超宽光谱相干衍射成像

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/30941.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！

导读

宽光谱相干衍射成像(Broadband Coherent Diffractive Imaging, BCDI)是相干衍射成像技术(Coherent Diffractive Imaging, CDI)在光谱带宽维度的进一步拓展和延伸。光谱展宽会带来时间退相干效应，导致衍射信号混叠、衍射图像清晰度显著下降，最终影响CDI算法正确收敛。现有BCDI技术普遍受制于先验光谱信息和逐波长寻优的相位恢复迭代优化算法，导致其在根原理上限制了光谱带宽的进一步拓展。

近日，华中科技大学刘世元教授团队将衍射相干模式分解理论引入超宽光谱衍射信号相干复原研究中，提出了一种超宽光谱衍射图像单色化方法，首次实现了未知光谱信息下的超宽光谱相干衍射成像，研究成果以Ultra-broadband diffractive imaging with unknown probe spectrum为题发表在国际顶尖学术期刊《Light: Science and Applications》，陈创创博士为论文第一作者，刘世元教授和谷洪刚教授为论文通讯作者。

研究内容

研究团队针对BCDI成像系统中光谱特征信息测量问题和宽光谱衍射信号退相干问题，提出了一种光谱原位测量-稀疏光谱采样单色化的超宽光谱相干衍射成像全新范式，可同时获得无先验光谱信息条件下超宽光谱相干衍射成像和系统光谱特征原位测量。

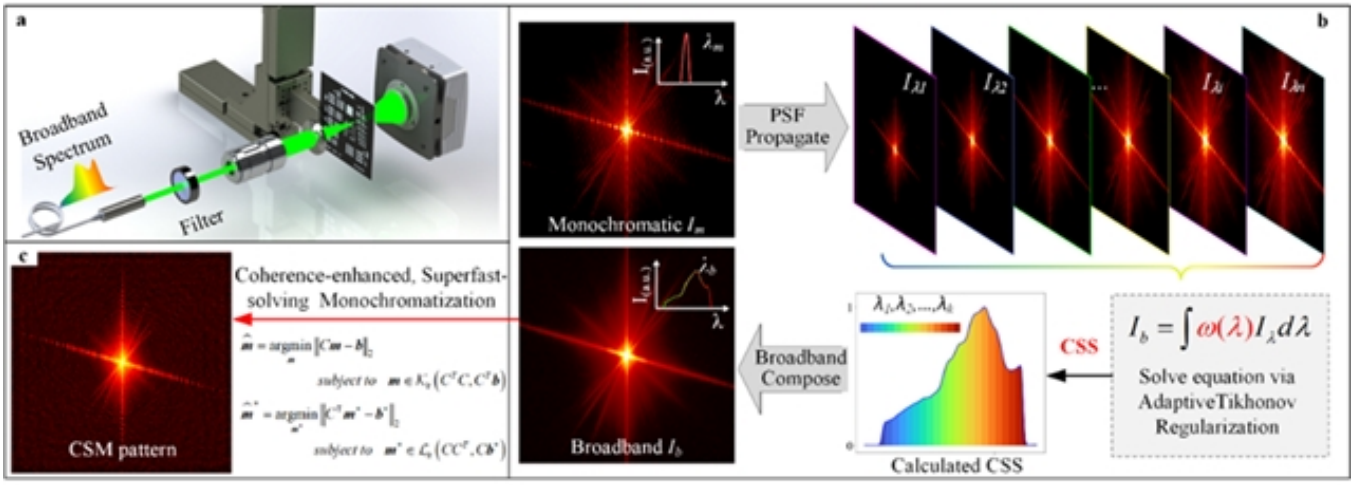


图1. 超宽光谱相干衍射成像基本原理与过程。

在成像系统光谱特征原位测量方面，提出采用宽光谱衍射光强相干模式分解理论对未知光谱特征的超宽光谱衍射图像进行相干模式分解。通过求解衍射光强的相干模式叠加模型，可以原位获得成像系统的光谱特征信息。此方法获得的光谱特征信息融合了样品的光谱传递函数（如透射率、反射率等）以及探测器的光谱非线性响应，故而可以消除对待测样品的非色散约束和探测器非线性误差。

