

看二维材料王国开疆拓土

石墨烯后又一轮超级材料创新高潮袭来

物理学家习惯使用他们所能想到的最好的词语来形容石墨烯。这层薄的单原子厚度的碳是灵活、透明的,比钢强、比铜导电好,虽然非常薄,但它实际上是二维材料。在2004年被分离出来后不久,石墨烯就成为全世界研究人员痴迷的对象。

不过,对Andras Kis而言并非如此。Kis表示,与石墨烯一样不可思议的是,“我觉得必须超越碳”。因此,在2008年,当他有机会在瑞士联邦理工学院(EPFL)组建自己的纳米电子学研究团队时,Kis专注于研究一种超材料。

这些材料有一个“笨拙”的名字:过渡金属硫化物(TMDC),但它们具有相当简单的二维结构。钼或钨等过渡金属原子的单排结构,夹在同样薄的硫元素层之间,例如硫和硒——在元素周期表中,它们均位于氧元素的下方。Kis表示,TMDC几乎与石墨烯同样薄、透明和灵活。“但它们莫名其妙地就得到一个没有趣的名声,我认为它们应该有第二次机会。”

他是对的。很快,研究人员发现,不同基础成分搭配制成的TMDC具有大范围的电子和光学特性。例如,与石墨烯不同,许多TMDC是半导体,这意味着它们有潜力被制成分子级别的数字处理器,甚至比硅更加节能。

在几年中,全世界大量实验室已经加入了追寻这种二维材料的行列。“最初是一种,然后是两种、三种,突然间,变成了二维材料王国。”Kis说。从2008年的零星出版,到现在每天6篇出版物问世,二维TMDC不断发展。物理学家认为可能有约500种二维材料,不只是石墨烯和TMDC,还包括单层金属氧化物和单元素材料。“如果你想要一个给定属性的二维材料,那么你能找到一个。”爱尔兰都柏林三一学院物理学家Jonathan Coleman说。

