



视觉中国供图

在此次研究中,研究团队使用了连续数字光处理3D打印技术,利用紫外光光束在光敏树脂溶液中雕刻形成3D结构。除了在打印方式上创新,研究团队还对打印所需的墨水进行了大胆革新。研究结果表明,连续数字光处理3D打印技术在个性化珠宝配饰及装饰、艺术创作等领域有着比较广阔的应用前景。

创新打印技术,突破墨水难题

3D打印新技术精细“雕刻”光子晶体

◎实习记者 都芃

五彩斑斓的蝴蝶翅膀、光鲜亮丽的孔雀羽毛、闪耀着金属光泽的昆虫甲壳……点缀着这些大自然奇妙杰作的并非普通色素,而是光与光子晶体结构发生散射、干涉、衍射等作用后形成的结构色。

光子晶体是由不同折射率介质周期性排列而形成的光学超材料,也被称为光

学半导体。通过设计和制造光子晶体材料及相关器件来控制光子运动,并在此基础上进一步实现光子晶体材料的各种应用,是人们长久以来的梦想。

近日,中国科学院化学研究所绿色印刷院重点实验室研究员宋延林、副研究员吴磊等研究人员组成的研究团队利用连续数字光处理(DLP)3D打印技术,实现了具有明亮结构色的三维光子晶体结构制备,为创新结构色制备方法及扩展3D打印的应用开创了新的途径。

创新方法,让光子晶体精准“生长”

光子晶体作为未来光子产业发展的基础性材料,其独特的三维光学控制能力使其在集成光学元件、光子晶体光纤及高密度光学数据存储等领域都有广阔的应用前景。3D打印技术近年来的成熟发展,也使其成为最好的光子晶体制备手段之一。

宋延林向记者介绍,虽然近年来有一些将3D打印技术应用于多种图案化光子晶体结构的案例,但普通的3D打印技术因为墨水在树脂的光固化速度和纳米粒子组装速度的差异,存在结构色效果较差、打印精度较低、难以实现复杂三维结构等问题。上述方法制备的多种图案化光子晶体具有表面形貌粗糙和保真度较差等缺陷,难以被广泛应用于光学器件中。

要实现高精度、高保真的光子晶体结构3D打印,就必须开拓出新的方法。此次研究中,研究团队使用了连续数字光处理3D打印技术。与常见的将原材料层层挤出、堆叠而成的3D打印技术不同,连续数字光处理3D打印技术基于光敏树脂材料在紫外光照射下会快速固化的特性,利用紫外光在光敏树脂溶液中雕刻形成3D结构。

此次研究团队所采用的连续数字光处理3D打印方法主要的打印步骤如下:首先,在透明基板上滴上墨水,将墨水上方的成型平面缓缓下降,与墨水进行接触;接下来,通

过基板下方的光束将打印图案照射在墨水上;之后,受到紫外线照射的墨水会凝固成预先设计好的形状。一滴滴小小的墨水被“雕刻”为一个3D光子晶体结构,其整个产生的过程仿佛是从基板上“生长”出来。

宋延林表示,研究团队所采用的连续数字光处理3D打印技术主要在两方面上取得了重要改进。

在打印模式上,市面上的光固化连续数字光处理3D打印技术大都是层层打印,打印速度较慢。研究团队研发出的低黏附光固化界面,让液滴与基底之间的粘附力极低,打印过程没有任何“拖泥带水”,能够实现迅速连续打印成型,极大地提升了打印的速度。

在成型方式上,市面上的光固化连续数字光处理3D打印技术通常要采用液槽来盛装大量液态树脂。采用液槽来盛装大量液态树脂的方式导致在连续打印过程中,不该固化的区域因为受到照射而固化,不仅造成原材料的大量浪费,也降低了连续打印过程中的稳定性及分辨率。研究团队摒弃了液槽,而是以单墨滴为成型单元,通过控制固化过程中气、固、液三相接触线,显著减少了液体树脂在固化结构表面的残留。同时,以单墨滴为成型单元还降低了界面粘附,增加了液体内部树脂的流动,显著提高了3D打印的精度和稳定性。

