



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108377113 A

(43)申请公布日 2018.08.07

(21)申请号 201810096058.9

H02P 27/08(2006.01)

(22)申请日 2018.01.31

(30)优先权数据

201741003585 2017.01.31 IN

(71)申请人 古德里奇航天服务私人有限公司

地址 印度卡纳塔克邦班加罗尔

(72)发明人 A.K.蒂鲁纳拉亚纳

A.C.西瓦拉马萨斯特里

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李晨 安文森

(51)Int.Cl.

H02P 6/24(2006.01)

H02P 25/03(2016.01)

H02P 25/08(2016.01)

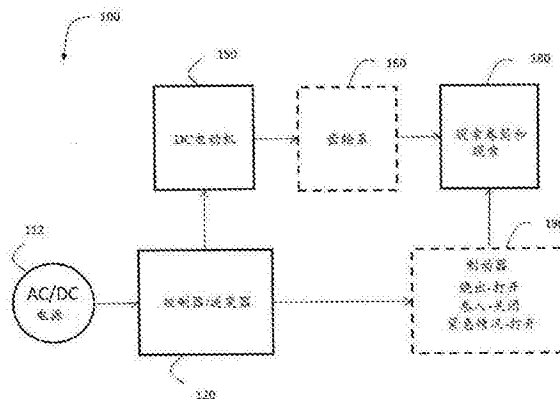
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

永磁电动机中通过电磁方式对起重机施加制动的方

(57)摘要

本文中的实施方案涉及一种具有基于电动机的电磁制动器的永磁(PM)电动机驱动的起重机。所述起重机包括直流(DC)电源;PM电动机,其具有定子线圈和可操作地耦接到其上缠绕有缆索的缆索卷筒的PM转子。所述起重机还包括可操作地连接到所述直流电源和所述PM电动机的控制器,其中所述控制器配置成采用制动所述PM电动机的方法来控制所述PM电动机。所述方法包括基于所述PM电动机的位置在所述控制器中生成控制信号,向所述PM电动机施加制动命令信号以将所述PM电动机的所述PM转子磁锁选定的持续时间,将所述制动命令信号移除第二选定的持续时间,以及重复所述生成、施加和移除直到所述PM电动机停止为止。



1. 一种具有基于电动机的电磁制动的永磁 (PM) 电动机驱动的起重机, 包括:
直流 (DC) 电源;
PM 电动机, 其具有定子线圈和可操作地耦接到其上缠绕有缆索的缆索卷筒的 PM 转子;
以及
控制器, 其可操作地连接到所述直流电源和所述 PM 电动机, 其中所述控制器配置成采用制动所述 PM 电动机的方法来控制所述 PM 电动机, 所述方法包括:
 - 基于所述 PM 电动机的位置在所述控制器中生成控制信号,
 - 向所述 PM 电动机施加制动命令信号以将所述 PM 电动机的所述 PM 转子磁锁选定的持续时间,
 - 将所述制动命令信号移除第二选定的持续时间, 以及
 - 重复所述生成控制信号、施加制动命令信号以及移除所述制动命令信号, 直到所述 PM 电动机停止为止。
2. 根据权利要求 1 所述的起重机, 还包括可操作地耦接到所述 PM 电动机和所述缆索卷筒的齿轮系。
3. 根据权利要求 1 所述的起重机, 还包括可操作地耦接到所述控制器和所述缆索卷筒的机电制动器。
4. 根据权利要求 3 所述的起重机, 其中当所述控制器不命令所述 PM 电动机移动时, 所述机电制动器被通电。
5. 根据权利要求 3 所述的起重机, 其中当所述控制器命令所述 PM 电动机移动时, 所述机电制动器被通电。
6. 根据权利要求 3 所述的起重机, 其中所述机电制动器配置成在选定的条件下阻止所述缆索卷筒的运动并且将所述缆索卷筒保持在固定位置。
7. 根据权利要求 1 所述的起重机, 还包括多个霍尔效应传感器, 所述霍尔效应传感器配置成检测所述 PM 电动机的转子的位置。
8. 根据权利要求 1 所述的起重机, 其中所述 PM 电动机是无刷直流 BLDC 电动机、永磁同步电动机和磁阻电动机中的至少一者。
9. 根据权利要求 1 所述的起重机, 其中所述控制器包括用于向所述 PM 电动机生成命令信号的逆变器。
10. 根据权利要求 1 所述的起重机, 其中所述制动命令信号基于所述 PM 电动机的操作特性进行脉宽调制 (PWM)。
11. 根据权利要求 1 所述的起重机, 其中所述制动命令信号可配置用于给定的起重机配置。
12. 一种在起重机系统中施加制动的方法, 其中永磁 (PM) 电动机可操作地连接到其上缠绕有缆索的缆索卷筒, 控制器可操作地连接所述 PM 电动机和直流电源, 所述控制器执行所述方法, 所述方法包括:
 - 基于所述 PM 电动机的位置在所述控制器中生成控制信号;
 - 向所述 BLDC 电动机施加制动命令信号以将所述 PM 电动机磁锁选定的持续时间;
 - 将所述制动命令信号移除第二选定持续时间; 以及
 - 重复所述生成、施加和移除直到所述 PM 电动机停止为止。

