超薄结构薄膜的全光近红外成像

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/24924.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

超薄结构薄膜的全光近红外成像。当前，近红外(NIR)视觉探测器和相机在成像、传感和显示等高科技技术中发挥着至关重要的作用。基于护目镜或双筒望远镜的近红外相机对夜视、医疗和农业成像尤为重要。在传统的近红外相机中，近红外光(700 – 2500 nm)通过光电阴极被吸收，导致电子放电并撞击集成平面屏幕，然后通过眼睛或成像传感器获得信息。虽然这类设备的有效性已在上述应用中被证实，但是它们存在笨重、单色并且只适用于某些波段的缺陷。特别是光电阴极只能在以下波段之一工作：400-1000 nm、1000-2500 nm或者大于2500 nm，成为了限制该类设备应用的技术瓶颈。

针对这一问题，英国诺丁汉特伦特大学的Mohsen Rahmani教授等人展示了一种能够覆盖所有这些频段的薄膜，而无需将光转换为电子，反之亦然。在这项研究中，他们采用了非线性超表面的概念。超表面是纳米级谐振器阵列，可以调控光的特性，包括光的传播方向、强度和波长(或者颜色)。其中，能够转换光波长的超表面被定义为非线性超表面。Mohsen Rahmani教授等提出了一种由硅薄膜构成的非线性超表面，薄膜上有精心设计和制造的纳米级孔(即膜的几何形状)，能够与入射光发生强烈共振。当用近红外光照射该超表面后，会通过非线性过程(即三次谐波生成(THG))产生波长为原始波长1/3的新颜色。通过控制纳米孔阵列的对称性来调谐光的波长和强度，并最终实现近红外成像。图1(a)展示了对任意物体进行近红外成像的原理，例如，远程通信波长(1512 nm)附近的近红外光穿过扇形星目标后，通过超表面被转换成可见光信号(504 nm)。图1中(b1)和(c2)是在CCD相机上形成的图像。

