



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114815026 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 29

(21) 申请号 202210754405.9

(22) 申请日 2022.06.30

(71) 申请人 中山大学

地址 510006 广东省广州市海珠区新港西路135号

(72) 发明人 李朝晖 陈鸿飞 傅志豪

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

专利代理师 王晓玲

(51) Int. Cl.

G02B 5/18 (2006.01)

G02F 1/01 (2006.01)

G02F 1/03 (2006.01)

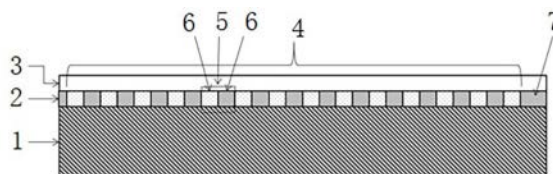
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种可调控周期的光栅及制备方法

(57) 摘要

本发明属于光学元件技术领域,更具体地,涉及一种可调控周期的光栅及制备方法。可调控周期的光栅包括:基底层;光栅层,设置在所述基底层之上;包层薄膜,设置在所述光栅层之上;所述光栅层由可逆相变材料制成;所述光栅层上设置有光栅结构;所述光栅结构包括多个光栅周期结构,所述多个光栅周期结构由激励信号刻画而成;每个所述光栅周期机构包括至少两个直线结构;所述至少两个直线结构的折射率不同。本发明制备方法简单,效率高,可制备出折射率不同的光栅,以及周期不同的光栅;且可实现光栅结构的重构。



1. 一种可调控周期的光栅,其特征在于,包括:基底层(1);  
光栅层(2),所述的光栅层(2)设置在所述基底层(1)之上;  
包层薄膜(3),所述的包层薄膜(3)设置在所述光栅层(2)之上;  
所述光栅层(2)由可逆相变材料制成;所述光栅层(2)上设置有光栅结构(4);  
所述光栅结构(4)包括多个光栅周期结构(5),所述多个光栅周期结构(5)由激励信号刻画而成;  
每个所述光栅周期结构(5)包括至少两个直线结构(6);  
所述至少两个直线结构(6)的折射率不同。
2. 根据权利要求1所述可调控周期的光栅,其特征在于,  
每个所述光栅结构(4)包括:第一直线结构和第二直线结构,所述第一直线结构和所述第二直线结构的折射率差值的范围为0~0.9。
3. 根据权利要求1所述可调控周期的光栅,其特征在于,所述至少两个直线结构的折射率沿所述至少两个直线结构的设置方向呈阶梯周期变化。
4. 根据权利要求3所述可调控周期的光栅,其特征在于,所述光栅周期结构(5)中的相邻直线结构可以是周期渐变的,所述的周期渐变是指相邻直线结构(6)的折射率沿直线结构(6)的设置方向是平稳光滑的渐变。
5. 根据权利要求4所述可调控周期的光栅,其特征在于,所述光栅结构(4)的折射率大于所述光栅层(2)中未设置有所述光栅结构(4)的区域的折射率;  
所述光栅层(2)中未设置有所述光栅结构(4)的区域的折射率大于所述基底层(1)、所述包层薄膜(3)的折射率。
6. 根据权利要求1所述可调控周期的光栅,其特征在于,  
具有不同折射率的所述直线结构(6)由不同能量大小的激励信号刻画而成;  
具有不同周期的所述光栅周期结构(5)由不同尺寸的激励信号刻画而成。
7. 根据权利要求1所述可调控周期的光栅,其特征在于,  
所述基底层(1)为红外透明结构,所述光栅结构(4)为透射式光栅结构;或,  
所述基底层(1)为反射结构,所述光栅结构(4)为反射式光栅结构。
8. 根据权利要求1-7任一项所述可调控周期的光栅,其特征性在于,所述直线结构(6)的最小线宽为200nm。
9. 一种可调控周期的光栅的制备方法,其特征在于,包括:  
选取镀好可逆相变材料和包层薄膜(3)的基片作为基底;  
对所述基底进行清洗;  
获取光栅结构(4)的直线结构(6)的组成和折射率;  
根据所述光栅结构(4)的直线结构(6)的组成和折射率,利用激励信号使所述可逆相变材料层进行晶化,以刻画出所述光栅结构(4)。
10. 根据权利要求9所述一种可调控周期的光栅的制备方法,其特征在于,所述方法还包括:  
当需要对光栅结构(4)进行重构时,利用所述激励信号将所述可逆相变材料层上所述光栅结构(4)所在的区域进行去进晶化;  
获取重构的光栅结构(4)的直线结构(6)的组成和折射率;

