

纳米科技与产业发展

信息动态

第4期(总第304期)

2020年4月20日

主办单位：上海市纳米科技与产业发展促进中心

协办：上海科学技术情报研究所

上海华明高技术(集团)有限公司

上海大学纳米科学与技术研究中心

新闻快讯

※※※※

上海光机所利用近红外激光实现深部原位 肺肿瘤光动力和光热协同治疗

近期,中国科学院上海光学精密机械研究所强场激光物理国家重点实验室研究团队实验中采用黑磷纳米片复合材料,在近红外激光的诱导下,实现了局域表面等离子体增强的深部原位肺肿瘤光动力和光热的协同治疗。相关研究成果发表于《生物材料学报》(Acta Biomaterialia)。

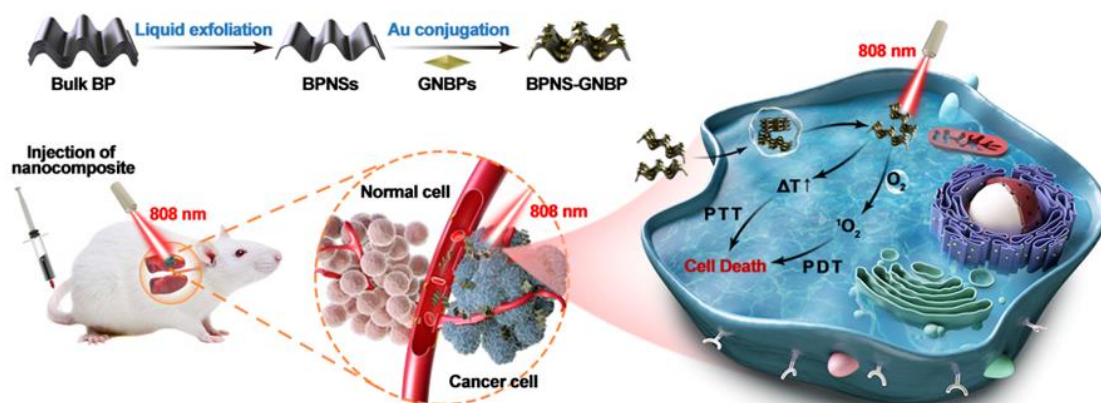
本期导读

- ◆ 上海微系统所“万能离子刀”超高线密度光栅制备成果入选2019年中国光学十大进展(见第3版)
- ◆ “纳米画笔”勾勒未来光电子器件(见第5版)
- ◆ 科学家如何用纳米技术对抗新型冠状病毒?(见第12版)

作为一种新型的二维材料，黑磷纳米片以其独特的二维层状结构和 0.3~2.0 eV 的层间带隙引起了人们的广泛关注。近年来，黑磷纳米片被广泛应用于光动力治疗 (PDT)、光热治疗 (PTT) 以及载药释药等医疗研究领域。然而，黑磷纳米片在生物组织的光学透明窗口中的弱光吸收限制了具有强氧化性的单线态氧的产生和 PTT 治疗深部肿瘤的效率。将黑磷纳米片与其它纳米材料相结合，可以提高黑磷纳米片的 PDT 和 PTT 效率。但是，该方法目前鲜有报道。此外，黑磷纳米片具有良好的生物兼容性，并且在生物体内可以降解为对人体有益的磷酸根，无长期生物毒性。

该研究团队同香港中文大学合作，通过在黑磷纳米薄片 (BPNSs) 上组装金纳米双锥 (GNBP) 开发了一种新型纳米复合材料 (BPNS-GNBP)。这种纳米复合材料可以通过金纳米双锥局部表面等离子体共振，在肿瘤治疗中同时提高黑磷纳米薄片的具有强氧化性的单线态氧的生成和光热转换效率。基于该双模态光治疗功能，BPNS-GNBP 在体内外均表现出良好的抑瘤效果。研究结果表明 BPNS-GNBP 未有望作为一种双模态光治疗剂用于增强癌症治疗。

相关研究得到国家自然科学基金和上海市杨帆计划的支持。



图：BPNS-GNBP 纳米复合材料的制备和局域表面等离子体增强 PDT-PTT 治疗的原理图

上海微系统所“万能离子刀”超高线密度光栅制备成果入选 2019 年中国光学十大进展

中国科学院上海微系统所信息功能材料国家重点实验室欧欣研究员课题组开发“万能离子刀-反向外延”技术，解决传统纳米图形化方法中“极小周期结构”与“大面积制备”难以统一的问题，实现了晶圆级超高线密度光栅器件的制备。该工作从候选的 110 项研究进展中脱颖而出，入选近日《中国激光》发布的 2019 年的中国光学十大进展——应用研究类。

欧欣研究员及其指导的博士生贾棋（已毕业，现 ASML 工作）、黄浩、张师斌等人在 2 英寸晶圆上实现了 >20000 线/毫米光栅结构的高效制备，并与同济大学黄秋实副教授、王占山教授合作将超高线密度光栅结构与高效率 X 射线多层膜相结合，实验角色散性能比现有成熟技术制备的最高线密度光栅器件（5000 线/毫米）高 6 倍【Nature Communications 10, 2437 (2019)】。在国家自然科学基金联合基金重点项目的支持下，该团队与微系统所刘志研究员及上海光源郭智研究员合作正进一步验证超高线密度光栅在同步辐射光源上的应用。

