

在 8 纳米宽硅片上“雕刻”

## 计算机芯片新技术创纪录

本报讯 一台比英国伦敦双层巴士还要大的强力光源创造了一项新纪录——在只有 8 纳米宽的硅片上构建结构。这是商用芯片图案化系统一次性制造出的最小结构。近日,该系统在美国圣何塞举行的国际光学工程学会先进光刻与图案化会议上进行了展示。该系统制造商、荷兰 ASML 公司称,与上一代光源相比,该系统制造的计算机芯片的晶体管数量增加了 2.9 倍。

该设备将极紫外光(EUV)通过带有图案的“掩模”投射到涂有光敏化学物质的硅晶圆表面。在光照下,这些化学物质会按照相同的图案固化。随后,对晶圆进行化学蚀刻并重复该过程,能够制造出芯片所有的电子元件,包括被称为晶体管的微型开关和连接它们的精细线路。

这种被称为 EUV 光刻的技术并不新鲜。但 ASML 的最新设备配备了超强光学元件,能够制造出更小的晶体管。在给定面积的芯片上集成越来越多且越来越小的晶体管,有助于推动计算技术的进步。晶体管数量更多的芯片还能帮助人工智能数据中心在不增加能耗的情况下处理更多计算任务。

ASML 已向美国英特尔公司和韩国 SK 海力士公司等客户交付了约 10 台此类 EUV 设

备,造价约 4 亿美元。ASML 研究计量部门负责人 Maarten Voncken 表示,这些公司将利用这些设备制造下一代芯片。Voncken 表示,得益于人工智能的蓬勃发展,“芯片数量和规模的需求都达到了空前水平”。

用于智能手机和人工智能数据中心的高性能计算机芯片,其制造精度已接近原子级。芯片行业遵循着摩尔定律,即芯片上的晶体管数量大约每两年翻一番。这并非自然法则,但在工程师和物理学家的努力下一直得以实现。然而,随着人工智能对更高速芯片的需求不断增长,要延续摩尔定律变得越来越困难。

光刻系统的改进将对此有所帮助。光的波长越短,在晶圆上蚀刻出的特征就越小。光处理系统的性能也至关重要,具有更高无量纲参数“数值孔径”的系统,能够以更宽的角度范围发射光线。这会带来更好的图像对比度,从而实现更高的分辨率,意味着芯片制造商可以利用这些系统在芯片上集成更高密度的晶体管。

上世纪 90 年代至 21 世纪初使用的光刻设备采用了波长为 193 纳米的深紫外光,这是当时利用常见的透镜类型所能定向的最短波长。

相比之下,ASML 设备产生的 EUV 波长仅为 13.5 纳米。上世纪 80 年代在美国贝尔实验室

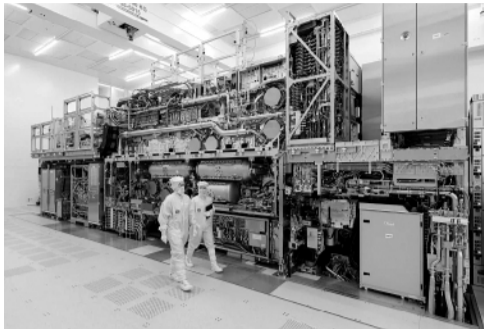
从事 EUV 光刻研究的电气工程师 Jeffrey Bokor 说,几十年前 EUV 光刻技术的研究曾被视为“异想天开”。这种看法并非毫无道理: EUV 几乎会被所有物质吸收,包括透镜甚至空气,唯有借助极其精密的反射镜才能进行控制。

为产生 EUV, ASML 的设备利用激光轰击真空环境中的熔融锡滴。这一过程会产生一种能发射 EUV 的等离子体。为了将光线导向芯片,这些设备使用了德国蔡司光学公司制造的由纳米级薄层硅和钼制成的镜片。Bokor 说,如果镜面上存在仅几个原子大小的微小瑕疵,成像质量就会受到影响。

