



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112449295 A

(43)申请公布日 2021.03.05

(21)申请号 201910817689.X

(22)申请日 2019.08.30

(71)申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72)发明人 方东明 李明

(74)专利代理机构 北京三高永信知识产权代理有限公司 11138

代理人 颜晶

(51)Int.Cl.

H04R 23/00(2006.01)

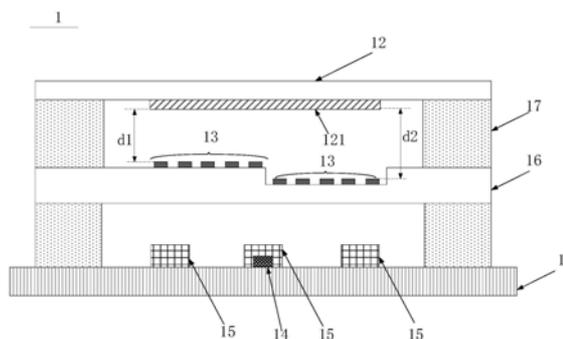
权利要求书2页 说明书19页 附图14页

(54)发明名称

麦克风芯片、麦克风及终端设备

(57)摘要

本申请公开了一种麦克风芯片、麦克风及终端设备,可用于手机、录音机以及其他需要进行声音收集的设备中。该麦克风芯片,所述麦克风芯片包括:相对的基板和振膜;位于所述振膜上靠近所述基板的一侧的反射镜;位于所述基板和振膜之间的光栅组;位于所述基板与所述光栅组之间的光发射器和光探测器;其中,所述光栅组包括多个光栅,该多个光栅中至少两个光栅到所述反射镜的距离不同。本申请降低了制造工艺的难度和复杂度,减少了机械噪声和电路噪声。



1. 一种麦克风芯片,其特征在于,所述麦克风芯片包括:
相对的基板和振膜;
位于所述振膜上靠近所述基板的一侧的反射镜;
位于所述基板和振膜之间的光栅组;
位于所述基板与所述光栅组之间的光发射器和光探测器;
其中,所述光栅组包括多个光栅,所述多个光栅中至少两个光栅到所述反射镜的距离不同。

2. 根据权利要求1所述的麦克风芯片,其特征在于,所述多个光栅中至少两个光栅到所述反射镜的距离之差 g 满足:

$(2n-1)\lambda/8-\lambda/16\leq g\leq (2n-1)\lambda/8+\lambda/16$,所述 λ 为所述光发射器发射的光的波长, n 为大于0的整数。

3. 根据权利要求2所述的麦克风芯片,其特征在于,
所述多个光栅中至少两个光栅到所述反射镜的距离之差 g 为 $\lambda/8$ 的奇数倍,所述 λ 为所述光发射器发射的光的波长。

4. 根据权利要求1至3中任一所述的麦克风芯片,其特征在于,所述麦克风芯片还包括:
位于所述基板和振膜之间的光栅基底,所述光栅基底用于布置所述光栅组,并透过所述光发射器发射的光;

支撑结构,所述支撑结构固定于所述基板和振膜之间,所述光栅基底与所述支撑结构固定连接。

5. 根据权利要求4所述的麦克风芯片,其特征在于,所述光栅组的多个光栅布置在所述光栅基底的靠近所述振膜的一侧和/或远离所述振膜的一侧;

所述光发射器和所述光探测器位于所述基板上。

6. 根据权利要求4所述的麦克风芯片,其特征在于,
所述光栅组的多个光栅位于所述光栅基底的靠近所述振膜的一侧;
所述光发射器和所述光探测器位于所述光栅基底的远离所述振膜的一侧。

7. 根据权利要求4至6中任一所述的麦克风芯片,其特征在于,
所述光栅基底具有第一开孔。

8. 根据权利要求1至3中任一所述的麦克风芯片,其特征在于,所述麦克风芯片还包括:
支撑结构,所述支撑结构固定于所述基板和振膜之间;
每个所述光栅固定在所述支撑结构上。

9. 根据权利要求1至8中任一所述的麦克风芯片,其特征在于,
所述振膜上具有第二开孔;
和/或,所述光栅包括多个狭缝和环绕所述多个狭缝的周边区域,所述周边区域上具有第三开孔。

10. 根据权利要求9所述的麦克风芯片,其特征在于,所述第二开孔的尺寸范围是1-200 μm ;

和/或,所述振膜上第二开孔的总面积占所述振膜总面积的1%至5%。

11. 根据权利要求1至10中任一所述的麦克风芯片,其特征在于,
所述振膜为圆形振膜。

12. 根据权利要求1至11中任一所述的麦克风芯片,其特征在于,所述光栅组的边界形状为圆形或圆弧形。

13. 根据权利要求2或3所述的麦克风芯片,其特征在于,所述麦克风芯片包括2个所述光发射器,其中,所述2个所述光发射器发射的光的波长分别为 λ_1 和 λ_2 ;所述 λ 满足:

$$\lambda = \frac{\lambda_1 \times \lambda_2}{|\lambda_1 - \lambda_2|}。$$

14. 根据权利要求1至13中任一所述的麦克风芯片,其特征在于,所述麦克风芯片包括1个所述光发射器和3个所述光探测器,其中,所述3个所述光探测器分别用于接收所述光栅组衍射的-1级、0级和+1级的衍射光。

15. 根据权利要求1至14中任一所述的麦克风芯片,其特征在于,所述麦克风芯片还包括:

控制电路,所述控制电路用于控制所述光发射器发光。

16. 一种麦克风,其特征在于,包括:权利要求1至15中任一所述的麦克风芯片,以及所述麦克风芯片的封装结构。

17. 一种终端设备,其特征在于,包括处理器、存储器至少一个如权利要求1至15中任一所述的麦克风芯片,

所述至少一个麦克风芯片用于采集声波,将声波转换成电信号输入至所述处理器;

所述处理器,用于对声波转换成的电信号进行处理;

所述存储器,用于存储所述处理器对所述电信号处理得到的数据。

麦克风芯片、麦克风及终端设备

技术领域

[0001] 本申请涉及光学芯片领域,特别涉及一种麦克风芯片、麦克风及终端设备。

背景技术

[0002] 光学麦克风是以光波为载体,通过光纤或光学结构传感的方式接受外界的声音信号的麦克风。

[0003] 目前的光学麦克风中的麦克风芯片可以包括相对设置的基板和具有反射镜的振膜;位于基板和振膜之间的设置有光栅的光栅基底、光发射器和光探测器;以及驱动结构和相应的驱动控制电路。当声压作用在振膜上,振膜发生形变,带动振膜下方的反射镜向下移动,光发射器发出的光,一部分在光栅下表面发生反射,一部分透过光栅狭缝透射到反射镜,被反射镜再次反射到光栅上表面,这样具有光程差的光通过光栅发生衍射以及相位干涉,光探测器接收到光栅的衍射光后,将光信号转化为电信号,并将电信号传输至后续的处理芯片,由该处理芯片进行信号解调。该驱动结构与振膜连接,驱动结构在驱动控制电路的控制下可以带动振膜靠近或远离光栅运动,以调整反射镜与光栅的距离从而实现对入射光的调制。

[0004] 但是,由于麦克风芯片中设置有驱动结构和驱动控制电路,这样一方面增加制造工艺的难度和复杂度,另一方面会增加机械噪声和电路噪声,影响麦克风芯片的拾音性能。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供了一种麦克风芯片、麦克风及终端设备。所述技术方案如下:

[0006] 第一方面,提供了一种麦克风芯片,所述麦克风芯片包括:

[0007] 相对的基板和振膜;

[0008] 位于所述振膜上靠近所述基板的一侧的反射镜;

[0009] 位于所述基板和振膜之间的光栅组;

[0010] 位于所述基板与所述光栅组之间的光发射器和光探测器;

[0011] 其中,所述光栅组包括多个光栅,所述多个光栅中至少两个光栅到所述反射镜的距离不同。

[0012] 本申请实施例提供的麦克风芯片,所述多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离不同,因此,无需设置驱动结构以及驱动控制电路,即可实现反射镜与光栅距离的变化,不仅结构简单,还由于减少了驱动结构以及驱动控制电路的设置,而降低了制造工艺的难度和复杂度,减少了机械噪声和电路噪声。从而有效提高了麦克风芯片的拾音性能。

[0013] 进一步地,任意相邻的两个光栅到所述反射镜的距离不同。

[0014] 可选地,所述多个光栅中至少两个光栅到所述反射镜的距离之差 g 满足: $(2n-1)\lambda/8-\lambda/16 \leq g \leq (2n-1)\lambda/8+\lambda/16$,所述 λ 为所述光发射器发射的光的波长, n 为大于0的整数。

[0015] 可选地,所述多个光栅中至少两个光栅到所述反射镜的距离之差 g 为 $\lambda/8$ 的奇数倍,所述 λ 为所述光发射器发射的光的波长。

[0016] 本申请实施例通过将光栅替换为光栅组,在简化结构的基础上,降低了制造工艺难度,并保证了麦克风芯片稳定地处于线性工作区,从而提高麦克风探测灵敏度和信噪比。

[0017] 进一步地,任意相邻的两个光栅到所述反射镜的距离之差为 $\lambda/8$ 的奇数倍。

[0018] 本申请实施例中光栅组可以通过多种方式固定在基板和振膜之间,下面以以下两种实现方式为例进行说明:

[0019] 在第一种实现方式中,光栅组通过光栅基底固定在基板和振膜之间。所述麦克风芯片还包括:

[0020] 位于所述基板和振膜之间的光栅基底,所述光栅基底用于布置所述光栅组,并透过所述光发射器发射的光;

[0021] 支撑结构,所述支撑结构固定于所述基板和振膜之间,所述光栅基底与所述支撑结构固定连接。

[0022] 可选地,所述光栅组的多个光栅布置在所述光栅基底的靠近所述振膜的一侧和/或远离所述振膜的一侧;

[0023] 所述光发射器和所述光探测器位于所述基板上。

[0024] 可选地,所述光栅组的多个光栅位于所述光栅基底的靠近所述振膜的一侧;

[0025] 所述光发射器和所述光探测器位于所述光栅基底的远离所述振膜的一侧。

[0026] 可选地,所述光栅基底具有第一开孔。

[0027] 在第二种实现方式中,光栅组通过支撑结构固定在基板11和振膜12之间,所述麦克风芯片还包括:

[0028] 支撑结构,所述支撑结构固定于所述基板和振膜之间;

[0029] 每个所述光栅固定在所述支撑结构上。

[0030] 在第二种实现方式中,通过将光栅直接与支撑结构固定,无需设置光栅基底,光栅类似于悬浮在振膜和基板之间,从而减少麦克风芯片的厚度,实现芯片小型化,并且由于未设置光栅基底,因此可以避免光栅基底与空气的相互作用,从而减少了空气阻尼现象所带来的噪声。

[0031] 可选地,所述振膜上具有第二开孔;

[0032] 和/或,所述光栅包括多个狭缝和环绕所述多个狭缝的周边区域,所述周边区域上具有第三开孔。

[0033] 前述第一开孔、第二开孔和第三开孔均具有减少空气阻尼现象的作用。

[0034] 可选地,所述振膜上设置有多个所述第二开孔,至少两个所述第二开孔的尺寸不同;

[0035] 和/或,至少两个所述第二开孔的形状不同。

[0036] 例如,述第二开孔的尺寸范围是1-200 μm ;和/或,所述振膜上第二开孔的总面积占所述振膜总面积的1%至5%。

[0037] 根据微穿孔吸声理论,在振膜上开孔,如果开孔得到的第二开孔的数目和直径适当,形成的第二开孔即相当于前述微孔,对高频声音有吸声效应。第二开孔的尺寸越小,吸收的频率越高。这样可以有效滤除麦克风芯片所处环境中的高频噪声。

[0038] 可选地,所述振膜为圆形振膜。

[0039] 当振膜的形状为圆形时,这样的振膜相对于形状为其他形状的振膜,占用空间面

积较小,能够保证麦克风芯片的小型化。并且,圆形振膜在受力时,其周围的应力均匀,不容易发生破裂,使用寿命较长,可以保证麦克风芯片性能的稳定性。

[0040] 可选地,所述光栅组的边界形状为圆形或圆弧形。

[0041] 在一种可选示例中,当麦克风芯片包括光栅基底时,当光栅组的边界形状、振膜的形状以及光栅基底的形状均为圆形时,可以有效减少麦克风芯片的体积;在另一种可选示例中,当麦克风芯片不包括光栅基底时,当光栅组的边界形状与振膜的形状均为圆形时,可以有效减少麦克风芯片的体积。

[0042] 可选地,所述麦克风芯片包括2个所述光发射器,其中,所述2个所述光发射器发射的光的波长分别为 λ_1 和 λ_2 ;所述 λ 满足:
$$\lambda = \frac{\lambda_1 \times \lambda_2}{|\lambda_1 - \lambda_2|}。$$

[0043] 双波长的检测范围,从单波长的 $\lambda_1/4$ 或 $\lambda_2/4$ 提高到 $\lambda/4$,最大检测灵敏度是在 $h=\lambda/8$, h 为反射镜到光栅的距离。通过设置两种波长可以避免检测灵敏度低的检测点,扩大麦克风芯片的线性工作区,在一定范围内增大麦克风芯片的测量量程。

[0044] 并且,当两个发光波长不同的光发射器的波长接近时,例如 λ_1 和 λ_2 的差值小于1,则通过上述波长公式,得到了一个更大的合成波长 λ 。通常一个光发射器发出的光的波长越大,其制造成本较高,则采用波长较小的两个光发射器来实现较大的合成波长 λ ,无需直接设置波长较大的光发射器,降低麦克风芯片的制造成本。

[0045] 可选地,所述麦克风芯片包括1个所述光发射器和3个所述光探测器;其中,所述3个所述光探测器分别用于接收所述光栅组衍射的-1级、0级和+1级的衍射光。

[0046] 可选地,所述麦克风芯片还包括:

[0047] 控制电路,所述控制电路用于控制所述光发射器发光。

[0048] 第二方面,提供一种麦克风,包括:第一方面任一所述的麦克风芯片,以及所述麦克风芯片的封装结构。

[0049] 本申请实施例提供的麦克风可以作为单独的麦克风使用,也可以应用于智能音响、自动驾驶、人机交互等物联网、车联网、机器人等领域需要长距离高保真拾取人声的场景。采用本申请实施例提供的麦克风,可以有效提高光学麦克风的探测灵敏度,以此提高光学麦克风的信噪比和动态范围等性能。

[0050] 第三方面,提供一种终端设备,包括处理器、存储器以及第一方面任一所述的麦克风芯片。示例的,该终端设备可以为智能音响、自动驾驶、人机交互等物联网、车联网或机器人等。

[0051] 其中,所述麦克风芯片用于采集声波,将声波转换成电信号输入至所述处理器;

[0052] 所述处理器,用于对声波转换成的电信号进行处理;

[0053] 所述存储器,用于存储所述处理器对所述电信号处理得到的数据。

[0054] 本申请实施例提供的麦克风芯片,所述多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离不同,因此,无需设置驱动结构以及驱动控制电路,即可实现反射镜与光栅距离的变化,不仅结构简单,还由于减少了驱动结构以及驱动控制电路的设置,而降低了制造工艺的难度和复杂度,减少了机械噪声和电路噪声。从而有效提高了麦克风芯片的拾音性能。

附图说明

- [0055] 图1是本申请实施例提供的一种麦克风芯片的结构示意图；
- [0056] 图2是本申请实施例提供的输出光强与F-P腔的腔长L的关系示意图；
- [0057] 图3和图4为本申请实施例提供的两种光栅组的俯视示意图；
- [0058] 图5至图15分别为本申请实施例提供的几种光栅组的截面示意图；
- [0059] 图16至图22分别为本申请实施例提供的几种麦克风芯片的结构示意图；
- [0060] 图23和图24为本申请实施例提供的另外两种光栅组的俯视示意图；
- [0061] 图25是本申请实施例提供的一种光栅基底的俯视结构示意图；
- [0062] 图26是本申请实施例提供的一种振膜的俯视结构示意图；
- [0063] 图27是本申请实施例提供的一种衍射光强与衍射级数的关系示意图；
- [0064] 图28为本申请实施例提供的另一种麦克风芯片的结构示意图；
- [0065] 图29为本申请实施例提供的一种麦克风的结构示意图；
- [0066] 图30为本申请实施例提供的一种终端设备的结构示意图。

具体实施方式

[0067] 随着物联网技术的发展,各种智能车、智能家居、智慧城市等智能化场景越来越多。在这些智能化场景中,通过麦克风进行声音的拾取,尤其远距离声音的可靠拾取,是一个技术难题。

