



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106441077 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201611048366.1

(22)申请日 2016.11.22

(71)申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72)发明人 苏业旺 刘浩 陈玉丽

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.

G01B 7/28(2006.01)

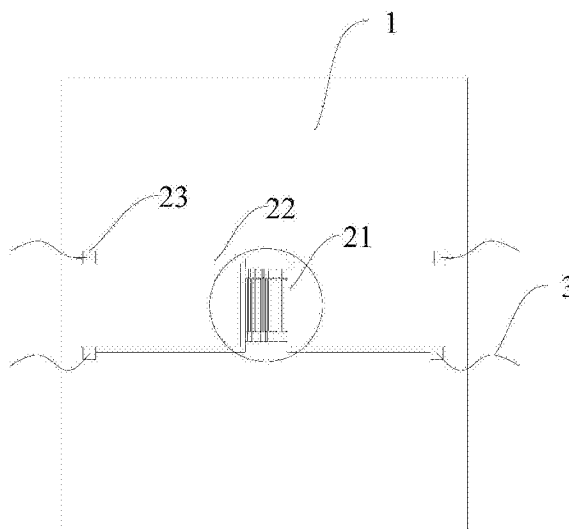
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种柔性曲率传感器及其制备方法

(57)摘要

本发明提供了一种柔性曲率传感器,包括2个压合在一起的应变片;所述每个应变片包括敏感栅、柔性基底和引出线,所述敏感栅位于柔性基底中央,上面覆盖有保护层,所述敏感栅连接2根引出线;2个应变片以基底相对压合而成,敏感栅的测量栅完全重合。本发明是采用传统的接触式测量方法,利用应变片的制作原理和加工工艺设计制作的曲率传感器,可以通过接触被测量件的方式得到物体的曲率,实现过程和结构都很简单,制作成本低,经济性和实用性都很强。



1. 一种柔性曲率传感器,其特征在于:

包括2个压合在一起的应变片;所述每个应变片包括敏感栅、柔性基底和引出线,所述敏感栅位于柔性基底中央,上面覆盖有保护层,所述敏感栅连接2根引出线;2个应变片以基底相对,其中一个旋转180°后压合而成,敏感栅的测量栅完全重合。

2. 一种柔性曲率传感器,其特征在于:

包括2个压合在一起的应变片;所述每个应变片包括2个测量方向相互垂直的敏感栅、柔性基底,所述敏感栅位于柔性基底中央,上面覆盖有保护层,所述敏感栅连接2根引出线;2个应变片以基底相对,完全重合。

3. 如权利要求1或2所述的一种柔性曲率传感器,其特征在于:

所述应变片敏感栅材质为康铜箔,基底和保护层材质为酚醛环氧树脂,引出线为细铜丝。

4. 一种如权利要求1所述的柔性曲率传感器的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

a) 将箔材剪裁成大于光刻版的尺寸,除去箔材表面的油脂和脏物;

b) 用胶黏剂旋涂于箔材上制作胶膜基底;

c) 采用传统的光刻方法制作2个的相同的应变片;

d) 将2个应变片以基底相对,其中一个旋转180°后压合在一起,其中敏感栅的测量栅完全重合;

e) 将成品进行灵敏度系数的标定。

5. 一种如权利要求2所述的柔性曲率传感器的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

a) 将箔材剪裁成大于光刻版的尺寸,除去箔材表面的油脂和脏物;

b) 用胶黏剂旋涂于箔材上制作胶膜基底;

c) 采用传统的光刻方法制作2个的相同的应变片;所述每个应变片包括2个测量方向相互垂直的敏感栅;

d) 将2个应变片以基底相对压合在一起,其中敏感栅完全重合;

e) 将成品进行灵敏度系数的标定。

6. 如权利要求4所述的制备方法,其特征在于,所述步骤a) 具体为:

1) 将康铜箔剪裁成大于光刻版的尺寸;

2) 采用丙酮溶液除去箔材表面的油脂和脏物;

