

专题:超材料电磁调控特性及应用

编者按 超材料是指在微观和宏观尺度之间引入中间尺度结构单元,通过这些结构单元及其空间序构实现特定功能的人工复合材料或结构。由于结构单元及其空间序构的精确可设计性,超材料可对电磁波的幅值、相位、频率、极化、模式等各种特性进行灵活调控,在隐身、电子对抗、通信、成像、能源等领域具有广阔的重要应用前景,被列入“六大颠覆性基础研究领域”之首位。本专题依托国家重点研发计划“变革性技术关键科学问题”重点专项“微波毫米波数字编码和现场可编程超构材料的理论体系与关键技术”,基础加强计划重点基础研究项目“基于新型结构功能材料的某机制研究”,国家自然科学基金“基于圆二色性的多维度调制超表面及其应用研究”“基于相位梯度超表面的电磁信号调制技术研究”“基于多模式复合色散调控的消色差超材料功能器件设计及应用研究”等军内外基础研究项目设立,聚焦国内超材料研究的最新发展动态,汇集国内优秀团队的最新研究成果,以期增进国内超材料领域的学术交流和应用技术探讨,促进超材料基础研究和技术创新应用的发展。本期专题采用在线支撑材料等增强出版形式,以加深对论文内容、思路与方法的理解。

本期专题由 5 篇论文组成:

《人工结构红外选择辐射体研究进展》围绕近年来人工结构红外选择辐射体的研究现状,对其设计方法进行了总结分析,着重介绍了基于亚波长单元结构的超材料、光子晶体和多层膜的红外辐射体设计原理、适用范围及局限性,为下一步发展提供了建议,并进行了展望。

《陶瓷基频率选择表面透薄材料工艺研究进展》分析了当前陶瓷基 FSS 透波材料工艺研究的需求,介绍了国内陶瓷基 FSS 透波材料工艺研究的现状,并对其未来研究前景进行了展望。

《基于迂回相位和几何相位复合的散射调控超表面》提出了一种基于迂回相位和几何相位复合的电磁散射调控超表面设计方法,以实现不同入射角下对电磁波的独立调控,该方法丰富了超表面操纵电磁波的自由度,并可进一步与传输相位、共振相位等复合推广到全空间散射波束调控超表面设计。

《含石墨烯三明治结构杂化超表面微波吸收性能调控研究》研究了一种基于石墨烯和离子电解液复合对三明治结构对吸波器,并构建了石墨烯结构与金属微结构杂化超表面,证实了可通过调节石墨烯方阻改变斜共振频率处的吸波率,拓展了超表面设计与石墨烯应用。

《基于超材料局域场增强效应的能量转换超表面设计研究》设计了一种将电磁能转化为局域温度场的超材料结构。由于电磁能量与自由空间中的入射电磁波耦合,则超材料结构上局域温度场增强或局域温度场增强阵列的产生可以无线操作。这种设计在电磁波能量收集、检测器件、成像器件以及电磁开关等领域均有潜在应用。

相关资料视频:



仿真实验过程



陶瓷基 FSS 结构及共形天线



陶瓷基体喷涂金属薄膜



陶瓷内腔

本期专题主持人简介:

王甲富(1981—),男,山东聊城人。空军工程大学基础部物理与军用材料教研室主任,教授,博士生导师。全军学科拔尖人才、空军高层次科技人才、陕西省青年科技新星、陕西省高校青年创新团队带头人、空军工程大学人工结构材料及其隐身应用高端实验平台负责人,享受陕西省“三秦人才”津贴、军队优秀专业技术人才岗位津贴。获 2020 年陕西省自然科学二等奖、2011 年全军优秀博士学位论文奖、2012 年教育部自然科学一等奖、2015 年军队教学成果奖二等奖、2016 年陕西省自然科学优秀学术论文奖等,3 次荣立个人三等功。主要研究方向为人工结构功能材料、隐身材料与隐身技术等。作为项目负责人主持完成 10 余项纵向科研项目的研究工作,包括 173 计划重点项目 1 项、国家自然科学基金项目 3 项等;在 Nature Communications、Advanced Science 等发表 SCI 收录论文 360 余篇,出版专著 1 部,授权国家/国防发明专利 23 项、软件著作权 2 项。

本期专题得到哈尔滨工业大学张狂教授、南京大学赵俊明教授、东南大学程强教授的大力支持,在此一并致谢!