

---

# 一种二阶非线性聚合物微纳光纤

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/31943.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！**

一种二阶非线性聚合物微纳光纤。 导读

在非线性光学领域，以二次谐波与和频为典型的二阶非线性光学效应在光学频率转换、先进激光技术、生物医学成像、显微检测等领域发挥着至关重要的作用。然而作为光学传输通讯媒介，石英光纤中的二阶非线性光学效应由于其材料自身的中心反演对称性从而受到限制。近年来，少数原子层厚度的二维晶体由于其优异的电、光学性能已经在片上光电子器件的非线性过程中显示出巨大的自身优势，这也为实现光纤内部二阶非线性提供了新型解决方案——光纤集成非线性二维晶体。

相较于空间光直接作用于层状二维晶体，光纤集成材料技术借助高局域场光纤与高非线性低维材料的相互作用，与此同时增加光与物质相互作用长度，最终实现高效、易操控的倍频以及和频等二阶非线性频率转换。截止目前，光纤集成非线性材料方案大多聚焦于石英光纤，然而聚合物光纤较宽的透明窗口、优异的兼容性以及多样的制备手段等特点，为非线性光学过程实现提供了良好的波导环境。

为此，来自西北工业大学的姜碧强和甘雪涛教授团队报道了一种硒化镓掺杂聚乙烯醇微纳光纤，通过在聚乙烯醇光纤波导内部掺杂少数原子层硒化镓纳米片，实现了低功率连续光泵浦下的二次谐波以及和频效应的产生。所提出的新型掺杂聚合物微纳光纤支持非线性光纤光学由传统石英光纤向聚合物光纤转变，有望丰富非线性光纤器件的制造及应用领域。

该成果以GaSe-doped polymer microfibre for second-order nonlinear optical processes为题发表在Light: Advanced Manufacturing。

非线性聚合物微纳光纤制备及表征

图1展示了硒化镓掺杂聚乙烯醇微纳光纤实现二阶非线性效应产生的原理示意图。火焰扫描拉锥技术制备的锥形光纤探针实现掺杂聚合物微纳光纤的泵浦光输入和信号光输出耦合。基频光（ $\omega_1$ 和 $\omega_2$ ）在锥形光纤探针引导下输入到非线性掺杂微纳光纤中，沿其径向传播过程中与内部掺杂的硒化镓纳米片发生强烈的相互作用，激发的二阶非线性光学信号（ $2\omega_1$ 、 $\omega_1 + \omega_2$ 和 $2\omega_2$ ）被另一端的光纤探针收集到光学系统中。在此过程中，内部掺杂的硒化镓受到聚合物光纤波导的封装保护，避免了空气氧化的影响，能够有效提高非线性光纤器件的稳定性。

