



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101978202 B

(45) 授权公告日 2013.04.24

(21) 申请号 200980109530.7

(22) 申请日 2009.01.26

(30) 优先权数据

102008000731.5 2008.03.18 DE

102008040412.8 2008.07.15 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.09.17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2009/050849 2009.01.26

(87) PCT申请的公布数据

W02009/115360 DE 2009.09.24

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 V·查萨格诺克斯 S·许格

W·斯托克莱因

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 宣力伟 梁冰

(51) Int. Cl.

F16K 31/00(2006.01)

F02M 51/06(2006.01)

F01L 9/04(2006.01)

(56) 对比文件

WO 2006069750 A1, 2006.07.06,

US 4593658 A, 1986.06.10,

WO 0153662 A3, 2001.12.06,

EP 0995899 A2, 2000.04.26,

审查员 李春艳

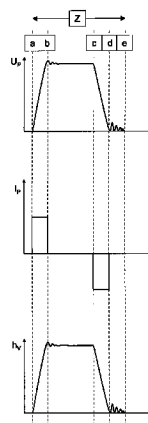
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

由压电致动器开关的阀门的跳动抑制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种在内燃机中在阀门关闭阶段期间抑制由压电致动器驱动的阀门元件跳动的方法,该方法具有以下步骤:使所述压电致动器部分地放电,由此所述阀门元件在达到阀座之前就被制动;中断所述压电致动器的放电,由此所述压电致动器被所述阀门元件压缩并且形成电荷;使所述压电致动器重新放电,其中在部分放电之后的剩余电荷和在充电中断期间形成的电荷至少部分地被排出。根据本发明规定,暂时中断放电过程,由此压电致动器吸收了阀门元件的动能,并且压电致动器还在出现弹性回冲之前就被重新放电,以便将由压电致动器所吸收的能量导出。



1. 一种在内燃机中在阀门关闭阶段期间抑制由压电致动器驱动的阀门元件跳动的方法,所述方法具有以下步骤:

- 使所述压电致动器部分地放电,由此所述阀门元件在达到阀座之前就被制动;
- 中断所述压电致动器的放电,由此所述压电致动器被所述阀门元件压缩并且形成电荷;
- 使所述压电致动器重新放电,其中在部分放电之后的剩余电荷和在充电中断期间形成的电荷至少部分地被排出,
- 其中中断的时间点和 / 或重新放电的时间点由控制装置改变。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中至少一次重复进行由部分放电、中断放电和重新放电所组成的循环,并且由此所述阀门在关闭时渐进。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述压电致动器的充电电压由所述控制装置监控。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法,在一个以上的阀门循环上具有下述附加的步骤:

- 通过所述控制装置设定在部分放电之后中断的时间点,即所述中断这样迟地进行,使得在中断之后出现的所述压电致动器的压缩这样的小,即由此引起的电荷形成低于预设值;

- 通过所述控制装置设定重新放电的时间点,即重新放电这样迟地进行,使得由压缩所形成的、所述压电致动器的电荷在预设的时间间隔上不发生变化;

- 接着调整在部分放电之后中断的时间点,直至其在时间上这样远地向前推移,即所述电荷形成已达到或超过预设值;

- 接着调整重新放电的时间点,直至其这样远地向前推移,即由压缩所形成的、所述压电致动器的电荷在预设的时间间隔内改变了预定量。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法,其中对于顺序的循环在渐进时相继设定中断的时间点和重新放电的时间点。

6. 一种用于控制内燃机中阀门的压电致动器的控制装置,用于实施权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法,具有:

- 至少一个用于使所述压电致动器放电的装置;
- 至少一个用于在放电循环内中断所述压电致动器的放电过程的装置。

7. 根据权利要求 6 所述的控制装置,具有:

- 至少一个可变化的定时元件,用于设定中断所述压电致动器的放电过程的时间点;
- 至少一个可变化的定时元件,用于设定在中断所述压电致动器的放电之后重新放电的时间点;
- 至少一个用于测量所述压电致动器的充电电压的装置;
- 至少一个用于存储测量数据的装置;以及
- 至少一个用于自动改变定时元件的装置,其中用于自动改变定时元件的所述装置根据权利要求 4 或 5 所述的方法改变中断放电过程的时间点和在中断之后重新放电的时间点。