根据所述重构的光栅结构(4)的直线结构(6)的组成和折射率,利用激励信号使所述可逆相变材料层进行晶化,以刻画出所述重构的光栅结构(4)。

## 一种可调控周期的光栅及制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于光学元件技术领域,更具体地,涉及一种可调控周期的光栅及制备方法。

### 背景技术

[0002] 衍射光栅是一种衍射光学元件,对入射光波具有振幅和位相调制作用,其主要功能是实现复色光的空间分离,而被用来进行物质结构或成分分析,是光谱仪器的核心色散元件。随着光栅制造技术的不断发展,光栅性能指标的不断提升,其分束、偏振和相位匹配等性质促使其应用范围逐渐拓展到天文学、计量学、集成光学、信息处理、光通信和大功率激光系统等诸多领域。目前市面上常见的制作光栅的方法有三种:一种是机械刻划,一种全息技术,一种是纳米压印技术。

[0003] 机械刻划是在基底上镀上一层特定的金属膜层,然后通过光栅刻划机上的金刚石刻划刀挤压光栅基底上的金属镀膜,使其发生形变产生刻槽而制成。每运行一个周期刻划出一条光栅刻线;运行往复制作出一片光栅。此工艺对机器和工作环境的稳定性要求较高,而且在刻划过程中存在各种周期累积误差,使刻划光栅不可避免的出现鬼线和杂散光。并且由于每次扫描仅刻划一条刻线,在大尺寸光栅刻划制作时,刀具磨损严重,并且耗时费力,一块光栅刻划时间往往长达数月,且由于机械刻划的特性,其制作不了光栅刻线密度较高的光栅,因此制作光栅刻线密度要求低的中阶梯光栅时,适合更使用光栅刻划技术。

[0004] 全息技术是利用干涉原理,用高分辨率和高灵敏度的记录材料记录两束相干光束形成的干涉图样,再经化学处理进行显影制作而成。首先需要在基底上旋涂一层光敏胶,待其干燥成膜后,调节干涉曝光光路,接着把旋涂了光敏胶的基片放置在曝光光路中,使其记录干涉条纹。后用相应的化学试剂进行显影处理。最终才制得一片光栅。但是,全息曝光加工过程较为繁琐且时间较长,由于限于全息干涉,光斑的尺寸有所限制,制做的光栅尺寸有所限制,且干涉对于环境的稳定性要求较高,全息干涉方法也不能制作周期变化的光栅。且全息曝光一次成型,不容易对光栅衍射波前进行控制。纳米压印技术依赖于简单的机械模印,结构加工的分辨率和精度取决于模板的加工精度和分辨率以及成型材料的性能。

[0005] 纳米压印技术的基本过程包括图形压印和图形传递两大部分,图形的压印包括压入图形和模板分离,利用一块具有纳米尺度表面浮雕图形的原始模板,将其对准压入旋涂在衬底上的聚合物压印胶,可以控制衬底材料的温度和压力,形成高精度的聚合物材料结构。在压印胶上的结构固化成型后,将模板分离,完成图形的压印过程。然后在利用等离子刻蚀掉参与的胶层,就能得到所需要的图形。纳米压印制作高质量的模板难度非常大:由于纳米压印模板是纳米压印工艺中第一大关键因素,模板结构质量直接决定着制备结构的质量,所以模板的制作是一个十分精细且重要的工作;但是纳米压印的模板由于十分精细,所以制作方面也十分困难,耗时很长。且纳米压印每一步工艺都十分精细,对工艺的要求很高。模板与衬底材料必须保持平行且良好的接触,所以对制作环境的洁净度有着较高的要求,且由于模板材质、尺寸和涂胶面积的限制,均匀的压印面积十分有限。另外纳米压印胶