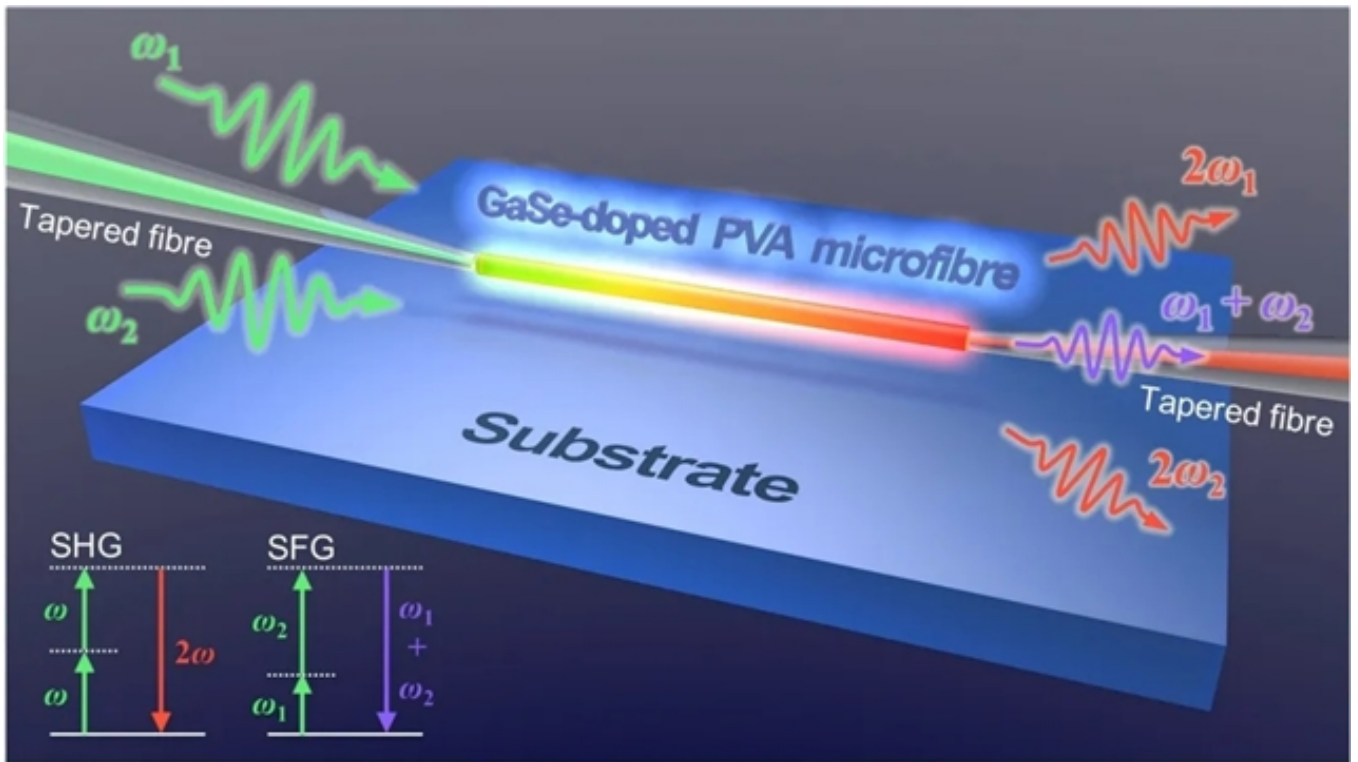


图1：硒化镓掺杂聚合物微纳光纤实现二阶非线性过程

在非线形掺杂聚合物微纳光纤制备过程中，首先将聚乙烯醇粉末原料溶于去离子水中，加热条件下充分搅拌配制为聚合物水溶液；随后加入超声后的硒化镓纳米片分散液充分搅拌混合，形成纳米片与聚合物的混合液；将混合溶液室温下静置，待其表面微凝固后，利用金属探针插入混合液内部，控制探针移动速度，拉伸制备不同直径的硒化镓掺杂聚乙烯醇非线形微纳光纤。非线形微纳光纤的扫描电镜显微镜图如图2a和2b所示，可以看出，利用该方法制备的掺杂聚合物光纤表面形貌光滑，在较长范围内保持均匀直径。此外，基于聚合物材料良好的灵活性，在光纤拉制过程中通过控制针尖尺寸、浸液量、拉伸距离、移动速度以及运动轨迹等参量可以制备目标形态的微纳光纤结构。图2c为掺杂化非线形微纳光纤的透射电子显微镜表征，其中硒化镓纳米片（高亮斑点）在聚乙烯醇光纤内部分布较为均匀，进而说明掺杂过程仍然能保持光纤良好形貌特征。