“每一个都像乐高积木,如果你将它们拼在一起,或许就能做出一个全新的东西。”Kis说。

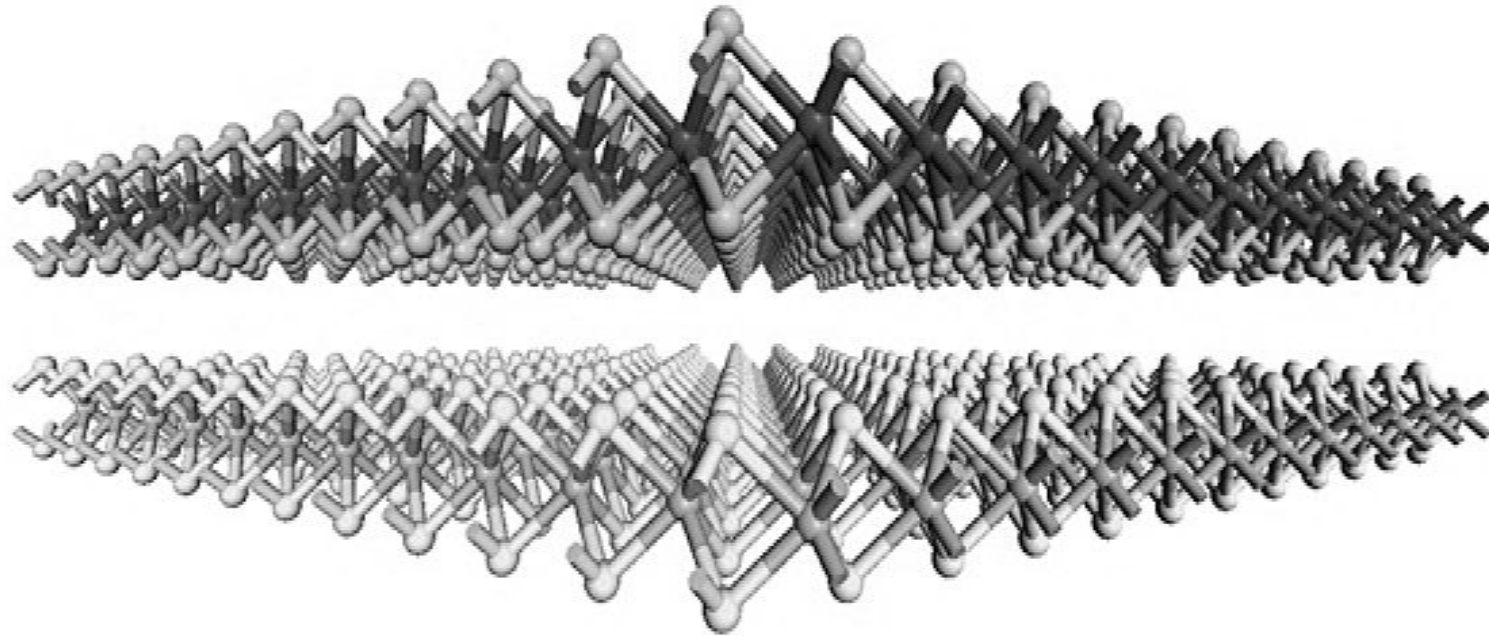
平面大冒险

仅几个原子厚度的材料,就能有非常不同的基本特性。“即便块体材料乏善可陈,但如果你能将它变为二维形式,它会打开新的大门。”中国复旦大学实验凝聚态物理学家张远波说。

碳就是一个典型的案例。2004年,物理学家Andre Geim和Konstantin Novoselov首次报告称,他们在英国曼彻斯特大学的实验室分离出了石墨烯。他们的技术非常简单。基本步骤是,在石墨薄片上按压一条胶带,然后将胶带撕下,石墨薄片上就残留有一些原子厚度的薄层。通过重复该过程,他们最终得到了单原子层,于是Geim和Novoselov得以开始研究石墨烯的特性。该研究获得2010年诺贝尔物理学奖。

物理学家很快开发出该物质的许多应用特性,从制作可弯曲屏幕到能源储存。但不幸的是,石墨烯并不适用于数字电子学领域。而对于这一领域而言,理想材料是半导体。

不过,Geim和Novoselov在制作石墨烯方面获得的成功激励了其他研究人员。Kis等人开始探索可替代的二维材料。于是,他们瞄准了TMDC。到2010年,Kis团队利用TMDC二硫化钼制出了首个单层晶体管,并预测有一天



多个类型的平面材料堆砌在一起,可能展现每个的最佳性能。

图片来源:H. Terrones et al

这些设备能提供柔性电子。2010年的诸多研究显示,二硫化钼能有效吸收和发射光,使其有望用于太阳能电池和光电探测器。

法国图卢兹物理和化学纳米实验室物理学家Bernhard Urbaszek表示,单层TMDC能捕获超过10%的摄入光子,这对于3个原子厚度的材料而言是一个不可思议的数字。这也帮助他们解决了另一个问题:将光转化为电。当光子撞到这个三层晶体管上时,能推动电子穿越能隙,并允许其穿过一个外部电路。每个自由电子会在该晶体中留下一个真空区,这里是电子本来的位置——一个带正电荷的洞。加上电压后,这些洞和电子会向不同的方向循环,从而产生一个电流净流。

该过程还能被逆转,即将电转化为光。如果电子和真空洞被从一个外部环路注入TMDC,当它们相遇时就会再次组合然后释放光子。这种光电相互转化的能力使得TMDC有望被用于利用光传输信息、用作微小的低功率光源,甚至激光。

不过,二硫化钼的电子迁移率仍然不够高,很难在拥挤的电子市场中具有竞争优势。其原因是这种材料的结构特征,电子在其内部移动时,碰到较大的金属原子后会在其结构内发生弹离,从而降低迁移速度。

今年,4个不同的研究小组均发现,TMDC二硫化钼能吸收和释放单个光子。Urbaszek提到,量子密码和通讯领域正是需要这样的发射器,当你“按下按钮,就能得到一个光子”。现有的单光子发射器通常由块状半导体制成,而二维材料将更小且更容易与其他设备集成。

