



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106411193 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(21)申请号 201610603425.0

(22)申请日 2016.07.27

(30)优先权数据

15178610.0 2015.07.28 EP

(71)申请人 珀金斯发动机有限公司

地址 英国剑桥郡彼得伯勒

(72)发明人 J·拉特利奇 S·瓦金斯

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 苏娟 尹景娟

(51)Int.Cl.

H02P 6/18(2016.01)

H02P 25/089(2016.01)

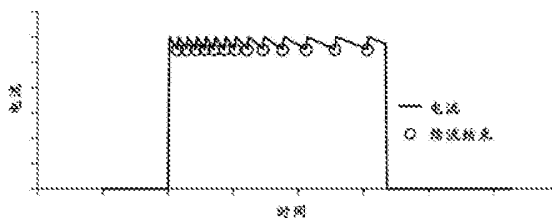
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

开关磁阻电机控制方法

(57)摘要

本发明披露了一种开关磁阻电机控制方法,具体地,一种磁阻电机中转子位置的控制方法。所述方法包括以下步骤:对相绕组供电至供电状态,以使转子相对于定子运动;在脉冲周期内,使相绕组在供电状态和续流状态之间转换,以产生多个相电流脉冲,其中,相电流在每个电流脉冲的续流周期内在续流状态下续流;对多个续流周期内的相电流变化率和相电流振幅进行采样;将相绕组断电;以及计算转子的角位置。



1.一种控制磁阻电机中转子位置的方法,所述磁阻电机包括定子(12)、能相对于所述定子(12)运动的转子(14),以及耦合至所述定子(12)的至少一个相绕组(W),所述方法包括以下步骤:

对所述相绕组(W)供电至供电状态,以使所述转子(14)相对于所述定子(12)运动;

在脉冲周期(P)内,使所述相绕组(W)在所述供电状态和续流状态之间转换,以产生多个相电流脉冲,其中,所述相电流在每个电流脉冲的续流周期(F)内在所述续流状态下续流;

对多个续流周期(F)内的相电流变化率和相电流振幅进行采样;

将所述相绕组(W)断电;以及

计算所述转子(14)的角位置。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,所述多个续流周期(F)包括至少最后三个续流周期(F)。

3.根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述多个续流周期(F)包括至少最初三个续流周期(F)。

4.根据权利要求1、2或3所述的方法,其中,所述多个续流周期(F)包括所述多个电流脉冲(P)的每个续流周期(F)。

5.根据前述任意一项权利要求所述的方法,其中,计算所述转子(14)的角位置的步骤包括:通过将采样相电流变化率和相电流振幅与参考相电流变化率和相电流振幅相比较,确定转子位置的角误差的步骤。

6.根据权利要求5所述的方法,其中,计算所述转子(14)的角位置的步骤进一步包括:计算所述相电流梯度变化率与相应相电流振幅的比率。

7.根据前述任意一项权利要求所述的方法,其中,相电流变化率和相电流振幅的采样在所述续流周期(F)恰好或接近结束时执行。

8.根据权利要求6所述的方法,其中,相电流变化率和相电流振幅的采样在所述相绕组(W)从所述续流状态到所述供电状态的各次转换时执行。

9.根据权利要求8所述的方法,其中,根据对应于从所述续流状态和所述供电状态的转换的转子位置选择采样点。

10.根据前述任意一项权利要求所述的方法,包括以下步骤:当电流达到电流上限(L1)时,从所述供电状态转换为所述续流状态。

11.根据前述任意一项权利要求所述的方法,包括以下步骤:当电流达到电流下限(L2)时,从所述续流状态转换为所述供电状态。

12.根据权利要求11所述的方法,其中,相电流变化率和相电流振幅的采样在位于或接近所述电流下限(L2)时执行。

13.根据前述任意一项权利要求所述的方法,其中,所述脉冲周期从所述转子(14)在相邻定子(12)/转子(14)极对齐位置之间角运动的0%-50%的范围内选择。

14.一种控制磁阻电机中转子位置的系统,所述磁阻电机包括定子(12)、能相对于所述定子(12)运动的转子(14),以及耦合至所述定子(12)的至少一个相绕组(W),所述系统包括:

开关(S1,S2),其对所述相绕组(W)供电至供电状态,从而使所述转子(14)相对于所述

定子(12)运动,并且,在脉冲周期(P)内,使所述相绕组(W)在所述供电状态和续流状态之间转换,以产生多个相电流脉冲,其中,所述相电流在每个电流脉冲的续流周期(F)内在所述续流状态下续流;

点火控制器(26),其能够指令多个续流周期(F)内相电流变化率和相电流振幅的采样;
以及

微处理器,其计算所述转子(14)的角位置。

15.根据权利要求14所述的系统,其中,控制电路(20)能够接收来自速度控制器或速度传感器的估算电机速度误差信号。

开关磁阻电机控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及磁阻电机中转子位置的无传感器监测及控制领域；尤其涉及开关磁阻电机，更尤其涉及低速开关磁阻电机，更尤其涉及相电流受斩波约束的低速开关磁阻电机。

背景技术

[0002] 在开关磁阻电机中，转子位置的相位励磁精确定时可能是获得最优性能的一个重要因素。转子位置传感器可以广泛用于开关磁阻电机中，用于监测转子位置。常规地，这种监测可以通过用光学或磁传感器检测安装在转子或电机轴上的特征来完成。磁阻电机中转子位置的控制可以基于转子位置相关数据。

[0003] 为了避免依赖传感器，形成了无传感器监测和控制方法。开关磁阻电机的无传感器监测方法可以包括信号注入法和直接相位测量法。

[0004] 信号注入法可以依靠诊断供电脉冲，例如，非扭矩产生的脉冲，其允许控制器监测诊断电流及电感的相应变化，从而计算出转子位置。一般地，信号注入法可以在起始速度或低速运行时比较有效，但在运行速度较高时可能严重影响电机性能。

[0005] 直接相位测量法可以依靠监测相电流和电压来确定转子位置。直接相位测量法可以利用相续流的概念。可以通过将相绕组两端的电压在一段时间内设定为0，在开关磁阻电机内产生相续流。在续流周期内，电流可以围绕绕组循环，并且磁通量可以是恒定的。

[0006] EP0780966B1描述了一种磁阻电机中转子位置无传感器监测方法。所述方法包括确定绕组中电流可以设置为续流的特定点的电流变化率。所述点可以与转子和定子极对齐，从而使电流变化率预计为0。与预计变化率在大小与极性上的任何不同都可以表示转子位置没有与实际转子位置对齐，以及与预计位置相比靠前还是靠后。