[0068] 信噪比(SIGNAL-NOISE RATIO, SNR)是麦克风性能的一个重要指标,麦克风的信噪比等于麦克风接收的信号与麦克风固有噪声之比。麦克风灵敏度表示麦克风的声-电转换效率,麦克风固有噪声包括机械噪声和电路噪声(例如含热噪声、散粒噪声或暗电流噪声等)。

[0069] 对于常用的电学麦克风(如驻极体麦克风或电容式麦克风等)来说,麦克风录到声音信号的同时,也会录到周围环境的各种噪声信号,如果录音距离较远,将会导致麦克风录音信号的信噪比不足,从而使得麦克风拾取的声音信号模糊不清,可读性差。因此,光学麦克风应运而生。光学麦克风是以光波为载体,通过光纤或光学结构传感的方式接受外界的声音信号的麦克风。其将声音信号转化为光信号。光学麦克风不仅能够“拾取”信号,而且还能够“挑选”信号,从而抑制环境中各种噪声信号,相较于电学麦克风拾音的可靠性要高。光学麦克风采用光声传感技术和光电信号解调技术,对声音信号和振动进行传感,具有传统麦克风不具备的优异性能,比如灵敏度高、抗电磁干扰强、探测频谱范围宽或远距离监控通话等,适合于复杂电磁环境和恶劣环境条件下使用。

[0070] 为了便于读者理解,下面对光学麦克风的工作原理进行简单介绍。根据工作原理,光学麦克风可分为三种类型:强度调制型、相位调制干涉型和偏振态调制型。其中,相位调制干涉型的光学麦克风,采用衍射光栅法进行信号解调。其中,衍射光栅是通过有规律的结构,使入射光的振幅或相位(或两者同时)受到周期性空间调制的光学元件。衍射光栅法的具体原理为利用声压改变光的光程,使光栅的干涉条纹发生变化,使得光探测器探测到的电信号发生变化,并通过相位解调技术还原声音信号。

[0071] 本申请实施例提供一种麦克风芯片1,该麦克风芯片1也可以称为声音传感器或者麦克风传感器。如图1所示,麦克风芯片1包括:

[0072] 相对的基板11和振膜12,该基板11和振膜12通常平行设置;位于振膜12上靠近基板11的一侧的反射镜121;位于基板11和振膜12之间的光栅组;位于基板11与光栅组之间的光发射器14和光探测器15。

[0073] 其中,基板11可以是硅基或印制电路板(Printed Circuit Board,PCB)。光发射器14用于发射激光,光探测器15用于探测经过光栅组衍射后的光。示例的,光发射器14可以为垂直腔面发射激光器(Vertical Cavity Surface Emitting Laser,VCSEL)或其他类型激光器,光探测器为光电探测器(PD,Photodetector)或二极管光检测器。

[0074] 该麦克风芯片1中,振膜12是感受声压的敏感结构,在外界声压作用下,会发生一定的微小形变,该微小形变可被光探测器15通过检测到的光信号的强度变化推算出来,从而计算声压。振膜的材料可以为半导体材料(如单晶硅)、金属、金属合金或高分子聚合物等。

[0075] 反射镜121可以通过粘贴或者镀膜的方式附着于振膜12上,用于反射光发射器14发出的光。示例的,该反射镜121是一层金属薄膜。可选地,该反射镜121的反射率通常在90%以上。

[0076] 光栅组包括多个光栅13,所述多个光栅中至少两个光栅13到反射镜121的距离不同。本申请实施例中,光栅与反射镜的距离指的是两者的垂直距离,在一种情况下,该距离为光栅的上表面与反射镜的上表面之间(即两者的间隙)的垂直距离;在另一种情况下,该距离为反射镜的下表面与光栅的上表面之间的垂直距离。本申请实施例对此不做限定。光栅13的厚度不能太厚,以防止光发射器14发出的激光无法透过光栅13到达反射镜121;一般情况下,光栅13的厚度可以为10nm-100um的范围内,本申请不做具体限定。

[0077] 如图1所示,假设光栅组包括2个光栅13,假设反射镜到光栅的距离为反射镜的下表面与光栅的上表面之间的垂直距离,则2个光栅13到反射镜121的距离分别为 d_1 和 d_2 ,两者不同。

[0078] 由于光栅和反射镜的之间的距离需通过装配方式实现,很难制作得非常精确,精度通常是在10um甚至mm级别,无法满足精度要求,所以在传统的麦克风芯片中,会设置有驱动结构和驱动控制电路来调整振膜12位置,从而保证反射镜和光栅之间的距离满足要求,保证麦克风芯片的灵敏度;然而,这样一方面会增加制造工艺的难度和复杂度,另一方面会增加机械噪声和电路噪声,无法保证麦克风芯片的信噪比,影响麦克风芯片的拾音性能。

[0079] 而本申请实施例提供的麦克风芯片,所述多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离不同,因此,无需设置驱动结构以及驱动控制电路,让至少一个光栅与反射镜的距离满足要求,从而保证麦克风芯片的灵敏度,不仅结构简单,还由于减少了驱动结构以及驱动控制电路的设置,而降低了制造工艺的难度和复杂度,减少了机械噪声和电路噪声,提高了麦克风芯片的信噪比。从而有效提高了麦克风芯片的拾音性能。

[0080] 具体地,在本申请实施例中,反射镜121与光栅13形成的腔体,相当于法布里-珀罗(Fabry-Perot,F-P)腔,反射镜121与光栅13之间的距离相当于F-P腔的腔长 L 。如图2所示,图2是本申请实施例提供的输出光强与F-P腔的腔长 L 的关系示意图。其中横轴为腔长 L ,单位为 10^{-6} m(米),纵轴是归一化(也称标准化)后的输出光强,单位为1。由图2可知,当入射光波长 λ 为一定值时,输出光强与F-P腔的腔长 L 为一近似余弦函数。当腔长 L 等于 $\lambda/4$ 的偶数倍,即 $L=2m\lambda/4$ 时(m 为整数),麦克风芯片的输出光强取得最大值(即图2中M点);而当腔长 L

等于 $\lambda/4$ 的奇数倍,即 $L = (2m+1)\lambda/4$ 时 (m 为整数),麦克风芯片的输出光强取得最小值(即图2中N点),上述两种情况下,余弦函数均为非线性的,麦克风芯片的灵敏度最低。以图2中横轴变化范围为 $\lambda/4$ 的一段余弦函数为例,在余弦函数的P2点(在该点余弦函数曲线的斜率取得最大值),输出光强的线性最好,灵敏度也最高。在P2点,当麦克风芯片受到的外界扰动很小时(腔长变化量 ΔL 满足关系: $-\lambda/16 < \Delta L < \lambda/16$,即腔长变化量 ΔL 在图中P1点到P3点之间的长度为 $\lambda/8$ 的范围内),输出光强与腔长 L 存在一定线性关系,通过测量输出光强的变化量,就可以较为准确地反推出外部声压变化的大小。

[0081] 由此可知,对于F-P腔的腔长 L ,其初始的腔长满足 $L = n\lambda/4 + \lambda/8$ 时输出光强的线性最好, n 为整数。在此基础上,腔长变化量 ΔL 满足关系: $-\lambda/16 < \Delta L < \lambda/16$,输出光强与腔长 L

存在一定线性关系,也即是, $\frac{n\lambda}{4} + \frac{\lambda}{16} \leq L \leq \frac{n\lambda}{4} + \frac{3\lambda}{16}$,腔长 L 处于图2中的线性区域。本申请实

施例将麦克风芯片输出光强与腔长 L 存在这种线性关系称为麦克风芯片处于线性工作区。

[0082] 可选地,在本申请实施例提供的麦克风芯片中,所述多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离之差(即两者在竖直方向上的落差或者高度差) g 为 $\lambda/8$ 的奇数倍,该 λ 为光发射器发射的光的波长。也即是,不限定反射镜到光栅组的距离,只需保证至少两个光栅的落差 g 为 $\lambda/8$ 的奇数倍即可。应理解,多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离之差 g 与 $\lambda/8$ 的奇数倍有一定差别也在本申请的保护范围内,例如, g 为与 $\lambda/8$ 的奇数倍相差小于等于 $\lambda/16$ 的值;光栅可以通过微纳机械加工实现,两个光栅之间的距离差的制作精度可以精确到nm级别。

[0083] 其中,任意相邻两个光栅到反射镜的距离不同;进一步地,任意相邻两个光栅到反射镜的距离之差(即两者在竖直方向上的落差或者高度差) g 为 $\lambda/8$ 的奇数倍。

[0084] 参考前述原理以及图2,假设光栅组中的任一个光栅为基准光栅A,若该基准光栅A与反射镜的距离 L_1 处于线性区域内,则与该基准光栅A相邻的光栅B与反射镜的距离 L_2 通常处于非线性区域内。即 L_1 和 L_2 满足:

$$[0085] \quad \frac{n\lambda}{4} + \frac{\lambda}{16} \leq L_1 \leq \frac{n\lambda}{4} + \frac{3\lambda}{16} \quad (\text{公式一});$$

$$[0086] \quad \frac{n\lambda}{4} + \frac{\lambda}{16} + \frac{(2m+1)\lambda}{8} \leq L_2 \leq \frac{n\lambda}{4} + \frac{3\lambda}{16} + \frac{(2m+1)\lambda}{8} \quad (\text{公式二});$$

[0087] 其中, m 和 n 均为非负整数,即0、1、2...

$$[0088] \quad \text{则}L_2\text{的范围由公式二变形为:} \frac{(n+m)\lambda}{4} + \frac{3\lambda}{16} \leq L_2 \leq \frac{(n+m)\lambda}{4} + \frac{5\lambda}{16} \quad (\text{公式三})。$$

参考图2可以看出, L_2 除端点外均处于非线性区域(即不是线性区域)内。

[0089] 例如,假设该基准光栅A与反射镜的距离 L_1 为前述图2中P1至P3点对应距离,即 $\frac{3\lambda}{4} + \frac{\lambda}{16} \leq L_1 \leq \frac{3\lambda}{4} + \frac{3\lambda}{16}$,光栅B与该基准光栅A到反射镜的距离之差 g 为 $\lambda/8$,即, $n=3, m=0$,

则光栅B到反射镜的距离 $\frac{3\lambda}{4} + \frac{3\lambda}{16} \leq L_1 \leq \frac{3\lambda}{4} + \frac{5\lambda}{16}$,即距离 L_2 为前述图2中P3至P4点对应距离

(或称腔长),P4点与P3点在纵轴上的值相同,显然该距离 L_2 只有端点P3处于线性区域中,或者说基本不属于线性区域。

[0090] 若该基准光栅A与反射镜的距离L1不处于线性区域内,则与该基准光栅A相邻的光栅B与反射镜的距离L2处于线性区域内。在第一种情况下, L1和L2满足:

$$[0091] \quad 0 < L1 < \frac{\lambda}{16} \quad (\text{公式四});$$

$$[0092] \quad \frac{(2m+1)\lambda}{8} < L2 < \frac{\lambda}{16} + \frac{(2m+1)\lambda}{8} \quad (\text{公式五});$$

[0093] 其中, m为非负整数, 即0、1、2...

$$[0094] \quad \text{则, 在第一种情况下, } L2 \text{ 的范围变形为: } \frac{m\lambda}{4} + \frac{\lambda}{8} < L2 < \frac{m\lambda}{4} + \frac{3\lambda}{16} \quad (\text{公式六}), \text{ 参考}$$

图2可以看出, 距离L处于线性区域内。

[0095] 例如, 假设 $m=1$, 则L2为图2中P5至P6点对应距离, 由于P5至P6点之间的区域与P2至P3点之间的区域的位置对应点的斜率一致, 因此, 光栅B与反射镜的距离L2处于线性区域内。其中, 位置对应点指的是两个点在纵轴上的值相等。

[0096] 在第二种情况下, L1和L2满足:

$$[0097] \quad \frac{p\lambda}{4} - \frac{\lambda}{16} < L1 < \frac{p\lambda}{4} + \frac{\lambda}{16} \quad (\text{公式七});$$

$$[0098] \quad \frac{p\lambda}{4} - \frac{\lambda}{16} + \frac{(2m+1)\lambda}{8} < L2 < \frac{p\lambda}{4} + \frac{\lambda}{16} + \frac{(2m+1)\lambda}{8} \quad (\text{公式八});$$

[0099] 其中, p为正整数, 即1、2..., m为非负整数, 即0、1、2...

$$[0100] \quad \text{在第二种情况下, } L2 \text{ 的范围变形为: } \frac{(m+p)\lambda}{4} + \frac{\lambda}{16} < L2 < \frac{(m+p)\lambda}{4} + \frac{3\lambda}{16} \quad (\text{公式九}),$$

参考图2可以看出, 距离L2处于线性区域内。

[0101] 例如, 假设该基准光栅A与反射镜的距离为前述图2中P3至P4点对应距离, 光栅B与该基准光栅A到反射镜的距离之差 g 为 $3\lambda/8$, 即, $p=4, m=1$, 则, $\frac{5\lambda}{4} + \frac{\lambda}{16} < L2 < \frac{5\lambda}{4} + \frac{3\lambda}{16}$, 光

栅B到反射镜的距离L2为前述图2中P7至P8点对应距离, 由于P7点至P8点之间的区域与P1至P3点之间的区域的位置对应点的斜率一致, 因此, 光栅B与反射镜的距离L2处于线性区域内。其中, 位置对应点指的是两个点在纵轴上的值相等。

[0102] 由上述原理可知, 无论光栅组中任一光栅与反射镜之间的距离为多少, 基于前述距离差设置光栅组中的光栅, 可以保证: 无论任一时刻, 均至少有一个光栅与振膜的距离处于线性区域。而只要有一个光栅与振膜的距离处于线性区域, 即可保证麦克风芯片工作在线性工作区, 因此, 所述多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离之差 g 为 $\lambda/8$ 的奇数倍可以保证麦克风芯片始终工作于线性工作区。

[0103] 示例的, 假设光发射器发出的光的波长为 $\lambda=850\text{nm}$ (纳米), 为了使麦克风处于线性工作区, 所述多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离之差 g 最小可以取 $\lambda/8 \approx 106.3\text{nm}$, g 值也可以取 318.8nm ($3\lambda/8$) 或 531.3nm ($5\lambda/8$) 等。

[0104] 进一步的, 在振膜振动过程中, 即使一个光栅与反射镜的距离不处于线性区域中, 还存在其他光栅与反射镜的距离处于线性区域中。相当于光栅之间起到了相互补偿的作用。并且, 在装配完成后, 可以对麦克风芯片进行简单调试, 例如调试光栅组与反射镜的距

离,然后对该麦克风芯片进行简单检测,即可实现麦克风芯片处于线性工作区,装配、调试和检测过程均较为简便。

[0105] 提高麦克风芯片的探测灵敏度可以有效提高麦克风芯片的信噪比,而提高麦克风芯片的探测灵敏度的一个主要措施是使得麦克风芯片处于线性工作区。传统的麦克风芯片,通过驱动结构和相应的驱动控制电路控制振膜,使得反射镜和光栅的距离位于线性区域,这样的调节复杂度较高,而本申请实施例通过将光栅替换为光栅组,在简化结构的基础上,降低了制造工艺难度,并保证了麦克风芯片稳定地处于线性工作区。从而提高麦克风探测灵敏度,以及信噪比。

[0106] 图3和图4分别为本申请实施例提供的两种光栅组的俯视示意图。光栅是由大量平行狭缝131构成的光学元件,这些狭缝131是由多个平行排列的栅条132形成,其中,每两个相邻的栅条形成一条狭缝131。在本申请实施例中,光栅的狭缝131可以等宽等间距(该间距即栅条的宽度),也可以不等宽和/或不等间距。该光栅组的边界形状也可以有多种,只要保证光栅组的正常的衍射和相位干涉功能即可。其中,光栅组的边界形状指的是光栅组在基板上的正投影的边缘所围成的形状,也即是光栅组被俯视时的边界形状。图3所示的光栅组的边界形状为矩形,图4所示的光栅组的边界形状为圆形。可选地,光栅组的边界形状还可以为椭圆形、梯形或者三角形或者其他不规则形状。考虑到光发射器投射的光斑通常是圆形的。在光栅组的边界面积略大于或等于投射光斑面积情况下,当光栅组的边界形状为圆形或圆弧形时,这样的光栅组相对于边界形状为其他形状的光栅组,对光的衍射效果相差不大,但是光栅组整体面积减小,占用空间面积较小,能够保证麦克风芯片的小型化。

