



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106464183 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201480076587.2

贡卡洛·菲利佩·西蒙斯·曼纽尔

(22)申请日 2014.12.16

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224

(30)优先权数据

代理人 何冲

1323079.2 2013.12.27 GB

1412773.2 2014.07.18 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2016.08.29

H02P 25/08(2016.01)

H02P 6/17(2016.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2014/053710 2014.12.16

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/097440 EN 2015.07.02

(71)申请人 法雷奥空气管理英国有限公司

地址 英国伍斯特郡

(72)发明人 卡迈勒·布亚拉加

多米尼克·杜普伊斯

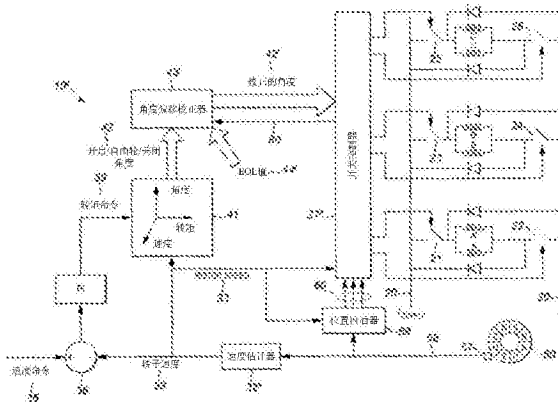
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

电动机线圈正时方法

(57)摘要

一种开关磁阻电动机,通过以下操作而受控:检测该电动机的转子的位置以提供该转子每转一周该转子的一个或多个位置的时序的指示,从这些指示中导出通过检测所指示的时序之间的转子的一个或多个估计的位置的时序的指示,然后在那些时刻对定子的定子线圈通电。



1. 用于开关磁阻电动机的控制电路,其包括:

可控制的开关,其用于连接至所述电动机的定子线圈,从而控制所述线圈是否被通电;

单个位置传感器,其响应转子的位置,以提供所述转子每转一周所述转子的一个或多个位置的时序的指示;

位置内插器,其连接为从所述单个位置传感器接收所述转子位置的时序的指示,并且在由所述位置传感器所指示的所述时序之间提供所述转子的一个或多个估计的位置的时序的一个或多个指示;

开关控制器,其连接为从所述位置内插器接收所述时序的所述指示,以确定连接为操作所述开关的开关控制信号的时序。

2. 根据权利要求1所述的控制电路,其特征在于,所述开关控制器还连接为从所述位置传感器接收所述时序的所述指示,以确定连接为操作所述开关的开关控制信号的时序。

3. 根据权利要求1或2所述的控制电路,其特征在于,所述位置内插器连接为根据所述转子速度当前是恒定的的假设,估计所述转子的一个或多个位置。

4. 根据权利要求3所述的控制电路,其特征在于,所述位置内插器连接为根据所述转子速度当前是恒定的的假设,估计所述转子的一个或多个位置,所述速度为所述转子的测量速度。

5. 根据权利要求4所述的控制电路,其特征在于,所述位置内插器连接为根据来自所述位置传感器的所述转子位置的所述时序的所述指示,接收所述测量速度。

6. 根据权利要求1或2所述的控制电路,其特征在于,所述位置内插器连接为考虑所述转子的加速度而估计所述转子的一个或多个位置。

7. 根据权利要求6所述的控制电路,其特征在于,所述位置内插器连接为根据所述转子的速度的测量值估计所述电动机的加速度,从而根据所述加速度的估计而估计所述转子的未来速度,并且使用所述未来速度而估计转子将到达特定位置的时间。

8. 根据权利要求6所述的控制电路,其特征在于,所述位置内插器布置为通过采用校正因子考虑所述转子的所述加速度,所述转子的所述一个或多个评估的位置的时序基于初始估计,该初始估计接着将通过所述校正因子调整。

9. 根据权利要求8所述的控制电路,其特征在于,所述校正因子从查找表中读取,并且所述控制电路包括所述查找表存储所在的存储器模块。

10. 根据权利要求9所述的控制电路,其特征在于,在所述查找表中的所述校正因子的值已经根据经验获得。

11. 根据以上任意一项权利要求所述的控制电路,其特征在于,所述控制电路包括控制回路,该控制回路连接为依赖操作所述开关所需的电动机转矩而向所述开关控制器提供转子角度,所述开关控制器连接为还基于所述角度确定所述开关控制信号的所述时序。

12. 根据权利要求11所述的控制电路,其特征在于,所述控制回路包括:

速度估计器,其连接为接收所述转子的一个或多个位置的所述时序的所述指示,并且由此提供转子速度值;

减法器,其连接为接收所述转子速度值,并且产生所述转子速度值和速度命令值之间的差值,从而形成速度误差值;

回路控制器,其连接为响应所述速度误差值,如果所述转子速度值小于所述速度命令

值,那么增加转矩命令,并且,如果所述转子速度值大于所述速度命令值,那么减少所述转矩命令;

查找表,其响应所述转矩命令和所述转子速度值,以提供所述转子角度。

13. 根据权利要求12所述的控制电路,其特征在于,所述控制回路包括偏移校正器,其用考虑到所述位置传感器的偏移的值来调整来自所述查找表的所述转子角度。

14. 装置,其包括:

开关磁阻电动机,其包括转子,并且包括定子线圈;

根据权利要求1到13中任一项所述的控制电路,其连接至所述电动机的所述定子线圈;

增压器,其具有连接至所述电动机的所述转子的压缩机轮,由所述电动机驱动所述压缩机轮。

15. 控制开关磁阻电动机的方法,其包括:

使用单个传感器检测所述电动机的转子的位置,以提供所述转子每转一周所述转子的一个或多个位置的时序的指示;

从所述转子位置的时序的所述指示中导出通过所述检测所指示的所述时序之间的所述转子的一个或多个估计的位置的时序,并且

在响应于所述估计的位置的所述时序的所述指示而确定的时刻,对所述电动机的定子线圈充电。

16. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述方法包括在响应于所述定子位置的所述时序的所述指示而确定的时刻,对所述电动机的定子线圈通电。

17. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,所述导出包括根据所述转子速度当前是恒定的的假设,估计所述转子的一个或多个位置。

18. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述估计是基于所述转子的测量速度的。

19. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述测量速度是基于所述转子位置的所述时序的所述指示的。

20. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,所述导出包括考虑所述转子的加速度而估计所述转子的一个或多个位置。

21. 根据权利要求20所述的方法,其特征在于,所述估计包括:根据所述转子的速度的测量值估计所述发动机的加速度,根据所述加速度的所述估计估计所述转子的未来速度,并且使用所述未来速度估计所述转子将到达特定位置的时间。

22. 根据权利要求20所述的方法,其特征在于,所述估计包括:

