

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

H01L 41/08 (2006.01)

H01L 41/187 (2006.01)

H03H 9/15 (2006.01)

专利号 ZL 02127377.4

[45] 授权公告日 2008年6月25日

[11] 授权公告号 CN 100397673C

[22] 申请日 2002.7.29 [21] 申请号 02127377.4

[30] 优先权

[32] 2001.7.27 [33] DE [31] 10137424.0

[32] 2001.7.27 [33] DE [31] 10137425.9

[73] 专利权人 霍尔姆堡有限责任两合公司

地址 联邦德国柏林

[72] 发明人 M·比尔斯 P·巴达尔延

T·卢佩科 S·波尔亚科瓦

E·布拉塞瓦

[56] 参考文献

GB1592416 1981.7.8

US6111339 A 2000.8.29

US5894651 A 1999.4.20

US4707311 1987.11.17

审查员 于理科

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 章社杲

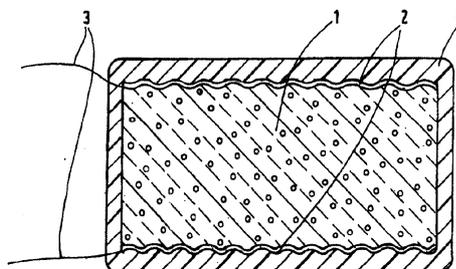
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

[54] 发明名称

压电元件和装有压电元件的振荡变换器

[57] 摘要

提出一种压电元件，用于将压力信号转换成电信号和反向变换，其具有多孔的均质陶瓷体和至少两连接在陶瓷体上的电极。多孔的陶瓷体具有开气孔并且最好用弹性涂层在整个表面上进行密封。此外，还提出一种带有设置在壳体内部的压电元件的振荡变换器。压电元件的一个端面刚性连接到壳体的基底上。另一端面就是对振荡敏感的表面，最好不要被壳体盖住。壳体的容积由浇注的化合物充满，其中压电元件与浇注的化合物机械去耦。



1. 一种装有压电元件的振荡变换器，其用于把压力信号转换成电信号和反向变换，所述压电元件具有多孔陶瓷体和至少两个连接在所述陶瓷体的电极，

其特征在于，所述多孔陶瓷体（1）具有开气孔，以及在至少没有被所述电极（2）占用的表面上设置用于在所述陶瓷体内增加压力梯度的弹性涂层（4）；和

所述压电元件设在壳体内，其中所述压电元件的一个端面以刚性连接至所述壳体的基底，而与之相对的端面就是对来自外部空间的振荡敏感的表面，所述壳体（8）内所述压电元件（22）至少部分地被浇注的化合物（5）所包围并与所述化合物机械去耦。

2. 根据权利要求1所述的振荡变换器，其特征在于，所述弹性涂层（4）形成密封并覆盖带有电极的所述陶瓷体（1）的整个表面。

3. 根据权利要求1所述的振荡变换器，其特征在于，所述多孔陶瓷体是用锆酸钛酸铅的混合物制成。

4. 根据权利要求1所述的振荡变换器，其特征在于，多孔陶瓷体的孔隙率至少是10%。

5. 根据权利要求4所述的振荡变换器，其特征在于，所述孔隙率处于50和70%之间。

6. 根据权利要求1所述的振荡变换器，其特征在于，所述涂层（4）是由硅橡胶、异戊二烯橡胶或聚脂所制成。

7. 根据权利要求1所述的振荡变换器，其特征在于，所述涂层的厚度在0.1至1.5mm范围内。

8. 根据权利要求1所述的振荡变换器，其特征在于，所述涂层的弹性处于10至50肖氏硬度的范围内。

9. 根据权利要求1所述的振荡变换器，其特征在于，所述带有开气孔的多孔陶瓷体基本上是均匀的。

10. 根据权利要求8所述的振荡变换器,其特征在于,所述涂层的弹性处在10和30肖氏A硬度之间。

11. 根据权利要求7所述的振荡变换器,其特征在于,所述涂层的厚度在0.1mm至1.0mm范围之内。

12. 根据权利要求1所述的振荡变换器,其特征在于,所述压电元件(22)的侧周边表面设有松动地连接至所述压电元件的保护盖(9),其作为机械去耦机构将所述浇注的化合物(5)与所述压电元件(22)隔开。

