

新闻关键字搜索



理论园地

南京大学报

[首页](#) [综合新闻](#) [专题新闻](#) [理论园地](#) [讲话与部署](#) [南雍号](#) [媒体传真](#) [学术动态](#) [影像南大](#) [校园动态](#) [学人视点](#) [南大人](#)

首页 - 学术动态

2020-01-16 作者：现代工程与应用科学学院 来源：科学技术处

现代工学院李涛课题组利用拓扑波导阵列实现稳健性宽带光耦合器件

近日，南京大学现代工学院李涛教授研究组与哈尔滨工业大学（深圳）的肖淑敏教授研究组合作报道了他们在拓扑光子学领域的最新进展。他们设计并加工了具有拓扑特性的一维硅波导阵列，利用拓扑零模之间的耦合效应，成功实现了稳健性的光定向耦合器与分束器功能，而且表现出很宽的工作带宽。成果以“Robust and broadband optical coupling by topological waveguide arrays”为题发表于国际光学领域重要期刊《Laser & Photonics Reviews》，并被选为当期inside cover。南京大学为第一单位，南京大学现代工学院16级直博生宋万鸽与哈工大（深圳）的博士生孙文钊为该论文的共同第一作者，南京大学的李涛教授和哈工大（深圳）的肖淑敏教授为论文的通讯作者。

集成光学中大都数光信号的传输与处理需要通过波导之间耦合来实现，而波导间是通过倏逝场进行耦合，对波导结构和间距极为敏感。这对光子集成器件的加工精度提出了极高的要求，也是长期以来制约大规模光子集成的一个重要因素。虽然，目前有多种技术可以进行器件结构偏差的修正与补偿，但都需要付出能耗或者调控复杂度上的代价。而近年来兴起的拓扑光学设计，已经展示出多种稳健性的光子传输特性，非常有希望应用于波导耦合的光子集成上。

南京大学与哈工大（深圳）研究团队在先前的工作中（Phys. Rev. Lett. 123, 165701 (2019)）就已经关注到有限体系的拓扑光学波导阵列中，拓扑边界态之间的耦合效应会使得零模产生一定的偏移。他们通过引入非厄米调控实现了严格零模的恢复。本工作中，研究团队则利用了拓扑边界态之间耦合效应，通过光场在波导阵列的边界之间的转换，实现了定向耦合及分束的功能。由于这种耦合导致较小偏移的零模仍然处于光子带隙中，由整体结构扰动或偏差带来能带的变化不会给偏移零模带来很大影响，因而这种耦合及分束功能受到拓扑保护，具有很好的稳健性和宽带工作特性。

本工作首先通过Su-Schrieffer-Heeger (SSH) 模型构造光波导阵列，理论上详细研究了有限尺度的拓扑体系由于拓扑边界态之间相互靠近而产生的耦合效应（图1），而这种效应可以被用来实现光学耦合功能（包括定向耦合及分束）。论文首先从光子能带结构上证明了这种耦合功能在一定程度上不受耦合系数变化的影响，表现出稳健特性（图2），然后通过人为引入一些结构上的偏差和有序，进行了基于硅波导的详细的模拟和实验验证（图3和图4）。详细的理论模拟和实验数据都表明这种基于拓扑设计的耦合器件较之于传统器件表现出明显的稳健性（波导间隙发生21-26%的结构偏差都不受影响）。更有趣的是，这种耦合效应呈现出宽带特性（~100 nm）（图5），这对于拓宽光子集成带宽也是非常有利的。

该研究表明多个拓扑态耦合效应可以为光学设计提供更多的自由度，拓展了拓扑光学设计应用于集成光学器件的新思路。更为重要的是，该研究为解决当前光子集成加工的容错性问题和工作带宽问题提供了新的解决方案，并且与当前的制造工艺具有良好的兼容性，有望应用与大规模光子集成中。

该项研究得到了科技部国家重点研发计划、国家自然科学基金委、南京大学登峰人才计划等项目的支持。

论文链接：<https://doi.org/10.1002/lpor.201900193>。

最近更新

[江苏省苏北人民医院捐赠支持我校医学院...](#)