[0007] EP2712075披露了一种磁阻电机中转子位置的控制方法。所述方法涉及对相绕组供电，以使转子相对于定子运动，使电流在续流周期内续流通过相绕组，对相电流变化率及相电流振幅进行采样，将相绕组断电，以及计算转子的角位置。

[0008] 本发明至少部分针对改善或克服现有技术系统的一个或多个方面。

发明内容

[0009] 第一方面，本发明描述了一种控制磁阻电机中转子位置的方法，所述磁阻电机包括定子、可以相对于所述定子运动的转子以及耦合至所述定子的至少一个相绕组。所述方法包括以下步骤：对相绕组供电至供电状态，以使所述转子相对于所述定子运动；在脉冲周期内，使所述相绕组在供电状态和续流状态之间转换，以产生多个相电流脉冲，其中，所述相电流在每个电流脉冲的续流周期内在续流状态下续流；对多个续流周期内的相电流变化率和相电流振幅进行采样；将所述相绕组断电；以及计算所述转子的角位置。

[0010] 第二方面，本发明描述了一种控制磁阻电机中转子位置的系统，所述磁阻电机包括定子、可以相对于所述定子运动的转子以及耦合至所述定子的至少一个相绕组。所述系统包括：开关，其对所述相绕组供电至供电状态，从而使所述转子相对于所述定子运动，并

且,在脉冲周期内,使所述相绕组在所述供电状态和续流状态之间转换,以产生多个相电流脉冲,其中,所述相电流在每个电流脉冲的续流周期内在续流状态下续流;点火控制器,其构造为指令多个续流周期内相电流变化率和相电流振幅的采样;以及微处理器,其计算所述转子的角位置。

附图说明

[0011] 结合以下各种实施例描述及附图,可以更充分地理解本发明的上述及其它特征和优势,其中:

[0012] 图1示出根据本发明的相供电模式下的不对称半桥;

[0013] 图2示出根据本发明的续流模式下的不对称半桥;

[0014] 图3示出根据本发明的断电模式下的不对称半桥;

[0015] 图4示出根据本发明的相电流波形图;

[0016] 图5示出多个脉冲相电流波形图,其中标出了相电流变化率和相电流振幅的采样点;

[0017] 图6示出单个脉冲周期内采样电流比与时间的关系图;

[0018] 图7示出给定电机速度的情况下,参考转子角和电流比的关系示例图;

[0019] 图8示出转子角随时间的变化图;以及

[0020] 图9示出根据本发明的控制电路示意图。

具体实施方式

[0021] 本发明主要涉及一种用于监测和控制磁阻电机内转子位置的方法和系统。

[0022] 图1-3示出开关磁阻电机11三种运行模式下的示例性不对称半桥功率变换器电路10,开关磁阻电机11包括定子12,定子12包括至少一个定子极13,以及转子14,转子14包括至少一个转子极15。相绕组W可以连接在开关S1和开关S2之间,其中,开关S1与二极管D1相联,开关S2与二极管D2相联。在一个实施例中,开关磁阻电机11可以包括多个相绕组W。多个相绕组W可以设置在多个定子极13上。

[0023] 本发明的方法可以在开关磁阻电机11中实施,其中,转子14可以相对于定子12运动。至少一个转子极15可以相对于至少一个定子极13运动。至少一个相绕组W可以耦合至定子12,以控制转子位置。在一个实施例中,多个相绕组W可以耦合至定子12,以控制转子位置。

[0024] 所述方法可以包括以下步骤:对相绕组W供电至供电状态,以使转子14相对于定子12运动;在脉冲周期P内,使相绕组W在供电状态和续流状态之间转换,以产生多个相电流脉冲,其中,电流在每个电流脉冲的续流周期F内在续流状态下续流;对多个续流周期内的相电流变化率和相电流振幅采样;将相绕组W断电;以及计算转子14的角位置。

[0025] 续流周期F可以具有可变时长。续流周期F的可变时长可以取决于控制器。在一个实施例中,续流周期F的可变时长可以取决于电机速度、转子位置及上下阈值电流。在可选实施例中,当相电流遇到滞后电流斩波时,续流周期F可以具有可变时长。续流周期F可以具有可变时长,从而独立于施加的电流、相电感变化和速度,在整个供电循环中保持恒定电流带。

[0026] 在进一步的实施例中,续流周期F可以具有固定时长。续流周期F的固定时长可以取决于控制器。

[0027] 参见图1,相绕组可以通过闭合电路10中的开关S1和S2从直流电源供电,从而使电流可以流经相绕组W,使转子14相对于定子12运动。当开关S1和S2闭合时,相绕组W可以处于供电状态。

[0028] 参见图2,当开关S1和S2中的任意一个断开时,相绕组W可以处于续流状态。在续流状态下,相电流可以在每个续流周期F内续流通过相绕组W。

[0029] 开关磁阻电机中的续流电流是众所周知的。可以通过将开关磁阻电机的相绕组两端的电压设定为0来影响经过相绕组W的续流电流。可以通过设置跨越相绕组两端的短接通路将电压设置为接近0,从而使电流围绕相绕组循环。

[0030] 当用约束和脉冲相电流低速运行开关磁阻电机11时,续流可以用于降低开关损耗。少量续流可以通过其在高速运行时的电流剖析能力,减少噪音产生。

[0031] 参见图3,可以通过均断开电路10中的开关S1和S2将相绕组W断电,从而没有电流可以流经相绕组W。当开关S1和S2断开时,相绕组W可以处于断电状态。在断电状态下,电流将通过D1和D2流经相绕组W,直到开关磁阻电机11内的磁通量下降为0。

[0032] 图4示出作为非限定性实例的6/4电机相电流波形图。对于初始相位的低速磁阻电机来说,脉冲相电流波形图可能是典型的。可以在绕组W(未示出)两端施加电压。施加的电压可以在相对较短的时间间隔内迅速增加相电流。相绕组W可以处于供电状态。电感可以很小,几乎恒定。

[0033] 在一个实施例中,可以在转子14相对于定子12的未对齐位置A处在绕组W两端施加电压。在未对齐位置A处,至少一个转子极15可以不与至少一个定子极13对齐。未对齐位置可以限定为转子极15恰好处于两个定子极13正中间的位置。

[0034] 在所述示例性6/4电机中,未对齐位置A可以呈45度、135度、225度及315度。未对齐位置A对于具有特定定子极/转子极构造的电机来说是特定的。例如,在8/6电机中,未对齐位置A可以呈60度分开。

