



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1774822 B

(45) 授权公告日 2010.05.05

(21) 申请号 200580000044.3

代理人 苏娟 赵辛

(22) 申请日 2005.04.07

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01L 41/047(2006.01)

102004031402.0 2004.06.29 DE

H01L 41/083(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2005.08.11

WO 01/78159 A1, 2001.10.18, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

JP 平 3-138987 A, 1991.06.13, 全文.

PCT/EP2005/051541 2005.04.07

US 4523121 A, 1985.06.11, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

CN 1230291 A, 1999.09.29, 全文.

W02006/000479 DE 2006.01.05

CN 1315058 A, 2001.09.26, 全文.

US 6208026 B1, 2001.03.27, 说明书第 3 栏

(73) 专利权人 西门子公司

第 19 行至第 55 行、附图 3.

地址 德国慕尼黑

CN 1314007 A, 2001.09.19, 说明书第 4 页第

(72) 发明人 H·J·卡斯特尔 C·舒

4 行至第 5 页第 9 行、权利要求书、附图 3-4.

JP 昭 63-288075 A, 1988.11.25, 全文.

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

审查员 张慧明

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

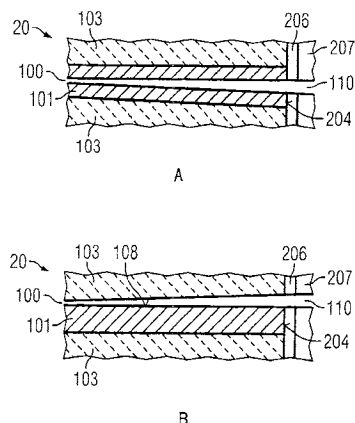
(54) 发明名称

阀。

具有额定裂纹位置的压电结构件、其制造方法和应用

(57) 摘要

本发明涉及一种具有至少一个整体的压电元件 (10) 的压电结构件 (1), 包括: 一个电极层 (101), 至少一个另外的电极层 (102), 至少一个在电极层之间安置的压电陶瓷层 (103) 和至少一个额定裂纹位置 (100), 其在该压电元件机械过度负荷时导致在该整体的压电元件中形成一个确定的裂纹 (110), 其中该额定裂纹位置具有该电极层。该结构件例如是一个具有整体的致动器本体 (2) 的压电致动器, 其中具有额定裂纹位置的压电元件和没有额定裂纹位置的另外压电元件 (11) 被上下安置并被共同地烧结。借助在致动器本体中的额定裂纹位置可实现, 控制和限界裂纹生成和裂纹增长。这就实现一个相比现有技术更加可靠的结构件。因为该额定裂纹位置是在包裹该电极层情况下被实现的, 故提供了一个具有最大可能之压电激活体积的压电结构件。该压电结构件在汽车技术中应用于控制内燃机的一个喷射



1. 压电结构件 (1), 具有至少一个整体的压电元件 (10), 包括 :
 - 一个电极层 (101),
 - 至少一个另外的电极层 (102),
 - 至少一个在电极层 (101, 102) 之间安置的压电陶瓷层 (103) 和
 - 至少一个额定裂纹位置 (100), 其在该压电元件 (10) 机械过度负荷时导致在该整体的压电元件 (10) 中形成一个确定的裂纹 (110), 其中
 - 该额定裂纹位置 (100) 具有电极层 (101), 其中该额定裂纹位置 (100) 由电极层 (101) 和 / 或在电极层 (101) 和压电陶瓷层 (103) 之间的一个边界表面 (108) 构成。
2. 按权利要求 1 的结构件, 其特征在于 :

该额定裂纹位置 (100) 具有电极层 (101), 该电极层 (101) 的断裂阻力小于所述另外的电极层 (102) 的另外的断裂阻力。
3. 按权利要求 1 的结构件, 其特征在于 :

该额定裂纹位置 (100) 由在电极层 (101) 和压电陶瓷层 (103) 之间的边界表面 (108) 构成, 该电极层 (101) 及压电陶瓷层 (103) 在边界表面 (108) 处相互间的粘接强度小于所述另外电极层 (102) 及压电陶瓷层 (103) 在另一边界面 (109) 处相互间的另外粘接强度。
4. 按权利要求 1-3 之一的结构件, 其特征在于 :

该电极层 (101) 的电极原材料和另外电极层 (102) 的另外电极原材料是相互不同的。
5. 按权利要求 4 的结构件, 其特征在于 :

该电极原材料和另外电极原材料在其化学成分和 / 或其组织结构上是相互不同的。
6. 按权利要求 5 的结构件, 其特征在于 :

该化学成分是一个导电的电极材料。
7. 按权利要求 5 的结构件, 其特征在于 :

该化学成分是一种用于导电电极材料的添加剂。
8. 按权利要求 1 的结构件, 其特征在于 :

该电极层 (101) 的电极结构和另外电极层 (102) 的另外电极结构是相互不同的。
9. 按权利要求 8 的结构件, 其特征在于 :

该电极结构涉及一个电极层厚度, 另外电极结构涉及一个另外电极层厚度。
10. 按权利要求 1 的结构件, 其特征在于 :

