
电信波段硅中宽带200纳米的二次谐波生成

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/8446.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！

电信波段硅中宽带200纳米的二次谐波生成。近日，来自美国麻省理工学院的Neetesh Singh等人发表了题为Broadband 200-nm second-harmonic generation in silicon in the telecom band的高水平论文。硅以其强大的三阶光学非线性而闻名，表现出高效的超连续谱和四波混频过程。通过电破坏反演对称性和泵浦与信号的准相位匹配，还可以观察到硅中自然抑制的强二阶效应。然而，要产生有效的宽带二次谐波信号，最有希望的技术是匹配泵浦和信号的群速度。该文章利用一个硅波导的色散工程来实现泵和信号之间的群速度匹配，并通过强三阶非线性增加一个额外的自由度来扩大二次谐波。证明了硅中强大的自相位调制和交叉相位调制有助于在O波段将二次谐波扩大200 nm。该文章于近期在线发表在国际顶尖光学期刊《Light: Science Applications》上。

现代非线性光学被认为起源于Franken等人发明激光后不久的二次谐波产生(SHG)的演示。从那时起，大量的光学非线性现象被证明。特别是，基于二阶光学非线性的过程在各种平台上得到了深入的研究，并在诸如频率计量、脉冲表征、压缩和整形、非常规波长的激光光源以及纠缠光子对的产生等应用中发挥了重要作用。然而，大块的SHG仅限于不具有反转对称性的材料。尽管此类材料目前正在集成平台中出现，但对于大规模生产而言，互补金属氧化物半导体材料才是可取的。无论配置是使用大块光学器件的自由空间，还是使用完全集成的光子学平台，以高效率实现宽带SHG都是一项重大挑战。

宽带操作中准相位匹配(QPM)的变化非常简单，因为沿着波导长度的不同位置会产生不同的波长分量。然而，这是以降低转换效率和延长SHG脉冲时间为代价的。涉及群速度匹配的方法是非常有前途的，但是对于具有强的0型相互作用(泵和信号具有相同极化)的常规材料，很难设计色散以匹配泵和信号的群速度。这一困难迫使研究人员要么使用复杂的脉冲几何形状，要么使用复杂的QPM周期，或者利用弱类型1或类型2的相互作用来匹配群速度。但很难或不可能在集成平台上采用这些方法。

由于完善的互补金属氧化物半导体铸造工艺和硅的高折射率对比度，对于相同或不同的泵浦和信号光学模式，人们可以利用波导的色散技术来控制群速度。此外，通过群速度匹配，可以通过三阶磁化率研究泵对二次谐波的影响，如交叉相位调制(XPM)。

该文章用短脉冲表征了硅中的宽带二次谐波产生。由于二次谐波与泵浦的群速度匹配，可以观察到高达200 nm的宽带信号生成。这是利用泵的基于三阶非线性的光谱展宽与二次谐波信号的交叉相位调制相结合而实现的。此外，当泵浦波长在3 μm 时，硅波导可以被设计成在整个近红外区域产生二次谐波信号。

通过打破反演对称性和泵浦与信号的准相位匹配可以在硅中实现强的二阶效应，然而，为了产生

有效的宽带二次谐波信号，需要匹配泵浦和信号的群速度。在这项工作中，研究人员利用硅波导的色散工程来实现泵浦和信号之间的群速度匹配，以及通过强的三阶非线性来扩展二次谐波的附加自由度，证明了硅中强大的自相位调制和交叉相位调制有助于在O波段将二次谐波扩大200 nm。此外，作者还展示了一种波导设计，可用于在整个近红外区域中产生二次谐波信号。文中的工作为各种应用铺平了道路，例如可集成的高效宽带互补金属氧化物半导体频率合成器，纠缠光子对生成器和光学参量振荡器。