[0107] 可选地,光栅中栅条的长度可相等,也可以不相等。以前述图3和图4为例,图3中的光栅中栅条的长度相等,图4中的光栅中栅条的长度不相等。每个栅条的截面可以呈矩形、三角形、锯齿形或不规则形状等,为了便于说明,后续实施例均以每个栅条132的截呈矩形为例进行说明,例如,参见图5,图5是图3或图4所示的光栅组的A-A截面示意图,图5中,每个栅条132的截呈矩形为例进行说明。值得说明的是,在图5中,双光栅的光栅组,采用“左高右低”的实现方式,实际上,也可以采取“左低右高”实现方式。

[0108] 进一步的,光栅组中不同光栅的形状和/或尺寸可以相同也可以不同。本申请实施例对此不做限定。其中,当光栅组中的光栅的形状和/或尺寸相同时,可以减少制造工艺的难度和复杂度。

[0109] 本申请实施例中的光栅组可以由多个光栅以多种形式组合得到,只要保证所述多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离之差满足前述差值公式即可。则请参考图5至图15,图5至图15为本申请实施例提供的几种示例性光栅组的结构,其中,图5是光栅组包括2个光栅(即光栅组为双光栅结构)时的结构示意图;图6至图9是光栅组包括3个光栅(即光栅组为三光栅结构)时的结构示意图;图10至图12是光栅组包括4个光栅(即光栅组为四光栅结构)时的结构示意图;图13至图15是光栅组包括5个光栅(即光栅组为五光栅结构)时的结构示意图。图5至图15中的任一种结构示意图均可以为前述图3或图4所示的光栅组的A-A截面图。值得说明的是,本申请实施例中的光栅组可以是基于具有距离差的双光栅结构在光栅截面(即前述A-A截面)进行一次或多次轴对称、中心对称、角度旋转等操作后的变形结构。光栅组还可以包括6个光栅或者7个光栅等,其截面形状还可以为其他形状。本申请实施例对此不再赘述。

[0110] 值得说明的是,图5至图15各个光栅的栅条的疏密程度,以及栅条的条数只是示意性绘制,本申请实施例并不对此进行限制。

[0111] 本申请实施例中光栅组可以通过多种方式固定在基板和振膜之间,下面以以下两种实现方式为例进行说明:

[0112] 在第一种实现方式中,光栅组通过光栅基底固定在基板和振膜之间。如图1以及图16至图21所示,麦克风芯片1还包括:

[0113] 位于基板11和振膜12之间的光栅基底16,该光栅基底16用于布置光栅组,并透过光发射器14发射的光,该光栅基底16可以与基板平行设置;支撑结构17,该支撑结构17固定于基板11和振膜12之间,光栅基底16与支撑结构17固定连接。

[0114] 其中,光栅基底16的形状可以有多种,例如图1、图17至图21所示的台阶状或图16所示的板状,只要保证有效固定光栅组,并使得固定的光栅组中光栅之间存在前述距离差即可。其中,采用板状光栅基底来固定光栅组,可以简化光栅基底的制造难度,降低制造成本。

[0115] 该光栅基底的材质需要与发射器发射的光匹配,以保证透过光发射器14发射的光。示例的,若发射器34发射的光为可见光,光栅基底16可以采用透明材质制成,例如透明塑料、玻璃或者石英等。若发射器34发射的光为红外光,光栅基底16可以采用能够透射红外光的滤光片(即该滤光片用于滤除除红外光之外的其他光)制作。

[0116] 光栅组可以通过在光栅基底上直接制作、粘贴或者转印等方式固定在光栅基底上。在本申请实施例中,光栅组中的光栅可以根据情况固定在光栅基底16的至少一侧,光发射器14和光探测器15的位置也可以相应调整。本申请实施例以以下几种可选方式为例对光栅组中光栅的布置方式进行说明:

[0117] 在第一种可选方式中,如图1和图17至图21所示,光栅组的多个光栅13布置在光栅基底16的靠近振膜12的一侧。

[0118] 在第二种可选方式中,如图20所示,光栅组的多个光栅13布置在光栅基底16的远离振膜12的一侧。

[0119] 在第三种可选方式中,如图16所示,光栅组的多个光栅13布置在光栅基底16的靠近振膜12的一侧和远离振膜12的一侧。也即是光栅组中一部分光栅13布置在光栅基底16的靠近振膜12的一侧,另一部分光栅13布置在光栅基底16的靠近振膜12的一侧。

[0120] 在前述三种可选方式中,光发射器14和光探测器15位于基板11上。

[0121] 以图17至19为例,对本申请实施例提供的麦克风芯片的工作原理进行说明:当声压作用在振膜上,振膜12发生形变,带动振膜12下方的反射镜121向上或向下移动,光发射器14发出的光,一部分在光栅13下表面发生反射,一部分透过光栅狭缝透射到反射镜121,被反射镜121再次反射到光栅13上表面,这样具有光程差的光通过光栅13发生衍射以及相位干涉,通过光探测器15接收光栅的衍射光后,将光信号转化为电信号,并将电信号传输至后续的处理芯片,由该处理芯片进行信号解调。

[0122] 在第四种可选方式中,如图21所示,光栅组的多个光栅13位于光栅基底16的靠近振膜12的一侧;光发射器14和光探测器15位于光栅基底16的远离振膜12的一侧。也即是光栅组以及光发射器14和光探测器15分别位于光栅基底16的两侧,且光发射器14和光探测器15在光栅基底16的同一侧。这样光发射器14发出的光仅需经过光栅基底16即可到达光栅,

光发射器14与光栅基底16之间的距离较短。在保证光发射器14发散角的前提下,器件的布置更紧凑,可以减少基板11到光发射器14和光探测器15的距离,以减少麦克风芯片的整体厚度,实现麦克风芯片的小型化。

[0123] 第四种可选方式中的麦克风芯片的原理可以参考前述三种可选方式的工作原理,本申请实施例对此不再赘述。

[0124] 本申请实施例中,该支撑结构17可以有多种实现方式,只要保证将光栅基底16有效固定在基板11和振膜12之间即可。

[0125] 在第一种可选实现方式中,支撑结构17可以包括多个柱状结构,如隔垫物(Photo Spacer,PS),每个柱状结构的两端(即两个平行的表面所在端)分别与基板11和振膜12固定连接。该多个柱状结构可以绕基板11和振膜12边缘均匀分布,实现对基板11和振膜12的有效支撑。

[0126] 在第二种可选实现方式中,支撑结构17为环形结构,即其俯视形状呈环形,支撑结构17的两端分别与基板11和振膜12固定连接。该支撑结构17可以绕基板11和振膜12边缘分布,与基板11和振膜12围成用于放置光栅组、光发射器和光探测器的腔体,实现对基板11和振膜12的有效支撑。该腔体为封闭腔体,可以阻挡外界灰尘,提高麦克风芯片的使用寿命。示例的,该支撑结构可以采用封框胶制成。

[0127] 需要说明的是,该支撑结构还可以为其他用于支撑的结构,例如镂空的支撑架(可以实现麦克风芯片的良好散热)等,本申请对此不做限定。

[0128] 本申请实施例中,光栅基底16在支撑结构17上的固定方式也可以有多种。

[0129] 在一种可选实现方式中,如图16所示,支撑结构17的侧面具有卡接口,光栅基底16的边缘可以插入该卡接口,以与支撑结构17固定连接。示例的,支撑结构17上可以具有多个卡接口,该多个卡接口与支撑结构17的至少两侧(例如支撑结构17水平放置时的前后左右四侧中的至少两侧)对应,以使光栅基底16更为稳固地卡接在支撑结构17上。例如,若支撑结构17为前述第一种可选实现方式中的支撑结构时,多个柱状结构中的一个或多个柱状结构的朝向光栅基底的侧面设置该卡接口;若支撑结构17为前述第二种可选实现方式中的支撑结构时,支撑结构17的一个或多个内表面设置该卡接口。

[0130] 在另一种可选实现方式中,如图17所示,支撑结构17由上支撑件171和下支撑件172两部分组成,光栅基底16的边缘可以卡接在上支撑件171和下支撑件172之间,以与支撑结构17固定连接。例如,若支撑结构17为前述第一种可选实现方式中的支撑结构时,多个柱状结构中每个柱状结构均分为上下两部分,前述上支撑件171由多个柱状结构的上部分组成,前述下支撑件172由多个柱状结构的下部分组成;若支撑结构17为前述第二种可选实现方式中的支撑结构时,支撑结构17分为上下两部分,上支撑件171即为支撑结构17的上部分,下支撑件172即为支撑结构17的下部分。

[0131] 在又一种可选实现方式中,如图18所示,光栅基底16的边缘可以通过胶接(即胶水或者粘接剂连接)的方式与支撑结构17固定连接。

[0132] 在第二种实现方式中,光栅组通过支撑结构固定在基板和振膜之间,如图22所示,麦克风芯片1还包括:

[0133] 支撑结构17,支撑结构17固定于基板11和振膜12之间;每个光栅13固定在支撑结构17上。

[0134] 该支撑结构17的结构和材质可以参考前述实施例中的支撑结构17的结构和材质,光栅13在支撑结构17上的固定方式,也可以参考前述实施例中光栅基底16在支撑结构17上的固定方式,本申请实施例不再赘述。该光栅组与支撑结构的固定连接可以通过微机械加工和微组装工艺来实现。

[0135] 在一种可选示例中,当采用光栅基底承载光栅组时,光栅组的结构可以如图3和图4所示,每个光栅的各个栅条均可以间隔设置,互相之间不连接。而当不再设置光栅基底后,光栅组中每个光栅的结构可以如图23和图24所示,该光栅除了狭缝131和栅条132之外,还包括与各个栅条132连接的连接条133,该连接条133可以为线形连接条,也可以为非线形连接条,如曲线连接条,通过该连接条133可以保证光栅中的各个栅条连接,起到对栅条的固定作用。当采用前述图19或图20所示的固定方式将光栅13固定在支撑结构17上,可以至少将连接条133所在侧与支撑结构17固定。图23和图24均以光栅组包括2个光栅为例进行说明,但并不对光栅组中光栅的个数进行限定。并且,图23和图24所示的光栅组以及类似的光栅组的A-A截面示意图仍然可以参考前述图5至图15,本申请实施例不再赘述。

[0136] 在另一种可选示例中,每个光栅可以通过在如玻璃片等透明片状结构上刻蚀(例如激光刻蚀)出多个平行刻痕制成,该刻痕即为前述狭缝,每两个刻痕之间即为前述栅条,这样每个光栅实际为一个带有刻痕的片状结构,可以采用前述光栅基底16在支撑结构17上的固定方式,固定在支撑结构17上。

[0137] 需要说明的是,在前述第一种实现方式中,光栅基底由于空气阻尼现象,会引入机械噪声。其中,空气阻尼现象指的是由于存在空气阻力,造成器件的机械谐振运动的振幅逐步减小的物理现象。

[0138] 而在第二种实现方式中,通过将光栅直接与支撑结构固定,无需设置光栅基底,光栅类似于悬浮在振膜和基板之间,从而减少麦克风芯片的厚度,实现芯片小型化,并且由于未设置光栅基底,因此可以避免光栅基底与空气的相互作用,从而减少了空气阻尼现象所带来的噪声。

[0139] 进一步可选地,如图17至图21所示,光栅基底16具有第一开孔161。请参考图25,图25是一种光栅基底16的俯视结构示意图。光栅基底16具有一个或多个该第一开孔161。当光栅基底16具有多个第一开孔161时,该多个第一开孔161的形状和/或尺寸(或面积)可以相同也可以不同。示例的,多个第一开孔161的形状可以包括圆形、矩形、蜂窝状(即正六边形)、三角形、椭圆形或其他不规则形状中的一种或多种,图25中,以第一开孔161包括圆形和不规则条状两种类型的开孔为例进行说明,但本申请实施例并不对第一开孔的形状进行限定。

[0140] 由于第一开孔的个数越多,尺寸越大,光栅基底16与空气的相互作用越小,空气阻尼现象相应减弱。因此,可以在保证光栅基底16对光栅组有效承载的前提下,尽量设置更多以及尺寸更大的第一开孔。进一步的,该多个第一开孔161可以在光栅基底上均匀分布,例如呈中心对称或轴对称分布,这样可以保证光栅基底受力均匀,提高光栅基底的寿命。

[0141] 值得说明的是,光栅基底的边界(即光栅基底在基板上正投影的边界)的形状和/或尺寸需要与光栅组匹配,以实现光栅组的有效承载。示例的,光栅基底的形状可以与光栅组边界形状相同,例如,当光栅组的边界形状如图4所示时,光栅基底的边界形状如图25所示,两者的形状均为圆形。光栅基底的边界尺寸可以大于或等于光栅组的边界尺寸,以保

证光栅组在基板上正投影所在区域位于光栅基底在基板上正投影所在区域中。例如,光栅基底的边界和光栅组的边界呈圆形时,光栅基底对应的圆形的直径大于光栅组对应的圆形的直径。

[0142] 可选地,如图18至图22所示,振膜12上具有第二开孔122,以减少空气阻尼现象所带来的噪声。请参考图26,图26是一种振膜12的俯视结构示意图。

[0143] 振膜12具有一个或多个该第二开孔122。当振膜12具有多个第二开孔122时,该多个第二开孔122的形状和/或尺寸(或面积)可以相同也可以不同。示例的,多个第二开孔122的形状可以包括圆形、矩形、三角形、椭圆形或其他不规则形状中的一种或多种,图26中,以第二开孔122包括圆形的开孔为例进行说明,但本申请实施例并不对第二开孔的形状进行限定。

[0144] 由于第二开孔的个数越多,尺寸越大,振膜12与空气的相互作用越小,空气阻尼现象相应减弱。因此,可以在保证振膜12对反射镜有效固定的前提下,尽量设置更多以及尺寸更大的第二开孔。进一步的,该多个第二开孔122可以在振膜12上均匀分布,例如呈中心对称或轴对称分布,这样可以保证振膜12受力均匀,提高振膜12的寿命。由于反射镜通常位于振膜12的中部,因此第二开孔122通常分布在振膜12的边缘。

[0145] 示例的,振膜12上设置有多个第二开孔122时,至少两个第二开孔122的尺寸不同;和/或,至少两个第二开孔122的形状不同。该多个第二开孔122的尺寸和形状可以通过仿真软件经过模拟得到,也可以根据专家的经验设置,还可以根据实际需要或理论计算得到。

[0146] 传统的麦克风芯片的振膜并不开孔,如果振膜不开孔,随着大气压力的升高,麦克风芯片的灵敏度会变差,并且在于腔内和腔外压力差过大时容易导致麦克风芯片损坏。本申请实施例在振膜上开孔,一方面减小空气阻尼,降低机械噪声,提高麦克风信噪比,另一方面使腔内外气压相通,也可在一定程度上释放振膜的应力。

[0147] 另外,由于振膜12的厚度通常较薄,可以基于微穿孔吸声理论在振膜12上设置第二开孔122,以实现振膜的吸声效应。

[0148] 其中,微穿孔吸声理论指的是在厚度小于1.0mm(毫米)的薄膜(或板状结构)上设置直径小于1.0mm的微孔(也称微穿孔),开孔率(即开孔面积之和占薄膜整体面积的比例)通常为1%至5%,也即是振膜上第二开孔的总面积占振膜总面积的1%至5%,在薄膜一侧预留一定厚度(例如5-20cm(厘米))的空气层,从而形成微穿孔吸声结构,该结构为一具有吸声特性的共振高声阻结构。

[0149] 根据微穿孔吸声理论,在振膜上开孔,如果开孔得到的第二开孔的数目和直径适当,形成的第二开孔即相当于前述微孔,对高频声音有吸声效应。第二开孔的尺寸越小,吸收的频率越高。这样可以有效滤除麦克风芯片所处环境中的高频噪声。

[0150] 示例的,振膜上第二开孔的尺寸范围可以是1-200um(微米)。当振膜上具有多个第二开孔时,不同尺寸的第二开孔组合可以增加吸收的频率的宽度(也称吸声带宽),实现多种频率的高频噪声的滤除,从而扩大滤除噪声的范围。通过在振膜上设置第二开孔来形成吸声效应,是一种有效降噪手段,能够提高麦克风芯片的灵敏度、信噪比和动态范围。

[0151] 例如,假设采用该麦克风传感器来拾取人声,而人声频率范围为20Hz(赫兹)~20kHz(千赫兹),因此需要滤除的是高于20kHz的噪声。则可以设置直径为10um或20um的固定直径的多个第二开孔来实现高于20kHz的噪声的滤除。进一步的,还可以采用直径范围在

