



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01807642.4

[43] 公开日 2003 年 6 月 4 日

[11] 公开号 CN 1422445A

[22] 申请日 2001.4.6 [21] 申请号 01807642.4

[30] 优先权

[32] 2000. 4. 10 [33] DE [31] 10017760.3

[86] 国际申请 PCT/DE01/01371 2001.4.6

[87] 国际公布 WO01/78160 德 2001.10.18

[85] 进入国家阶段日期 2002.9.30

[71] 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

共同申请人 费斯托两合公司

[72] 发明人 卡尔·卢比茨 迈克尔·里德尔

迈克尔·温曼 马库斯·霍夫曼

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

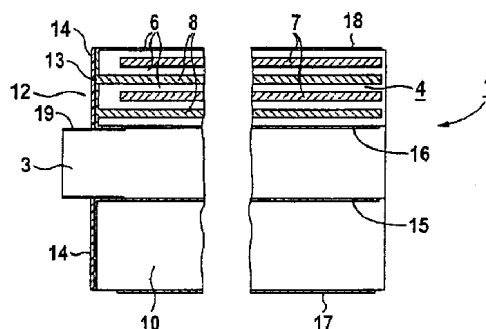
代理人 侯宇 陶凤波

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 压电陶瓷弯曲变换器及其应用

[57] 摘要

本发明涉及一种压电陶瓷弯曲变换器(1)，它具有一个支承体(3)和一个安设在其上面的由压电陶瓷层(6)以及在压电陶瓷层(6)之间的平面电极(7、8)组成的堆叠。在支承体(3)背向堆叠的侧面上敷设一适配层(10)，它由基本上具有和压电陶瓷相同热膨胀系数的材料制成。该弯曲变换器(1)具有良好的调节力和低的热固有弯曲度且制造成本低。它尤其适合应用在一个阀中。



1. 一种压电陶瓷弯曲变换器(1)，它具有一个支承体(3)和一个安设在其上面的由压电陶瓷层(6)以及在压电陶瓷层(6)之间的平面电极(7、8)组成的堆叠，其特征在于，在支承体(3)背向堆叠的侧面上敷设一适配层(10)，它由基本上具有和压电陶瓷相同热膨胀系数的材料制成。
2. 如权利要求 1 所述的压电陶瓷弯曲变换器(1)，其特征在于，所述适配层(10)由玻璃或氧化铝制成。
3. 如权利要求 1 所述的压电陶瓷弯曲变换器(1)，其特征在于，所述适配层(10)由一种极化的压电陶瓷制成。
4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的压电陶瓷弯曲变换器(1)，其特征在于，所述支承体(3)由一种纤维复合材料制成。
5. 如权利要求 4 所述的压电陶瓷弯曲变换器(1)，其特征在于，所述纤维复合材料是一种用碳纤维或玻璃纤维强化的环氧树脂。
6. 如上述任一项权利要求所述的压电陶瓷弯曲变换器(1)，其特征在于，所述支承体(3)的一个自由部段(21)在固定侧(12)从堆叠和适配层(10)中伸出。
7. 如权利要求 6 所述的压电陶瓷弯曲变换器(1)，其特征在于，所述电极(7、8)为了实现电接触在固定侧(12)从压电陶瓷中引出，并在其它侧(22、24、26)相对于压电陶瓷有回缩。
8. 如权利要求 7 所述的压电陶瓷弯曲变换器(1)，其特征在于，所述电极(7、8)在固定侧(12)伸出的部段(20)用一种浇注材料(14)来密封。
9. 如权利要求 8 所述的压电陶瓷弯曲变换器(1)，其特征在于，所述浇注材料(14)为环氧树脂。
10. 将上述任一项权利要求所述的压电陶瓷弯曲变换器(1)作为一个调节元件用在一个阀中，尤其是一个气动阀中。