光栅是光学和光电系统的核心构造单元之一，是空间探测、同步辐射和自由电子激光大科学装置、激光惯性约束核聚变等国家重大工程的关键部件。光栅的线密度决定了单色器和谱仪系统的色散和分辨率性能。随着现代光学技术的发展，尤其是同步辐射和自由电子激光等大型 X 射线科学装置的发展，高分辨率 X 射线谱学技术对超高线密度（超小周期）纳米光栅元件的要求越来越高。传统自上而下的纳米制备技术（包括光刻和电子束直写等）难以实现大面积亚百纳米周期光栅元件的制备，限制了 X 射线光谱探测分辨率的进一步提升和凝聚态物理中相关科学的发展。

针对上述问题，该团队首先提出一种基于空位自组装“反向外延”

物理模型【Physical Review Letters, 111, 016101 (2013)】，在理论模型的指导下发展了一种新型超高线密度光栅器件的制备技术。多层膜光栅制备流程示意图如图 1，利用低能离子轰击在半导体材料（GaAs）表面激发空穴的自组装过程，形成高度规则的纳米沟槽阵列，沟槽周期达到亚 50nm 水平，形状类似对称的闪耀光栅结构，光栅线密度相当于 2 万线/毫米。在此基础上，将超高线密度光栅结构与多层膜相结合，形成三维多层膜光栅结构，大大提高光栅衍射效率，使其可工作在 X 射线波段；多层膜光栅的高级次衍射也将进一步提高元件的色散性能。

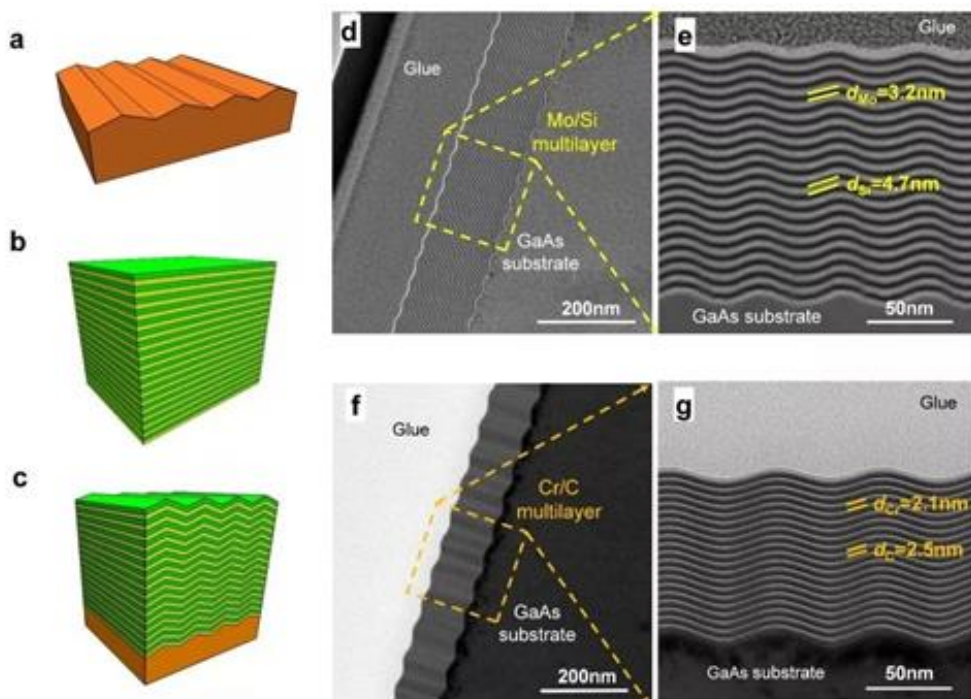


图 1 多层膜纳米光栅制备流程示意图(a-c)，制备 Mo/Si (d, e)和 Cr/C (f, g)多层膜光栅的截面 TEM 图

图 2 为 Mo/Si 和 Cr/C 多层膜纳米光栅的色散测试，结果表明：研制的 Mo/Si 多层膜纳米光栅在 87.5eV 的 X 射线能量获得 11%的衍射效率；Mo/Si 和 Cr/C 多层膜光栅在 90eV 和 270eV 附近获得 $0.21^\circ/\text{eV}$ 和 $0.093^\circ/\text{eV}$ 的超高角色散，比现有技术制备的最高线密度 5 千线/毫米光栅的色散性能提高 4.5-6.3 倍。

同时，该技术在 2 英寸晶圆上实现了多层膜纳米光栅的均匀构筑，展现了该方法具有大面积快速制备的独特优势。这项技术不仅为超高分辨率光栅的制备提供了新方法，突破了传统光栅元件色散性能的瓶颈；也为高性能紧凑型 X 射线光谱仪的发展奠定了基础。该技术已经获得三项中国发明专利和一项德国专利的授权，具有自主知识产权。

