

那些让我们自豪的创新

——《科学美国人》评选出2014年十大科技成就(二)

本报记者 房琳琳 综合外电

六、原子尺度的乐高积木

——堆叠1个原子厚的材料能创造出全新物质,开创无限可能

这个想法最初受到乐高积木的启发,乐高是用一种小型的块状积木对齐在一起。那些积木已经变成了不可思议的汽车、精心打造的城堡和许多其他作品,相比较积木本身,这些作品更具魅力。

今天,科学家用一种新型乐高——原子尺度的“积木”生产新型的材料。这些新的结构元素是一片一片的材料,可以薄到仅有一个原子的厚度,还能按照设计过的精确序列一个往上堆叠。这种前所未有的结构控制能生产出带有电学和光学性质的物质,这在此前是没法实现的。它的出现,让科学家可以想象出用非常微弱的导电材料制成的装置,比如更快更强劲的电子计算机,可弯曲、折叠且超轻快的可穿戴电子设备。

这个技术突破是2010年诺贝尔物理学奖获得者、英国曼彻斯特大学物理学家安德鲁·金的石墨烯相关研究的延续。2004年,他和同事从笨重的石墨块中分离出了单张六面体结构的石墨烯,此后十年间,很多学者用这种办法分离出很多类型的大块晶体结构,云母就是一个例子,其外来名字为六角氮化硼和二硫化钼材料。

这些晶体层被认为是二维的,因为一个原子是所有材料所能达到的最小厚度了。其他维度,宽度、长度可以更大一些,这取决于制作者的愿望。

在过去的几年中,二维晶体因为能够展现很多独特的性质,已经成为材料科学和固体物理学领域的热门话题。

我们可以把这些材料层堆叠得很稳固,它们不是以传统的方式结合在一起,而是用共享电子的共价键。但是原子在互相很靠近的时候,这些原子由于众所周知的范德华弱拉力的作用,又结合在了一起。这个力通常不足以将原子和分子控制住,但是因为二维层原子如此密集和靠近,因此累积起来的力量变得很大。

这类材料工程提供了诱人的可能性,想象一下室温超导体。输电没有能量损失一直是科学家的目标。如果能做到这一点的材料被找到,将对人类文明产生深远的影响。有一个共识,原则上可以达到这个目标,但是没人知道如何达到。今天,材料可以具有超导体性能的最高温度是零下100摄氏度,在过去二十年前这个极限并没有被突破。

科学家最近已经知道,一些超导体是由至少一个氧原子和其他元素组成的氧化物,且能按照前面的方法被拆解成单层。如果重新组装并在二者之间插入其他晶体会怎样?氧化物的超导性取决于内层的分离,插入的附加层可能会将弱导电层甚至绝缘材料转换成超导体。

这个主意还没有被完全验证,主要在于原子尺度的乐高材料技术还处在起步阶段。实际上,要组装复杂的多层结构是很困难的。到现在为止,超过五个不同的材料层就很难维持住了,通常只能用两个或三个不同的乐高积木,主要是石墨烯结合二硫化钼绝缘晶体和二硫化钼和钨二硒等半导体材料。因为堆叠有很多材料,它们通常被称为“异质结构”。它们很小,通常只有10微米的宽度和长度,比一个人头发的横断面还要小。

用这种堆叠方式,科学家可以对新型电子属性、光学属性以及新的应用开展实验。一个引人入胜的方面是,这些材料层越薄,就越有弹性且透明。这就为发展光纤传输设备带来希望,比如屏幕可以折叠起来用,也可以展开来用等。计算机芯片使用电源更加高效也成为可能。

如果研究人员在这些结构有重大发现,可以坚信这项技术可以扩到工业化生产。现在石墨烯和其他二维晶体材料已经量产了,现在这种微晶体薄层材料可以被制成几百平方米了。

虽然还没有“杀手级”级别的突破,但是这一领域的进展引起了科学界的热烈讨论和浓厚兴趣。人类的进步几乎都是跟着新材料发现的脚步。从石头到铜到铁到铝时代,这样的探索每次都起到了至关重要的作用。纳米尺度的乐高正扮演着前所未有的角色,现在看来,仍有无穷无尽的可能。