[0035] 在可选实施例中,相绕组W可以在接近或恰好开始增加电感间隔时转换为供电状态。相绕组W可以在最小电感时转换为供电状态。相绕组W可以在峰值磁阻接近或恰好结束时转换为供电状态。相绕组W可以在最大磁阻时转换为供电状态。在进一步的实施例中,未对齐位置可以是最小电感处的位置。

[0036] 相电流可以增加至电流上限L1。在电流上限L1处,相绕组W可以从供电状态转换为续流状态。相电流可以续流通过相绕组W,直到相电流达到电流下限L2。续流周期F可以是电流从电流上限L1减弱至电流下限L2的周期。在电流下限L2处,相绕组W可以从续流状态转换为供电状态。相电流可以在电流增加周期C内从电流下限L2增加至电流上限L1。单相电流脉冲可以包括续流周期F和电流增加周期C。在一个实施例中,单相电流脉冲中的续流周期F可以先于电流增加周期C。

[0037] 在脉冲周期P内,相电流可以保持为电流上限L1和电流下限L2之间的多个相电流脉冲。脉冲周期P可以始于相绕组W第一次从供电状态转换为续流状态时。电流上限L1和电流下限L2可以预先确定。

[0038] 脉冲相电流可以通过电力电子电路的电流反馈斩波控制保持在特定滞后带内。在

这种运行模式下,电流及扭矩通过改变电流斩波水平控制。在未改变电流斩波水平的情况下,扭矩/速度特征可以接近恒定。

[0039] 相绕组W可以在脉冲周期P结束时转换为断电状态。脉冲周期P可以在相绕组W从供电状态转换为断电状态时结束。在一个实施例中,脉冲周期P可以在最后的电流增加周期C后结束。在绕组W两端施加的电压可以逆转,从而迫使电流在电感下降的负扭矩区之前迅速减弱为0。在一个实施例中,相绕组W可以在转子14相对于定子12的对齐位置B处转换为断电状态。在对齐位置B处,至少一个转子极15可以与至少一个定子极13对齐。

[0040] 在所述示例性6/4电机中,对齐位置B可以呈0度、90度、180度及270度。对齐位置B对于具有特定定子极/转子极构造的电机来说是特定的。例如,在8/6电机中,对齐位置B可以呈60度分开。

[0041] 在可选实施例中,相绕组W可以在接近或恰好结束增加电感间隔时转换为断电状态。相绕组W可以在峰值电感接近或恰好结束时转换为断电状态。

[0042] 在脉冲周期P内,相电流在相绕组W的供电状态和续流状态之间脉冲,脉冲周期P可以与转子14的角运动相对应。在转子14的角运动期间,可以产生多个相电流脉冲。在转子14的角运动期间,可以出现多个续流周期F。

[0043] 脉冲周期P可以取决于具体的开关磁阻电机11。脉冲周期P可以是基于开关磁阻电机11的未对齐位置A和对齐位置B选定的值。脉冲周期P可以始于未对齐位置A并结束于对齐位置B。

[0044] 在一个实施例中,脉冲周期P可以从转子14角运动的0%-50%的范围内选择。

[0045] 在一个实施例中,对于初始低速的开关磁阻电机11来说,脉冲周期P可以是转子14角距的50%。脉冲周期P可以在相邻定子12/转子14的极对齐位置之间。

[0046] 例如,示例性6/4电机的脉冲周期P可以是45度。扭矩可以根据通过斩波或PWM电压控制的电流振幅设定。

[0047] 在相电感周期内,可以影响脉冲周期P。在相电感周期的任意部分,可以执行相电流的脉冲。相电感周期可以是开关磁阻电机11内的电感变化周期。在相电感周期内,可以产生多个相电流脉冲。在相电感周期内,可以出现多个续流周期F。

[0048] 在一个实施例中,在给定速度的前提下,其特征可以在于开关S1和S2均断开时转子14的角度,以及开关S1和S2中的一个断开时转子14的角度。可以通过推进开关S1和S2均首次开启时的角度及增加脉冲周期P的时长来增加轴功率。可以通过提高电流上限L1、电流下限L2或同时提高电流上限L1和电流下限L2来增加轴功率。

[0049] 在给定速度的前提下,可以调整相绕组W的供电,直到相电流的变化率和相电流的振幅可以匹配该速度所需的关断角点(开关S1和S2均断开或开关S1和S2中的一个断开时转子14的角)。

[0050] 可以对开关磁阻电机执行所述特征,以根据开始运行前的关断点确立转子14的参考角位置。参考转子角位置可以用于比较采样相电流变化率和相电流振幅的角位置。参考转子角位置可以实现开关磁阻电机的优化控制。

[0051] 相电流变化率和相电流振幅可以在瞬时间隔内采样。采样间隔可以是微秒级的。采样间隔可以由控制电路中使用的模数转换器确定。

[0052] 参见图5,相电流变化率(电流梯度)和相电流振幅的采样可以在续流周期F接近或

恰好结束时执行。采样可以恰好在相绕组W开始供电之前执行。采样可以由栅极信号转换触发。可以通过栅极驱动电路中的传播延迟减少样品中的噪音。相电流变化率和相电流振幅的采样可以在开关S1和S2均关闭前的采样点执行。

[0053] 在一个实施例中,相电流变化率和相电流振幅的采样可以在相绕组W从续流状态到供电状态的相应转换之前执行。在可选实施例中,可以根据对应于从续流状态和供电状态的转换的转子位置选择采样点。在其它可选实施例中,相电流变化率和相电流振幅的采样可以在位于或接近预定电流下限L1处执行。

[0054] 相电流变化率和相电流振幅的采样可以在规定数量的续流周期F内执行。相电流变化率和相电流振幅的采样可以在脉冲周期P的规定部分处执行。相电流变化率和相电流振幅的采样可以在脉冲周期P的多个部分处执行。在一个实施例中,所述多个部分可以是不连续的。

[0055] 在一个实施例中,相电流变化率和相电流振幅的采样可以在至少最后三个续流周期F内执行。在可选实施例中,相电流变化率和相电流振幅的采样可以在至少最初三个续流周期F内执行。在进一步的可选实施例中,相电流变化率和相电流振幅的采样可以在至少最初三个续流周期F和最后三个续流周期F内执行。在其它进一步可选实施例中,相电流变化率和相电流振幅的采样可以在多个电流脉冲P的每个续流周期F内执行。

[0056] 图6示出转子角上每个样品电流梯度与电流振幅的比率(电流比)图。每个电流比可以对应于在各个续流周期F(在图5中用圆圈表示)内从每个采样点获得的各个电流梯度样品。

