



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103080514 B

(45)授权公告日 2017.02.22

(21)申请号 201180042766.0

(22)申请日 2011.08.01

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103080514 A

(43)申请公布日 2013.05.01

(30)优先权数据
102010040271.0 2010.09.06 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.03.05

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2011/063200 2011.08.01

(87)PCT国际申请的公布数据
W02012/031829 DE 2012.03.15

(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 J.沃尔思 C.克鲁思 W.哈伊明
L.罗

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001
代理人 宣力伟 杨国治

(51)Int.Cl.
F02D 35/02(2006.01)
F02D 41/22(2006.01)
F02D 41/26(2006.01)
G01D 3/08(2006.01)
G05B 9/03(2006.01)

(56)对比文件
US 2009211337 A1,2009.08.27,
JP 2006170052 A,2006.06.29,
审查员 张立静

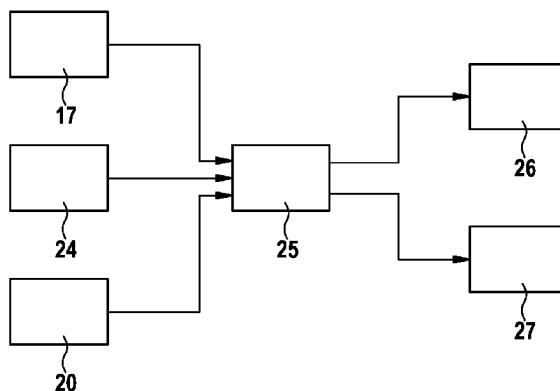
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

在用于对内燃机中的提前点火情况进行识别的系统有故障时设定紧急运行模式的方法和装置

(57)摘要

本发明涉及一种用于在用于对内燃机中的提前点火情况进行识别的系统有故障时设定紧急运行模式的方法,其中为了识别故障而对由至少一个传感器(17)和/或至少一条传感器线路(24)和/或传感器信号分析装置(20)组成的系统进行诊断。为了在所述用于识别提前点火情况的系统有故障时防止内燃机的损坏,在通过所述诊断确定所述系统(17、24、29)的故障时中断具有传感器信号检测、传感器信号分析、提前点火情况的识别以及针对提前点火情况的应对措施的路径,并且作为紧急运行模式而激活安全路径(27)。



1. 用于在用于对内燃机中的提前点火情况进行识别的系统有故障时设定紧急运行模式的方法,其中为了识别故障而对由传感器信号分析装置(20)、至少一个传感器(17)和至少一个传感器线路(24)组成的系统进行诊断,其特征在于,在通过所述诊断确定所述系统的故障时,中断或者完全或部分切断具有传感器信号检测、传感器信号分析、提前点火情况的识别以及针对提前点火的应对措施采取的常见的路径(26),并且作为紧急运行模式而激活安全路径(27),其中在所述安全路径(27)中激活可靠地防止所述内燃机(1)中产生提前点火情况的措施,其中为了防止产生提前点火情况而降低所述内燃机(1)的燃烧室中的温度。

2. 按权利要求1所述的方法,其特征在于,通过所述内燃机(1)中的燃料加浓来降低所述内燃机(1)的燃烧室中的温度。

3. 按权利要求1所述的方法,其特征在于,所述内燃机(1)的燃烧室中的温度通过所述内燃机(1)中的空气加浓来降低。

4. 按权利要求1所述的方法,其特征在于,所述内燃机(1)的燃烧室中的温度通过借助于空气输入的减少来降低所述内燃机(1)的填充这种方式来降低。

5. 按权利要求1所述的方法,其特征在于,所述内燃机(1)的燃烧室中的温度通过借助于所述内燃机(1)的进气阀(15)和/或排气阀(16)的触发时间的重叠度降低来减少所述内燃机(1)中的内部的剩余气体这种方式来降低。

6. 按权利要求1到5中任一项所述的方法,其特征在于,为了对所述传感器(17)进行诊断而从所述传感器信号中求得标准化的基准电平,为了进行故障识别而将所述标准化的基准电平与上面的和下面的阈值进行比较,其中如果所述传感器信号处于通过所述上面的和下面的阈值所形成的信号带之外,则识别出故障。

