



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103777531 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201310664382. 3

(22) 申请日 2013. 10. 14

(30) 优先权数据

13/654, 091 2012. 10. 17 US

(71) 申请人 费希尔控制国际公司

地址 美国爱荷华州

(72) 发明人 S·G·西伯杰

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 郑立柱

(51) Int. Cl.

G05B 19/04 (2006. 01)

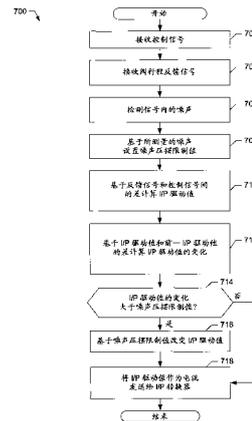
权利要求书2页 说明书16页 附图8页

(54) 发明名称

用于限制电气动控制器中驱动值的变化的方法和装置

(57) 摘要

公开了用于限制电气动控制器的驱动值的变化... 公开的示例性方法包括基于控制信号或反馈信号中的至少一个中的噪声确定控制器的压摆限制值...



1. 一种方法,包括:
基于控制信号或反馈信号中的至少一个中的噪声,确定控制器的压摆限制值;
基于所述控制信号和所述反馈信号计算驱动值;以及
如果所述驱动值和前一驱动值之间的差大于所述控制器的所述压摆限制值,则改变所计算的驱动值。
2. 如权利要求 1 所述的方法,还包括将改变后的驱动值发送给所述控制器的传感器。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其中改变所计算的驱动值包括:
计算所述驱动值和所述前一驱动值之间的所述差;以及
比较所述差和所述压摆限制值。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其中确定所述压摆限制值的步骤包括:确定第一压摆限制值以及基于所述噪声和阈值的比较来改变所述第一压摆限制值。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述压摆限制值是控制过程的每执行周期的最大驱动值变化。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述控制信号包括将致动器设置在指定位置的指令,并且其中所述反馈信号对应于所述致动器的位置。
7. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述前一驱动值是在接收到所述反馈信号或所述控制信号中的至少一个之前传输的前一计算值。
8. 如权利要求 1 所述的方法,其中确定所述压摆限制值的步骤包括计算平均噪声值。
9. 如权利要求 1 所述的方法,还包括确定所述噪声的振幅或平均值的至少一个大于阈值。
10. 一种装置,包括:
噪声探测器,其用于识别控制信号或反馈信号中至少一个中的噪声;以及
驱动电流压摆限制器,其用于:
基于所述噪声确定压摆限制值;
接收驱动值和前一驱动值;以及
如果所述驱动值和所述前一驱动值之间的差大于所述压摆限制值,则改变所述驱动值。
11. 如权利要求 10 所述的装置,还包括位置控制处理器,其用于:
根据所述控制信号和所述反馈信号计算所述驱动值并且将所述驱动值发送给所述驱动电流压摆限制器,以及
发送所述改变后的驱动值给传感器。
12. 如权利要求 11 所述的装置,还包括:
驱动电流产生器,其用于从所述位置控制处理器接收所述改变后的驱动值并且产生包括将要发送给所述传感器的所述改变后的驱动值的信号;以及
存储器,其用于为所述驱动电流压摆限制器存储所述前一驱动值、所述驱动值、或所述压摆限制值中的至少一个。
13. 如权利要求 12 所述的装置,其中所述存储器存储所述压摆限制值作为过程的每执行周期的最大驱动值变化。
14. 如权利要求 12 所述的装置,其中所述驱动电流压摆限制器将所述前一驱动值存储

到所述存储器中,所述前一驱动值是在接收到所述反馈信号或所述控制信号中的至少一个之前传输的前一计算驱动信号。

15. 如权利要求 10 所述的装置,其中所述噪声探测器确定所述噪声的幅值或平均值中的至少一个是否大于阈值。

16. 如权利要求 10 所述的装置,其中所述驱动电流压摆限制器基于计算的平均噪声值确定所述压摆限制值。

17. 如权利要求 10 所述的装置,其中所述驱动电流压摆限制器通过以下步骤来确定所述驱动值和所述前一驱动值之间的所述差是否大于所述压摆限制值:

计算所述驱动值和所述前一驱动值之间的所述差;以及
比较所述差和所述压摆限制值。

18. 如权利要求 10 所述的装置,其中所述驱动电流限制器通过确定第一压摆限制值以及基于所述噪声和阈值的比较改变所述第一压摆限制值,来确定所述压摆限制值。

19. 如权利要求 10 所述的装置,其中所述反馈信号对应于致动器的位置,并且其中所述控制信号包括将所述致动器设置在指定位置的指令。

20. 一种装置,包括:

基于控制信号或反馈信号中的至少一个中的噪声,确定控制器的压摆限制值的单元;
基于所述控制信号和所述反馈信号计算驱动值的单元;以及

如果所述驱动值和前一驱动值之间的差大于所述控制器的压摆限制值,则改变所计算的驱动值的单元。

21. 如权利要求 20 所述的装置,还包括将改变后的驱动值发送给电气动控制器的传感器的单元。

22. 如权利要求 20 所述的装置,其中改变所计算的驱动值的单元包括:

计算所述驱动值和所述前一驱动值之间的所述差的单元;以及
比较所述差和所述压摆限制值的单元。

23. 如权利要求 20 所述的装置,其中确定所述压摆限制值的单元包括:

确定第一压摆限制值的单元;以及
当识别的噪声大于阈值时基于所识别的噪声而改变所述第一压摆限制值的单元。

24. 如权利要求 20 所述的装置,其中基于计算的平均噪声值而确定所述压摆限制值。

25. 如权利要求 20 所述的装置,还包括确定所述噪声的振幅或平均值的至少一个大于噪声阈值的单元。

用于限制电气动控制器中驱动值的变化的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明通常涉及控制器,以及更特别地,涉及用于限制电气动控制器中驱动值的变化的方法和装置。

背景技术

[0002] 电子控制设备(例如,电气动控制器、可编程控制器、模拟控制电路等)典型地用于控制过程控制设备(例如,控制阀、泵、节气阀等)。这些电子控制设备引起过程控制设备的指定操作。出于安全性、成本效率、以及可靠性的目的,多种已知的膜片式或活塞式气动致动器被用于致动过程控制设备并且典型地通过电气动控制器耦接到全局过程控制系统上。电气动控制器通常被配置为接收一个或多个控制信号,并且将这些控制信号转换为提供给气动致动器的压强,以促使与气动致动器耦接的过程控制设备的所需操作。例如,如果过程控制程序需要气动致动阀通过更大量的过程流体,则可以增加作用在与阀相关的电气动控制器上的控制信号的幅值(例如,在电气动控制器被配置为接收 4-20 毫安 (mA) 控制信号的情况下,从 10mA 增加到 15mA)。

[0003] 电气动控制器典型地使用反馈感测系统或元件(例如位置传感器)所产生的反馈信号,所述反馈感测系统或元件感测或探测电气动控制设备的操作响应。例如,在气动致动阀的情况下,反馈信号可以对应于位置传感器所测量或确定的阀位置。电气动控制器将反馈信号和期望的设定点或控制信号进行比较,并且利用位置控制过程以产生基于反馈信号和控制信号(例如,两者之间的差)的驱动值。这个驱动值对应于将提供给气动致动器的压强,以实现与气动致动器耦接的控制设备的期望操作(例如,阀的期望位置)。

发明内容

[0004] 描述了用于限制电气动控制器的驱动值的变化示例性方法和装置。示例性方法包括基于控制信号或反馈信号中的至少一个中的噪声,确定控制器的压摆限制值,基于控制信号和反馈信号计算驱动值,以及如果驱动值和前一驱动值之间的差大于控制器的压摆限制值,则改变计算的驱动值。

[0005] 所公开的示例性装置包括噪声探测器和驱动电流压摆限制器。示例性噪声探测器用于识别控制信号或反馈信号中的至少一个中的噪声。示例性驱动压摆限制器基于噪声确定压摆限制值,接收驱动值和前一驱动值,以及如果驱动值和前一驱动值之间的差大于压摆限制值,则改变驱动值。

附图说明

[0006] 图 1 是包括示例性阀控制器和阀的示意性控制阀组件的图。

[0007] 图 2 是图 1 的控制单元和示例性 I / P 驱动电流压摆限制器的方框图。

[0008] 图 3A 是没有图 1 和 2 中的示例性 I / P 驱动电流压摆限制器情况下,图 1 的阀控制器的计算的 I / P 驱动电流和实际 I / P 驱动电流的驱动电流图。

[0009] 图 3B 是包括图 1 和 2 中的示例性 I / P 驱动电流压摆限制器情况下,图 1 的阀控制器的计算的 I / P 驱动电流和实际 I / P 驱动电流的驱动电流图。

[0010] 图 4A 和 4B 是基于平均 I / P 驱动电流的压摆限制值的压摆限制图。

[0011] 图 5,6 和 7 是可用于实现图 1 和 2 的示例性 I / P 驱动电流压摆限制器、示例性伺服控制处理器、示例性电路板、和 / 或数字阀控制器的示例性方法的流程图。

[0012] 图 8 是可用于实现本文所描述示例性方法和装置的示例性处理器系统的方框图。

具体实施方式

[0013] 尽管如下描述了包括在硬件上执行的软件和 / 或固件以及其它组件的示例性方法和装置,但是应当注意到这些系统仅仅是说明性的并且不应当视为限定。例如,可以设想任意或所有这些硬件、软件和固件组件可以仅采用硬件、仅采用软件、或以硬件和软件的任意组合来实现。因此,虽然如下描述了示例性方法和装置,但这些实例并不是实现这些方法和装置的唯一途径。

[0014] 电气动控制器中的线圈绕组(例如,螺线管绕组)的高电感可能会对位置控制过程的性能产生不利影响。特别的,这种高电感可能限制电气动控制器螺线管或绕组中的电流由于驱动绕组的供电特性而增加的速率。然而,当通过螺线管或绕组的电流减少时,减少的速率则可能受到齐纳二极管的限制,所述齐纳二极管可以用于设置螺线管或绕组的钳位电压而不是允许电流控制电路的其它特征来限制减少。典型地将电压钳位在比电源电压更高的水平,其能够使电流以相比较电流增率更快的速率减小。

[0015] 作为绕组或螺线管中电流增加速率和减少速率之间的不同的结果,电气动控制器具有非对称控制响应,其在某些情况下,促使平均螺线管电流相对于命令螺线管电流或位置控制过程所提供的驱动值发生改变或偏离(例如,变得偏移)。换句话说,电气动控制器中的绕组或螺线管的高电感产生电气动控制器的全局压摆限制值,其由绕组或螺线管中电流增加的速率来确定。与绕组或螺线管电流增加相关联的压摆限制值相对于与绕组或螺线管电流减少相关联的压摆率更低导致电气动控制器的非对称控制响应。电气动控制器的这种非对称控制响应在某些情况下可能最终导致与电气动控制器耦接的气动致动器的位置控制精确度下降。

[0016] 而且,反馈信号和 / 或控制信号中的噪声可能对位置控制过程产生不利影响。例如,噪声可能导致驱动值计算超出 100%但不小于 0%,或者当驱动值比两个限制值都超出一个非对称量时,实际平均驱动值输出不同于计算的平均驱动值。这个差别导致位置控制过程有效输出的偏移,导致气动致动器和控制设备的位置控制误差。

[0017] 本文所描述的示例性方法和装置可以用于校正电气动控制器(诸如阀控制器)由于电气动控制器的螺线管或绕组中高电感和 / 或由于反馈信号和 / 或控制信号中的噪声而产生的非对称控制响应。更一般地,本文所描述的示例性方法和装置可以用于校正例如由于电气动控制器操作限制(例如,难于驱动感应负载)、阀操作限制、高频系统噪声、环境噪声、和 / 或控制时延而产生的电气动控制器非对称控制响应。

[0018] 电气动控制器典型地包括控制单元,其提供电流给电气动转换器诸如电流气动(I / P)转换器。控制单元基于控制信号和反馈信号计算驱动信号。控制信号对应于控制设备(例如,阀)的指定设定点,反馈信号对应于控制设备的位置和 / 或压强。控制信号和

反馈信号之间的差或误差信号对应于用于促使 I / P 转换器移动与控制设备耦接的致动器来实现指定设定点的驱动值（例如，电压）。更具体地，控制单元使用驱动值来产生和 / 或控制通过 I / P 转换器中的螺线管或绕组的电流，其基于电流幅值产生气动压强。气动压强可以随后被放大并用于驱动控制设备（例如，阀）。