13. 根据权利要求13所述的方法,还包括当所述控制器不命令所述PM电动机移动时,对机电制动器通电,其中所述机电制动器配置成在选定的条件下阻止所述缆索卷筒的运动并且将所述缆索卷筒保持在固定位置。

14. 根据权利要求13所述的方法,还包括当所述控制器命令所述PM电动机移动时,对机电制动器通电,其中所述机电制动器配置成在选定的条件下阻止所述缆索卷筒的运动并且将所述缆索卷筒保持在固定位置。

15. 根据权利要求13所述的方法,其中所述制动命令信号基于所述PM电动机的操作特性进行脉宽调制(PWM)。

永磁电动机中通过电磁方式对起重机施加制动的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

本申请要求2017年1月31日提交的印度专利申请号201741003585的优先权,其全部内容以引用方式并入本文。

技术领域

[0002] 本发明涉及用于电操作起重机,尤其用于采用无刷直流BLDC电动机的救援起重机的替代制动方案。

背景技术

[0003] 直升机救援起重机用于紧急情况下的人员搜救行动,例如自然灾害或人为作业情况下的火灾、外海、冰川裂隙、地块、矿山等疏散。在这种情况下,需要非常准确和可靠地控制起重机的卷入/卷出模式,以确保被救人员不受伤或有效载荷不被损坏。电动起重机的可靠使用可以取决于制动系统的效率和可靠性。当驱动起重机的电动机未被供电时,制动机构将起重机保持在固定位置。在起重机的这种操作期间,如果制动机构不起作用,就有可能使有效载荷猛然摇摆甚或自由落体。在常规的起重机操作中,通过单独的机电构件提供制动功能。一些起重机系统甚至已经配备有两个独立的制动器,其中一个称为机械负载制动器,而另一个是弹簧设置的电可释放的摩擦制动器,一般称为保持制动器。机械负载制动器是这样一种装置,其中摩擦表面借助于源自悬挂负载的扭矩而以延迟和阻止所述负载的下降的方式啮合。摩擦表面倾向于通过来自电动机的在下降方向上的扭矩解除啮合。但是,如果然后诸如通过电源故障移除电动机扭矩,则制动器将停止并保持负载。负载制动器通常在通过离合机构起重的过程期间脱离。在操作中,这些制动器类型中的每一种都设计成停止和保持起重机容量内的任何负载。但是,负载和保持制动器的使用更复杂,并且需要另外的重量。在飞行器应用中,另外的重量是非期望的。

[0004] 虽然早已认识到,在电源故障时每个制动器都是有效的双制动系统是非常理想的特征,但是使用机械负载制动器已经省略了几种类型的起重机,并且在需要时依靠其他制动方案进行制动。已经采用的一种方法是使用电磁电动机制动作为第二制动方式。电磁制动现象是众所周知的电动机特性,其中它们被控制为像发电机那样操作,还提供制动扭矩。关于由直流电源供电的起重机,连接直流驱动电动机非常简单,使得其成为自激式发电机,并且因此在没有外部电源的情况下提供第二制动源。关于交流电供电的起重机,虽然可能,但是所述特征可能更复杂并且因此实现成本更高。最后,应当注意,任何形式的电磁制动,由于其依靠旋转来产生扭矩,所以并不总是保持悬挂的负载静止。因此,其最好提供受控的负载降低,幸运的是以通常低于正常下降速度的速度下降,并且因此可能是有利的,特别是与起重机负载的不受控制的自由下降相比。因此,希望有一种为起重机提供制动的替代方式,其利用起重机电动机的电磁制动,从而导致更快和更准确的受控停止动作,特别是在常规电磁制动器变得不起作用的情况下。

发明内容

[0005] 根据本发明的一个实施方案,本文描述了一种具有基于电动机的电磁制动器的永磁(PM)电动机驱动的起重机。所述起重机包括直流(DC)电源、具有定子线圈和可操作地耦接到其上缠绕有缆索的缆索卷筒的PM转子的PM电动机以及可操作地连接到直流电源和PM电动机的控制器,其中所述控制器配置成采用制动PM电动机的方法来控制PM电动机。所述方法包括基于PM电动机的位置在控制器中生成控制信号,向PM电动机施加制动命令信号以将PM电动机的PM转子磁锁选定的持续时间,将制动命令信号移除第二选定的持续时间,以及重复所述生成、施加和移除直到PM电动机停止为止。

[0006] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括可操作地耦接到PM电动机和缆索卷筒的齿轮系。

[0007] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括可操作地耦接到控制器和缆索卷筒的机电制动器。