该项目得到了国家自然科学基金联合基金重点项目、国家自然科学基金优秀青年科学基金的支持。

“中国光学十大进展”推选活动由中国激光杂志社发起，旨在介绍国内科研人员在知名学术期刊上发表的与光学相关的具有重要学术、应用价值的论文，促进光学成果的传播。

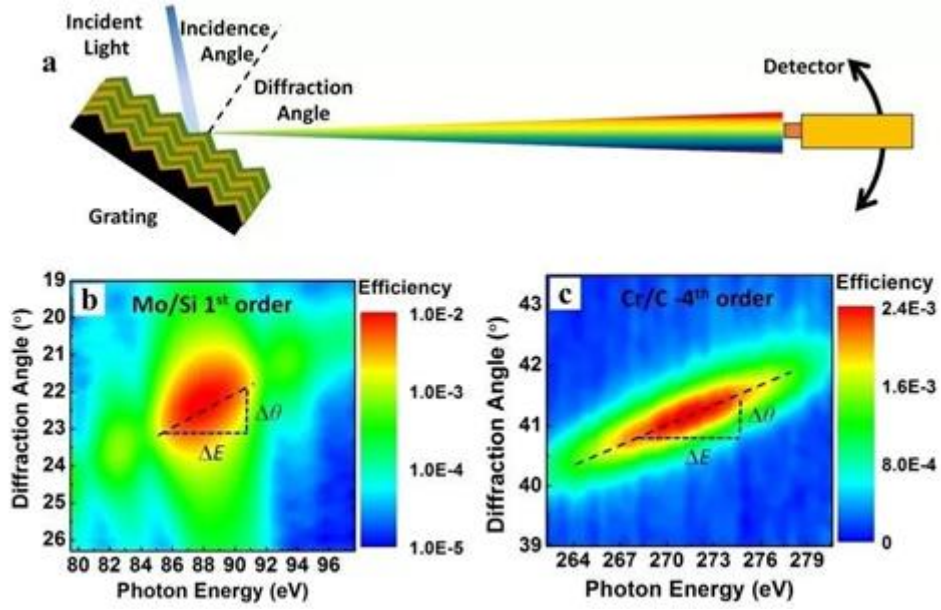


图 2 Mo/Si 和 Cr/C 多层膜纳米光栅的色散测试结果

“纳米画笔”勾勒未来光电子器件

如今人们的生活节奏在加快，对电子设备的要求也越来越高。各种新款电子设备都在变着法子表明自己功能更强大、体型更轻薄。然而，电子设备的功能越丰富、性能越强大，意味着这些设备单位体积中容纳的电子元件数目越多；体型越小意味着这些电子元件功能单元的体积越

来越小。

就像我们每天都使用的手机，它的中央处理器（CPU）中包含了数十亿个晶体管单元；手机相机成像芯片可以达到几千万甚至上亿像素，里面的感光灵敏元达到了上亿数目；手机的存储容量也已达几百 GB，甚至 TB，同样包含了数亿计的存储功能单元。

可预期的未来，需要在更小的面积集成更多的电子元件。针对这种需求，厚度仅有 0.3 至几纳米（头发丝直径几万分之一）的低维材料应运而生。这类材料可以比作超薄的纸张，只是比纸薄很多，可以用于制备纳米级别厚度的电子器件。从材料到器件，现有的制备工艺需要经过十分繁琐复杂的工艺过程，这对快速筛选适合用于制备电子器件的低维材料极为不利。



图 1 各类电子和光电子器件

近日，中科院上海技术物理研究所科研人员研发出了一种简单的制备低维半导体器件的方法——用“纳米画笔”勾勒未来光电子器件。由于二维材料如同薄薄的一张纸，它的性质很容易受到环境影响。利用这一特性，研究人员在二维材料表面覆盖一层铁电薄膜，使用纳米探针施加电

压在铁电材料表面扫描，通过改变对应位置铁电材料的性质来实现对二维材料性质的精准操控。当设计好器件功能后，科研人员只需发挥想象，使用纳米探针“画笔”在铁电薄膜“画布”上画出各种各样的电子器件图案，利用铁电薄膜对低维半导体材料物理性质的影响，就能制成所需的器件。

实际实验操作中，“画笔”是原子力显微镜的纳米探针，它的作用就相当于传统晶体管的栅电极，可以用来加正电压或负电压。但不同于传统栅电极，原子力显微镜的针尖是可以任意移动的，如同一支“行走的画笔”，在水平空间上可以精确“画出”纳米尺度的器件。在这个过程中，研究人员通过控制加在针尖上电压的正负性，就能轻易构建各种电子和光子器件，比如存储器、光探测器、光伏电池等等。

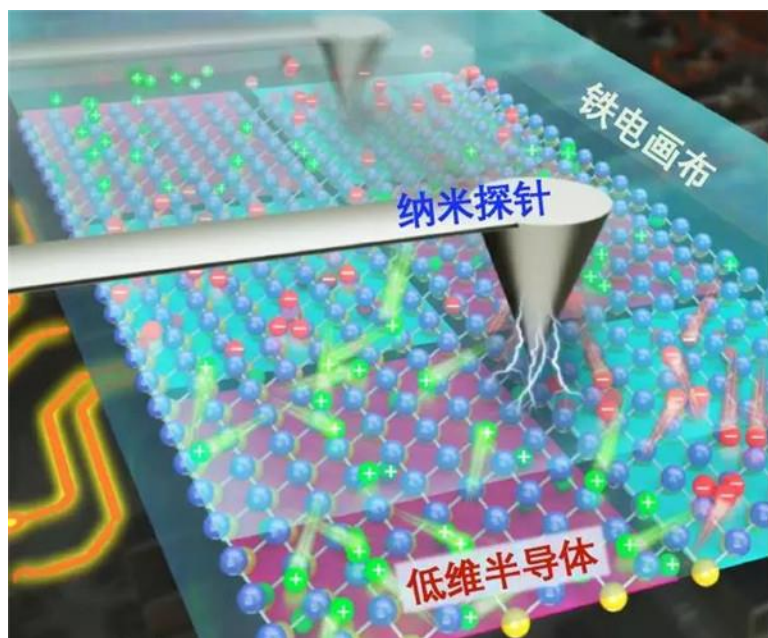


图2 纳米探针“画笔”在铁电材料“画布”上“画出”电子器件

下图是一张用探针针尖写出来的心形图案，充分体现了图形编辑的任意性。而且，一个器件在写好之后，用针尖重新加不同的电压进行扫描，还能写成新的功能器件，就像在纸上写字然后用橡皮擦干净再重新写上一样，即同一个器件可以反复利用、实现不同功能。就像一个机器