8. 根据权利要求 7 所述的控制装置,其中所述至少一个用于自动改变定时元件的装置

是控制电子设备。

9. 根据权利要求 7 所述的控制装置,其中所述至少一个用于自动改变定时元件的装置是微控制器。

10. 根据权利要求 6 至 9 中任一项所述的控制装置,所述控制装置具有用于探测阀门跳动的装置,该装置在确定探测到阀门跳动时使得用于自动改变定时元件的装置激活,和/或在没有探测到阀门跳动时使得用于自动改变定时元件的装置去激活。

## 由压电致动器开关的阀门的跳动抑制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在内燃机中在阀门关闭阶段期间抑制由压电致动器驱动的阀门元件跳动的方法以及一种用于实施该方法的相应的装置。

### 背景技术

[0002] 在内燃机中,特别是在汽油和柴油发动机中,阀门控制了燃烧气体的进气和排气,其中阀门打开时间和阀门关闭时间在预设转速的情况下对功率、燃油消耗、有害物质少的燃烧和内燃机的运转性能具有显著的影响。该阀门通常设计为盘阀,其中在阀门的关闭状态中,阀门元件利用其阀盘精确配合地和密封地容纳在阀座中。为了打开阀门,阀盘从阀座抬起并且在此打开了环形间隙,燃烧气体可以通过该环形间隙流动。盘阀通过阀杆驱动,该阀杆是阀门元件的一部分。为了打开和关闭阀门,在现代的发动机中使用了压电致动器,该压电致动器以高速打开阀门并且重新关闭阀门。特别当快速关闭盘阀时,阀盘冲击到阀座中,其中这两个元件的密封面相互碰撞。当关闭速度更高时,阀盘冲击到阀座上导致了一种弹性碰撞,由此盘阀并不突然地关闭,而是在第一次关闭之后再稍微打开并重新关闭。这种跳动损害了关闭过程的准确性并且进而以不期望的方式影响了内燃机的上述的性能。此外,阀盘冲击到阀座上导致了一种快速的材料磨损。特别是内燃机的排气阀经受了特别具有腐蚀性的条件,这是因为阀盘上的和阀座上的密封面经受了热的和燃烧后的燃烧气体的高温和腐蚀性作用。

### 发明内容

[0003] 本发明提出了一种用于抑制由压电致动器驱动的阀门元件在内燃机中在关闭阶段期间跳动的方法,以及一种用于实施该方法的相应的装置。

[0004] 根据本发明,压电致动器这样进行电子控制,即该压电致动器在关闭过程期间首先短暂地在冲击之前吸收了阀门元件的动能,在此自身进行变形,在内部产生电荷并且进而增大其复位力。还在压电致动器转入弹性回冲阶段之前,在压电致动器的内部里形成的电荷被排出,从而使得阀门元件最终通过非弹性的碰撞在冲击时被减振,并且利用更少的动能导入阀座中,阀盘随后停留在那里并且没有不期望的跳动运动。

[0005] 根据本发明的方法在阀门关闭阶段期间包括以下步骤:使压电致动器部分放电,由此阀门元件在达到阀座之前就被制动;中断压电致动器的放电,由此压电致动器通过阀门元件压缩并且形成电荷;使压电致动器重新放电,其中在部分放电之后保留在压电致动器中的剩余电荷和在充电中断期间形成的电荷至少部分地被排出。根据本发明的、用于对由压电致动器驱动的阀门元件在内燃机中在关闭阶段期间抑制跳动的方法也就包含了当阀门关闭时中断压电致动器的放电过程,其中中断开始和中断结束的时间点的选择对于优化的跳动抑制来说是决定性的。

[0006] 在本发明的设计方案中可替换地可能的是,在阀门关闭循环内一次直至多次地重复所述过程,由此阀门元件渐进地(stotternd)引回到阀座中。在此,每个放电过程受控制