7. 按权利要求1到5中任一项所述的方法,其特征在于,为了对传感器线路(24)进行诊断而实施短路检查,并且在存在所述传感器线路(24)的对干电池电压的短路或者对地短路时识别出故障。

8. 按权利要求1到5中任一项所述的方法,其特征在于,通过在信号检测及信号分析方面对计算机硬件的监控来进行传感器信号分析装置(20)的诊断,其中如果在信号检测或者信号分析的过程中出现不可信状况,则识别出故障。

9. 按权利要求6所述的方法,其特征在于,将所述故障保存到故障存储器中以便在维修点进行分析。

10. 在用于对内燃机中的提前点火情况进行识别的系统有故障时用于设定紧急运行模式的装置,其中为了识别故障而对由传感器信号分析装置(20)、至少一个传感器(17)和至少一条传感器线路(24)组成的系统进行诊断,其特征在于,存在着相应的机构(18, 25),所述机构在通过所述诊断确定所述系统(17、24、20)的故障时中断或者完全或部分切断具有传感器信号检测、传感器信号分析、提前点火情况的识别以及针对提前点火的应对措施采取的常见的路径,并且作为紧急运行模式而激活安全路径(27),其中在所述安全路径(27)中激活可靠地防止所述内燃机(1)中产生提前点火情况的措施,其中为了防止产生提前点火情况而降低所述内燃机(1)的燃烧室中的温度。

11. 按权利要求10所述的装置,其特征在于,所述机构包括用于内燃机(1)的控制及分析装置(18),该控制及分析装置触发用于所述至少一个传感器(17)和/或所述至少一条传

感器线路(24)和/或所述传感器信号分析装置(20)的诊断的信号,并且对根据这些信号所接收的应答信号进行分析,其中在识别出故障时中断所述常见的路径(26)并且激活所述安全路径(27)。

12.按权利要求10或11所述的装置,其特征在于,所述传感器(17)是布置在所述内燃机(1)的气缸上的爆震传感器、布置在所述内燃机(1)的燃烧室中的压力传感器或者对所述内燃机(1)的曲轴的转速进行探测的转速传感器。

13.按权利要求11所述的装置,其特征在于,所述内燃机(1)的每个气缸作为致动器具用于放入空气的进气阀(15)和用于排出燃烧废气的排气阀(16),所述进气阀和排气阀的打开时间分别由凸轮轴来调整,其中所述控制及分析装置(18)如此触发所述凸轮轴,使得所述进气阀(15)和排气阀(16)的打开时间不重叠或者仅仅稍许地重叠。

在用于对内燃机中的提前点火情况进行识别的系统有故障时 设定紧急运行模式的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在用于对内燃机中的提前点火情况进行识别的系统有故障时识别紧急运行模式的方法,其中为了识别故障而对由至少一个传感器和/或至少一条传感器线路和/或传感器信号分析装置组成的系统进行诊断,并且本发明涉及一种实施所述方法的装置。

背景技术

[0002] 在内燃机中,所输入的燃料-空气-混合物的燃烧将机动车置于行驶运行中或者说维持行驶运行状态。在此,所述燃料-空气-混合物的燃烧通过火花塞的点火火花来开始。所述点火火花构成火焰前端,所述火焰前端在内燃机的整个燃烧室中扩散并且在燃烧过程中将存在的燃料-空气-混合物转化为动能。对于爆震的燃烧情况来说,燃烧过程的一部分突然进行并且在内燃机的燃烧室中引起剧烈的压力上升,所述剧烈的压力则产生压力波,该压力波会传播并且冲击到限定着所述燃烧室的壁体上,在那里高频的振动转化为结构声。这些振动通过爆震传感器(结构声传感器)来探测并且在触发内燃机时要通过爆震调节来加以考虑,用于防止内燃机损坏。所述内燃机在此以最佳的效率总是在爆震界限处运行。借助于所述爆震调节来避免通过一再重复的爆震的燃烧来给内燃机造成的损坏。

