

好好利用这种材料 披上隐身斗篷的难度将大大降低

◎本报记者 符晓波

春节假期将近,北京环球度假区即将迎来大批游客,在其一众主题园区中,哈利·波特的魔法世界拥有众多拥趸。如果要问魔法世界中的什么最吸引人,也许很多人的回答是:隐身斗篷。

在武侠或者科幻题材作品中,关于隐身术的描绘总令人浮想联翩,成为许多人幻想拥有的超能力。若能在茫茫人海中隐匿自己,或利用隐身术制造一些空中悬物的“恶作剧”,光想想就很酷。那么,是否有技术手段和方法能让我们如愿实现隐身呢?从科学角度来说,答案是肯定的。

射光线使人眼无法察觉目标物,使其降低被发现的可能;在军用飞机、舰艇、火箭弹上采用雷达隐身材料、红外隐身材料等使目标物躲过侦查仪器,实现隐身效果等。

不过此类隐身与人类所畅想的隐身超能力尚有差别,毕竟要实现人的隐身需要躲过的不仅是各类侦查仪器,还要躲过最精密的人眼,技术难度可想而知。

关键。约翰·彭德里此前在接受媒体采访时表示,变换光学器件需要的材料参数对于天然材料来说相当苛刻,甚至难以实现,超材料为实现变换光学器件制备提供了更简易的可能。可以说,超材料的出现和发展,推动了在隐身研究领域中广泛传播的制作隐身斗篷的热情。

理想状况下,人为调节参数一定可以设计并制造出性能特异的吸波材料,从而设计和实现许多具有不同功能的器件,例如隐身斗篷、光学错觉装置、旋转器等。但实际操作中,为了实现隐身效果,通常需要简化电磁参数以避免电磁参数出现无限大或负数的情况,且还需要用复杂结构等效出梯度折射率材料,这些过程需要昂贵的光刻技术和繁琐的制造方法,并且最终的实际效果也会因存在种种局限而大打折扣。因此,超材料真正成为隐身材料还有一定的距离要走。

光子学》杂志上。研究人员发现,当把三氧化钼薄片卷在圆柱形光纤上时,在中红外电磁照明下的物体从视觉上消失了。这项最新模拟计算表明,天然材料三氧化钼具备超材料的特性,无需复杂加工即可成为理想的隐身材料。陈焕阳解释,达到结构的法布里-珀罗共振的光能够以极小的散射通过三氧化钼隐身聚光器传播,并且能量在中心处得到加强,达



视觉中国供图

科学家发现,当材料介电常数和磁导率满足一定关系时,电磁波在介质中会沿给定的曲线传播,并且不产生反射,从而模拟出扭曲的时空。这意味着人类可以通过精确设计,实现对电磁波的自由操控。通过借鉴变换光学理论,科学家预言了热隐身斗篷:即利用人为改造微结构的超材料,改变波的传播路线,使其绕过物体,从而使该物体隐身。

到隐藏电磁照明下的物体的目的,即隐身。“三氧化钼把光沿着一定方向挤压进内核,相当于把光抓进了物体内,如果折射率和阻抗匹配,就感觉内核不存在,产生了隐身的效果。”陈焕

天然材料优势多多

“这是二维材料首次被用于变换光学器件的设计,通常我们需要超材料,但这次要简单得多。”陈焕阳介绍,人们通常认为,实现完美的隐身效果很大程度上要依赖人造材料,这次实验的成果为天然二维材料替代超材料制造隐身器件提供了新的可能。而且相比超材料,这种材料具有更多价格和制作上的优势。

除此之外,传统的超材料存在跨尺度制备难题。比如超材料人工原子为纳米结构,因此毫米尺寸器件涉及跨尺度制备,其计算、设计和制备都非常困难。而真正投入应用的隐身器件例如隐身斗篷,其尺寸一般更大,制备难度可想而知。利用二维层状材料,特别是具备光学各向异性的二维层状材料,作为类似人工超材料的基本构筑单元,可以突破跨尺度制备难题。

