原子团簇或分子的精准可控组装与制造。”中国科学院院士刘云圻认为,信息技术微型化发展要求原子制造领域在结构、序列、取向、堆叠方式等方面从简单、无序、经验型向复杂、有序、智能型方向发展。

“更为神奇的是,在微观层面,如果将原子或分子按照我们想要的方式排列,就会获得千变万化的性能。”刘云圻说,这些性能是宏观制造难以获得的。需要深入认识微观分子的反应和组装规律,掌握材料的基本物理性质,进而构筑新型柔性微纳器件,以满足未来对人造智慧体制备的需要。

此外,二维材料制造时的实时在线检测,对其生长的严格控制也十分关键。国家纳米科学中心研究员谢黎明介绍,为了揭示相关二维材料

的生长机制,团队研发了高温原位光学成像技术,可在化学气相沉积系统内植入高温显微成像镜头,实现950摄氏度下1微米空间分辨率的二维材料生长实时成像,从而揭示二维材料的生长动力学与生长机制,获得其生长速率、扩散速率等关键参数。

工欲善其事,必先利其器。基于高分辨率的在线观测,以及离线的扫描透射电子显微镜成像数据,团队发展出液相边缘外延生长方法和设备,实现了二硫化钼的全单层生长。

中国科学院物理研究所研究员张广宇团队则基于高质量二维二硫化钼晶圆生长的基础,通过界面缓冲层控制的新策略,在工业兼容的C面蓝宝石衬底上成功外延生长出2英寸的单层二硫化钼单晶薄膜。相较于硅,二硫化钼具有更强的电子控制能力,被认为是制造下一代芯片的理想材料。

瞄准功能“定制”目标

如何使用大规模集成二维材料制备的晶体管,制备运算速度更快、更省电的芯片?这样的芯片究竟长什么样?

张广宇表示,从操控原子出发形成最终产品,使其具备结构上的原子精准和功能上的“定制”,是继微纳制造之后的下一代制造技术。当前,原子尺度的相关产品处于萌芽阶段,更多技术路线正在不断研发中。

“后摩尔时代的计算机芯片需要在工艺和架构方面突破经典架构,其中兼容半导体工艺的固态量子计算芯片是一种有竞争力的技术路线。”西安交通大学材料学院自旋电子材料与量子器件研究中心教授潘毅介绍,由高度相干的全同量子点构成的量子比特是构成固态量子芯片的基本单元。

为了制造全同的人工量子点,潘毅团队与德国PDI研究所合作,利用扫描隧道显微镜进行原子操纵,在砷化镓表面构筑了多个全同性良好的人工量子点。这种方法有望成为未来固态量子计算所需的大规模耦合量子点阵列的重要制造方式。

与会专家表示,以定向自组装诱导图形化工艺技术、冷阴极并行电子束直写刻蚀装备技术、大规模扫描探针装备技术、X光光刻装备技术等为代表的加工技术也在不断完善和发展,为工业级的大规模原子制造提供支撑。

据《科技日报》作者:张佳星

在轨实施181项科学与应用项目

中国空间站实现多个“首次”

中国载人航天工程办公室日前首次发布《中国空间站科学研究与应用进展报告》(2024年)(以下简称《报告》),对两年来中国空间站的科学研究与应用进展进行了系统性总结,集中回应社会各界对中国空间站建设发展的关切期待。其中,在中国空间站开展的系列科技项目尤其引人瞩目。记者走进中国空间站这座国家太空实验室,看看那些在太空开展的科学研究和应用,究竟有何不一般。

不可多得的太空实验室

中国空间站由天和核心舱、问天实验舱和梦天实验舱组成,是我国独立自主设计的“太空之家”。这三个舱段均有独立的电源、控制、推进和测控系统。中国航天科技集团有限公司第五研究院空间站系统总设计师杨宏院士介绍,通过交会对接和在轨平面转位完成组装建造,中国空间站与载人飞船、货运飞船等共同构成百吨级载人空间站,利用信息网络技术融合使用各航天器功能与资源。

这三个舱段各有何妙用?杨宏表示,天和核心舱负责空间站的统一管理和控制;问天实验舱开展空间科学实(试)验,同时具有能源管理、信息管理、控制系统和载人环境等关键功能备份;梦天实验舱主要开展空间科学实(试)验。

中国空间站的建成,标志着我国独立掌握了近地轨道大型航天器在轨组装建造技术,具备了开展空间长期有人参与科学技术实(试)验的能力。目前,在中国空间站开展的首批空间科学、应用实验与技术试验项目进展顺利、成果丰硕,具有一定的前沿性和创新性。