所述步骤b) 具体为:

1) 选择酚醛环氧树脂作为胶黏剂,用旋涂的方法使箔材表面的胶液分布均匀;

2) 水平台上晾置、干燥,在150℃的温度下保持约2个小时,直到其固化;

所述步骤c) 具体为:

1) 采用光刻技术,经涂胶、前烘、曝光、显影之后,用三氯化铁溶液将箔材刻饰成敏感栅;

2) 用高倍显微镜对制作好的应变片进行外形检查;

3) 用稀释的三氯化铁溶液作腐蚀剂,将应变片阻值调整到120Ω;

4) 去除光刻胶之后,采用贴膜法在敏感栅上覆盖一层保护膜;

5) 焊接端头接线;

6) 按照基底上的尺寸标志进行剪裁,之后进行规格及电阻值的检查;

所述步骤d) 具体为:

1) 在基底上旋涂胶黏剂之后采用升温加压的方式将2个应变片以基底相对, 其中一个旋转180°后压合在一起, 其中敏感栅的测量栅完全重合。

7. 如权利要求5所述的制备方法, 其特征在于, 所述步骤a) 具体为:

- 1) 将康铜箔剪裁成大于光刻版的尺寸;
- 2) 采用丙酮溶液除去箔材表面的油脂和脏物;

所述步骤b) 具体为:

- 1) 选择酚醛环氧树脂作为胶黏剂, 用旋涂的方法使箔材表面的胶液分布均匀;
- 2) 水平台上晾置、干燥, 在150℃的温度下保持约2个小时, 直到其固化;

所述步骤c) 具体为:

1) 采用光刻技术, 经涂胶、前烘、曝光、显影之后, 用三氯化铁溶液将箔材刻饰成敏感栅; 每个应变片包括2个测量方向相互垂直的敏感栅;

- 2) 用高倍显微镜对制作好的应变片进行外形检查;
- 3) 用稀释的三氯化铁溶液作腐蚀剂, 将应变片阻值调整到120 Ω;
- 4) 去除光刻胶之后, 采用贴膜法在敏感栅上覆盖一层保护膜;
- 5) 焊接端头接线;
- 6) 按照基底上的尺寸标志进行剪裁, 之后进行规格及电阻值的检查;

所述步骤d) 具体为:

1) 在基底上旋涂胶黏剂之后采用升温加压的方式将2个应变片以基底相对, 压合在一起, 其中敏感栅完全重合。

8. 如权利要求6或7所述的制备方法, 其特征在于, 所述步骤e) 具体为:

- 1) 分别测量已知曲率半径的被测件, 通过万用表来读取电阻的改变值;
- 2) 画出曲率半径和电阻变化值之间的关系图;
- 3) 用最小二乘法进行线性拟合得到整个曲率传感器的灵敏度系数。

一种柔性曲率传感器及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于测量技术领域,主要用于直接测量物体的曲率,具体地涉及一种柔性曲率传感器及其制备方法。

背景技术

[0002] 结构的曲率是一个非常重要的几何参数,其准确的测量在很多方面有着重要的意义,从医学上人眼角膜测量和儿童呼吸的监测,到运动员训练中关节运动姿态的记录等可穿戴电子的研发,再到大型工件如船体、汽车覆盖件的制作,大型工程施工、重要基础设施建设质量的保证等都有体现。但是直接用于测量曲率的传感器并不多见,因此发明设计一种曲率传感器在物体形貌测量、工件尺寸测量、机器人技术、医疗健康监测等方面都有着广泛的应用。

[0003] 传统的接触式测量法往往是利用测量工具与工件表面直接接触得出数据,例如游标卡尺、千分尺等等。这些测量仪器虽然使用原理简单,但是操作起来极不方便,不适合在工作环境中使用。目前,曲率测量主要使用非接触式的光学方法,例如利用光纤光栅测量、激光测距、激光干涉和图像分析等技术设计制作的传感器。此外,还有利用磁场定位原理的磁学测量法和声学测量法等方法。而这些方法大多数实现过程比较复杂,设计制作成本比较高,使用范围有一定的局限性。