该研究表明,双曲材料作为变换光学的新的材料基础,可以产生更多超越隐形聚光器的新纳

阳说。此外,利用三氧化钼代替超材料制造的新兴隐身器件在特定光源位置还表现出错觉效应,使得人无法通过外场判断光源的真实位置。

米光子概念,如多频超散射、变换等离子学等。

这项研究在初步实验中取得令人满意的结果,不过仍然处于验证阶段。“各向异性和渐变是超材料的特性,也是变换光学所需要的,如果二维材料也能实现类似的调控,将是一个非常前景的领域。”陈焕阳介绍,在一些研究人员合作进行的另一项研究中,研究人员合作构筑的叠层结构,已经可以通过控制两片三氧化钼晶体的叠层转角,从光学上实现从椭圆形色散到双曲色散的各向异性连续调控。虽然目前渐变调控还存在困难,但相信不久的将来,这些难题能够被攻破。

研究人员表示,如果这些科学问题都能解决,也许可以催生一个变换等离子学的新研究方向。这些课题目前都是偏应用基础性的研究,在产业和商业应用上还有相当长的一段路要走,但毋庸置疑,新材料及其新特性的发现一定会带来一些新的应用。

隐身术即“低可探测技术”

从某种程度上说,隐身术已经较为成熟地应用于军事领域。不过这里所说的隐身术准确来说应该叫“低可探测技术”,即利用各种不同的技术手段来改变目标物可探测性信息特征。

此类技术手段包括采用独特设计的吸波、透波材料降低目标物对电磁波、光波的反射;采取隔热、散热措施减弱目标物的红外辐射;通过折

隐身材料是研发关键点

2006年,英国帝国理工学院的物理学家约翰·彭德里等人分别提出了电磁隐身斗篷的理论,受到人们广泛的关注。

科学家发现,当材料介电常数和磁导率满足一定关系时,电磁波在介质中会沿给定的曲线传播,并且不产生反射,从而模拟出扭曲的时空。

这意味着人类可以通过精确设计,实现对电磁波的自由操控。通过借鉴变换光学理论,科学家预言了热隐身斗篷:即利用人为改造微结构的超材料,改变波的传播路线,使其绕过物体,从而使该物体隐身。

自此,隐身衣的研制开始成为电磁学、物理学、光学、材料科学及交叉学科最前沿和最热门的研究领域之一。基于超材料支撑的变换光学也成为物理学界的热门话题。

根据理论,隐身材料是隐身技术发展的

不用超材料也可实现隐身

面对超材料目前存在的局限性,科学家们又有了新突破。

近日,厦门大学物理科学与技术学院陈焕阳课题组联合其他研究人员在研究中发现,使用一种常见的二维天然材料三氧化钼($\alpha\text{-MoO}_3$)制造隐身装置,可以达到超材料实现的隐身效果。这意味着,未来制造隐身设备的门槛会大幅降低,许多科幻电影、小说中描述的情形将有望在现实中出现。该研究成果发表在国际期刊《纳米

地球的水从哪里来? 答案可能在新发现的两种化合物中

◎本报记者 陈曦 通讯员 乔仁铭

“地球的水从何而来”是一个由来已久的谜题,解开这个谜对于理解生命如何出现以及地球内部动力学如何随时间演化至关重要。

日前,南开大学物理科学学院博士李含飞、



视觉中国供图

副教授董校及其合作者发现两种新的水合硅酸镁($\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_7\cdot\text{H}_2\text{O}$)结构,可以作为地球早期水的储存介质存在。在核幔分离之后,其释放出大量的水。这为早期地球上海洋的起源提供了新思路。相关论文1月21日发表在物理学期刊《物理评论快报》上。

关于水的起源有两种观点

目前,关于水的起源有两个观点:一是“地狱起源说”,认为水来自地球深处,即地球在吸积期获得了大量的水,并储藏于地球内部;二是“天堂起源说”,认为在地球形成后,富水陨石轰炸提供了大量的水。

