



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102856570 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201210217295. 9

(22) 申请日 2012. 06. 28

(30) 优先权数据

13/171064 2011. 06. 28 US

(73) 专利权人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 O. 迈尔 T. 魏斯普芬宁

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 陶梅 傅永霄

(51) Int. Cl.

H01M 8/04(2006. 01)

G05D 16/20(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101364650 A, 2009. 02. 11, 全文.

US 2010/0273081 A1, 2010. 10. 28, 摘要、说明书第 6-106 段、附图 1-7.

审查员 刘永欣

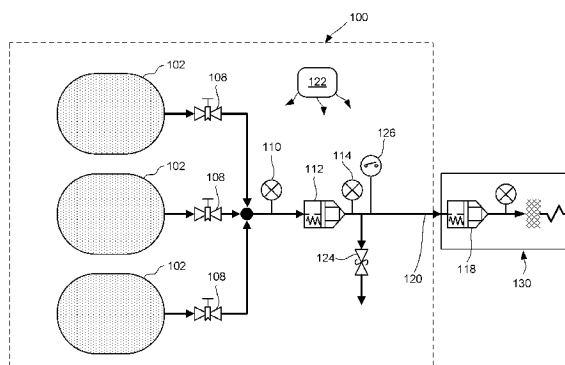
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

用于电压力调节高压罐系统的冗余自适应算法

(57) 摘要

本发明涉及用于电压力调节高压罐系统的冗余自适应算法,具体提供了使用压力开关作为压力测量装置来控制气体储存系统中的压力调节器的方法和系统。控制器使用供给压力数据和气体流量需求数据来计算前馈控制项,并且使用来自压力调节器下游的压力传感器的数据来计算反馈控制项。在正常运行期间,调节器下游的压力在设定点压力附近振荡,监测压力开关的接通时段和断开时段,并且计算使接通时间和断开时间平衡的自适应控制项。如果压力传感器失灵,则过长的开关接通时间或断开时间将被检测到;响应于这种情况,忽略反馈控制项,并且计算旨在恢复开关的平衡的接通时间和断开时间从而指示实际压力在设定点附近振荡的自适应控制项。



1. 一种用于控制压力调节器的系统,包括:

压力传感器,所述压力传感器用于提供测量信号,所述测量信号量化所述压力调节器下游的压力;

压力开关,所述压力开关用于提供:断开信号,所述断开信号指示所述压力调节器下游的压力高于设定压力;或接通信号,所述接通信号指示所述压力调节器下游的压力低于所述设定压力;以及

控制器,响应于来自所述压力传感器的测量信号和来自所述压力开关的信号,所述控制器被配置成控制所述压力调节器,使得所述压力调节器下游的压力寻求达到所述设定压力,并且使得所述压力开关的接通时段和断开时段平衡,

其中,所述控制器被配置成使用反馈控制项、前馈控制项和自适应控制项的组合来控制所述压力调节器,所述反馈控制项基于所述设定压力和来自所述压力传感器的测量信号之间的差来计算,所述前馈控制项基于所述压力调节器上游的压力和通过所述压力调节器的气体的流率来计算,以及所述自适应控制项基于所述压力开关的接通时段和断开时段之间的差来计算。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述控制器还被配置成:检测所述压力开关的大于预定阈值的接通时段或断开时段;以及根据大于所述预定阈值的所述接通时段或断开时段来确定来自所述压力传感器的测量信号是不准确的。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述控制器被配置成基于大于所述预定阈值的接通时段或断开时段来计算所述自适应控制项,使得所述压力调节器下游的压力恢复到所述设定压力。

4. 根据权利要求1所述的系统,进一步包括在所述压力调节器下游的卸压阀,其中如果所述控制器检测到所述卸压阀的排气,则计算所述自适应控制项以降低所述压力调节器下游的压力。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述压力调节器、所述压力传感器、所述压力开关和所述控制器被用在氢储存系统中。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中所述氢储存系统被用来对汽车燃料电池提供氢气。

7. 一种用于对燃料电池提供氢气的氢储存系统,所述氢储存系统包括:

一个或多个压力容器,所述一个或多个压力容器用于储存氢气;

压力调节器,所述压力调节器用于将氢气从容器压力降低到设定压力;

第一压力传感器,所述第一压力传感器在所述压力调节器的上游,用于测量所述容器压力;

第二压力传感器,所述第二压力传感器用于测量所述压力调节器下游的压力;

压力开关,所述压力开关用于确定所述压力调节器下游的压力是高于还是低于所述设定压力;以及

控制器,响应于来自所述第一压力传感器、所述第二压力传感器和所述压力开关的信号,所述控制器被配置成控制所述压力调节器,使得所述压力调节器下游的压力寻求达到所述设定压力,并且使得所述压力开关的接通时段和断开时段平衡,

其中,所述控制器被配置成使用反馈控制项、前馈控制项和自适应控制项的组合来控制

制所述压力调节器,其中所述反馈控制项是基于所述设定点压力和来自所述第二压力传感器的信号之间的差,所述前馈项是基于来自所述第一压力传感器的信号和通过所述压力调节器的气体的流率,并且所述自适应控制项是基于所述压力开关的接通时段和断开时段之间的差。

8. 根据权利要求 7 所述的氢储存系统,其中所述控制器还被配置成:检测所述压力开关的大于预定阈值的接通时段或断开时段;以及根据大于所述预定阈值的所述接通时段或断开时段来确定来自所述第二压力传感器的信号是不准确的。

9. 根据权利要求 8 所述的氢储存系统,其中所述控制器被配置成基于大于所述预定阈值的接通时段或断开时段来计算所述自适应控制项,使得所述压力调节器下游的压力恢复到所述设定点压力。

10. 一种用于控制气体储存系统中压力调节器的方法,所述方法包括:

测量所述压力调节器下游的气体压力;

基于所述压力调节器下游的气体压力和设定点压力之间的差来计算反馈控制项;

测量所述压力调节器上游的气体压力和气体流率需求;

基于所述压力调节器上游的气体压力和所述气体流率需求来计算前馈控制项;

评估压力开关的接通时段和断开时段,其中所述断开时段指示所述压力调节器下游的气体压力高于所述设定点压力,并且所述接通时段指示所述压力调节器下游的气体压力低于所述设定点压力;

基于所述接通时段和所述断开时段之间的差来计算自适应控制项;以及

合并并使用所述反馈控制项、所述前馈控制项和所述自适应控制项来控制所述压力调节器。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述自适应控制项被计算,使得所述接通时段和所述断开时段平衡。

12. 根据权利要求 10 所述的方法,进一步包括:

确定是否已经历了大于预定阈值的接通时段或断开时段;

