



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110632702 B

(45) 授权公告日 2021.04.09

(21) 申请号 201911011725.X

G02B 6/132 (2006.01)

(22) 申请日 2019.10.23

G02B 6/26 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110632702 A

审查员 陈敏

(43) 申请公布日 2019.12.31

(73) 专利权人 北京工业大学  
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72) 发明人 王智勇 李颖 兰天

(74) 专利代理机构 北京汇信合知识产权代理有  
限公司 11335

代理人 王秀丽

(51) Int. Cl.

G02B 6/122 (2006.01)

G02B 6/12 (2006.01)

G02B 6/136 (2006.01)

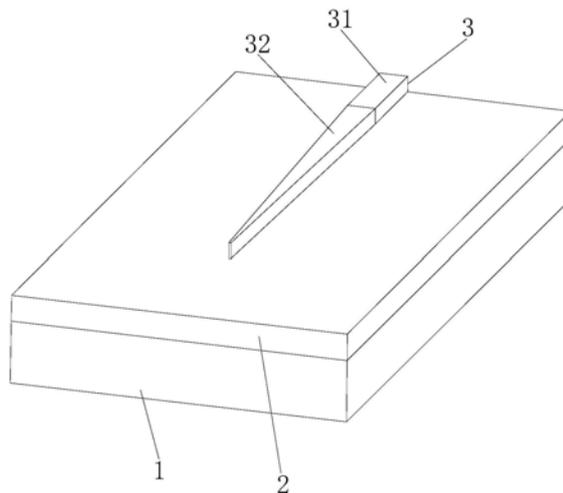
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种LN01基光波导反向楔形模斑耦合器及制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种LN01基光波导反向楔形模斑耦合器及制备方法, LN01结构顶部的LN层作为第一波导芯层, 第一波导芯层为反向楔形结构; 第一波导芯层上覆盖有具有固定宽度的第二波导芯层, 第二波导芯层的折射率小于第一波导芯层的折射率。本发明利用波导结构光传输芯层在高度和宽度的变化, 实现在垂直和水平方向上对入射光的扩展或者压缩, 达到亚微米尺寸光波导器件与光芯片或者单模光纤的高效耦合的目的; 本发明可以实现LN01基光波导与光芯片或单模光纤的直接端面耦合, 提高二者的模斑匹配度, 有利于大规模光路的集成。



1. 一种LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器,其特征在于,包括:LNOI结构;  
所述LNOI结构顶部的LN层作为第一波导芯层;  
所述第一波导芯层为反向楔形结构,沿光传播方向包括:具有固定宽度的第一波导部和宽度渐缩的第二波导部;所述第一波导部的端部置于所述LNOI结构的一端面处,用于连接LNOI基光波导;所述第二波导部的端部置于所述LNOI结构的两端面之间;  
所述第一波导芯层上覆盖有具有固定宽度的第二波导芯层,所述第二波导芯层的折射率小于所述第一波导芯层的折射率;所述第二波导芯层的一端部置于所述第一波导部与第二波导部的交界端面处;所述第二波导芯层的另一端部置于所述LNOI结构的另一端面处,用于连接光芯片或单模光纤;  
所述第二波导芯层的折射率为渐变折射率,其中心折射率最高,沿光传播方向向两端递减;所述第二波导芯层的中心折射率小于所述第一波导芯层的折射率;所述第一波导部和第二波导芯层的宽度由单模条件计算得到。
2. 如权利要求1所述的LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器,其特征在于,所述LNOI结构自下至上包括支撑衬底层、绝缘层和所述第一波导芯层。
3. 如权利要求2所述的LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器,其特征在于,  
所述支撑衬底层为LN层或硅层,厚度为300~800 $\mu\text{m}$ ;  
所述绝缘层为二氧化硅层,厚度为2~3 $\mu\text{m}$ ,用于防止光泄露至所述支撑衬底层中;  
所述第一波导芯层的厚度为400~900nm。
4. 如权利要求1所述的LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器,其特征在于,所述第二波导芯层为SiON层,调节N和O的比例使所述第二波导芯层的折射率为1.45~2。
5. 如权利要求1-4中任一项所述的LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器,其特征在于,还包括:包层;  
所述包层覆盖在所述第一波导部和第二波导芯层上;  
所述包层的折射率小于所述第二波导芯层的折射率。
6. 如权利要求5所述的LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器,其特征在于,所述包层为二氧化硅层。
7. 一种如权利要求5所述的LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器的制备方法,其特征在于,包括:  
对LNOI结构进行RCA标准化清洗,清除表面的杂质颗粒及有机油污;  
将LNOI结构顶层的LN层刻蚀成第一波导芯层;  
在第一波导芯层上沉积包裹第一波导芯层的第二波导芯层;  
在第二波导芯层上覆盖包层。