压电陶瓷弯曲变换器及其应用

5 本发明涉及一种压电陶瓷弯曲变换器，它具有一个支承体和一个安设在其上面的由压电陶瓷层以及在压电陶瓷层之间的平面电极组成的堆叠。本发明另外还涉及这种弯曲变换器的应用。

这种压电陶瓷弯曲变换器已由前东德专利文献 DD 293 918 A5 和国际专利申请 WO 99/17383 公开。按照国际专利申请 WO 99/17383 所述，为控制
10 压电陶瓷弯曲变换器，设置在压电陶瓷层之间的各电极沿堆叠方向看过去交替地位于正电位和负电位上。其中，各相邻的压电陶瓷层则沿相反的方向被极化，使得整个堆叠在被加载工作电压时基于压电陶瓷的压电效应要么收缩要么膨胀。

从德国专利文献 DE 34 34 726 C2 中可了解到用于控制这种由压电陶瓷
15 层堆叠而成的变换器的其它可能性。

从德国专利文献 DE 34 34 726 已知可将铅钛酸盐，钡钛酸盐，铅锆钛酸盐或这些陶瓷材料的变种作为压电陶瓷层材料。从前东德专利文献 DD 293 918 A5 中则已知可将弹簧钢以及从国际专利申请 WO 99/17383 中已知可将
20 纤维复合材料或玻璃作为支承体材料。由这种纤维复合材料或玻璃制成的支承体在将电能转换成机械能时会导致很高的效率。

带有支承体的压电陶瓷弯曲变换器通常被构造成具有所谓的三晶 (Trimorph) 结构。这意味着，在支承体的两侧分别涂覆上至少一层由压电陶瓷层构成的压电活性层。基于该对称结构，这样一种压电陶瓷弯曲变换器由温度决定的固有弯曲度比支承体仅仅在一层覆有压电陶瓷层时更低。

25 若采用一个由许多压电陶瓷层形成的堆叠来取代一个唯一的压电陶瓷层，那么在更低的工作电压下就能提供相同的机械能。其缘由在于：基于在堆叠中很薄的各压电陶瓷层，在相同的工作电压情况下，按照公式 $E = U/d$ (其中， E 为电场强度， U 为加载电压， d 为压电陶瓷层厚度)，有比只有一具有堆叠厚度的压电陶瓷层更大的电场强度。当对于压电陶瓷弯曲变换器要求有
30 小的调节行程时又要有大的调节力时，压电活性物质由许多单独的压电陶瓷层按照堆叠方式，亦即多层技术来构成是比较有利的。

基于前述原因，在将压电陶瓷弯曲变换器应用在一个阀中时优选按照堆叠或者多层构造方式来构造该变换器。但缺点是用于构造一个多层结构式压电陶瓷弯曲变换器的制造成本和材料成本相对较高。压电陶瓷层必须努力地拉制成薄膜；需采用许多单个电极层，这会抬高材料成本。因此，当一个阀采用一个多层结构的压电陶瓷弯曲变换器时，尽管它有更好的调节性能但基于其很高的部件价格相对于一个传统结构的类似阀门来说还是没有竞争力。

因此，本发明所要解决的技术问题在于，提供一种多层结构的压电陶瓷弯曲变换器，它便于制造。此外，本发明所要解决的另一技术问题在于，提供这种压电陶瓷弯曲变换器的应用。

上述第一个技术问题按照本发明是这样来解决的，即，在支承体背向堆叠的侧面上敷设一适配层，它由基本上具有和压电陶瓷相同热膨胀系数的材料制成。

本发明出于如下考虑：在压电陶瓷弯曲变换器应用于一个阀中时，弯曲变换器只需要有两个定义位置。在弯曲变换器的其中一个定义位置上，阀关闭；而在弯曲变换器的另一个定义位置上，阀打开。弯曲变换器没有必要有第三个定义位置。视对于弯曲变换器的不同控制人们对阀有不同的称呼，当阀在弯曲变换器不受控制时为打开状态时，称这种阀为常开阀；当阀在弯曲变换器不受控制时为关闭状态时，称这种阀为常闭阀。

