

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02P 6/06

H02P 6/16



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 00131623.0

[45] 授权公告日 2004 年 11 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1176520C

[22] 申请日 2000.10.20 [21] 申请号 00131623.0

[30] 优先权

[32] 1999.10.28 [33] US [31] 09/429,674

[71] 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

[72] 发明人 约翰·亚历山大·考斯基 汉·布

审查员 栾爱玲

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

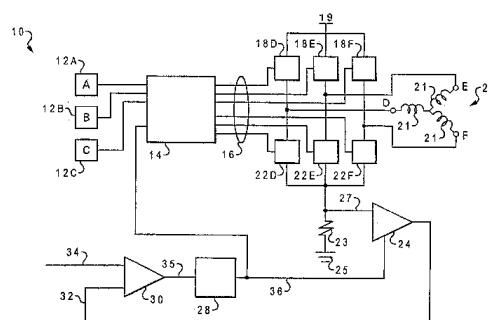
代理人 王以平

权利要求书 5 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称 无刷电动机的电流型脉冲宽度调制
技术

[57] 摘要

一种控制无刷电动机的电动机速度的系统和方法。该系统和方法根据脉冲宽度调制(PWM)控制信号的极性和大小分别增大或减小电动机速度来控制无刷电动机。PWM信号随与所需电动机电流与实际电动机电流之差成比例产生的误差信号变化。该系统包括电动机电流传感器、电流比较器、脉冲宽度调制器、多个转子位置传感器、换向器和多个电源开关。当误差信号为总体正、负或零值时,换向器控制相应电源开关分别增大、减小或保持电动机速度。



1. 一种用于控制无刷电动机的电动机速度的系统，包括：

一电动机电流传感器，耦连至该电动机上，用于感测施加至该电动机上的实际电动机电流信号，

一电流比较器，耦连至所需电流基准信号和实际电流信号并且具有来自所需电流基准信号和来自实际电流信号的输入，其中该电流比较器将所需电流基准信号与实际电流信号加以比较并产生一误差信号，

一脉冲宽度调制器，耦连至电流比较器，其中该脉冲宽度调制器产生脉冲宽度调制信号并且将误差信号转换成对应的脉冲宽度调制误差信号，

多个转子位置传感器，固定在至少电动机的附近，用于感测电动机的转子位置，

一换向器，耦连至脉冲宽度调制器和转子位置传感器并且具有来自脉冲宽度调制器和来自转子位置传感器的输入，其中转子位置传感器带有电动机转子位置，和

多个电源开关，耦连至换向器的输出端，并且还耦连至电动机上，其中该换向器根据对应的脉冲宽度调制误差信号来控制相应电源开关的接通和关断，以便将电动机控制在与所需电流基准信号相对应的所需电动机速度，

其中所述电动机电流传感器包括：

一电流感测电阻器，其中施加至电动机上的实际电压耦连至该电阻器的一端，该电阻器的另一端接地，实际电压和电流感测电阻器确定施加至电动机上的实际电动机电流信号的值，和

一整流器，耦连至电流感测电阻器并且具有来自电流感测电阻器一端的输入，其中该整流器接收脉冲宽度调制误差信号并且确定施加至电动机上的实际电动机电流信号的对应方向。

2. 如权利要求 1 所述的系统，其中电流比较器是一个误差放大器，

具有来自所需电流基准信号和实际电流信号的输入，其中该误差放大器产生并放大所述误差信号。

3. 如权利要求 1 所述的系统，其中无刷电动机是具有三个相应电动机线圈的三相电动机。

4. 如权利要求 3 所述的系统，其中所述多个转子位置传感器为三个转子位置传感器，分别用于感测所述三个电动机线圈的转子位置。

5. 如权利要求 3 所述的系统，其中电源开关是三组电源开关，其中该三组电源开关中的每一组具有两个电源开关而所述三组构成总共六个电源开关，其中所述两个电源开关之一为上开关而另一为下开关，并且其中所述六个开关耦连至来自换向器的六个相应输出，并且所述三组电源开关分别耦连至三个电动机线圈。