13. 根据权利要求1所述的振荡变换器,其特征在于,所述压电元件(22)的所述电极(2)被连接至阻抗变换器电路,所述电路被浇注到所述浇注化合物(5)内。

14. 根据权利要求1所述的振荡变换器,其特征在于,所述压电元件(22)的敏感端面突出于所述壳体(8)之外。

15. 根据权利要求14所述的振荡变换器,其特征在于,所述敏感的端面被金属箔、金属丝织物、金属化的塑料箔或导电的合成橡胶覆盖。

16. 根据权利要求1所述的振荡变换器,其特征在于,所述壳体(8)放置在吸振材料制成的框架(11、12)上并与所述框架连接。

17. 根据权利要求16所述的振荡变换器,其特征在于,所述框架包括套筒(11)和底板,所述套筒至少部分地包围所述壳体(8),在所述套筒(11)与所述壳体(8)之间形成中间空间(15),其中充满减振介质。

18. 根据权利要求17所述的振荡变换器,其特征在于,所述套筒(11)固定在所述壳体(8)的法兰(13)上,而所述底板是包围所述壳体(8)的盖帽(12)的组成部分。

## 压电元件和装有压电元件的振荡变换器

### 发明领域

本发明涉及根据独立权利要求前序的一种把压力信号转换成电信号和反向变换的压电元件以及装有压电元件的振荡变换器。

### 背景技术

从德国专利 DE 40 29 972 已知一种压电元件，其设计成超声变换器，由若干层互相叠放的多孔压电陶瓷组成，层与层之间用电极连接。制造每一层多孔压电陶瓷是通过从盛有与珠状聚合物相混合的陶瓷釉的供料容器拉出塑料箔。堆叠的箔随后进行压制和烧结。在每一层内的多孔压电陶瓷的孔隙率具有梯度，在边界表面的孔隙率最小，这是为了与电极有良好的接触。

振荡变换器有许多不同的用途，可以用于扩音器，尤其是新闻传播用的接触式传声器，用于加速记录器、听诊仪器、地震地面检测仪器及类似设备，和用于安全信号系统以及其它装置。

从欧洲专利 O 515 521 B1 中知道一种压电陶瓷的加速记录器，包括由玻璃或陶瓷制成的箱形的两部分组成的壳体，壳体内形成中空的空间，在壳体的两部分之间固定压电板，此板进入中空的空间。压电陶瓷板在其边角部分装有电极，此边角部分充当两个半壳体之间的固定机构，两个半壳体有金属化部分，由此可以用来接触带有通到电路的接触连接位置的电极。

### 发明内容

本发明的目的是提出一种把压力信号转换成电信号和反向变换的压电元件，通过这种元件可提高灵敏度，同时可以有足够的机械稳定性，对于振荡变换器，提高的灵敏度特别设计成位于一个方向

上。

根据本发明，提供一种装有压电元件的振荡变换器，其用于把压力信号转换成电信号和反向变换，所述压电元件具有多孔陶瓷体和至少两个连接在所述陶瓷体的电极，其特征在于，所述多孔陶瓷体(1)具有开气孔，以及在至少没有被所述电极占用的表面上设置用于在所述陶瓷体内增加压力梯度的弹性涂层；和所述压电元件设在壳体内，其中所述压电元件的一个端面以刚性连接至所述壳体的基底，而与之相对的端面就是对来自外部空间的振荡敏感的表面，所述壳体内所述压电元件至少部分地被浇注的化合物所包围并与所述化合物机械去耦。

多孔的压电陶瓷应理解为是一种基于固化的锆酸钛酸铅混合物的压电陶瓷材料，具有压电性能和微孔。这种多孔的压电陶瓷，根据陶瓷体包围封闭的，即隔离的，还是敞开的，即互相连通的微孔，多孔的压电陶瓷分别属于对应结合 3-0 或 3-3 的压电混合材料。