元素偏移

也有研究小组正在探索元素周期表的不同部分,张远波小组和美国普渡大学的Peide Ye研

究组,在去年成功制备了基于新型二维晶体黑磷的场效应晶体管器件。这一新型二维半导体材料是继石墨烯、二硫化钼之后的又一重要进展,为二维晶体材料家族增添了一位新成员。

黑磷是磷的一种同素异形体,是由单层的磷原子堆叠而成的二维晶体。与石墨烯最大的不同是,黑磷有一个半导体能隙,而且比硅烯更稳定。黑磷的半导体能隙是个直接能隙,将增强其和光的直接耦合,让黑磷成为未来光电器件(例如光电传感器)的一个备选材料。

不过,与其他纯元素二维材料一样,黑磷能与氧气和水发生非常强的反应。“在24小时后,我们可以看到材料表面的气泡,然后整个设备在数日内就会失效。”德州大学奥斯汀分校二维黑磷专家Joon-Seok Kim说。如果要使其持续数小时,就需要将它夹在其他材料层之间。这种天然的不稳定性,使制造设备十分困难。因此,法国艾克斯·马赛大学物理学家Guy Le Lay预计,目前有关黑磷的80%的论文仍停留在理论阶段。

而且,中国台湾新竹“国立清华大学”材料学教授Yi-Hsien Lee也表示,二维黑磷单晶之所以获得一些研究人员的青睐,是因为这种材料易于上手——像石墨烯那样,可以轻而易举地用透明胶带剥离黑磷的薄片。“这是同一种方法。但这并不意味着,二维黑磷单晶前景大好。”

尽管如此,张远波和Ye在制造黑磷晶体管方面仍取得成功。而且,今年首个硅烯晶体管问世。两年前,科学家曾指出,现有技术无法制造硅烯晶体管。“因此,预测未来通常十分危险。”Ye开玩笑称。但Le Lay认为仍有困难难以克服。

正当一些物理学家在寻找新二维材料,并试图弄清其特性时,其他人则在将它们夹在一起。“与试图选出一材料并说这是最好的不

同,或许最好的方法是将它们以某种方式结合在一起,以便它们不同的特性能被适当应用。”Kis说。这可能意味着,堆积不同的二维材料,制成微小、密集三维环路。

实际预测

欧盟石墨烯旗舰项目负责人、瑞典歌德堡查尔姆斯理工大学物理学家Jari Kinaret表示,当前围绕二维材料的熙攘,让人联想到2005年石墨烯带给人们的兴奋。该项目也研究其他二维材料。但Kinaret警告称,可能需要20年才能预估这些材料的潜在性能。“最初的二维材料研究主要关注其电子特性,因为这更接近物理学家的内心。”Kinaret说,“但我认为,这些应用如果能到来,可能完全出乎意料。”

那些在实验室里看上去很好的材料,通常在现实世界里无法发挥其功效。所有二维材料面临的一个重要问题是,如何便宜地制造统一、无缺陷的薄层。“粘带方法”能很好地适用于TMDC和黑磷,但却浪费时间。而且,在制作块体黑磷时,该方法成本较高。目前,没有人能从零开始完善单层二维材料的制备,更不必说物理学家认为有前途的分层结构了。“需要很长时间制作我们的异质结构。”华盛顿大学物理学家徐晓东(音译)说,“我们如何能加速或自动制备?还有很多工作要做。”

这些实际问题将阻碍二维材料实现其最初的“愿景”。“有许多这样的工作,结果只是一时狂热。”Kis说,“但我认为如此多的材料和不同特性,将能确保产生一些结果。”同时,Coleman指出,二维材料王国正在扩张。单层砷烯已经在研究人员头脑中占有一席之地。

“当人们开始扩展范围时,他们会发现具有优良性能的新材料。”Coleman说,“最令人兴奋的二维材料可能尚未制作出来。”(张章)

