

光电工程学院

SCHOOL OF OPTOELECTRONIC ENGINEERING

首页

学院概况

新闻通知

师资队伍

科学研究

本科教育

研究生

党群工作

学生工作

首页 > 科学研究 > 科研进展 > 正文

【科技前沿】第3期：“光子刹车”

2022年03月31日 16:39

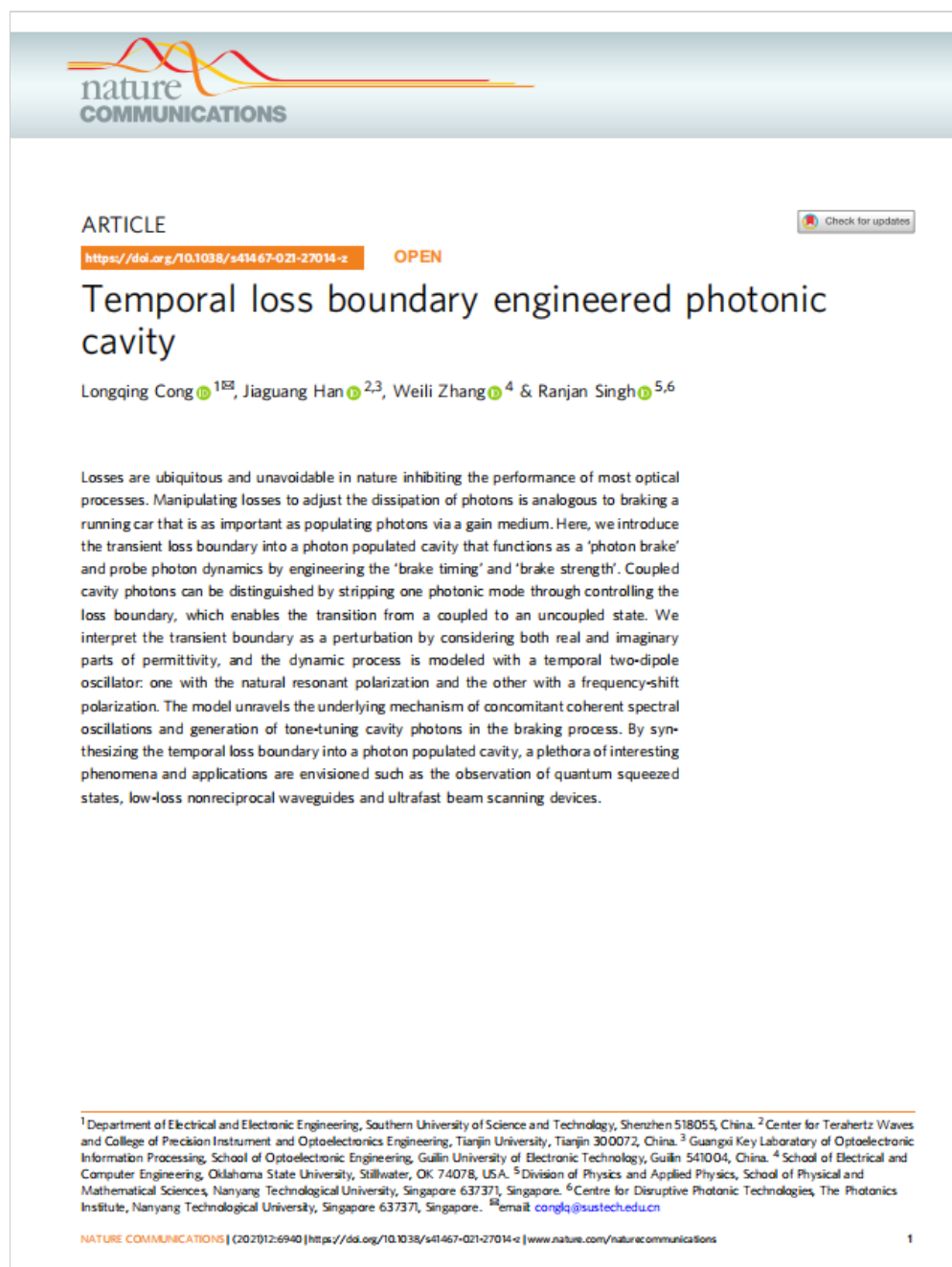
【编者按】为了更好地营造校园学术氛围，传播我校学术科研动态，即日起，学校在校园网开辟“科技前沿”专栏，定期总结、回顾学校师生取得的科研成果。欢迎广大师生及时把自己的学术科研成果以邮件的形式告诉我们，我们希望获得您以下成果信息：为政府、企业、媒体进行了专业咨询；科技成果通过了相关鉴定；科技成果落地、实现产业化；发表了高水平的学术论文；获得了专利授权；出版、编著了专著、教材；获得了科技奖励；在重要学术会议上进行了发言……