多个压电元件 (10) 以一个堆叠方向 (21) 配置为一个整体的堆叠形的致动器本体 (20)。
11. 按权利要求 1 的结构件, 其特征在于 :

该压电元件 (10) 和至少一个另外的压电元件 (11) 以一个堆叠方向 (21) 配置为一个整体的堆叠形致动器本体 (20), 其中所述另外的压电元件 (11) 具有至少两个另外的电极层 (111) 和至少一个在这另外的电极层 (111) 之间安置的另外压电陶瓷层 (113)。
12. 按权利要求 11 的结构件, 其特征在于 :

多个压电元件 (10) 和多个另外的压电元件 (11) 被配置为整体的堆叠形的致动器本体 (20), 以便
 - 相邻的压电元件 (200, 201) 分别具有至少一个共同的电极层 (202, 203) 和

- 该共同的电极层 (202, 203) 在致动器本体 (20) 之堆叠方向 (21) 上被交替地导引到该致动器本体 (20) 的至少两个相互电绝缘的侧向表面部分 (204, 205) 上。

13. 按权利要求 10 的结构件, 其特征在于:

多个压电元件 (10) 被配置为一个具有多个额定裂纹位置 (100) 的致动器本体 (20), 以便该额定裂纹位置 (100) 沿着该致动器本体 (20) 的堆叠方向 (21) 具有一个关于机械过度负荷的梯度关系, 在该机械过度负荷下分别导致一个裂纹 (110) 的形成。

14. 按权利要求 10 的结构件, 其特征在于:

该致动器本体 (20) 的压电元件 (10) 中的至少一个的额定裂纹位置 (100) 设计为使一个在压电元件 (10) 中出现的裂纹 (110) 将致动器本体 (20) 分开为至少两个分堆块 (22, 23), 该相应的分堆块 (22) 的这些被导引到一个共同侧向表面部分 (204) 上的电极层 (221) 借助一个电气的部分 - 连接元件 (222) 仍保持电接通。

15. 按权利要求 14 的结构件, 其特征在于:

该电气的部分 - 连接元件 (222) 具有至少一个导电导线 (223)。

16. 按权利要求 14 的结构件, 其特征在于:

该电气的部分 - 连接元件 (222) 具有一个被结构化的导电薄膜。

17. 用于制造权利要求 1-16 之一限定的压电结构件 (1) 的方法, 具有如下方法步骤:

a) 制备一个具有压电陶瓷的陶瓷绿色薄膜, 它具有一个主表面和一个背向该主表面的其它主表面,

b) 将导电材料配置在该陶瓷绿色薄膜之这个主表面上和将另外导电材料配置在其其它主表面上和

c) 将陶瓷绿色薄膜和导电材料共同地烧结, 因此由该导电材料构成该压电元件的电极层, 由另外的导电材料构成另外的电极层并由陶瓷绿色薄膜构成压电陶瓷层, 其中为了配置该导电材料和 / 或配置所述另外的导电材料分别应用一种具有不同成分的金属膏。

18. 权利要求 1-16 之一限定的压电结构件的应用, 其特征在于: 用于控制一个阀门。

19. 如权利要求 18 限定的压电结构件的应用, 其特征在于: 用于控制内燃机的一个喷射阀。

具有额定裂纹位置的压电结构件、其制造方法和应用

[0001] 本发明涉及一种具有至少一个整体的压电元件的压电结构件,还涉及一个制造该结构件的方法和该结构件的应用。

[0002] 该压电结构件例如是一个具有由多个上下堆叠的整体的压电元件构成的一个整体的致动器本体的压电的致动器(压电致动器)。一个压电元件由一个电极层,至少一个另外的电极层和至少一个在电极层之间安置的压电陶瓷层构成。该压电元件的压电陶瓷层和其电极层是被如此相互连接的,以便通过该电极层的一个电控制,一个电场被耦入到该压电陶瓷层中。由于这个耦入的电场,故发生该压电陶瓷层的偏移并因此发生该压电元件的偏移。

[0003] 一个所述的压电致动器例如已在 DE10026635A1 中公开。在这个压电致动器中,一些压电元件被在一个堆叠方向上相互上下地配置为一个整体的致动器本体。其中多个被标称为内电极的电极层和多个压电陶瓷层被上下交变地堆叠并且一起被烧结为该整体的致动器本体。该压电陶瓷层由一种锆(酸)钛酸铅($\text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$, PZT) 构成。该电极层由一种银-钯-合金构成。为了该电极层的电接通,在堆叠方向上相邻的电极层被交变地导引到该致动器本体之两个相互电绝缘的,侧向的表面部分上。在这些表面部分上,该致动器本体分别具有一个条形的金属化结构。

[0004] 在该致动器本体之所述表面部分的区域中,该压电元件之每个是压电无效的。由于将电极层交变地导引到该表面部分上,故一个电场被耦入到该压电层之一个压电无效的区域中,而该电场明显地不同于这个被耦入到该压电陶瓷层之一个压电有效区域中的电场。该压电陶瓷层之压电有效的区域与该压电无效区域相反地直接位于该压电元件的电极层之间。