2020.09.27

[长江产经院名列活跃智库排名前茅](#)

2020.09.27

[我校召开2021届毕业生就业工作启动会](#)

2020.09.27

[会议通知 | 论坛日程：韧性中国：社会福...](#)

2020.09.27

[现代工学院研究生入学安全与环境教育系...](#)

2020.09.27

[圆桌 | 听到这首歌，“爷”青回](#)

2020.09.27

[现场速递 | 今晚的恩玲剧场，群星闪耀！](#)

2020.09.27

[小南天空欣赏指南：晓看天色暮看云](#)

2020.09.27

[光盘行动 | 勤俭节约，我们在路上](#)

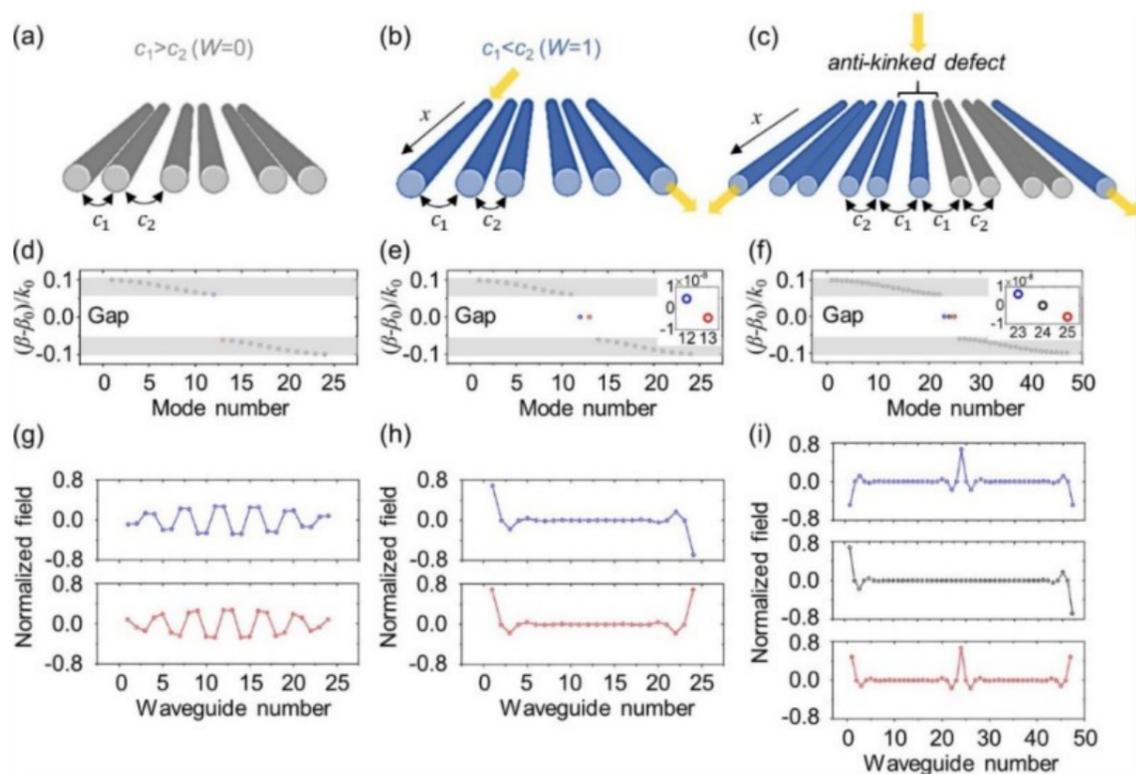
2020.09.27

[第二届“科学探索奖”名单揭晓！我校朱...](#)

