

洪明辉教授团队在微球纳米显微成像方面取得新进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23063.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！

洪明辉教授团队在微球纳米显微成像方面取得新进展。厦门大学萨本栋微米纳米科学技术研究院洪明辉教授团队提出了一种特殊设计制造的新型微球透镜组，突破了高分辨光学微球纳米显微镜对液体或固体浸没环境的要求，在大气环境下采用普通倍数物镜就实现了亚50 nm显微成像分辨能力，相关成果于2023年2月28日以Sub-50 nm optical imaging in ambient air with 10× objective lens enabled by hyper-hemi-microsphere为题在线发表在光学领域国际权威期刊Light: Science Applications。

Wu et al. *Light: Science & Applications* (2023)12:49
<https://doi.org/10.1038/s41377-023-01091-9>

Official journal of the CIOMP 2047-7538
www.nature.com/lisa

ARTICLE

Open Access

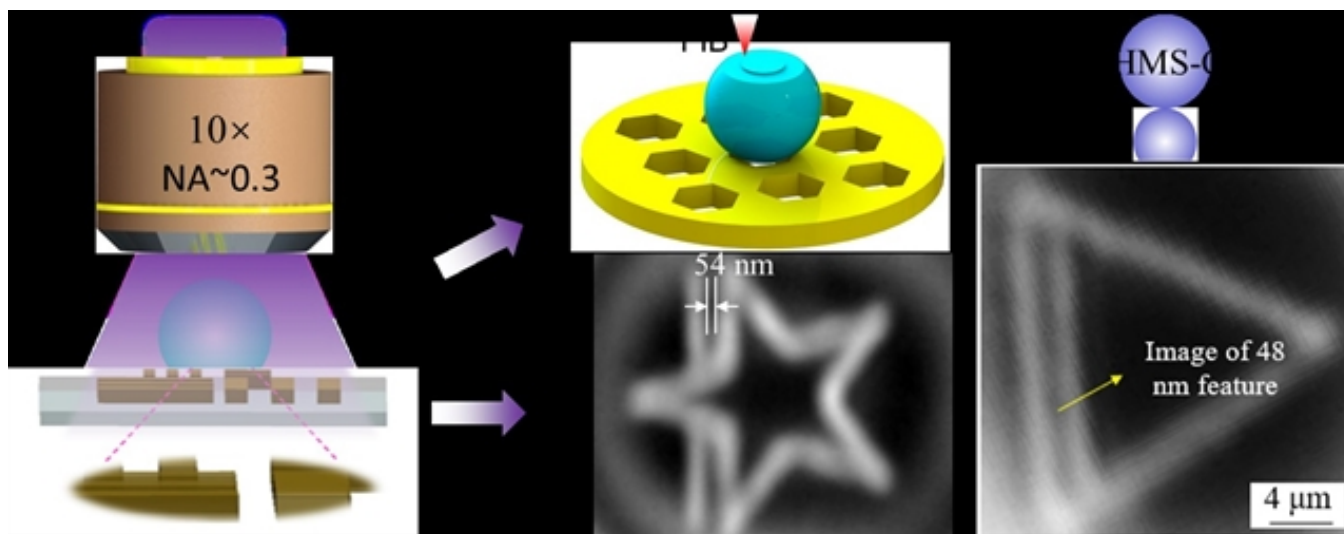
Sub-50 nm optical imaging in ambient air with 10× objective lens enabled by hyper-hemi-microsphere

Guangxing Wu¹, Yan Zhou^{1,3} and Minghui Hong^{1,2✉}

Abstract

Optical microsphere nanoscope has great potential in the inspection of integrated circuit chips for semiconductor industry and morphological characterization in biology due to its superior resolving power and label-free characteristics. However, its resolution in ambient air is restricted by the magnification and numerical aperture (NA) of microsphere. High magnification objective lens is required to be coupled with microsphere for nano-imaging beyond the diffraction limit. To overcome these challenges, in this work, high refractive index hyper-hemi-microspheres with tunable magnification up to 10× are proposed and realized by accurately tailoring their thickness with focused ion beam (FIB) milling. The effective refractive index is put forward to guide the design of hyper-hemi-microspheres. Experiments demonstrate that the imaging resolution and contrast of a hyper-hemi-microsphere with a higher magnification and larger NA excel those of a microsphere in air. Besides, the hyper-hemi-microsphere could resolve ~50 nm feature with higher image fidelity and contrast compared with liquid immersed high refractive index microspheres. With a hyper-hemi-microsphere composed microscale compound lens configuration, sub-50 nm optical imaging in ambient air is realized by only coupling with a 10× objective lens (NA = 0.3), which enhances a conventional microscope imaging power about an order of magnitude.

