



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113202970 A

(43) 申请公布日 2021.08.03

(21) 申请号 202110138202.2

G01R 31/28 (2006.01)

(22) 申请日 2021.02.01

G01R 31/72 (2020.01)

(30) 优先权数据

16/778,814 2020.01.31 US

(71) 申请人 费希尔控制产品国际有限公司

地址 美国爱荷华州

(72) 发明人 M·R·方丹 D·S·尼古拉斯

G·R·布雷伊特 C·C·阿诺尔德

D·L·施密德

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 戚英豪 丁燕

(51) Int.Cl.

F16K 37/00 (2006.01)

F15B 13/044 (2006.01)

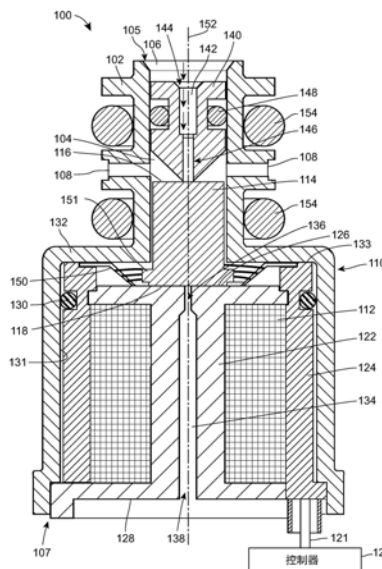
权利要求书3页 说明书13页 附图9页

(54) 发明名称

对脉冲螺线管I/P功能的诊断

(57) 摘要

本文提供了用于诊断数字螺线管I/P转换器中的故障的技术。I/P转换器的控制器可以向I/P转换器施加固定电压，从而使电枢在正常起作用的I/P转换器中从关闭位置移动到开启位置。控制器可以接收对数字逻辑线是否已经发生跳变的指示，其表示I/P线圈的电流已经达到期望的最大电流水平，以及接收对从施加固定电压起经过的时间的指示。控制器可以将从施加固定电压起所经过的时间量与从向I/P线圈施加固定电压起的预期的经过的时间量进行比较，在该预期的经过的时间量之后，对于正常起作用的I/P线圈，将发生数字逻辑线跳变，并基于该比较，诊断I/P转换器中的故障。



1. 一种用于诊断过程控制系统中的数字螺线管I/P转换器中的故障的方法,其中,所述数字螺线管I/P转换器包括I/P线圈和驱动电路,并且其中,所述数字螺线管I/P转换器在被致动时使电枢从关闭位置移动到开启位置,所述方法包括:

确定固定电压在第一时间已经被施加到所述I/P线圈;

从电流传感器接收对与所述I/P线圈相关联的电流水平的指示;

执行对与所述I/P线圈相关联的所述电流水平的所述指示和期望的最大电流水平的第一比较;

基于所述第一比较,使数字逻辑线在与所述I/P线圈相关联的所述电流水平达到所述期望的最大电流水平时跳变;

从计时器接收对从所述第一时间到第二时间已经经过的时间量的指示,所述第二时间是与所述数字逻辑线跳变相关联的时间;

执行对(i)从所述第一次时间到所述第二时间经过的时间量和(ii)从向所述I/P线圈施加所述固定电压起的预期的经过的时间量的第二比较,在所述预期的经过的时间量之后,对于正常起作用的I/P线圈和驱动电路,所述数字逻辑线将跳变;以及

基于所述第二比较,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常起作用或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:基于确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个已经发生故障,使控制器采取改变所述过程控制系统的操作的控制动作。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常起作用或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障还包括:

基于从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量基本上等于所述预期的经过的时间量,确定所述I/P线圈和所述驱动电路正常起作用。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常起作用或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障还包括:

基于所述数字逻辑线在从所述第一时间起的所述预期的经过的时间量之后没有跳变,确定所述I/P线圈或所述驱动电路由于所述I/P线圈或所述驱动电路中的开路而已经发生故障。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常起作用或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障还包括:

基于从所述第一时间到所述第二时间经过的时间量比所述预期的经过的时间量要小阈值时间量以上来确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个由于所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个中的短路而已经发生故障。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常起作用或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障还包括:

基于从所述第一时间到所述第二时间经过的时间量比所述预期的经过的时间量要小阈值时间量以下来确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个由于所述电枢已经处于所述开启位置或者由于所述电枢未能从所述关闭位置移动到所述开启位置而已经发生故障。

7. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

基于确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个已经发生故障,生成警报。

8. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

在从向所述I/P线圈施加所述固定电压的时间起已经经过了阈值时间段之后,移除施加到所述I/P线圈的所述固定电压。

9. 一种用于诊断过程控制系统中的数字螺线管I/P转换器中的故障的系统,所述系统包括:

数字螺线管I/P转换器,其包括I/P线圈和驱动电路,所述数字螺线管I/P转换器被配置为在被致动时使电枢从关闭位置移动到开启位置;

控制器,其被配置为使固定电压在第一时间被施加到所述I/P线圈;

电流传感器,其被配置为感测与所述I/P线圈相关联的电流;

计时器,其被配置为确定从所述第一时间起经过的时间量;以及

诊断电路,其被配置为:

执行对感测到的与所述I/P线圈相关联的电流和最大期望的电流水平的第一比较;

基于所述第一比较,使数据逻辑线在感测到的与所述I/P线圈相关联的电流达到所述最大期望的电流水平时跳变;

从所述定时器接收对从所述第一时间到与所述数字逻辑线的跳变相关联的第二时间已经经过的时间量的指示;

执行对(i)从所述第一时间到所述第二时间经过的时间量和(ii)从向所述I/P线圈施加所述固定电压起的预期的经过的时间量的第二比较,在所述预期的经过的时间量之后,对于正常起作用的I/P线圈和驱动电路,将发生数字逻辑线跳变;以及

基于所述第二比较,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常工作或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障。

10. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述控制器还被配置为:基于诊断电路确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个已经发生故障,采取改变所述过程控制系统的操作的控制动作。

11. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述诊断电路被配置为:基于从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量基本上等于从向所述I/P线圈施加所述固定电压起的所述预期的经过的时间量,确定所述I/P线圈和所述驱动电路正常工作。

12. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述诊断电路被配置为:基于在从向所述I/P线圈施加所述固定电压起的所述预期的经过的时间量之后没有发生所述逻辑线跳变,确定所述I/P线圈或所述驱动电路由于所述I/P线圈或所述驱动电路中的开路而已经发生故障。

13. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述诊断电路被配置为:基于从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量比所述预期的经过的时间量要小阈值时间量以上,确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个由于所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个中的短路而已经发生故障。

14. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述诊断电路被配置为:基于从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量比所述预期的经过的时间量要小阈值时间量以下,确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个由于所述电枢已经处于所述开启位置或者由于所述电枢未能从所述关闭位置移动到所述开启位置而已经发生故障。

15. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述控制器还被配置为:基于所述诊断电路确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个已经发生故障,生成警报。

16. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述控制器还被配置为:在从向所述I/P线圈施加所述固定电压的时间起已经经过了阈值时间段之后,移除施加到所述I/P线圈的所述固定电压。

对脉冲螺线管 I/P 功能的诊断

技术领域

[0001] 本公开内容总体上涉及转换器,更具体地,涉及电动-气动转换器和相关方法。

背景技术

[0002] 控制阀(例如,滑杆阀、旋转阀、轴向流动阀、球形阀等)通常用于工业过程(诸如油气管道分配系统和化学加工工厂)中,以控制过程流体的流动。这些控制阀使用由远程操作的现场仪器控制的压力操作的致动器来实现自动化。现场仪器与过程控制计算机进行通信,以命令阀内的流体流动变化,从而通过压力操作的致动器实现期望的控制策略。电动-气动(I/P)转换器(例如电流-压力换能器)通常用在现场仪器中,以提供电信号到体积流量或压力输出(即气动压力信号)的转换来控制致动器,从而对控制阀进行控制。

[0003] 示例性电动-气动转换器(例如,如在美国专利No. 10,422,438B2中所讨论的,其全部内容通过引用合并于此)可以在供应加压流体的供应压力源与使用加压流体来控制过程控制设备(例如致动器)的下游设备(例如气动继电器)之间流体地耦合。示例性电动-气动转换器可以控制加压流体在供应压力源与下游设备之间的流动。特别地,示例性电动-气动转换器可以在闭合状态(有时称为关闭或解锁)和打开状态(有时称为开启或闭锁)之间操作。在闭合状态下,没有加压流体被提供给下游设备。在打开状态下,以电流形式的电信号被施加到电动-气动转换器,这允许加压流体到下游设备的流动,并因此将电输入信号转换为气动压力信号。

[0004] 电动-气动转换器可利用具有线圈和可移动电枢的螺线管来控制加压流体在供应端口与(一个或多个)输出端口之间的流动。在一些示例中,电动-气动转换器包括在供应端口与排出端口之间的轴向通道。一个或多个输出端口流体地耦接到轴向通道,并且可以耦接到下游设备(例如气动继电器)。供应端口将从压力供应源接收加压流体。电枢设置在轴向通道中并且可在第一位置与第二位置之间移动,第一位置阻止加压流体流过供应端口和输出端口之间的轴向通道,并且第二位置允许加压流体流过供应端口与(一个或多个)输出端口之间的轴向通道。当螺线管被激活时,电枢从第一位置移动到第二位置,以允许加压流体流到(一个或多个)输出端口。在第一位置,当供应端口阻塞时,排出端口接通(unlock),并且(一个或多个)输出端口流体地耦接到排出端口(例如,排放到大气)。在第二位置,当供应端口接通时,电枢阻塞排出端口,从而使加压流体能够从供应端口流动到(一个或多个)输出端口。螺线管可以被激活和去激活,以使电枢在通道中在第一位置与第二位置之间来回移动,从而控制加压流体向(一个或多个)输出端口的流动。这种几何结构使电枢能够在第一(关闭)位置与第二(打开)位置之间移动相对较小的距离。

[0005] 特别地,数字螺线管I/P转换器通常包括电枢,该电枢在没有施加电压的情况下最初被弹簧偏置到关闭位置。为了致动电枢,施加固定电压,直到达到期望的最大电流水平。一旦达到最大电流水平,就施加降低的电压以将电枢保持在拉入位置(即,开启位置)。当移除电压时(或者在某些示例中,当施加小的负电压时),弹簧力使电枢返回到关闭位置。