[0005] 在该电极层之电控制亦即在该压电陶瓷之极性和 / 或在该压电致动器之运行中,由于不同的电场将在压电激活的区域中和在压电不激活的区域中发生该压电陶瓷层之不同的偏移。由于这个结果则在压电元件中出现机械的应力,它可能导致一个横向于堆叠方向的极性裂纹(Polungsriss)或导致一个已有裂口的一个裂口增长。其中该极性裂纹可能继续下去并直至进入到该致动器本体之相应的表面部分上设置的金属化结构中。这个就导致该致动器本体电极层之至少一部分的电接通之中断。

[0006] 为了使一个在致动器本体中已有的极性裂纹不会导致该压电致动器的中止,在公知的压电致动器中于该致动器本体之侧向设置的金属化结构上分别配置一个柔性的电连接元件。该柔性连接元件之每个具有多个导电导线。沿着该致动器本体的堆叠方向,一个连接元件的导线被钎焊在该金属化结构上。该导线应用于致动器本体之电极层的电接通(通过相应的金属化结构间接的)。为了该连接元件之导线的电接通,设置一个刚性的沿着致动器本体之堆叠方向定向定位的连接销柱,其上钎焊了这些导线。该导线和该致动器本体之内部电极的接通,即便当通过该致动器本体的偏移(沿着堆叠方向的膨胀和收缩)而发生一个横向于堆叠方向的极性裂纹或者发生一个已有的横向于堆叠方向的极性裂纹增长时也被确保。

[0007] 当然,在所述压电致动器动力运行中可能发生一个已有极性裂纹的偏离。该极性

裂纹将不可控地增长。例如该极性裂纹不是横向于堆叠方向而是平行于或近似平行于堆叠方向地增长。这在致动器本体中形成纵向裂纹。一个极性裂纹之这个不可控的增长可能是由于不利之内在的和 / 或外在的影响因素所导致的。内在的影响因素例如涉及一个压电陶瓷层和 / 或一个电极层的组织结构。该组织结构可能在相应的层内部导致一个各向异性的断裂阻力。该断裂阻力在层内部于不同的方向上是不同的。外在的影响因素例如是在动态运行中由于一个电的波前 (Anstiegflanke) 或者该致动器本体的夹紧不够引起的。

[0008] 由于极性裂纹不可控的增长可能导致该压电致动器的停止。故该致动器的可靠性不能确保了。

[0009] 由此本发明的任务是,由整体的压电元件制备一个和现有技术相比更可靠的压电结构件。

[0010] 为解决上述任务,提出一种具有至少一个整体的压电元件的压电结构件,包括:一个电极层,至少一个另外电极层,至少一个在电极层之间安置的压电陶瓷层和至少一个额定裂纹位置,其在该压电元件机械过度负荷时导致在该整体的压电元件中形成一个确定的裂纹,其中该额定裂纹位置具有该电极层。

[0011] 为解决上述任务,还提出一种制造该结构件的方法,它具有如下方法步骤:

[0012] a) 制备一个具有压电陶瓷的陶瓷绿色薄膜,它具有一个主表面和一个背向该主表面的其它主表面,

[0013] b) 将导电材料配置在该陶瓷绿色薄膜的这个主表面上和将另外导电材料配置在其它主表面上和

[0014] c) 将陶瓷绿色薄膜和导电材料共同地烧结,因此由该导电材料构成该压电元件的电极层,由另外的导电材料构成该压电元件的另外的电极层并由陶瓷绿色薄膜构成该压电元件的压电陶瓷层。

[0015] 该额定裂纹位置是该压电元件的一个组成部分,它在过度负荷时,可与一个安全措施相比拟地,通过形成一个裂口或通过一个已有裂口的增长被破坏。其中,该裂口基本上被限制在该额定裂纹位置上。只有该额定裂纹位置被破坏,但不是整个的压电元件或该压电元件的其他区域被破坏。该裂口被局限在额定裂纹位置上并且不扩展到该压电元件的其他区域中。因此可实现,控制一个裂口的形成或一个裂口的增长。

[0016] 该裂口导致该整体的压电元件在该额定裂纹位置上的裂纹。该裂纹是一个过程,它造成一个原材料的机械感应变形的终结。该裂纹特别是一个脆裂。该脆裂可以通过蠕变(蠕变裂纹)和特别是通过疲劳(疲劳裂纹)引起。关于疲劳可被理解为通过进展的裂口增长(导致)原材料的损坏,该裂口增长由于重复的(机械)应力循环所导致。

[0017] 在该额定裂纹位置上设有压电元件的一个主要组成部分,亦即电极层之一。这就意味着,不必引入附加的组成部分以形成压电元件的额定裂纹位置。压电元件的附加组成部分可能导致压电元件压电激活体积的减小。这种附加的组成部分例如可是由压电非激活陶瓷材料构成的压电元件的一个陶瓷保护层,而该压电非激活陶瓷材料表征一个相比该压电陶瓷层的压电陶瓷较低的断裂阻力。

[0018] 在一个特别的设计方案中,该额定裂纹位置由电极层和 / 或由一个在电极层和压电陶瓷层之间的边界表面构成。特别是对于这个由电极层构成该额定裂纹位置的情况,该电极层的断裂阻力要小于另外电极层的另外断裂阻力。这就意味着,该电极层的电极材料