## 一种LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器及制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光互连和光波导技术领域,具体涉及一种LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器及制备方法,用于实现LNOI基光波导与光芯片和普通单模光纤的互连耦合。

### 背景技术

[0002] 铌酸锂晶体(LiNbO<sub>3</sub>,简称LN)是一种负单轴晶体,具有非中心对称性,有较宽的波长透过范围,约为350nm~5500nm,具有优良的压电、介电、铁电、电光、声光和非线性光学性能,是综合指标最好的铁电体材料,有着“光学硅”的称号。传统的铌酸锂体材料发展成熟,已经广泛应用在调制器、光纤陀螺、光纤传感等领域。而采用离子注入和晶圆键合技术制备的绝缘体上铌酸锂(LNOI晶片)作为一种新的薄膜材料,具有单晶性能高、波导芯层与包层折射率差较大(约0.7左右),限光能力强,可做到微纳尺寸等优点,是用于开发大规模集成光电子器件的理想平台。目前,已有研究人员在LNOI基上分别实现了Y分支光波导、电光调制器、微环谐振器和二次谐波发生器等,用于制备LNOI基纳米波导、微环等结构的加工工艺也日趋成熟和完善。

[0003] 光波导结构是各类光学器件的基础,光耦合器、光放大器等许多光学器件都是在光波导结构上制备的,由于LNOI基铌酸锂光波导的芯层与包层的折射率差较大,具有很强的光场限制能力,所以LNOI基的光波导的尺寸可以做到很小,在单模传输条件下,其横截面尺寸一般小于1 $\mu\text{m}^2$ 。较小的波导尺寸在实现高度集成的同时,也使得光波导与光纤或者光源芯片之间的模场严重失配。一般来说,单模光纤的纤芯直径约8~10 $\mu\text{m}$ ,远远大于横截面小于1 $\mu\text{m}^2$ 的LNOI基光波导。光从光纤进入LNOI基光波导,由于尺寸失配带来的模场失配会引起很大耦合损耗,所以,如何实现光纤或者光芯片与LNOI基光波导的高效耦合,是目前LNOI光互连亟待解决的一个关键问题。

[0004] 对于光纤或者光芯片与LNOI基光波导的光互连,目前常用的耦合手段有聚焦耦合、棱镜耦合、对接耦合,波导光栅耦合等。聚焦耦合是通过光学透镜将光聚焦到波导端面实现模式耦合,利用聚焦耦合的方法可以有效的降低入射光斑的尺寸,使其与波导模式匹配,但耦合需要借助透镜光路,升级了系统的复杂度,且难以满足集成测试的需求。棱镜耦合是利用具有高折射率的棱镜来实现空间中传播的光束与波导模式的相位匹配,从而将光耦合进波导,这是一种表面耦合技术,多用于对波导材料折射率的测量。对接耦合是将光纤与波导端面直接对准实现耦合,这种方式对准较差,巨大的尺寸差异使得耦合效率低下;还有对光纤尾端进行拉锥和制作透镜光纤来实现与波导的耦合的,其仅在一个维度上对波导模式进行增宽,对耦合效率的提升作用不是太大。波导光栅耦合作为一种垂直耦合的耦合方式,通过刻写光栅来对满足布拉格衍射条件的入射光进行耦合,虽然其耦合位置灵活,但需要对衬底泄露光进行优化,需要在衬底表面制备一层金属反射镜层。

[0005] 在类似LNOI结构的SOI结构中,其单晶薄膜层为折射率更高的硅层(约3.4左右),以硅为芯层的光波导器件的尺寸更小,与单模光纤相比小近2个数量级,为实现SOI光波导器件与单模光纤的直接对接耦合,有研究人员提出了一种倒置锥形波导耦合法(专利号:

201510665008.4\_波导三维模斑转换器),通过一段由细变粗的倒置锥形结构,将光纤耦合到波导外覆盖层的光缓慢的收紧回波导结构中传输,通过设计合理的倒置锥形和外覆盖包层的特征尺寸实现高效的端面耦合。铌酸锂材料相较于硅材料来说,作为人工合成晶体材料,具有更强的抗化学性,微纳加工问题是目前大家都在解决的一个棘手问题,加工精度较成熟的硅材料加工精度有很大的差距,对于百纳米级的线宽,依然是一个挑战;所以,对于SOI结构的倒置锥形波导耦合法,在LNOI结构中,倒置锥形的特征尺寸不能达到最佳透过率尺寸,对于光波导器件与单模光纤或者光芯片的高效耦合,没有显著的提升。