人，刷新一下控制程序，就能做不同的事情。



图3 利用探针“画”出的“心形”器件

研究人员还进一步将这种探针扫描技术应用于准非易失性存储器。准非易失性存储器是指同时满足写入数据速度较快，保存数据的时间较长的一类存储器。发展这类存储技术很有意义，比如它可以在我们关闭计算机或者突然性、意外性关闭计算机的时候延长数据的保存时间。

此外，这种器件制备技术还可用于设计“电写入，光读出”的存储器，我们日常使用的光盘就是典型的“光读出”的存储媒介。由于低维半导体载流子类型在针尖扫描电场作用下会发生改变，这导致其发光强度也会出现明显变化。因此结合扫描图形任意编辑的特点，科研人员就可以设计出周期性变化的阵列。

这些阵列图形的每个区域都经过针尖去控制它的载流子类型，进而控制低维材料的发光强度，然后通过一个相机拍照就能直接获取一张荧光强度照片。每一个存储单元的信息都在这张照片里“一目了然”，暗的单元可以用来代表存储态中的“0”，亮的单元可以用来表示“1”，类似于一种新型存储“光盘”。

科研人员可以简单直接地通过拍荧光照片的方式同时获取每个存储单元的信息。运用该技术，若用电压读出的方式，理论上的存储密度可以达到几个 T-Byte/in²。

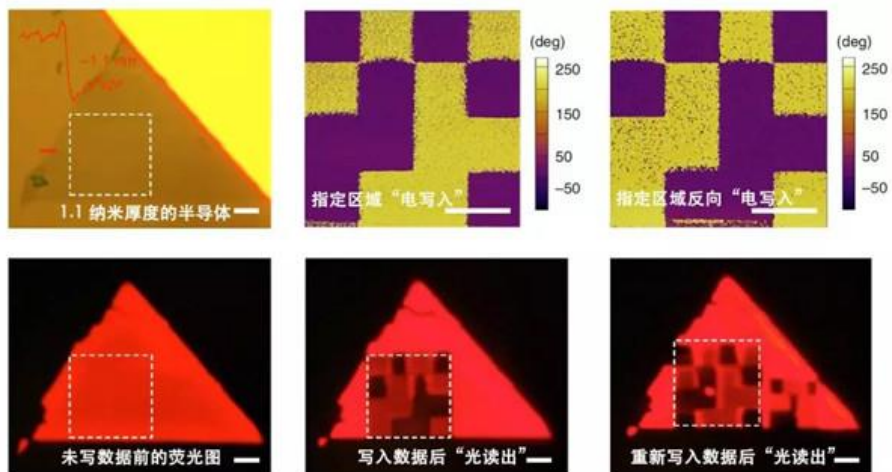


图4 “电写入，光读出”的存储原理及效果

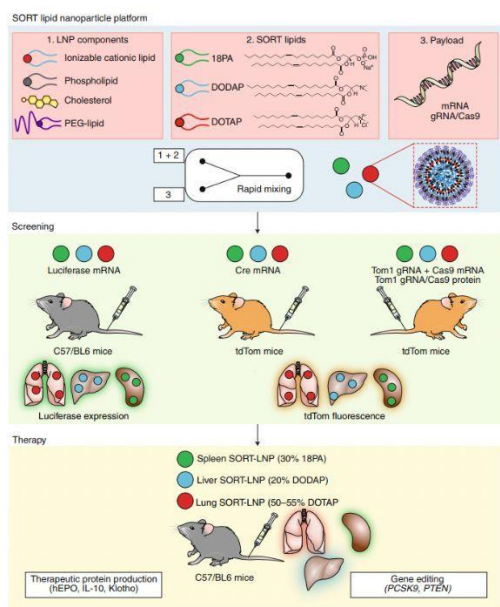
本研究由中国科学院上海技术物理研究所与复旦大学、华东师范大学、南京大学，中国科学院微电子研究所等多个课题组合作完成。研究成果已发表于《自然-电子学》，文章标题“*Programmable transition metal dichalcogenide homojunctions controlled by nonvolatile ferroelectric domains*”。

海外传真

☆☆☆☆

纳米颗粒实现器官特异性基因编辑！

脂质纳米颗粒(LNP)技术使一种小干扰 siRNA (siRNA)药物的临床转化和首次获得美国食品和药物管理局(FDA)的批准成为可能。该纳米药物是为治疗遗传性疾病转胸腺视蛋白介导的淀粉样变性引起的多神经病而开发的，它依赖于高效的 lnp 介导的 siRNA 在静脉滴注后传递到肝细胞，



从而抑制病理蛋白的产生。LNP 系统还允许信使 RNA (mRNA) 的封装, 以诱导治疗性蛋白的产生, 并允许基因编辑复合物全身给药后纠正肝细胞中的致病突变。然而, 在肝脏以外的组织和器官中实现治疗相关的基因调控仍是一个未解之谜。

