

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02P 6/22 (2006.01)

H02K 29/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910161661.1

[43] 公开日 2010 年 1 月 27 日

[11] 公开号 CN 101635549A

[22] 申请日 2009.7.24

[21] 申请号 200910161661.1

[30] 优先权

[32] 2008.7.25 [33] JP [31] 192652/2008

[71] 申请人 松下电工株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 植田英稔

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 宋献涛 王 英

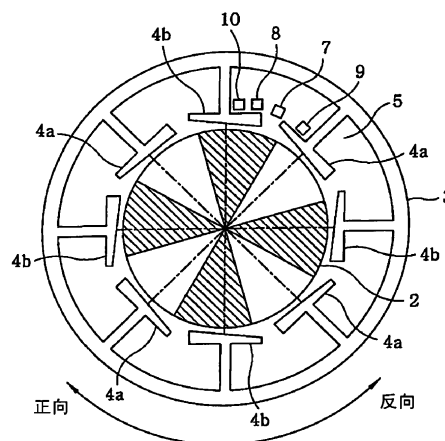
权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 7 页

[54] 发明名称

单相无刷直流电动机驱动电路

[57] 摘要

一种用于驱动单相无刷直流电动机的电动机驱动电路，单相无刷直流电动机包括：具有磁极的可旋转磁转子、配备有槽和齿的定子铁芯以及固定在该槽中的电动机线圈，该齿面对该磁转子排列。该单相无刷直流电动机驱动电路还包括：多个磁极位置检测器，用于输出指示磁转子的磁极位置的检测信号；旋转方向指令电路，用于发出该磁转子的旋转方向的指令；选择器电路，用于选择性地输出该磁极位置检测器的检测信号；开关电路，用于驱动该电动机线圈；控制电路，用于根据来自该选择器电路的选择性输出的检测信号，控制该开关电路，从而控制流过该电动机线圈的电流的方向和大小。



1、一种用于驱动单相无刷直流电动机的电动机驱动电路，所述单相无刷直流电动机包括具有磁极的可旋转磁转子、配备有槽和齿的定子铁芯以及固定在所述槽中的电动机线圈，所述齿面对所述磁转子排列，所述电动机驱动电路包括：

多个磁极位置检测器，用于输出指示所述磁转子的磁极位置的检测信号；

旋转方向指令电路，用于发出所述磁转子的旋转方向指令；

选择器电路，用于根据来自所述旋转方向指令电路的指令，选择性地输出所述磁极位置检测器的检测信号；

开关电路，用于驱动所述电动机线圈；

控制电路，用于根据从所述选择器电路选择性输出的检测信号，控制所述开关电路，以便控制流过所述电动机线圈的电流的方向和大小，

其中，所述磁极位置检测器包括第一磁极位置检测器和第二磁极位置检测器，所述第一磁极位置检测器排列在所述齿之间的中间位置在提前角大约为零的预定范围之内，所述第二磁极位置检测器在所述磁转子的正向旋转方向上与所述第一磁极位置检测器具有预定的提前角，

其中，在所述旋转方向指令电路指示正向旋转的正向旋转启动时间，所述选择器电路选择并且输出所述第二磁极位置检测器的检测信号，并且所述控制电路通过响应于从所述选择器电路输出的所述检测信号控制所述开关电路来使所述磁转子启动，从而电流以允许所述齿对所述磁转子的面对的磁极施加排斥力的方向流过所述电动机线圈，

其中，在所述旋转方向指令电路指示反向旋转的反向旋转启动时间，所述选择器电路选择并且输出所述第一磁极位置检测器的检测信号，并且所述控制电路通过响应于从所述选择器电路输出的所述第一磁极位置检测器的检测信号控制所述开关电路来使所述磁转子启动，从而电流以允许所述齿对所述磁转子的面对的磁极施加吸引力的方向流过所述电动机线圈。

2、如权利要求1所述的单相无刷直流电动机驱动电路，还包括：

定时器，用于在所述电动机启动过后指定时间段之后输出信号，

其中，所述磁极位置检测器还包括第三磁极位置检测器，所述第三磁极位置检测器在所述磁转子的反向旋转方向上与所述第一磁极位置检测器具有提前角，

其中，所述选择器电路响应于从所述旋转方向指令电路发出的指令和来自所述定时器的信号，选择多个磁极位置检测器中的一个，并且所述选择器电路在所述磁转子的反向旋转启动时间起的指定时间段之后选择并且输出所述第三磁极位置检测器的检测信号。

3、如权利要求2所述的电动机驱动电路，还包括：

传感器选择电路，用于使所述选择器电路能够选择所述磁极位置检测器中的一个，

输出改变电路，用于改变电动机输出功率，

其中，在所述旋转方向指令电路指示反向旋转的时间，所述选择器电路根据所述电动机输出功率，选择从所述第一磁极位置检测器或所述第三磁极位置检测器发出的检测信号。

4、如权利要求3所述的电动机驱动电路，其中：

所述磁极位置检测器包括第四磁极位置检测器，其在所述磁转子的正向旋转方向上与所述第二磁极位置检测器具有提前角，

在所述旋转方向指令电路指示正向旋转的时间，所述选择器电路根据所述电动机输出功率，选择从所述第二磁极位置检测器或所述第四磁极位置检测器发出的检测信号。

5、如权利要求1到4中任意一个所述的单相无刷直流电动机驱动电路，其中：

每个所述齿具有在所述电动机的轴向看来左右方向上不对称的大致 T 形形状，

在所述磁转子停止期间，所述磁转子的磁极的磁心从所述齿的中心向正向旋转一侧偏移。

单相无刷直流电动机驱动电路

技术领域

本发明涉及可逆单相无刷直流（DC）电动机的驱动电路。

背景技术

单相无刷直流电动机的驱动电路包括用于检测转子的磁极位置的传感器以及基于传感器所检测的磁极位置来控制开关电路的电动机驱动集成电路。在使用 H 电桥作为开关电路的情况下，交替地驱动对角放置的开关电路以便向电动机线圈供应双向电流。

作为用于正向和反向旋转单相无刷直流电动机的方法，已知在一种方法中将用于检测磁极位置的霍尔（Hall）传感器的输出信号通过能够将输出信号倒相或不倒相的电路输入到电动机驱动集成电路中（见，例如，日本专利共同未决申请号 No.2005-261140）。

但是使用上述现有技术的配置，当正向或方向启动电动机时难以生成启动转矩。另一个问题在于必须确定启动方向。

发明内容

鉴于以上描述，本发明提供了一种单相无刷直流电动机，其能够在正向和反向地旋转单相无刷电动机的时候可靠地执行启动操作。

根据本发明的实施例，提供了一种用于驱动单相无刷直流电动机的电动机驱动电路，单相无刷直流电动机包括具有磁极的可旋转磁转子、配备有槽和齿的定子铁芯以及固定在槽中的电动机线圈，齿面对磁转子排列，电动机驱动电路包括：多个磁极位置检测器，用于输出指示磁转子的磁极位置的检测信号；旋转方向指令电路，用于发出磁转子的旋转方向指令；选择器电路，用于基于来自旋转方向指令电路的指令，选择性地输出磁极位置检测器的检测信号；开关电路，用于驱动电动机线圈；以及控制电路，用于基于从选择器电路选择性地输出的检测信号，控制开关电路，从而控

制流过电动机线圈的电流的方向和大小。

磁极位置检测器包括第一磁极位置检测器和第二磁极位置检测器，第一磁极位置检测器排列在齿之间的中间位置，提前角在大约为零的预定范围内，第二磁极位置检测器在磁转子的正向旋转方向上相对于第一磁极位置检测器具有预定的提前角。

在旋转方向指令电路指示正向旋转的正向旋转启动时间，选择器电路选择并且输出第二磁极位置检测器的检测信号，并且控制电路通过响应于从选择器电路输出的检测信号控制开关电路来使磁转子启动，从而电流以允许齿对磁转子的面对的磁极施加排斥力的方向流过电动机线圈。

在旋转方向指令电路指示反向旋转的反向旋转启动时间，选择器电路选择并且输出第一磁极位置检测器的检测信号，并且控制电路通过响应于从选择器电路输出的第一磁极位置检测器的检测信号控制开关电路来使磁转子启动，从而电流以允许齿对磁转子的面对的磁极施加吸引力的方向流过电动机线圈。

