

同行专家业内评价意见书编号: 20240854169

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院） 同行专家业内评价意见书

姓名: _____ 雷姚远

学号: _____ 22160445

申报工程师职称专业类别（领域）: _____ 电子信息

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2024年03月19日

一、个人申报

(一) 基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1.

知识掌握：对超表面有了初步的了解与认识，掌握了设计超表面的基本设计方法，包括了单元结构库的建立、相位分布图的生成、单元结构与相位的匹配算法，消色差原理以及瑞利索墨菲衍射验证。对单元结构库的建立首先了解掌握了超表面单元结构的原理包括传播相位、贝里相位、表面等离激元等，同时熟悉利用FDTD电磁场仿真软件仿真单元结构，获得透过率与相位。对相位图的生成涉及傅里叶迭代Gerchberg-Saxton算法以及与其相关的衍射理论包括夫琅禾费衍射、菲涅尔衍射等相关知识。利用严格的标量衍射理论-瑞利索莫菲衍射理论使用Matlab软件进行验证。

工程

2.

工程实践经历：基于结构光的高性能超表面，主要设计大视场周期点阵和随机点阵图案结构光超表面，并优化其透过率；设计中红外三波长消色差超表面，使其仿真焦距与实际焦距相差小于1%。

3. 案例：

在深度感知领域，设计具有高衍射效率的点阵结构光超表面器件，仅用一片超表面代替了准直镜和衍射光学元件，能简化投影仪的组成，且超表面在亚波长量级调制光束，可以减少高阶衍射光束，相较于衍射光学元件可以有效提高视场和衍射效率，从而为机器视觉、人工智能提供一种轻薄、高效的光学元件。本工程生成均匀点阵和随机点阵两种空间结构光，主要利用超表面单元结构周期小的特性。对于均匀点阵空间结构光，利用傅里叶迭代算法设计supercell使其傅里叶变换后空间频率可以达到 180° 视场，再利用重复排列的supercell实现干涉产生均匀点阵。对于随机点阵空间结构光，利用M序列产生随机点图案，利用傅里叶迭代算法获得超表面需要的相位分布，利用逆向算法获得超表面单元结构的排列以提高大视场下的效率。由于迭代傅里叶变换利用的是夫琅禾费衍射，没有考虑大视场下强度减弱的情况，所以之后对目标图进行了强度补偿，使得大视场下强度更均匀。

设计了生成大视场周期点图案的超表面，其工作波长 940 nm，具有 140° 视场和67.14% 的透过率。从基本衍射理论出发，提出了大视场 GS 修正算法，设计了生成大视场随机点的超表面，视场可达 166° ，且可以观察到 $100^\circ - 160^\circ$ 视场时的强度分布更均匀。并且，将大视场 GS 修正算法推广到大视场任意图案的生成。使用粒子群算法对超表面进行尺寸优化，实现一维周期均匀强度点阵图案的生成，设计的两个超表面分别可以达到 120.08° 、 161.78° 的视场，93.79%、96.56% 的总透过率。使用基于伴随方法的形状优化，实现二维随机点图案的生成，其总透过率为60.76%，高于正向设计的 49.67%，且随机点振幅分布更均匀。

9-

$11\ \mu\text{m}$ 三波长消色差中红外超表面透镜设计，此次消色差超表面透镜设计为分立波长消色差。本设计的单元结构利用截断波导原理。为满足消色差群延时和相位的要求，我们选择设计各种不同的偏振不敏感的结构，包括圆柱、反圆柱、空心圆柱、反空心圆柱、方柱、反方柱、空心方柱、反空心方柱以及十字型柱。通过扫描获得各单元结构在9-

$11\ \mu\text{m}$ 波长下的相位，计算在中心波长 $9.9\ \mu\text{m}$ 处的群延时。对于一个消色差超透镜需要不同频率下的相位分布满足消球差相位分布公式，将此公式在 ω_0 处泰勒展开，获得群延时与群延时色散分布要求。对于截断波导型单元结构，在一定带宽范围内，群延迟与工作波长

近似正相关，因此可以忽略群延迟色散的影响。由于计算得到的群延时远大于单元结构所具备的群延时，将计算得到的群延时按120-135fs进行折叠分区。完成分区后，利用粒子群优化算法对相邻区域不连续值进行优化，取群延迟权重1，9.9 μm 波长相位权重5，9 μm 、11 μm 波长相位权重3.5，最终得到9 μm ，9.9 μm ，11 μm 三波长下的解包裹相位分布。将单元结构提供的群延时与我们所需的群延时匹配；同时，单元结构在波长9 μm 、9.9 μm 、11 μm 的相位与我们所需相位匹配，从而对单元结构进行排列。利用广义瑞利索末菲衍射公式进行验证，设计焦距11mm，焦距偏移比例小于1%。