(1) 做出所述转子的所述一个或多个估计的位置的时序的初始估计;以及

(2) 应用校正因子调整所述初始估计,从而获得所述转子的一个或多个估计的位置的时序。

23. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述校正因子从查找表中读取。

24. 根据权利要求15到23中任意一项所述的方法,其特征在于,所述开关磁阻电动机驱动增压器的压缩机轮。

25. 一种装置,其大致如参照图8、9或10在此所述,并且如图8、9或10所示。

电动机线圈正时方法

技术领域

[0001] 本发明涉及开关磁阻电动机,具体地,涉及电动机的线圈的操作的正时方法。

背景技术

[0002] 在图1A、1B和2到4中展示了典型的开关磁阻电动机。这个例子具有在定子1上的六个,优选地,均匀间隔的极2和在转子4上的四个,优选地,均匀间隔的极3的组合。在这个例子中,定子的极从定子环5向内突出,该环在定子极之间提供低磁阻材料的路径。

[0003] 转子由十字形的叠片堆叠形成,并且由低磁阻材料形成。因此,由于将变得显而易见的原因,每个转子极均通过低磁阻路径连接到直径上对置的转子极。因此,如所标记的,极U通过低磁阻路径连接到极U',并且极V通过低磁阻路径连接到V'。

[0004] 定子的每个极均缠绕有线圈6,这些线圈成对排布,每对包括位于穿过定子的旋转轴的各直径的相反的两端的线圈。因此在这种情况下,如所标记的,这些对为线圈AA'、BB'和CC'。在同一时间用来自电动机控制电路10的电流(图5)对一对的线圈通电,并且在某种意义上使得一个提供朝向旋转轴的磁场,一个提供远离该轴的磁场。在图中,在线圈上的箭头表示在纸平面的上方的线圈中的电流的方向,虚线箭头表示磁通量。由通电的线圈产生的磁通量和它们各自的极一起通常沿着它们之间的直径排布,接着沿着定子环(在圆周方向上)到达该对的另一个通电线圈。

[0005] 转子改变在通电的一对定子极之间的空间中的磁场线分布。沿通电的一对定子极之间的直径对齐的转子的直径上对置的一对极所处的转子位置,对于包含了在该对齐的转子极之间的转子的磁路,为具有最小磁阻转子的位置。在1B中展示了对齐在定子极A和A'之间的转子极U和U'的例子。因此,这样的位置是磁能最小的位置。在未对齐位置,例如,如图1A中,磁通量仍然沿着转子的极之间的低磁阻路径流动,因此该通量从定子的通电的极之间的直径转移,结果是它不得不跨过转子和定子极之间更大的空气间隙,增大磁路的磁阻和磁能。因此,如果转子没有对齐,那么在其上存在转矩,牵引其朝向对齐的位置。

[0006] 在运行转速,通过对定子线圈对依次充电以牵引转子的极朝向旋转方向来驱动电动机。因此,当例如,转子处在图1A的位置中,并且转子顺时针旋转,以致转子极U和U'接近定子极A和A'时,A和A'的线圈被通电使得U和U'朝向A和A'牵引。当到达U和U'与线圈A和A'对齐的图1B的位置时,A和A'被关闭(图2),使得转子可以继续旋转,而不会减慢或牵引回到A和A'。这时候,转子极V和V'也接近线圈B和B'的定子极,因此B和B'被通电(图2)从而朝向B和B'在顺时针方向上向前牵引转子极V和V'。

[0007] 当到达V和V'与线圈B和B'对齐的图3的位置时,B和B'被关闭,使得转子可以继续旋转,而不会减慢或牵引回到B和B'。这时候,转子极U'和U接近线圈C和C'的定子极,因此线圈C和C'被通电从而朝向C和C'在顺时针方向上向前牵引转子极U'和U。

[0008] 当到达U和U'与C和C'对齐的图4的位置时,线圈C和C'被关闭,使得转子可以继续旋转,而不会减慢或牵引回到C和C'。这时候,转子极V'和V接近定子极A和A',因此线圈A和A'被通电从而朝向A和A'在顺时针方向上向前牵引转子极V'和V。

[0009] 当V'和V到达A和A'时,转子已经转动90°,因此,由于转子具有四折旋转对称,其实际上处于图2所示的相同位置,因此重复对线圈B和B',接着对C和C',然后对A和A'的通电的循环,从而推进定子到下一个90°,依此类推。

[0010] 在本领域众所周知的,在转子旋转的特定角度关闭或接通线圈,例如,响应由线圈产生的传感信号,因为当转子极经过线圈时同时由电流和线圈的电感变化驱动这些线圈。在图5中展示了已知的第一电动机控制电路10。该第一电动机控制电路10包括在电源20上并联连接的定子线圈对。通过闭合开关21和22对彼此并联连接的线圈A和A'通电,并且类似地,通过闭合开关23和24对线圈B和B'通电,通过闭合开关25和26对线圈C和C'通电。这些开关是由控制电路10操作的,当要对线圈通电时,控制电路10闭合开关。线圈A和A'由其共用的一对开关21和22操作(类似地,每个线圈对B和B'和C和C'具有其自己的共用开关对),这足以提供上述线圈通电的模式。开关21到26作为,例如,FET或IGBT晶体管提供。电动机控制电路10使用电流的测量值来确定转子的位置,并且依次确定开关21到26的运行的时序。具体地,在本领域众所周知的,在旋转的特定角度关闭或接通线圈。

[0011] 更具体地,图5的控制电路10检测由线圈产生的信号,因为当转子极经过线圈时同时由电流和线圈的电感变化驱动这些线圈。这种电感包括跨过DC电源20并联连接的定子线圈对。电源的电压取决于应用,可能是例如,12V、24V、48V或300V。通过闭合开关21和22对彼此并联连接的线圈A和A'通电,并且类似地,通过闭合开关23和24对线圈B和B'通电,通过闭合开关25和26对线圈C和C'通电。这些开关是由开关控制单元27操作的,当要对线圈通电时,开关控制单元27闭合开关。在每个线圈对中的电流由与其串联连接的传感器28检测,以提供产生的与电流成比例的电压信号,该电压信号用于确定转子位置,这些转子位置依次用于确定开关21和22、23和24,以及25和26的运行的时序。

[0012] 电动机控制电路10在多个阶段处理来自线圈的信号,形成控制回路。位置评估器30接收表明线圈电流的信号,根据这些信号连续计算转子的位置,并且输出转子位置值信号31。该计算通过微控制器执行,需要复杂的算法。速度评估器32区分这种相对于时间的信号,从而提供转子速度信号33。控制回路设计为控制电动机的速度由输入信号——速度命令信号35设定,减法器36形成速度命令信号和转子速度信号之间的差值,从而形成速度误差信号37。回路控制器38,例如在这种情况下的比例-积分控制器,使用这个信号来调节电动机的转矩命令39。由电动机施加的转矩和该电动机的稳态速度之间的关系通常单调递增。因此,如果速度误差表明发动机运行得比需要的慢,那么控制器38增大命令的转矩,而如果速度误差表明发动机运行得比命令的快,那么控制器38减小命令的转矩。控制器38还过滤绕控制回路传播的信号以便使回路响应变平滑。

