

同行专家业内评价意见书编号: 20240854208

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: _____ 官子涵

学号: _____ 22160438

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28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】

对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况：

在基础理论知识方面，我在工作中运用几何光学、物理光学以及傅里叶光学的基本理论，结合程序编写与软件仿真等工具，完成了光学系统的设计、优化和仿真工作，并且在实验过程中针对现象及其背后的物理问题进行分析，提出相应的解决方案。在这个过程中，我应用所学知识分析和解决具体问题，取得良好成效，形成了关于机器视觉光学系统设计的方法论，实现了学以致用。

在专业技术知识方面，我根据企业产品的发展需要，针对结合实际应用所需的性能参数要求去进行光学系统的设计。设计过程中综合考虑材料的系统的性能表现、物理性能与采购成本、元件的可加工装配性能等因素，致力于通过探索公差灵敏度降低方法来提升实际制造良率。对于实际产品设计中需要考虑的生产良率、杂散光分析与控制、材料加工、成本控制、元件装配、系统测试等技术知识有所掌握。

工程实践的经历：

通过在香港ASMPT公司一年的专业实践，我对于知识、技能、个人素质以及实际应用之间的关系有了全新的认识。在知识掌握方面，我学习到了更多关于产品生产制造的相关知识。比如在光学设计中，不止要求设计者对于基础光学理论有足够深刻的认识，更需要站在产品经理的角度考虑到生产加工的可行性、与之相关的良率和成本控制等知识，真正做到从理论落实到实际产品。除此之外，还需要对市场上相关产品作充分调研，分析他们的优劣，进而对设计目标进行合理的设置，让产品足够有竞争力，发挥创造的价值。这些知识与工业界的现状和市场需求密切相关，而且处在不断迭代之中，是从课本中无法获取但又至关重要的信息。

在个人能力提升方面，首先是实现了将所学知识应用在工作之中，这让我对已经习得的知识有了更加充分的了解。在实践中，我了解到对于光学系统成像质量的评价不只是关于MTF\点列图等数据指标，还与实际应用的要求密切相关。在机器视觉应用中，光学系统作为成像与检测过程中的前端，其成像质量的评价需要与后端图像处理的需求相结合，形成统一的评价指标。光学系统作为整个设备的一部分，需要考虑到与其他部件和系统的配合，因此也需要不同团队之间建立起有效沟通，打破壁垒，进而实现整个设备工作流程的贯通。这种将理论知识落到实处的能力以及全局意识的培养，是专业实践给我带来的能力上的提升之处。

在素质养成方面，专业实践给我提供了一个接触实际工作环境的平台。在这样的环境中，不再只是需要单线程地处理学业上的问题，而是促使我能够掌握多线程处理工作任务的能力。这对时间分配以及工作规划的能力提出了新的要求。在实践过程中，我逐渐养成了制定工作计划、合理分配时间以及及时总结整理的工作习惯，相信这对于未来的学习和工作都有积极的作用。此外，在工作过程中，与同事的合作与讨论往往建立在报告与文档的基础之上，这样的工作习惯帮助我更多地思考如何简明扼要而有条理地分享观点，促进思路的理顺以及提升沟通的效率。这些素质同时也是在职场中不可或缺的通用技能。

总而言之，专业实践使我的综合能力有所提升。深入企业之中，参与工作流程中的方方面面，这给了我校园生活中难以获得的体验，也为未来的职业发展打下了基础。

最后，感谢学校、导师以及ASMPT给我提供了这次境外实习实践的机会，并在这个过程中给我提供充分的指导，这是我职业生涯中一次难得的经历。

在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例：

在半导体封测设备领域，为了实现高精度、高速度、高可靠性的半导体封装，光学系统是不

可或缺的元器件。它作为机器视觉系统的组成部分，用于获取所需的目标信息并将其交给传感器转换成数字信号进行后续处理，帮助实现对样品精确、快速、可靠的自动在线检测。随着封装密度和检测效率不断提高以及生产与检测自动化程度的提高，人们需要研发新的光学系统来适应多样的应用场景，对光学系统性能的要求也越来越苛刻。

Ziptronix在2015年提出的铜-铜混合键合（Hybrid

Bonding）技术是目前最为先进的3D堆叠键合技术之一，它利用固态铜的原子扩散在介电材料之间镶嵌金属接点，可将接点的间距降至 $1\ \mu\text{m}$ 以下，有效提高I/O接点数量，进而降低多层芯片的堆栈厚度。亚微米级别的接点间距要求对准精度达到 $0.5\sim 0.1\ \mu\text{m}$ ，这对光学系统的分辨率提出了更高的要求。/此外，在Micro-

LED的制造过程中，由于单个像素芯片大小达到 $1\sim 10\ \mu\text{m}$ ，其加工制造流程与半导体器件制造工艺有诸多相似之处，而高分辨率光学系统在其制造与检测过程中亦发挥着重要作用。

