



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111148000 B

(45) 授权公告日 2021.10.22

(21) 申请号 201911416921.5

审查员 张慧丽

(22) 申请日 2019.12.31

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111148000 A

(43) 申请公布日 2020.05.12

(73) 专利权人 瑞声科技(南京)有限公司

地址 210093 江苏省南京市栖霞区仙林大  
学城元化路南大科学园新兴产业孵化  
基地研发楼8层

(72) 发明人 童贝 石正雨 沈宇 李杨

(74) 专利代理机构 广州市越秀区哲力专利商标

事务所(普通合伙) 44288

代理人 谷孝东

(51) Int. Cl.

H04R 19/04 (2006.01)

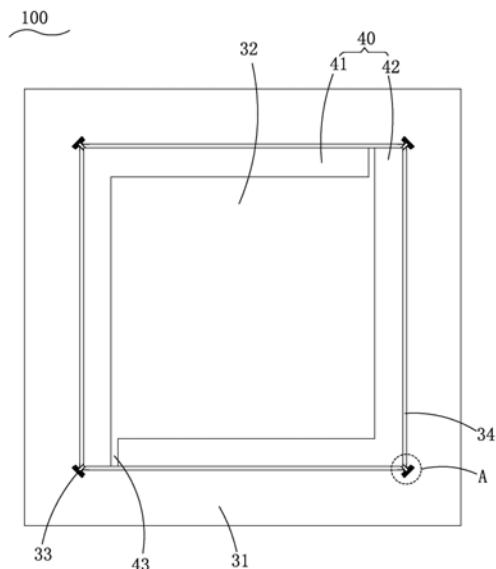
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

一种MEMS麦克风及阵列结构

(57) 摘要

本发明公开了一种MEMS麦克风及阵列结构,该MEMS麦克风包括具有背腔的基底及固定于基底上的压电振膜,压电振膜包括固定于基底的振膜层及固定于振膜层上的压电层,振膜层包括与基底固定连接的边框部、间隔设置于边框部内侧并与背腔相对应的主体部以及连接主体部和边框部的弹性单元,压电层设于主体部上,弹性单元呈梳齿状设置。本发明由于采用了弹性单元的方式连接,使得该形变量远大于现有刚性连接的振膜结构的形变量,实现麦克风具有更高灵敏度,同时,能够有效地释放振膜的应力,降低了由于振膜应力增大而导致位移量变小的影响,可提升器件的灵敏度,在保证噪声不变的前提下,进一步提高了信噪比。



1. 一种MEMS麦克风,包括具有背腔的基底及固定于所述基底上的压电振膜,所述压电振膜包括固定于所述基底的振膜层及固定于所述振膜层上的压电层,其特征在于:所述振膜层包括与所述基底固定连接的边框部、间隔设置于所述边框部内侧并与所述背腔相对应的主体部以及连接所述主体部和所述边框部的弹性单元,所述压电层设于所述主体部上,所述弹性单元呈梳齿状设置;所述主体部呈矩形设置,所述弹性单元与所述主体部的四个角部连接;

所述弹性单元包括与所述边框部连接的连接端以及连接所述连接端与所述主体部的支撑梁,所述连接端呈梳齿状设置;所述连接端包括自所述支撑梁的远离所述主体部的端部分别向相对两侧延伸的第一连接端和第二连接端,所述第一连接端和所述第二连接端均呈梳齿状设置;

所述第一连接端包括自所述支撑梁的远离所述主体部的端部向远离所述主体部方向延伸的第一臂、自所述第一臂弯折延伸的第二臂、自所述第二臂向靠近所述主体部弯折延伸的第三臂、自所述第三臂弯折延伸的第四臂、自所述第四臂向远离所述主体部弯折延伸的第五臂以及自所述第五臂弯折延伸的第六臂,所述第二臂、第四臂以及第六臂的延伸方向相同,所述第六臂与所述边框部连接;所述第一连接端和所述第二连接端对称设置。

2. 根据权利要求1所述的MEMS麦克风,其特征在于:所述压电层设于所述振膜层远离所述背腔的一侧,并且所述压电层与所述主体部的外边缘齐平。

3. 根据权利要求2所述的MEMS麦克风,其特征在于:所述压电层包括L形设置的第一压电部及第二压电部,所述第一压电部与所述第二压电部之间具有间隙,且所述第一压电部与所述第二压电部呈中心对称设置。

4. 一种MEMS麦克风阵列结构,其特征在于:包括多个如权利要求1所述的MEMS麦克风单元,多个MEMS麦克风单元呈阵列排布。

5. 根据权利要求4所述的MEMS麦克风阵列结构,其特征在于:所述麦克风阵列结构为MEMS麦克风单元组成2x2,3x3或者4x4阵列式结构。

## 一种MEMS麦克风及阵列结构

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及声电技术领域,具有涉及一种MEMS麦克风及阵列结构。

### 【背景技术】

[0002] MEMS麦克风是指基于MEMS (Microelectromechanical Systems) 技术制造的麦克风,即在一个硅微基片上利用MEMS加工工艺制作的微型麦克风,因此也称为硅微麦克风。

[0003] 与传统麦克风不同,MEMS麦克风具有尺寸小质量轻、安装简单、易形成阵列、成本低以及批量制造等特点,广泛应用于消费电子领域的手机、笔记本电脑等、汽车领域的免提电话、医学领域的助听器等等。

[0004] 随着MEMS工艺的发展以及消费类电子产品不断微型化、集成化的需求,对MEMS麦克风的灵敏度(或信噪比)和性能稳定性等要求也在不断提升。目前,MEMS麦克风的种类有电容式麦克风、压阻式麦克风以及压电式麦克风,其中压阻式麦克风对高频声音信号的响应能力比较低,噪声较大,但仍然处于实验室改进阶段,也没有大规模应用与市场。

