



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111119085 B

(45) 授权公告日 2021.07.27

(21) 申请号 202010045492.1

(22) 申请日 2020.01.16

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111119085 A

(43) 申请公布日 2020.05.08

(73) 专利权人 湖南省交通科学研究院有限公司  
地址 410000 湖南省长沙市天心区芙蓉中路三段472号

(72) 发明人 刘灿 戴利生 叶颖

(51) Int.Cl.  
E01F 8/00 (2006.01)  
G06F 30/13 (2020.01)  
G06F 30/20 (2020.01)

审查员 艾秒

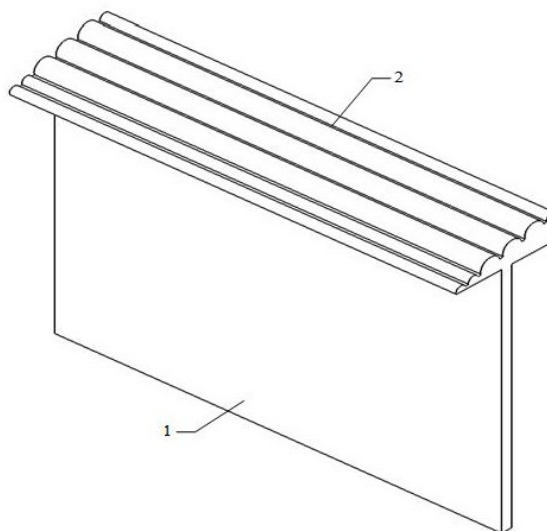
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障

(57) 摘要

本发明公开了一种具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,该声屏障包括声屏障体,其所述声屏障体具有顶面,其顶面为一锐角斜面,所述斜面自道路外侧向内为向下倾斜,其斜面上等间距设置有N个半圆柱状凸起,所述半圆柱状凸起与道路方向平行,且半圆柱状凸起的半径大小由半圆柱状凸起的个数、在斜面上设置的位置关系、具有特定规律的数学序列以及对应道路段的实际道路交通噪声的等效频率共同决定。本发明结构简单、造价成本可控性高,性能稳定,可用于对绕射声进行有效衰减从而提高声屏障整体的降噪性能。



1. 一种具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,包括设置于道路单侧或者两侧的声屏障体,其特征在于,所述声屏障体具有顶面,其顶面为一锐角斜面,所述斜面自道路外侧向内为向下倾斜,其斜面上等间距设置有N个半圆柱状凸起,所述半圆柱状凸起与道路方向平行,且半圆柱状凸起的截面半径大小符合以下规律:

$$R_n = \frac{170 \times A_n \bmod([N/2])}{f_{\text{等效}} \times N}$$

其中:n为 $\leq N$ 的整数,表示所述斜面上自道路内侧向外的第n个半圆柱状凸起; $R_n$ 表示半圆柱状凸起的半径大小,单位为mm; $A_n$ 表示斐波那契序列中第n个数; $\bmod([N/2])$ 表示不超过N/2的最大整数; $f_{\text{等效}}$ 表示对应道路段的实际道路交通噪声的等效频率。

2. 根据权利要求1所述的具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,其特征在于,所述声屏障体包括支架部以及顶盖部,所述支架部上设置有用于将声屏障体固定设置于道路单侧或者两侧的固定连接件,所述支架部上部与所述顶盖部相连。

3. 根据权利要求2所述的具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,其特征在于,所述顶盖部为铝合金板或者其它具有刚度、强度和稳定性的金属或者合金结构板成型制成。

4. 根据权利要求2所述的具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,其特征在于,所述顶盖部为实心结构,具有带斜面的顶面,而所述半圆柱状凸起设置于顶盖部的顶面表面。

5. 根据权利要求2所述的具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,其特征在于,所述顶盖部为由板体组件组装成型的空心结构,所述顶盖部组合板中的上表面板为整体模压成型,在顶盖部上表面上斜向装配,而所述半圆柱状凸起设置于顶盖部的顶面表面。