Voncken 表示, ASML 最新 EUV 光刻机中的镜片比上一代更大,其中一些镜片直径超过 1 米,且形状略有不同。此次升级意味着最新设备的数值孔径达到 0.55,而旧款机型仅为 0.33。

在比利时独立半导体研究机构 Imec 进行的测试中,这些改进使 ASML 的新设备能够制造出前所未有的结构。

Voncken 透露, ASML 正在努力将数值孔径提升至 0.75,他们将这一数值范围命名为“超数值孔径”(hyper-NA)。超越 hyper-NA 后,若要进一步提升光刻分辨率,就必须转向更短的波长,甚至深入 X 射线波段。但 Bokor 指出,改变



这种芯片图案化系统利用极紫外光在硅片上“绘制”图案。图片来源: ASML

波长需要对整个系统的所有部件进行调整。此外,如果晶体管比当前尺寸小,就会发生电荷泄漏,从而降低芯片性能。

Imec 光刻研究副总裁 Geert Vanderberghe 表示,未来的发展方向不在于将更多晶体管塞进二维空间,而在于堆叠。Imec 技术路线图中的未来设计方案包括将两个晶体管上下堆叠。然而堆叠更多层则面临技术挑战,因为计算产生的大量电子流动会产生难以散发的热量,甚至可能熔化芯片。工程师目前正在研究散热方案。(文乐乐)

## 新型 AI 模型可通过血检识别多种神经退行性疾病

据新华社电 瑞典隆德大学日前宣布,该校参与研发出一种新型人工智能(AI)模型,可通过单次血液检测辅助识别多种神经退行性疾病,为相关疾病早期筛查和辅助诊断提供新思路。相关研究成果发表于《自然-医学》。

隆德大学发布的新闻公报说,不同神经退行性疾病在早期往往表现出相似症状,与年龄相关的认知功能下降成因也较为复杂,患者大脑中还可能同时存在多种相互重叠的病理过程,进一步增加了临床诊断难度。

隆德大学等机构的研究人员基于超过 1.7 万名患者及健康对照者的蛋白质组学数据,开发出一种 AI 模型。该模型通过学习多种疾病的血液蛋白特征,能够识别出一组特定蛋白,从而识别不同疾病。结果显示,这一模型可识别 5 种疾病或情况,包括阿尔茨海默病、帕金森病、肌萎缩侧索硬化症、额颞叶痴呆以及卒中病史。

研究显示,基于蛋白特征预测认知能力下降的效果可能优于现有临床诊断。研究人员认为,即使临床上被诊断为同一种疾病,不同患者所患疾病的生物学亚型也可能不同。例如,许多被诊断为阿尔茨海默病的患者,其蛋白特征却与其他脑部疾病更为相似,这可能意味着这些患者同时存在一种以上疾病,也可能说明阿尔茨海默病本身存在不同发展路径,或者临床诊断准确性仍有进一步提高的空间。

研究人员表示,除辅助诊断外,该模型还显示了关于神经退行性疾病致病机制的潜在研究方向。研究团队希望未来逐步开发出更可靠的血液检测方法,在尽量减少依赖其他临床检测手段的情况下,实现对多种神经退行性疾病的识别和区分。(朱昊晨 徐谦)

## “杀人鸟”戴着发光“头盔”

本报讯 食火鸡又称“杀人鸟”,曾被吉尼斯世界纪录认证为“世界上最危险鸟类”,现在它变得更加有趣了。

食火鸡(鹤鸵),主要分布于澳大利亚、新几内亚及附近岛屿的热带雨林中,体高可达 1.8 米,体重约 70 千克,足具三趾且内侧趾拥有匕首般锋利的长爪,奔跑时速可达 50 千米。其攻击性主要源于领地意识和自卫本能,人类若不当接触极易受到伤害。

这种攻击性强、不会飞的鸟类头顶有一个名为“盔突”的结构,其作用一直困扰着科学家。

在人类眼中,这种头饰看起来相当普通,但近日发表于《科学报告》的一项研究发现,盔突在紫外线下会发出荧光,可能有助于鸟类的视觉表现。

当美国纽约理工学院的研究人员在紫外线照射下检查食火鸡时,发现这种头饰最外层的角蛋白鞘——就像人类的指甲和头发的蛋白质一样——会发出荧光,且不同种类的食火鸡的荧光图案也不相同。