本发明另外还出于如下考虑：压电陶瓷弯曲变换器为控制一个阀所需的所述两个位置是指在没有施加电压时的静止位置和在施加电压时的偏转位置。因此，弯曲变换器仅仅只需沿一个方向偏转。所以对于一个应用在一个阀中的弯曲变换器来说，在支承体上一侧敷设压电陶瓷层堆叠(以下称为压电堆)就足够了。逆极化方向被控制的第二个压电堆只能为偏转提供很小的支持，因为电场强度由于两极效应必然受到限制。因此，为了不降低弯曲变换器在阀中的应用效率，可放弃一个压电堆。这是一种可节约成本的措施，因为用许多单个压电陶瓷层以及设置在它们之间的电极来制成一个压电堆非常昂贵。

此外，本发明还出于以下的考虑，即，相对于一个带有支承体以及在支承体两侧都敷设有压电堆的弯曲变换器来说，一个带有支承体以及在该支承体的一侧敷设压电堆的压电陶瓷弯曲变换器基于其不对称结构有更高的热固有弯曲度，并因此不太适合应用在一个阀中。这个问题这样来解决，即，在

支承体背向堆叠的侧面上敷设一适配层，它由基本上具有和压电陶瓷相同热膨胀系数的材料制成。

比较有利的是，该适配层由玻璃或氧化铝制成。这两种材料和通常作为压电陶瓷来用的铅-锆-钛氧化物陶瓷有近似的膨胀系数。

- 5 一种压电陶瓷通常通过在一个均匀的电场中极化来获得其压电特性。通过极化，压电陶瓷的热膨胀系数相应变化。因此，按照本发明另一种有利的设计，用于补偿弯曲变换器的热固有弯曲度的适配层由一种极化的压电陶瓷制成。在这种情况下，适配层的热膨胀系数与支承体另一侧上所敷设的堆叠中各个压电陶瓷层的热膨胀系数相同。在这种情况下，适配层由一整体的极化压电陶瓷组成，亦即由一个唯一的压电陶瓷层形成。

作为支承体材料例如可采用玻璃、金属或纤维复合材料。为便于加工以及在压电陶和支承体之间建立持久的连接，业已证明比较有利的是，用一种纤维复合材料来制成支承体。

- 15 在压电陶瓷和支承体之间持久牢固的连接，尤其可通过采用一种用碳纤维或玻璃纤维来强化的环氧树脂作为纤维复合材料来实现。这样，对于制造支承体的原材料就可采用一种预浸环氧树脂的带料(一种尚未完全硬化的毛坯)，它通过热处理与压电陶瓷热粘合在一起。

- 20 按照本发明另一个有利的改进设计，支承体的一个自由部段在固定侧从堆叠和适配层中伸出。该支承体的自由部段可以按照简单的方式方法用于固定弯曲变换器。这一改进设计也可使压电堆中各电极实现方便的接触。例如在支承体的自由部段上可粘接上一铜片，使其一部分在压电堆下延伸并与各电极电接触。可以简单的方式方法在这种铜片上钎焊上一连接导线。

- 25 压电堆中的电极为了实现电接触可比较有利地在固定侧从压电陶瓷中引出，并相对于压电陶瓷在其它侧边上有回缩。通过平面金属化制成的电极可以这种方式方法仅仅在固定侧从压电堆或从适配层中伸出。在压电陶瓷堆一同被烧结时，通过电极在外侧位置上的回缩形成一烧结壳膜，它在烧结过程结束之后使电极相对于外面封闭起来。电极在压电堆中的这样一种设计因此使得压电陶瓷弯曲变换器即便在高的空气湿度或者在水中时也能正常工作。各电极通过该烧结壳膜能很好地相互电绝缘，从而提高压电堆的抗短路能力。