工业合成氨每年导致3亿吨碳排放,消耗全球2%能源

这个理论计算结果有助高效环保合成氨

◎本报记者 刘园园

氨作为一种无机化合物,在农业、工业等多个领域有着广泛的应用。如何高效、环保地合成氨,助力相关行业的发展,是人们广泛关注的问题。

近日,西湖大学人工光合作用与太阳能燃料中心在合成氨催化机理研究方面取得了新进展。在此次研究中,研究团队通过理论计算,揭示了铁磁-顺磁相变对铁磁金属催化性能的影响机制,并提出了进一步优化合成氨活性的理论新策略,为未来设计性能优异的催化剂提供了重要参考。研究成果近日发表在《美国化学会志》期刊上。

立足改进金属催化剂提升反应效率

“合成氨对于人类的生产生活意义重大。氨既是农业中生产化肥的重要原料,也是工业中制备精细化学品的关键资源,更是一种理想的无碳燃料和氢气载体。”此次研究的课题负责人、西湖大学教授王

涛表示,此次研究融合了化学、物理学与材料科学中的许多经典原理、反应与理论,为重新审视铁磁材料的顺磁相在多相催化中的催化性能开辟了一条新的途径,或将为设计性能优异的催化剂提供理论参考。

王涛

西湖大学教授

涛对记者表示。

目前,工业界常用的大规模合成氨的传统方法是哈伯法,也称哈伯-博施法。哈伯法是一种通过让氮气和氢气在金属催化剂的作用下进行反应,以合成氨的方法。然而,目

前工业界使用哈伯法进行大规模合成氨,每年不间地导致了约3亿吨的二氧化碳排放,还消耗了全球约2%的能源。

要降低合成氨的碳排放和成本,提高反应效率是最为重要的途径之一。此次研究中,研究团队将目光投向了改进合成氨过程中要用到的金属催化剂本身。

王涛介绍,在催化剂领域,催化速度只能达到萨巴蒂尔原理所允许的限度。萨巴蒂尔原理定义了理想催化剂的标准,即催化剂与反应物种的作用力要恰到好处,催化剂与反应物种的作用力既不能太强,也不能太弱。具体来说,假如催化剂与反应物种的作用力太强,反应的产物将难以脱附;若催化剂与反应物种的作用力太弱,反应物则将无法被催化剂有效活化。催化剂与反应物种的作用力无论是太强还是太弱,都会降低催化速度。

揭示铁磁-顺磁相变对催化性能影响机制

在此次研究的一次理论计算中,研究团队发现,原本具有磁性的金属在合金化

后,出现了磁性消失的现象。这意味着,部分金属存在铁磁-顺磁相变的情况。

“磁性变化作为一种电子交换-关联作用,体现为体系电子结构的变化。由于催化剂的电子结构决定了催化剂与反应物的吸附强度,磁性变化可以在一定程度上影响整体反应的活性。”王涛表示。

研究团队发现,在保持反应条件不变的前提下,使用顺磁性钴和镍作为催化剂的氨合成,反应效率比铁磁性状态下要高出100倍-10000倍,效率得到了极大的提高;使用顺磁性的钴代替铁作为催化剂,则有可能在催化剂成本降低400倍的基础上,使反应活性提升10倍,反应活性得到了很大的增强。研究表明,铁磁-顺磁相变对铁磁金属的催化性能存在较为重大的影响。

“此次研究融合了化学、物理学与材料科学中许多经典原理、反应与理论,为重新审视铁磁材料的顺磁相在多相催化中的催化性能开辟了一条新的途径,或将为设计性能优异的催化剂提供理论参考。”王涛说。

克服困难,逐个击破墨水难题

除了创新打印方式,此次研究中,研究团队对打印所需的墨水也进行了大胆革新。“我们这次研究中最困难的环节就是打印墨水的开发。”宋延林表示。

针对上述问题,研究团队创造性地研发出了利用氢键辅助的胶体颗粒墨水,赋予了打印结构高质量的结构色与光子晶体特性。研究团队研发的墨水由三部分组成:实现三维结构构建的光固化单体和光引发剂、保证结构色的纳米颗粒、减少光散射的添加剂。