七、超硬的回收塑料

——可用于汽车和飞机上的足够强壮的环保聚合物

当化学家珍妮特·加西亚在最近使用的一个瓶子中发现了糖块大小的白色材料时,她并不知道她究竟制造出了什么东西。这块材料牢固地粘在玻璃上,她用了锤子才将它弄下来。但当她用锤子敲击这块东西时,它竟然纹丝未动,没有一丝裂缝。“当我意识到它的强度有多高的时候,我知道我必须搞清楚,我究竟做出了什么。”加西亚说。

IBM阿尔马登研究院的科学家加西亚,找来几个同事帮忙共同解开这个难题。他们发现,她偶然生成了一个新的热固性聚合物族群,如此强壮的塑料应用范围很广,从智能手机到飞机机翼都适用。热固性塑料占每年全部聚合物产量的三分之一,但很难回收。加西亚发现的被命名为“泰坦”的新材料,是第一个可回收的具有工业强度的热固性材料。

与传统的热固性材料不同,“泰坦”可以通过化学反应重新处理。加西亚和他的同事的报告刊登在5月份的《科学》杂志上。



八、用声波进行无线充电

——通过空气发射电流的有效方法

2011年,还在宾夕法尼亚大学读生物学的学生梅雷迪斯·佩里正在为笔记本充电,突然想到,繁琐的电源线有一天可能会过时。她开始寻找让这个想法变成现实的路径。佩里知道,基于磁共振和感应器的无线充电器已经存在,但它们的应用范围很有限,瓶颈是“平方反比定律”,就是电磁辐射的强度与距离辐射源的距离成反比。

然而,机械震荡不会面临这个难题。利用空气的振动使用压电传感器,将机械能转换成电能,似乎是个更好的主意。声音无非就是振动空气粒子,它在理论上应该能够传递能量。超声更是一种安全、安静的高能量,也将是完美的选择。

当佩里跟学校里的教授讨论这个想法时,很多人告诉她这不太可能实现,因为不可能从超声中提取足够的能量来为电子设备充电,如果她执意如此会遭遇大量电子工程和声学难题。

“但是我知道这个神话是正确的。”她说,“而且没有人给我提供‘完全有可能’的证据。”所以佩里找到一家叫做“u射线”的公司,来开发这个技术。该公司的发射器作为扬声器目前还处在原型研究阶段。它创建一个热点聚焦超声的能量;同时将一个接收器附加到电子装置上来接收回声并将其转换成电力能源。她现在正努力让第一批产品在两年内上市。

佩里说,一个通用的无线充电系统,将取消大量不兼容的电线和充电器,并允许移动设备来执行高能耗任务而无需消耗电池。做为工业品内部设计的重要组成部分,无线充电设计方案还可以带来新的选择,比如为飞机、汽车、航天器或任何其他交通工具减少重量,它们如今还是满载各种沉重的电源线。

“总之,无线充电将让我们从与物理世界的互动中解脱出来,我们将彻底脱离挂在墙上的那些线缆。”佩里说。

九、用低级废热充电的电池

——美国三分之一废弃能源用来发电

每年,从工厂中产生的10亿瓦特潜在电能被挥霍掉了,这些电能足够1000万户家庭使用。热电效应就是通过温度差异将热量转移到电力的一种方式,但只转换了其中一部分。几十年来,温度差异达到了500摄氏度或者更高,以便获取任何有用的大量能源,麻省理工学院的博士后杨远(音译)解释说,这很不幸,因为环境保护组织估计,每年美国的100摄氏度以下热能损失达到了三分之一。

杨和他的导师及斯坦福的几个博士后已经开发出一个在50摄氏度获取热能的方法,诀窍是利用热电效应的一个“表亲”——热电温差效应(thermoelectric effect)。电池在不同温度和电压的某种转换关系下,可以有效地充电。科学家们建立了一个系统装置,首先利用废热提高蓄电的温度,由于热电温差效应,电池可以在较低电压下充电。然后让电池冷却,在较低的温度时使得电池可以在较高的电压下放电进入电网。这样能量差可以有效地从废热中采集。

