



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105041483 B

(45)授权公告日 2018.05.18

(21)申请号 201510198822.X

(22)申请日 2015.04.24

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105041483 A

(43)申请公布日 2015.11.11

(30)优先权数据  
14/261483 2014.04.25 US

(73)专利权人 通用汽车环球科技运作有限  
公司  
地址 美国密执安州

(72)发明人 B.W.莫谢罗施 H.A.达尔皮亚斯

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公  
司 72001  
代理人 姜云霞 肖日松

(51)Int.Cl.

F02D 13/06(2006.01)

F02D 11/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 104895685 A,2015.09.09,

CN 101793202 A,2010.08.04,

CN 103527330 A,2014.01.22,

CN 1400119 A,2003.03.05,

US 2011307158 A1,2011.12.15,

审查员 苗立荣

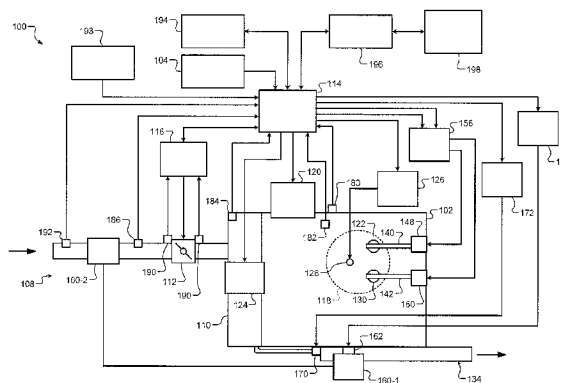
权利要求书3页 说明书13页 附图7页

(54)发明名称

汽缸再启动加燃料控制系统和方法

(57)摘要

描述了汽缸再启动加燃料控制系统和方法。汽缸控制模块选择性地启动和停用发动机的汽缸的进气门和排气门。燃料控制模块在汽缸的进气门和排气门被停用时禁用汽缸的加燃料,并且在汽缸的进气门和排气门在被停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整来调整汽缸的加燃料。



1. 一种发动机控制系统,包括:

汽缸控制模块,所述汽缸控制模块选择性地启动和停用发动机的汽缸的进气门和排气门;以及

燃料控制模块,所述燃料控制模块在所述汽缸的所述进气门和排气门被停用时禁用所述汽缸的加燃料,并且在所述汽缸的所述进气门和排气门在被停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整来调整所述汽缸的加燃料,用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整基于由基于预定再启动加燃料调整的调整而产生的排气的的一个或多个成分来确定。

2. 如权利要求1所述的发动机控制系统,其中所述燃料控制模块:

确定用于所述汽缸的第一目标等值比;

当所述汽缸的所述进气门和排气门在被停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于所述第一目标等值比和设置用于所述汽缸的所述预定再启动加燃料调整来产生用于所述汽缸的第二目标等值比;以及

基于所述第二目标等值比来为所述汽缸加燃料。

3. 如权利要求2所述的发动机控制系统,其中当所述进气门和排气门在被启动持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,所述燃料控制模块将用于所述汽缸的所述第二目标等值比设置为等于所述第一目标等值比。

4. 一种加燃料调整确定系统,包括:

如权利要求1所述的发动机控制系统;以及

调整确定模块,所述调整确定模块:

在所述汽缸的所述进气门和排气门的第一停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

基于第一预定值调整所述汽缸的加燃料;

基于所述第一预定值确定所述调整产生的排气的至少一个成分的第一量;

在所述汽缸的所述进气门和排气门的第二停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

基于第二预定值调整所述汽缸的加燃料;

基于所述第二预定值确定所述调整产生的排气的所述至少一个成分的第二量;以及

基于第一预定值和第二预定值中的一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

5. 如权利要求4所述的加燃料调整确定系统,其中所述调整确定模块进一步:

基于所述排气的所述至少一个成分的第一量和第二量来选择第一预定值和第二预定值中的一个;以及

基于第一预定值和第二预定值中的选定一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

6. 如权利要求5所述的加燃料调整确定系统,其中所述排气的所述至少一个成分包括二氧化碳,以及

其中当所述第一量大于所述第二量时,所述调整确定模块选择所述第一预定值。

7. 如权利要求6所述的加燃料调整确定系统,其中当所述第二量大于所述第一量时,所

述调整确定模块选择所述第二预定值。

8. 如权利要求5所述的加燃料调整确定系统,其中所述排气的所述至少一个成分包括一氧化碳和氧气,以及

其中当所述第一量小于所述第二量时,所述调整确定模块选择所述第一预定值。

9. 如权利要求8所述的加燃料调整确定系统,其中当所述第二量小于所述第一量时,所述调整确定模块选择所述第二预定值。

10. 如权利要求5所述的加燃料调整确定系统,其中所述调整确定模块进一步:

在所述汽缸的所述进气门和排气门的第三停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

基于第三预定值调整所述汽缸的加燃料;

基于所述第三预定值确定所述调整产生的排气的所述至少一个成分的第三量;

基于所述排气的所述至少一个成分的第一量、第二量和第三量来选择第一预定值、第二预定值和第三预定值中的一个;以及

基于第一预定值、第二预定值和第三预定值中的选定一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

11. 一种发动机控制方法,包括:

选择性地启动和停用发动机的汽缸的进气门和排气门;

当所述汽缸的所述进气门和排气门被停用时禁用所述汽缸的加燃料;

在所述进气门和排气门被停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后启动所述汽缸的所述进气门和排气门;以及

当所述汽缸的所述进气门和排气门在被停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整来调整所述汽缸的加燃料,用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整基于由基于预定再启动加燃料调整的调整而产生的排气的的一个或多个成分来确定。

12. 如权利要求11所述的发动机控制方法,其进一步包括:

确定用于所述汽缸的第一目标等值比;

当所述汽缸的所述进气门和排气门在被停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于所述第一目标等值比和设置用于所述汽缸的所述预定再启动加燃料调整来产生用于所述汽缸的第二目标等值比;以及

基于所述第二目标等值比来为所述汽缸加燃料。

13. 如权利要求12所述的发动机控制方法,其进一步包括:当所述进气门和排气门在被启动持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,将用于所述汽缸的所述第二目标等值比设置为等于所述第一目标等值比。

14. 如权利要求11所述的发动机控制方法,其进一步包括:

在所述汽缸的所述进气门和排气门的第一停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

基于第一预定值调整所述汽缸的加燃料;

基于所述第一预定值确定所述调整产生的排气的至少一个成分的第一量;

在所述汽缸的所述进气门和排气门的第二停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之

后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

基于第二预定值调整所述汽缸的加燃料;

基于所述第二预定值确定所述调整产生的排气的所述至少一个成分的第二量;以及

基于第一预定值和第二预定值中的一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

15. 如权利要求14所述的发动机控制方法,其进一步包括:

基于所述排气的所述至少一个成分的第一量和第二量来选择第一预定值和第二预定值中的一个;以及

基于第一预定值和第二预定值中的选定一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

16. 如权利要求15所述的发动机控制方法,其中所述排气的所述至少一个成分包括二氧化碳,并且所述发动机控制方法进一步包括:

当所述第一量大于所述第二量时选择所述第一预定值。

17. 如权利要求16所述的发动机控制方法,其进一步包括:当所述第二量大于所述第一量时选择所述第二预定值。

18. 如权利要求15所述的发动机控制方法,其中所述排气的所述至少一个成分包括一氧化碳和氧气,并且所述发动机控制方法进一步包括:

当所述第一量小于所述第二量时选择所述第一预定值。

19. 如权利要求18所述的发动机控制方法,其进一步包括:当所述第二量小于所述第一量时选择所述第二预定值。

20. 如权利要求15所述的发动机控制方法,其进一步包括:

在所述汽缸的所述进气门和排气门的第三停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

基于第三预定值调整所述汽缸的加燃料;

基于所述第三预定值确定所述调整产生的排气的所述至少一个成分的第三量;

基于所述排气的所述至少一个成分的第一量、第二量和第三量来选择第一预定值、第二预定值和第三预定值中的一个;以及

基于所述第一预定值、第二预定值和第三预定值中的选定一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

## 汽缸再启动加燃料控制系统和方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及内燃发动机,并且更具体来说,涉及燃料控制系统和方法。

### 背景技术

[0002] 此处所提供的背景技术描述的目的在于从总体上介绍本公开的背景。当前提及的发明人的工作——以在此背景技术部分中所描述的为限——以及在提交时否则可能不构成现有技术的该描述的各方面,既不明示地也不默示地被承认为是针对本公开的现有技术。

[0003] 内燃发动机在汽缸内燃烧空气与燃料混合物以驱动活塞,这产生驱动扭矩。在一些类型的发动机中,进入发动机的空气流可以通过节气门来调节。节气门可以调整节气门面积,这增加或减少进入发动机的空气流。当节气门面积增加时,进入发动机的空气流增加。燃料控制系统调整燃料被喷射的速率从而将所需的空气/燃料混合物提供到汽缸和/或实现所需的扭矩输出。增加提供到汽缸的空气与燃料的量增加发动机的扭矩输出。