单相无刷直流电动机驱动电路包括用于在电动机启动过后指定时间段之后输出信号的定时器，其中，磁极位置检测器还包括第三磁极位置检测器，其在磁转子的反向旋转方向上相对于第一磁极位置检测器具有提前角，其中，选择器电路响应于从旋转方向指令电路发出的指令和来自定时器的信号，选择多个磁极位置检测器中的一个，并且选择器电路在电动机反向旋转启动时间过后指定时间段之后选择并且输出第三磁极位置检测器的检测信号。

单向无刷直流电动机驱动电路还可以包括用于使选择器电路能够选择磁极位置检测器中的一个的传感器选择电路以及用于改变电动机输出功率的输出改变电路，其中，在旋转方向指令电路指示反向旋转的时间，选择器电路根据电动机输出功率，选择从第一磁极位置检测器或第三磁极位置检测器发出的检测信号。

磁极位置检测器包括第四磁极位置检测器，其在磁转子的正向旋转方向上相对于第二磁极位置检测器具有提前角，并且其中，在旋转方向指令电路指示正向旋转的时间，选择器电路根据电动机输出功率，选择从第二磁极位置检测器或第四磁极位置检测器发出的检测信号。

每个齿具有在电动机的轴向看来左右方向上不对称的大致 T 形形状，并且其中，在磁转子停止期间磁转子的磁极的磁心从齿的中心向正向旋转方偏移。

本发明提供的有利效果在于其可以提供配置简单并且能够可靠地执行正向和方向启动操作的单相无刷直流电动机驱动电路。

附图说明

结合附图，从以下实施例的描述，本发明的目的和特征将变得显而易见，其中：

图 1 是示出了本发明可应用于的单相无刷直流电动机的结构以及磁传感器的配置的示意性的剖面图；

图 2 是示出了根据本发明的第一到第三实施例的单相无刷直流电动机的方框图；

图 3 是示出了根据本发明的第一到第三实施例的驱动电路的主要部件的电路图；

图 4 是示出了当第一实施例的驱动电路正向旋转单相无刷直流电动机时，该电动机的齿、磁转子和磁传感器之间的相对位置关系的示意性的剖面图；

图 5 是示出了当第一实施例的驱动电路反向旋转单相无刷直流电动机时，该电动机的齿、磁转子和磁传感器之间的相对位置关系的示意性的剖面图；

图 6 是示出了当第二实施例的驱动电路反向旋转单相无刷直流电动机时，该电动机的齿、磁转子和磁传感器之间的相对位置关系的示意性的剖面图；

图 7 是示出了当第三实施例的驱动电路正向旋转单相无刷直流电动机时，该电动机的齿、磁转子和磁传感器之间的相对位置关系的示意性的剖面图。

具体实施方式

在下文中，将参考作为本文的一部分的附图来详细描述本发明的实施

例。

第一实施例

图 1 是示出了根据本发明的电动机驱动电路可应用于的单相无刷直流电动机的结构和磁传感器（或磁极位置检测器）的配置的示意性的截面图。电动机结构和传感器配置不限于所述的实例，而是可以适当地改变。

参考图 1，单相无刷直流电动机 1 包括：具有多个磁极的可旋转磁转子 2、配备有多个槽 5 和齿 4a 和 4b 的定子铁芯 3 以及固定在槽 5 中的电动机线圈 6，齿 4a 和 4b 面对磁转子 2 排列。电动机线圈 6 以相反的绕向缠绕在齿 4a 和 4b 上。

如图 1 所示，用于输出指示磁转子 2 的磁极位置的检测信号的磁极位置检测器，即，磁传感器 7（第一磁极位置检测器）、磁传感器 8（第二磁极位置检测器）、磁传感器 9（第三磁极位置检测器）和磁传感器 10（第四磁极位置检测器），安装在磁转子 2 的磁场范围附近。

在齿 4a 及其相邻的齿 4b 的之间的中间位置，磁传感器 7 排列在提前角大约为零的指定范围内。磁传感器 8 在电动机的正向旋转方向上相对于磁传感器 7 的位置具有预设定的提前角。磁传感器 9 在电动机的反向旋转方向上相对于磁传感器 7 的位置具有预定的提前角。磁传感器 10 在电动机的正向旋转方向上相对于磁传感器 8 具有另一个预定提前角。

图 2 是示出了用于驱动单相无刷直流电动机 1 的驱动电路的方框图。如图 2 所示，驱动电路包括：多个磁传感器 7、8、9 和 10，用于输出指示磁转子 2 的磁极位置的检测信号；旋转方向指令电路 11，用于发出磁转子 2 的旋转方向指令；选择器电路 12，用于基于旋转方向指令电路 11 的指令，选择性地输出磁传感器 7 的检测信号；开关电路 13，用于驱动电动机线圈 6；以及控制电路 14，用于基于由选择器电路 12 所选择的位置检测信号，控制开关电路 13，从而控制流过电动机线圈 6 的电流的方向和大小。旋转方向指令电路 11 向选择器电路 12 和控制电路 14 提供，例如，旋转方向指令信号。

驱动电路还包括：用于在电动机启动时间过后指定时间段之后输出信号的定时器 15；使选择器电路 12 能够选择磁传感器 7-10 中的一个的传感器选择电路 16；以及用于改变电动机输出功率的输出改变电路 17。

但是在第一实施例中，可以省略磁传感器 9-10、定时器 15、传感器选择电路 16 和输出改变电路 17。

在开关电路 13 中，H 电桥电路由开关元件形成，即，P 沟道 FET 23a 和 23b 以及 N 沟道 FET 24a 和 24b。电动机线圈 6 连接在 FET 23a 和 23b 的结合点与 FET 24a 和 24b 的结合点之间。

在开关电路 13 中，将 FET 23a 和 23b 的源极连接到电动机驱动电源的正电势 21。将 FET 24a 的漏极连接到 FET 23a 的漏极，而将 FET 24b 的漏极连接到 FET 23b 的漏极。将 FET 24a 和 24b 的源端连接到电动机驱动电源负电势 22（在下文中称为地电势 22）。将 FET 23a、23b、24a 和 24b 的栅极连接到控制电路 14。分别将用于控制 FET 的通断操作的门控信号从控制电路 14 提供到 FET。

在旋转方向指令电路 11 指示反向旋转的启动时间，选择器电路 12 选择并且输出磁传感器 8 的磁极位置检测信号。响应于选择器电路 12 的输出，控制电路 14 通过控制开关电路 13 来使磁转子 2 启动，从而电流以允许齿 4a 和 4b 对磁转子 2 的面对的磁极施加排斥力的方向供应给电动机线圈 6。

在旋转方向指令电路 11 指示反向旋转的启动时间，选择器电路 12 选择并且输出磁传感器 7 的磁极位置检测信号。响应于选择器电路 12 的输出，控制电路通过控制开关电路 13 来使磁转子 2 启动，从而电流以允许齿 4a 和 4b 对磁转子 2 的面对的磁极施加吸引力的方向供应给电动机线圈 6。

图 3 是示出了图 2 中所示的旋转方向指令电路 11、选择器电路 12、定时器 15 和传感器选择电路 16 的细节的电路图。

选择器电路 12 包括二极管 D1、D2、D3 和 D4，它们的阳极分别连接到磁传感器 10、8、7 和 9。二极管 D1、D2、D3 和 D4 的阴极以连线的方式相互连接，从而生成单个输出信号，然后将该输出信号作为过去选择磁传感器输出供应给控制电路 14。电动控制的开关 SW7、SW6、SW5 和 SW4 的一个末端连接到二极管 D1、D2、D3 和 D4 的阳极并且另一个末端接地。

当开关 SW7、SW6、SW5 和 SW4 接通时，开关 SW7、SW6、SW5 和 SW4 将与它们相连接的磁传感器 10、8、7 和 9 的输出接地，从而控制输出不供应给控制电路 14。仅选择断开开关 SW7、SW6、SW5 和 SW4 中的一个，从而可以将与所选择的单个开关的一个末端相连接的磁传感器的输出

通过二极管 D1、D2、D3 和 D4 中的一个供应给控制电路 14。旋转方向指令电路 11、定时器 15 和传感器选择电路 16 生成用于接通或断开开关 SW4 到 SW7 的控制信号，从而允许选择器电路 12 选择磁传感器 7 到 10 中的一个。