[0057] 图7示出特定电机速度下参考电流比与转子角关系图。该表可以由开关磁阻电机11的特征描述生成。图示关系允许将绘入图6的电流梯度比转换为转子角。图8示出由电流梯度率(通过图7图表)生成的转子角。

[0058] 采样的电流梯度变化率、电流振幅或电流梯度与电流振幅的比率(电流比)可以与之前开关磁阻电机11转子位置处获得的电流振幅、电流梯度变化率或电流比特征相比较。测量值与特征值或参考值之间的任意偏差可以用于估算实际转子位置与估算转子位置之间的误差,从而更正误差。

[0059] 可以对相电流变化率和相电流振幅进行采样,以计算转子14的角位置。采样的相电流变化率和相电流振幅可以与参考相电流变化率和相电流振幅相比较,以判断转子位置是否有角度误差。在一个实施例中,计算转子14角位置进一步包括:计算相电流梯度变化率与相应相电流振幅的比率。

[0060] 可以根据对应于能量状态之间转换,即供电状态与续流状态之间转换的转子位置选择采样点。可以根据开关磁阻电机11的优化运行选择采样点。

[0061] 图9示出控制电路20的示意图,其用于实施监测磁阻电机中转子位置的方法。控制电路20可以包含在磁阻电机11内,磁阻电机11包括定子12、可相对于定子12运动的转子14,以及耦合至定子12以控制转子位置的至少一个相绕组W。控制电路20可以控制开关S1、S2,开关S1、S2可以致动为对相绕组W供电以使转子14相对于定子12运动,使相电流在续流周期内续流通过相绕组W,以及将相绕组W断电。

[0062] 控制电路20可以利用电流角位置估测信息22、电流电机速度信息24以及电机扭矩需求信息28。点火控制器和电力电子设备26(点火控制器)可以接收上述信息,以通过开闭

开关S1、S2控制相电流。

[0063] 点火控制器26可以在选定续流周期恰好或接近结束时指令相电流变化率和相电流振幅的采样。在一个实施例中,点火控制器26可以在从相绕组W的选定续流状态转换为供电状态时指令相电流变化率和相电流振幅的采样。在可选实施例中,点火控制器26可以在相绕组W的相应供电状态恰好或接近开始时指令执行相电流变化率和相电流振幅的采样。

[0064] 相电流感测可以通过电流传感器40执行。电流传感器40的输出信号可以指示各个相电流振幅。相电流振幅可以用于计算采样点处的各个相电流变化率。相电流变化率(电流梯度)可以计算并作为输出信号发出,相电流振幅可以计算并作为另一输出信号发出。电流梯度和电流振幅的输出信号可以形成指示转子14相对于定子12的位置的根据。

[0065] 对于每个样品来说,电流梯度可以根据电流振幅划分以提供给出类似图6所示的一段时间内的一系列电流比值。采样电流比与假定角位置和速度的参考值相比较,所述参考值来源于类似图7所示的参考数据。采样值与参考值之间的任意偏差可以用于估算假定角位置的误差。所述误差可以用于更新转子14的估算角位置。

[0066] 由于采样周期取决于开关S1和S2的定时,点火控制器26可以指令电流传感器40执行采样。电流传感器40在点火控制器26设定的时间进行采样。

[0067] 电流传感器40可以是物理电流传感器,如霍尔效应设备或具有差分运算放大器的电阻器。确定相电流的变化率可能需要其它微分器。其它微分器可以是运放电路。相电流变化率可以通过先在微处理器中双采样,然后计算相电流变化率确定。

[0068] 相电流变化率和相电流振幅的采样可以沿包括相绕组W和开关S1和S2的电路执行。相电流变化率和相电流振幅的采样可以在相绕组W处,或靠近开关S1和S2处执行。电流比测量模块30可以在相电流变化率和相电流振幅采样后计算电流比。

[0069] 电流比较模块32可以将计算的电流比与参考值相比较。如果给定电流振幅的相电流变化率与参考相电流变化率之间的误差为0,那么转子位置的误差可能为0。在一个实施例中,如果采样电流比与参考电流比之间的误差为0,那么转子位置的误差可能为0。偏差模块34可以记录预期电流比与实际电流比之间的任意偏差。

[0070] 如果转子位置存在误差,那么所述位置误差可以通过角位置更新器38施加至电流角位置估算22。在一个实施例中,电流比误差信号反馈(从电流比较模块32输出并记录在偏差模块34中)可以发送至角位置更新器。所述位置误差信号可以用于更新电流角位置估算22。

[0071] 更新的角位置可以发送至点火控制器和电力电子设备26(以确保脉冲周期内正确的角对齐)和电流比较模块32(以允许选定恰当的预期相电流值,与测量值相比较)。

[0072] 在潜在实施例中(未示出),控制器利用估算电机速度24,而不是测量电机速度操作,所述估算速度可以根据转子位置误差更新。如果转子位置误差指示转子14可能在预期位置前方,转子14的转动速度可能比预先估算的快。如果转子位置误差指示转子14在预期位置后方,转子14的转动速度可能比预先估算的慢。

[0073] 点火控制器26可以包括自由运行定时器,用于设定开关点火事件的角位置。通过从电流变化率和相电流振幅中获得转子位置误差,所述定时器可以在每个相位重设。之后,给定速度的情况下,点火控制器26可以用一个相位内转子位置的修正评估,以及点火控制策略的预定数据,确定从续流状态到供电状态的转换点。

[0074] 当给定速度和电机扭矩时,点火控制器26可以根据点火控制策略确定续流应该结束的时间。此时,点火控制器26可以启动对电流强度和变化率的测量。

[0075] 在计算相电流变化率及确定相电流振幅或电流比(电流梯度与电流振幅的比率)时,对应于相电流变化率信号、相电流振幅信号和电流比的信号可以由处理器处理。所述处理器可以用公式或查找表编程,以确定转子角位置。在给定电机速度的条件下,所述公式或查找表可以对应于图7所示图表。

[0076] 一种控制磁阻电机中转子位置的系统,所述磁阻电机包括定子12、可以相对于定子12运动的转子14,以及耦合至定子12的至少一个相绕组W。所述系统可以包括:开关S1、S2,其将所述相绕组W供电至供电状态,从而使转子14相对于定子12运动,并且,在脉冲周期内,使所述相绕组W在供电状态和续流状态之间转换,以产生多个相电流脉冲,其中,相电流在每个电流脉冲的续流周期内在续流状态下续流;点火控制器26,其构造为指令多个续流周期内相电流变化率和相电流振幅的采样;以及微处理器,其计算转子14的角位置。

