



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107020962 B

(45)授权公告日 2020.03.10

(21)申请号 201611060605.5

(22)申请日 2016.11.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107020962 A

(43)申请公布日 2017.08.08

(30)优先权数据
15196234.7 2015.11.25 EP
16167254.8 2016.04.27 EP

(73)专利权人 马格纳斯泰尔汽车技术两合公司
地址 奥地利格拉茨

(72)发明人 P.古特鲁夫 J.戈尔纳 M.马丁

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 葛青

(51)Int.Cl.

B60L 50/75(2019.01)

(56)对比文件

CN 103373237 A, 2013.10.30,
CN 104139709 A, 2014.11.12,
US 2014/0336855 A1, 2014.11.13,
CN 103373237 A, 2013.10.30,
CN 102714335 A, 2012.10.03,
CN 101612939 A, 2009.12.30,

审查员 刘玲云

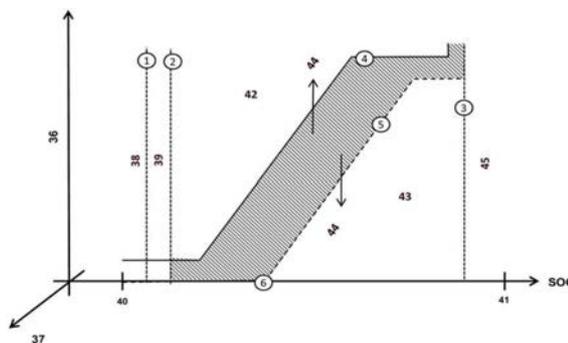
权利要求书2页 说明书11页 附图16页

(54)发明名称

燃料电池增程器

(57)摘要

一种用于操作混合动力车辆的燃料电池的方法,其中,所述混合动力车辆包括具有蓄电池的电驱动器,并且还包括所述燃料电池,其中所述蓄电池可由所述燃料电池充电,其中所述燃料电池根据第一特性映射被激活和停用,其中所述第一特性映射的第一输入变量是存在于第一限定观察时间范围内的所述混合动力车辆的当前功率需求。



1. 一种用于操作混合动力车辆的燃料电池的方法,其中,所述混合动力车辆包括具有蓄电池的电驱动器,并且还包括所述燃料电池,其中所述蓄电池可由所述燃料电池充电,

其特征在于,所述燃料电池根据第一特性映射被激活和停用,其中所述第一特性映射的第一输入变量是存在于第一限定观察时间范围内的所述混合动力车辆的当前功率需求,

其中,所述第一特性映射的第二输入变量是所述蓄电池的当前充电状态,所述第一特性映射的第三输入变量是当前车辆速度。

2. 如权利要求1所述的方法,

其特征在于,所述第一限定观察时间范围在1秒至5分钟之间。

3. 根据权利要求2所述的方法,

其特征在于,所述第一限定观察时间范围在1秒至60秒之间。

4. 根据权利要求2所述的方法,

其特征在于,所述第一限定观察时间范围在3秒至20秒之间。

5. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,作为所述第一特性映射的输入变量的当前车辆速度是在第二限定观察时间范围内存在的车辆速度,其中所述第二限定观察时间范围在1秒至5分钟之间。

6. 根据权利要求5所述的方法,

其特征在于,所述第二限定观察时间范围在1秒至30秒之间。

7. 根据权利要求5所述的方法,

其特征在于,所述第二限定观察时间范围在2秒至20秒之间。

8. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,所述第一特性映射具有至少一个第一滞后,使得用于根据所述第一输入变量激活燃料电池的特性曲线不同于用于根据所述第一输入变量停用所述燃料电池的特性曲线。

9. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,如果所述燃料电池被激活,则所述燃料电池在所请求的功率下操作,所述功率是第二特性映射的函数,其中所述第二特性映射的第一输入变量是混合动力车辆的驾驶员的当前功率请求。

10. 如权利要求9所述的方法,

其特征在于,所述第二特性映射的所述第一输入变量是存在于第三限定观察时间范围内的当前功率请求。

11. 根据权利要求9所述的方法,

其特征在于,所述第二特性映射具有至少一个第一滞后,使得用于根据所述第一输入变量增加所述燃料电池的功率的特性曲线不同于用于根据所述第一输入变量减少所述燃料电池的功率的特性曲线。

12. 根据权利要求9所述的方法,

其特征在于,用于根据所述第一输入变量增加所述燃料电池的功率的特性曲线形成阶梯状。

13. 根据权利要求9所述的方法,

其特征在于,所述第二特性映射的第二输入变量是所述蓄电池的当前充电状态。

14. 一种混合动力车辆,包括电驱动器、用于电驱动器的蓄电池、燃料电池和控制单元,其中所述蓄电池可由所述燃料电池充电,其中用于操作所述混合动力车辆的所述燃料电池的控制单元根据权利要求1配置。

燃料电池增程器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于操作混合动力车辆的燃料电池的方法,其中混合动力车辆包括具有蓄电池的电驱动装置以及燃料电池。本发明还涉及一种混合动力车辆,包括被设计为执行这种方法的控制单元。

背景技术

[0002] 用于操作混合动力车辆的燃料电池的方法本身是已知的,其中混合动力车辆包括作为附加动力源的具有蓄电池的电驱动器以及燃料电池。

[0003] 这种混合动力车辆使用至少一个电动机作为驱动器和燃料电池作为附加动力源,以扩展车辆的行程。因此,燃料电池代表混合动力车辆的所谓的“增程器”。这种车辆的驱动例如可以主要或仅通过电驱动器来执行。在任何情况下,燃料电池可以用于对电驱动器的蓄电池充电,从而增加电行程。根据其结构,车辆也可以直接经由燃料电池驱动。

[0004] 与具有内燃机的混合动力车辆相比,在具有燃料电池的车辆中出现严重的差异:

[0005] -辅助驱动器的效率优化不那么相关,因为燃料电池的效率在宽功率范围上几乎是恒定的。

[0006] -对辅助驱动器的动态响应的优化是更重要的,因为为了延长使用寿命,燃料电池不能可与内燃机相比地动态地操作。经常打开和关闭燃料电池可能另外缩短使用寿命。

[0007] 因此,具有内燃发动机的混合动力车辆的操作策略不能简单地假设用于具有燃料电池的车辆。频繁的打开和关闭,例如在启动-停止交通中或者当对应于驾驶员命令而恢复能量和高动态响应时,将对使用寿命具有负面影响。

[0008] 因此,考虑到燃料电池的特性,燃料电池在行驶期间的操作策略应该具有尽可能少的动态响应和很少的开/关循环。

[0009] 此外,增程器(以下也称为REX)形式的燃料电池提供功率。在增程器的情况下,REX的功率在原理上小于驱动发动机的功率。如果电池(电驱动器的蓄电池)为空,则不可能用全功率行驶,而是仅用REX的功率行驶。由于这伴随着驾驶性能的损失或限制,这种状态应该被避免。因此,在具有高功率需求的阶段之前,功率必须由电池中的REX以及时的方式收集/缓冲,从而避免REX的功率不足和/或不让驾驶员感觉到。

[0010] 此外,燃料电池原则上在操作中始终具有不等于零的最小功率。也就是说,内燃机的情况下的“空转”在燃料电池中是不可能的。特别是在城市区域中,如果车辆的平均功率需求小于燃料电池的最小功率,这是有问题的。在这种情况下,这将导致电池的连续充电。

发明内容

[0011] 因此,本发明的目的是提供一种用于操作混合动力车辆的燃料电池的方法,其中混合动力车辆包括具有蓄电池的电驱动器,并且还包括燃料电池,其考虑到了燃料电池系统作为辅助驱动器和/或作为附加动力源的技术性能,以及电驱动器的技术性能,特别是燃料电池的较少动态功率供给。

[0012] 该目的通过一种用于操作混合动力车辆的燃料电池的方法来实现,其中混合动力车辆包括具有蓄电池的电驱动器,并且还包括燃料电池,其中蓄电池可由燃料电池充电,燃料电池根据第一特性映射被激活和停用,其中第一特性映射的第一输入参数是混合动力车辆的当前功率限制,其在第一观察时间范围内存在。

[0013] 根据本发明,对于增程器车辆中的燃料电池的最佳操作,燃料电池主要根据混合动力车辆的当前功率需求打开和关闭,其中功率需求不是通过单个瞬时值测量或计算的,但是,功率需求是在特定观察时间范围(例如几秒或几分钟)内考虑的,并且燃料电池的激活或停用仅在该整个观测时间范围内施加足够高或低的瞬时或平均功率需求时才发生。