[0019] I / P 转换器充当传感器，经过螺线管（例如，高阻抗绕组或电感）将电流转换为气动压强。螺线管磁性控制挡板，所述挡板相对于喷嘴操作以改变通过喷嘴 / 挡板的流量限制，以提供基于通过螺线管的平均电流而变化的气动压强。螺线管的高电感阻抗和施加到螺线管上的电源特性限制了通过 I / P 转换器内的螺线管的电流增加的速率（即，限定了压摆率）。然而，如上所述，由于螺线管相对电源侧的较高的钳位电压，因此高阻抗并不类似地限制电流减少的速率。这种电流增加或减少的速率上的差别产生了非对称控制限制，使得如果控制单元计算电流增加，那么 I / P 转换器的高电感限制限制了其速率（即，限定了压摆率），如果在电气转换器的位置控制过程中没有考虑这一点，则会导致位置控制过程所期望的螺线管内计算电流和螺线管内实际电流之间不一致。这种不一致或差别导致例如，与控制设备诸如阀所耦接的气动致动器的位置控制的精确度降低。

[0020] 本文所描述的示例性方法和装置可以用于通过限制电气控制器的控制单元中的驱动值的变化，来校正电气控制器的上述非对称控制响应，其中驱动值的变化对应于电气控制器的螺线管中的电流变化。更具体地，本文所描述的示例性方法和装置可以如下实现：通过接收控制信号和反馈信号，基于控制信号和反馈信号计算驱动值，以及确定驱动值和前一驱动值之间的差是否大于电气控制器的压摆限制值。示例性方法和装置可以随后基于压摆限制值来改变计算的驱动值。

[0021] 压摆限制值可以是基于电气控制器、电气控制器的 I / P 转换器、和 / 或与气动致动器耦接的控制设备的特性和 / 或限制值的预定值。压摆限制值可以是单个值或者，替代地，可以是计算的驱动值的函数。另外，压摆限制值可以是电气控制器和 / 或反馈信号和 / 或控制信号内的噪声（例如，计算的噪声）的函数。

[0022] 所公开的方法和装置通常涉及限制电气控制器中驱动值的变化。尽管所公开方法和装置结合包括气动致动阀的实例进行描述，但是所公开的方法和装置可以采用以其它方式致动的阀和 / 或除阀外的过程控制设备来实施。

[0023] 图 1 是包括阀控制器 102（例如，电气控制器）和阀 104（例如，过程控制设备）的控制阀组件 100 的示意图。阀 104 和阀控制器 102 可以物理地和 / 或通信地共同耦接在示例性控制阀组件 100 内。替代地，阀 104 和阀控制器 102 可以是彼此通信和 / 或气动耦接在一起的分离部件。在其它实例中，阀控制器 102 可以耦接一个或多个其它阀，和 / 或阀 104 可以耦接一个或多个其它阀控制器 102。

[0024] 示例性控制阀组件 100 包括与阀控制器 102 耦接的连接器 106。阀控制器 102 通过连接器 106 接收电力和控制信号。连接器 106 可以通过通信线路 107 接收电力和 / 或控制信号。可以从外部电源、控制系统、太阳能、电池电源等等提供电能。此外，控制信号（例如，输入信号）可以包括，例如，4-20mA 信号、0-10VDC 信号、和 / 或数字命令等。阀控制器 102 可以配置为从通信耦接的外部源（例如，位于控制室内的主机系统）接收一个或多个控制信号。控制信号指定或对应于示例性阀 104 的阀状态。例如，控制信号可以促使与阀 104 耦接的气动致动器 105 开启、关闭、或在某个中间位置处。

[0025] 电力和 / 或控制信号可以共享通信线路 107 中的单个导线, 或者替代地, 可以通过通信线路 107 内的多条导线在连接器 106 处接收电力和 / 或控制信号。例如, 在控制信号是 4—20mA 信号的情况下, 可以使用数字数据通信协议诸如众所周知的可寻址远程传感器高速通道 (HART) 协议来与阀控制器 102 通信。全局过程控制系统可以使用这些数字通信以从阀控制器 102 取回识别信息、操作状态信息和诊断信息。例如, 使用 HART 通信协议和双线配置, 数字数据形式的控制信号可与在单根双绞线上的阀控制器 102 的电力组合。阀控制器 102 的电力和叠加在 4—20mA 模拟控制信号上的数字数据可以从主机系统, 诸如控制室中的主机系统中发送并过滤, 以从控制信号中分离出电力。替代地或另外, 数字通信可用于控制或命令阀控制器 102 执行一个或多个控制功能。

[0026] 在其它实例中, 控制信号可以是 0—10V DC 信号。此外, 通信线路 107 可以包括给阀控制器 102 供电的分离的导线或电线 (例如, 24VDC 或 24 伏交流 (VAC))。在其它实例中, 电力和 / 或控制信号可以与数字数据信号共享导线或电线。例如, 在使用数字现场总线通信协议的示例性控制器装置 100 中可以采用双线配置, 其中数字数据与电力组合在该双线配置上。

[0027] 而且, 连接器 106 可以被一个或多个无线通信链路替换或补充。例如, 阀控制器 102 可以包括一个或多个无线收发器单元以使阀控制器 102 能够与全局过程控制系统交互控制信息 (设定点, 操作状态信息等)。在阀控制器 102 使用一个或多个无线收发器的情况中, 电力可以通过例如导线从本地或远程电源提供到阀控制器 102 上。

[0028] 示例性阀 104 包括限定了孔腔的阀座, 其提供了入口和出口之间的流体流动通道。阀 104 可以是, 例如, 旋转阀、直角回转阀、电机操作阀、节气阀或其他控制设备或装置。耦接于阀 104 的气动致动器 105 通过阀杆可操作地耦接于流量控制元件, 阀杆沿着第一方向 (例如, 远离阀座) 移动流量控制元件以允许流体在入口和出口之间流动, 以及沿着第二方向 (例如, 朝向阀座) 移动流量控制元件以约束或防止入口和出口之间的流体流动。

[0029] 与示例性阀 104 耦接的致动器 105 可以包括双作用活塞致动器、单作用弹簧复位隔膜或活塞致动器、或其他任意合适的致动器或过程控制设备。为了控制通过阀 104 的流动速率, 阀可包括反馈感测系统 111 (例如位置传感器、压强传感器、和 / 或位置传输器) 诸如, 例如, 电位计、磁传感器阵列等。反馈感测系统 111 探测致动器 105 和流量控制元件相对于阀座的位置 (例如, 开启位置、关闭位置、中间位置等)。反馈感测系统 111 被配置以提供或产生反馈信号诸如, 例如机械信号、电信号等, 通过阀行程反馈通信路径 103 提供给阀控制器 102。反馈信号可以表示与阀 104 耦接的致动器 105 的位置并且从而表示阀 104 的位置。提供给致动器 105 的压强信号控制阀 104 的位置。压强信号可以包括输出压强 116 和 118。

[0030] 图 1 的示例性阀控制器 102 包括控制单元 108、I / P 驱动电流压摆限制器 110、I / P 转换器 112、以及气动继电器 114。在其它实例中, 阀控制器 102 可以包括任意其它组件以控制和 / 或提供压强给阀致动器 105。其他或替代地, 尽管未示出, 控制单元 108 和 / 或阀控制器 102 可以包括其它信号处理部件诸如, 例如, 模拟数字转换器、滤波器 (例如, 低通滤波器、高通滤波器、以及数字滤波器)、放大器等。例如, 控制信号可以在由 I / P 驱动电流压摆限制器 110 处理前, 先被滤波 (例如, 使用低 / 高通滤波器)。

[0031] 示例性控制单元 108、示例性 I / P 驱动电流压摆限制器 110、示例性 I / P 转换

器 112、和 / 或示例性气动继电器 114 可以如所示或以其他任意合适方式通信耦接。示例性阀控制器 102 如所示为电气动控制器。然而,在其它实例中,阀控制器 102 可以为压强传输器或其他任意合适控制器设备或装置以控制阀 104。

[0032] 控制单元 108 通过阀行程反馈通信路径 103 而接收阀 104 所产生的反馈信号,并接收源自过程控制系统中控制器的控制信号。控制单元 108 可以将控制信号用作与阀 104 的期望操作对应的设定点或参考值(例如,与控制阀 104 开启 / 关闭的百分比相对应的位置)。控制单元 108 通过将控制信号和反馈信号作为位置控制算法或过程中的值,来比较该反馈信号和控制信号或参考信号,以确定将要提供给 I / P 转换器 112 的驱动值(例如, I / P 驱动值)。控制单元 108 执行的位置控制过程基于反馈信号和控制信号之间的差来确定(例如计算)驱动值。计算的差对应于阀控制器 102 要将与阀 104 耦接的致动器 105 的位置改变的量。计算的驱动值还对应于控制器 108 所产生的电流,以促使 I / P 转换器 112 产生将提供给气动继电器 114 的气动压强。电流例如可以通过控制单元 108 内的一个或多个晶体管产生。计算的驱动值(例如电压)可以被施加到晶体管上以控制流经晶体管的电流。I / P 转换器 112 内的螺线管 113 可以通过通信线路 109 耦接到该晶体管,使得相同电流流经螺线管 113 和晶体管。通过这种方式,驱动值控制通过螺线管 113 的电流。

[0033] 增加控制单元 108 所产生的电流的驱动值可能导致气动继电器 114 增加施加到气动致动器 105 上的气动压强,以导致致动器 105 将阀 104 推向闭合位置。类似的,减少控制单元 108 所产生的电流的驱动值可能导致气动继电器 114 减少施加到气动致动器 105 上的气动压强,以导致致动器 105 将阀 104 推向开启位置。在计算出驱动值后,示例性 I / P 驱动电流压摆限制器 110 通过从前一驱动值减去计算的驱动值而确定计算的驱动信号是否超出压摆限制值。

[0034] 计算的驱动值和前一驱动值之间的差是驱动值的变化。由于 I / P 转换器 112 的螺线管 113 中电流的增加需要相对更长的时间(即,由于上述提及的压摆限制值),因此所计算的驱动值在相对短时间段上的大变化产生控制位置误差。螺线管 113 的高电感和提供电压给螺线管压摆限制电流的电源特性(例如,输出阻抗、电压等)在螺线管 113 中的增加,使得控制单元 108 所执行的位置控制过程可以计算驱动值和螺线管 113 内超出该压摆限制值的电流增加率。然而,电流的减少并不类似地受到螺线管 113 高电感和 / 或电源特性的限制。结果,实践中, I / P 转换器 112 能够同控制单元 108 减少计算电流一样快速地减少实际电流。

[0035] I / P 转换器 112 内的螺线管 113 使用控制单元 108 所产生的驱动电流来产生磁场。该磁场用于控制挡板,所述挡板控制由喷嘴提供的流量限制。随着螺线管 113 内的驱动电流增加,螺线管 113 所产生的磁场增加,导致挡板被吸向喷嘴。挡板被吸向螺线管 113 中的喷嘴导致 I / P 转换器 112 所产生的并提供给气动继电器 114 的气动压强增加。例如, I / P 转换器 112 可以被如此配置使得 0.75mA 的驱动电流被转换为 42 磅每平方英寸 (PSI) 压强以及 1.25mA 的驱动电流被转换为 57PSI 的压强。

[0036] 此外,因为 I / P 转换器 112 通过螺线管 113 将电流转换为气动压强,因此电流响应更为精确地反映为通过螺线管 113 的平均电流。例如,一段时间内 0.9mA 到 1.10mA 之间的相对快速的实际电流变化可能对应于通过螺线管 113 的 1.0mA 平均电流。因此,如果驱动值施加到晶体管栅极电压上以产生在 0.9mA 到 1.10mA 之间变化的电流,那么 I / P 转换

器 112 内的螺线管 113 可能具有 1.0mA 的平均电流。

[0037] 在反馈信号和 / 或控制信号存在噪声的情况下, 控制单元 108 可以在位置控制过程驱动计算中放大某些噪声。噪声的这种放大可能导致某些驱动值计算超出驱动值限制。如果噪声以非对称方式超出驱动值限制 (例如, 噪声具有平均 DC 偏置位移), 则输出电流信号的平均驱动值能与计算的平均驱动值不同。实际平均驱动值和计算的平均驱动值之间的该差别可能导致阀 104 的位置控制误差。