[0004] 在一些情况下,可以停用发动机的一个或多个汽缸。发动机的停用可以包括停用汽缸的进气门的打开和关闭以及暂停汽缸的加燃料。当在停用一个或多个汽缸时发动机可以产生所请求的扭矩量时,可以停用一个或汽缸以便例如减少燃料消耗。

### 发明内容

[0005] 在一个特征中,描述一种发动机控制系统。汽缸控制模块选择性地启动和停用发动机的汽缸的进气门和排气门。燃料控制模块在汽缸的进气门和排气门被停用时禁用汽缸的加燃料,并且在汽缸的进气门和排气门在被停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整来调整汽缸的加燃料。

[0006] 在其他特征中,燃料控制模块:确定用于汽缸的第一目标等值比;当汽缸的进气门和排气门在被停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于第一目标等值比和设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整来产生用于汽缸的第二目标等值比;以及基于第二目标等值比来为汽缸加燃料。

[0007] 仍在其他特征中,当进气门和排气门在被启动持续汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,燃料控制模块将用于汽缸的第二目标等值比设置为等于第一目标等值比。

[0008] 又在其他特征中,加燃料调整确定系统包括:发动机控制系统;以及调整确定模块。调整确定模块:在汽缸的进气门和排气门的第一停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动汽缸的进气门和排气门;基于第一预定值调整汽缸的加燃料;基于第一预定值确定调整产生的排气的至少一个成分的第一量;在汽缸的进气门和排气门的第二停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动汽缸的进气门和排气门;基于第二预定值调整汽缸的加燃料;基于第二预定值确定调整产生的排气的至少一个成分的第二量;以及基于第一和第二预定值中的一个来设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0009] 在其他特征中,调整确定模块进一步:基于排气的至少一个成分的第一和第二量

来选择第一和第二预定值中的一个;以及基于第一和第二预定值中的选定一个来设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0010] 仍在其他特征中,排气的至少一个成分包括二氧化碳,并且当第一量大于第二量时,调整确定模块选择第一预定值。

[0011] 又在其他特征中,当第二量大于第一量时,调整确定模块选择第二预定值。

[0012] 又在其他特征中,排气的至少一个成分包括一氧化碳和氧气,并且当第一量小于第二量时,调整确定模块选择第一预定值。

[0013] 在其他特征中,当第二量小于第一量时,调整确定模块选择第二预定值。

[0014] 仍在其他特征中,调整确定模块进一步:在汽缸的进气门和排气门的第三停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动汽缸的进气门和排气门;基于第三预定值调整汽缸的加燃料;基于第三预定值确定调整产生的排气的至少一个成分的第三量;基于排气的至少一个成分的第一、第二和第三量来选择第一、第二和第三预定值中的一个;以及基于第一、第二和第三预定值中的选定一个来设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0015] 在一个特征中,发动机控制方法包括:选择性地启动和停用发动机的汽缸的进气门和排气门;当汽缸的进气门和排气门被停用时禁用汽缸的加燃料;在进气门和排气门被停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后启动汽缸的进气门和排气门;当汽缸的进气门和排气门在被停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整来调整汽缸的加燃料。

[0016] 在其他特征中,发动机控制方法进一步包括:确定用于汽缸的第一目标等值比;当汽缸的进气门和排气门在被停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于第一目标等值比和设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整来产生用于汽缸的第二目标等值比;以及基于第二目标等值比来为汽缸加燃料。

[0017] 仍在其他特征中,发动机控制方法进一步包括:当进气门和排气门在被启动持续汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,将用于汽缸的第二目标等值比设置为等于第一目标等值比。

[0018] 又在其他特征中,发动机控制方法进一步包括:在汽缸的进气门和排气门的第一停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动汽缸的进气门和排气门;基于第一预定值调整汽缸的加燃料;基于第一预定值确定调整产生的排气的至少一个成分的第一量;在汽缸的进气门和排气门的第二停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动汽缸的进气门和排气门;基于第二预定值调整汽缸的加燃料;基于第二预定值确定调整产生的排气的至少一个成分的第二量;以及基于第一和第二预定值中的一个来设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0019] 在其他特征中,发动机控制方法进一步包括:基于排气的至少一个成分的第一和第二量来选择第一和第二预定值中的一个;以及基于第一和第二预定值中的选定一个来设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0020] 又在其他特征中,排气的至少一个成分包括二氧化碳,并且发动机控制方法进一步包括:当第一量大于第二量时选择第一预定值。

[0021] 仍在其他特征中,发动机控制方法进一步包括:当第二量大于第一量时选择第二预定值。

[0022] 在其他特征中,排气的至少一个成分包括一氧化碳和氧气,并且发动机控制方法进一步包括:当第一量小于第二量时选择第一预定值。

[0023] 仍在其他特征中,发动机控制方法进一步包括:当第二量小于第一量时选择第二预定值。

[0024] 又在其他特征中,发动机控制方法进一步包括:在汽缸的进气门和排气门的第三停用持续汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动汽缸的进气门和排气门;基于第三预定值调整汽缸的加燃料;基于第三预定值确定调整产生的排气的至少一个成分的第三量;基于排气的至少一个成分的第一、第二和第三量来选择第一、第二和第三预定值中的一个;以及基于第一、第二和第三预定值中的选定一个来设置用于汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0025] 本发明包括以下方案:

[0026] 1. 一种发动机控制系统,包括:

[0027] 汽缸控制模块,所述汽缸控制模块选择性地启动和停用发动机的汽缸的进气门和排气门;以及

[0028] 燃料控制模块,所述燃料控制模块在所述汽缸的所述进气门和排气门被停用时禁用所述汽缸的加燃料,并且在所述汽缸的所述进气门和排气门在被停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整来调整所述汽缸的加燃料。

[0029] 2. 如方案1所述的发动机控制系统,其中所述燃料控制模块:

[0030] 确定用于所述汽缸的第一目标等值比;

[0031] 当所述汽缸的所述进气门和排气门在被停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于所述第一目标等值比和设置用于所述汽缸的所述预定再启动加燃料调整来产生用于所述汽缸的第二目标等值比;以及

[0032] 基于所述第二目标等值比来为所述汽缸加燃料。

[0033] 3. 如方案2所述的发动机控制系统,其中当所述进气门和排气门在被启动持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,所述燃料控制模块将用于所述汽缸的所述第二目标等值比设置为等于所述第一目标等值比。

[0034] 4. 一种加燃料调整确定系统,包括:

[0035] 如方案1所述的发动机控制系统;以及

[0036] 调整确定模块,所述调整确定模块:

[0037] 在所述汽缸的所述进气门和排气门的第一停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

[0038] 基于第一预定值调整所述汽缸的加燃料;

[0039] 基于所述第一预定值确定所述调整产生的排气的至少一个成分的第一量;

[0040] 在所述汽缸的所述进气门和排气门的第二停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

[0041] 基于第二预定值调整所述汽缸的加燃料;

[0042] 基于所述第二预定值确定所述调整产生的排气的所述至少一个成分的第二量;以及

[0043] 基于第一预定值和第二预定值中的一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃

料调整。

[0044] 5. 如权利要求4所述的加燃料调整确定系统,其中所述调整确定模块进一步:

[0045] 基于所述排气的所述至少一个成分的第一量和第二量来选择第一预定值和第二预定值中的一个;以及

[0046] 基于第一预定值和第二预定值中的选定一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0047] 6. 如方案5所述的加燃料调整确定系统,其中所述排气的所述至少一个成分包括二氧化碳,以及

[0048] 其中当所述第一量大于所述第二量时,所述调整确定模块选择所述第一预定值。

[0049] 7. 如方案6所述的加燃料调整确定系统,其中当所述第二量大于所述第一量时,所述调整确定模块选择所述第二预定值。

[0050] 8. 如方案5所述的加燃料调整确定系统,其中所述排气的所述至少一个成分包括一氧化碳和氧气,以及

[0051] 其中当所述第一量小于所述第二量时,所述调整确定模块选择所述第一预定值。

[0052] 9. 如方案8所述的加燃料调整确定系统,其中当所述第二量小于所述第一量时,所述调整确定模块选择所述第二预定值。

[0053] 10. 如方案5所述的加燃料调整确定系统,其中所述调整确定模块进一步:

[0054] 在所述汽缸的所述进气门和排气门的第三停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

[0055] 基于第三预定值调整所述汽缸的加燃料;

[0056] 基于所述第三预定值确定所述调整产生的排气的所述至少一个成分的第三量;

[0057] 基于所述排气的所述至少一个成分的第一量、第二量和第三量来选择第一预定值、第二预定值和第三预定值中的一个;以及

[0058] 基于第一预定值、第二预定值和第三预定值中的选定一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0059] 11. 一种发动机控制方法,包括:

[0060] 选择性地启动和停用发动机的汽缸的进气门和排气门;

[0061] 当所述汽缸的所述进气门和排气门被停用时禁用所述汽缸的加燃料;

[0062] 在所述进气门和排气门被停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后启动所述汽缸的所述进气门和排气门;以及

[0063] 当所述汽缸的所述进气门和排气门在被停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整来调整所述汽缸的加燃料。

[0064] 12. 如方案11所述的发动机控制方法,其进一步包括:

[0065] 确定用于所述汽缸的第一目标等值比;

[0066] 当所述汽缸的所述进气门和排气门在被停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,基于所述第一目标等值比和设置用于所述汽缸的所述预定再启动加燃料调整来产生用于所述汽缸的第二目标等值比;以及

[0067] 基于所述第二目标等值比来为所述汽缸加燃料。



[0068] 13. 如方案12所述的发动机控制方法,其进一步包括:当所述进气门和排气门在被启动持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后被启动时,将用于所述汽缸的所述第二目标等值比设置为等于所述第一目标等值比。

[0069] 14. 如方案11所述的发动机控制方法,其进一步包括:

[0070] 在所述汽缸的所述进气门和排气门的第一停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

[0071] 基于第一预定值调整所述汽缸的加燃料;

[0072] 基于所述第一预定值确定所述调整产生的排气的至少一个成分的第一量;

[0073] 在所述汽缸的所述进气门和排气门的第二停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

[0074] 基于第二预定值调整所述汽缸的加燃料;

[0075] 基于所述第二预定值确定所述调整产生的排气的所述至少一个成分的第二量;以及

[0076] 基于第一预定值和第二预定值中的一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0077] 15. 如方案14所述的发动机控制方法,其进一步包括:

[0078] 基于所述排气的所述至少一个成分的第一量和第二量来选择第一预定值和第二预定值中的一个;以及

[0079] 基于第一预定值和第二预定值中的选定一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0080] 16. 如方案15所述的发动机控制方法,其中所述排气的所述至少一个成分包括二氧化碳,并且所述发动机控制方法进一步包括:

[0081] 当所述第一量大于所述第二量时选择所述第一预定值。

[0082] 17. 如方案16所述的发动机控制方法,其进一步包括:当所述第二量大于所述第一量时选择所述第二预定值。

[0083] 18. 如方案15所述的发动机控制方法,其中所述排气的所述至少一个成分包括一氧化碳和氧气,并且所述发动机控制方法进一步包括:

[0084] 当所述第一量小于所述第二量时选择所述第一预定值。

[0085] 19. 如方案18所述的发动机控制方法,其进一步包括:当所述第二量小于所述第一量时选择所述第二预定值。

[0086] 20. 如方案15所述的发动机控制方法,其进一步包括:

[0087] 在所述汽缸的所述进气门和排气门的第三停用持续所述汽缸的至少一个燃烧循环之后,启动所述汽缸的所述进气门和排气门;

[0088] 基于第三预定值调整所述汽缸的加燃料;

[0089] 基于所述第三预定值确定所述调整产生的排气的所述至少一个成分的第三量;

[0090] 基于所述排气的所述至少一个成分的第一量、第二量和第三量来选择第一预定值、第二预定值和第三预定值中的一个;以及

[0091] 基于所述第一预定值、第二预定值和第三预定值中的选定一个来设置用于所述汽缸的预定再启动加燃料调整。

[0092] 本公开的其他适用领域将从详细描述、权利要求以及图式变得显而易见。详细描述和具体实例仅意欲用于说明目的而非意欲限制本公开的范围。

### 附图说明

[0093] 本公开将从详细描述和附图变得更完整理解,其中:

[0094] 图1是示例性发动机系统的功能方框图;

[0095] 图2是示例性发动机控制系统的功能方框图;

[0096] 图3是示例性再启动加燃料调整确定系统的功能方框图;

[0097] 图4是由于使用各种再启动加燃料调整产生的排气中的二氧化碳的示例性图;

[0098] 图5是由于使用各种再启动加燃料调整产生的排气中的一氧化碳和氧气的组合量的示例性图;

[0099] 图6是描绘确定用于发动机的汽缸的再启动加燃料调整的示例性方法的流程图;以及

[0100] 图7是描绘当汽缸在被停用持续一个或多个燃烧循环之后被启动时基于汽缸的再启动加燃料调整来控制发动机的汽缸的加燃料的流程图。

[0101] 图中,可以重复使用参考数字以指示类似和/或相同元件。

### 具体实施方式

[0102] 内燃发动机在汽缸内燃烧空气与燃料混合物以产生扭矩。在一些情况下,发动机控制模块(ECM)可以停用发动机的一个或多个汽缸。当在停用一个或多个汽缸时发动机可以产生所请求的扭矩量时,ECM可以停用一个或汽缸以便例如减少燃料消耗。汽缸的停用可以包括停用汽缸的进气门的打开和关闭以及暂停汽缸的加燃料。

[0103] 当汽缸被停用持续一个或多个燃烧循环时,汽缸壁冷却。因此,用于在停用之后的第一燃烧循环的汽缸内的空气充量可以比先前被启动的汽缸的空气充量更冷并且更密集。此外,进入用于在停用之后的第一燃烧循环的汽缸内的气流可以与进入其他汽缸的气流不同并且可以与汽缸先前被启动的情况下进入汽缸的气流不同。因此,可以调整在汽缸被再启动时汽缸的加燃料以实现目标空气/燃料混合物并最小化废气排放。

[0104] 根据本公开,在车辆/发动机设计期间,每次再启动汽缸时使用不同的燃料调整来控制汽缸的加燃料。监控所产生的排气。基于不同的燃料调整产生的排气的的一个或多个成分来确定用于汽缸的加燃料调整。例如,可以监控二氧化碳、一氧化碳和/或氧气,并且可以选择提供最小量的二氧化碳和/或最小量的一氧化碳和氧气的加燃料调整。在发动机的操作期间,当汽缸在被停用持续一个或多个燃烧周期之后被再启动时,ECM基于对于汽缸确定的加燃料调整来调整汽缸的加燃料。

[0105] 现在参照图1,呈现示例性发动机系统100的功能方框图。车辆的发动机系统100包括基于来自驾驶员输入模块104的驾驶员输入燃烧空气/燃料混合物以产生扭矩的发动机102。空气通过进气系统108被吸入到发动机102中。进气系统108可以包括进气歧管110和节气门阀112。仅举例而言,节气门阀112可以包括具有可旋转叶片的蝶形阀。发动机控制模块(ECM)114控制节气门致动器模块116,并且节气门致动器模块116调节节气门阀112的开度以控制进入进气歧管110中的气流。

[0106] 来自进气歧管110的空气被吸入到发动机102的汽缸中。虽然发动机102包括多个汽缸,但是为了说明目的,示出单个代表性汽缸118。仅举例而言,发动机102可以包括2、3、4、5、6、8、10和/或12个汽缸。在一些情况下,ECM 114可以指示汽缸致动器模块120选择性地停用汽缸中的一个或多个(如以下进一步论述),这可以提高燃料效率。

[0107] 发动机102可以使用四冲程燃烧循环来操作。以下描述的四冲程将被称为为进气冲程、压缩冲程、燃烧冲程以及排气冲程。在曲轴(未示出)的每个旋转过程中,四个冲程中的两个在汽缸118内发生。因此,汽缸118经历所有四个冲程必需两次曲轴旋转。虽然提供四冲程发动机的实例,并且本申请也可适用于使用其他类型的发动机循环的发动机操作。

[0108] 当启动汽缸118时,来自进气歧管110的空气在进气冲程期间通过进气门122被吸入到汽缸118中。ECM 114控制调节燃料喷射以实现目标空气/燃料比的燃料致动器模块124。燃料可以在中心位置或者在多个位置(诸如靠近每个汽缸的进气门122)喷射到进气歧管110中。在各个实施(未示出)中,燃料可以直接喷射到汽缸中或者喷射到与汽缸相关的混合腔室/端口中。燃料致动器模块124可以暂停对被停用的汽缸的燃料喷射。

[0109] 在汽缸118中,喷射的燃料与空气混合并且产生空气/燃料混合物。在压缩冲程期间,汽缸118内的活塞(未示出)压缩空气/燃料混合物。发动机102可以是压缩点火发动机,在此状况下压缩导致空气/燃料混合物的点燃。或者,发动机102可以是火花点火发动机,在此状况下火花致动器模块126基于来自ECM 114的点燃空气/燃料混合物的信号来激励汽缸118中的火花塞128。一些类型的发动机(诸如匀质充量压缩点火(HCCI)发动机)可以执行压缩点火和火花点火。火花的正时可以相对于活塞位于其最顶部位置(这将称为上止点(TDC))的时间来指定。