[0013] 电动机1当然不直接受转矩命令的控制,转矩命令39转换为电动机的开关的控制角度42。这些角度为电动机的开关操作所处的转子的角度,特别是线圈对接通所处的角度、允许线圈对为“自由轮”的角度,以及线圈对关闭所处的角度。

[0014] 为了接通线圈,该线圈相关的两个开关都要接通(对于线圈AA'为开关21和22)。在自由轮模式中,将线圈连接至正极的开关(例如,21)被断开,但是电流继续通过二极管循环,在截止角,两个开关都被断开,在线圈中的电流通过另一标记的二极管传递到地,在开关断开之后的短时间内消失。(可选地,对于自由轮模式,可能替代地断开将线圈连接至负极的开关,电流继续流过该对的线圈和标记的另一个二极管。在自由轮模式中断开的两个

开关可以依次交替,以共同平衡由它们之间的切换消耗的功率)。

[0015] 由查找表41执行转矩命令信号到这些角度的转换。需要提供所需的转矩的角度取决于转子的速度,因此还向查找表41提供转子速度信号33,从而为转矩和速度提供角度。当电动机连接至它所需的负载上时驱动该电动机时,可以按照经验确定这些角度。

[0016] 由查找表产生的角度42传递到开关控制单元27,当这些角度与转子位置值信号31匹正时,该开关控制单元27相应地以角度42操作开关。更具体地,对于每个线圈,提供的角度42都是相同的,并且提供的角度42与线圈对的角度位置相关。开关控制器27持续追踪接下来要操作的是哪个线圈对,并且以 30° 为模使用转子位置值31,用于与角度42的比较。

[0017] 优选地由微控制器执行电路块30、32、36、38、41和27。由图6和7说明已知的第二控制电路。

[0018] 图6展示了带有磁传感器环50的电动机,该磁传感器环50安装在电动机1的转子柄51上以随着柄并且因而随着转子旋转。该传感器环沿着该柄放置,与转子有一定距离,从而避免与电动机自身的磁干扰(由于视图是沿着柄的轴,因此该距离在图中不明显)。该环按照八个扇区被径向磁化,每个扇区以相反的方向磁化。三个霍尔效应传感器51、53、55安装在环50的短距离外,并且相对定子静止。这些传感器环沿着环的圆周的一段分布,在圆周方向上彼此逐步间隔 30° 。这种组合意味着环的每个N到S的边界(其不同于从S到N的边界的传感器)每隔转子和环的旋转的 30° 依次穿过传感器,并且接着在 90° 之后,下一个N-S边界间隔 30° 再次以相同的顺序穿过它们,依此类推。每次N-S边界穿过传感器51、53、55时,它相关的信号调节电子器件在那时在相应的导体上产生相应的脉冲信号52、54、56(图7)。由于穿过图5的控制电路中的线圈的电流信号的特性,因此从这三个霍尔效应传感器上产生的脉冲因而具有相同的频率和它们之间的角距。

[0019] 信号52、54、56的使用如下。速度估计器32'使用脉冲之间的时间来估计转子的角速度以提供转子速度信号33。(无需消耗大量资源的位置估计器。)开关控制器27'使用相应的导体上的脉冲52、54、56为相应的线圈对AA'、BB'、CC'的开关安排时间。根据由控制回路提供的角度42'和转子速度信号计算用于开关的操作的时间的偏移。首先由角度偏移校正器43根据由查找表41提供的那些角度42调整这些角度42',以考虑到磁环50的N-S边界相对于转子的角位置。在电动机制造结束并且它的磁指示环50置于转子柄上时测量需要的偏移调整(产线结束(End-of-line,EOL)值44),并且将该偏移调整编程到电动机控制电路10'中。该偏移是转子极穿过线圈的定子极(A或B或C)所处的角度和相对于该转子极的N-S边界穿过相对于该线圈的传感器51、53、55所处的角度之间的差值。在图5的电路中不需要这种调整,因此由线圈产生的电流信号自动与穿过定子极的转子极对齐。在其他方面,图7的其余电路以与图5的电路相同的方式运行。

[0020] 在本领域还众所周知的是,对于电动机可以由定子和转子极的其他组合。这些组合具有线圈通电的不同阶段,以便在正方向上保持转子的转矩。定子极和转子极的数量之间的共同关系是定子极的数量比转子极多两个,并且定子极和转子极都为偶数。极的数量选择通常考虑电动机的运行速度、运行功率、转矩波动(由电动机提供的转矩随着转子的角度的变化)的可接受程度,以及所需的电路。

[0021] 最后注意到,在这样的电动机中,出于平衡转矩的理由,通常对彼此在直径上对置的成对的线圈充电是优选的。

发明内容

[0022] 根据本发明,提供了一种用于开关磁阻电动机的控制电路,其包括:

[0023] 可控制的开关,其用于连接至所述电动机的定子线圈,从而控制所述线圈是否被通电;

[0024] 位置传感器,其响应转子的位置,从而提供所述转子每转一周所述转子的一个或多个位置的时序的指示;

[0025] 位置内插器,其连接为接收所述转子位置的时序的指示,并且在由所述位置传感器所指示的所述时序之间提供所述转子的一个或多个估计的位置的时序的一个或多个指示;

[0026] 开关控制器,其连接为从所述位置内插器接收所述时序的所述指示,从而确定连接为操作开关的开关控制信号的时序。

[0027] 通过内插来提供估计的位置的时序,本发明无需多个位置传感器。控制电路优选地只包括单个位置传感器。位置内插器优选地连接为从该单个位置传感器接收转子位置的时序的指示。

[0028] 本发明认可通过使用内插器来(在由单个位置传感器所指示的时序之间)提供转子的估计位置的时序的指示,只需要提供一个传感器。这简化了控制系统,并且可能允许降低其成本。实际上,可以使用来自内插器的估计的位置的时序替代需要的专用传感器来检测那些时序(如图6中的现有技术例子中的情况)。

[0029] 所述开关控制器还可能连接为从所述位置传感器接收所述时序的所述指示,从而确定连接为操作所述开关的开关控制信号的时序。

[0030] 所述位置内插器可能连接为根据所述转子速度当前是恒定的的假设估计所述转子的一个或多个位置。

[0031] 所述位置内插器可能连接为根据所述转子速度当前是恒定的的假设,估计所述转子的一个或多个位置,所述速度为所述转子的测量速度。所述位置内插器可能连接为根据来自所述位置传感器的所述转子位置的所述时序的所述指示,接收所述测量速度。

[0032] 所述位置内插器可能连接为考虑所述转子的加速度而估计所述转子的一个或多个位置。这倾向于引起更快的瞬态响应,和在瞬态运行过程中的更高效率。

[0033] 所述位置内插器可能连接为根据所述转子的速度的测量值估计所述电动机的加速度,从而根据所述加速度的估计而估计所述转子的未来速度,并且使用所述未来速度估计转子将到达特定位置的时间。

[0034] 所述位置内插器可能布置为通过采用校正因子考虑所述转子的所述加速度。所述转子的所述一个或多个评估的位置的时序可能基于初始估计,该初始估计接着将通过校正因子调整(例如,乘以校正因子)。