[0038] 示例性 I / P 驱动电流压摆限制器 110 可以通过比较计算的驱动值的变化与阀控制器 102 的压摆限制值, 来校正 I / P 转换器 112 的螺线管 113 中的非对称噪声和 / 或非对称电流增加率。压摆限制值可以是 I / P 驱动电流压摆限制器 110 中所实现的预定驱动值变化限制值。该压摆限制值可以基于 I / P 转换器 112 中可获得的最大实际电流增加率来配置或设定。替代地, 压摆限制值可以是螺线管 113 中计算的平均驱动电流的函数。例如, 压摆限制值可以基于与计算的平均驱动值的二次关系、线性关系、指数关系、对数关系、或阶跃关系中的至少一个。而且, 在其它实施方式中, 压摆限制值可以基于前一驱动值、驱动值和前一驱动值之间的差、控制信号、反馈信号、平均计算电流、或平均实际电流。

[0039] 图 1 的示例性控制单元 108 可以监测反馈信号和 / 或控制信号中的噪声。如果控制单元 108 探测噪声处于预定阈值之上, 则控制单元 108 可以基于所探测噪声实施噪声压摆限制值和 / 或调整压摆限制值。在其它实例中, 当阀控制器 102 处于不同操作状态时, 压摆限制值可以包括基于平均噪声测量的噪声校正。

[0040] 如果计算的驱动值的变化大于压摆限制值, 则 I / P 驱动电流压摆限制器 110 将计算的驱动值改变为基于压摆限制值的值。例如, 在计算的电流增加并且驱动值的变化对应于螺线管 113 内的电流变化大于压摆限制值的情况下, I / P 驱动电流压摆限制器 110 减少驱动值, 使得所变化的驱动值和前一驱动值之间的差导致螺线管 113 内的电流增加率小于和 / 或等于压摆限制值。类似的, 在计算的电流减少的情况下, 驱动值的变化绝对值可能大于压摆限制值。如果驱动值的变化绝对值大于压摆限制值, 则 I / P 驱动电流压摆限制器 110 可以增加驱动值的幅值, 使得驱动值的变化对应于小于和 / 或等于压摆限制值的电流变化。

[0041] 在基于压摆限制值比较和 / 或改变驱动值后, 控制单元 108 转换驱动值为驱动信号 (例如, 通过晶体管的电流) 并且经过通信线路 109 施加驱动信号给 I / P 转换器 112 内的螺线管 113。电流幅值对应于驱动值。I / P 转换器 112 可以是电流到压强型传感器, 其中驱动信号是例如通过控制单元 108 内的晶体管而变化的电流, 以达到阀 104 的期望条件 (例如, 位置)。替代地, I / P 转换器 112 可以是电压到压强型传感器, 其中驱动信号是变化的电压, 以提供可变压强输出来控制阀 104。I / P 转换器 112 流体耦接到压强供应源 120 (例如, 压缩空气源) 上并且使用来自压强供应源的加压流体 (例如, 加压空气、液压流体等) 将来自控制单元 108 的驱动信号转换为压强信号。I / P 转换器 112 被配置为发送压强信号给气动继电器 114。

[0042] 图 2 是图 1 的控制单元 108 和示例性 I / P 驱动电流压摆限制器 110 的方框图 200。为了经过通信线路 107 接收来自过程控制系统的控制信号, 示例性控制单元 108 包括输入信号接收器 202。输入信号接收器 202 接收电控信号并将电控信号转换为数字信息以进行处理。电信号可以包括从过程控制系统发送来的模拟、离散、和 / 或数字信息。

[0043] 此外,输入信号接收器 202 可以采用可寻址远程传感器高速通道 (HART) 协议来实施以使过程控制系统能够与控制单元 108 通信。而且,示例性输入信号接收器 202 可以从控制信号中过滤来自操作环境的任意电磁噪声。在接收和 / 或处理控制信号之后,输入信号接收器 202 发送控制信号和 / 或控制信号内的数据给噪声探测器 206。

[0044] 为了通过阀行程反馈通信线路 103 接收阀行程反馈信号,示例性控制单元 108 包括反馈接收器 204。反馈接收器 204 可以包括用于处理来自图 1 的阀 104 的位置信号的位置传感器接口。此外,示例性反馈接收器 204 可以包括用于阀 104 压强信号的压强传感器接口。反馈接收器 204 可以采用 HART 协议实施以使阀 104 能够与控制单元 108 通信。而且,示例性反馈接收器 204 可以从反馈信号(例如压强和 / 或位置信号)中过滤来自操作环境的任何电磁噪声。在接收和 / 或处理反馈信号之后,反馈接收器 204 发送反馈信号和 / 或反馈信号内的数据给噪声探测器 206。

[0045] 为了探测控制信号和 / 或反馈信号内的噪声,图 2 的示例性控制单元 108 包括噪声探测器 206。此外,噪声探测器 206 可以在控制单元 108 内探测来自外部环境源和 / 或来自控制单元 108 中的内部组件(例如,微处理器 210)内的噪声。在其他实施例中,当压摆限制值并不基于噪声时,示例性控制单元 108 可以不包括噪声探测器 206。

[0046] 示例性噪声探测器 206 通过确定噪声的幅度或平均值是否大于噪声阈值而确定在控制信号和 / 或反馈信号内是否存在噪声。该噪声阈值可以通过过程控制系统的控制器指定和 / 或可以基于阀控制器 102 不同操作条件期间的噪声水平来计算。在确定控制信号和 / 或反馈信号中是否存在噪声之后,噪声探测器 206 转发该控制信号和 / 或反馈信号给位置控制处理器 208。此外,如果噪声探测器 206 确定在控制信号和 / 或反馈信号中存在噪声,则噪声探测器 206 发送消息给位置控制处理器 208。该消息可以包括控制信号和 / 或反馈信号内的噪声超出阈值的指示。此外,该消息可以包括噪声超出噪声阈值的近似幅值、哪个信号包括噪声、噪声的频率组分、和 / 或其它任意相关的噪声信息。

[0047] 为了执行位置控制算法或过程以及计算 I / P 驱动值,示例性控制单元 108 包括位置控制处理器 208(例如,伺服控制处理器)。位置控制处理器 208 通过噪声探测器 206 接收反馈信号和控制信号。位置控制处理器 208 可以包括位置控制伺服和压强控制伺服来根据包括位置信号、压强信号和控制信号的反馈信号计算 I / P 驱动值。

[0048] 示例性位置控制处理器 208 可以使用比例积分微分 (PID) 反馈控制,基于反馈信号和控制信号来实现位置控制伺服或压强控制伺服。例如, PID 控制可以对控制信号和反馈信号做减法以产生误差信号(例如,反馈信号和控制信号之间的差)。该误差信号在包含放大器的比例控制器中处理以产生与误差信号成比例的信号,该放大器具有适当设置或调节的增益。基于反馈信号的差别特性和反馈控制方案的其它方面,可以区分每个各自伺服控制模块的增益。

[0049] 而且,位置控制处理器 208 可以包括具有增益的放大器,其为将误差随着时间积分的累加器准备误差信号。该累加器又包括加法器和存储前一积分值并将其返回加法器的延迟元件。比例积分控制器所产生的信号与微分控制器所产生的信号被一起提供给加法器以产生 I / P 驱动电流压摆限制器 110 的驱动值。每个微分控制器包括:微分操作器,其产生反馈信号关于时间的积分指示,以及具有相应增益的放大器。此外,位置控制处理器 208 可以通过微处理器 210 存储每个计算的 I / P 驱动值到存储器 214。而且,在计算 I / P 驱

动值之后,位置控制处理器 208 传输 I / P 驱动值给 I / P 驱动电流压摆限制器 110。

[0050] 为了限制 I / P 驱动值的变化,示例性控制单元 108 包括 I / P 驱动电流压摆限制器 110。I / P 驱动电流压摆限制器 110 从位置控制处理器 208 接收 I / P 驱动值。I / P 驱动电流压摆限制器 110 随后计算 I / P 驱动值和前一 I / P 驱动值之间的差。该差是 I / P 驱动值的变化。I / P 驱动电流压摆限制器 110 可以通过访问存储器 214 获取前一 I / P 驱动值。前一 I / P 驱动值是传递给 I / P 转换器 112 的最近 I / P 驱动值。

[0051] I / P 驱动电流压摆限制器 110 随后确定 I / P 驱动值的变化绝对值是否大于和 I / P 转换器 112 相关的压摆限制值。如果 I / P 驱动值的变化绝对值大于压摆限制值,那么 I / P 驱动电流压摆限制器 110 减少或增加 I / P 驱动值使得 I / P 驱动值的变化对应于螺线管 113 中的电流变化,其等于或小于压摆限制值。在改变 I / P 驱动值或确定 I / P 驱动值不需改变之后, I / P 驱动电流压摆限制器 110 传输 I / P 驱动值给位置控制处理器 208 以发送给 I / P 驱动电流产生器 216。

[0052] 在压摆限制值是基于计算的平均电流的情况下, I / P 驱动电流压摆限制器 110 在比较 I / P 驱动值的变化和压摆限制值之前先计算压摆限制值。例如,压摆限制值可以基于与计算的平均 I / P 驱动值的二次关系、线性关系、指数关系、对数关系或阶跃关系中的至少一种。而且,在其他实施方式中,压摆限制值可以基于前一驱动值、驱动值和前一驱动值之间的差、控制信号、反馈信号、平均计算电流、或平均实际电流。在其它情况下,压摆限制值可以基于一组测量到的 I / P 转换器 112 内螺线管 113 的最大电流变化值。压摆限制值和 / 或将压摆限制值和平均驱动电流相关联的函数可以存储在 I / P 驱动电流压摆限制器 110 或,替代地,在存储器 214 中。

[0053] 而且,如果 I / P 驱动电流压摆限制器 110 接收源自噪声探测器 206 的消息,该消息指示反馈信号和 / 或控制信号包括噪声,那么 I / P 驱动电流压摆限制器 110 可以计算噪声压摆限制值和 / 或将噪声压摆限制值应用到计算的 I / P 驱动值中。噪声压摆限制值可以通过对阀控制器 104 的不同操作条件期间的反馈信号和 / 或控制信号内的噪声特征化而预先确定。该噪声压摆限制值可以是单个值,或替代地,可以基于反馈信号和 / 或控制信号内的噪声量。此外,噪声压摆限制值可以存储在 I / P 驱动电流压摆限制器 110 或存储器 214 内。

[0054] 为了根据 I / P 驱动值(例如电压)产生驱动电流,图 2 的示例性控制单元 108 包括 I / P 驱动电流产生器 216。示例性 I / P 驱动电流产生器 216 从位置控制处理器 208 接收压摆限制的 I / P 驱动值。在接收到 I / P 驱动值后, I / P 驱动电流产生器 216 产生具有与 I / P 驱动值对应的幅值的电流。I / P 驱动电流产生器 216 可以使用晶体管、电流源、数字模拟 (DAC) 转换器、和 / 或其他能够产生受控电流信号的组件来产生电流。在产生驱动电流后, I / P 驱动电流产生器 216 经过通信线路 109 促使驱动电流流过 I / P 转换器 112 内的螺线管 113。例如, I / P 驱动电流产生器 216 可以包括受驱动值控制的晶体管。当驱动值施加在晶体管上之后,基于所施加的驱动值电压的驱动电流流经晶体管和螺线管 113。替代地,在 I / P 转换器 112 需要电压信号的实例中, I / P 驱动电流产生器 216 可以包括用于产生包括 I / P 驱动值信息的电压的组件。

[0055] 为了管理诊断、通信、以及其通用控制功能,示例性控制单元 108 包括微处理器 210。示例性微处理器 210 可以通过任意类型处理器、微控制器、控制逻辑、数字信号处理

器、专用集成电路、和 / 或任意其它能够管理控制单元 108 的组件来实施。

[0056] 示例性微处理器 210 从位置控制处理器 208 接收压摆限制的 I / P 驱动值以及存储这些 I / P 驱动值到存储器 214。此外,微处理器 210 处理从过程控制系统经过通信线路 107 发送给控制单元 108 的任何通信消息。这些通信消息可以请求控制单元 108 的操作状态、控制单元 108 的诊断信息、计算的 I / P 驱动值、实际 I / P 驱动值、平均驱动电流信息、噪声信息、和 / 或任意其它功能信息。在接收到通信消息之后,微处理器 210 产生适当响应并且发送该响应给输出信号发送器 212。

[0057] 示例性微处理器 210 可以监测控制单元 108 内的功能并且提供这些功能的任意状态更新给过程控制系统。例如,微处理器 210 可以监测位置控制处理器 208 内的位置控制过程以核实过程是正确运行的。在其它实例中,微处理器 210 可以监测反馈信号和 / 或控制信号内的大量噪声。在又一实例中,微处理器 210 可以确定控制单元 108 没有在接收控制信号和 / 或反馈信号。而且,微处理器 210 可以监测 I / P 驱动电流压摆限制器 110 以检测与施加压摆限制值给计算的 I / P 驱动值的任意偏离。而且,微处理器 210 可以监测 I / P 驱动电流产生器 216 以确定是否由于可能的短路条件而 I / P 转换器 112 汲取过量电流。