如果已经历了大于所述预定阈值的接通时段或断开时段,则计算自适应控制项,所述自适应控制项将使所述压力调节器下游的气体压力恢复到所述设定点压力;以及

如果已经历了大于所述预定阈值的接通时段或断开时段,则合并并使用所述前馈控制项和所述自适应控制项来控制所述压力调节器。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,进一步包括:确定测量出的所述压力调节器下游的气体压力是不准确的;以及在控制器中设置诊断故障代码。

14. 根据权利要求 10 所述的方法,进一步包括:确定所述压力调节器下游的卸压阀的排气是否已经发生;以及如果所述压力调节器下游的卸压阀的排气已经发生,则计算自适应控制项,所述自适应控制项将降低所述压力调节器下游的气体压力。

15. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述气体储存系统是用于汽车燃料电池的氢储存系统。

用于电压力调节高压罐系统的冗余自适应算法

技术领域

[0001] 本发明大体涉及气体储存系统中的压力测量,并且更具体地,涉及一种如下方法和机械化:用压力开关替代气体储存系统中两个冗余压力传感器之一;与来自剩余的压力传感器的信号相比,使用自适应算法来监测压力开关的接通-断开循环;并且确保来自气体储存系统中的调节器的输出在预期的压力范围内。

背景技术

[0002] 燃料电池车辆预期在汽车市场中越来越流行。燃料电池车辆提供一些期望的特征,所述特征诸如实际上无污染排放,以及避免车辆使用石油燃料。燃料电池车辆的重要组成部分是氢储存系统,该系统储存为大多数燃料电池车辆作为燃料所使用的氢气。氢储存系统通常由用于储存气态氢的一个或多个互连的压力容器、连同运行氢储存系统所必需的许多阀、计量表、以及附件组成。

[0003] 燃料电池需要在指定压力下的可靠的氢气源。压力调节器被用来将氢气的压力从其被存储在容器中的高压降低到燃料电池所需的较低的压力。为了确保压力调节器正常运行,有必要测量压力调节器出口处的压力。为了冗余度,通常用两个压力传感器来测量出自调节器的氢气的压力。虽然这种布置提供了所需的可靠度和冗余度,但是使用两个压力传感器连同相关联的布线和控制器连接的成本和复杂性是显著的。

[0004] 期望用较简单的且成本较低的装置来替代压力调节器下游的一个压力传感器。这样的实施方式不仅会降低氢储存系统的成本,还能够通过简化组件和排除布线连接和其它潜在的故障源来提高可靠度。

发明内容

[0005] 根据本发明的教义,公开了使用压力开关作为第二压力测量装置来控制气体储存系统中的压力调节器的方法和系统。控制器使用供给压力数据和气体流量需求数据来计算前馈控制项,并且使用来自压力调节器下游的压力传感器的数据来计算反馈控制项。在正常运行期间,调节器下游的压力在设定点压力附近振荡,监测压力开关的接通时段和断开时段,并且计算旨在使接通时段和断开时段平衡的自适应控制项。在压力传感器反馈信号出现故障的情况下,开关的过长的接通时间或断开时间将被检测到。响应于过长的接通时间或断开时间,忽略反馈控制项,并且计算旨在恢复压力开关的平衡的接通时间和断开时间从而指示实际压力在设定点压力附近振荡的自适应控制项。

[0006] 本发明还涉及以下技术方案。

[0007] 方案 1. 一种用于控制压力调节器的系统,包括:

[0008] 压力传感器,所述压力传感器用于提供测量信号,所述测量信号量化所述压力调节器下游的压力;

[0009] 压力开关,所述压力开关用于提供:断开信号,所述断开信号指示所述压力调节器下游的压力高于设定点压力;或接通信号,所述接通信号指示所述压力调节器下游的压力

低于所述设定点压力 ; 以及

[0010] 控制器, 响应于来自所述压力传感器的测量信号和来自所述压力开关的信号, 所述控制器被配置成控制所述压力调节器, 使得所述压力调节器下游的压力寻求达到所述设定点压力, 并且使得所述压力开关的接通时段和断开时段平衡。

[0011] 方案 2. 根据方案 1 所述的系统, 其中所述控制器被配置成使用反馈控制项、前馈控制项和自适应控制项的组合来控制所述压力调节器。

[0012] 方案 3. 根据方案 2 所述的系统, 其中所述控制器被配置成基于所述设定点压力和来自所述压力传感器的测量信号之间的差来计算所述反馈控制项。

[0013] 方案 4. 根据方案 2 所述的系统, 其中所述控制器被配置成基于所述压力调节器上游的压力和通过所述压力调节器的气体的流率来计算所述前馈控制项。

[0014] 方案 5. 根据方案 2 所述的系统, 其中所述控制器被配置成基于所述压力开关的接通时段和断开时段之间的差来计算所述自适应控制项。

[0015] 方案 6. 根据方案 2 所述的系统, 其中所述控制器还被配置成 : 检测所述压力开关的大于预定阈值的接通时段或断开时段 ; 以及根据大于所述预定阈值的所述接通时段或断开时段来确定来自所述压力传感器的测量信号是不准确的。

[0016] 方案 7. 根据方案 6 所述的系统, 其中所述控制器被配置成基于大于所述预定阈值的接通时段或断开时段来计算所述自适应控制项, 使得所述压力调节器下游的压力恢复到所述设定点压力。

[0017] 方案 8. 根据方案 2 所述的系统, 进一步包括在所述压力调节器下游的卸压阀, 其中如果所述控制器检测到所述卸压阀的排气, 则计算所述自适应控制项以降低所述压力调节器下游的压力。

[0018] 方案 9. 根据方案 1 所述的系统, 其中所述压力调节器、所述压力传感器、所述压力开关和所述控制器被用在氢储存系统中。

[0019] 方案 10. 根据方案 9 所述的系统, 其中所述氢储存系统被用来对汽车燃料电池提供氢气。

[0020] 方案 11. 一种用于对燃料电池提供氢气的氢储存系统, 所述氢储存系统包括 :

[0021] 一个或多个压力容器, 所述一个或多个压力容器用于储存氢气 ;

[0022] 压力调节器, 所述压力调节器用于将氢气从容器压力降低到设定点压力 ;

[0023] 第一压力传感器, 所述第一压力传感器在所述压力调节器的上游, 用于测量所述容器压力 ;

[0024] 第二压力传感器, 所述第二压力传感器用于测量所述压力调节器下游的压力 ;