10 μm ~20 μm 的多种直径组合的多个第二开孔来实现高于20kHz的噪声的滤除,如10 μm 和20 μm 直径的第二开孔组合,这样振膜的吸声带宽大大增加,高频吸声的效果会更好。

[0152] 在本申请实施例中,振膜12的形状可以为圆形、矩形、三角形或其他不规则形状等多种形状,只要能够产生微小形变,以实现麦克风芯片的拾音性能即可。

[0153] 示例的,振膜12为圆形振膜。当振膜的形状为圆形时,这样的振膜相对于形状为其他形状的振膜,占用空间面积较小,能够保证麦克风芯片的小型化。并且,圆形振膜在受力时,其周围的应力均匀,不容易发生破裂,使用寿命较长,可以保证麦克风芯片性能的稳定性。

[0154] 进一步可选地,如图22所示,当光栅13包括多个狭缝和环绕该多个狭缝的周边区域时,该周边区域上可以具有第三开孔,以减少空气阻尼现象所带来的噪声。该周边区域为位于光栅边缘的不影响光栅的衍射和相位干涉功能的区域。例如,在一些场景中,如光栅为图23或图24所示的光栅组中的光栅,光栅包括连接条时,该周边区域为连接条133所在区域,则可以在连接条133上设置第三开孔,或者,光栅通过在如玻璃片等透明片状结构上刻蚀刻痕得到,则周边区域为该透明片状结构上环绕该多个刻痕的外围区域,可以在该外围设置第三开孔。当麦克风芯片设置有带有第一开孔的光栅基底时,则部分或全部第三开孔可以和第一开孔连通,以减少光栅对第一开孔的阻挡。需要说明的是,在另一些场景中,光栅本身尺寸就比较小,也即是光栅没有或者基本没有周边区域,如图3和图4所示的光栅组中的光栅,则无需设置该光栅开孔。

[0155] 当光栅13具有多个第三开孔时,该多个第三开孔的形状和/或尺寸(或面积)可以相同也可以不同。示例的,多个第三开孔的形状可以包括圆形、矩形、三角形、椭圆形或其他不规则形状中的一种或多种,第三开孔的形状可以参考前述第一开孔和第三开孔的形状。示例的,该光栅13的俯视结构图可以参考图25中光栅基底的俯视结构示意图。

[0156] 同理地,由于第三开孔的个数越多,尺寸越大,光栅13与空气的相互作用越小,空气阻尼现象相应减弱。因此,可以在保证光栅13自身性能的前提下,尽量设置更多以及尺寸更大的第三开孔。

[0157] 本申请实施例中,一个光栅的衍射光强与衍射级数的关系参见图27,横轴表示衍射能量的级数,纵轴表示归一化的衍射光强。基于光栅衍射理论可知,当反射镜与某一光栅的距离为 $\lambda/4$ 的奇数倍时,经由反射镜和该某一光栅的上反射面的衍射光将产生的相位差为 $\pi/2$,参考图27中实线曲线,衍射图形的衍射能量主要集中在 ± 1 级;当反射镜与某一光栅的距离为 $\lambda/4$ 的偶数倍时,经由反射镜和该某一光栅的上反射面的衍射光将产生的相位差为0,参考图27中虚线曲线,衍射图形的衍射能量主要集中在0级, ± 1 级处的光强为0。需要说明的是,前述光栅组相当于一个特殊光栅,其衍射光强与衍射级数的关系曲线也可以参考图27。

[0158] 由此可以看出,当每个光栅到反射镜的距离为 $\lambda/4$ 的整数倍时,对于每个光栅,其衍射光强集中在0级(即最大光强出现在0级)或集中在 ± 1 级处(即最大光强出现在 ± 1 级),则光栅组的衍射光强集中在0级和/或 ± 1 级处。当反射镜与某一光栅的距离不为 $\lambda/4$ 的整数倍时,例如,当所述多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离之差 g 为 $\lambda/8$ 的奇数倍时,衍射光强与衍射级数的关系曲线相当于是图27中的实线曲线和虚线曲线加权叠加所形成的曲线,衍射能量主要集中在0级和 ± 1 级,在一些情况下,衍射能量也会部分分布在 ± 3 级处。

[0159] 本申请实施例中,光发射器和光探测器的个数和设置位置需要基于前述衍射光强与衍射级数的关系确定。在一种可选方式中,可以基于光发射器的位置、光发射器的发光角度、反射镜的位置和光栅组的位置中的一种或多种参数,采用光栅方程计算得到光接收器的目标位置;在另一种可选方式中,可以基于光发射器的位置、光发射器的发光角度、反射镜的位置和光栅组的位置中的一种或多种参数,采用仿真软件模拟得到光接收器的目标位置。当目标位置有至少一个时,将光探测器设置在一个或多个目标位置上。在该目标位置上的光强大于指定光强阈值,例如该指定光强阈值为0。通常该目标位置即为前述的-3级、-1级、0级、+1级和+3级对应位置。

[0160] 其中,对于光栅组中的任一光栅,该光栅满足的光栅方程为: $d(\sin\alpha+\sin\beta)=c\lambda$;其中, λ 为前述光发射器发射的光的波长, d 为该光栅的狭缝的间距,也称光栅常数, α 为光发射器发射的光在该光栅的入射角, β 为光栅衍射角, c 为整数,取值为0, ± 1 , ± 2 ,……。

[0161] 如图1、图16、图18、图20至图22所示,光发射器可以是一个;又如图17和图19所示,光发射器也可以是两个甚至多个。光发射器的波长可以是相同,也可以不同。同理,光接收器可以是一个,也可以是两个、三个(如图1、图16、图18至图22所示)、四个、五个或六个(图17)等。

[0162] 在一种示例中,如图18或图22所示,麦克风芯片包括1个光发射器14和3个光探测器15;其中,3个光探测器15分别用于接收光栅组衍射的-1级、0级和+1级的衍射光。这样能够在衍射能量集中的0级和 ± 1 级进行光强检测时,光强检测灵敏度较高。采用图18或图22所示的光发射器和光探测器的组合可以有效适配该应用场景。

[0163] 在另一种示例中,如图17所示,麦克风芯片包括2个光发射器14和6个光探测器15;6个光探测器15分别用于接收光栅组衍射的-3级、-1级、0级、0级、+1级和+3级的衍射光。

[0164] 在又一种示例中,麦克风芯片包括2个光发射器14和5个光探测器15;5个光探测器15分别用于接收光栅组衍射的-3级、-1级、0级、+1级和+3级的衍射光。

[0165] 本申请实施例中,当采用两个光发射器和多个光接收器,可以提高衍射光强的接收效果,提高探测灵敏度。

[0166] 根据光栅衍射理论以及图27可知, ± 5 级及以后的衍射光强非常弱,通常一般最多采用光探测器对0级、 ± 1 级、 ± 3 级的衍射光强进行接收。以节约麦克风芯片的制造成本。

[0167] 本申请实施例中,前述光发射器发射的光的波长 λ 在不同应用场景中可以有不同的定义。在一种情况下,当麦克风芯片包括一个光发射器,该光发射器发射的光的波长 λ 等于该一个光发射器发射的光的波长;在另一种情况下,当麦克风芯片包括多个光发射器,该多个光发射器发射的光的波长相等,则该光发射器发射的光的波长 λ 等于该多个光发射器中任一光发射器发射的光的波长;在又一种情况下,当麦克风芯片包括多个光发射器,该多个光发射器发射的光的波长有多种,则该光发射器发射的光的波长 λ 等于该多种波长的合成波长。

[0168] 假设该个发射器发射的光有 k 种波长,分别为 λ_1 至 λ_k , k 为大于1的整数。光发射器发射的光的波长 λ 满足合成波长公式:

$$[0169] \quad \lambda = \max \left(\frac{\lambda_i \times \lambda_j}{|\lambda_i - \lambda_j|} \right); \text{其中, } \max \text{表示求最大值, } i \neq j, i \in [1, k], j \in [1, k].$$

[0170] 也即是,合成波长 λ 为这k种波长中每两个波长的合成波长中的最大值。

[0171] 示例的,当麦克风芯片包括2个光发射器14,其中,2个光发射器14发射的光的波长分别为 λ_1 和 λ_2 ,两个波长不同;则 λ 满足波长公式:
$$\lambda = \frac{\lambda_1 \times \lambda_2}{|\lambda_1 - \lambda_2|}。$$

[0172] 双波长的检测范围,从单波长的 $\lambda_1/4$ 或 $\lambda_2/4$ 提高到 $\lambda/4$,最大检测灵敏度是在 $h=\lambda/8$, h 为反射镜到光栅的距离。通过设置两种波长可以避免检测灵敏度低的检测点,扩大麦克风芯片的线性工作区,在一定范围内增大麦克风芯片的测量量程。

[0173] 并且,当两个发光波长不同的光发射器的波长接近时,例如 λ_1 和 λ_2 的差值小于1,则通过上述波长公式,得到了一个更大的合成波长 λ 。通常一个光发射器发出的光的波长越大,其制造成本较高,而采用波长较小的两个光发射器来实现较大的合成波长 λ ,无需直接设置波长较大的光发射器,可以降低麦克风芯片的制造成本。

[0174] 值得说明的是,本申请实施例中的附图16至图22等为麦克风芯片的截面图,图中存在光发射器和光探测器部署在同一水平方向上的情况,但是实质上光发射器和光探测器位置稍有错开,并不相互重叠,也不会产生相互阻挡。例如光发射器的俯视形状为回字形(即环状),其环绕光探测器设置,或者光发射器和光探测器紧邻设置,图中只是示意性绘制,本申请实施例对此不做限定。

[0175] 可选地,如图28所示,麦克风芯片1还包括:

[0176] 控制电路18,该控制电路18可以与光发射器14电连接,用于控制光发射器14发光。示例的,该控制电路18可以位于基板11上。

[0177] 进一步的,该麦克风芯片1还可以包括驱动电路,该驱动电路可以与光发射器14电连接,用于驱动光发射器14发光。该驱动电路可以位于基板11上。

[0178] 进一步的,该麦克风芯片1还可以包括接收电路,该接收电路可以与光探测器15电连接,用于接收光探测器15输出的信号。该接收电路可以位于基板11上。

[0179] 值得说明的是,该麦克风芯片中还可以基于具体功能,设置其他光学元件,用于调整光路,例如反射镜或棱镜等等。

[0180] 综上所述,本申请实施例提供的麦克风芯片,所述多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离不同,因此,无需设置驱动结构以及驱动控制电路,即可实现反射镜与光栅距离的变化,不仅结构简单,还由于减少了驱动结构以及驱动控制电路的设置,而降低了制造工艺的难度和复杂度,减少了机械噪声和电路噪声。从而有效提高了麦克风芯片的拾音性能。

[0181] 当所述多个光栅中至少两个光栅到反射镜的距离之差 g 为 $\lambda/8$ 的奇数倍时,在简化结构的基础上,降低了制造工艺难度,并保证了麦克风芯片稳定地处于线性工作区。从而提高麦克风探测灵敏度和信噪比。

[0182] 本申请实施例提供一种麦克风,如图29所示,包括:本申请前述任一实施例提供的麦克风芯片1,以及麦克风芯片1的封装结构2。

[0183] 进一步可选的,该麦克风还可以包括主板3,该麦克风芯片1和封装结构2均设置在主板上。

[0184] 示例的,该封装结构2可以为壳体,该封装结构2上具有入声孔21,以便于声音信号经过该入声孔21,通过壳体内部传入麦克风芯片1。

[0185] 该麦克风还可以包括处理芯片4、以及处理芯片的封装体5,用于向处理芯片4导入

信号的信号导入连接点 (pad) 61 和用于从处理芯片4导出信号的信号导出连接点62。该封装体5可以为绝缘胶水。麦克风芯片1与处理芯片4通过信号线71电连接,处理芯片4与信号导入连接点61通过信号线72电连接。示例的,处理芯片4可以为专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit,ASIC) 芯片。

[0186] 其中,主板可以为PCB。麦克风芯片1的基板可以与该主板为一体结构,也即是,基板就是该主板。该入声孔21与麦克风芯片1错开,也即是入声孔21在主板上的正投影和麦克风芯片1在主板上的正投影不重叠,这样可以避免外界环境的污染物进入麦克风芯片中,提高麦克风芯片的使用寿命。

[0187] 值得说明的是,该麦克风中还可以基于具体功能,在麦克风芯片外设置其他光学元件,用于调整光路,例如反射镜或棱镜等等。

[0188] 本申请实施例提供的麦克风可以作为单独的麦克风使用,也可以应用于智能音响、自动驾驶、人机交互等物联网、车联网、机器人等领域需要长距离高保真拾取人声的场景。采用本申请实施例提供的麦克风,可以有效提高光学麦克风的探测灵敏度,以此提高光学麦克风的信噪比和动态范围等性能。

[0189] 本申请实施例提供一种终端设备,包括本申请上述实施例提供的麦克风。示例的,该终端设备可以为智能音响、自动驾驶、人机交互等物联网、车联网或机器人等。

[0190] 图30示出了本申请一个示例性实施例提供的终端设备3000的结构框图。该终端设备3000可以是:智能手机、平板电脑、MP3播放器 (Moving Picture Experts Group Audio Layer III,动态影像专家压缩标准音频层面3)、MP4 (Moving Picture Experts Group Audio Layer IV,动态影像专家压缩标准音频层面4) 播放器、笔记本电脑或台式电脑。终端设备3000还可能被称为用户设备、便携式终端设备、膝上型终端设备、台式终端等其他名称。

[0191] 通常,终端设备3000包括有:处理器3001和存储器3002。

[0192] 处理器3001可以包括一个或多个处理核心,比如4核心处理器、8核心处理器等。处理器3001可以采用DSP (Digital Signal Processing,数字信号处理)、FPGA (Field-Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)、PLA (Programmable Logic Array,可编程逻辑阵列) 中的至少一种硬件形式来实现。处理器3001也可以包括主处理器和协处理器,主处理器是用于对在唤醒状态下的数据进行处理的处理器,也称CPU (Central Processing Unit,中央处理器);协处理器是用于对在待机状态下的数据进行处理的低功耗处理器。在一些实施例中,处理器3001可以在集成有GPU (Graphics Processing Unit,图像处理器),GPU用于负责显示屏所需要显示的内容的渲染和绘制。一些实施例中,处理器3001还可以包括AI (Artificial Intelligence,人工智能) 处理器,该AI处理器用于处理有关机器学习的计算操作。

[0193] 存储器3002可以包括一个或多个计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质可以是非暂态的。存储器3002还可包括高速随机存取存储器,以及非易失性存储器,比如一个或多个磁盘存储设备、闪存存储设备。在一些实施例中,存储器3002中的非暂态的计算机可读存储介质用于存储至少一个指令。

[0194] 在一些实施例中,终端设备3000还可选包括有:外围设备接口3003和至少一个外围设备。处理器3001、存储器3002和外围设备接口3003之间可以通过总线或信号线相连。各

个外围设备可以通过总线、信号线或电路板与外围设备接口3003相连。具体地,外围设备包括:射频电路3004、触摸显示屏3005、摄像头3006、音频电路3007、定位组件3008和电源3009中的至少一种。

[0195] 外围设备接口3003可被用于将I/O (Input/Output,输入/输出) 相关的至少一个外围设备连接到处理器3001和存储器3002。在一些实施例中,处理器3001、存储器3002和外围设备接口3003被集成在同一芯片或电路板上;在一些其他实施例中,处理器3001、存储器3002和外围设备接口3003中的任意一个或两个可以在单独的芯片或电路板上实现,本实施例对此不加以限定。

[0196] 射频电路3004用于接收和发射RF (Radio Frequency,射频) 信号,也称电磁信号。射频电路3004通过电磁信号与通信网络以及其他通信设备进行通信。射频电路3004将电信号转换为电磁信号进行发送,或者,将接收到的电磁信号转换为电信号。可选地,射频电路3004包括:天线系统、RF收发器、一个或多个放大器、调谐器、振荡器、数字信号处理器、编解码芯片组、用户身份模块卡等等。射频电路3004可以通过至少一种无线通信协议来与其它终端设备进行通信。该无线通信协议包括但不限于:城域网、各代移动通信网络(2G、3G、4G及5G)、无线局域网和/或WiFi (Wireless Fidelity,无线保真) 网络。在一些实施例中,射频电路3004还可以包括NFC (Near Field Communication,近距离无线通信) 有关的电路,本申请对此不加以限定。