## 发明内容

[0006] 针对上述问题中存在的不足之处,本发明提供一种LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器及制备方法。

[0007] 本发明公开了一种LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器,包括:LNOI结构;

[0008] 所述LNOI结构顶部的LN层作为第一波导芯层;

[0009] 所述第一波导芯层为反向楔形结构,沿光传播方向包括:具有固定宽度的第一波导部和宽度渐缩的第二波导部;所述第一波导部的端部置于所述LNOI结构的一端面处,用于连接LNOI基光波导;所述第二波导部的端部置于所述LNOI结构的两端面之间;

[0010] 所述第一波导芯层上覆盖有具有固定宽度的第二波导芯层,所述第二波导芯层的折射率小于所述第一波导芯层的折射率;所述第二波导芯层的一端部置于所述第一波导部与第二波导部的交界端面处;所述第二波导芯层的另一端部置于所述LNOI结构的另一端面处,用于连接光芯片或单模光纤。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述LNOI结构自下至上包括支撑衬底层、绝缘层和所述第一波导芯层。

[0012] 作为本发明的进一步改进,

[0013] 所述支撑衬底层为LN层或硅层,厚度为300~800 $\mu\text{m}$ ;

[0014] 所述绝缘层为二氧化硅层,厚度为2~3 $\mu\text{m}$ ,用于防止光泄露至所述支撑衬底层中;

[0015] 所述第一波导芯层的厚度为400~900nm。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述第二波导芯层的折射率为渐变折射率,其中心折射率最高,沿光传播方向向两端递减;所述第二波导芯层的中心折射率小于所述第一波导芯层的折射率。

[0017] 作为本发明的进一步改进,所述第二波导芯层为SiON层,调节N和O的比例使所述第二波导芯层的折射率为1.45~2。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述第一波导部和第二波导芯层的宽度由单模条件计算得到。

[0019] 作为本发明的进一步改进,还包括:包层;

[0020] 所述包层覆盖在所述第一波导部和第二波导芯层上;

[0021] 所述包层的折射率小于所述第二波导芯层的折射率。

[0022] 作为本发明的进一步改进,所述包层为二氧化硅层。

[0023] 本发明还公开了一种LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器的制备方法,包括:

[0024] 对LNOI结构进行RCA标准化清洗,清除表面的杂质颗粒及有机油污;

- [0025] 将LNOI结构顶层的LN层刻蚀成第一波导芯层；
- [0026] 在第一波导芯层上沉积包裹第一波导芯层的第二波导芯层；
- [0027] 在第二波导芯层上覆盖包层。
- [0028] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:
- [0029] 本发明利用波导结构光传输芯层在高度和宽度的变化,实现在垂直和水平方向上对入射光的扩展或者压缩,达到亚微米尺寸光波导器件与光芯片或者单模光纤的高效耦合的目的;本发明可以实现LNOI基光波导与光芯片或单模光纤的直接端面耦合,提高二者的模斑匹配度,有利于大规模光路的集成。

## 附图说明

- [0030] 图1为本发明一种实施例公开的LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器中LNOI结构的示意图;
- [0031] 图2为在图1的结构上覆盖第二波导芯层后形成的LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器的一种示意图;
- [0032] 图3为在图2的结构上覆盖包层后形成的LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器的另一种示意图;
- [0033] 图4为图3中LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器的制备方法的流程图。
- [0034] 图中:
- [0035] 1、支撑衬底层;2、绝缘层;3、第一波导芯层;31、第一波导部;32、第二波导部;4、第二波导芯层;5、包层。

## 具体实施方式

- [0036] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。
- [0037] 本发明提供一种LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器及制备方法,该反向楔形结构一端为根据单模条件计算的单模波导横截面尺寸,另一端为铌酸锂微纳加工所能达到的最小线宽尺寸;在反向楔形结构(第一波导芯层)的上围,沉积一层中心折射率最高、并沿径向(光传播方向)递减的折射率具有梯度变化的渐变薄膜层作为第二波导芯层;普通的单模波导对于光具有很强的限制作用,模场被限制在波导的中心向前传输,随着光的向前传播,波导的宽度开始缓慢减小,波导对光场的限制作用开始减弱,被限制在波导中的光场从传输的第一波导芯层中泄露出来,进入横截面尺寸较大的低折射率的第二波导芯层(其横截面尺寸也由单模条件计算而得),此时模斑尺寸增大,模场折射率减小,与光芯片或者单模光纤模场实现匹配,达到提高二者的耦合效率的目的。
- [0038] 下面结合附图对本发明做进一步的详细描述:
- [0039] 如图1、2所示,本发明提供一种LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器,包括:LNOI结构和第二波导芯层4;其中:
- [0040] 本发明的LNOI结构自下至上包括支撑衬底层1、绝缘层2和LN层,对LNOI结构顶部