[0025] 压力开关, 所述压力开关用于确定所述压力调节器下游的压力是高于还是低于所述设定点压力 ; 以及

[0026] 控制器, 响应于来自所述第一压力传感器、所述第二压力传感器和所述压力开关的信号, 所述控制器被配置成控制所述压力调节器, 使得所述压力调节器下游的压力寻求达到所述设定点压力, 并且使得所述压力开关的接通时段和断开时段平衡。

[0027] 方案 12. 根据方案 11 所述的氢储存系统, 其中所述控制器被配置成使用反馈控制项、前馈控制项和自适应控制项的组合来控制所述压力调节器, 其中所述反馈控制项是基于所述设定点压力和来自所述第二压力传感器的信号之间的差, 所述前馈项是基于来自

所述第一压力传感器的信号和通过所述压力调节器的气体的流率,并且所述自适应控制项是基于所述压力开关的接通时段和断开时段之间的差。

[0028] 方案 13. 根据方案 12 所述的氢储存系统,其中所述控制器还被配置成:检测所述压力开关的大于预定阈值的接通时段或断开时段;以及根据大于所述预定阈值的所述接通时段或断开时段来确定来自所述第二压力传感器的信号是不准确的。

[0029] 方案 14. 根据权利要 13 所述的氢储存系统,其中所述控制器被配置成基于大于所述预定阈值的接通时段或断开时段来计算所述自适应控制项,使得所述压力调节器下游的压力恢复到所述设定点压力。

[0030] 方案 15. 一种用于控制气体储存系统中压力调节器的方法,所述方法包括:

[0031] 测量所述压力调节器下游的气体压力;

[0032] 基于所述压力调节器下游的气体压力和设定点压力之间的差来计算反馈控制项;

[0033] 测量所述压力调节器上游的气体压力和气体流率需求;

[0034] 基于所述压力调节器上游的气体压力和所述气体流率需求来计算前馈控制项;

[0035] 评估压力开关的接通时段和断开时段,其中所述断开时段指示所述压力调节器下游的气体压力高于所述设定点压力,并且所述接通时段指示所述压力调节器下游的气体压力低于所述设定点压力;

[0036] 基于所述接通时段和所述断开时段之间的差来计算自适应控制项;以及

[0037] 合并并使用所述反馈控制项、所述前馈控制项和所述自适应控制项来控制所述压力调节器。

[0038] 方案 16. 根据方案 15 所述的方法,其中所述自适应控制项被计算,使得所述接通时段和所述断开时段平衡。

[0039] 方案 17. 根据方案 15 所述的方法,进一步包括:

[0040] 确定是否已经历了大于预定阈值的接通时段或断开时段;

[0041] 如果已经历了大于所述预定阈值的接通时段或断开时段,则计算自适应控制项,所述自适应控制项将使所述压力调节器下游的气体压力恢复到所述设定点压力;以及

[0042] 如果已经历了大于所述预定阈值的接通时段或断开时段,则合并并使用所述前馈控制项和所述自适应控制项来控制所述压力调节器。

[0043] 方案 18. 根据方案 17 所述的方法,进一步包括:确定测量出的所述压力调节器下游的气体压力是不准确的;以及在控制器中设置诊断故障代码。

[0044] 方案 19. 根据方案 15 所述的方法,进一步包括:确定所述压力调节器下游的卸压阀的排气是否已经发生;以及如果所述压力调节器下游的卸压阀的排气已经发生,则计算自适应控制项,所述自适应控制项将降低所述压力调节器下游的气体压力。

[0045] 方案 20. 根据方案 15 所述的方法,其中所述气体储存系统是用于汽车燃料电池的氢储存系统。

[0046] 本发明的另外的特征将从结合附图所作出的下列描述和所附权利要求变得明显。

附图说明

[0047] 图 1 是用于燃料电池的氢储存系统的示意图,其中压力开关和压力传感器被用来

自适应地控制电子压力调节器。

[0048] 图 2A 是示出了在正常运行期间氢储存系统中的压力调节器下游的压力状况的图形。

[0049] 图 2B 是示出了在压力传感器已经经历了故障的情况下氢储存系统中的压力调节器下游的压力状况的图形。

[0050] 图 3 是控制模块的框图,该控制模块能够用在控制器中用以控制氢储存系统中的电子压力调节器。

[0051] 图 4 是用于使用来自压力传感器和压力开关的信号自适应地控制电子压力调节器的方法的流程图。

具体实施方式

[0052] 对涉及在控制气体储存系统中压力的自适应方法中使用压力开关的本发明的实施例的下列讨论实际上仅仅是示例性的,并且决不旨在限制本发明或其应用或使用。例如,接下来的讨论大部分针对用于汽车燃料电池的氢储存系统,但是所公开的方法和机械化同样适用于任何压力调节气体储存系统。

[0053] 燃料电池能够被设计为使用多种燃料,但是被开发用于大多数汽车应用的燃料电池使用氢气作为燃料。这样的燃料电池需要通常由氢存储系统提供的可靠的氢气源。

[0054] 图 1 是用于燃料电池 130 的氢储存系统 100 的示意图。压力容器 102 存储在高压下的氢气,例如,当容器 102 被充满时在 600–800 巴范围内。能够使用比氢储存系统 100 中所示出的三个更多或更少的压力容器 102。填充口(未示出)被用来从外部供给装置填充容器 102。切断阀 108 位于压力容器 102 中的每一个的紧下游。在整个本公开中所使用的术语“上游”和“下游”是相对于从压力容器 102 到燃料电池 130 的流向而言,其中压力容器 102 是上游,并且燃料电池 130 是下游。压力传感器 110 测量切断阀 108 和压力调节器 112 之间的氢压力。压力调节器 112 被用来将氢气的压力从容器 102 的高压降低到接近燃料电池 130 所需压力的较低压力。

[0055] 压力传感器 114 测量调节器 112 下游的氢压力。位于燃料电池 130 中的第二压力调节器 118 被用来将氢气压力降低到燃料电池 130 所需的通常小于 3 巴的低压。燃料供给线 120 将氢储存系统 100 连接到燃料电池 130。控制器 122——与阀 108、传感器 110 和 114、调节器 112 和 118、以及燃料电池 130 通讯——能够被用来监测氢储存系统 100 和燃料电池 130 中的状况,并且控制氢储存系统 100 内的各种操作,如下文将讨论的。为简便起见,省略了燃料电池 130 的构件的细节,也省略了氢储存系统 100 各过滤器、止回阀、以及其它构件。

