上海光机所小型化自由电子相干光源研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20716.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！

上海光机所小型化自由电子相干光源研究取得进展
。近日，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院士李儒新和研究员田野团队在小型化自由电子相干光源研究领域取得进展。研究团队实验探索飞秒激光驱动的超短电子脉冲泵浦表面等离极化激元（surface plasmon polariton，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。该研究采用超快光学技术探测了自由电子受激辐射放大的全过程，指明了采用自由电子泵浦SPP实现其相干放大的全新途径，对发展小型化/集成化的相干光源具有重要意义。11月3日，相关研究成果于发表在《自然》（*Nature*）上。

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影响。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，但不论采用何种方式，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。

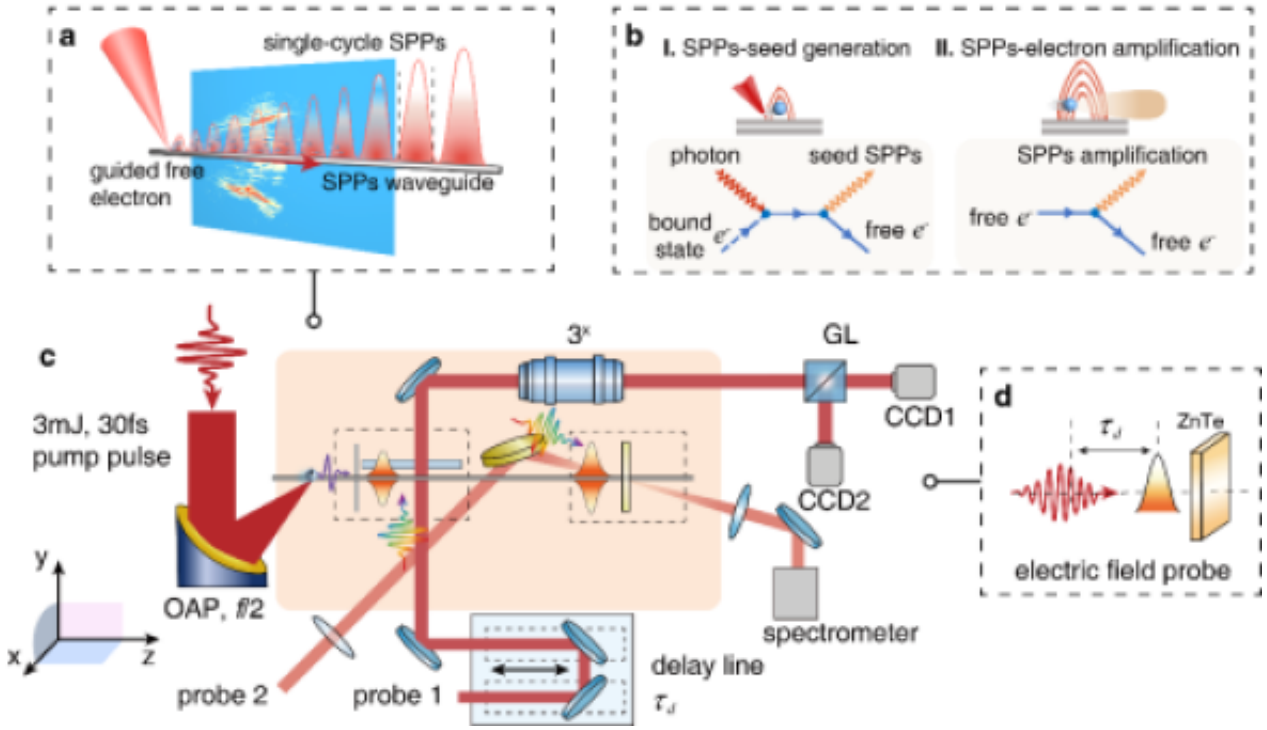
近年来，作为半导体集成电路基础的微纳制造工艺不断进步，使集成化的自由电子光源成为可能。围绕小型化自由电子相干光源，科研团队展开飞秒激光驱动的超短电子脉冲泵浦SPP种子研究，采用超快光学泵浦-探测技术，观测到自由电子脉冲对SPP的相干放大。实验通过对SPP的电磁场时空波形、能量、频谱的记录，首次动态演示了SPP受激辐射放大的动力学过程，并揭示SPP经历了高增益自由电子激光中超辐射、指数增长和饱及等三阶段的受激辐射光放大过程。该研究发展了自由电子泵浦实现SPP相干放大的新途径，在光谱探测、传感、信息处理等应用领域颇具应用价值。

该成果的实现得益于研究团队在小型化自由电子光源领域中的长期积累，例如，团队相继发现了微型电子波荡器辐射（*Nature Photonics*，2017）、激光调制阿秒电子脉冲序列（*Nature Photonics*