的LN层进行刻蚀得到第一波导芯层3;本发明的第一波导芯层3为反向楔形结构,即如图1所示,第一波导芯层3沿光传播方向包括:具有固定宽度的第一波导部31和宽度渐缩的第二波导部32;LNOI基片第一波导部31的端部置于LNOI基片LNOI结构的一端面处,用于连接LNOI基光波导;即第一波导部31的端面与LNOI结构的端面位于同一平面内,方便通过第一波导部31的端面直接与LNOI基光波导耦合;LNOI基片第二波导部32的端部置于LNOI基片LNOI结构的另一端面之间,即未伸出LNOI结构的另一端面。

[0041] 进一步,本发明的支撑衬底层1为LN层或硅层,厚度一般为300~800 $\mu\text{m}$ ,主要提供支撑作用;本发明的绝缘层为埋氧层,选用二氧化硅层,厚度一般为2~3 $\mu\text{m}$ ,阻止光泄露至支撑衬底层1,并与第一波导芯层3形成较大的折射率差,对光进行强有力的限制作用;本发明的第一波导芯层3的厚度一般为400~900nm,第一波导部31的宽度由单模条件计算得到,第二波导部32的尖端宽度由集成光电子加工工艺精度决定,尖端越小,其尖端透过率越好。其中,第一波导部31的宽度为400nm,第二波导部32尖端的宽度为80nm。

[0042] 本发明在第一波导芯层3上覆盖有具有固定宽度或预设宽度的第二波导芯层4,第二波导芯层4作为第一波导芯层3的包层,第二波导芯层4的折射率小于LNOI基片第一波导芯层3的折射率;第二波导芯层4的具体覆盖结构为:第二波导芯层4的一端部置于LNOI基片第一波导部31与第二波导部32的交界端面处;LNOI基片第二波导芯层4的另一端部置于LNOI基片LNOI结构的另一端面处,用于连接光芯片或单模光纤;即第二波导芯层4的端面与LNOI结构的端面位于同一平面内,方便通过第二波导芯层4的端面直接与光芯片或单模光纤耦合。本发明通过设计第二波导芯层4可将从楔形的第一波导芯层3中泄露出来的光场,被限制在第二波导芯层4中继续传输,实现光模斑的尺寸转换。

[0043] 进一步,本发明的第二波导芯层4的折射率为渐变折射率,其中心折射率最高,沿光传播方向向两端递减;LNOI基片第二波导芯层4的中心折射率小于LNOI基片第一波导芯层3的折射率。其中,LNOI基片第二波导芯层4为SiON层,调节SiON材料中N和O的比例使LNOI基片第二波导芯层4的折射率为1.45~2;第二波导芯层4的宽度由单模条件计算得到。

[0044] 如图3所示,本发明还提供另一种结构形式的LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器,即在图2所示的结构中增加包层5,包层5覆盖在LNOI基片第一波导部31和第二波导芯层4上,包层5的折射率小于第二波导芯层4最外层的折射率,形成一个“双包层”波导结构;本发明的包层为二氧化硅层,对整个波导结构进行包裹,使其与空气隔开并起到保护作用。

[0045] 如图4所示,本发明提供一种LNOI基光波导反向楔形模斑耦合器的制备方法,包括:

[0046] S1、对LNOI结构进行RCA标准化清洗,清除表面的杂质颗粒及有机油污;

[0047] S2、将LNOI结构顶层的LN层刻蚀成第一波导芯层3;

[0048] 具体为:对LNOI结构顶层的LN层利用电子束或者紫外曝光技术将反向楔形波导结构图案转移到光刻胶上,再通过EBL技术结合ICP-RIE刻蚀进行图形转移至LNOI衬底上,进行制备反向楔形的第一波导芯层3;

[0049] S3、在第一波导芯层3上沉积包裹第一波导芯层3的第二波导芯层4,并对其进行光刻、刻蚀、平滑处理得到如图2所示的第二波导芯层4结构;