[0058] 为了发送来自微处理器 210 的消息,示例性控制电路 108 包括输出信号发送器 212。示例性输出信号发送器 212 将来自微处理器 210 的消息转换为模拟和 / 或数字格式以经过通信线路 107 传送给过程控制系统。输出信号发送器 212 可以格式化与以太网、通用串行总线 (USB)、IEEE1394 等兼容的数据。替代地,输出信号发送器 212 可以通过使用无线通信介质 (例如,无线以太网、IEEE-802. 11、**Wi-Fi®**、**Bluetooth®**等) 而与过程控制系统无线通信。

[0059] 为了存储计算的 I / P 驱动值、压摆限制的 I / P 驱动值、压摆限制值、噪声压摆限制值、和压摆限制值函数,图 2 的控制单元 108 包括存储器 214。示例性存储器可以通过 EEPROM、RAM、ROM,和 / 或其它任意类型存储器实现。存储器 214 经过通信线路 220 而通信耦接过程控制系统。过程控制系统的操作者可以通过通信线路 220 将压摆限制值和 / 或压摆限制值函数存储到存储器中。此外,操作者可以修改和 / 或改变存储器 214 中所存储的压摆限制值和 / 或压摆限制函数。

[0060] 尽管图 2 描述了实现控制单元 108 的示例性方式,但是图 2 所示的接口、数据结构、元件、进程和 / 或设备中的一个或多个可以以任意其它方式组合、分割、重组、省略、消除和 / 或实施。例如,图 2 中的示例性输入信号接收器 202、示例性反馈接收器 204、示例性噪声探测器 206、示例性位置控制处理器 208、示例性微处理器 210、示例性输出信号发送器 212、示例性 I / P 驱动电流压摆限制器 110、和 / 或示例性 I / P 驱动电流产生器 216 可以使用例如一个或多个计算设备和 / 或计算平台 (例如图 8 的示例性处理平台 810) 执行的机器可存取或可读指令,来单独和 / 或以任何组合方式实施。

[0061] 而且,示例性输入信号接收器 202、示例性反馈接收器 204、示例性噪声探测器 206、示例性位置控制处理器 208、示例性微处理器 210、示例性输出信号发送器 212、示例性 I / P 驱动电流压摆限制器 110、示例性 I / P 驱动电流产生器 216 和 / 或更通常的控制单元 108,可以通过硬件、软件、固件和 / 或硬件、软件和 / 或固件的任意组合来实施。因此,例如,任意示例性输入信号接收器 202、示例性反馈接收器 204、示例性噪声探测器 206、示例

性位置控制处理器 208、示例性微处理器 210、示例性输出信号发送器 212、示例性 I / P 驱动电流压摆限制器 110、示例性 I / P 驱动电流产生器 216 和 / 或更通常的控制单元 108, 可以通过一个或多个电路、可编程处理器、专用集成电路 (ASIC)、可编程逻辑设备 (PLD) 和 / 或现场可编程逻辑设备 (FPLD) 等来实施。

[0062] 图 3A 是没有图 1 和 2 中的示例性 I / P 驱动电流压摆限制器 110 情况下, 图 1 的阀控制器 102 的计算的 I / P 驱动电流 302 和实际 I / P 驱动电流 304 的驱动电流图 300。驱动电流图 300 包括 x 轴时间刻度和 y 轴电流刻度。时间轴可以被刻度为分钟、秒、毫秒、微秒、纳秒等。电流轴可以被刻度为安培、毫安、微安、纳安等。而且, 在控制单元 108 产生驱动电压的其它实施例中, y 轴可以包括电压。在图 1 的阀控制器 102 的实例中, 图 3 的驱动电流图 300 包括处于 100 毫秒的时刻 T1、处于 1500 毫秒的时刻 T5、处于 0.8 毫安处的电流 I1、以及处于 1.20 毫安处的电流 I4。

[0063] 示例性驱动电流图 300 示出了一个时间段上的计算的 I / P 驱动电流 302 和实际 I / P 驱动电流 304。计算的 I / P 驱动电流 302 对应于控制单元 108 中的计算的 I / P 驱动值。实际 I / P 驱动电流 304 是施加到 I / P 转换器 112 上的电流。为了清楚, 计算的 I / P 驱动电流 302 和实际 I / P 驱动电流 304 在一些情况中如所示的彼此相邻以区分每个 I / P 驱动电流 302 和 304。在这些情况下, I / P 驱动电流 302 和 304 应该彼此叠加。

[0064] 驱动电流图 300 图示了开始于电流 I1 的计算的 I / P 驱动电流 302。在时刻 T1, 控制单元增加计算的 I / P 驱动电流 302 直到计算的 I / P 驱动电流 302 达到电流 I4。从时刻 T2 到时刻 T3, 控制单元 108 保持计算的 I / P 驱动电流 302 处于 I4。随后在时刻 T4, 控制单元减少计算的 I / P 驱动电流 302 直到其在时刻 T5 达到 I1。然而, 尽管控制单元 108 在计算 I / P 驱动电流, 但是 I / P 转换器 112 具有示意为实际 I / P 驱动电流 304 的实际电流。在时刻 T1, I / P 转换器 112 无法以与计算的 I / P 驱动电流 302 相同的速率来增加其电流。因为在该实例中, 控制单元 108 并不包括 I / P 驱动电流压摆限制器 110, 所以计算的 I / P 驱动电流 302 并不限于 I / P 转换器 112 内的最大电流增量限制 (即, 压摆限制值)。结果, 实际 I / P 驱动电流 304 以更慢速率增加并且直到时刻 T2 之后的时刻 T3 才达到电流 I4。从时刻 T1 到 T3 的 I / P 驱动电流 302 和 304 之间的差将导致与图 1 的阀 104 耦接的致动器的位置误差。而且, 因为 I / P 转换器 112 内的螺线管 113 的电感并不类似地限制实际 I / P 驱动电流 304 减少的速率, 所以实际 I / P 驱动电流 304 从时刻 T4 到 T5 和计算的 I / P 驱动电流 302 匹配。

[0065] 此外, 示例性驱动电流图 300 示出了各自 I / P 驱动电流 302 和 304 的平均驱动电流 306 和 308。计算的平均驱动电流 306 对应于计算的 I / P 驱动电流 302, 实际平均驱动电流 308 对应于实际 I / P 驱动电流 304。平均驱动电流 306 和 308 如所示为直线, 因为它们在比驱动电流图 300 内所示出的时间段更长的时间段上平均。实际平均驱动电流 308 具有电流 I2, 而计算的平均驱动电流 306 具有电流 I3。实际平均驱动电流 308 低于计算的平均驱动电流 306, 因为实际 I / P 驱动电流 304 速率受限并且需要更长时间 (例如 T3-T2) 以达到电流 I4。

[0066] 图 3B 是包括图 1 和 2 中的示例性 I / P 驱动电流压摆限制器 110 情况下, 数字阀控制器 102 的计算的 I / P 驱动电流 352 和实际 I / P 驱动电流 354 的驱动电流图 350。驱动电流图 350 类似于图 3A 的驱动电流图 300, 除了基于压摆限制值限制了计算的 I / P

驱动电流 352。在图 3B 的驱动电流图 350 中，I / P 驱动电流压摆限制器 110 包括压摆限制值，其对应于 I / P 转换器 112 内可获得的最大电流增加率，如图 3A 中所示的从时间 T2 到 T3 的实际 I / P 驱动电流 304。

[0067] 作为 I / P 驱动电流压摆限制器 110 所施加的压摆限制值的结果，计算的 I / P 驱动电流 352 的速率基于 I / P 转换器 112 中可获得的最大电流增加而受限。因此，实际 I / P 驱动电流 354 在 T1 到 T5 的所有时间段内都和计算的 I / P 驱动电流 352 匹配。还将压摆限制值施加到从 T4 到 T5 时段内 I / P 驱动电流减少上，以提供 I / P 驱动电流的对称控制。实际 I / P 驱动电流 354 和计算的 I / P 驱动电流 352 之间的匹配和对称控制提供了与图 1 的阀 104 耦接的致动器的精确位置控制。

[0068] 而且，图 3B 的驱动电流图 350 包括对应于计算的 I / P 驱动电流 352 的计算的平均驱动电流 356，以及对应于实际 I / P 驱动电流 354 的实际平均驱动电流 358。因为实际和计算的 I / P 驱动电流 352 和 354 匹配或基本相等，所以计算的和实际平均驱动电流 356 和 358 匹配或基本相等。

[0069] 图 4A 和 4B 是基于平均 I / P 驱动电流的压摆限制值的压摆限制值图 400 和 425。压摆限制值图 400 和 425 的 x 轴示出了平均驱动电流。该驱动电流可以被刻度为安、毫安、微安、纳安等。此外，压摆限制值图 400 和 425 的 y 轴示出了 I / P 驱动值的变化量。I / P 驱动值的变化可以被刻度为安 / 秒，毫安 / 秒、毫安 / 毫秒等。I / P 驱动值的变化等于当前 I / P 驱动值和前一 I / P 驱动值之间的差（例如从前一 I / P 驱动值到当前 I / P 驱动值的变化率）。此外，压摆限制值图 400 和 425 示出了双向 I / P 驱动值变化的压摆限制值 402 和 426。

[0070] 图 4A 的压摆限制值图 400 示出了在 I / P 驱动值的变化 D1 处，对于从 C1 到 C2 的任意平均驱动电流的压摆限制值 402。压摆限制值 402 可以是 I / P 转换器 112 的计算的最大 I / P 驱动电流变化。此外，可以通过图 5 的示例性方法 500 来确定该压摆限制值 402。在图 4A 的实例中，计算的 I / P 驱动值的变化 404 大于压摆限制值 402。I / P 驱动电流压摆限制器 110 通过将计算的 I / P 驱动值的变化 404 减少到压摆限制值上的 I / P 驱动值的变化值 406 来改变计算的 I / P 驱动值的变化 404。在其它实例中，I / P 驱动值 404 可以减少到压摆限制值 402 之下。

[0071] 图 4B 的压摆限制值图 425 示出了基于平均驱动电流的压摆限制值 426。在该实例中，随着平均驱动电流从 C1 增加到 C2，压摆限制值线性地从 D2 减少到 D1。该线性减少可能是 I / P 转换器 112 中的最大电流变化的结果。例如随着 I / P 转换器 112 中的平均电流接近提供给 I / P 转换器 112 的电，最大电流减少。在其他实例中，压摆限制值 426 可以与平均驱动电流具有二次关系、线性关系、指数关系、对数关系、和 / 或阶跃关系。此外，压摆限制值可以基于计算的驱动值、前一驱动值、驱动值与前一驱动值之间的差、控制信号、反馈信号、平均计算驱动值、和 / 或平均实际驱动值。在另一其它实例中，压摆限制值 426 可以基于反馈信号和 / 或控制信号内的噪声。

[0072] 在示例性压摆限制值图 425 中，计算的 I / P 驱动值的变化 428 大于压摆限制值 426。I / P 驱动电流压摆限制器 110 将计算的 I / P 驱动值的变化 428 减少到压摆限制值 426 上的经调整 I / P 驱动值的变化 430。在该实例中，计算的 I / P 驱动值的变化 428 是平均电流 C3。该平均电流 C3 可以是与计算的 I / P 驱动值的变化 428 或与 I / P 驱动值

的变化 430 的平均电流。替代地,平均驱动电流 C3 可以对应于合并计算的 I / P 驱动值之前的实际平均驱动电流,该计算的 I / P 驱动值对应于计算的 I / P 驱动值的变化 428。