[0005] MEMS电容式麦克风是当前商用化程度最高的,它的主要原理是外部声压导致振膜与背板之间的电容发生改变,然后通过ASIC放大处理后完成“声-电”转换;该麦克风在频率响应的平坦度和灵敏度等基本性能以及性能稳定性方面具有明显的优势。然而,电容式MEMS麦克风似乎达到了性能瓶颈,而且在最近几年也没有可观的改进,其中一种改进方法是从一个背板增加到两个,但是这使得麦克风有3层而非2层,还会增加成本和影响可靠性;另一种改进方法是增加软件,制造可以进行某些信号处理的智能麦克风。

[0006] 压电MEMS麦克风由于原理简单,广受人们喜爱,其采用一个悬臂梁来感受声音,直接产生一个较大的电压信号,其设计不受灰尘、水、焊剂蒸气或任何污染物影响,性能更加可靠、稳定。

[0007] 传统技术中,压电MEMS麦克风主要采用的是振膜弯曲和悬臂梁弯曲的方式在锚点的位置产生较大的应力,从而使覆盖其上的压电薄膜受压产生电荷输出。对于悬臂梁结构,由于其膜层结构应力的存在会导致悬臂梁的变形较大(微米级),并且如果其结构中有多个对称悬臂梁,难免会造成悬臂梁的弯曲程度不同,这就对后续的封装技术提出了更高要求。对于振膜型结构,由于其在锚点位置覆盖压电薄膜后其刚度会有一定增加,因此相同的压力条件下所受的应力与未覆盖压电层相比会有一定的减小,从而导致输出电压减少;当薄膜中存在一定的应力作用时,结构的刚度会进一步增加,因此相同的声压条件下其变形量会减小,从而导致灵敏度严重下降。

[0008] 如图1所示,该振膜型压电MEMS麦克风包括基底及设置在基底上的压电振膜,该麦克风的缺陷在于:压电振膜的四个边角是采用刚性连接,在振膜具有一定的应力条件下,由于刚度变大,导致其灵敏度显著下降,膜层结构的应力无法释放。

### 【发明内容】

[0009] 本发明的目的在于提供一种MEMS麦克风,其克服了传统技术的缺陷,其基底与压

电振膜之间采用弹性连接,可以减小振膜应力的影响,提高器件的灵敏度。

[0010] 为了达到上述的目的,本发明的技术方案如下:

[0011] 一种MEMS麦克风,包括具有背腔的基底及固定于所述基底上的压电振膜,所述压电振膜包括固定于所述基底的振膜层及固定于所述振膜层上的压电层,所述振膜层包括与所述基底固定连接的边框部、间隔设置于所述边框部内侧并与所述背腔相对应的主体部以及连接所述主体部和所述边框部的弹性单元,所述压电层设于所述主体部上,所述弹性单元呈梳齿状设置。

[0012] 作为本发明的进一步改进,所述弹性单元包括与所述边框部连接的连接端以及连接所述连接端与所述主体部的支撑梁,所述连接端呈梳齿状设置。

[0013] 作为本发明的进一步改进,所述连接端包括自所述支撑梁的远离所述主体部的端部分别向相对两侧延伸的第一连接端和第二连接端,所述第一连接端和所述第二连接端均呈梳齿状设置。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述第一连接端包括自所述支撑梁的远离所述主体部的端部向远离所述主体部方向延伸的第一臂、自所述第一臂弯折延伸的第二臂、自所述第二臂向靠近所述主体部弯折延伸的第三臂、自所述第三臂弯折延伸的第四臂、自所述第四臂向远离所述主体部弯折延伸的第五臂以及自所述第五臂弯折延伸的第六臂,所述第二臂、第四臂以及第六臂的延伸方向相同,所述第六臂与所述边框部连接。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述第一连接端和所述第二连接端对称设置。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述主体部呈矩形设置,所述弹性单元与所述主体部的四个角部连接。

[0017] 作为本发明的进一步改进,所述压电层设于所述振膜层远离所述背腔的一侧,并且所述压电层与所述主体部的外边缘齐平。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述压电层包括L形设置的第一压电部及第二压电部,所述第一压电部与所述第二压电部之间具有间隙,且所述第一压电部与所述第二压电部呈中心对称设置。

[0019] 本发明还提供一种MEMS麦克风阵列结构,包括多个如权利要求1所述的MEMS麦克风单元,多个MEMS麦克风单元呈阵列排布。

[0020] 作为本发明的进一步改进,所述麦克风阵列结构为MEMS麦克风单元组成2x2,3x3或者4x4阵列式结构。

[0021] 本发明的有益效果是:本发明通过设置与所述基底固定相连的边框部、间隔设置于所述边框部内侧并与所述背腔相对应的主体部以及连接所述主体部和所述边框部的弹性单元,使得压电区的中心区域相比现有振膜型结构有更大的形变量,由于采用了弹性单元的方式连接,使得该形变量远大于现有刚性连接的振膜结构的形变量,实现麦克风具有更高灵敏度,同时,能够有效地释放振膜的应力,降低了由于振膜应力增大而导致位移量变小的影响,可提升器件的灵敏度,在保证噪声不变的前提下,进一步提高了信噪比。进一步的,该阵列结构可以根据单元结构的具体形式做成2x2、3x3或者4x4等多种阵列式结构,以保证具有更大的电荷输出,进一步提高了灵敏度。

**【附图说明】**

- [0022] 图1为现有技术的MEMS麦克风的结构示意图；
- [0023] 图2为本发明实施例一的MEMS麦克风单元结构的平面示意图；
- [0024] 图3为图2所示的A处的放大图，图中对弹性单元作了图形填充；
- [0025] 图4为图2所示的MEMS麦克风单元结构的结构示意图，图中压电层未示；
- [0026] 图5为图2所示的MEMS麦克风单元结构的立体示意图；
- [0027] 图6为图2所示的MEMS麦克风的对角线截面剖视图；
- [0028] 图7为图6所示的B处的放大图；
- [0029] 图8为本发明实施例二的MEMS麦克风阵列结构的平面示意图。
- [0030] 其中，10、基底；20、压电振膜；30、振膜层；31、边框部；32、主体部；33、弹性单元；330、连接端；331、支撑梁；332、第一连接端；333、第二连接端；334、第一臂；335、第二臂；336、第三臂；337、第四臂；338、第五臂；339、第六臂；34、镂空区域；40、压电层；41、第一压电部；42、第二压电部；43、间隙；49、压紧部；50、氧化隔离单元；60、主振膜；70、第一电极单元；80、压电单元；90、第二电极单元；100、MEMS麦克风单元结构；200、MEMS麦克风阵列结构。