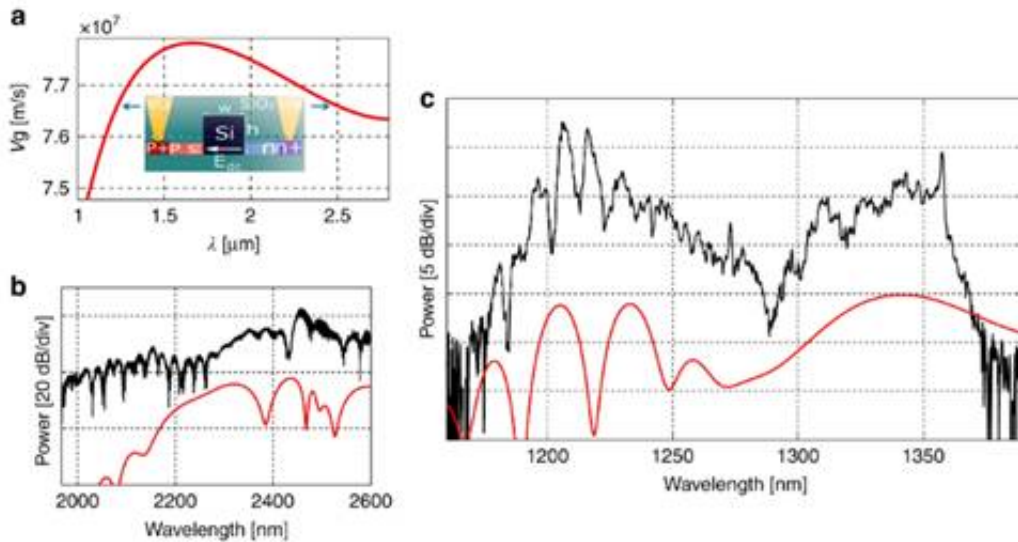


图1：(a)群速度曲线和波导横截面（插图）。箭头表示群速度匹配波长。(b)在泵浦波长下超连续谱的实验（黑色）和模拟（红色）光谱。(c)实验（黑色）和模拟（红色）二次谐波产生光谱