我们愿意为有学术追求的师生搭建一个交流的平台，希望在师生的努力下，学校的学术氛围可以日益浓厚，让我们为实现电子信息特色鲜明的国内高水平大学而奋斗。联系邮箱：dwxcb@guet.edu.cn。

导读：

如果把谐振腔内弛豫振荡的光子比作驰骋在高速公路上的汽车，刹车必不可少。类似刹车的基本原理，通过向激发的光学谐振腔内注入损耗，改变腔内非稳态光子弛豫的阻尼，从而减小其弛豫时间而迅速“停稳”，则可以实现“光子刹车”，而这一时间尺度往往在皮秒甚至飞秒量级。最近，南方科技大学电子与电气工程系丛龙庆副教授与我校光电工程学院韩家广教授，联合天津大学、美国俄克拉荷马州立大学、新加坡南洋理工大学，在这一效应研究上取得了突破性进展。采用超材料构造的谐振腔，利用太赫兹光泵探测技术人员成功演示了“光子刹车”效应，同时在皮秒尺度观察到刹车过程中光子简并模式的剥离、线性频率转化等现象。相关研究成果以“Temporal loss boundary engineered photonic cavity”为题，发表在Nature子刊《Nature Communications》12:6940（2021）上（论文链接：

<https://www.nature.com/articles/s41467-021-27014-z>）。



研究成果发表在Nature子刊《Nature Communications》12:6940 (2021) 上

创新:

多数光学过程中都希望尽量避免损耗，但如果能精确控制损耗却能带来意想不到的价值。类似给汽车增加可控摩擦实现减速，我们也可以给非稳态光子腔注入损耗，操控光子弛豫时间，实现对光子的“刹车”。不同之处在于，操控光子的时机转瞬即逝，往往在皮秒甚至飞秒量级。利用飞秒激光脉冲向半导体腔内注入光生载流子的方式，我们能通过精确控制载流子的注入时机和强度而实现像驾驶汽车一样操控光子。

以具有两个本征模式的谐振腔为例（图1a-1c），在激发光脉冲（probepulse）耦合进谐振腔之后，这两个模式被激发并以各自的弛豫寿命（品质因数，Q）和频率向外辐射。在谐振模式辐射期间（非稳态），如果我们选择适当的时机向腔内注入浓度可控的载流子（图1c虚线），就可以控制谐振腔的瞬态损耗，即可实现对腔内激发光子的动力学调控并观察瞬态损耗耦合到谐振腔所引发的有趣现象。

从频域光谱可以清晰的观察这两个模式的光谱属性和调制过程（图1d-1f）。图1d中红线展示了向非稳态谐振腔内注入瞬态载流子引发的两个光谱调制现象：1.模式的异步调制，只有TE模式得到调制，TM模式并无影响；2.被调制光谱附近产生了“涟漪”。第一个光谱现象可通过连续调制瞬态载流子注入时间详细研究，直接观察二者的异步调制过程（图1f，区别于图1d蓝线和1e中常见的同步调制过程），并且定量地判定两个模式之间的异步调制时间差是由二者Q值差异决定。第二个光谱特征则是由于瞬态损耗的注入破坏了本征TE模式的洛伦兹线型并耦合进新的频率分量导致。