科学线人

全球科技政策新闻与解析

埃博拉药物研发公司因试验受挫终止临床研究



今年1月,塞拉利昂埃博拉科一个正在建设中的治疗点 图片来源:UNMEER

一种备受期待的埃博拉药物试验近日因在患者临床试验中并未出现明显疗效而被终止,该药物此前在猴子实验中曾表现出较好结果。

该药物研究方——加拿大本拿比埃博拉制药公司和资助该药物研发的英国惠康基金会——近日宣布,它们将不再招募患者,因为这项实验已经到达了“预定义统计终点”。此前的研究结果表明,增加更多患者“并不能证明对患者的整体治疗益处”,惠康基金会在声明中说。

科学家仍然需要分析收集的数据以更深入了解这种名为TKM-埃博拉——几内亚的药物如何会产生耐药性及其对疾病结果有何特定意义,英国牛津大学教授、研究负责人Peter Horby说。这项药物研发今年3月在塞拉利昂埃博拉科开始启动,旨在招募100名患者。但该公司并未公布现在已招募了多少名患者。

此次药物研究面临着若干障碍,美国得克萨斯大学加尔维斯顿医学分部科学家Thomas Geisbert说,他曾通过猴子检测TKM-埃博拉的有效性。TKM-埃博拉——几内亚是一套包裹在脂质纳米粒中的小核糖核酸分子,这种核糖核酸会干扰3种埃博拉蛋白并阻止病毒繁殖。Geisbert表示,用于人体临床试验的脂质纳米粒是一种比猴子实验都历时更久的配方。他表示,在此前的实验中,旧版本的脂质纳米粒仅能有效防止一半猴子繁殖病毒。“这是把苹果和金桔作对比。”他说,但是新配方并未经过人体第一阶段安全试验,因此不能用于埃博拉患者。

试验设计也是一项挑战,Geisbert说。很多研究人员表示,给患者分配安慰剂组不合乎伦理规范,因此TKM-埃博拉试验只是一种所谓的随访研究,治疗中心的每位患者都会接收到药物,然后他们的生存几率会被用来与治疗中心那些未参与试验的患者进行对比,但是这样做会让数据结果很难解释,Geisbert说。

“这样做不能得出任何合理的结论。我怀疑这样做出的结果很难说明药物是否可以惠及患者。这次试验的结果不应该作为药物研究的终点。”他说,“如果没有找到答案,就要终止药物研究吗?这样做有些疯狂。”(红枫)

电视节目让美仿生专家收之桑榆



SynDaver公司的主要产品是一种合成人体。 图片来源:SYNDAVER

今年5月,美国广播公司(ABC)黄金时段电视节目Shark Tank的数千名观众目睹了一件事:Christopher Sakezles说了一件他妻子十分了解的事,那就是当他紧张时会大量出汗。5月8日,他在5位著名投资者面前演讲并汗流浃背——他忽略了妻子的建议,没有在脸上喷汗喷雾。然而,这位高分子聚合物研究专家却得到了Shark Tank节目史上最大的交易。

用一个栩栩如生的工合成人体作为支撑,Sakezles说服了科技企业家Robert Herjavec拿出300万美元作为SynDaver实验室25%的股份。SynDaver实验室是Sakezles在10年前创建的一家公司,主要生产仿生人体组织、器官以及用于外壳培训和和其他目的的完整人体。

然而,Shark Tank节目的粉丝清楚,当电视机后的摄像头关闭后,并非所有的交易都能继续下去。在Sakezles和Herjavec进一步交换了信息和预期目标后,合作失败了。在电视节目中,有一个症结很明显,投资人对Sakezles的规划提出了挑战。“他们想要取代我的首席执行官职位,这是我不允许的。”Sakezles说。

然而不用替Sakezles感到遗憾。SynDaver今年已经迈上了收入可达1000万美元的轨道,他补充说,公司的投资者已经排成了队,并且他们的投资额比Herjavec高得多。Sakezles推测,在未来3年之内,SynDaver的雇员将会从现在的100人增至500人。“我们会像野火那样燎原。”他说。