的裂纹强度要小于另外电极层的另外电极材料的裂纹强度。同样地,该电极材料的裂纹强度要小于该压电陶瓷层的裂纹强度。与另外电极材料及压电陶瓷相比较该电极材料的这个较低的裂纹强度就导致,在该电极层中存在所述额定裂纹位置。该电极层即是最弱的构件。在机械过度负荷时则在该电极层中产生裂纹。

[0019] 对于这个额定裂纹位置是由在电极层和压电陶瓷层之间的边界表面构成的情况,该电极层和压电陶瓷层相互间的粘接强度要小于所述另外电极层和压电陶瓷层相互间的另外粘接强度。在该电极层和压电陶瓷层之间的边界表面即是最弱的构件。在机械过度负荷时则在该电极层和压电陶瓷层之间的边界表面上产生一个裂纹。

[0020] 为了实现不同的断裂阻力或粘接强度,在一个特别的设计方案中,该电极层的电极材料和另外电极层的另外电极材料是不同的。该电极层由不同的电极原材料构成。其中特别是,该电极原材料和另外的电极原材料在其化学成分和 / 或其材料结构上是相互不同的。该材料结构例如涉及构造组成 (例如核 - 壳 - 结构) 和该电极原材料之金属颗粒的尺寸大小 (粒度) 或其尺寸大小分布 (粒度分布) 以及该电极原材料的组织结构。该组织结构例如涉及电极原材料的孔隙率。该电极原材料的不同孔隙率例如可以在制造压电元件时通过应用不同的金属膏实现。为了构成电极层,该金属膏被印刷到一个或多个电极层上。这些不同的金属膏例如通过不同的胶合剂含量和 / 或固体含量来表征。作为该胶合剂和 / 或固体料例如可应用这些在烧结时分解的材料。这种材料例如由碳或碳氢化合物构成。例如该金属膏包含塑料小球体。一个平均的颗粒直径计为 $0,1\mu\text{m}$ 至 $2,0\mu\text{m}$ 。在分解或烧结时该塑料小球就烧光。则在烧结时产生的电极层中留下孔隙。不同的孔隙份额和 / 或孔隙大小导致不同的断裂阻力和粘接强度。

[0021] 该电极原材料的化学成分特别地涉及电极原材料的一种导电的电极材料。该电极层具有不同的导电电极材料。这些不同的电极材料可以由不同的元素构成。例如该电极层的电极材料是铂和另外电极层的另外电极材料是一种银 - 钯 - 合金。铂例如表征了一个与银 - 钯 - 合金相比较为明显较差的在锆 (酸) 钛酸铅上的粘附性。因此,相对于该具有银 - 钯 - 合金的另外电极层和压电陶瓷层的粘接强度,在具有铂的该电极层和由锆 (酸) 钛酸铅构成的压电陶瓷层之间形成一个较小的粘接强度。

[0022] 但是,还可以想到的是,该电极原材料之不同的电极材料并非源自于不同的材料系,而是源自于一个相同的材料系。该电极材料具有相同的元素。当然,电极材料与其它电极材料相比,元素的元素份额是不同的。例如该电极原材料的导电电极材料和另外电极原材料的导电电极材料分别是一种银 - 钯 - 合金,当然具有不同的银和钯的元素份额。

[0023] 该电极原材料的不同的化学成分,除了导电电极材料外也可以涉及一个用于导电电极材料的添加剂。例如两个电极层的导电电极材料是等同的。但是该电极层的一个只由导电电极材料构成,所述另外的电极层则与之不同由一种具有该导电电极材料和该添加剂的复合材料构成。

[0024] 作为例子,该压电陶瓷层的压电陶瓷是一种锆 (酸) 钛酸铅。在烧结锆 (酸) 钛酸铅时,铅氧化物 (PbO) 则变为游离的。通过将锆 (酸) 钛酸盐 ($(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_2, \text{ZTO}$) 作为用于电极材料的添加剂,该锆 (酸) 钛酸铅之在烧结时变为游离的氧化铅被结合。它构成锆 (酸) 钛酸铅,提高了这个在与由锆 (酸) 钛酸铅构成压电陶瓷层之边界表面上的粘接强度。为了提高该粘接强度,还可以直接将锆 (酸) 钛酸铅作为添加剂应用。作为优选,所述

另外的电极层被设有所称的添加剂。依此实现所述另外电极层在压电陶瓷层上一个改善的粘接强度。在和没有这种添加剂的电极层之间的这个边界表面则成为额定裂纹位置。

[0025] 在一个另外的设计方案中,该电极层的电极结构和另外电极层的另外电极结构是相互不同的。通过不同构造的电极层可应用于,该电极层具有比另外电极层一个较低的断裂阻力或者在该电极层和压电陶瓷层之间形成一个比在另外电极层和压电陶瓷层之间较低的粘接强度。为此该电极层例如被构造为网格形的或者类似于带孔面具的。这些不同的电极结构例如在用金属膏印制该陶瓷绿色薄膜时可以通过不同的印制设计图案获得。