6. 根据权利要求5所述的具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,其特征在于,所述板体组件之间通过焊接加工方式连接并组装成型。

7. 根据权利要求5所述的具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,其特征在于,组成所述顶盖部的底面的板体通过螺纹连接件与支架部进行可拆卸连接固定。

8. 根据权利要求1所述的具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,其特征在于,所述半圆柱状凸起在顶面上的设置个数为6~10个。

9. 根据权利要求1所述的具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,其特征在于,所述声屏障体的高度为3m,且对应顶面的投影宽度为20cm。

## 一种具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障

### 技术领域

[0001] 本发明涉及交通设施中的道路噪声屏蔽技术领域,具体涉及一种具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障。

### 背景技术

[0002] 噪声污染已成为继大气污染和水污染之后的世界第三大污染,在众多的噪声种类中,交通噪声日益突出,危害严重。目前随着社会的进步和城市的发展,公路、铁路、城市轨道交通等交通设施的大量兴建,给我们的出行带来了极大的方便,但同时也给沿线带来了噪声污染,影响生产生活。声屏障作为防治道路交通噪声污染的有效途径,在道路交通噪声污染防治中得到广泛的应用。

[0003] 噪声通过声屏障到达受声点有三条路径:绕射、透射以及反射,其中顶部绕射是最主要的路径,大部分噪声能量通过此路径到达受声点,图1描述了现有声屏障降噪的主要原理;一个性能优异的声屏障,需要对顶部绕射声有足够大的衰减。目前,广泛使用的道路声屏障以“直立型”声屏障为主,绕射衰减效果明显不足。为了改进这个缺点,已有的研究将声屏障顶部设计成各种复杂的声学结构,如“蘑菇型”、“水车型”、“鹿角型”等,图2是它们的结构简图。这些顶部结构对改善绕射衰减效果起到了积极的作用,但同时大大增加了声屏障的生产成本、施工难度,而且影响了声屏障的使用寿命,不利于实际大规模应用。

[0004] 现有声屏障存在的主要问题如下:

[0005] 1、在声学层面,目前使用的声屏障顶部结构绕射声衰减能力有限,降噪效果不理想,无法完全满足降噪需求;

[0006] 2、在结构强度层面,目前使用的声屏障顶部结构稳定性不足,容易遭到恶劣天气,如大风、大雪等破坏;

[0007] 3、目前使用的声屏障顶部结构过于复杂,成本过高,施工难度较大,使用寿命偏短。

### 发明内容

[0008] 本发明所解决的技术问题在于提供一种具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,这种声屏障能对绕射声进行有效衰减从而提高声屏障整体的降噪性能,并能在提高声屏障的降噪效果的同时减少声屏障的使用成本。

[0009] 本发明所解决的技术问题采用以下技术方案来实现:

[0010] 一种具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障,包括设置于道路单侧或者两侧的声屏障体,所述声屏障体具有顶面,其顶面为一锐角斜面,所述斜面自道路外侧向内为向下倾斜,其斜面上等间距设置有N个半圆柱状凸起,所述半圆柱状凸起与道路方向平行,且半圆柱状凸起的截面半径大小符合以下规律:

$$[0011] \quad R_n = \frac{170 \times A_n \bmod ([N/2])}{f_{\text{等效}} \times N}$$

[0012] 其中： $n$ 为 $\leq N$ 的整数，表示所述斜面上自道路内侧向外的第 $n$ 个半圆柱状凸起； $R_n$ 表示半圆柱状凸起的半径大小，单位为mm； $A_n$ 表示斐波那契序列中第 $n$ 个数； $\text{mod}([N/2])$ 表示不超过 $N/2$ 的最大整数； $f_{\text{等效}}$ 表示对应道路段的实际道路交通噪声的等效频率。

[0013] 作为进一步限定，所述声屏障体包括支架部以及顶盖部，所述支架部上设置有用于将声屏障体固定设置于道路单侧或者两侧的固定连接件，并在所述支架部上部与所述顶盖部相连。