[0077] 点火控制器26可以构造为从速度控制器或速度传感器接收速度误差信号。所述系统可以包括定时器,以估算转子14的位置。

[0078] 本领域技术人员应当理解,可以对上述实施例进行修改或组合,以获得本发明的方法或系统。

[0079] 工业实用性

[0080] 本发明描述了一种控制开关磁阻电机11内转子位置的方法和系统。所述方法可以包括监测并估算转子位置。所述方法可以在开关磁阻电机11启动时实施。所述方法可以在开关磁阻电机11低速运行时实施。低速磁阻电机可以是,例如,在单脉冲运行(即需要电流斩波)时不受相电流限制的磁阻电机。低速磁阻电机可以是,例如,峰值相电流受电流斩波限制的磁阻电机。在初始阶段及低速运行时,开关磁阻电机11中的电流受斩波约束。所述方法涉及与电流斩波相对应的多个续流周期。可以根据电流斩波获得相电流变化率和相电流振幅的多个瞬时样本。所述样本可以在续流周期内获得。样本数量可以改变。

[0081] 在一个实施例中,样本数量可以随着角位置估算精确度与控制器处理要求之间的权衡改变。所述方法可以涉及根据一段时间内的采样相电流变化率和相电流振幅计算转子位置。

[0082] 当用约束、斩波相电流低速运行磁阻电机时,续流可以有效降低开关损耗。在续流模式与完全供电模式之间的多个瞬时转换相位间隔观察电流变化率。之后,可以参考磁阻电机的预定特征计算转子的角位置。

[0083] 所述方法克服了对机电转子位置传感器的需求,这种传感器可能会引入其它运动部件,导致高速、紧凑或严苛环境应用中的巨大挑战。可以通过电力电子电路中的控制软件和简单而稳健的电子电流传感器实施无传感器控制,从而排除运动部件。

[0084] 由于采用多个电流变化率和相电流振幅,以及磁阻电机非线性电磁特征的预定模型,所述方法可以提高转子位置计算精度。通过使用相电流续流,可以不需要磁链。一个优势在于磁链的连续计算,其等于直流链电压一段时间的积分,可以不必计算转子的角位置。所述方法的优势在于降低直流链电压测量的复杂性,以及减少计算需求。使用相电流变化率测量转子位置可以避免需要使用直流链电压测量。

[0085] 可以实施所述方法以控制开关磁阻电机在电动模式或发电/制动模式下运行。上

述控制方法也可以通过偏移转子极和定子极各自的对齐位置和未对齐位置用于发电模式,以及“关”与“续流”交替的“供电”与“续流”交替的情况。将使用单独查找表组用于生成发电模式的电流比,并且电流比偏差补偿器用于发电模式的设定可以与电动模式不同。

[0086] 所述方法可以用于具有开关磁阻电机的机器中。所述方法可以用于以工业重型柴油机为动力、配备电动涡轮辅助系统或真空吸尘器的工业机械或非公路车辆中。

[0087] 相应地,本发明包括适用法律允许范围内权利要求书所述主题的所有改进及等同物。此外,除非另有说明,否则以上所述元件的所有可能变体及其组合也包含在本发明范围内。

[0088] 对于任何权利要求中带有附图标记的技术特征,添加附图标记的目的仅在于提高权利要求的可理解性,因此,有没有附图标记对上述技术特征或任何权利要求元件的范围均不具有限制作用。

[0089] 本领域技术人员应当明白,本发明可以在不偏离其内容或必要特征的情况下体现为其它具体形式。因此,上述实施例仅旨在说明,而非限定本发明。因此,本发明范围由权利要求书限定,而非上述描述,并且,权利要求等同物含义和范围内的所有更改均包含在其范围内。

