



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103016471 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201210506242. 9

(22) 申请日 2012. 09. 12

(30) 优先权数据

61/533, 316 2011. 09. 12 US

(71) 申请人 美铝公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 R·M·比勒

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 王会卿

(51) Int. Cl.

F16B 1/00(2006. 01)

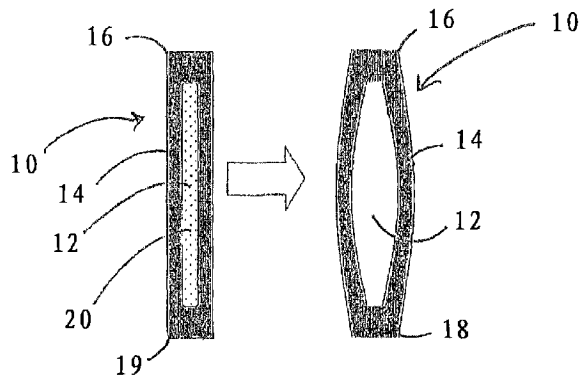
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 11 页

(54) 发明名称

可膨胀构件及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种装置,包括具有至少一个侧壁的金属体,其中侧壁围成空隙,并且可膨胀材料保持于空隙中并且由侧壁包围;其中空隙在第一温度下包括第一体积;和其中,在至少约 500℃ 的第二温度下,可膨胀材料膨胀以使空隙包括第二体积,其中,第二体积大于第一体积,其中,通过可膨胀材料的膨胀,至少一个侧壁施加至少约 150psig 的压力。还提供了相关方法。



1. 一种装置,包括:
具有至少一个侧壁的金属体,其中侧壁围成空隙,以及可膨胀材料,该可膨胀材料保持于空隙中且由侧壁包围;
其中空隙在第一温度下包括第一体积;和
其中,在至少约 500°C 的第二温度下,可膨胀材料膨胀以使空隙包括第二体积,其中,第二体积大于第一体积,
其中,通过可膨胀材料的膨胀,至少一个侧壁施加至少约 150psig 的压力。
2. 根据权利要求 1 的装置,其中金属体是密封的。
3. 根据权利要求 2 的装置,其中金属体通过密封体密封,密封体选自:机械紧固件、螺栓、焊缝、铆钉、粘合剂及它们的组合。
4. 根据权利要求 1 的装置,其中可膨胀材料包括气体;惰性气体,相变材料,及它们的组合。
5. 根据权利要求 1 的装置,其中气体包括惰性气体、氧气、二氧化碳、氮气、氩气或它们的组合。
6. 根据权利要求 1 的装置,其中空隙进一步包括不会对膨胀发挥作用的填充材料。
7. 根据权利要求 6 的装置,其中填充材料选自:陶瓷材料、聚合体、管状氧化铝、耐火材料、岩石、石墨及它们的组合。
8. 根据权利要求 6 的装置,其中填充材料构成空隙的第一体积的至少约 50%。
9. 根据权利要求 1 的装置,其中侧壁不大于约 1 英寸厚。
10. 根据权利要求 1 的装置,其中空隙在金属体中居中设置。
11. 根据权利要求 1 的装置,其中侧壁与空隙的横截面积比为约 1 : 10。
12. 根据权利要求 1 的装置,其中金属体包括两个侧壁,其中两个侧壁具有相对的平面,和连接这两个平面的圆形周边缘。
13. 根据权利要求 1 的装置,其中空隙在第一温度下被加压不大于约 100psig。
14. 根据权利要求 1 的装置,其中金属体在第二温度下包括至少约 1.5ATM 的内部压力。
15. 一种方法,包括:
将金属体的温度从第一温度升高到至少大约 500°C 的第二温度,其中金属体包括:至少一个侧壁,其中侧壁围绕形成中心区域,该中心区域具有通过侧壁保持于其中的可膨胀材料;
伴随着升高温度步骤,在第二温度下通过可膨胀材料的膨胀增加中心区域的体积;
通过金属体的侧壁施加至少大约 100psig 的压力到相邻物体上,其中相邻物体与侧壁连通。
16. 根据权利要求 15 的方法,其中该方法进一步包括将物体从第一位置移到第二位置。
17. 根据权利要求 15 的方法,其中升高温度的步骤进一步包括加热相邻物体。
18. 根据权利要求 17 的方法,其中该方法进一步包括使相邻物体产生压缩应变。
19. 一种方法,包括:
围绕内部空隙形成至少一个侧壁以提供具有开口的金属体;
通过开口将可膨胀材料插入到空隙中(例如使用气体预加压的空隙);

封闭金属体,从而完全包围其中具有可膨胀材料的空隙。

可膨胀构件及其制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2011 年 9 月 12 日提交的, 名为“可膨胀构件及其制造方法”, 申请号为 61/533316 的美国专利申请的优先权, 其整体纳入参考。

背景技术

[0003] 为了系统有效和高效的工作, 系统通常具有相互接触 (电接触和 / 或机械地接触) 的多个元件。许多系统包括不同材料的系统元件, 因此这些材料具有不同的化学和物理性能。

发明内容

[0004] 具有不同材料元件的系统在高温下 (例如至少大约 500°C) 操作, 在不同的系统元件中经受不同的热膨胀系数和 / 或不同的蠕变系数。这可能在系统元件之间产生间隙, 导致系统元件之间机械接触的降低和 / 或电阻的增加。经过持续的系统操作, 或经过大量的系统运行, 系统元件可能相互“张开”。本发明的多个方面使用可膨胀构件 (例如金属体) 在高温下向一个或多个系统元件 (例如相邻物体) 施加压缩力以增加系统元件之间的相符性 (例如机械连接, 电接触)。

[0005] 一般而言, 本发明涉及使用在高温时膨胀的可膨胀构件来向一个或多个周围元件施加作用力。因此, 对于高温应用 (例如, 500°C 以上), 可膨胀构件对系统中一个或多个元件施加作用力以维持或提高不同元件之间的接触 (例如, 物理接触、电连接)。

[0006] 系统中的接头阻力可能归因于一个或多个机理和 / 或来源。系统中接头阻力的来源的一些非限制例子包括: 蠕变、相变、垫片远离、空隙、不相适表面及它们的组合。在不同实施方式中, 空隙、相变和蠕变各自在系统启动 (例如在高温下操作) 之前、期间及之后发生。在一些实施方式中, 在这些阶段中的每一阶段, 系统元件之间所产生的表面不相适情况都会发展。本发明通过使用可膨胀构件 (也称作金属体) 压缩装置向系统的元件施加应力以防止、减少和 / 或消除接头电阻率 (即高电阻) 和 / 或机械间隙, 来使系统元件相适。在一些实施方式中, 通过当系统组件为冷时、在启动期间或在操作条件下 (例如, 高温和高压) 时施加应力到系统元件, 而在操作条件 (例如, 至少大约 500°C 的高温) 下在系统操作过程中改进接头。

[0007] 在一个或多个这种实施方式中, 可膨胀构件在相邻物体的端部上施加连续量的作用力。在一个或多个实施方式中, 可膨胀构件在相邻物体的端部上施加变化量的作用力 (例如, 基于反馈环)。

[0008] 一方面, 提供一种可膨胀构件 (有时称为可膨胀囊或金属体)。

[0009] 在一个实施方式中, 提供一种装置。在一个实施方式中, 装置包括: 具有至少一个侧壁的金属体, 其中侧壁围有空隙, 以及可膨胀材料, 可膨胀材料保持于空隙中且由侧壁包围; 其中空隙在第一温度下包括第一体积; 并且其中, 在至少大约 900°C 的第二温度下, 可膨胀材料膨胀以使空隙包括第二体积, 其中第二体积大于第一体积, 其中, 通过可膨胀材料

的膨胀,至少一个侧壁施加至少大约 150psig 的压力。

[0010] 在一个实施方式中,金属体是密封的(例如,通过接缝或机械紧固部分而密封)。在一些实施方式中,金属体通过密封体密封,密封体选自:机械紧固件、螺栓、焊缝、铆钉、粘合剂,及它们的组合。

[0011] 在一个实施方式中,可膨胀材料包括气体;惰性气体、相变材料(例如,固体可膨胀材料)及它们的组合。

[0012] 在一个实施方式中,气体包括惰性气体(例如氩气)、氧气、二氧化碳、氮气或它们的组合。

[0013] 在一个实施方式中,空隙(有时称作中心区域)进一步包括:填充材料(例如,不发生膨胀或者进行相变)。作为一些非限制性例子,填充材料选自:陶瓷材料、聚合体、管状氧化铝、耐火材料、岩石、石墨及它们的组合。

[0014] 在一个实施方式中,填充材料构成空隙的第一体积的至少大约 50%。

[0015] 在一个实施方式中,至少一个侧壁具有不大于约 1 英寸的厚度。

[0016] 在一个实施方式中,空隙在金属体中居中设置。

[0017] 在一个实施方式中,侧壁和空隙的横截面积比为大约 1 : 10。

[0018] 在一个实施方式中,金属体包括两个侧壁,其中两个侧壁具有相对的平面,和连接这两个平面的圆形周边缘。

[0019] 在一个实施方式中,空隙在第一温度下被加压不大于约 100psig(例如,预加压在 1ATM 以上)。

[0020] 在一个实施方式中,金属体在第二温度下包括至少大约 1.5ATM 的内部压力。

[0021] 在本发明的另一个方面中,提供一种方法。该方法包括:将金属体的温度从第一温度升高到至少大约 500°C 的第二温度,其中金属体包括:至少一个侧壁,其中侧壁围绕形成中心区域,该中心区域具有通过侧壁保持于其中的可膨胀材料;伴随着升高温度的步骤,在第二温度下通过可膨胀材料的膨胀增加中心区域的体积;通过金属体的侧壁施加至少大约 100psig 的压力到相邻物体上,其中相邻物体与侧壁连通。

[0022] 在一个实施方式中,该方法包括将物体从第一位置移动到第二位置。

[0023] 在一个实施方式中,升高温度的步骤进一步包括加热相邻物体。

[0024] 在一个实施方式中,该方法包括使相邻物体产生压缩应变。

[0025] 在本发明的另一个方面中,提供一种方法。该方法包括:围绕内部空隙形成至少一个侧壁以提供具有开口的金属体;通过开口将可膨胀材料插入到空隙中(例如使用气体预加压的空隙);封闭金属体,从而完全包围其中具有可膨胀材料的空隙。

