我国小型化自由电子相干光源研究获突破

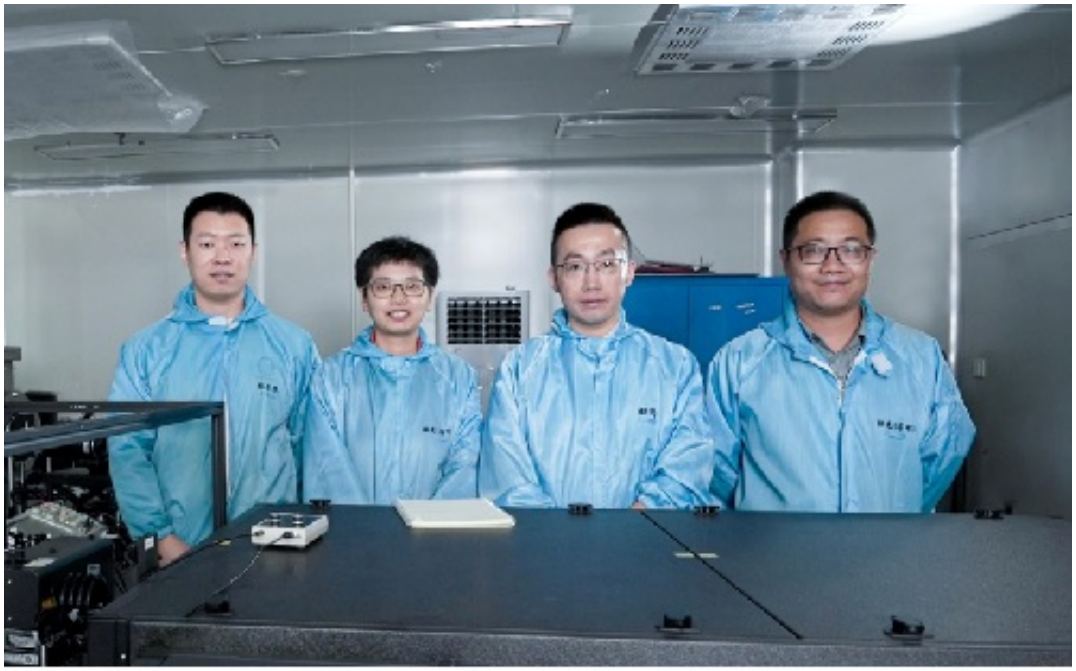
作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20714.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！

我国小型化自由电子相干光源研究获突破。11月3日，《自然》杂志发表中科院院士、中科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员李儒新和田野团队在小型化自由电子相干光源研究领域取得的最新成果。

研究团队在实验中探索飞秒激光驱动超短电子脉冲泵浦表面等离极化激元(SPP)的动力学过程，通过对自由电子脉冲泵浦SPP相干放大的动态过程观测，阐述了自由电子与SPP作用过程中的受激放大机理。



田野(右二)和研究团队受访者供图

这项研究关注自由电子与表面模式光场作用的基础研究，在科学原理上，我们创新发现了表面模式光波经历相干放大演变为激光的过程。田野告诉《中国科学报》，因为在晶体等增益介质内部是无法观测这一过程的，而我们采用超快光技术，实现了表面光波如何经历‘受激辐射光放大’即激光在实体空间产生过程的探测。