已经显示出，随着从高刚性和少孔的陶瓷转到高度多孔压电陶瓷，大大提高了作为灵敏度测量标准的压电电压常数  $g_a$  (空气声敏感度/压电陶瓷厚度)，而在材料中的孔隙率多于 30% 体积时，会发生陶瓷的弹性变形的非线性增加和泊松比值的减少，即对应于陶瓷孔隙率的增加，横向收缩系数减小。第一个性质可保证高灵敏度，第二个性质会有这样的作用，对于所有侧面都会产生空间作用的机械振荡，压电电压常数  $g_a$  即灵敏度的量值全部保留在极化轴上。对于实心陶瓷，由于主轴即极化轴的信号分量与第二轴的反相信号分量是叠加的，压电常数会降低，从而变得不太灵敏。

这种影响对带有开气孔的多孔陶瓷最为明显，尽管陶瓷体孔隙率增加了，但其机械强度降低了，以致通常不采用高度多孔陶瓷。为了提高带有开气孔的高度多孔压电陶瓷的机械稳定性，已知道采用各种复合聚合物来充填孔，尽管同时会大大降低体积压电灵敏度。典型的充填物是环氧树脂和硅橡胶。

根据本发明的多孔陶瓷体由开气孔所组成，并至少在没有被电极占用的表面采用弹性涂层的事实，压电元件的压电电压常数得到很大提高，而且弹性涂层提高了陶瓷体的机械强度。同时，陶瓷体在整个表面上由涂层密封时，具备了特别的优点。

弹性涂层的作用，除了增加较高孔隙率陶瓷体的机械强度，这样陶瓷体才能用于将压力信号转换成电信号和反向变换的压电元件之外，其作用还在于这样的事实，由于这种涂层具有使声波在压电元件的内部体积与周围介质之间产生压力降的作用，因此增加了压电元件的变形性。由于高度多孔压电陶瓷的低泊松比值，增加的体积变形被转换成单轴变形，主要是纵向变形，这是由于直接压电效应激活了压电元件电极上的电荷的结果。最终结果是体积输出信号由多孔陶瓷压电元件转换成足够高的电信号。如果不用弹性涂层，因为没有压力梯度，压电元件的变形就相当小，结果其压电电压常数也就同样较低。

通过最好的方式，多孔陶瓷体的整个横断面面积上基本是均匀的，以至于互相连通的开气孔的分布是基本均匀的。为了外来材料不破坏可增加陶瓷体内压力差的“通气”，微孔只用空气或气体来填充，不用固体的填充材料，避免采用不同材料的夹层结构。

此外，弹性在 10 和 50 肖氏硬度之间，最好在 10 和 30 肖氏硬度之间的弹性涂层的厚度根据可使材料不受限制地变形来选择。此厚度在 0.1 至 0.5mm 范围内，最好在大约 0.1 至 0.5mm 之间。

孔隙率最好尽可能的高，上限应由要求的强度、希望的灵敏度和制造方法来决定。

通过本发明的振荡转换器是由压电元件所组成，其采用具有开气孔的多孔陶瓷体，元件的一个端面基本上刚性固定在壳体的基底上，其相对的端面为敏感的表面，壳体的容积中至少部分地充填浇注的化合物，在壳体内压电元件与浇注的化合物机械去耦的事实，实现了振荡变换器对具有良好信号—噪声比的振荡信号有高灵敏

度，由于采用机械去耦，振荡变换器的振幅—频率响应有了改善，而且由于把多孔陶瓷体刚性连接在壳体的基底上以及环绕了浇注的化合物，使灵敏度是定向的。

还有更多的优点，壳体是设置在一个由吸震材料制成的框架上并连接在框架上，即进行弹性和减震固定，由此，变换器对外来振荡的灵敏度大为降低，同时对作用在前面的振荡保持高灵敏度，这种效果甚至还可提高，如果框架是由包围壳体的套筒和底板所组成，其中套筒与壳体之间和底板和壳体之间形成中间空间，在此空间内填充减震或吸震介质。