在 Nature Nanotechnology 上, Qiang Cheng 等人提出了一种称为选择性器官靶向(SORT)的方法, 通过生物工程将含有核酸疗法的 LNPs

诱导肝脏、脾脏和肺特异性基因调控。LNP 系统通常由磷脂、胆固醇、聚乙二醇(PEG)脂质和可电离的阳离子脂质组成。每个 LNP 成分及其摩尔比都已被优化, 以确保高效的核酸递送到肝细胞。特别是, 合理设计和筛选可电离的阳离子脂质(或类脂质)文库对于实现临床应用相关剂量的肝基因沉默至关重要。最有效的电离阳离子脂质, 其特征是明显的 pKa 值在 6.2 和 6.5 之间, 具有三种功能: (1)在 LNP 生产期间, 酸性 pH 值下质子化的叔胺脂质头部促进其与带负电荷的核酸结合, (2)在生理的 pH 值, 附近无电荷的脂质确保净中性表面电荷, 以减少免疫反应和循环时间延长和(3)细胞摄取后进入酸化的内体中, 正电荷脂质促进膜融合和有效的胞质递送。

在这种 SORT 方法中, 作者添加五分之一脂质成分来通过静脉注射递送功能信使核糖核酸或基因编辑复合物到特定组织。使用一个快速的混合过程, 这种 SORT 脂质 (永久的阳离子和阴离子或可质子化的阳离子) 和不同摩尔比的其他材料生成一个脂质体文库, 加载 mRNA 编码荧光素酶进行体内筛选。通过增加永久性阳离子脂质 1, 2-二烯烃-3-三甲氨基丙烷(DOTAP)的摩尔百分比(0-100%), 可使荧光素酶的表达在静脉注射后从

肝脏转移到脾脏和肺。LNPs 中加入 10-40% 的永久性阴离子脂质 1, 2-二烯醇化酶-sn-甘油-3-磷酸(18PA)可在脾脏中特异性表达荧光素酶。加入 20% 的其他可电离的阳离子脂类, 如 1, 2-二烯酰-3-二甲基氨基甲烷-丙烷(DODAP), 不会改变生物分布, 但增加了 mRNA 对肝脏的递送。该方法的普遍性通过将 LNP 与其他永久性带电或可电离的阳离子脂类功能化而得到证实, 这导致了器官表达的类似变化, 且表现出与脂类相关的方式。值得注意的是, SORT-LNP 的疗效离不开可电离的阳离子脂质包含。给予肺、脾脏和肝脏特异性 mRNA SORT-LNP 的筛选结果表明, 基于荧光素酶的筛选可产生持续的治疗性蛋白, 且无明显毒性。重要的是, SORT 方法还允许调节 LNPs 组织特异性荧光素酶的表达, 使其与临床批准的 Onpattro 配方相同。

Cheng 等人也报道了使用 SORT-LNPs 进行组织特异性 CRISPR/Cas 基因编辑。相对于治疗性基因沉默或表达, 基于 CRISPR/Cas 的基因编辑需要(至少)两个组成部分: 引导 RNA (guide RNA, gRNA)识别目标 DNA 和 Cas 核酸酶进行双链断裂。作者生成了包含 gRNA 和 Cas9 mRNA 或 gRNA/Cas9 核糖核酸蛋白复合物的 SORT-LNPs, 并在肝外组织进行了基因编辑。在红色荧光蛋白 tdTomato 报告小鼠中, 不同种类的 LNP 剂型可选择性诱导肝、肺、脾特异性基因编辑。此外, 作者还展示了内源性靶基因(PTEN)和治疗性靶基因(PCSK9)的组织特异性编辑。

Cheng 等人的研究的主要创新点是在复杂的报告模型中采用了系统的 LNP 筛选方法。Sago 等人报道了一种类似的方法, 称为纳米颗粒传递的快速识别(FIND)。他们的策略包括筛选数百个 LNPs, 以确定使用合理设计的 DNA 条形码将功能性 mRNA(和其他 RNA 疗法)递送到各种组织的有效配方。(来源: 生物谷 Bioon.com)

科学家如何用纳米技术对抗新型冠状病毒？

目前还没有针对 COVID-19 的疫苗或特效治疗。COVID-19 是由严重急性呼吸系统综合征 2 型冠状病毒 (SARS-CoV-2) 引起的疾病。

自 2019 年底爆发以来，研究人员一直在竞相了解更多关于 SARS-CoV-2 的信息。SARS-CoV-2 是一种来自冠状病毒家族的毒株，因其冠状外形而被称为冠状病毒。

美国东北大学的化学工程师 Thomas Webster 专门从事开发治疗疾病的纳米级药物和技术，他是为美国疾病控制与预防中心 (Centers for Disease Control and Prevention, 简称 CDC) 提供想法和技术以抗击 covid-19 疫情的科学家中的一员。

Webster 说，使用纳米颗粒的想法是，COVID-19 背后的病毒具有与他的纳米颗粒类似的结构。在这个尺度下，物质是非常小的，大约比一根头发的宽度小一百万倍。

Webster 提出了一种类似大小的粒子，可以附着在 SARS-CoV-2 病毒上，通过红外光治疗来破坏它们的结构。这种结构上的改变会阻止病毒在体内生存和繁殖的能力。