6. 如权利要求 1 所述的系统，其中电源开关由换向器控制以便在误差信号具有总体正值时沿更加正的方向驱动电动机以增大电动机速度。

7. 如权利要求 1 所述的系统，其中电源开关由换向器控制以便在误差信号具有总体负值时沿更加负的方向驱动电动机以减小电动机速度。

8. 如权利要求 1 所述的系统，其中电源开关由换向器控制以便在误差信号具有零值时以相同方式驱动电动机以维持相同的电动机速度。

9. 一种用于控制无刷电动机的电动机速度的方法，包括如下步骤：

感测施加在该电动机上的实际电动机电流信号，

将一所需电流基准信号与该实际电流信号加以比较，

根据该所需电流基准信号与实际电流信号之差产生一误差信号，

将该误差信号转换成对应的脉冲宽度调制误差信号，

感测电动机的转子位置，以及

根据对应的脉冲宽度调制误差信号来控制相应电源开关的接通和关断，以便将电动机控制在与所需电流基准信号相对应的所需电动机速度，

其中感测实际电动机电流信号的步骤包括如下步骤：

采用一电流感测电阻器，其中施加至电动机上的实际电压耦连至该电阻器的一端，该电阻器的另一端接地，实际电压和电流感测电阻器确定施加至电动机上的实际电动机电流信号的值，以及

采用一整流器，耦连至电流感测电阻器并且具有来自电流感测电阻器一端的输入，其中该整流器接收脉冲宽度调制误差信号并且确定施加至电动机上的实际电动机电流信号的对应方向。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其中比较所需电流基准信号并产生误差信号的步骤还包括如下步骤：

采用一误差放大器，具有来自所需电流基准信号和实际电流信号的输入，其中该误差放大器将所需电流基准信号与实际电流信号加以比较并且产生和放大所述误差信号。

11. 如权利要求 9 所述的方法，其中将误差信号转换成对应的脉冲宽度调制误差信号的步骤还包括如下步骤：

采用一脉冲宽度调制器以产生脉冲宽度调制信号，用以将误差信号转换成对应的脉冲宽度调制误差信号。

12. 如权利要求 9 所述的方法，其中所述控制步骤还包括如下步骤：

采用一换向器，具有脉冲宽度调制误差信号和转子位置作为输入值以及电动机开关控制信号作为输出值，以便将电动机控制在与所需电流基准信号相对应的所需电动机速度。

13. 如权利要求 9 所述的方法，其中无刷电动机是具有三个相应电动机线圈的三相电动机。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中感测转子位置的步骤还包括如下步骤：

采用三个转子位置传感器，分别用于感测所述三个电动机线圈的转子位置。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其中控制相应电源开关的接通和关断的步骤还包括如下步骤：

采用三组电源开关，其中该三组电源开关中的每一组具有两个电源开关而所述三组构成总共六个电源开关，并且其中所述两个电源开关之一为上开关而另一为下开关，以及

将该六个开关耦连至一电源开关控制器的六个相应输出端，并且所述三组电源开关分别耦连至所述三个电动机线圈。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其中控制相应电源开关的接通和关断的步骤还包括如下步骤：

采用一换向器来控制 and 选择所述三组电源开关的对应一组接通并且关断该三组电源开关的其它两组，以便在误差信号具有总体正值时沿更加正的方向驱动电动机以增大电动机速度。

17. 如权利要求 15 所述的方法，其中控制相应电源开关的接通和关断的步骤还包括如下步骤：

采用一换向器来控制 and 选择所述三组电源开关的对应一组接通并且关断该三组电源开关的其它两组，以便在误差信号具有总体负值时沿更加负的方向驱动电动机以减小电动机速度。

18. 如权利要求 15 所述的方法，其中控制相应电源开关的接通和关断的步骤还包括如下步骤：

采用一换向器来控制 and 选择所述三组电源开关的对应一组接通并且关断该三组电源开关的其它两组，以便在误差信号具有零值时以相同方式驱动电动机以维持相同的电动机速度。