地中断。在每个中断时间中，阀门元件具有由中断的时间段确定的关闭速度并且这个速度以及阀门元件的质量确定了阀门元件的动能。从中断的时间点起，直接或间接地与压电致动器力结合地连接的阀门元件通过压电致动器的弹性作用来制动。当制动时，压电致动器通过阀门元件的脉冲而变形并且压电致动器中的压电晶体在此形成了充电电压，该电压增大了压电晶体的复位力。还在压电晶体自身进入回振中并且进而自身用作为跳动面代替阀座之前，在压电致动器中形成的电荷就被放电。由于阀门元件的动能而机械张紧的压电致动器通过放电失去其复位力，由此弹性的回振并未发生。就此而言压电致动器当中断放电时如同塑性的跳动垫那样起作用，在该跳动垫中动能转化为变形能并被排出。

### 附图说明

[0007] 下面参照附图详细说明本发明。

[0008] 图中示出：

[0009] 图 1.1：在一个阀门循环上未被减振的压电致动器的充电电压曲线图，

[0010] 图 1.2：在相同阀门循环上未被减振的压电致动器的充电和放电电流的图示，

[0011] 图 1.3：在相同阀门循环上未被减振的压电致动器的阀门行程的图示，

[0012] 图 2.1：利用根据本发明的用于抑制跳动的方法的压电致动器的充电电压曲线图，

[0013] 图 2.2：在根据图 2.1 的阀门循环上的压电致动器的充电和放电电流的图示，

[0014] 图 2.3：根据本发明的跳动抑制的阀门行程的图示，

[0015] 图 3.1 至 3.6：用于表明自动设定放电中断时间的图示，

[0016] 图 4：用于充电和根据本发明对压电致动器放电的简单的装置的框图，和

[0017] 图 5：作为根据图 4 的装置的另外的设计方案的控制装置的框图。

### 具体实施方式

[0018] 图 1 中示出了压电致动器的充电电压  $U_p$  在阀门循环  $Z$  上沿着时间  $t$  的时间曲线图。在图 1.3 中的图示中的时间点  $a$  上开始，在该时间点上压电致动器未被充电并且阀门关闭，阀门行程  $h_v$  在时间点  $a$  时也就计为零，根据图 1.2 中的图示的充电电流  $I_p$  开始流动。充电电流  $I_p$  以恒定的电流从时间点  $a$  流动到时间点  $b$ 。在该时间间隔  $a-b$  内，压电致动器在图 1.1 中的图示中的时间点  $b$  上形成了充电电压  $U_p$ 。通过未被制动的膨胀和通过与压电致动器力结合地连接的质量，阀门元件根据图 1.3 中的图示还在对于时间点  $b$  的打开点时并且短暂地在其之后往复振动。这种机械振动表现在图 1.1 中的充电电压图示中的充电电压  $U_p$  中。现在打开的阀门从时间点  $b$  直至时间点  $c$  保持在打开的位置中。在该时间间隔  $b-c$  内，阀门行程  $h_v$ 、充电电压  $U_p$  以及充电和放电电流  $I_p$  都不改变，除了开头所述的、阀门行程  $h_v$  的轻微的机械振动和与之相应的充电电压  $U_p$ 。在时间点  $c$  时，压电致动器通过在时间点  $c$  (图 1.2) 上开始的负的电流脉冲  $I_p$ ，从时间点  $c$  直至时间点  $d$  放电。在这个时间间隔  $c-d$  内，阀门行程  $h_v$  在时间点  $c$  和  $d$  之间在图 1.3 中跟随负的侧沿。在时间点  $d$  时，根据图 1.3 中的图示，阀门元件达到的行程高度为零，同样意味着阀盘冲击到阀座中，其在那里随后弹性地克服阀门弹簧的或压电致动器的复位力地回冲并且还多次冲击并又弹性地退回，直到在图 1.3 中的图示中的时间点  $e$  时，该跳动振动消退，。这个在关闭之后发生的跳动振动表