[0026] 通过该电极层的不同的层厚度,同样地可以影响断裂阻力和粘接强度。由此在一个特别的设计方案中,该电极结构涉及一个电极层厚度和这另外的电极结构涉及一个另外的电极层厚度。其中该电极层的每个通常可以具有一个近似相同的电极层厚度。也可以想到,该电极层厚度在一个电极层内是不同的。例如沿着该电极层或另外电极层之一一个横向的延伸方向上存在该电极层厚度的一个梯度关系。

[0027] 在一个特别的设计方案中,多个压电元件以一个堆叠方向配置为一个整体的堆叠形的致动器本体。这些压电元件被上下堆叠为该致动器本体。其中该致动器本体可以只由分别具有一个额定裂纹位置的压电元件构成。在一个特别的设计方案中,该压电元件和至少一个另外的压电元件以一个堆叠方向配置为一个整体的、堆叠形的致动器本体,其中所述另外的压电元件至少具有两个另外的电极层和至少一个在所述另外电极层之间安置的另外压电陶瓷层。所述另外的压电陶瓷层可以由一种与具有额定裂纹位置之压电元件的压电陶瓷层所不同的压电陶瓷材料构成。但是作为优选,该压电元件和另外的压电元件具有相同的压电陶瓷材料。当这些另外的电极层是相同的时候,在所述另外的压电元件中至少就该电极层来说不会造成额定裂纹位置。最好是,与具有额定裂纹位置的压电元件相比,明显多的没有额定裂纹位置的另外压电元件被上下地安置。这就实现一个致动器本体,其中存在少一些的额定裂纹位置。这些额定裂纹位置被沿着堆叠方向分布在致动器本体上。

[0028] 在一个特别的设计方案中,多个压电元件和多个另外的压电元件被如此安置为整体的堆叠形的致动器本体,以便相邻的压电元件分别具有至少一个共同的电极层并且该共同的电极层在该致动器本体的堆叠方向上被交替地导致到该致动器本体之至少两个相互电绝缘的侧向表面部分上。该致动器本体的一个侧向表面部分例如由该致动器本体的一个侧表面或其一个边缘构成,其上被设置一个金属化轨道。这就产生一个具有多层电容结构的致动器本体。在这个多层电容结构内部,该电极层被交替地导引到相互电绝缘的表面部分上。

[0029] 在一个特别的设计方案中,多个压电元件被配置为具有多个额定裂纹位置的致动器本体,以便该额定裂纹位置沿着该致动器本体的堆叠方向具有一个关于机械过度负荷的梯度关系,其中分别发生一个裂纹的形成。这存在一个强度梯度。因此这个设计方案,当沿着该堆叠方向出现该致动器本体之机械过度负荷的一个对应的梯度时是很有利的。为了形成该强度梯度可以应用上面已说明的用于影响该单个电极层和边界表面之强度的可能方案。此外通过在制造该致动器本体时适宜的过程控制,该强度梯度的形成就可以有利地实现。因此作为例子,在共同烧结锆(酸)钛酸铅和一个银-钨-合金的电极材料时就可以在电极层和压电陶瓷层之间加速构成一个无定形的铅-钨氧化物-中间层。

[0030] 在一个另外的设计方案中,该致动器本体压电元件之至少一个的额定裂纹位置

被如此设置使一个在该压电元件中出现的裂纹将该致动器本体分开为至少两个分堆块并且该相应分堆块之那些被引导到一个共同的侧向表面部分上的电极层借助一个电气的部分 - 连接元件保持电接通。该部分 - 连接元件借助一个导电连接介质被电气和机械地接通到该侧向表面部分上。该导电连接介质例如是一种传导粘接剂或一种焊料。该部分 - 连接元件被粘接或钎焊到该表面部分上。通过焊接的连接同样是可以想到的。

[0031] 该电气的部分 - 连接元件最好是一个柔性的部分 - 连接元件。因此该部分 - 连接元件就能实现,跟着该致动器本体的分堆块的膨胀和收缩而应变。

[0032] 这种柔性的部分 - 连接元件例如由一个结构化的导电薄膜构成。在一个特别的设计方案中,该电气的部分 - 连接元件具有至少一个导电导线。例如该部分 - 连接元件由多个导线或一个金属丝编网构成。可以想到,一个部分 - 连接元件还特别是一个单股导线的结构形式。其中该导线的尺寸设计确保对于控制该分堆块的要被接通的电极层来说所必需的载流能力。

[0033] 此外,该导线或金属丝编网和在该致动器本体的侧向表面部分上的所述连接要在考虑到该分堆块的膨胀和收缩时将要出现的机械应力情况下作结构设置。这些机械应力可能从分堆块到另外分堆块是不同的。因此产生对该部分 - 连接元件及其在所述表面部分上的连接有不同的要求。在该致动器本体之静止区域的一个分堆块 - 其中通过该电极层的控制可导致该分堆块的只是微小的偏移 - 情况下,作为例子应用一个单股的和其相对细的导线用于该电极层的电接通就足够了。与此不同,优选的是,在该致动器本体之一区域的一个分堆块一其中出现一个大的偏移 - 情况下则应用多个细的和因此较柔性的导线。