[0008] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括当控制器不命令PM电动机移动时,对电磁制动器通电。

[0009] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括当控制器命令PM电动机移动时,对电磁制动器通电。

[0010] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括:机电制动器配置成在选定的条件下阻止缆索卷筒的运动并且将缆索卷筒保持在固定位置。

[0011] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括:被配置成检测PM电动机的转子的位置的多个霍尔效应传感器。

[0012] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括:PM电动机是无刷直流BLDC电动机。

[0013] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括:控制器包括用于向PM电动机生成命令信号的逆变器。

[0014] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括:逆变器包括以三条腿布置的至少六个开关装置。

[0015] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括:制动命令信号基于PM电动机的操作特性进行脉宽调制(PWM)。

[0016] 根据本发明的一个实施方案,本文描述了一种在起重机系统中施加制动的方法,其中永磁(PM)电动机可操作地连接到其上缠绕有缆索的缆索卷筒,控制器可操作地连接PM电动机和直流电源,所述控制器执行所述方法。所述方法包括:基于PM电动机的位置在控制器中生成控制信号,向BLDC电动机施加制动命令信号以将PM电动机磁锁选定的持续时间,将制动命令信号移除第二选定持续时间,以及重复生成、施加和移除直到PM电动机停止为止。

[0017] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括:当控制器不命令PM电动机移动时,对机电制动器通电,其中机电制动器配置成在选定的条件下阻止缆索卷筒的运动并且将缆索卷筒保持在固定位置。

[0018] 除了上文描述的一个或多个特征以外,或者作为其替代,其他实施方案还可以包括:当控制器PM命令电动机移动时,对机电制动器通电,其中机电制动器配置成在选定的条件下阻止缆索卷筒的运动并且将缆索卷筒保持在固定位置。

[0019] 通过本公开的技术实现了另外的特征和优点。本文详细描述本公开的其他实施方案和方面。为了更好地理解具有优点和特征的本公开内容,参考说明书和附图。

附图说明

[0020] 在说明书的结论处的权利要求书中特别地指出并清楚地要求保护被视作本发明的主题。根据结合附图所进行的以下具体实施方式,本发明的上述和其他特征和优点是显而易见的,其中:

图1示出了常规救援起重机系统的框图;

图2示出了根据实施方案的救援起重机系统的框图;

图3示出了根据实施方案的救援起重机系统的一部分;

图4示出了根据实施方案的救援起重机系统的一部分,其描绘了处于操作中并被磁锁的电动机;

图5描绘了详细描述根据实施方案的制动救援起重机系统的方法的流程图。

[0021] 图6描绘了根据实施方案的时序图,其描绘了周期时间。

具体实施方式

[0022] 为了促进对本公开原理的理解,现在将参考附图中所示的实施方案,并且将使用具体语言来描述所述实施方案。然而,应当理解,不由此意图限制本公开的范围。以下描述本质上仅是说明性的,并且不意图限制本公开、其应用或用途。应当理解,在整个附图中,对应的参考符号表示相似或对应的部件和特征。如本文所用,术语控制器是指可以包括执行一个或多个软件或固件程序的专用集成电路(ASIC)、电子电路、电子处理器(共享的、专用的或群组的)和存储器的处理电路;组合逻辑电路;和/或提供所述功能的其他合适的接口和部件。

[0023] 此外,术语“示例性”在本文中用于意指“用作实例、例项或说明”。本文描述为“示例性”的任何实施方案或设计不一定被解释为比其他实施方案或设计优选或有利。术语“至少一个”和“一个或多个”应理解为包括大于或等于1的任何整数,即1、2、3、4等。术语“多个”应理解为包括大于或等于2的任何整数,即2、3、4、5等。术语“连接”可以包括间接“连接”和直接“连接”。

[0024] 如本文所示和所描述,将呈现本公开的各种特征。各种实施方案可以具有相同或类似的特征,并且因此相同或类似的特征可以用相同的参考符号来标记,但是前面加有不同的第一数字,所述第一数字指示出所述特征的图。因此,例如,图X中所示的元件“a”可以被标记为“Xa”,并且图Z中的类似特征可以被标记为“Za”。尽管在一般意义上可以使用类似的参考符号,但是将描述各种实施方案,并且各种特征可以包括如本领域技术人员将理解的变化、变更、修改等,无论是明确描述还是本领域技术人员原本应了解。

[0025] 一般来说,本文中的实施方案大体上涉及一种飞行器救援起重机系统,并且更特定地涉及一种用于起重机的基于电动机的起重机制动系统,其被提供来代替机电制动机构

或补充机电制动机构。

[0026] 图1示出了常规救援起重机系统10的框图。在正常操作中,操作员通过控制器20将电力12施加到电动机50。电动机40驱动齿轮系60,所述齿轮系用于旋转其上缠绕有缆索的滚筒80以用于卷入/卷出操作。制动器90的应用确保在电动机50未被通电时防止起重机电荷自由移动。