[0014] 因此,根据本发明,预测系统不用于确定未来的功率需求,而是使用当前功率需求(其考虑刚过去的)作为基础相应地控制燃料电池增程器,即以启动或停止它或激活或停用它。

[0015] 在这种情况下,特性映射代表根据本发明的至少二维特性映射,即特性曲线,但是优选地是多维特性映射。第一特性映射也被称为特性映射A。

[0016] 因此,燃料电池至少根据特性曲线-根据相同或疏远的特性曲线-被激活和停用,其中特性曲线的输入参数是混合动力车辆的当前的功率需求,其在第一定义观察时间范围内存在。

[0017] 在这种情况下,当前功率需求优选考虑车辆驱动的功率需求以及次级消耗器和/或次级组件的可能功率需求。

[0018] 车辆的蓄电池可由燃料电池充电,并且蓄电池的能量至少还可用于驱动混合动力车辆和供应辅助组件。

[0019] 第一限定观察时间范围优选地在1秒至几分钟之间,优选多达5分钟,优选在1秒至60秒之间,特别优选地在3秒至20秒之间。

[0020] 第一特性映射的第二输入参数优选地是蓄电池的当前充电状态。

[0021] 第一特性映射的第三输入变量优选地是当前车辆速度。

[0022] 作为第一特性映射的输入变量,当前车辆速度特别优选地是在第二限定观察时间范围内存在的车辆速度,其中第二限定观察时间范围在1秒至几分钟之间,优选地多达5分钟,优选地在1秒至30秒之间,特别优选到2至20秒之间。

[0023] 第一特性曲线映射优选地具有至少一个第一滞后,使得用于根据第一变量激活燃料电池的特性曲线不同于用于根据第一输入变量停用燃料电池的特性曲线,即,用于激活燃料电池的极限值在相同的输入变量当前值处(即,当前时间过滤功率需求)与用于停用燃料电池的极限值之间是不同的。

[0024] 如果燃料电池被激活,则燃料电池特别优选地以所请求的功率运行,该请求功率是第二特性映射的函数,其中第二特性映射的第一输入变量是混合动力车辆的驾驶员的当前功率请求。

[0025] 第二特性映射可以再次是二维的或多维的,因此可以是特性曲线。第二特征映射也被称为特征映射B。

[0026] 第二特性映射的第一输入变量优选地是存在于第三限定观察时间范围内的当前功率请求,所述第三限定观察时间范围优选地在1秒至几分钟之间,优选地多达5分钟,优选地在1秒至60秒之间,特别优选地在3秒至20秒。

[0027] 第二特性曲线图优选具有至少一个滞后现象,使得用于根据第一输入参数增加燃料电池的请求功率的特性曲线不同于用于根据第一输入变量减少燃料电池的请求功率的特性曲线。

[0028] 用于根据第一输入参数增加燃料电池的请求功率的特性曲线特别优选地形成为阶梯状,以减小动态响应。

[0029] 第二特性映射的第二输入参数可以是蓄电池的当前充电状态。

附图说明

[0030] 下面将参考附图通过示例来描述本发明。

[0031] 图1示出了燃料电池的特性图。

[0032] 图2示意性地示出了具有燃料电池的混合动力车辆上的电源。

[0033] 图3示意性地示出了根据本发明的方法的目标。

[0034] 图4示出了参考功率确定的第一变型的流程图。

[0035] 图5示出了参考功率确定的第二变型的流程图。

[0036] 图6示出了根据本发明的方法的第一特性映射。

[0037] 图7示出了第一特性映射对车辆速度的可能依赖性的特性曲线。

[0038] 图8示出了用于考虑观察时间范围的两个示意性流程图。

[0039] 图9示出了根据本发明的方法的第二特性映射。

[0040] 图10示出了由燃料电池发射的功率的时滞的可能影响。

[0041] 图11示出了第二变型中的第二特性映射。

[0042] 图12示出了第三变型中的第二特性映射。

[0043] 图13示意性地示出了作为蓄电池的充电状态的函数的二维第二特性映射。

[0044] 图14示出了根据本发明的方法的第三特性映射和/或第三特性曲线。

[0045] 图15示出了根据本发明的混合动力车辆的控制装置中的模块。

[0046] 图16通过示例示出了根据本发明的方法的结果。

具体实施方式

[0047] 图1示出了燃料电池的特性图:关于燃料电池在图的X轴上所需的总功率,净功率(细线)近似地在Y轴上示出,并且效率(粗线)也在Y轴上示出。

[0048] 图1显示:

[0049] 10:无操作(仅在激活/停用过程中出现)

[0050] 11:操作

[0051] 12:无操作(燃料电池的功率极限)

[0052] 13:效率

[0053] 14:净功率[kW]

[0054] 15:梯度

[0055] 16:总功率[kW]

[0056] 与常规内燃机(下文也称为ICE)相比,燃料电池显示出以下差异或特性:

[0057] -在宽功率范围内几乎恒定的效率(除非在非常低和非常高的功率处)。因此,将操

作策略优化到效率最优点并不重要。

[0058] -功率变化是功率梯度或电流梯度的函数。燃料电池不能像ICE那样动态地操作，另外，高动态响应是以使用寿命为代价的。

[0059] -燃料电池总是具有最小的功率发射。不存在ICE一样的“空转”，而是仅仅OFF，即关闭，或者大于最小功率的功率。

[0060] 图2示意性地示出了具有作为增程器的燃料电池BZ的混合动力车辆，增程器在后文中也称为REX。

[0061] 具有燃料电池BZ的电池-电REX由具有一个或多个电动机、电池或蓄电池BAT和一个(或多个)燃料电池BZ的电驱动系EA组成。用于支撑电动机的主电源来自电池BAT。燃料电池BZ和/或REX用于增程。

[0062] 电动机功率的尺度高于REX(即燃料电池)的最大功率。REX只需提供平均功率，功率峰值通过电池(蓄电池)吸收。

[0063] 如果电池是空的或放电的，并且几乎不能再提供电力，则驱动电机的功率被限制为REX的功率。

[0064] 在至少一些实施例中可以通过本发明实现的要求是：

[0065] -尽可能少地改变燃料电池的操作状态(低动态响应，很少的开/关循环)和/或保持其尽可能恒定

[0066] -平衡功率供应(避免(深度)放电的电池)

[0067] -优化效率，在中等功率范围内运行

[0068] -无需设置预测系统

[0069] 根据本发明可以解决以下目标冲突。主要地，利用电池的电能是前景，因为目前用于对电池充电的基础设施比用于重新填充燃料电池的燃料箱(例如，用氢)的基础设施更好。另外，尽可能少地打开和关闭燃料电池。直到车辆关闭，燃料电池的可能的最晚开启和可能的最小使用将是最佳目标。然而，必须考虑上述要求。

[0070] 对于增程器系统有两种限制情况：

[0071] -城市旅行：所需的平均功率小于燃料电池的最小功率。车辆应该尽可能长时间地从电池获取能量，而不使用燃料电池。燃料电池应首先在低SOC(充电状态，蓄电池的充电状态)下使用或激活。

[0072] -公路行驶：所需的平均功率大于燃料电池的最大功率。燃料电池必须立即启动，以尽可能长地从电池和燃料电池获取能量和/或避免电池的过度快速放电。

[0073] 原则上，如现有技术中已知的，这个问题可以通过基于来自导航系统的信息项的操作策略来解决。然而，因为在这里不使用预测系统，所以必须基于最后X秒的平均功率需求来估计燃料电池的启动。

[0074] 在下图3中，基于各种范围粗略地示出操作策略的意图：

[0075] -在城市旅行期间(城市，17)：首先在较低电池下启动燃料电池

[0076] 充电状态(SOC)

[0077] -陆路行驶(远郊，18)：在中等SOC下启动燃料电池

[0078] -高速公路行驶(高速公路，19)：立即启动燃料电池(即使在高SOC)

[0079] -长时间上坡(上坡，20)：立即启动燃料电池(即使在高SOC)