[0014] 所述顶盖部在道路方向上的切面为三角形。

[0015] 所述顶盖部为铝合金板或者其它具有刚度、强度和稳定性的金属或者合金结构板成型制成。

[0016] 所述顶盖部为实心结构，具有带斜面的顶面，而所述半圆柱状凸起设置于顶盖部的顶面表面。

[0017] 所述顶盖部也可以为由板体组件组装成型的空心结构，所述顶盖部组合板中的上表面板为整体模压成型，在顶盖部上表面上斜向装配，而所述半圆柱状凸起设置于顶盖部的顶面表面。

[0018] 作为进一步限定，所述半圆柱状凸起在顶面上的设置个数优选为6~10个，以获得最优经济效益。

[0019] 在本发明的结构特征条件下，当入射声波通过顶部结构到达半圆柱状凸起时，在不同半径凸起底部被反射，沿各个方向的反射声波到达半圆柱状凸起表面时相位出现不同的错位，且错位的程度由设计凸起的半径决定，从而产生干涉相消现象。

[0020] 相邻凸起表面附近的声波相互干涉形成声阻抗，大小由两个凸起间的半径差决定，因而通过观察凸起间的相互位置关系，并进行计算并总结其规律后可得到其参数影响的关系式。

[0021] 同时，经半圆柱状凸起反射的声能扩散到整个空间重新分布，各个方向更加均匀，使得到达受声点的声能进一步降低。因此，将声半圆柱状凸起应用到声屏障顶部可以明显改善其声学性能。

[0022] 本发明的优点和有益效果在于：

[0023] 1、具有三角形切面的顶部设计相较于传统声屏障顶部结构具有很好的稳定性和抵抗自然破坏的能力，从而保证在外界恶劣天气的条件下依然能够保持良好的降噪效果。

[0024] 2、倾斜的顶板设计，有利于雨水的排出，避免积水对顶部的侵蚀。

[0025] 3、呈特殊声学规律变化的半圆柱状凸起对绕射声有非常理想的衰减效果，从整体上提高声屏障降噪能力。

[0026] 4、结构简单、实用性强，大大降低了传统声屏障顶部结构的使用成本。

## 附图说明

[0027] 图1为声屏障降噪原理示意图。

[0028] 图2为现有技术中的蘑菇型声屏障顶部结构示意图。

[0029] 图3为现有技术中的水车型声屏障顶部结构示意图。

[0030] 图4为现有技术中的鹿角型声屏障顶部结构示意图。

[0031] 图5为本发明的较佳实施例的声屏障结构示意图。

[0032] 图6为图5中声屏障顶部结构的示意图。

[0033] 图7为图5中声屏障顶部结构的断面视图。

[0034] 图8为本发明的声屏障绕射声计算机仿真模型。

[0035] 图中:1、支架部;2、顶盖部;21、固定底板;22、斜顶板;23、支撑板;24、半圆柱状凸起;241、第一凸起;242、第二凸起;243、第三凸起;245、第五凸起;246、第六个凸起;247、第七个凸起;31、刚性地面;32、声屏障有限元模型;33、声源;34、场点。

### 具体实施方式

[0036] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面结合具体图示,进一步阐述本发明。

[0037] 该具体实施方式中所公开的原理参照示例性实施例被描述和图示。然而,这些原理在其应用中不会被限制到示例性实施例中的部件的结构和布置,并且能够以各种其它方式被实践或实施。本文献中的术语用于描述的目的,并且不会被认为是限制。如这里所使用的诸如“包括”、“包含”和“具有”及其变形的单词表示包括其后所列出的项、其等效形式以及其它项。

[0038] 在实施例中,首先通过图1表示声源通过声屏障到达受声点的示意图,如图所示,噪声通过声屏障到达受声点有三条路径:绕射、透射以及反射。其中顶部绕射是最主要的路径,除了少部分声波透射和经过多次反射到达受声点外,大部分声波通过声屏障顶部绕射到受声点。