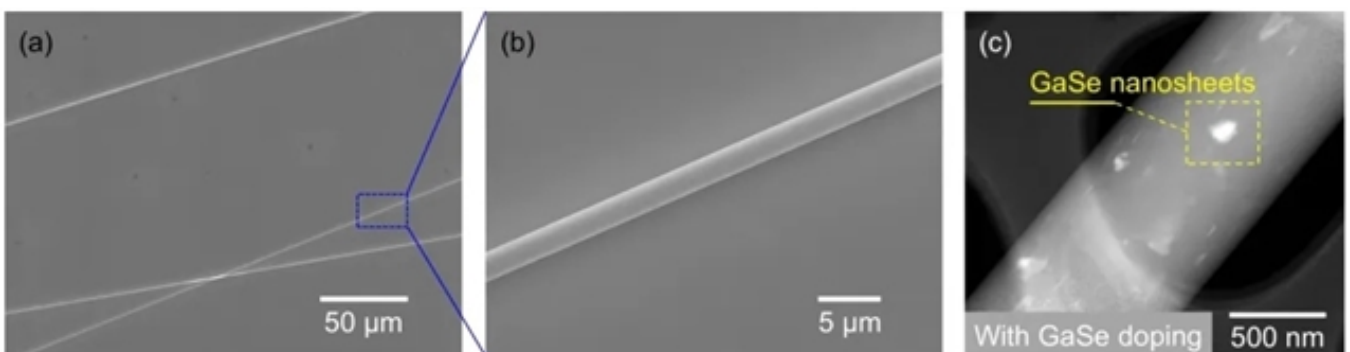


图2：非线形掺杂聚合物微纳光纤的SEM以及TEM表征

二阶非线性效应

实验表明，在亚毫瓦的低功率连续光泵浦下，硒化镓掺杂聚乙烯醇微纳光纤能够有效地激发二次谐波（图3a），并且其二次谐波信号表现出理论预测的泵浦功率和波长依赖特性。进一步地，当两束不同频率的连续光源基于波分复用器耦合输入到非线性光纤中时，在检测到两个泵浦光对应波长的二次谐波信号的同时，也观察到对应的和频信号产生，如图3b所示。当调节其中一个泵浦源，和频信号光谱会随着理论趋势发生演变。

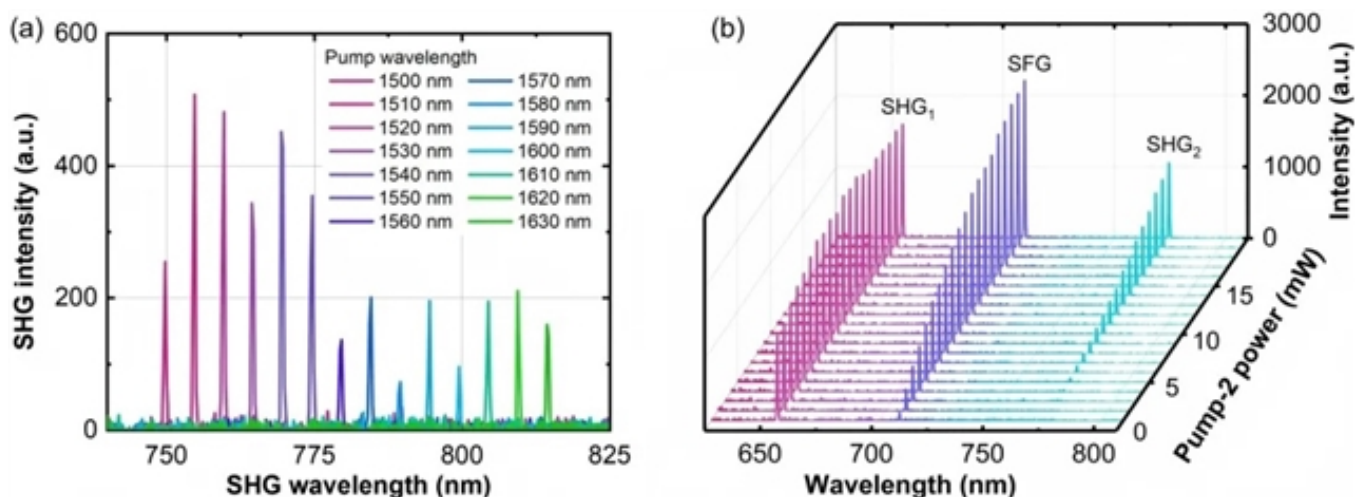


图3：二次谐波与和频信号测试

## 结论

硒化镓掺杂聚乙烯醇微纳光纤的提出为实现光纤中的二阶非线性效应提供了一种新的研究思路，有望促进光纤与不同种类非线性纳米材料的高效集成。此外，增加掺杂光纤包层结构、降低传输损耗以及提高耦合效率有望进一步提升光纤中的二阶非线性强度，这将会拓展其在信号过程、新型光源、光学成像和光纤传感等复杂场景中的应用。（来源：先进制造微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2024.055>

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：姜碧强等 来源：《光：先进制造》

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