[0050] S4、在第二波导芯层4上沉积覆盖包层5,使耦合器仅露出第一波导部31的端面和第二波导芯层4的端面。

[0051] 进一步,在S2中,先采用干法刻蚀粗略刻蚀出反向楔形的第一波导芯层3的结构,再利用聚焦离子束刻蚀技术进行高精度的波导结构刻蚀。刻蚀深度到达中间绝缘层2,第一波导芯层3的宽端尺寸由波导单模条件给出,与波长和有效折射率有关,尖端尺寸由集成光电子加工工艺精度决定,尖端越小,其尖端透过率越好;具体来说,对套刻制备反向楔形波导芯层时,其中的刻蚀技术可选择RIE刻蚀、ICP-RIE刻蚀和FIB刻蚀以及飞秒激光、准分子激光刻蚀,或者为其中任意组合方式刻蚀,最终目的为实现高精度、平滑、侧壁垂直度高的脊波导结构。

[0052] 进一步,在S3中,对于LN01基片的第二波导芯层4,刻蚀深度到达中间绝缘BOX层,且需对其表面进行平滑处理,保证第二波导芯层表面光滑,减少传输光的散射损耗。

[0053] 本发明LN01基片的上述反向楔形模斑耦合器的结构以及制备方法同样适用于SOI结构。

[0054] 实施例1:

[0055] 本发明提供一种LN01基光波导反向楔形模斑耦合器及制备方法,包括:

[0056] 步骤1、选择LN01基片,其结构为底层支撑衬底层1为500 $\mu\text{m}$ 的Si层,中间绝缘层为2 $\mu\text{m}$ 厚的SiO<sub>2</sub>层,顶层为500nm厚的LN层。利用绝缘层SiO<sub>2</sub>层与LN层之间的较大折射率差,实现对波导芯层的传输光进行强有力限制的作用。

[0057] 步骤2、清洗LN01基片,LN01基片依据所需的方向、尺寸切割之后会在其晶片表面附着杂质颗粒和有机油污等,必须将其清洗干净;

[0058] 具体清洗为:首先将LN01衬底片依次放入丙酮溶液、酒精溶液中,用超声波清洗仪将其表面大颗粒污垢振荡清除,接着用脱脂面依次沾丙酮、酒精对其表面进行擦拭,之后放入去离子水中进行超声波清洗,最后使用氮气枪将其吹干,在显微镜下检查确认清洗干净。

[0059] 步骤3、将LN01基片进行光刻、显影,进行图形的转移;所设计的版图图形为由粗变细的楔形结构,其两端尺寸分别为1 $\mu\text{m}$ 和80nm,长度为450 $\mu\text{m}$ 。完成光刻之后的样品,波导图像部分为裸露的LN表面,其他部分为厚度为100nm厚的铬膜。

[0060] 步骤4、进行刻蚀工艺,利用RIE反应离子束刻蚀,其刻蚀条件为压强1pa,功率250w,刻蚀气体为SF<sub>6</sub>:Ar=60:5;利用RIE刻蚀至中间绝缘层顶部,制备得到长度为450 $\mu\text{m}$ ,宽端横截面尺寸为500nm \*1 $\mu\text{m}$ ,窄端尺寸为80nm \*1 $\mu\text{m}$ 的反向楔形第一波导芯层3。

[0061] 步骤5、对晶片进行PECVD沉积一层折射率为1.5、厚度为3 $\mu\text{m}$ 的SiON薄膜,利用紫外光刻,套刻出SiON波导的掩膜结构,以及ICP刻蚀技术对刻蚀出低折射率第二波导芯层4,最终得到横截面尺寸为3 $\mu\text{m}$ \*3 $\mu\text{m}$ ,一段刚好覆盖到第一波导芯层3的第一波导部31与第二波导部32的交界端面处,另一端与器件边缘相平行的低折射率的第二波导芯层。

[0062] 步骤6、利用等离子体打胶机去除残胶,进行半导体制程标准RCA清洗处理有波导结构的LN01晶片,将其清洗干净后再利用PECVD在制备了第一波导芯层和第二波导芯层的LN01晶片上沉积一层2 $\mu\text{m}$ 厚的SiO<sub>2</sub>保护层,作为包层5。

[0063] 步骤7、面对做完工艺的LN01晶片端面进行CMP抛光,得到光滑的波导端面,减小耦合时的端面散射损耗。

[0064] 实施例2:

[0065] 本发明提供一种LN01基光波导反向楔形模斑耦合器及制备方法,包括:

[0066] 步骤1、选择LN01基片,其结构为底层支撑层位400 $\mu\text{m}$ 的LN层,中间绝缘层为2 $\mu\text{m}$ 厚

的SiO<sub>2</sub>层,顶层为400nm厚的LN层。利用绝缘层SiO<sub>2</sub>层和LN层的较大折射率差对波导芯层的传输光进行强有力的限制;