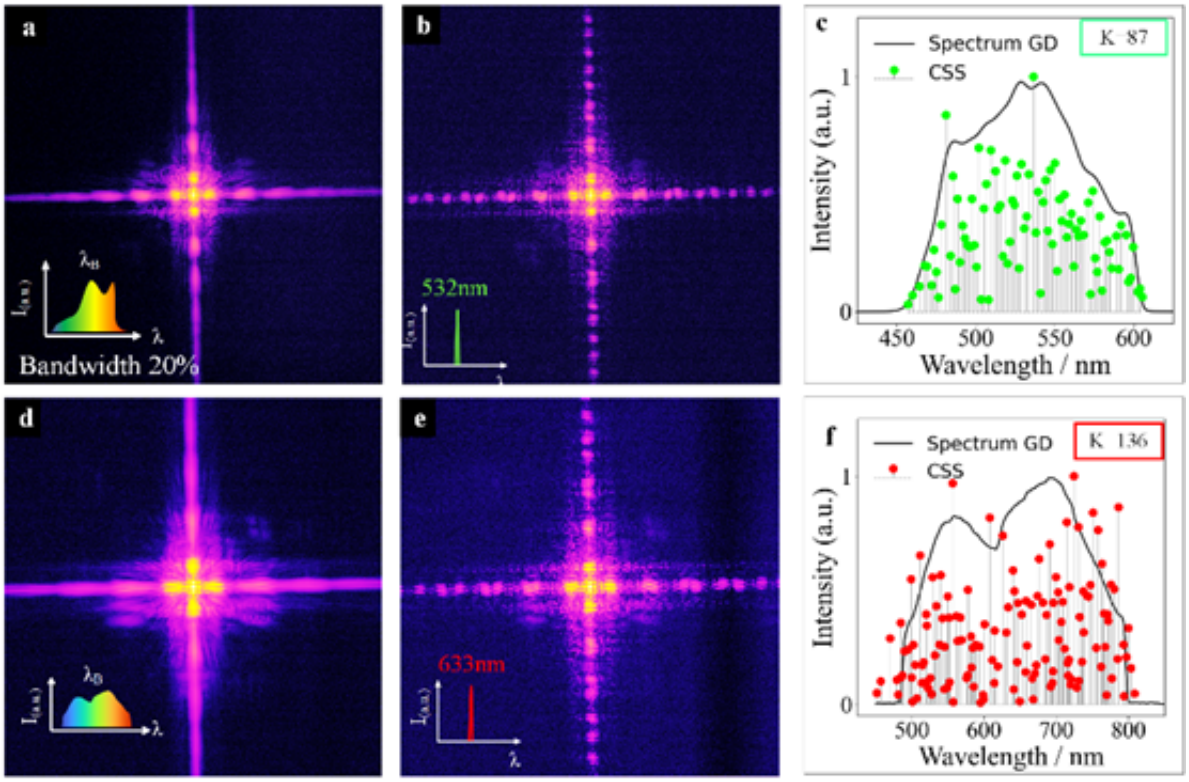


图2. 超宽光谱相干衍射成像系统光谱特征原位测量结果。

在超宽光谱衍射图像相干性复原方面，利用稳定双共轭梯度算法（BiCGStab）对超宽光谱衍射退相干光强信号进行单色化求解。根据原位测量的光谱特征信息，建立宽光谱衍射图像单色化矩阵，并采用BiCGStab算法对该矩阵方程进行快速、鲁棒相干复原求解，最终获得单色化衍射图像。

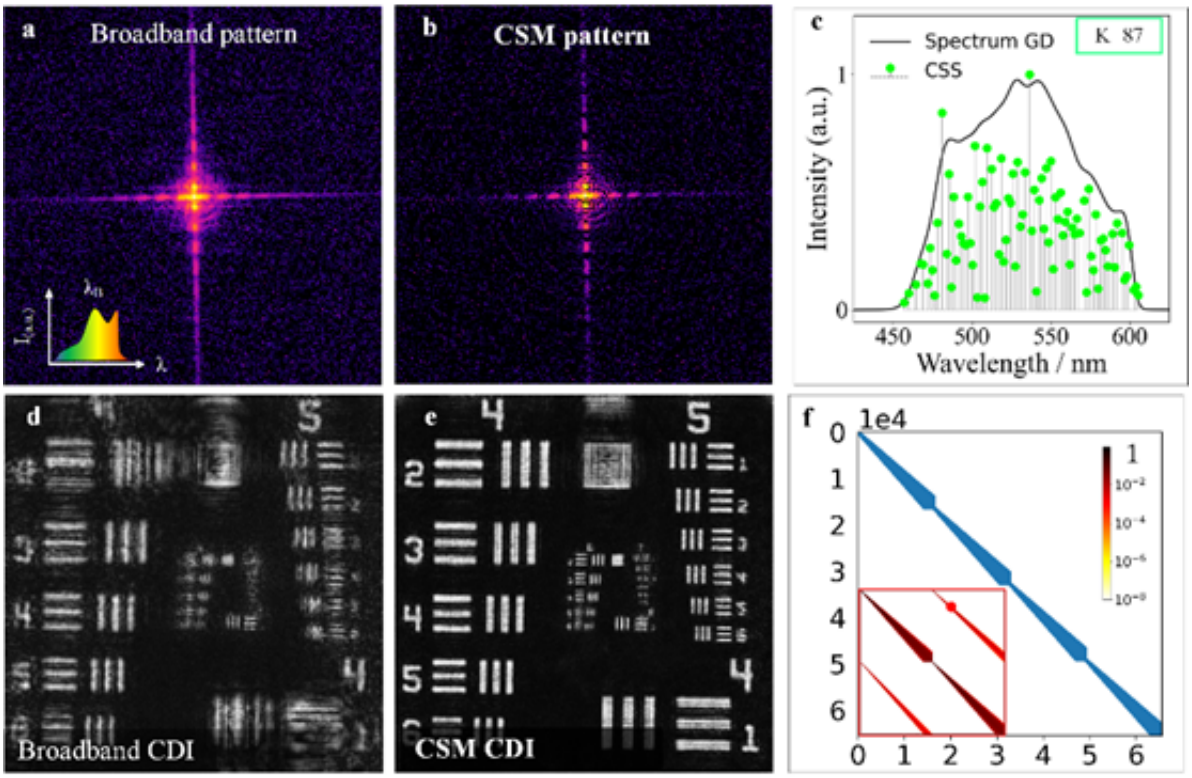


图3. 超宽光谱相干衍射成像实验结果。

研究团队基于上述方法，实现了光谱带宽为41% FWHM的超宽光谱相干衍射成像实验。实验结果验证了该方法在光谱原位测量方面的优异性能（如图2所示），以及在超宽光谱衍射图像单色化方面的良好表现（如图3所示）。该论文所提方法克服了现有BCDI技术中对先验光谱信息的依赖和对待测样品的非色散约束。衍射成像光谱带宽比传统单色化BCDI技术提高了4倍，光子能量效率提升了3个数量级，单色化求解速度提升了30倍；同时，该方法具有很好的泛化能力，兼容诸多应用场景，可广泛适用于现有通用CDI技术。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41377-024-01581-4

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等事宜，请与我们接洽。
作者：刘世元等 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转发