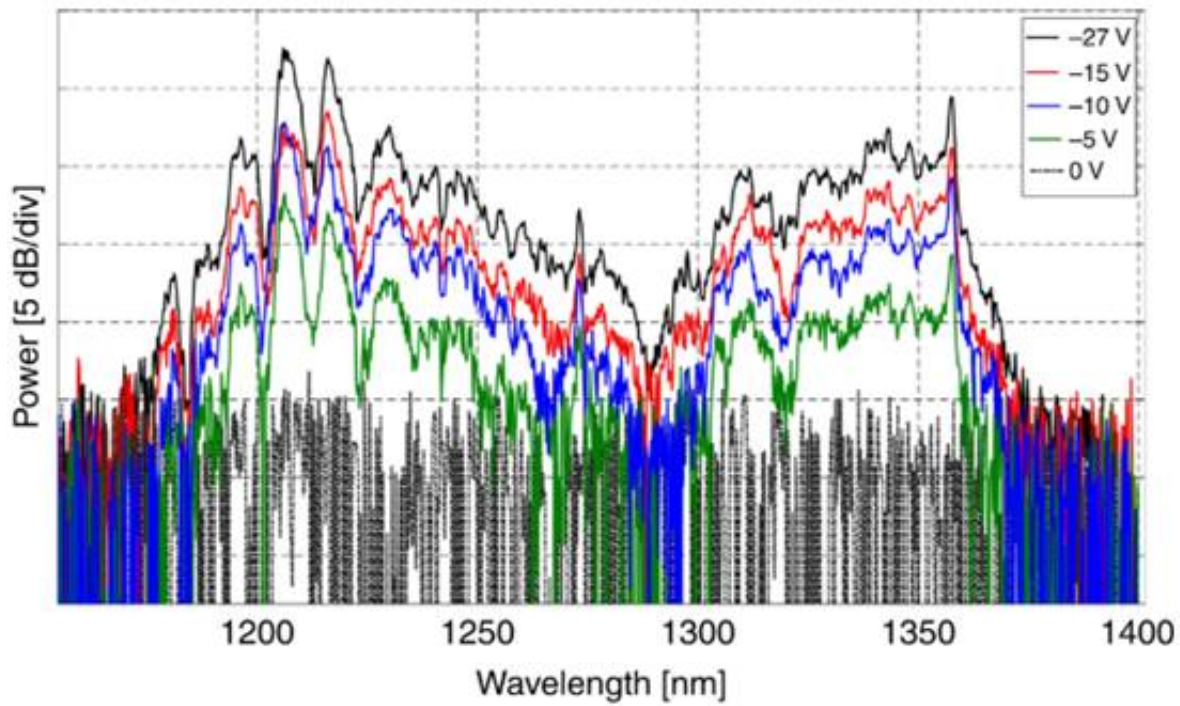


图2：SHG与反向偏置电压的关系

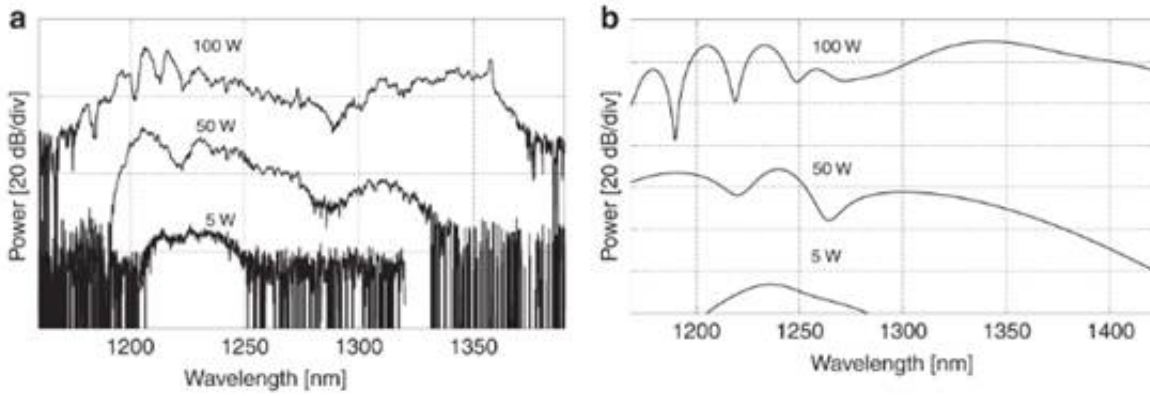


图3：a，b具有不同泵浦峰值功率的实验和模拟SHG

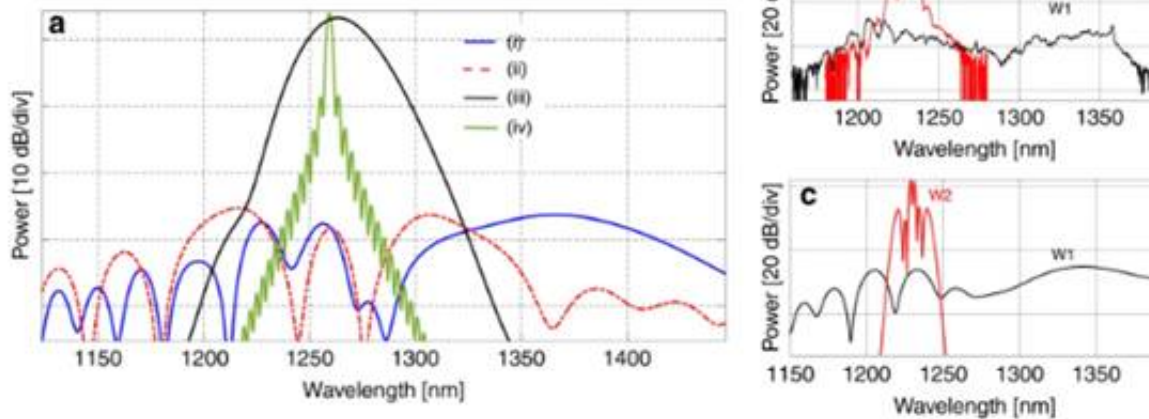


图4：模拟SHG光谱。a (i) 泵和信号具有较小的群速度不匹配 (ii) 泵和信号没有群速度不匹配。(iii) 在模拟中关闭了泵的自相位调制和信号的交叉相位调制 (iv) 在模拟中关闭了泵的自相位调制和信号的交叉相位调制的同时，采用了非常高的群速度不匹配。b, c两个不同波导的实验和模拟SHG光谱

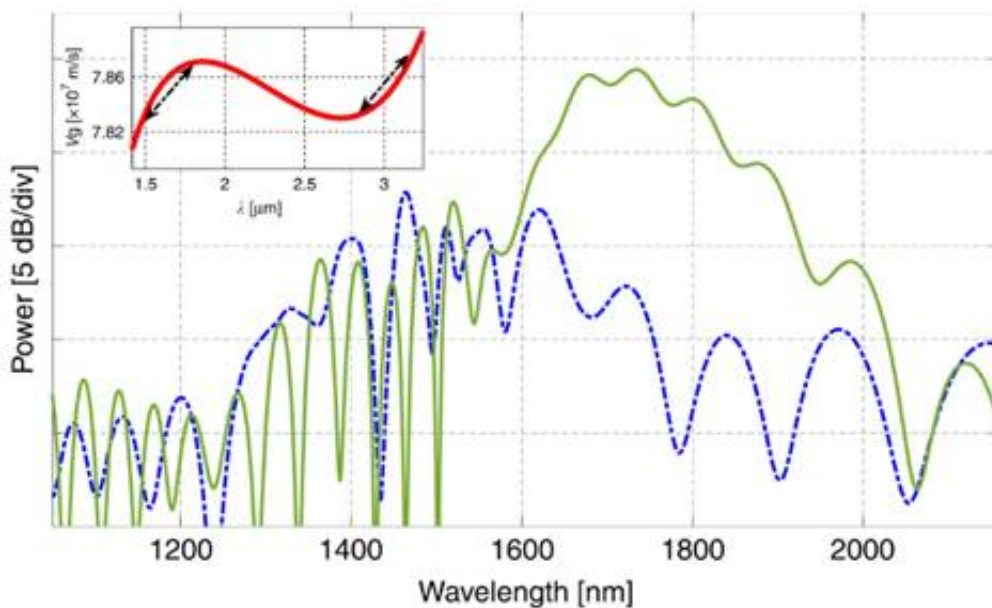


图5：具有零（蓝色虚线）和小的（绿色实线）群速度不匹配的模拟SHG光谱。插图表示群速度曲线，箭头表示匹配的群速度区域

（来源：科学网 OSANJU）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-020-0254-7>

作者：Neetesh Singh 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](http://www.iikx.com)转发