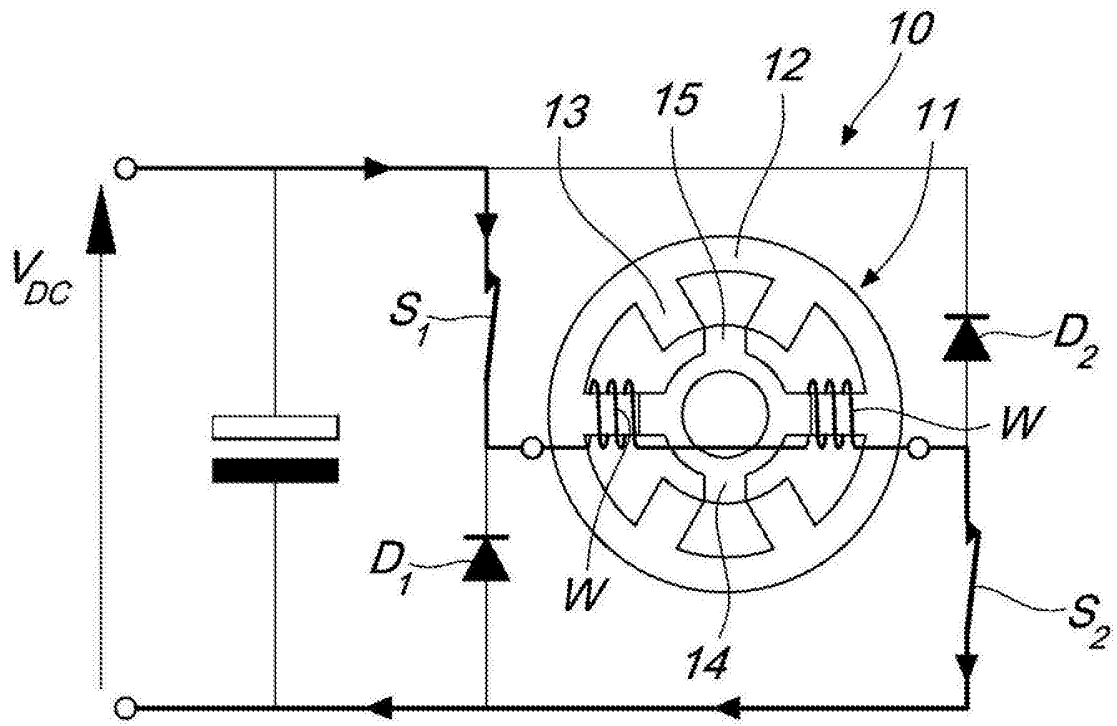


图1

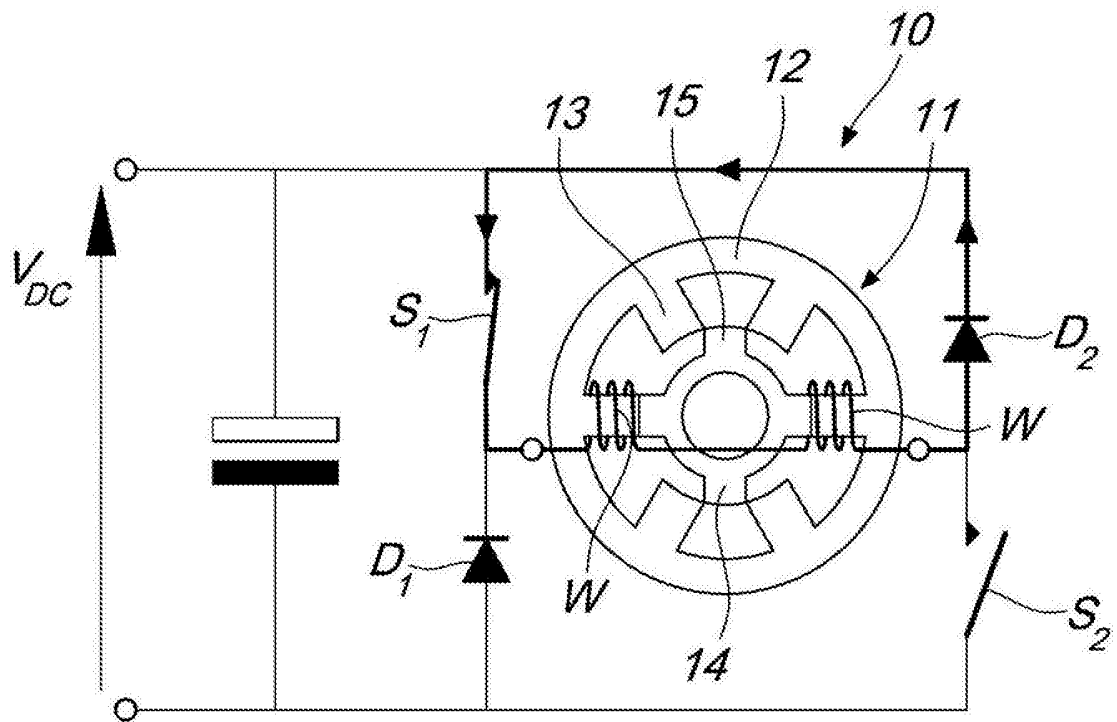


图2

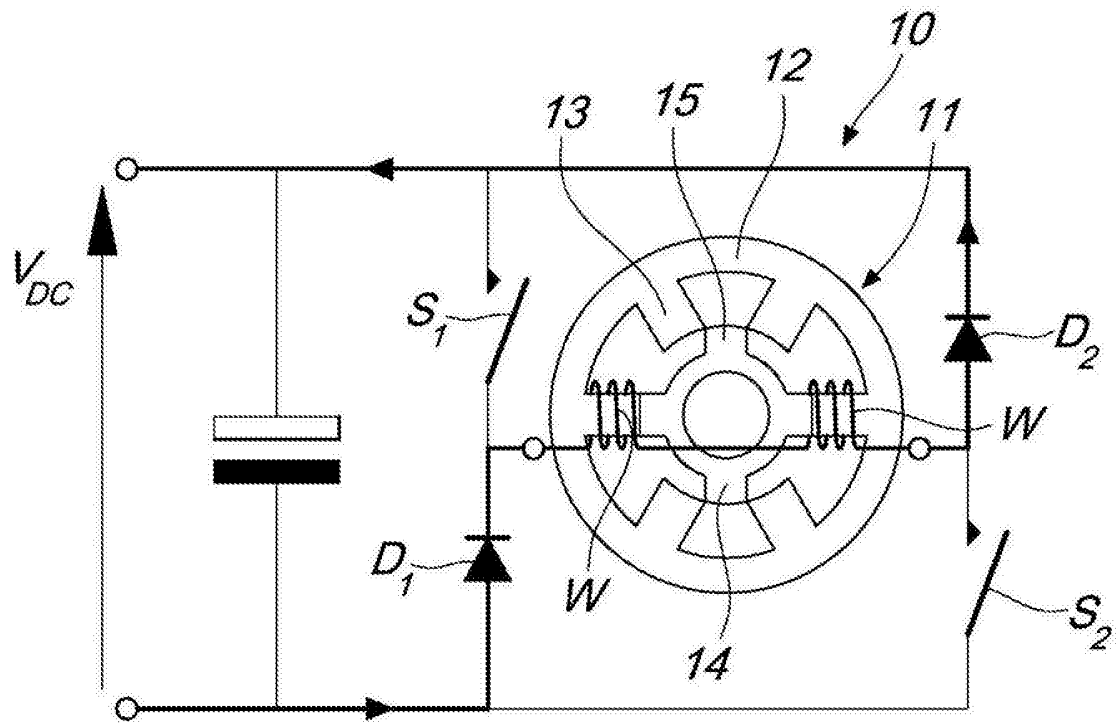


图3