最近,越来越多的证据支持第一种假设。氘与氢的比例被认为是水起源的指纹,一个发现指出,地球深部地幔的氘比很低,接近早期地球的基本组件顽辉石球粒陨石和原始太阳星云,远低于彗星等太阳系外物质。这给地球内部的水可能直接来自原始太阳星云的观点提供了有力证据。

董校解释:“氘氢比被认为是水起源的标识,随着太阳的‘点燃’和而后的太阳风作用,太阳系外围氘氢比和原始太阳星云是不同的。地球的氘氢比与原始太阳星云一样,而与外围氘氢比不同,这成为地球水不是‘天外客’的有力证据。”

然而,这一假说存在相当大的问题。与其他行星材料如铁、硅酸盐相比,水的熔点和沸点要

低得多,因此在新生地壳数千度的炙热表面,水会被蒸发到太空中。由此可见,水只能存在于新地球的内部深处,并在新生地壳演化到一定程度时被释放出来。然而这一过程中的物质存储形式尚不明确。

发现稳定存在的含水新矿物

董校长期从事极端条件下新奇物质的设计及物性预测的研究。通过第一性原理计算和结构预测方法,其发现在数百万大气压的条件下出现两种未被发现的新的稳定水合硅酸镁结构,并将它们命名为 α 相和 β 相。其中, α 相稳定的压力区间为262—338吉帕, β 相的稳定区间在338吉帕以上。而如今核幔交界处的压力为136吉帕,地球中心的压力为364吉帕。 α 相和 β 相结构的主要区别为镁离子周围具有不同的氧原子数。

第一性原理计算表明,在压力为300吉帕时,水合硅酸镁具有非常高的密度和极高的含水量。含有重量百分含量在11.4%的水,高于大多数其他报道的氢氧化物矿物的含水量。

“理论计算表明,这种水合硅酸镁耐热性远好于其他含水矿物,即使在8000开尔文高温下,也没有分解或融化的迹象。”董校说。

在早期地球内部,因为核幔尚未分离,硅酸盐和过量的氧化镁可能深入地球内部深处,从而承受远比现今高的压力,比如在压强高于262吉帕的情况下,其就可以以水合硅酸镁的形式储存

新知

被子植物防止“多精受精” 雌蕊花柱道隔膜处屏障是关键

科技日报讯(记者张盖伦)1月21日,记者从北京大学了解到,该校生命科学学院瞿礼嘉教授实验室研究成果在线发表于《科学》,该研究阐明了被子植物防止“多精受精”的分子机制,在植物生殖生物学领域取得重要突破。

动物中有非常严格的控制机制,不允许“多精受精”。但被子植物的生殖过程和动物有很大不同。被子植物的精细胞没有鞭毛,不能自主游动,花粉管扮演了重要角色。装着两个精细胞的花粉管在雌蕊组织定向生长,在胚珠释放的吸引信号作用下,它会穿出花柱道隔膜,导向胚珠,在胚珠中爆裂,释放出两个精细胞,完成被子植物特有的“双受精”。被子植物防止“多精受精”,其实就是限制多根花粉管进入同一个胚珠去受精。只允许一根花粉管靶向胚珠去受精的现象已被发现多年,但其机制一直不清楚。

这次,瞿礼嘉团队首先鉴定到在雌蕊花柱道隔膜处表达的3个受体FERONIA、ANJEA和HERK1,这3个受体在隔膜处建立了不让多花粉管穿出的屏障。研究团队还鉴定到花粉管(雄方)分泌的5个小肽RALF6、7、16、36和37是这3个受体的配体信号分子,它们也参与了屏障的建立。该研究首次阐明了在花柱道隔膜处防止多花粉管穿出的屏障的建立有赖雌(受体)一雄(小肽信号)双方的相互作用,揭示了拟南芥中防止多花粉管受精的分子机制。