[0110] 火花致动器模块126可以由指定在TDC之前或之后多久产生火花的正时信号来控制。因为活塞位置与曲轴旋转直接有关,所以火花致动器模块126的操作可以与曲轴的位置同步。火花致动器模块126可以暂停对被停用的汽缸的火花提供或对被停用的汽缸提供火花。

[0111] 在燃烧冲程期间,空气/燃料混合物的燃烧将活塞向下驱动,由此驱动曲轴。燃烧冲程可以被定义为活塞到达TDC与活塞返回到最底部位置(这将称为下止点(BDC))的时间之间的时间。

[0112] 在排气冲程期间,活塞开始从BDC向上移动,并且通过排气门130排出燃烧副产物。燃烧副产物通过排气系统134从车辆排出。

[0113] 进气门122可以由进气凸轮轴140控制,而排气门130可以由排气凸轮轴142控制。在各个实施中,多个进气凸轮轴(包括进气凸轮轴140)可以控制用于汽缸118的多个进气门(包括进气门122)和/或可以控制多排汽缸(包括汽缸118)的进气门(包括进气门122)。类似地,多个排气凸轮轴(包括排气凸轮轴142)可以控制用于汽缸118的多个排气门和/或可以控制用于多排汽缸(包括汽缸118)的排气门(包括排气门130)。虽然示出并且论述了基于凸轮轴的气门致动,但是可以实施无凸轮的气门致动器。

[0114] 汽缸致动器模块120可以通过使得进气门122和/或排气门130不能打开来停用汽缸118。进气门122打开的时间可以通过进气凸轮相位器148相对于活塞TDC来改变。排气门130打开的时间可以通过排气凸轮相位器150相对于活塞TDC来改变。相位器致动器模块158可以基于来自ECM 114的信号来控制进气凸轮相位器148和排气凸轮相位器150。在实施时,

可变气门升程(未示出)也可以由相位器致动器模块158来控制。在各个其他实施中,进气门122和/或排气门130可以由除凸轮轴以外的致动器来控制,诸如电子机械致动器、电动液压致动器、电磁致动器等。

[0115] 发动机系统100可以包括将增压空气提供给进气歧管110的一个或多个升压设备。例如,图1示出涡轮增压器,该涡轮增压器包括由流过排气系统134的排气驱动的涡轮160-1。涡轮增压器还包括由涡轮160-1驱动并且压缩引入节气门阀112中的空气的压缩机160-2。在各个实施中,由曲轴驱动的增压器(未示出)可以压缩来自节气门阀112的空气并且将压缩的空气传递到进气歧管110。

[0116] 废气门162可以允许排气绕开涡轮160-1,由此减少涡轮增压器的升压(进气空气压缩的量)。ECM114可以通过升压致动器模块164来控制涡轮增压器。升压致动器模块164可以通过控制废气门162的位置来调节涡轮增压器的升压。在各个实施中,多个涡轮增压器可以由升压致动器模块164来控制。涡轮增压器可以具有可变几何形状,其可以由升压致动器模块164来控制。

[0117] 中冷器(未示出)也可以耗散在压缩空气时产生的压缩空气充量中含有的热量中的一些。尽管为了说明目的展示为分开,但是涡轮160-1和压缩机160-2可以彼此机械地联接,从而将进气空气置于紧密接近热排气。压缩空气充量可以从排气系统134的部件吸收热量。

[0118] 发动机系统100可以包括选择性地将排气重新引导回进气歧管110的排气再循环(EGR)阀170。EGR阀170可以位于涡轮增压器的涡轮160-1的上游。EGR阀170可以由EGR致动器模块172来控制。

[0119] 曲轴位置可以使用曲轴位置传感器180来测量。发动机冷却液的温度可以使用发动机冷却液温度(ECT)传感器182来测量。ECT传感器182可以位于发动机102内或者在冷却液循环的其他位置,诸如散热器(未示出)。

[0120] 进气歧管110内的压力可以使用歧管绝对压力(MAP)传感器184来测量。在各个实施中,可以测量发动机真空度(其是周围空气压力与进气歧管110内的压力之间的差)。流入到进气歧管110中的空气的质量流率可以使用空气质量流量(MAF)传感器186来测量。在各个实施中,MAF传感器186可以位于壳体(也包括节气门阀112)中。

[0121] 节气门阀112的位置可以使用一个或多个节气门位置传感器(TPS)190来测量。吸入到发动机102中的空气的温度可以使用进气温度(IAT)传感器192来测量。发动机系统100还可以包括一个或多个其他传感器193。ECM 114可以使用来自传感器的信号来做出关于发动机系统100的控制决定。

[0122] ECM 114可以与变速器控制模块194通信以协调变速器(未示出)中的换档。例如,ECM 114可以在换档期间减少发动机扭矩。发动机102通过曲轴将扭矩输出到变速器(未示出)。一个或多个联接设备(诸如扭矩转换器和/或一个或多个离合器)调节变速器输入轴与曲轴之间的扭矩传递。扭矩通过齿轮在变速器输入轴与变速器输出轴之间传递。

[0123] ECM 114可以与混合控制模块196通信以协调发动机102和电动机198的操作。电动机198也可以用作发电机,并且可以用来产生电能以供车辆电气系统使用和/或以供存储在电池中。虽然仅示出和论述电动机198,但是可以实施多个电动机。在各个实施中,ECM 114、变速器控制模块194以及混合控制模块196的各种功能可以集成到一个或多个模块中。

[0124] 现在参照图2,呈现示例性发动机控制系统的功能方框图。扭矩请求模块204可以基于一个或多个驾驶者输入212(诸如加速踏板位置、制动踏板位置、巡航控制输入和/或一个或多个其他适合的驾驶者输入)确定扭矩请求208。扭矩请求模块204可以额外地或替代地基于一个或多个其他扭矩请求(诸如由ECM 114产生的扭矩请求和/或从车辆的其他模块(诸如变速器控制模块194、混合控制模块196、底盘控制模块等)接收到的扭矩请求)确定扭矩请求208。

[0125] 可以基于扭矩请求208控制一个或多个发动机致动器。例如,节气门控制模块216基于扭矩请求208确定目标节气门开度220。节气门致动器模块116基于目标节气门开度220控制节气门阀112的开度。火花控制模块224基于扭矩请求208确定目标火花正时228。火花致动器模块126基于目标火花正时228产生火花。

[0126] 燃料控制模块232基于扭矩请求208和/或一个或多个其他参数确定一个或多个目标加燃料参数236。燃料致动器模块124基于目标加燃料参数236来喷射燃料。升压控制模块240可以基于扭矩请求208确定目标升压242。升压致动器模块164可以基于目标升压242控制升压设备输出的升压。

[0127] 另外,汽缸控制模块244基于扭矩请求208确定目标汽缸启动/停用命令248。仅举例而言,汽缸控制模块244可以基于应启动以实现扭矩请求208的汽缸数量来确定目标汽缸启动/停用命令248。汽缸致动器模块120根据目标汽缸启动/停用命令248来停用有待停用的汽缸的进气门和排气门。汽缸致动器模块120允许根据目标汽缸启动/停用命令248来打开和关闭有待启动的汽缸的进气门和排气门。

[0128] 根据目标汽缸启动/停用命令248来禁用有待停用的汽缸的加燃料,并且根据目标汽缸启动/停用命令248来对有待启动的汽缸提供燃料。根据目标汽缸启动/停用命令248来对有待启动的汽缸提供火花。可以根据目标汽缸启动/停用命令248来对有待停用的汽缸提供或禁用火花。汽缸停用与燃料切断(例如,减速燃料切断)不同,因为在燃料切断期间被禁用加燃料的汽缸的进气门和排气门在燃料切断期间仍然被打开和关闭,而进气门和排气门在被停用时保持关闭。

[0129] 返回参照燃料控制模块232,燃料控制模块232可以确定用于有待在汽缸的预定点火次序中处理的汽缸的燃烧循环的目标等值比。当该汽缸根据目标汽缸启动/停用命令248将被停用时,燃料控制模块232可以将用于该汽缸的目标等值比设置为零。

[0130] 燃料控制模块232可以基于为汽缸设置的再启动加燃料调整252来调整用于汽缸的目标等值比。仅举例而言,燃料控制模块232可以将目标等值比乘以再启动加燃料调整252或者将目标等值比与再启动加燃料调整252求和以产生用于汽缸的最终目标等值比。燃料致动器模块124控制对汽缸的加燃料以实现最终目标等值比。

[0131] 调整设置模块256基于汽缸先前是否被停用来设置用于汽缸的再启动加燃料调整252。例如,当汽缸被停用持续其上一个燃烧循环并且将在下一个燃烧循环期间被启动时,调整设置模块256将用于汽缸的再启动加燃料调整252设置为对于该汽缸设置的预定再启动值。