[0027] 图2示出了根据实施方案的救援起重机系统100的框图。在正常操作中,操作员通过控制器120向电动机150施加一组命令信号。在实施方案中,采用永磁电动机。在其他实施方案中,PM电动机可以是无刷DC (BLDC) 电动机,采用永磁同步电动机 (PMSM) 或磁阻电动机。电动机150驱动可选的齿轮系160,所述齿轮系用于旋转卷筒180,所述卷筒保持用于卷入/卷出操作的缆索卷轴。在一些实施方案中,可以不采用齿轮系160,并且BLDC电动机150直接驱动滚筒180和缆索。在一些实施方案中,制动器190确保在某些操作条件下防止滚筒180并由此防止起重机有效载荷自由地移动(向上或向下)。例如,在实施方案中,制动器190确保当电动机150未被通电时,起重机系统不自由移动。制动器190是机电的并且基于来自控制器120的控制信号122(参见图4)应用,使得缆索有效载荷不自由移动或下落。在其他实施方案中,不采用制动器190,并且通过电动机150使用再生式或插接式制动来提供制动。而且,在其他实施方案中,根据需要由电动机150和机电制动器190两者提供制动。

[0028] 现在同样参考图3,控制器120包括电动机驱动器130。在实施方案中,电动机驱动器130包括各自连接到DC总线134的直流(DC)电源132和逆变器140。逆变器140基于来自操作者的控制输入以常规方式向电动机150提供激励信号。DC电源132可以像连接到交流(AC)电源和能量存储器的电池或无源整流器一样简单。在另一实施方案中,DC电源132包括用于转换AC电力以向DC总线134供电的有源前端转换器。应当理解,尽管关于实施方案公开了具有单个逆变器140的一个电动机驱动器130,但是也可以采用以并行方式操作的多个驱动器130。在替代实施方案中,可以采用单独的驱动器130和/或逆变器140来控制电动机150的多个绕组或其一部分。驱动器(或多个驱动器)130可以分别由一个或多个单独的控制器120控制。

[0029] 继续图3,在实施方案中,逆变器140具有3个相脚A、B和C。每个相脚A、B和C包括开关装置142,所述开关装置由来自控制器120的控制信号以常规方式诸如脉宽调制PWM方案控制以将DC总线134上的DC电力转换成AC驱动信号144以给电动机150供电。在实施方案中,逆变器140采用呈三个单独的并行脚的至少六个开关装置142。

[0030] 现在参考图3和图4,在实施方案中,传感器160检测电动机150的操作特性,例如可以测量或计算电动机速度、扭矩等。采用脉宽调制(PWM)功能的控制器120(图2)接收操作特性,在此例项中为来自传感器160的转子位置,并生成对应的PWM控制信号122(参见图4),以驱动逆变器140的开关装置142的栅极。驱动控制器120向逆变器140的开关装置142提供控制信号122以控制向电动机150的驱动信号144的生成。控制器120可以使用通用微处理器实施,所述通用微处理器执行存储在存储介质上的计算机程序,以执行本文所述的操作。另选地,驱动控制器120可以在硬件(例如,ASIC、FPGA)中,或在硬件/软件的组合中实施。

[0031] 现在参考图5,描述了起重机系统10的操作电磁制动方法和控制电动机150的相关方法。基于永磁的当前位置,激励定子线圈152使得其吸引转子。对于图4所示的转子154的三个不同位置155、156和157,霍尔传感器H2、H1和H3分别检测转子磁体的南极、北极和南

极。对于转子154的这些检测位置,控制器120生成控制信号122,使得定子线圈A、C和B 152被激励信号144激励,以分别在定子中产生南极、北极和南极,由此吸引转子154以及因此通过电动机150施加电磁制动。在实施方案中,所描述的技术涉及在选定的操作条件下,例如在紧急情况下,或者在由操作者命令的任何情况下,将电动机150控制为制动器。在一个实施方案中,如果常规的机械制动器190(图2)变得不起作用,则电动机150被控制为操作并充当机械制动器190的备用。在电动操作期间,PWM(脉宽调制)控制信号122被施加到逆变器140的开关装置142(图3),以从DC总线134上的输入DC电力生成用于电动机150的AC激励信号144。PWM控制信号122以这样的方式生成,由电动机150的定子绕组152生成的电磁场与转子154的磁场交互以产生旋转运动。同样地,对于制动操作,PWM控制信号122以这样的方式生成,由定子绕组152生成的磁场被配置成与转子154中的永磁的磁场磁锁。因此,电动机150被磁性保持在固定位置,并且可以将电动机150的转子154保持在其当前位置。定子绕组152由三个线圈组成,即相隔 120° 的A、B和C。