[0034] 为了给不同的分堆块之电极层提供相同的电动势,这些对应的部分 - 连接元件被组合成一个共同的连接元件。为此作为例子,该导线借助一个另外的连接介质被以导电和力接合地钎焊或粘接到一个共同的刚性的电气连接销柱上。该电气连接元件或电气的部分 - 连接元件作为导线扇 (Drahtstarfe) 的形式存在。

[0035] 关于该方法,用于配置该导电材料和 / 或用于配置另外的导电材料分别应用一个具有不同成分的金属膏。该金属膏被印刷到一个或多个陶瓷绿色薄膜上。为了印刷例如实施丝网印刷方法。其中该电极材料和 / 或另外的电极材料可以被不同地结构化,例如被覆置一个不同的层厚度。作为优选,印刷上不同的电极材料。作为例子,该电极材料由一种银 - 钯 - 合金构成,与其不同,所述另外电极层的电极材料则由一种铂 - 合金构成。当这些材料被不同程度地固定连接到在烧结时产生的压电陶瓷层上时,就产生具有不同粘接强度的边界表面。

[0036] 这个所述的压电结构件,特别是这个具有整体的多层结构方式的致动器本体的压电致动器,最好被应用于控制一个阀门并特别地用于控制内燃机的一个喷射阀。

[0037] 总之借助本发明可获得下面实质性的优点:

[0038] - 借助该额定裂纹位置可实现,控制并限制在一个压电结构件中裂口的形成和裂口之增长 (特别是纵向裂口)。这就实现一个与现有技术相比更加可靠的结构件。

[0039] - 因为该额定裂纹位置是在包裹该电极层情况下实现的,故提供了一个具有最大可能压电激活体积的压电结构件。

[0040] - 通过控制该裂口,该结构件的电极层的电接通就变简单了。

[0041] - 用于制造具有额定裂纹位置的压电结构件的本方法可以被组合设置到用于压电

致动器的已有制造方法中。

[0042] 下面借助一个实施例和所属的附图详细描述本发明。附图是示意性的并不是尺寸精确的复制图。

[0043] 图 1 表明一个压电元件和另一个压电元件对应的侧视横截面图，

[0044] 图 2A 和 2B 表明一个具有电极层的额定裂纹位置的局部图，在电极层上或其中存在一个裂口，

[0045] 图 3 表明一个为压电致动器形式的压电结构件的侧视局部图，该压电致动器具有一个整体的多层结构方式的致动器本体。

[0046] 该压电结构件 1 是一个具有一个为整体的多层结构方式（图 3）之致动器本体 20 的压电致动器。该致动器本体 20 的一个基础表面是正方形的。

[0047] 该致动器本体 20 由上下堆叠的压电元件 10 和另外的压电元件 11（图 1）构成。其中，一个压电元件 10 由一个电极层 101，至少一个另外的电极层 102 和至少一个在电极层 101 和 102 之间安置的压电陶瓷层 103 构成。该压电陶瓷层 103 是由一种锆（酸）钛酸铅构成的。

[0048] 该电极层 101 和 102 被安置在该压电陶瓷层 103 的主表面上，以便通过该电极层 101 和 102 的电气控制，一个电场被耦入到该压电陶瓷层 103 中，因此发生该压电陶瓷层 103 的偏移并因此该压电元件 10 的偏移。

[0049] 为了电接通，该电极层 101 和 102 被导引到该压电元件 10 之两个相互电绝缘的侧向表面部分 104 和 105 上。在这些表面部分 104 和 105 上，两个电极层 101 和 102 分别与一个（图 1 中未示出）电连接元件电接通。通过将该电极层 101 和 102 导引到相互分开的表面部分 104 和 105 上，该压电元件 10 就具有一个压电激活区域 106 和至少两个压电无效区域 107。

[0050] 这个另外的压电元件 11 原理上完全如一个压电元件 10 一样的构造。在所述另外的压电元件 11 的另外的电极层 111 之间安置一个由该锆（酸）钛酸铅构成的另外的压电陶瓷层 113。该电极层 111 被导引到所述另外压电元件 11 之侧向表面部分 114 和 115 上并在那里为电接通。通过所述另外电极层 111 的电控制则发生所述另外压电元件 11 的偏移。所述另外压电元件是被同样地构造，即，实现所述另外压电元件的一个另外的压电有效区域 116 和压电无效区域 117。

[0051] 压电元件 10 和另外压电元件 11 被安置为整体的堆叠形的致动器本体 20，以便相邻的压电元件 200 和 201 具有共同的电极层 202 和 203，它们（202, 203）在该致动器本体 20 的堆叠方向 21 上被交变地导引到该致动器本体 20 之两个相互电绝缘的侧向表面部分 204 和 205 上。该致动器本体 20 因此由多个上下交变堆叠的压电陶瓷层和电极层构成。