- [0080] -长时间下坡(下坡,21):从不启动燃料电池或仅在非常低的SOC下
- [0081] 该背景与驾驶员对次级用电设备的使用(加热、空调)以及为此目的所需的功率叠加。
- [0082] 图3示出了:
- [0083] 22:功率需求
- [0084] 23:SOC最小
- [0085] 24:FC启动
- [0086] 25:FC停止
- [0087] 26:SOC最大
- [0088] 在这种情况下,该方法的主要输入变量不是平均速度。通过分析速度,也可以检测状态城市、陆路和高速公路,但不能检测上坡和下坡阶段。此外,燃料电池车辆是“零排放车辆”,这意味着不像内燃机那样产生局部污染物排放。这进而意味着,例如在城市中进行无局部排放的行驶总是可能的。因此,单独识别城市旅行不起重要作用。
- [0089] 因此,系统,即电驱动和次级消耗的过滤后的电功率需求被用作主要输入变量,即混合动力车辆的当前功率需求,其存在于第一限定观察时间范围内。
- [0090] 也可以使用该输入变量来识别上坡和下坡。
- [0091] 该输入变量,当前过滤后的功率需求,参考功率可以根据信号可用性通过以下路径计算,如图4和图5所示。
- [0092] 图4示出了参考功率确定的第一变型的流程图。
- [0093] 它是基于来自电池和燃料电池的功率平衡计算的,其中功率在次级消耗和电吸引驱动中下降。在预限定的观察时间范围X秒内对总瞬时功率进行过滤,使得短期变化不导致燃料电池的激活或停用。
- [0094] 图4示出:
- [0095] 27:功率电池
- [0096] 28:功率燃料电池
- [0097] 29:在X秒内过滤
- [0098] 30:过滤后的参考功率
- [0099] 图5示出了参考功率确定的第二变型的流程图。
- [0100] 图5示出了:
- [0101] 31:电牵引驱动功率
- [0102] 32:功率DCDC低压(例如12V系统)
- [0103] 33:各种HV消耗的功率
- [0104] 34:在X秒内过滤
- [0105] 35:过滤参考功率
- [0106] 功率需求直接从在电牵引驱动器和次级消耗器处施加的电功率计算。再次在观察时间范围(即X秒)上执行过滤。
- [0107] 在观察时间范围内的公式“过滤”或者在第一、第二或第三限定观察时间范围内确定的输入变量在这里应该被广泛地理解,并且被认为包括例如在较短或较长限定时间范围内的平均,或者输入变量的先前检测值与该输入变量的当前最后值或输入变量的值的任何

其他类型的数学链的滑动平均,或者输入变量的至少一个先前值以该输入变量的当前最后值的过滤。

[0108] 根据本发明的操作策略优选地由两个特性映射定义。第一特性映射(图6)描述了燃料电池通常被激活或停用的时间。第二特性映射(图9、图11、图12)描述了燃料电池使用哪种功率操作。

[0109] 图6示出了第一特性映射,作为蓄电池的充电状态(SOC)的函数的用于激活和停用燃料电池的参考功率(Y轴)(当前过滤后的功率需求)的阈值。

[0110] 图6示出了:

[0111] 36:过滤后的功率需求

[0112] 37:车辆速度

[0113] 38:受限模式

[0114] 39:燃料电池充电=f(F-速度)

[0115] 40:SOC最小

[0116] 41:SOC最大

[0117] 42:FC激活

[0118] 43:FC停用

[0119] 44:滞后

[0120] 45:燃料电池关闭=f(F-速度)

[0121] 第一特性映射由以下特性曲线限定:

[0122] -电池由可用容量限定,工作范围在最小充电状态SOC_Min与最大充电状态SOC_Max(SOC=充电状态=电池的充电状态)之间。

[0123] -特性曲线1:在限定SOC之下,燃料电池总是以最大可能功率运行,以避免电池的过度放电。

[0124] -特性曲线2:在另一限定的SOC之下,其可以是车辆速度的函数,燃料电池也被激活而不考虑当前过滤的功率需求。

[0125] -特性曲线3:在另一限定SOC之上,其同样可以是车辆速度的函数,燃料电池被停用(为可能的再生能量保持可用存储)。

[0126] -特性曲线4:在定义的参考功率之上,其取决于SOC,即蓄电池的充电状态,燃料电池被激活。

[0127] -特性曲线5:在另一限定的参考功率之下,其是SOC(即,蓄电池的充电状态)的函数,燃料电池被停用。然而,它保持有效,至少直到至少达到SOC值6,并且最迟在达到特性曲线3时关闭。特性曲线5表示关于功率和SOC(即,充电状态)的滞后,以避免燃料电池的过度频繁的打开和关闭。

[0128] 此方法的输入变量为:

[0129] -过滤功率需求(超过X秒)

[0130] -过滤车辆速度(超过X秒)

[0131] 原则上,所有特性曲线都限定为1D特性曲线(1个输入变量),以保持存储需求、应用开销和编程工作量较低。然而,此外,特性曲线4和5也可以被定义为2D特性曲线(输入变量是功率和速度)。这提供了另外与车辆速度相关的滞后的优点。

[0132] 此外,还存在X秒的时间滞后。例如,如果功率仅仅短暂地低于特性曲线5并且在y秒之后回到该特性曲线之上,其中 $y < X$,则燃料电池保持激活。

[0133] 图7示出了燃料电池的激活和停用对车辆速度和蓄电池的充电状态(SOC)的可能依赖性。在这种情况下,根据图6的特性曲线1、2和3被再次示出。特性曲线2和3是速度相关的。取决于过滤的功率需求,即,当前在第一限定观察时间范围内存在的混合动力车辆的功率需求,根据本发明的燃料电池的激活或停用的确定值域在特性曲线2至3之间延伸,该值域根据车辆速度在宽度上变化。

[0134] 图7示出了:

[0135] 46:HV电池SOC

[0136] 47:车辆速度

[0137] 48:禁区(不允许放电)

[0138] 49:受限模式

[0139] 50:燃料电池充电 = f(F-速度)

[0140] 51:确定燃料电池的激活/停用

[0141] 52:燃料电池关闭 = f(F-速度)

[0142] 53:禁区(不允许充电)

[0143] 图8示出了用于考虑观察时间范围(x秒)的两个示意性流程图,在左侧的状态是燃料电池已经激活并且因此选中了燃料电池的停用,在右侧的状态是燃料电池被停用并且因此选中了燃料电池的激活。

[0144] 在图8左侧的图示上:燃料电池最初是活动的。由当前瞬时功率需求 P_{ist} 和当前车辆瞬时速度 V_{ist} 形成的值 $f(P_{ist}, V_{ist})$ 被检查是否小于由特性曲线5(参见图6)预定的极限值。如果不是这种情况,则燃料电池保持活动。否则,启动计时器并且连续检查X秒所指示的瞬时功率需求 $f(P_{ist}, V_{ist})$ 是否在其间变得大于该极限值,从而不会发生燃料电池的停用。只有在定时器期满之前(即,在X秒之后)从未超过极限值,燃料电池才实际停止,即停用。

[0145] 类似地,如图8的右图所示,在停用的燃料电池的情况下,它同样等待X秒,以确定该值是否低于特性曲线4(根据图6)。仅当不是这样的情况时,燃料电池在X秒后激活。用于激活燃料电池的观察时间范围X也可以不同于用于使燃料电池停用的观察时间范围X。

[0146] 图8示出了:

[0147] 54:燃料电池保持活动

[0148] 55:启动定时器

[0149] 56:停止定时器

[0150] 57:否

[0151] 58:定时器过期(x秒后)

[0152] 59:是

[0153] 60:停止燃料电池

[0154] 61:燃料电池保持不活动

[0155] 62:启动燃料电池

[0156] 图9示出了第一变型中的第二特性映射的示例。

[0157] 图9示出了:

[0158] 63:最大FC功率

[0159] 64:最小FC功率

[0160] 65:所请求的燃料电池功率

[0161] 66:驱动器功率请求

[0162] 67:最大动力系统功率

[0163] 68:滞后

[0164] 第二特性图由以下特性曲线描述:

[0165] -驾驶员命令/驾驶员指令功率受到电传动系统的最大可用功率的限制。

[0166] -可能的燃料电池功率由最大和最小燃料电池功率定义。如在内燃机中那样的“空转”是不可能的。

[0167] -特性曲线1:所请求的燃料电池功率由取决于混合动力车辆的驾驶员的当前功率需求的函数 f (驾驶员命令)限定,所述当前功率需求可以特别是由驾驶员借助于油门踏板或加速踏板请求的。

[0168] -特性曲线2和特性曲线3:滞后可以由固定值限定,或者可以根据当前功率需求限定针对特性曲线2和特性曲线3之间的滞后的函数(f (驾驶员命令))。为了保持燃料电池的动态响应(频繁地改变功率请求)低,滞后是必要的。因此,燃料电池在较长时间内在恒定功率下运行的阶段被延长。

[0169] -此外,如上面对于图8的流程图所述,功率变化也可以具有叠加的时间滞后(如图10所示)。

[0170] 图10示出了这样的时间滞后对由燃料电池发出的功率的可能的影响。所示出的是由驾驶员直接请求的功率(在顶部的直线)、根据图1的根据图9的滞后的特性曲线1计算的所请求的燃料电池功率(底部的直线),以及使用时间滞后计算的请求功率(阶跃线),所述时间滞后使得能够降低燃料电池的动态响应。

[0171] 图10示出了:

[0172] 69:功率

[0173] 70:时间

[0174] 71:滞后特性曲线3

[0175] 72:滞后时间

[0176] 73:功率,驾驶员命令

[0177] 74:功率,具有滞后的燃料电池

[0178] 75:根据不具有滞后的特性曲线1的燃料电池的功率

[0179] 图11示出了第二变型中的第二特性映射。在这种情况下,特性曲线1不是连续形成的,而是阶梯式的,即具有恒定功率值域。燃料电池在恒定功率下运行较长时间并因此没有动态响应的阶段因此得以延长。如图9的特性曲线2和特性曲线3那样的滞后特性曲线未示出,但也是可能的。

[0180] 图11示出了:

[0181] 76:最大FC功率

[0182] 77:最小FC功率

[0183] 78:所请求的燃料电池功率

[0184] 79:驾驶员功率请求

[0185] 80:最大动力系统功率

[0186] 图12示出了第三变型中的第二特性图。燃料电池具有最佳效率范围(最佳ETA)。因此,特性曲线1可以被定义为函数(f (驱动器命令)),使得其尽可能长地在最佳效率范围内操作。因此,特性曲线1对于驾驶员的相对大的功率请求范围计算的所需功率具有较长的水平延伸。在该图中同样未示出滞后特性曲线2和3,但是也是可能的。

[0187] 图12示出了:

[0188] 81:请求燃料电池功率

[0189] 82:最大FC功率

[0190] 83:最小FC功率

[0191] 84:驾驶员功率请求

[0192] 85:最大动力系统功率

[0193] 86:最佳 η

[0194] 87:最佳效率区

[0195] 第二特性曲线的输入变量(x 轴)在每种情况下是经过 X 秒的过滤后的功率请求,即存在于第三限定观察时间范围内的当前功率需求。

[0196] 此外,蓄电池的充电状态(HV电池的SOC)可以用作输入变量。根据来自第二特性映射的特性曲线的参数化,作为特性曲线参数化本身的结果或作为滞后的结果,可能出现平均功率需求大于在燃料电池处的功率请求。这将导致HV电池的附加放电。在供电、效率和使用寿命之间的操作策略的目标冲突的方面,这是期望的。然而,必须避免HV电池充电状态过低的状态。因此,在燃料电池处的功率请求(第二特性映射)优选地还被与取决于蓄电池的SOC的特性曲线(图13)的叠加影响。

[0197] 如果可以在混合动力车辆的控制单元中实现2D特性映射,则第二特性映射也可以根据蓄电池(HV电池SOC)的充电状态显示(在所示的所有变型中)。这在图13中作为示例示出。

[0198] 图13示出:

[0199] 88:所请求的燃料电池功率

[0200] 89:最大FC功率

[0201] 90:最小FC功率

[0202] 91:驾驶员功率请求

[0203] 92:最大动力系统功率

[0204] 93:HV电池SOC

[0205] 94:最小可用SOC

[0206] 95:最大可用SOC

[0207] 如果在控制单元中实现2D特性映射是不可能的或不期望的,则也可以实现在下文称为第三特性曲线或第三特征映射或特性映射C的叠加特性曲线。该第三特性曲线描述了作为蓄电池(HV电池SOC)充电状态的函数的计算请求功率-参见图14。

[0208] 图14示出了:

- [0209] 88:所请求的燃料电池功率
- [0210] 89:最大FC功率
- [0211] 90:最小FC功率
- [0212] 93:HV电池SOC
- [0213] 94:最小可用SOC
- [0214] 95:最大可用SOC
- [0215] 燃料电池的最终功率请求然后由来自第三特性映射和第三特性曲线/第三特性映射/特性映射C的最大请求功率产生。
- [0216] 在这种情况下,第三特性曲线本身的参数化可以自由地选择(线性、阶跃等)。除了基本特性曲线4之外,可以实现滞后特性曲线5,以便在此也降低燃料电池的动态响应。
- [0217] 图15示出了在混合动力车辆的控制装置中的模块的可能的相互作用。用于确定输入变量的控制器具有用于确定参考功率(当前功率需求)M1的模块和用于过滤车辆速度M2的模块,以及蓄电池(HV电池SOC)M3的充电状态的检测。
- [0218] 基于由M1和M2确定的值,用于第一特性映射(特性映射A)M4的模块可以建立燃料电池的激活或停用,该第一特性映射可以包含用于根据图8的定时器的流程图。
- [0219] 基于由M2和M3确定的值,用于第二特性映射(特性映射B)M5的模块以及由M3提供的用于第三特性曲线/第三特性映射/特性映射C的模块,即M6,可以确定燃料电池实际请求的功率。
- [0220] 图15示出了:
- [0221] 96:模块:过滤车辆速度
- [0222] 97:模块:确定参考功率
- [0223] 98:模块:特性映射A(包括用于叠加定时器的流程图)
- [0224] 99:模块:特性映射图B(包括用于叠加定时器的流程图)
- [0225] 100:模块:特性映射C
- [0226] 101:如果提供特性映射C,如果特性映射B被参数化为2D特性,则省略。
- [0227] 102:开始/停止
- [0228] 103:MAX(B,C)
- [0229] 104:燃料电池
- [0230] 105:额定功率
- [0231] 106:HV电池SOC
- [0232] 最后,图16示出了根据本发明的方法可以导致的结果的示例。在燃料电池的现有技术的常规操作策略中,由燃料电池请求的实际功率被示出(虚线),其具有高动态响应,经常打开和关闭燃料电池,并且经常升高和下降的请求功率,以及通过根据本发明的方法控制的燃料电池(实线)。根据本发明的结果显示了功率请求的基本上较低的动态响应,基本上较少的燃料电池的激活和停用过程,以及燃料电池在恒定功率下的基本连续操作并且很少改变所请求的功率水平。
- [0233] 图16示出:
- [0234] 107:燃料电池的功率
- [0235] 108:时间

- [0236] 109:燃料电池的非最佳运行策略:高度动态运行和打开/关闭循环
- [0237] 110:目标:燃料电池的最佳操作策略:低动态响应,长距离上的恒定功率,平均功率,最佳效率,如果可能的话在行程中仅激活一次
- [0238] 111:燃料电池保持关闭,通过电池行驶
- [0239] 112:激活燃料电池,平均功率,效率最优
- [0240] 113:燃料电池保持活动,对电池充电
- [0241] 114:高驾驶员命令情况下的电源
- [0242] 115:等等:根据效率、电池SOC、驾驶员命令适配功率
- [0243] 因此,本发明总体上使得能够基于作为驾驶员命令功率和车辆速度的函数的特性映射控制燃料电池(优选地与滞后叠加),以尽可能少地打开和关闭燃料电池,并且减少动态响应,最终找到电源提供和效率之间的最佳折中。