为了满足以上应用场景与需求，本实践课题旨在研发应用于半导体后道封装与检测设备中的光学系统。课题中涉及的高分辨率的微型远心光学系统具有长工作距离，物方远心，高分辨率（光学分辨率达到 $0.5\ \mu\text{m}$ ）等特征，满足高精度检测与测量的要求；同时较小的体积使得该光学系统可以方便地安装在不同类型的检测设备中，具有较强的通用性。与市场上其他采用显微物镜和tube

lens组合的方案相比，该设计可以：1、在保证小体积与较长工作距离的情况下实现较大数值孔径；2、内置同轴照明让其适配更多检测场景；3、针对公司现有的成像传感器进行适配，保证成像质量，降低采购成本。相关产品目前已完成图纸输出和零部件询价的工作，正在进行样机的制造与装调。

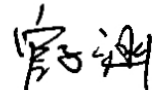
在实践过程中，应用几何光学以及物理光学的原理去指导设计方向，并且针对实验中出现的现象及其反映的问题做出理论分析，提出相应的解决方案。比如，该光学系统设计过程中涉及到几何光学理论的应用以及像差平衡与优化策略，在实践中采用编写优化函数等措施对优化流程进行完善，取得了不错的设计结果，其设计思路以及具体方法的总结对后续光学设计实践具有参考意义。此外，高数值孔径镜头的公差敏感度降低与补偿方法一直以来都是光学设计的难点。本次实践针对该问题探索了基于主成分分析和节点像差理论的公差敏感度优化方法，结合波像差的检测探索了装调过程中利用镜片元件实现公差补偿的方法。这些方法在工程应用和理论上都有研究价值，相关研究成果已以论文形式发表。

(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
基于主成分分析和节点像差理论的公差降敏方法	核心期刊	2024年02月01日	红外与激光工程	1/3	已发表, doi: 10.3788/IRLA20230590
高分辨率微型远心镜头设计	行业工法	2024年03月20日			企业实践项目, 经费50万元

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： 88 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： </p>	

浙江大学研究生院

攻读硕士学位研究生成绩单

学号: 22160438	姓名: 官子涵	性别: 男	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: 24.0学分		入学年月: 2021-09								
学位证书号: 1033532024302003	学位证书号: 103351202402300029		授予学位: 电子信息硕士								
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	人工智能算法与系统		2.0	88	专业学位课	2021-2022学年秋季学期	光学电磁理论		3.0	91	专业学位课
2021-2022学年秋季学期	电子信息工程中数学模型与方法		2.0	85	专业学位课	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	86	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课	2021-2022学年春季学期	光学系统设计		2.0	88	专业学位课
2021-2022学年秋季学期	科技写作		2.0	90	专业学位课	2021-2022学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	85	公共学位课
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学年夏季学期	光学零件加工技术		1.0	90	专业选修课
2021-2022学年冬季学期	研究生英语		2.0	免修	公共学位课	2021-2022学年夏季学期	微光技术及微系统		2.0	93	专业学位课
2021-2022学年冬季学期	工程伦理		2.0	92	公共学位课						

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

基于主成分分析和节点像差理论的公差降敏方法

官子涵^{1,2}, 王 敏³, 李晓彤^{1,2}

- (1. 浙江大学 光电科学与工程学院, 浙江 杭州 310027;
2. 浙江大学 极端光学技术与仪器全国重点实验室, 浙江 杭州 310027;
3. 先进科技(香港)有限公司, 香港特别行政区 999077)

摘要: 为了在设计阶段预测光学系统加工装配后的像质并降低加工装配难度,提升设计效率,文中提供了一个高效的公差灵敏度降低方法。首先使用 Zernike 多项式量化像差,基于线性代数理论和 Monte Carlo 分析寻找引入扰动后系统的像差变化规律,通过降维后的像差场以及特征值分布确定主要引入像差;对系统制造过程中可能出现的失对称扰动和轴向扰动进行建模,基于节点像差理论描述扰动造成的引入像差,并通过统计分析确定关键表面;根据 Zernike 项与波像差的对应关系对像差空间进行变换,提出相应的评价函数纳入优化,进而抑制新像差的产生。将这一方法应用于两个不同的光学系统的设计,优化后预期加工性能(指定空间频率处 98% 置信度的 MTF 表现)分别提升了约 68% 和 20%。与使用 Zemax 软件中 TOLR 操作数优化相比,结构 1 的优化时间由 7 h 缩短到 36 min,并且在结构 2 的优化中成功实现了公差降敏。结果表明,该方法能够在提升效率的同时有效降低公差灵敏度。

关键词: 光学设计; 公差降敏; 主成分分析; 节点像差理论

中图分类号: O439 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3788/IRLA20230590

0 引言

在光学系统的设计过程中,公差敏感度是决定设计是否优秀的一个重要因素。公差敏感度低的设计更有利于降低加工成本、简化装调流程,实现成像质量和生产良率的平衡^[1]。为了得到公差敏感度不敏感的结构,往往需要在光学设计软件中进行迭代优化:可以通过全局优化^[2]来获得大量样本,并直接从中寻找低公差敏感度的系统;或者通过建立多重结构^[3]预先分配公差并建立综合评价函数来优化得到符合公差要求的结果。但这类方法缺乏光学理论的指导,重复、盲目的优化过程需要消耗大量的计算资源,效率较低。因此,为了提高优化效率,人们提出了多种降低公差敏感度的思路,并基于光学结构分析提出了多种评价参数。Betensky^[4]将非球面应用于三片式镜头的设计中,避免负透镜承担过大的像差矫正压力,实现公差降敏;Ishiki^[5]提出了针对光学表面偏折角控制的