19. 如权利要求 9 所述的方法，其中控制相应电源开关的接通和关断的步骤还包括如下步骤：

采用一换向器来控制相应电源开关以便在误差信号具有总体正值时沿更加正的方向驱动电动机以增大电动机速度。

20. 如权利要求 9 所述的方法，其中控制相应电源开关的接通和关断的步骤还包括如下步骤：

采用一换向器来控制相应电源开关以便在误差信号具有总体负值时沿更加负的方向驱动电动机以减小电动机速度。

21. 如权利要求 9 所述的方法，其中控制相应电源开关的接通和

关断的步骤还包括如下步骤：

采用一换向器来控制相应电源开关以便在误差信号具有零值时以相同方式驱动电动机以维持相同的电动机速度。

无刷电动机的电流型脉冲宽度调制技术

技术领域

本发明一般地说涉及无刷电动机的电流型脉冲宽度调制(PWM)技术,并且具体地说,涉及通过根据脉冲宽度调制(PWM)控制信号的正极性或负极性分别增大或减小电动机速度来控制无刷电动机的系统和方法,其中 PWM 信号根据由所需电动机速度与当前电动机速度之差所产生和得出的误差信号而变化。

背景技术

对于无刷电动机速度的控制存在各种系统和方法。一种传统现有技术的系统和方法包括采用脉冲宽度调制(PWM)信号来直接控制无刷电动机的电源开关。例如,三相电动机具有三个上开关和三个下开关以控制无刷电动机。采用一对上下开关来控制无刷电动机的各相。在该现有技术的系统和方法中, PWM 信号以如下方式控制无刷电动机,即这六个开关或者接通以激励电动机或者关断以使电动机停止或减速。这样,通过使 PWM 信号接通电源开关以驱动电动机来使电动机速度增大,以及通过使 PWM 信号关断电源开关以阻断电动机来使电动机速度减小。因此,电动机在其接通状态与关断状态之间连续且重复地加以切换,产生沿一个方向的全功率激励或者滑行状态。

在计算机领域,计算机系统中存在采用无刷电动机来驱动磁带盘的磁带机。一种类型的磁带机,例如线性磁带打开(Linear Tape Open)(LTO),包括两个磁带盘,其一为供带盘,另一为收带盘。供带盘由供带盘电动机驱动,而收带盘由收带盘电动机驱动。利用控制规程来控制这两个电动机的速度。对于这些类型的磁带机或磁带传送装置,磁带的位置和速率需要加以控制。控制规程需要确定磁带的位置和速率以便准确地控制盘电动机的速度。可以将这两个磁带盘、磁带,以及驱动磁带盘的两个电动机当作一个整套装置。该整套装置接收多个输入并且提供多个输出。例如,该整套装置的输入是提供给电动机以

控制电动机的电流。该整套装置的输出是磁带速率、磁带张力，和磁带位置。

这些类型的磁带机需要将磁带机的所需电动机速度与其实际电动机速度加以比较以准确地控制磁带的位置和速率。如果所需电动机速度不等于实际电动机速度，则需要将电动机从实际电动机速度驱动至所需电动机速度。因此最好提供根据并基于所需电动机速度与实际电动机速度之差来控制无刷电动机速度的系统和方法。并且最好提供利用无需连续和重复地接通和关断电动机但可以连续驱动无刷电动机的 PWM 信号来控制无刷电动机速度的系统和方法。进一步最好提供根据所需电动机速度与实际电动机速度之差利用控制无刷电动机速度的 PWM 信号来控制无刷电动机速度的系统和方法。进一步最好提供用于控制用在磁带伺服系统和方法中的无刷电动机的速度的系统和方法。进一步最好提供根据无刷电动机的转子位置来控制无刷电动机速度的系统和方法。