也有以下缺点:氧气的阻聚作用明显、反应速率慢、表面能大导致难以脱模以及原材料不易获得。所以导致纳米压印技术也有一定的局限性。

### 发明内容

[0006] 本发明为克服上述现有技术中的缺陷,提供一种可调控周期的光栅及制备方法,光栅的折射率以及周期可调,且制备方法简单。

[0007] 第一方面,本申请提供一种可调控周期的光栅,包括:基底层;

光栅层,设置在所述基底层之上;

包层薄膜,设置在所述光栅层之上;

所述光栅层由可逆相变材料制成;所述光栅层上设置有光栅结构;

所述光栅结构包括多个光栅周期结构,所述多个光栅周期结构由激励信号刻画而成;

每个所述光栅周期机构包括至少两个直线结构;

所述至少两个直线结构的折射率不同。

[0008] 在本发明中,可逆相变材料在激励信号激励的作用下,能够改变应激位置的相变状态;可逆相变材料在不经激励信号激励的情况下处于非晶态,此时折射率较小;在激励信号激励下能够由非晶态逐步转变为晶态,此时折射率逐步变大,当到达完全晶态时,折射率达到最大;可以通过高能量的激励信号将可逆相变材料上晶化的区域进行去晶化出来,从而实现光栅结构的重构。另外,可逆相变材料对红外几乎没有吸收,所以制备出来的光栅在近、中红外波段具有良好的透射率。由于可逆相变材料之上有包层薄膜作为一层保护膜,能够防止可逆相变材料由非晶态向晶态转变时,液相流动不均匀而影响光栅的表面平整性,所以本发明的光栅具有较好的波前。

[0009] 在其中一个实施例中,每个所述光栅结构包括:第一直线结构和第二直线结构,所述第一直线结构和所述第二直线结构的折射率差值的范围为0.1~0.9。

[0010] 在其中一个实施例中,所述至少两个直线结构的折射率沿所述至少两个直线结构的设置方向呈阶梯变化。

[0011] 在其中一个实施例中,所述多个光栅周期结构中的相邻的光栅周期结构的周期渐变。

[0012] 在其中一个实施例中,所述光栅结构的折射率大于所述光栅层中未设置有所述光栅结构的区域的折射率;

所述光栅层中未设置有所述光栅结构的区域的折射率大于所述基底层、所述包层薄膜的折射率。

[0013] 在其中一个实施例中,具有不同折射率的所述直线结构由不同能量大小的激励信号刻画而成;

具有不同周期的所述光栅周期结构由不同尺寸的激励信号刻画而成。

[0014] 在一可能的实施方式中,所述光栅结构的折射率大于所述光栅层中未设置有所述光栅结构的区域的折射率;

所述光栅层中未设置有所述光栅结构的区域的折射率大于所述基底层、所述包层薄膜的折射率。

[0015] 在其中一个实施例中,所述基底层为红外透明结构,光栅结构为透射式光栅结构;或,

所述基底层为反射结构,所述光栅结构为反射式光栅结构。

[0016] 在其中一个实施例中,所述直线结构的最小线宽为200nm。

[0017] 本发明还提供一种可调控周期的光栅的制备方法,包括以下步骤:

对所述基底进行清洗;

获取光栅结构的直线结构的组成和折射率;

根据所述光栅结构的直线结构的组成和折射率,利用激励信号使所述可逆相变材料层进行晶化,以刻画出所述光栅结构。

[0018] 在一可能的实施例中,所述方法还包括:

当需要对光栅结构进行重构时,利用所述激励信号将所述可逆相变材料层上所述光栅结构所在的区域进行去晶化;

获取重构的光栅结构的直线结构的组成和折射率;

根据所述重构的光栅结构的直线结构的组成和折射率,利用激励信号使所述可逆相变材料层进行晶化,以刻画出所述重构的光栅结构

与现有技术相比,有益效果是:

1、本发明提供了一种可调控周期的光栅及制备方法,可以在很大的程度上简化现有工艺,且制作效率相对要快。本方法只有2步:清洗、曝光;极大简化了制作步骤,提高了效率。

[0019] 2、本发明提供了一种可调控周期的光栅及制备方法,能通过调制激励信号的尺寸来调控周期的大小,同时能方便的制作多种类型的光栅:可以是折射率梯度变化的光栅,也可以是折射率渐变的光栅;可以是周期固定的光栅,也可以是周期可变的光栅;由于所述基底材料可以是红外透明的也可以是不透明的,所以上述方法既可以制作透射式光栅,也可以制作反射式光栅。