### 附图说明

本发明的实施例如附图所示，并在随后的说明中作更详细解说。

其中：

图 1 根据本发明的一个实施例的压电元件的剖视图；

图 2 根据第一实施例的振荡变换器的剖视图；

图 3 根据本发明振荡器又一实施例的剖视图。

### 具体实施方式

图 1 中，一个多孔的基本上均质的陶瓷体用 1 来表示，其包括开气孔，其中微孔占有的体积不小于 10%，最好大于 30%，例如，孔隙率在 50%和 70%之间。微孔通常充有空气，但是，也可以含有其它的气体。在陶瓷体 1 的两个相对的表面上接装两个电极 2，电极接至连接引线 3。陶瓷体 1 在其只是适当地不包括被电极 2 占用的表面的整个周面上，设置了密封的弹性聚合物涂层 4，如聚氨脂、硅橡胶、异戊二烯橡胶或类似材料。弹性涂层的厚度应使得陶瓷体仍可由于振荡而变形，即变形未被妨碍，其中与涂层弹性受到相同程度的变形。例如，弹性应在 10 至 50 肖氏 A 硬度范围，最好在 10 至 30 肖氏 A 硬度范围。根据所采用的材料，弹性涂层的厚度可以在 0.1

至 1.5mm 之间的范围内，最好在 0.1 至 1.0mm 之间。在 0.1 与 0.5mm 之间达到了最好的结果。

### 示例

在具体的实施例中，压电元件是用压电材料 PTZ-36 制造，孔隙率为体积的 62-63%，片状，直径 12mm，高度 5mm。当把金属层沉积在片端面上后，在金属层上焊接信号导线以及使陶瓷体极化，以便进行比较，这些元件的表面用不同的弹性聚合物，如聚氨脂、硅橡胶和合成橡胶进行密封。

压电电压常数  $g_H$  是按照下列公式算出的：

$$g_H = r/h$$

其中  $r$  是陶瓷体的空气声灵敏度，单位是毫伏/帕斯卡， $h$  是陶瓷体高度，在 1000 赫频率时在反射不良的空间测得。所得的结果列于表 1。

表 1

位号	涂层材料 (参数层厚度 $h=0.5\text{mm}$ )	$g_H$ [毫伏·米/牛顿]
1	环氧树脂	28
2	有机玻璃	28
3	聚氨脂	252
4	硅橡胶	280
5	合成异戊二烯橡胶	294
6	无涂层	14

从表中所列数据可以看出，通气的多孔陶瓷元件由于采用弹性涂层，可以保持高的压电电压常数，而同样的陶瓷体，由于未采用涂层，其灵敏度下降到带有涂层的二十分之一。同样可以从表 1 推导出，无弹性的涂层只能把压电电压常数提高一倍。

弹性涂层对压电灵敏度的正面影响发生在较宽的频带宽度范围内，表 2 列出了根据频率的压电电压常数  $g_H$  (毫伏·米/牛顿)，用于弹性的和无弹性的涂层。

表 2

频率(赫兹)	10	100	1000	5000	10000	15000
$g_H$ (采用弹性涂层)	230	250	280	230	250	265
$g_H$ (采用无弹性涂层)	10	14	28	28	28	28

比较孔隙率(通气的或封闭的孔)的性质，微孔的大小只对压电灵敏度有轻微的影响。表 3 列出压电元件的灵敏度值，元件具有根据微孔大小的同样的通气孔隙率，采用硅橡胶涂层。

表 3

微孔大小(微米)	$g_H$ [毫伏·米/牛顿]
20-80	280
50-200	308
100-500	300
500-1000	280

在根据表 4 的另一示例中，列出了根据没有另外物质作用的涂层材料厚度的压电灵敏度，孔隙率为 56%。

表 4

层厚度[mm]	0.0	0.1	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
空气载声灵敏度 [毫伏/帕斯卡]	0.02	0.7	0.7	0/7	0.45	0.33	0.21
固体载声灵敏度 [毫伏/克]	1.2	25	27	20	15	11	7