[0006] 期望检测其中数字螺线管I/P转换器线圈和驱动电路正常起作用的情况以及其中

数字螺线管I/P转换器线圈或驱动电路发生故障的情况。当数字螺线管I/P转换器线圈或驱动电路发生故障时,希望诊断出发生故障的原因,以便可以纠正数字螺线管I/P转换器线圈或驱动电路的任何问题。

发明内容

[0007] 在一方面,提供了一种用于诊断过程控制系统中的数字螺线管I/P转换器中的故障的方法,其中,所述数字螺线管I/P转换器包括I/P线圈和驱动电路,并且其中,所述螺线管I/P转换器在被致动时使电枢从关闭位置移动到开启位置,所述方法包括:确定固定电压在第一时间已经被施加到所述I/P线圈;以及从电流传感器接收对与所述I/P线圈相关联的电流水平的指示;执行对与所述I/P线圈相关联的电流水平所述的指示和期望的最大电流水平的第一比较;基于所述比较,使数字逻辑线在与I/P线圈相关的电流水平达到所述期望的最大电流水平时跳变;从计时器接收对从所述第一时间到第二时间已经经过的时间量的指示,所述第二时间是与所述数字逻辑线跳变相关联的时间;执行对(i)从所述第一时间到第二时间所经过的时间量和(ii)从向所述I/P线圈施加所述固定电压起的预期的经过的时间量的第二比较,在所述预期的经过的时间量之后,对于正常起作用的所述I/P线圈和所述驱动电路,所述数字逻辑线将跳变;基于所述第二比较,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常起作用或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障;以及基于确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个已经发生故障,使控制器采取改变所述过程控制系统的操作的控制动作。

[0008] 在另一方面,提供了一种用于诊断过程控制系统中的数字螺线管I/P转换器中的故障的系统,所述系统包括:数字螺线管I/P转换器,其包括I/P线圈和驱动电路,所述数字螺线管I/P转换器被配置为在被致动时使电枢从关闭位置移动到开启位置;控制器,其被配置为使固定电压在第一时间被施加到所述I/P线圈;电流传感器,其被配置为感测与所述I/P线圈相关联的电流量;计时器,其被配置为确定从所述第一时间起所经过的时间量;以及诊断电路,其被配置为:执行对感测到的与所述I/P线圈相关联的电流量和期望的最大电流水平的第一比较;基于所述第一比较,使数据逻辑线在感测到的与所述I/P线圈相关联的电流量达到所述期望的最大电流水平时跳变;从所述定时器接收对从所述第一时间到与所述数字逻辑线的跳变相关联的第二时间已经经过的时间量的指示;执行对(i)从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量和(ii)从向所述I/P线圈施加所述固定电压起的预期的经过的时间量的第二比较,在所述预期的经过的时间量之后,对于正常起作用的I/P线圈和驱动电路,将发生数字逻辑线跳变;以及基于所述第二比较,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常起作用或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障。

附图说明

[0009] 图1是具有处于第一(闭合)位置的示例性电枢的示例性电动-气动转换器的剖视图。

[0010] 图2是图1的示例性电动-气动转换器的剖视图,其中,示例性电枢处于第二(打开)位置。

[0011] 图3是示出利用图1的示例性电动-气动转换器施加的输入电流和获得的输出压力的示例性曲线图。

[0012] 图4包括几个示例性曲线图,其例示了示例性功能正常的电动-气动转换器施加的电压随时间的变化、产生的电流随时间的变化以及逻辑线跳变(logic line trip)随时间的变化。

[0013] 图5包括几个示例性曲线图,其例示了对于在线圈或驱动电路中具有开路的示例性电动气动转换器,施加的电压随时间的变化、产生的电流随时间的变化以及逻辑线跳变随时间的变化。

[0014] 图6包括几个示例性曲线图,其例示了对于在线圈或驱动电路中具有短路的示例性电动气动转换器,施加的电压随时间的变化、产生的电流随时间的变化以及逻辑线跳变随时间的变化。

[0015] 图7包括几个示例性曲线图,其例示了对于与在致动时已经处于闭锁位置或者从来不从解锁位置移动到闭锁位置的电枢相关联的示例性电动气动转换器,施加的电压随时间的变化、产生的电流随时间的变化以及逻辑线跳变随时间的变化。

[0016] 图8例示了用于诊断图1的示例性电动-气动转换器的可能故障的示例性诊断电路。

[0017] 图9是表示可以由控制器实现以诊断图1的示例性电动-气动转换器的可能故障的示例性方法的流程图。

具体实施方式

[0018] 如上所述,数字螺线管I/P转换器通常包括电枢,该电枢在没有施加电压的情况下最初被弹簧偏置到关闭位置。为了致动电枢,施加固定电压,直到达到期望的最大电流水平。一旦达到最大电流水平,施加降低的电压以将电枢保持在拉入位置(即,开启位置)。当移除电压时(或者在某些示例中,当施加小的负电压时),弹簧力使电枢返回到关闭位置。

[0019] 本公开内容提供了用于检测其中数字螺线管I/P转换器线圈和驱动电路正常起作用的情况以及其中数字螺线管I/P转换器线圈和/或驱动电路出现故障的情况的技术。此外,本公开内容提供了诊断数字螺线管I/P转换器线圈或驱动电路故障的可能原因的技术,即,使得可以纠正数字螺线管I/P转换器线圈或驱动电路的任何问题。

[0020] 使用本技术,当达到期望的最大电流时,数字逻辑线切换或跳变,并且在发送I/P转换器电枢“解锁”命令时复位。电压的初始施加与数字逻辑线的切换之间所经过的时间量可用于确定I/P转换器是否正常起作用,或者I/P转换器是否以某种方式未正常起作用(例如,线圈中是否存在开路、线圈短路、电枢没有移动等)。

[0021] 例如,使用650欧姆线圈、7V驱动轨和5mA最大电流,对于正常起作用的I/P转换器,从致动开始直到达到5mA最大电流,大约需要8ms。相反,当线圈或驱动电路中存在开路时,逻辑线将从不跳变,因为从未产生电流。此外,使用短接的线圈,7V驱动轨和最大5mA的电流,当线圈短路时,由于消除了线圈的阻抗,电流将迅速上升。因此,当线圈短路时,从致动开始直到达到5mA电流水平仅经过大约0.1ms。最后,当电枢在致动时已经被拉入或无法拉入时,达到5mA电流水平的的时间会减少,因为电流不会出现下降(因为电枢未移动)。因此,当电枢未移动时,从致动开始直到达到5mA的电流水平大约将经过4ms。

[0022] 因此,本技术包括通过确定数字逻辑线是否已跳变来诊断I/P转换器线圈和驱动电路的故障,并且如果这样,则进一步确定从初始向线圈施加电压起已经经过的时间量。例如,如上所讨论的,当使用650欧姆线圈、7V驱动轨和5mA最大电流时,数字逻辑线在大约8ms后跳变将指示I/P转换器线圈和驱动电路在正常起作用,而数字逻辑线在大约5ms后跳变将指示电枢未移动,数字逻辑线在大约1ms后跳变将指示线圈或驱动电路短路,并且数字逻辑线根本未跳变指示线圈或驱动电路中存在开路。

[0023] 现在转向附图,图1是根据本公开内容的一个或多个原理构造的示例性电动-气动(I/P)转换器100(在本文中称为转换器100)的剖视图。示例性转换器100通过控制通过转换器100的加压流体的流动来将电输入信号转换成气动输出信号(例如,压力信号)。在一些示例中,气动输出信号用于控制设备(例如用于致动阀的气动致动器)。在一些示例中,气动输出信号经由气动继电器被放大到更高的压力和/或体积流率,然后被供应给致动器以致动阀。

[0024] 转换器100包括本体102,该本体102限定在第一开口105与第二开口107之间延伸的轴向通道104。第一开口105由要流体地耦接到供应压力源(例如工厂用空气、过程气体等)的供应端口106限定。两个输出端口108流体地耦接到通道104。转换器100操作以阻止或允许供应端口106与输出端口108之间的流体流动。输出端口108可以流体地耦接到接收加压流体的下游设备,加压流体被视为气动输出信号。

[0025] 为了控制流体在供应端口106与输出端口108之间的流动,示例性转换器100包括螺线管110,该螺线管110具有线圈112和可移动电枢114(例如,塞或柱塞)。电枢114设置在第一开口105与第二开口107之间的通道104中并且可在其内移动。电枢114具有面对供应端口106的第一侧116(例如,顶侧)和面对螺线管110的第二侧118(例如,底侧)。电枢114可以在第一位置(如图1所示,该位置可以称为关闭位置、闭合位置或解锁位置)和第二位置(如图2所示,该位置可以称为开启位置、打开位置或闭锁位置)之间移动,在第一位置,电枢114阻止加压流体通过通道104在供应端口106与输出端口108之间的流动,在第二位置,电枢114允许加压流体通过通道104在供应端口106与输出端口108之间的流动,如本文中进一步详细公开的。控制器120经由驱动电路121电耦合到线圈112。控制器120可通过经由驱动电路121向线圈112施加电流来激活螺线管110,如本文中进一步详细公开的。

[0026] 螺线管110包括芯体122和套筒124,线圈112缠绕在芯体122上。芯体122和线圈112设置在套筒124中。芯体122具有第一侧126(例如顶侧)和形成螺线管110的相对侧的第二侧128(例如底侧)。螺线管110设置在通道104中,靠近第二开口107。螺线管110设置在通道104的区段中,该区段比通道104的靠近第一开口105的区段具有更大的直径。在一些示例中,螺线管110通过第二开口107压配合到通道104中。密封件130设置在螺线管110与通道104的内壁131之间。密封件130在螺线管110与本体102之间形成流体密封的界面,并且因此防止流体在螺线管110周围的流动。套筒124的第一侧133(例如,螺线管110的顶侧)与本体102的壁132(例如,台阶)接合,壁132将通道104的较小和较大区段分离。在其它示例中,套筒124的第一侧133可以与壁132分离。例如,螺线管110可以形成有脊或唇部,该脊或唇部与形成在通道的内壁131上(例如,在第二开口107附近)的对应唇部接合,这在制造和/或组装期间可能是有利的。螺线管110的芯体122包括在芯体122的第一侧126中的第一开口136(例如,排出端口)与芯体122的第二侧128中的第二开口138之间的排出通道134,如本文进一步详细