回顾激光器的发展历程，提高激光的辐射功率、追求更宽可调谐的频谱，以及实现体积更小、成

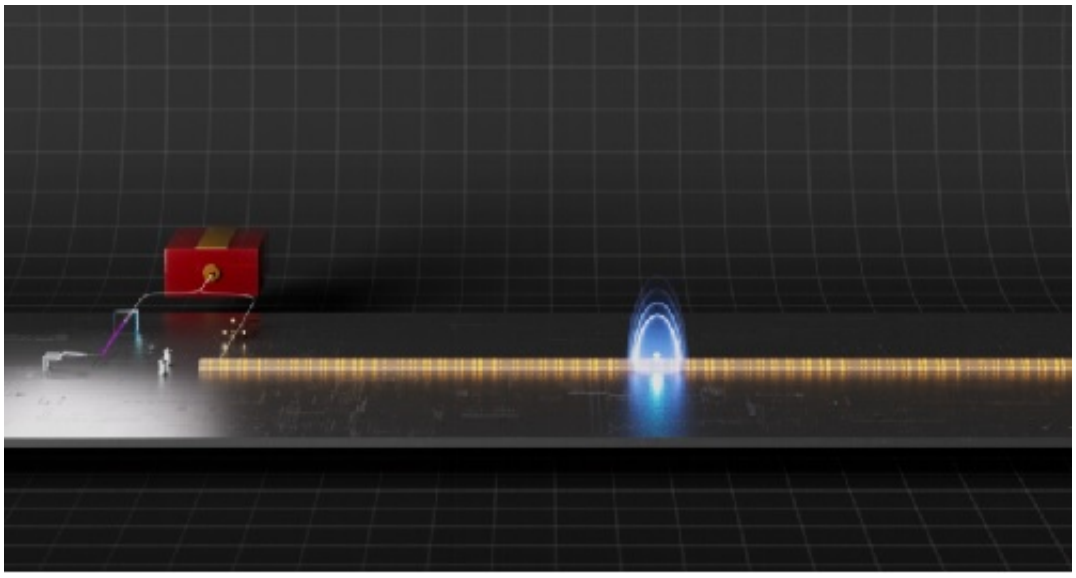
本更低的光源长久以来一直都是激光科学领域的不懈追求。

常见的激光装置，如红宝石激光器等一般需要依赖光学晶体等增益介质来实现激光的输出。而基于自由电子辐射的光源则可以脱离晶体或其它增益介质的束缚，不仅能够产生自由空间光辐射，也可在波导表面形成一类束缚于波导表面光场模式的光源。

相比自由空间中传播的光场，以SPP为代表的表面光场具有亚波长压缩和近场增强的优异特性，近年来已逐步应用于新一代无线通信、纳米尺度的成像与探测等诸多领域，并有望为集成光电子器件的开发以及光谱探测、传感、信息处理等领域的应用带来变革性的技术。

目前国际上产生表面光场主要有电子直接激发与波导耦合两种方式，然而不论对于何种方式，所产生的表面光场都受限于低耦合效率导致的弱光场能量，进而限制了SPP在上述领域的应用。因此，发展相干的高功率SPP光源是该领域亟待解决的问题。

近年来，作为半导体集成电路基础的微纳制造工艺不断进步，使集成化的自由电子光源成为可能。围绕小型化自由电子相干光源，研究团队展开飞秒激光驱动的超短电子脉冲泵浦SPP种子研究，采用超快光学泵浦—探测技术，观测到自由电子脉冲对SPP的相干放大。实验通过对SPP的电磁场时空波形、能量以及频谱的记录，首次动态演示了SPP受激辐射放大的动力学过程，并揭示了SPP经历了高增益自由电子激光中超辐射、指数增长和饱和等三阶段的受激辐射光放大过程。



小型化自由电子相干光源 受访者供图

该研究创新发展了自由电子泵浦实现SPP相干放大途径，验证了自由电子即可泵浦表面等离极化激元这种表面模式光并实现相干放大。

这为高亮度的表面等离极化激元(表面光)的光源提供了全新的技术途径。田野补充说，这种技术对于发展小型化/集成化相干光源具有重大意义，在集成光电器件、传感、通讯等领域具有重要的应用价值。

论文审稿人认为：该工作极具独创性，其研究成果将对激光光学、纳米光子学和固态物理学等多个学科领域引起极大的研究兴趣……分析表明，在更有利的条件下，甚至可以实现类似激光的功

率放大，(该成果)展示了非常好的应用前景。

在小型化自由电子光源领域，该团队有着长期积累。2017年，该他们发现了微型电子波荡器辐射，该成果后入选2017年度中国光学十大进展。2020年，该团队发现激光调制阿秒电子脉冲序列等新原理并在《自然—光子学》发表，此后被评为2021年度中国光学十大进展。

未来，我们将基于这一新技术，进一步发展小型化/集成化相干光源，并拓展其在光谱探测、传感、信息处理领域的交叉应用。田野说。(来源：中国科学报 张双虎 黄辛)

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41586-022-05239-2

作者：李儒新等 来源：《自然》

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