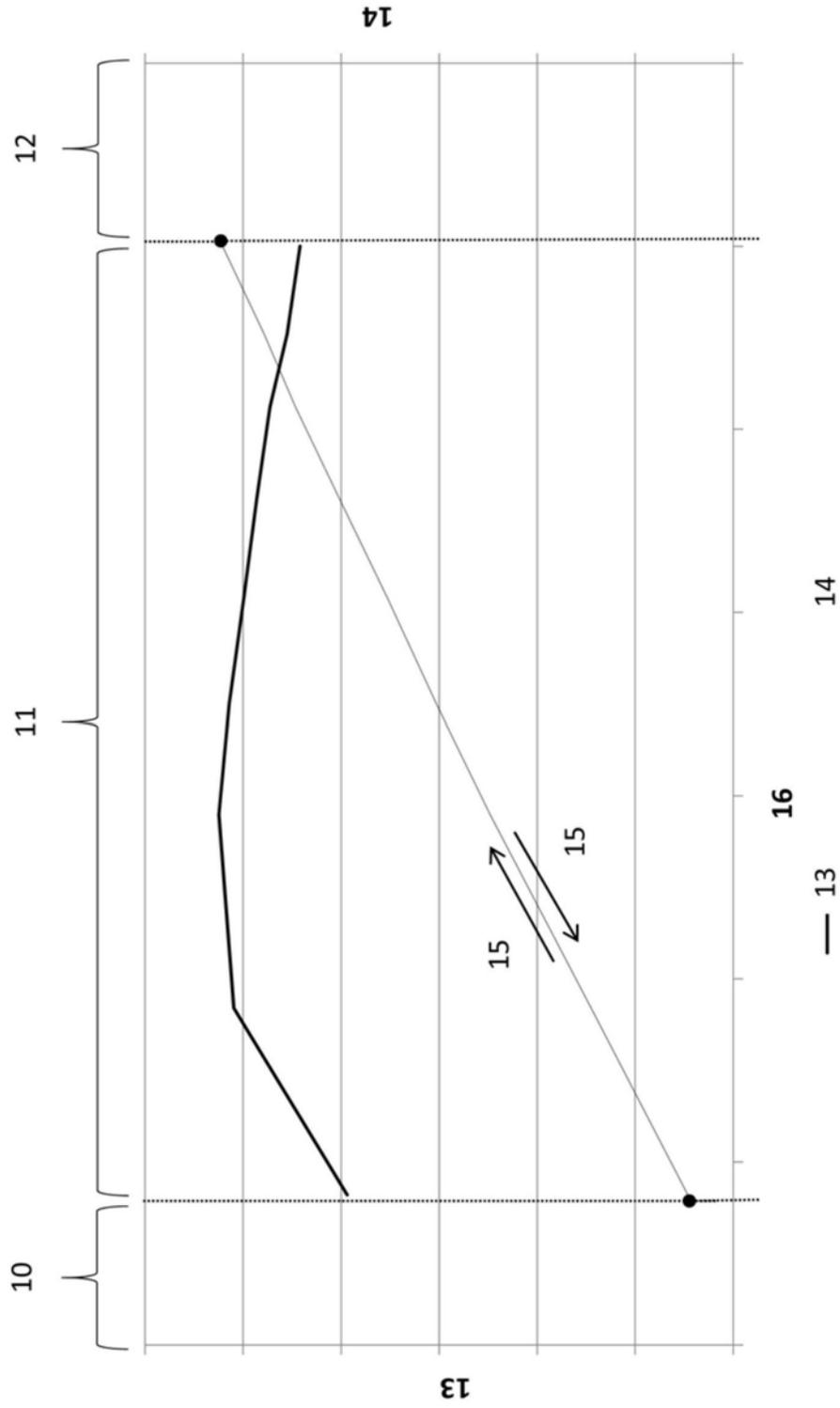


图1

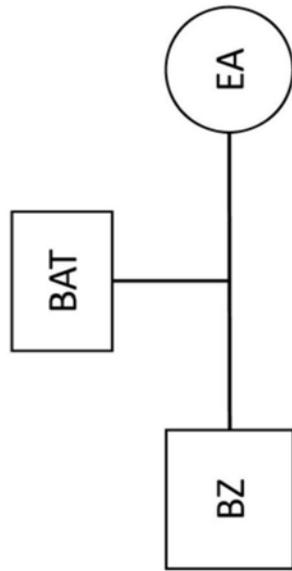


图2

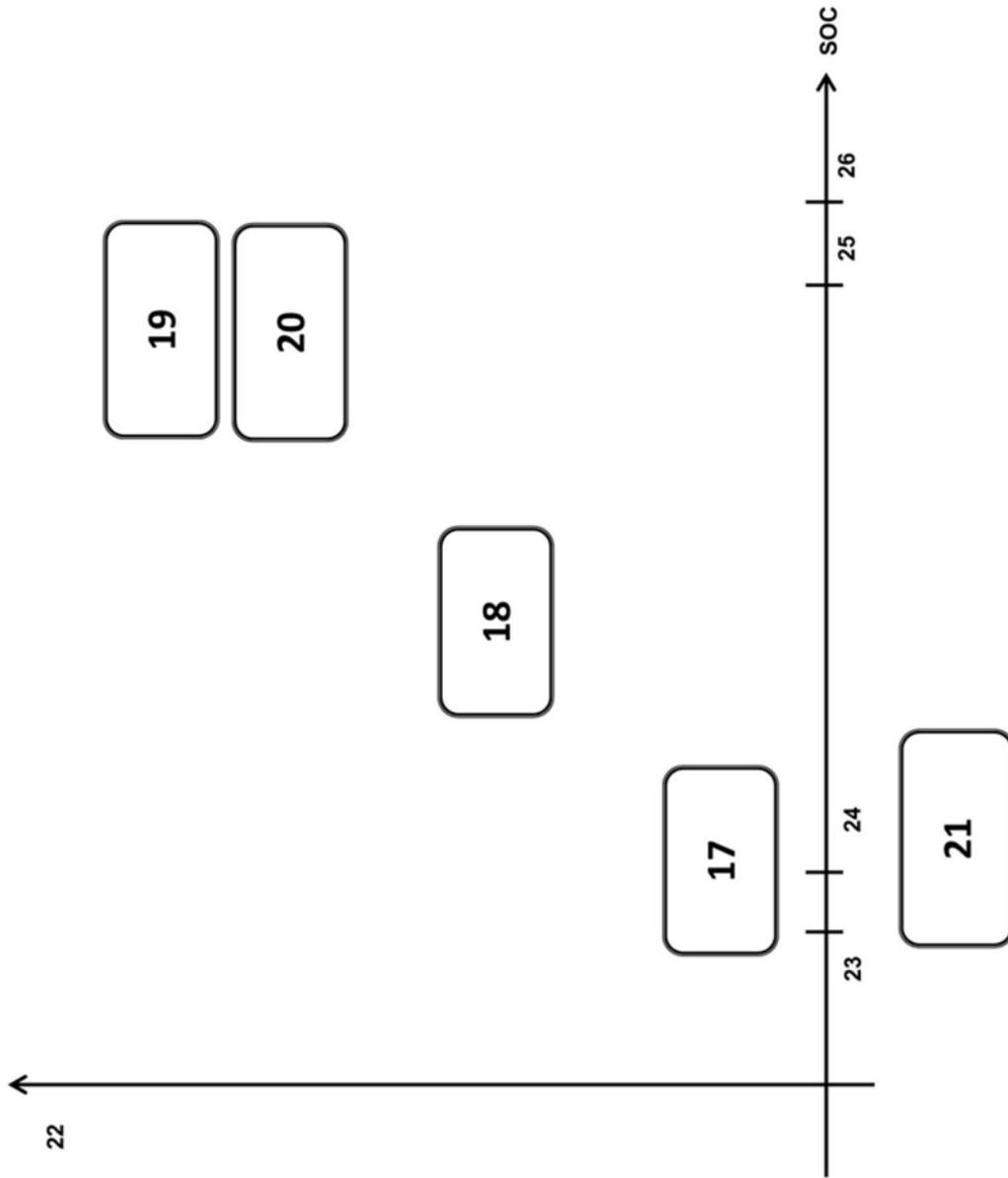


图3

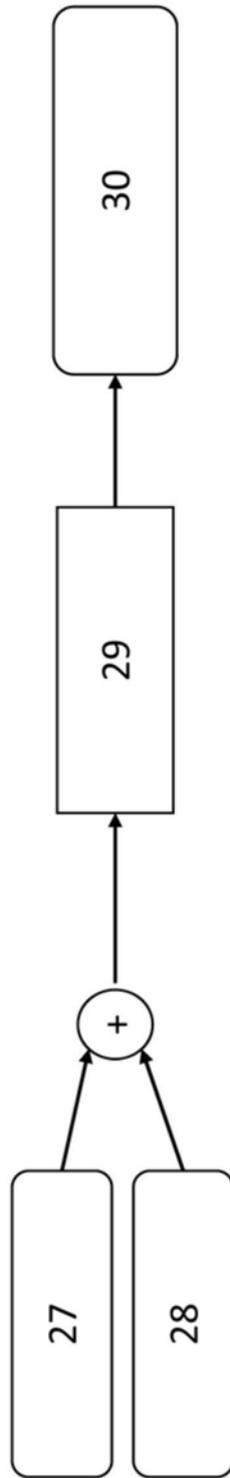


图4