**【具体实施方式】**

- [0031] 下面结合附图对本发明的以下实施例进行详细描述。
- [0032] 实施例一
- [0033] 如图2至图7所述示：
- [0034] 本发明提供一种MEMS麦克风，其包括具有背腔的基底10及设于基底10上的压电振膜20，压电振膜20固定在基底10上，压电振膜20包括振膜层30及压电层40，压电层40设置在振膜层30上，压电层40受压带动振膜层30在基底10的背腔对于的空间上产生形变，进而产生电压信号。
- [0035] 具体的，基底10的形状大致呈方形设置，背腔纵向贯穿基底10设置。
- [0036] 振膜层30包括边框部31、主体部32及弹性单元33，边框部31与基底10固定连接，主体部32间隔设置在边框部31的内侧且其与基底10的背腔相对应，即主体部32悬置在背腔的上方；弹性单元33大致呈梳齿状设置，弹性单元33连接边框部31与主体部32。
- [0037] 请再次参阅图2和图4，边框部31指的是对麦克风起到支撑作用的结构区域，同时，在阵列结构中，边框部31还起到了连接另一麦克风单元的边框部31的作用，从而将多个麦克风单元组合成一体结构。其中，边框部31大致呈矩形设置。
- [0038] 弹性单元33指的是连接边框部31与主体部32之间的结构，弹性单元33对主体部32的受压形变起到放大作用，进而产生较大的电信号，提升了麦克风的灵敏度，同时，由于主体部32与边框部31通过弹性单元33形成弹性连接，使得主体部32的形变不至于太大，并且可以减小振膜应力的影响，提高振膜的灵敏度，从而使得膜层结构的应力得到很好的释放。
- [0039] 请再次参阅图3，为了更好地在图中显示出梳齿状的弹性单元33与主体部32、边框部31的连接关系，对梳齿状的弹性单元33作了图形填充。本实施例中，弹性单元33包括与边框部31连接的连接端330以及连接该连接端330与主体部32的支撑梁331，连接端330大致呈

梳齿状设置。具体的,连接端330包括自支撑梁331的远离主体部32的端部分别向相对两侧延伸的第一连接端332和第二连接端333,第一连接端332和第二连接端333均呈梳齿状设置。优选的,第一连接端332包括自支撑梁331的远离主体部32的端部向远离主体部32方向延伸的第一臂334、自第一臂334弯折延伸的第二臂335、自第二臂335向靠近主体部32弯折延伸的第三臂336、自第三臂336弯折延伸的第四臂337、自第四臂337向远离主体部32弯折延伸的第五臂338以及自第五臂338弯折延伸的第六臂339,第二臂335、第四臂337以及第六臂339的延伸方向相同,第六臂339与边框部31连接。主体部32大致呈矩形设置,弹性单元33的数量为四个,各弹性单元33与主体部32的四个角部连接。

[0040] 进一步的,第一连接端332和第二连接端333对称设置,即第二连接端333的结构与第一连接端332的结构相同。

[0041] 请再次参阅图2,矩形结构的边框部31的四个侧边和主体部32的四个侧边相互平行且间隔一定距离,该间隔距离可以视为边框部31、主体部32和弹性单元33之间所形成镂空区域34,四个弹性单元33与主体部32、边框部31之间形成的镂空区域34的轮廓形状大致为等腰梯形,弹性单元33的数量为四个,分别对应正边形结构的四个角部,且各弹性单元33相对于主体部32的中心呈对称结构,相对于四个弹性单元33的平面几何中心关于矩形的对角线交点做中心对称。

[0042] 进一步的,多个弹性单元33的形状尺寸相同,使得镂空区域34相对于边框部31的平面几何中心对称,且多个镂空区域34的形状相同,使得弹性单元33和镂空区域34将单元结构分割成结构相匀称的主体部32和边框部31。

[0043] 进一步的,压电层40设于振膜层30远离背腔的一侧,并且压电层40与主体部32的外边缘齐平。该压电层40直接刻蚀成型,压电层40起到受压产生电压信号的作用,振膜层30起到传递形变以及连接弹性单元33的作用,从而使压电层40收到的压力形变经弹性单元33的放大作用产生较大的信号输出,提高MEMS麦克风的灵敏度。

[0044] 具体的,压电层40为平面几何中心与主体部32的平面几何中心相重叠的矩形结构。当压电层40为矩形结构时,由于整个麦克风都可以视为均衡对称的结构,因此也可以将主体部32的几何中心视为压电层40的几何中心。使得MEMS加工过程中能够在保证上述结构特征的情况下仅刻蚀掉少量的料基以达成结构特征。压电层40包括位于四个角部位置的压紧部49,压紧部49与主体部32的四个角部位置重叠,在本实施例中,压电层40包括L形设置的第一压电部41及第二压电部42,第一压电部41与第二压电部42之间具有间隙43,且第一压电部41与第二压电部42呈中心对称设置。可以理解为,第一压电部41、第二压电部42、间隙43围成一个方形的压电层40。

[0045] 进一步的,主体部32与边框部31均呈正方形设置,边框部31、主体部32和弹性单元33可以在振膜层30上进行干法刻蚀成型,提高了边框部31、主体部32和弹性单元33的产品同心度和一致性。