[0026] 在一个实施例中,可膨胀构件包括:多个包括金属材料的壁;和至少一个沿着所述多个壁的密封件用以限定具有至少两个面的外壳(本体);和完全包围在外壳内的内部空隙,其中内部空隙包括以下至少一项:气体、可膨胀材料、惰性材料和它们的组合;其中外壳在高温(高于环境温度)时膨胀以使内部空隙包含高于环境的压力(例如,至少大约 1.5ATM)。

[0027] 在一个实施例中,可膨胀构件是固体,但能够膨胀。在一些实施方式中,可膨胀构件由金属组成(例如,金属材料)。一些非限制示例金属包括:碳钢、不锈钢、石墨、镍铬合金(Inconel)和/或钢。在一个实施方式中,囊包括密封内部空隙的至少一个壁。在一个

实施方式中,囊包括封闭和密封内部空隙的多个壁(例如 2、4 或更多)。

[0028] 在一个实施方式中,可膨胀构件(有时称作例如可膨胀囊金属体)是铁素体/磁性不锈钢,作为非限制示例包括 304SS、304L、430、410 和 409。

[0029] 在一些实施方式中,在系统元件的界面的接触的改善通过一个或多个特征被测量、相关和/或量化。作为非限制示例,压缩装置引起电阻的降低,表面积的增加(系统元件和/或可膨胀构件之间),系统元件的尺寸变化(例如,从系统/设备构造延伸的量),和它们的组合。

[0030] 在各种实施方式中,囊具有不同的形状,包括矩形、椭圆形、圆形、多边形等等。作为一些非限制示例,囊的外形尺寸包括:矩形、正方形、多边形、椭圆形和/或圆形。

[0031] 在一些实施方式中,壁的厚度变化。在一些实施方式中,壁是:至少大约 1/16"厚;至少大约 1/8"厚;至少大约 1/4"厚;至少大约 1/2"厚;至少大约 3/4"厚;至少大约 1"厚;至少大约 1.5"厚;或至少大约 2"厚。

[0032] 在一些实施方式中,壁是:不大于大约 1/16"厚;不大于大约 1/8"厚;不大于大约 1/4"厚;不大于大约 1/2"厚;不大于大约 3/4"厚;不大于大约 1"厚;不大于大约 1.5"厚;或不大于大约 2"厚。

[0033] 在一些实施方式中,内部空隙被填充空气(例如,大气成分)、气体(例如,纯净或混合组分)、惰性材料(例如,在高温(例如 100°C 以下)和/或压力时不反应)、可膨胀材料或它们的组合。

[0034] 在此使用时,可膨胀材料是指在不同条件下膨胀或扩展的材料。作为非限制示例,可膨胀材料的膨胀可归因于基于不同温度或压力条件的相变、分解和/或密度变化。在一个非限制示例中,可膨胀材料在温度升高时在囊内部膨胀。作为另一个示例,在温度升高时,可膨胀材料进行相变(即,固体到气体)以在温度升高时增加体积。

[0035] 可膨胀材料的非限制示例包括任何在温度升高例如高于室温的温度(如大约 20-25°C)时降解(或分解)的化学物质。在一个实施方式中,可膨胀材料在高于囊形成温度的温度(即,但在系统处于操作温度之前)下降解。在一个实施方式中,可膨胀材料在超过大约 800°C 的温度(例如,操作温度,或 900°C -930°C)下降解。可膨胀材料的其他非限制示例包括:MgCO₃(350°C 分解);CaCO₃(方解石,898°C 分解),或 CaCO₃(文石,825°C 分解),这些材料的每种在温度升高时释放二氧化碳气体。在一些实施方式中,可膨胀材料包括一种或多种在室温和 900°C 之间蒸发、升华或分解为气体的材料(例如进行相变)。

[0036] 在一些实施方式中,在可膨胀构件内的高温度和压力条件下,囊内的气体和/或可膨胀材料膨胀以向外推压金属壁(例如,固体不渗透金属壁)。在一些实施方式中,可膨胀构件内的压力使壁的轮廓变形以使壁向外弯曲。在一些实施方式中,从环境温度提高到高温(900°C -930°C)使囊内的内部绝对压力增加 4 倍。

[0037] 在另一个实施方式中,囊内的空腔/空隙在运行之前被加压。在一个实施方式中,随着适当的形成条件和密封操作,可膨胀构件的内部条件是预加压的。作为一些非限制示例,压力至少大约为大气压力,至少大约为 1.5ATM;至少大约为 2ATM;至少大约为 3ATM;至少大约为 4ATM;或至少大约为 5ATM。作为一些非限制示例,压力至少大约为大气压力,至少大约为 1ATM;至少大约为 2ATM;至少大约为 5ATM;至少大约为 10ATM;至少大约为 15ATM;或至少大约为 20ATM。作为一些非限制示例,压力为不大于大约大气压,为不大于大

约 1.5ATM;为不大于大约 2ATM;为不大于大约 3ATM;为不大于大约 4ATM;或为不大于大约 5ATM。作为一些非限制示例,压力为不大于大约大气压,为不大于大约 1ATM;为不大于大约 2ATM;为不大于大约 5ATM;为不大于大约 10ATM;为不大于大约 15ATM;或为不大于大约 20ATM。

[0038] 在一个实施方式中,金属体(可膨胀囊)被预加压至:至少大约 5psig;至少大约 10psig;至少大约 15psig;至少大约 20psig;至少大约 25psig;至少大约 30psig;至少大约 35psig;至少大约 40psig;至少大约 45psig;至少大约 50psig;至少大约 55psig;至少大约 60psig;至少大约 65psig;至少大约 70psig;至少大约 75psig;至少大约 80psig;至少大约 85psig;至少大约 90psig;或至少大约 100psig。

[0039] 在一个实施例中,可膨胀囊(金属体)被预加压至:不大于大约 5psig;不大于大约 10psig;不大于大约 15psig;不大于大约 20psig;不大于大约 25psig;不大于大约 30psig;不大于大约 35psig;不大于大约 40psig;不大于大约 45psig;不大于大约 50psig;不大于大约 55psig;不大于大约 60psig;不大于大约 65psig;不大于大约 70psig;不大于大约 75psig;不大于大约 80psig;不大于大约 85psig;不大于大约 90psig;或不大于大约 100psig。

[0040] 在另一个实施方式中,少量材料密封在囊内,其中当材料被加热(例如,通过相变)变为气体时增加压力,和/或通过放出气体的分解而增加压力。例如 $MgCO_3$ 在接近 $350^\circ C$ 时释放 CO_2 。

[0041] 在一些实施方式中,囊和介于囊侧和/或相邻物体内端的填充物(例如,填充材料)一起使用。填充物通常选自于在温度升高时保持刚度(例如,硬度)的固体材料。填充物的非限制性示例包括管状氧化铝、铜、陶瓷材料、耐火材料、聚合体等等。在一些实施方式中,囊被焊接封闭,但也可以采用其他方法密封囊。

[0042] 在另一个实施方式中,填充材料(惰性的)用于可膨胀构件中。在一个实施方式中,惰性材料是多孔的和/或颗粒的。作为非限制性示例,惰性材料包括管状氧化铝、碎石、聚合体、陶瓷材料、耐火材料等等,填充一部分或整个空腔。通过使用惰性材料,空腔的尺寸可以是较大的,而提供压力的气体量(例如,没有被惰性材料占据的体积)是较小的。对于这样的实施方式,可以限制可膨胀构件中的蠕变(随着空腔膨胀和压力下降将会变慢)。另外,对于这样的实施方式,限制了在较高温度运行时可能从可膨胀构件中放出的气体量。

[0043] 在一些实施方式中,所得到的在界面处改善的接触包括共同表面积,其足以将测量的电压降(例如,跨过两个电连接的系统元件)降低:至少大约 10mV;至少大约 20mV;至少大约 30mV;至少大约 40mV;至少大约 50mV;至少大约 60mV;至少大约 70mV;至少大约 80mV;至少大约 90mV;至少大约 100mV;至少大约 120mV;至少大约 140mV;或至少大约 160mV。

[0044] 在一些实施方式中,所得到的在界面处改善的接触包括共同表面积,其足以将测量的电压降(例如,跨过两个电连接的系统元件)降低:不大于约 10mV;不大于约 20mV;不大于约 30mV;不大于约 40mV;不大于约 50mV;不大于约 60mV;不大于约 70mV;不大于约 80mV;不大于约 90mV;不大于约 100mV;不大于约 120mV;不大于约 140mV;或不大于约 160mV。

[0045] 在一些实施方式中,在两个系统元件相接处的电阻降低的倍数为:至少约 3 倍;至

少约 5 倍 ; 至少约 10 倍 ; 至少约 20 倍 ; 至少约 40 倍 ; 至少约 60 倍 ; 至少约 80 倍 ; 或至少约 100 倍。

[0046] 在一些实施方式中, 在两个系统元件相接处的电阻降低的倍数为 : 不大于约 3 倍 ; 不大于约 5 倍 ; 不大于约 10 倍 ; 不大于约 20 倍 ; 不大于约 40 倍 ; 不大于约 60 倍 ; 不大于约 80 倍 ; 或不大于约 100 倍。

[0047] 在一些实施方式中, 可膨胀构件将系统元件之间的接触量 (或共同表面积) 增加 : 至少约 2% ; 至少约 4% ; 至少约 6% ; 至少约 8% ; 至少约 10% ; 至少约 15% ; 至少约 20% ; 至少约 40% ; 至少约 50% ; 至少约 75% ; 或至少约 100% (例如, 当在可膨胀构件位于合适位置之前没有接触存在 / 在系统元件的端部上运行时) 。

[0048] 在一些实施方式中, 可膨胀构件将系统元件之间的接触量 (或系统元件的共同表面积) 增加 : 不大于约 2% ; 不大于约 4% ; 不大于约 6% ; 不大于约 8% ; 不大于约 10% ; 不大于约 15% ; 不大于约 20% ; 不大于约 40% ; 不大于约 50% ; 不大于约 75% ; 或不大于约 100% (例如, 当在可膨胀构件位于合适位置之前没有接触存在 / 在系统元件的端部上运行时) 。

[0049] 另一个方面, 提供一种制作可膨胀构件的方法。该方法包括 : 对齐多个 (至少两个) 金属壁以在其中提供空隙 ; 并且密封所述多个壁。

[0050] 在一个实施方式中, 可膨胀构件由模具铸造。在一个实施方式中, 可膨胀构件挤压成型。在一个实施方式中, 可膨胀构件是机加工的。在一个实施方式中, 各个可膨胀构件部分是粘接在一起的。在一个实施方式中, 可膨胀构件是焊接在一起的。在一个实施方式中, 可膨胀构件是螺纹连接在一起的。在一个实施方式中, 可膨胀构件是螺栓连接在一起的。在一个实施方式中, 可膨胀构件是机械紧固在一起的。