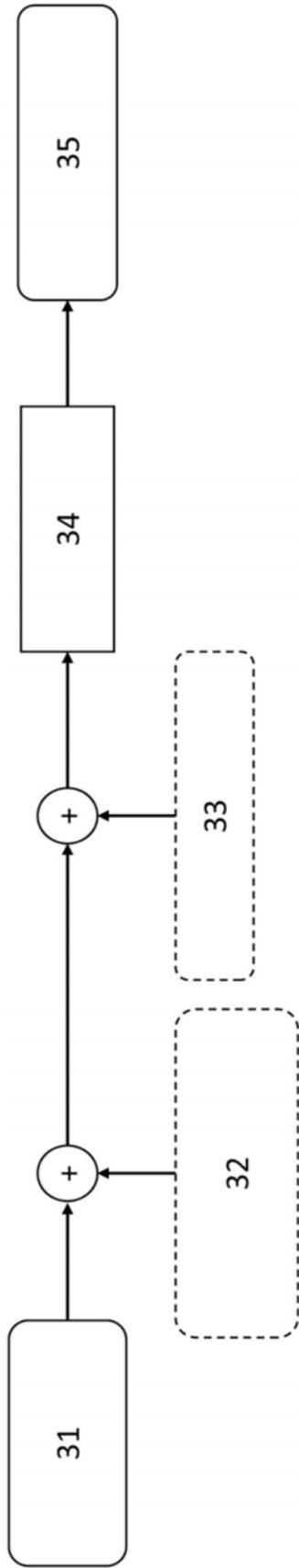


图5

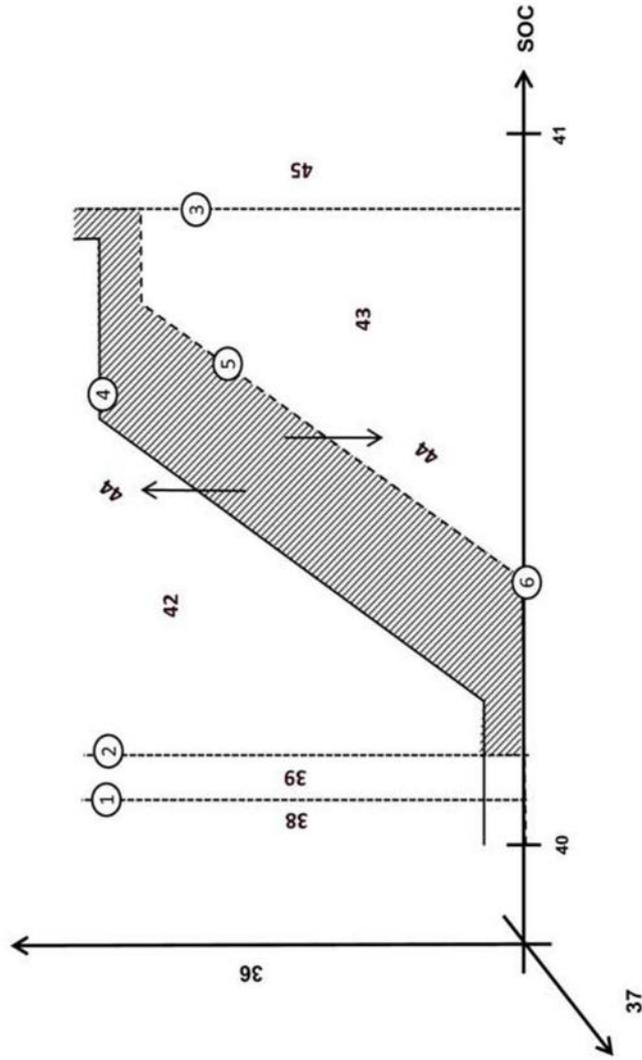


图6

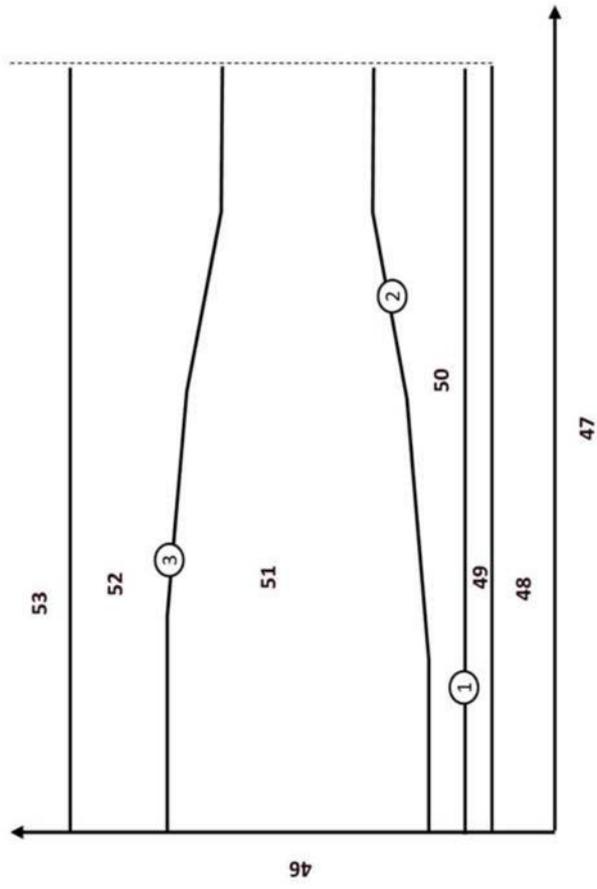


图7

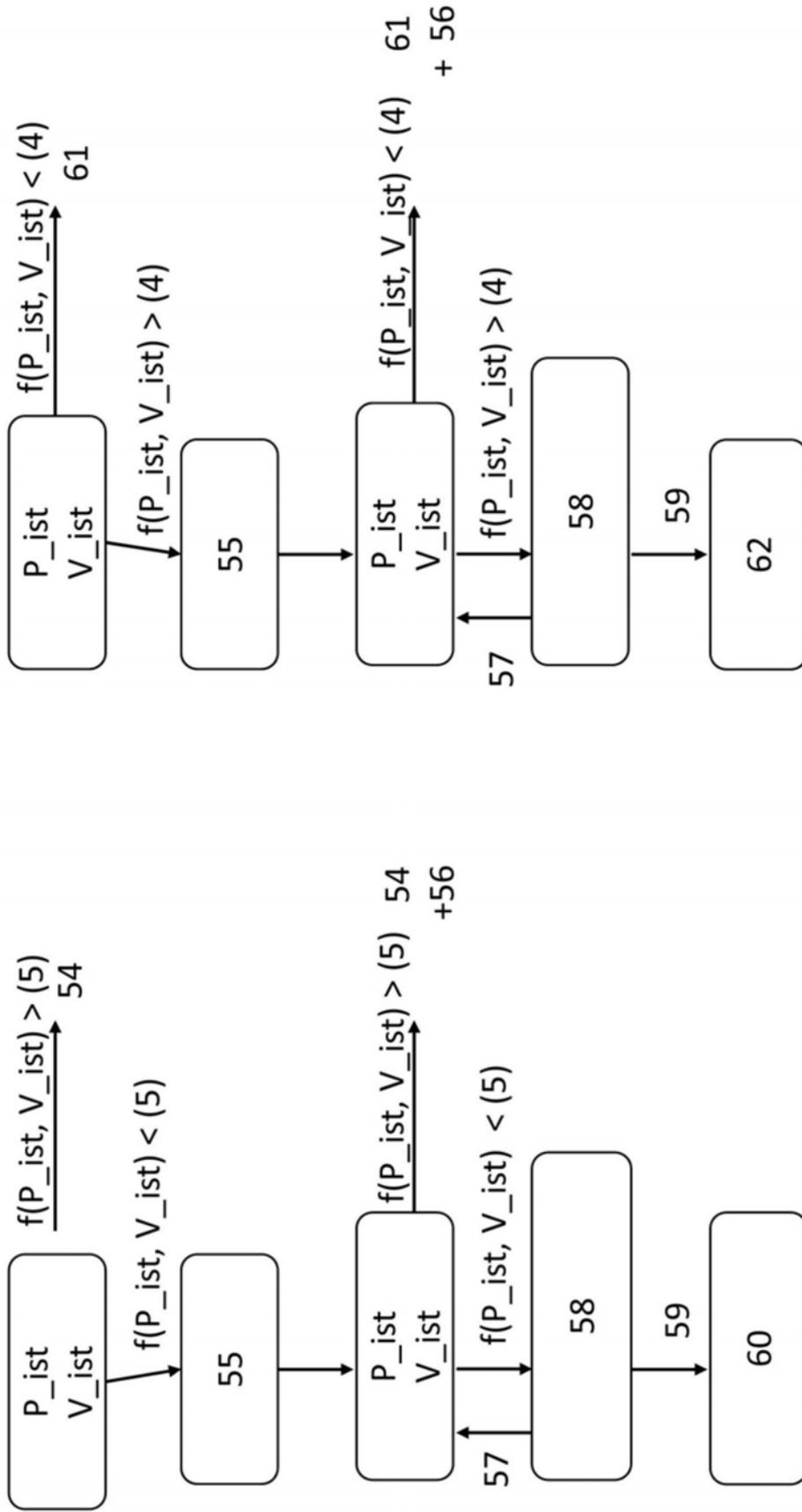


图8