[0003] 不过,除了所描述的爆震的燃烧情况之外也出现自燃情况,所述自燃情况通过燃烧室中较热的部位、油滴或者燃料-空气-混合物中的较热的剩余气体区所引起。这样的自燃情况可能作为出现点火火花之前的提前点火并且作为出现点火火花之后的再点火而出现。在此除了点火火花所诱生的火焰前端之外产生了一个或者多个其它的火焰前端。这些自燃情况通常称为提前点火并且提高了末端气体区域中的爆震的燃烧的危险。在此出现的结构声振动的突出之处在于极端的压力幅度,所述极端的压力幅度则会很快地导致内燃机损坏。

[0004] 通过对爆震传感器的信号的分析来如此对内燃机进行监控,是否出现未加控制的燃烧情况。为了防止这些未加控制的燃烧情况,要采取应对措施,所述应对措施防止这些提前点火情况的出现,因为必须保护内燃机防止这些提前点火情况。在此像在进行爆震调节时一样调整延迟点火角是不够的,因为自燃不受点火火花的影响。因此需要采取其它的措施,比如内燃机的燃烧室中的填充降低,这降低了燃烧室中的混合物温度。

[0005] 这样的用于提前点火的路径除了所述爆震传感器之外作为其它的硬件还包括至少一个传感器线路和传感器信号分析装置。但是如果所述硬件元件之一上出现了故障,所述用于识别提前点火情况的信号就会导致错误的结果。从中产生的用于防止提前点火情况的措施在此无法防止内燃机的损坏,因为在错误的前提下采取了所述措施。出于这个原因,要对所述硬件元件比如爆震传感器、传感器线路和传感器信号分析装置进行经常性的诊断。

发明内容

[0006] 由此,本发明的任务是,说明在用于对内燃机中的提前点火情况进行识别的系统有故障时用于设定紧急运行模式的一种方法和一种装置,所述方法和装置在硬件有故障时可靠地防止内燃机的损坏。

[0007] 按本发明,所述任务通过以下方式得到解决,即在通过所述诊断确定所述系统的故障时,中断具有传感器信号检测、传感器信号分析、未加控制的燃烧情况的识别以及针对提前点火的应对措施的采取的路径,并且作为紧急运行模式而激活安全路径。这样做的优点是,中断所有与内燃机的在提前点火情况的识别功能无故障工作时所构建的连接。在此构造一条单独的安全路径,借助于该安全路径在防止提前点火情况方面将所述内燃机转换为紧急运行模式。由此也禁止每种常见的与内燃机的连接,由此保证所述内燃机的保护。对于这种紧急运行模式来说再也不能识别提前点火情况,在这种紧急运行模式中为了保护内燃机而采取紧急措施,所述紧急措施可靠地防止还出现进一步的提前点火情况。

[0008] 在一种设计方案中,在所述安全路径中激活相应的措施,所述措施可靠地防止在内燃机中产生提前点火情况。通过这样的措施,原则上总是保证防止提前点火情况,即使没有明确的测量信号指示提前点火情况的存在或者产生。在此将所述内燃机置于一种状态中,该状态不允许提前点火情况。

[0009] 在一种改进方案中,为了防止产生提前点火情况而降低内燃机的燃烧室中的温度。这样做的优点是,降低或者完全防止燃烧室中的突然的并且极端有损内燃机的能量转换。由此对燃烧室中的较热的位置或者说燃烧-空气-混合物中的热点进行冷却并且由此防止提前点火情况的出现。

[0010] 在一种变型方案中,通过内燃机中的燃料加浓来降低所述内燃机的燃烧室中的温度。通过所述处于内燃机的燃烧室中的燃料-空气-混合物的加浓,来通过几乎恒定的空气质量来限制燃烧能力。此外,通过较大的燃料量的出现的蒸发来更加剧烈地对所述燃料-空气-混合物进行冷却。

[0011] 在另一种设计方案中,所述内燃机的燃烧室中的温度通过内燃机中的空气加浓来降低。在这种情况下,未参与燃烧的空气量起冷却的作用。同样,稀薄混合气导致燃料-空气-混合物的更为缓慢的燃烧,使得提前点火情况对内燃机没有多大影响。

[0012] 在另一种变型方案中,所述内燃机的燃烧室中的温度通过借助于空气输入的减少来降低汽油机的填充这种方式来降低。这通过节气阀朝关闭状态的方向的运动来进行,由此防止空气进一步挤入到内燃机中并且由此降低燃烧程度,这又由于较低的温度而积极地影响着提前点火情况。