发明内容

因此本发明的目的在于提供一种根据并基于所需电动机速度与实际电动机速度之差来控制无刷电动机速度的系统和方法。

本发明的另一个目的在于提供一种利用无需连续和重复地接通和关断电动机但可以连续驱动无刷电动机的 PWM 信号来控制无刷电动机速度的系统和方法。

本发明的再一个目的在于提供一种根据并基于所需电动机速度与实际电动机速度之差利用控制无刷电动机速度的 PWM 信号来控制无刷电动机速度的系统和方法。

本发明的再一个目的在于提供一种用于控制用在磁带伺服系统和方法中的无刷电动机的速度的系统和方法。

本发明的再一个目的在于提供一种根据无刷电动机的转子位置来控制无刷电动机速度的系统和方法。

上述目的通过如下所述来实现。一种用于无刷电动机的电流型脉冲宽度调制 (PWM) 技术。本发明的系统和方法通过根据脉冲宽度调制

(PWM) 控制信号的极性和大小分别增大或减小电动机速度来控制无刷电动机。PWM 信号随着与所需电动机电流与实际电动机电流之差成比例产生的误差信号而变化。采用一个电动机电流传感器来感测施加在电动机上的实际电动机电流。采用一个电流比较器来比较所需电流基准信号与实际电流信号并产生误差信号。采用一个脉冲宽度调制器将该误差信号转换成脉冲宽度调制的误差信号。采用多个转子位置传感器来感测电动机的转子位置。换向器电路接收该脉冲宽度调制误差信号以及电动机的转子位置。电源开关与换向器的输出端相耦连并且还耦连至电动机。该换向器根据相应的脉冲宽度调制误差信号来控制相应电源开关的接通和关断，从而将电动机控制在与所需基准电流信号相对应的所需电动机电流。当误差信号对应具有总体正值、负值和零值时，换向器控制相应的电源开关沿更加正的方向、更加负的方向或以相同的方式驱动电动机以分别增大、减小或保持电动机速度。

根据本发明，提供了一种用于控制无刷电动机的电动机速度的系统，包括：一电动机电流传感器，耦连至该电动机上，用于感测施加至该电动机上的实际电动机电流信号，一电流比较器，耦连至所需电流基准信号和实际电流信号并且具有来自所需电流基准信号和来自实际电流信号的输入，其中该电流比较器将所需电流基准信号与实际电流信号加以比较并产生一误差信号，一脉冲宽度调制器，耦连至电流比较器，其中该脉冲宽度调制器产生脉冲宽度调制信号并且将误差信号转换成对应的脉冲宽度调制误差信号，多个转子位置传感器，固定在至少电动机的附近，用于感测电动机的转子位置，一换向器，耦连至脉冲宽度调制器和转子位置传感器并且具有来自脉冲宽度调制器和来自转子位置传感器的输入，其中转子位置传感器带有电动机转子位置，和多个电源开关，耦连至换向器的输出端，并且还耦连至电动机上，其中该换向器根据对应的脉冲宽度调制误差信号来控制相应电源开关的接通和关断，以便将电动机控制在与所需电流基准信号相对应的所需电动机速度，其中所述电动机电流传感器包括：一电流感测电阻器，其中施加至电动机上的实际电压耦连至该电阻器的一端，该电

阻器的另一端接地，实际电压和电流感测电阻器确定施加至电动机上的实际电动机电流信号的值，和一整流器，耦连至电流感测电阻器并且具有来自电流感测电阻器一端的输入，其中该整流器接收脉冲宽度调制误差信号并且确定施加至电动机上的实际电动机电流信号的对应方向。

根据本分明，还提供了一种用于控制无刷电动机的电动机速度的方法，包括如下步骤：感测施加在该电动机上的实际电动机电流信号，将一所需电流基准信号与该实际电流信号加以比较，根据该所需电流基准信号与实际电流信号之差产生一误差信号，将该误差信号转换成对应的脉冲宽度调制误差信号，感测电动机的转子位置，以及根据对应的脉冲宽度调制误差信号来控制相应电源开关的接通和关断，以便将电动机控制在与所需电流基准信号相对应的所需电动机速度，其中感测实际电动机电流信号的步骤包括如下步骤：采用一电流感测电阻器，其中施加至电动机上的实际电压耦连至该电阻器的一端，该电阻器的另一端接地，实际电压和电流感测电阻器确定施加至电动机上的实际电动机电流信号的值，以及采用一整流器，耦连至电流感测电阻器并且具有来自电流感测电阻器一端的输入，其中该整流器接收脉冲宽度调制误差信号并且确定施加至电动机上的实际电动机电流信号的对应方向。

本发明的上述以及其它目的、特征和优点在下面详细描写的说明中将更加清楚。

附图说明

构成本发明特点的新颖性特征在所附权利要求中给出。但是本发明本身以及优选实施方式及其进一步的目的和优点，通过参考下面例示性实施例的详细说明并且结合附图将得以更好地理解。附图中：

图 1 为本发明用于根据并基于所需电动机速度与实际电动机速度之差来控制无刷电动机速度的系统的方框图，其中该系统和方法采用了随所需电动机电流与实际电动机电流之差所产生的误差信号而变化的 PWM 信号；