仅仅在过去两年左右,电池电极就变得能有效转换温差电能了,杨说,在成功商业化之前还有很多事需要做。但现在,大量的电池可以绕在工厂烟囱或发电设备周围,用于转换低级多余热能。“这个相当有吸引力,毕竟低级热能到处都是。”杨说。

十、纳米粒子摄像机

——为快捷随性的应用而制造的电子显微镜级分辨率

纳米级像素的电子显微镜正在被大范围使用,但是他们经常要花费上百万美元,而且准备一个可供观察的样本也是十分艰巨的难题。这种状况对实验室来讲还好说,但对工业应用来说就很不实际了,比如快速扫描产品样本来寻找微瑕疵入水印等应用。

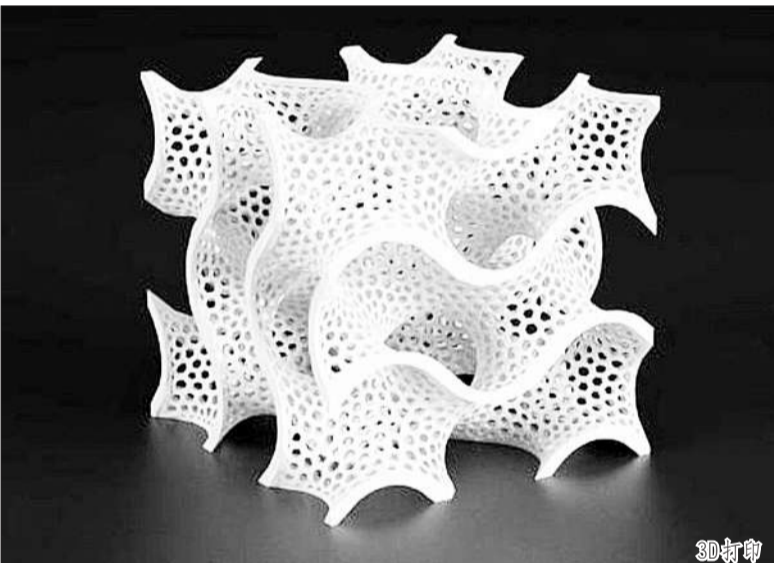
纽约大学物理学家大卫·格瑞尔和他的同事发明了一种新的全息成像显微镜技术,为上述难题提供了解决方案。他们从标准蔡司显微镜开始,然后用激光取代白炽灯光源。激光照射在待研究的材料样本上,光散射到样本上,在激光束和散射光中间创建了一个二维模式的可以让摄像机进行记录全息成像模式。

科学家制作微观物体的全息摄影已经几十年了,但是从其中提取有用信息是相当困难的事情。这就是格瑞尔的发明价值所在——他的团队编写的软件,能够快速求解方程,描述了光如何从球形物体散射;通过寻找在这些方程的某些术语的值,该软件收集到导致散射的对象的信息。显微镜的纳米级分辨率可以让研究人员追踪漂浮在胶体溶液上的颗粒,这种仪器的成本最多是电子显微镜费用的十分之一。