现在图 1.1 中的图表中的压电致动器的充电电压  $U_p$  的曲线中。本发明的主题在于,在时间点 d 和 e 之间在放电过程结束之后抑制跳动振动。

[0019] 在图 2.1、2.2 和 2.3 中示出了:在图 2.1 中示出压电致动器的充电电压  $U_p$  的相应的曲线,在图 2.2 中示出的放电电流的曲线和在阀门循环 Z 上的阀门行程  $h_v$ ,其中压电致动器的放电根据本发明被中断。该中断在图 2.2 中在图示的右侧示出。阀门循环在时间点 f 时开始,如同在图 1.1、1.2 和 1.3 中在时间点 a 那样,并且延伸经过时间点 g 直至时间点 h。在此,图 2.1、2.2 和 2.3 中的循环部分 f-g-h 与图 1.1、1.2 和 1.3 中的循环部分 a-b-c 没有不同。在时间点 h 时开始,压电致动器的放电过程通过第一负的放电电流脉冲根据图 2.2 中的图示开始从时间点 h 直至时间点 i。在该时间间隔 h-i 内,根据图 2.1 中的图示,压电致动器的充电电压  $U_p$  下降到最大充电电压的大约一半直至三分之一。与之相应地,阀门行程  $h_v$  在图 2.3 中减小到同样是最大行程的大约一半直至三分之一。在这位置上,在时间点 i 时,放电电流  $I_p$  (图 2.2) 被中断。随后,压电致动器不继续放电并且从现在起通过阀门元件的动能继续变形。通过变形、也就是说通过被制动的阀门元件质量的继续压缩,压电致动器形成电荷并且在时间间隔 i-j 中(图 2.1)提高其充电电压  $U_p$ 。充电电压  $U_p$  的增高也增高了压电致动器的复位力,由此阀门元件更加强烈地被制动。压电致动器也就吸收了阀门元件的动能。能量吸收受到压电致动器的容量的限制,也就是说在压电致动器内部的最大可能的电荷形成的限制。如果该容量足够使得阀门元件首先完全停下,那么因此在这一点上,压电致动器的机械应力和电荷可能导致压电致动器在降低机械应力和降低内部的电荷的情况下进行回振。但恰恰在这一点上,在时间点 j 时,压电致动器的内部的电荷通过重新放电电流脉冲(图 2.2)在时间间隔 j-k 中被排出,从而使得回振被阻止。在时间点 j 和 k 之间,阀门元件通过压电致动器放电重新减小了阀门行程。根据该重新加速的强度或还剩余的在阀门元件中的动能,该重新进行的放电和重新进行的反回行程导致了阀盘朝着阀座中的更柔和的冲击,而不会由此导致一次或多次的回跳。

[0020] 在图 3.1、3.2、3.3、3.4、3.5 和 3.6 中示出了一种装置为了实现跳动抑制如何发现充电过程的中断的正确的时间点和对于压电致动器重新放电的正确的时间点。图 3.1 对此示出了压电致动器的充电电压  $U_p$  的四个曲线的图示曲线族,其中图 3.1 中的曲线 1 属于图 3.2 中的放电图示,曲线 2 属于图 3.3 中的放电图示,曲线 3 属于图 3.4 中的放电图示以及曲线 4 属于图 3.5 中的放电图示。与曲线相应的阀门行程在图 3.6 中的图示中示出。

[0021] 以图 3.1 中的曲线 1 为开端,第一、还未优化的放电过程在时间点 I 上开始并且放电脉冲根据图 3.2 持续直至时间点 o。通过这个长的放电脉冲,阀门元件形成了高的动能,并且压缩了该大部分放电的压电致动器,直至最大的压缩和直至最大的、从压电致动器的这个机械应力水平出发可能的电荷形成,相应于充电电压  $U_p$  的形成。但是,重新吸收能量的电荷形成过于小,从而不能缓冲阀门元件的动能。因此必需的是,缩短第一放电脉冲,因此通过在第一放电脉冲的端部上还可能存在的、压电致动器的压缩将所形成的电荷提高到最小水平。在这个未优化的、根据图 3.1 中的曲线 1 的放电过程中,直至时间点 r 才开始新的放电脉冲,通过该脉冲,之前处于在时间上稳定的水平上的充电电压  $U_p$  被降低。但是,这个在时间间隔 p-r 中的水平应该准确地被避免并且因此被控制电子设备探测到并且第一放电脉冲接着在下一个阀门循环中被缩短。