《报告》显示,目前,中国共规划了空间生命与人体研究、微重力物理学、空间天文与地球科学、空间新技术与应用四大研究领域、32个研究主题。截至2024年12月1日,已在轨实施181项科学与应用项目,上行近2吨科学物资,下行实验样品近百种,获取科学数据超过300TB。这些成果全面展示了我国在空间科技领域的能力水平和创新精神,同时也为后续空间科学研究取得突破性科学机理认知、加速成果转化和取得广阔应用效益总结了有益经验。

凭借长期微重力、宇宙辐射等独特环境条件,以及航天员亲身参与、天地往返运输等突出优势,中国空间站已然成为一座弥足珍贵的国家太空实验室。

首次开展太空人体血管研究

此次发布的《报告》从目前取得研究数据、完成在轨实验、获得突出进展的科学与应用项目中,择优遴选了34项代表性科学研究与应用成果予以介绍。可以看到,这些代表性成果,实现多个国内外

“首次”。

在空间生命科学与人体研究领域,中国科研团队完成了水稻“从种子到种子”的全生命周期空间培育,在国际上首次获得空间发育的水稻和再生稻新的种质资源,并在样品返回地面后实现了大田种植,证明在空间站发育的水稻种子具有活力和繁殖能力。

在斑马鱼实验中,科研团队研制的空间水生生态系统在空间站稳定运行43天,实现了中国在太空培养脊椎动物的突破,获得了国际上空间水生生态系统在轨运行的最长纪录。科学家还通过天地对比发现,斑马鱼在轨出现背腹面颠倒游泳、旋转运动、转圈等空间运动行为异常现象。为后续利用斑马鱼作为动物模型进行航天员空间健康研究建立了实验平台,为未来构建空间生态系统提供了良好的生物元件。

令人欣喜的是,利用生物技术实验柜开展的空间微重力下的人胚胎干细胞的早期造血分化实验,首次在轨实现人多功能干细胞分化出造血干细胞/前体细胞,揭示微重力通过影响整合素信号来促进早期造血分化的分子机制,为解决地面人多功能干细胞造血分化效率低的问题提供了新思路。

由于在太空微重力环境下,航天员可能会面临骨质疏松及肌肉萎缩的问题,科研人员针对长期失重导致骨丢失难题,在国际上首次分析了长期飞行航天员骨代谢影响糖脂代谢的规律及机制,自主研发出了骨丢失对抗仪等设施,通过短时、高频、低幅的直接力刺激作用于下肢胫骨,有效促进成骨细胞活性,抑制骨丢失,这些科研成果不仅服务于航天员在轨健康保障,也将应用于大众健康。

中国科研团队还将人工血管芯片送入太空,这是中国首个“太空器官芯片”研究项目,亦是国际上首次开展太空人体血管研究的器官芯片项目,为科学有效对抗航天员器官损伤和防护方法提供了理论和实验依据。该项目的成功开展表明我国已具备在轨开展器官芯片相关项目实验研究的能力,将空间生物医学实验从2D细胞提升到3D组织器官实验。

此外,空间站双光子显微镜(基于双光子效应的原理而成像的显微镜)在国际上首次实现正常运行,突破了小型化、微重力适用性、抗振动冲击等多项技术,获取了航天员不同部位皮肤的高精度三维影像数据,在细胞和分子水平上在轨实时无创检测了机体应激反应信息,为航天员在轨健康监测提供了新的基于双光子显微成像技术的方案。如今,这项技术已经完成产业化转化。

打开人类地外生存探索之门

借助空间站强大的太空实验资源,空间站里对

人类在地外长期生存的探索还有很多。

在微重力物理学领域,中国科学家在国际上首次发现了低热流密度下重力主导池沸腾传热性能的临界值,且在重力主导下的传热性能随重力提高不升反降,弥补了国际上关于重力连续变化时低热流密度池沸腾传热过程中准稳态实验数据的缺失,丰富了对池沸腾传热重力标度行为的认知,并为未来月球、火星探测等任务先进热控、流体管理技术研发提供指导。

《报告》还显示,我国在国际上首次突破空间冷原子干涉陀螺技术,相关指标处于国际领先水平,为发展中国空间量子惯性传感技术奠定基础。据介绍,空间量子惯性传感技术有望应用于引力波探测、暗物质探测、重力卫星、重力梯度卫星等各项空间科学和应用任务。