随着半导体工业，生物医学等领域的迅猛发展，人们对纳米尺度物体的形貌表征需求与日俱增。光学显微成像技术具有非侵入性，非破坏性，低成本和操作简单等优点，在微纳成像方面备受青睐。传统光学显微镜受到光的衍射效应的制约，其分辨率极限为200 nm左右。为了突破该物理极限，过去几十年，科学家提出了一系列超分辨光学显微成像技术。其中，光学微球纳米显微镜由于具有纳米成像能力，无需荧光标记，实时成像和成本效益高等优点，极具市场竞争力。然而，目前光学微球纳米显微镜受限于其放大率和数值孔径，通常需要在液体或固体浸没环境中才能够观察到亚50纳米尺度的样品结构，这在一定程度上限制了它的应用范围。为了突破这些限制，进一步提高成像分辨率，本研究提出了一种特殊设计制造的微球透镜组，它将传统光学显微镜的成像分辨率提高了一个数量级。



该研究首先提出了采用高折射率的微米超半球复合透镜替代普通光学微球对纳米尺度的样品进行虚像放大成像，虚像放大后的结果可以被低倍率的传统光学显微镜所分辨。在设计方面，考虑到微米超半球具有显著的波动光学效应，本研究提出了有效折射率模型对几何光学成像理论进行修正，可以准确高效地对不同参数的微米超半球复合透镜的成像特性进行预测。在器件制备上，该研究提出了采用聚焦离子束雕刻高折射率微球这种自上而下的方案来制作微米超半球，该方法加工精度高并且对不同材质的微球具有普适性。

成像实验表明，微米超半球和普通光学微球相比具有更大的数值孔径和高达10倍的可调谐放大率。在空气环境中仅需搭配一个10倍物镜就可以分辨接近50纳米的样品结构，并且图片对比度和保真度比液体浸没的微球更高。当用微米超半球和普通微球组装成复合透镜时，能够实现大视野的亚50纳米光学成像。此外，该技术还用于观测工业制造的CPU芯片，取得了良好的成像效果，证实了该技术的实用化潜力。综上所述，该研究提出的微米超半球复合透镜技术具有分辨率高，成像对比度好，无需荧光标记和无需介质浸没等优点，在芯片质量检测和生物医学研究等领域具有大规模商业化应用前景。

洪明辉教授团队是光学微球研究领域的拓荒者之一，颠覆了传统光学器件对光的调制能力，提供了一种全新的构建微纳光学系统的思路，获得了包括诺奖专家在内的业界专家高度评价。基于这一领先技术，洪明辉教授曾孵化成立新加坡光技术公司(Phaos Technology)并担任董事局主席，专利技术成功实现转化，与世界知名光学仪器制造商上市公司西格玛光机株式会社(Sigma Koki)建立了战略合作关系，陆续推出系列产品，如2020年初在美国西部光电展中正式展出的光学显微镜OptoNano 200机型，出厂检测指标为137纳米，颠覆了对传统光学显微镜认知，取得了显著的社会经济效益。2022年8月，新加坡工程院院士洪明辉教授以陈嘉庚讲席教授身份全职加盟厦门大

学，致力于打造一个具有全球化视野、国际一流的微纳制造与智能光学检测平台，围绕厦门4+4+6现代化产业体系，正在积极推进光电岛项目落地，赋能检验检测产业高质量发展。

该研究是在洪明辉教授的领导下，由厦门大学与新加坡国立大学研究团队合作完成。厦门大学萨本栋微米纳米科学技术研究院院长洪明辉教授为本论文的通讯作者，新加坡国立大学设计和工程学院吴光兴为本论文的第一作者。(来源：厦门大学)

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41377-023-01091-9>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性;如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任;作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：洪明辉等 来源：《光：科学与应用》

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](https://www.iikx.com)转发