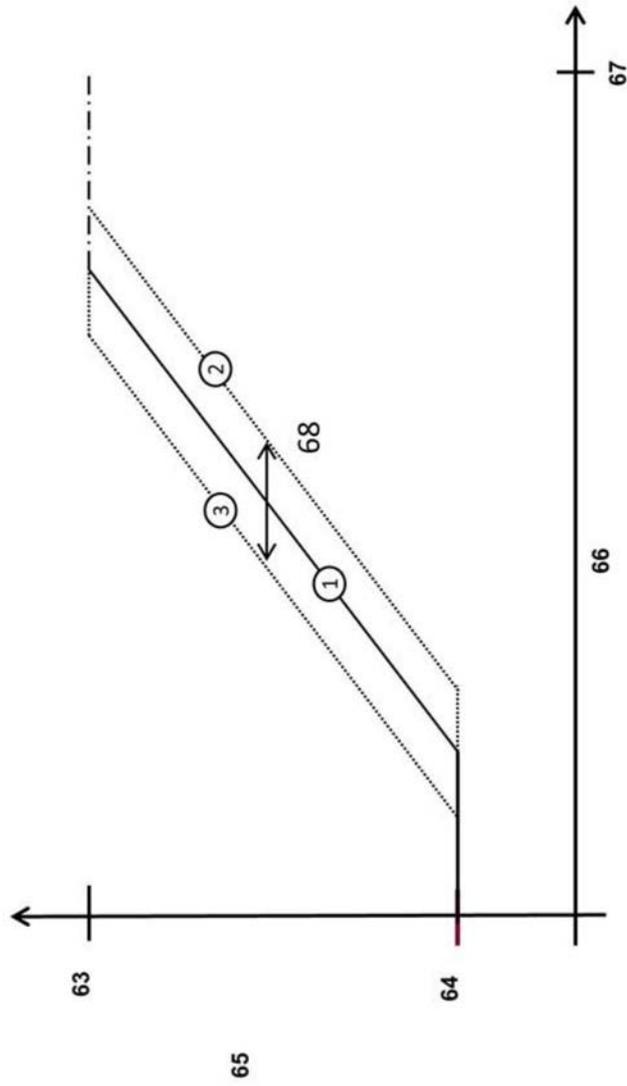


图9

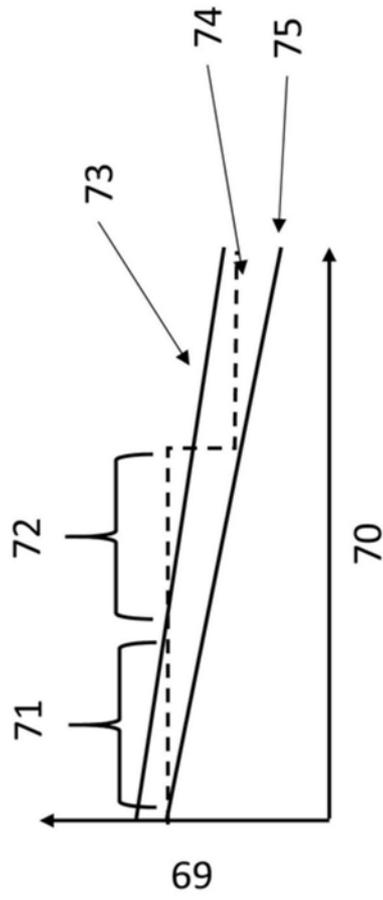


图10

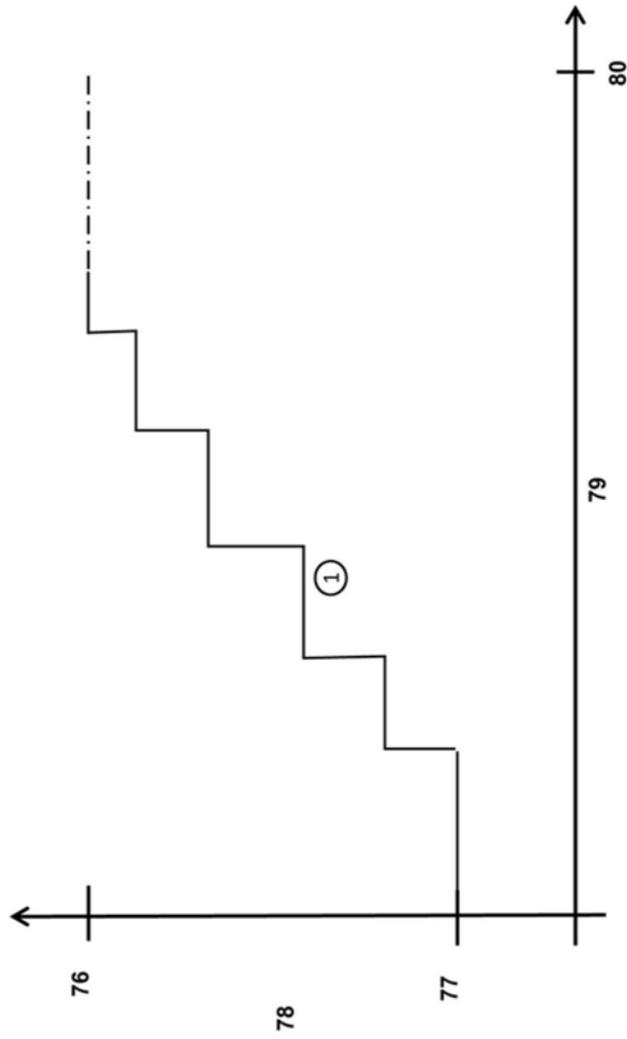


图11

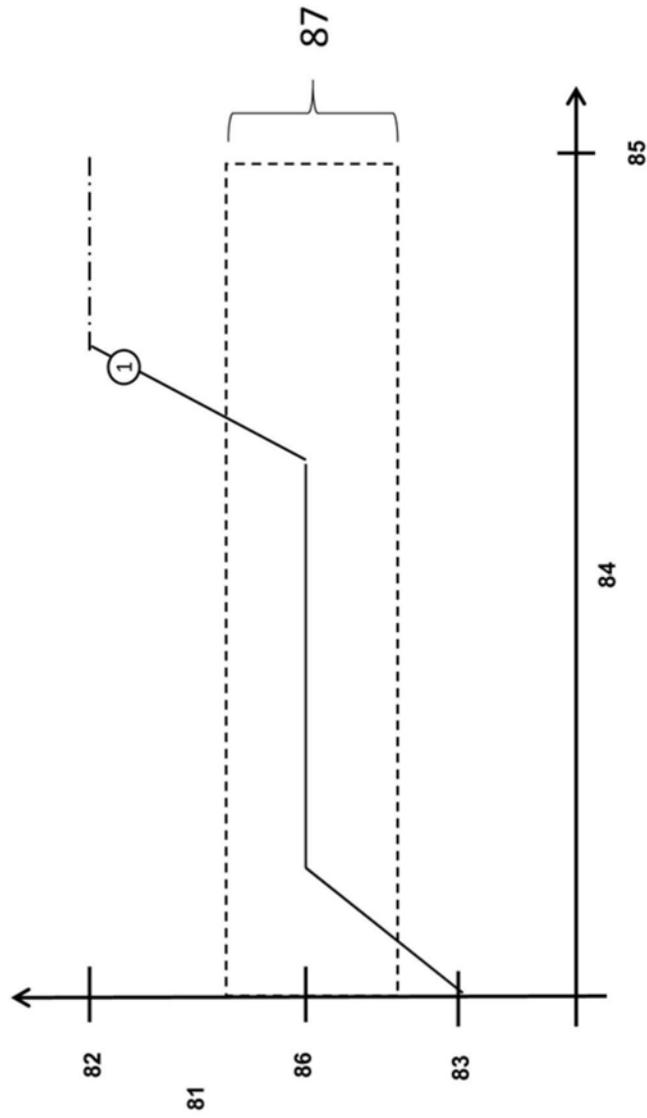


图12