[0035] 所述校正因子可能从查找表中读取。所述控制电路可能包括存储有所述查找表的存储器模块。在所述查找表中的所述校正因子的值可能已经根据经验获得。

[0036] 所述查找表可能响应转矩命令和/或转子速度值,从而提供所述校正因子。所述查找表可能响应其他变量,如所述电动机的温度和/或电池电压降,以提供所述校正因子。

[0037] 具有校正因子的查找表被认为是特别有益的,因为对于各种不同的应用/转子,控

制电路的核心实现可以保持相同；只需要调整在校正表中的值（那些值特定于特定应用、转子惯量、负载和/或产品性能）。这使得该布置可以使用的场景相对灵活。

[0038] 所述控制电路可能包括控制回路，该控制回路连接为依赖操作所述开关所需的电动机转矩，向所述开关控制器提供转子角度，所述开关控制器连接为还基于所述角度确定所述开关控制信号的所述时序。

[0039] 所述控制回路可能包括：

[0040] 速度估计器，其连接为接收所述转子的一个或多个位置的所述时序的所述指示，并且由此提供转子速度值；

[0041] 减法器，其连接为接收所述转子速度值，并且产生所述转子速度值和速度命令值之间的差值，从而形成速度误差值；

[0042] 回路控制器，其连接为响应所述速度误差值，如果所述转子速度值小于所述速度命令值，那么增加转矩命令，并且，如果所述转子速度值大于所述速度命令值，那么减少所述转矩命令；

[0043] 查找表，其响应所述转矩命令和所述转子速度值，以提供所述转子角度。

[0044] 所述控制回路可能包括偏移校正器，其用考虑到所述位置传感器的偏移的值来调整来自所述查找表的所述转子角度。

[0045] 本发明还提供了一种装置，其包括：

[0046] 开关磁阻电动机，其包括转子，并且包括定子线圈；

[0047] 根据本发明的控制电路，其连接至所述电动机的所述定子线圈；

[0048] 增压器，其具有连接至所述电动机的所述转子的压缩机轮，由所述电动机驱动所述压缩机轮。

[0049] 本发明还提供了一种控制开关磁阻电动机的方法，其包括：

[0050] 使用单个传感器检测所述电动机的转子的位置，从而提供所述转子每转一周所述转子的一个或多个位置的时序的指示；

[0051] 从所述转子位置的时序的所述指示中导出通过所述检测所指示的所述时序之间的所述转子的一个或多个估计的位置的时序，并且

[0052] 在响应于所述估计的位置的所述时序的所述指示而确定的时刻，对所述定子的定子线圈充电。

[0053] 所述方法可能包括在响应于所述定子位置的所述时序的所述指示而确定的时刻，对所述定子的定子线圈通电。

[0054] 所述导出可能包括根据所述转子速度当前是恒定的的假设，估计所述转子的一个或多个位置。所述估计可能根据所述转子的测量速度。所述测量速度可能根据所述转子位置的所述时序的所述指示。

[0055] 所述导出可能包括考虑所述转子的加速度估计所述转子的一个或多个位置。所述估计可能包括：根据所述转子的速度的测量值估计所述发动机的加速度，根据所述加速度的所述估计，估计所述转子的未来速度，并且使用所述未来速度估计转子将到达特定位置的时间。所述估计可能包括：做出所述转子的所述一个或多个估计的位置的时序的初始估计；以及应用校正因子调整所述初始估计，从而获得所述转子的一个或多个估计的位置的时序。所述校正因子可能从查找表中读取。所述校正因子可能是考虑了所述转子的所述加

速度对所述初始估计进行校正的。

[0056] 本发明还提供了带有开关磁阻电动机的增压器的压缩机轮。

附图说明

[0057] 现在将参照以下附图对本发明的示例进行描述：

[0058] 图1-4展示了已知的开关磁阻在运行速度下的操作中定子旋转的连续阶段或相位；

[0059] 图5为用于图1等的电动机的第一已知控制电路的电路框图；

[0060] 图6展示了安装在图1等的电动机上的、同时用在图1等的电动机的第二已知控制电路中和根据本发明的电动机控制电路的例子中的磁位置指示环；

[0061] 图7为用于图1等的电动机的第二已知控制电路的电路框图；

[0062] 图8为根据本发明的用于图1等的电动机的控制电路的例子中的电路框图；

[0063] 图9为展示了图8的电路的一部分的更多细节的电路框图；

[0064] 图10为根据本发明的进一步实施例的查找表。

具体实施方式

[0065] 图8为根据本发明的示例电动机控制电路10'的方框图。它具有类似于图7的现有技术电路的元件，但是存在明显的区别。磁指示环50(图6)仍具有八个交替磁化的扇区，但是其仅通过一个霍尔效应传感器57检测。此外，在每次指示环的N-S边界穿过传感器57的时候，该指示环提供脉冲信号58，也就是说每隔转子旋转的90°提供一次脉冲信号，即每个转子极提供一次脉冲信号。

[0066] 速度估计器32'具有不同的形式。在本示例中，它根据来自单个霍尔效应传感器57的脉冲58之间的时间计算转子速度信号。

[0067] 在本示例中，在控制回路上接下来的项：减法器36、回路控制器38和查找表41为如在图5和7的例子中的，并且相应地向所需的定子线圈提供开关信号。此外，如在图7中的电路，使用EOL值44通过角度偏移校正器43调整角度42。

[0068] 开关控制器27'还以不同的方式布置。此外，虽然它接收来自角度偏移校正器43'的偏移调整的开关角度42'，但是在本示例中，它与下面陈述的位置内插器59配合。(因为现在只存在一个霍尔效应传感器57，因此由角度偏移校正器43'采用的EOL偏移值44'只是穿过传感器57的磁环50的每个N-S边界和穿过特定的线圈，例如，线圈A的相应转子极之间的角度。)

[0069] 在图9中展示了开关控制器27'和位置内插器59的更详细的框图。位置内插器59具有第一计数计时器51，其对时钟信号61计数。该位置内插器59还响应来自霍尔效应传感器57的脉冲58。在霍尔效应传感器的每个脉冲时，由计数计时器61实现的计数被清零，但是它的值仍然被锁存，并且已经由除法器62除以三，进入第二计数计时器64的目标寄存器63，通过或门66，第二计数计时器64的计数器65也被来自霍尔效应传感器57的脉冲58清零。每当计数器65等于目标寄存器63时，第二计数计时器64的比较器67提供周期性的输出脉冲68。因此，由目标寄存器63中的值定义的间隔因此为转子的持续90°旋转花费的时间的三分之一。因此，如果假设定子的速度是恒定的，那么来自第二计数计时器65的脉冲68标记定子

的三个后续线圈相位的预期开始。

[0070] 三个状态计数器71对脉冲68进行计数,以保持对哪个线圈对AA'、BB'或CC'要被通电的跟踪。提供了与线圈对相对应的三个输出,每个输出当相应的线圈要被通电时具有脉冲68的其中一个的时序的脉冲。