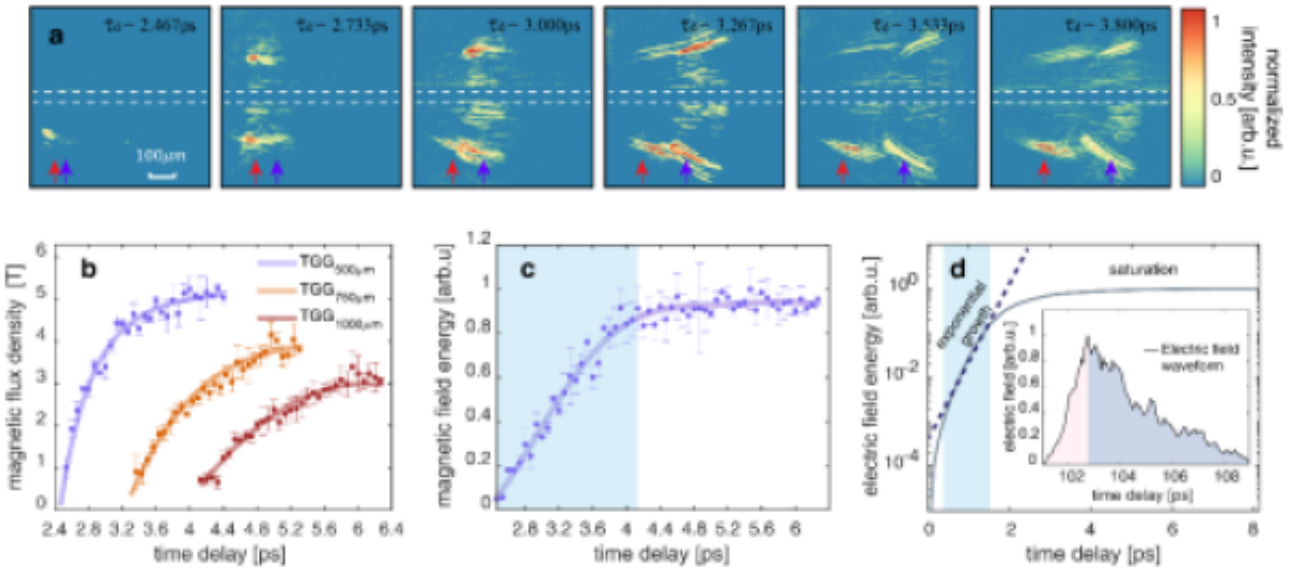
，2020）等新原理，相关研究成果分别被评为“2017年度中国光学十大进展”和“2021年度中国光学十大进展”。研究团队将基于这一全新技术进一步发展小型化/集成化的相干光源，并将拓展到在光谱探测、传感、信息处理领域的交叉应用。

研究工作得到中科院战略性先导科技专项、国家自然科学基金优秀青年基金项目、上海市“基础研究特区计划”项目、中科院基础前沿科学研究计划“从0到1”原始创新项目、中科院青年创新促进会等的支持。