发明内容

[0004] 本发明解决的技术问题是,现有曲率测量工具实现过程和结构都很复杂,制作成本高,经济性和实用性不强的问题。

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供一种柔性曲率传感器,包括2个压合在一起的应变片;所述每个应变片包括敏感栅、柔性基底和引出线,所述敏感栅位于柔性基底中央,上面覆盖有保护层,所述敏感栅连接2根引出线;2个应变片以基底相对,其中一个旋转180°后压合在一起,敏感栅的测量栅完全重合。

[0006] 本发明提供另一种柔性曲率传感器,包括2个压合在一起的应变片;所述每个应变片包括2个测量方向相互垂直的敏感栅、柔性基底和引出线,所述敏感栅位于柔性基底中央,上面覆盖有保护层,所述敏感栅连接2根引出线;2个应变片以基底相对压合在一起,敏感栅完全重合。

[0007] 进一步,所述应变片敏感栅材质为康铜箔,基底和保护层材质为酚醛环氧树脂,引出线为细铜丝。

[0008] 本发明提供一种柔性曲率传感器的制备方法,包括如下步骤:

[0009] a) 将箔材剪裁成大于光刻版的尺寸,除去箔材表面的油脂和脏物;

[0010] b) 用胶黏剂旋涂于箔材上制作胶膜基底;

[0011] c) 采用传统的光刻方法制作2个的相同的应变片;

[0012] d) 将2个应变片以基底相对,其中一个旋转180°后压合在一起,其中敏感栅的测量

栅完全重合；

[0013] e) 将成品进行灵敏度系数的标定。

[0014] 进一步,所述步骤a) 具体为:

[0015] 1) 将康铜箔剪裁成大于光刻版的尺寸;

[0016] 2) 采用丙酮溶液除去箔材表面的油脂和脏物;

[0017] 所述步骤b) 具体为:

[0018] 1) 选择酚醛环氧树脂作为胶黏剂,用旋涂的方法使箔材表面的胶液分布均匀;

[0019] 2) 水平台上晾置、干燥,在150℃的温度下保持约2个小时,直到其固化;

[0020] 所述步骤c) 具体为:

[0021] 1) 采用光刻技术,经涂胶、前烘、曝光、显影之后,用三氯化铁溶液将箔材刻饰成敏感栅;

[0022] 2) 用高倍显微镜对制作好的应变片进行外形检查;

[0023] 3) 用稀释的三氯化铁溶液作腐蚀剂,将应变片阻值调整到120Ω;

[0024] 4) 去除光刻胶之后,采用贴膜法在敏感栅上覆盖一层保护膜;

[0025] 5) 焊接端头接线;

[0026] 6) 按照基底上的尺寸标志进行剪裁,之后进行规格及电阻值的检查;

[0027] 所述步骤d) 具体为:

[0028] 1) 在基底上旋涂胶黏剂之后采用升温加压的方式将2个应变片以基底相对,其中一个旋转180°后压合在一起,其中敏感栅的测量栅完全重合。

[0029] 本发明提供另一种柔性曲率传感器的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0030] a) 将箔材剪裁成大于光刻版的尺寸,除去箔材表面的油脂和脏物;

[0031] b) 用胶黏剂旋涂于箔材上制作胶膜基底;

[0032] c) 采用传统的光刻方法制作2个的相同的应变片;所述每个应变片包括2个测量方向相互垂直的敏感栅;

[0033] d) 将2个应变片以基底相对压合在一起,敏感栅完全重合;

[0034] e) 将成品进行灵敏度系数的标定。

[0035] 进一步,所述步骤a) 具体为:

[0036] 1) 将康铜箔剪裁成大于光刻版的尺寸;

[0037] 2) 采用丙酮溶液除去箔材表面的油脂和脏物;

[0038] 所述步骤b) 具体为:

[0039] 1) 选择酚醛环氧树脂作为胶黏剂,用旋涂的方法使箔材表面的胶液分布均匀;

[0040] 2) 水平台上晾置、干燥,在150℃的温度下保持约2个小时,直到其固化;

[0041] 所述步骤c) 具体为:

[0042] 1) 采用光刻技术,经涂胶、前烘、曝光、显影之后,用三氯化铁溶液将箔材刻饰成敏感栅;每个应变片包括2个测量方向相互垂直的敏感栅;

[0043] 2) 用高倍显微镜对制作好的应变片进行外形检查;

[0044] 3) 用稀释的三氯化铁溶液作腐蚀剂,将应变片阻值调整到120Ω;

[0045] 4) 去除光刻胶之后,采用贴膜法在敏感栅上覆盖一层保护膜;

[0046] 5) 焊接端头接线;

- [0047] 6) 按照基底上的尺寸标志进行剪裁,之后进行规格及电阻值的检查;
- [0048] 所述步骤d) 具体为:
- [0049] 1) 在基底上旋涂胶黏剂之后采用升温加压的方式将2个应变片以基底相对,压合在一起,其中敏感栅完全重合。
- [0050] 进一步,所述步骤e) 具体为:
- [0051] 1) 分别测量已知曲率半径的被测件,通过万用表来读取电阻的改变值;
- [0052] 2) 画出曲率半径和电阻变化值之间的关系图;
- [0053] 3) 用最小二乘法进行线性拟合得到整个曲率传感器的灵敏度系数。
- [0054] 本发明与现有技术相比的技术效果:
- [0055] 本发明采用传统的接触式测量方法,利用应变片简易的制作原理和成熟的加工工艺设计制作的曲率传感器,可以通过接触被测量件的方式直接测量得到物体的曲率,实现过程和结构都很简易,制作成本低,经济性和实用性都很强。

附图说明

- [0056] 图1为本发明应变片的一种结构示意图。
- [0057] 图2为本发明曲率传感器的一种结构示意图。
- [0058] 图3为图2的敏感栅放大图。
- [0059] 图4为本发明曲率传感器的制备流程图。
- [0060] 图5为本发明曲率传感器的另一种结构示意图。

具体实施方式

[0061] 下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0062] 实施例一:

[0063] 本发明提供了如附图1-3所示的一种柔性曲率传感器,包括2个压合在一起的应变片;每个应变片包括柔性基底1、敏感栅2和2根引出线3。其中敏感栅2包括测量栅21,过渡栅22和焊接栅23。测量栅部分完全重合是为了消除基底受拉伸时产生的应变,过渡栅与测量栅垂直是为了消除过渡栅电阻变化对整个曲率测量的影响。其中一个应变片旋转 180° 是为了使两过渡栅位置错开,进而使焊点位置错开使局部厚度不至于过厚,便于封装。

[0064] 进一步,敏感栅材质为康铜箔,柔性基底1材质为酚醛环氧树脂,引出线3为细铜丝。

[0065] 本发明利用柔性基底表面某一点的应变与这一点的曲率成正比这一特点,通过重叠的应变片贴合被测件时产生弯曲变形,来直接测量产生的拉(压)应变,间接得出被测件的曲率。另外测量过程中受拉伸一侧的应变片产生的应变由两部分构成: $\varepsilon_s = \varepsilon_R + \varepsilon_M$,其中 ε_R 为弯曲产生的应变, ε_M 为膜受拉伸产生的应变;受压缩一侧的应变片产生的应变也由两部分构成: $\varepsilon_c = -\varepsilon_R + \varepsilon_M$ 。采用重叠应变片的方式,利用两侧应变片应变之差消除由基底膜受拉伸产生的应变,可以直接测得弯曲曲率。

[0066] 如图4所示,本发明还提供一种柔性曲率传感器的制备方法,包括如下步骤:

[0067] a) 将箔材剪裁成大于光刻版的尺寸,除去箔材表面的油脂和脏物;