[0197] 显示屏3005用于显示UI (User Interface,用户界面)。该UI可以包括图形、文本、图标、视频及其它们的任意组合。当显示屏3005是触摸显示屏时,显示屏3005还具有采集在显示屏3005的表面或表面上方的触摸信号的能力。该触摸信号可以作为控制信号输入至处理器3001进行处理。此时,显示屏3005还可以用于提供虚拟按钮和/或虚拟键盘,也称软按钮和/或软键盘。在一些实施例中,显示屏3005可以为一个,设置终端设备3000的前面板;在另一些实施例中,显示屏3005可以为至少两个,分别设置在终端设备3000的不同表面或呈折叠设计;在再一些实施例中,显示屏3005可以是柔性显示屏,设置在终端设备3000的弯曲表面上或折叠面上。甚至,显示屏3005还可以设置成非矩形的不规则图形,也即异形屏。显示屏3005可以采用LCD (Liquid Crystal Display,液晶显示屏)、OLED (Organic Light-Emitting Diode,有机发光二极管) 等材质制备。

[0198] 摄像头组件3006用于采集图像或视频。可选地,摄像头组件3006包括前置摄像头和后置摄像头。通常,前置摄像头设置在终端设备的前面板,后置摄像头设置在终端设备的背面。在一些实施例中,后置摄像头为至少两个,分别为主摄像头、景深摄像头、广角摄像头、长焦摄像头中的任意一种,以实现主摄像头和景深摄像头融合实现背景虚化功能、主摄像头和广角摄像头融合实现全景拍摄以及VR (Virtual Reality,虚拟现实) 拍摄功能或者其它融合拍摄功能。在一些实施例中,摄像头组件3006还可以包括闪光灯。闪光灯可以是单色温闪光灯,也可以是双色温闪光灯。双色温闪光灯是指暖光闪光灯和冷光闪光灯的组合,可以用于不同色温下的光线补偿。

[0199] 音频电路3007可以包括前述麦克风1和扬声器。麦克风1用于采集用户及环境的声波,并将声波转换为电信号输入至处理器3001,该处理器3001用于对接收的电信号进行处理,存储器3002可以对处理得到的数据进行存储,以实现声波对应的数据的录制或存储等;或者麦克风1处理得到的电信号还可以输入至射频电路3004以实现语音通信。出于立体

声采集或降噪的目的,麦克风可以为多个,分别设置在终端设备3000的不同部位。麦克风还可以是阵列麦克风或全向采集型麦克风。扬声器则用于将来自处理器3001或射频电路3004的电信号转换为声波。扬声器可以是传统的薄膜扬声器,也可以是压电陶瓷扬声器。当扬声器是压电陶瓷扬声器时,不仅可以将电信号转换为人类可听见的声波,也可以将电信号转换为人类听不见的声波以进行测距等用途。在一些实施例中,音频电路3007还可以包括耳机插孔。

[0200] 定位组件3008用于定位终端设备3000的当前地理位置,以实现导航或LBS (Location Based Service,基于位置的服务)。定位组件3008可以是基于美国的GPS (Global Positioning System,全球定位系统)、中国的北斗系统、俄罗斯的格雷纳斯系统或欧盟的伽利略系统的定位组件。

[0201] 电源3009用于为终端设备3000中的各个组件进行供电。电源3009可以是交流电、直流电、一次性电池或可充电电池。当电源3009包括可充电电池时,该可充电电池可以支持有线充电或无线充电。该可充电电池还可以用于支持快充技术。

[0202] 在一些实施例中,终端设备3000还包括有一个或多个传感器3010。该一个或多个传感器3010包括但不限于:加速度传感器3011、陀螺仪传感器3012、压力传感器3013、指纹传感器3014、光学传感器3015以及接近传感器3016。

[0203] 加速度传感器3011可以检测以终端3000建立的坐标系的三个坐标轴上的加速度大小。比如,加速度传感器3011可以用于检测重力加速度在三个坐标轴上的分量。处理器3001可以根据加速度传感器3011采集的重力加速度信号,控制触摸显示屏3005以横向视图或纵向视图进行用户界面的显示。加速度传感器3011还可以用于游戏或者用户的运动数据的采集。

[0204] 陀螺仪传感器3012可以检测终端设备3000的机体方向及转动角度,陀螺仪传感器3012可以与加速度传感器3011协同采集用户对终端设备3000的3D动作。处理器3001根据陀螺仪传感器3012采集的数据,可以实现如下功能:动作感应(比如根据用户的倾斜操作来改变UI)、拍摄时的图像稳定、游戏控制以及惯性导航。

[0205] 压力传感器3013可以设置在终端设备3000的侧边框和/或触摸显示屏3005的下层。当压力传感器3013设置在终端设备3000的侧边框时,可以检测用户对终端设备3000的握持信号,由处理器3001根据压力传感器3013采集的握持信号进行左右手识别或快捷操作。当压力传感器3013设置在触摸显示屏3005的下层时,由处理器3001根据用户对触摸显示屏3005的压力操作,实现对UI界面上的可操作性控件进行控制。可操作性控件包括按钮控件、滚动条控件、图标控件、菜单控件中的至少一种。

[0206] 指纹传感器3014用于采集用户的指纹,由处理器3001根据指纹传感器3014采集到的指纹识别用户的身份,或者,由指纹传感器3014根据采集到的指纹识别用户的身份。在识别出用户的身份为可信身份时,由处理器3001授权该用户执行相关的敏感操作,该敏感操作包括解锁屏幕、查看加密信息、下载软件、支付及更改设置等。指纹传感器3014可以被设置终端设备3000的正面、背面或侧面。当终端设备3000上设置有物理按键或厂商Logo时,指纹传感器3014可以与物理按键或厂商Logo集成在一起。

[0207] 光学传感器3015用于采集环境光强度。在一个实施例中,处理器3001可以根据光学传感器3015采集的环境光强度,控制触摸显示屏3005的显示亮度。具体地,当环境光强度

较高时,调高触摸显示屏3005的显示亮度;当环境光强度较低时,调低触摸显示屏3005的显示亮度。在另一个实施例中,处理器3001还可以根据光学传感器3015采集的环境光强度,动态调整摄像头组件3006的拍摄参数。

[0208] 接近传感器3016,也称距离传感器,通常设置在终端设备3000的前面板。接近传感器3016用于采集用户与终端设备3000的正面之间的距离。在一个实施例中,当接近传感器3016检测到用户与终端设备3000的正面之间的距离逐渐变小时,由处理器3001控制触摸显示屏3005从亮屏状态切换为息屏状态;当接近传感器3016检测到用户与终端设备3000的正面之间的距离逐渐变大时,由处理器3001控制触摸显示屏3005从息屏状态切换为亮屏状态。

[0209] 本领域技术人员可以理解,图12中示出的结构并不构成对终端设备3000的限定,可以包括比图示更多或更少的组件,或者组合某些组件,或者采用不同的组件布置。

[0210] 根据本申请实施例要点和核心模块的构造思想,本申请实施例可以围绕光栅组的边界形状、光栅形状、光栅基底的材料、振膜形状、振膜材料、反射镜形状、反射镜材料、光栅的距离差、光发射器和光探测器等进行一定的组合,可以形成多种实现麦克风芯片的方案,以得到多种实施例,例如:光栅组不仅仅局限于双光栅,也可以是具有一定三光栅、四光栅或五光栅等,只要保证光栅组与光发射器所发射的光斑形状匹配(例如光栅组能够在光探测器排布方向上覆盖光发射器的光斑)即可;振膜可以有孔、无孔、带不同直径的孔;光栅的栅条的截面形状可以是长方形,可以是三角形、锯齿形,还可以是不规则形状等。需要说明的是,在附图描述中,相似或相同的部分都使用相同的符号。附图中未绘示或描述的实现方式,为所属技术领域技术人员所知的形式。以上所述仅为本申请实施例具有代表性的具体实施例而已,并不用于限制本申请实施例,凡在本申请实施例的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请实施例的保护范围之内。

[0211] 需要说明的是,为使本申请实施例的说明清晰,参考附图可能未显示不相关的部件,并且为了清晰,层和区域的厚度可能被夸大。当陈述一层在另一层或基底“上”时,该层可以直接在另一层或基底“上”,或者它们之间可以布置第三层。另外,虽然本申请实施例提供包含特定值的参数的示范,但应了解,参数无需确切等于相应的值,而是可在可接受的误差容限或设计约束内近似于相应的值。

[0212] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0213] 以上所述仅为本申请的可选实施例,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