[0056] 为了确保进入压力调节器 118 的气体压力不过度,可以使用卸压阀 124。卸压阀 124 被设计用以在如下情况下打开:如果在其进口处气体的压力(等同于压力调节器 118 进口处的压力)大于预定阈值,该预定阈值通常稍高于调节器 118 处的预期进口压力。作为一个实例,系统 100 可被设计成使得传感器 114 处(压力调节器 112 的出口,以及压力调节器 118 的进口)的压力是约 10 巴。为了提供另外的冗余措施,也常常使用压力调节器 112 下游的第二压力传感器(未示出)。调节器 112 下游的第二压力传感器,如果被使用,则独立于压力传感器 114,提供系统 100 中那个点处的压力测量值以验证状况如预期的那样。

[0057] 为了避免调节器 112 下游的第二压力传感器的增加的成本和复杂性,建议结合压力传感器 114 使用压力开关 126,以使用将在下文详细地描述的方法来验证调节器 112 和调节器 118 之间的气体压力。压力开关 126 具有典型的设计,其中每当其经历的压力高于开关设定点压力时,开关 126 提供“断开(off)”信号,并且每当其经历的压力低于开关设定点压力时,开关 126 提供“接通(on)”信号。压力开关 126 将接通信号和断开信号提供给控制器 122。

[0058] 使用压力开关 126 代替第二压力传感器有一些原因。第一,压力开关 126 的成本小于压力传感器。第二,压力开关 126 的安装比第二压力传感器的安装简单,因为开关 126 需要较少的电线。第三,采用压力开关 126,在控制器 122 处不需要模数信号转换器。最后,压力开关 126 的简单的接通 / 断开数字信号对电磁干扰的敏感程度小于来自压力传感器的模拟信号。

[0059] 如上所讨论的,压力调节器 112 必须将氢气压力从进口压力降低到约 10 巴的出口压力,该进口压力可以高达 600-800 巴。然而,当容器 102 几近变空时,压力调节器 112 的进口处的压力仅为 30-40 巴。因此,压力调节器 112 必须在大范围进口压力下提供可靠的出口压力。为了满足该苛刻的要求,压力调节器 112 可以是电子控制的模型而非机械调节器。电子控制的压力调节器在为调节器(在这种情况下是压力调节器 112)定义了控制参数的算法中使用压力和流量数据信号。

[0060] 为了使用压力开关 126 代替系统 100 中的第二压力传感器,需要用于控制调节器 112 的自适应控制算法。特别地,目的是使用开关 126 的接通 / 断开循环作为伪压力读数,如将在下文讨论的。

[0061] 图 2A 是示出了在正常运行中的压力调节器 112 下游的压力状况的图形 140。在图形 140 上,横轴 142 表示时间,并且纵轴 144 表示压力和压力开关 126 的逻辑接通 / 断开信号。曲线 146 限定了压力调节器 112 下游的实际压力,只要压力传感器 114 正常运行,该曲线就匹配来自压力传感器 114 的读数。曲线 146 在压力设定点线 148 附近振荡,该压力设定点线能够在 10 巴的值处,如先前所提及的。线 150 和 152 分别表示压力调节器 112 下游位置处的上容许压力界限和下容许压力界限。曲线 146 在压力设定点线 148 的上方和下方振荡是由于如下原因所引起:响应于燃料电池 130 对氢气的消耗,控制器 122 调节压力调节器 112。下面将详细地讨论这一点。

[0062] 阶梯线 154 事实上不是压力值或读数,而是来自压力开关 126 的接通 / 断开信号。每当曲线 146 在设定点线 148 的上方时,线 154 具有“断开”值,如线 154 的分段 156 所示。类似地,每当曲线 146 在设定点线 148 的下方时,线 154 具有“接通”值,如线 154 的分段 158 所示。在描绘了相当稳定状态情况(其中,容器 102 中的压力或燃料电池 130 的氢需求均不快速变化)的图形 140 上能够看到的是,线 154 的每一个接通循环具有与每个断开循环大致相同的持续时间。这是设计使然并且借助在控制器 122 中所使用的将在下文讨论的控制方法完成。

[0063] 图 2B 是示出了在压力传感器 114 已经经历了故障的情况下压力调节器 112 下游的压力状况的图形 170。在图形 170 上,曲线 146 仍表示压力调节器 112 下游的实际压力,并且线 154 仍表示来自压力开关 126 的接通 / 断开信号。然而,在图形 170 上,曲线 146 不再与来自压力传感器 114 的读数相同。考虑到的是,在图形 170 上所示的情况下,压力传感

器 114 已经经历了某种故障并且正在发送不准确的读数。在这种情况下,例如,传感器 114 的读数过低,因此(如曲线 146 所示的)实际压力高于(由线 148 所指示的)设定点压力。当(借助如下文所讨论的开关的过长断开时间)检测到这种情况时,控制器 122 使自己适应于确保不容许实际压力维持太高。

[0064] 在上述情况下,控制器 122 能够使用由压力开关 126 提供的另外的反馈来补偿来自传感器 114 的不准确的读数,并且使实际压力回到设定点。能够观察到的是,线 154 的“断开”时间在图形 170 的左侧过多。这是因为压力调节器 112 下游的实际压力在设定点线 148 的上方,如通过曲线 146 所示。当在给定容器压力和燃料电池流率状况的情况下控制器 122 检测到开关 126 保持断开比预期的时间久时,控制器 122 能够确定来自传感器 114 的读数肯定是不准确的。在那时,控制器 122 将减小经过压力调节器 112 的流量,使得实际压力下降直至开关 126 合上为止,此时,控制器 122 将根据在传感器 114 中出现故障之前使用的占空比来恢复压力调节器 112 的运行。一旦控制器 122 忽略来自传感器 114 的信号,曲线 146 就恢复到在设定点线 148 附近的正常振荡,并且线 154 恢复到相等的接通 / 断开循环时间,如靠近图形 170 的右侧所看到的。

[0065] 控制器 122 也能够直接检测压力传感器 114 中的硬故障(hard default),该硬故障诸如对地短路或对电压短路(a short to voltage)。在已知压力传感器 114 处于故障状态或来自传感器 114 的信号根本不可用的情况下,控制器 122 忽略那个输入源,使用前馈控制路径来控制压力调节器 112 的运行,并且必要时使本身适应于使接通时段和断开时段平衡。

[0066] 图 3 是控制模块 200 的框图,该控制模块能够用在控制器 122 中以电子地控制压力调节器 112。控制模块 200 在此被描述为仅是控制器 122 的一部分,因为控制器 122 能够用于其它目的,所述其它目的诸如监测容器 102 中的压力、如果必要关闭切断阀 108 等。在框 202 处提供设定点压力。设定点压力是来自压力调节器 112 的诸如 10 巴的目标输出压力。来自压力传感器 114 的信号在线 204 上被提供给求和点 206,在该求和点处从来自框 202 的设定点压力中减去该信号。来自求和点 206 的压力误差信号被提供给前馈 / 反馈控制模块 208。