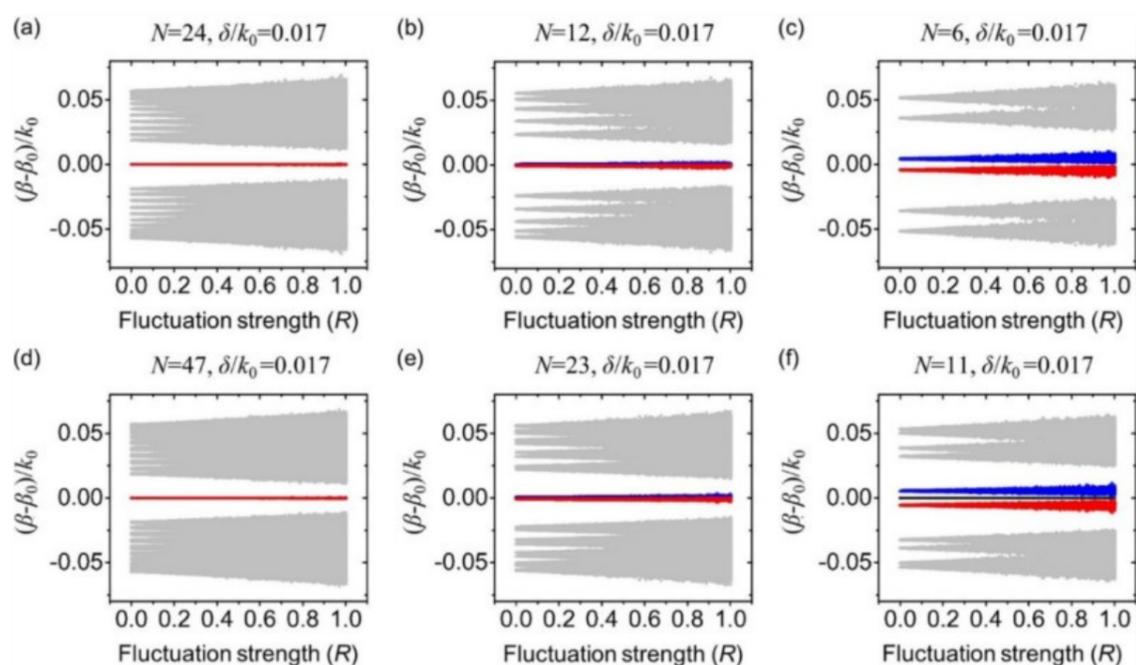
2020.09.27

一周热点

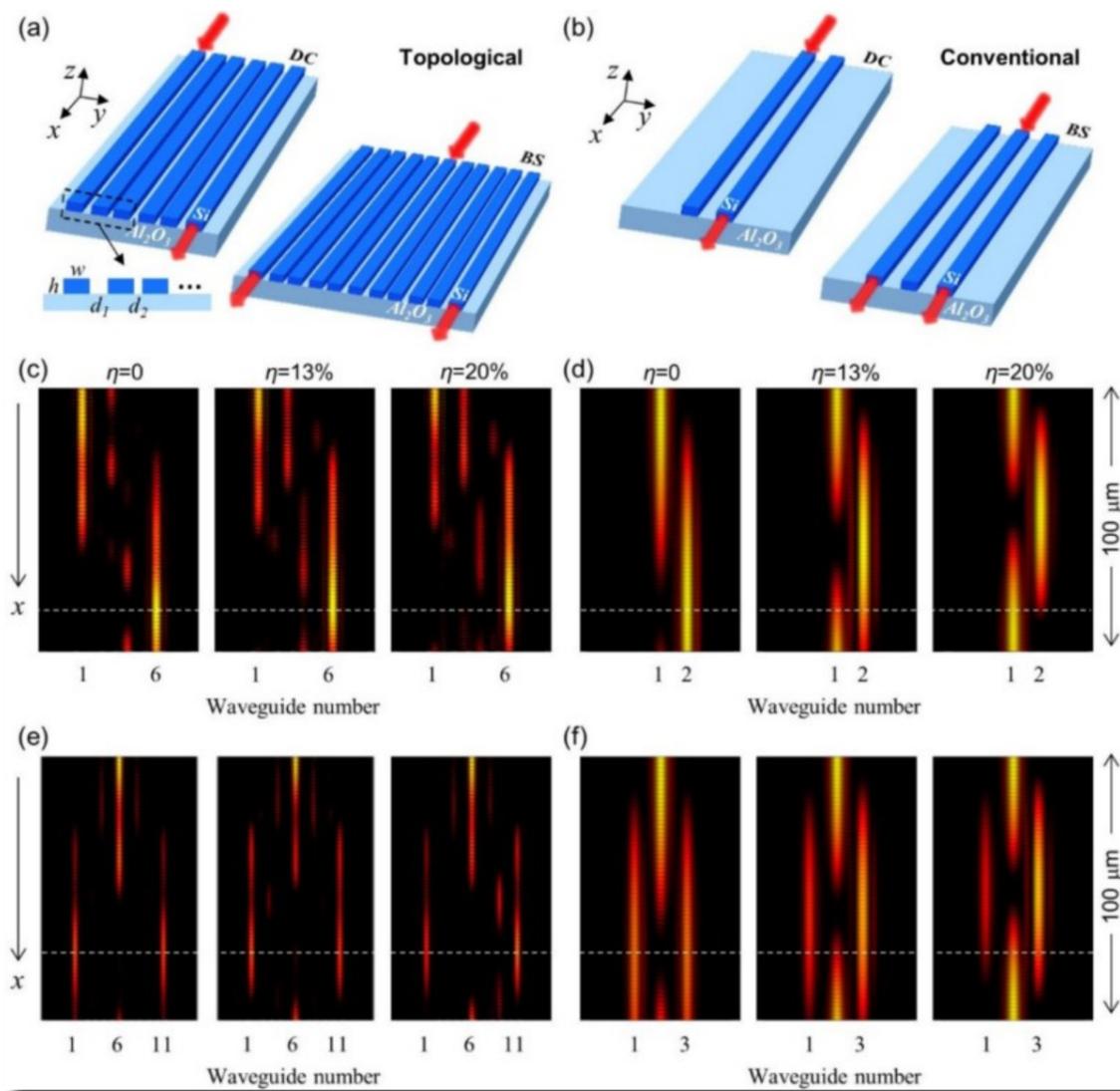
[我校党政领导赴东南大学调研交流](#)[我校援疆干部被授予优秀援疆干部人才并...](#)[中共南京大学第十五届委员会第三次全体...](#)[我校举行第一批机关青年干部赴院系担任...](