

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F16F 9/50 (2006.01)

F16F 9/52 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610092375.0

[45] 授权公告日 2009年6月10日

[11] 授权公告号 CN 100497993C

[22] 申请日 2006.6.7

[21] 申请号 200610092375.0

[73] 专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

[72] 发明人 周利民 徐幼麟 黎之奇

[56] 参考文献

CN2597576Y 2004.1.7

US6467392B1 2002.10.22

CN1071352A 1993.4.28

US5967268A 1999.10.19

FR2617929A1 1989.1.13

JP1-288646A 1989.11.20

CN1621707A 2005.6.1

审查员 董新蕊

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 王玉双 潘培坤

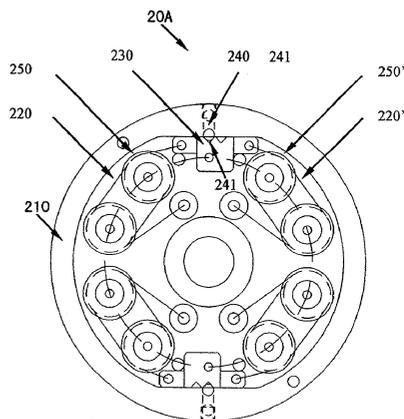
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

[54] 发明名称

具有可调阻尼系数的流体减震器

[57] 摘要

本发明提供一种具有可调阻尼系数的流体减震器，包括：缸体，具有容置流体的容置空间；活塞，具有能在容置空间内移动的活塞头和从活塞头上分别向缸体两端延伸的活塞杆。活塞头具有贯穿其的至少一个流体通道并由至少一个活塞盘构成。活塞盘包括：盘体，具有用于形成该流体通道的通孔；阀，设置在盘体上并能从打开通孔的第一位置移动至关闭通孔的第二位置并反之亦然；驱动器，通过形状记忆合金的形变来控制阀的移动，从而打开或关闭流体通道以调节阻尼力的大小，驱动器包括两条形状记忆合金丝，两条形状记忆合金丝的一端分别连接于阀两侧且其另一端固定于盘体。由于减震器内的阀由形状记忆合金驱动，就消除了对外力的依靠，保持了减震器的可靠性。



1. 一种具有可调阻尼系数的流体减震器，包括：
缸体，其内具有一容置空间，该容置空间内容置有流体；和
活塞，其具有能在该容置空间内移动的活塞头、和从该活塞头上分别向缸体两端延伸的活塞杆；
其特征在于，该活塞头具有贯穿该活塞头的至少一个流体通道；且
该活塞头由至少一个活塞盘构成，该活塞盘包括：
盘体，其具有用于形成该流体通道的通孔；
阀，其设置在该盘体上，并能从打开该通孔的第一位置移动至关闭该通孔的第二位置以及从该第二位置移动至该第一位置；及
驱动器，其通过形状记忆合金的形变来控制阀的移动，从而打开或关闭所述流体通道，该驱动器包括两条形状记忆合金丝，所述两条形状记忆合金丝的一端分别连接于该阀两侧，所述两条形状记忆合金丝的另一端固定于该盘体。
2. 根据权利要求 1 所述的流体减震器，其特征在于，该减震器还包括位于该活塞盘内的定位装置，该定位装置包括位于该阀上的沟槽、偏压在沟槽中的球。
3. 根据权利要求 1 所述的流体减震器，其特征在于，该活塞盘还包括安装在该盘体上的多个滑轮，以缠绕和引导所述形状记忆合金丝。
4. 根据权利要求 1 所述的流体减震器，其特征在于，所述两条形状记忆合金丝具有相同的初始应力水平和不同的应变。
5. 根据权利要求 1 所述的流体减震器，其特征在于，所述两条形状记忆合金丝通过交替通电加热发生形变的方式来控制阀的移动。
6. 根据权利要求 1 所述的流体减震器，其特征在于，所述活塞盘为多个，各所述活塞盘沿所述活塞杆的长度方向依次并排设置，且相邻活塞盘的通孔对应连通形成该流体通道。
7. 根据权利要求 1 所述的流体减震器，其特征在于，该减震器中还具有与缸体一端连接的杆式补偿器。