SynDaver的历史可追溯到上世纪90年代,当时还是佛罗里达州一名研究生的Sakezles决定对其实验室设计的一种气管内导管进行评估,然而他们的团队却没有足够资金将其用于动物试验,为此,他们从其他公司买了一个人工气管。Sakezles回忆,购买的气管有些像塑料管。“那东西简直就是垃圾。我看了看,就把它扔到了废纸篓里。我那时就想一定要制造出自己的模型。”为此,他和同学利用多种聚合物制造了一个气管,可以逼真地模拟出软骨环、肌肉和黏膜层。

现在来看,或许Sakezles仍不是一位成功的商人,但得益于媒体宣传,其公司生产的人体模型单价已达到4万美元。(鲁捷)

在恐慌中接近真相

专家指出近期疫情暴发有助促进对MERS的了解



韩国首尔,士兵戴着口罩参加纪念活动。 图片来源:LEE JIN-MAN

圣玛丽医院接受治疗。在医院中,他传染了病房里的另一位患者以及患者的儿女。医生、护士以及其他病房的患者等30多名接触者,研究人员把这种现象称为“超级传播事件”。

“我猜想,这个‘指示病例’(即一种疾病暴发时的第一个病患,借此或可找到疾病的来源)可能分泌出大量冠状病毒,并且污染了医院的整个楼层。”韩国传染病协会理事长、政府MERS应急小组顾问WooJoo Kim说。事实上,对沙特阿拉伯数十例重症监护患者进行的调查也显示,一些患者肺部的病毒量远高于其他患

者。Kim还怀疑,圣玛丽医院的传染病控制能力较为欠缺,事实上,该院数月前才刚刚成立。这名不断咳嗽的患者住在一间小病房中,房内有空调,但却没有通风设备。“我们推测,病房空气中有着高浓度的病毒颗粒。”首尔国立大学医院院长、韩国疾病预防与控制中心原负责人JongKoo Lee说。

然而,这一说法却不能解释病毒为何在第二代、第三代患者中传播得如此迅速。Kim说,一名患者在感染后在三星医学中心住院3日,又感染了其他36人。一些研究人员怀疑,

随着中东呼吸综合征(MERS)感染和死亡病例增长,谣言和恐慌四起,在韩国首尔市街头,人们戴着口罩惶惶而行。如果有人曾经经历过2003年非典(SARS)暴发,他们看到近日首尔市民对另一种病毒性疾病的反应一定会感到熟悉。但和SARS相比,病毒学家似乎对于最近暴发的MERS并没有那么重视。

目前,韩国MERS感染人数已上升至154人,死亡人数达到19人,是沙特阿拉伯以外发病率最高的国家。尽管如此,MERS病毒似乎并不像SARS病毒那样易于传播,而且该病毒也未显示出朝着更危险方向变异的任何迹象。德国伯恩大学病毒学家Christian Drosten说:“毫无疑问,韩国一定会控制住MERS病毒。”

最近的感染及死亡事件甚至可以在不幸中提供一线希望:有助于促进对MERS的了解,因为这种病毒发现于2012年,相对来说发现的时间并不算长。与沙特阿拉伯对外科学家入境或共享数据和样本始终保持沉默的态度相比,目前韩国政府一边提供常规性的数据更新,一边与一些国外科学家共享病毒样本。

“考虑到韩国的科学水平,我相信该国一定会对认识这种疾病贡献出新的知识。”在近日于首尔举行的世界科学记者大会上,世界卫生组织(WHO)总干事冯富珍在大会视频致辞中说。

MERS的近亲SARS在停止肆虐前,曾导致全球8000多人感染;与其相比,MERS人际间的感染率较低,尽管该病毒在其潜在宿主——骆驼之间的感染率较高。但是这种病毒在医院的传播却相当快:在沙特阿拉伯,病毒在住院内的传播导致数千人感染,Drosten认为,韩国的传播途径可能与其类似。

首名韩国感染者在回国前曾造访过中东地区的4个国家,并于5月15日~17日在平泽市