[0132] 对于发动机102的每个汽缸确定和设置一个或多个预定再启动值。以下分别进一步论述用于汽缸的预定再启动值的确定。当汽缸在被停用持续一个或多个燃烧循环之后被再启动时,预定再启动值分别用来调整对于汽缸确定的目标等值比。

[0133] 当汽缸在其上一个燃烧循环期间被启动时,调整设置模块256可以将用于汽缸的再启动加燃料调整252设置为预定不调整值。预定不调整值被设置成使得当使用预定不调整值时再启动加燃料调整252将不会调整目标等值比。预定不调整值在其中再启动加燃料调整252与目标等值比求和的实施中可以是例如零,并且在其中再启动加燃料调整252与目标等值比相乘的实施中是一。

[0134] 现在参照图3,呈现示例性再启动加燃料调整确定系统的功能方框图。调整确定模块304分别确定用于汽缸118的预定再启动值和用于其他汽缸的预定再启动值。虽然将仅论述用于汽缸118的预定再启动值的确定,但是调整确定模块304可以类似地或同样地分别确定用于其他汽缸的预定再启动值。调整确定模块304可以例如是测力计的部件。鉴于由调整确定模块304确定预定再启动值,可以省略发动机系统100的一个或多个部件。

[0135] 调整确定模块304停用汽缸118持续至少一个燃烧循环。汽缸118的停用包括禁用进气门122和排气门130的打开以及禁用汽缸118的加燃料。汽缸118的停用还可以包括禁用火花塞128。

[0136] 当汽缸118已经被停用持续至少一个燃烧循环时,调整确定模块304启动汽缸118持续汽缸118的一个燃烧循环。调整确定模块304将用于燃烧循环的预定再启动值设置为用于预定再启动值的N个可能值中的第一值。N是大于二的整数。基于N个可能值中的第一值来调整用于燃烧循环的目标等值比以产生最终目标等值比,并且基于最终目标等值比来将燃料供应到汽缸118。

[0137] 二氧化碳传感器308测量由发动机102输出的排气中的二氧化碳。一氧化碳传感器312测量由发动机102输出的排气中的一氧化碳。氧气传感器316测量由发动机102输出的排气中的氧气。在各个实施中,可以实施测量排气中的一氧化碳与氧气的组合量的传感器。可以额外地或替代地实施碳氢化合物(HC)传感器和/或一个或多个其他适合的排气传感器。

[0138] 调整确定模块304监控当使用N个可能值中的第一值时由汽缸118的燃烧循环产生的排气的一个或多个成分。调整确定模块304存储排气的一个或多个成分的值。例如,调整确定模块304可以存储所产生的排气中的二氧化碳的量、所产生的排气中的氧气的量和/或所产生的排气中的一氧化碳的量。调整确定模块304可以将所产生的排气中的一个或多个成分与N个可能值中的第一值相关联地存储。

[0139] 在使用N个可能值中的第一值之后,调整确定模块304停用汽缸118持续至少一个燃烧循环。当汽缸118已经被停用持续至少一个燃烧循环时,调整确定模块304启动汽缸118持续汽缸118的一个燃烧循环。调整确定模块304将用于此燃烧循环的预定再启动值设置为用于预定再启动值的N个可能值中的第二值。N个可能值中的第二值与N个可能值中的第一值不同。基于N个可能值中的第二值来调整用于燃烧循环的目标等值比以产生最终目标等值比,并且基于最终目标等值比来将燃料供应到汽缸118。

[0140] 调整确定模块304监控当使用N个可能值中的第二值时由汽缸118的燃烧循环产生的排气的一个或多个成分。调整确定模块304也存储所产生的排气的一个或多个成分。调整确定模块304继续停用汽缸118持续一个或多个燃烧循环、选择N个可能值中的一个不同值、当汽缸118被再启动时基于选定的可能值来调整加燃料以及记录所产生的排气的一个或多个成分的此过程直到使用了N个可能值中的每个值。

[0141] 图4包括由于使用多个可能的再启动加燃料调整值408而产生的排气中的二氧化

碳404的量的示例性图。图5包括由于使用多个可能的再启动加燃料调整值508而产生的排气中的一氧化碳504的组合量的示例性图。在图4和图5的实例中,再启动加燃料调整值是用于其中再启动加燃料调整与目标等值比相乘的实施。然而,可以使用其他适合的再启动加燃料调整。

[0142] 当已经选择和使用N个可能值时,调整确定模块304可以将曲线拟合到所存储的值。例如,在图4和图5中基于相应存储的值来提供示例性曲线412和512。曲线可以是例如二阶、三阶、四阶或更高阶的多项式曲线或者另一种适合的类型的曲线。

[0143] 调整确定模块304基于曲线中的一个或多个来确定用于汽缸118的预定再启动值。例如,在曲线412达到最大值处,调整确定模块304可以将用于汽缸118的预定再启动值确定为可能再启动加燃料调整值408中的一个。这在图4的实例中由线416指示,并且调整确定模块304可以将用于汽缸118的预定再启动值设置为约0.99。

[0144] 举另一个实例,在曲线512达到最小值处,调整确定模块304可以将用于汽缸118的预定再启动值确定为可能再启动加燃料调整值508中的一个。这在图5的实例中由线516指示,并且将用于汽缸118的预定再启动值设置为约1.00。

[0145] 调整确定模块304对发动机102的每个汽缸执行以上过程并且确定用于每个汽缸的各自预定再启动值。预定再启动值被存储在具有相同发动机的车辆的ECM中。在车辆中的发动机102的操作期间,当汽缸在被停用持续一个或多个燃烧循环之后被启动时,ECM114分别基于对那些汽缸确定的预定再启动值来调整汽缸的加燃料。

[0146] 现在参照图6,呈现确定用于汽缸的预定再启动值的示例性方法的流程图。控制可以从604开始,其中调整确定模块304设置 $I=1$ 。在608,调整确定模块304停用汽缸持续汽缸的一个或多个燃烧循环。

[0147] 在612,调整确定模块304确定用于汽缸的燃烧循环的目标等值比、选择用于预定再启动值的N个可能值中的第I个值并且基于N个可能值中的第I个值来调整目标等值比以产生最终目标等值比。在612,调整确定模块304启动汽缸的进气门和排气门并且基于最终目标等值比来将燃料提供到汽缸。

[0148] 在616,调整确定模块304存储由于使用N个可能值中的第I个值产生的排气的的一个或多个成分和N个可能值中的第I个值。在620,调整确定模块304确定I是否等于N(即,可能值的总数量)。如果620为否,则调整确定模块304在624将I增量(即,设置 $I=I+1$ ),并且控制返回到608。如果620为是,则控制通过628继续。以此方式,当已经选择和使用了N个可能值中的每一个值时,控制通过628继续。

[0149] 在628,调整确定模块304基于所存储的值(诸如,二阶多项式曲线)产生曲线。在632,调整确定模块304基于曲线确定用于汽缸的预定再启动值。例如,在基于二氧化碳值产生的曲线达到最大值处,调整确定模块304可以将用于汽缸的再启动加燃料调整设置为等于N个可能值中的一个值或者基于N个可能值中的一个值来设置用于汽缸的再启动加燃料调整。额外地或替代地,在基于一氧化碳和氧气的量产生的曲线达到最小值处,调整确定模块304可以将用于汽缸的再启动加燃料调整设置为等于N个可能值中的一个值或者基于N个可能值中的一个值来设置用于汽缸的再启动加燃料调整。虽然图6的实例被示出为结束,但是可以对于发动机的每个汽缸执行图6的一个或多个迭代以确定用于汽缸的各自再启动加燃料调整。

[0150] 现在参照图7,呈现描绘基于汽缸的再启动加燃料调整来对汽缸加燃料的示例性方法的流程图。在704,汽缸控制模块244确定汽缸是否应被启动持续一个燃烧循环。如果704为否,则在708,汽缸致动器模块120禁用汽缸的进气门和排气门的打开并且燃料控制模块231禁用汽缸的加燃料。如果704为是,则控制通过712继续。

[0151] 在712,燃料控制模块232确定用于汽缸的燃烧循环的目标等值比。在716,调整设置模块256确定汽缸是否上一次被停用持续其燃烧循环中的一个或多个。如果716为否,则在720,调整设置模块256可以将再启动加燃料调整252设置为预定不调整值,并且控制通过728继续。如果716为是,则在724,调整设置模块256将再启动加燃料调整252设置为对于汽缸确定的预定再启动值,并且控制通过728继续。

[0152] 在728,燃料控制模块232基于再启动加燃料调整252来调整目标等值比以产生用于汽缸的燃烧循环的最终目标等值比。例如,燃料控制模块232可以将目标等值比与再启动加燃料调整252相乘或求和以产生最终目标等值比。在732,燃料致动器模块124基于最终目标等值比来将燃料提供到汽缸持续燃烧循环,并且控制可以结束。虽然根据单个汽缸来论述图7的实例,但是对于每个汽缸执行图7。