旋转方向指令电路 11 包括开关 SW2，可以手动或电动地操作 SW2 来指示期望的旋转方向。接通开关 SW2 来指示将正向旋转作为旋转方向，断开开关 SW2 来指示将反向旋转作为旋转方向。开关 SW2 的一个末端连接到控制电源 18，并且另一个末端通过电阻器 R3 接地。所以，当开关 SW2 接通时在开关 SW2 的另一个末端与电阻器 R3 之间的结合点生成正向旋转指令信号，该正向旋转指令信号保持正电势；而当开关 SW2 断开时在开关 SW2 的另一个末端与电阻器 R3 之间的结合点生成反向旋转指令信号，该反向旋转指令信号保持地电势。将正向/反向旋转指令信号供应给二极管 D7 和 D8 的阳极。分别从二极管 D7 和 D8 的阴极生成用于控制开关 SW4 和 SW5 的信号。

还将在开关 SW2 的另一个末端与电阻器 R3 之间的结合点生成正向/反向旋转信号供应给 NOT 电路 NT2 和 NT3。NOT 电路 NT2 和 NT3 将正向/反向旋转指令信号的电势反转，并且将其供应给二极管 D9 和 D10 的阳极。分别从二极管 D9 和 D10 的阴极生成用于控制开关 SW6 和 SW7 的信号。

所以，当开关 SW2 接通时，磁传感器 7 和 9 的输出接地；并且当开关 SW2 断开时，磁传感器 10 和 8 的输出接地。

传感器选择电路 16 包括开关 SW3，开关 SW3 是可手动或电动操作的。开关 SW3 的其中一个末端连接到控制电源 18 的电压，并且另一个末端通过电阻器 R4 接地。所以，在开关 SW3 的另一个末端与电阻器 R4 之间的结合点生成传感器选择信号，当开关 SW3 接通时该传感器选择信号保持正电势，而当开关 SW3 断开时传感器选择信号保持地电势。将传感器选择信号供应给 NOT 电路 NT4 和 NT5 的阳极和二极管 D11 的阳极。NOT 电路 NT4 的输出作为用于控制开关 SW8 的信号。

从二极管 D11 的阴极生成用于控制开关 6 的信号。将 NOT 电路 NT5 的输出连接到二极管 D12 的阳极。从二极管 D12 的阴极生成用于控制开关 SW7 的信号。

定时器 15 包括开关 SW1、电阻器 R1、电阻器 R2 和电容器 C1。可以手动或电动地操作开关 SW1 以便允许定时器 15 开始对过去的时间计时。开关 SW1 的一个末端连接到控制电源 18 的电压，并且另一个末端连接到电阻器 R1 的一个末端。电阻器 R1 的另一个末端连接到电阻器 R2 的一个末端和电容器 C1 的一个末端。电阻器 R2 的另一个末端和电容器 C1 的另一个末端接地。电阻器 R1 的另一个末端还连接到开关 SW8 的一个末端，而开关 SW8 的另一个末端接地。

开关 SW8 的控制信号是结合传感器选择电路 16 所述的 NOT 电路 NT4 的输出（反转的传感器选择信号）。在传感器选择电路 16 不指示电动机 1 生成输出功率的情况下，开关 SW8 一直接通。所以，定时器 15 一直不起作用，同时 NOT 电路 NT1 的输入和二极管 D6 的阳极保持为地电势。将 NOT 电路 NT1 的输出作为控制信号，通过二极管 D5 供应给开关 SW4。从而，开关 SW4 接通，并且忽略磁传感器 9 的输出。

如果当传感器选择电路 16 发出正电势的传感器选择信号来断开开关 SW8 时，开关 SW1 是接通的，那么开始通过电阻器 R1 对电容器 C1 充电，从而增加电容器 C1 的电压。在由电阻器 R1 和 R2 以及电容器 C1 所确定的时间常数成正比的规定时间段过去之后，电容器 C1 的电压超过 NOT 电路 NT1 的门限电压值，变成时间流逝信号。如果向二极管 D6 输出时间流逝信号，那么开关 SW5 接通并且此后忽略磁传感器 7 的输出。

在旋转方向指令电路 11 指示反向旋转从而断开开关 SW4 和 SW5 并且接通开关 SW6 和 SW7 的情况下，定时器 15 可有效使用。

接下来参考图 4，将描述根据本实施例的单相无刷直流电动机 1 的正向旋转操作。

在电动机 1 的正向旋转启动时间，定子的齿 4a 和 4b 与磁转子 2 的磁极之间的位置关系保持得如图 4 中的步骤 S1'所示。齿 4a 和 4b 中的每一个具有可变的厚度和形状（例如，切口等等），从而磁阻可以在左右方向上不对称。在对电动机 1 供电之前，电动机 1 停止在磁转子 2 的磁心从齿 4a 和 4b 的中心向正向旋转方（向图 4 中的顺时针方）偏移的状态中。

如果旋转方向指令电路 11 的开关 SW2 接通，那么将控制电源 18 的电压通过二极管 D7 和 D8 施加到开关 SW4 和 SW5 上，以便接通开关 SW4

和 SW5。因此，磁传感器 9 和 7 的输出电压与地电势 22 具有相同的电势。

在传感器选择电路 16 的开关 SW3 断开的情况下，分布在电阻器 R4 的两个末端上的电压具有与地电势 22 相同的电势。将 NOT 电路 NT5 所反转的正电压通过二极管 D12 施加到开关 SW7，从而开关 SW7 接通。因此，磁传感器 10 的输出电压与地电势 22 具有相同的电势。结果，仅将磁传感器 8 的输出通过二极管 D2 供应给控制电路 14。

在步骤 S1'，磁传感器 8 检测到其所面对的磁转子 2 的磁极是 N 极。响应于从磁传感器 8 生成的信号和来自旋转方向指令电路 11 的正向旋转指令信号，控制电路 14 接通（例如）FET 23a 和 24b，以便将齿 4a 和 4b 磁化从而电流可以按照使得齿 4b 为 N 极并且使得齿 4a 为 S 极的方向流过电动机线圈 6。然后，在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力，以便将转矩施加到磁转子 2 上，结果，磁转子 2 开始正向旋转（即，图 4 中的顺时针方向）。

在接下来的步骤 S2'，磁传感器 8 检测到磁转子 2 的面对的磁极是 N 极。响应于从磁传感器 8 生成的信号，控制电路 14 接通 FET 23a 和 24b，以便将齿 4a 和 4b 磁化从而电流可以按照使得齿 4b 为 N 极并且使得齿 4a 为 S 极的方向流过电动机线圈 6。然后，在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成吸引力，以便将转矩施加到磁转子 2 上，结果，磁转子 2 继续正向旋转（即，图 4 中的顺时针方向）。

在接下来的步骤 S3'，磁传感器 8 检测到磁转子 2 的面对的磁极已变成了 S 极。响应于从磁传感器 8 生成的信号，控制电路 14 断开 FET 23a 和 24b，并且停止向电动机线圈 6 供应电流，从而停止将齿 4a 和 4b 磁化。然而，磁转子 2 由于它的惯性力以及在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间在磁阻的影响下生成的吸引力，继续进行正向旋转。当磁转子 2 的磁心与齿 4a 和 4b 的中心重合时，控制电路 14 接通 FET 23b 和 24a，以便将齿 4a 和 4b 磁化从而电流可以按照使得齿 4b 为 S 极并且使得齿 4a 为 N 极的方向流过电动机线圈 6。然后，在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力，以便将转矩施加到磁转子 2 上，结果，磁转子 2 继续正向旋转（即，图 4 中的顺时针方向）。

在接下来的步骤 S4'，磁传感器 8 检测到磁转子 2 的面对的磁极是 S 极。响应于从磁传感器 8 生成的信号，控制电路 14 接通 FET 23b 和 24a，以便

将齿 4a 和 4b 磁化,从而电流可以按照使得齿 4b 为 S 极并且使得齿 4a 为 N 极的方向流过电动机线圈 6。然后,在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成吸引力,以便将转矩施加到磁转子 2 上,结果,磁转子 2 继续正向旋转(即,图 4 中的顺时针方向)。