(二) 取得的业绩(代表作)【限填3项, 须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实, 并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	备注
中红外超表面的成像和检测原理及应用进展(特邀)	核心期刊	2022年04月07日	红外与激光工程	1/4	EI期刊收录

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 86 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 86 分(要求80分及以上)
本人承诺	
<p>个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名：雷娜远</p>	

浙江大学研究生院 攻读硕士学位研究生成绩单

学号: 22160445	姓名: 雷姚远	性别: 女	学院: 光电科学与工程学院	专业: 电子信息	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 24.0学分		已获得: 26.0学分		入学年月: 2021-09	毕业年月: 2024-03						
学位证书号: 1033532024302006			毕业证书号: 103351202402300032								
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2021-2022学年秋季学期	科技写作		2.0	83	专业学位课	2021-2022学年春季学期	研究生英语		2.0	免修	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	人工智能算法与系统		2.0	97	专业学位课	2021-2022学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	79	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	电子信息工程中数学模型与方法		2.0	79	专业学位课	2021-2022学年春季学期	光学系统设计		2.0	92	专业学位课
2021-2022学年秋季学期	工程前沿技术讲座		2.0	87	专业学位课	2021-2022学年春季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课
2021-2022学年冬季学期	工程中的有限元方法		2.0	80	专业选修课	2021-2022学年夏季学期	工程伦理		2.0	94	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	中国特色社会主义理论与实践研究		2.0	89	公共学位课	2021-2022学年夏季学期	微光技术及微系统		2.0	89	专业学位课
2021-2022学年秋季学期	光学电磁理论		3.0	96	专业学位课	2022-2023学年秋季学期	西方音乐艺术		1.0	88	公共素质课

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章:

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2024-04-02

中红外超表面的成像和检测原理及应用进展 (特邀)

雷姚远^{1,2}, 陈琦凯^{1,2}, 刘逸天^{1,2}, 马耀光^{1,2}

(1. 浙江大学 现代光学仪器国家重点实验室, 浙江 杭州 310027;

2. 浙江大学 光电科学与工程学院

教育部光子学国际合作联合实验室, 浙江 杭州 310027)

摘要: 中红外波段包含两个大气窗口及分子指纹区, 在红外成像与物质检测方面具有重要应用。传统中红外光学器件在成像方面受材料、加工等限制成本昂贵、加工复杂; 在检测方面, 受分子吸收截面小的限制, 检测灵敏度低, 对微量化学物质检测具有较大挑战。超表面是由亚波长尺度的人造单元构成的二维结构阵列, 具有体积小、易集成、调控自由度高等特点, 能够为制造低成本、轻型化、集成化的中红外光学器件提供一种新的实现方案。表面增强红外吸收能够有效增强分子振动信号, 提高检测灵敏度。文章介绍了中红外超表面在电磁波调控方面的机理及其中红外检测应用的原理。着重整理了超表面结构在中红外波段的成像与检测领域的研究进展, 包括偏振成像、可调及可重构超表面、其他特殊功能以及用于检测的基于等离子体激元或连续体束缚态原理的使用金、银、铝、石墨烯、硅、锗等材料的超表面结构。

关键词: 中红外; 超表面; 成像; 光谱检测

中图分类号: TP394.1; TH691.9 文献标志码: A DOI: 10.3788/IRLA20220082

Principles and application progress of mid-infrared metasurfaces in imaging and detection (*Invited*)

Lei Yaoyuan^{1,2}, Chen Qikai^{1,2}, Liu Yitian^{1,2}, Ma Yaoguang^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Modern Optical Instrumentation, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. International Research Center for Advanced Photonics, College of Optical Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: The mid-infrared band contains two atmospheric windows as well as the molecular fingerprint region, and therefore has important applications in infrared imaging and detection. Conventional mid-infrared optics are expensive and need complicated fabrications limited by the material and processing technology in imaging. In terms of the detection, limited by the small molecular absorption cross-section, the sensitivity is extremely low and there is a great challenge for the trace chemical detection. Metasurfaces are two-dimensional arrays composed of artificial building blocks at the subwavelength scale. They have the characteristics of small size, easy integration and high degree of freedom, which may provide a new implementation scheme for manufacturing the low-cost, light-weight and integrated mid-infrared optical devices. Surface-enhanced infrared absorption can

收稿日期: 2022-01-10; 修订日期: 2022-02-20

基金项目: 国家自然科学基金 (61905213)