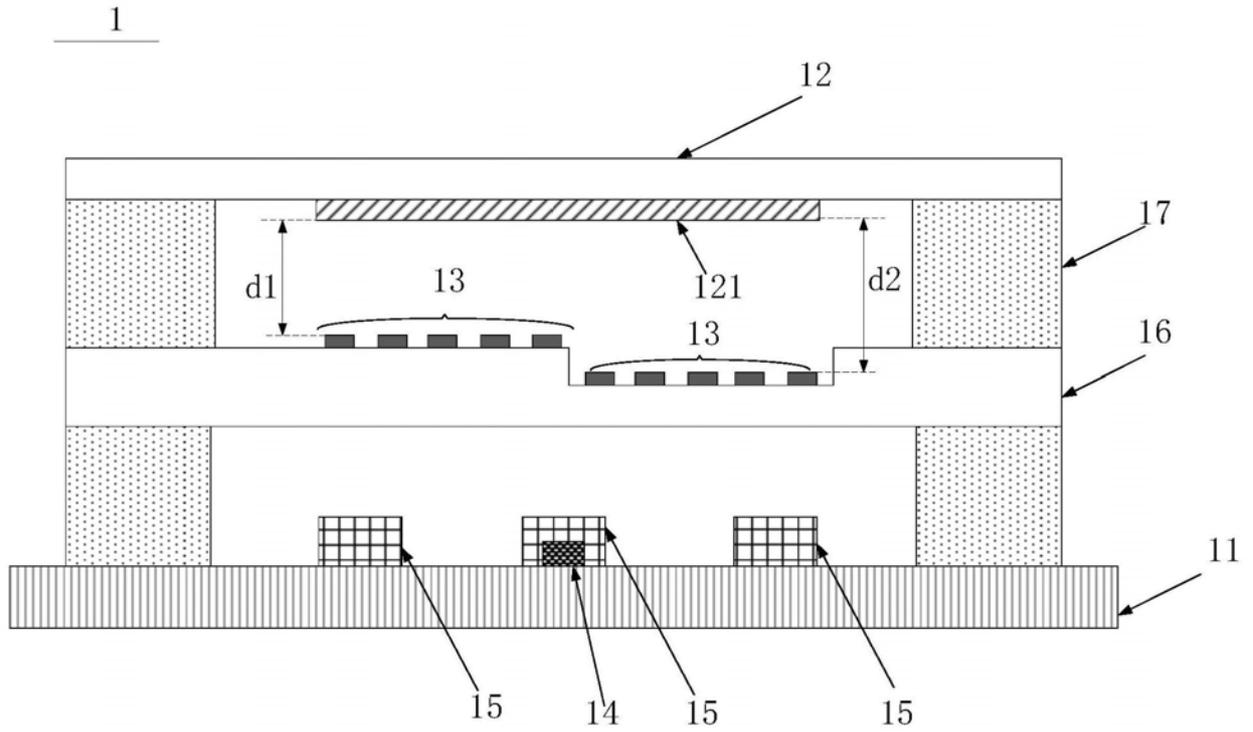


图1

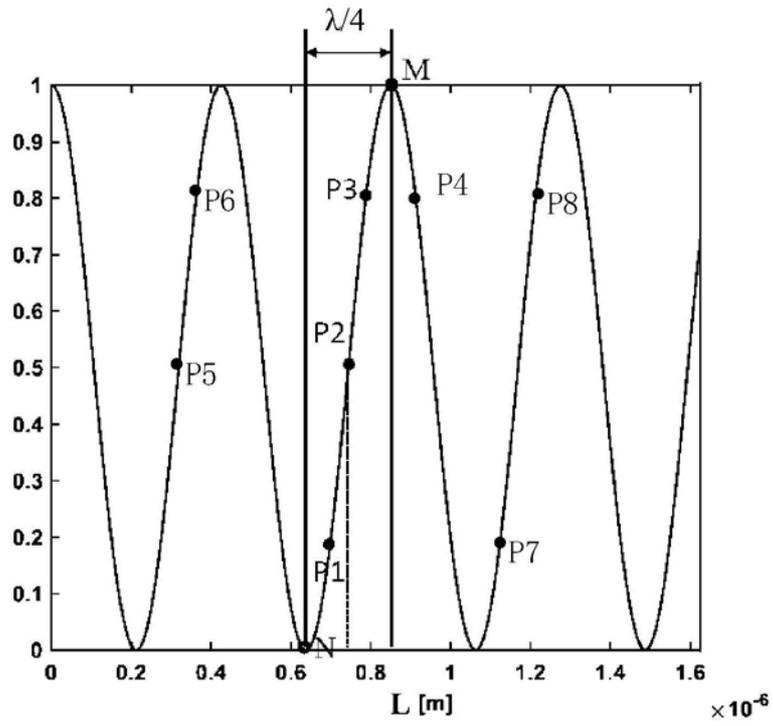


图2

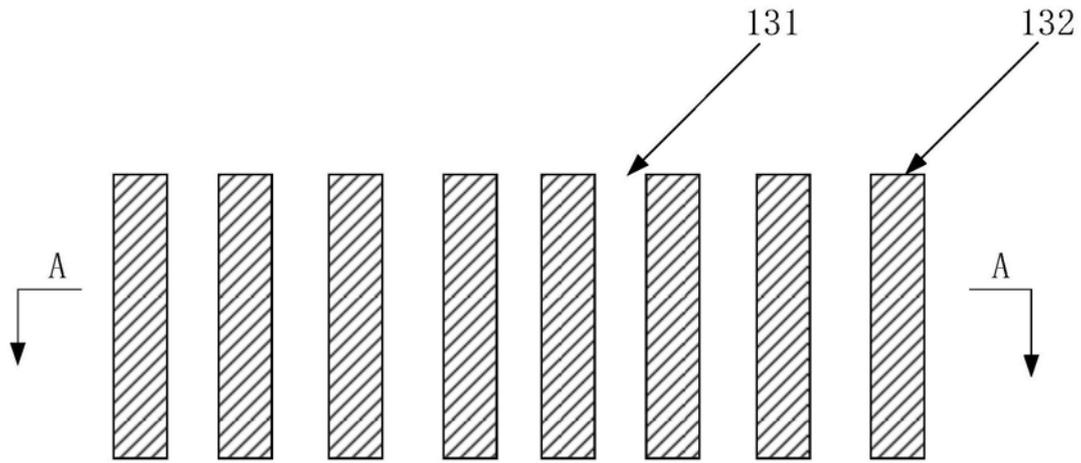


图3

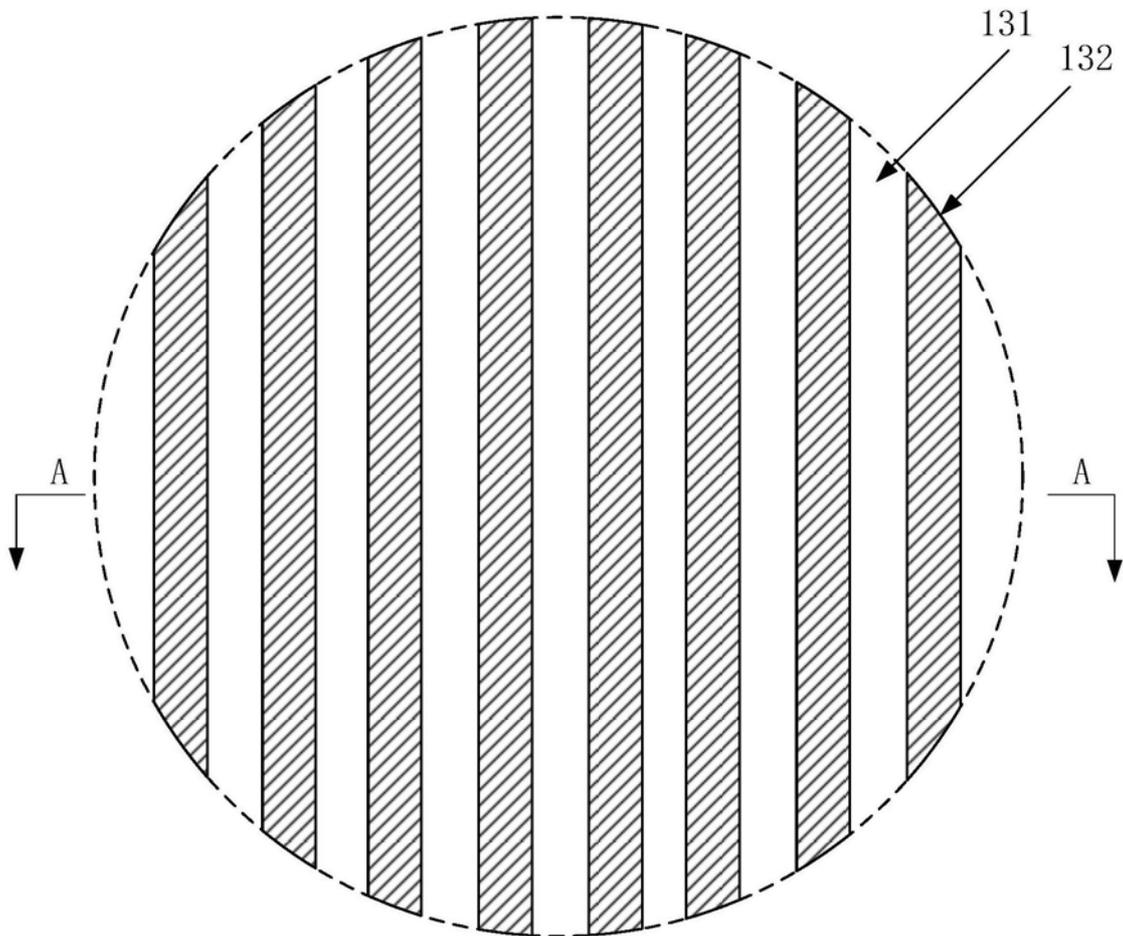


图4

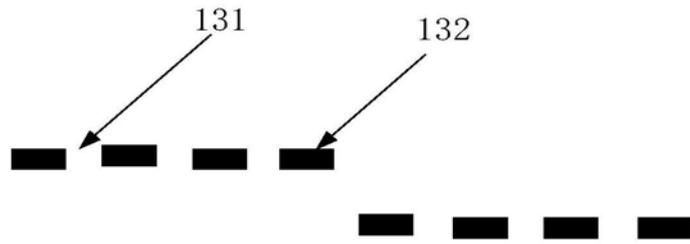


图5

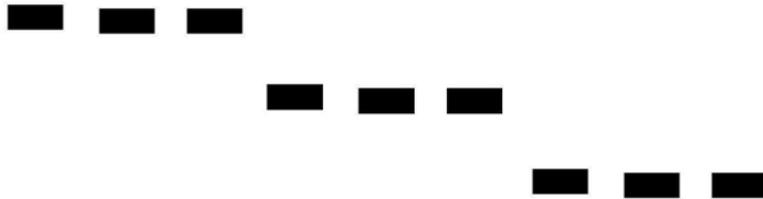


图6



图7



图8



图9



图10

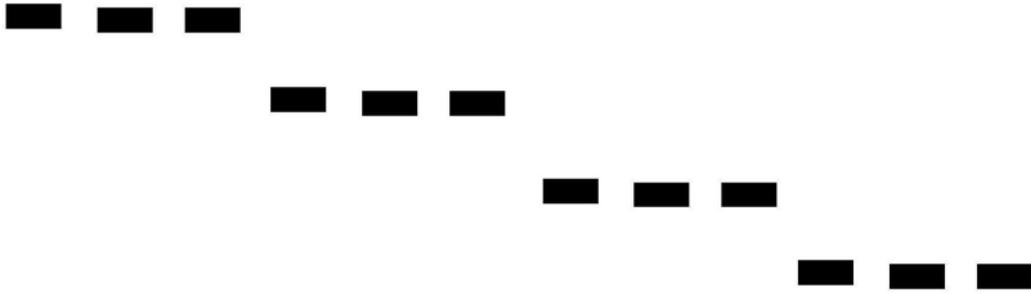


图11

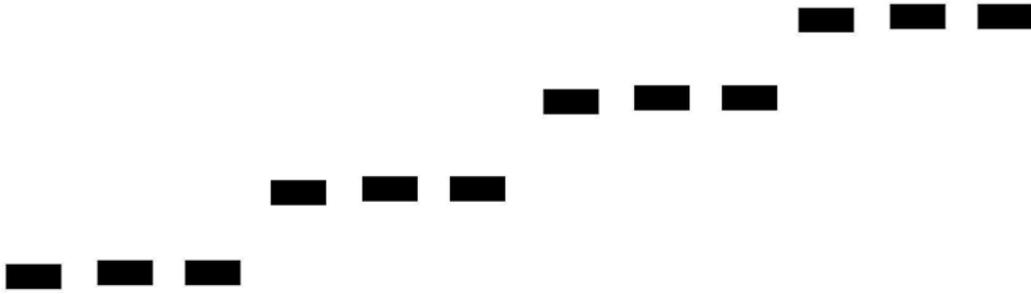


图12