在接下来的步骤 S5',磁传感器 8 检测到磁转子 2 的面对的磁极已变成了 N 极。响应于从磁传感器 8 生成的信号,控制电路 14 断开 FET 23b 和 24a,并且停止向电动机线圈 6 供应电流,从而停止将齿 4a 和 4b 磁化。然而,磁转子 2 由于它的惯性力以及在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间在磁阻的影响下生成的吸引力,继续进行正向旋转。当磁转子 2 的磁心与齿 4a 和 4b 的中心重合时,控制电路 14 接通 FET 23a 和 24b,以便将齿 4a 和 4b 磁化,从而电流可以按照使得齿 4b 为 N 极并且使得齿 4a 为 S 极的方向流过电动机线圈 6。然后,在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力,以便将转矩施加到磁转子 2 上,结果,磁转子 2 继续正向旋转(即,图 4 中的顺时针方向)。此后,重复步骤 S2'到 S5',以便允许磁转子 2 继续进行正向旋转。

接下来参考图 5,将描述根据本实施例的单相无刷直流电动机 1 的反向旋转操作。

在电动机 1 的反向旋转启动时间,定子的齿 4a 和 4b 与磁转子 2 的磁极之间的位置关系保持得如图 5 中的步骤 S1 所示。齿 4a 和 4b 中的每一个具有可变的厚度或形状(例如,切口等等),从而磁阻可以在左右方向上不对称。在对电动机 1 供电之前,电动机 1 停止在磁转子 2 的磁心从齿 4a 和 4b 的中心向正向旋转方向(图 5 中的顺时针方)偏移的状态中。

如果旋转方向指令电路 11 的开关 SW2 断开,那么分布在电阻器 R3 的对立末端上的电压与地电势 22 具有相同的电势。将 NOT 电路 NT2 和 NT3 所反转的正电压通过二极管 D9 和 D10 施加到开关 SW6 和 SW7 上,以便接通开关 SW6 和 SW7。因此,磁传感器 8 和 10 的输出电压与地电势 22 具有相同的电势。当传感器选择电路 16 的开关 SW3 断开时,分布在电阻器 R4 的两个末端上的电压具有与地电势 22 相同的电势。将 NOT 电路 NT4 所反转的正电压施加到开关 SW8,从而开关 SW8 接通。因此,分布在电阻器 R2 的两个末端上的电压具有与地电势 22 相同的电势。将 NOT 电路 NT1 所反转的正电压通过二极管 D5 施加到开关 SW4 上,以便接通开关 SW4。

因此，磁传感器 9 的输出电压具有与地电势 22 相同的电势。结果，仅将磁传感器 7 的输出通过二极管 D3 供应给控制电路 14。

在步骤 S1，磁传感器 7 检测到其所面对的磁转子 2 的磁极是 N 极。响应于从磁传感器 7 生成的信号和来自旋转方向指令电路 11 的反向旋转指令信号，控制电路 14 接通，例如，FET 23b 和 24a，以便将齿 4a 和 4b 磁化，从而电流可以按照使得齿 4b 为 S 极并且使得齿 4a 为 N 极的方向流过电动机线圈 6。然后，在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成吸引力，以便将转矩施加到磁转子 2 上，结果，磁转子 2 开始反向旋转（即，图 5 中的逆时针方向）。

在接下来的步骤 S2，磁传感器 7 检测到磁转子 2 的面对的磁极变成 S 极。响应于从磁传感器 7 生成的信号，控制电路 14 断开 FET 23b 和 24a，并且停止向电动机线圈 6 供应电流，从而停止将齿 4a 和 4b 磁化。然而，磁转子 2 由于它的惯性力以及在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间在磁阻的影响下生成的吸引力，继续进行反向旋转。当磁转子 2 的磁心与齿 4a 和 4b 的中心重合时，控制电路 14 接通 FET 23a 和 24b，以便电流可以按照使得齿 4b 为 N 极并且使得齿 4a 为 S 极的方向流过电动机线圈 6，从而将齿 4a 和 4b 磁化。然后，在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力，以便将转矩施加到磁转子 2 上，结果，磁转子 2 继续反向旋转（即，图 5 中的逆时针方向）。

在接下来的步骤 S3，磁传感器 7 检测到磁转子 2 的面对的磁极已变成了 S 极。响应于从磁传感器 7 生成的信号，控制电路 14 接通 FET 23a 和 24b，以便将齿 4a 和 4b 磁化，从而电流可以按照使得齿 4b 为 N 极并且使得齿 4a 为 S 极的方向流过电动机线圈 6。然后，在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成吸引力，以便将转矩施加到磁转子 2 上，结果，磁转子 2 继续反向旋转（即，图 5 中的逆时针方向）。

在接下来的步骤 S4，磁传感器 7 检测到磁转子 2 的面对的磁极已变成 N 极。响应于从磁传感器 7 生成的信号，控制电路 14 断开 FET 23a 和 24b，并且停止向电动机线圈 6 供应电流，从而停止将齿 4a 和 4b 磁化。然而，磁转子 2 由于它的惯性力以及在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间在磁阻的影响下生成的吸引力，继续进行反向旋转。当磁转子 2 的磁心与齿 4a 和 4b 的

中心重合时, 控制电路 14 接通 FET 23b 和 24a, 以便将齿 4a 和 4b 磁化, 从而电流可以按照使得齿 4b 为 S 极并且使得齿 4a 为 N 极的方向流过电动机线圈 6。然后, 在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力, 以便将转矩施加到磁转子 2 上, 结果, 磁转子 2 继续反向旋转 (即, 图 5 中的逆时针方向)。

在接下来的步骤 S5, 磁传感器 7 检测到磁转子 2 的面对的磁极是 N 极。响应于从磁传感器 7 生成的信号, 控制电路 14 接通 FET 23b 和 24a, 以便将齿 4a 和 4b 磁化, 从而电流可以按照使得齿 4b 为 S 极并且使得齿 4a 为 N 极的方向流过电动机线圈 6。然后, 在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成吸引力, 以便将转矩施加到磁转子 2 上, 结果, 磁转子 2 继续反向旋转 (即, 图 5 中的逆时针方向)。此后, 重复步骤 S2 到 S5, 以便允许磁转子 2 继续进行反向旋转。

通过上面对第一实施例的描述, 能够提供配置简单并且能够可靠地执行正向和反向启动操作的单相无刷电动机驱动电路。

第二实施例

接下来, 将根据第二实施例来描述用于驱动单相无刷直流电动机 1 的驱动电路。在第二实施例的描述中, 用相同的参考符号来指代与第一实施例的部件具有相同的配置和操作效果的组件部件。第一实施例中在这方面的详细描述将以参考的形式并入第二实施例。

第二实施例的配置与第一实施例的配置的不同之处在于: 磁传感器 9 (第三磁极位置检测器) 和定时器 15 在第二实施例中是至关重要的。另一个差别在于: 选择器电路 12 根据旋转方向指令电路 11 和定时器 15 来选择磁传感器。在反向旋转启动时间选择磁传感器 7 (或第一磁极位置检测器) 在该启动时间过去规定的时间段后选择磁传感器 9。

鉴于前述差别, 将参考图 1 到 3 和 6 来描述单相无刷直流电动机驱动电路。

在电动机 1 的反向旋转期间, 旋转方向指令电路 11 的开关 SW2 仍然断开, 并且分布在电阻器 R3 的对立末端上的电压与地电势 22 具有相同的电势。将 NOT 电路 NT2 和 NT3 所反转的正电压通过二极管 D9 和 D10 施加到开关 SW6 和 SW7 上, 从而接通开关 SW6 和 SW7。因此, 磁传感器 8

和 10 的输出电压与地电势 22 具有相同的电势。如果传感器选择电路 16 的开关 SW3 接通,那么 NOT 电路 NT4 将控制电源 18 的电压反转,然后施加到开关 SW8,从而开关 SW8 断开。然后,如果定时器 15 的开关 SW1 接通,那么控制电源 18 的电压经电阻器 R1 耦合到电容器 C1。将电容器 C1 充电,充电的时间为由电阻器 R1、电阻器 R2 和电容器 C1 所确定的规定时间常数。术语“规定时间常数”表示直到电动机 1 的旋转变得平稳所需要的时间,其等于或大于 50msec 并且优选的是 1sec 或更大。定时器 15 的开关 SW1 可用于与传感器选择电路 16 的开关 SW3 的通断操作相一致地接通和断开。