[0032] 有几种制动电动机150的方法:动态制动;再生式制动;插接式制动。动态制动通过以热能的形式耗散电动机所具有的动能,通常通过作为负载的某个外部电阻,而使机器处于静止位置。在再生式制动中,电动机充当发电机。定子电流的方向将被反转,并且电力被引导回到电源(通常是电池或转换器等),从而制动电动机。插接式制动是通过反转电源极性来实施使得电动机以相反的极性激励被驱动。反转或反向电流会对电动机的转矩产生影响,并且因此产生减速。

[0033] 即时或太快地施加制动器也是不理想的。对起重机系统100和用户的影响可能是显著的。太快的施加可能导致缆索滑动,从而可能对起重机系统100、所承载的有效载荷或甚至有效载荷附近的个人或财产造成损坏。而且,快速或突然的制动会非常令人震惊,并且可能会对被救人员造成潜在的危害,例如,在缆索被猛拉或突然停止的情况下。为了解决这些问题并克服任何潜在的缺点,电动机150所提供的制动功能被逐渐施加。例如,在实施方案中,如本文所述,描述了渐进的(反复的、系统的)制动过程。

[0034] 图5描绘了根据实施方案的用于利用起重机系统100中的BLDC电动机150逐步制动的方法200。在实施方案中,有两种逐步施加制动的方法。在第一例项中,定子绕组的激励换向在电动机旋转的方向上被控制,以按常规方式动态地控制电动机旋转。在第二例项中,通过反复地将激励施加到电动机150的定子绕组152并将其移除来实现制动,使得以循环方式实现制动。在实施方案中,定子线圈152如上所述被激励以控制电动机150。此外,根据需要,为了制动电动机150,可以采用本文中的方法。现在同样参考图6,在处理步骤205处,基于由霍尔效应传感器160感测到的转子位置的反馈来确定电动机150的操作特性,例如电动机转子154的位置。霍尔效应传感器160提供指示转子154的磁性位置的信号。控制器120可以从这个数据确定转子154的磁性位置。控制器120然后可以向逆变器140的开关装置142生成PWM控制信号122。继而,开关装置12的控制生成电动机命令信号144并且如处理步骤210所描绘的那样将所述电动机命令信号施加到每个定子线圈152,以在定子绕组152中引发相反的磁场,使得电动机150变成暂时磁锁的,例如时间 t_1 。现在参考处理步骤215,在等待选定的第一持续时间 t_1 (例如几毫秒)之后,移除激励,从而允许电动机的转子154由于负载而再次自由移动第二选定的持续时间 t_2 ,例如,毫秒数量级。现在继续处理步骤220,根据需要重复处理步骤205和210的制动和非制动,直到电动机逐渐平稳停止为止。例如在3-5次之间,

使得电动机逐渐停止。由控制器120生成的控制信号122和激励定子线圈152(A、B和C)的信号144,即 t_1 、 t_2 和如图6中所描绘的周期数,在控制器120中是可编程的。而且,应当理解,无论是在用于给定的起重机系统100配置、电动机150或电动机结构的控制器120的硬件还是软件中,制动命令信号144都是可配置的。

[0035] 应当理解,在所描述的实施方案中,为控制器120的处理器和其他电子部件供电所需的控制电力可以由用于驱动电动机或其他设备的不同来源提供。例如,在飞行器应用的实施方案中,飞行器必不可少的总线将控制电力提供给起重机系统100以确保起重机系统100被供电并且可用。因此,即使电动机驱动器不可用,控制电力也将确保逆变器140的开关装置142以这样的方式操作,其产生闭合路径并且耗散电动机定子绕组152中的能量以提供制动。有效地,通过飞机必不可少的总线始终确保对起重机系统100以及至少其制动部分的控制电力。因此,即使在操作期间损耗了电动机的输入电力,也不会有中断/安全问题。

[0036] 本文使用的术语只用于描述特定实施方案的目的并且不意在限制本发明。如本文所用,除非上下文另外明确指出,否则单数形式“一个/种”和“该/所述”也意在包括复数形式。还应当理解,当在本说明书中使用时,术语“包括”和/或“包含”指定所述特征、整体、步骤、操作、元件和/或部件的存在,但是并不排除一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元件部件和/或它们的组的存在或添加。

[0037] 在所附权利要求书中,对应的结构、材料、动作和的所有方式或步骤加功能元件的等同物意在包括用于结合如具体要求的其他要求的元件来执行功能的任何结构、材料或动作。本发明的描述已经出于说明和描述的目的而提出,但是并不意在详尽本发明或将本发明限于所公开的形式。在不脱离本发明的范围和精神的情况下,对于本领域的普通技术人员来说,许多修改和变化将是显而易见的。选择并描述实施方案以便最好地解释本发明的原理以及实际应用,并且使本领域的技术人员能够针对具有适于预期的特定用途的各种修改的各种实施方案而理解本发明。