[0020] 3、本发明提供了一种可调控周期的光栅及制备方法,光栅制作方法中应用波段是近、中红外波段,且所述可逆相变材料对红外几乎没有吸收,所以近、中红外波段有良好的透射率。

[0021] 4、本发明提供了一种可调控周期的光栅及制备方法,由于可逆相变材料之上有包层薄膜作为一层保护膜,能够防止可逆相变材料由非晶态向晶态转变时,液相流动不均匀而影响平板透镜的表面平整性,所以所述方法制作出的光栅具有较好的波前;由于加工后表面平整,方便后续的增透膜的蒸镀等其他加工。且也便于在其他器件平面上加工光栅。

[0022] 5、现有的工艺制作出光栅结构,一旦加工完成就固定下来,无法进行修改,不具有重构性,但本发明提出的制作方法并非在可逆相变材料上进行刻蚀、腐蚀等不可逆转的“削除”操作,而是通过激励信号使得可逆相变材料发生不同程度的晶化,使得其折射率发生改变,且这种改变是可逆的,可以通过高能量的激励信号进行去晶化,所以可以实现可重构的功能。

## 附图说明

[0023] 图1是本发明光栅的整体结构示意图。

[0024] 图2是本发明光栅的结构示意图。

[0025] 图3是本发明光栅的立体结构示意图。

[0026] 图4是本发明光栅制备的结构示意图。

[0027] 附图标记:1-基底层;2-光栅层;3-包层薄膜;4-光栅结构;5-光栅周期结构;6-直线结构;7-光栅层中未设置有光栅结构的区域。

## 具体实施方式

[0028] 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,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。下面结合具体实施方式对本发明作在其中一个实施例中说明。其中,附图仅用于示例性说明,表示的仅是示意图,而非实物图,不能理解为对本专利的限制;为了更好地说明本发明的实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;对本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0029] 在本发明的描述中,需要理解的是,若有术语“上”、“下”、“左”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明,不能理解为对本专利的限制,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。另外,若本发明实施例中有涉及“第一”、“第二”等的描述,则该“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外,全文中出现的“和/或”的含义为,包括三个并列的方案,以“A和/或B”为例,包括A方案,或B方案,或A和B同时满足的方案。

[0030] 实施例1:

如图1至图4所示,一种可调控周期的光栅,包括:基底层1;

光栅层2,设置在基底层1之上;

包层薄膜3,设置在光栅层2之上;

光栅层2由可逆相变材料制成;光栅层2上设置有光栅结构4;

光栅结构4包括多个光栅周期结构5,多个光栅周期结构5由激励信号刻画而成;

每个光栅周期结构5包括至少两个直线结构6;

至少两个直线结构6的折射率不同。

[0031] 可逆相变材料可为相变薄膜等。

[0032] 上述实施例中,可逆相变材料指的是具有经过外部激励信号的激励后折射率与原材料不同的性质。其中,激励信号包括但不限于光信号、电信号、热信号,例如连续激光。

[0033] 在本发明中,可逆相变材料在激励信号激励的作用下,能够改变应激位置的相变状态;可逆相变材料在不经激励信号激励的情况下处于非晶态,此时折射率较小;在激励信号激励下能够由非晶态逐步转变为晶态,此时折射率逐步变大,当到达完全晶态时,折射率达到最大;可以通过高能量的激励信号将可逆相变材料上晶化的区域进行去晶化出来,从而实现光栅结构4的重构。另外,可逆相变材料对红外几乎没有吸收,所以制备出来的光

栅在近、中红外波段具有良好的透射率。由于可逆相变材料之上有包层薄膜3作为一层保护膜,能够防止可逆相变材料由非晶态向晶态转变时,液相流动不均匀而影响光栅的表面平整性,所以本发明的光栅具有较好的波前。

[0034] 其中,每个光栅结构4包括:第一直线结构6和第二直线结构6,第一直线结构6和第二直线结构6的折射率差值的范围为0.1~0.9。或,至少两个直线结构6的折射率沿至少两个直线结构6的设置方向呈阶梯变化。单个光栅周期结构5由两根折射率不同的第一直线结构6和第二直线结构6组成的是二值化光栅;由多根折射率渐变的直线结构6组成的是正弦光栅。