在空间新技术与应用领域,我国在天舟五号货运飞船舱外完成了国内首次空间氢氧燃料电池在轨实验,验证了氢氧燃料电池在轨运行的安全性和可靠性。这一成果可有效指导空间燃料电池的设计和研制,后续可应用于月面驻留、移动等月面任务,也可应用于深空探测及其他宇航高比能供电任务,同时还能推广应用于水下等特殊应用场景。

利用航天基础试验机柜提供的支撑资源,科研团队首次揭示了液态金属管内对流的层流——湍流转变特性,填补了过渡区实验数据的空白,其在轨试验获得的相关成果已应用于民用工业领域功率器件小型液态金属散热器回路装置的研发,有望实现液态金属高效散热技术在民用领域的应用突破。

作为航天器电源系统新技术,斯特林热电转换系统具有结构简单、效率高、质量轻、启动快、振动小及噪声低等优点,是未来深空探测等不依赖太阳能的空间任务的技术路线,具有广阔的应用前景。中国科研团队在国内首次开展了空间用百瓦级斯特林热电转换技术在轨验证应用,效率(同等温比条件下)等综合技术指标达到了国际先进水平。解决了空间高效自由活塞斯特林热电转换技术在轨应用难题,提高自由活塞斯特林热电转换技术的成熟度和空间适应性,该验证成果为未来空间高效同位素电源等不完全依赖太阳能任务的能源技术应用奠定基础,可应用于月球科考站、木星系及太阳系边缘探测等任务,满足我国未来空间任务对于先进空间电源系统的迫切需求。

此外,中国空间站将在今后10年到15年的运营中陆续开展千余项研究,积极开展科学普及和国际合作,广泛凝聚国内外高水平科学团队。这些精心挑选的高水平科学研究项目将促进我国空间科学、空间技术、空间应用的快速发展,也将为推动科技强国、航天强国建设作出更大贡献。

据《光明日报》作者:章文

► 科工前沿

半导体大模型“上新”可缩短芯片设计时间

近日,全球首个面向半导体行业的专用开源大语言模型“SemiKong”发布了70B版本。

SemiKong是由Aitomatic公司和“人工智能联盟”合作伙伴共同开发的开源大语言模型,是世界上第一个专门为满足半导体行业需求而设计的大语言模型。Aitomatic公司宣称,SemiKong有望在未来5年内重塑价值5000亿美元的半导体行业。

在半导体领域,SemiKong生成特定内容和理解复杂过程方面的表现优于多个闭源大语言模型。该模型可将新芯片设计的市面时间缩短20%至30%,并将一次流片成功率提高15%至25%。

据《人民邮电报》作者:清源

美好时光“纸”传祝福

新婚祝福 | 爱情祝福 | 升学祝福 | 生日祝福
纪念日祝福 | 节日祝福

刊登价格	999元/期 (7.2*10cm)
299元/期 (7.2*3cm)	1314元/期 (14.6*6cm)
520元/期 (7.2*5cm)	1999元/期 (14.6*10cm)

祝福启事
咨询热线: 0532-83861285

拍卖公告

受委托,我公司定于2025年1月17日9:30在中拍平台(paimai.caa123.org.cn)对以下标的进行拍卖。

一、拍卖标的:1.茅台生肖酒38瓶,起拍价10.74384万元;2.标称贵州茅台酒(不带杯)48瓶,起拍价11.67588万元;3.标称贵州茅台酒643瓶,起拍价154.81287万元;4.标称贵州茅台酒十五年75瓶,起拍价35.5887万元;5.标称贵州茅台酒三十年、五十年共15瓶,起拍价21.03453万元;6.红领购物卡一宗,卡内余额3.548万元,起拍价3.1932万元;7.良辰凯悦购物卡一宗,卡内余额1.68433万元,起拍价1.515897万元;8.金盾加油卡一宗,卡内余额2.3万元,起拍价2.07万元;9.名特优购物卡一宗,卡内余额0.2万元,起拍价0.18万元;10.永旺东泰购物卡一张,卡内余额0.085538万元,起拍价0.076985万元;11.鲁BEW562迈腾牌轿车、鲁B6WX66江铃牌货车、鲁BIPY38江铃牌货车,综合起拍价1.968万元;12.平度市仁兆镇文化路57号1#楼房地产5年期租赁权,起拍价2万元/年。

二、拍卖标的展示时间、地点:2025年1月14日—15日,在标的所在地看样。

三、竞买登记手续办理:2025年1月16日16:00前持有效证件和竞买保证金(起拍价的20%)缴纳凭证到青岛市即墨区通济街106-1号办理。

四、咨询电话:0532-8356888、68619888。

微信公众号:中和拍卖

青岛中和拍卖有限责任公司

2025年1月10日