具有可调阻尼系数的流体减震器

技术领域

本发明涉及一种减震器，特别是一种具有可调阻尼系数的流体减震器。

背景技术

有些材料在发生了塑性变形后，经过合适的加热过程，能够回复到变形前的形状，这种现象叫做形状记忆效应（SME），而具有形状记忆效应的合金被称为形状记忆合金（SMA）。目前已开发成功的形状记忆合金有 TiNi 基形状记忆合金、铜基形状记忆合金、铁基形状记忆合金等。形状记忆合金在冷却过程中经过其相变点时，其晶体结构发生相变，即从高温相（奥氏体）转变为低温相（马氏体）。这种相变是这些合金的具有独特的形状记忆功能的基础。具体而言，这种合金在低温下处于马氏体相，其很容易变形。然而，当将合金加热至奥氏体转变温度时，其能以极大的力量恢复至其原始形状。

通过改变合金的成分和进行适当的热处理，可以改变该合金记忆其低温形式的温度。例如，在形状记忆合金中，该温度可以从高于 100℃ 至低于 -100℃。这种形状恢复过程仅发生在几度的范围内，必要时，可以将相变的起点或终点控制在几度内。

如果在高于奥氏体相变结束温度之上进行变形，这种独特的合金还具有超弹性性能（SE）。这是由于应力诱发的马氏体相变所致。而一旦应力解除，则马氏体会立即回复至无形变的奥氏体。从而这些合金具有类似于橡胶一样的弹性。

现今，由于形状记忆合金具有独特的形状记忆特性，所以形状记忆合金的使用越来越受重视并广泛地应用到许多领域。

目前，虽然有将形状记忆合金应用于减震装置的一些技术（参见专利文献，例如 US6796408、US6394242、US5750272、US5564537 等），但这些减震器并不能调节其本身的阻尼系数。现有技术中存在一些可调阻尼系数液压减震器，其通过流变技术（改变阻尼油的粘滞系数）来调节阻尼系数，但其在调节

阻尼系数方面性能不稳定。

发明内容

本发明的目的在于提供一种具有可调阻尼系数的流体减震器，其能通过形状记忆合金丝驱动器调整该流体减震器内部的有效流体通道数目，改变减震器的阻尼系数。

为实现上述目的，本发明提供一种具有可调阻尼系数的流体减震器，包括：缸体，其内具有一容置空间，该容置空间内容置有流体；活塞，其具有能在该容置空间内移动的活塞头、和从该活塞头上分别向缸体两端延伸的活塞杆。该活塞头具有贯穿该活塞头的至少一个流体通道，并且该活塞头由至少一个活塞盘构成。该活塞盘包括：盘体，其具有用于形成该流体通道的通孔；阀，其设置在该盘体上，并能从打开该通孔的第一位置移动至关闭该通孔的第二位置以及从该第二位置移动至该第一位置；以及驱动器，其通过形状记忆合金的形变来控制阀的移动，从而打开或关闭所述流体通道，以调节阻尼力的大小，该驱动器包括两条形状记忆合金丝，所述两条形状记忆合金丝的一端分别连接于该阀两侧，所述两条形状记忆合金丝的另一端固定于该盘体。

根据上述流体减震器，该减震器还包括位于该活塞盘内的定位装置，该定位装置包括位于该阀上的沟槽、偏压在沟槽中的球。

根据上述流体减震器，该活塞盘还包括安装在该盘体上的多个滑轮，以缠绕和引导所述形状记忆合金丝。

根据上述流体减震器，所述两条形状记忆合金丝具有相同的初始应力水平和不同的应变。

根据上述流体减震器，所述两条形状记忆合金丝通过交替通电加热发生形变的方式来控制阀的移动。

根据上述流体减震器，所述活塞盘为多个，各所述活塞盘沿所述活塞杆的长度方向依次并排设置，且相邻活塞盘的通孔对应连通形成该流体通道。

根据上述流体减震器，该减震器中还具有与缸体一端连接的杆式补偿器。

根据上述流体减震器，该流体为粘性液体。

本发明相比于现有技术的优点在于：

- 1) 可以通过调节减震器内的有效流体通道（即打开的流体通道）数量来改变减震器的阻尼系数；
- 2) 由于本发明的减震器内的阀通过形状记忆合金的形变驱动，消除了对外力的依靠，从而保持了该减震器的可靠性；
- 3) 本发明的减震器成本低，更便于操作。

