
基于受激声子极化激元的片上太赫兹巨克尔效应

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/30936.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！

基于受激声子极化激元的片上太赫兹巨克尔效应。 导读

近日，南开大学吴强、卢瑶、许京军研究团队提出了利用离子晶体中受激声子极化激元实现巨大太赫兹克尔效应的新途径。太赫兹波在离子晶体中与晶格振动相耦合，以声子极化激元的形式存在，与离子相互作用，利用受激声子极化激元非线性可实现巨克尔效应。该成果为未来太赫兹光通信、太赫兹光芯片、太赫兹雷达等提供了新助力。该成果以Giant Kerr nonlinearity of terahertz waves mediated by stimulated phonon polaritons in a microcavity chip为题发表在国际顶尖学术期刊《Light: Science Applications》。

研究背景

介于微波和可见光之间的太赫兹波是一个蓬勃发展的研究领域。近年来研究者在太赫兹波产生、成像、探测和通信等等技术方面取得了很多重大成果。借助太赫兹技术的突破与进步，人们在太赫兹波段的高次谐波产生、非线性物质操控等等取得了一系列重大进展。在可见与红外波段，克尔效应催生出了光开关、光隔离器与调制器等等实用化光子学器件，助力了光孤子与频率梳等等技术的长足进步。相比之下，以克尔效应为机理的众多太赫兹光子学器件亟待研究和发展。同时，太赫兹克尔效应也可作为实现光计算、人工智能和全光芯片的基石。然而在太赫兹波段，克尔效应的研究目前刚刚展开，仅少部分物质的克尔系数及其物理机理得到了研究探索。对于器件化、实用化，不仅要考虑克尔系数的大小，还需要考虑物质本身是否能在工作环境下稳定存在以及加工难度等等。因此，面对太赫兹光通讯、光计算、光子学实用化器件等等的重大需求，首先要解决的瓶颈是如何在切实可用材料中实现强克尔效应。

研究创新

为满足上述重大需求，南开大学吴强、卢瑶、许京军教授团队发现利用太赫兹波在离子晶体中与晶格振动强耦合这一特点，可以触发极化激元非线性，得到极强的克尔非线性效应。为研究受激声子极化激元介导的强克尔效应，作者团队设计并利用飞秒直写技术在铌酸锂平板波导上制作了单一模式太赫兹法布里-珀罗微腔，观测到了微腔中共振峰随着泵浦功率大小的改变而移动。频率移动的原因正是在太赫兹克尔效应的作用下，太赫兹波调制了所在微腔的有效折射率。作者团队建立了频率移动模型，提取出了受激声子极化激元介导的太赫兹克尔非线性系数，相较于铌酸锂在可见波段的克尔非线性系数，实现了4个数量级的提升。此外作者团队通过对描述声子极化激元的黄昆方程进行了非线性修正，给出了受激声子极化激元太赫兹克尔效应的理论模型，理论计算结果与实验结果吻合很好。