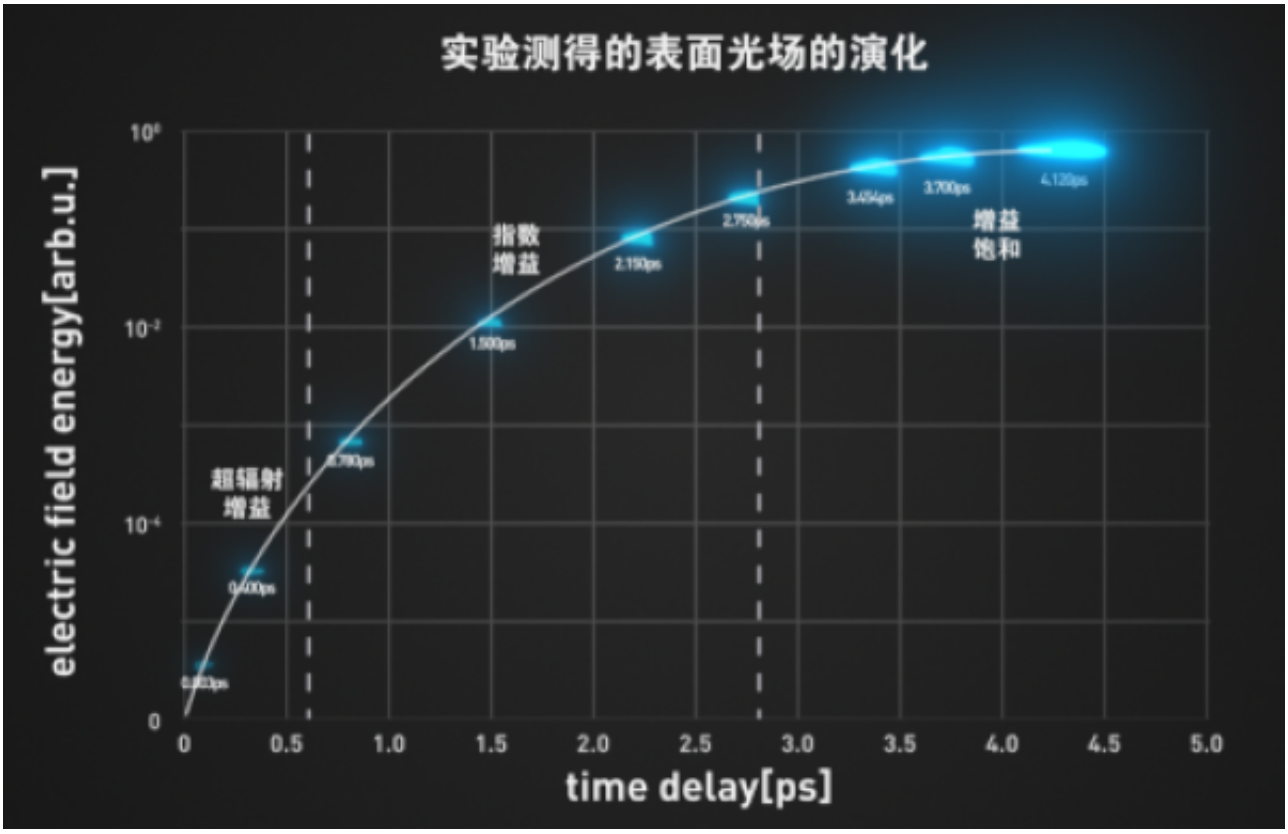
论文链接



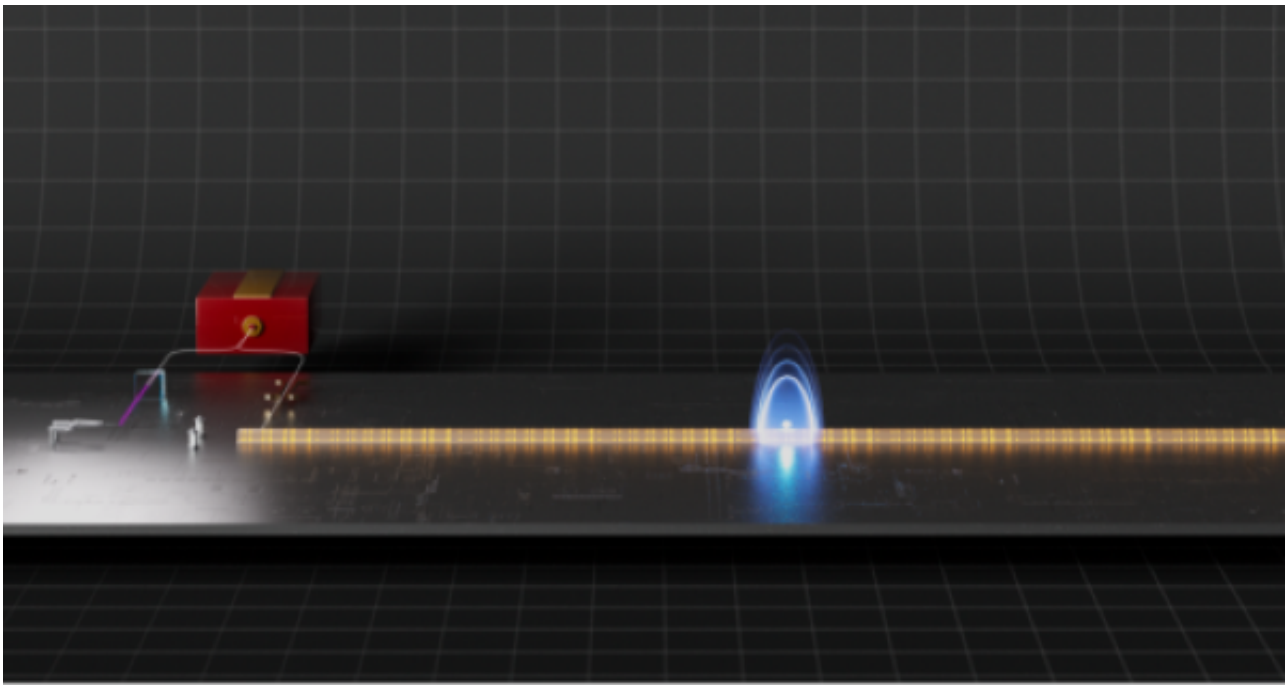
小型化自由电子相干光源实验方案示意图



SPP受激辐射放大的实空间演化



SPP能量增益的三个阶段



小型化自由电子相干光源

研究团队单位：上海光学精密机械研究所

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