附图说明

图 1 是根据本发明的流体减震器的主要结构的原理示意图；

图 2 是具有杆式补偿器的流体减震器的结构示意图；

图 3 是构成本发明流体减震器中活塞头的活塞盘内的部件结构示意图；

图 4a 是表示形状记忆合金丝在温度低于 M_f 下的应力—应变示意图，即形状记忆效应；

图 4b 是表示形状记忆合金丝在不同温度下的应力—应变关系和阀的位置稳定性的示意图。

具体实施方式

本发明的主要构思是通过形状记忆合金长度的变化来控制减震器活塞内的小机械部件例如机械阀的移动，来改变打开的流体通道（以下称为“有效流体通道”）数目，从而改变减震器的阻尼系数，以满足调整减震器阻尼大小的需求。下面结合附图来详细说明本发明的具有可调阻尼系数的流体减震器。

图 1 是根据本发明的流体减震器的主要结构的原理示意图。如图 1 所示，本发明的流体减震器包括：缸体 10，其内具有一容置空间，该容置空间内容置有流体 110；活塞，其具有能在该容置空间内移动的活塞头 20、和从该活塞头上分别向缸体两端延伸的活塞杆 30。该活塞头 20 与活塞杆 30 连接，并有效地将缸体 10 内部的容置空间分成两个独立的压力室。该活塞头 20 具有至少一个流体通道 211（在本实施例中为 2 个），其贯穿该活塞头 20，从而可以连通活塞两侧的两个独立的压力室。根据实际需求，该活塞头 20 可以仅由 1 个活塞盘 20A（参见图 3）构成，也可以由多个（例如 5 个）结构相同的活塞盘 20A 沿活塞杆 30 长度方向并排设置（参见图 2），并且使各个活塞盘 20A 的通孔相对应从而形成图 1 所示的流体通道 211。

图 1 所示的减震器是双头的，这种设置的优点在于：该减震器中不是必须具有杆式补偿器（rod-volume compensator）用以补偿由于活塞杆的运动而导致的液压缸内体积的变化。图 2 示出了具有杆式补偿器的阻尼系数可调的流体减震器。

根据图 1 所示的减震器的工作原理是：在减震器受到外部冲击力 F 时，活塞移动致使活塞头 20 一侧的流体压缩，从而活塞头 20 两侧的压力室分别成为高压室和低压室，迫使流体 110 通过活塞头 20 内部的流体通道 211 从高压室流至低压室（如图 1 中所示箭头方向）。在从高压室流至低压室的区域内，流体速度非常高，从而上游流体的压能几乎全部转变为动能。随后，当流体流至该活塞头另一侧的低压室而膨胀至其整个容积时，流体速度减慢并失去其动能，从而转变为紊流。与活塞头上游侧的压力相比，该活塞头的下游侧的压力很小。这种压力差产生了较大的力，阻止活塞头 20 的运动。当流体 110 流过活塞头 20 内部流体通道 211 的过程中，会受到很大的阻力，这样就产生了较好的阻尼作用，起到了减震的目的。

由上述减震器的工作原理可知，当所有流体通道关闭时，将获得最大阻尼力；当所有流体通道打开时，将获得最小阻尼力。也就是说，随着有效流体通道数目的增加，阻尼力逐渐减小。在该减震器的阻尼系数调整至预定值后，该减震器将以被动的模式工作。据此，本发明在组成活塞头的活塞盘内还设计安装了调节有效流体通道数量的机构，请参见图 3。

图 3 是构成本发明流体减震器中活塞头 20 的活塞盘 20A 内的部件结构示意图。该活塞盘包括：盘体 210，其具有通孔（被阀遮挡，故未示出）；阀 230，其设置在盘体 210 上，并能在关闭通孔的位置和打开通孔的位置之间移动；驱动器，其设置在盘体 210 内，该驱动器为拉式自预应变型驱动器，包括与阀 230 连接的形状记忆合金丝 220 和 220'，形状记忆合金丝 220 和 220' 的一端分别连接于该阀两侧，另一端固定于该盘体上；该驱动器通过形状记忆合金丝的形变来控制阀的移动，从而打开或关闭所需数目的流体通道。为使较长长度的 SMA 丝能安装在活塞盘的狭小空间内，可以使用滑轮 250 和 250'，将形状记忆合金丝 220 和 220' 缠绕在轮上。

SMA 在处于马氏体相时易于沿其轴线方向拉长，原子晶体结构将重新排列，据此将形状记忆合金加工形成 SMA 丝。这些 SMA 丝能保持拉长的状态，

直到将它们加热至高于奥氏体转变温度时，其晶体结构才会返回它的原始（记忆）奥氏体结构。在此过程中，SMA 丝不仅能收缩至其原始长度，而且产生很大的力，该力的大小取决于合金成分和它的处理。