[0071] 开关控制单元27'使用这些脉冲60来对开关21到26的操作安排时间,每个脉冲连续地为线圈对AA'、BB'、CC'、AA'、BB'、CC'等安排时间。

[0072] 由于在每次霍尔效应传感器57脉冲的时候修正转子位置的估计,其在每转有若干次(即,在这种情况下四次),因此在需要定子的许多旋转使其显著加快的许多操作条件下,恒定转子速度的假设是合理的假设。

[0073] 在转子的正加速过程中,位置内插器59如下操作。在来自霍尔效应传感器的脉冲58之后的来自第二计数计时器64的第三脉冲将发生在来自霍尔效应传感器的下一脉冲之后,然而这被由下一霍尔效应脉冲引起的目标寄存器63的重新加载和计数器65的清零所抑制。

[0074] 在减速过程中,发出来自第二计数计时器64的第三脉冲,但是它将稍微领先与来自霍尔效应传感器的下一脉冲。然而,当计数器65开始再次计数时,它很快被接下来的霍尔效应传感器脉冲清零,因此接下来的三个脉冲68相对其计时。需要注意到,位置内插器59在来自霍尔效应传感器的脉冲相同的时间不会自动发出脉冲,但是只在其后定期发出脉冲。如果电动机的速度是恒定的,那么输出脉冲将发生在于霍尔效应脉冲相同的时间。

[0075] 图9的电路优选地由微控制器提供,并且通过使用它的板上计时器作为计时计数器61和64实现,当达到计数时,发出软件中断。

[0076] 开关控制单元27'如下使用来自位置内插器的脉冲60。三个状态计数器71的输出60分别连接至控制逻辑单元72,这立即引起相应的计时计数器70A、70B或70C,并且从角度42'中选择在角度上调整的相关偏移锁存进它的目标寄存器中。通过控制逻辑单元向角度偏移校正器43'提供选择信号80选择相关角度,这依赖于控制电路保持跟踪的指示环的哪个特定N-S边界被检测到。(在将开启角度加载在计时计数器72上之前,通过将该角度除以由转子速度信号所指示的转子的当前输出将该角度转换为时间,从而提供转子预期处于该角度的时间。为简单起见,以下提供了用开启、自由轮和关闭角度加载计时计数器70的参考,但是在每一种情况下,它们首先通过控制逻辑单元72转换为时间。)当计时器70到达目标时,作为应答,控制逻辑单元72接收从计时器70返回的脉冲,并且控制逻辑单元72做出响应致使开关驱动器73输出信号来闭合用于响应的定子线圈对的开关。在那时,它还加载自由轮角度到相同计数计时器的目标寄存器(无需将该计数器清零),并且当从计时器接收到脉冲时,再次适当地操作用于相关线圈对的定子线圈开关(通过开启它的其中一个开关)。接着,它加载关闭角度到计数计时器(无需将该计数器清零),并且当从计时器接收到该脉冲时,同时断开相关的定子线圈开关。

[0077] (可选地,可以通过以下方式使用计时器70:首先将其清零,采用开启角度加载目标,接着当时间到达时,将其清零,采用自由轮角度和开启角度之间的差值重新加载目标,然后当时间到达时,将其清零,采用关闭角度和自由轮角度之间的差值重新加载目标。)

[0078] 在本示例中使用了三个计时计数器70,控制逻辑单元当其从这三个计时计数器中的一个接收到脉冲时操作相应的线圈对。可选地,可以使用一次(因为一次只操作一个线圈

对),控制逻辑单元根据脉冲60记住在当前时间哪个线圈对在运行。

[0079] 在类似于第一示例的第二示例中,位置内插器59如下。通过考虑转子的加速度改进转子位置内插器59用于估计转子位置的假设。在本示例中,记录来自霍尔效应传感器57的最新的脉冲58的时序,并且据此估计转子的当前加速度。接着加速度的这种估计被用于估计到达定子的三个相位(在这种情况下为每30°)的转子的时序。

[0080] 优选地,由微控制器实现通过位置内插器59估计加速度,如下所述。在固定时间间隔,控制逻辑单元72从转子速度信号33记录转子的速度,接着估计转子的加速度为[当前转子速度减去先前转子速度]除以它们之间的时间间隔。因此,如果转子速度和加速度估计以n为索引,并因此发生在时刻 t_n ,这种计算可以写作:

$$[0081] \quad \text{加速度}(n) = \frac{\text{速度}(n) - \text{速度}(n-1)}{\Delta t}$$

[0082] 其中,t为 $t_n - t_{n-1}$ 。

[0083] 接着,位置将在下一时刻 t_{n+1} 的速度估计为:

$$[0084] \quad \text{速度}(n+1) = dt \times \text{加速度}(n) + \text{速度}(n)$$

[0085] 其中, $dt = t_{n+1} - t_n$ (dt的示例值为2ms的常数),即,假设恒定加速度。

[0086] 接着这个速度用于划分如上示例中的开启、自由轮和关闭角度。

[0087] 因此,知道下一个估计的速度,线圈相位AA'、BB'和CC'之间的时间可以估计为:

$$[0088] \quad \frac{\Delta t}{\text{速度}(n+1)} \times \frac{\Delta \theta}{\text{转子角} \times \text{转子速度}}$$

[0089] 在本发明的进一步实施例中,不使用上述公式估计加速度。本发明的进一步实施例与第一实施例相同,除了位置内插器59布置为通过应用校正因子101考虑转子的加速度。

[0090] 位置内插器59首先以如参照第一实施例所述的相同方式做出初始估计。转子的加速度考虑为将初始估计乘以校正因子101。校正因子101是从查找表103(如图10所示)中获得的。为了提取合适的校正因子101,控制电路10"检索转子速度值(参见有关第一实施例的描述)和转矩命令(依赖于转子速度是否小于速度命令值)。接着根据该速度值(带有0-XXXX的值的x轴105)和转矩命令(带有0-100%的值的y轴107)从查找表中读取合适的校正因子101。

[0091] 校正因子101的值为使得初始估计要么被保持(校正因子=1.00),要么被减小(校正因子<1.00)。这确保了考虑转子的加速度(这在例如,电动增压器中是明显的)调整转子的估计位置的时序。

[0092] 查找表103用已经按照经验获得的校正因子的值填充。例如,根据定子的实验/校准获得转子速度和负载的每种组合的最佳校正因子101。在其他实施例中,可能借助计算机模拟实现经验测试。

[0093] 具有校正因子101的查找表103被认为是特别有益的,因为对于各种不同的应用/转子,控制电路10"的核心实现可以保持相同;只需要调整在校正表103中的值(那些值特定于特定应用、转子惯量、负载和/或产品性能)。这使得该布置可以使用的场景相对灵活。

[0094] 在另一实施例中(未图示),查找表包括与定子的温度有关的第三轴。因此,还可能依赖定子的温度,根据需要调整校正因子。可能影响校正因子的另一参数是提供给电动机的电池电压(其可能随着系统运作而变化)。在另一实施例中(未图示),查找表包括关于电池电压的第三轴。