从表中可以确认,采用 0.1 和 0.5mm 的层厚度可以达到最高的灵敏度。

采用这种压电元件,可以达到比现有技术所达到的高得多的压电灵敏度,而且它的设计比较简单。与实心压电陶瓷的压电元件相比,根据本发明的压电元件所具有的压电电压常数几乎高出两个数量级,其特征在于有一个宽的频谱(10 赫兹至 200 赫兹)和均匀的振幅频率响应,由此使声频带宽的波动不超过 6 分贝。

图 2 所示是使用上述压电元件的振荡变换器。振荡变换器由装在壳体 8 内的压电元件 22 所组成,在壳体内,压电元件 22 被充满壳体 8 的浇注的化合物 5 包围。壳体 8 形成盒状并在一侧打开,图 2 中是在顶部打开,压电元件 2 少许突出浇注的化合物 5 的平面之外并作为压电元件 22 第三的传感器表面。壳体 8 即压电元件 22 和浇注的化合物 5 由屏蔽箔 6 覆盖,屏蔽箔包括金属箔或极细的金属丝织物,或金属化的塑料箔或导电的聚合物。壳体包括一个被法兰环 7 围绕的法兰状边缘,法兰环 7 与屏蔽箔 6 和壳体 8 的边缘接合。

压电元件 22 装有电极,用于发送电信号。电极 2 连接至阻抗变换器电路 20,由它来实现相应的电气适配。上电极 2 通过接头 16 接至屏蔽箔 6,而下电极 2 通过导线 10 接至阻抗变换器电路 20。连接电缆 18 通到外面。

为了机械稳定法和增加压力梯度,多孔陶瓷体 1 配备了弹性涂层 4,将陶瓷体 1 的整个表面密封。

对于图 2 的振荡变换器的制造,多孔陶瓷体 1 采用弹性聚合物涂层 4,其一个端面上通过刚性接头 19 连接到壳体基底的附着层上。带有弹性涂层 4 的陶瓷体 1 连接到松动的盖板 9 上,即通过非刚性连接,盖板可以是推到陶瓷体 1 上的硅制成的管状材料,然后壳体完全地或部分地充填浇注的化合物,可采用环氧树脂或用其它弱弹性的化合物。由此,盖板 9 把压电元件 22 与浇注的化合物 5 隔开,

形成机械去耦。连接于两个电极的阻抗变换器电路被同时一起浇注的并且被浇注的化合物 5 所包围。

按照图 2 这样的布置，使得陶瓷体的后侧能最大程度地由壳体 8 的惰性物质所“充填”，而前侧能最大程度地“开放”，由此提高了振荡变换器在前侧的灵敏度，同时降低了后侧的灵敏度。由于压电元件的项表面或侧表面采用保护盖板 9，从而可允许使用弱弹性材料来浇注壳体，同时不会损及变换器的灵敏度，这样就有可能把变换器的自谐振移入高频率区，由此来改善它的在低频率区的振幅频率响应。

正如已经介绍过的那样，这样的变换器可以用作接触噪声或碰撞噪声扩音器，只有压电元件的端面伸出壳体 8 的前侧外面，可以与信号源的表面接触。

图 2 所示的变换器的一个实例，高度为 5.8mm，直径是 21.5/18.0mm，重量约 7 克；它的碰撞噪声发送系数是 1500 毫伏/克，在 50-5000 赫兹频率范围内的振幅频率响应处于 6 分贝公差范围内，变换器前侧和后侧的灵敏度比值约 20 分贝。

图 3 所示是另一个实施例，在图中变换器由 10 表示，可以具有图 2 的结构。

下面是该实施例的介绍，壳体 9 的边缘 13 由一个弹性吸音材料的圆柱形套筒 11 所支撑，套筒沿圆周围绕壳体 8。此外，还配置盒状盖帽 12，把带有套筒 11 的壳体 8 放入盖帽内，其中吸音材料的套筒 11 的一边通过连接区 14 连接至法兰状边缘 13，另一边连接至盖帽 12 的基底上。同时在壳体 1 的基底与盖帽 12 的基底之间形成中间空间 15，其中充装吸震介质。此介质可以是空气、真空、液体或其它物质。

