



首页 / 教学科研



Nature Nanotechnology长文报道物理学院马仁敏课题组实现拓扑体态激光器

2019/12/17 信息来源：物理学院
编辑：凌薇 | 责编：山石

近日，北京大学物理学院马仁敏研究员课题组实验发现了拓扑能带反转光场限制效应，将拓扑态的利用由拓扑边缘态扩展至拓扑体态，并基于此实现了一种高性能的拓扑体态激光器。这种新型激光器具有垂直出射、高方向性、小体积、低阈值、窄线宽、单横模、单纵模和高边模抑制比等优异特性。相关工作被*Nature Nanotechnology*杂志以标题 “[A high-performance topological bulk laser based on band-inversion-induced reflection](#)” 进行长文报道。

激光器的发明加深了人们对光与物质相互作用的认识，并对现代科学与技术的发展起到了巨大的推动作用。至激光器发明以来，激光微型化始终是一个重要的研究方向。半导体激光器因为易于电泵浦和规模生产与集成等优点，是激光微型化的首要选择。经过几十年的发展，半导体激光器的微型化已经取得了巨大的成就。尤其是具有垂直出射特性的垂直腔面发射激光器（VCSEL），目前已有数以百亿计的该型激光器被广泛应用于数据通讯、激光雷达、人脸识别、数据存储与医疗手术等领域。

最新新闻

- 22
2020.08

北大召开党委理论中心组学习会 专题学习《习近平谈治国理政》（第三卷）
- 22
2020.08

校领导视察2020年北大高招录取工作
- 22
2020.08

2020思政实践课 | 深入基层一线，践学红色文化——信息学院吉林梅河口市思政实践团调研纪实
- 21
2020.08

建功新时代 | 滕国旭：从学习地质到从事地质
- 21
2020.08

北京大学-内蒙古师范大学科学技术史学科建设座谈会举行

专题热点



主题教育

“不忘初心、牢记使命” 主题教育专题网站

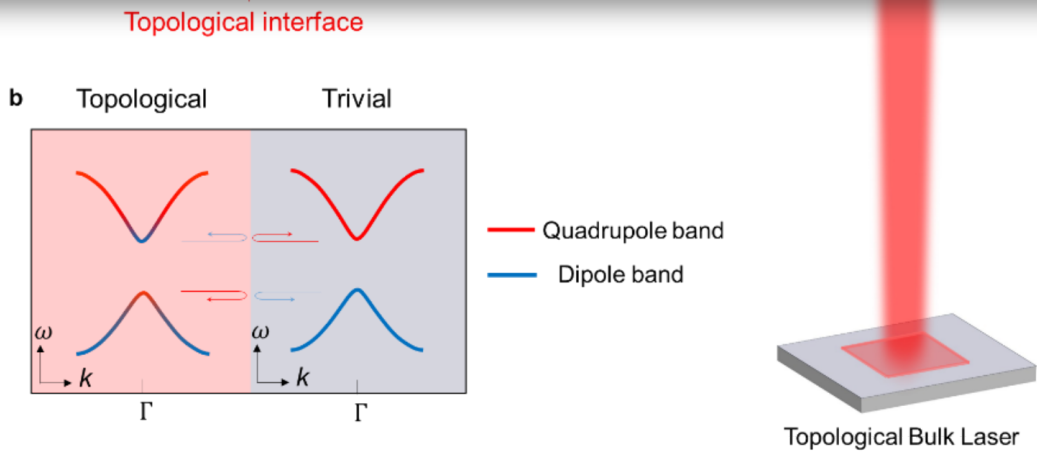


图1：拓扑体态激光器原理和示意图。(a) 用于构造能带反转的拓扑态和拓扑平庸态光子晶体示意图。(b) 实验中发现能带反转可用来实现光场的反射和限制。(c) 垂直发射拓扑体态激光器示意图。拓扑体态激光器出射方向垂直于光学腔反馈平面