[0039] 而图2~图4中展示了三种常见的具有声学结构顶部的声屏障结构简图,它们通过改变声屏障顶端的角度和形状,增加声屏障的等效高度,从而提高声屏障的降噪效果。这些顶部结构虽然对改善绕射衰减效果起到了积极的作用,但由于其结构设计过于复杂,成型难度高,会大大增加了声屏障的生产成本、施工难度,且强度和稳定性较差,容易影响声屏障的使用寿命,不利于实际大规模应用。

[0040] 图3~图7展示了本发明的较佳实施例的具有半圆柱状顶部凸起结构的声屏障的结构示意图,在本实施例中,声屏障结构的主体结构为顺序设置于道路两侧的声屏障体,这些声屏障体结构一致,均包括支架部1以及顶盖部2,其支架部1通过螺纹连接件固定设置于对应的道路两侧,以使声屏障体与道路之间的距离保持一致。

[0041] 支架部1上部与顶盖部2焊接固连,而顶盖部2由固定底板21、斜顶板22、支撑板23、侧板25组成,固定底板21、斜顶板22、支撑板23、侧板25均为厚度为2mm铝合金板,而在其它实施例中,固定底板21、斜顶板22、支撑板23、侧板25也可以采用其它具有刚度、强度和稳定性的金属或者合金结构板成型制成,固定底板21、斜顶板22、支撑板23、侧板25在边缘位置通过焊接方式加工方式连接在一起,从而组合成完整的具有空心结构的顶盖部2,焊接成型后的顶盖部2在道路方向上的切面为直角三角形,斜顶板22与固定底板21之间的夹角为 $15^{\circ}$ ,且该顶盖部2在固定底板21下表面上通过底座与支架部1采用螺纹连接方式进行可拆卸连接为一体。

[0042] 而在另外的实施例中,顶盖部2也可以设置为强度和稳定性更加好的实心结构,但其缺点在于材料用量增加,成本增加,且重量提升明显,也会对存储、运输、装配造成一定障碍;另外,固定底板21也可以通过直接焊接或者通过底座焊接方式与支架部1焊接连接为一

体。

[0043] 顶盖部2的上表面为倾斜固定的斜顶板22,其上设置有圆柱状凸起24这些半圆柱状凸起24的半径大小由半圆柱状凸起的个数和具有特定声学规律的数学序列共同决定,并由特定的演算公式:

$$[0044] \quad R_n = \frac{170 \times A_n \bmod([N/2])}{f_{\text{等效}} \times N} \text{ 计算得出。}$$

[0045] 其中:n为 $\leq N$ 的整数,表示所述斜面上自道路内侧向外的第n个半圆柱状凸起,在本实施例中,进行设计时,其半圆柱状凸起24的预设置个数为七个,即N为7;

[0046]  $A_n$ 表示斐波那契序列中第n个数;

[0047]  $\bmod([N/2])$ 表示不超过N/2的最大整数;

[0048]  $f_{\text{等效}}$ 表示对应道路段的实际道路交通噪声的等效频率,在本实施例中,该段道路的实际道路交通噪声的等效频率参考值为500Hz;

[0049] 而 $R_n$ 表示半圆柱状凸起的半径大小,单位为mm。

[0050] 本实施例设计的声屏障顶部结构主要利用了扩散反射及声波干涉相消声学原理达到增加绕射声衰减的效果。具体声学原理如下:

[0051] 当声波入射通过声屏障体的顶盖部2时,在不同半径的半圆柱状凸起24底部被反射,沿各个方向的反射声波到达半圆柱状凸起24表面时相位出现不同的错位,且错位的程度由所设计的半圆柱状凸起24的半径大小决定,从而产生干涉相消现象。同时,经半圆柱状凸起24反射的声能扩散到整个空间重新分布,各个方向更加均匀,使得到达受声点的声能进一步降低。因此,将半圆柱状凸起应用到声屏障顶部可以明显改善其声学性能。