- [0068] b) 用胶黏剂旋涂于箔材上制作胶膜基底;
- [0069] c) 采用传统的光刻方法制作2个的相同的应变片;
- [0070] d) 将2个应变片以基底相对,其中一个旋转180°后压合在一起,其中敏感栅的测量栅完全重合;
- [0071] e) 将成品进行灵敏度系数的标定。
- [0072] 进一步,步骤a)具体为:
- [0073] 1) 本发明选取应变片常用的箔材康铜箔(铜镍合金,其中铜59%,镍40%,锰1%),将康铜箔剪裁成大于光刻版的尺寸;
- [0074] 2) 采用丙酮溶液除去箔材表面的油脂和脏物(通过丙酮与箔材表面的污渍反应以达到清洁表面的目的)。
- [0075] 进一步,步骤b)具体为:
- [0076] 1) 本发明用胶黏剂直接制作的胶膜基底的方法,选择酚醛环氧树脂作为胶黏剂,用旋涂的方法使箔材表面的胶液分布均匀;
- [0077] 2) 水平台上晾置、干燥,为了加快固化速度,在150℃的温度下保持约2个小时,直到其固化。
- [0078] 进一步,步骤c)具体为:
- [0079] 1) 采用传统工艺成熟的光刻技术,经涂胶、前烘、曝光、显影之后,用三氯化铁溶液将箔材刻饰成敏感栅;
- [0080] 2) 用高倍显微镜对制作好的应变片进行外形检查;
- [0081] 3) 采用化学调整法,用稀释的三氯化铁溶液作腐蚀剂,将应变片阻值调整到120Ω;
- [0082] 4) 去除光刻胶之后,采用贴膜法在敏感栅上覆盖一层保护膜以保护敏感元件;
- [0083] 5) 焊接端头接线;
- [0084] 6) 按照基底上的尺寸标志进行剪裁,之后进行规格及电阻值的检查。
- [0085] 进一步,步骤d)具体为:
- [0086] 1) 在基底上旋涂胶黏剂之后采用升温加压的方式将2个应变片以基底相对,其中一个旋转180°后压合在一起,其中敏感栅的测量栅完全重合
- [0087] 进一步,步骤e)具体为:
- [0088] 1) 由于整个传感器的灵敏度系数影响因素很多,很难直接用理论方法推出,本发明的标定方法是对于每一个传感器,分别测量已知曲率半径的被测件,通过万用表来读取电阻的改变值;
- [0089] 2) 画出曲率半径和电阻变化值之间的关系图;
- [0090] 3) 用最小二乘法进行线性拟合得到整个曲率传感器的灵敏度系数。
- [0091] 实施例二:
- [0092] 如图5所示,本发明提供了另一种柔性曲率传感器,与实施例一不同的是,该曲率传感器是由两个相同的应变花以基底相对压合在一起制作而成的。每个应变花包括2个测量方向相互垂直的敏感栅,每个敏感栅包括测量栅21、过渡栅22和焊接栅23,这样可以通过测量两个相互垂直方向的曲率,进而得到被测曲面任意方向的曲率。两个敏感栅的过渡栅22和焊接栅23做成一体,其中过渡栅制作较宽是为了消除测量过程中过渡栅电阻变化对整

个曲率测量的影响。其发明原理和制作工艺过程同实施例一完全相同此处不再赘述。

[0093] 本发明与现有技术相比的技术效果：

[0094] 本发明采用传统的接触式测量方法，利用应变片的制作原理和加工工艺设计制作的曲率传感器，可以通过接触被测量件的方式直接测量得到物体的曲率，实现过程和结构都很简易，制作成本低，经济性和实用性都很强。