[0067] 步骤2、清洗LNOI基片。LNOI基片依据所需的方向、尺寸切割之后会在其晶片表面附着杂质颗粒和有机油污等,必须将其清洗干净;

[0068] 具体清洗为:首先将LNOI衬底片依次放入丙酮溶液、酒精溶液中,用超声波清洗仪将其表面大颗粒污垢振荡清除,接着用脱脂面依次沾丙酮、酒精对其表面进行擦拭,之后放入去离子水中进行超声波清洗,最后使用氮气枪将其吹干,在显微镜下检查确认清洗干净。

[0069] 步骤3、将LNOI基片进行光刻、显影,进行图形的转移;所设计的版图图形为由粗变细的楔形结构,其两端尺寸分别为400nm和80nm,长度为280μm。完成光刻之后的样品,波导图像部分为裸露的LN表面,其他部分为厚度为600nm厚的铬膜。

[0070] 步骤4、进行刻蚀工艺。先利用湿法腐蚀进行粗腐蚀,刻蚀深度到达中间绝缘层顶部,将整个LN层刻透,再利用FIB聚焦离子刻蚀进行精加工,刻蚀出紫外曝光套刻的掩膜图形。其湿法腐蚀条件为水浴温度60℃,腐蚀液为混合的氢氟酸和硝酸溶液,其中氢氟酸:硝酸=60:39,浓度分别为45%和90%;之后利用FIB聚焦离子刻蚀进行精加工,其Ga<sup>+</sup>离子由2μA,电压为30kV的加速器注入;最终制备得到长度为280μm,宽端横截面尺寸为400nm\*400nm,窄端尺寸为80nm\*400nm的反向楔形第一波导芯层3。

[0071] 步骤5、对晶片表面用厚胶甩胶工艺在其表面旋涂2μm厚的SU-8胶,利用热板对SU-8胶进行前烘处理,并缓慢冷却,然后进行紫外光刻工艺,对曝光厚的SU-8胶进行后烘预处理,得到交联的SU-8胶结构,此时交联的SU-8胶结构内应力较大,对其进行加热冷却进行应力的释放,最后进行超声显影得到所需的掩膜图形结构,之后再对其进行固化,最终得到横截面尺寸为2μm\*2μm,一段刚好覆盖到第一波导芯层3的第一波导部31与第二波导部32的交界端面处,另一端与器件边缘相平行的低折射率的第二波导芯层4。

[0072] 步骤6、利用等离子体打胶机去除残胶,进行半导体制程标准RCA清洗处理有波导结构的LNOI晶片,将其清洗干净后再利用PECVD在制备了第一波导芯层和第二波导芯层的LNOI晶片上沉积一层2μm厚的SiO<sub>2</sub>保护层,作为包层5。