[0153] 虽然已经示出和描述分别确定用于汽缸的再启动加燃料调整,但是本申请也适用于基于所产生的排气来确定当汽缸先前未被停用时用于汽缸的个别汽缸加燃料补偿值。对汽缸的加燃料是基于当那个汽缸先前被启动时那个汽缸的个别加燃料补偿值进行控制。

[0154] 以上描述实质上仅是说明性的,而绝不意欲限制本公开、其应用或使用。本公开的广泛教示可以各种形式来实施。因此,虽然本公开包括具体实例,但是本公开的真实范围不应限于此,因为其他修改将在学习附图、说明书以及随附权利要求之后变得显而易见。如本文所使用,短语A、B和C中的至少一个应解释为意味着使用非排他性的逻辑“或”的逻辑(A或B或C)。应理解,在不改变本公开的的原理的情况下,方法内的一个或多个步骤可以不同的次序(或同时地)执行。

[0155] 在包括以下定义的此申请中,术语模块可以由术语电路取代。术语模块可以指代以下内容、是其一部分或者包括以下内容:特定应用集成电路(ASIC);数字、模拟或混合模拟/数字分立电路;数字、模拟或混合模拟/数字集成电路;组合逻辑电路;场可编程门阵列(FPGA);执行代码的处理器(共享、专用或集群);存储由处理器执行的代码的内存(共享、专用或集群);提供所描述的功能性的其他适合的硬件部件;或者以上中的一些或所有的组合,诸如片上系统。

[0156] 如以上所使用的术语代码可以包括软件、固件和/或微代码,并且可以指代程序、例程、功能、分类和/或目标。术语共享处理器涵盖执行来自多个模块的一些或所有代码的单个处理器。术语集群处理器涵盖与额外处理器组合执行来自一个或多个模块的一些或所有代码的处理器。术语共享内存涵盖存储来自多个模块的一些或所有代码的单个内存。术语集群内存涵盖与额外内存组合存储来自一个或多个模块的一些或所有代码的内存。术语内存可以是术语计算机可读介质的子集。术语计算机可读介质并不涵盖通过介质传播的暂时电信号和电磁信号,并且因此可以被认为是有形且永久的。永久的有形计算机可读介质的非限制性实例包括非易失性内存、易失性内存、磁性存储器和光学存储器。