[0013] 所述内燃机的燃烧室中的温度有利地通过借助于所述内燃机的进气阀和/或排气阀的触发时间的微小的重叠度来减少所述内燃机中的内部的剩余气体这种方式来降低。这些调整的前提是能够调整的凸轮轴。在这种情况下,至少一根用于所述进气阀或者排气阀的凸轮轴能够调整。有利的是,两根凸轮轴都能够调整并且由此用于所述进气阀和排气阀的控制时间能够调整。这种处理方式能够对提前点火情况作出多方面的反应,因为所述重叠度可以很快地以软件的方式来调整。因为只有所述排气阀已经关闭时才打开所述进气

阀,所以降低所述内燃机的燃烧室中的温度。对于触发时间的重叠度降低来说,可以从所述进气阀或排气阀的最大冲程(Maximalanschläge)出发或者可以仅仅考虑到所述阀的特定的打开状态。

[0014] 在一种改进方案中,为了对所述传感器进行诊断而形成标准化的基准电平,为了进行故障识别而将该标准化的基准电平与上面的和下面的阈值进行比较,其中如果所述传感器信号处于通过所述上面的和下面的阈值所形成的关于转速的信号带之外,则识别出故障。这种诊断可以非常容易地实施并且仅仅需要在软件中进行改动。因而可以放弃额外的硬件。

[0015] 尤其为了对传感器线路进行诊断而实施短路检查并且在存在所述传感器线路的对干电池电压的短路或者对地短路时识别出故障。这种诊断措施也能够在内燃机的运行过程中非常容易地实施。

[0016] 在一种改进方案中,通过在信号检测及信号分析方面对计算机硬件的监控来进行传感器信号分析装置的诊断,其中如果在信号检测或者信号分析的过程中出现不可信状况,则识别出故障。在所述传感器信号分析装置的运行过程中也可以实施这种诊断,这实现了所述传感器信号分析装置的故障的快速的识别。

[0017] 在另一种实施方式中,将所述故障保存在故障存储器中以便在维修点进行分析。由此也可以在后来消除在内燃机的运行过程中已经识别的故障。

[0018] 本发明的一种改进方案涉及一种用于在用于对内燃机中的提前点火情况进行识别的系统有故障时设定紧急运行模式的装置,其中为了识别故障而对由至少一个传感器和/或一条传感器线路和/或传感器信号分析装置组成的系统进行诊断。为了在提前点火情况的识别功能受到干扰时防止所述内燃机的损坏,存在着相应的机构,所述机构在通过所述诊断确定所述系统的故障时中断或者完全或部分切断具有传感器信号检测、传感器信号分析、提前点火情况的识别以及针对提前点火的应对措施采取的常见的路径,并且作为紧急运行模式而激活安全路径。将通常用于识别提前点火情况的路径完全切断,由此保证,在内燃机上不会出现内燃机损坏,因为在所述安全路径中仅仅激发无论如何都防止提前点火情况的出现的措施。

[0019] 所述机构有利地包括用于内燃机的控制及分析装置,该控制及分析装置触发用于所述至少一个传感器和/或所述至少一条传感器线路和/或所述传感器信号分析装置的诊断的信号并且对根据这些信号所接收的应答信号进行分析,其中在识别出故障时中断所述具有传感器信号检测、传感器信号分析、未加控制的燃烧情况的识别以及针对提前点火的应对措施采取的常见的路径(26)并且激活所述安全路径。所述常见的路径的这样的切断以及所述安全路径的激活可以容易地在所述控制及分析装置的软件中来实现。单独的安全路径的激活保证,在识别出有故障的系统中在所述内燃机上仅仅实施可靠地保证所述内燃机的安全及保护的措施。

[0020] 在一种变型方案中,所述传感器是布置在所述内燃机的气缸上的爆震传感器、布置在所述内燃机的燃烧室中的压力传感器或者对所述内燃机的曲轴的转速进行探测的转速传感器。借助于这些不同的传感器可以可靠地识别未加控制的燃烧情况。在此在使用所述压力传感器的情况下来直接探测提前点火情况,而所述爆震传感器的使用或者说通过转速信息进行的探测则间接地识别所述提前点火情况。