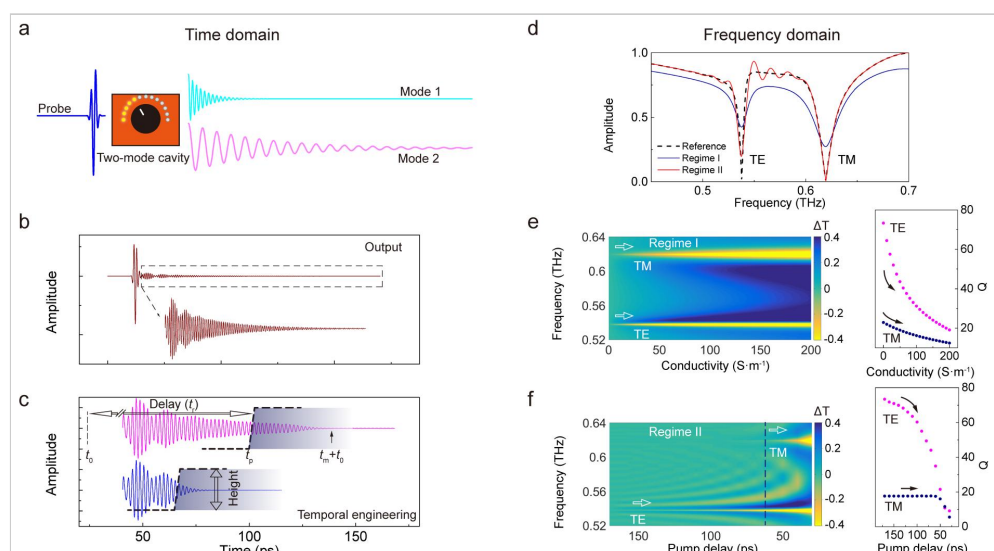


图1.a-c从时域光谱理解瞬态损耗注入；d-f从频域光谱理解瞬态损耗导致的非稳态模式异步调制

这两个典型光谱特征都通过太赫兹光泵探测 (THzOPTP) 实验在皮秒时间尺度内得以验证, 并且利用瞬态双极化模型从物理上理解该非稳态过程且从数值上再现了所有的实验光谱特征 (图2b-d)。利用超快瞬态损耗注入的方式具备在不影响其他模式属性的前提下将两个简并的模式从时域剥离的能力, 这种模式区分方式是其他任何手段无法达到的。两个耦合模式的分离阈值由系统的“过阻尼”和“欠阻尼”振荡切换过程定量描述 (图2a)。另外, 在载流子的注入过程中除了对折射率虚部的瞬态调制之外, 对其实部也伴随着相应的瞬态调制; 而对非稳态谐振腔实部的瞬态调制过程类比于突然改变振动琴弦的长度, 必然改变腔内光子的频率, 从而伴随着辐射光子频率的转换。这个频率转换过程是线性的, 或将为太赫兹频率转换提供新的可行思路。