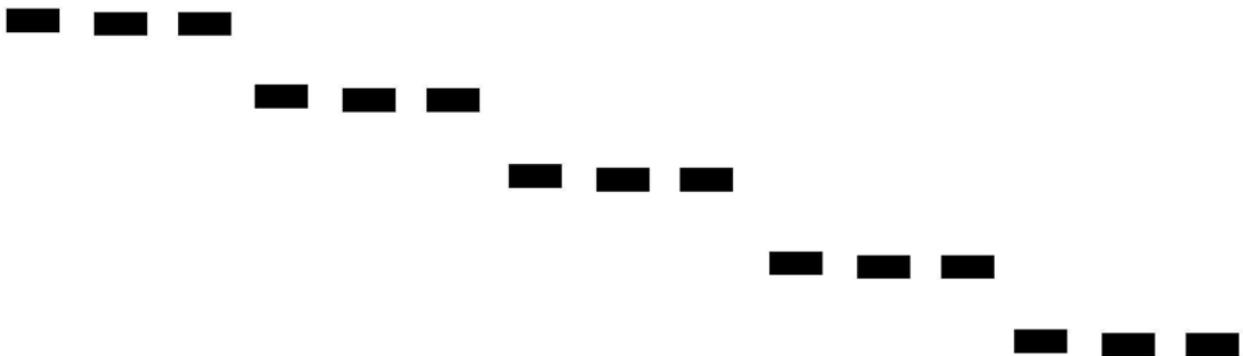


图13



图14

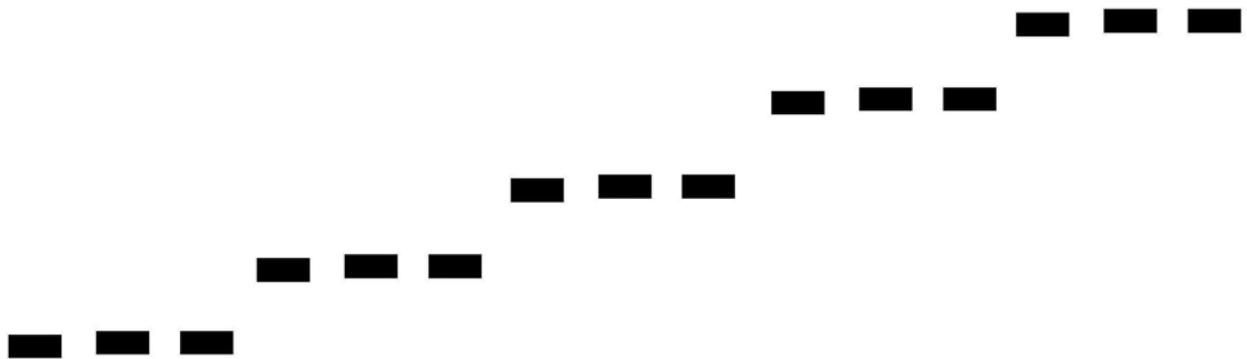


图15

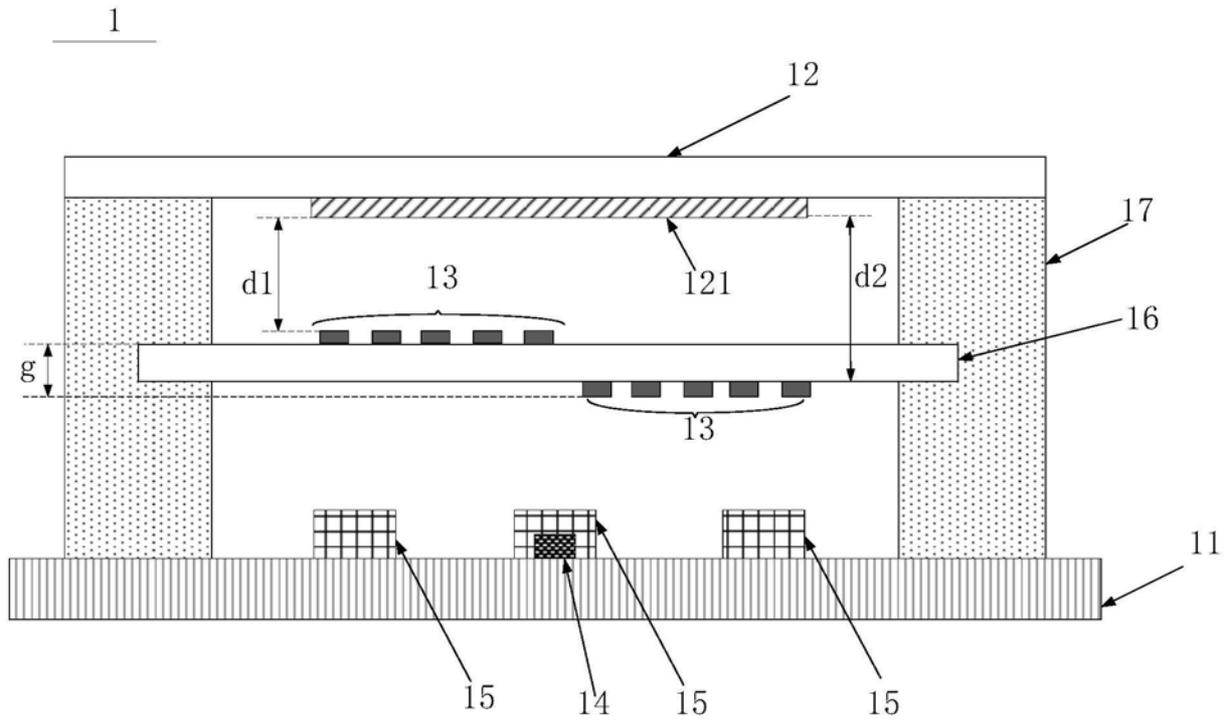


图16

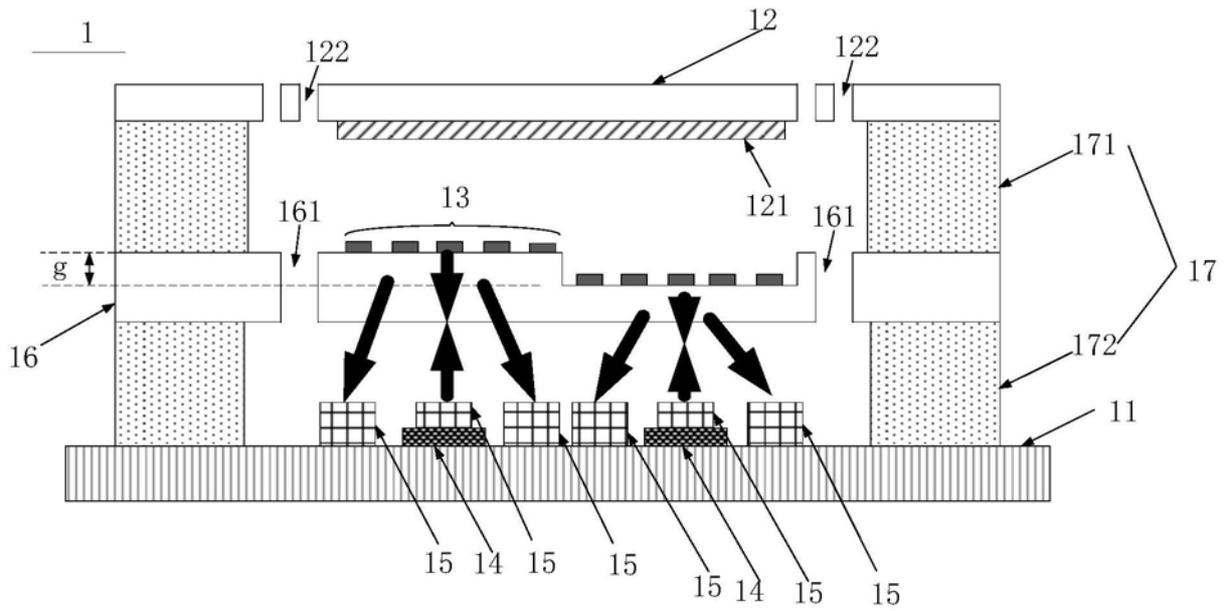


图17

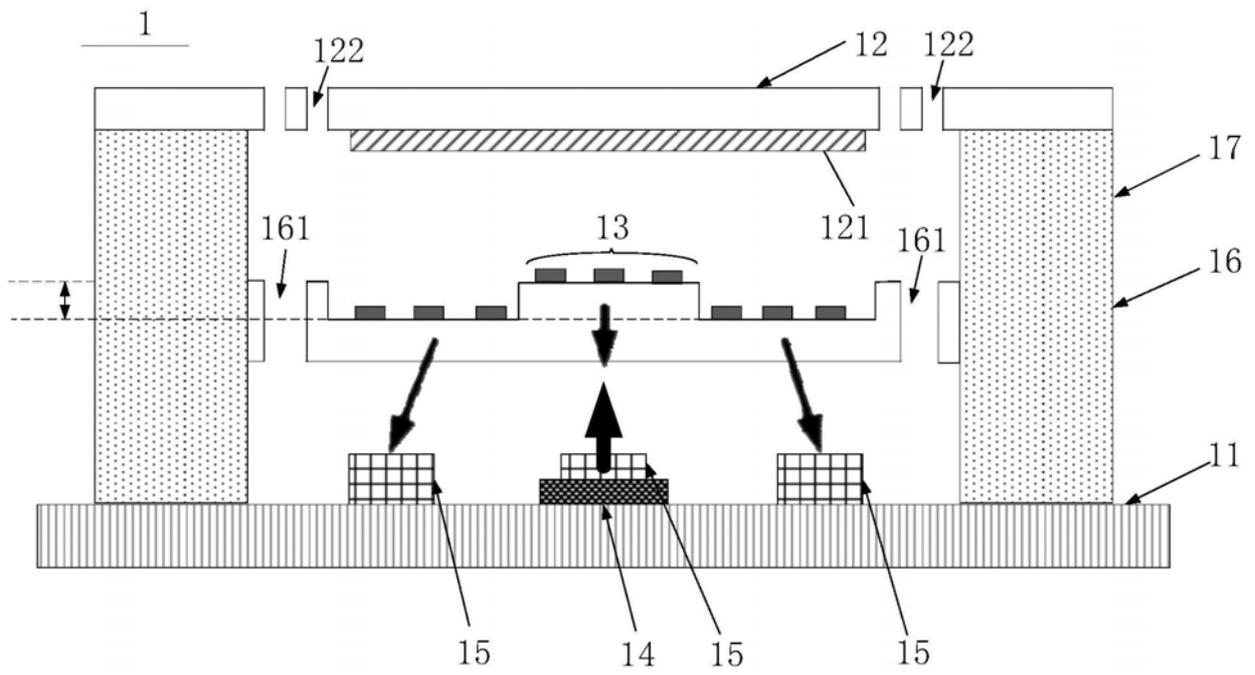


图18

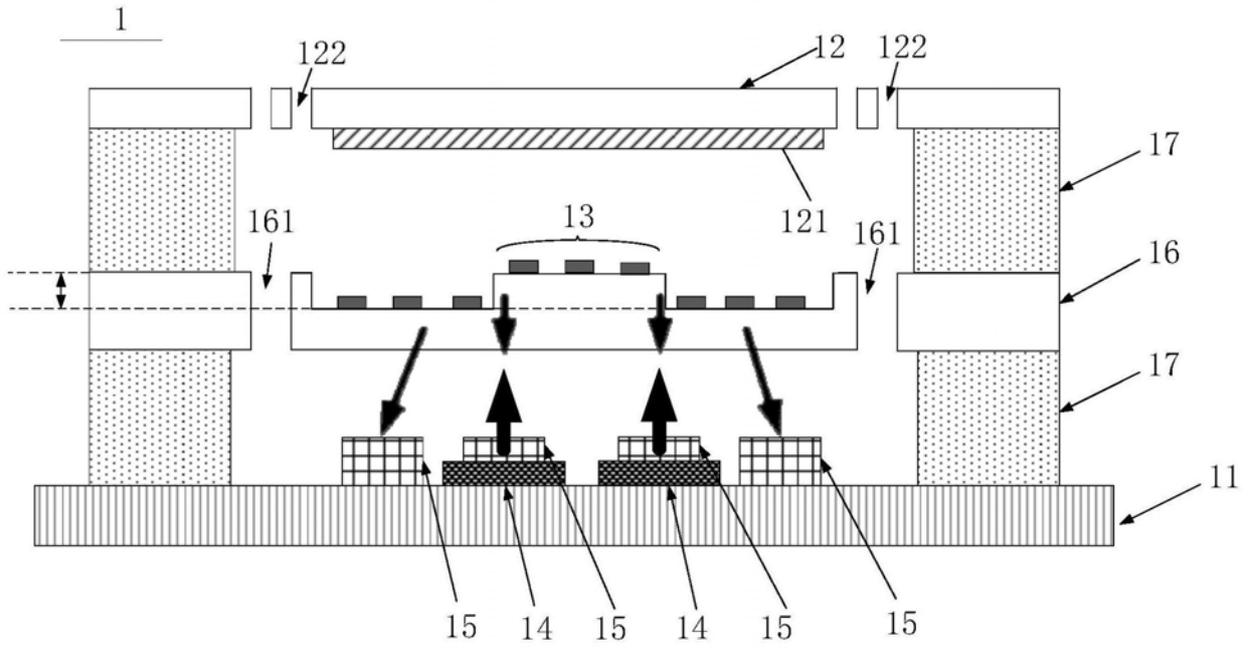


图19

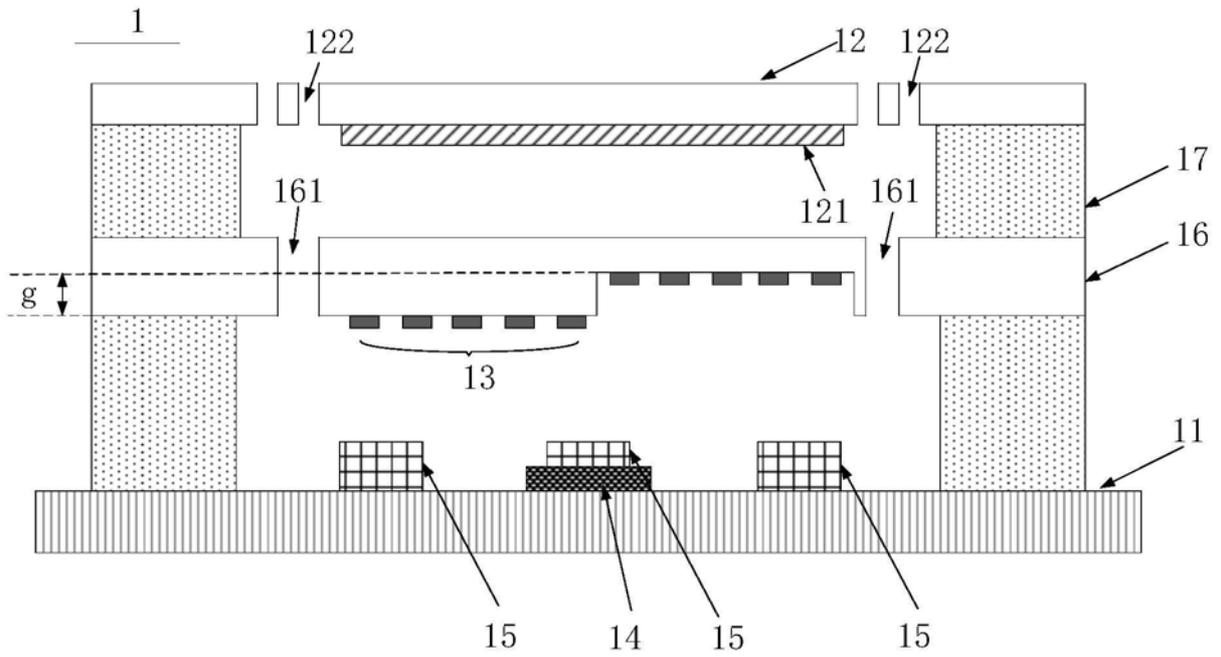


图20

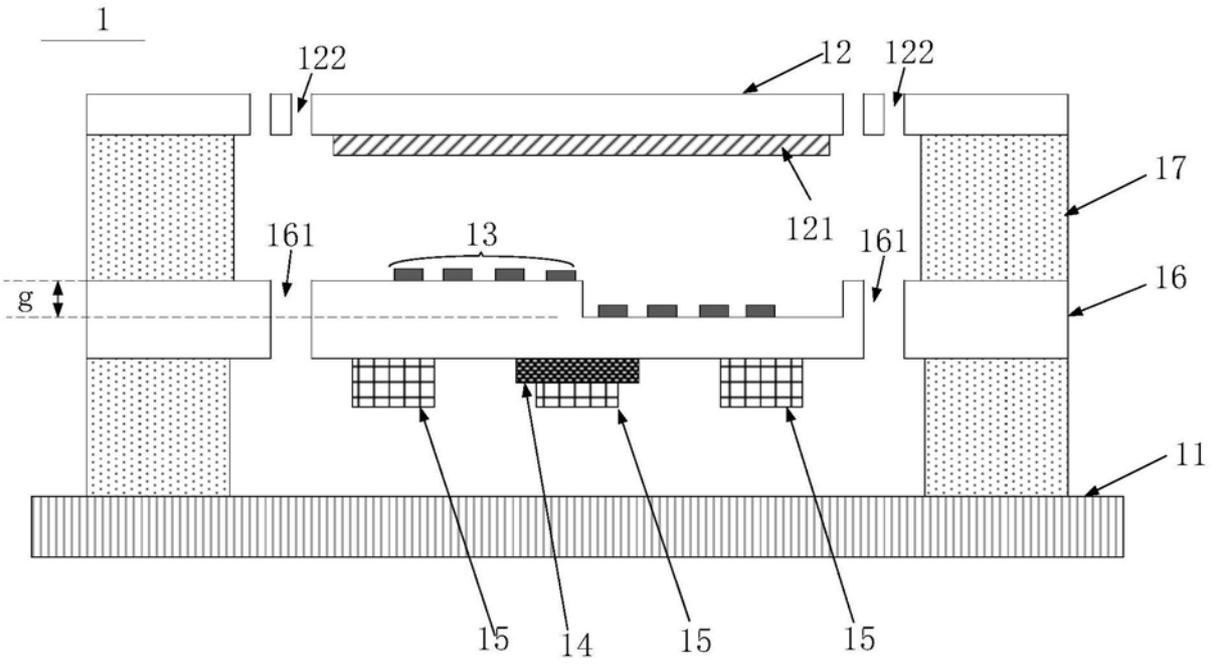


图21

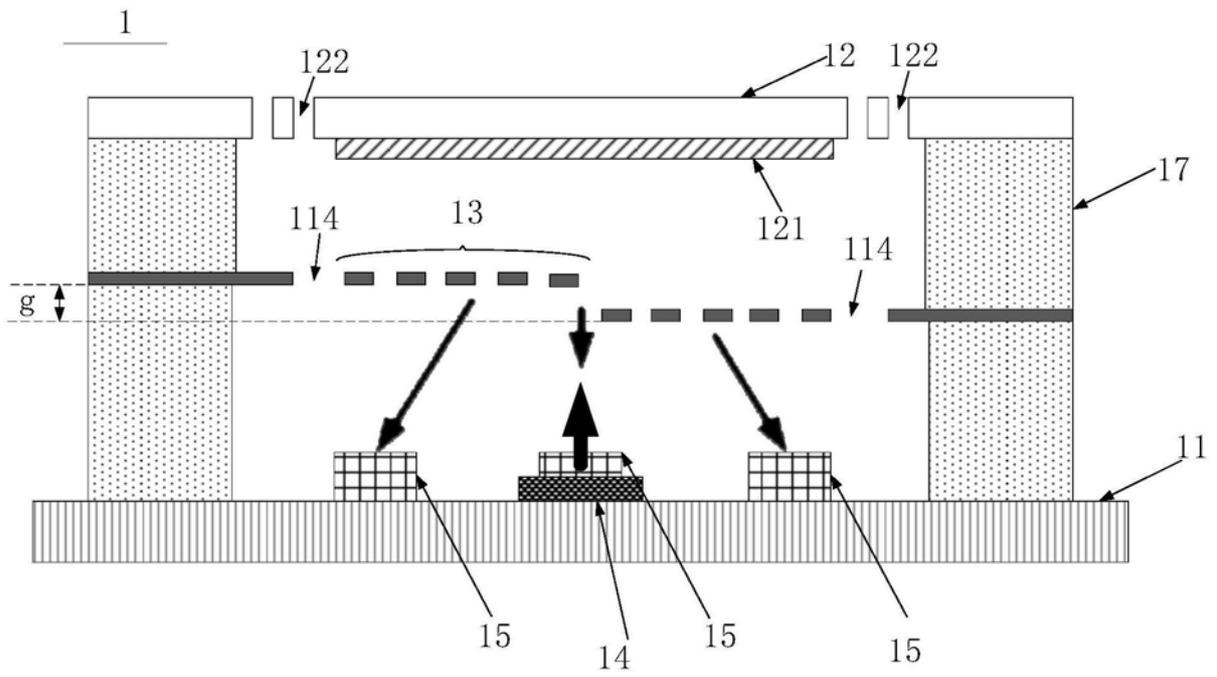