公开的。

[0027] 行程止挡件140设置在通道104中,靠近供应口106。行程止挡件140在行程止挡件140中的第一开口144和第二开口146之间具有行程止挡通道142。密封件148设置在行程止挡件140与通道104的内壁131之间,以防止行程止挡件140造成的泄漏。因此,加压流体进入通道104的流动通过行程止挡通道142来控制。如在本文中进一步详细讨论的,当转换器100打开或开启时,行程止挡件140可以被调节到通道104中的不同位置以调节流率。在一些示例中,行程止挡件140通过过盈配合被保持在通道104中。在其它示例中,行程止挡件140可以通过螺纹拧入通道104中。在这种示例中,行程止挡件140可在一个方向上或另一个方向上旋转,以调节行程止挡件140在通道104中的位置。如图1所示,行程止挡件140的面对电枢114的侧部为圆锥形。然而,在其它示例中,行程止挡件140的该侧部可以被不同地成形。

[0028] 在图1所示的关闭位置或闭合位置,螺线管110未被通电,并且电枢114经由弹簧150朝向供应端口106偏置。弹簧150设置在电枢114与螺线管110之间。弹簧150的外部部分(例如,外圆部)被捕获在套筒124(例如,套筒124的第一侧133中的凹口)与本体102的壁132之间。弹簧150的内部部分(例如,内周部)在电枢的第二侧118处或附近耦接到电枢114。弹簧150的内部部分在电枢114的第二侧118附近与电枢114的凸缘151接合。弹簧150使电枢114朝向行程止挡件140偏置。在图1所示的示例中,弹簧150是锥形拉伸弹簧。然而,在其它示例中,可以实现其它类型的弹簧。另外,在其它示例中,弹簧150可以设置在其它位置。

[0029] 在图1所示的关闭位置或闭合位置,电枢114阻止来自供应端口106的流体的流动。更具体地,电枢114与行程止挡件140接合并阻塞第二开口146,从而阻止流体通过行程止挡通道142的流动。这样,电枢114阻止加压流体通过通道104在供应端口106与输出端口108之间的流动。此外,在关闭或闭合位置,电枢114与芯体122的第一侧126(例如,螺线管110的顶侧)间隔开。在该位置,排出通道134将通道104流体地耦合到大气。结果,流动路径被限定在输出端口108与排出通道134之间(即,输出端口108与大气通气)。流体可从输出端口108流动,围绕电枢114(在电枢114与通道104的内壁131之间)流动,流过弹簧150,在电枢114的第二侧118与芯体122的第一侧126之间流动,并流过排出通道134到大气。因此,当转换器100处于关闭或闭合位置时,在输出端口108(和/或耦接到输出端口108的流体管线)处的任何正压力被排放到大气。

[0030] 为了将流体从供应端口106供应到输出端口108(例如,以生成气动输出信号),螺线管110可以通过向线圈112施加电流来接通或激活。图2例示了螺线管110被激活时的示例性变换器100。芯体122可以由含铁材料(例如,铁)构成。线圈112中的电流在芯体122周围感应出磁场。由金属材料(例如,铁)构成的电枢114被吸向芯体122并朝向芯体122的第一侧126移动。结果,电枢114远离行程止挡件140的第二开口146移动,因此,加压流体可以通过通道104从供应端口106流动到输出端口108(如箭头所示)。此外,在开启或打开位置,电枢114的第二侧118与芯体122的第一侧126接合。在该位置,电枢114关闭第一开口136,从而阻塞排出通道134。

[0031] 如图1和图2所示,电枢114可沿通道104的轴线152在阻塞供应端口106的第一位置(图1)和阻塞排出通道134的第二位置(图2)之间移动。供应端口106和排出通道134与通道104轴向对准。这种几何结构使得电枢114能够移动相对小的距离来控制通过转换器100的流体的流动。特别地,电枢114在第一位置(图1)和第二位置(图2)之间移动相对小的距离。

在一些示例中,电枢114移动约0.002英寸(in)(0.0508毫米(mm))。在其它示例中,转换器100可以被设计为使得电枢114在通道104中移动更多或更少。

[0032] 如图1和图2所示,输出端口108从通道104在垂直于通道104的轴线152的方向上延伸。在其它示例中,输出端口108可以相对于轴线152以不同的角度定向。转换器100包括两个输出端口108,其设置在通道104的相对侧上。换言之,输出端口108从通道104在相反的方向上延伸。在一些示例中,通过提供两个相对的输出流动路径,流动通过行程止挡件140并经过电枢114的流体以对称的方式作用在电枢114的第一侧116(例如,顶侧)上。换言之,来自流动的流体作用在电枢114的第一侧116上的力是平衡的。否则,如果仅利用一个输出端口,则流体可能将电枢114偏置到通道104中的一侧,这随着时间可能导致电枢114变得未对准。在其它示例中,转换器100可以包括更多(例如,三个、四个等)或更少(例如,一个)的输出端口,并且输出端口可以被设置在其它位置和/或以其它方向来定向。在图1和图2的示例中,电枢114的第一侧116是相对平坦或平面的。结果,如果电枢114在通道104中横向移动(朝向内壁131),则当电枢114移动回到第一位置时,电枢114的第一侧116仍可阻塞行程止挡件144的第二开口146。在其它示例中,电枢的第一侧116可以被不同地成形。

[0033] 转换器100的流率可通过调节行程止挡件140在通道104中的位置来改变。例如,如果行程止挡件140朝向螺线管110移动到通道104中越远,则当电枢114移动到第二位置(图2)时,在行程止挡件140与电枢114之间产生的空间越少。结果,流率降低。另一方面,如果行程止挡件140在通道104中远离螺线管110移动,则当电枢114移动到第二位置(图2)时,在行程止挡件140与电枢114之间产生更多的空间。结果,流率增加。因此,示例性转换器100可以通过调节行程止挡件140的位置而容易地被校准以实现期望的流率(例如,其可以对应于气动输出信号)。

[0034] 一旦在输出端口108处达到期望的压力,控制器120可通过停止向线圈112施加电流来去激活螺线管110,这允许电枢114移动(例如,通过弹簧150)回到第一位置(图1),并阻止流体流动到输出端口108。此外,排出通道134被打开。结果,在输出端口108处的任何压力通过排出通道134排放到大气。在一些示例中,控制器120可以将反向电流施加到线圈112,这在相反的方向上产生电磁场,该电磁场排斥或推动电枢114朝向行程止挡件140。转换器100可以相对快速地被激活和去激活(例如,经由电流的脉冲),以在输出端口108处产生小的气动输出信号(例如,空气的脉冲)。

[0035] 在关闭位置或闭合位置(图1),电枢114基本上阻止了加压流体进入通道104中的流动。在某些情况下,仅相对少量的流体泄漏到通道104中。在某些示例中,转换器100以20磅/每平方英寸(PSI)实现少于0.1立方英尺/每小时(SCFH)的空气消耗。

[0036] 转换器100包括靠近输出端口108围绕本体102设置的密封件154(例如O形圈)。密封件154可用于将转换器100流体地密封在控制器的孔或通道中。

[0037] 在一些示例中,控制器120最初向线圈112施加较高的电流以将电枢114移动到第二位置(图2),然后将电流减小到较低的电流。一旦电枢114移动到更靠近芯体122,需要更少的磁力来将电枢114保持在第二位置。因此,需要更少的电流来生成足以将电枢114保持在适当位置的磁场。因此,一旦电枢114移动到第二位置,控制器120就减小电流,从而减小转换器100消耗的总功率。

[0038] 图3例示了示例性图300,其示出了由示例性转换器100产生的施加电流(上图)和

对应的气动输出(下图)。如图所示,当打开转换器100时,控制器120向线圈112施加更高的电流,以使电枢114朝向螺线管110移动,从而克服弹簧150的偏压。一旦电枢114移动到第二位置(图2),供应端口106与输出端口108之间的流动路径打开,并产生稳定的气动输出压力。然后,施加的电流可以减小。如上所述,一旦电枢114靠近芯体122,在芯体122与电枢114之间的吸引力就更强,因此可以使用较低的磁场将电枢114保持在适当的位置。在一些示例中,较高的电流仅施加一段时间,直到电枢114位于芯体122处或附近为止,此时可以减小电流。通过减小电流,使用较少的能量来操作示例性转换器100。特别地,即使当电流减小时,输出压力也保持恒定。因此,示例性转换器100比在整个激活期间施加相同高电流的已知转换器更加节能。在一些示例中,高电流信号为大约3mA,而低电流信号为大约1mA。然后可以停止电流,这导致转换器100闭合并停止产生气动输出压力。因此,转换器100在三种功率状态(关闭、高电流、和低电流)之间操作以产生两种气动输出状态(开启或关闭)。

[0039] 如图2所示,当电枢114处于第二位置时,电枢114的第二侧118与芯体的第一侧126接合。在该位置,形成压差,该压差使电枢114朝向螺线管110偏置(进入第二位置)。特别地,通道104中的流体的压力作用在电枢114的第一侧116(例如,顶侧)和横向侧,从而迫使电枢114朝向螺线管110,并且,排出通道134中的压力(例如,大气压)作用在电枢114的第二侧118(例如,底侧)上的相对较小的区域上,从而迫使电枢114在相反的方向上。在一些情况下,如果弹簧150没有在电枢114上产生足够的反作用力以克服作用在电枢114上的通道104中的流体的压力,则即使在螺线管110被去激活之后,电枢114也可以保持位于第二位置。换言之,当螺线管110被去激活并且电枢104处于第二位置(图2)时,作用在电枢104的第一侧116和横向侧上的通道104中的流体的压力可以大于弹簧150和作用在电枢的第二侧118上的排出通道134中的压力的合力。结果,该压力差抵抗弹簧150的偏置使电枢114保持在第二位置。因此,在一些示例中,可以使用泄压模式以使通道104中的较高压力的空气能够作用在电枢114的第二侧118上,以使得作用在电枢114的所有侧上的压力大致平衡。这使得能够使用相对较小、较轻的弹簧150。

[0040] 图4例示了示例性曲线图402、404和406,其例示了示例性正常起作用的I/P转换器施加的电压随时间的变化(402)、产生的电流随时间的变化(404)和逻辑线跳变随时间的变化(406)。例如,曲线图402和404例示了对于正常起作用的I/P转换器,施加固定电压,如曲线图402所示,直到达到期望的最大电流水平,如曲线图404所示。曲线图404中所示的电流的下降是由电枢的运动引开始的,因为电枢的状态从关闭位置改变为开启位置。然后,一旦达到期望的最大电流水平,数字逻辑线就会跳变(如曲线图406所示),并施加降低的电压(如曲线图402所示),以将电枢保持在开启位置。逻辑线跳变以及从致动开始到逻辑线跳变的时间所经过的时间量的事实可用于将I/P转换器诊断为正常起作用。例如,使用650欧姆的线圈、7V的驱动轨和5mA的最大电流,对于正常起作用的I/P转换器,从致动开始直到达到5mA的最大电流,大约将经过8ms。