[0073] 步骤7、面对做完工艺的LNOI晶片端面进行CMP抛光,得到光滑的波导端面,减小耦合时的端面散射损耗。

[0074] 以上仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

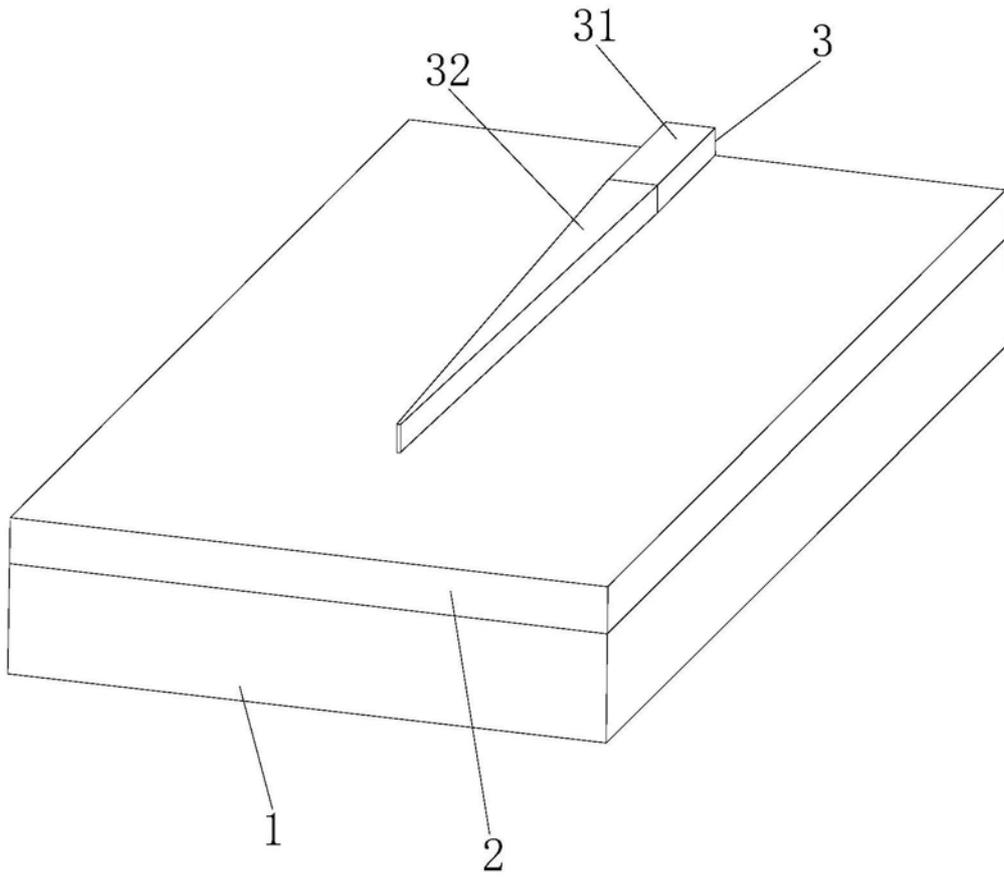