[0021] 在一种设计方案中,所述内燃机的每个气缸作为致动器而具有用于放入空气的进气阀和用于排出燃烧废气的排气阀,所述进气阀和排气阀的打开时间分别由凸轮轴来调整,其中所述控制及分析装置如此触发所述凸轮轴,使得所述进气阀和排气阀的打开时间不重叠或者仅仅稍许地重叠。通过所述阀打开时间的重叠度降低来减少处于所述内燃机的燃烧室中的内部的剩余气体,由此降低所述燃烧室中的温度水平。气缸的进气阀和排气阀的较少地重叠的触发在此代表着一种简单的软件方面的措施。

附图说明

[0022] 本发明允许大量的实施方式。其中之一要借助于在附图中示出的图样来进行详细解释。附图示出如下:

[0023] 图1是用于检测并且降低内燃机中的未加控制的燃烧情况的装置;

[0024] 图2是按图1的内燃机的气缸的原理图;并且

[0025] 图3是用于在出现未加控制的燃烧情况时来触发内燃机的路径。

[0026] 相同的特征用相同的附图标记来表示。

具体实施方式

[0027] 图1示出了一种用于对内燃机1中的燃烧情况进行检测和分析的装置。所述内燃机1在该实施例中具有四个气缸2、3、4、5,所述气缸的未进一步示出的在这些气缸2、3、4、5中运动的活塞分别通过连杆6、7、8、9与曲轴10相连接并且根据通过燃烧引起的压力变化来驱动着所述曲轴10。所述气缸2、3、4、5与进气管11相连接,该进气管通过节气阀12相对于空气吸入管13关闭。在每个气缸2、3、4、5中都伸出一个用于喷射燃料的喷嘴14,由此形成燃料-空气-混合物。除此以外,每个气缸2、3、4、5如在图2中示范性地仅仅为气缸2示出的一样都具有一个用于新鲜空气的进气阀15和用于在燃烧过程中产生的废气的排气阀16。所述进气阀15由进气凸轮轴来驱动并且所述排气阀16由排气凸轮轴来驱动,这些凸轮轴为简明起见而未进一步示出。

[0028] 在所述内燃机1上布置了爆震传感器17,该爆震传感器对所述内燃机1的通过该内燃机1中的燃烧引起的结构声振动进行探测。将所述爆震传感器17的信号传输给控制仪18,该控制仪也与与所述曲轴10对置的曲轴传感器19相连接,其中所述控制仪18将燃烧情况配属给所述曲轴传感器19的代表着曲轴角度的信号。所述控制仪18包括与存储器21相连接的传感器分析装置20。

[0029] 此外,所述控制仪18与所述节气阀12并且与所述燃料喷嘴14相连接并且通过凸轮轴调整机构与每个气缸2、3、4、5的进气阀15及排气阀16相连接。为了识别第一气缸,在所述第一气缸2上布置了相位传感器23,该相位传感器同样与所述控制仪18相连接。

[0030] 在打开所述节气阀12时,新鲜空气流入到所述进气管11中,该进气管通过所述进气阀15导入到所述气缸2、3、4、5中。此外,由相应的燃料喷嘴14来将燃料喷射到所述气缸2、3、4、5中。通过未进一步示出的火花塞触发的火花在所述气缸2、3、4、5中先后开始燃烧,所述燃烧在所述气缸2、3、4、5中触发压力上升,所述压力上升通过所述活塞和连杆6、7、8、9传递到所述曲轴10上并且将其置于运动之中。除了受控制的通常无爆震的并且也可以零星地有爆震的燃烧之外出现具有很早的燃烧开始或者说燃烧层的燃烧。这些燃烧称为提前点

火。这样的提前点火与正常燃烧相比具有高得多的压力和温度,这对内燃机来说有损坏作用。为了识别并且为了减少提前点火情况,在所述控制仪18中设立了用于识别提前点火情况的信号分析路径。在此连续地或者以预先给定的时间间隔来对所述爆震传感器17的由于通过燃烧引起的结构声振动而出现的信号进行分析。所述爆震传感器17的这些输出信号由所述控制仪18置于与由所述曲轴传感器19输出的曲轴角的关系之中。由此可以将爆震的燃烧情况相应地配属给所述气缸2、3、4、5,在所述气缸中经过燃烧。

