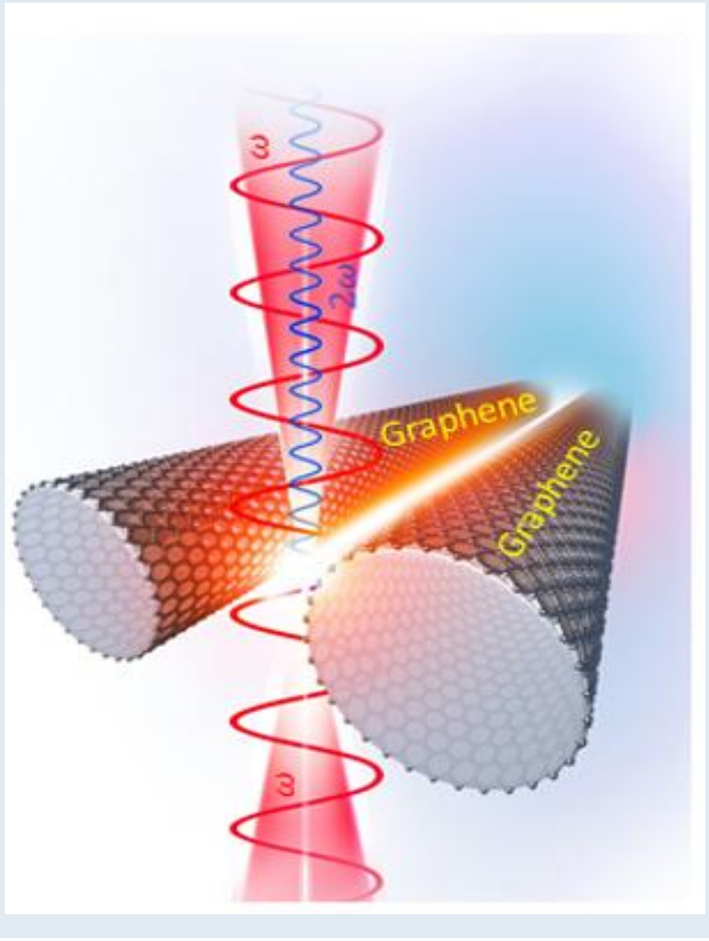


非对称石墨烯包裹纳米线二聚体中的二次谐波产生：关于方向控制与增强

Second-Harmonic Generation in Asymmetric Graphene-Wrapped Nanowire Dimers: Directional Control and Enhancement

刘祥彪，王成琳

光电科学与工程学院，苏州大学，苏州，江苏，中国

摘要

本文介绍作者工作中经常用的频域模型：电磁波，频域（ewfd）计算非对称石墨烯包覆纳米线二聚体在均匀背景介质中和 TM 波入射时的仿真结果，本文分析表明，改变石墨烯的化学势可以连续调节两层石墨烯包覆层中二次谐波（SH）非线性表面电流的相对振幅和相位，从而实现对SHG远场散射方向的动态控制。然而，当石墨烯的化学势相同时，诱导产生的SH表面电流几乎是反相的。尽管在二聚体间隙中存在显著的场增强，这种相消干涉仍对SHG的增强施加了根本的限制。为了克服这一限制，我们将一个尺寸极小的非线性颗粒嵌入到石墨烯包覆纳米线二聚体的间隙中，从而形成一个混合非线性三聚体结构。引入该嵌入颗粒有效地抑制了两个石墨烯包覆层之间的相消干涉。虽然嵌入颗粒的尺寸非常小，但与单独的二聚体相比，该设计将 SHG强度提高了大约两个数量级。我们的工作为可调谐和动态可重构非线性纳米光子器件的设计铺平了道路。