[0051] 在一个实施方式中, 该方法包括插入一种材料 (例如, 气体、可膨胀材料、惰性材料) 到空隙中 (有时也称作内部空隙或中心区域) 。

[0052] 在一些非限制实施方式中, 密封包括焊接、机械紧固、粘接、铆接、螺栓连接、螺纹连接等等。

[0053] 在一个实施方式中, 该方法包括 : 在温度超过至少大约 100°C 时使可膨胀构件的壁膨胀。

[0054] 在一个实施方式中, 该方法包括 : 在温度超过至少大约 100°C 时增加内部空隙的压力。

[0055] 另一方面, 提供一种方法, 该方法包括 : 提供具有壁和气体内部空隙的可膨胀构件 ; 升高可膨胀囊的温度以使内部空隙膨胀, 其中由于内部空隙的膨胀, 可膨胀构件的壁沿向外方向变形 ; 并且对在可膨胀囊之外 (例如, 与金属体 / 可膨胀囊的至少一个侧壁相邻和 / 或连通) 的至少一个元件 (有时也称为周围元件或相邻物体) 施加压缩力。

[0056] 在一些实施方式中, 该方法包括在周围元件上施加压力, 该压力为至少约 10PISG ; 至少约 20PISG ; 至少约 30PISG ; 至少约 40PISG ; 至少约 50PISG ; 至少约 60PISG ; 至少约 70PISG ; 至少约 80PISG ; 至少约 90PISG ; 至少约 100PISG ; 至少约 110PISG ; 至少约 120PISG ; 至少约 130PISG ; 至少约 140PISG ; 或至少约 150PISG 。

[0057] 在一些实施方式中, 该方法包括在周围元件上施加压力, 该压力为不大于约 10PISG ; 不大于约 20PISG ; 不大于约 30PISG ; 不大于约 40PISG ; 不大于约 50PISG ; 不大于

约 60PISG ; 不大于约 70PISG ; 不大于约 80PISG ; 不大于约 90PISG ; 不大于约 100PISG ; 不大于约 110PISG ; 不大于约 120PISG ; 不大于约 130PISG ; 不大于约 140PISG ; 或不大于约 150PISG。

[0058] 在一些实施方式中, 压缩装置沿横向方向在相邻物体上施加的所产生应变为: 至少约 -0.01% ; 至少约 -0.02% ; 至少约 -0.03% ; 至少约 -0.04% ; 至少约 -0.05% ; 至少约 -0.06% ; 至少约 -0.07% ; 至少约 -0.08% ; 至少约 -0.09% ; 至少约 -0.1%。在一些实施方式中, 压缩装置沿横向方向在相邻物体上施加的应变为: 至少约 -0.1% ; 至少约 -0.15% ; 至少约 -0.2% ; 至少约 -0.25% ; 至少约 -0.3% ; 至少约 -0.35% ; 至少约 -0.4% ; 至少约 -0.45% ; 至少约 -0.5% ; 至少约 -0.55% ; 至少约 -0.6% ; 至少约 -0.65% ; 至少约 -0.7% ; 至少约 -0.75% ; 至少约 -0.8% ; 至少约 -0.85% ; 至少约 -0.9% ; 至少约 -0.95% ; 或至少约 -1%。

[0059] 在一些实施方式中, 压缩装置沿横向方向在相邻物体上施加的所产生应变为: 不大于约 -0.01% ; 不大于约 -0.02% ; 不大于约 -0.03% ; 不大于约 -0.04% ; 不大于约 -0.05% ; 不大于约 -0.06% ; 不大于约 -0.07% ; 不大于约 -0.08% ; 不大于约 -0.09% ; 不大于约 -0.1%。在一些实施方式中, 压缩装置沿横向方向在相邻物体上施加的应变为: 不大于约 -0.1% ; 不大于约 -0.15% ; 不大于约 -0.2% ; 不大于约 -0.25% ; 不大于约 -0.3% ; 不大于约 -0.35% ; 不大于约 -0.4% ; 不大于约 -0.45% ; 不大于约 -0.5% ; 不大于约 -0.55% ; 不大于约 -0.6% ; 不大于约 -0.65% ; 不大于约 -0.7% ; 不大于约 -0.75% ; 不大于约 -0.8% ; 不大于约 -0.85% ; 不大于约 -0.9% ; 不大于约 -0.95% ; 或不大于约 -1%。

[0060] 在一些实施方式中, 温度 (第二温度) 为: 至少约 500°C ; 至少约 550°C ; 至少约 600°C ; 至少约 650°C ; 至少约 700°C ; 至少约 750°C ; 至少约 800°C ; 至少约 850°C ; 至少约 900°C ; 至少约 950°C ; 至少约 1000°C ; 至少约 1050°C ; 至少约 1100°C ; 至少约 1550°C ; 至少约 1200°C ; 至少约 1250°C ; 或至少约 1300°C。在一些实施方式中, 温度 (第二温度) 为: 不大于约 500°C ; 不大于约 550°C ; 不大于约 600°C ; 不大于约 650°C ; 不大于约 700°C ; 不大于约 750°C ; 不大于约 800°C ; 不大于约 850°C ; 不大于约 900°C ; 不大于约 950°C ; 不大于约 1000°C ; 不大于约 1050°C ; 不大于约 1100°C ; 不大于约 1550°C ; 不大于约 1200°C ; 不大于约 1250°C ; 或不大于约 1300°C。在一些实施方式中, 第一温度是环境条件 (例如, 大约 20-25°C 的室温), 直到低于 500°C 的温度 (例如 400°C, 450°C)。

[0061] 在一些实施方式中, 由可膨胀构件施加给其他元件的力的大小足够大和 / 或持续时间足够长以防止、降低和 / 或消除介于系统中各元件 (例如, 封闭系统或彼此相连的两个或多个元件之间) 之间的间隙 (不良接触)。通过消除、降低和 / 或防止间隙, 可膨胀构件可以增加系统 (例如, 封闭系统) 的效率。

[0062] 在一个实施方式中, 可膨胀构件改装到现有的系统上。在一个实施方式中, 可膨胀构件是系统的元件或部件。可选地, 可膨胀构件与系统 / 系统的系统元件和 / 或电连接件一体制造或为可连接 / 可拆卸元件。

[0063] 在一个实施方式中, 可膨胀构件配置为通过时其他元件施加轴向力而横向膨胀其他元件。例如, 横向膨胀沿大致垂直于轴向力的方向的方向进行。其他元件的横向膨胀以期望的方式顺应系统 (例如, 封闭系统) 的元器件, 例如, 以便增加物理接触、电导率等等。

[0064] 在一些实施方式中, 填充物与元件和可膨胀构件结合使用, 例如, 用于提供可膨胀

构件所压缩的颗粒基质。在一些实施方式中,填充物材料通常选自于在高温时保持刚度(例如,硬度)的固体材料。填充物的非限制示例包括管状氧化铝、铜、耐火砖、陶瓷、聚合物及类似材料。在一些实施方式中,囊焊接封闭,但也可以使用其他方法密封囊。

[0065] 在一个实施方式中,压缩装置包括压缩检测器。压缩检测器位于元件和压缩装置之间并且压缩检测器配置为测量施加在元件上的力。在一个实施方式中,压缩检测器测量压缩装置的膨胀(例如,装置横向膨胀的量)。在一些实施方式中,压缩检测器测量值送入操作系统(未示出),例如,作为实时反馈环以改变压缩量。

[0066] 在一个实施方式中,该方法包括:使系统元件相适应以将电压降减小大约 10mV 到大约 100mV。在一个实施方式中,该方法包括:横向膨胀系统元件,这通过由可膨胀构件施加作用力而实现,以维持和/或改进系统元件之间的电接触。在一些实施方式中,系统元件之间所产生的电阻小于初始电阻(即,没有测量到由可膨胀构件产生的作用力)。在一个实施方式中,该方法包括调整施加的力以在变化或连续保持条件下增大、减小或维持对系统元件的压缩。在一个实施方式中,该方法包括确定施加在系统元件上的力(通过传感器/反馈环)。

[0067] 本发明这些和其他方面、优点和新颖的特征部分将在以下详述中说明并且在查看以下描述和附图后对于本领域技术人员将变得显而易见,或者能通过实施本发明而得知。

附图说明

[0068] 图 1A-1B 示出了在膨胀之前和膨胀之后的具有气体空隙的可膨胀构件(1A)和在膨胀之前和之后的具有气体+可膨胀材料的可膨胀构件(1B)。

[0069] 图 2A-2C 示出了在相似元件上的压缩装置的不同实施方式。图 2A 示出了具有在囊任意侧上的固体材料的囊。图 2B 示出了沿着相似元件之间的空隙延伸彼此相邻的多个囊(三个)。图 2C 示出了由固体材料间隔开的多个压缩装置/囊,其中固体材料位于间隙间的元件端部与多个囊之间。

[0070] 图 3 示出了不同可膨胀构件材料和/或相邻元件材料的热膨胀的差异,绘制成膨胀(%)对温度(°C)。

[0071] 图 4A 示出了两个压缩装置,作为可膨胀构件,而图 4B 示出了在膨胀状态的可膨胀囊,其中壁沿向外方向膨胀。

[0072] 图 5 示出了用于图 6 所示试验的可膨胀囊的示例性侧剖视图。

[0073] 图 6 示出了两个可膨胀囊的试验运行,示出了压力(PSIG)作为时间(天)的函数。

[0074] 图 7 示出了第二试验运行的可膨胀构件的俯视侧视图。

[0075] 图 8 示出了所产生压力(PSIG)和温度(°C)作为时间(天)的函数。

[0076] 图 9 示出了试验的元件,包括在组装为测试构造之前的囊和相邻物体(框架和金属棒/块元件)。

[0077] 图 10 示出了在测试之前试验的组装构造。

[0078] 图 11 示出了在测试之后用于试验的组装构造。

[0079] 图 12 是对用于试验的压力和温度对时间(以天计算)的图形表示。

[0080] 以上指出的本发明的不同方面可以结合以产生系统和其操作方法。

[0081] 本发明这些和其他方面、优点和新颖的特征部分将在以下详述中说明并且在查看

以下描述和附图后对于本领域技术人员将变得显而易见,或者能通过实施本发明而得知。

具体实施方式

[0082] 现在详细参考附图,所述附图至少帮助示例说明本发明的多个相关实施方式。

[0083] 参照图 1A,展示的是膨胀之前(左)和之后(右)的可膨胀构件 10。参照图 1B,示出了具有在内部空隙 12 中的材料 20 的可膨胀构件 10。可膨胀构件 10 包括包围内部空隙 12 的壁 14。在可膨胀构件 10 之间的箭头通常表示温度升高足以使内部空隙 12 中的气体的体积膨胀。壁 12 是无孔的且对于空气和液体等不可渗透的外壳。