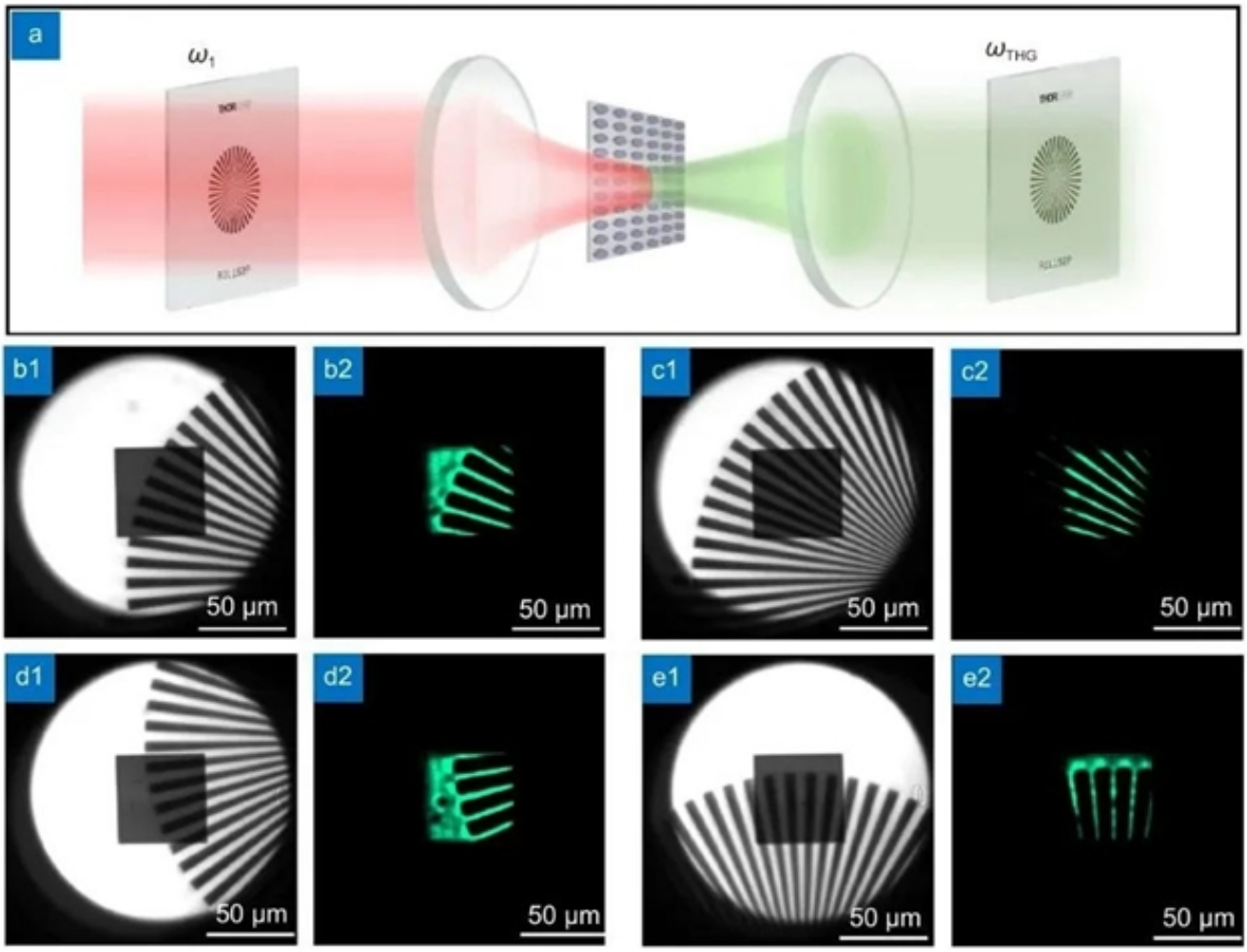


图 1 (a)是基于硅膜超表面的THG成像示意图。(b1)和(c1)是扇形星目标和超表面在白光光源照明下的图像。(b2)和(c2)是在近红外光源(波长1512 nm)照射下，通过超表面膜转换得到的目标可见光图像(波长504 nm)

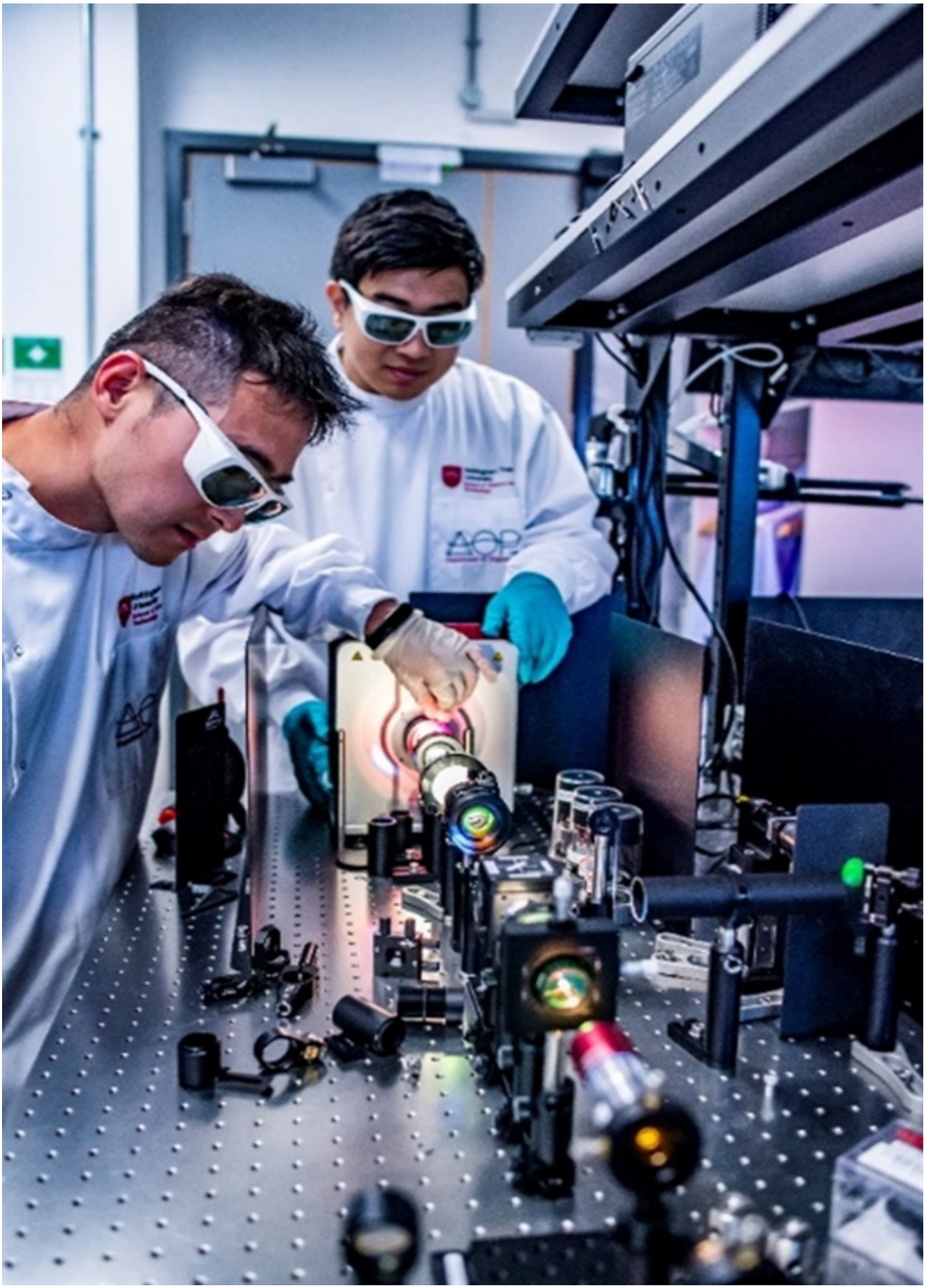
这种用于近红外成像的新方法可以被广泛地应用到大频段和多色工艺。值得注意的是，所利用的材料硅，目前在CMOS工业中被大量使用，大规模地生产硅超表面不需要巨额投资。此外，硅不吸收波长大于1000 nm的近红外光，不存在加热问题。同时，硅也是一种中心对称材料，非线性硅超表面可以用于THG外的其他三阶非线性相互作用，例如：通过使用一种称为四波混频的工艺，可以覆盖近红外和可见光范围内的多个波长，从而生成彩色图像。因此，该工作报道的技术平台为下一代轻薄、廉价、宽带和彩色的近红外相机及探测器提供了基础。