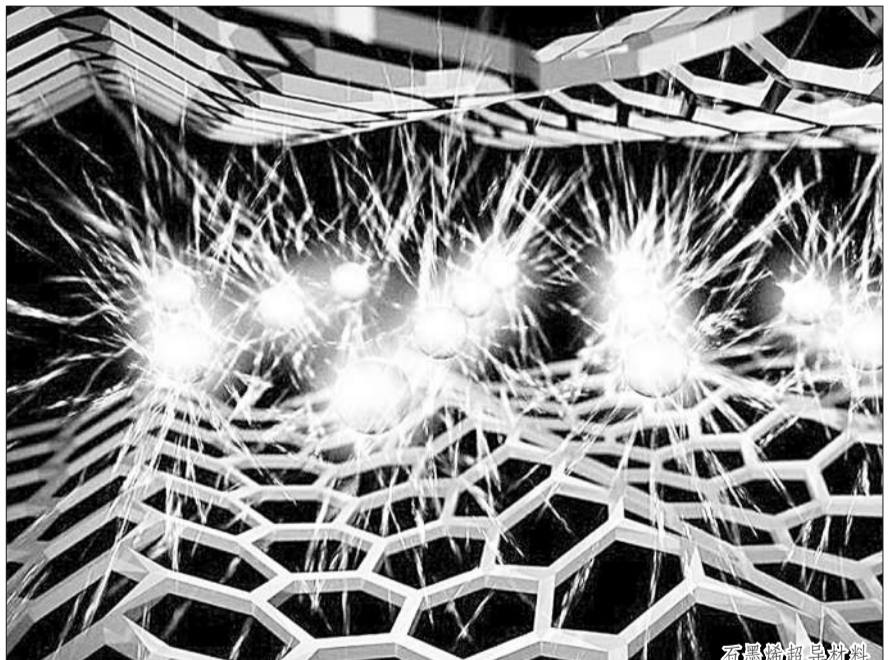
格瑞尔希望他的设备能够提供一种在现代产品中瞥见单个粒子的既快速又经济实惠的设备。想象一下,一个油漆桶或洗发水瓶,其中的点点滴滴都已包含了与您有关的生产信息的编码粒子,“就像指纹那样。”格瑞尔补充说,用显微镜读取附加在药物、炸弹或其他产品上的分子信息,会变成小菜一碟了。



可回收塑料



3D打印



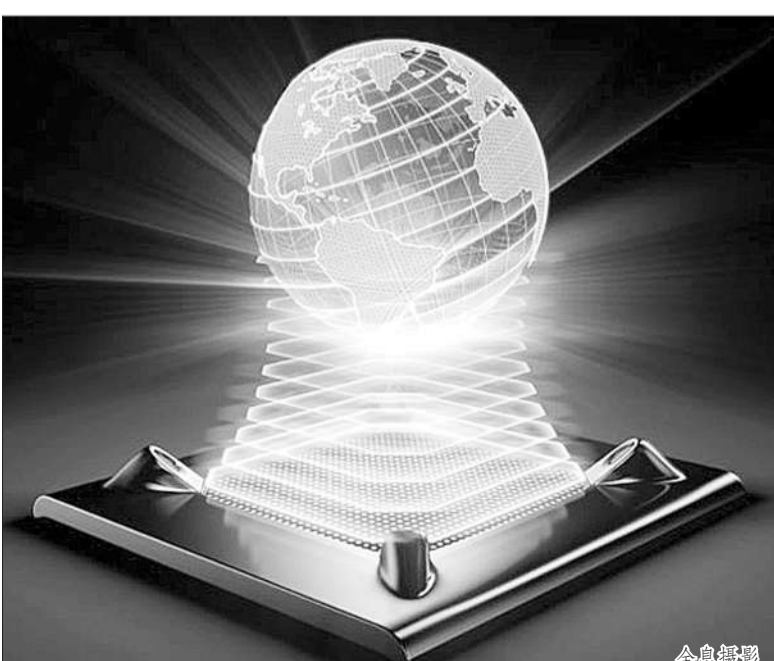
石墨烯超导材料



原子尺度的乐高积木(示意图)



无线充电(示意图)



全息摄影

全世界对坚固耐用的可回收材料的需要预计很快就会飙升。到2015年,欧洲和日本会将这种材料应用于95%的汽车零部件。加西亚相信,新的热固性材料除了满足上述需求,还能在更广阔的如防腐抗菌

涂料、药物缓释、粘合剂、3D打印、水净化处理等等范围内得到应用。“泰坦”还带来了礼物。加西亚和她的同事发现了这种材料的第二种形式,在低温下能够自己愈合,像果冻状物质,他们叫它“海德鲁”。“如果你把它一分两半,然后再放回去,两块又紧紧地结合在一起了。”加西亚说,可以用于制作黏合剂或自愈涂料等。