[0022] 在下一个阀门循环中,放电过程重新开始于时间点 I,但是已经早于在时间点 o

时,也就是说在时间点  $n$  时被中断。该随后发生的、在时间点  $n$  之后的曲线 2 中的电荷形成相应地大于在时间点  $o$  之后的在曲线 1 中的电荷形成,这是因为压电致动器还具有足够的用于电荷形成和用于机械压缩的容量。随后如同在充电电压  $U_p$  的曲线 1 中一样,在形成了充电电压  $U_p$  的时间上的平台的情况下设定相同的比例关系。

[0023] 在一个还要更迟的阀门循环中,在图 3.4 中示出了放电图示,而充电电压  $U_p$  的曲线在图 3.1 中的曲线 3 中示出,充电电压  $U_p$  在时间点  $m$  上开始起升高直至到在图 3.1 中的时间点  $o$  中的水平,在放电电流在时间点  $o$  中断之后。这种电荷形成,由曲线 3 中的充电电压  $U_p$  的升高所表示,现在足够高地以能够吸收阀门元件中的动能,其中足够的动能量被预先确定并且不能从充电电压曲线自身的图示中导出。

[0024] 为了抑制时间上保持不变的水平的形成,在该位置上将第二放电脉冲这样远地向前推移,即接着在时间点  $o$  上在充电电压的最大形成之后,在图 3.1 中的曲线 4 和放电图示 3.5,开始重新对压电致动器放电并且将充电电压  $U_p$  立刻又降低到最小。

[0025] 在优化阶段期间,阀门行程  $h_v$  的曲线彼此之间区别不是很大。然而由压电致动器所吸收的负载彼此之间有区别。在优化的放电中,压电致动器在弹性区域中被加载并又被卸载。

[0026] 在图 4 中最后示出了一种根据本发明的、用于对压电致动器 P 放电的装置 10,该装置具有充电 / 放电开关  $S_1$  和用于中断放电过程的开关  $S_2$ 。在压电致动器 P 通过开关  $S_1$  放电期间,开关  $S_2$  中断了放电过程,以便对阀门元件的跳动进行减振。可替换地取代应用两个开关  $S_1$  和  $S_2$  而也可能的是,应用带有三个状态的一个唯一的开关,该开关在第一状态中对压电致动器 P 充电,在第二状态中是高电阻的,以及在第三个状态中对压电致动器 P 放电。

[0027] 如在图 5 中所示,为了自动地设定放电电流脉冲的时间,在装置 10 的设计方案中应用了控制装置 20,该控制装置监控压电致动器 P 的充电电压。控制装置 20 为了对用于内燃机中的阀门元件的压电致动器 P 进行控制,具有以下部件:至少一个可变化的定时元件 21,用于设定中断压电致动器 P 的放电过程的时间点;至少一个可变化的定时元件 22,设定在中断压电致动器 P 的放电之后重新放电的时间点;至少一个装置 25,用于测量压电致动器 P 的充电电压;至少一个装置 24,用于存储测量数据;以及至少一个装置 23,用于自动改变定时元件。