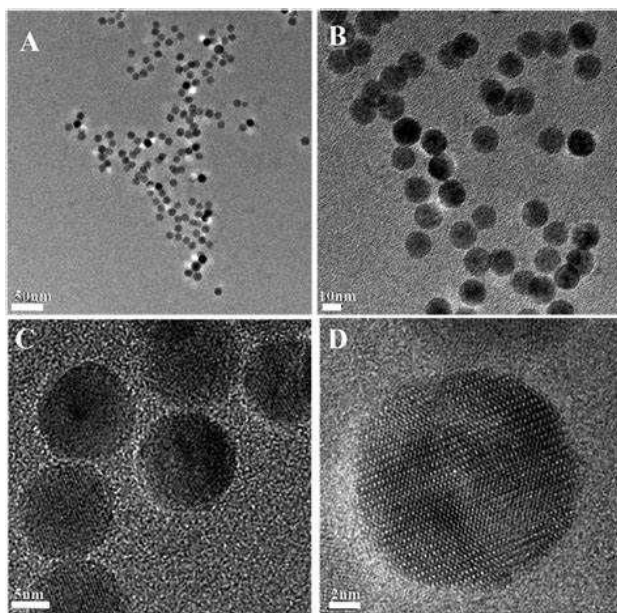
Webster 来自东北大学化学工程学院，他表示"在纳米尺度范围内，如果你想检测病毒，如果你想让它们失去活性，那么你必须在这这么大的尺度内思考。"

Webster 和其他研究人员所谓的"治疗诊断学"的核心是用纳米药物发现和中和病毒，其重点是将治疗和诊断结合起来。利用这种方法，他的实验室专门研究了纳米颗粒，以对抗导致流感和结核病的微生物。

"这不是用一种方法来检测你是否感染了病毒，用另一种方法来治疗，"他说，"而是用同样的粒子，同样的方法来检测和治疗。"

SARS-CoV-2 主要通过呼吸、说话、打喷嚏、咳嗽等产生的微小的病毒颗粒飞沫传播，这些病毒颗粒通过眼睛、嘴巴或鼻子进入人体。初步研究也表明，当这些细菌附着在工作台面、扶手和其他坚硬的表面时，它们可能存活数天。

Webster 说，这就是为什么要把纳米颗粒药物作为本次 COVID-19 疫情的重点之一。



由于纳米颗粒附着在不同的物体和表面，它们甚至可以在病原体进入人体之前就将其摧毁。他的实验室已经开发出一种可以喷在物体上形成纳米颗粒并攻击病毒的材料。

"即使它是在一个表面上，在某人的工作台上，或在一部 iPhone 上，它没有任何意义，因为它不是那种病毒的活性形式。"

同样的技术可以进行调整，以针对广泛的病毒、细菌和其他病原体。与其他具有大分子结构的新型药物不同，纳米颗粒非常小，它们可以在不破坏免疫系统等其他功能的情况下穿过我们的身体。

Webster 说："它们就像测量员一样，可以在你的血液中检测。它们可以更容易、更长的时间检测你的身体，并尝试检测病毒。"

Webster 说，要做到这一切，CDC 需要知道具体需要什么样的结构来中和 SARS-CoV-2。但这一信息尚未公开。

他说："你必须确定我们需要在纳米颗粒中加入什么物质来吸引病毒。疾控中心必须知道这一点，因为他们已经开发了一套工具，可以确定你是否感染了 COVID-19、流感还是其他什么疾病。"

一种替代纳米药物的方法是制造合成分子。但是 Webster 说，这种策略带来了一些挑战。就用于治疗癌细胞的化学疗法而言，这种合成药物会产生严重的副作用，杀死癌细胞以及体内的其他细胞。

Webster 说："同样的事情也可能发生在合成化学药物治疗病毒的过程中，这种分子杀死的远不止这种病毒。"

不过，Webster 也承认，目前并没有很多研究人员专注于研究纳米颗粒杀死病毒的方法。

缺乏这些解决方案的主要原因之一是，纳米颗粒使其成为理想的抗传染病药物的好处，也使它们成为美国联邦药品管理局(U.S. Federal Drug Administration)关注的问题。

由于它们的小尺寸，纳米颗粒无处不在，可以渗透到身体的其他部位。为了降低这种风险，Webster 的实验室专注于使用氧化铁。构成这些粒子的化学物质对我们的身体而言是非常安全的。

Webster 说："即使你感染了病毒，你也需要更多的铁，因为你可能会贫血，这取决于感染的严重程度。我们实际上是通过化学反应来开发这些纳米粒子，这有助于你的健康。"

他还说，铁基纳米颗粒可以通过磁场定向作用于身体的特定器官，比如肺部和其他容易感染病毒后出现呼吸道并发症的部位。Webster 说，这也是用新型合成分子无法做到的。

Webster 说："实际上，这一切意味着我们只需要做一些研究，证明那些铁纳米颗粒不会进入大脑或肾脏，这些纳米颗粒会准确地进入你希望它们进入病毒的地方。"（来源：生物谷 Bioon.com）

朱林晓：操纵光子的“光之使者”， 解锁高效制冷与能源利用

自 1999 年起，《麻省理工科技评论》每年都会推出 "35 岁以下科技创新 35 人" 榜单，旨在全球范围内评选出被认为最有才华、最具创新精神，以及最有可能改变世界的 35 位年轻技术创新者或企业家，共分为发明家、创业家、远见者、人文关怀者及先锋者五类。