[0084] 在一些实施方式中,壁 14 与密封件 16 围成内部空隙 12。在一些实施方式中,密封件 16 是焊缝 18。在一些实施方式中,壁 14 包括一个或多个焊缝 18。在一些实施方式中,外壳通过将壁的重叠端部压在一起进行密封(例如,压接封闭的外壳)。在一些实施方式中,使用粘结剂密封外壳。在一些实施方式中,使用紧固件(例如,机械紧固件)密封外壳。另外,多种前述方式可以组合用于密封外壳。

[0085] 在一些实施方式中,内部空隙占据可膨胀构件体积的一部分。在一些实施方式中,内部空隙占可膨胀构件体积的:至少约 5%;至少约 10%;至少约 15%;至少约 20%;至少约 25%;至少约 30%;至少约 35%;至少约 40%;至少约 45%;至少约 50%;至少约 55%;至少约 60%;至少约 65%;至少约 80%;至少约 85%;至少约 90%;至少约 95%;或至少约 98%。

[0086] 在一些实施方式中,内部空隙占可膨胀构件体积的:不大于约 5%;不大于约 10%;不大于约 15%;不大于约 20%;不大于约 25%;不大于约 30%;不大于约 35%;不大于约 40%;不大于约 45%;不大于约 50%;不大于约 55%;不大于约 60%;不大于约 65%;不大于约 80%;不大于约 85%;不大于约 90%;不大于约 95%;或不大于约 98%。

[0087] 参照图 2A-2C,可膨胀构件 10 附接至或邻接一个或多个元件 22 的外端部和/或内端部 24。在一些实施方式中,可膨胀构件 10 和介于囊侧部(例如壁 14)和/或元件 22 的端部 24 之间的填充物 16 一起使用。图 2A 示出了可膨胀构件 10,其中填充物 26 在可膨胀构件 10 任一面上,其又接触元件 22 的内侧部 24。图 2B 示出了彼此相邻而没有填充物材料的多个可膨胀构件(例如,所示为四个)。在图 2B 中,可膨胀构件 10 的壁 14 直接在元件的内壁 24 处接触元件 22。参照图 2C,多个可膨胀构件 10 相互间隔,具有介于囊 10 的壁 14 和元件的内壁 24 之间的填充物 26。在图 2C 中,表示出了示例性的压缩检测器 28。

[0088] 在操作中,可膨胀构件 10 膨胀以便在元件 22 的至少一个端部上施加作用力(或者说压力)以使元件 24 的端部被推离可膨胀构件 10(例如,沿轴向)。元件 22 因此被推动或者沿横向膨胀(例如,大致垂直于作用力的方向)。

[0089] 在不受特定机理或理论限制的情况下,从根据理想气体定律估算的行为方式看,从环境温度增加到高温(从 20°C 到 900°C)导致囊内气体压力的升高。结果是,据估计囊内部的压力至少为大约 4 个绝对大气压。在一些实施方式中,惰性气体存在于囊内并且在高温时,空隙内在 900°C 下膨胀压力增加到大约 4ATM(例如,没有新的气体生成)。在一些实施方式中,具有环境组分的空气存在于囊内部,并且在温度升高时,存在于空气中的至少一些氧气(O₂)从系统中移除(例如,腐蚀)以使空隙内部压力在高温(例如,900°C)下为大约 3.2ATM。在一些实施方式中,当囊膨胀时囊内(例如,空隙中)的压力下降,因此材料

膨胀和蠕变应当选择合适的可膨胀材料来适应内部空隙中适当的压力增加。尽管如此,由于氧气的损失(例如腐蚀)压力可能会降低并且随后囊体积增加(例如,金属膨胀)。

[0090] 在另一个实施方式中,可通过提前为囊加压来实现压力超过4个大气压。在另一实施方式中,少量材料密封在囊内,由于材料加热(例如,通过相变)变为气体,材料增加压力。例如 MgCO_3 在接近 350°C 时释放 CO_2 气体。

[0091] 在一些实施方式中,压缩检测器与可膨胀构件结合使用。压缩检测器(例如,传感器)包括检测系统元件压缩量的位移计量器。在一些实施方式中,通过测量可膨胀构件施加到系统元件端部上的作用力,并且将其关联到可膨胀构件的材料性能以确定元件内的压缩量,来检测压缩情况。

[0092] 实施例:元件材料中的蠕变和膨胀

[0093] 为了确定在元件中得到适当蠕变所需的作用力的最小值(例如在高温条件下),在施加外部作用力的运行条件下对按比例缩小的钢样品进行试验来确定在一些时间内的蠕变速率。在运行中,太小的作用力可能不会减少元件之间的气体,而太大的作用力可能会导致囊和成元件,或损害压缩装置的电阻/弹性,这会致使元件自由蠕变而失去接触。

[0094] 对于低蠕变速率和高温度,哈珀-多恩位错攀移对于二次蠕变是最好的模型。方程式如下:

$$[0095] \quad \dot{\epsilon} = A_{HD} \frac{Gb}{kT} D_0 e^{-\frac{Q}{RT}} \left(\frac{\sigma}{G} \right)$$

[0096] 在试验运行条件下,方程中的每个因素是比较恒定的,只是应变速率和应力除外,并且在方程中这些是成比例的。

[0097] 图3示出了可膨胀囊和/或相邻元件材料的热膨胀率。参照图3,钢的曲线示出了随着温度增加发生最大膨胀,其次是铁。最低膨胀是石墨。在一些实施方式中,可膨胀囊所压的元件是石墨钢、铁或其组合。在一些实施方式中,可膨胀囊是钢、铁、石墨或其组合制成的。

[0098] 实施例:可膨胀构件的试验台测试

[0099] 图4A和4B示出了两个可膨胀构件(例如,钢制囊)的透视图,示出为并排设置。图4A示出了密封的钢制囊,但是在高温下膨胀之前。图4A和4B的囊焊接在一起密封内部空隙。左边的可膨胀囊其内部空隙中具有空气,而右边的可膨胀囊包括空气和在高温下进行相变的材料。图4A的这些囊具有壁,壁为大致平的面,以及端部,其中面比端部具有更大表面积。在高温时膨胀之后,可膨胀囊的壁(大致平的面)被膨胀并且向外推到弯曲位置,而端部保持基本没有变化。尽管这些钢制囊是矩形形状,需要注意的是也可以是其他形状和/或外形。

[0100] 实施例:可膨胀囊的试验台测试

[0101] 参照附图5,构造了两个可膨胀构件(钢制囊),两个都具有如图5的横截面图所示的圆形边缘。两个囊都具有1克 MgCO_3 , 其在 350°C 到 450°C 之间释放 CO_2 , 导致压力快速增加。囊1构造为 $1/4$ " 碳钢壁,而囊2构造为 $1/8$ " 不锈钢壁。每个囊的壁由焊缝密封。

[0102] 图6为示出在一段时间(以天计算)内囊内部压力的变化的图。如图6所示,需要注意的是囊2由于焊接不当而过早失效,而囊1在整个试验期间保持相当大的压力(例如,适当地超过30PSIG)。

[0103] 参照图 7,构造了另一个可膨胀构件来进行 16 天的试验。囊具有近似 1/8 英寸厚的壁并且囊由 304 不锈钢构造,如图 7 所示。囊面由平板制造,而圆形侧部由半管段切成。面和边缘(例如,圆形边缘)通过焊接相接。这个测试囊具有的标称外部尺寸为 $5 \times 3.5 \times 1.25$ 英寸。它含有 1 克 $MgCO_3$, $MgCO_3$ 通过高温下释放 CO_2 而增加内部压力。在测试期间测试囊部分地受约束,因此囊的“充胀”厚度仅增加了大约 3/8 英寸。需要注意的是位置靠近测试囊顶部的测压孔仅仅用于测量试样的内部压力,并且不向测试囊提供压力。在实验结束时,在囊中没有观察到泄漏。

[0104] 参照图 8,示出了在实验的几天中的压力和温度。在整个测试期间(即在两周期间),囊在温度接近 $900^\circ C$ 保持相当大的压力。参照图 8,其中的图表示出囊的内部压力和温度,其在测试期间(在 19 天期间)为时间的函数。

[0105] 在不受限于特定机理的情况下,据认为,压力初始增加至峰值 81psig 是通过温度(根据理想气体定律)和由试样内的一克 $MgCO_3$ 粉末释放 CO_2 共同驱动的,而随后压力减小则归因于试样的体积膨胀,还可归因于由钢吸收了某些种类气体(可能是氮)。据观察压力在测试的最后一周(例如 7-16)在 46-47psig 下特别稳定(如图所示)。需要注意的是压力的最终下降(在测试结束时)归因于温度的下降(例如,移除热),而不归因于泄漏。试样在测试之后保持降低的正压,正如按照理想气体定律所预期的。

[0106] 实施例:与可膨胀囊构件相邻的物体变形

[0107] 进行一项试验来测试可膨胀构件(钢制囊)是否能有足够的压缩能力使由金属构成的相邻物体(例如,金属棒/块)变形。参照图 9,这项试验台测试使用钢制框架(右)约束钢制囊(左)和横截面为 $3'' \times 4.5''$ 的矮(4.5'' 高)金属块(中间)。测试之前的组装起来的元件如图 10 所示,而测试之后的组装起来的元件如图 11 所示。

[0108] 为了在试验期间读取压力,囊装有通向压力计的管。在一些实施方式中,在高温(例如,大于 $100^\circ C$)操作的系统中,这个压力计被省略。囊包含 4 克 $MgCO_3$,据认为,当该构造被加热到接近 $900^\circ C$ 的温度时, $MgCO_3$ 分解并释放 CO_2 气体(接近 $350^\circ C$)。在囊内产生的生成 CO_2 又为囊加压,结合高温条件,导致囊的壁向外变形/弯曲并且施加压力(压缩力)到相邻物体(例如,金属块和金属框架)。图 10 示出了棒和囊约束框架,其中棒和囊插入框架中。