[0028] 为了设定放电电流时间,控制装置 20 探测当第一放电电流被中断之后压电致动器 P 的充电电压的升高并且测量充电电压升高的高度。只有当充电电压升高的高度达到或超过预设值时,随后控制电子设备 20 才调节重新进行的放电脉冲的时间点,其中控制装置 20 在这种情况下探测一个时间上的平台的形成,并且只要第二放电脉冲在顺序的阀门循环中在时间上向前推移,直至充电电压的时间上的平台的形成不发生。为了设定两个时间点,控制装置 20 按照下述策略来调节时间点:首先,在部分放电之后通过控制装置 20 设定第一次中断的时间点,即中断这样迟地进行,使得在中断之后出现的、压电致动器 P 的压缩这样的小,从而由此引起的电荷形成低于预设值。由此确保了,控制装置 20 不会在过早的关闭时间点关闭阀门元件。随后,通过控制装置 20 开始设定重新放电的时间点,即重新放电这样迟地进行,使得由压缩所形成的、压电致动器 P 的电荷在预设的时间间隔上不发生变化。由此探测到时间上的平台,其在后面的控制循环中最小化。从这个并未优化的状态,控制装置重新调整时间点,即通过接着调整在部分放电之后中断的时间点,直至其在时间上这样

远地向前推移,即电荷形成达到或超过预设值。接着,调整重新放电的时间点,直至其这样远地向前推移,即由压缩所形成的、压电致动器的电荷在预设的时间间隔内改变了预定量,从而没探测到时间上的平台的形成。

[0029] 用于控制的控制装置 20 以有利的方式具有一种装置,其探测阀门元件的跳动,优选是通过监测在压电致动器 P 放电之后的充电电压来实现探测。当探测到跳动时,控制装置 20 为了设定放电时间点而被激活,并且当不再探测到跳动时,使控制装置 20 去激活。