[0095] 以上所述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。

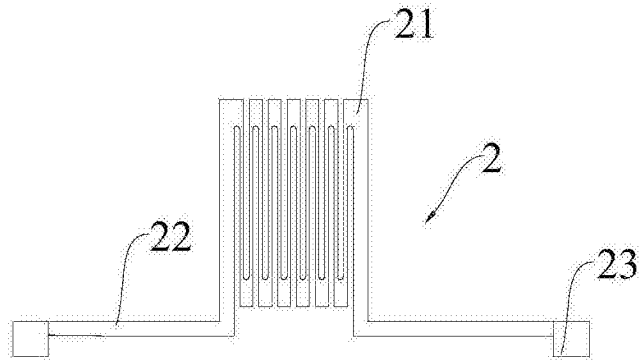


图1

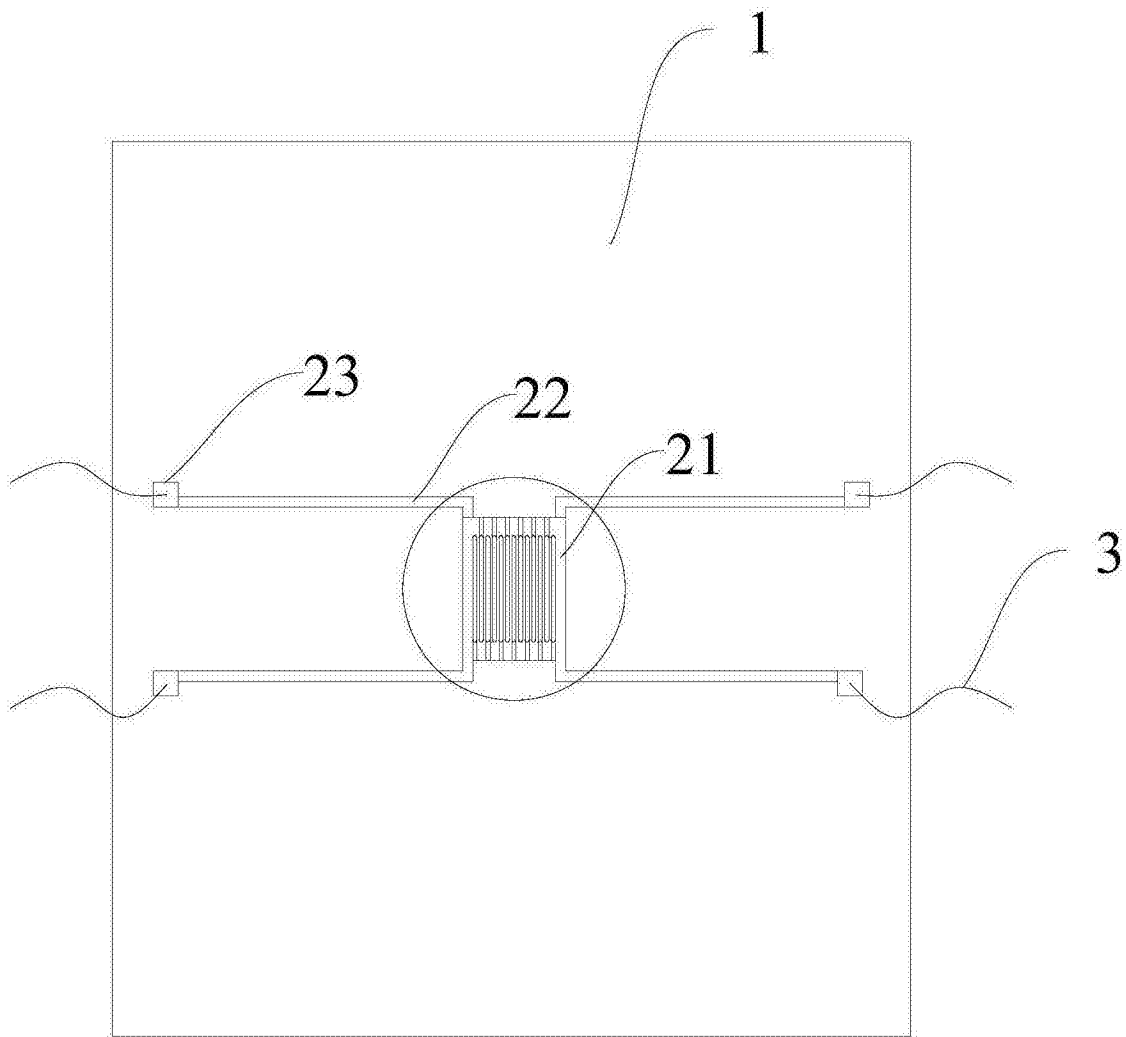


图2

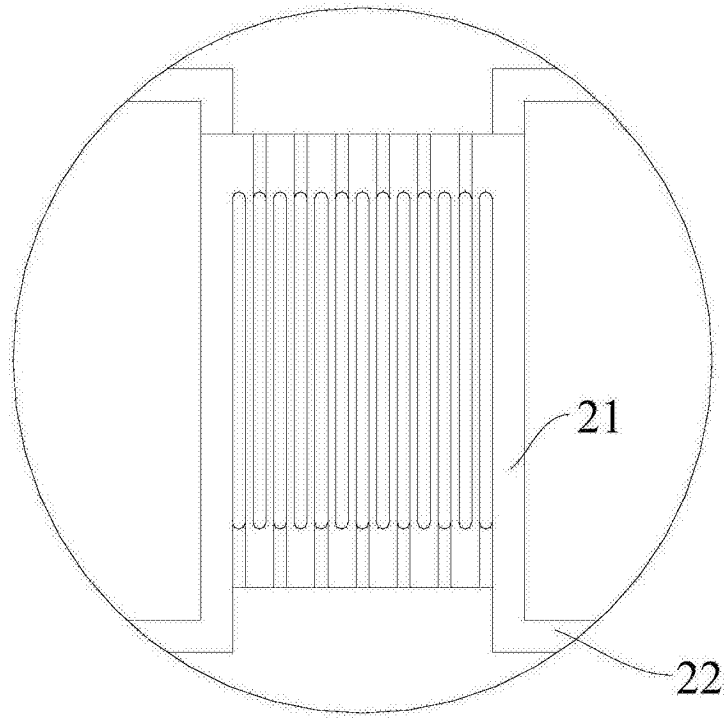