[0031] 为了保证,必要的用于识别提前点火情况的硬件也总是可靠地工作,以有规律的间隔对其进行诊断。除了所述爆震传感器17之外,所述将爆震传感器17与所述控制仪18连接起来的传感器线路24以及所述作为信号分析单元本身的控制仪18也属于这种硬件。所述诊断在此借助于软件程序来进行并且包括逻辑框25。这个逻辑框25在图3中示出。

[0032] 为了对传感器故障进行诊断,由一个上面的和下面的阈值形成一个信号带,其中所述爆震传感器17的正常的信号必须处于所述信号带之内。如果这个由所述爆震传感器17提供的信号处于所述信号带之外,则识别出故障。

[0033] 如此对所述传感器线路24本身进行诊断,方法是实施所述线路24的短路检查。在进行这样的短路检查时确定,所述传感器线路24是具有对地短路还是具有对干电池电压的短路。如果是这种情况,则将此同样作为故障记录在所述逻辑框25中并且保存在存储器21中。

[0034] 为了对所述传感器信号分析装置20进行诊断,在信号检测和信号分析方面对所述传感器信号分析装置20的计算机硬件进行监控,其中如果在信号检测或者信号分析的过程中出现了不可信状况,则识别出故障。在此也将这种故障在所述监控软件的逻辑框25中保存在存储器21中。随时可以在维修点中为了其它的诊断目的而输出保存在存储器21中的故障并且对其进行分析。

[0035] 如果现在在所述三种诊断情况之一中已经识别出故障,那就切断常见的如以往关于所述内燃机1已经存在的一样的路径26。这种切断可以一次性地通过以下方式进行,即所述提前点火情况的识别通过所述控制仪18中的传感器信号分析装置20来中断。由此保证,未实施任何用于抑制提前点火情况的措施。不过,除了所述提前点火情况的识别功能的切断之外,也可以结束所有用于防止提前点火情况的应对措施。该措施也保证,所述内燃机1的致动器12、14、15、16没有通过所述常见的路径26得到采取其它动作的要求。

[0036] 在出现故障的情况下,激活单独的第二安全路径27,该第二安全路径包括用于防止内燃机1的损坏的安全措施。这些安全措施是指一些处理方式,这些处理方式保证,始终将所述内燃机的燃烧室中的温度保持如此低的水平,从而可靠地防止未加控制的燃烧情况的产生。

[0037] 为了防止所述内燃机1产生提前点火情况,在所述安全路径27中采取不同的用于防止提前点火情况的措施。这些措施要么可以单个地要么可以以组合的形式来实施。属于这些措施的有:通过燃料加浓或者说新鲜空气加浓或者说填充降低来对所述气缸2、3、4、5的燃烧室22进行冷却。

[0038] 通过所述气缸2、3、4、5中的内部的剩余气体的减少可以特别舒适地减少提前点火情况。在此所述进气阀15和排气阀16如此通过其凸轮轴来得到驱动,使得这两个阀15、16的打开时间不会在负荷交变OT(上死点)中重叠。在此和所述用于减少空气输入的节气阀12以

及燃料喷射阀14一样由所述控制仪18来触发所述凸轮轴。阀重叠度的降低使得只有在所述排气阀16关闭时才打开所述进气阀15,由此处于所述气缸2、3、4、5中的剩余气体得到减少并且所述气缸2、3、4、5中的温度水平下降。如果仅仅所述进气凸轮轴能够可变地调整,那就调整延迟用于所述进气阀15的控制时间。也就是说,只有在所述相应的气缸2、3、4、5的活塞已经超过代表着所述气缸2、3、4、5中的活塞可以达到的最高点的上死点OT并且已经又处于向下运动中时所述进气阀15才打开。如果所述内燃机1仅仅拥有能够调整的排气阀控制时间,那就调整提早所述排气阀的控制时间,也就是说在所述气缸2、3、4、5的活塞在其向上运动中到达上死点OT之前进行。如果不仅所述进气阀15而且所述排气阀都是可变的,那就调整提早所述排气阀16的控制时间向并且调整延迟所述进气阀15的控制时间。在这种情况下不仅可以考虑到所述阀15、16的最大冲程而且也可以仅仅考虑到所述阀15、16的打开位置中的特定的 Δ 。