[0095] 在上述实施例中,通过本发明控制的开关磁阻电动机可能用于驱动增压器的压缩机轮。

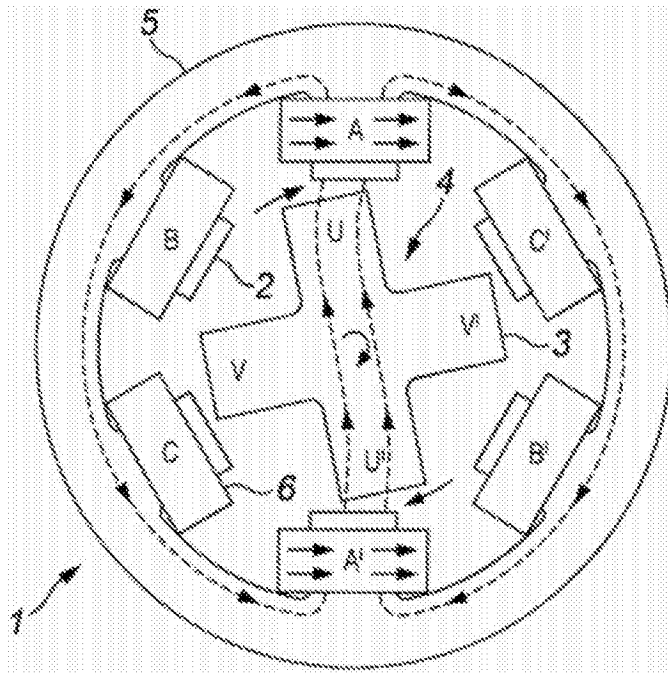


图1A

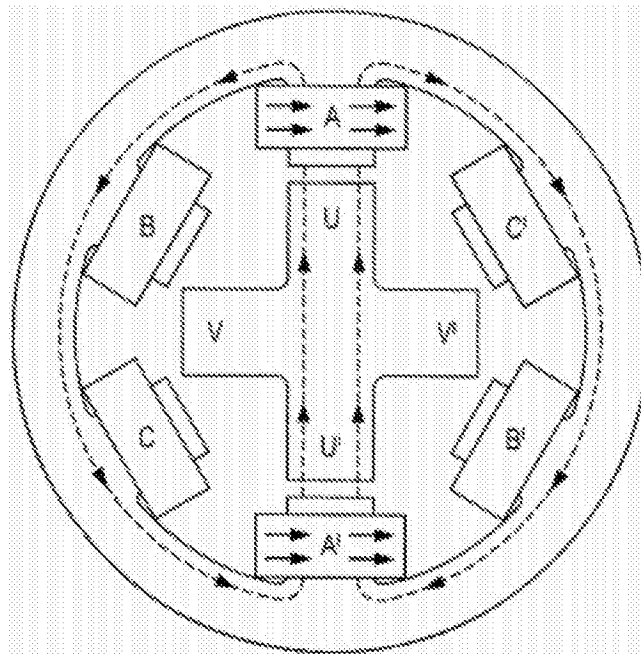


图1B

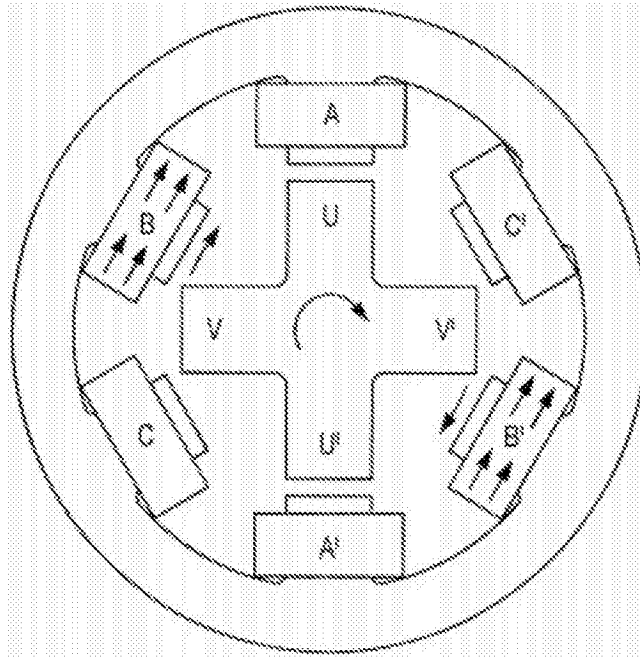


图2

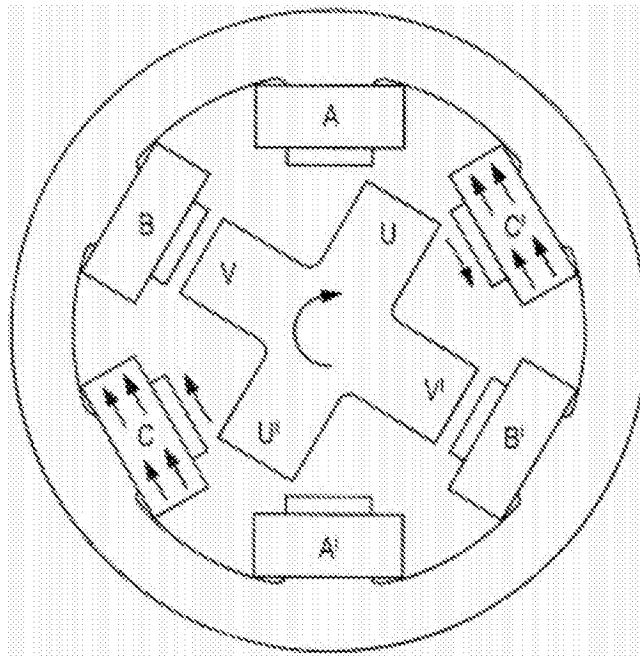


图3

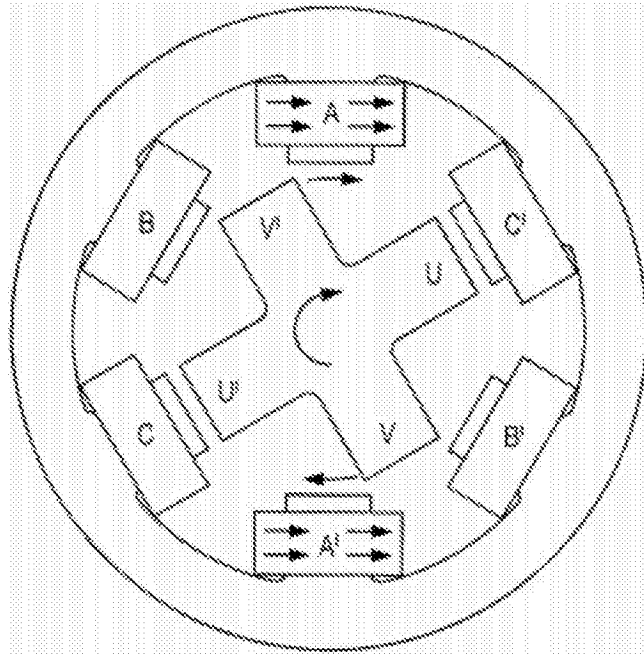


图4

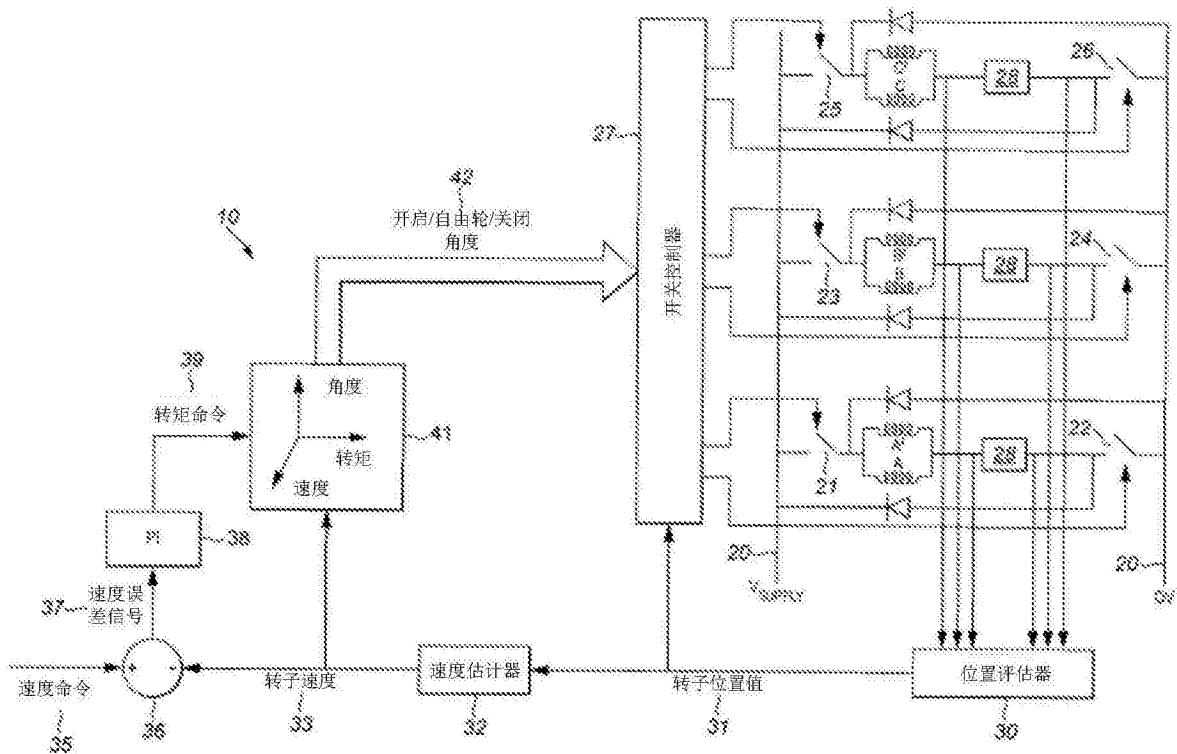