由于形状记忆合金丝在低于马氏体相变完成温度 M_f 的温度下易于变形，所以需在低于马氏体相变完成温度 M_f 的温度下运行这些阀；在这些阀运行之后，形状记忆合金丝的记忆效应使得这些阀能够“记住”其驱动后的位置，因此该减震器可以在被动模式下运行。参考图 3、图 4a 和图 4b，在作为驱动器的形状记忆合金丝的形变的作用下，活塞头内的阀的运行机制是：在启动阀之前，当形状记忆合金丝 220 受点 A 所示的预应变且形状记忆合金丝 220' 受到点 B 所示的预应变时，这两根线处于马氏体相。当用电流加热形状记忆合金丝 220 时，加热会使形状记忆合金丝 220 发生相变，从马氏体转变为奥氏体，形状记忆合金丝 220 倾向于收缩恢复至其原始长度。形状记忆合金丝 220 由于长度收缩而拉动阀，使阀从流体通道关闭的位置移动至流体通道打开的位置，以打开流体通道；此时形状记忆合金丝 220' 由于未通电而仍处于马氏体相，在外力的作用下易于变形，从而顺应阀的移动而拉长，即由于阀的移动其应变从点 B 至点 A。在阀移动至流体通道打开位置后，停止给形状记忆合金丝 220 通电，以使在停止通电时形状记忆合金丝 220 和 220' 保持长度不变，直至要进行反向操作使流体通道闭合。。当要使该流体通道闭合时进行反向操作，即向形状记忆合金丝 220' 通电，用电流加热形状记忆合金丝 220' 使其收缩，从而拉动阀 230 反向移动，进而使阀 230 从流体通道打开的位置移动至流体通道关闭的位置，以关闭流体通道；此时，形状记忆合金丝 220 和形状记忆合金丝 220' 的预应变将分别回到点 A 和点 B。

这种拉式自预应变型驱动器是：两条形状记忆合金丝的初始应力水平相同，而应变不同（这可以通过将形状记忆合金丝安装在活塞盘时来实现）；这里的“初始应力”是指形状记忆合金丝在安装固定在活塞盘内但未动作之前受到的应力。

在本发明的减震器中，阀的移动距离与形状记忆合金丝的长度形变量是该驱动器在实际应用时的设计关键，但这属于本领域技术人员在实际设计时容易实现，故这里省略其详细说明。由于限定丝的最大预应变和最小预应变（如图 4a 所示）必须处于马氏体的去孪晶过程（detwinning process）中的应变状态，

所以一种可行的方法是点 B 接近去孪晶状态的中点，而点 A 接近应力状态的末端。本领域技术人员能够容易地通过实验数据，根据需要选择所使用的形状记忆合金丝的成分、粗细、长短和数量，以满足所需拉力的大小。为使较长长度的 SMA 丝能安装在活塞头的狭小空间内，需要使用滑轮 250 和 250'。

该减震器还包括位于该活塞内的定位装置，其包括：该定位装置包括位于阀 230 上的沟槽，例如图 3 所示的两个 V 形沟槽 241；球 240，其通过偏压构件例如弹簧（未示出）偏压在沟槽 241 中，以在操作后使阀 230 保持在预期的位置。借助该定位装置，在停止向形状记忆合金丝通电后，形状记忆合金丝能保持长度不变，所以阀 230 容易锁定在精确的位置。

该减震器作为能量耗散装置，能将机械能转变为热能。在出现高阻尼力时，该减震器的温度会相当高。本装置所采用的这种拉式自预应变驱动方式以及定位装置，使得本发明的减震器在温度高于奥氏体完成温度 A_f 的高温下也具有稳定的稳定性。通过考虑如图 4b 所示的形状记忆合金在不同温度下的应力—应变关系，能更好地理解这种行为。由于这两条丝安装在填充有硅油的活塞头内，所以在任何时刻两条丝的温度都应当彼此相同；因此，在该相同温度下，两条丝内的应力必定都处于近似相同的应力水平。因此，在定位装置的作用下该阀不会移动离开其预定位置。

该减震器内流体可以是粘性流体，其能耐高温、无毒、热稳定性好且不会老化。由于硅油的燃点高于 300°C 且惰性，完全无毒，是可用的热稳定性最好的流体之一，所以减震器内的粘性流体常采用硅油。