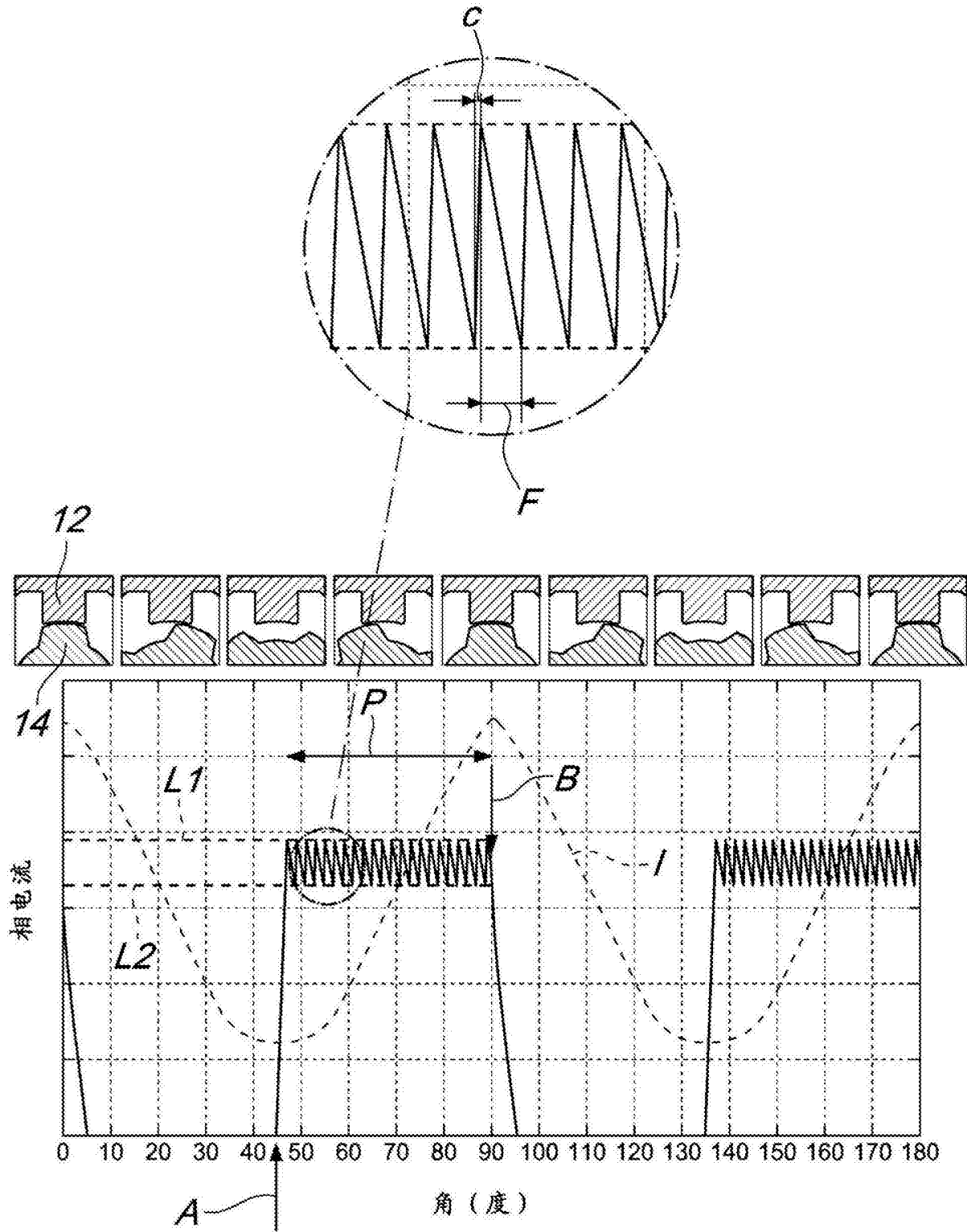


图4

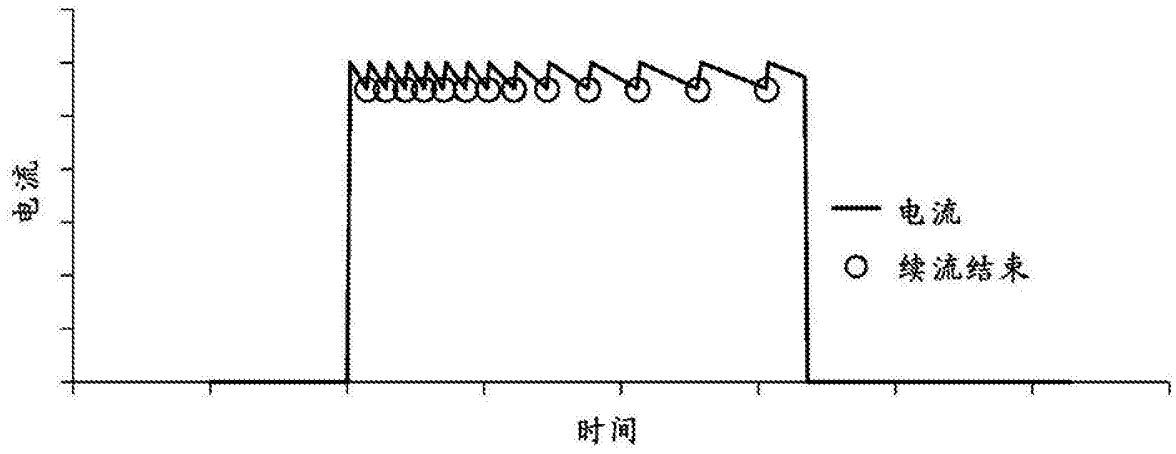


图5

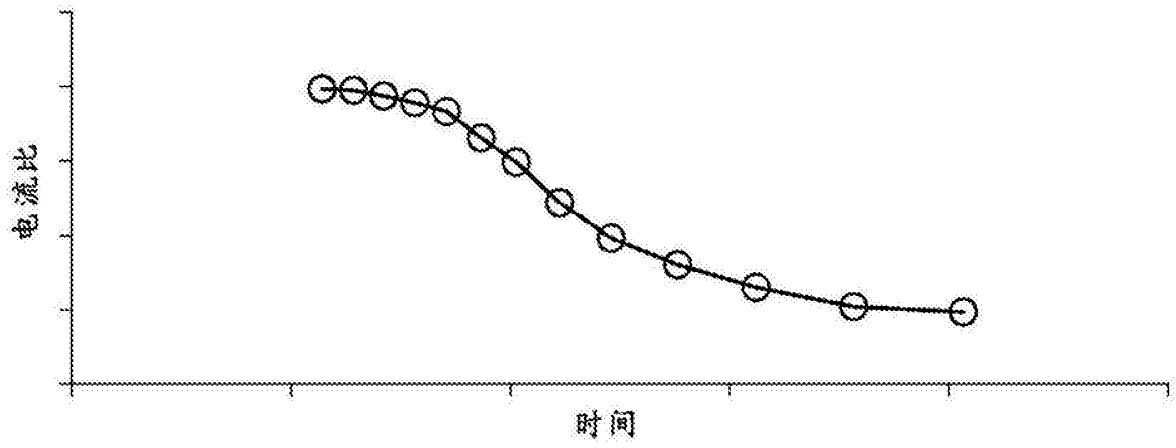


图6