[0046] 请再次参阅图6和图7,本发明的MEMS麦克风包括由下到上依次设置有基底10、氧化隔离单元50、主振膜60、第一电极单元70、压电单元80及第二电极单元90,基底10为微硅基片,氧化隔离单元50沉积在基底10上,主振膜60沉积在氧化隔离单元50上,氧化隔离单元50与主振膜60形成振膜层30;第一电极单元70沉积在主振膜60上,压电单元80沉积在第一电极单元70上,第二电极单元90沉积在压电单元80上,第一电极单元70、压电单元80和第

二电极单元90形成压电层40,其中,主振膜60为聚乙烯、多晶硅、氮化硅或碳化硅中的一种或多种材料的组合;第一电极单元70为钼、钛钼合金、铂、铝或钨中的一种或多种材料的组合;压电单元80为氮化铝、氧化锌、锆钛酸铅、氮化铝铌中的一种或多种材料的组合;第二电极单元90为铝、钼、金、氮化钛中的一种或多种材料的组合。在本实施例中,压电层40的膜层数为三层,但在其它实施例中,压电层40的膜层数还可以为三层以上。

[0047] 实施例二

[0048] 如图8所述示:

[0049] 本发明还提供一种MEMS麦克风阵列结构,该阵列结构由多个如实施例一所述的MEMS麦克风作为MEMS麦克风单元结构100呈阵列排布组合成一体结构。

[0050] 具体的,MEMS麦克风单元结构100可以通过多个结构形式相重复、对称或者镜像等形式组合延伸,形成具有功能放大或者拓展作用的MEMS麦克风阵列结构200。在本发明中,阵列结构200具体指的是以单元结构100作为模板沿任一或者多个方向延伸,通过重复单元结构的形式彼此相连接,形成的2x2、3x3或者4x4等形式的矩形阵列结构200,当然也可为3x4或者4x5等形式。本发明中,阵列结构200的麦克风相比单元结构100的麦克风起到增大电荷输出,进一步提高了灵敏度的作用。

[0051] 进一步地,本发明中的阵列结构200与单元结构100都采用MEMS刻蚀成型,由多个单元结构100组合形成的阵列结构200可以视为有多个单元结构经MEMS刻蚀一体连接成型,使得本发明的麦克风具有较高的产品一致性,保证了各单元结构100主体部32的同心度,提升了麦克风的播音精度,提高音质。

[0052] 藉此,本发明通过设置与所述基底10固定相连的边框部31、间隔设置于所述边框部31内侧并与所述背腔相对应的主体部32以及连接所述主体部32和所述边框部31的弹性单元33,使得压电区的中心区域相比现有振膜型结构有更大的形变量,由于采用了弹性单元33的方式连接,使得该形变量远大于现有刚性连接的振膜结构的形变量,实现麦克风具有更高灵敏度,同时,能够有效地释放振膜的应力,降低了由于振膜应力增大而导致位移量变小的影响,可提升器件的灵敏度,在保证噪声不变的前提下,进一步提高了信噪比。进一步的,该阵列结构200可以根据单元结构100的具体形式做成2x2、3x3或者4x4等多种阵列式结构,以保证具有更大的电荷输出,进一步提高了灵敏度。

[0053] 以上所述的仅是本发明的实施方式,在此应当指出,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明创造构思的前提下,还可以做出改进,但这些均属于本发明的保护范围。