[0073] 图 5、6 和 7 是可以执行以实施图 1 和 / 或 2 的示例性数字阀控制器 104、示例性电路板 108、示例性 I / P 驱动电流压摆限制器 110、示例性噪声探测器 206、示例性伺服控制处理器 208、和 / 或示例性微处理器 210 的示例性方法的流程图。图 5、6 和 7 的示例性方法可以通过处理器、控制器和 / 或任意其他合适处理设备执行。例如,图 5、6 和 7 的示例性方法可以具体化为任意有形计算机可读媒体中存储的编码指令,有形计算机可读媒体诸如闪存存储器、CD、DVD、软盘、ROM、RAM、可编程 ROM (PROM)、电子可编程 ROM (EPROM)、电子可擦除 PROM (EEPROM)、光存储盘、光存储设备、磁存储盘、磁存储设备、和 / 或其他能够用于携带或存储以方法或数据结构形式的程序编码和 / 或指令的任意其它介质,并且可以由处理器、通用或专用计算机、或其他具有处理器的机器 (例如,与图 8 相关的如下讨论的示例性处理器平台 810) 访问。上述组合还可以包括在计算机可读介质范围中。方法包括,例如,促使处理器、通用计算机、专用计算机、或专用处理机器执行一个或多个特定方法的指令和 / 或数据。替代地,图 5、6 和 7 的某些或全部示例性方法可以使用 ASIC、PLD、FPLD、离散逻辑、硬件、固件等的任意组合来实施。而且,图 5、6 和 7 的某些或全部示例性方法可以采用手动操作或其他现有技术的任意组合来替代实施,例如,固件、软件、离散逻辑和 / 或硬件的任意组合。而且,可以采用多种其它方法来实现图 5、6 和 7 中的示例性操作。例如,可以改变步骤的执行顺序,和 / 或所描述的一个或多个步骤可以改变、消除、再分割、或组合。据此,图 5、6 和 7 的某些或全部示例性方法可以按顺序执行和 / 或并行执行,例如,独立处理线程、处理器、设备、离散逻辑、电路等。

[0074] 图 5 的示例性方法 500 确定图 1 的 I / P 驱动电流压摆限制器 110 的压摆限制值。图 5 的示例性方法 500 计算单组阀控制器 102 操作条件的压摆限制值。其他示例性方法 500 可以实现以确定其他操作条件下阀控制器 102 的压摆限制值。此外,从示例性方法 500 中计算的一个或多个压摆限制值可以组合在一起以形成压摆限制值和阀控制器 102 操作条件之间的关系。而且,示例性方法 500 可以用于确定压摆限制值和施加于 I / P 转换器 112 上的实际电流之间的函数关系。

[0075] 当控制阀组件 100 激活并且测量 I / P 转换器 112 内的螺线管 113 的电感时,示例性方法 500 开始 (块 502)。随后根据测量的电感和 I / P 转换器 112 的电源特性来计算压摆限制值 (步骤 504)。在其他实例中,可以根据 I / P 转换器 112 中的实际最大电流速率变化来计算压摆限制值。在另一其它实例中,根据 I / P 转换器 112 中最大电流速率变化的函数来为不同的平均驱动电流计算压摆限制值。

[0076] 在计算压摆限制值 (步骤 504) 后,测量行程反馈信号中的噪声 (步骤 506)。接着,测量控制信号中的噪声 (块 508) 并且记录阀控制器 102 的操作点 (步骤 510)。此外,可以测量阀控制器 102、控制单元 108、和 / 或连接器 106 中的噪声。在一些示例性实施方式中,可以对阀控制器 102 的不同操作点 (步骤 510) 重复计算压摆限制值 (步骤 504) 和测量反馈和控制信号中的噪声 (步骤 506 和 508),或者,替代地,可以有规律的时间间隔执行,包括,例如,每次测量反馈信号和控制信号时执行。

[0077] 当基于在阀控制器 102 的操作点处测量的噪声来计算新的压摆限制值或者调整前一压摆限制值时 (步骤 512),继续图 5 的示例性方法 500。可以针对阀控制器 102 探测到

控制信号和 / 或反馈信号内的噪声并且基于所确定的噪声调整压摆限制值的情况来计算新的压摆限制值。在其它实例中, 阀控制器 102 可以根据探测反馈信号和 / 或控制信号内的噪声而激活压摆限制值控制。当计算的压摆限制值存储在控制单元 108 中的存储器 214 中时, 示例性方法 500 结束 (步骤 514)。

[0078] 图 6 的示例性方法 600 限制了图 1 控制单元 108 内的位置控制算法或过程计算的驱动值的变化。示例性方法 600 示出了驱动值的单次计算和与压摆限制值的比较。然而, 示例性方法 600 可以针对每个接收的控制信号和 / 或接收的阀行程反馈信号而开始。当图 1 的控制阀组件 100 处于操作状态并且阀控制器 102 接收控制信号和反馈信号 (步骤 602 和 604) 时, 开始示例性方法 600。接着, 根据反馈信号和控制信号之间的差来计算 I / P 驱动值 (步骤 606)。该 I / P 驱动值对应于阀控制器 102 将要对与阀 104 耦接的致动器开启或关闭的量。

[0079] 在计算 I / P 驱动值后, 根据 I / P 驱动值和前一 I / P 驱动值之间的差来计算 I / P 驱动值的变化 (步骤 608)。前一 I / P 驱动值是在阀控制器 102 接收到最近的控制信号和反馈信号之前传送给 I / P 转换器 112 的 I / P 驱动值。前一 I / P 驱动值还可以基于压摆限制值已发生变化。接着, 将 I / P 驱动值的变化与压摆限制值比较 (步骤 610)。压摆限制值可以基于 (例如, 成函数关系) I / P 驱动值的变化、与 I / P 驱动值的计算的平均电流、I / P 驱动值、和 / 或在累加 I / P 驱动值前的平均计算电流。替代地, 压摆限制值可以是与 I / P 转换器 112 中最大 I / P 驱动值的变化相对应的值。

[0080] 当 I / P 驱动值的变化是正值的时候, 如果 I / P 驱动值的变化小于压摆限制值 (步骤 610), 则不修改 I / P 驱动值并且控制单元 108 将 I / P 驱动值作为电流传输给 I / P 转换器 112 (步骤 614)。此外, 当 I / P 驱动值的变化是负值的时候 (例如, 递减的 I / P 驱动值), 如果 I / P 驱动值的变化小于压摆限制值 (步骤 610), 则不修改 I / P 驱动值并且控制单元 108 将 I / P 驱动值作为电流传输给 I / P 转换器 112 (步骤 614)。然而, 如果 I / P 驱动值的变化是正值并且 I / P 驱动值的变化大于压摆限制值 (步骤 610) 或者 I / P 驱动值的变化是负值并且 I / P 驱动值的变化大于压摆限制值 (步骤 610), 则 I / P 驱动值基于压摆限制值发生变化 (步骤 612)。在 I / P 驱动值的变化为正的情况下, I / P 驱动值减少到前一值加上压摆限制值, 或者减少到比前一值加上压摆限制值更小的值。类似地, 在 I / P 驱动值的变化为负的情况下, I / P 驱动值增加到前一 I / P 驱动值减去压摆限制值, 或者减少到比前一 I / P 驱动值减去压摆限制值更大的值。当改变的 I / P 驱动值作为电流传输给 I / P 转换器 112 时, 示例性方法结束 (步骤 614)。

[0081] 图 7 的示例性方法 700 限制了由于反馈信号和 / 或控制信号内噪声所引起的驱动值的变化。示例性方法 700 示出了驱动值的单次计算和与压摆限制值的比较。然而, 示例性方法 700 可以对每个接收的控制信号和 / 或接收的阀行程反馈信号的每个实例执行。在其它实施方式中, 示例性方法 700 可以基于阀控制器 102 和 / 或连接器 106 内所探测的源自外部环境噪声的噪声来设置压摆限制值。当图 1 的控制阀组件 100 处于操作状态并且阀控制器 102 接收控制信号和反馈信号 (步骤 702 和 704) 时, 开始示例性方法 700。接着, 对反馈信号 / 或控制信号进行噪声检测 (步骤 706)。信号内的噪声检测可以包括确定噪声的振幅或平均值是否大于噪声阈值。在一些实例中, 可以在阀控制器 102 和 / 或控制单元 108 对控制信号和 / 或反馈信号滤波后才进行噪声检测。在其它实例中, 可以在任意滤

波之前进行噪声检测。

[0082] 接着,基于所测量噪声设置压摆限制值(步骤 708)。可以通过图 5 的示例性方法 500 确定压摆限制值和噪声的关系。在噪声不大于噪声阈值的情况下,压摆限制值可以仅仅基于 I / P 驱动值的变化和 / 或基于 I / P 驱动值的平均计算电流。替代地,压摆限制值可以对应于 I / P 转换器 112 中的最大电流变化。在噪声大于噪声阈值的情况下,噪声压摆限制值可以基于噪声和 I / P 驱动值的变化和 / 或平均计算电流。随后基于反馈信号和控制信号之差计算 I / P 驱动值(步骤 710)。在计算 I / P 驱动值后,基于 I / P 驱动值和前一 I / P 驱动值之差计算 I / P 驱动值的变化(步骤 712)。

[0083] 当 I / P 驱动值的变化与噪声压摆限制值比较时(步骤 714)继续图 7 的示例性方法 700。当 I / P 驱动值的变化是正值的时候,如果 I / P 驱动值的变化小于噪声压摆限制值(步骤 714),则不修改 I / P 驱动值并且控制单元 108 将 I / P 驱动值作为电流传输给 I / P 转换器 112(步骤 718)。此外,当 I / P 驱动值的变化是负值的时候(例如,递减的 I / P 驱动值),如果 I / P 驱动值的变化小于噪声压摆限制值(步骤 714),则不修改 I / P 驱动值并且控制单元 108 将 I / P 驱动值作为电流传输给 I / P 转换器 112(步骤 718)。

[0084] 然而,如果 I / P 驱动值的变化是正值并且 I / P 驱动值的变化大于噪声压摆限制值,或者 I / P 驱动值的变化是负值并且 I / P 驱动值的变化大于噪声压摆限制值(步骤 714),则 I / P 驱动值基于噪声压摆限制值发生变化(步骤 716)。在 I / P 驱动值的变化为正的情况下,I / P 驱动值减少到前一 I / P 驱动值加上噪声压摆限制值,或者减少到比前一 I / P 驱动值加上噪声压摆限制值更小的值。类似地,在 I / P 驱动值的变化为负的情况下,I / P 驱动值增加到前一 I / P 驱动值减去噪声压摆限制值,或者增加到比前一 I / P 驱动值减去噪声压摆限制值更大的值。当改变的 I / P 驱动值作为电流传输给 I / P 转换器 112 时,示例性方法结束(步骤 718)。

[0085] 图 8 是可以用于实现本文所描述示例性方法和装置的示例性处理器系统 810 的方框图。例如,与示例性处理器系统 810 类似或相同的处理器系统可以用于实现图 1 和 / 或 2 的数字阀控制器 104、电路板 108、I / P 驱动电流压摆限制器 110、噪声探测器 206、伺服控制处理器 208、和 / 或微处理器 210。尽管如下描述的示例性处理器系统 810 包括多个外设、接口、芯片、存储器等,但是在其它示例性处理器系统中可省略那些元件的一个或多个,其它示例性处理器也用于实现数字阀控制器 104、电路板 108、I / P 驱动电流压摆限制器 110、噪声探测器 206、伺服控制处理器 208、和 / 或微处理器 210 中的一个或多个。

[0086] 如图 8 所示,处理器系统 810 包括耦接于互联总线 814 的处理器 812。处理器 812 包括寄存器组或寄存器空间 816,其在图 8 中描述为完全在芯片上,但其也可以替代的完全或部分位于芯片之外并且经过专属电连接和 / 或经过互联总线 814 而直接耦接到处理器 812。处理器 812 可以是任意合适的处理器、处理单元或微处理器。尽管图 8 未示出,但是系统 810 可以是多处理器系统并且,因此,可以包括一个或多个与处理器 812 类似或相同的额外的处理器,并且其与互联总线 814 通信耦接。

[0087] 图 8 的处理器 812 耦接到芯片组 818,其包括存储控制器 820 和外设输入 / 输出 (I / O) 控制器 822。如众所周知的,芯片组典型地提供 I / O 和存储器管理功能以及多个通用和 / 或专用寄存器、定时器等,其可以由耦接于芯片组 818 的一个或多个处理器访问

或使用。存储控制器 820 执行使处理器 812(或者如果有多个处理器情况下的多个处理器)能访问系统存储器 824 和大容量存储存储器 825 的功能。

[0088] 系统存储器 824 可以包括任意期望类型的易失性和 / 或非易失性存储器诸如,例如,静态随机存取存储器 (SRAM)、动态随机存取存储器 (DRAM)、闪速存储器、只读存储器 (ROM) 等。大容量存储器 825 可以包括任意期望类型的大容量存储设备。例如,如果使用示例性处理器系统 810 实现数字阀控制器 104(图 1),大容量存储器 825 可以包括硬盘驱动、光驱、磁带存储设备等。替代地,如果使用示例性处理器系统 810 实现电路板 108、I / P 驱动电流压摆限制器 110、噪声探测器 206、伺服控制处理器 208、和 / 或微处理器 210,则大容量存储存储器 825 可以包括固态存储器(例如,闪速存储器、RAM 存储器等)、磁存储器(例如,硬驱动)、或任意适于电路板 108、I / P 驱动电流压摆限制器 110、噪声探测器 206、伺服控制处理器 208、和 / 或微处理器 210 中大容量存储的其它存储器。