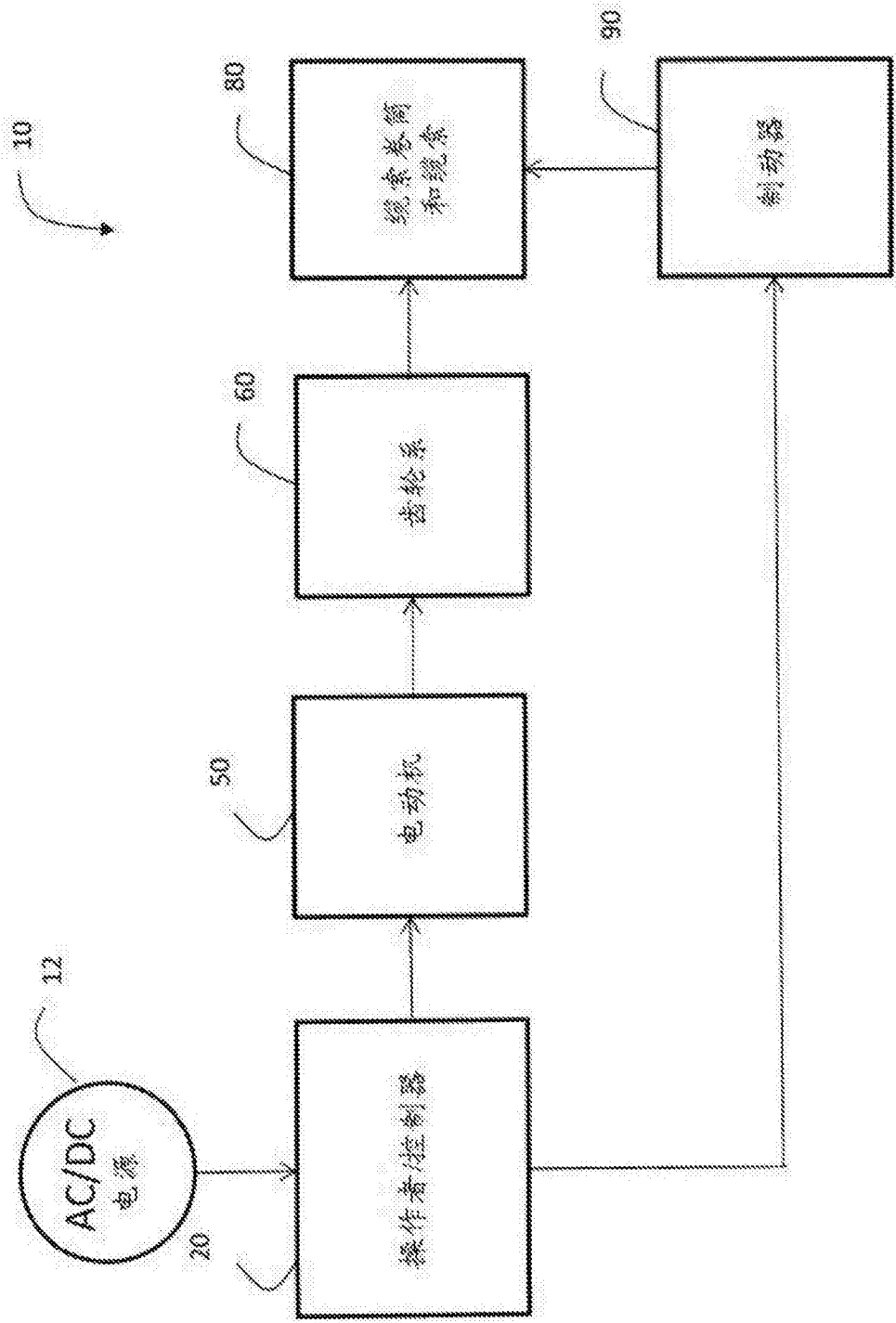


图 1