研究表明,无论是北方的食火鸡,还是南方的食火鸡,理论上,这种荧光都落在食火鸡能够看到的波长范围内。然而纽约理工学院的解剖学家和古生物学家 Todd Green 说,目前还不能确定这些鸟能否感知图案的差异。

尽管这些盔突的功能尚不清楚,但是 Green 指出,这种头饰给食火鸡增加的高度可能会帮助它们威慑领地上的任何入侵者。他补充说,这项研究可能适用于所有头部生有神秘装饰的动物,而不仅仅是食火鸡。

“如果我们能搞清现代动物使用这种奇怪头饰是为了什么,我们就可以把它带入化石记录中,更好地了解已经灭绝的恐龙。”Green 表示。(赵熙照)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41598-026-40230-1>



BMI 可能并没有想象中那么靠谱。

图片来源: Shutterstock

一项近日发表于《营养素》的研究发现,使用最广泛的健康指标——身体质量指数(BMI),可能误判了許多人。

通过将 BMI 分类结果与双能 X 射线吸收法(DXA)测量体脂的结果进行对比,研究人员发现,BMI 经常错误地将个体归类为超重或肥胖。DXA 被认为是一种“金标准”,能够根据年龄和体脂率来划分体重状况,从而更直接地评估肥胖程度。

近年来,BMI 受到了越来越多的批评,因为它不能直接测量体脂,也无法反映体脂在体内的分布情况。论文作者、意大利摩德纳大学的 Marwan El Ghoch 说,这一局限性使得 BMI 难以准确反映肥胖。尽管如此,BMI 仍在临床护理和非临床环境中得到广泛使用。

为更好了解 BMI 的可靠性,意大利维罗纳大学、摩德纳大学的研究人员对使用 DXA 测量体脂的一个普通人群进行了调查。该研究涉及 1351 名 18 至 98 岁的成年人,其中 60% 为女性。

按照世界卫生组织的标准 BMI 分类,19 名(1.4%)BMI 低于 18.5 的参与者被归类为体重过轻;787 名(58.3%)BMI 为 18.5 至 24.9 的

## 科学此刻

## 1/3 成年人 BMI 分类有误

参与者被归类为体重正常,354 名(26.2%)BMI 在 25 至 29.9 的参与者被归类为超重;191 名(14.1%)BMI 超过 30 的参与者被归类为肥胖。

随后,研究人员使用 DXA 测量的体脂率重新评估了参与者。

结果表明,对参与者的评估存在显著差异。根据 DXA 的测量结果,在 BMI 归类为肥胖的人群中,超 1/3(34%)的人实际上属于超重类别。而在 BMI 归类为超重的人群中,

超半数(53%)的人被归入了错误类别。其中约 3/4 的人实际处于正常体重范围,其余 1/4 符合肥胖标准。

研究人员发现,BMI 和 DXA 在正常体重范围内显示出更高的一致性——两者在 78% 的情况下结果一致。而体重过轻组的差异最大。在 BMI 低于 18.5 被归类为体重过轻的 19 人中,有 13 人在 DXA 测量后被归入体重正常人群。

总体而言,DXA 的结果显示,参与者的综合超重和肥胖率约为 37%,而使用 BMI 时为 41%。

“我们的研究凸显了一个事实,即在意大利人中,超 1/3 的成年人被错误归类,并置于不正确的体重类别中。”El Ghoch 说。

研究人员认为,意大利公共卫生指南应进行更新,除 BMI 外,还应纳入可直接测量身体成分的其他工具和指标。他们还指出,类似的分类错误也可能存在于全球的白人中。不过,需要进一步研究以确定这些发现是否适用于不同种族和地区的人群。(徐锐)

相关论文信息: <https://doi.org/10.3390/nu17132162>

## 绕月飞船厕所出故障,太空如厕为何这么难

■新华社记者 李雯

搭乘“猎户座”飞船的 4 名宇航员计划于美国东部时间 4 月 6 日经过本次“阿耳忒弥斯 2 号”载人绕月飞行任务距离月球最近的位置。飞船发射以来,让宇航员和地面控制人员头疼的是,专门为任务研发的“太空厕所”故障不断,一直无法正常使。太空中的厕所究竟是什么样子?宇航员在太空中如何如厕?