石墨烯化学势调控的基频与二次谐波方向性远场散射

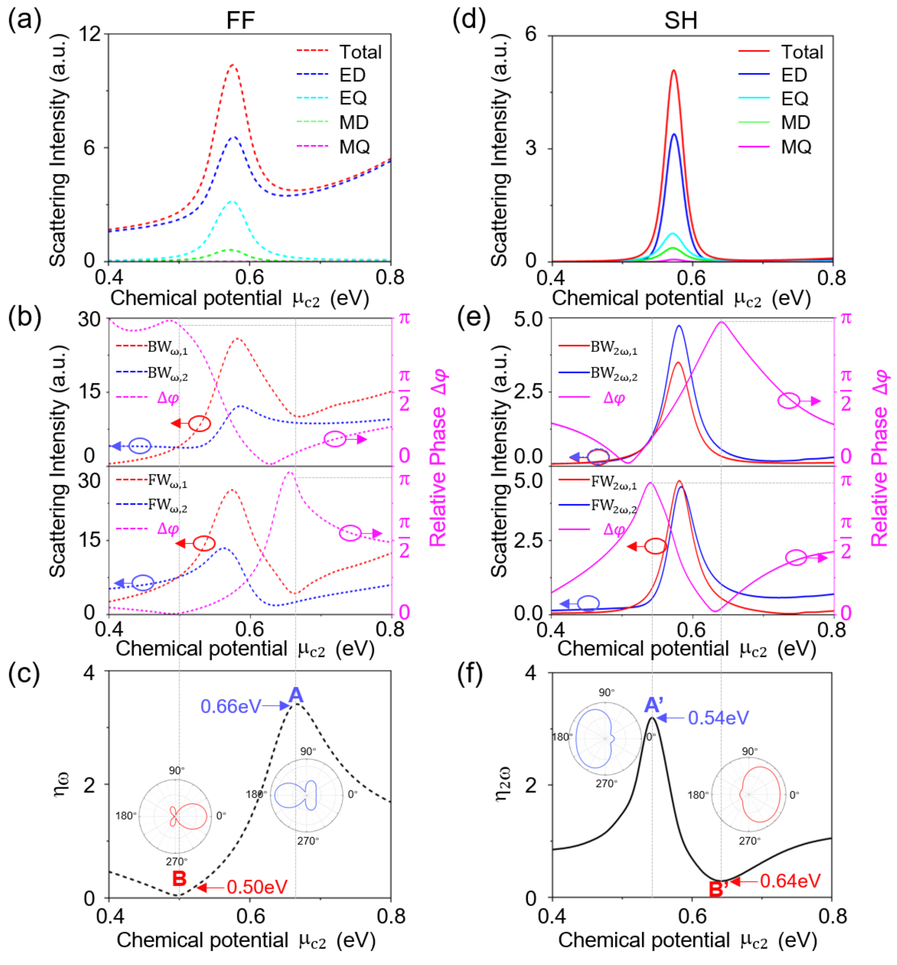


图1.随化学势变化的FF和SHG远场响应的多极分解与定向散射分析。

图1研究了调节右侧石墨烯化学势对基频（FF）和二次谐波（SHG）远场散射方向的影响。结果表明，两种频率下的散射主要由电偶极（ED）和电四极（EQ）贡献，通过改变石墨烯化学势，可以调控两个纳米线散射场之间的幅度和相位关系，使前向与后向散射发生相长或相消干涉，从而实现基频和二次谐波散射方向在前向与后向之间的可调切换。

混合非线性三聚体的二次谐波增强机制

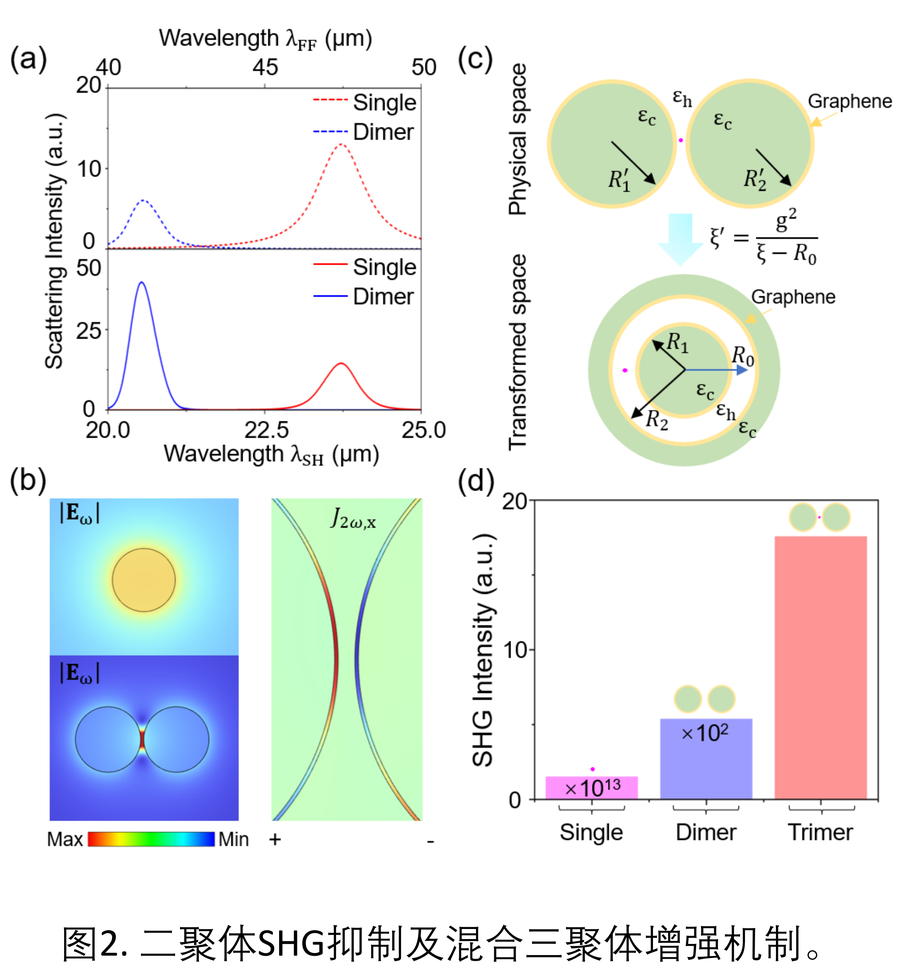


图2. 二聚体SHG抑制及混合三聚体增强机制。

图2分析了石墨烯包覆纳米线二聚体的二次谐波增强机制及其限制。虽然二聚体间隙具有明显的基频局域场增强，但两层石墨烯产生的二次谐波表面电流几乎反相，导致相消干涉，使二聚体的SHG强度反而受到抑制。为解决这一问题，在间隙中引入小尺寸非线性粒子形成混合三聚体，可有效削弱这种相消干涉，同时利用间隙局域场增强，使SHG强度相较于原二聚体提高约两个数量级。

参考文献

[1] J. Jiang, et.al, “Interaction between graphene-coated nanowires revisited with transformation optics,” Opt. Lett. **42**(15), 2890-2893 (2017).
[2] Y. Gao, et.al, "Second harmonic generation in graphene-coated nanowires," Opt. Lett. **41**, 3623 (2016).
[3] Q. Ren, et.al, "Large enhancement of the effective second-order nonlinearity in graphene metasurfaces," Phys. Rev. B **99**, 205404 (2019).