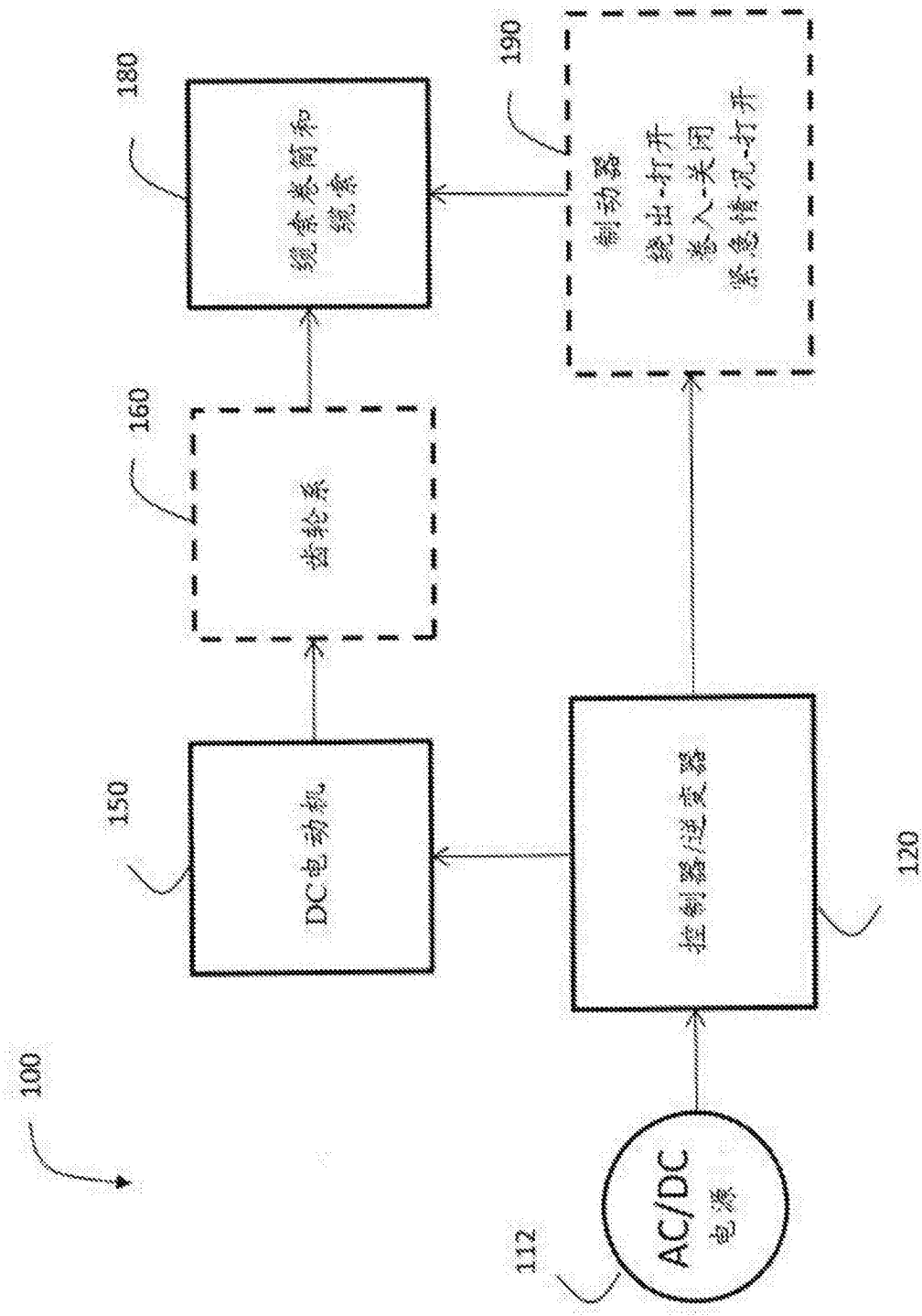


图 2

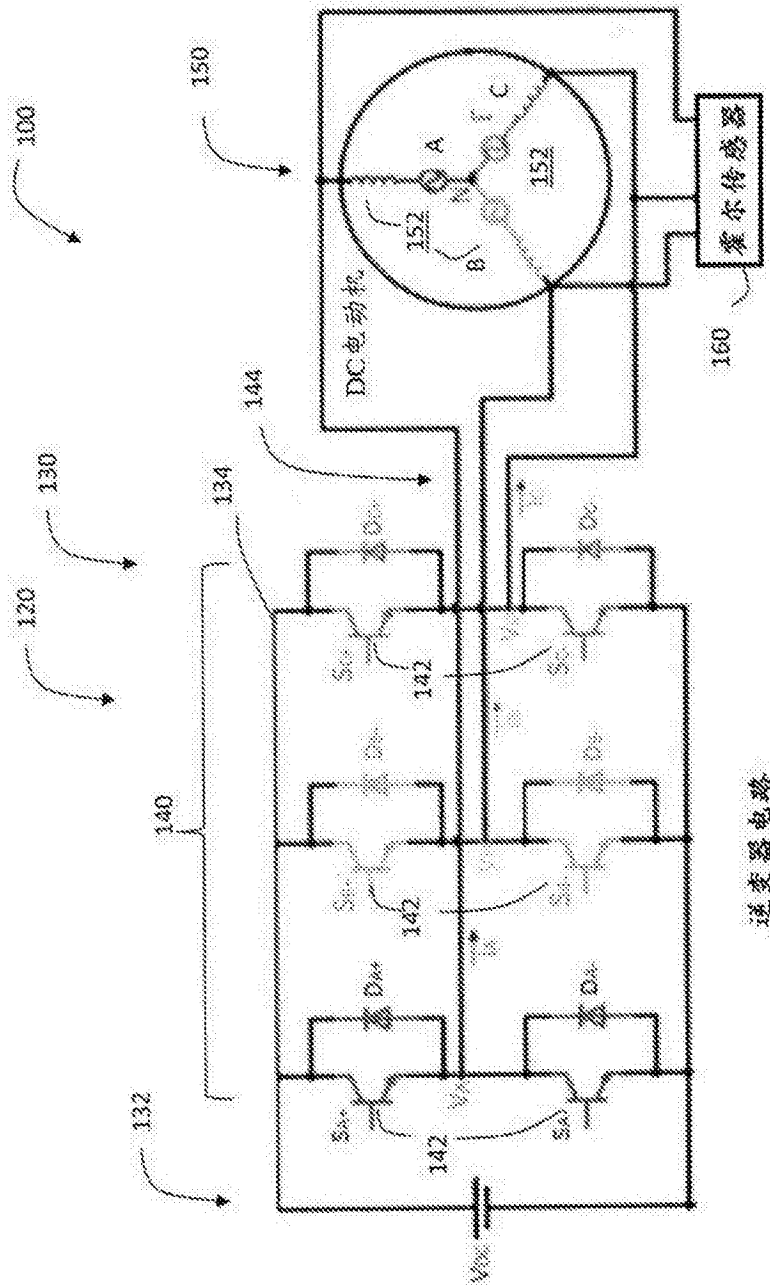