[0035] 具体的,直线结构6的最小线宽为200nm。故光栅的最小周期为400nm。单个光栅周期结构5内的每个直线结构6的线宽相同或不同;相邻两个光栅周期结构5的周期渐变。

[0036] 另外,光栅结构4的折射率大于光栅层2中未设置有光栅结构4的区域的折射率;光栅层2中未设置有光栅结构4的区域的折射率大于基底层1、包层薄膜的折射率。

[0037] 具有不同折射率的直线结构6由不同能量大小的激励信号刻画而成;具有不同周期的光栅周期结构5由不同尺寸的激励信号刻画而成。

[0038] 所述可逆相变材料在激励信号激励的作用下,能够改变应激位置的相变状态;所述可逆相变材料在不经激励信号激励的情况下处于非晶态,此时折射率较小;在激励信号激励下能够由非晶态逐步转变为晶态,此时折射率逐步变大,当到达完全晶态时,折射率达到最大;通过调整激励信号的能量密度,能够实时改变可逆相变材料的晶化程度,得到任意的中间相态。

[0039] 在本发明中,通过改变激励信号的能量大小改变直线结构6的折射率;通过改变激励信号的尺寸改变光栅的周期大小。还可以通过高能量的激励信号将可逆相变材料上晶化的区域进行去晶化出来,从而实现光栅结构4的重构。因此,通过实时调制激励信号,可以制备出折射率梯度变化的光栅,也可以制备出折射率渐变的光栅;光栅的周期可以是固定,也可以的可变的,比如周期渐变的光栅;同时也可以高能量的激励信号“擦除”现有结构,再进行改写。

[0040] 光栅结构4的折射率大于光栅层中未设置有光栅结构4的区域7的折射率;光栅层2中未设置有光栅结构4的区域的折射率大于基底层1、包层薄膜3的折射率。

[0041] 当光垂直入射到光栅表面时,相邻光束的光程差为:  $\Delta = \Delta n * d + \Lambda \sin \theta$ ;光栅方程为:  $\Delta n * d + \Lambda \sin \theta = k\lambda$ ;其中,  $\Delta$  为光程差;  $\Delta n$  为一周期两根折射率不同的直线结构6的折射率差;  $d$  为可逆相变材料的厚度;  $\Lambda$  为光栅周期,  $\theta$  为衍射角度;  $k$  为衍射级次,  $\lambda$  为应用波段的波长。

[0042] 基底层1为红外透明结构,光栅结构4为透射式光栅结构4;或,基底层1为反射结构,光栅结构4为反射式光栅结构4。

[0043] 实施例2

本实施例提供一种可调控周期的光栅的制备方法,包括以下步骤:

- S1. 选取镀好可逆相变材料和包层薄膜3的基片作为基底;
- S2. 对基底进行清洗;
- S3. 获取光栅结构4的直线结构6的组成和折射率;



S4:根据光栅结构4的的直线结构6的组成和折射率,利用激励信号使可逆相变材料层进行晶化,以刻画出光栅结构4;

其中,光栅结构4包括多个光栅周期结构5,多个光栅周期结构5由激励信号刻画而成;

每个光栅周期机构包括至少两个直线结构6;

至少两个直线结构6的折射率不同。

[0044] 在一种可能的实施例中,S4包括:

利用激励信号使可逆相变材料进行晶化,使得第一直线结构6和第二直线结构6的折射率差值的范围为额0.1~0.9。

[0045] 在一种可能的实施例中,利用激励信号使可逆相变材料进行晶化,使得至少两个直线结构6的折射率沿至少两个直线结构6的设置方向呈阶梯变化。

[0046] 在一种可能的实施例中,利用激励信号使可逆相变材料进行晶化,使得多个光栅周期结构5中的相邻的光栅周期结构5的周期渐变。

[0047] 在一种可能的实施例中,利用激励信号使可逆相变材料进行晶化的步骤,包括:

具有不同折射率的直线结构6由不同能量大小的激励信号刻画而成;

具有不同周期的光栅周期结构5由不同尺寸的激励信号刻画而成。

[0048] 在一种可能的实施例中,基底层1为红外透明结构时,利用激励信号使可逆相变材料进行晶化,使得光栅结构4为透射式光栅结构4;