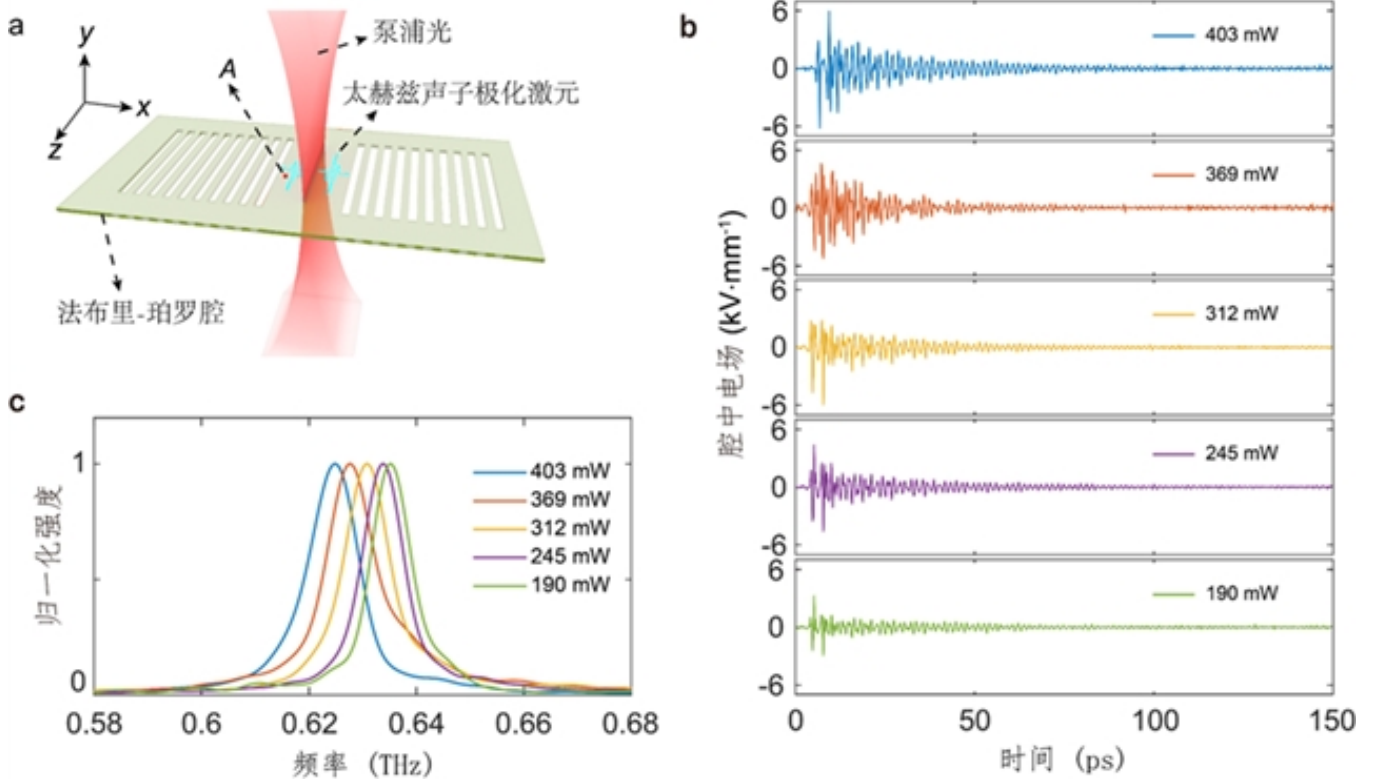


图1. 单模微腔中克尔效应引起的频率移动：(a)单模微腔以及激发示意图；(b)不同激发功率下单模微腔中太赫兹时域振荡；(c)不同激发功率下单模微腔中的频谱。

此外，作者团队还设计并制作了多模太赫兹微腔，再次验证了由于克尔效应引起的频率移动。不同于单模微腔，多模微腔中模式与模式之间还存在互调制现象，实验结果中的频率移动与理论预期完全吻合。

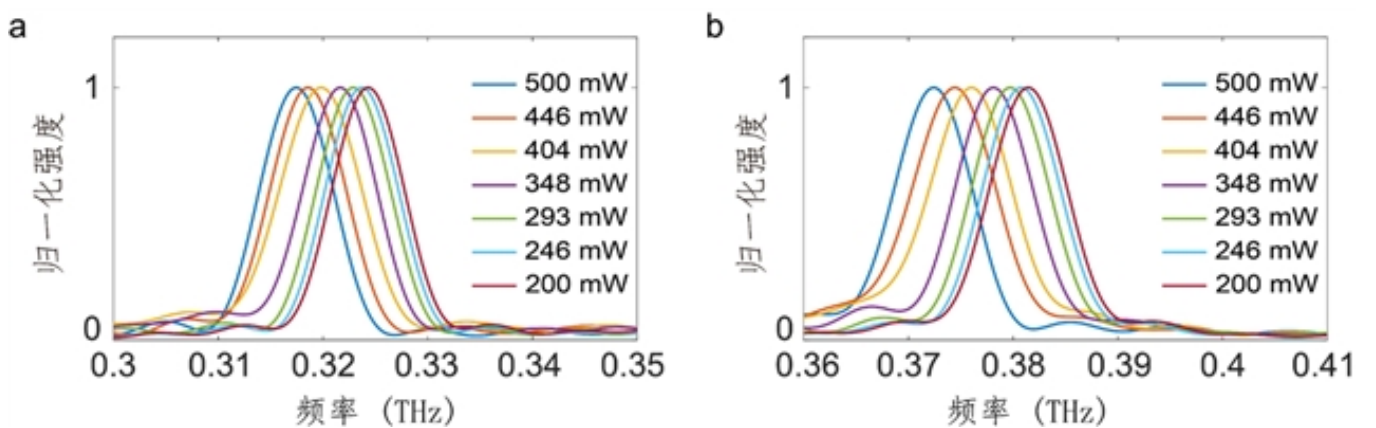


图2. 多模微腔中克尔效应引起的频率移动：(a)模式1共振频率随泵浦功率变化；(b)模式2共振频率随泵浦功率变化。

总结与展望

该工作提出了利用离子晶体中利用受激声子极化激元实现太赫兹强克尔效应的方法，该方法具有普适性和实用性。该方法在实际应用方面给具有巨大潜力，为未来太赫兹通讯、光计算以及各种实用化太赫兹光子学器件提供了强大助力，为基于太赫兹克尔效应的物理、化学、生物系统开拓了新途径。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01509-y>

作者：吴强等 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](https://www.iikx.com)转发