在这个实施例中采用了盖帽，也可以采用别的设计，只要可以使振荡变换器 10 对外来的振荡不敏感，然而变换器的弹性吸音悬挂装置和中间空间的基本概念仍属于双基底的方式。

依靠这样的布置，实现了大大降低而对某些频率来说实际上完全抑制了变换器对外来振荡的灵敏度，同时保持对从正面作用变换器的振荡信号的高灵敏度，而变换器的厚度只有最小的增加。包围变换器壳体的套筒是用弹性吸音材料制成，其形状像一个圆筒，一侧固定在壳体的前侧，而另一侧固定在推向变换器的盖帽的基底上，或者还可以只固定在外面的盘片上。同时，在变换器壳体与盘片之间或在壳体与盖帽基底之间，形成双基底方式的中间空间，可以往里面填充气体、真空、液体或其它的吸震介质。

图 1

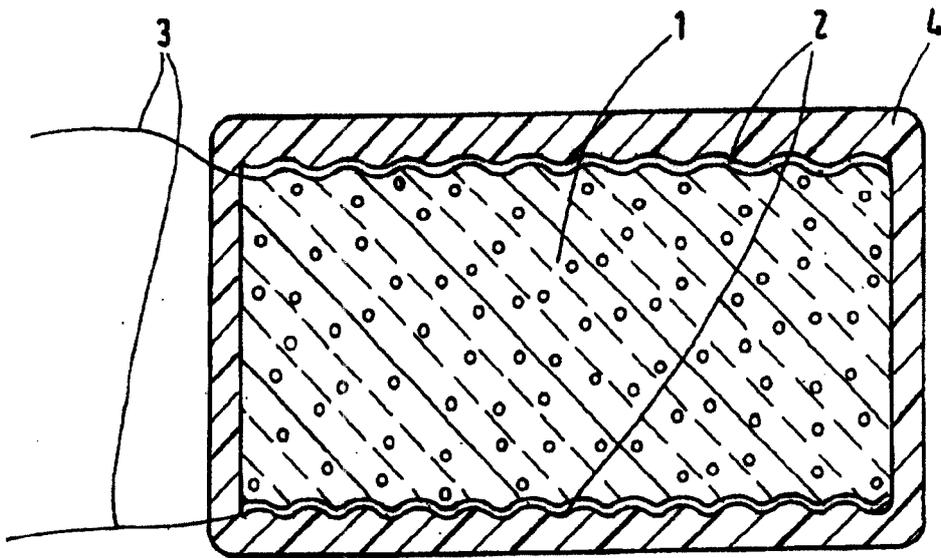


图 2

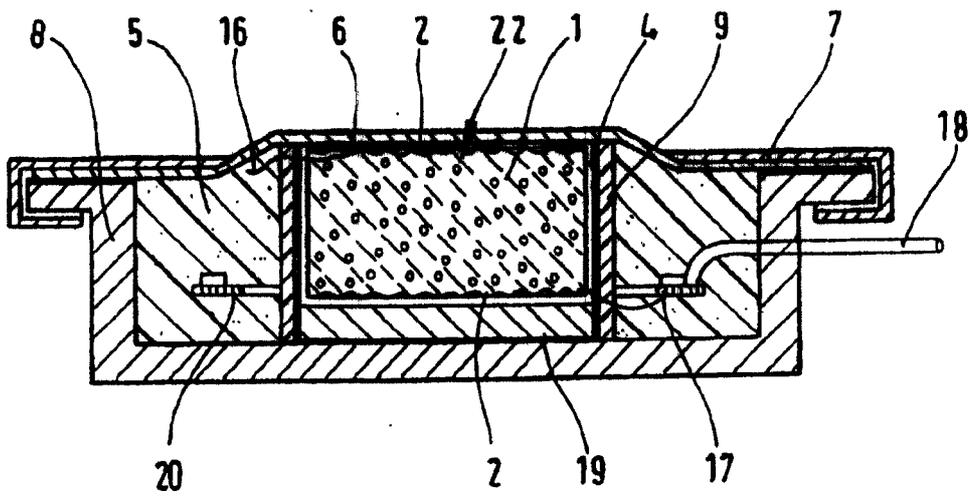


图 3