基底层1为反射结构时,利用激励信号使可逆相变材料进行晶化,使得光栅结构4为透射式光栅结构4。

[0049] 方法还包括:

当需要对光栅结构4进行重构时,利用激励信号将可逆相变材料层上光栅结构4所在的区域进行去进晶化;

获取重构的光栅结构4的直线结构6的组成和折射率;

根据重构的光栅结构4的的直线结构6的组成和折射率,利用激励信号使可逆相变材料层进行晶化,以刻画出重构的光栅结构4。

[0050] 在本实施例中利用的是飞秒激光实现重构,当然,还可以是其它的激励信号,只要是能够使可逆相变材料上晶化的区域取晶化的激励信号均可以,不限于本实施例的飞秒激光。

[0051] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

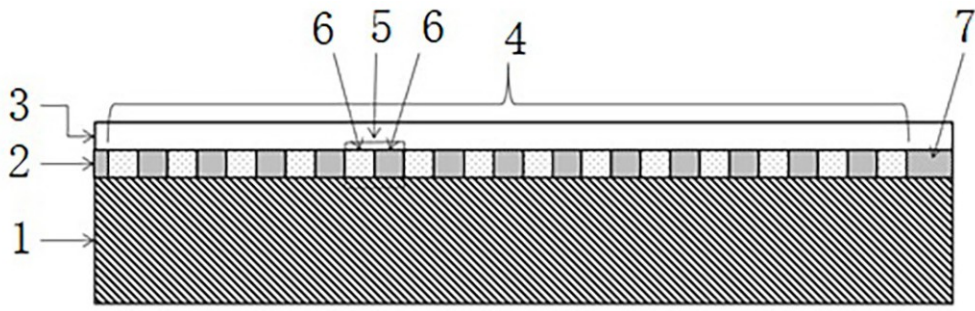


图1

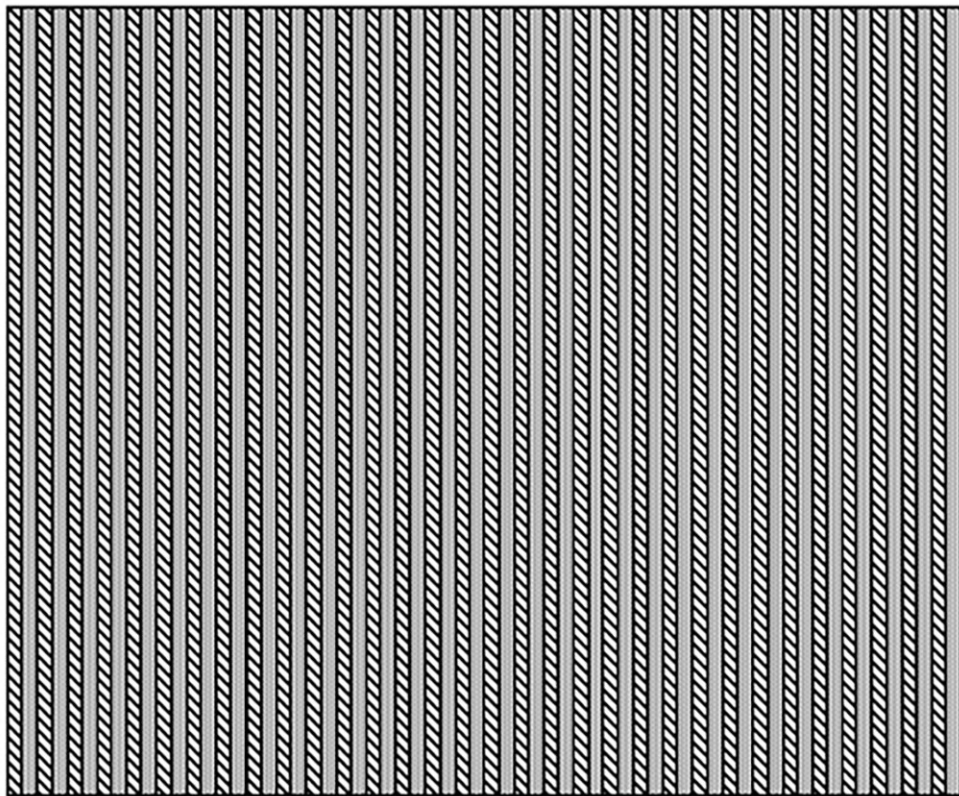


图2

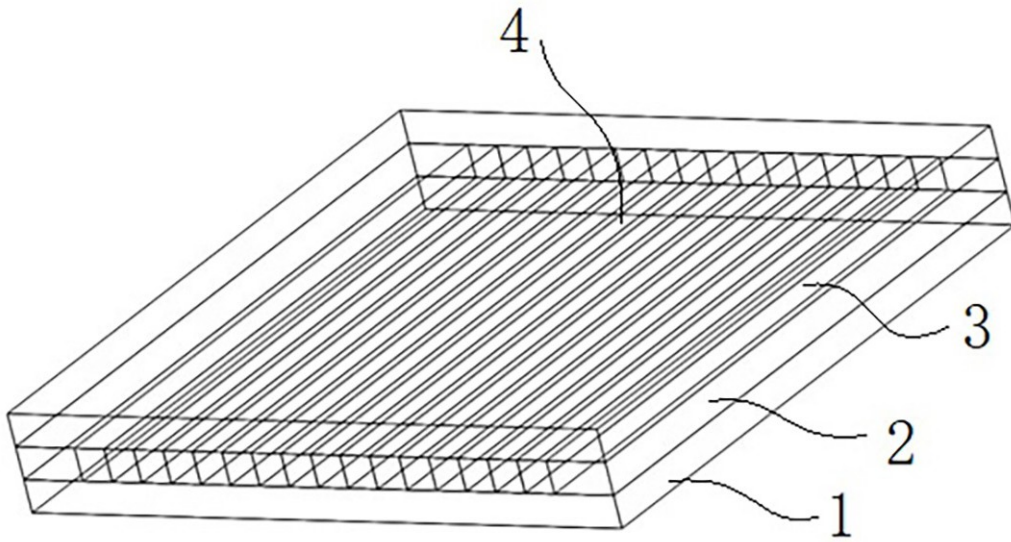


图3

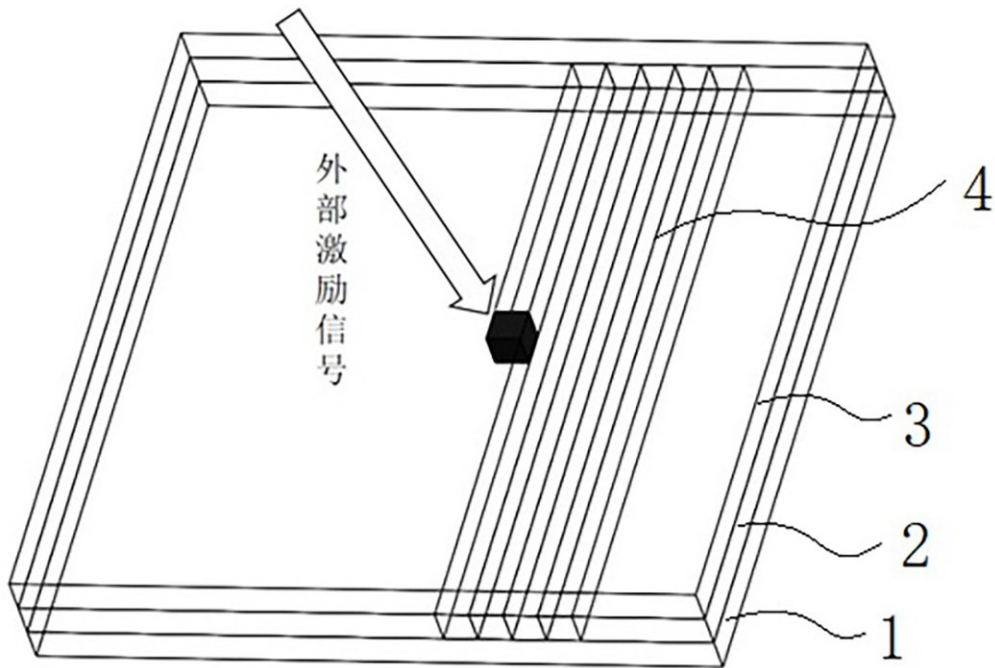


图4