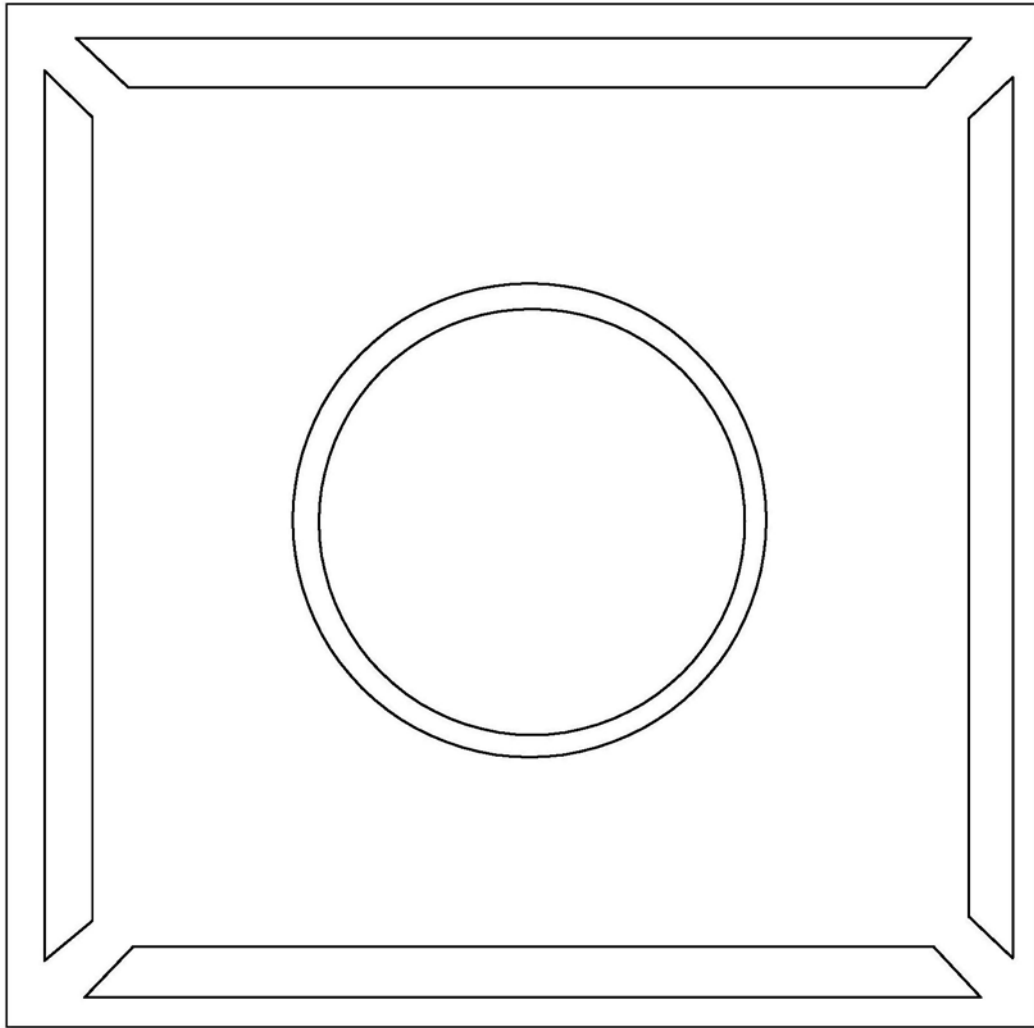


图1



100

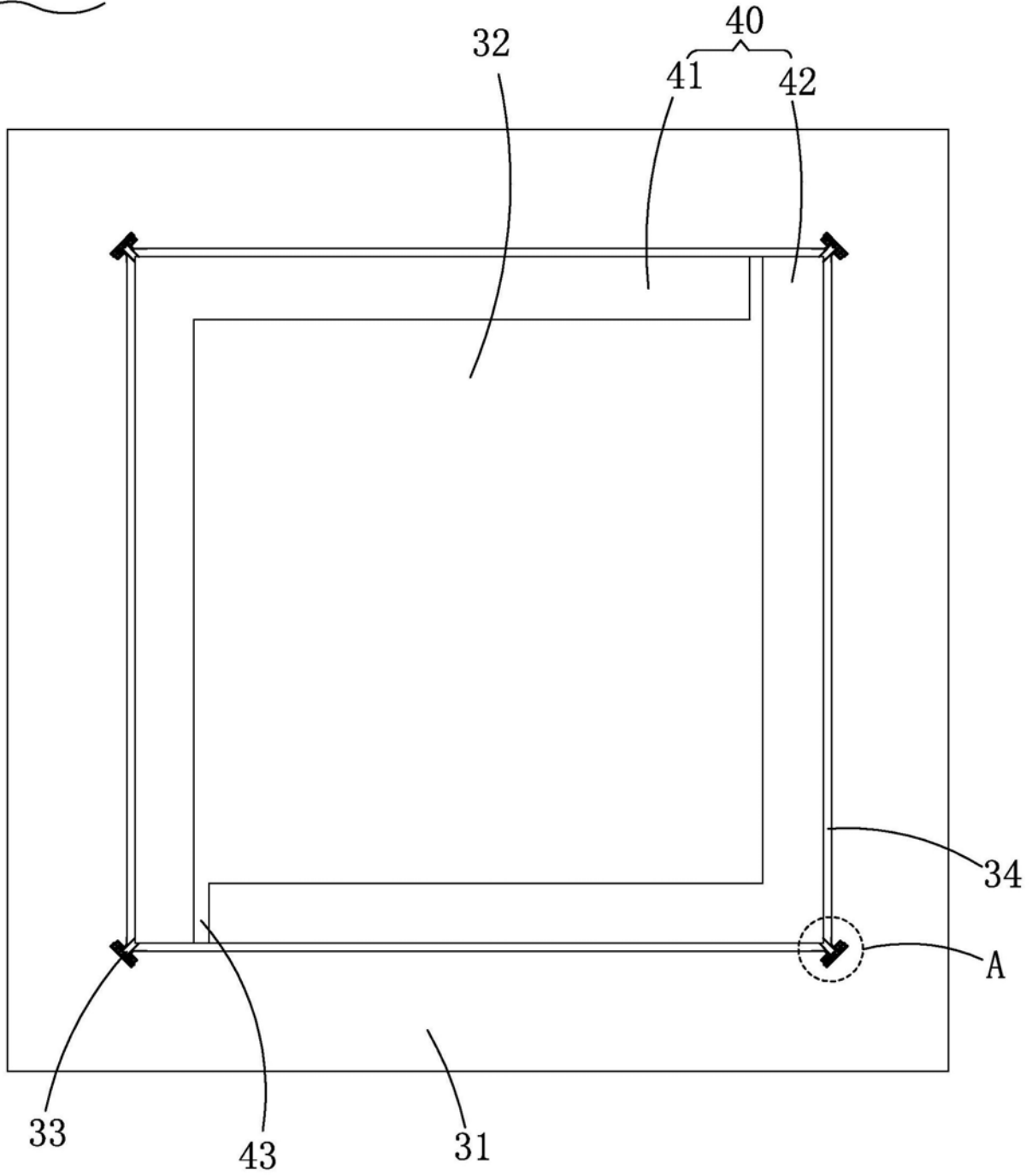


