



电子科技大学信息与通信工程学院射频集成电路与系统研究中心

地址：成都市高新西区西源大道2006号；电话/传真：028-61830386；邮编：611731

Centre for RFIC and System Technology, School of Communication and Information Engineering

University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China

谨供文光俊参阅

“铌酸锂基光子晶体”研发进展周报告
(2021 年 11 月 22 日-2021 年 11 月 28 日)

郑翔

2021 年 11 月 28 日 (完成日期)



目录

一、承担的阶段工作及进展.....	3
二、研发过程记要.....	4
三、存在问题及其解决方案.....	7
四、阅读的课题研究相关科技论文纪要.....	7
五、下阶段的工作计划.....	8



一、承担的阶段工作及进展

时间节点	承担的工作任务（明确自己的作用）	预定目标成果	实际完成情况	实现的阶段成果
2021 年 11 月 22-11 月 28 日	1. 优化铌酸锂基微腔，找到理想的腔体模式和 S21 曲线。	1. 优化铌酸锂基微腔，找到理想的腔体模式和 S21 曲线。	1. 还需要继续优化	1. 找到了波导模式。 2. 找到了腔体模式。

二、研发过程记要

1. 设计/测试内容及方案简述

设计内容：设计实现**铌酸锂基**一维**线缺陷型**光子晶体波导、空气槽加载的线缺陷型光子晶体**微腔**。

设计方案：

第一步：设计一维线缺陷型光子晶体波导，通过优化参数（线缺陷宽度）能在 1550nm 处找到波导模式；

第二步：刻蚀空气槽，观察波导模式的变化；

第三步：添加微扰，观察腔体模式；

2. 设计/测试环境及参数条件

设计环境：Lumerical 下的 MODE 软件，搭建仿真结构如图 1。

设计参数：晶格常数 $a=660\text{nm}$ ，小孔半径 $r=185\text{nm}$ ，铌酸锂基厚度 $h=300\text{nm}$ 。改变线缺陷宽度 w 、空气槽宽度 s 。

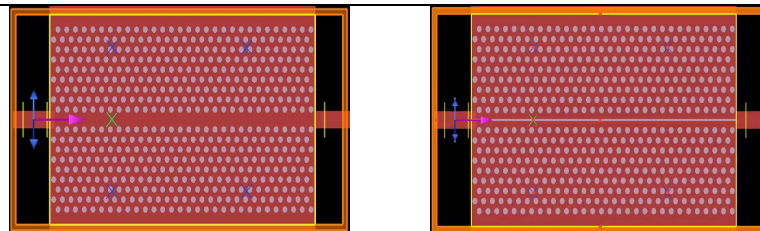


图 1 仿真模型

3. 设计/测试过程纪要

3.1 仿真模型的搭建

第一步：在一个 300nm 厚的 LiNbO_3 层刻蚀 (etch) 一个具有指定参数值的光子晶体阵列结构；

第二步：在光子晶体阵列中心进行位移构成线缺陷型光子晶体波导，找到波导模式；

第三步：一维线缺陷中央刻蚀空气槽；

第四步：空气槽附近小孔位移 5/10/15nm 构成微扰，找腔体模式。

3.2 光子晶体阵列的仿真测试

第一步：铌酸锂层加工厚度考虑到加工等因素，将其初步设计为 $z\text{-span}=300\text{nm}$ ；

第二步：研究空气填充率 r/a 和晶格常数 a 对光子晶体禁带的影响，如图 2；

最终结构 $a=660\text{nm}$ 、 $r=185\text{nm}$ 、 $z=300\text{nm}$ 。（此时波长禁带范围为 1460-1642nm）

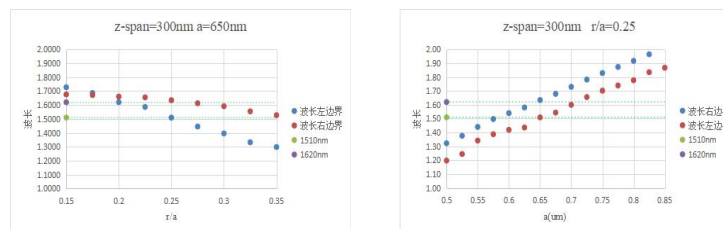


图 2 研究 r/a 和 a 对带隙所覆盖波长的影响



3.3 光子晶体波导的仿真测试

（在之前仿真研究的基础上，结合 comsol 中仿真的部分结果，期望得到一个理想的腔体模式和 S21 曲线）

3.3.1 Comsol 仿真

第一步：Comsol 中仿真结果：晶格常数 $a=660\text{nm}$ 、小孔半径 $r=185\text{nm}$ 、线缺陷宽度 $w=1300\text{nm}$ ，腔体模式 $f_1=2.0177\text{E}14\text{Hz}$

（ 1487nm ）， $f_2=2.0292\text{E}14\text{Hz}$ （ 1478nm ），接下来的目标就是在 Mode 软件中找到 1478 、 1487nm 处的腔体模式。

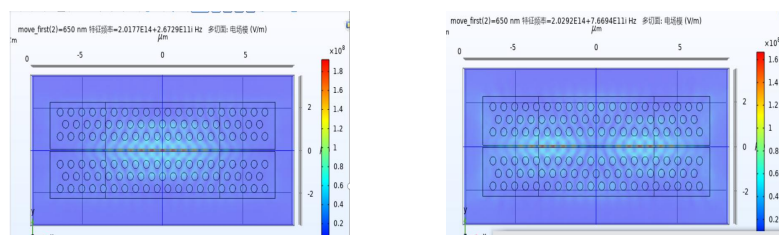


图 3 comsol 中腔体模式（ $f_1=2.0177\text{E}14\text{Hz}$ 、 $f_2=2.0292\text{E}14\text{Hz}$ ）