[0109] 热电偶放置于靠近框架内顶部和底部。石墨布用于囊-框架和金属块-囊接触点之间以防止钢制试样接触和在温度下焊接在一起。这种构造被焦炭包和净化氩气包围,以防止碳钢框架和金属块(相邻物体)的氧化。发现在氩气气氛下使用焦炭包的方法可以有效防止碳钢部件的起皮。囊由 304 不锈钢板和 304L 不锈钢管构造,都是公称 0.125'' 厚。囊的外部尺寸为 $4'' \times 5.5'' \times 1.25''$ 。

[0110] 金属块装有用于测量竖直变形的不锈钢销。参照图 11,当棒的竖直压缩对于肉眼不明显时,约束框架中发生的弯曲应力会足够高而导致可见变形。

[0111] 图 12 示出了测试过程中的平均温度和囊压力(示出时间的函数,单位为天)。参照图 12,在第一天温度升至 $600^\circ C$ 并且随后在第二天到达 $900^\circ C$,其将会停留两周。参照图 12,压力峰值接近 250psig,随后急速降低(一开始),而后压力更平缓地减小。在测试结束时,压力为大约 30psig。在不受限于特定机理或理论的情况下,据信在囊内部损失一些压力,这归因于生成的 CO_2 和囊的钢制内表面之间的表面反应。

[0112] 内销和外销间隔的测量以及整个棒高度的测量显示在测试过程纵向方向上总压缩应变为大约0.14%，如以下表1所示。这对应于宽度（横向方向）上的变宽为大约0.07%（大约为纵向方向上应变的一半）。尽管可以通过目视检查/观察确认囊使框架的变形（如图示），但是不利用测量框架的变形来量化生成的应变。

[0113] 表1：在试验台测试期间总高度变化和平均销位置变化的测量值给出总应变。销以竖直六对编号。

[0114]

在拐角处整个棒高度				
	1-2 拐角	3-4 拐角	4-5 拐角	6-1 拐角
之前	4.634	4.608	4.596	4.623
之后	4.6305	4.598	4.586	4.619
应变	-0.076%	-0.217%	-0.218%	-0.087%

[0115]

销						
	销 1-1	销 2-2	销 3-3	销 4-4	销 5-5	销 6-6
测试前外部	4.0007	3.9998	4.0002	4.0003	3.9996	4.0000
测试前内部	3.0030	3.0025	3.0030	3.0040	3.0035	3.0030
测试后外部	3.9985	3.9985	3.9960	3.9980	3.9920	3.9950
测试后内部	3.0020	2.9980	2.9970	3.0000	2.9930	2.9960
应变	-0.046%	-0.083%	-0.146%	-0.090%	-0.258%	-0.171%

[0116] 所有应变平均值 -0.14%

[0117] 参照表1，跨过棒宽度进行的测量显示变宽（负应变值是指在纵向方向上尺寸减小，因而在横向方向上尺寸增加）。

[0118] 通过将这些结果推定到高温下运行系统中的较大的棒/块（例如，大约4.25”宽），预期应变对应于棒在横向方向上的大约为0.003的变形（棒变宽）。这仅大约为预期0.07%的一半。在不受限于特定机理或理论的情况下，这可归因于涉及在棒一端发生的变化的“端部效应”和/或有限数量的测量。

[0119] 因此，当更多变形（由于压力保持更久）会导致系统中元件之间接触增加更多时，据信由这种构造实现的变形量足够明显减少元件之间的空隙（例如，增加接触）。

[0120] 进一步的，在不受限于特定机理或理论的情况下，根据哈珀-多恩位错攀移，在温度下蠕变速率与压缩应力成比例。在前述基础上，通过汇集压力随时间的变化和并入测量的蠕变，蠕变速率的关系如下：

[0121]

$$\dot{\epsilon} = \frac{-1.4 \times 10^{-6}}{\text{psig天}} \times \sigma$$

[0122] 据估计这种结构,在持久高温条件下,会导致元件显著永久变形,即防止、减少和/或消除系统中元件之间的空隙。

[0123] 在本发明的一个或多个方面中,可膨胀构件与在高温运行的系统结合使用(例如,高温至少在大约 100 °C、200 °C、300 °C、400 °C、500 °C、600 °C、700 °C、800 °C、900 °C 或 1000 °C 以上)。在一个或多个实施方式中,可膨胀构件存在于系统中并且作用于系统中的一个或多个元件(相邻物体)上以沿一定方向压缩这些元件(例如,对这些物体施加纵向/轴向作用力)。在一个或多个实施方式中,系统在运行中是封闭系统,以便可膨胀构件迫使元件到位(即,当由于系统运行在高温下,系统禁止其他类型设备或使用者调整)。

[0124] 虽然以上详细描述了本发明的不同的实施方式,但显然本领域技术人员可对这些实施方式做出修改和变化。尽管如此,可以明确理解这些修改和变化不脱离本发明的精神和范围。