在单体的选择和引发剂合成上,考虑到环保要求,研究团队合成的墨水为水性体系。但由于目前广泛使用的引发剂大多为油性,少数水溶性的引发剂又与3D打印所采用的光波波长不匹配,光引发效率较低。为了能够得到较高光引发效率的水溶性引发剂,团队查阅了大量文献并进行了反复的摸索实验,最终成功合成出了水溶性的光引发剂。

前景广阔,让结构色“五彩斑斓”

在此次研究中,研究团队发现,视角、胶体颗粒粒径以及打印速度等因素都会影响3D结构色的呈现。当胶体颗粒粒径和打印速度不变时,随着视角增加,结构色蓝移,即从橙色转变为黄绿色,最后转变为蓝紫色。这种视角依赖的特性,使得连续数字光处理3D打印技术在个性化珠宝配饰及装饰、艺术创作等领域有着比较广阔的应用前景。

除了视角变化会影响结构色的呈现外,当打印速度固定时,控制固定胶体颗粒粒径、调节打印速度,都可以得到覆盖

除了引发剂,光固化单体的选择更加至关重要。宋延林表示,合格的光固化单体必须满足既能实现三维结构化,又不能在打印过程中引起聚合物和纳米颗粒的相分离的条件。论文第一作者张虞表示,“最终我们找到了丙烯酸胺这种适合的单体。”

选定单体后,还需确定光固化单体与纳米颗粒的比例。如果光固化单体较少,就会无法打印。反之,如果光固化单体太多,则会影响纳米颗粒的运动和分散,进而影响结构色的质量。团队经过大量实验,对多种不同的比例组合反复尝试,最终确定了最佳比例。

最后,为了减少光的散射对打印过程的影响,尽可能地提高打印结构的色彩饱和度,在添加剂的选择上,团队尝试了包括碳纳米管、碳纳米纤维以及黑色墨水等多种材料。但上述材料均存在种种缺陷,研究团队最终将经过特殊处理的炭黑作为添加剂。

新知

特殊功能性核糖体

影响精子的结构与活力

科技日报讯(记者金凤)核糖体是由多种蛋白质组成的一个复合体,它能将信使RNA(mRNA)“翻译”成机体所需要的蛋白质。男性生殖细胞的发育和精子形成的过程中,也存在复杂的“翻译”过程。但是,这种“翻译”是否由一个特殊的核糖体完成,此前并不清楚。

南京医科大学教授沙家豪、郭雪江团队联合中科院生物物理研究所研究员秦燕、江涛团队研究发现,一种雄性生殖细胞特异的核糖体在精子形成过程中具有不同的蛋白翻译折叠功能,并明确了精子蛋白质如何在其生命周期中保持功能和稳定性。相关成果近日发表于《自然》。

此次研究中,科研人员证实了核糖体蛋白在不同器官和发育阶段的差异性,并发现雄性生殖细胞具有特殊的功能性核糖体。

“在雄性生殖细胞中,有一种特殊的蛋白质RPL39L。这种特殊的蛋白质参与核糖体多肽出口通道的构成。生殖细胞核糖体会合成精子形成所需要的蛋白质。多肽出口通道的大小不同、理化性质的改变,都会影响精子蛋白的折叠情况,并最终影响蛋白的稳定性和精子的结构与活力。”论文第一作者、南京医科大学博士李会玲告诉科技日报记者。

此次研究中,特殊核糖体较为宽敞的多肽出口通道更有利于精子相关蛋白的折叠,使得精子蛋白稳定,精子活力较高。反之,特殊多肽出口通道没有充分折叠的情况下,精子蛋白稳定性就会下降,继而导致精子畸形和活力降低。