[0052] 该致动器本体 20 的侧向表面部分 204 由压电元件 10 和另外压电元件 11 的侧向表面部分 104 和 114 构成。该致动器本体 20 另外的侧向表面部分 205 则由压电元件 10 和另外压电元件 11 另外的侧向表面部分 105 和 115 所构成。为了该电极层 101 和另外电极层 102 或 111 电接通，在该致动器本体 20 侧向表面部分 204 和 205 上设置金属化轨道 206，其上通过焊料轨道 207 钎焊了电连接元件 24。电连接元件 24 中的每个由导电导线 241 构成，其中导线 241 为了对电极层施加相同的电动势被焊接在一个共同的刚性的电连接销柱 242（通过焊料轨道 243）上。可替代的方案是，该连接元件 24 之每个由一个被结构化的导

电之金属薄膜构成。

[0053] 在压电元件 10 和另外压电元件 11 之间的差别在于,该压电元件 10 之电极层 101 具有一个额定裂纹位置 100。与此不同,所述另外压电元件 11 之另外的电极层 111 则没有额定裂纹位置 100。

[0054] 在一个第一实施设计方案中,该额定裂纹位置 100 唯一地由一个压电元件 10 之电极层 101 构成(图 2A)。为此该电极层 101 的断裂阻力要小于该压电元件 10 之另外电极层 102 的断裂阻力以及该压电元件之压电陶瓷层 103 的断裂阻力。同样地,该电极层 101 的断裂阻力要小于所述另外压电元件 11 之另外电极层 111 和压电陶瓷层 113 之断裂阻力。因此确保,在致动器本体 20 之机械的过度负荷时就可以精确地在压电元件 10 的额定裂纹位置 100 上产生一个裂纹 110。通过这种不同的断裂阻力还致力于,该裂口 110 基本上停留在额定裂纹位置 100 上。该裂口 110 虽然可以扩展到这个在致动器本体 20 侧向表面部分 204 上设置的金属化轨道 206 中和所覆盖的焊料轨道 207 中,但是不会扩展到该压电元件 10 或该致动器本体 20 的其它区域中。该裂口 110 保持局限在该额定裂纹位置 100 上。

[0055] 在另一个实施例中,该额定裂纹位置 100 通过在该压电元件 10 之电极层 101 和邻接的压电陶瓷层 103 之间的一个边界表面 108 构成(图 2B)。该额定裂纹位置 100 如此获得,即,该电极层 101 和压电陶瓷层 103 相互间的粘接强度要小于该压电陶瓷层 103 和另外电极层 102 相互间的粘接强度。同样地,该电极层 101 和压电陶瓷层 103 相互间的粘接强度要小于所述另外压电元件 11 之另外电极层 111 和另外压电陶瓷层 113 相互间的粘接强度。通过这种较小的粘接强度就实现了,在该致动器本体 20 机械过度负荷时,基本上只在该边界表面 108 处发生裂纹 110。同时实现了,该邻接的压电陶瓷层 103 具有一个相对高的抗裂能力并因此防止了在这个压电陶瓷层 103 中的裂纹增长或裂纹扩展。

[0056] 为了实现不同的断裂阻力或粘接强度,按照一个第一实施例,应用了具有不同电极材料的电极层 101,102 及 111。按照一种替代方案,该电极层具有不同的电极结构。

[0057] 按照关于致动器本体 20 的一个第一实施例,设置一个具有一个额定裂纹位置 100 的单一电极层 101。该致动器本体 20 由两个相邻的具有额定裂纹位置 100 的压电元件 10 和多个另外的没有额定裂纹位置 100 的压电元件 11 构成。在该致动器本体 20 机械过度负荷时,就在该额定裂纹位置 100 处发生一个裂纹形成。因此该致动器本体 20 被分开为两个分堆块 22 和 23。一个分堆块 22 之(这些)被分别导引到该致动器本体 20 的一个共同的表面部分 204 上的电极层 221 则在发生那种可延伸到金属化轨道 206 和焊料轨道 207 中的裂纹 110 时仍与一个电气的部分-连接元件 222 的导电的导线 223 保持电接通。

[0058] 其中,为了确保该电接通,对于该单一分堆块 22 的相应一个共同的表面部分 204 来说一个单独的部分-连接元件 222 就足够了。这个对此必需的部分-连接元件 222 可以只具有一个单独的相应地尺寸设计的导电导线 223。作为替代方案,该部分-连接元件 222 之每个由多个导线 223 或一个结构化的金属薄膜构成。该导线或这些导线和这个被结构化的导电薄膜设计为,确保对于该致动器本体 20 分堆块 22 之电极层的控制来说一个所必需的载流能力。

[0059] 按照关于致动器本体 20 的另一个实施例,多个额定裂纹位置 100 以堆叠方向 21 分布在致动器本体 20 中。该额定裂纹位置 100 导致将致动器本体 20 分开为多个分堆块 22 和 23。对于分堆块 22 和 23 之每个设置相应的部分-连接元件 222。

[0060] 在一个具有多个额定裂纹位置 100 的致动器本体 20 的改进方案中,不同的机械过度负荷将导致在额定裂纹位置 100 处形成裂纹 110。其中该额定裂纹位置 100 设计为使沿着该致动器本体 20 堆叠方向 21 上存在一个关于引起该裂纹 110 形成的临界过度负荷的梯度关系。为此,所属的电极层具有不同的断裂阻力和 / 或该电极层在相邻压电陶瓷层上的粘接强度是不同的。