图22

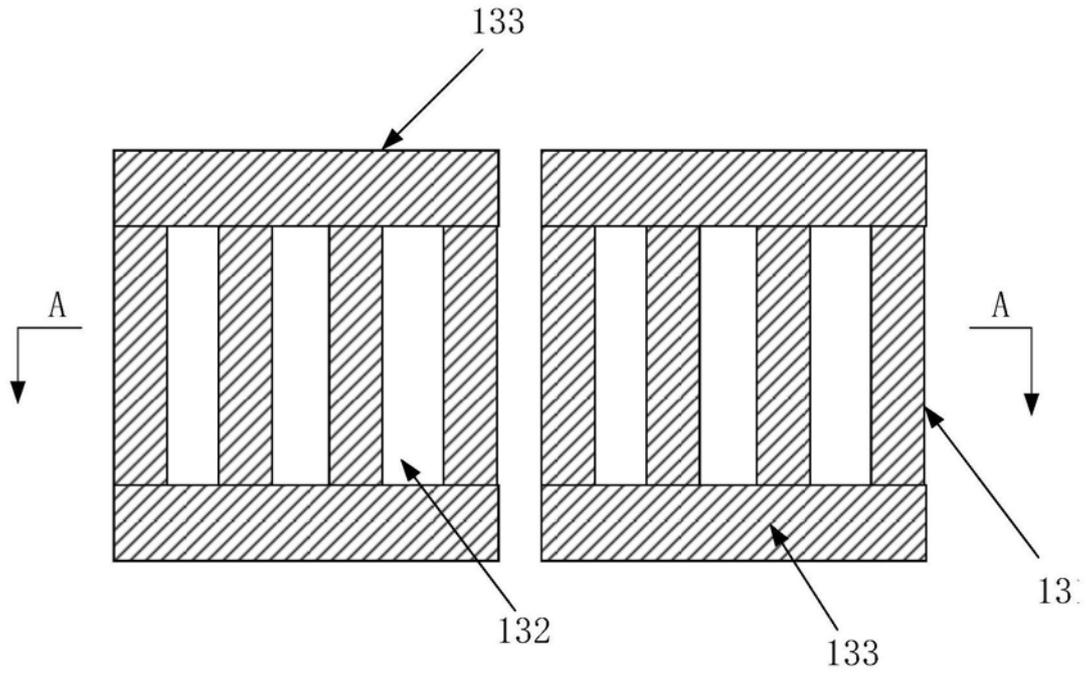


图23

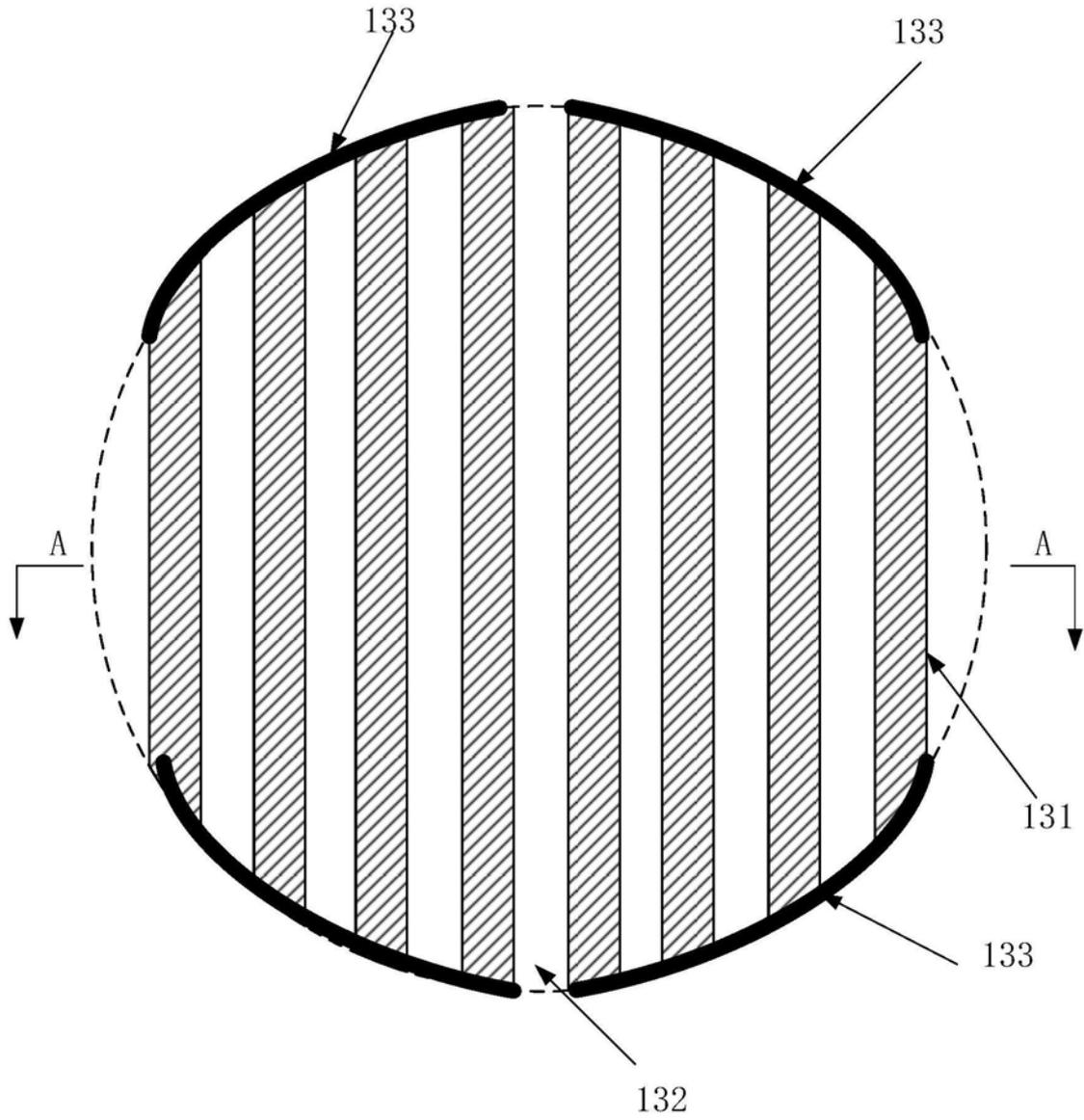


图24

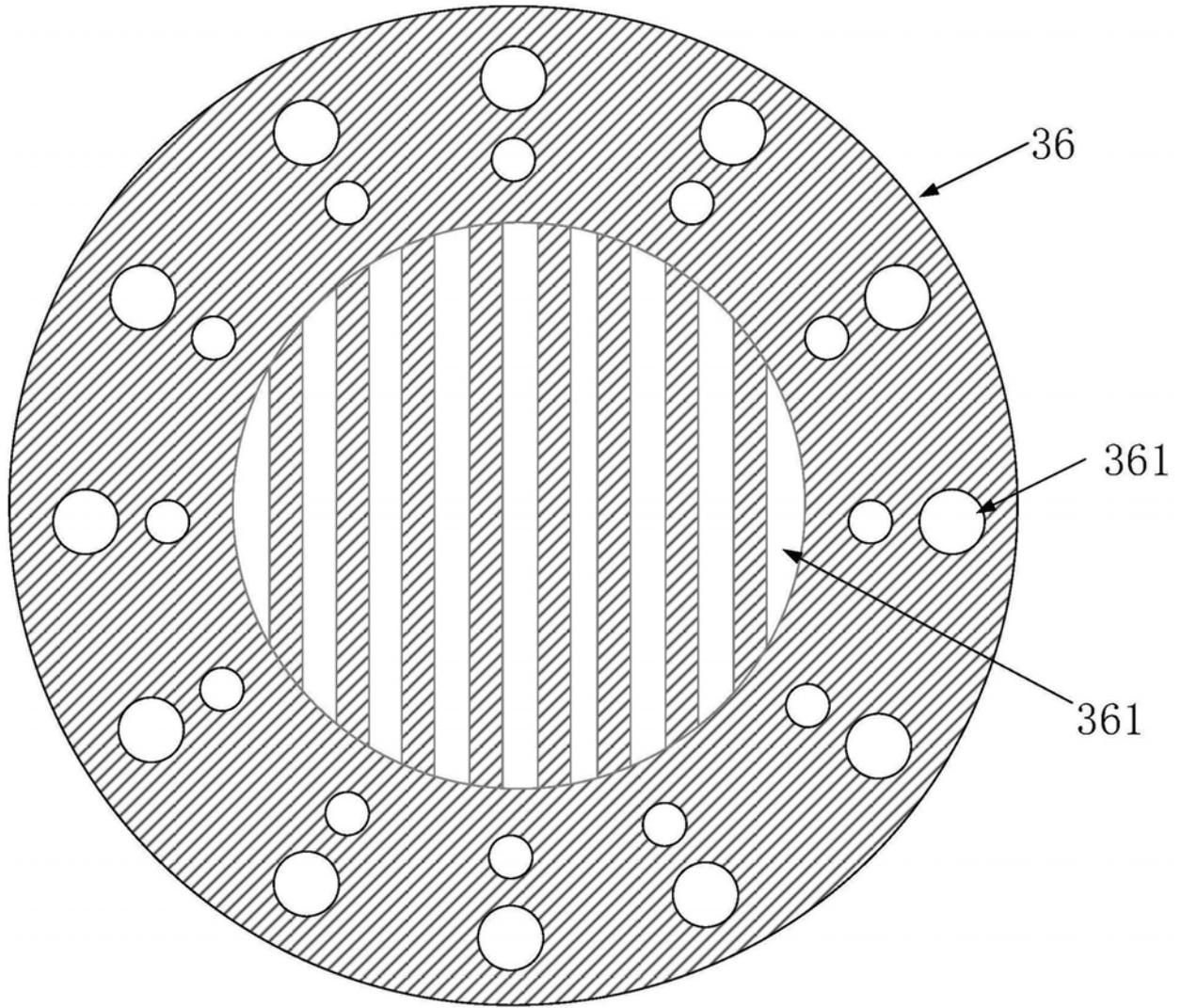


图25

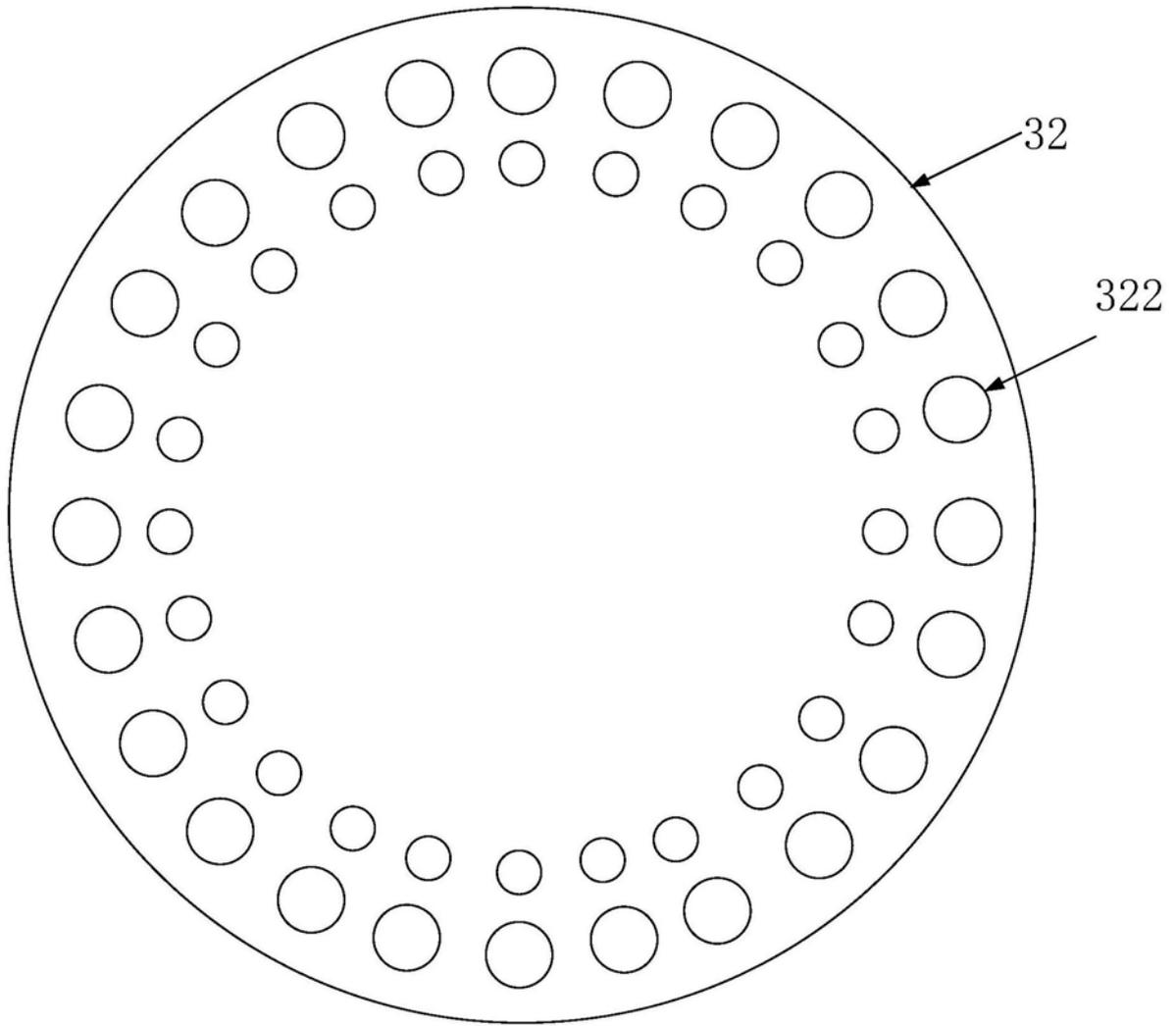


图26

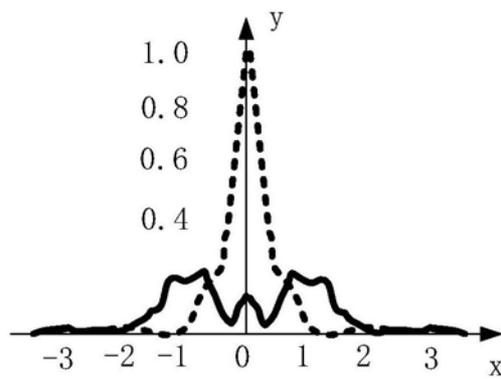


图27

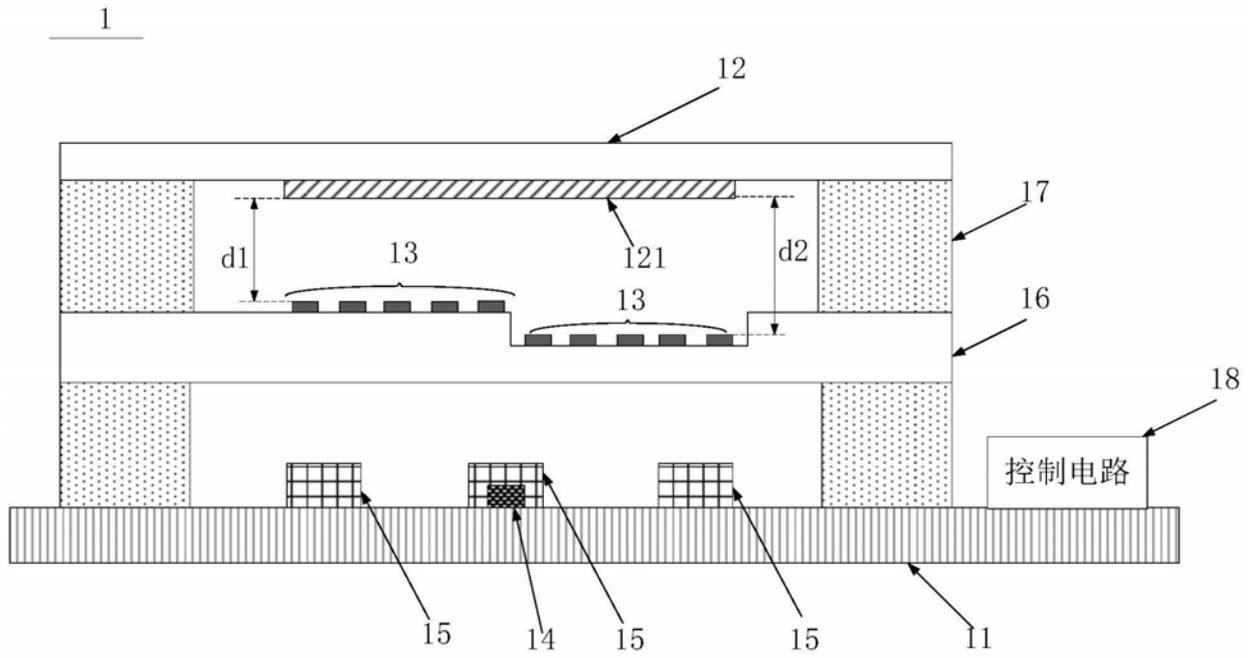


图28

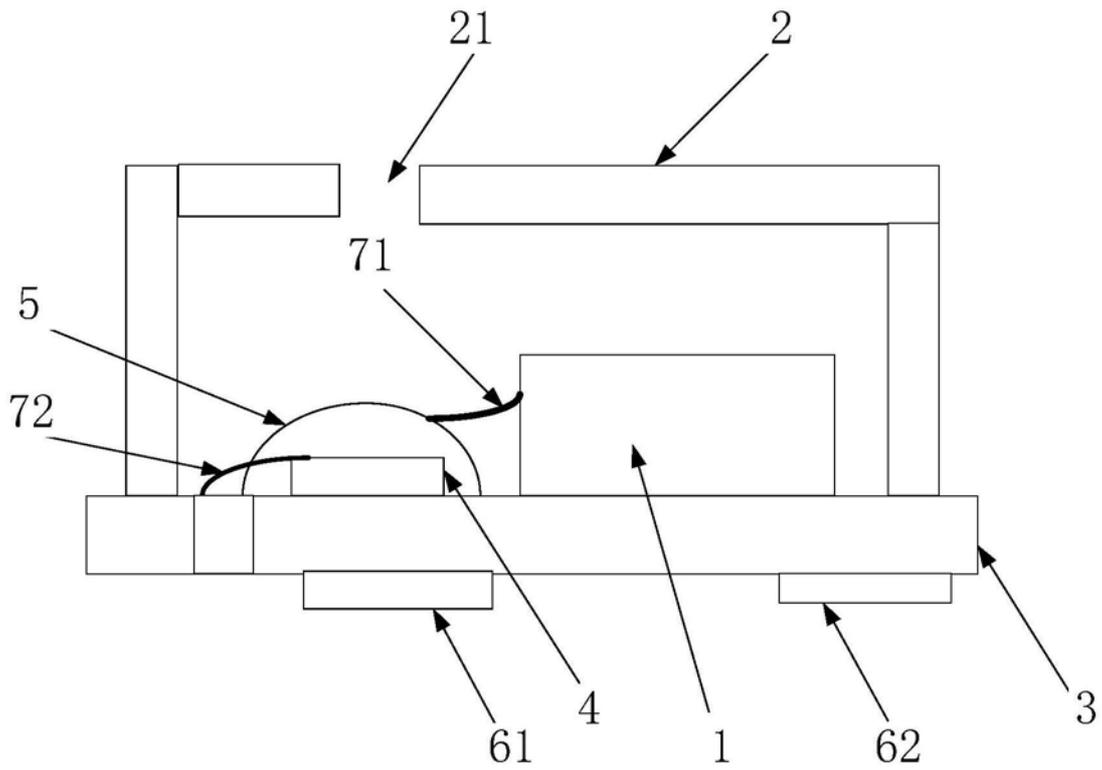


图29

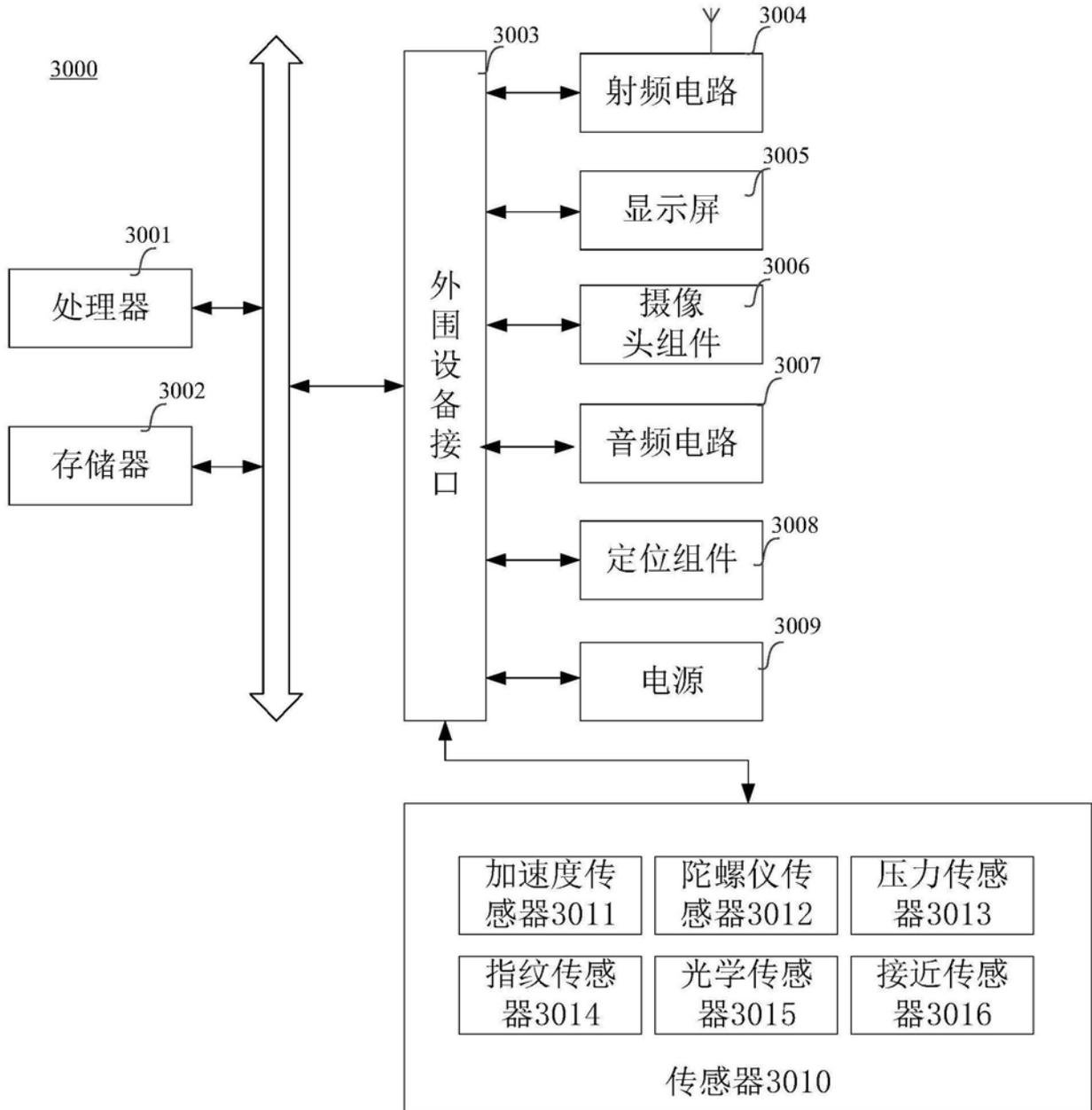


图30