[0030] 为了实施控制装置 20,可使用微控制器 23 或也可以使用控制电子设备,其中控制装置的输入是充电电压,而输出是用于触发放电过程的信号。

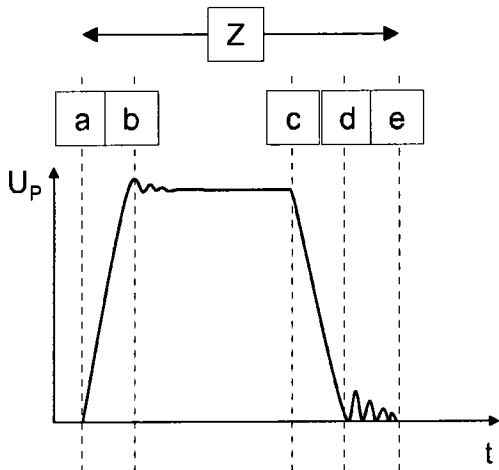


图 1.1

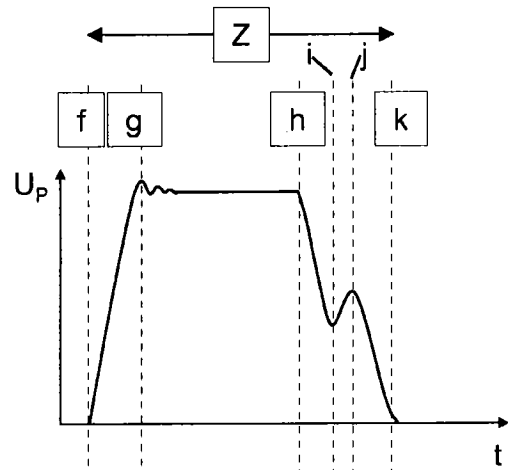


图 2.1

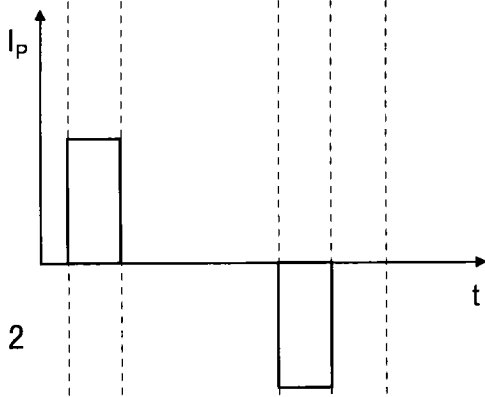


图 1.2

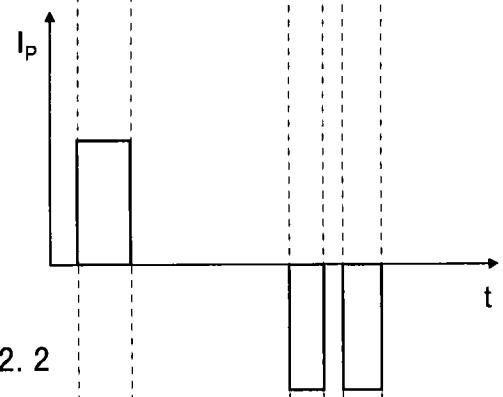


图 2.2

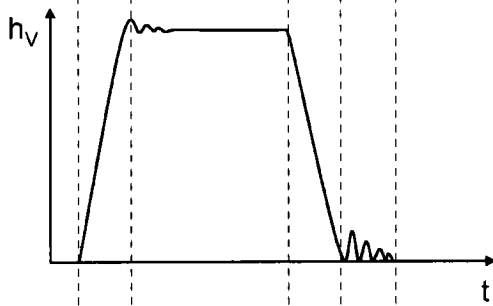


图 1.3

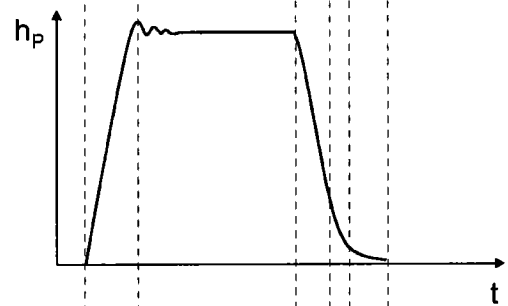


图 2.3