朱林晓凭借其在纳米光子学和制冷技术领域取得的一系列成果，荣膺 2019 年《麻省理工科技评论》"35 岁以下科技创新 35 人" 中国区得主。

获奖时年龄：32 岁

获奖时职位：密歇根大学博士后研究员

获奖理由：他专注于研究制冷和热光伏技术，不断解锁高效利用能源的障碍。

小时候家里的一套自然百科全书，是朱林晓印象最深的启蒙读物。书中浩瀚无垠的神秘宇宙激发了他的求知欲和好奇心，再加上鼓励尝试、重视教育的家庭环境，使他始终保持对知识、科学和创新的热忱。

2006 年考入中国科学技术大学物理系之后，浓厚而踏实的学术氛围使朱林晓受益匪浅。虽然他当时对未来的道路还没有确切的想法，但依旧以优异的成绩拿到了斯坦福大学应用物理系的博士录取通知书，希望可以了解国际最新的科学技术方向，利用新技术解决能源短缺等社会问题。

现在看来，2010 年前往斯坦福攻读博士是他科研之路上的关键转折点。

" 博士导师范汕洵教授对我影响非常大，" 回顾过去的经历，朱林晓记忆犹新，" 在他的指导下，我不仅学习如何找出问题，如何与人合

作，如何最终解决问题，更重要的是，科学本身的严谨与精美第一次以一种具体的、可触碰的形式展现在我的面前，我深深地为此折服。”

来到斯坦福之后，朱林晓下决心要为科学创新的发展做出贡献。在博士初期，受到导师的启发，他对纳米光子学产生了浓厚兴趣，由此引出了他在调控热辐射和光致制冷等技术上的创新成果。

纳米光子学主要通过设计光学结构来调制光在纳米尺度的行为。在从事理论研究的过程中，朱林晓意识到生活中广泛存在的热辐射也是一种红外光，进而开始尝试将光子学理论和控制方法应用于热辐射上，探索用纳米光子器件控制热辐射的可能性。

同时因为热辐射也是一种能源，如果能更好地控制它，就意味着可以实现更高效的能源转换、热管理和信息处理。

基于这些想法，朱林晓发现自己研究的理论有很强的应用前景，于是开始逐渐从理论研究转向实验。

其中一个有趣的实验是基于天空的制冷技术，其原理是将物体的热辐射发射到太空中，借助太空极低的温度实现不消耗能源的制冷。在朱林晓之前，也有类似的研究，但只能在夜晚使用，因为白天物体会在太阳照射下升温，局限性很大。

他与合作者通过纳米光子技术，设计了一个特殊的多层光学结构，能够反射超过 96% 的太阳光，同时发射出很强的热辐射。在实际测试中，物体在太阳光的直射下也可以降温，最多可以比周围空气温度低 5 °C 左右。在后续的研究中，他把降温幅度进一步提升到了 42 °C。

这项突破性成果为制冷技术的研究开拓了一个新的领域，还具备进一步拓展的潜力，比如用来给太阳能电池降温，提升其能量转换效率。目前该成果已经获得了专利，已有初创公司尝试将其商业化。

“林晓是一个杰出的科学人才，找到这样一个在理论和实验上都十分出色的人是十分罕见的，”朱林晓的导师范汕洄教授给予他极高的评价。

2016 年博士毕业后，朱林晓希望以博士后的身份完成更多实验，验证自己的理论成果。因此他前往密歇根大学，加入了由 Reddy 教授和 Meyhofer 教授领导的机械工程实验室，研究重点是如何实现不依赖激光的光致制冷。



" 激光制冷对达到绝对零度、创造新的物态和发展固态制冷技术产生了深远影响，以前所有基于光的主动制冷技术都依赖于激光。我希望可以将我的理论研究付诸实践，通过控制热光子来实现新型光致制冷，" 朱林晓解释称。

在实验中，他向一个光二极管施加负向偏压，使其出现负发光效应，再依据纳米尺度下器件热辐射可以突破黑体辐射极限的原理，将另一个器件放在距离光二极管几十纳米的位置。这时就可以观测到靠近光二极管的器件温度会下降。

这项突破性成果验证了一种全新的固态主动制冷方法，理论上最高可以达到 1000 瓦每平方米的制冷功率，而且不依赖激光，只需要一个普通的商用红外光二极管，属于这个领域的第一篇实验性质论文。

这种制冷技术在可穿戴设备、机器人和航空航天等领域拥有广泛的应用前景，因为光二极管的体积跟半导体元件差不多，有可能将其集成在电路和片上系统中，直接为电子元件提供制冷效果，拥有效率高、无噪音和无震动等优势。

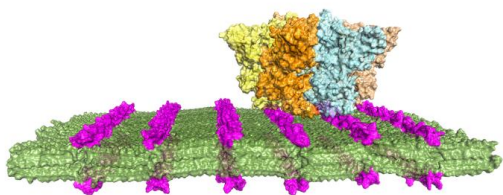
除此之外，为了更好地利用能源，朱林晓还着重研究新的热光伏技术，设计了一种新型热光伏电池。他通过把热发射体和热光伏电池间的距离降低到纳米尺度，将废热转电能的发电功率提高了约 40 倍。

朱林晓强调，" 人类利用能源时，大约有超过六成的能源都转化成了热量，最后排放到了环境中。如果能把这些废热利用发电，可以节约很多的能源。"