3.3.2 Mode 仿真

第一步：仿真晶格常数 $a=660\text{nm}$ 、小孔半径 $r=185\text{nm}$ 、线缺陷宽度 $w=1300\text{nm}$ ，不加载空气槽条件下的波导：

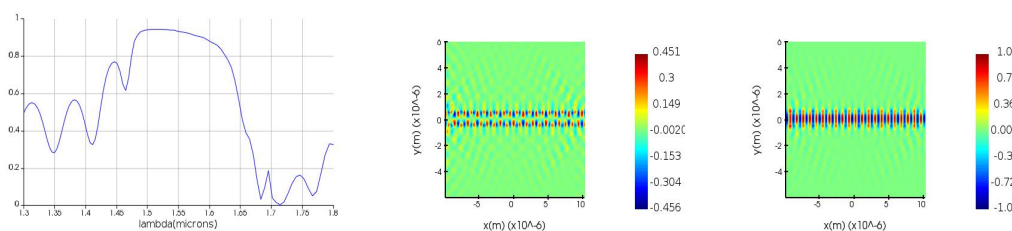


图 4 线缺陷为 1300nm 时的透射率曲线和场分布图 E_x 和 E_y

第二步：在第一步模型基础上，刻蚀一条 100nm 的空气槽：

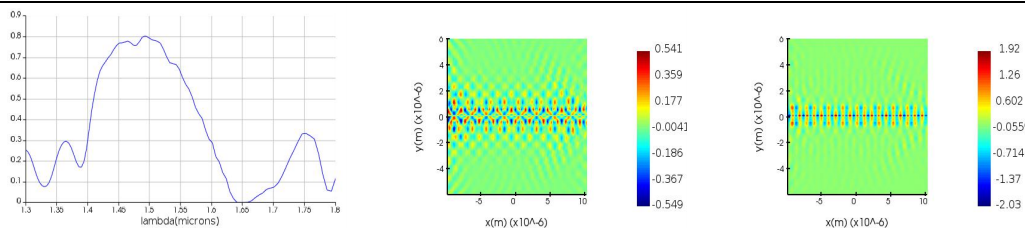


图5 刻蚀空气槽后线缺陷为1300nm时的透射率曲线和场分布图Ex和Ey

3.3 光子晶体微腔的仿真测试

第一步：在第3.3模型基础上，添加小孔微扰，加微扰前后的透射率曲线如图6左，提高仿真精度后对比如图6右：

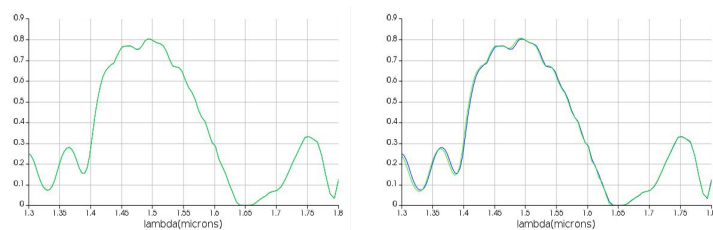


图6 加微扰前后透射率曲线对比

可以看出此时仿真精度提高，对透射率曲线影响很小。考虑到提高精度带来的内存溢出问题，将扫描波长范围变窄继续仿真。

第二步：考虑到腔体模式在1478nm、1487nm附近，将光源范围固定在1.4-1.5um，覆盖超精细网格仿真如图8：

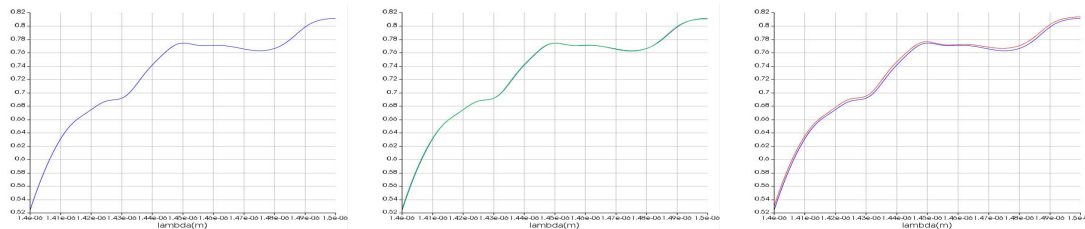
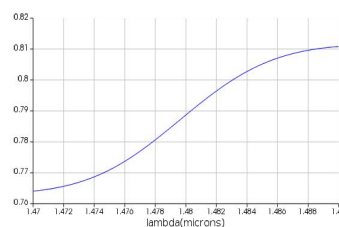


图8 线缺陷1300nm在1400-1500nm范围内透射率曲线

继续修改扫描波长进行仿真。



第三步：考虑到腔体模式在 1478nm、1487nm 附近，将光源范围固定在 1.47-1.49um，覆盖超精细网格仿真如图 9：



（还需要提高仿真精度，继续进行仿真）

五、下阶段的工作计划

时间节点	工作任务（明确自己的作用）	责任人及组员	预定目标成果
2021 年 11 月 29 日-12 月 05 日	1. 优化找到光子晶体微腔理想的腔体模式。	陈鼎威 郑翔	1、优化找到光子晶体微腔理想的腔体模式。