在花柱道隔膜处建立防止多花粉管穿出的屏障,除了防止“多精受精”外,在植物演化上还有重要意义。这种屏障是实现“同种花粉优先”、促进近缘物种间生殖隔离的先决条件。

“粒子束大炮”首次达工业化要求 有助解决核废料安全处理问题

科技日报讯(记者颜满斌 通讯员袁海博)近日,中国科学院近代物理研究所(以下简称中科院近物所)成功研制了ADS超导直线加速器样机(设计能量20兆电子伏特),并在国际上首次实现了10毫安连续波质子束加速和百千瓦、百小时稳定运行,最高束流功率达205千瓦,可用性好于93%。

ADS即加速器驱动核能系统,可高效解决核电安全、清洁、可持续发展所面临的核燃料循环利用和核废料安全处理问题,为实现“双碳”目标提供有效解决方案。

实现该系统首先要具备的关键装置就是“粒子束大炮”——强流高功率加速器。中科院近物所的新成果将连续波束流强度较原有世界最好指标提高近5倍,也标志着我国科学家推动国际强流质子超导直线加速器实质性进入10毫安连续波稳定运行时代。

这是自20世纪80年代ADS概念提出以来,“粒子束大炮”流强首次达到可工业化应用的指标,将推动ADS概念从梦想走进现实。

检验DNA中第五种碱基新技术 将助评估人类健康和疾病预后

◎黄艾娇 本报记者 王春

1月17日,我国学者在国际权威刊物《美国化学会志》上发表研究论文。借助被称为UdgX的特殊酶分子,该研究发明了灵敏性好、特异性强、分辨率高的DNA脱氧尿嘧啶(dU)检测技术,第一次用酶法在单碱基分辨率水平上精准检测DNA中的dU,实现了DNA中dU碱基检测技术的根本性突破。

DNA是生物体的遗传密码。通常认为它们包括腺嘌呤(A)、胸腺嘧啶(T)、鸟嘌呤(G)和胞嘧啶(C)4个碱基。后来的研究发现,DNA中还存在另外的碱基dU。这些碱基共同组成了DNA的基本元素。但是,迄今为止人类还难以从单个碱基分辨率水平上检测到dU。

在艾滋病病毒的DNA中,每20个碱基就有一个以上的dU;而在疟原虫的DNA中,dU占碱基的比例大约为十万分之一。dU既能通过C碱基脱氨产生,又能“冒充”T碱基掺入到基因组中。由于缺乏敏感又特异的单碱基分辨率的dU测序技术,迄今为止人类并没有像其他碱基那样实现dU在DNA中的精准定位。即现在在dU检测技术可以证实若干碱基中存在dU碱基,但是并不能确定dU碱基位于什么样的具体的碱基之间。

dU碱基的生物学意义是什么? dU碱基在疾病发生发展中的意义又是什么? 要回答这些问题,取得单碱基分辨率水平上的dU碱基的检测和定位的突破是前提。

dU具有双面性,它有时充当人类健康的朋友,有时又可能是人类健康的敌人。许多报道发现,当机体面对不同抗原时,免疫细胞需要dU作为中间体,产生多种抗体,帮助抵御病原体对人类的侵袭。而当肿瘤或心血管疾病患者体内出现dU时,则可能导致患者的基因组不稳定,加速患者病情发展。显然,精准检测dU在DNA中的分布情况,将有助于评估人类个体的生理学机能和疾病的预后。

然而,寻找DNA中dU的精确位置如同大海捞针。我国学者经过多年的探索,发明了优越的单碱基分辨率的dU测序技术。研究人员用一句话总结该技术:依靠UdgX并结合DNA高保真聚合酶的dU测序技术,并将该技术命名为Ucaps-seq。基于该技术,今后可以像检测DNA中的A、T、G和C那样精确地检测DNA中的dU。

Ucaps-seq测序技术是国际上第一个酶法检测DNA中的dU碱基的技术,酶法测序技术灵敏性好、特异性强和分辨率高,且效率高成本低,很少发生假阳性,也很少受到干扰因素的影响。