作者简介: 雷姚远, 女, 硕士生, 主要从事超表面方面的研究。

导师简介: 马耀光, 男, 博士, 浙江大学百人计划研究员, 博士生导师, 获得国家海外高层次人才, 浙江省杰出青年基金资助。长期致力于研究介观尺度上光与物质相互作用的机理、效应, 及其在宏观系统中的应用。研究内容涵盖超构材料与超构表面器件、微纳光纤器件、非线性光学器件等方面。

论文链接: <http://www.irla.cn/cn/article/doi/10.3788/IRLA20220082>

检索证明:

The screenshot shows the Engineering Village search results page. At the top, the Engineering Village logo is on the left, and navigation links for Search, Search history (3), Alerts (0), Selected records (0), and More are in the center. On the right, there are links for Create account and Sign in. Below the navigation, the search results are displayed. The main heading is '2 records' found in Compendex for 1884-2024: ((Principles and application progress of mid-infrared metasurfaces in imaging and detection) WN ALL). There are buttons for Create alert, Save search, Share search, and RSS feed. The results are sorted by Relevance. On the left, there is a 'Refine' sidebar with options to limit or exclude results, and a list of document types: Dissertation (1) and Journal article (1). The main results list shows one record: 'Principles and application progress of mid-infrared metasurfaces in imaging and detection (Invited)' by Lei, Yaoyuan, Chen, Qikai, Liu, Yifan, and Ma, Yaoguang. The record includes the source information: Hongwai yu Jiguang Gongcheng/Infrared and Laser Engineering, v 51, n 3, March 25, 2022. It also shows the database (Compendex), document type (Journal article (JA)), and options to show preview, cite in Scopus (1), and link to full text.

Engineering Village

Search Search history 3 Alerts 0 Selected records 0 More 7

Create account Sign in

2 records found in Compendex for 1884-2024: ((Principles and application progress of mid-infrared metasurfaces in imaging and detection) WN ALL) 1 of 1 pages

Create alert Save search Share search RSS feed

Sort by: Relevance

Refine

By category Download all

Limit to Exclude

Add a term

Document type

Dissertation (1)

Journal article (1)

1. **Principles and application progress of mid-infrared metasurfaces in imaging and detection (Invited)**

Lei, Yaoyuan (State Key Laboratory of Modern Optical Instrumentation, Zhejiang University, Hangzhou; 310027, China); Chen, Qikai; Liu, Yifan; Ma, Yaoguang Source: Hongwai yu Jiguang Gongcheng/Infrared and Laser Engineering, v 51, n 3, March 25, 2022 Language: Chinese

Database: Compendex

Document type: Journal article (JA)

Show preview Cited by in Scopus (1) Link to Full Text

经检索“Engineering Village”，下述论文被《Ei Compendex》收录。（检索时间：2024年3月19日）。

<RECORD 1>

Accession number:20221511959745

Title:Principles and application progress of mid-infrared metasurfaces in imaging and detection (Invited)

Title of translation:中红外超表面的成像和检测原理及应用进展(特邀)

Authors:Lei, Yaoyuan (1, 2); Chen, Qikai (1, 2); Liu, Yitian (1, 2); Ma, Yaoguang (1, 2)

Author affiliation:(1) State Key Laboratory of Modern Optical Instrumentation, Zhejiang University, Hangzhou; 310027, China; (2) International Research Center for Advanced Photonics, College of Optical Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou; 310027, China

Source title:Hongwai yu Jiguang Gongcheng/Infrared and Laser Engineering

Abbreviated source title:Hongwai yu Jiguang Gongcheng Infrared Laser Eng.

Volume:51

Issue:3

Issue date:March 25, 2022

Publication year:2022

Article number:20220082

Language:Chinese

ISSN:10072276

Document type:Journal article (JA)

Publisher:Chinese Society of Astronautics

Number of references:131

Main heading:Chemical detection

Controlled terms:Infrared devices - Thermography (imaging) - Degrees of freedom (mechanics) - Light absorption - Graphene - Infrared absorption

Uncontrolled terms:Application progress - Atmospheric window - Infrared bands - Materials technology - Metasurface - Mid-infrared optics - Midinfrared - Molecular fingerprint - Processing technologies - Spectrum detection

Classification code:711 Electromagnetic Waves - 741.1 Light/Optics - 742.1 Photography - 761

Nanotechnology - 801 Chemistry - 804 Chemical Products Generally - 931.1 Mechanics

DOI:10.3788/IRLA20220082

Database:Compendex

Compilation and indexing terms, Copyright 2024 Elsevier Inc.

注：

1. 以上检索结果来自 CALIS 查收查引系统。
2. 以上检索结果均得到委托人及被检索作者的确认。