[0041] 因此,对于具有这些参数的I/P转换器,可以基于数字逻辑线从致动开始起的8ms跳变来确定I/P转换器正常起作用。当然,对于具有不同参数的正常起作用的I/P转换器,从致动开始直到达到期望的最大电流水平所将经过的时间量可以是不同的。在任何情况下,对于具有已知参数的I/P转换器,当数字逻辑线跳变时,可以基于从致动开始起所经过的时间量来确定I/P转换器是否正常起作用。

[0042] 图5例示了示例性曲线图502、504和506,其例示了对于在线圈中或驱动电路中具有开路的示例性I/P转换器,施加的电压随时间的变化(502)、产生的电流随时间的变化(504)以及逻辑线跳变随时间的变化(506)。例如,曲线图502例示了对于在线圈或驱动电路中具有开路的示例性I/P转换器,无限定地施加固定电压,因为如曲线图504所示,从未达到期望的最大电流水平。即,由于线圈或驱动电路中的开路,因此未产生电流。因此,如曲线图506所示,逻辑线从不跳变。因此,可以基于逻辑线在施加固定电压之后从不跳变的事实来将I/P转换器诊断为在线圈或驱动电路中具有开路。

[0043] 图6例示了示例性曲线图602、604和606,其例示了对于在线圈中或驱动电路中具有开路的示例性I/P转换器,施加的电压随时间的变化(602)、产生的电流随时间的变化(604)以及逻辑线跳变随时间的变化(606)。由于消除了线圈的阻抗,因此在最初施加固定电压后,如曲线图602所示,电流迅速上升,以达到期望的最大电流,如曲线图604所示。然后,一旦达到期望的最大电流水平,数字逻辑线就跳变,如曲线图606所示,并且施加降低的电压,如曲线图602所示。逻辑线跳变以及从致动开始到逻辑线跳变时所经过的时间量的事实可用于将I/P转换器诊断为短路。例如,使用短接的线圈、7V驱动轨和5mA最大电流,从致动开始直到达到5mA最大电流大约将经过0.1ms。

[0044] 因此,对于具有这些参数的I/P转换器,可以基于从致动开始起仅经过0.1ms的数字逻辑线跳变来将I/P转换器诊断为短路。当然,对于具有不同参数的短路I/P转换器,从致动开始直到达到期望的最大电流水平所经过的时间量可以是不同的。在任何情况下,对于具有已知参数的I/P转换器,当数字逻辑线跳变时,可以基于从初始施加电压起所经过的时间量来确定I/P转换器为短路。通常,此时间量比致动开始后数字逻辑线将跳变的时间量(这将指示I/P转换器正常起作用)短得多,因为缺少阻抗会导致电流达到期望的最大电流要快得多。

[0045] 图7例示了示例性曲线图702、704和706,其例示了对于与在致动时已经处于闭锁位置(或开启位置)或者从来不从解锁位置(或关闭位置)移动到闭锁位置的电枢相关联的示例性I/P转换器,施加的电压随时间的变化(702)、产生的电流随时间的变化(704)以及逻辑线跳变随时间的变化(706)。在施加固定电压之后,如曲线图702所示,所产生的电流将达到期望的最大电流水平,如曲线图704所示,并且逻辑线将跳变,如曲线图706所示,其比正常起作用的I/P转换器更快跳变,因为没有由电枢的移动引起的电流的下降。可以基于当数字逻辑线跳变时从致动开始起所经过的时间量,将I/P转换器诊断为已经处于闭锁位置或者没有从解锁位置移动到闭锁位置。例如,使用650欧姆线圈、7V驱动轨和5mA最大电流,在具有已经处于闭锁位置或者从来不从解锁位置移动到闭锁位置的电枢的I/P转换器中,从致动开始直到达到5mA最大电流大约将经过4ms。

[0046] 因此,对于具有这些参数的I/P转换器,可以基于数字逻辑线从致动开始起的4ms跳变来确定电枢在致动时已经处于闭锁位置,或者从未从闭锁位置移动到闭锁位置,即使在施加固定电压之后。当然,对于具有不同参数且具有已经处于闭锁位置或从未从闭锁位置移动到闭锁位置的电枢的I/P转换器,从致动开始直到达到期望的最大电流水平所经过的时间量可以是不同的。在任何情况下,对于具有已知参数的I/P转换器,存在致动开始后数字逻辑线将跳变时的时间量,该时间量将指示在施加了固定电压时I/P转换器已处于闭锁位置、或者在施加了固定电压时I/P转换器从未从解锁位置移动到闭锁位置,并且该时

间量通常比致动开始后数字逻辑线将跳变时的另一时间量稍短些,该另一时间量指示I/P转换器正常起作用,由于与正常起作用的I/P转换器相比,没有电流下降(因为电枢实际从未移动)。

[0047] 图8例示了用于诊断图1的示例性电动-气动转换器的可能故障的示例性逻辑电路800。在一些示例中,电路800中所示的逻辑可以由控制器120的处理器来实现(例如,作为控制模块),而在其它示例中,电路800中所示的逻辑可以由I/P转换器100的硬件电路元件来实现。

[0048] 逻辑电路800的计时器(T)802可以确定固定电压($V_{\text{施加}}$)在第一时间已经被施加到I/P线圈112。例如,在一些示例中,当逻辑电路800由控制器120的处理器实现时,逻辑电路可以基于控制器120使固定电压在第一时间被施加到I/P线圈112(例如,经由驱动电路),确定固定电压在第一时间已经被施加到I/P线圈112。在其它示例中,当逻辑电路800由I/P转换器100的硬件电路元件实现时,计时器802可以基于从与I/P线圈112相关联的电压传感器(未示出)接收到的指示来确定固定电压在第一时间已经被施加到I/P线圈,该指示表示固定电压已被施加到I/P线圈112。

[0049] 逻辑电路800可以从与I/P线圈112相关联的电流传感器804接收对I/P线圈112的感测的电流水平($I_{\text{感测}}$)的指示。逻辑电路800的第一比较器(C1)806可以将感测到的电流与I/P线圈112的期望的最大电流水平($I_{\text{最大}}$)进行比较,并且可以基于感测到的电流达到期望的最大电流水平来使数字逻辑线808跳变。

[0050] 计时器802可以确定从第一时间(当向I/P线圈112施加固定电压时)到与数字逻辑线808的跳变相关联的第二时间所经过的时间($T_{\text{经过}}$)。

[0051] 逻辑电路800的第二比较器(C2)810可以从计时器802接收经过的时间,并且可以将经过的时间与对于正常起作用的I/P转换器100而言从向I/P线圈112施加固定电压达到期望的最大电流水平的预期的经过的时间进行比较,以确定I/P线圈112和/或驱动电路121是否正常工作。此外,如果I/P线圈112和/或驱动电路121没有正常工作,则第二比较器810可以诊断出故障的可能原因(诊断结果)。

[0052] 例如,如果经过的时间近似等于预期的经过的时间,则第二比较器810可以确定I/P转换器100在正常工作。如果经过的时间大于预期的经过的时间(或者如果数字逻辑线808从不跳变),则第二比较器810可以确定I/P线圈112或驱动电路121中的一个或多个中存在开路。如果经过的时间比预期的经过的时间要小阈值时间量以上,则第二比较器810可以确定在I/P线圈112或驱动电路121中的一个或多个中存在短路。此外,如果经过的时间比预期的经过的时间要小阈值时间量以下,则第二比较器810可以确定I/P转换器100的电枢在施加了固定电压时已经处于开启位置,或者从未从关闭位置移动到开启位置。

[0053] 在其中逻辑电路800未被实现为控制器120的一部分的示例中,逻辑电路800可以将诊断结果发送到控制器120。在其中逻辑电路800被实现为控制器120的一部分的示例中,控制器可以直接从逻辑电路800接收诊断结果。控制器120可以继而基于诊断结果采取改变过程控制系统的操作的控制动作。例如,控制器120可以改变控制策略以减轻I/P转换器100未正常工作的事实。例如,控制器120可以基于特定现场设备的I/P转换器100未正常工作的事实,使过程控制系统切换到冗余的现场设备。作为另一个示例,控制器120可以基于诊断结果生成警报,或者以其它方式将诊断结果传送给过程控制系统的操作员。

[0054] 图9是表示可以由控制器120实现以诊断图1的示例性电动-气动转换器100的可能故障的示例性方法的流程图900。

[0055] 在框902处,控制器120可以确定固定电压在第一时间已经被施加到I/P转换器100的I/P线圈112(例如,基于控制器120经由驱动电路121将固定电压施加到I/P线圈112,和/或基于从与I/P线圈112相关联的电压传感器接收到关于固定电压已经被施加到I/P线圈112的指示)。

[0056] 在框904处,控制器120可以例如经由与I/P线圈112相关联的电流传感器来接收对感测到的与I/P线圈112相关联的电流水平的指示。在框906处,控制器120可以执行第一比较,将感测到的电流水平与I/P线圈112的期望的最大电流水平进行比较。在框908处,当感测到的电流水平达到I/P线圈112的期望的最大电流水平时,控制器120可以基于该比较使数字逻辑线跳变。在框910处,控制器120可以接收对从第一时间到与数字逻辑线跳变相关联的第二时间所经过的时间的指示。在框912处,控制器120可以执行第二比较,将从第一时间到第二时间的所经过的时间与预期的经过的时间进行比较,在正常起作用的I/P转换器100中,数字逻辑线在施加固定电压之后在该预期的经过的时间将跳变。

[0057] 在框914处,控制器120可以基于第二比较来确定I/P转换器100是否正常起作用或者I/P线圈112或驱动电路120中的一个或多个是否已经发生故障。例如,使用650欧姆的线圈、7V驱动轨和5mA的最大电流,从致动开始直到正常起作用的I/P转换器达到5mA的最大电流大约将经过8ms。在该示例中,控制器120可以将从第一时间到第二时间所经过的时间与8ms的期望的经过的时间进行比较。在一些示例中,控制器120可以基于从第一时间到第二时间的所经过的时间近似等于预期的经过的时间来确定I/P线圈和驱动电路正常起作用。即,在上述示例中,如果在向I/P线圈施加固定电压后的大约8ms发生逻辑线跳变,则控制器120可以确定I/P线圈和驱动电路正常起作用。