根据美国国家航空航天局(NASA)官网信息,“猎户座”飞船搭载的厕所名为“通用废物管理系统”,专为解决长期困扰宇航员的“太空如厕”问题研发。“阿耳忒弥斯 2 号”任务是 1972 年美国阿波罗 17 号登月任务结束后美国首次载人飞向月球。在“阿波罗”时代,狭窄的飞船内没有厕所,宇航员排尿使用橡胶收集套和软管装置,排便则须将专用塑料袋贴在身上。在失重条件下,贴上袋子已足够困难,宇航员“方便”后还必须手动混入一包杀菌剂,以防密封袋内滋生细菌和产生气体。

这种方式容易发生“泄漏”。据美国媒体报道,在阿波罗 8 号任务和阿波罗 10 号任务中,

宇航员都不得不手动收集漂浮在舱内的“异物”。NASA 在阿波罗登月计划结束后发布的一份报告中承认,就宇航员们的满意度而言,“废物处理必须打低分”。

后来,研究人员设计出一种可在微重力环境下工作的真空废物收集系统,美国航天飞机和国际空间站上早期均使用了这种系统,但该系统存在明显局限性,没有为女性考虑,也不能同时处理尿液和粪便,而且只用帘子较低程度地保护隐私。

据《科学美国人》杂志介绍,“阿耳忒弥斯 2 号”使用的“通用废物管理系统”研发历时超过 10 年。NASA2015 年与美国柯林斯航空航天公司签署合同,期望能够解决有关太空厕所的根本问题,且能适用于 NASA 计划开展的月球和火星任务。

“通用废物管理系统”使用 3D 打印钛金属制成,采用轻量化和标准化设计,以适应不同类型的航天器。该系统的首个版本发生于 2020 年在国际空间站上进行了测试,经过进一步调整后安

装到“猎户座”飞船上。

该系统利用真空吸力将尿液和粪便吸入适当的容器中保存处理,用于吸尿的漏斗和用于排便的坐便器可同时使用,更符合女性宇航员需求。此外,该系统还配备了帮助宇航员在微重力环境下保持稳定的脚部束缚带和扶手,甚至还有一扇门可以更好地保护隐私。

然而,“猎户座”飞船上的这套新型厕所于 1 日发射后不久便出现故障。地面任务控制中心指导宇航员修复了故障。但不久后厕所再次出现故障,工程师们怀疑管道可能结冰堵塞,导致尿液无法排出飞船外。宇航员还报告厕所传出“烧焦的气味”。这种情况下,地面任务控制中心已指示宇航员们更多使用备用的尿液收集袋。

“猎户座”项目副经理黛比·科恩表示,太空厕所始终是一个挑战,之前航天飞机上的厕所也常出现故障。“阿耳忒弥斯 2 号”任务管理团队主席约翰·霍尼克特说,宇航员目前“还好”,“他们接受过如何应对这种情况的培训”。

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【科学】

## 用小方法集研究复杂大环的 发散性和可编程骨架重构

法国斯特拉斯堡大学的 Amir H. Hoveyda 团队用小方法集研究了复杂大环的发散性和可编程骨架重构。近日,相关研究成果发表于《科学》。

复杂有机大环分子的生物活性会因其三维结构轮廓的不同而出现难以预测的变化。

研究人员提出一种精简、可编程且系统化的大环骨架重塑策略。其核心多样化平台(枢纽)是一种易于获得的大环烯烃或二烯烃,需要经过 6 步转化,除一步外均为催化反应:通过大环开环/交叉烯烃复分解裂解一个环生成二烯;通过交叉烯烃复分解和烯丙基取代进行单单元链同系化;通过烯烃异构化和乙炔醇解进行单单元链剪切;通过大环闭环烯烃复分解重新成环。