图5

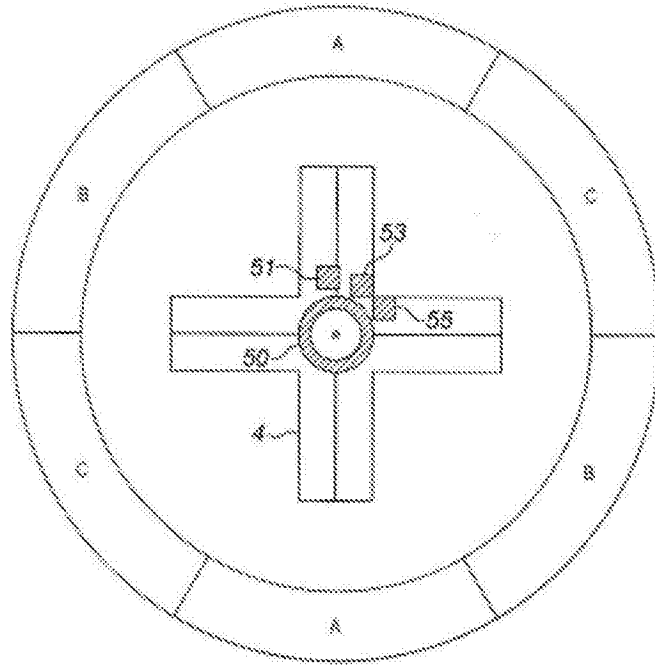


图6

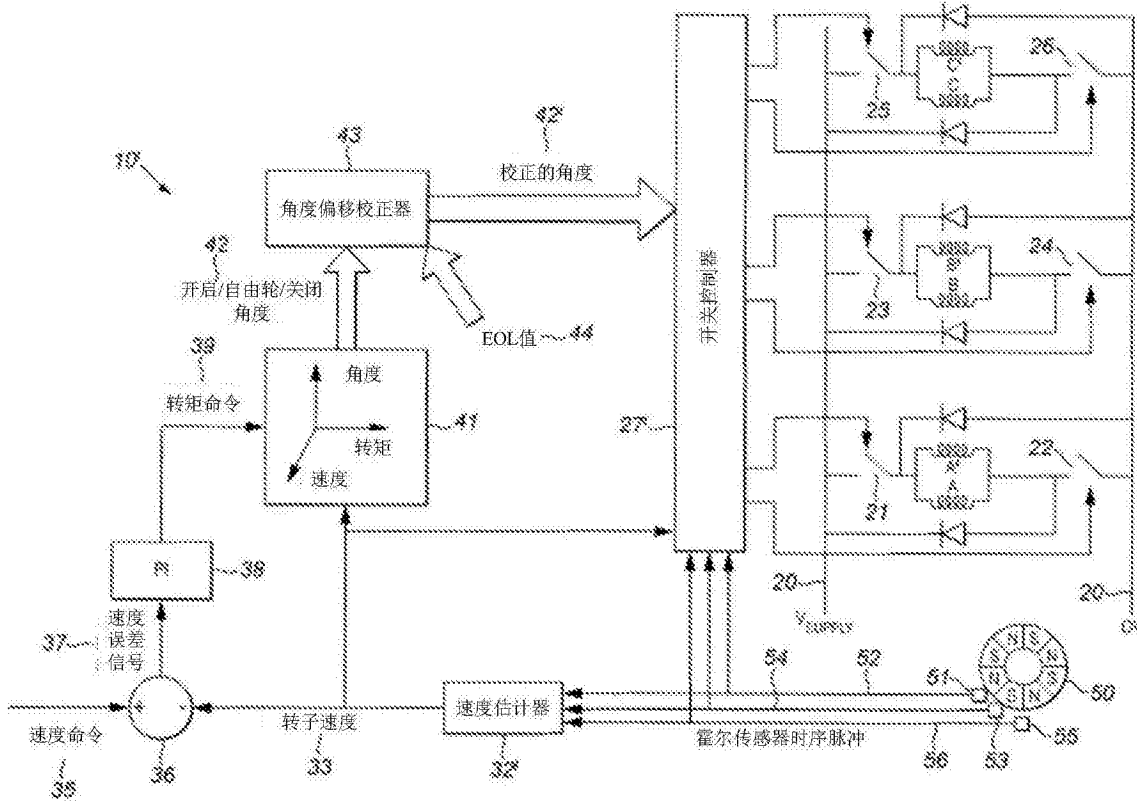


图7

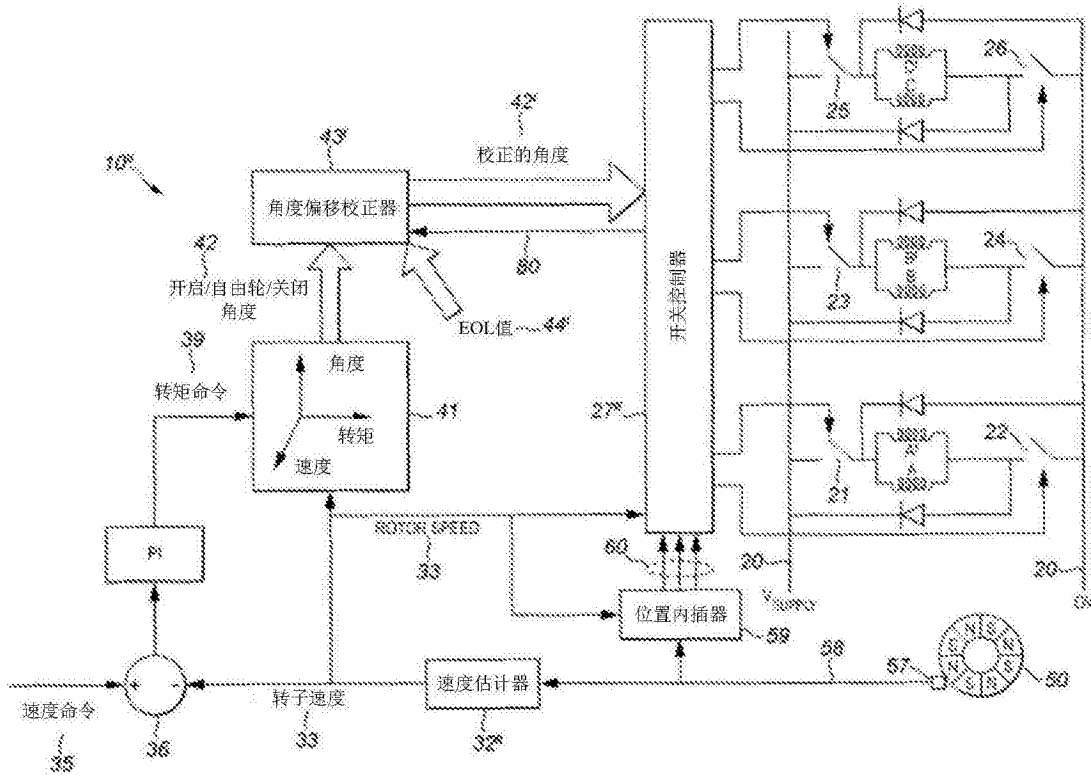


图8

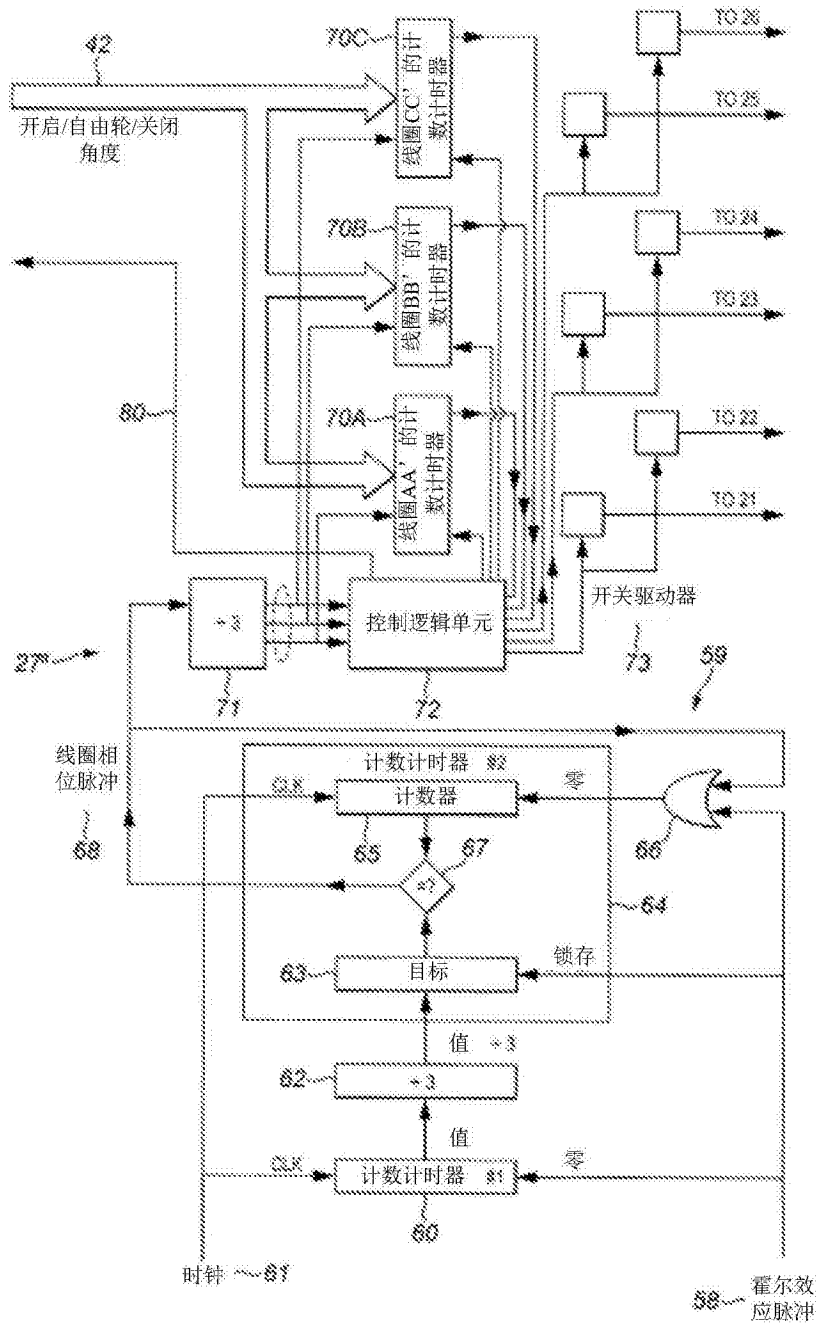


图9

load %	100	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	0.60	0.62	0.65
	80	0.60	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	1.00
	60	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	1.00
	40	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	1.00	1.00
	20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0	5000	10000	2000	3000	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx
									RPM

输入 输出

图10