图2

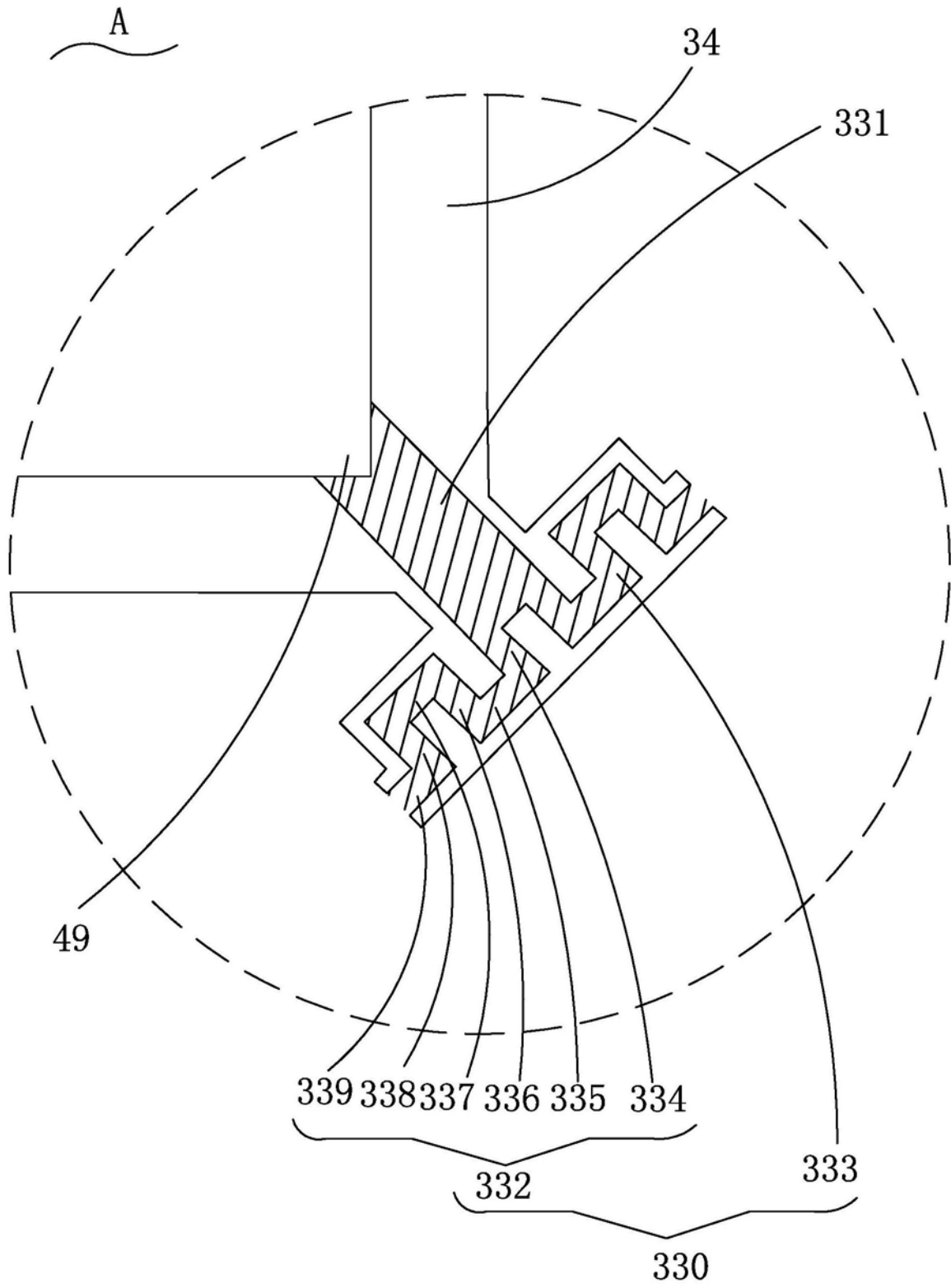


图3

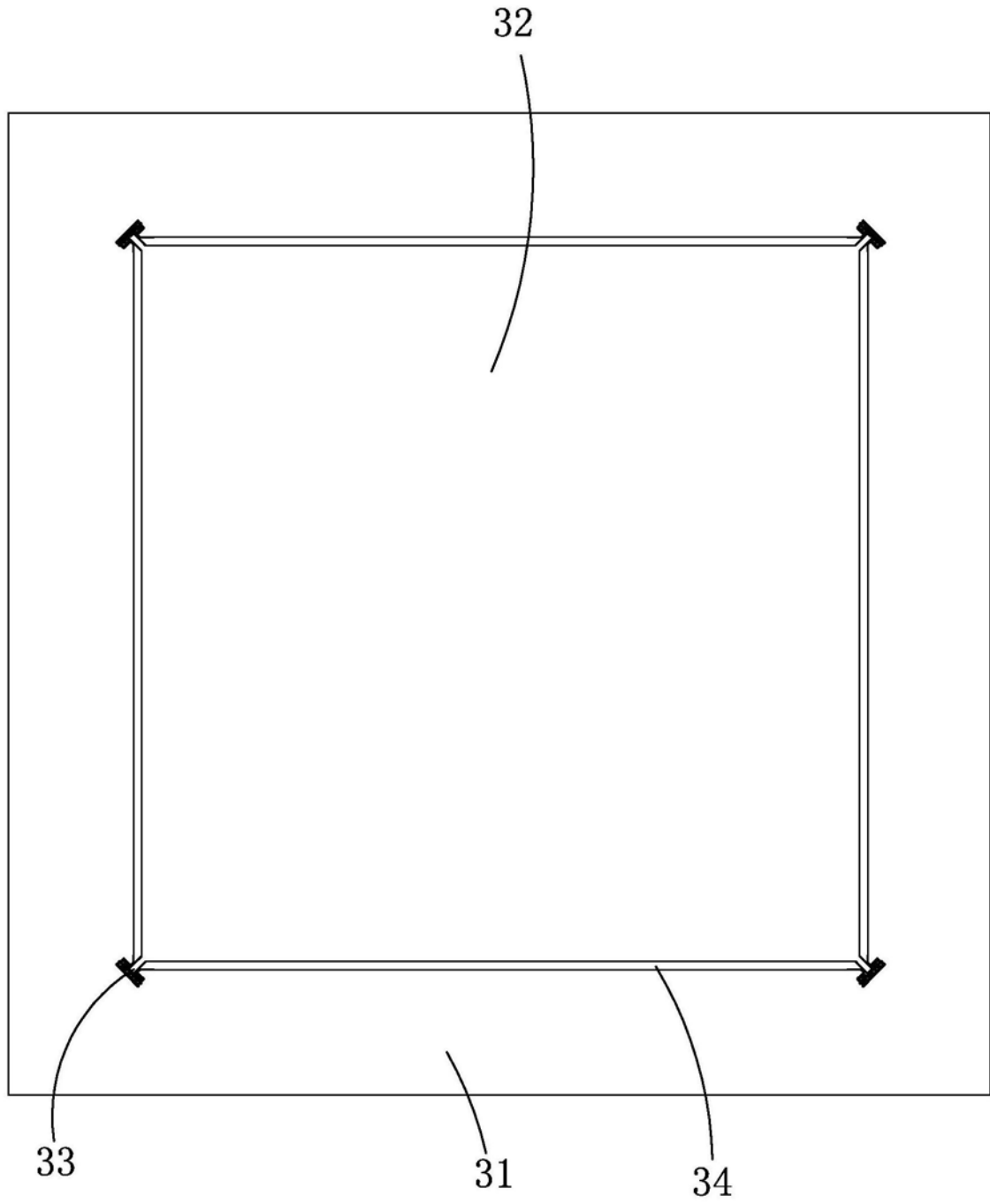


图4