[0089] [0089] 外设 I / O 控制器 822 执行使处理器 812 能够经过外设 I / O 总线 832 与外设输入 / 输出 (I / O) 设备 826 和 828 和网络接口 830 通信的功能。I / O 设备 826 和 828 可以是任意期望类型的 I / O 设备诸如,例如,键盘、显示器(例如,液晶显示器 (LCD)、阴极射线管 (CRT) 显示器等)、导航设备(例如,鼠标、轨迹球、电容触摸板、操纵杆等)等。网络接口 830 可以是例如,以太网设备、异步传输模式 (ATM) 设备、802.11 设备、DSL 调制解调器、电缆调制解调器、蜂窝调制解调器等,其能够使处理器系统 810 与其它处理器系统通信。

[0090] 尽管图 8 中描述的存储控制器 820 和 I / O 控制器 822 是芯片组 818 内的分离的功能模块,但是这些模块执行的功能可以集成到单个半导体电路中或者可以使用两个或多个单独的集成电路实施。

[0091] 至少某些上述描述的示例性方法和 / 或系统通过在计算机处理器上运行的一个或多个软件和 / 或固件程序实现。然而,专用硬件实施方式包括,但不限于,专用集成电路、可编程逻辑阵列或同样被构造为(全部或部分)执行本文所描述示例性方法和 / 或装置中的某些或全部的其他硬件设备。而且,替代软件实施方式包括,但不限于,分布处理或组件 / 对象分布处理、并行处理、或虚拟机处理,其也可以被构造为实施本文所描述的示例性方法和 / 或系统。

[0092] 还应当注意到本文所描述的示例性软件和 / 或固件实施方式存储在有形存储介质中,诸如:磁介质(例如,磁盘或磁带);磁光或光介质诸如光盘;或者固态介质,诸如存储卡或包括一个或多个只读(非易失)存储器、随机访问存储器、或其他可重写(易失性)存储器的其他封装。据此,本文所描述的示例性软件和 / 或固件可以存储在有形存储介质中,诸如上述那些所述或后续存储介质。在参照特定标准和协议的情况下,为了扩展上述说明书描述示例性组件和功能,应当理解本发明的保护范围并不限于这些标准和协议。例如,用于英特网和其他分组交换网络传输的每个协议(例如,传输控制协议 (TCP) / 互联网协议 (IP)、用户数据协议 (UDP) / IP、超文本标记语言 (HTML)、超文本传输协议 (HTTP))表示了现有技术的实例。这些标准被具有相同通用功能的更快速或更有效等同标准周期性地取代。此外,具有相等功能的替代标准和协议是本专利可设想的并且要包含于所附权利要求范围中的等同形式。

[0093] 此外,尽管本发明公开了包括在硬件上执行的软件或固件的示例性方法和装置,

但是应当注意到这些系统仅仅是解释的并且不应当考虑为限定。例如,可以设想任意或所有这些硬件和软件组件可以仅采用硬件、仅采用软件、仅采用固件或以硬件、固件和 / 或软件的某些组合来实现。此外,虽然上面说明书描述了示例方法、系统和机器可访问介质,但这些实例并不是实现这些系统、方法和机器可访问介质的唯一途径。因此,尽管本文已经描述了特定示例性方式、系统和机器可访问介质,但是本专利的覆盖范围并不限于此。相反,本专利完全覆盖了在文字上或等同原则下落在所附权利要求范围内的所有方法、系统和机器可访问介质。