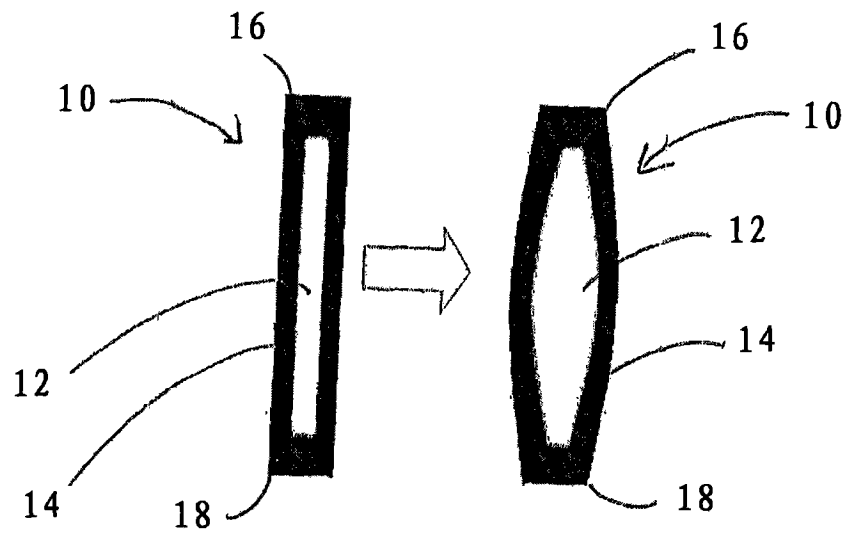


图 1A

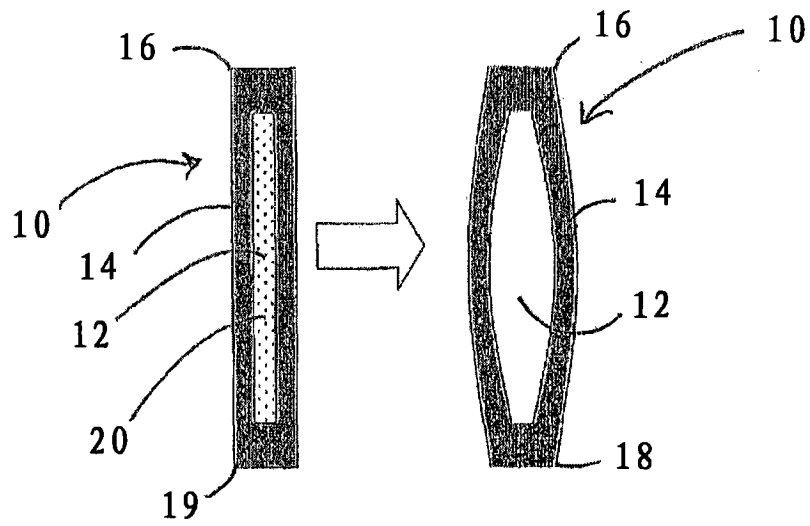


图 1B

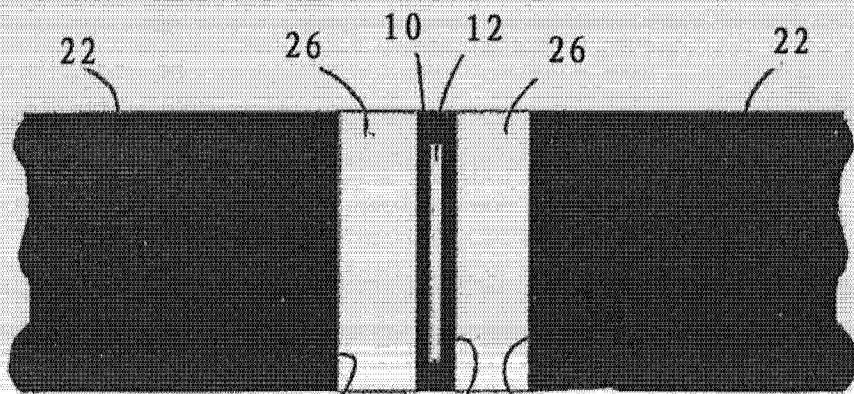


图2A

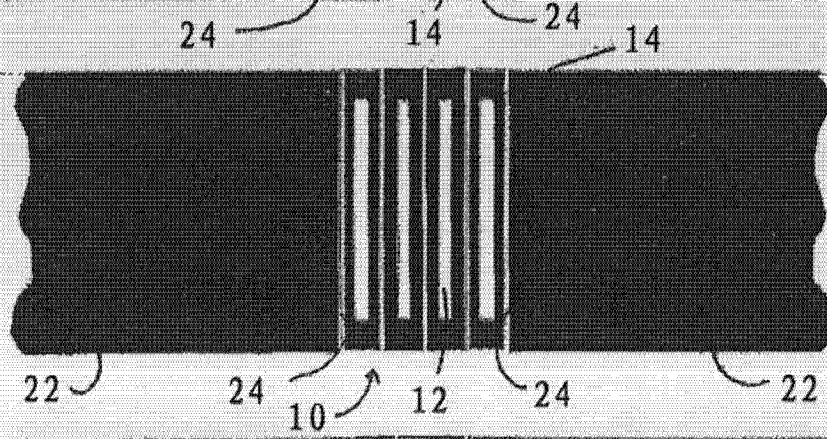


图2B

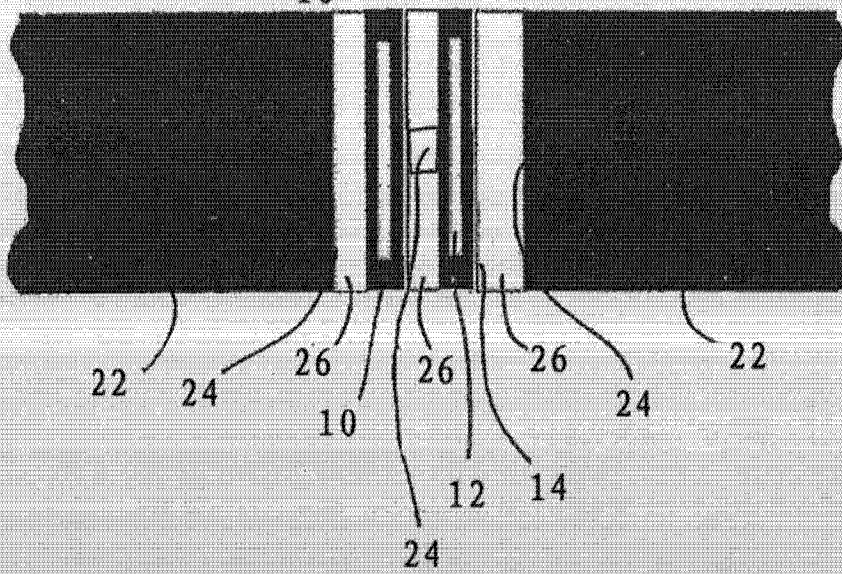


图2C