在电容器 C1 的充电电压值等于或小于 NOT 电路 NT1 的门限电压值的情况下,将 NOT 电路 NT1 所反转的正电压经由二极管 D5 施加到开关 SW4 上,以便接通开关 SW4。因此,磁传感器 9 的输出电压具有与地电势 22 相同的电势。结果,仅将磁传感器 7 的输出通过二极管 D3 供应给控制电路 14。此时通过重复图 5 中所示的以及结合第一实施例所述的步骤 S2 到 S5 来执行反向旋转。

如果在规定时间常数内对电容器 C1 充电的充电电压值大于 NOT 电路 NT1 的门限电压值,那么 NOT 电路 NT1 所反转的输出与地电势 22 具有相同的电势。类似地,二极管 D5 的输出电压与地电势 22 具有相同的电势。因此,开关 SW4 断开,从而磁传感器 9 的输出可以通过二极管 D4 供应到控制电路 14。此外,将电容器 C1 的充电电压值通过二极管 D6 施加到开关 SW5 以便接通开关 SW5。因此,磁传感器 7 的输出电压具有与地电势 22 相同的电势。结果,仅将磁传感器 9 的输出通过二极管 D4 供应给控制电路 14。

在图 6 中所示的步骤 S11 中,磁传感器 9 检测到其所面对的磁转子 2 的磁极是 S 极。响应于从磁传感器 9 生成的信号和来自旋转方向指令电路 11 的反向旋转指令信号,控制电路 14 接通,例如, FET 23a 和 24b,以便将齿 4a 和 4b 磁化,从而电流可以按照使得齿 4b 为 N 极并且使得齿 4a 为 S 极的方向流过电动机线圈 6。然后,在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力,以便将转矩施加到磁转子 2 上,结果,磁转子 2 继续反向旋转(即,图 6 中的逆时针方向)。

在接下来的步骤 S12, 磁传感器 7 检测到磁转子 2 的面对的磁极变成 N 极。响应于从磁传感器 9 生成的信号, 控制电路 14 断开 FET 23a 和 24b, 并且停止向电动机线圈 6 供应电流从而停止将齿 4a 和 4b 磁化。然而, 磁转子 2 由于它的惯性力以及在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间在磁阻的影响下生成的吸引力, 继续进行反向旋转。当磁转子 2 的磁心与齿 4a 和 4b 的中心重合时, 控制电路 14 接通 FET 23b 和 24a, 以便将齿 4a 和 4b 磁化, 从而电流可以按照使得齿 4b 为 S 极并且使得齿 4a 为 N 极的方向流过电动机线圈 6。然后, 在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力, 以便将转矩施加到磁转子 2 上, 结果, 磁转子 2 继续反向旋转 (即, 图 6 中的逆时针方向)。

在接下来的步骤 S13, 磁传感器 9 检测到磁转子 2 的面对的磁极是 N 极。响应于从磁传感器 9 生成的信号, 控制电路 14 接通 FET 23b 和 24a, 以便将齿 4a 和 4b 磁化, 从而电流可以按照使得齿 4b 为 S 极并且使得齿 4a 为 N 极的方向流过电动机线圈 6。然后, 在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力, 以便将转矩施加到磁转子 2 上, 结果, 磁转子 2 继续反向旋转 (即, 图 6 中的逆时针方向)。

在接下来的步骤 S14, 磁传感器 9 检测到磁转子 2 的面对的磁极已变成 S 极。响应于从磁传感器 9 生成的信号, 控制电路 14 断开 FET 23b 和 24a, 并且停止向电动机线圈 6 供应电流, 从而停止将齿 4a 和 4b 磁化。然而, 磁转子 2 由于它的惯性力以及在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间在磁阻的影响下生成的吸引力, 继续进行反向旋转。当磁转子 2 的磁心与齿 4a 和 4b 的中心重合时, 控制电路 14 接通 FET 23a 和 24b, 以便将齿 4a 和 4b 磁化, 从而电流可以按照使得齿 4b 为 N 极并且使得齿 4a 为 S 极的方向流过电动机线圈 6。然后, 在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力, 以便将转矩施加到磁转子 2 上, 结果, 磁转子 2 继续反向旋转 (即, 图 6 中的逆时针方向)。此后, 重复步骤 S11 到 S14, 以便允许磁转子 2 继续进行反向旋转。

由于磁传感器 9 附着在齿 4a 附近相对于磁传感器 7 在磁转子 2 的反向旋转方向上具有提前角, 所以与第一实施例相比能够极大地增加电动机效率, 其中在第一实施例中使用磁传感器反向旋转电动机 1。

此外, 可以使磁传感器 9 的提前角与电动机 1 的高速反向旋转匹配, 并且可以将传感器选择电路 16 的开关 SW3 与控制电路 14 中的输出改变电

路 17 的输出改变指令（例如，PWM（脉宽调制）信号等等）相关联。例如，如果将传感器选择电路 16 的开关 SW3 配置为在向控制电路 14 供应高电动机输出功率指令时接通，或者作为另一种选择，如果将控制电路 14 中的输出改变电路 17 配置为当开关 SW3 接通时控制电动机 1 生成高电动机输出功率，那么在电动机 1 的旋转速率（rpm）与高电动机输出功率一起升高的情况下，能够极大地增强电动机效率。

通过上述第二实施例，可以使用配置简单的驱动电路来提供在反向旋转期间具有高效率的单相无刷直流电动机 1。另外，能够根据反向旋转期间的电动机输出，提供具有高效率的单相无刷直流电动机 1。

第三实施例

接下来参考图 1 到 3 和图 7，将根据第三实施例来描述用于驱动单相无刷直流电动机 1 的驱动电路。在第三实施例的描述中，用相同的参考符号来指代与第一实施例的组件部件具有相同的配置和操作效果的组件部件。第一实施例中在这方面的详细描述将以引用的方式并入第三实施例。

第三实施例的配置与第一实施例的配置的不同之处在于：磁传感器 10（第四磁极位置检测器）、传感器选择电路 16 和输出改变电路 17 在第三实施例中是至关重要的。另一个差别在于：选择器电路 12 在旋转方向指令电路 11 和传感器选择电路 16 的控制之下选择磁传感器。在正向旋转启动时间选择磁传感器 8（第二磁极位置检测器）并且在传感器选择电路 16 的开关 SW3 接通后选择磁传感器 10。

在电动机 1 的正向旋转期间，旋转方向指令电路 11 的开关 SW2 仍然接通，并且将控制电源 18 的电压通过二极管 D7 和 D8 施加到开关 SW4 和 SW5，以便接通开关 SW4 和 SW5。因此，磁传感器 9 和 7 的输出电压具有与地电势 22 相同的电势。在传感器选择电路 16 的开关 SW3 断开的情况下，分布在电阻器 R4 的两个末端上的电压具有与地电势 22 相同的电势。将 NOT 电路 NT5 所反转的正电压通过二极管 D12 施加到开关 SW7，以便将开关 SW7 接通。因此，磁传感器 10 的输出电压与地电势 22 具有相同的电势。结果，仅将磁传感器 8 的输出通过二极管 D2 供应给控制电路 14。此时通过重复图 4 中所示的以及结合第一实施例所述的步骤 S2'到 S5'来执行正向旋转。

如果传感器选择电路 16 的开关 SW3 接通, 那么将控制电源 18 的电压通过二极管 D11 施加到开关 SW6, 以便接通开关 SW6。因此, 磁传感器 8 的输出电压具有与地电势 22 相同的电势。另外, 通过 NOT 电路 NT5 反转控制电源 18 的输出电压, NOT 电路 NT5 的输出与地电势 22 具有相同的电势。类似地, 二极管 D12 的输出电压与地电势 22 具有相同的电势。因此, 开关 SW7 断开, 从而仅将磁传感器 10 的输出通过二极管 D1 供应给控制电路 14。

在图 7 中所示的步骤 S11' 中, 磁传感器 10 检测到其所面对的磁转子 2 的磁极是 N 极。响应于从磁传感器 10 生成的信号和来自旋转方向指令电路 11 的正向旋转指令信号, 控制电路 14 接通, 例如, FET 23a 和 24b, 以便将齿 4a 和 4b 磁化从而电流可以按照使得齿 4b 为 N 极并且使得齿 4a 为 S 极的方向流过电动机线圈 6。然后, 在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力, 以便将转矩施加到磁转子 2 上, 结果, 磁转子 2 开始正向旋转 (即, 图 7 中的顺时针方向)。