马仁敏研究员与合作者提出并实现了一种新型垂直发射激光器——拓扑体态激光器。这种新型激光器直径只有数微米，具有良好的垂直发射方向性，窄线宽，单横模、单纵模，能够在室温下以千瓦每平方厘米阈值稳定工作，单模输出边模抑制比超过36dB。这些性能与商业化激光二极管相当，根据IEEE以及相关工业标准，指标满足多数应用领域需求。

该类激光器的实现有赖于实验中发现的一种新型光反射和限制机制能带反转光场限制效应。图1给出了能带反转光场限制效应和基于其实现拓扑体态激光器的原理和示意图：实验中首先通过对二维光子晶体进行变形操作，分别获得了具有拓扑态和拓扑平庸态的能带结构；相较于拓扑平庸态，拓扑态的光子晶体能带结构中发生偶极子和四极子能带间的能量反转；实验和理论计算发现频率靠近能带边缘的光场虽然在拓扑态和拓扑平庸态中都可以自由传播，但是在两者的界面处会发生能带反转引起的光场发射；该能带反转引起的光场反射和限制效应仅发生在布里渊区中心附近，越靠近布里渊区中心，光场反射和限制越有效，使得利用该类型反射机制构建的拓扑体态激光器具有单横模、单纵模、面内反馈、垂直出射等优异特性。

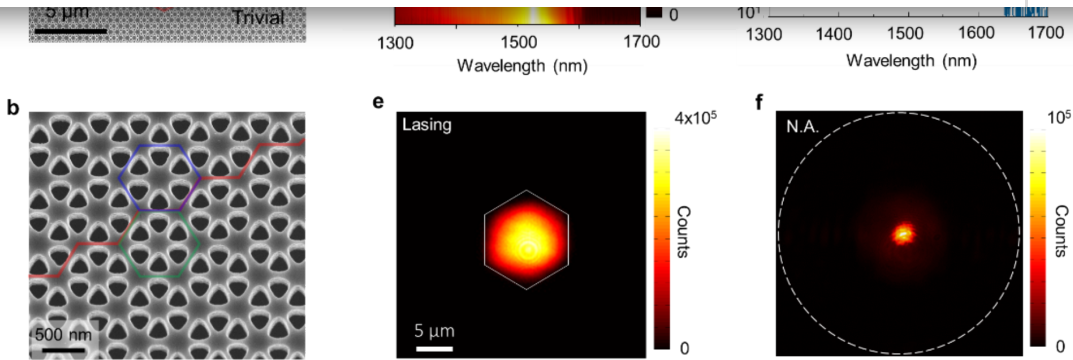


图2：拓扑体态激光器件与性能。(a-b) 拓扑体态激光器谐振腔 (a) 和拓扑界面处 (b) 的电镜图。(c) 随功率变化的光谱。(d) 激射光谱。(e) 激射实空间近场分布。(f) 激射角分辨远场分布

能带反转光场反射和限制效应为激光物理提供了一种新颖的激光模式选择和出射光场调控机制。基于该原理构建的新型拓扑激光器各项性能均达到了可商业化应用的水平（图2）。新的光场反射和限制机制将拓扑态的利用由拓扑边缘态扩展至拓扑体态，同时该原理可以拓展到电子学、声学 and 声子学等领域。

该工作发表于 *Nature Nanotechnology* (DOI: 10.1038/s41565-019-0584-x)，马仁敏为论文通讯作者，北京大学博士后邵增凯、博士生陈华洲和王所为共同第一作者，其他作者包括北京大学博士生冒芯蕊、杨振乾、访问学生王少雷，以及日本国立材料研究所教授胡晓、学生王星翔。这项工作得到国家自然科学基金委、科技部、北京市自然科学基金、人工微结构和介观物理国家重点实验室、量子物质科学协同创新中心等的支持。

转载本网文章请注明出处