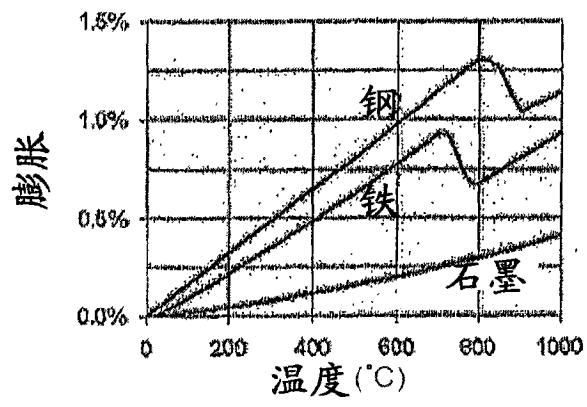


图 3

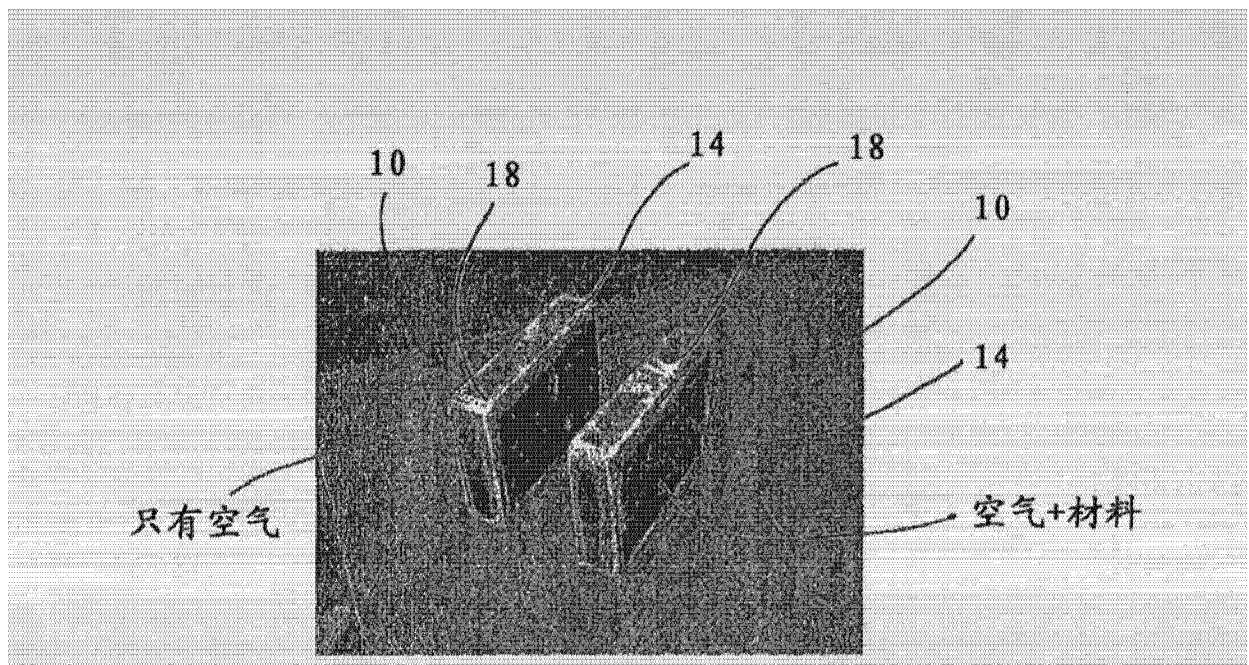


图 4A

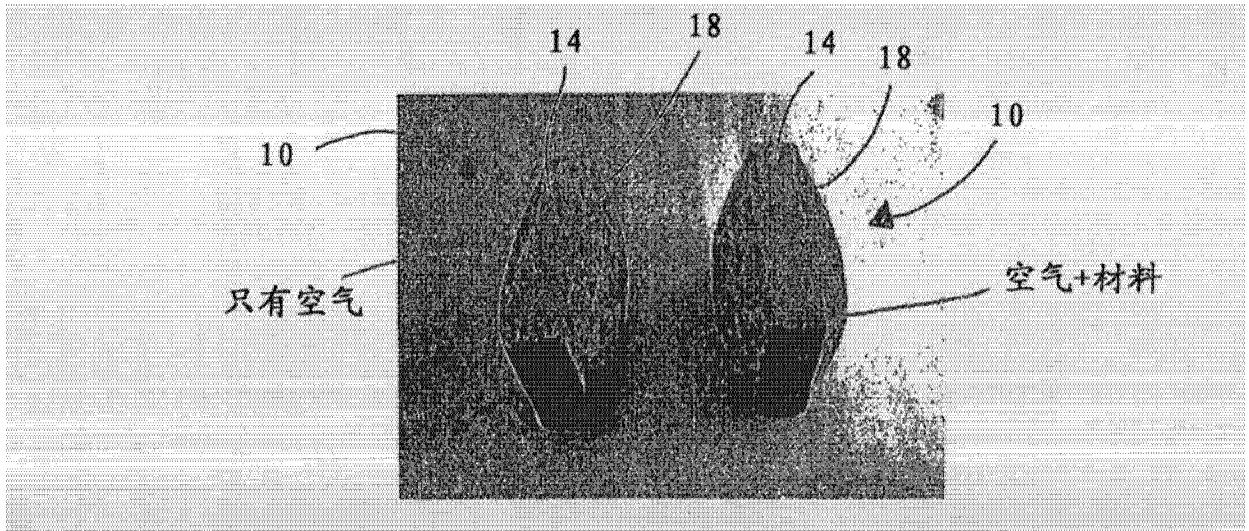


图 4B

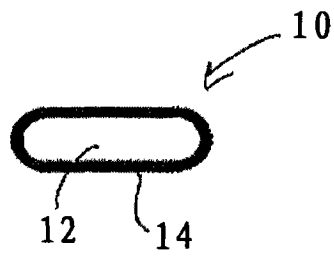


图 5

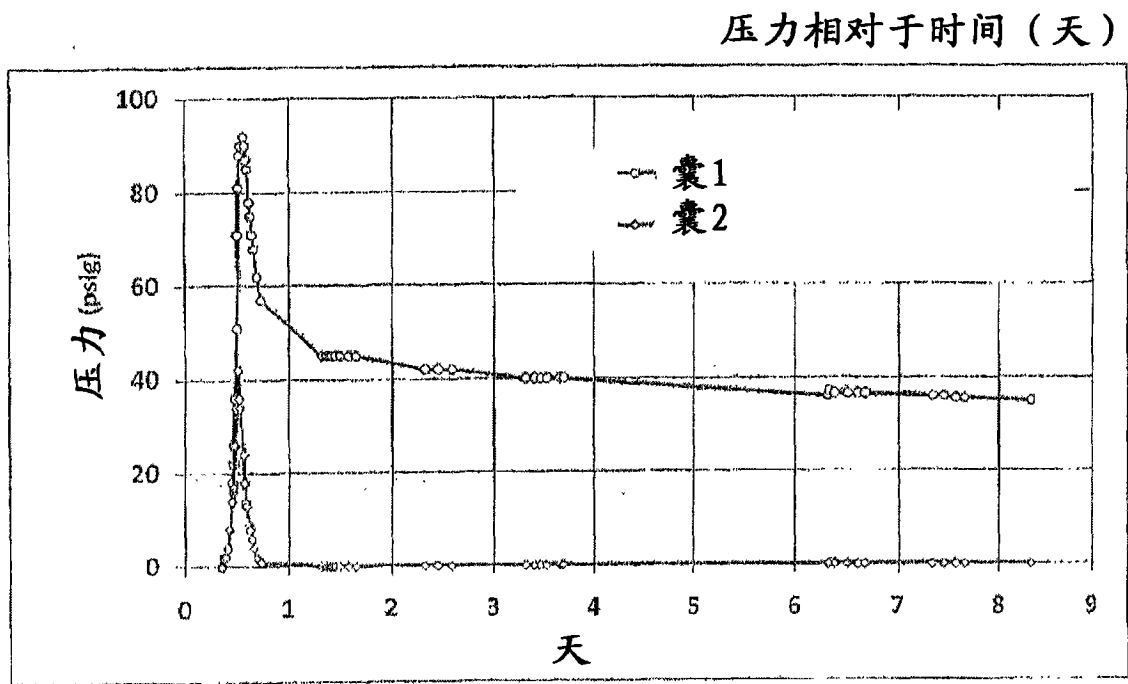


图 6

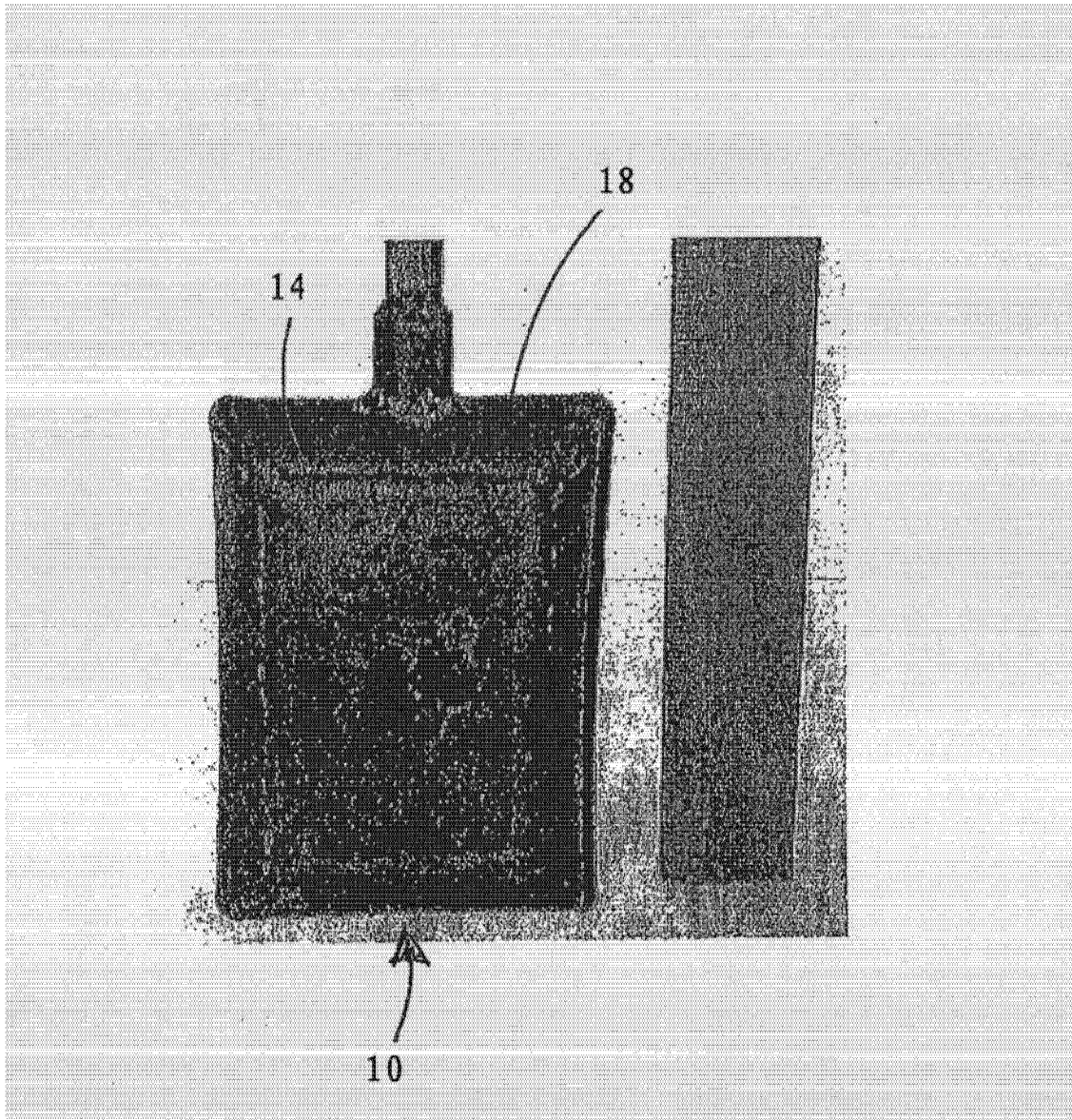