[0157] 此申请中描述的装置和方法可以部分地或完全地由一个或多个处理器所执行的一个或多个计算机程序来执行。计算机程序包括存储在至少一个永久的有形计算机可读介



质上的处理器可执行指令。计算机程序也可以包括和/或依赖于所存储的数据。

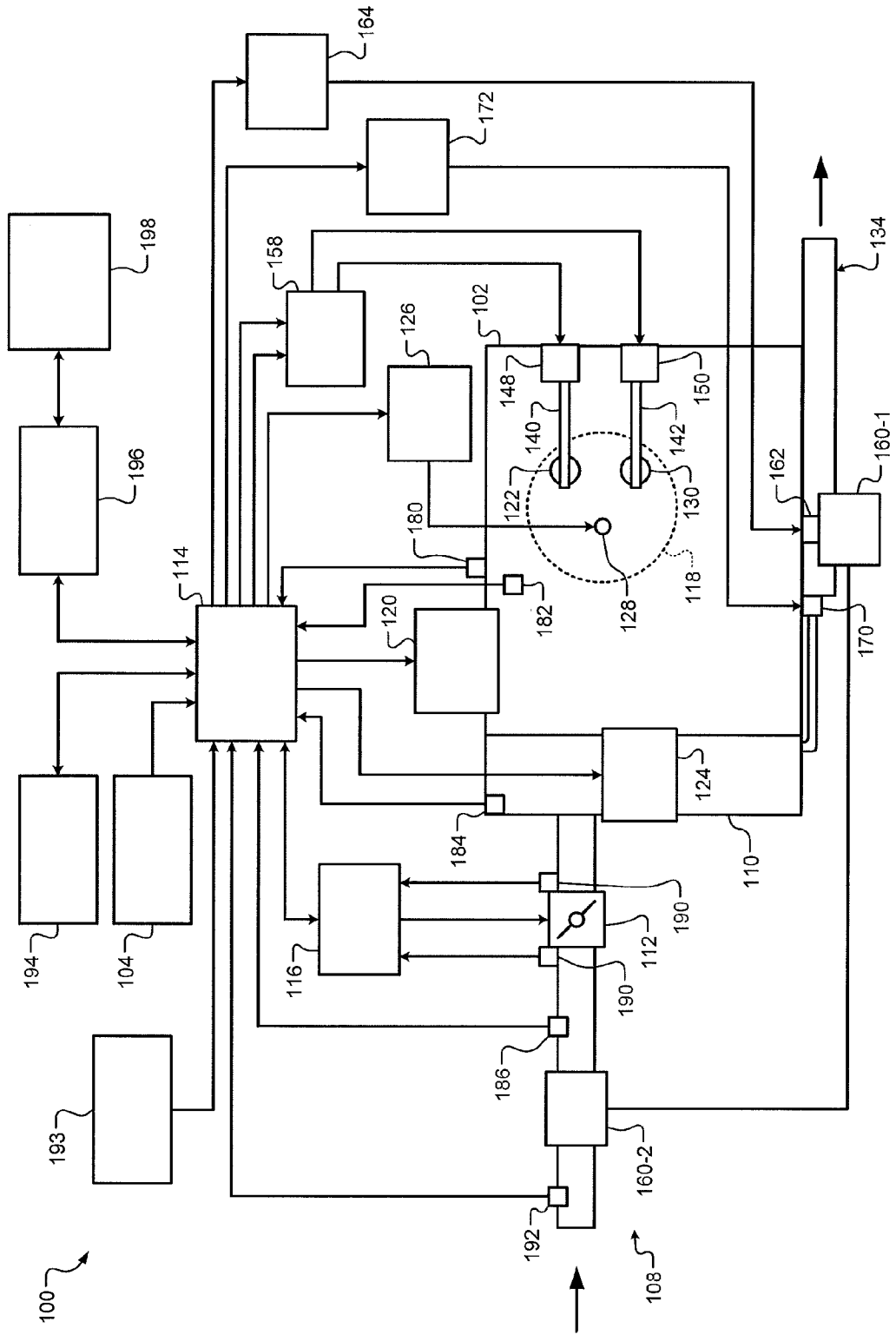


图 1

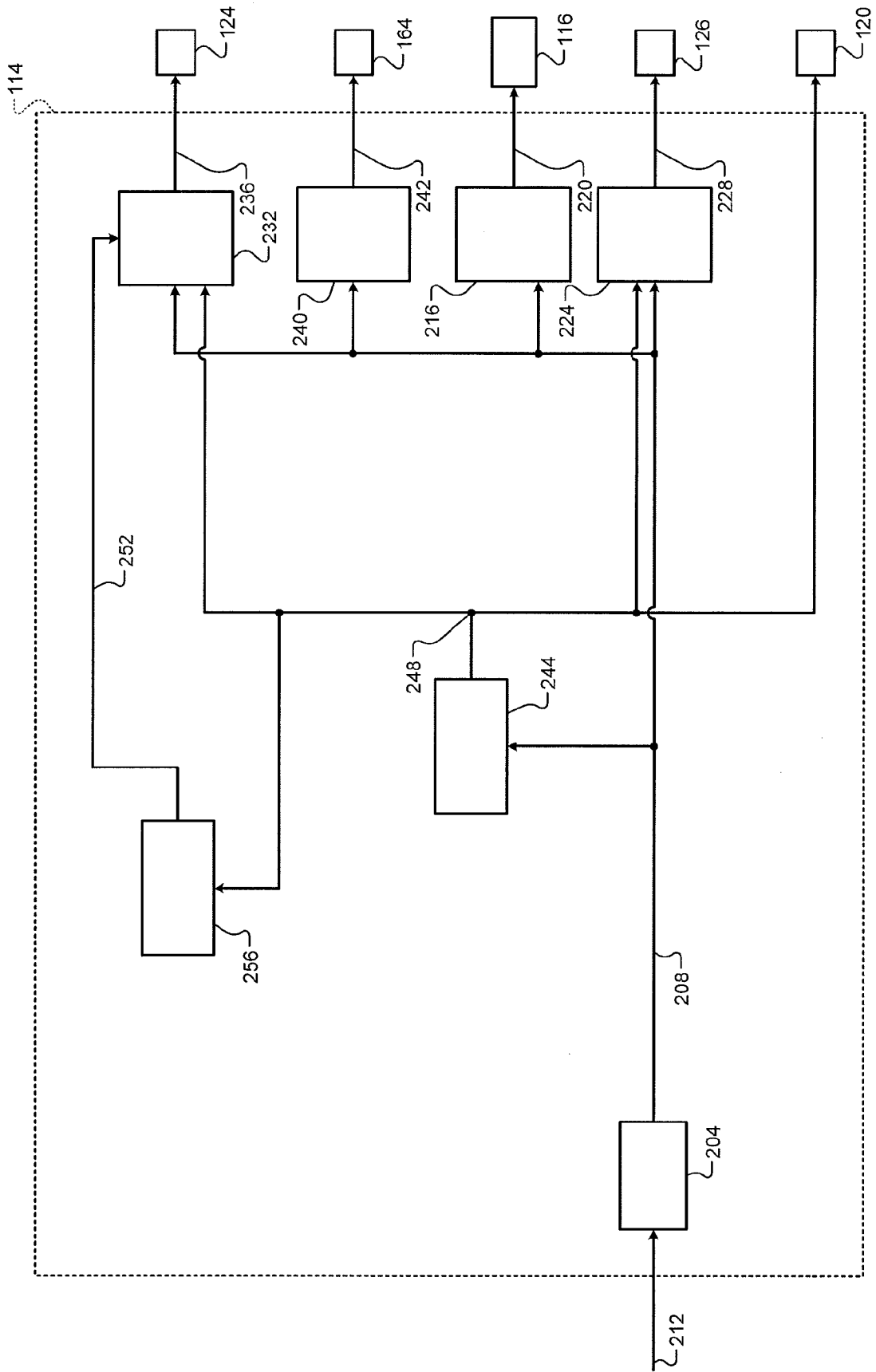


图 2