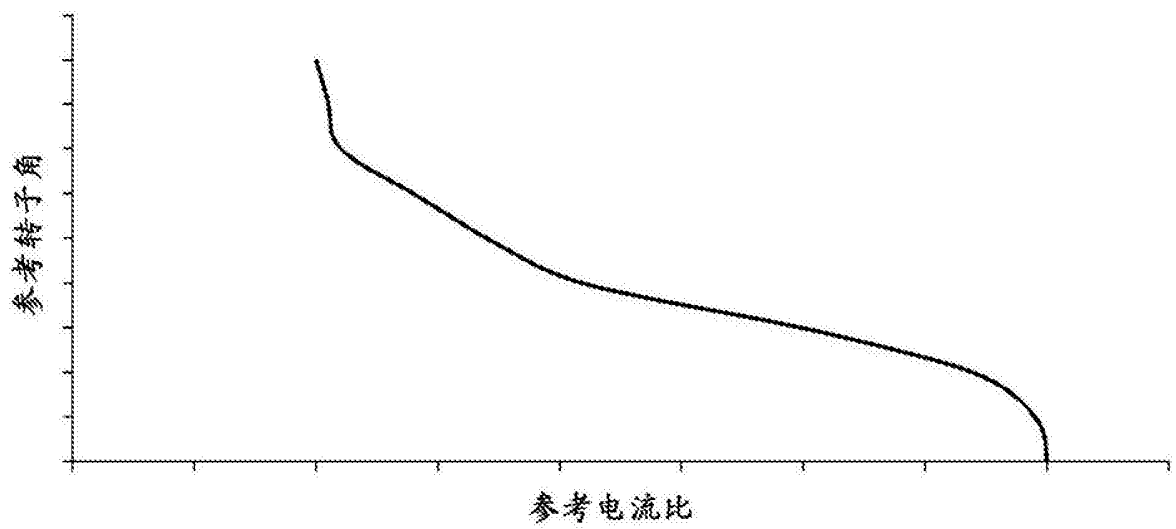


图7

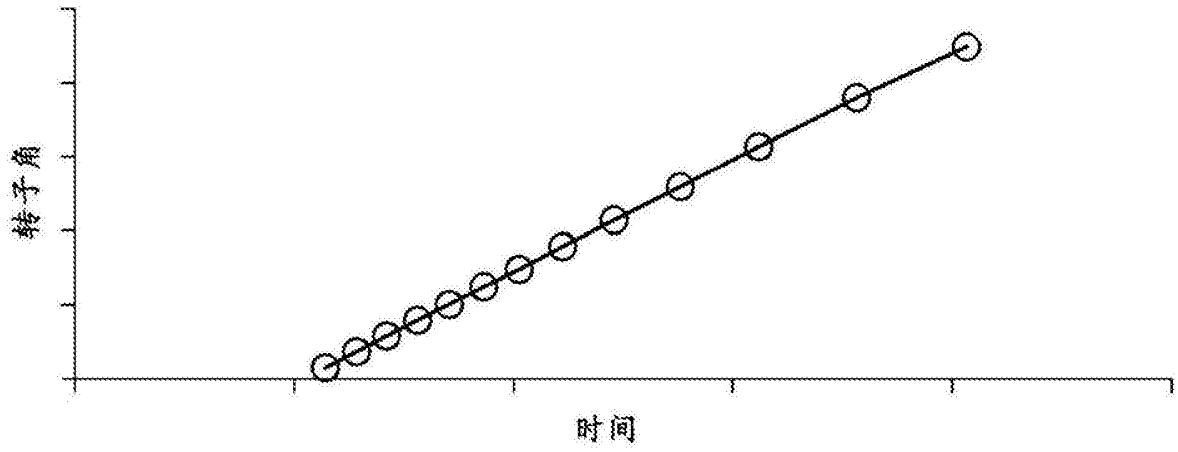


图8

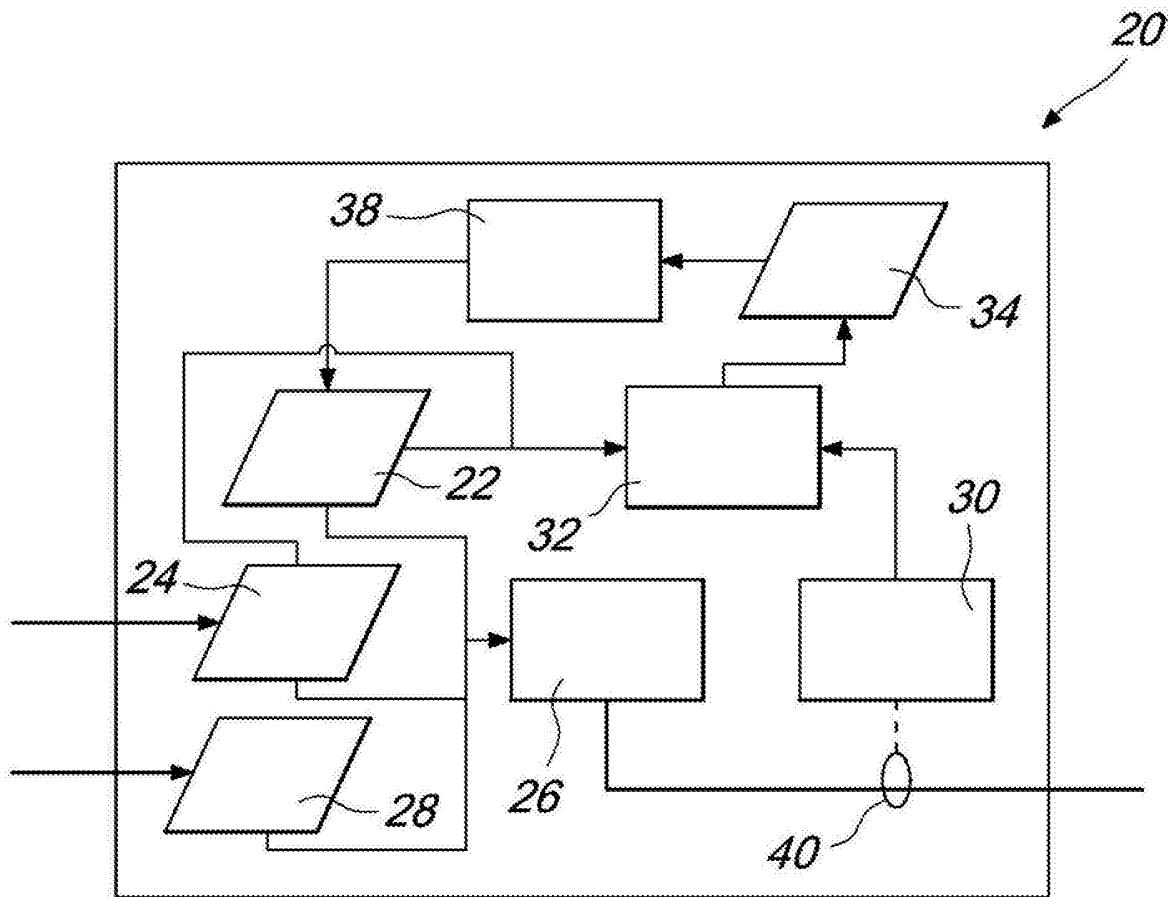


图9