[0058] 此外,在一些示例中,控制器120可以基于在从施加固定电压到I/P线圈起的预期的经过的时间量之后未发生逻辑线跳变来确定I/P线圈或驱动电路由于I/P线圈或驱动电路中的开路而已经发生故障。即,当线圈或驱动电路中存在开路时,逻辑线将从不跳变,因为从不产生电流。因此,如果在移除到I/P线圈的固定电压之前没有数字逻辑线跳变,则可以确定I/P线圈或驱动电路由于I/P线圈或驱动器中的开路而已经发生故障。

[0059] 此外,在一些示例中,控制器120可以基于从第一时间到第二时间的所经过的时间比预期的经过的时间量要小阈值时间量以上,来确定I/P线圈112或驱动电路121中的一个或多个由于I/P线圈112或驱动电路121中的一个或多个中的短路而已经发生故障。例如,阈值时间量可以是预期的经过的时间的特定百分比或分数(例如,预期的经过的时间的一半、预期的经过的时间的四分之三,等等)。例如,使用短接的线圈、7V驱动轨和5mA最大电流,当线圈短路时,由于消除了线圈的阻抗,电流将迅速上升。因此,在此示例中,当线圈短路时,从致动开始直到达到5mA电流水平仅经过大约0.1ms,比对于正常起作用的I/P而言预期的经过的时间8ms要小得多。

[0060] 另外,在一些示例中,控制器120可以基于从第一时间到第二时间的所经过的时间比预期的经过的时间量要小阈值时间量以下,来确定I/P线圈112或驱动电路121中的一个或多个由于电枢已经处于开启位置或者由于电枢未能从关闭位置移动到开启位置而已经发生故障。例如,如上所讨论的,阈值时间量可以是预期的经过的时间的特定百分比或分数

(例如,预期的经过的时间的一半、预期的经过的时间的四分之三,等等)。即,在上述示例中,使用650欧姆线圈、7V驱动轨和5mA最大电流,当电枢在致动时已被拉入或未能拉入时,达到5mA的电流水平的的时间会减少,因为电流不会出现下降(因为电枢未移动)。因此,在此示例中,当电枢未移动时,从致动开始直到达到5mA电流水平大约将经过4ms,这比对于正常起作用的I/P转换器100而言预期的经过的时间(8ms)要小大约该预期的经过的时间的一半。

[0061] 在框916处,控制器120可以基于确定I/P线圈112和/或驱动电路121中的一个或多个已经发生故障来采取改变过程控制系统的操作的控制动作,其中I/P转换器100运行在该过程控制系统中。例如,控制器120可以改变控制策略以减轻I/P转换器100未正常起作用的事实。例如,控制器120可以基于特定现场设备的I/P转换器100未正常起作用的事实,使过程控制系统切换到冗余的现场设备。

[0062] 此外,在一些示例中,方法800可以包括控制器120基于确定I/P线圈或驱动电路中的一个或多个已经发生故障来生成警报。

方面

[0063] 本公开内容中描述的技术的实施例可以单独地或组合地包括任意数量的以下方面:

[0064] 1、一种用于诊断过程控制系统中的数字螺线管I/P转换器中的故障的方法,其中,所述数字螺线管I/P转换器包括I/P线圈和驱动电路,并且其中,所述数字螺线管I/P转换器在被致动时使电枢从关闭位置移动到开启位置,所述方法包括:确定固定电压在第一时间已经被施加到所述I/P线圈;从电流传感器接收对与所述I/P线圈相关联的电流水平的指示;执行对与所述I/P线圈相关联的所述电流水平的所述指示和期望的最大电流水平的第一比较;基于所述比较,使数字逻辑线在与所述I/P线圈相关联的所述电流水平达到所述期望的最大电流水平时跳变;从计时器接收对从所述第一时间到第二时间已经经过的时间量的指示,所述第二时间是与所述数字逻辑线跳变相关联的时间;执行对(i)从所述第一次时间到所述第二时间所经过的时间量和(ii)从向所述I/P线圈施加所述固定电压起的预期的经过的时间量的第二比较,在所述预期的经过的时间量之后,对于正常起作用的I/P线圈和驱动电路,所述数字逻辑线将跳变;以及基于所述第二比较,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常工作或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障。

[0065] 2、根据方面1所述的方法,还包括:基于确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个已经发生故障,使控制器采取改变所述过程控制系统的操作的控制动作。

[0066] 3、根据方面1或2中的任一方面所述的方法,其中,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常工作或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障还包括:基于从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量基本上等于所述预期的经过的时间量,确定所述I/P线圈和所述驱动电路正常工作。

[0067] 4、根据方面1-3中的任一方面所述的方法,其中,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常工作或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障还包括:基于所述数字逻辑线在从所述第一时间起的所述预期的经过的时间量之后没有跳变,确定所述I/P线圈或所述驱动电路由于所述I/P线圈或所述驱动电路中的开路而已经发

生故障。

[0068] 5、根据方面1-4中的任一方面所述的方法,其中,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常起作用或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障还包括:基于从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量比所述预期的经过的时间量要小阈值时间量以上来确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个由于所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个中的短路而已经发生故障。

[0069] 6、根据方面1-5中的任一方面所述的方法,其中,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常起作用或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障还包括:基于从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量比所述预期的经过的时间量要小阈值时间量以下来确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个由于所述电枢已经处于所述开启位置或者由于所述电枢未能从所述关闭位置移动到所述开启位置而已经发生故障。

[0070] 7、根据方面1-6中的任一方面所述的方法,还包括:基于确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个已经发生故障,生成警报。

[0071] 8、根据方面1-7中的任一方面所述的方法,还包括:在从向所述I/P线圈施加所述固定电压的时间起已经经过了阈值时间段之后,移除施加到所述I/P线圈的所述固定电压。

[0072] 9、一种用于诊断过程控制系统中的数字螺线管I/P转换器中的故障的系统,所述系统包括:数字螺线管I/P转换器,其包括I/P线圈和驱动电路,所述数字螺线管I/P转换器被配置为在被致动时使电枢从关闭位置移动到开启位置;控制器,其被配置为使固定电压在第一时间被施加到所述I/P线圈;电流传感器,其被配置为感测与所述I/P线圈相关联的电流;计时器,其被配置为确定从所述第一时间起经过的时间量;以及诊断电路,其被配置为:执行对感测到的与所述I/P线圈相关联的电流和最大期望的电流水平的第一比较;基于所述第一比较,使数据逻辑线在感测到的与所述I/P线圈相关联的电流达到最大期望的电流水平时跳变;从所述定时器接收对从所述第一时间到与所述数字逻辑线的跳变相关联的第二时间已经经过的时间量的指示;执行对(i)从所述第一时间到所述第二时间经过的时间量和(ii)从向所述I/P线圈施加所述固定电压开始起的预期的经过的时间量的第二比较,在所述预期的经过的时间量之后,对于正常起作用的I/P线圈和驱动电路,将发生数字逻辑线跳变;以及基于所述第二比较,确定所述I/P线圈和所述驱动电路是否正常起作用或者所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个是否已经发生故障。

[0073] 10、根据方面9所述的系统,其中,所述控制器还被配置为:基于诊断电路确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个已经发生故障,采取改变所述过程控制系统的操作的控制动作。

[0074] 11、根据方面9或10中的任一方面所述的系统,其中,所述诊断电路被配置为:基于从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量基本上等于从向所述I/P线圈施加所述固定电压起的所述预期的经过的时间,确定所述I/P线圈和所述驱动电路正常起作用。

[0075] 12、根据方面9-11中的任一方面所述的系统,其中,所述诊断电路被配置为:基于在从向所述I/P线圈施加所述固定电压起的所述预期的经过的时间量之后没有发生所述逻辑线跳变,确定所述I/P线圈或所述驱动电路由于所述I/P线圈或所述驱动电路中的开路而已经发生故障。

[0076] 13、根据方面9-12中的任一方面所述的系统,其中,所述诊断电路被配置为:基于从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量比所述预期的经过的时间量要小阈值时间量以上,确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个由于所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个中的短路而已经发生故障。

[0077] 14、根据方面9-13中的任一方面所述的系统,其中,所述诊断电路被配置为:基于从所述第一时间到所述第二时间所经过的时间量比所述预期的经过的时间量要小阈值时间量以下,确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个由于所述电枢已经处于所述开启位置或者由于所述电枢未能从所述关闭位置移动到所述开启位置而已经发生故障。

[0078] 15、根据方面9-14中的任一方面所述的系统,其中,所述控制器还被配置为:基于所述诊断电路确定所述I/P线圈或所述驱动电路中的一个或多个已经发生故障,生成警报。

[0079] 16、根据方面9-15中的任一方面所述的系统,其中,所述控制器还被配置为:在从向所述I/P线圈施加所述固定电压的时间起已经经过了阈值时间段之后,移除施加到所述I/P线圈的所述固定电压。

