

同行专家业内评价意见书编号：20240854177

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：\_\_\_\_\_ 何星胜

学号：\_\_\_\_\_ 22160440

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24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. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况

熟练掌握微积分、线性代数、复变函数等数学工具，以应用于光学理论和光学系统设计中的模型建立和分析。深入理解光学的波动性质、光的干涉、衍射、偏振等基本理论，并掌握光的相干性、非线性光学等高级概念。熟悉各种光学测试仪器的原理和操作方法，能够进行光学系统的性能测试和评估。了解光纤通信系统和光学传感技术的原理与应用，包括光源、调制器、解调器等关键组件。

### 2. 工程实践的经历

2022.10.31-2023.04.29 苏州艾氟英诺机器人科技有限公司：片上窄线宽可调外腔激光器

### 3. 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

随着人工智能、自动驾驶技术的发展，激光雷达在空间光通信、空间光学成像等领域的需求大幅度增加。目前激光雷达仍采用机械式或半固态式的扫描方案和TOF(Time Of Flight)的探测方案，体积庞大，价格昂贵，急需小型化并降低成本。硅基光电子芯片由于其良好的COMS工艺兼容特性、价格便宜、可大规模集成，成为激光雷达固态化热门解决方案之一，其中光学相控阵(Optical Phased Array, OPA)的扫描方案与调频连续波(Frequency-Modulated Continuous

Wave, FMCW)的探测方案相结合受到研究者青睐，但其中光发射关键器件需要具有大范围调谐能力的窄线宽芯片级激光器作为光源以及具有高辐射效率和高辐射带宽的发射天线。本人围绕片上激光雷达中的光发射器件，对片上波长可调谐窄线宽激光器、激光器高速调制以及铌酸锂平台高效宽带天线展开研究，以进一步推进硅光芯片在FMCW激光雷达系统固态化的应用。

第一部分，提出了一种对加工制造变化不敏感的微环谐振器单元，提升激光器在实际制造中的鲁棒性，稳定其线宽和调谐范围。首先设计了基于脊型波导的对宽度误差不敏感的定向耦合器结构，在宽度为500nm、间隙为200nm、高度为220nm、平板厚度为70nm时宽度灵敏度接近于0，并且高度灵敏度仅为 $2.82 \times 10^{-3}$ /nm，相比于矩形波导制造误差对耦合的影响降到最低。然后对微环谐振器环形波导采用绝热耦合的方式进行波导展宽，采用三维体电流法分析了宽度对波导散射损耗的影响，环形波导宽度为2 $\mu$ m时散射损耗仅为0.3dB/cm，降低谐振腔损耗，并且模式有效折射率受宽度变化产生的影响相比于0.5 $\mu$ m时低了10倍左右，稳定调谐范围。在此基础上利用游标效应得到81nm的调谐范围，利用延时自外差法测得输出激光器输出线宽为114kHz。

第二部分，提出了一种激光器高速相位内调制方案可用于高速内调制激光实现片上快速调频连续波输出，以解决复杂环境中点云数据生成率较高的需求。基于硅材料的等离子体色散效应分别仿真设计了基于载流子注入和载流子耗尽的相位调制器，设计的PIN和PN相位调制器仿真中分别在1.1V和10V的电压下实现 $\pi$ 相移，调制速率分别为70MHz和1.85GHz， $\pi$ 相移调谐功耗分别为1.96mW和0.1nW。将所设计载流子注入结构置于马赫曾德尔干涉仪中实验测试表征性能，测试中在1.03V附近实现了 $\pi$ 相移，调制功耗为1.957mW，调制速率为80MHz。

第三部分，为铌酸锂平台片上OPA高效宽带辐射天线提出解决思路，我们基于梯度的逆向设计方法，不依赖于从标准设计或传统公式出发，优化自由度覆盖整个光栅结构，优化时间快，可实现多目标优化，在铌酸锂平台上设计并演示了一系列兼顾辐射效率和辐射带宽的光栅天线，在单步刻蚀且无底部金属反射器的情况下，1550nm波长波段TE偏振最大辐射效率可达

3.3dB，辐射带宽78nm；针对更大目标带宽优化的光栅显示出更大的实测带宽，在具有90nm

带宽的情况下辐射效率仍有-

3.9dB, 与已报道的光栅天线相比, 工艺简单且具有优秀的性能。

**(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
Inverse Designed Grating Coupler With Low Loss and High Bandwidth on LNOI Platform	国际期刊	2024年01月09日	IEEE Photonics Journal	1/4	

**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

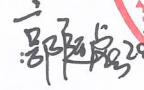

课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 86 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年 (要求1年及以上) 考核成绩： 87 分 (要求80分及以上)

本人承诺

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！

申报人签名： 何星胜

## 二、日常表现考核评价及申报材料审核公示结果

日常表现考核评价	非定向生由德育导师考核评价、定向生由所在工作单位考核评价。 <input checked="" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 德育导师/定向生所在工作单位分管领导签字（公章）：  年 月 日 
申报材料审核公示	根据评审条件，工程师学院已对申报人员进行材料审核（学位课程成绩、专业实践训练时间及考核、学位论文、代表作等情况），并将符合要求的申报材料在学院网站公示不少于5个工作日，具体公示结果如下： <input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过（具体原因： 工程师学院教学管理办公室审核签字（公章）：                    年 月 日