[0067] 前馈 / 反馈控制模块 208 使用传统的前馈和反馈控制方法来控制压力调节器 112 的运行。来自求和点 206 的压力误差信号被用于反馈控制项。前馈控制项基于如下方面建立:由线 210 上的来自压力传感器 110 的信号所提供的容器 102 中的压力;以及借助线 212 上的信号的来自燃料电池 130 的氢气需求。氢需求能够根据在燃料供给线 120 处测量出的质量流率或体积流率、或根据基于模型的氢流量估计而确定。已知压力调节器 112 上游的气体压力和气体到燃料电池 130 的流率,前馈 / 反馈控制模块 208 能够使用查阅表来确定压力调节器 112 的将满足该需求的名义设定值。该名义设定值是前馈项,通过先前描述的反馈项对该前馈项进行调整。

[0068] 来自压力开关 126 的接通 / 断开信号在线 214 上提供给自适应控制模块 216。自适应控制模块 216 在压力调节器 112 的控制中执行一些功能。第一,在正常运行期间,自适应控制模块 216 监测开关 126 的接通时段和断开时段,目的是使接通时间和断开时间平衡。例如,如果自适应控制模块 216 确定断开时段比接通时段长,则模块 216 提供信号给求和点 218 以降低压力,试图使接通时段和断开时段如图 2A 上所示那样平衡。求和点 218 的输出

经过放大器 220, 并且该信号被用来控制压力调节器 112。

[0069] 自适应控制模块 216 的第二个功能是检测压力传感器 114 中的潜在故障。如先前所讨论的, 在线 210 上的供给压力和线 212 上的氢需求不显著变化的稳态条件下, 控制模块 200 应该已经建立了压力调节器 112 的运行控制, 因而开关 126 的接通时段和断开时段是平衡的。在这些稳态条件下, 如果检测到过长的接通时段或断开时段, 则自适应控制模块 216 能够在通道 222 上提供如下通知给前馈 / 反馈控制模块 208: 压力传感器 114 可能已经经历了故障。预定阈值能够用来识别过长的接通时段或断开时段。该预定阈值能够以诸如一定的秒数的绝对项定义, 或它能够相对于的新近的名义接通时段和断开时段而定义, 诸如 200% 或两倍长。这些阈值的值仅仅只是示例性的; 阈值能够被选择以优化性能。

[0070] 在断开时段超过阈值, 因此指示实际压力仍然大于设定点压力的情况下, 前馈 / 反馈控制模块 208 能够被配置成忽略来自求和点 206 的压力误差信号。前馈 / 反馈控制模块 208 然后将仅使用前馈项来控制压力调节器 112, 该前馈项将由来自自适应控制模块 216 的信号在求和点 218 处调整, 该信号最初将需要补偿过长的断开时段。氢储存系统 100 能够继续以该模式运行, 但是它将因缺少基于压力传感器 114 的反馈控制而对瞬变不太响应。将在控制器 122 或车辆中的另一控制器中设置诊断故障代码 (DTC), 使得所有者让车辆接受维修以更换任何故障构件或修复任何故障连接。

[0071] 如果压力开关 126 失灵, 或在线 214 上来自开关 126 的信号被破坏, 则自适应控制模块 216 会在通道 122 上将此告诉前馈 / 反馈控制模块 208。这能够通过恒定的接通或断开信号或完全缺少信号而检测到。在这种情况下, 自适应控制模块 216 将不发送控制校正信号给求和点 218, 并且控制将仅通过前馈 / 反馈控制模块 208 单独建立。再一次, 将设置 DTC, 使得能够对车辆进行维修或必要时进行修理或更换。

[0072] 即使压力开关 126 失灵或其信号被破坏, 自适应控制模块 216 也能够执行另一项专门的功能。控制模块 200 可以检测卸压阀 124 处的排气来作为另一类型的指示: 来自压力传感器 114 的信号是不准确的。这能够通过使前馈 / 反馈控制模块 208 检测来自压力传感器 114 的正常正弦信号上的削顶或平顶 (clipped or flat top) 而完成。如果卸压阀 124 的排气被检测到, 则自适应控制模块 216 能够发送自适应命令给求和点 218, 其减小压力调节器 112 的开度, 从而降低调节器 112 下游的压力, 直至排气状态被排除为止。即使压力开关 126 或其信号处于故障状态并且被忽略, 这也能够完成。

[0073] 图 4 是用于使用来自压力传感器 114 和压力开关 126 的信号自适应地控制压力调节器 112 的方法的流程图 300。在框 302 处, 压力调节器 112 下游的压力由压力传感器 114 测量。在框 304 处, 将来自框 302 的测量压力与设定点压力相比较, 并且差被用来计算反馈控制项。在框 306 处, 测量供给压力或者说压力调节器 112 上游的压力、连同气体流量需求。在框 308 处, 基于供给压力和气体流量需求确定前馈控制项。在框 310 处, 使用来自压力开关 126 的信号评估接通时段和断开时段。

[0074] 在判断菱形框 312 处, 作出如下判断: 是否已经经历了过长的接通时段或断开时段, 或是否已经检测到来自压力传感器 114 的信号中的故障。如果尚未经历过长的接通时段或断开时段, 并且尚未检测到压力传感器故障, 则过程从判断菱形框 312 移至框 314, 在框 314 处, 基于最近的接通时段和断开时段之间的任何差来计算自适应控制项。如上所讨论的, 自适应控制项旨在使接通时段和断开时段平衡。在框 316 处, 反馈控制项、前馈控制

项和自适应控制项被合并并且被用来控制压力调节器 112。该过程然后环回到框 302 用于随后的压力读数。

[0075] 在判断菱形框 312 处,如果已经经历了过长的断开时段或已经检测到压力传感器 114 的硬故障,则该过程从判断菱形框 312 移至框 318。在框 318 处,自适应控制项被计算,该自适应控制项抵消任何过长的断开时段。如上所讨论的,自适应控制项在这种情况下旨在将压力调节器 112 下游的实际压力朝设定点压力恢复。如果已经经历了过长的断开时间,则这通过命令从压力调节器 112 减压而实现。最后,在框 320 处,仅前馈控制项和自适应控制项被合并并且被用来控制压力调节器 112。反馈项自此以后被忽略,因为来自压力传感器 114 的信号被认为处于故障状态。因此,该过程环回到框 306,在框 306 处,供给压力和气体流量需求再次被测量。