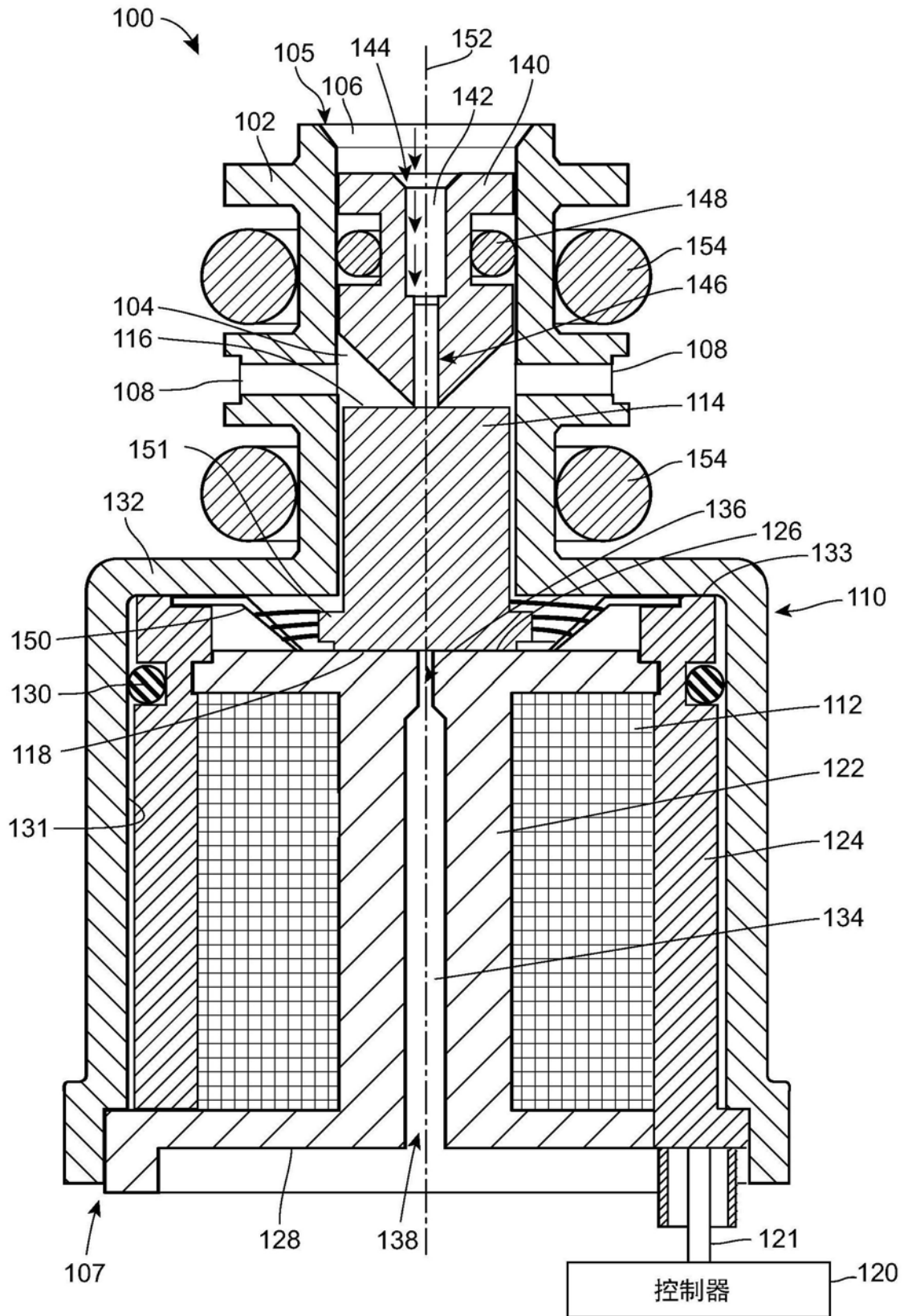


图1

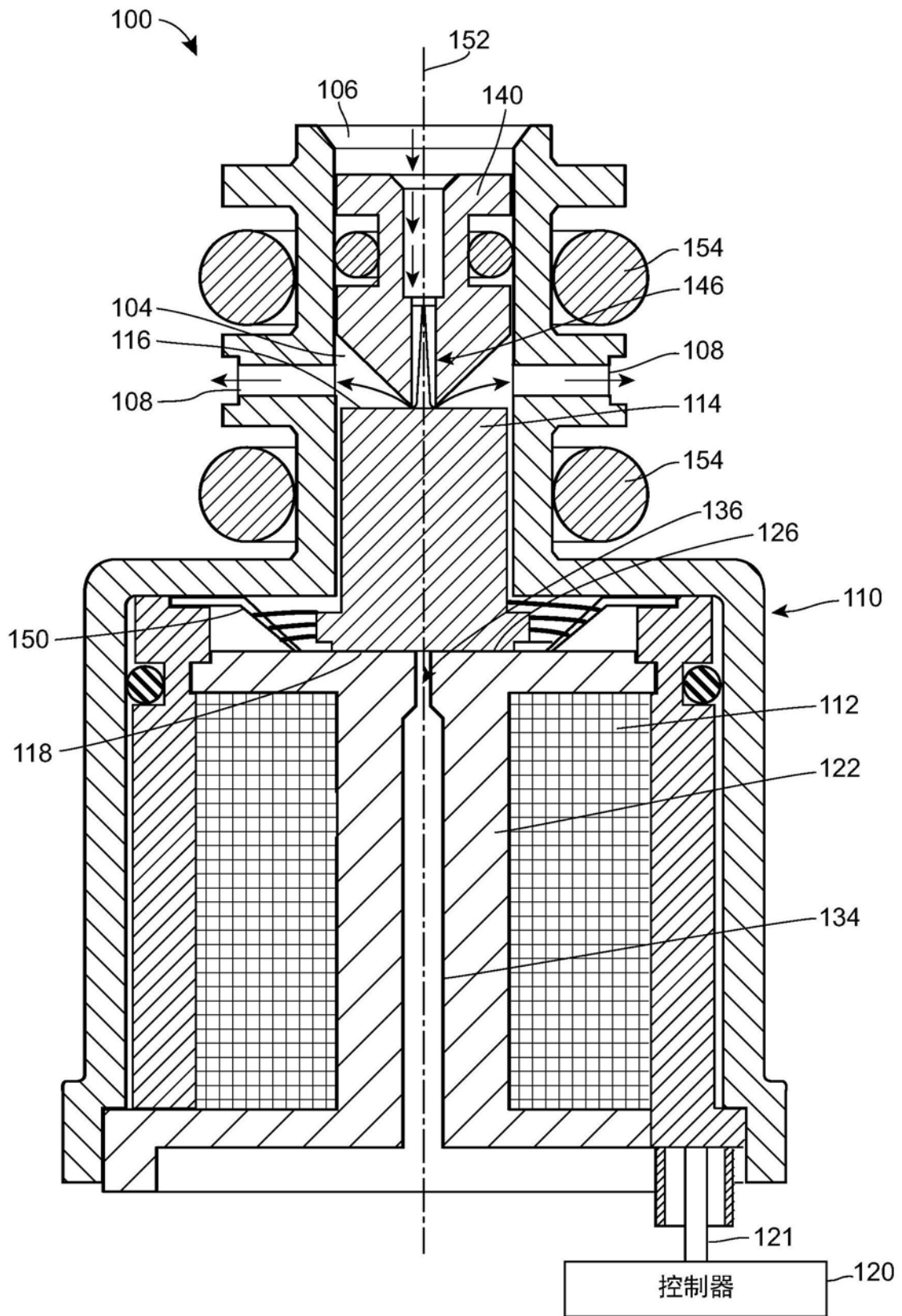


图2

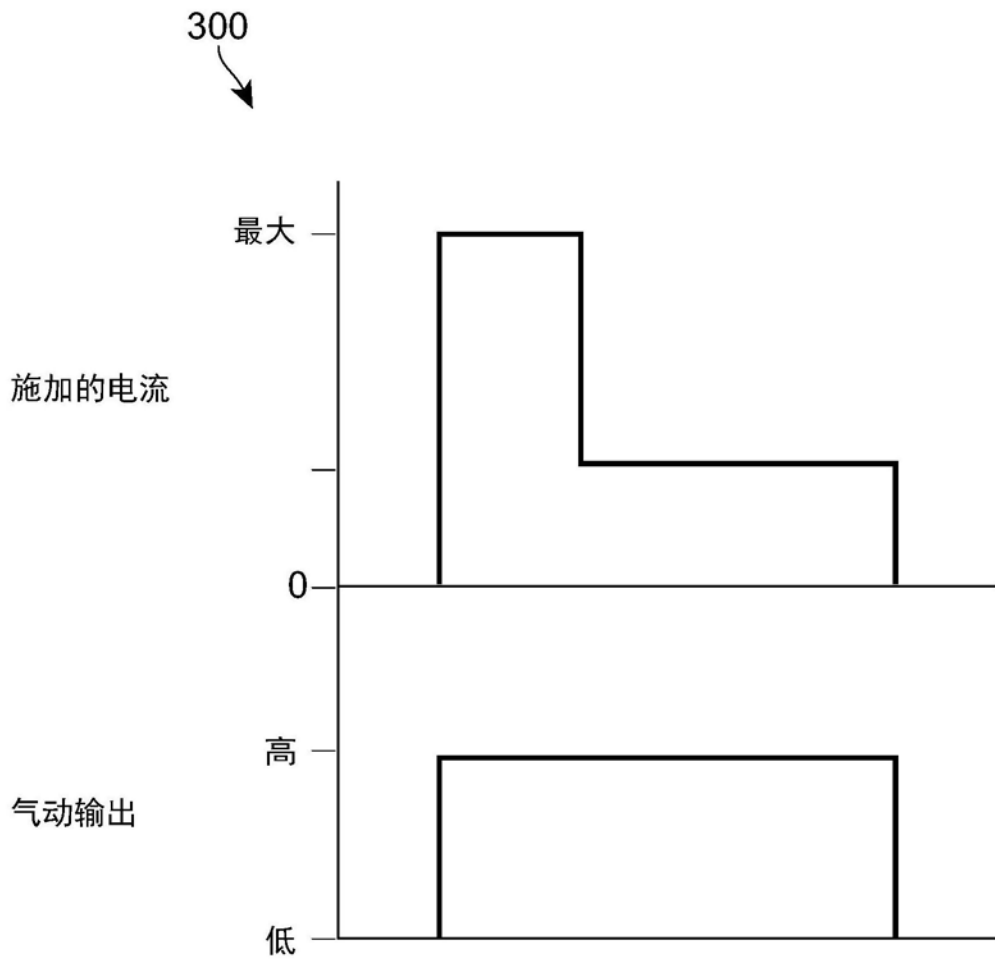


图3