在接下来的步骤 S12', 磁传感器 10 检测到磁转子 2 的面对的磁极已变成 S 极。响应于从磁传感器 10 生成的信号, 控制电路 14 断开 FET 23a 和 24b, 并且停止向电动机线圈 6 供应电流, 从而停止将齿 4a 和 4b 磁化。然而, 磁转子 2 由于它的惯性力以及在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间在磁阻的影响下生成的吸引力, 继续进行正向旋转。当磁转子 2 的磁心与齿 4a 和 4b 的中心重合时, 控制电路 14 接通 FET 23b 和 24a, 以便将齿 4a 和 4b 磁化从而电流可以按照使得齿 4b 为 S 极并且使得齿 4a 为 N 极的方向流过电动机线圈 6。然后, 在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力, 以便将转矩施加到磁转子 2 上, 结果, 磁转子 2 继续正向旋转 (即, 图 7 中的顺时针方向)。

在接下来的步骤 S13', 磁传感器 10 检测到磁转子 2 的面对的磁极是 S 极。响应于从磁传感器 10 生成的信号, 控制电路 14 接通 FET 23b 和 24a, 以便将齿 4a 和 4b 磁化从而电流可以按照使得齿 4b 为 S 极并且使得齿 4a 为 N 极的方向流过电动机线圈 6。然后, 在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力, 以便将转矩施加到磁转子 2 上, 结果, 磁转子 2 继续正向旋转 (即, 图 7 中的顺时针方向)。

在接下来的步骤 S14', 磁传感器 10 检测到磁转子 2 的面对的磁极已变成了 N 极。响应于从磁传感器 10 生成的信号, 控制电路 14 断开 FET 23b 和 24a, 并且停止向电动机线圈 6 供应电流从而停止将齿 4a 和 4b 磁化。然而, 磁转子 2 由于它的惯性力以及在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间在磁阻的影响下生成的吸引力, 继续进行正向旋转。当磁转子 2 的磁心与齿 4a 和 4b 的中心重合时, 控制电路 14 接通 FET 23a 和 24b, 以便将齿 4a 和 4b 磁化, 从而电流可以按照使得齿 4b 为 N 极并且使得齿 4a 为 S 极的方向流过电动机线圈 6。然后, 在齿 4a 和 4b 与磁转子 2 之间生成排斥力, 以便将转矩施加到磁转子 2 上, 结果, 磁转子 2 继续正向旋转 (即, 图 7 中的顺时针方向)。此后, 重复步骤 S11' 到 S14', 以便允许磁转子 2 继续进行正向旋转。

此外, 可以使磁传感器 10 与电动机 1 的高速反向旋转之间产生提前角, 并且可以将传感器选择电路 16 的开关 SW3 与控制电路 14 中的输出改变电路 17 的输出改变指令 (例如, PWM (脉宽调制) 信号等等) 相关联。例如, 如果将传感器选择电路 16 的开关 SW3 配置为在向控制电路 14 供应高电动机输出功率指令时接通, 或者作为另一种选择, 如果将控制电路 14 中的输出改变电路 17 配置为当开关 SW3 接通时控制电动机生成高电动机输出功率, 那么在电动机 1 的旋转速率 (rpm) 与高电动机输出功率一起升高的情况下, 能够极大地增强电动机效率。

通过上述第三实施例, 可以使用配置简单的驱动电路来根据正向旋转期间的电动机输出提供具有高效率的单相无刷直流电动机 1。

虽然根据传感器选择电路 16 的开关 SW3 选择在高速旋转中唯一使用磁传感器 9 和 10, 但是通过增加开关的数量以及与开关相对应的磁传感器的数量, 可以根据不同的电动机输出优化电动机效率。

虽然以上描述了优选的实施例, 但是本发明不限于此。例如, 虽然根据优选实施例的用于驱动单相无刷直流电动机 1 的驱动电路应用 FET 作为开关电路 13 的开关元件, 但是使用 NPN 型的或 PNP 型的双极性晶体管或 IGBT 也能等效实现简单的电路配置。