图 2 为当所需电动机电流大于实际电动机电流时图 1 中系统所产生的 PWM 信号, 其中该 PWM 信号的正脉冲长于负脉冲, 所述脉冲根据所需电动机电流与实际电动机电流之间具有正值的误差信号所产生, 并且其中该 PWM 信号用于控制电源开关以增大无刷电动机的电流;

图 3 为当所需电动机电流小于实际电动机电流时图 1 中系统所产生的 PWM 信号, 其中该 PWM 信号的正脉冲短于负脉冲, 所述脉冲根据所需电动机电流与实际电动机电流之间具有负值的误差信号所产生, 并且其中该 PWM 信号用于控制电源开关减小无刷电动机的速度;

图 4 为当所需电动机电流等于实际电动机电流时图 1 中系统所产生的 PWM 信号, 其中该 PWM 信号的正脉冲与负脉冲长度相等, 所述脉冲根据所需电动机速度与实际电动机速度之间具有零值的误差信号所产生, 并且其中该 PWM 信号用于控制电源开关维持无刷电动机的速度; 以及

图 5 为本发明系统的操作规程的流程图, 其中该系统用于根据所需电动机电流与实际电动机电流之差成比例控制无刷电动机的速度。

具体实施方式

本发明为用于无刷电动机的电流型脉冲宽度调制 (PWM) 技术。本发明提供了根据脉冲宽度调制 (PWM) 信号 36 例如 PWM 信号 36A 或 36B 或 36C 的正极性或负极性分别增大或减小电动机激励来控制无刷电动机 20 的本系统 10 和方法。PWM 信号 36 随着与所需电动机电流与实际电动机电流之差成比例产生的误差信号 35 而变化。用于控制无刷电动机电流的系统 10 和方法采用了无需连续和重复地接通和关断无刷电动机 20 并且是基于所产生误差信号的 PWM 信号 36。用于控制无刷电动机 20 的电流的本系统 10 和方法可以用在磁带伺服系统和方法中。用于控制无刷电动机 20 的速度的本系统 10 和方法也是基于无刷电动机的转子位置。

下面参考附图并且特别是参考图 1, 其中示出了根据脉冲宽度调制 (PWM) 信号 36 的正极性或负极性分别增大或减小电动机电流来控制无刷电动机 20 的本系统 10。本系统 10 控制无刷电动机 20 的电流。

所示无刷电动机 20 具有三相或三个电动机线圈 21, 它们是相位或电动机线圈 D、E 和 F。上电源开关 18D 和下电源开关 22D 耦连至线圈 D 以控制那里的无刷电动机 20。上电源开关 18E 和下电源开关 22E 耦连至线圈 E 以控制那里的无刷电动机 20。上电源开关 18F 和下电源开关 22F 耦连至线圈 F 以控制那里的无刷电动机 20。电源开关 18D、18E、18F、22D、22E 和 22F 耦连至总电源或电源 19。电源 19 通过选择适当的开关 18 和 22 向无刷电动机 20 提供正和负的驱动电源, 例如+12 伏和-12 伏。这些电源开关由 PWM 信号, 例如在图 2 和 3 和 4 中分别所示的 PWM 信号 36A 或 36B 或 36C 根据 PWM 信号的极性加以激励。后面将更详细地说明 PWM 信号 36A 和 36B 和 36C。

霍尔传感器 12A、12B 和 12C 耦连至无刷换向器 14 的输入端, 电源开关 18D、18E、18F、22D、22E 和 22F 耦连至无刷换向器 14 的输出端。无刷换向器 14 用于控制电动机线圈 D、E 和 F 的方向和驱动以控制无刷电动机 20 的激励。当电动机控制系统 10 工作时, 电动机线圈 D、E 和 F 或者沿一个方向驱动或者沿相反方向驱动。霍尔传感器 12A、12B 和 12C 分别感测并提供无刷电动机 20 的转子位置信息以控制相应的电动机线圈 D、E 和 F。脉冲宽度调制器 28 也耦连至无刷换向器 14 的输入端。