[0052] 图8为声屏障绕射声计算机仿真模型,其包括:刚性地面31、声屏障有限元模型32、声源33、场点34。

[0053] 具体实验条件:声源幅值1Pa,距离声屏障的水平距离是6m,距地面高度15m,在评价声屏障的隔声效果时,可用等效频率简化计算,我国道路交通噪声等效频率一般取500Hz,因此仿真实验中声源的频率为500Hz;

[0054] 声屏障长度为50m,高度为3m,厚度为20cm;在声屏障后方10m、20m、30m、40m、50m的距离上分别取高度为7m、8m、9m、10m的四个场点,分别计算“半圆柱状凸起顶部结构声屏障”和“直立型声屏障”在这20个场点下的绕射声插入损失。

[0055] 取20个场点的绕射声插入损失的平均值评价声屏障的降噪效果,并比较二者的降噪性能。结果表明,“半圆柱状凸起顶部结构声屏障”可以使声屏障的降噪量额外增加277dB。

[0056] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

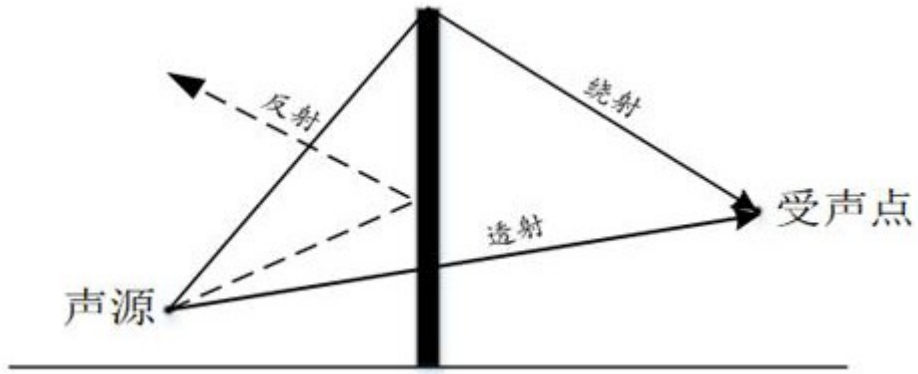


图1



图2



图3



图4

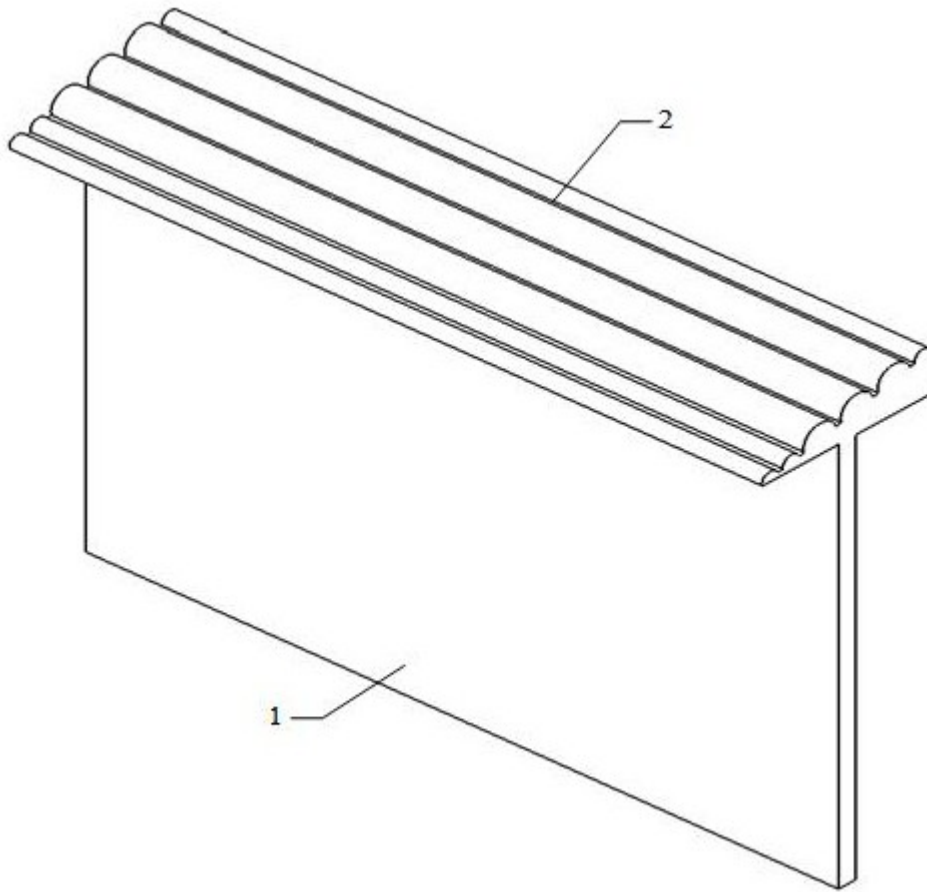


图5

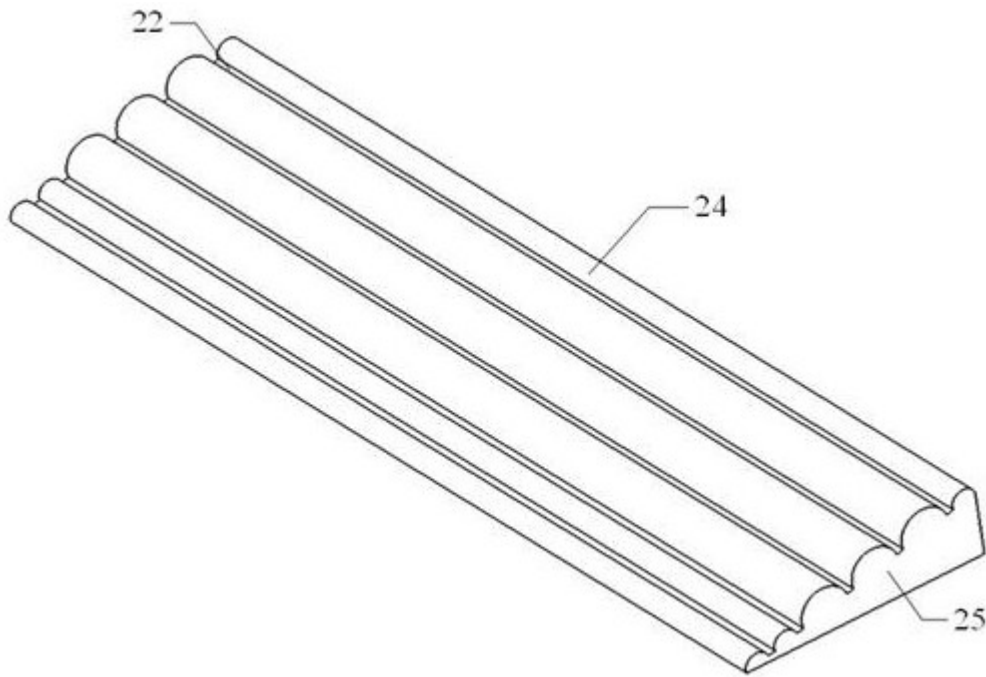


图6

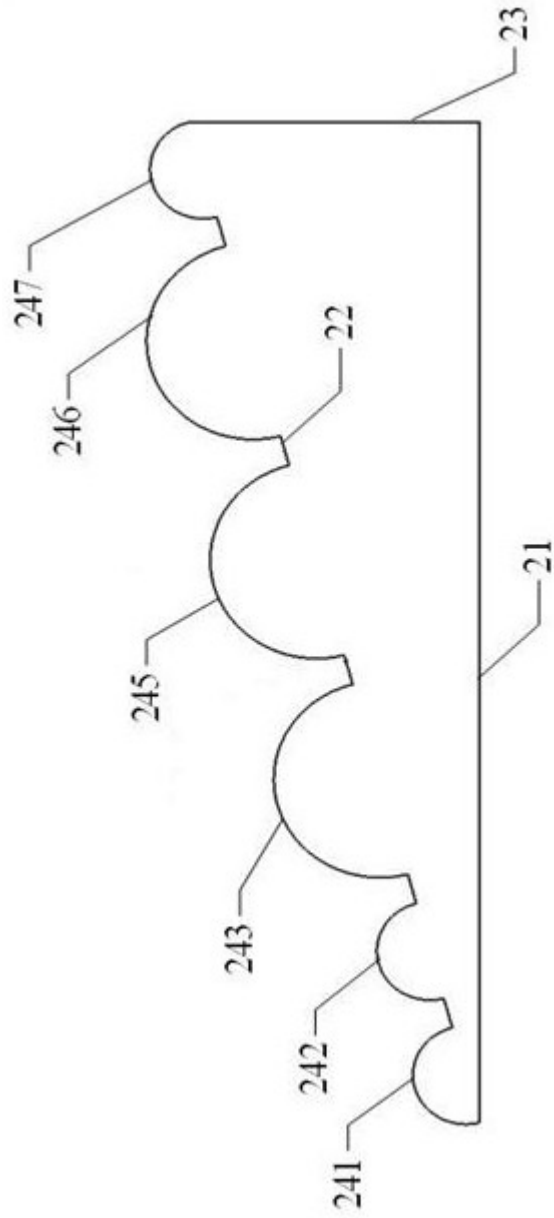


图7

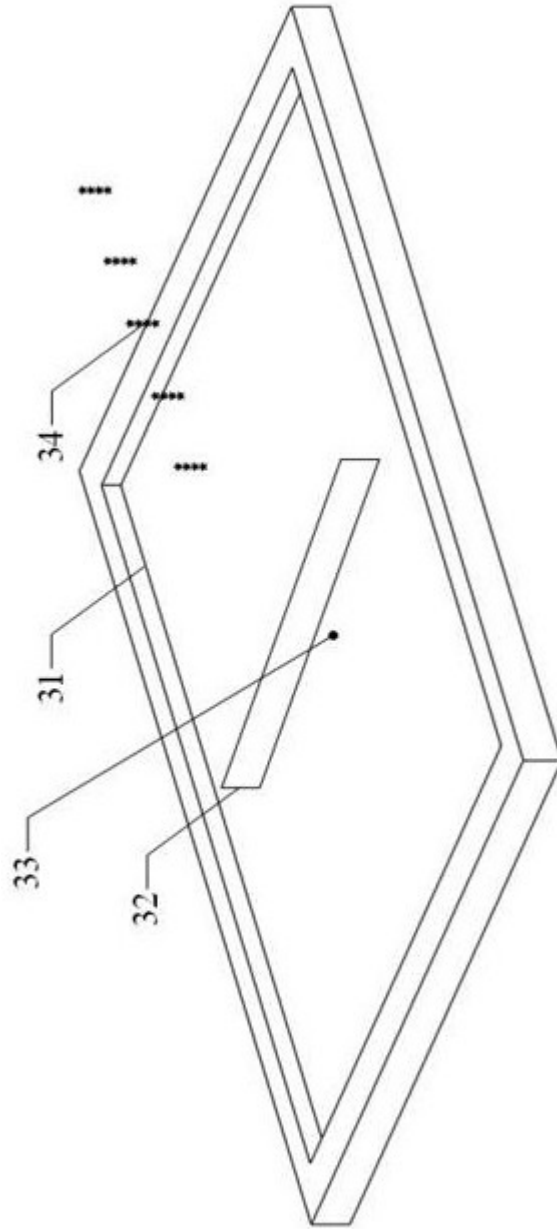


图8