减震器还具有多个密封件。当减震器经常长时间不使用时，密封件必须不能表现出长期的粘连及不能允许流体渗漏。动态密封件（活塞和杆密封件）由结构性聚合体、聚氨酯制成，以消除由于长时间不使用而导致的粘连或压缩；并且该密封件不会随着时间发生老化、降解或冷变形。

工业实用性

本发明的减震器通过形状记忆合金丝驱动器来调节减震器内的有效流体通道数量，实现减震器阻尼系数的改变，消除了对外力的依靠，从而保持了该减震器的可靠性，并降低维修成本，同时赋予该减震器极大的应用灵活性。

本发明可以应用于大多数的土木工程结构中，例如房屋、桥梁和塔等需要增强能量耗散能力的结构，以及海上石油钻井平台，各类输送管道和大型风力

发电机等机械设备中，以减小由于各种环境紊乱造成的震动。

本发明还可应用于交通工具中，例如用于车辆的悬挂式减震器。

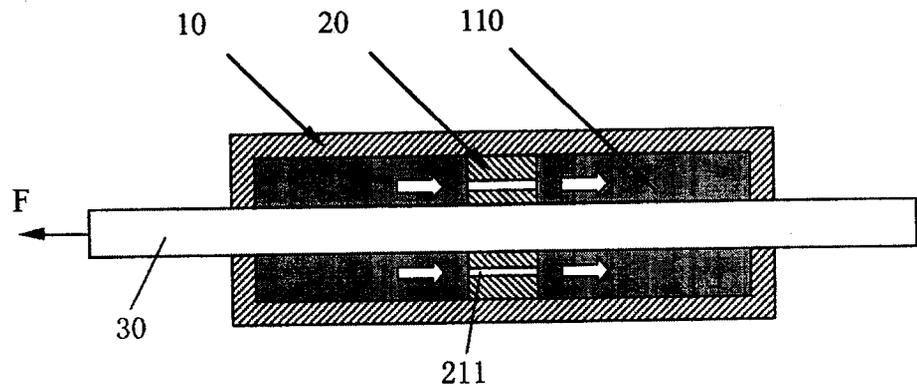


图 1

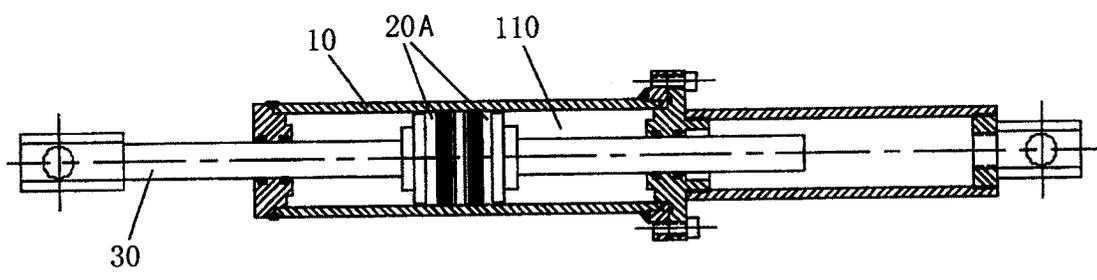


图 2

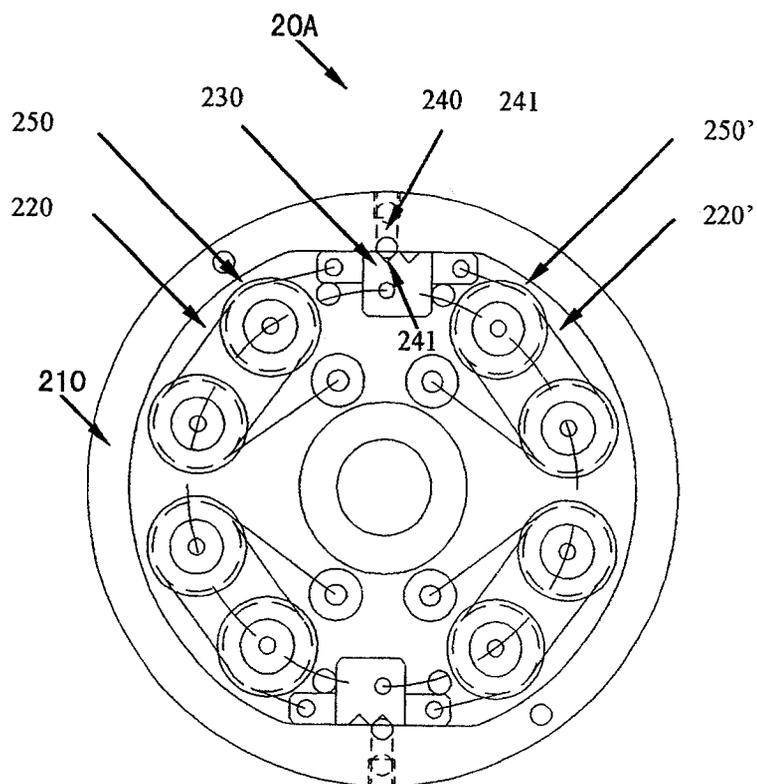


图 3

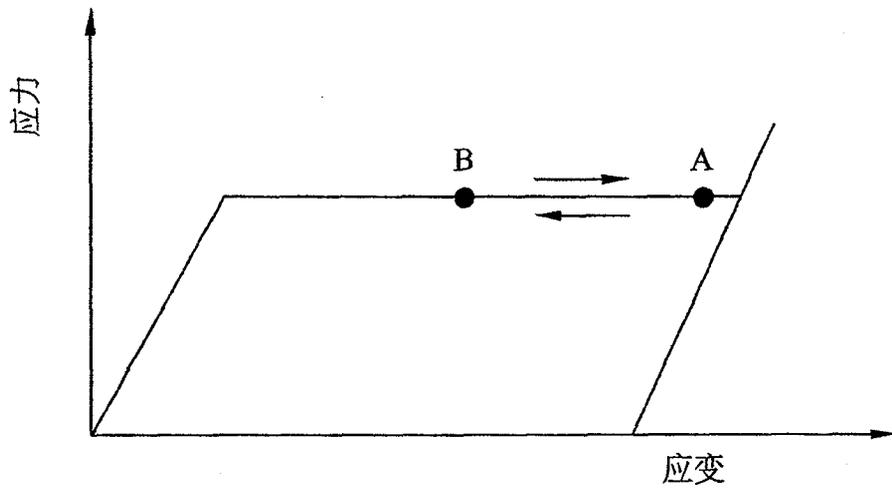


图 4a

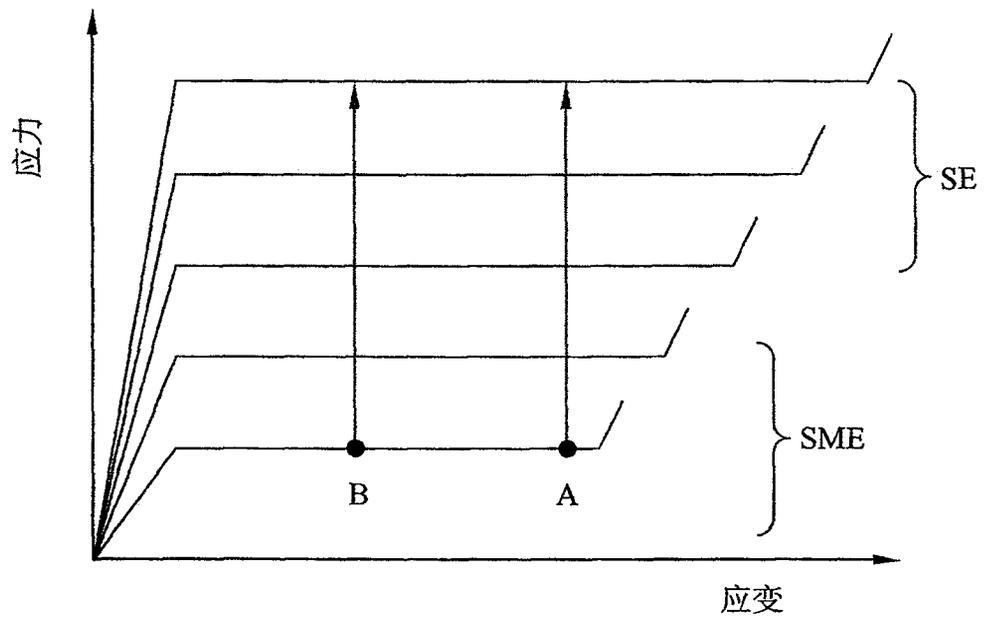


图 4b