

[首页](#)
[所况简介](#)
[机构设置](#)
[研究成果](#)
[人才队伍](#)
[研究生教育](#)
[党群园地](#)
[科学传播](#)
[学术期刊](#)
[信息公开](#)

新闻动态

所内新闻

科研动态

综合新闻

通知公告

媒体扫描

物理所公开课

当前位置: [首页](#) > [新闻动态](#) > [科研动态](#)

中国科学院物理研究所
北京凝聚态物理国家研究中心

L01组供稿

第92期

2018年12月26日

单向光纤原理

光纤是一种非常重要而独特的波导,在通信、传感、生物医疗等诸多领域都有着不可替代的作用。然而在光纤传输中存在着一些根本性的问题:一方面,由于光纤在控制过程中不可避免地出现材料不均匀,使得光子在传输过程中会产生由光散射导致的损耗。另一方面,光纤中传播的能量有上限,如果太高会产生由非线性效应导致的背向散射,限制了光纤传输的能量。此外,光纤断面和衔接处的反射也一直存在,而所有的反射信号都可能影响发射光源的正常工作。如果能从根本上去除光纤的反射通道,设计出单向光纤,便可以在原理上一劳永逸地解决很多问题。

最近,中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心光物理重点实验室陆凌研究员和研究生高浩哲,同清华大学高等研究院的汪忠研究员紧密合作,在磁性三维光子晶体中设计出了单向光子通道,即单向光纤的理论雏形,如动图所示。与传统光纤不同,在单向光纤中,光信号可以无散射地绕过任意形状的杂质或缺陷。

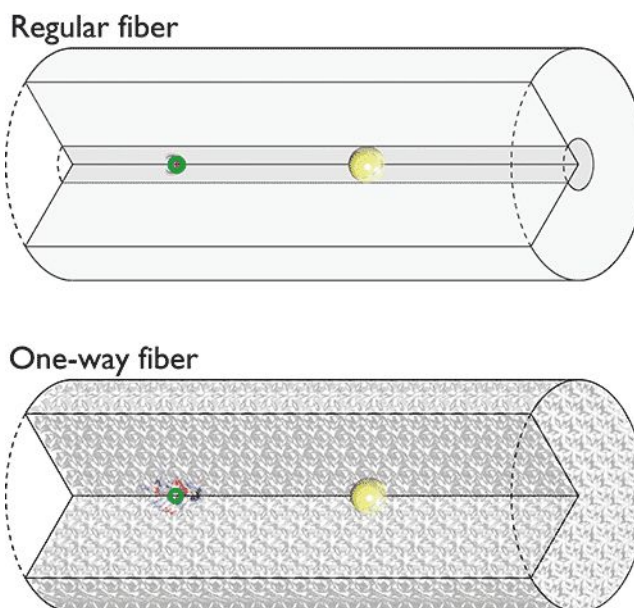


图 传统光纤和单向光纤的对比 (上) 普通 (双向) 光纤中,电磁波遇到金属球后具有强烈的背向散射,信号由一个点源激发 (绿圈位置)。(下) 单向光纤没有背向散射,信号可以完美绕过一切无吸收障碍物。图中磁性光子晶体结构由灰色表示,为了清楚地展示电场在光纤内部的传播,图中移去了四分之一的光纤结构。

这种单向光纤是基于近些年拓扑光学的进展和外尔材料的发现设计出的一种拓扑波导。其原理是使用拓扑光子带隙材料将正反传输通道在三维空间中分开。团队通过螺旋调制外尔光子晶体,耦合并湮灭了外尔点,得到了这样的三维拓扑带隙材料,分开了正反传播的光子通道。对光子晶体的调制分为两个部分,其中空间调制是通过周期性调节结构占空比完成的,而螺旋调制则是在空间拉出了一条拓扑线缺陷,其位置就是单向光纤的导光区域(纤芯)。这种拓扑单向光纤的导光方向和模式数量由螺旋调制的方向和频率唯一确定,在数值上等于体系的拓扑不变量。与二维拓扑光子晶体边缘的单向边缘态(不变量是二维空间的第一陈数)的拓扑原理不同,单向光纤的拓扑不变量是四维参量空间的第二陈数,这个四维空间由三维空间变量加螺旋调制的角度所组成。

图中的仿真是对本体系直接求解麦克斯韦方程的结果,其中清晰地体现了单向传播模式,这一方案原则上可以在任

意频段上实现。依据当前实验条件,在微波频段的实验实现最为便利,太赫兹频率以上的实验还有待新型磁光材料的开发。研究团队的这一理论工作在近期可以启发和促进单向和拓扑光纤的研究。从长期来看,随着材料科学和工艺水平的发展,简化设计后的单向光纤可能会有一系列潜在应用远景,比如光纤隔离器。

上述工作得到了科技部重点研发计划和国家自然科学基金委的支持,以“Topological one-way fiber of second Chern number”为题发表于Nature Communications 9, 5384 (2018)。

附件列表:

[下载附件>>](#) Nat.Commun.9,5384(2018).pdf

[电子所刊](#)

[公开课](#)

[微信](#)

[联系我们](#)

[友情链接](#)

[所长信箱](#)

[违纪违法举报](#)



版权所有 © 2015-2019 中国科学院物理研究所 京ICP备05002789号 京公网安备1101080082号 主办:中国科学院物理研究所 北京中关村南三街8号 100190