图3

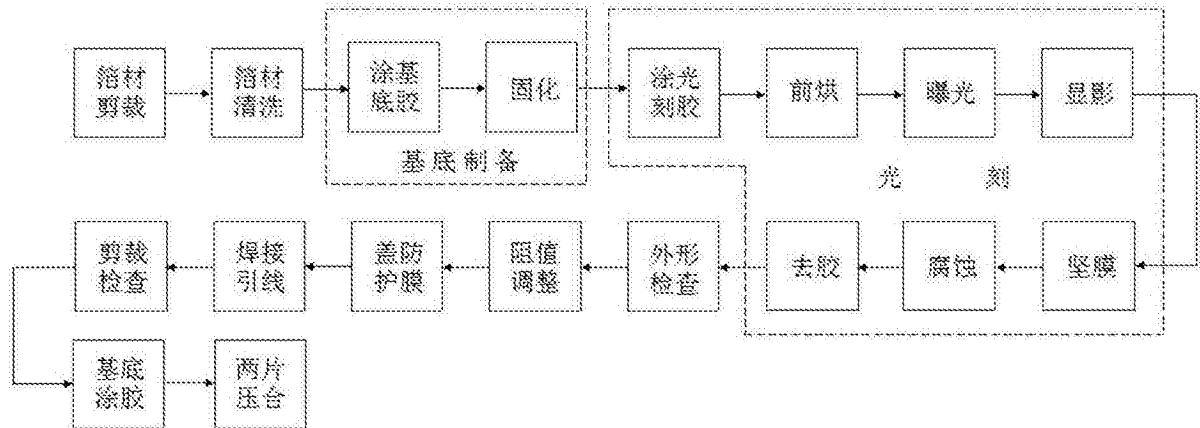


图4

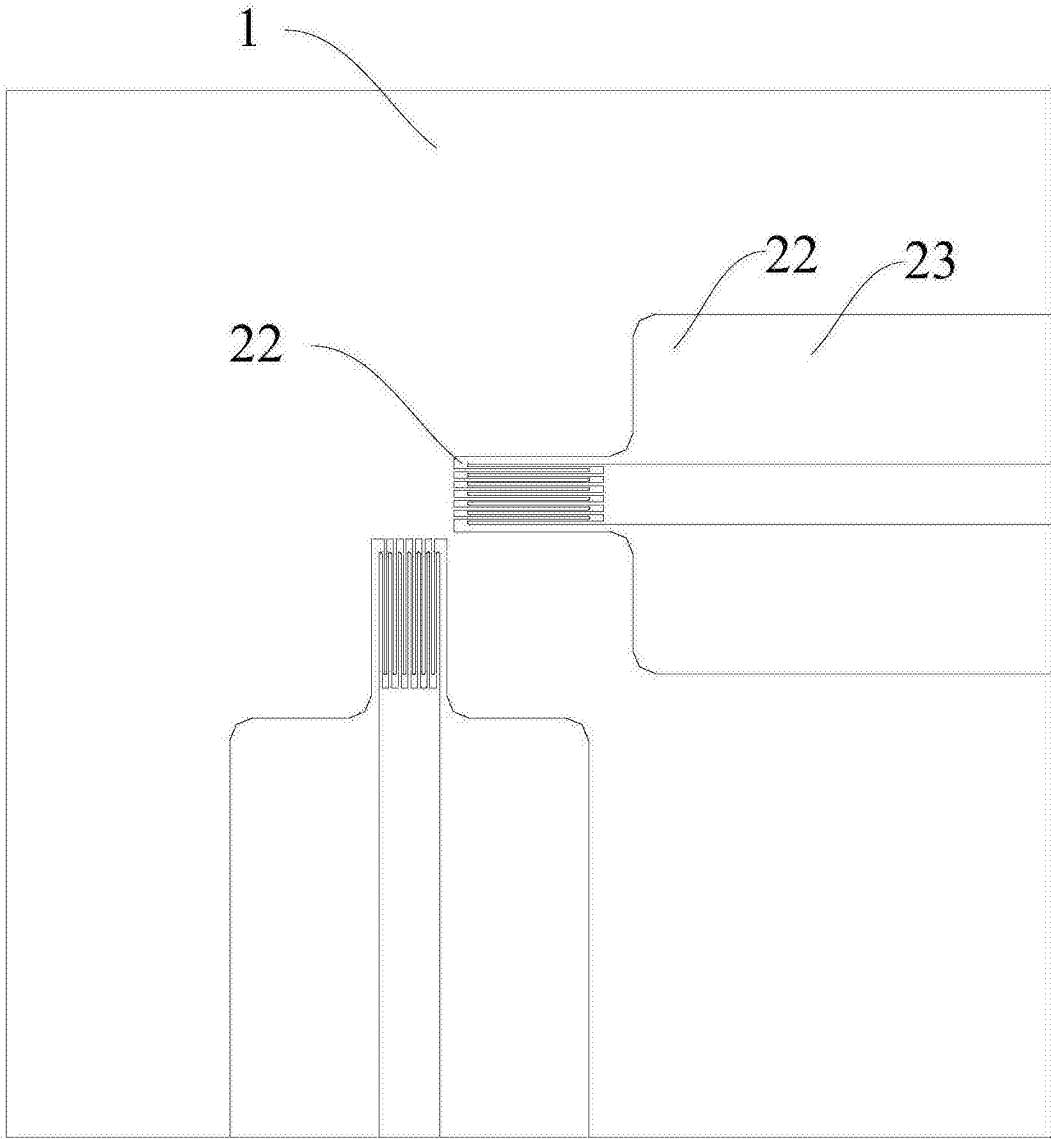


图5