图 7

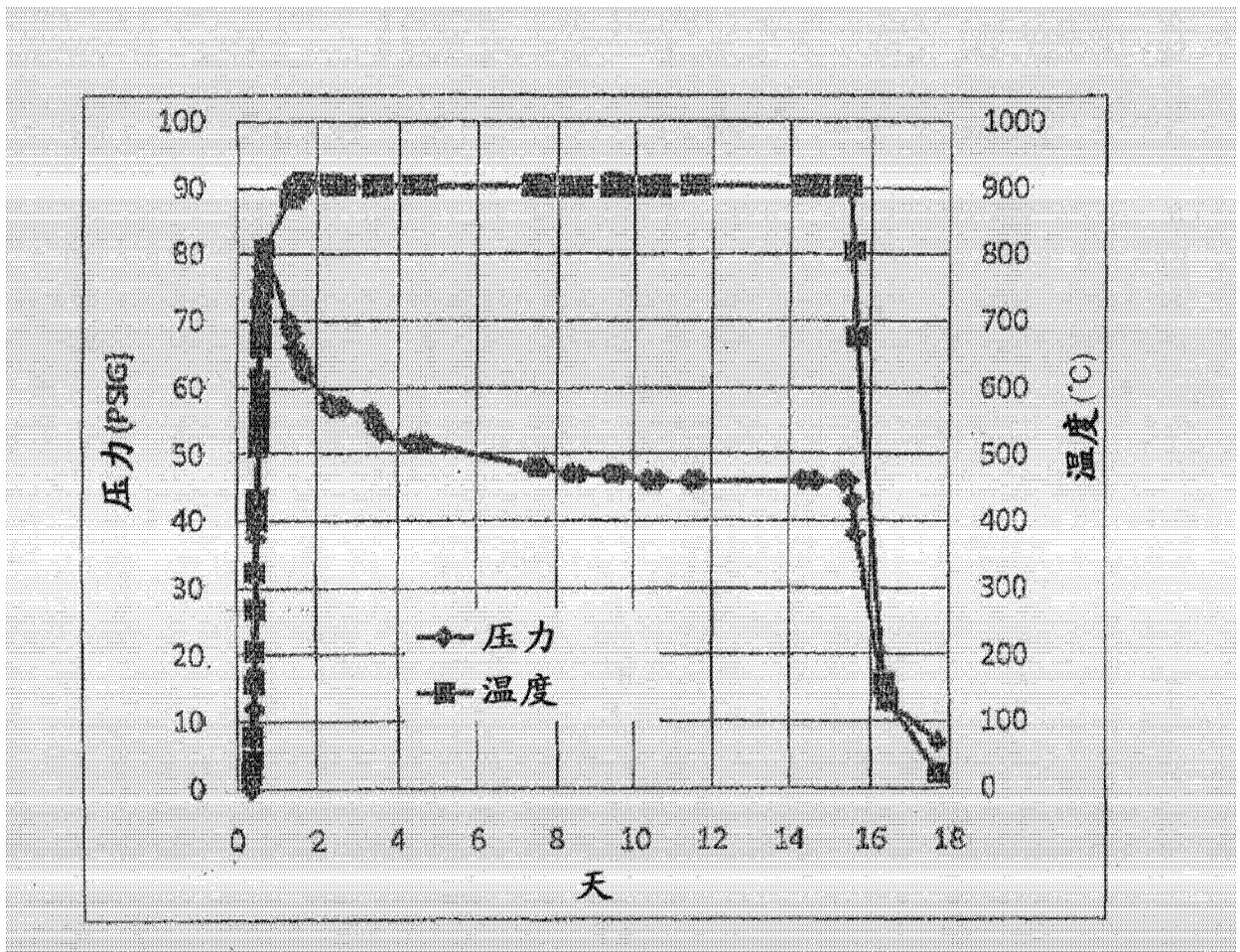


图 8

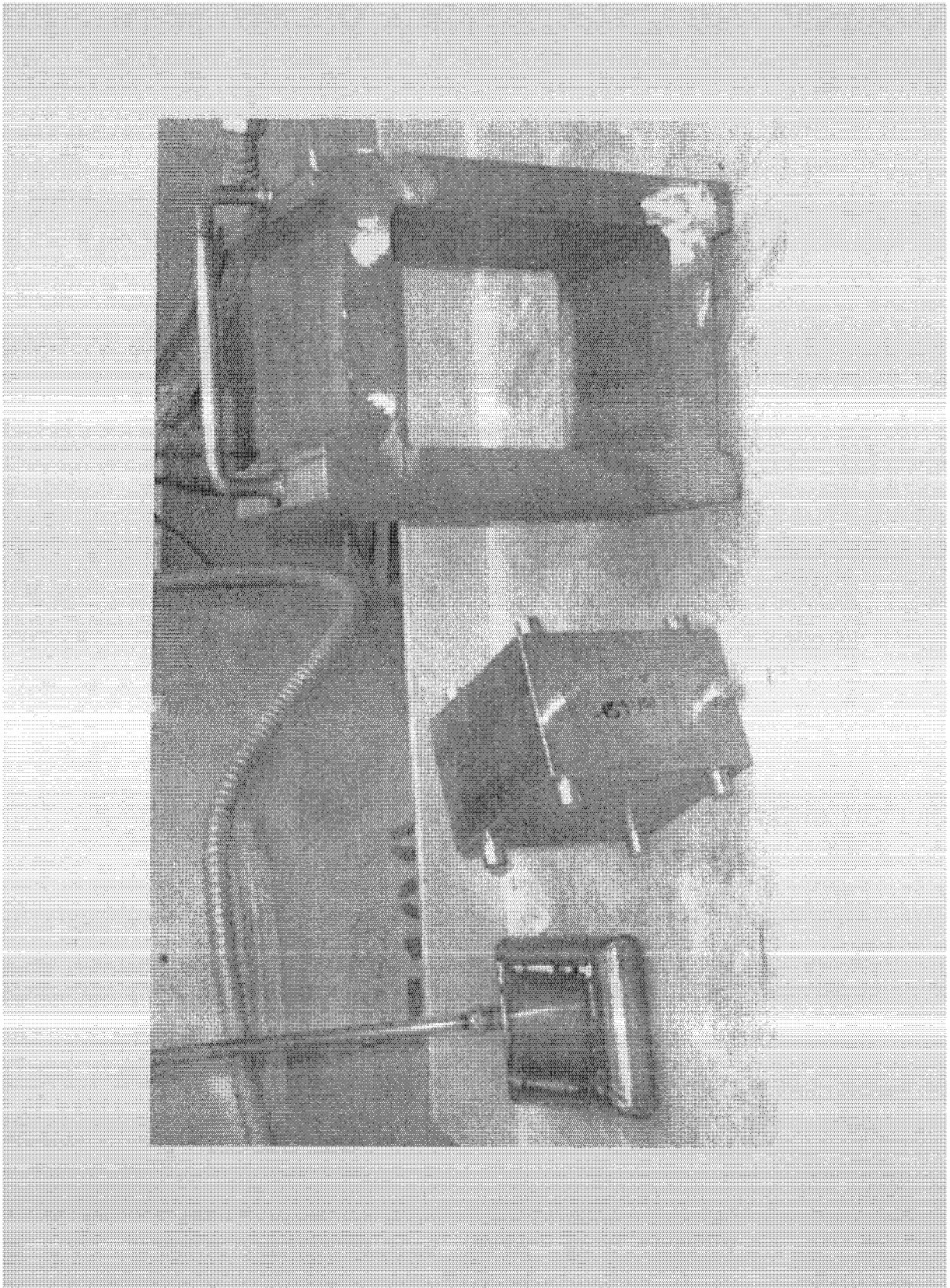


图 9

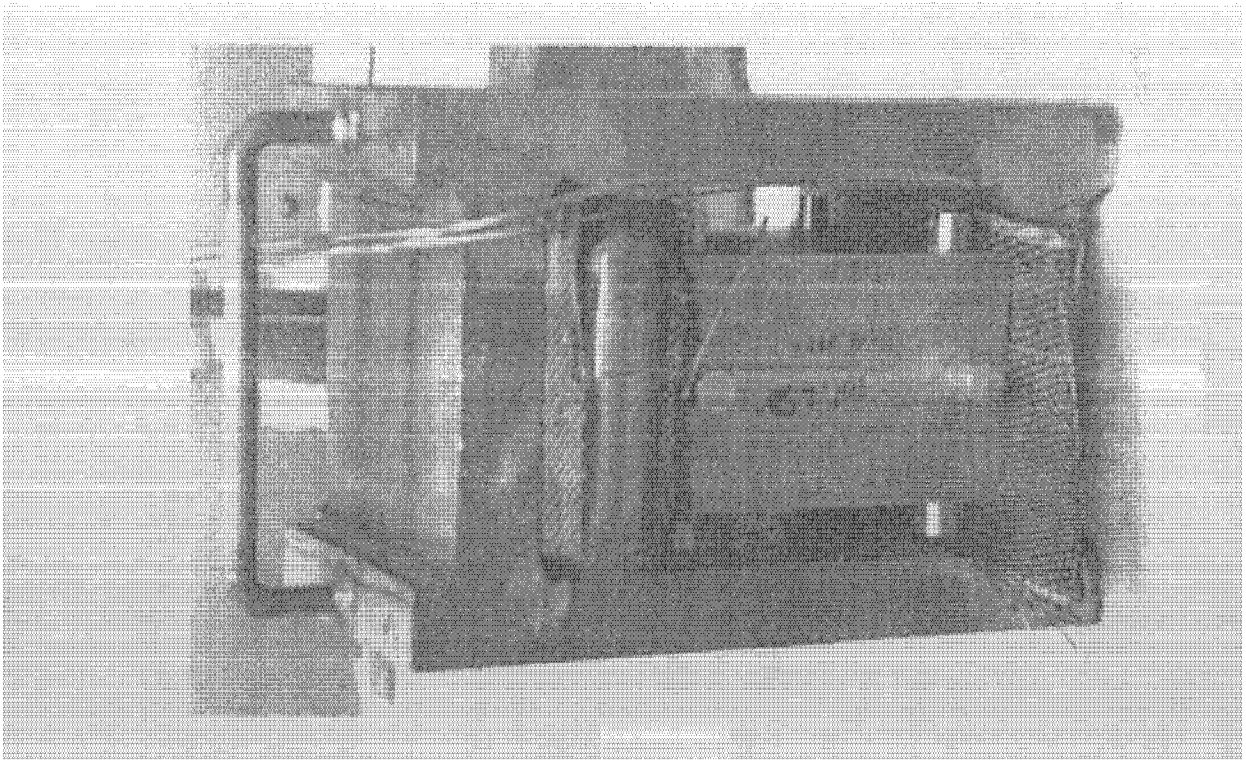


图 10

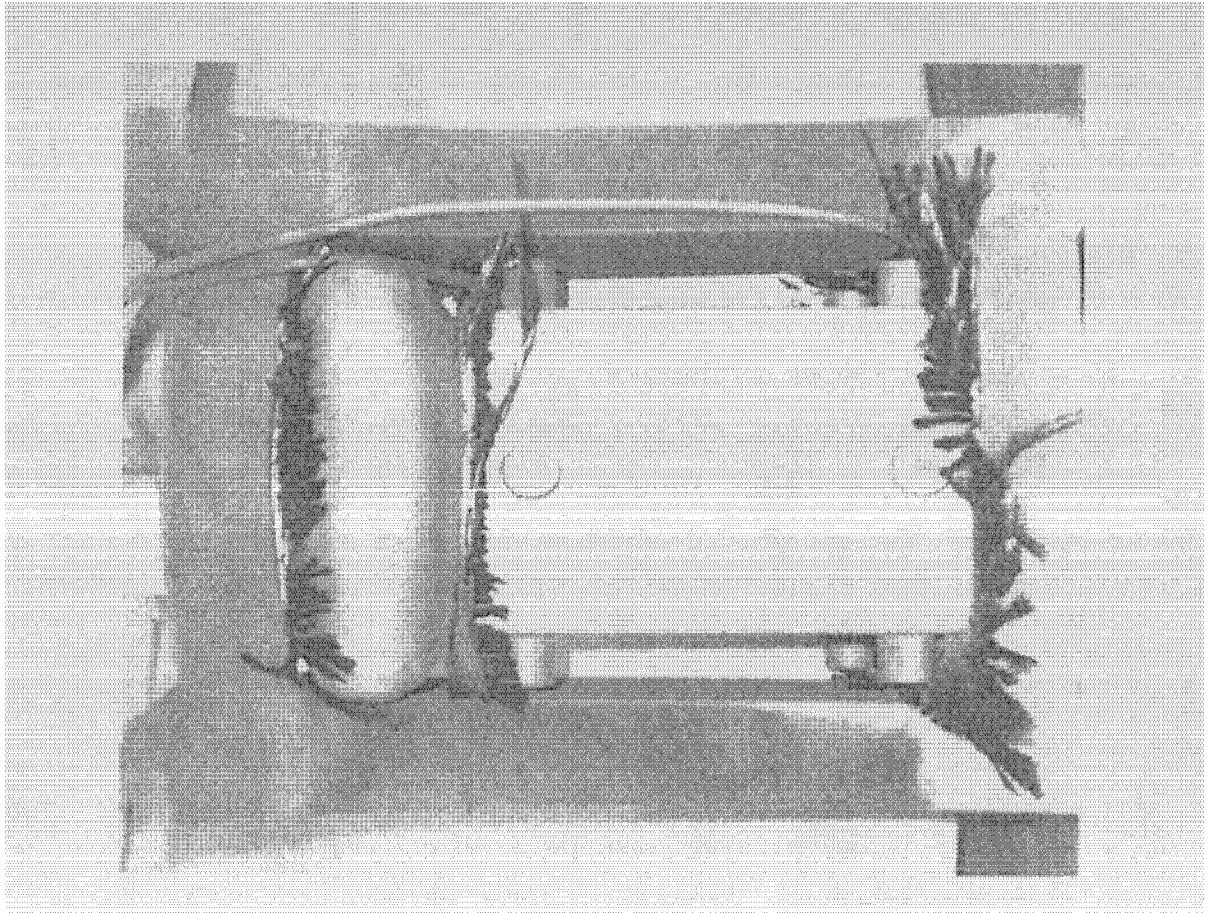


图 11

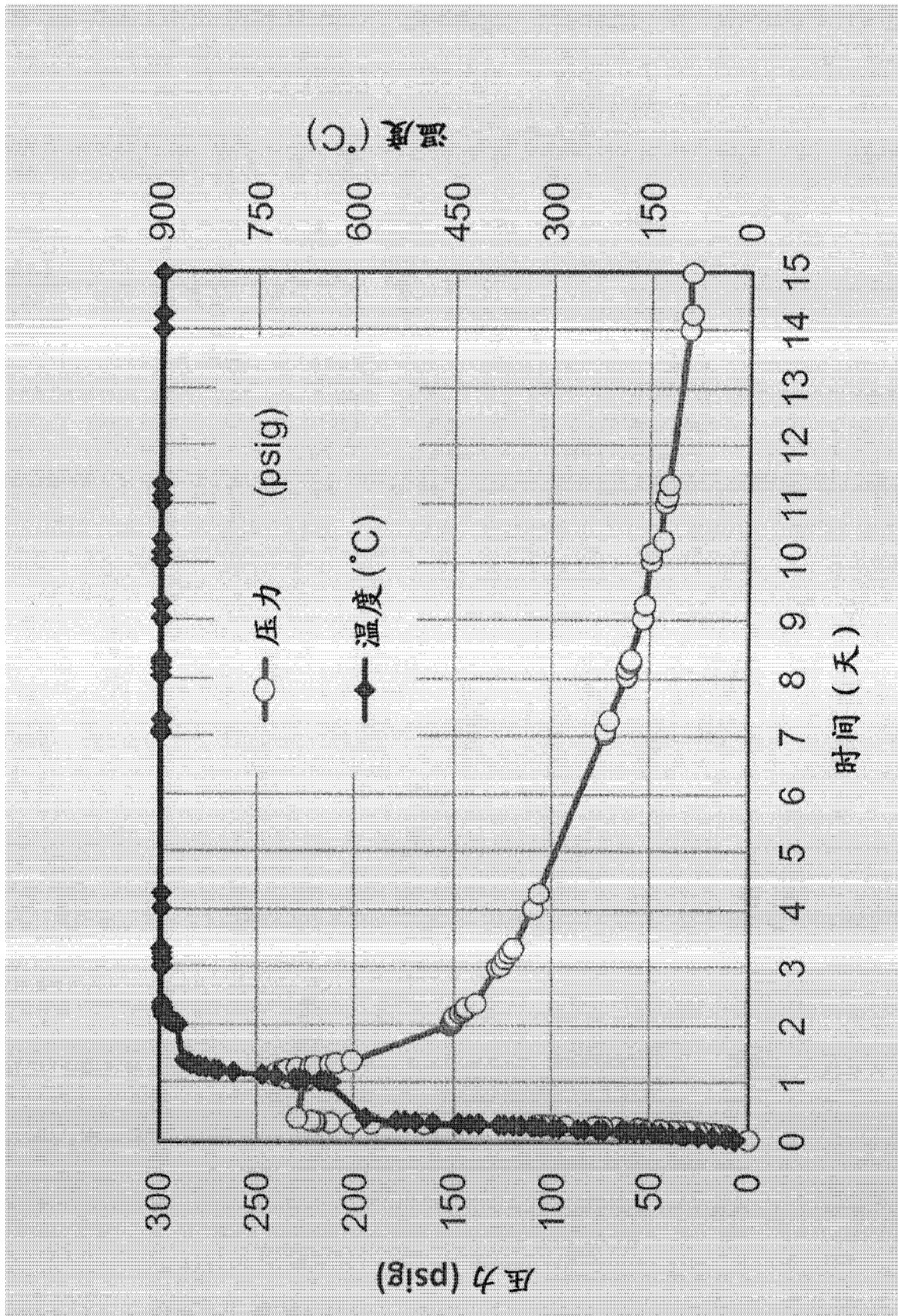


图 12