李会玲表示,这种生殖细胞特异核糖体的发现,扩展了大家对核糖体功能和哺乳动物蛋白组织和细胞特异性表达模式调节的理解。

生物多样性或有助于

控制植物叶片真菌病害

科技日报讯(记者颜满斌)近日,记者从兰州大学了解到,该校生态学院刘向课题组依托甘肃甘南草原生态系统国家野外科学观测研究站,在《生态学》上发表了题为《生物多样性对植物叶片真菌病害稀释效应的尺度依赖性》的研究成果,证实植物群落中的稀释效应存在小尺度较强,而大尺度较弱的空间尺度依赖性,为调和疾病生态学关于植物群落中的稀释效应普适性的争议提供了新的切入点,强调了空间尺度在预测植物叶片真菌病害中的重要作用。

兰州大学生态学院青年研究员刘向介绍,生物多样性与传染性疾病风险之间存在着千丝万缕的联系。

“在生物多样性大规模丧失的背景下,探讨生物多样性与传染性疾病之间的关系具有理论与实践两方面的意义。”刘向说,“从疾病生态学角度来看,宿主生物多样性可能会对疾病产生稀释效应,即疾病风险随生物多样性的增加而降低的现象。”

刘向表示,产生稀释效应的主要机制包括易感宿主管制、相遇率降低和生物多样性顺序性丢失等。上述机制的发生很可能存在小尺度较强、大尺度较弱的空间尺度依赖性。以植物叶片病原真菌为代表的高营养级生物类群能够通过下行效应对植物群落产生影响,同时植物叶片病原真菌也反过来受到植物群落的影响,为探究稀释效应的发生机制提供了良好的研究体系。

研究团队在长期施肥样地中分别设置了边长0.125米、0.25米和0.5米三种不同大小的正方形样方。研究团队通过调查样方内植物叶片真菌病害的严重程度,结合宿主植物多样性、非宿主植物相对多度、植物物种丰富度等多项指标,综合使用多模型推断、模型筛选、模型平均和结构方程模型等分析方法,发现在相对较小的空间尺度下,相遇率降低和易感宿主管制等触发稀释效应的机制往往较强,因此更容易观察到稀释效应。同时,氮添加能够通过直接途径,或降低生物多样性的间接途径影响叶片真菌病害的严重程度,但间接途径通常在较小的空间尺度下才能发挥更重要的作用。

我科研人员在

二氧化碳还原领域取得新突破

科技日报讯(记者张景阳 通讯员胡红波)近日,记者从内蒙古科技厅获悉,内蒙古大学科研团队经过不懈努力,在探索新型电催化二氧化碳还原材料领域取得重要突破。相关成果近日在线发表于国际能源类期刊《先进能源材料》。

在“碳中和”的国际大背景下,设计具有高活性和选择性的二氧化碳电还原催化剂具有重要的现实意义和应用前景。当前,金、银、铜、铂等贵金属及其相关材料仍然是人们探索二氧化碳还原电催化剂的热点。然而,贵金属催化剂具有催化活性低、产物选择性差以及析氢效率高等问题。

内蒙古大学物理科学与技术学院赵忠龙副教授带领团队,利用第一性原理计算模拟,首次提出了双金属单层电催化剂表面的“双位泛函”机制。该机制能够有效地抑制析氢副反应,并提升将二氧化碳电还原为甲酸产物的活性和选择性。然而,通过实验合成具有超薄壳层的双金属电极,仍然是一个挑战。鉴于此,此次研究利用第一性原理计算模拟方法,首次提出过渡金属碳化物和氮化物可以作为贵金属单层的衬底。在保留“双位泛函”的基础上,这种衬底能够显著提升催化剂的电化学稳定性。

实验表明,碳化物和氮化物支撑贵金属单层以及单层团簇催化剂中存在氢-衬底反键相互作用。这种相互作用能够打破吸附氢与二氧化碳还原中间物之间的能量线性关系。此外,研究团队还通过理论模拟预测了一系列具有较高甲酸、甲醇和乙烯等碳氢化合物产物选择性的新型电催化剂,为提升电催化二氧化碳还原性能提供了新思路。