该项研究成果以Third-harmonic generation and imaging with resonant Si membrane metasurface为题发表在Opto-Electronic Advances（光电进展）2023年第8期。

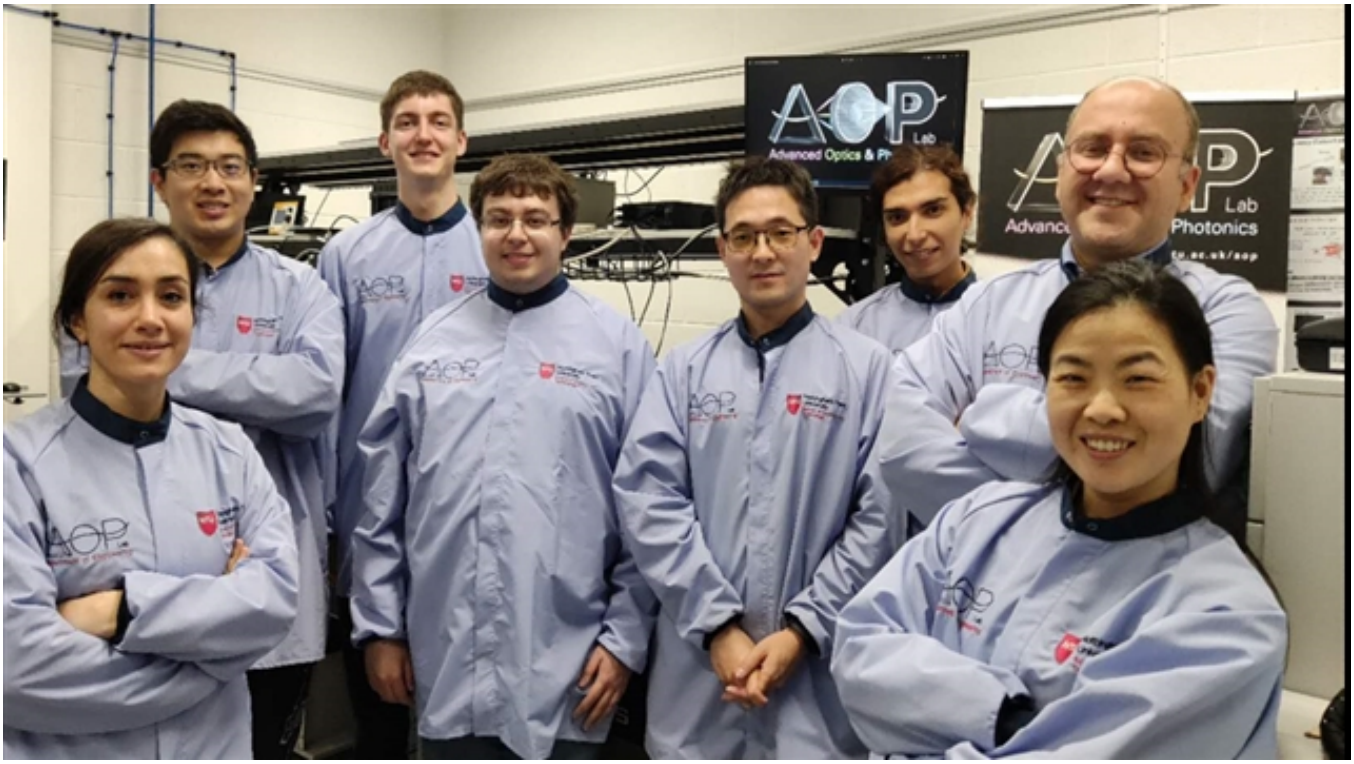
研究团队简介

诺丁汉特伦特大学的先进光学与光子学(AOP)研究小组由Mohsen Rahmani教授、Lei Xu博士和Cuifeng Ying博士组建。该小组的研究计划集中在设计、制造和亚波长纳米结构的工业化上，这些纳米结构可以与入射光发生共振耦合，并根据需要控制光的性质。该小组的主要研究方向是：1)线性光子学，设计超表面以再现体光学的功能，有时还提供传统衍射光学无法实现的

功能。2)非线性光子学，通过设计和制造用于近红外成像、夜视等的工程超表面实现光频(颜色)的全光通信。3)生物光子学，通过设计和开发超灵敏的纳米级传感器检测低浓度物质或生物标记物，可到单个蛋白质水平。



Lei Xu博士(左)和英国皇家学会资助的博士候选人Ze Zheng先生(右)



AOP小组合影。右起：Cuifeng Ying博士、Mohsen Rahmani教授、Arman Youseif先生、Lei Xu博士、Saaman Zargabashi先生、Gabriel Sanderson先生、Ze Zheng先生、Mahya Asadiapari女士

英国诺丁汉特伦特大学(NTU)正在打造一所未来大学，一所向所有人敞开怀抱、挑战传统、丰富我们周围世界的大学。NTU与世界上最顶尖的人才合作，突破界限，打破现状，改变生活。通过NTU的研究特长、研究重点和研究主题，NTU正在开展对个人、社区、企业和政策产生深远现实影响的突破性研究。从社交媒体成瘾到可持续农业，NTU激励最聪明的人才奋起直追，共同解决社会面临的一些最重大的全球性挑战。NTU的专业资格研究生人数在英国排名第三，在52个不同的研究和分析领域有320多名专家。在最新的卓越研究框架(Research Excellence Framework)结果(2014年)中，NTU有90%的研究被评为世界领先、国际优秀或国际公认。最近，NTU的文化遗产研究还荣获了2021年女王高等教育和继续教育周年奖，这是他们第二次获此殊荣。（来源：科学网）

阅读原文

Zheng Z, Xu L, Huang LJ, Smirnova D, Kamali KZ et al. Third-harmonic generation and imaging with resonant Si membrane metasurface. Opto-Electron Adv 6, 220174 (2023).

DOI: 10.29026/oea.2023.220174

文章荐读

Opto-Electronic Advances 2021~2023年超表面虚拟专辑

OEA 人工智能加持超构光子学【澳大利亚国立大学Yuri Kivshar院士领导的联合团队】

Krasikov S, Tranter A, Bogdanov A, Kivshar Y. Intelligent metaphotonics empowered by machine learning. Opto-Electron Adv 5, 210147 (2022).

OEA 非线性光学超表面的现状与未来【巴黎大学Giuseppe Leo教授团队】

Gigli C, Leo G. All-dielectric χ (2) metasurfaces: recent progress. Opto-Electron Adv 5, 210093 (2022).

OEA封面 基于码分复用超表面的彩色全息视频显示【北理工与哈工大（深圳）联合团队】

Li X, Chen QM, Zhang X, Zhao RZ, Xiao SM et al. Time-sequential color code division multiplexing holographic display with metasurface. Opto-Electron Adv 6, 220060 (2023).

OEA封面
石墨烯赋能超构表面：从静态走向动态【西北工业大学与中国科学院西光所联合团队】

Zeng C, Lu H, Mao D, Du YQ, Hua H, Zhao W, Zhao JL. Graphene-empowered dynamic metasurfaces and metadevices. Opto-Electron Adv 5, 200098 (2022).

OES 光控超构表面助力调控太赫兹光束超传输【大连理工和天津大学联合团队】

Cao T, Lian M, Chen XY, Mao LB, Liu K et al. Multi-cycle reconfigurable THz extraordinary optical transmission using chalcogenide metamaterials. Opto-Electron Sci 1, 210010 (2022).

作者：Mohsen Rahmani 来源：《光电进展》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发