脉冲宽度调制器 28 具有一个耦连在其输入端的误差放大器 30。该误差放大器的输入为基准电流或所需电流信号 34 以及感测电流或实际电流信号 32。所需电流信号 34 与实际电流信号 32 之差由误差放大器 30 确定和放大。误差放大器 30 具有频率补偿特性, 可确保无刷电动机中所产生电动机电流的稳定性, 并且提供充分的增益, 使得所需电动机电流与实际电动机电流之差对于所有正常的电动机速度条件都保持较小。该差从误差放大器 30 中以误差差别信号 35 的形式输出。误差差别信号 35 输入到脉冲宽度调制器 28 中。脉冲宽度调制器 28 提供脉冲宽度调制 (PWM) 信号 36, 例如以图 2 中所示 PWM 信号 36A 的形式或者以图 3 中所示 PWM 信号 36B 的形式或者以图 4 中所示 PWM 信号 36C 的形式。该 PWM 信号 36 被馈送至无刷换向器 14 的输入端。

下电源开关 22D、22E 和 22F 耦连至电流感测电阻器 23 的一端。电流感测电阻器 23 的另一端接地。从施加在电流感测电阻器 23 上的电流感测电压信号 27 获得感测电流或实际电流信号 32。电流感测电压信号 27 输入至一个有源感测电流整流器 24。该整流器 24 还接收来自脉冲宽度调制器 28 的 PWM 信号 36，使得感测电流或实际电流信号 32 根据 PWM 信号 36 的极性改变或维持方向。整流器 24 根据电流感测电阻器 23 处的电流感测电压信号 27 和 PWM 信号 36 的极性相应地确定并输出感测电流或实际电流信号 32。PWM 信号 36 的极性确定了电动机激励的方向，其是实际电流驱动无刷电动机 20 的方向。

无刷换向器 14 以对于无刷换向器公知的和熟悉的方式控制电源开关 18D、18E、18F、22D、22E 和 22F 以及无刷电动机 20。本发明公开了无刷换向器 14 通过控制一组两个电源开关来控制无刷电动机 20，即，选择并接通一组两个电源开关同时使两个电源开关的另两组保持关断。至于无刷换向器 14 如何确定并选择两个电源开关的哪一组要接通以及两个电源开关的哪些组要保持关断，这是众所周知的。例如，如果需要通过在线圈 D 和 E 之间施加正电压而沿正方向激励无刷电动机 20 以增大电动机速度，则接通上电源开关 18D 和下电源开关 22E。其它电源开关 18E、18F、22D 和 22F 被关断。另一方面，如果需要通过在线圈 D 和 E 之间施加负电压而沿负方向激励无刷电动机 20 以减小电动机速度，则接通上电源开关 18E 和下电源开关 22D。其它电源开关 18D、18F、22E 和 22F 被关断。

下面参考附图并且特别是参考图 2，PWM 信号 36A 为图 1 中系统 10 在所需电动机速度大于实际电动机速度时产生的数字信号。PWM 信号 36A 的正脉冲 38 长于负脉冲 40。这些脉冲 38 和 40 的长度根据所需电动机电流与实际电动机电流之间的误差信号 35 而产生。在图 2 中，所需电动机电流大于实际电动机电流。因此，整个误差信号 35 是正信号以增大实际电动机电流。采用 PWM 信号 36A 控制电源开关以增大无刷电动机 20 的电流。PWM 信号 36A 与电流感测电压 27 的输入一起提供给整流器 24。PWM 信号 36A 的正脉冲 38 使得无刷电动机 20 沿正激

励方向驱动，而 PWM 信号 36A 的负脉冲 40 使得无刷电动机 20 沿负激励方向驱动。由于总体上正脉冲 38 长于负脉冲 40，所以总体上无刷电动机 20 将沿着正激励方向或方式驱动以增大电动机电流。根据 PWM 信号 36A 分别在正脉冲 38 和负脉冲 40 的接通时间和断开时间，以正激励和负激励连续地驱动电动机线圈 D、E 和 F，但是总体上将沿着正激励方向驱动无刷电动机 20 以增大其电流。