公差敏感度评价函数;Sasian^[6]等提出了透镜形状特征参数 W 和 S ,并证明减小 W 、 S 值可实现良好的公差脱敏和像差平衡。此外,人们也尝试从像差入手,寻求针对特定像差进行优化或是通过像差之间的相互补偿来实现公差敏感度的降低。Wang Lirong^[7]提出了 CS 和 AS 评价函数用于对倾斜带来的恒定彗差和线性像散敏感度进行评价;张远健^[8]等以均匀化各表面初级像差分布并抑制各表面初级像差贡献量为思路,提出了“小像差互补”的优化方法;刘智颖^[9]等将其应用在红外显微系统设计中,取得了不错的效果;孟庆宇^[10]等提出根据光学面与像面上光线交点的变化量计算得到相应的光程变化量,并将其作为公差灵敏度的评价标准;Sasian^[11]利用波像差系数和结构参数总结了多种像差评价方法,并指出控制像差在光学系统内的传播可以有效降低公差敏感度。

然而,不同的光学系统具有各自的公差特性,为使公差优化具有更好的针对性,文中提出首先对引入

收稿日期:2023-10-20; 修订日期:2023-12-27

作者简介:官子涵,男,硕士生,主要从事光学设计方面的研究。

导师简介:李晓彤,女,教授,博士生导师,博士,主要从事光学系统设计与软件开发方面的研究。

Scientific Research Project Certification

This is to certify that Mr. GUAN Zihan (China ID: 370682199806043512; HKID No: F173419(5)), who was employed by ASMPT Technology Hong Kong Limited as Intern from September 01, 2022 to August 21, 2023. During the aforesaid employment periods, he was assigned to support optical engineering research and development in Vision Department, participated in the joint training scheme of "College of Optical Science and Engineering of Zhejiang University and ASMPT Technology Hong Kong Limited to establish graduate education practice base", and took part in "Research on High-Resolution Tiny Telecentric Lens Design".

He participated in the whole process of our "NA 0.4 Tiny Telecentric Lens Design for Ultra Resolution Inspection " project, with project fund of ~HK\$500,000. Its purpose is to realize the landing of the optical part in the new generation of fully automatic high-precision semiconductor equipment system. Its background is used for the real-time detection and packaging function of high-level semiconductor equipment.

Mr. GUAN Zihan is the key member of the project, his contribution to the project includes Market Research, product parameter design, initial structure design of optical structure, structural optimization design of imaging system, lighting system design, system tolerance analysis and optimization, development of tolerance control method, imaging lighting simulation and stray light optimization, system parts and components drawing, experiment and various documentation work. Despite the difficulties of the project, effective solutions and methods were successfully put forward to promote the project. All kinds of work completed in the project have made outstanding contributions in the research of the project.



Signature of Tutor:

Mr. Wang Min

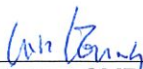
Date: 3/20/2024



Signature of Project Leader:

Mr. Wang Min

Date: 3/20/2024



Signature of VP:

Mr. Leung Wing Hong

Date: 3/20/2024

Company:

ASMPT Technology Hong Kong Limited

Date: 3/20/2024

项目名称	高分辨率微型远心镜头设计
委托单位	香港先进科技有限公司 (ASMPT Technology Hong Kong Limited)
项目金额	500,000 HKD
项目简介	<p>1. 项目主要研究内容</p> <p>(1) 设计用于机器视觉识别和量测的高分辨率微型远心光学系统，结合理论性能指标与实际生产制造的要求，推动镜头从设计走向量产。</p> <p>(2) 探究高分辨率微型远心光学系统的光学结构设计、公差优化和补偿方法、杂散光分析方法，从理论和工程上系统地介绍光学系统设计与优化的解决方案。</p> <p>2. 取得的经济社会效益</p> <p>本课题中涉及的高分辨率的微型远心光学系统具有长工作距离，物方远心，高分辨率（光学分辨率达到 0.5um）等特征，满足高精度检测与测量的要求；同时较小的体积使得该光学系统可以方便地安装在不同类型的检测设备中，具有较强的通用性。与市场上其他采用显微物镜加 tube lens 的方案相比，该设计可以：1、在保证小体积与较长工作距离的情况下实现较大数值孔径；2、内置同轴照明让其适配更多检测场景；3、针对公司现有的成像传感器进行适配，保证成像质量，降低采购成本。</p> <p>3. 本人承担的主要工作</p> <p>本人承担光学系统设计与像质评价、公差分析与优化方法研究、杂散光分析与控制策略研究、元件图纸输出等任务</p>

项目负责人签章：



WANG MIN



2024年 3月 20日