这些方法实用、温和、高效且可迭代。研究人员通过一个发散式反应网络,从二烯枢纽出发,合成了抗癌药物埃博霉素 C 的 14 个类似物。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1126/science.aec3540>

## 北半球冰川作用加剧 千年尺度气候变化开始显现

英国剑桥大学的 David A. Hodell 团队报道了随着北半球冰川作用加剧,千年尺度气候变化(MCV)开始显现。近日,相关研究成果发表于《科学》。

第四纪时期(距今约 258 万年)的特征是北半球大型冰原的消长进退。通过研究伊比利亚边缘沉积物序列,研究人员证实,大约 270 万年前,北半球冰盖的扩张伴随冰川期内 MCV 的出现。

MCV 在约 270 万年前初现端倪,伴随着零星的前兆事件,随后在约 250 万年前又出现了多次千年尺度的气候振荡。这些事件与北大西洋中浮冰碎屑沉积的情况相吻合,这表明海洋型冰盖发挥了重要作用。一旦形成,MCV 便成为第四纪冰期气候的一个固有特征。

研究结果表明,北半球冰川作用对多时间尺度上的气候变化产生了深远影响。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1126/science.ad7970>

【自然】

## 阿秒分子光离中的 纠缠和电子相干性

西班牙马德里自治大学的团队研究了阿秒分子光离中的纠缠和电子相干性。近日,相关研究成果发表于《自然》。

由分子光电离产生的电子相干性是阿秒电荷定向过程的基础,而后者作为实现可控电荷定向反应的可能途径被广泛研究。然而,光电离常常产生纠缠的离子和光电子。这种纠缠削弱了在离子内部或其伴随的光电子中探索超快电子动力学的能力。

研究人员展示了实验与计算结果:通过相位锁定的两个孤立阿秒激光脉冲与一个少周期近红外激光脉冲的组合,对氢分子进行电离。在解离的 H<sub>2</sub><sup>+</sup> 离子中,电子相干性受到离子-光电子纠缠的影响。研究人员通过改变两个阿秒脉冲之间的延迟,以及这些脉冲与少周期近红外脉冲之间的延迟,展示了对纠缠度的实验控制。

研究表明,在阿秒实验中,为优化观测电子相干性,充分考虑量子纠缠的作用至关重要。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41586-026-10230-2>

## 一种副作用极小的 阿片受体超级激动剂镇痛药

美国国家药物滥用研究所的 Michael Michaelides 团队研制了一种副作用极小的 μ-阿片受体(MOR)超级激动剂镇痛药。相关研究成果近日发表于《自然》。

开发安全有效的镇痛药是一项持续挑战。MOR 激动剂是必不可少镇痛药物,但也会引起不良副作用,包括呼吸抑制、便秘、耐受性、依赖性、戒断和成瘾。传统上减少不良反应的策略包括开发具有低内在功效或优先激活 G 蛋白信号而不是 β-抑制素信号的 MOR 激动剂。

研究人员研制了一种具有超强内在功效和独特药理学特征的新型 MOR 激动剂,在啮齿类动物中产生了有效的镇痛作用,且副作用极小。N-去乙酰基硝基基(DFNZ)由一类合成的苯并咪唑类阿片类药物硝基衍生物。DFNZ 具有受限的脑部穿透性、独特的 MOR 细胞时空调控特征,并且对 MOR-3 GAL1 受体(GAL1)异聚体的功效降低。重复暴露后,DFNZ 不会引起呼吸抑制、耐受性或 MOR 下调。与其他 MOR 激动剂相比,DFNZ 对伏隔核多巴胺神经传递的影响有限,在给药过程中的强化作用较弱。

这些结果提供了关于 MOR 和硝基类药理学的新见解,对疼痛和成瘾治疗具有重要意义,并挑战了高效 MOR 激动剂不能成为安全有效治疗剂的普遍认知。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41586-026-10299-9>

更多内容详见科学网小柯机器人频道: <http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>