100

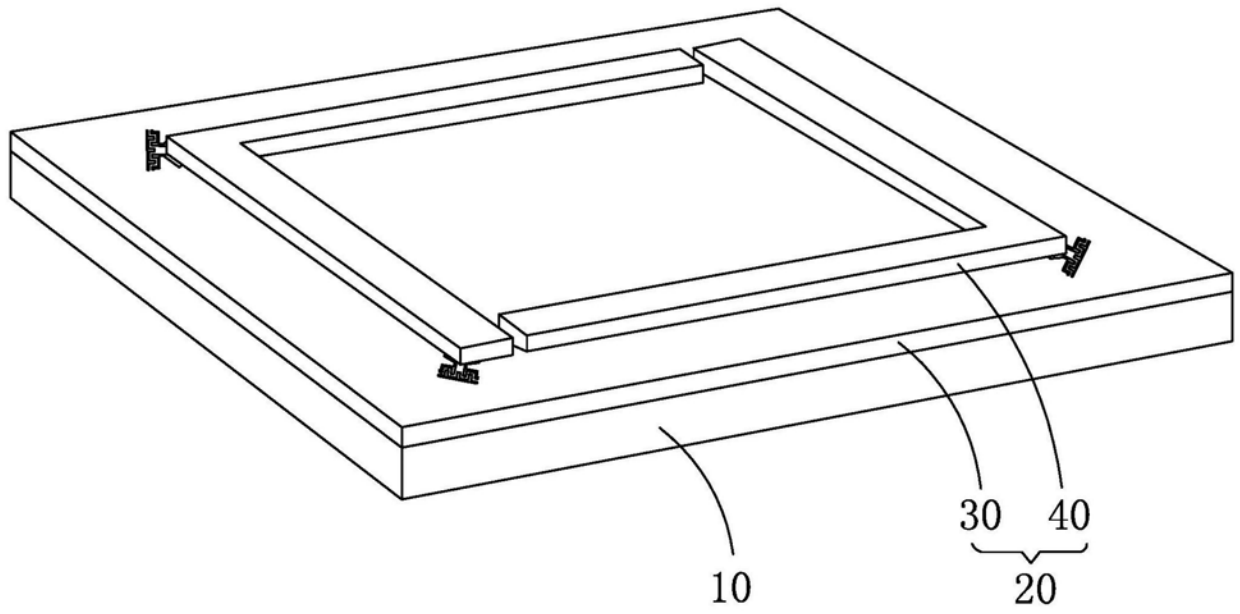


图5

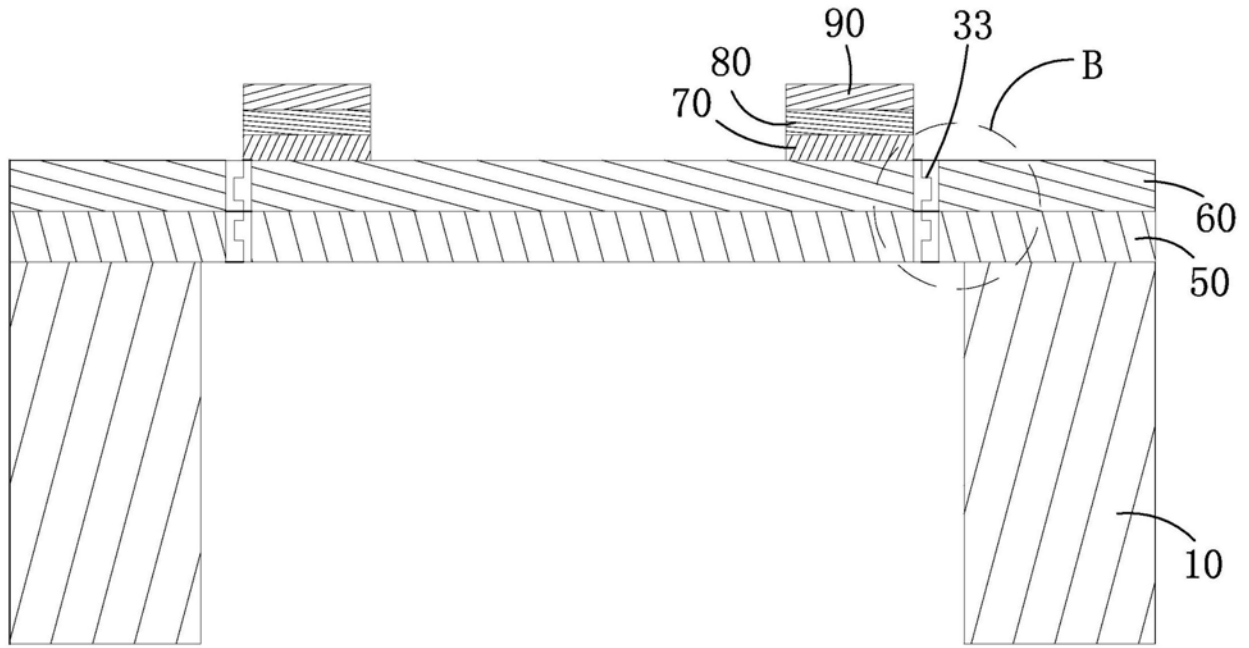


图6