[0076] 使用上述自适应方法,能够使用压力开关代替第二压力传感器来控制气体储存系统中的压力调节器。压力开关的使用提供减小成本和复杂性的机会,甚至提供采用第二压力传感器不可能实现的冗余度水平和降低的 EMI 敏感度。在仍在控制压力调节器中提供所需的诊断能力(在正常条件下和在构件或连接件之一中出现故障的情况下)的同时,这些益处是可能的。

[0077] 上面的讨论仅公开并描述了本发明的示例性实施例。根据这样的讨论以及根据附图和权利要求,本领域的技术人员将容易地意识到,在不脱离如所附权利要求中所限定的本发明的精神和范围的情况下,能够在其中作出各种改变、修改和变型。

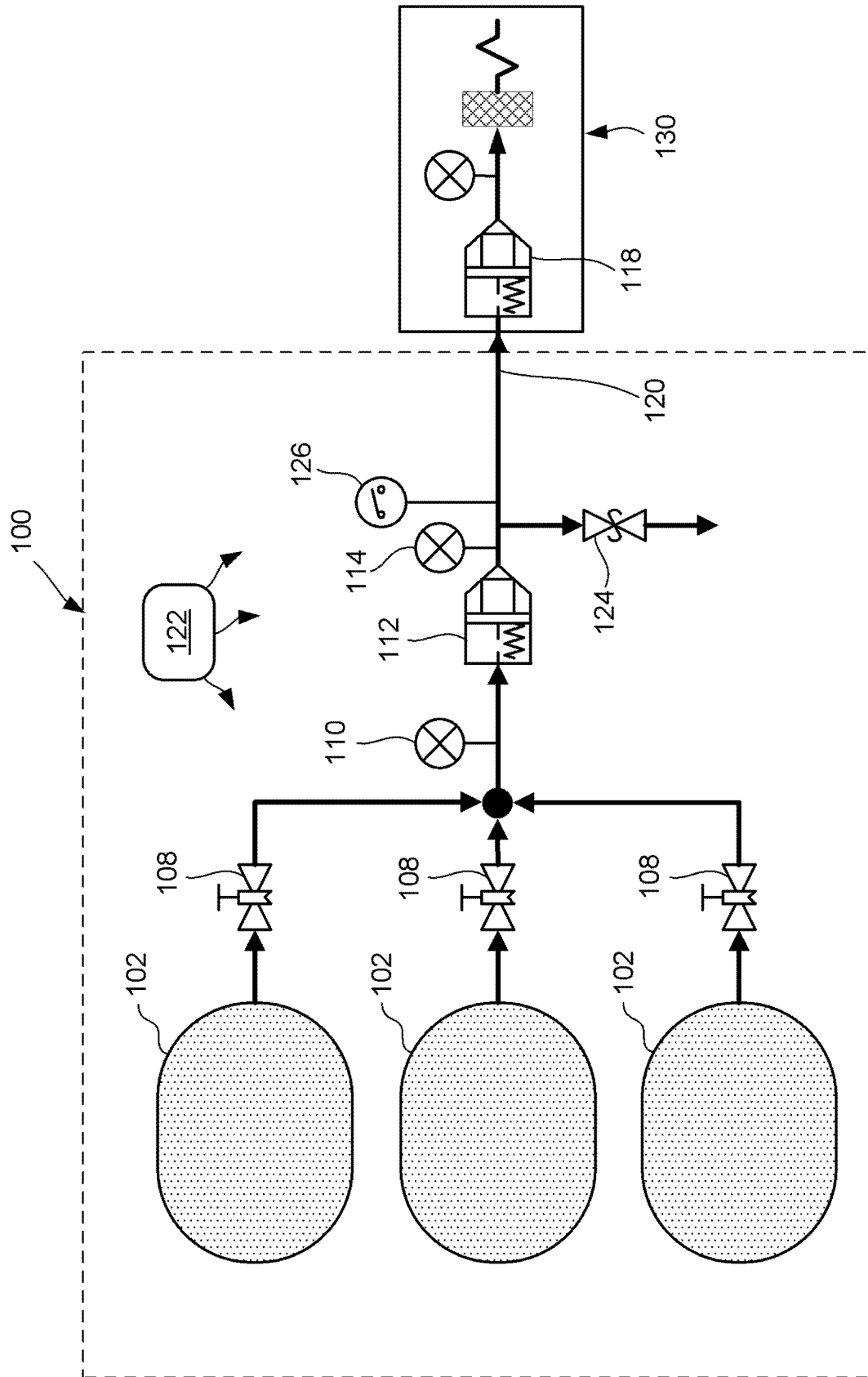


图 1