图1

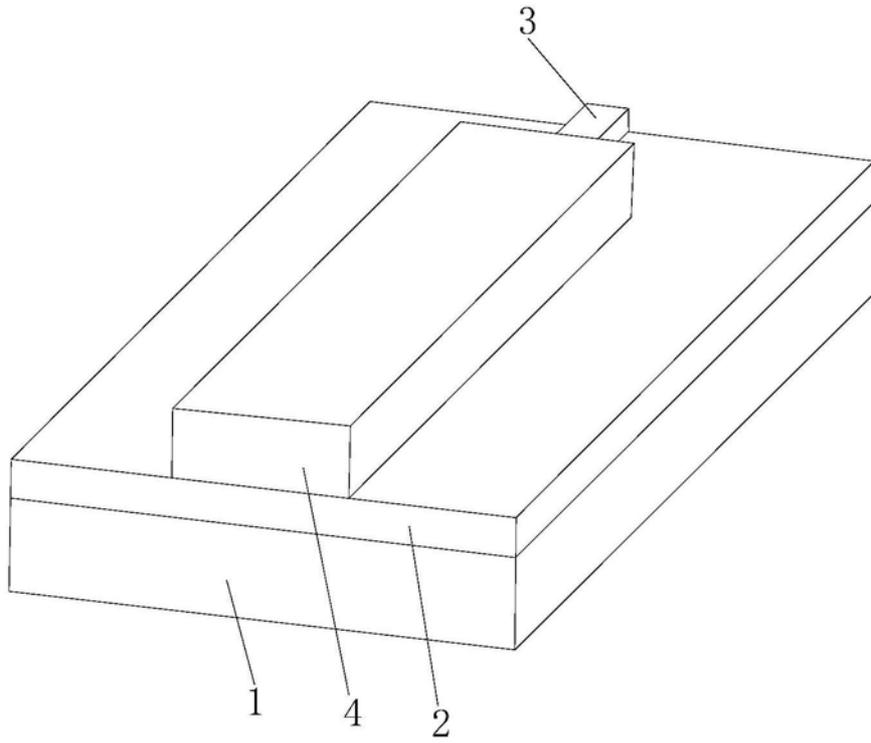


图2

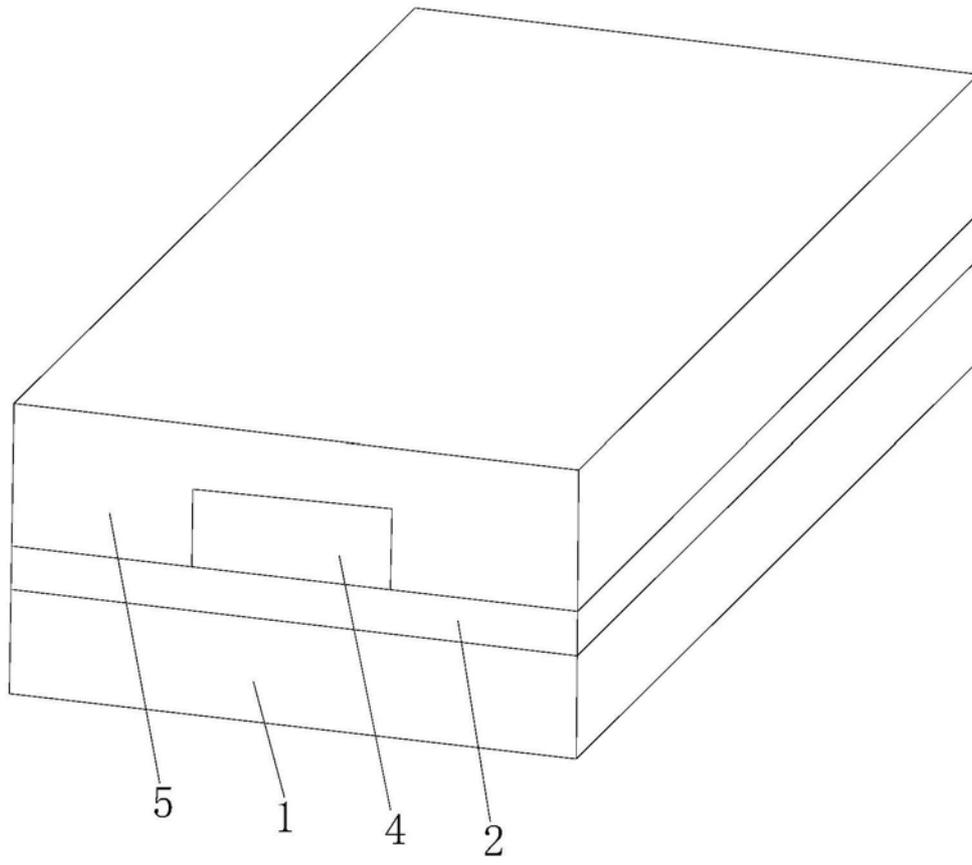


图3

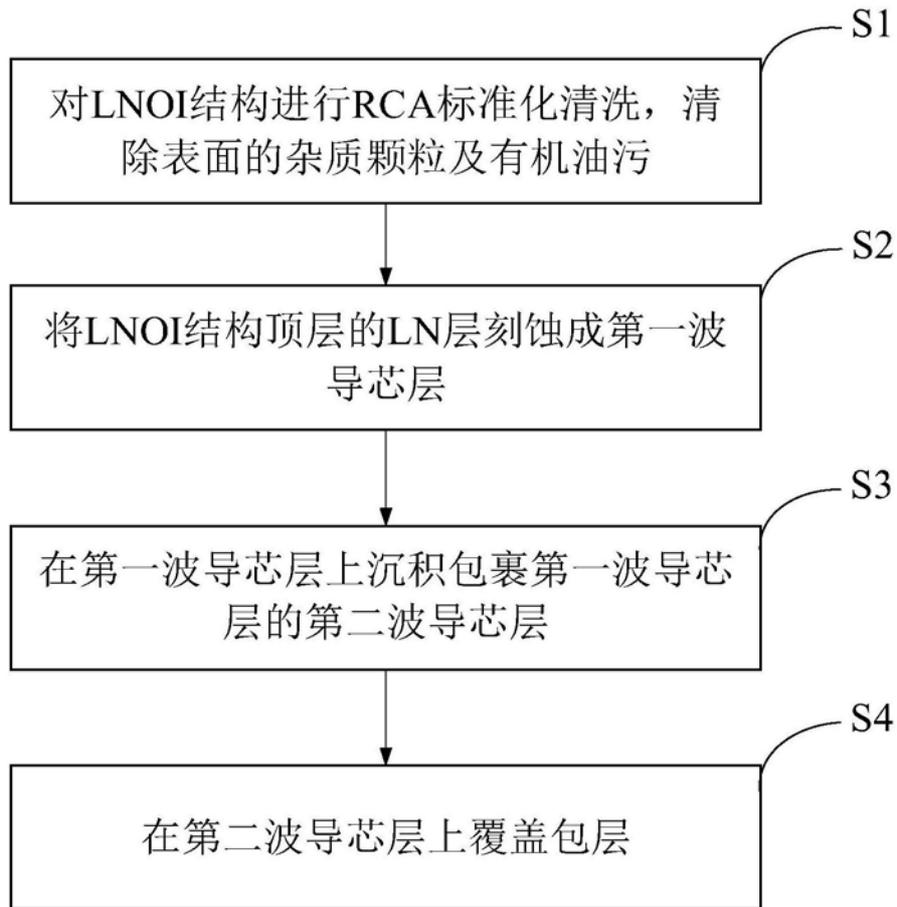


图4