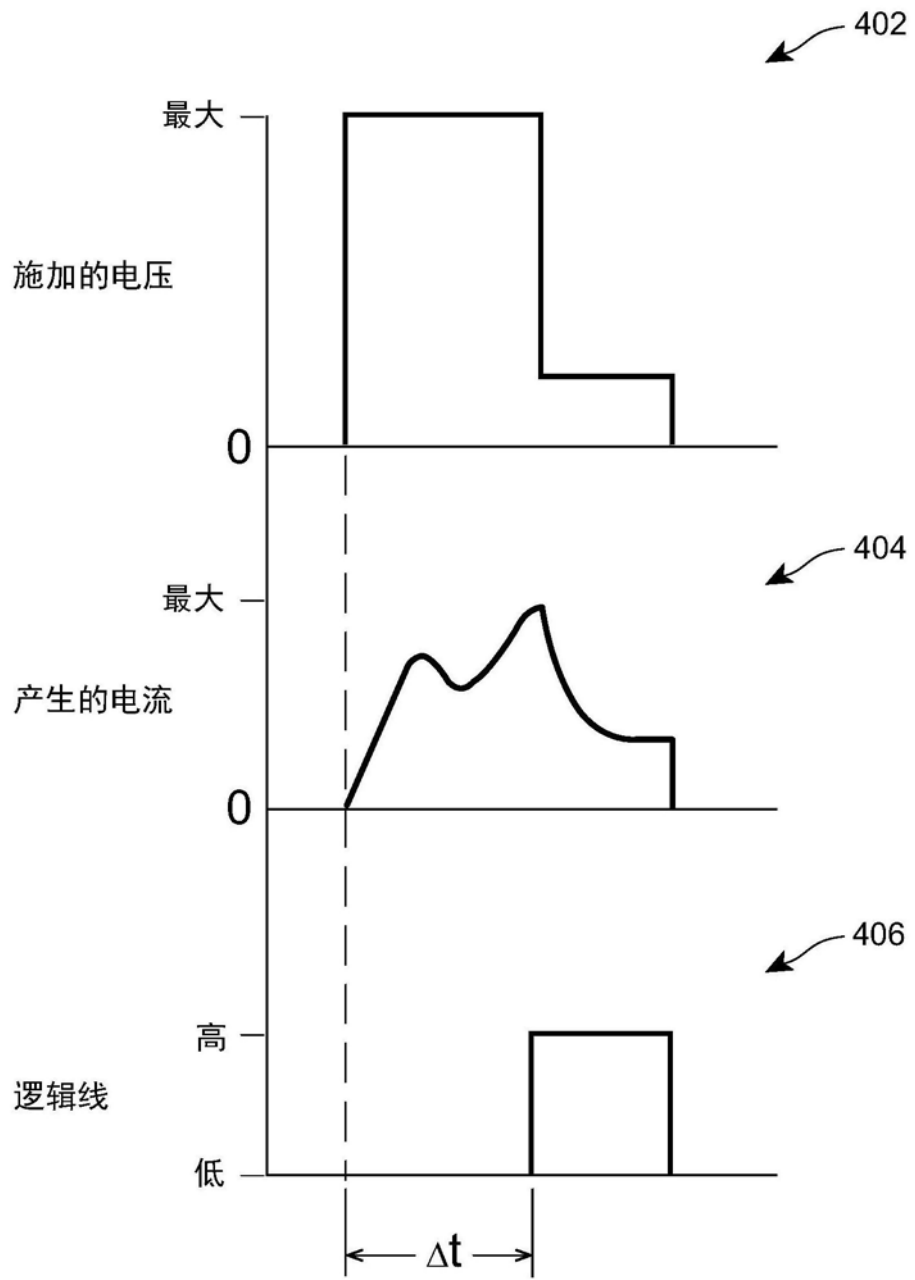


图4

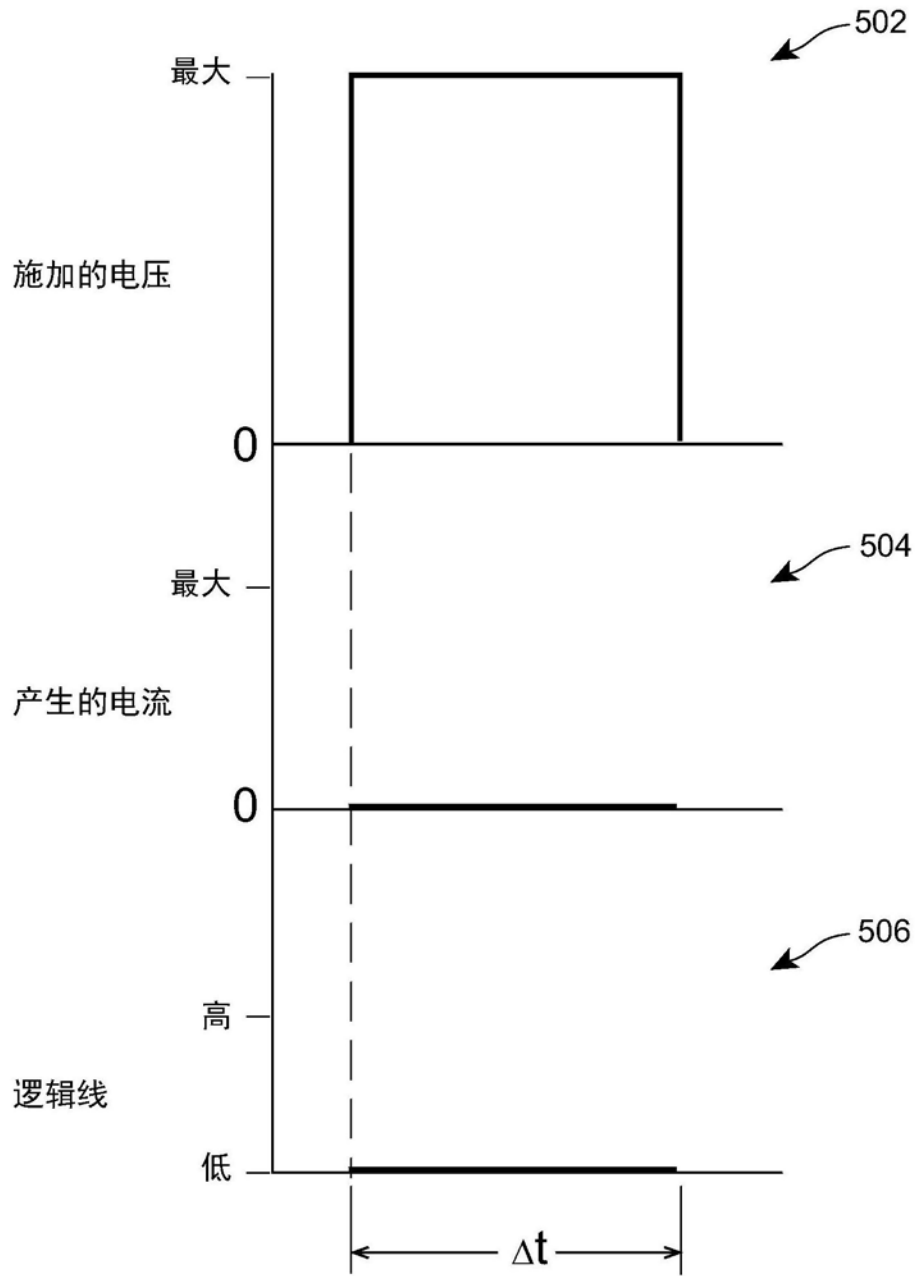


图5

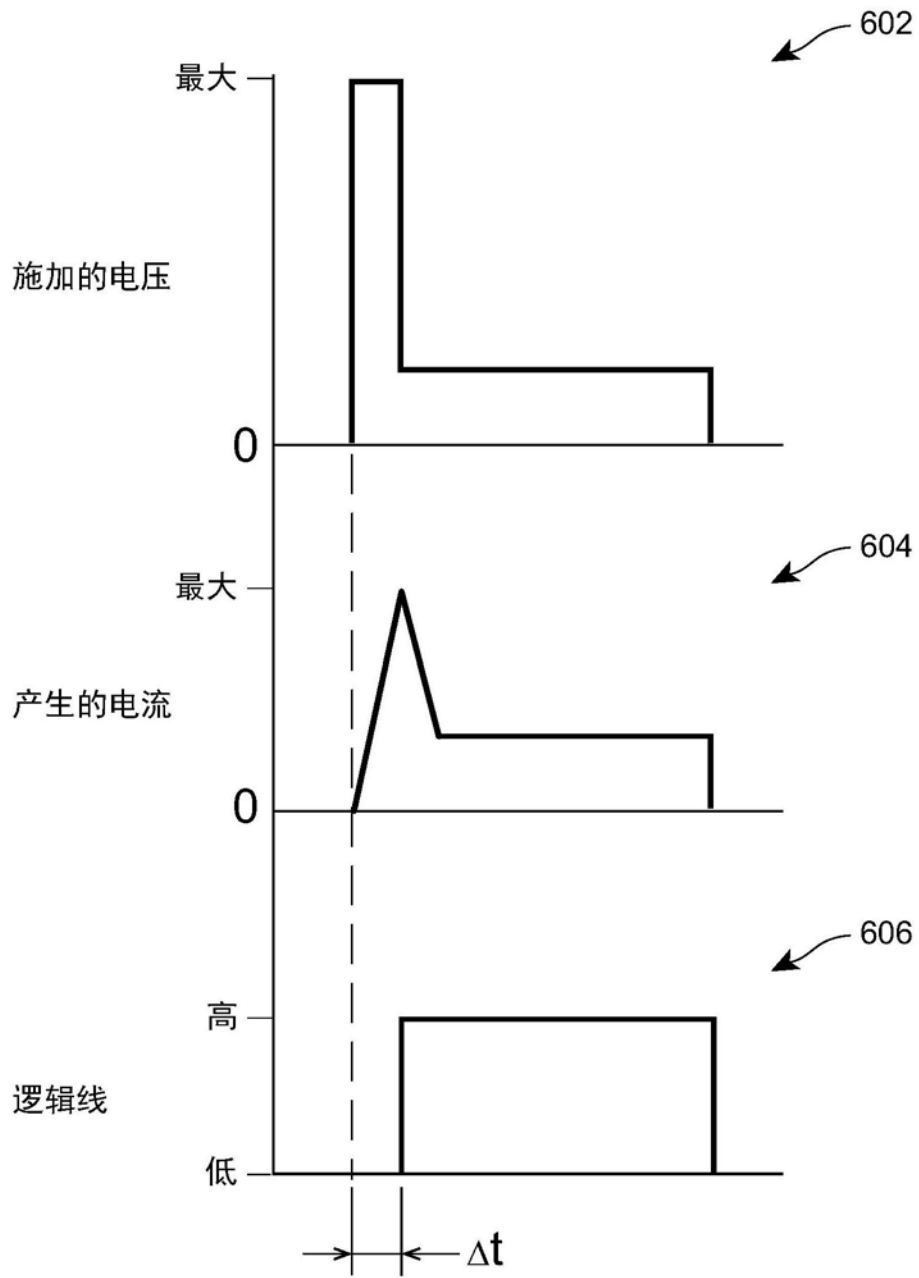


图6