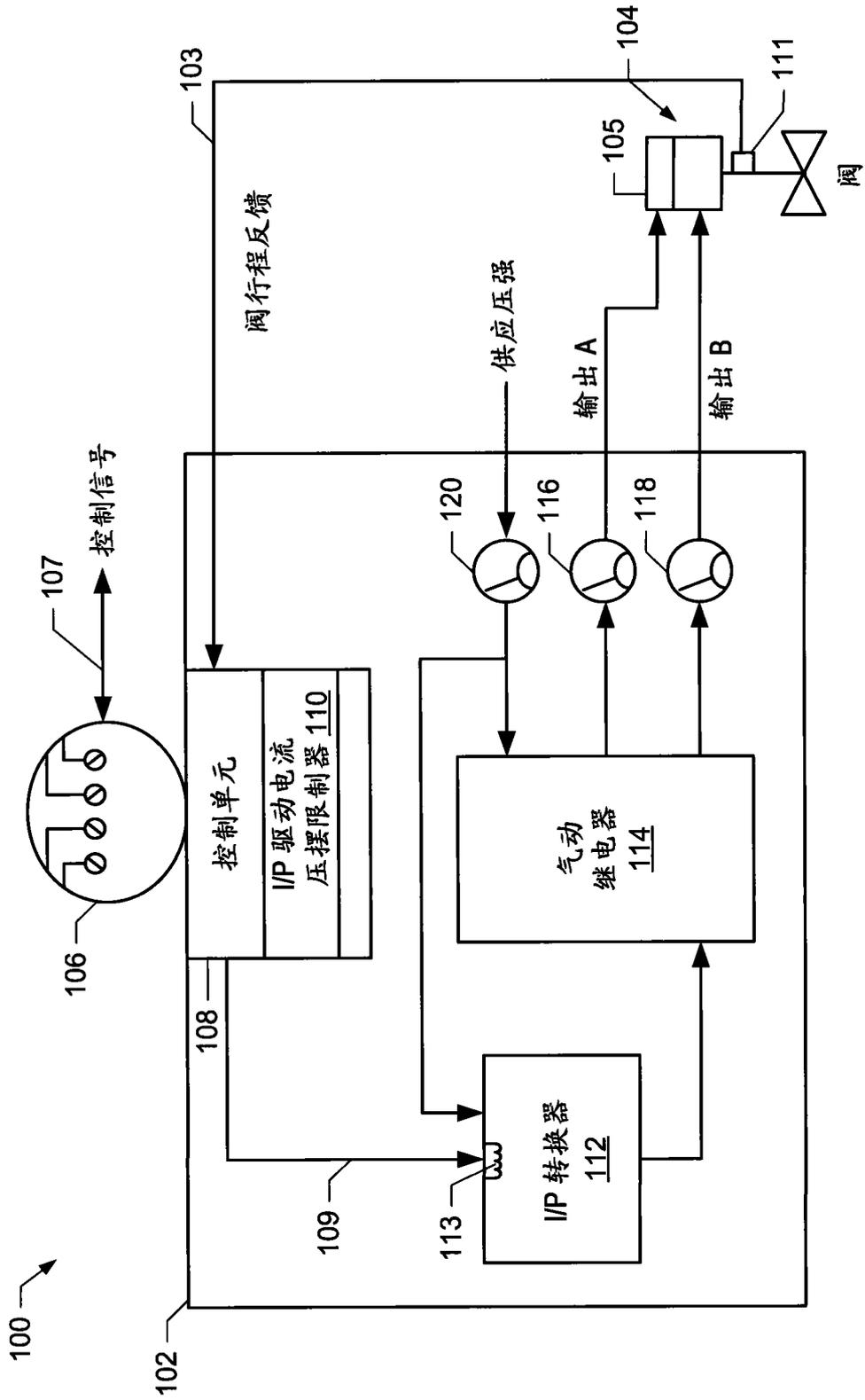


图 1

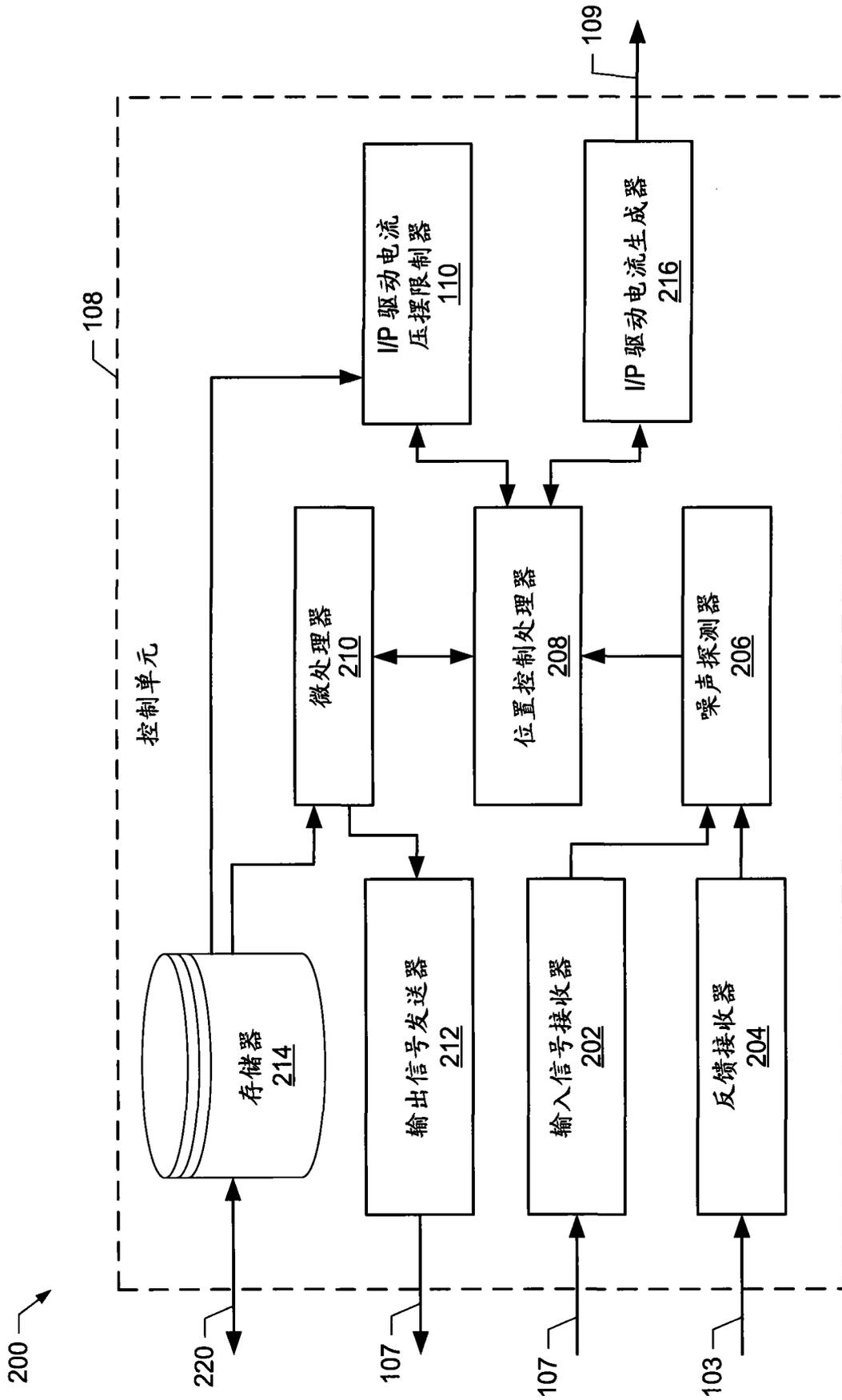


图 2

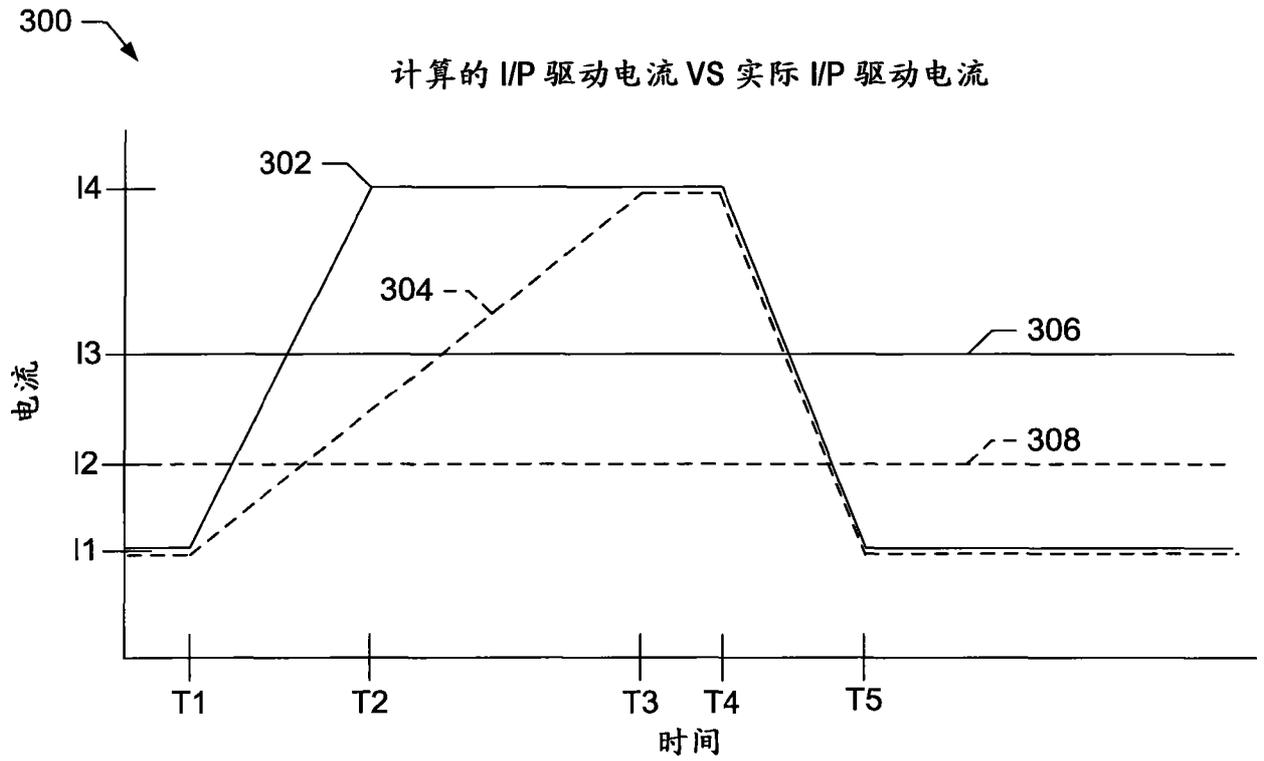


图 3A

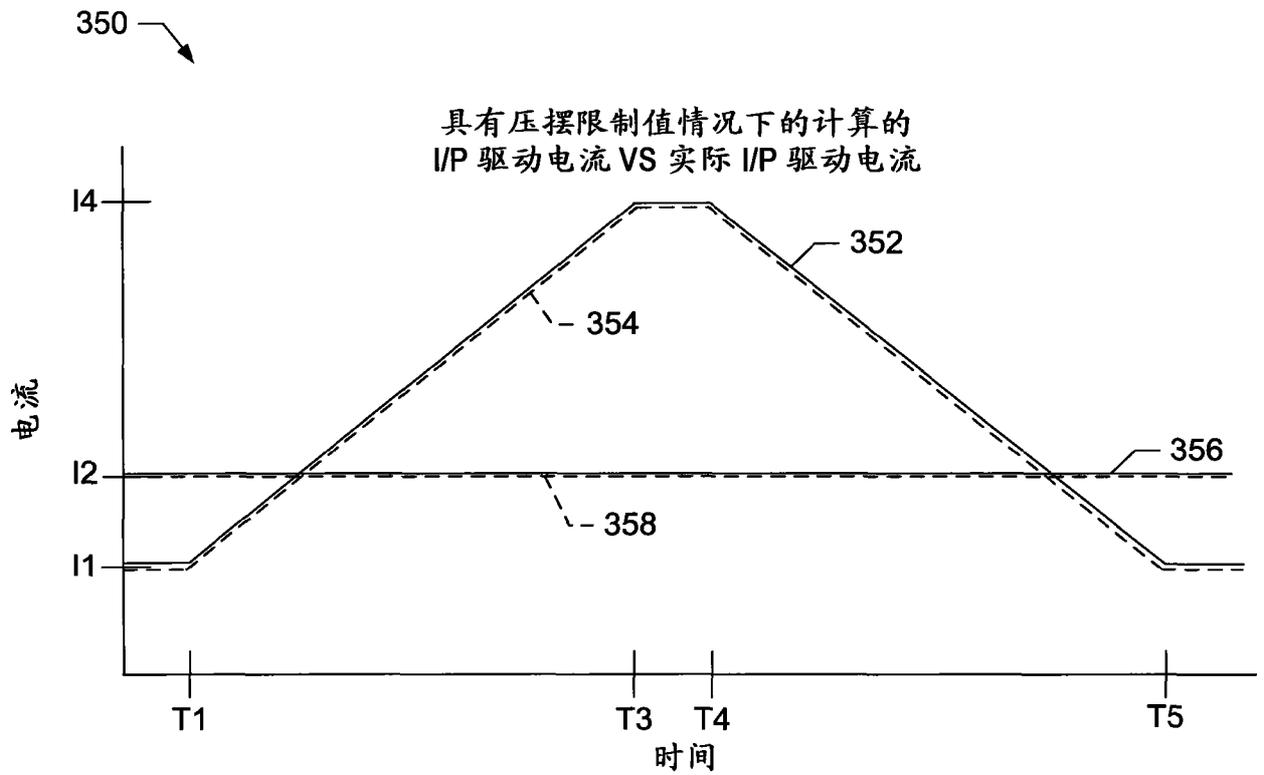


图 3B

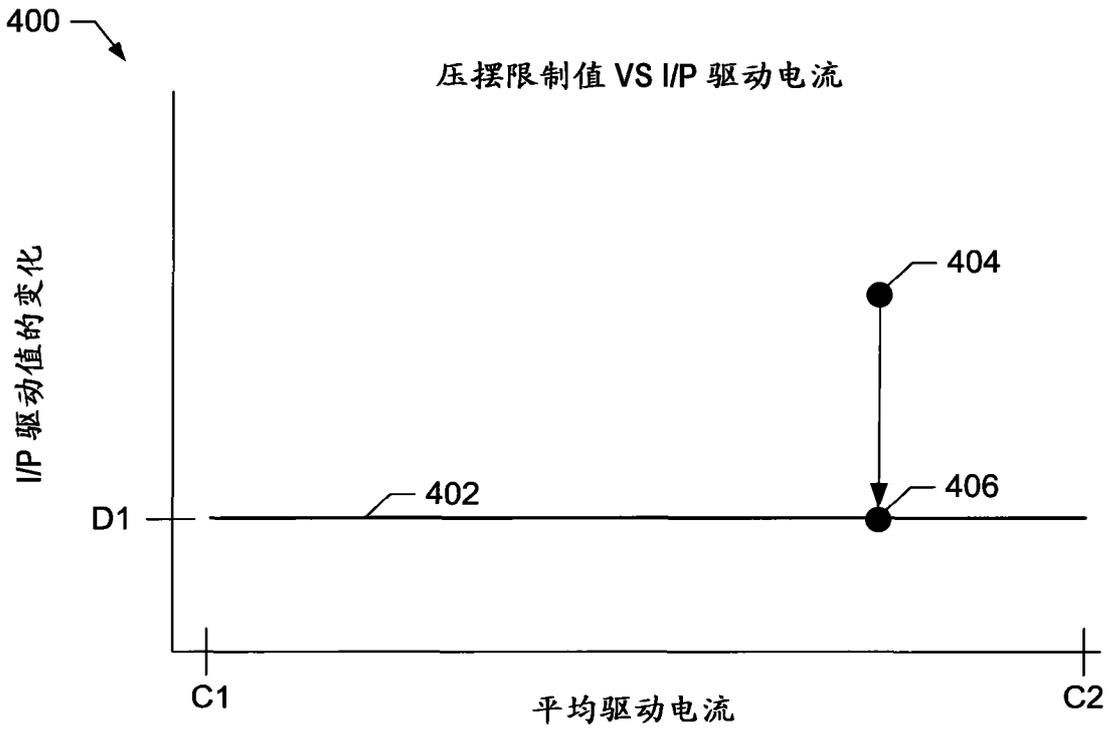


图 4A