谈到下一步的发展，他表示自己还会在科研道路上深耕，比如未来会研究基于正向偏压的光二极管的固态制冷，进一步提升制冷系数，还会尝试用新能源实现制冷和发电等新颖想法。

" 当我遇到一个新问题时，我会跳出现有的思维框架，抱着初学者的心态去解析这个问题。当我给出了一个解决方案后，我会反问自己，有没有进一步改良提升的空间，" 朱林晓表示。正是这种持之以恒、不断自省的态度引领他取得了今天的成就。（来源：MIT Review）

科学家创建基于“类环”纳米片的新系统 或能加速人工抗体的发现



人体在保护自身免受入侵的病毒和细菌方面做得很好。抗体是防御的主要路线之一，但是当出现新威胁时，人体需要时间来产生新的抗体来对抗它。伯克利实验室领导的一项新研究设计了一种有效的系统，该系统应加快新人工抗体的发现。

抗体是具有特殊尖端的蛋白质，可锁定在病原体中的某些分子上。当它们这样做时，它们要么标记入侵者被其他免疫细胞破坏，要么通过抑制生命机能直接中和病原体。每种抗体都针对一种特定的病原体，而人体会以各种类型的抗体为中心，针对各种入侵者。

由于它们如此有效，因此科学家经常从抵抗某些疾病的人那里收获抗体，或者从头开始改造它们，以帮助增强目前受该疾病困扰的患者的免疫系统。不幸的是，这是一个困难而昂贵的过程。

更有效的替代方法可能是人工抗体，以及其他以类似方式发挥作用的纳米粒子。在这项新研究中，伯克利实验室的研究人员设法创建了一种筛选人工抗体的新系统。

该系统开始于由称为类肽的分子组成的纳米片。然后将其包裹在其他类肽的环中，该团队称为“类环”。纳米片提供了支撑结构，而环状物是活性部分，锁存在可能存在于不同病原体中的分子上。

所有这些“类环”可以调整为不同的形状，以测试它们可能如何吸引这些病原体分子。然后，团队可以将系统暴露于各种分子中，并检查哪些分子粘附。如果确实如此，则该环状物的结构为该病原体的人工抗体提供了一个很好的起点。该团队表示，由于每个纳米片上的环状化合物数量众多，该系统可有效捕获这些候选抗体。例如，在他们的测试中，他们确定了一种与炭疽病原体结合并破坏炭疽病原体的物质。

该研究的合著者罗恩·扎克曼说：“我们现在可以轻松地构建坚固的合成材料种群，将其设计为识别潜在的病原体。这是仿生纳米科学的光辉典范。”

该系统显然稳定且生产成本低廉，并且合成和筛选可以自动化以加快处理速度。研究人员希望它将加速发现各种疾病的新疗法。（来源：cnBeta.COM）

产业信息



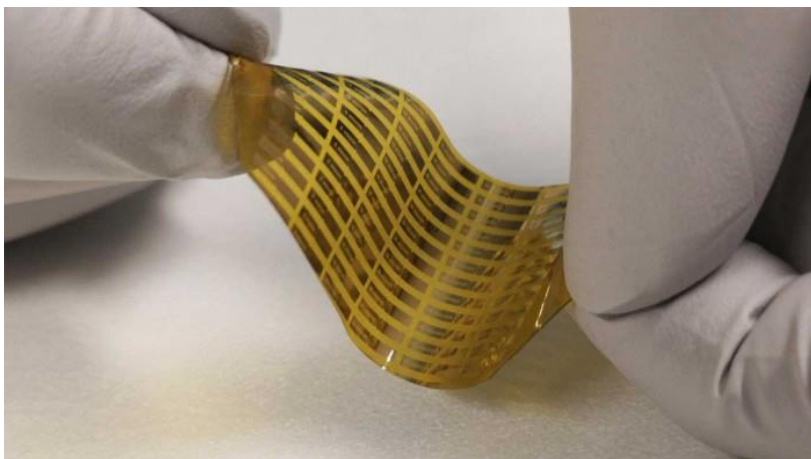
EPFL 研究人员制造纳米器件

速度是当前晶体管的 100 倍

EPFL 研究人员已经开发出一种比当今最快的晶体管运行速度快十倍的器件。新设备的运行速度也比目前计算机中的晶体管快 100 倍左右。

他们发明的纳米级设备能够产生高功率太赫兹波。这位科学家说，众所周知，这些波很难产生。由于很难产生这种波，因此它有着广泛的应用前景，包括成像或传感以及高速无线通信。

研究人员还说，该装置的高功率皮秒操作有望用于先进的医疗技术，包括癌症治疗。太赫兹波在电磁频谱中介于微波和红外辐射之间，以每



秒 10 亿至 30 万亿次的频率振荡。太赫兹波因其独特的特性而受到追捧，包括穿透纸张、衣物、木材和墙壁的能力。

这些电波还能够携带数据，这

可能为更快的无线通信打开了大门。这些波也是非电离的，不会对人体健康造成危害。科学家们创造的技术可以安装在芯片上，也可以是柔性介质，有朝一日可以安装在智能手机或其他手持设备上。所描述的设备是紧凑和廉价的，能够在短时间内从一个微小的源产生高强度的波。

它通过在 10 皮秒范围内产生从 10V 到 100V 的电压尖峰来产生“火花”。该设备每秒可以接受多达 5000 万个信号，从而以近乎连续的方式产生火花。结构包括一对金属板，它们之间的距离接近 20 纳米。通过向其中一块板施加电压电子浪涌形成纳米等离子体。（来源：cnBeta.COM）