## 浙江工业大学研究生院

## 攻读硕士学位研究生成绩表

学号: 22160440	姓名: 何星腾	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: 25.0学分		入学年月: 2021-09								
学位证书号: 1033532024302004	学位证书号: 103351202402300030		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	83	专业学位课	2021-2022学年冬季学期	逻辑与交际		1.0	87	公共素质课
2021-2022学年秋季学期	集成平面光波导器件		2.0	86	跨专业课	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	科技写作		2.0	88	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	工程伦理		2.0	89	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	95	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	研究生英语		2.0	75	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	87	公共学位课	2021-2022学年春季学期	优化算法		3.0	96	专业选修课
2021-2022学年秋季学期	光学电磁理论		3.0	98	专业学位课	2022-2023学年秋季学期	研究生英语基础技能		1.0	75	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	工程前沿技术讲座		2.0	82	专业学位课						

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

# Inverse Designed Grating Coupler With Low Loss and High Bandwidth on LNOI Platform

Xingsheng He<sup>✉</sup>, Dongyue Sun<sup>✉</sup>, Jingye Chen<sup>✉</sup>, and Yaocheng Shi<sup>✉</sup>

**Abstract**—A grating coupler structure on a X-cut lithium niobate on insulator (LNOI) platform is designed and demonstrated. The utilized inverse design method is based on gradient-based adjoint optimization method, which is time saving and with more optimization degrees of freedom. For TE polarization, the high coupling efficiency of  $-3.3$  dB is experimentally obtained. The maximum coupling efficiency is still  $-3.9$  dB with the broadband 3-dB bandwidth of 90 nm. The grating coupler of high performance is realized by only single step etching and without bottom metal reflection layer.

**Index Terms**—Grating coupler, lithium niobate, inverse design.

## I. INTRODUCTION

LITHIUM niobate on insulator (LNOI) has excellent optical properties, including wide transparent windows from visible light to mid-infrared [1] and other nonlinear optical properties such as electro-optic, acousto-optic, photorefractive and piezoelectric. It is compatible with semiconductor processing technology and is becoming one of the key platforms for integrated photon technology [2], [3], [4]. A series of high-performance LNOI integrated optical devices have been developed, such as tunable frequency combs [5], [6], [7] and high-frequency and low-voltage electro-optic modulators [8], [9]. However, there is a critical problem in fiber coupling with off-chip light sources and detectors for all LNOI devices. However, unlike thick films and bulk materials, high efficiency coupling between the LNOI waveguide and a single-mode fiber is relatively difficult because the mismatch between the waveguide mode and the fiber mode is obvious. At present, the common coupling approaches are divided into two kinds: end-face coupling and grating coupling. End-face coupling, such as reverse taper [10], tapered fiber [11], [12], [13], [14] and lenticular fiber [15], [16], can realize optical coupling with low loss, wide band and low polarization dependence, but the input and output ports are limited to the edge of the chip,

requiring strict post-manufacturing processing such as edge polishing and high-resolution optical alignment. The design and manufacturing process of end-face coupler on LNOI platform becomes more complex, often requiring multi-step etching or special cladding [17] to further expand the size of on-chip mode field. In contrast, grating couplers provide chip surface solutions that can be placed anywhere on the wafer/chip, be easier to align, have lower manufacturing costs. To improve the coupling efficiency and bandwidth, several works have been done to improve the efficiency of LNOI grating couplers, such as chirped and apodized structure [18], [19], bottom metal reflection layers [18], [20], and top deposition [21], [22]. Although the former could improve the peak efficiency of the device, the optimization results often fail to account for bandwidth, while the latter two greatly increase the complexity and cost of the process. Meanwhile, these optimizations usually start with standard designs and rely on parameter scanning, random perturbation, or population-based meta-heuristic algorithms such as genetic algorithms and particle swarm optimization. Owing to their derivative-free properties, optimization degrees-of-freedom are often limited to a few parameters and time-consuming.

In this paper, we demonstrate a series of grating couplers that balance coupling efficiency and coupling bandwidth in the 400 nm X-cut LNOI. The inverse design method is based on gradient-based adjoint optimization method, which is time saving and with more optimization degrees of freedom [23], [24], [25], [26], [27]. Different designs for different target bandwidths show the desired performance in the experiment. The experimental results show that the maximum coupling efficiency of TE polarization is  $-3.3$  dB. The peak coupling efficiency can reach  $-3.9$  dB when the TE polarization 3-dB bandwidth is 90 nm. Compared with traditional couplers on LNOI platform, our proposed grating coupler is of high performance and can be realized by only single step etching and without bottom metal reflection layer.

## II. THEORY AND DESIGN

The grating coupler is designed on the 400 nm X-cut LNOI platform, under which a 3  $\mu\text{m}$ -thick  $\text{SiO}_2$  layer is buried. The grating schematic diagram is shown in Fig. 1, and the grating number is set to 20, which is enough to cover the entire single mode optical fiber spot size. Fig. 1(c) shows the coupling of grating waveguide mode to fiber mode.

The inverse design method based on gradient does not rely on parameter scanning or random perturbation to find the minimum values. And the adjoint method is used to obtain the field

Manuscript received 7 October 2023; revised 21 December 2023; accepted 4 January 2024. Date of publication 9 January 2024; date of current version 24 January 2024. This work was supported in part by the National Major Research and Development Program under Grant 2021YFB2801703, in part by the National Natural Science Foundation of China under Grants 62135011 and 62105286, in part by "Pioneer" and "Leading Goose" R&D Program of Zhejiang under Grant 2022C01103, in part by Ningbo Natural Science Foundation under Grant 2023J282, and in part by the Fundamental Research Funds for the Central Universities. (Corresponding author: Jingye Chen.)

The authors are with the State Key Laboratory for Modern Optical Instrumentation, Center for Optical and Electromagnetic Research, Ningbo Innovation Center, College of Optical Science and Engineering, Zhejiang University, Zhejiang 310027, China (e-mail: jingyechen@zju.edu.cn).

Digital Object Identifier 10.1109/JPHOT.2024.3351199