30

考虑到压电陶瓷弯曲变换器的抗短路能力，更加有利地是使电极从压电

堆或浇注材料中伸出的部段用浇注材料来密封。为此可将弯曲变换器装入一个铸模中，然后将浇注材料浇注到该铸模中。

考虑到易操作性，比较有利地是采用一种环氧树脂作为浇注材料。也可采用尤其借助激光可硬化的胶粘剂作为浇注材料。通过将浇注材料注入铸模中，整个压电弯曲变换器可防湿，且因此可应用到通断液体的阀中。

本发明所要解决的第二个技术问题这样来解决，即，将权利要求 1 至 9 中所述的压电陶瓷弯曲变换器作为一个调节元件用在一个阀中，尤其是一个气动阀中。这种阀基于其良好的性能价格比和一个传统的阀相比有更强的竞争力。

下面借助附图所示实施方式对本发明予以详细说明，附图中：

图 1 为一个带有支承体的压电陶瓷弯曲变换器的纵向断面图，其中，支承体在其一侧敷设有一个由压电陶瓷层组成的堆叠，在其另一侧上则敷设有一个整体压电陶瓷结构形式的适配层；

图 2 为图 1 所示压电陶瓷弯曲变换器的横向断面图；

图 3 为图 1 所示压电陶瓷弯曲变换器在其固定侧的立体示图。

在图 1 的纵向断面示图中，示出一个压电陶瓷弯曲变换器 1 具有一个用玻璃纤维强化环氧树脂制成的支承体 3。在支承体 3 的一侧上设有一个由一些压电陶瓷层 6 和设置在它们之间的银/钯金属化层形式的各电极 7、8 组成的堆叠 4。在支承体 3 背对堆叠 4 的一侧设有一个由整块压电陶瓷制成的适配层 10。

在压电陶瓷弯曲变换器 1 的固定侧 12，支承体 3 的一自由部段向外伸出。在该纵向断面图中可看到电极 8 的部段 13 在固定侧 12 从堆叠 4 中向外伸出，并在那儿相互电接触。电极 7 也在另一位置按照相同的方式向外伸出并同样相互电接触，这在图 1 中看不到，但在图 2 中可看出。电极 7、8 向外伸出的部段 13 在固定侧 12 用一种环氧树脂制浇注材料 14 来密封。

所述堆叠 4 还具有一个外部电极 18 和一个朝向支承体 3 的内部电极 16，它们同样为银/钯金属化形式的电极。该内、外电极 16、18 也可省去。这一点在弯曲变换器应用在例如潮湿环境中时比较有利。适配层 10 也可带有一内部电极 15 和一个外部电极 17。由压电陶瓷层 6 形成的堆叠 4 和由整块压电陶瓷构成的适配层 10 通过电极 7、8 和电极 16、18 以及 15、17 在被施加一预定电压时被极化。适配层 10 因此具有和压电陶瓷层 6 一样的热膨胀系

数。作为压电陶瓷采用一种铅-锆-钛氧化物陶瓷。

在压电陶瓷弯曲变换器 1 的固定侧 12, 在支承体 3 上粘接一铜片 19。它的一部分在堆叠 4 下延伸。从图 1 中可看到, 该铜片 19 与电极 8 电接触。为了给电极 8 馈电, 在铜片 19 上钎焊有一连接电线。

5 在图 2 中示出图 1 所示压电陶瓷弯曲变换器的横断面。选择该横断面是为了看到图 1 中的电极 7。从该横断面图中可清楚地看到, 为接触电极 7 采用一铜片 19a, 为接触电极 8 采用一铜片 19b。为此, 一个电极段 20 从堆叠中被引出并在外面与铜片 19a 接触。铜片 19a 和 19b 粘接在支承体 3 的自由部段 21 上。

10 此外从图 2 中可清楚地看到, 电极(在此是电极 7)相对于压电陶瓷层 6 在边侧 22、24 和 26 有回缩。通过该回缩, 压电陶瓷弯曲变换器在潮湿环境下的抗短路能力被改善。