#)[中共南京大学第十五届委员会第三次全体...](#)



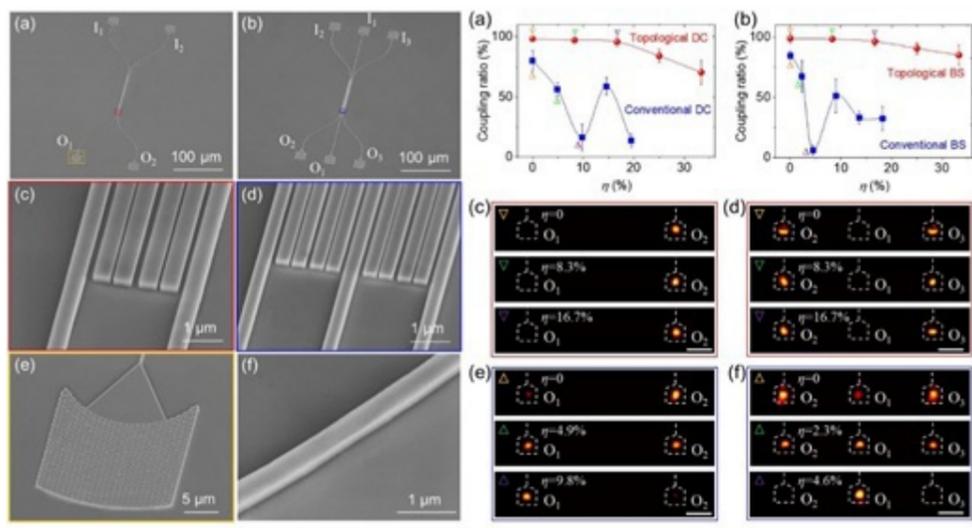
图一、拓扑波导阵列的设计。(a) 一维SSH模型的拓扑平庸结构示意图；拓扑非平庸结构实现的 (b) 定向耦合 (DC) 和 (c) 分束功能 (BS) 的结构示意图；(d-f) 三种结构相应的能带结构；(g-i) 相应的本征模式分布。