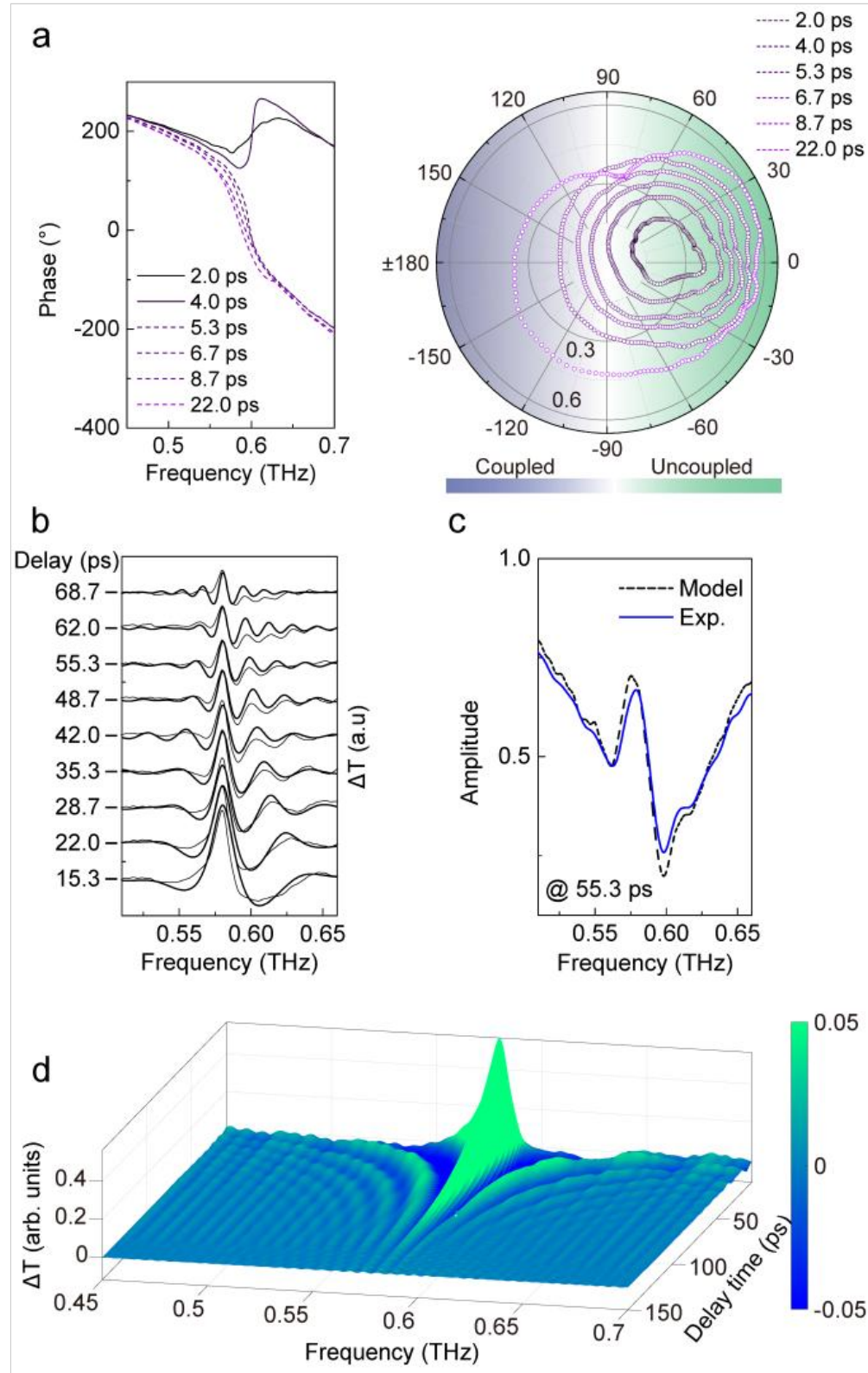


图2. a瞬态损耗注入引起的相位谱调制和传输参数的极坐标图; b-d利用瞬态双极化模型结合实验光谱重现实验现象

总结
“光子刹车”效应用于时域模式剥离的方法结合超表面可实现超快波束扫描器件, 助力激光雷达、太赫兹通信应用; 线性频率转换机制在太赫兹波段尤为重要, 有望绕开非线性参量过程对强场光源的依赖, 应用于线性太赫兹频率转换; 非稳态的超快调控过程有望为量子压缩态产生提供可行思路。

上一条: 【科技前沿】太赫兹超表面中相位失配引发的本征模抑制效应研究 下一条: 【科技前沿】第10期: 光主动调控石墨基表面增强拉曼散射效应

【关闭】

学院概况
学院简介
机构设置
现任领导
岗位职责
新闻通知
学院新闻
通知公告
师资队伍
师资队伍
博士生导师

硕士生导师

教学名师

人才引进

科学研究

学科科研概况

科研平台

科研团队

科研进展

校企合作

学术报告

本科教育

专业介绍

培养方案

教学资源

质量保障

历年招生信息

研究生

专业介绍

博士生导师

硕士生导师

导师培养方案

研究生学位管理

历年招生信息

党群工作

工作动态

支部风采

学生工作

学生活动

学生社团

学生风采

就业创业

通报公示



光電工程學院

SCHOOL OF OPTOELECTRONIC ENGINEERING

联系电话：0773-
2319255 0773-
2201651

联系人：蒋老师 金老师

信箱：

jiangqiuxiang@guet.ed
u.cn

地址：广西桂林七星区

金鸡岭路1号 邮编：

541004

友情链接

光学显微成像平台

Copy right ©2021 桂林
电子科技大学 光电工程
学院 校址： 中国广西桂
林金鸡路1号 邮编：
541004 传真： 0773-
2290083