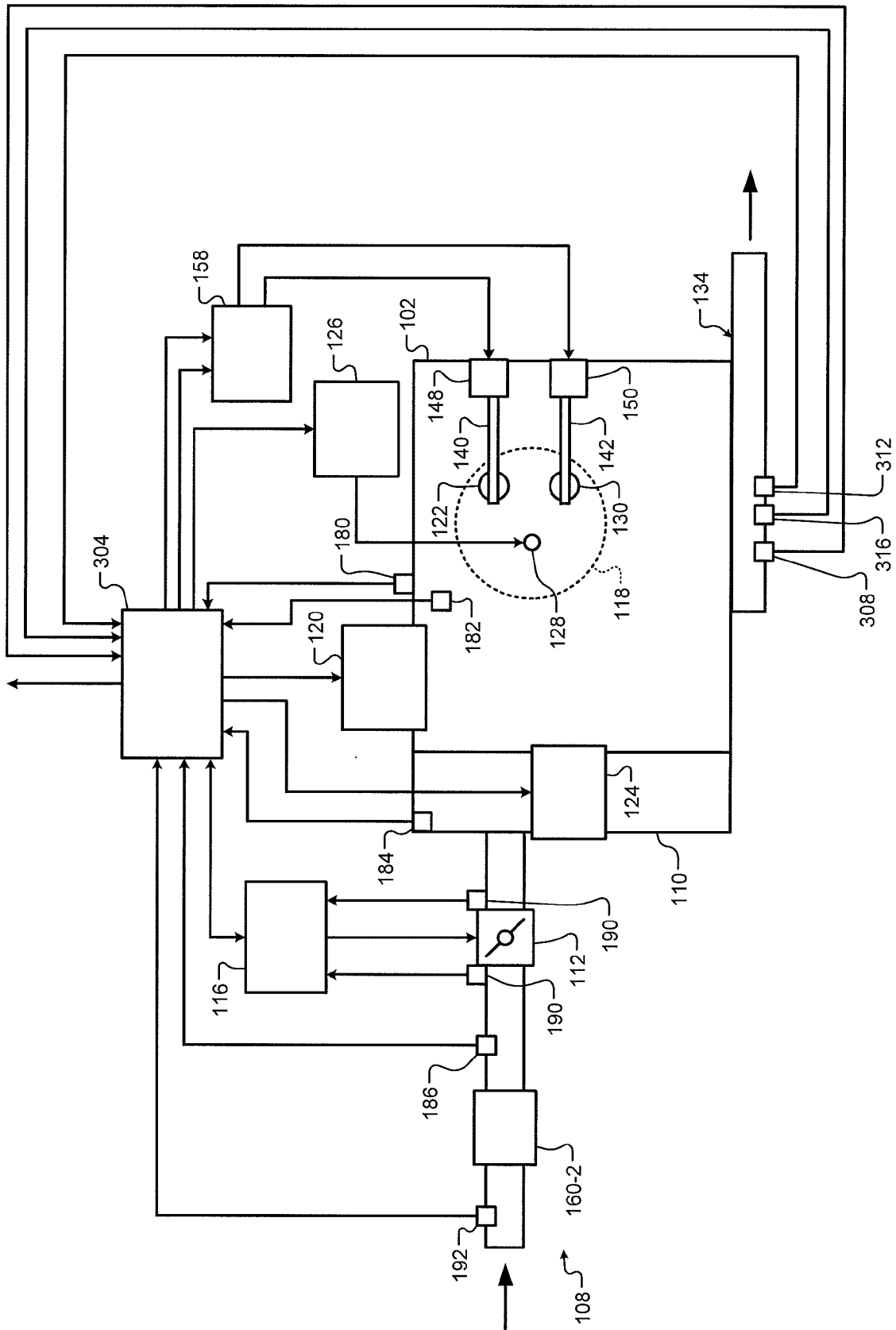


图 3

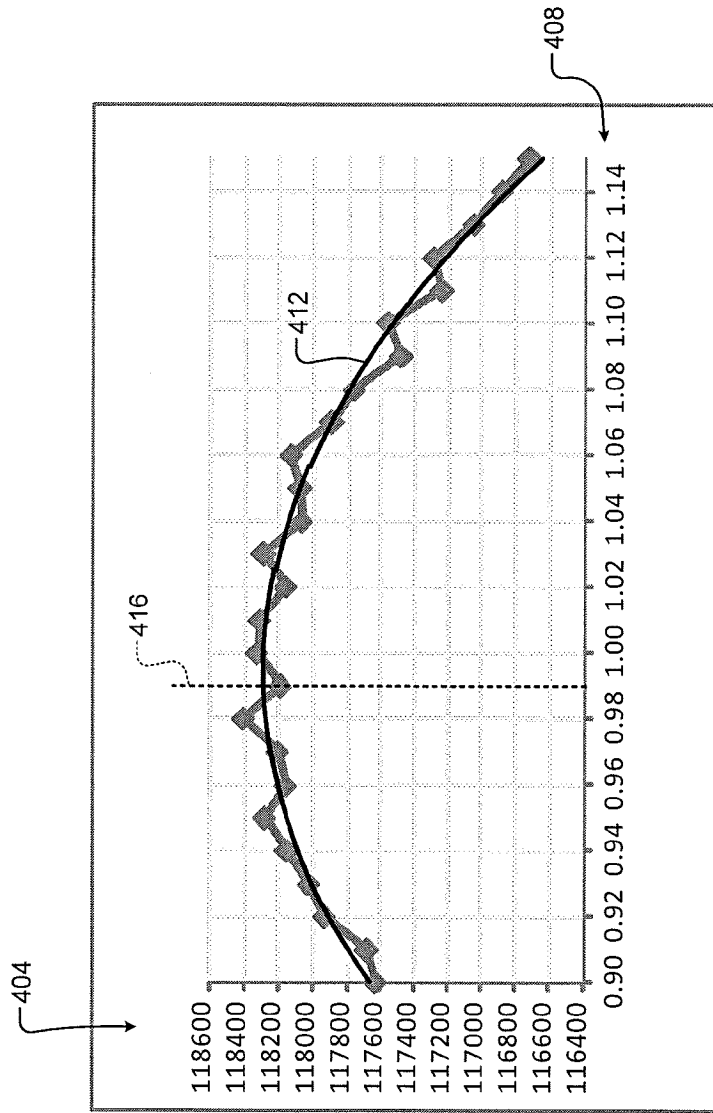


图 4

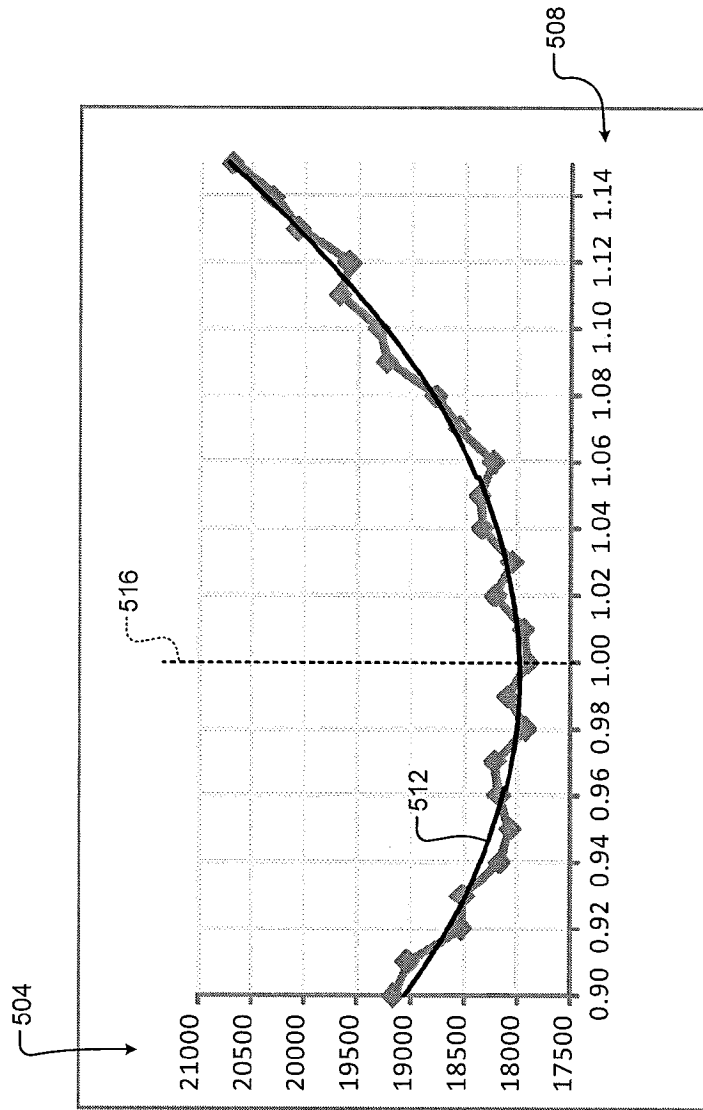


图 5

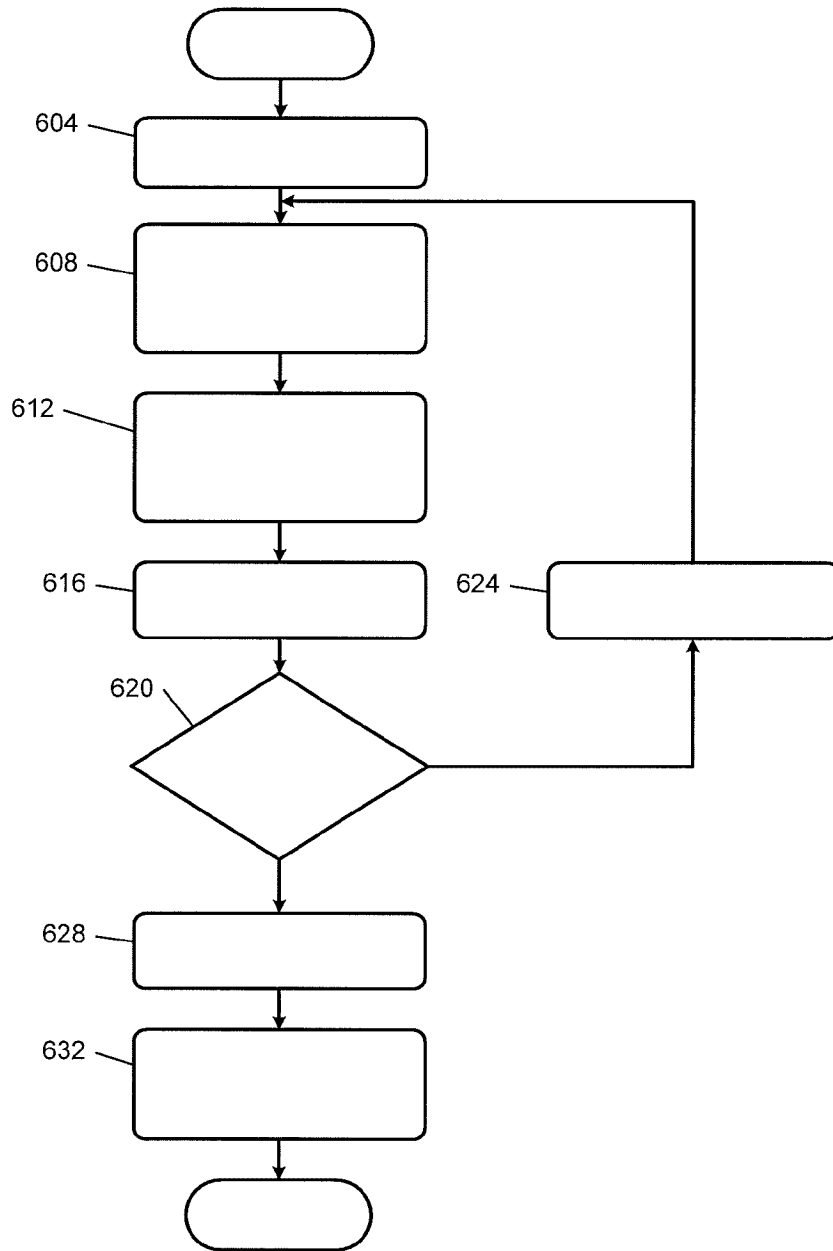


图 6

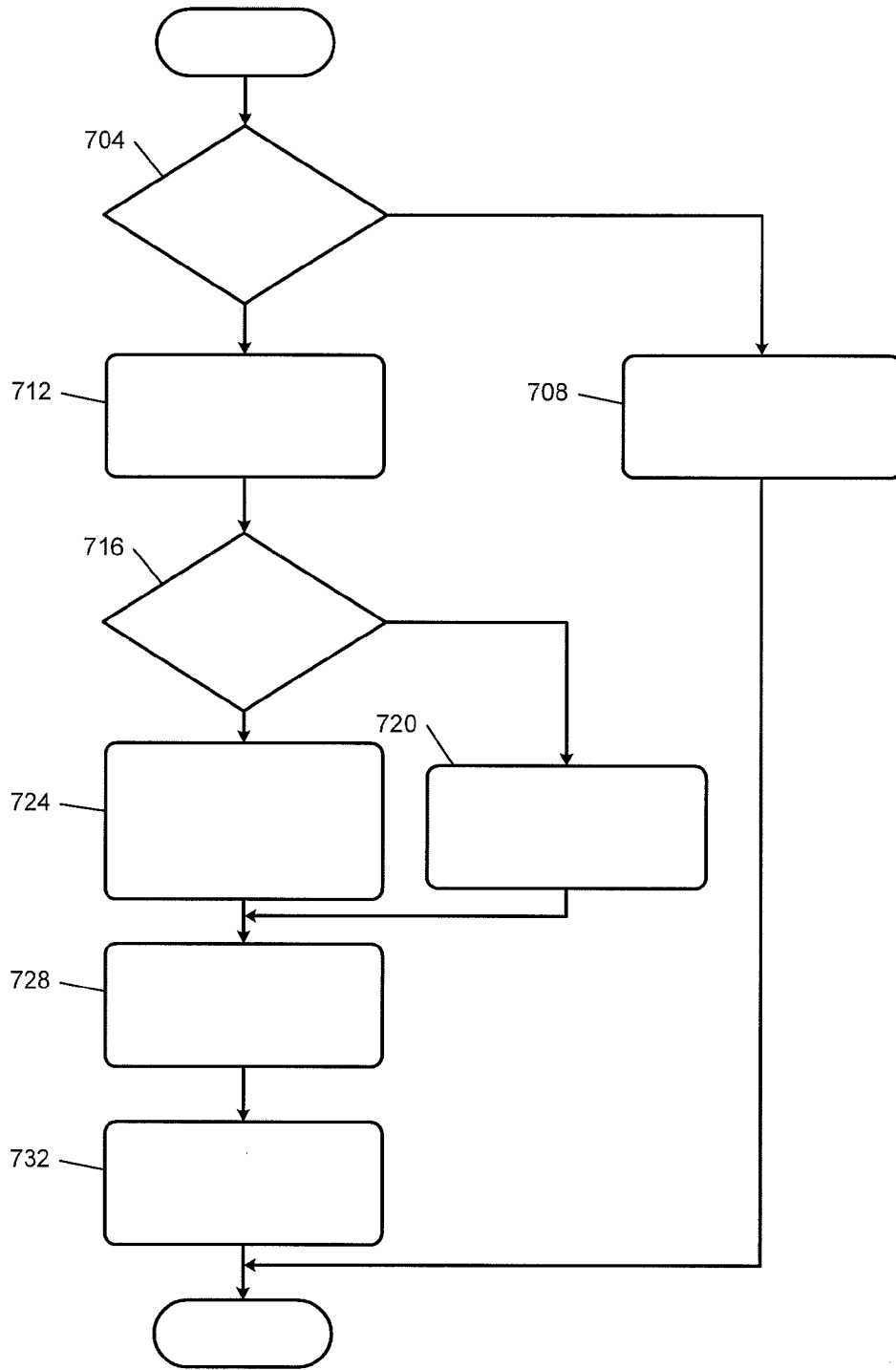


图 7