图 3 为支承体 3 自由部段 21 的立体示图。从该图中可清楚地看到, 铜片 19a 与所有的电极 8 电接触, 铜片 19b 与所有的电极 7 电接触。若在铜片 15 19a 和 19b 之间施加一个电压, 那么在相邻的压电陶瓷层 6 中的电场就相互反向。由于相邻压电陶瓷层 6 的极化方向同样相互反向, 施加一个电压因而导致堆叠 4 中的所有压电陶瓷层 6 或者收缩或者膨胀, 并由此导致堆叠 4 整体收缩或膨胀。若支承体 3 的自由段 21 被固定, 那么在铜片 19a 和 19b 上施加一个电压就会因此导致弯曲变换器 1 的另一端偏转。

20 从图 3 中还可看到, 适配层 10 的压电陶瓷借助铜片 19c 和 19d 被施加一个电压同样可被极化。

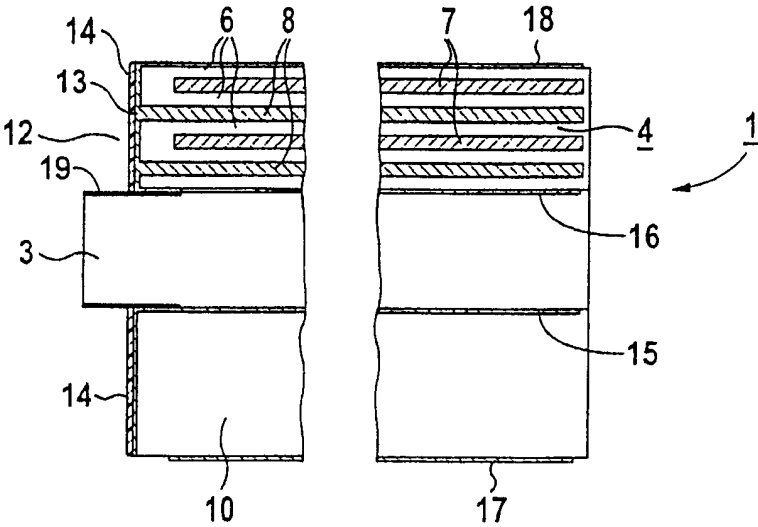


图1

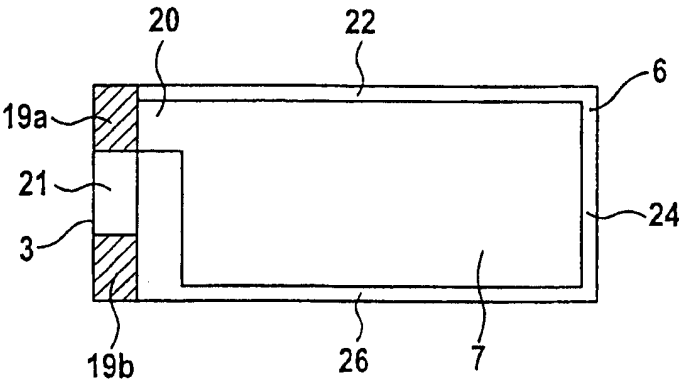


图2

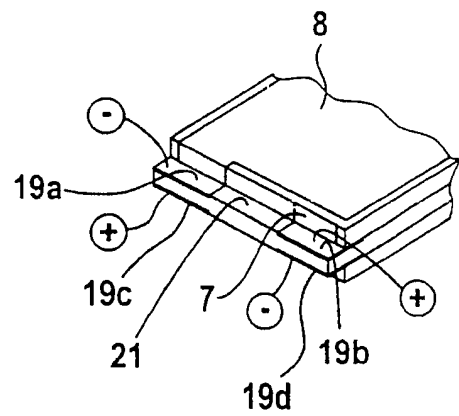


图 3