[0039] 为了通过所述控制仪18来采取用于防止提前点火的措施,在所述安全路径27中存在着其它的方案。因此在一种简单的变型方案中可以通过所述控制仪18来触发已经讨论过的一个或者多个方案,方法是该控制仪要么激活所述燃料喷嘴14并且/要么调整所述节气阀12并且/要么改变所述进气阀15及排气阀16的控制时间。

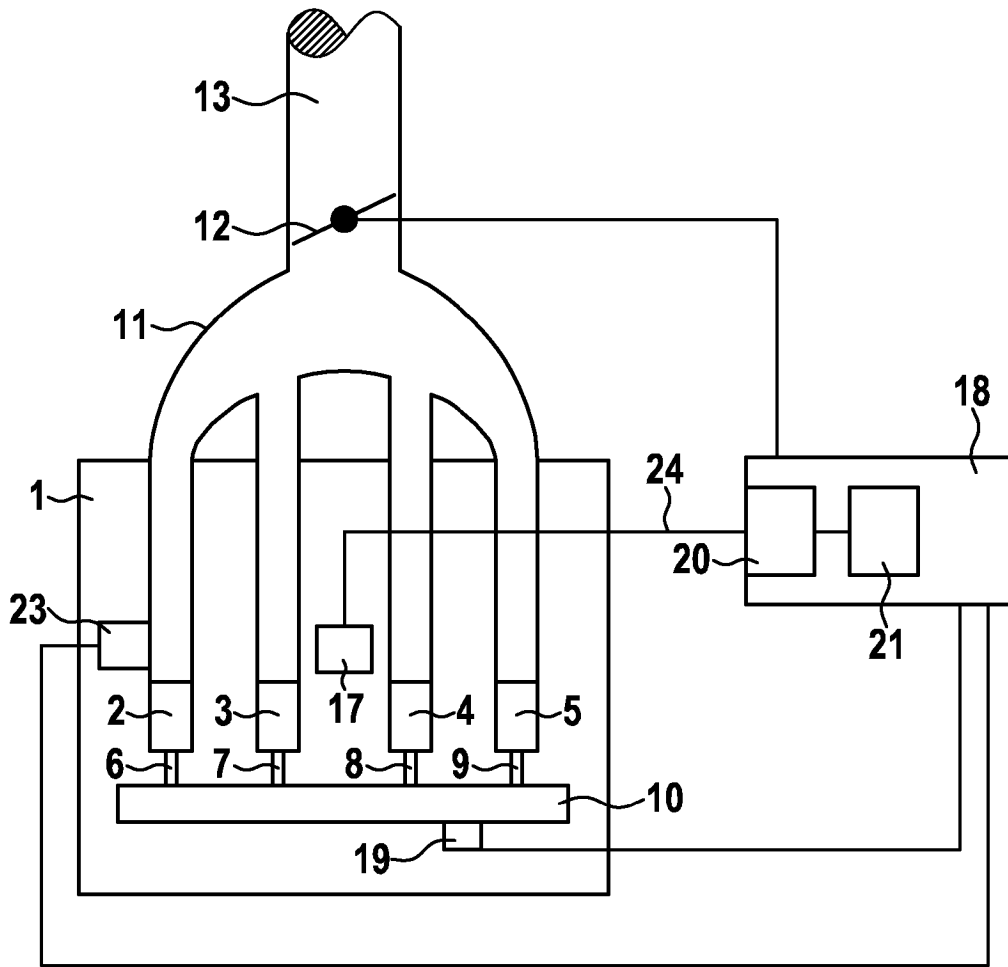


图 1

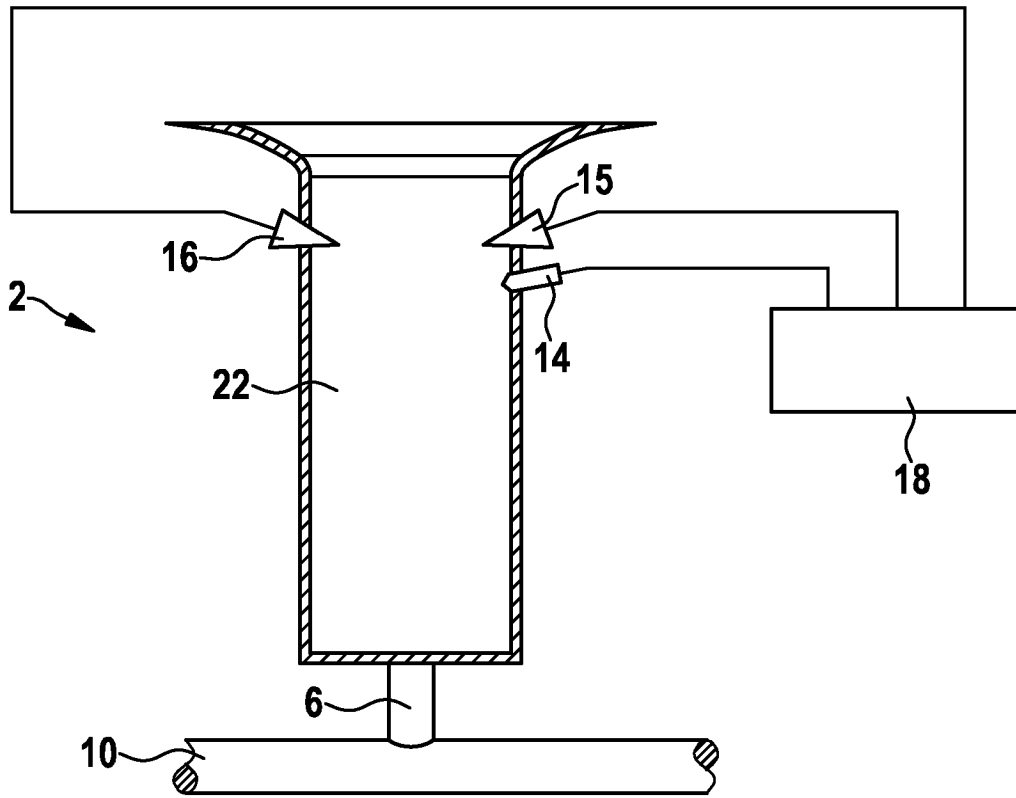


图 2

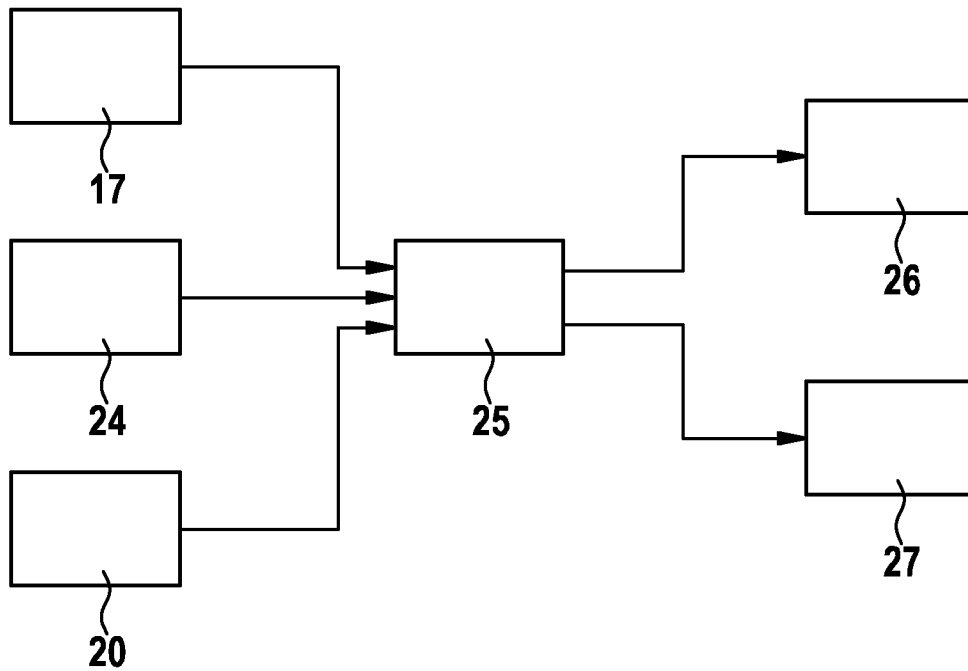


图 3