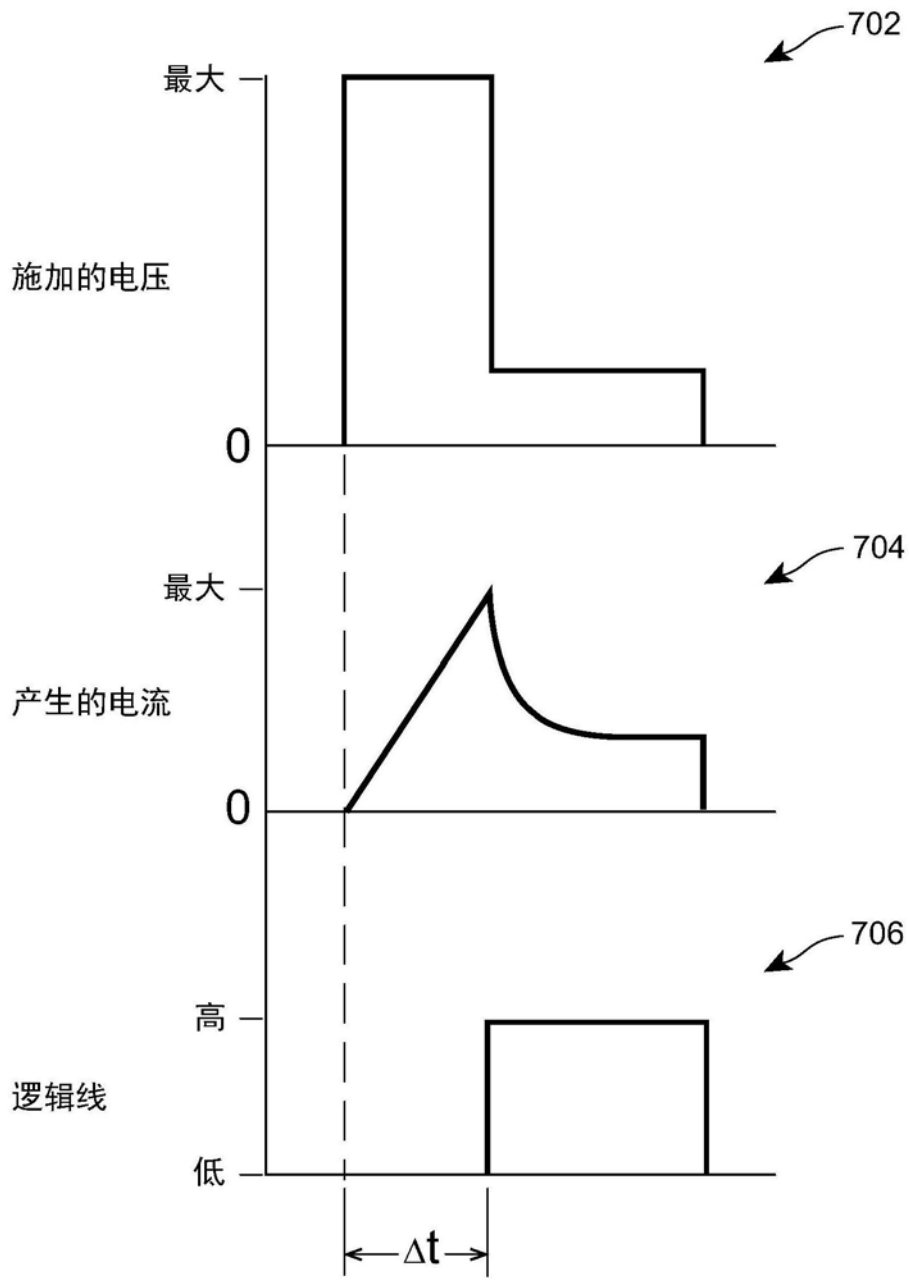


图7

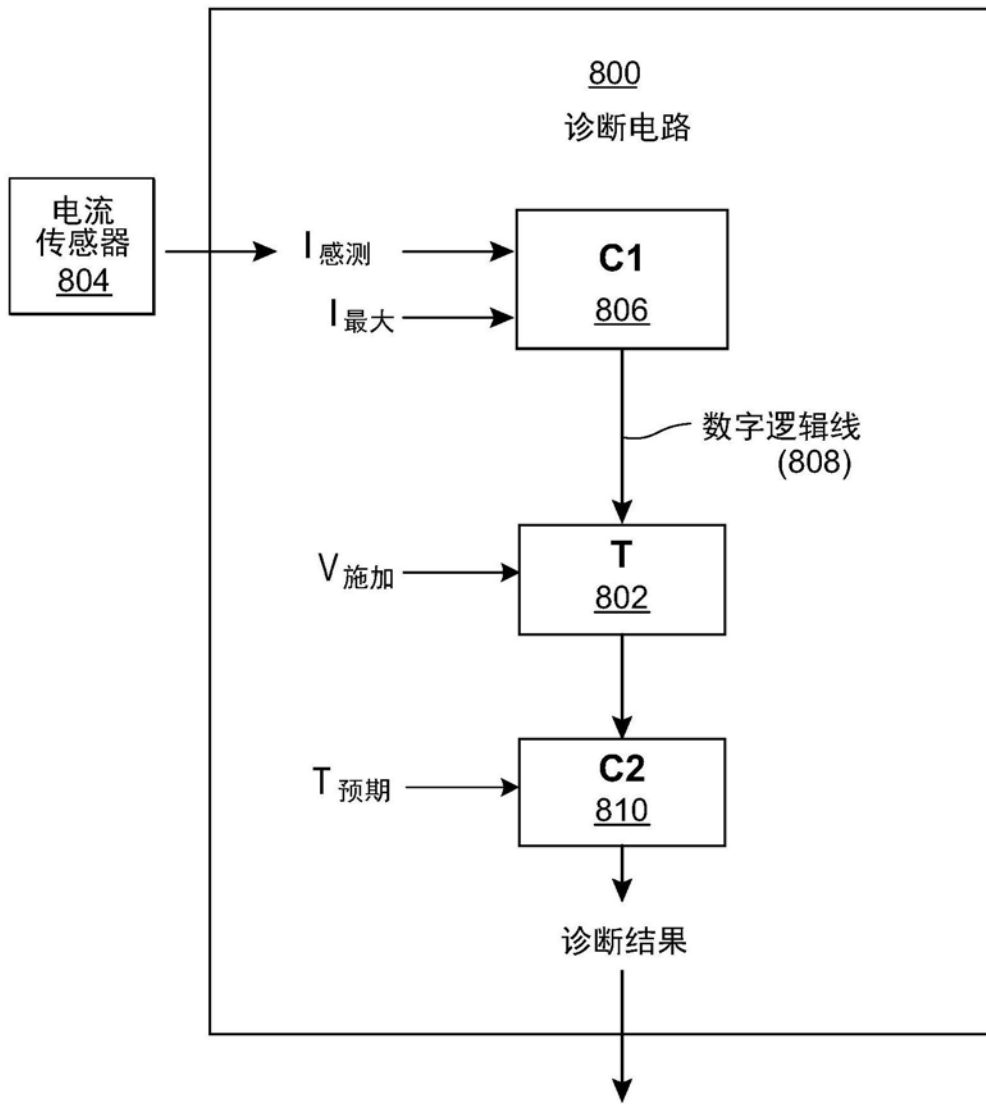


图8

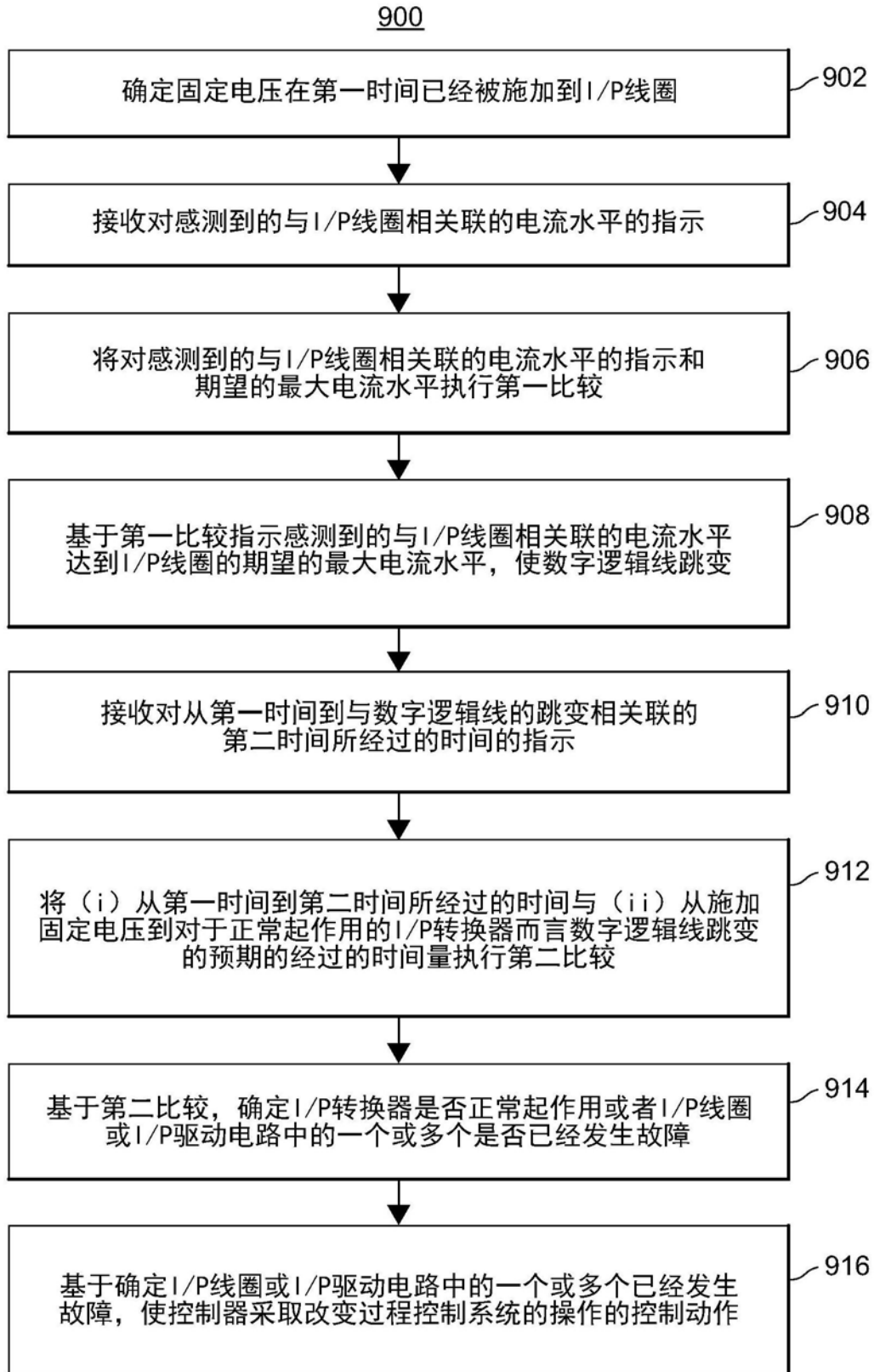


图9