B

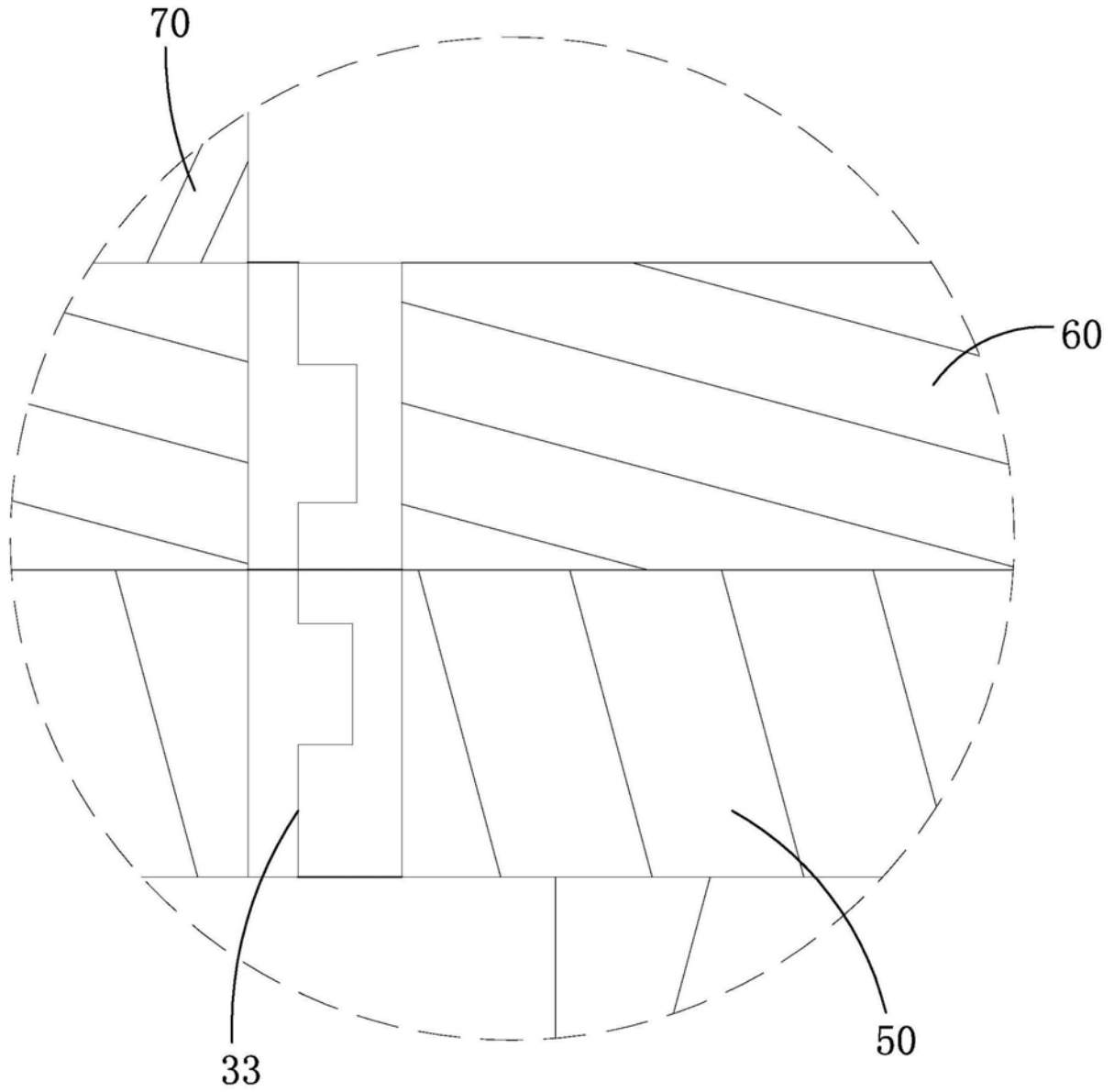


图7

200

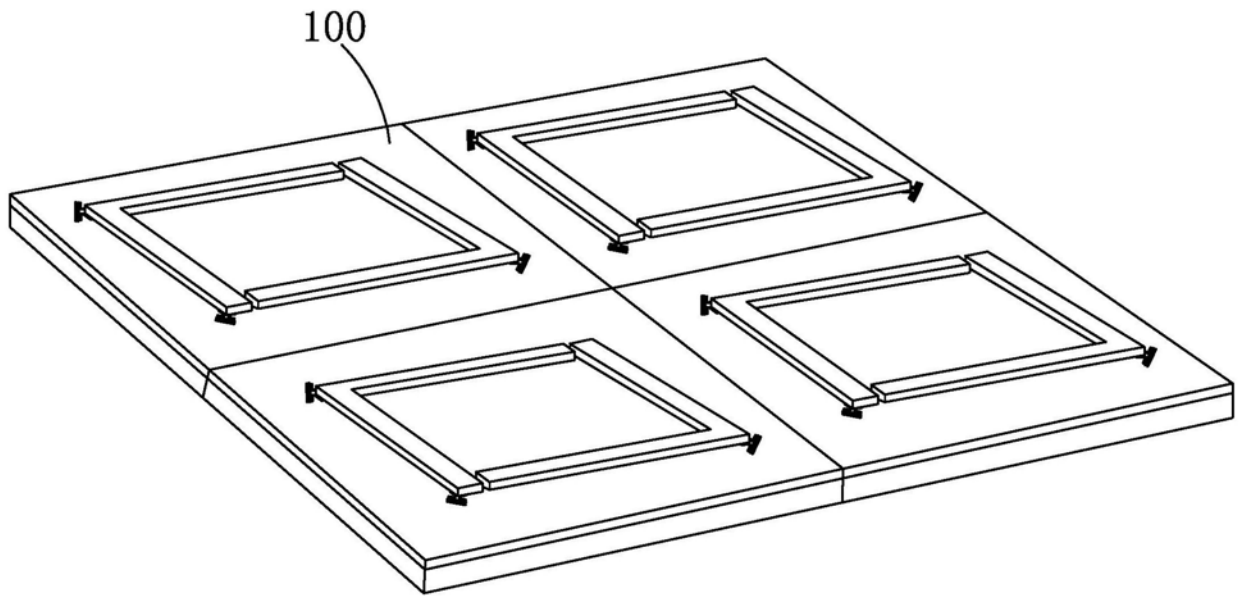


图8