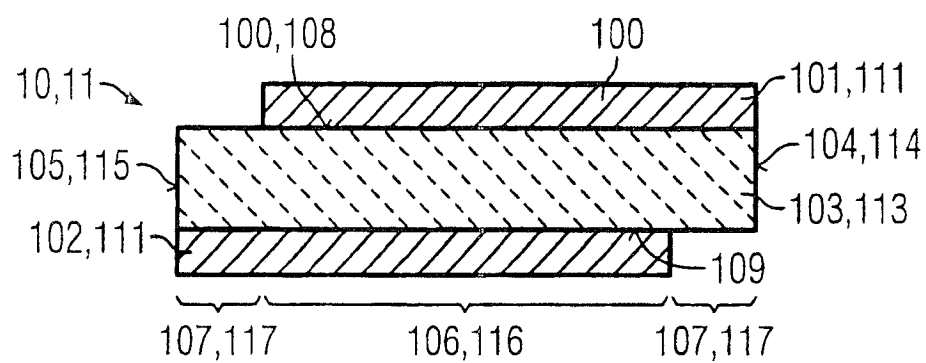


图 1

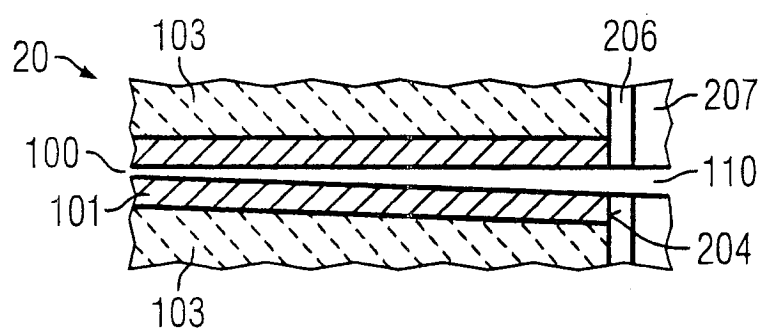


图 2A

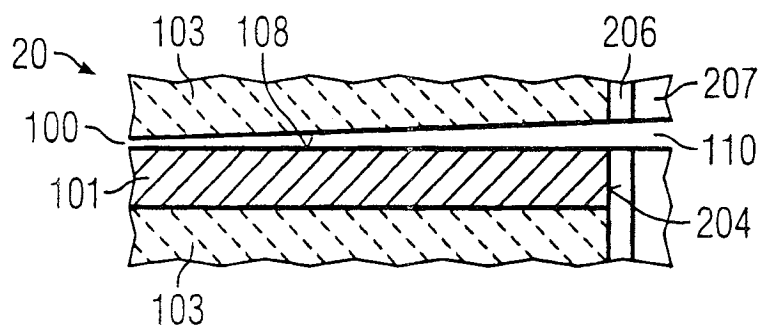


图 2B

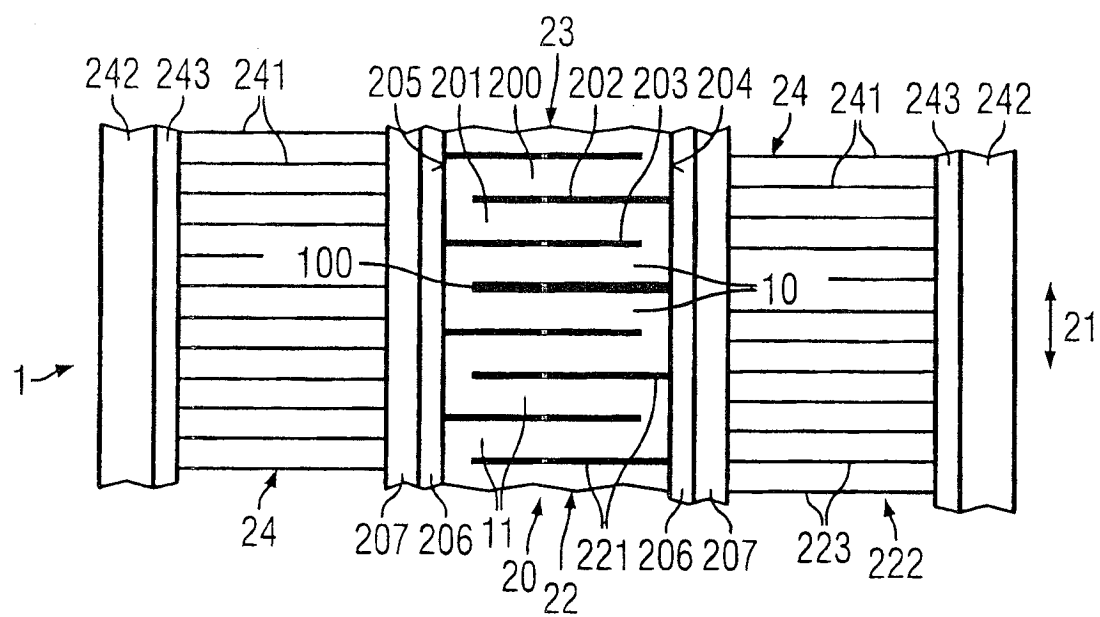


图 3