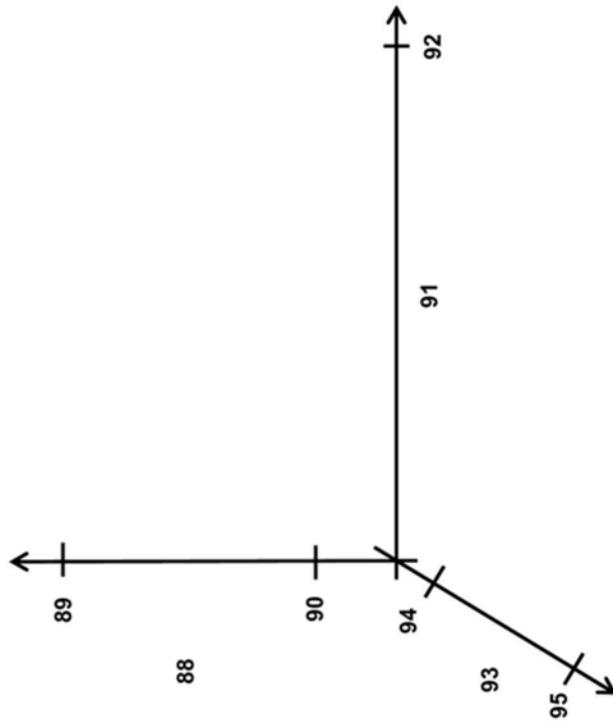


图13

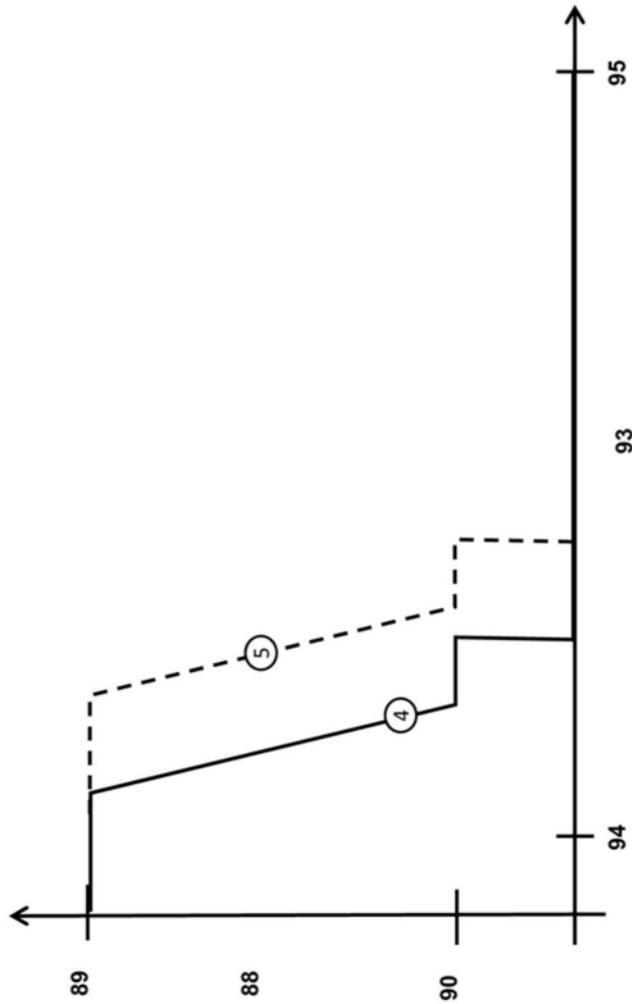


图14

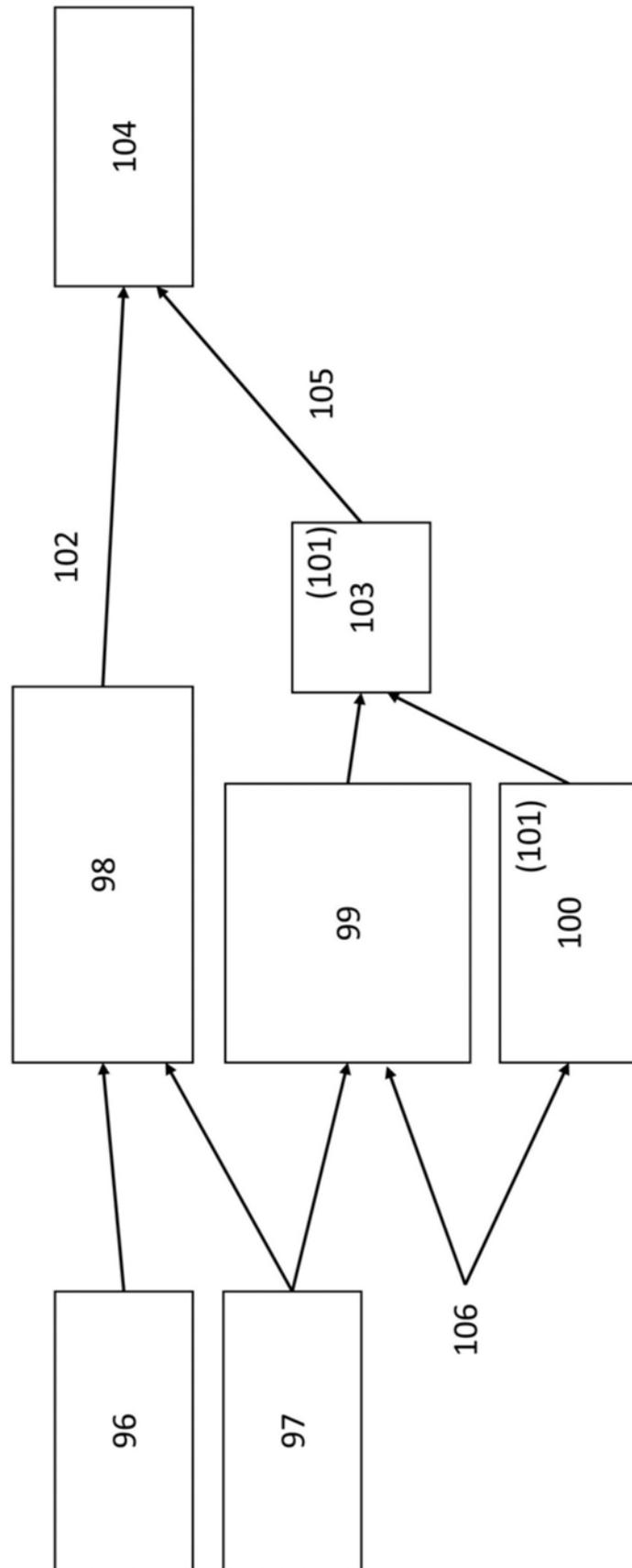


图15

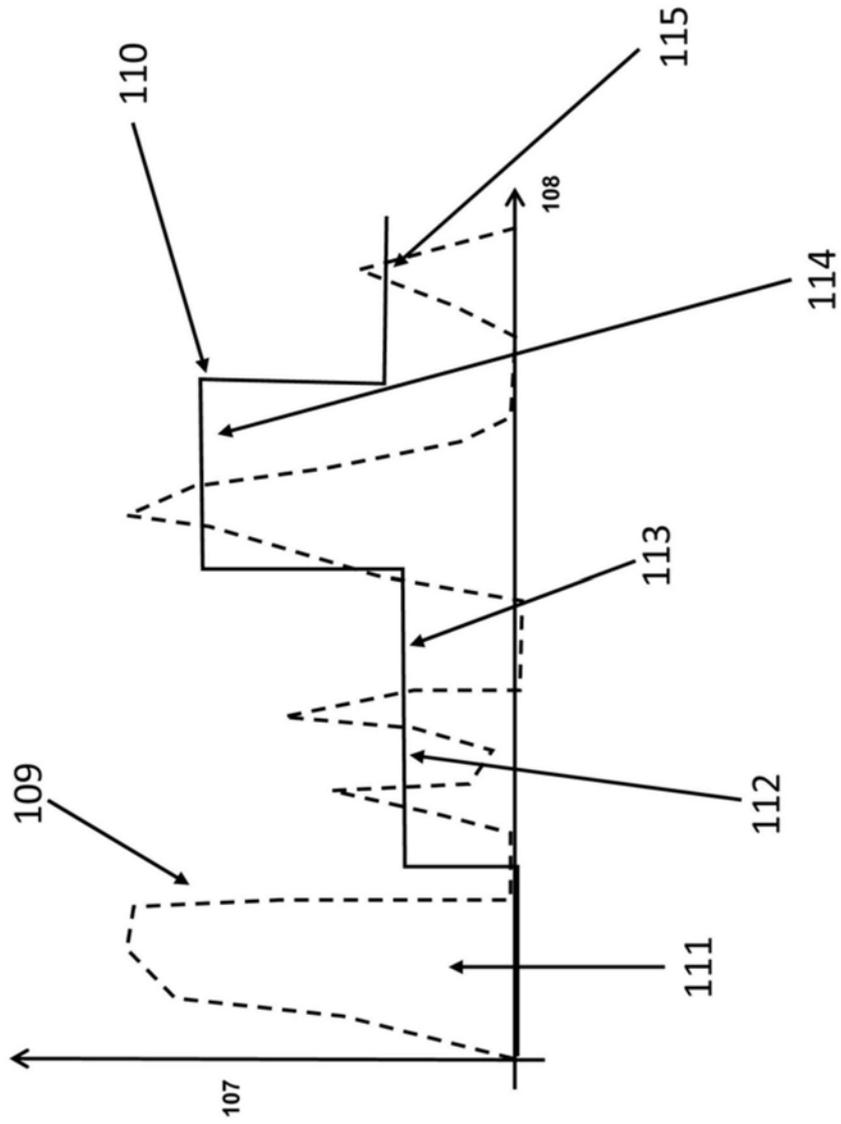


图16