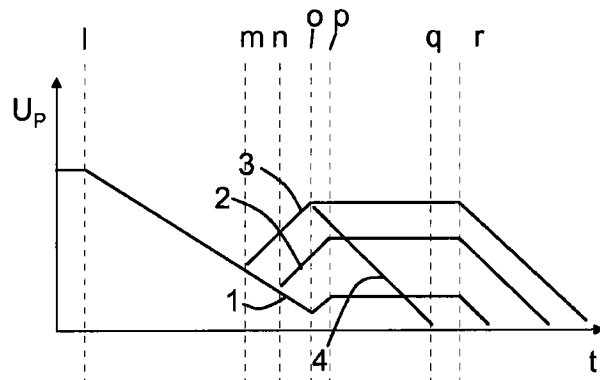


图 3.1

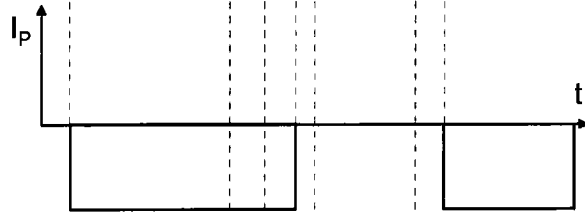


图 3.2

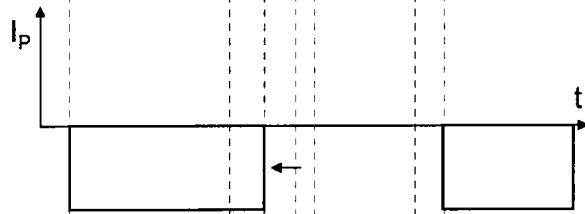


图 3.3

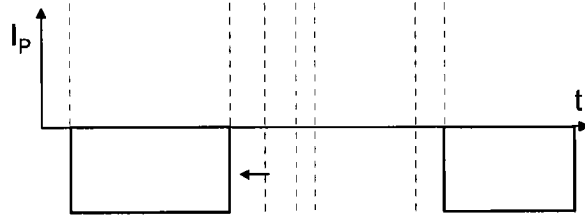


图 3.4

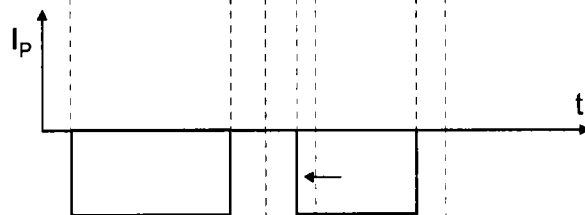


图 3.5

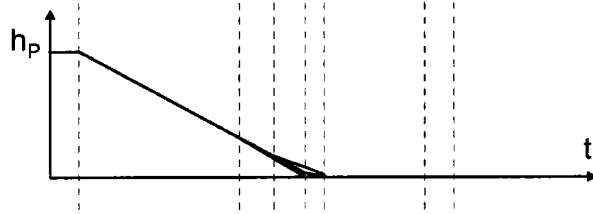


图 3.6

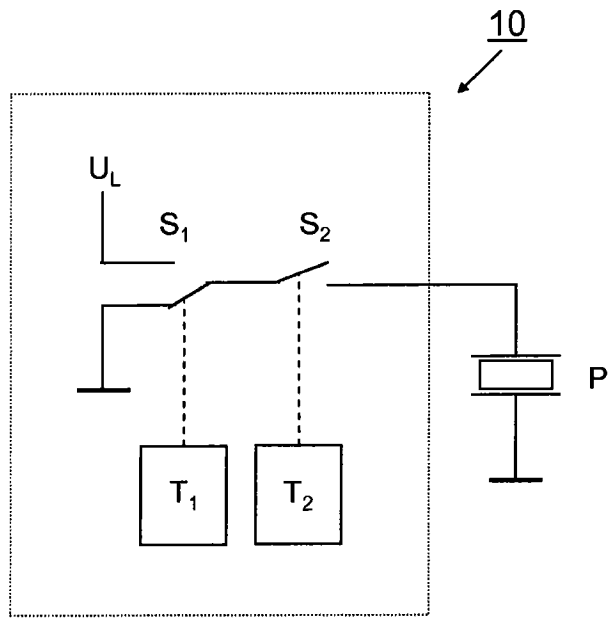


图 4

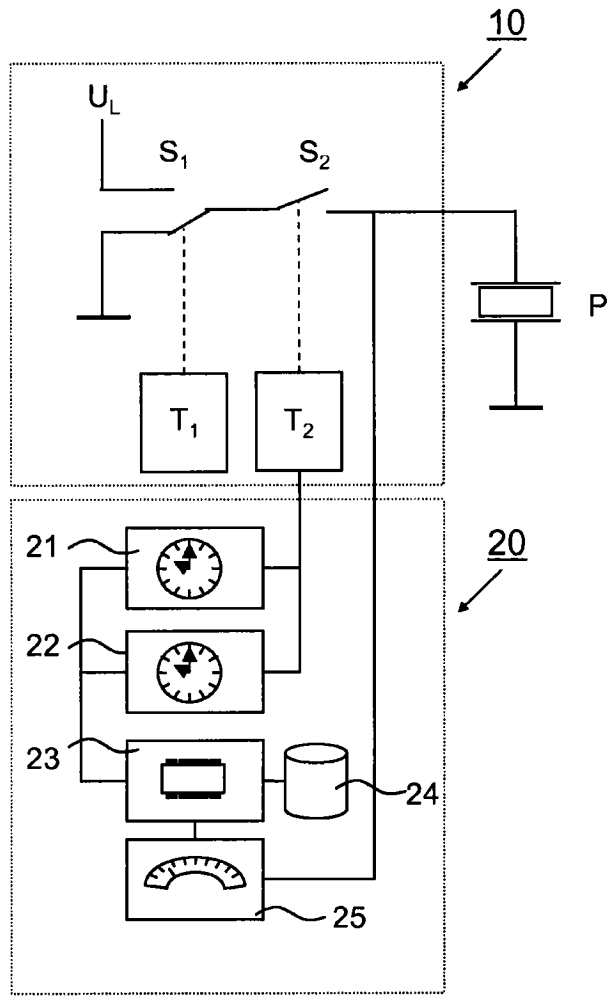


图 5