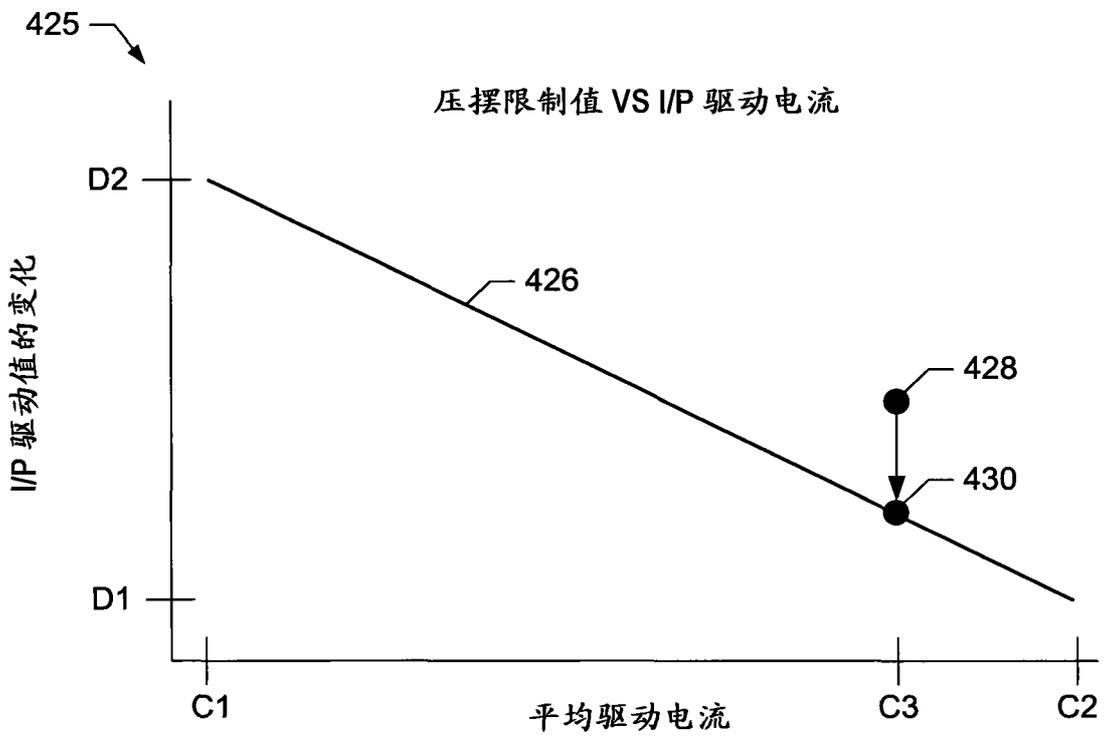


图 4B

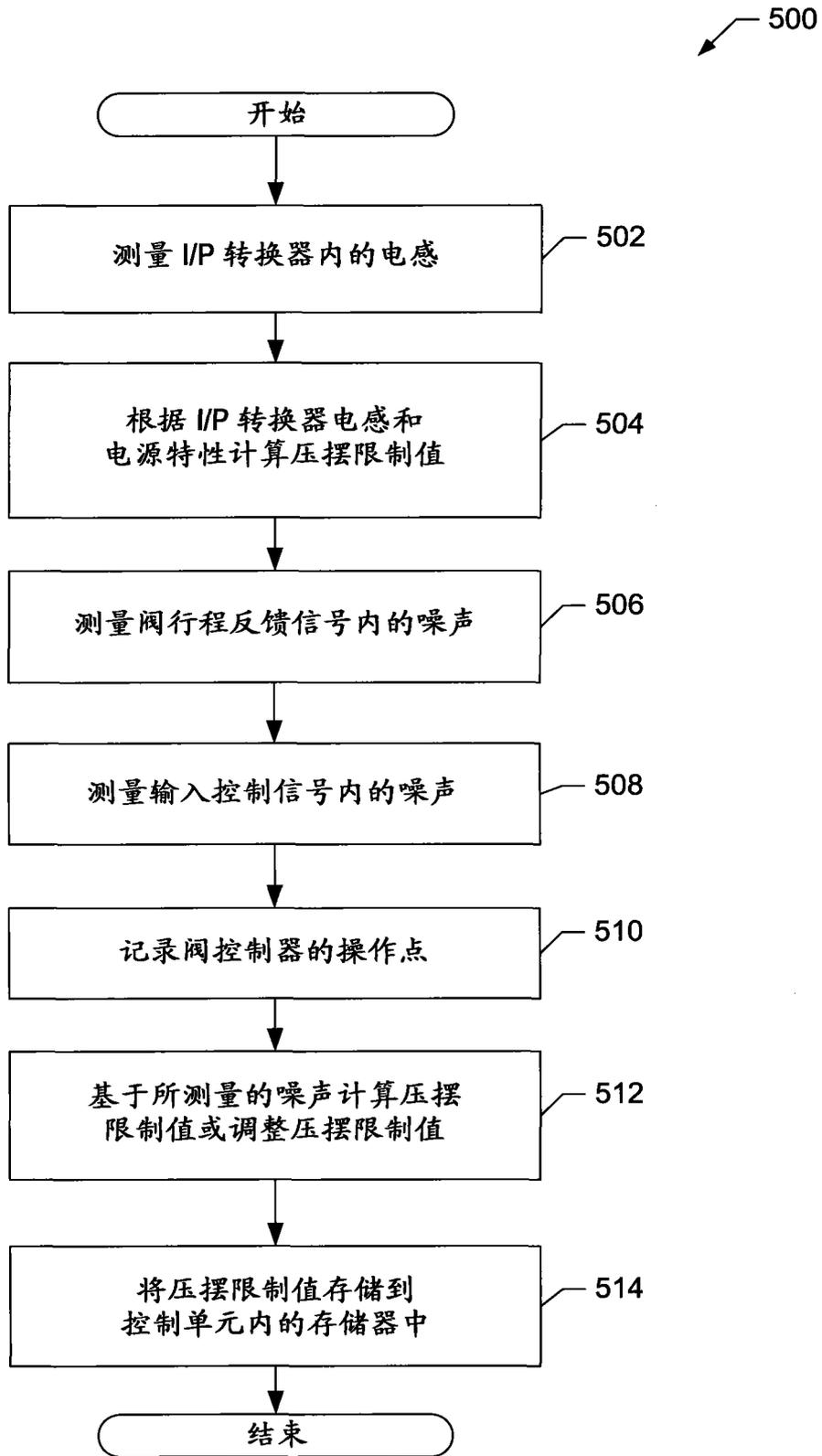


图 5

600 ↘

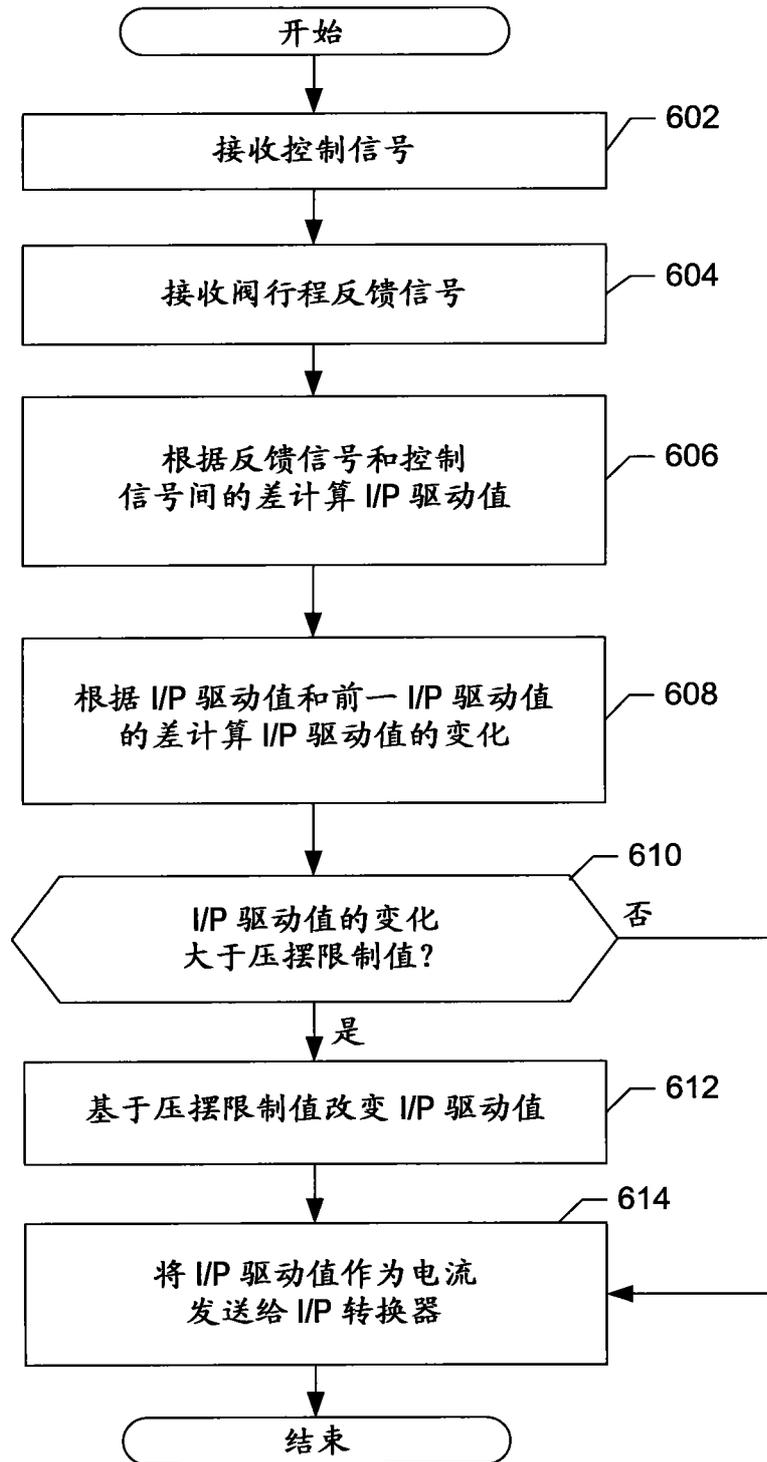


图 6

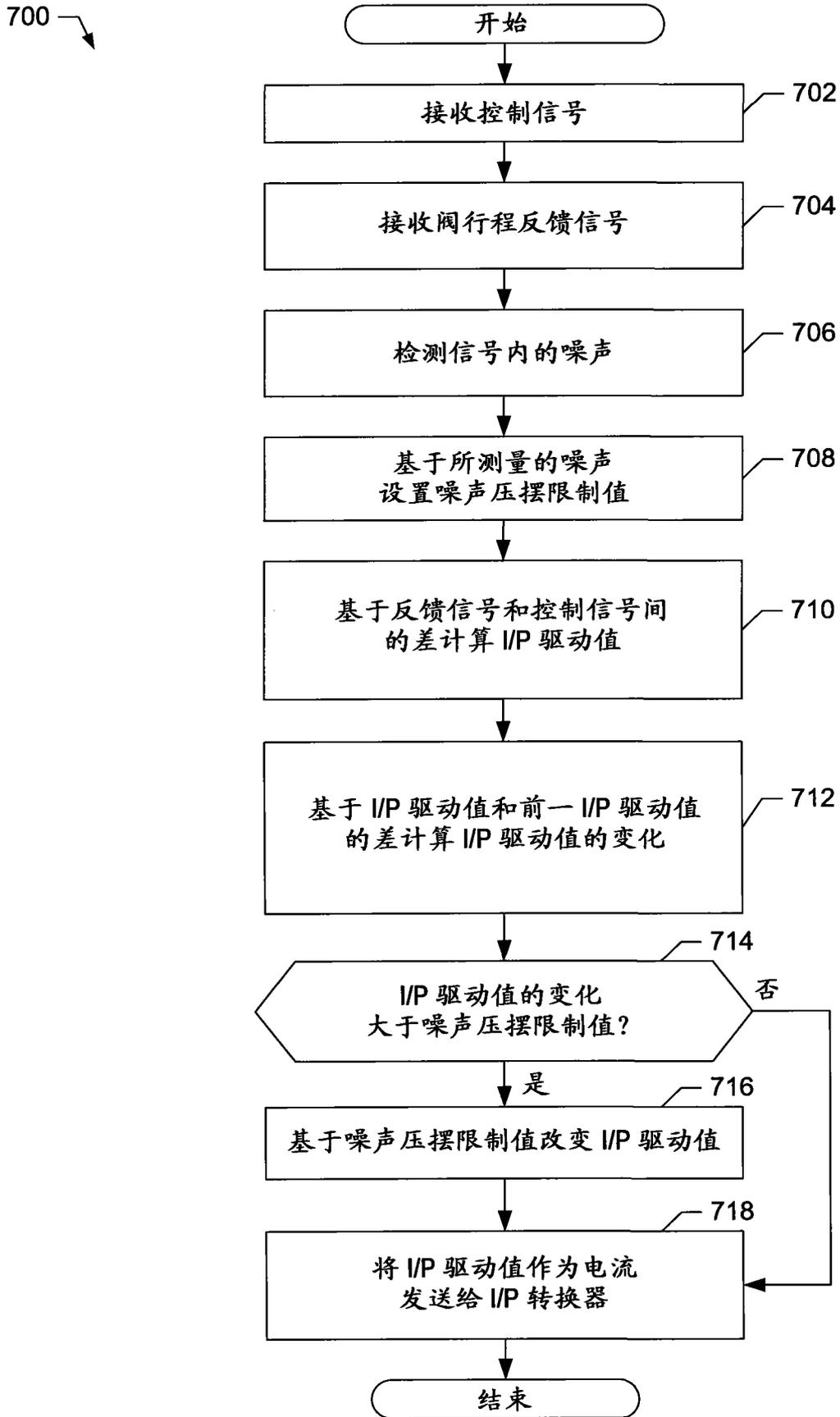


图 7

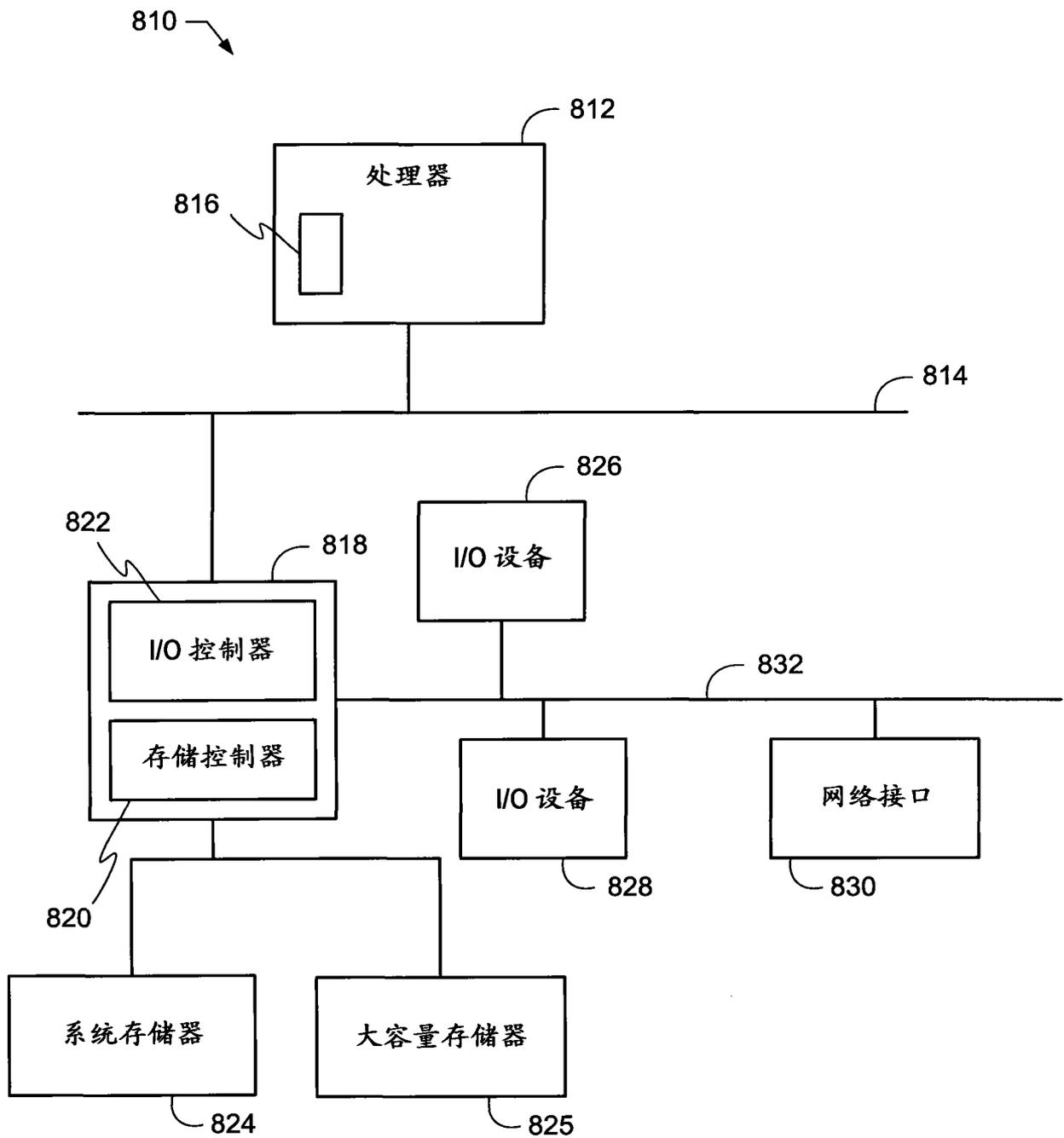


图 8