下面参考附图并且特别是参考图 3，PWM 信号 36B 为图 1 中系统 10 在所需电动机电流小于实际电动机电流时产生的数字信号。PWM 信号 36B 的正脉冲 38 短于负脉冲 40。这些脉冲 38 和 40 的长度根据所需电动机电流与实际电动机电流之间的误差信号 35 而产生。在图 3 中，所需电动机电流小于实际电动机电流。因此，整个误差信号 35 是负信号以减小实际电动机电流。采用 PWM 信号 36B 控制电源开关以减小无刷电动机 20 的电流。PWM 信号 36B 与电流感测电压 27 的输入一起提供给整流器 24。PWM 信号 36B 的正脉冲 38 使得无刷电动机 20 沿正激励方向驱动，而 PWM 信号 36B 的负脉冲 40 使得无刷电动机 20 沿负激励方向驱动。由于总体上负脉冲 40 长于正脉冲 38，所以总体上无刷电动机 20 将沿着负激励方向或方式驱动以减小电动机电流。根据 PWM 信号 36B 分别在正脉冲 38 和负脉冲 40 的接通时间和断开时间，以正激励和负激励连续地驱动电动机线圈 D、E 和 F，但是总体上将沿着负激励方向驱动无刷电动机 20 以减小其电流。

下面参考附图并且特别是参考图 4，PWM 信号 36C 为图 1 中系统 10 在所需电动机电流等于实际电动机电流时产生的数字信号。PWM 信号 36C 具有长度相等的正脉冲 38 和负脉冲 40。这些脉冲 38 和 40 的长度根据所需电动机电流与实际电动机电流之间的误差信号 35 而产生。在图 4 中，所需电动机电流等于实际电动机电流。因此，整个误差信号 35 是零值信号以便将实际电动机电流保持在所需电动机电流。采用 PWM 信号 36C 控制电源开关以维持无刷电动机 20 的电流。PWM 信号 36C 与电流感测电压 27 的输入一起提供给整流器 24。PWM 信号 36C 的正脉冲 38 使得无刷电动机 20 沿正激励方向驱动，而 PWM 信号 36C

的负脉冲 40 使得无刷电动机 20 沿负激励方向驱动。由于总体上正脉冲 38 与负脉冲 40 长度相等,所以总体上无刷电动机 20 将以相同的方式驱动以维持电动机电流。根据 PWM 信号 36C 分别在正脉冲 38 和负脉冲 40 的接通时间和断开时间,以正激励和负激励连续地驱动电动机线圈 D、E 和 F,但是总体上将以相同方式驱动无刷电动机 20 以维持其电流。

下面参考附图特别是参考图 5,其中示出了用于根据和基于所需电动机电流与实际电动机电流之差成比例控制无刷电动机 20 的速度的本发明系统 10 的操作规程 42 的流程图。规程 42 开始于块 44。在块 46 处,规程 42 获取施加至无刷电动机 20 上的实际电压信号 27。规程 42 使用电流感测电阻器 23 来确定无刷电动机 20 的实际电流信号 32。在块 48 处,规程 42 从当前 PWM 信号 36 中确定实际电流信号 32 的方向。在块 50 处,规程 42 将基准电流输入信号 34 与实际电流信号 32 加以比较。获取这两个信号值 34 和 32 之差以获得误差信号 35。在块 52 处,将误差信号 35 转换成 PWM 信号 36,并将 PWM 信号 36 提供给无刷换向器 14。在块 54 处,利用霍尔传感器 12A、12B 和 12C 获得无刷电动机的转子位置。这些转子位置也输入至无刷换向器 14 中以控制无刷电动机 20。在块 56 处,采用无刷换向器 14 选择和接通一组两个电源开关以控制无刷电动机 20 并关断所有其它电源开关。

规程 42 运行至判断块 58。在判断块 58 处,规程 42 确定 PWM 信号 36 是否具有正值。如果是,则规程 42 转向模块 60,在此处无刷换向器 14 操作以选择一组电源开关,以便沿正方向驱动无刷电动机 20 来增大电动机速度,然后循环返回至块 46 并从此继续。如果否,则规程 42 转向判断块 62。在判断块 62 处,规程 42 确定 PWM 信号 36 是否具有负值。如果是,则规程 42 转向块 64,在此处无刷换向器 14 操作以选择一组电源开关,以便沿负方向驱动无刷电动机 20 来减小电动机速度,然后循环返回至块 46 并从此继续。如果否,则误差信号等于零,规程转向块 66。在块 66 处,无刷换向器 14 操作以选择一组电源开关,以便以相同方式驱动无刷电动机 20 来维持同样的电动机速度。然后规

程 42 循环返回至块 46 并从此继续。

虽然本发明是结合优选实施例以具体形式加以显示并说明的，但是本领域技术人员应当理解，可以在形式和细节上对其进行各种改变而不脱离本发明的精神和范围。