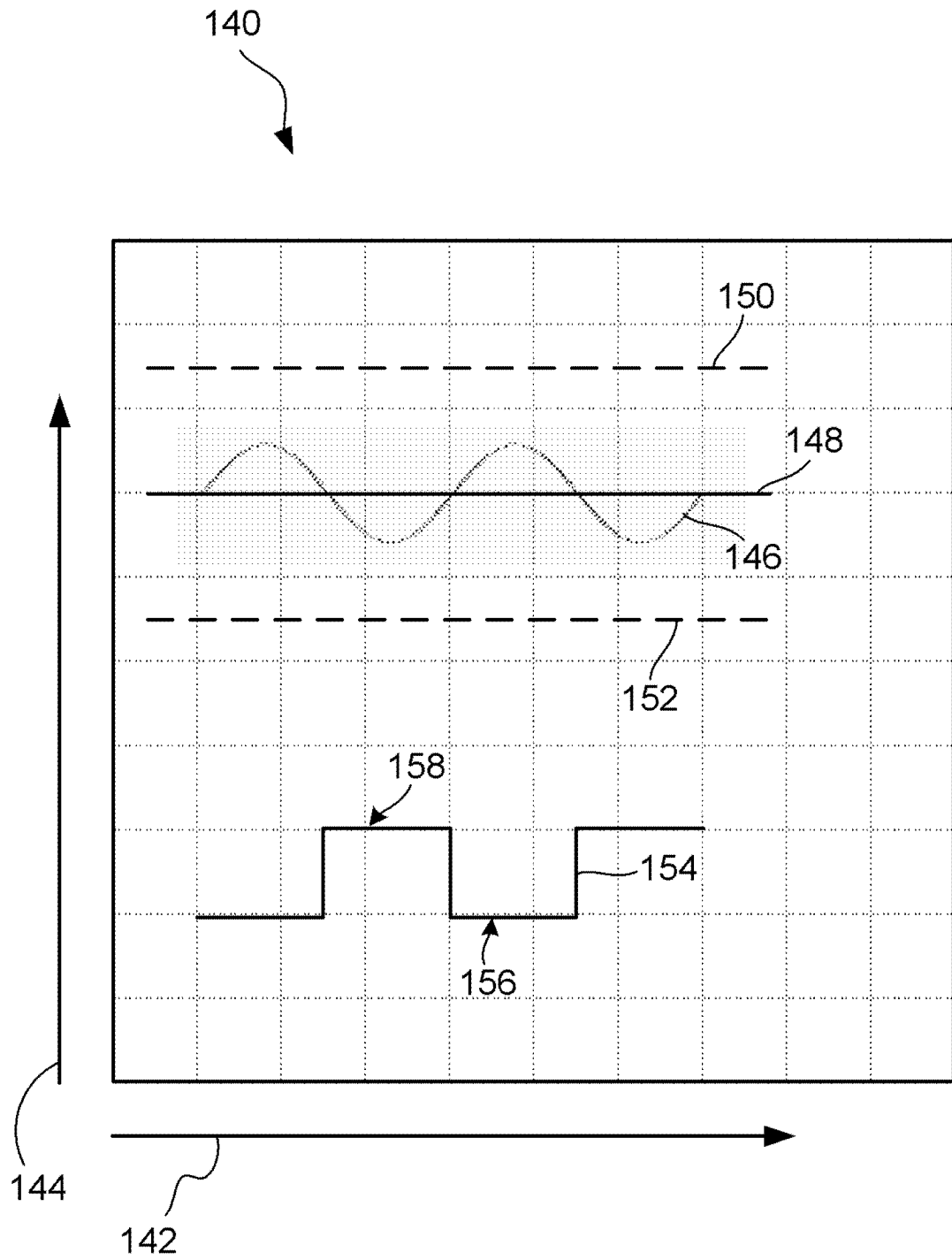


图 2A

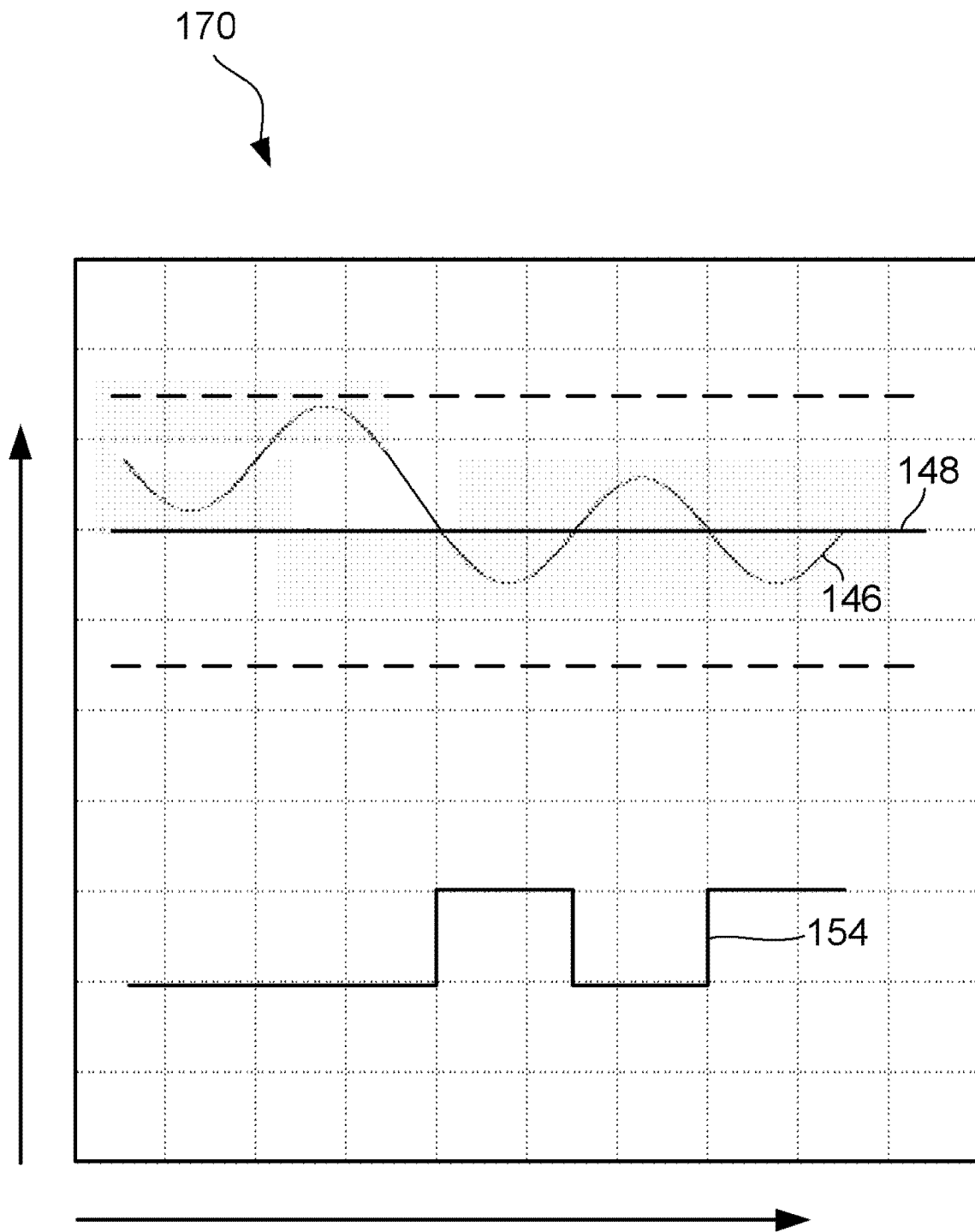


图 2B

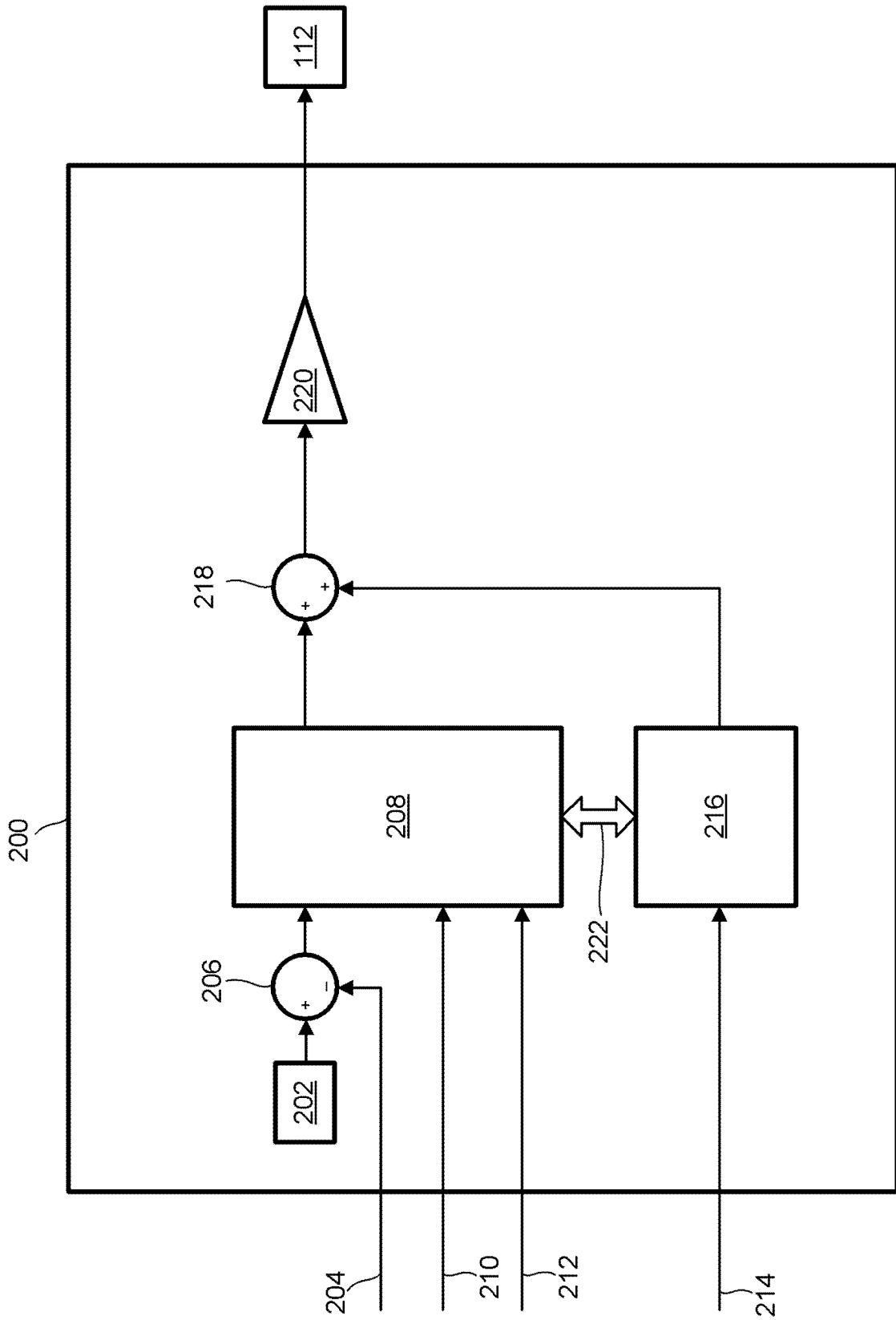


图 3

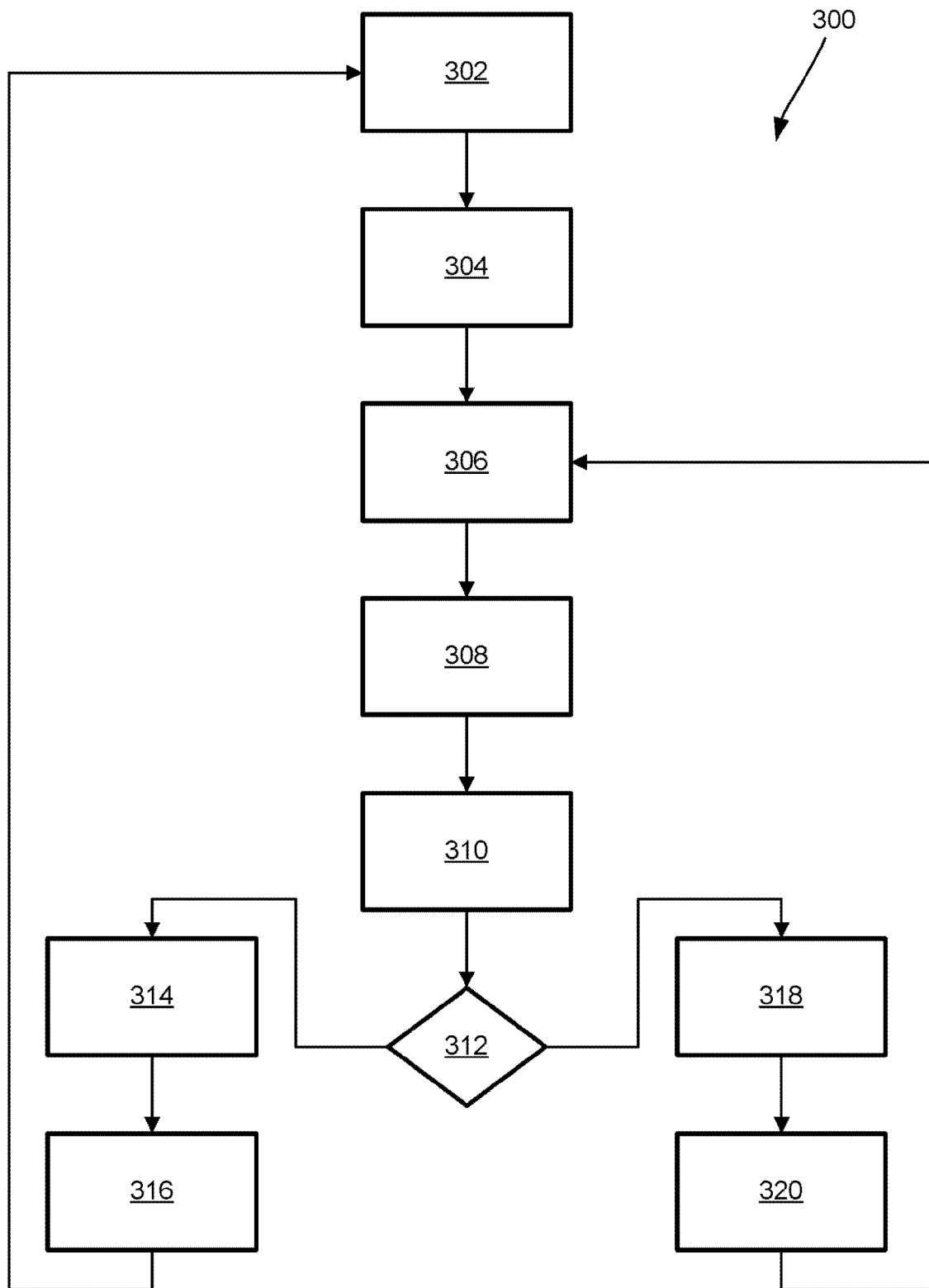


图 4