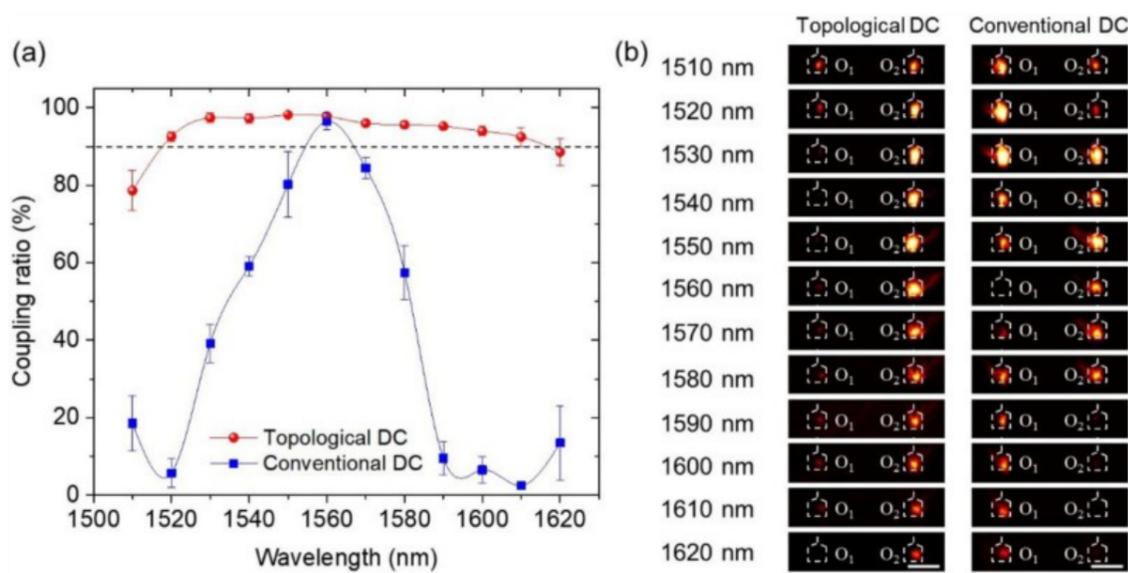
图二、扰动对拓扑能带结构的影响。(a-c) 不同参数下拓扑DC中边界态的传播常数随外界扰动强度的变化；(d-f) 拓扑BS相应的结果。



图三 基于硅波导器件的模拟结果。(a) 硅波导阵列的拓扑定向耦合器和分束器结构示意图，以及 (b) 传统的定向耦合器和分束器的结构示意图。在 (c) 拓扑定向耦合器，(d) 传统定向耦合器，(e) 拓扑分束器和 (f) 传统分束器中引入结构偏差的情况下模拟的光场传播情况。



图四、(左) 实验加工的拓扑结构的 (a) 定向耦合器与 (b) 分束器SEM图，以及相关的细节结构。(右) 实验测试结果 (a,b) 耦合比随结构偏差度 (η) 的变化；(c-f) 实验上拍摄的输出信号，(c) 拓扑定向耦合器；(d) 拓扑分束器；(e) 传统定向耦合器；(f) 传统分束；比例尺= 20 μ m。



图五、耦合带宽测试实验结果。(a) 耦合比随波长的变化；(b) 实验上拍摄的输出信号；比例尺= 40 μ m。

分享：



兼容浏览器: Opera9+ Safari9.0+ Firefox4.0+ Chrome10+ IE10+

访问量: 1370217



南大微信



南大微博

版权所有 南京大学新闻中心 2009-2020 All Rights Reserved © Nanjing University