此外, 前述实施例中所应用的开关可以由晶体管、FET、继电器等等形成。

虽然在前述实施例中所使用的定时器是由包括电容器和电阻器的时间

常数电路形成的，但是使用专用定时器 IC 或微机所发出的指令也可以实现该定时器。

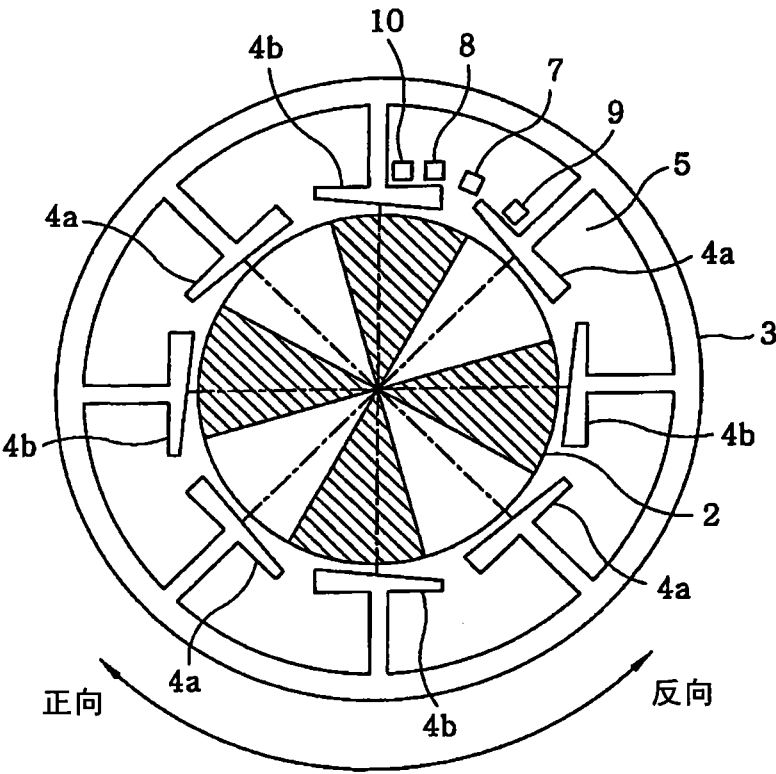


图1

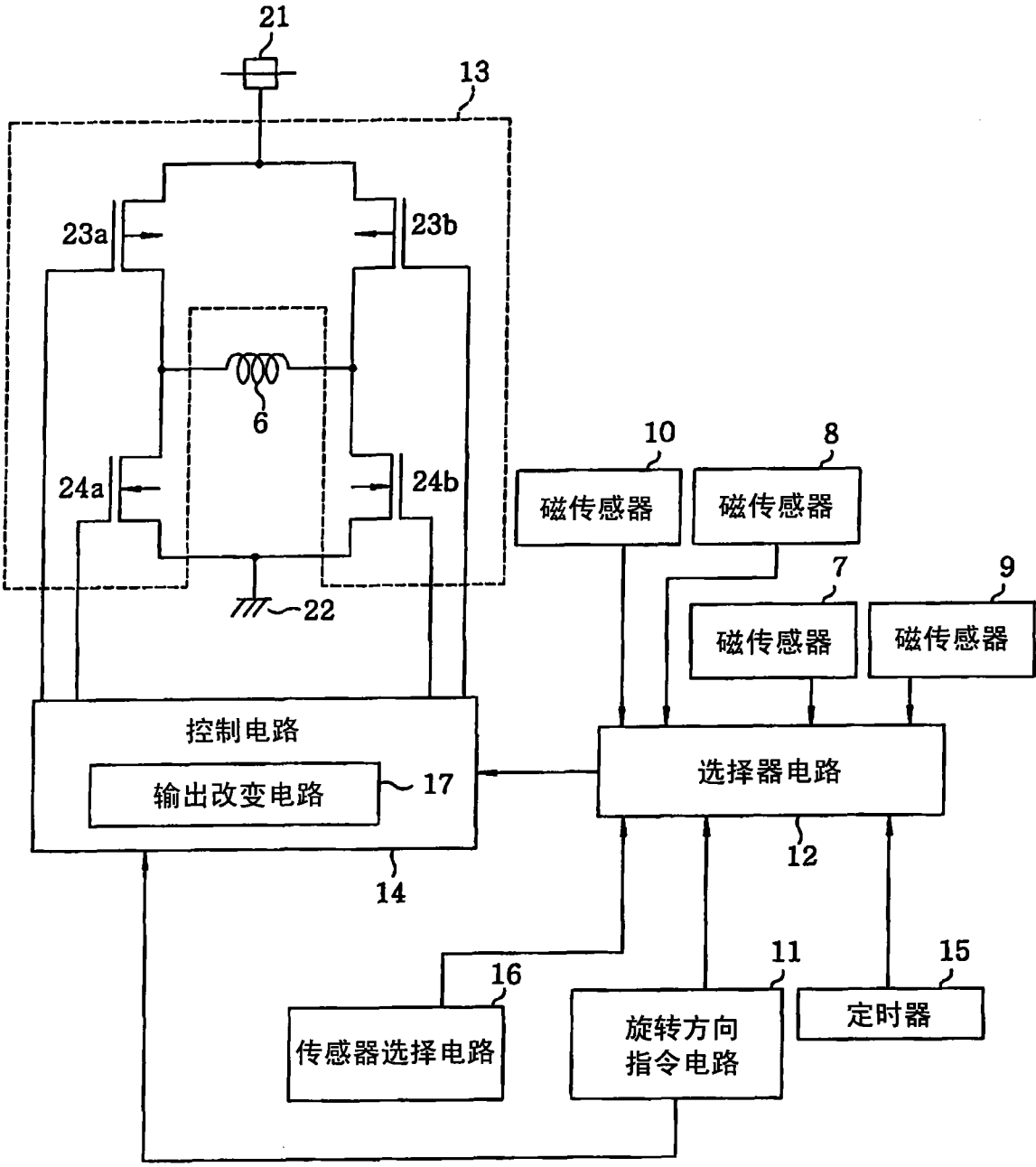


图2

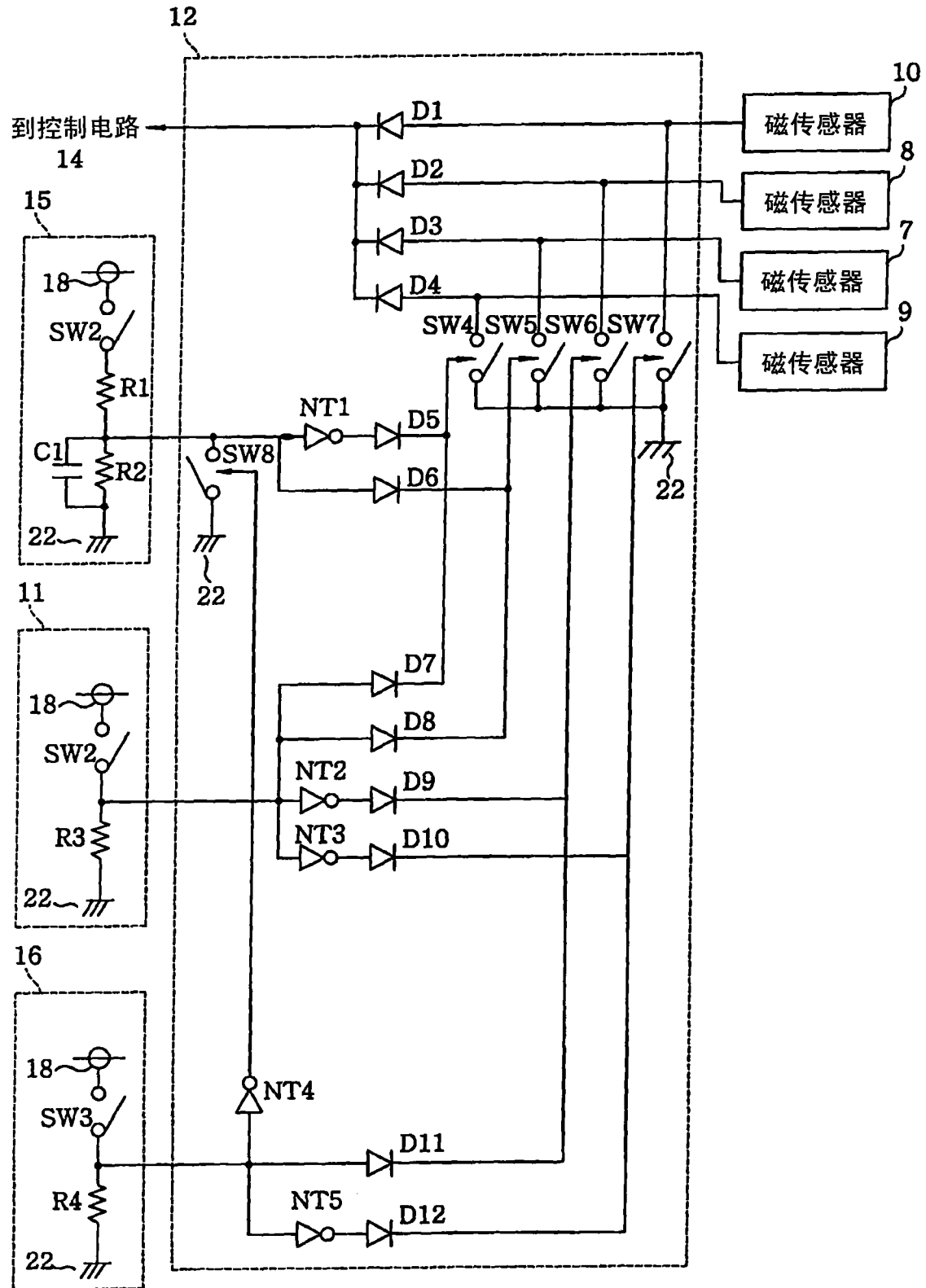
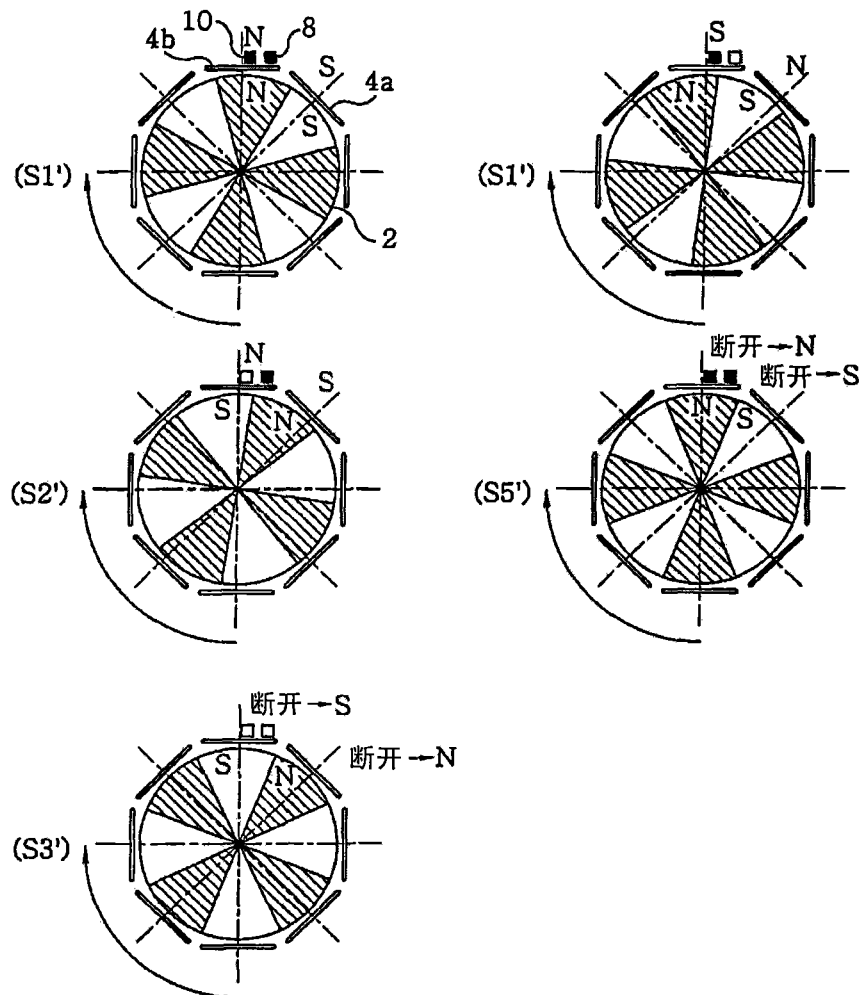
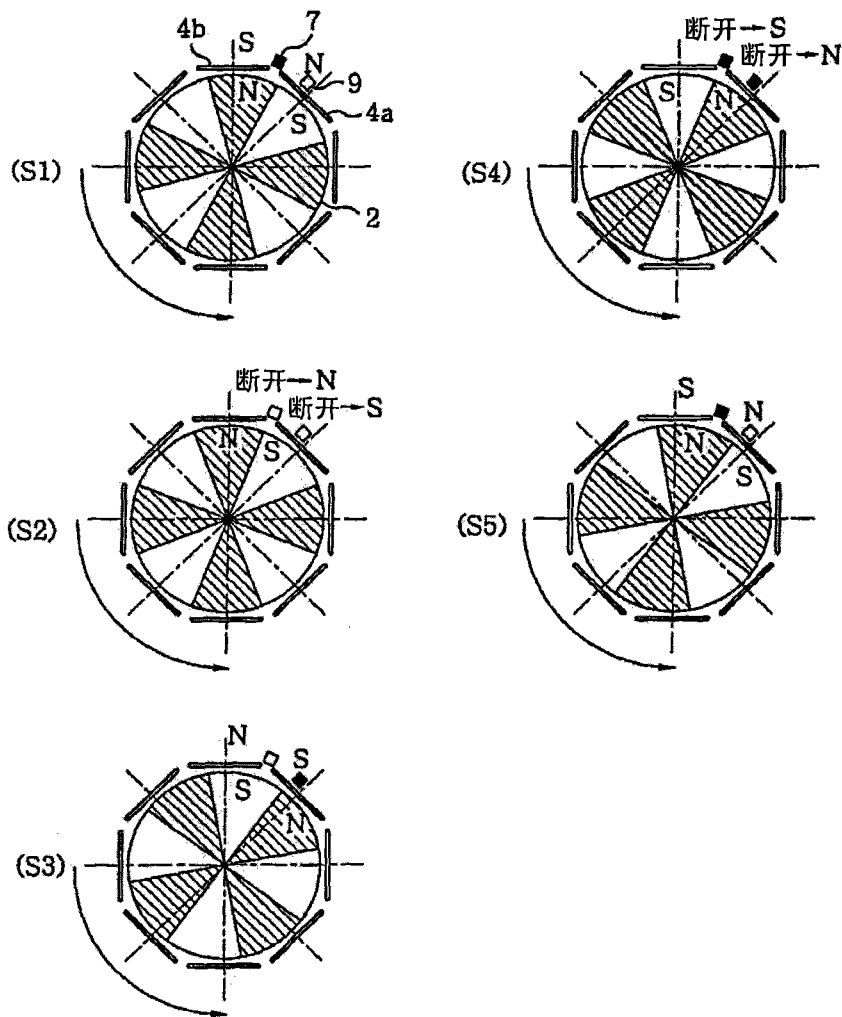


图3



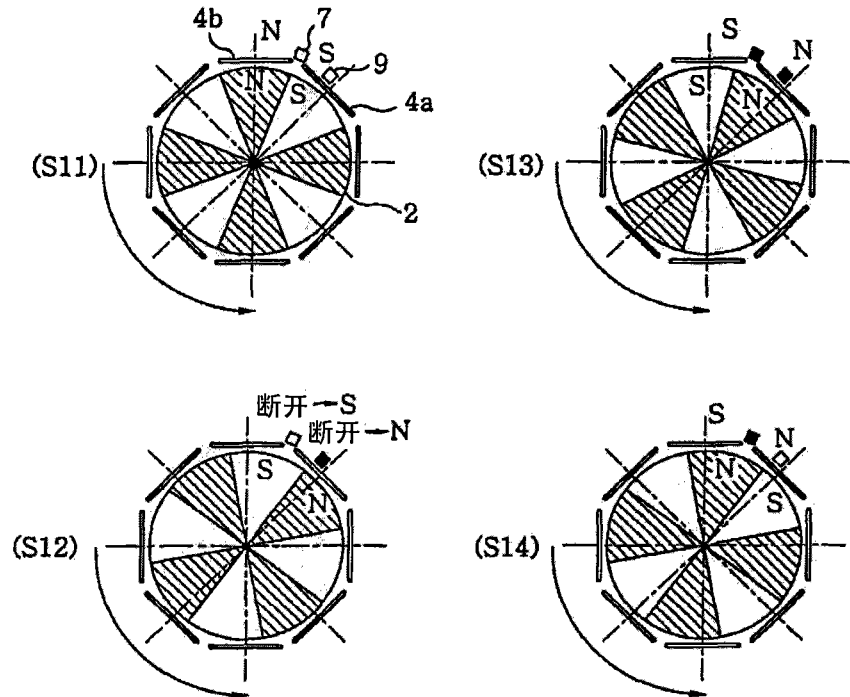
步骤	传感器10 所检测的磁极	传感器8 所检测的磁极	齿4b 所检测的磁极	齿4a 所检测的磁极
S1'	N	N	N	S
S2'	S	N	N	S
S3'	S	S	断开→S	断开→N
S4'	N	S	S	N
S5'	N	N	断开→N	断开→S

图4



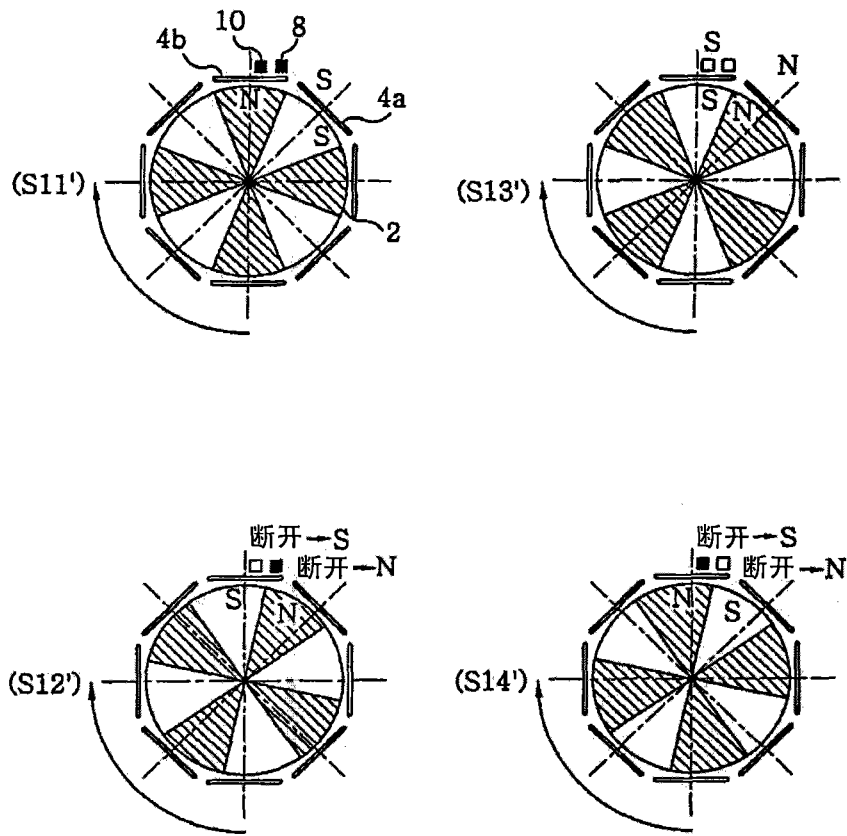
步骤	传感器7 所检测的磁极	传感器9 所检测的磁极	齿4b 所检测的磁极	齿4a 所检测的磁极
S1	N	S	S	N
S2	S	S	断开→N	断开→S
S3	S	N	N	S
S4	N	N	断开→S	断开→N
S5	N	S	S	N

图5



步骤	传感器7 所检测的磁极	传感器9 所检测的磁极	齿4b 所检测的磁极	齿4a 所检测的磁极
S11	S	S	N	S
S12	S	N	断开→S	断开→N
S13	N	N	S	N
S14	N	S	断开→N	断开→S

图6



步骤	传感器10 所检测的磁极	传感器8 所检测的磁极	齿4b 所检测的磁极	齿4a 所检测的磁极
S11'	N	N	N	S
S12'	S	N	断开→N	断开→N
S13'	S	S	S	N
S14'	N	S	断开→S	断开→S

图7