图 3

112

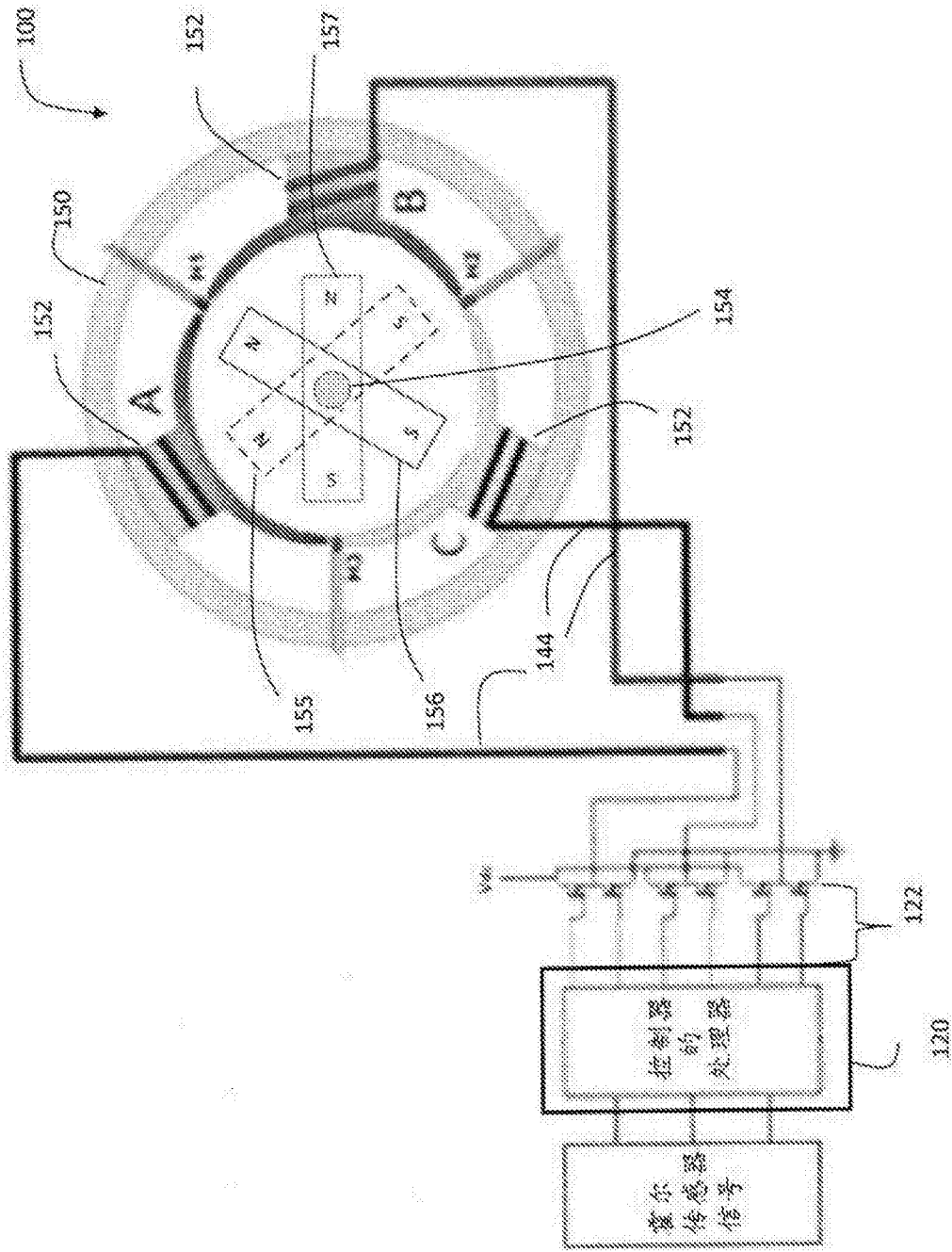


图 4

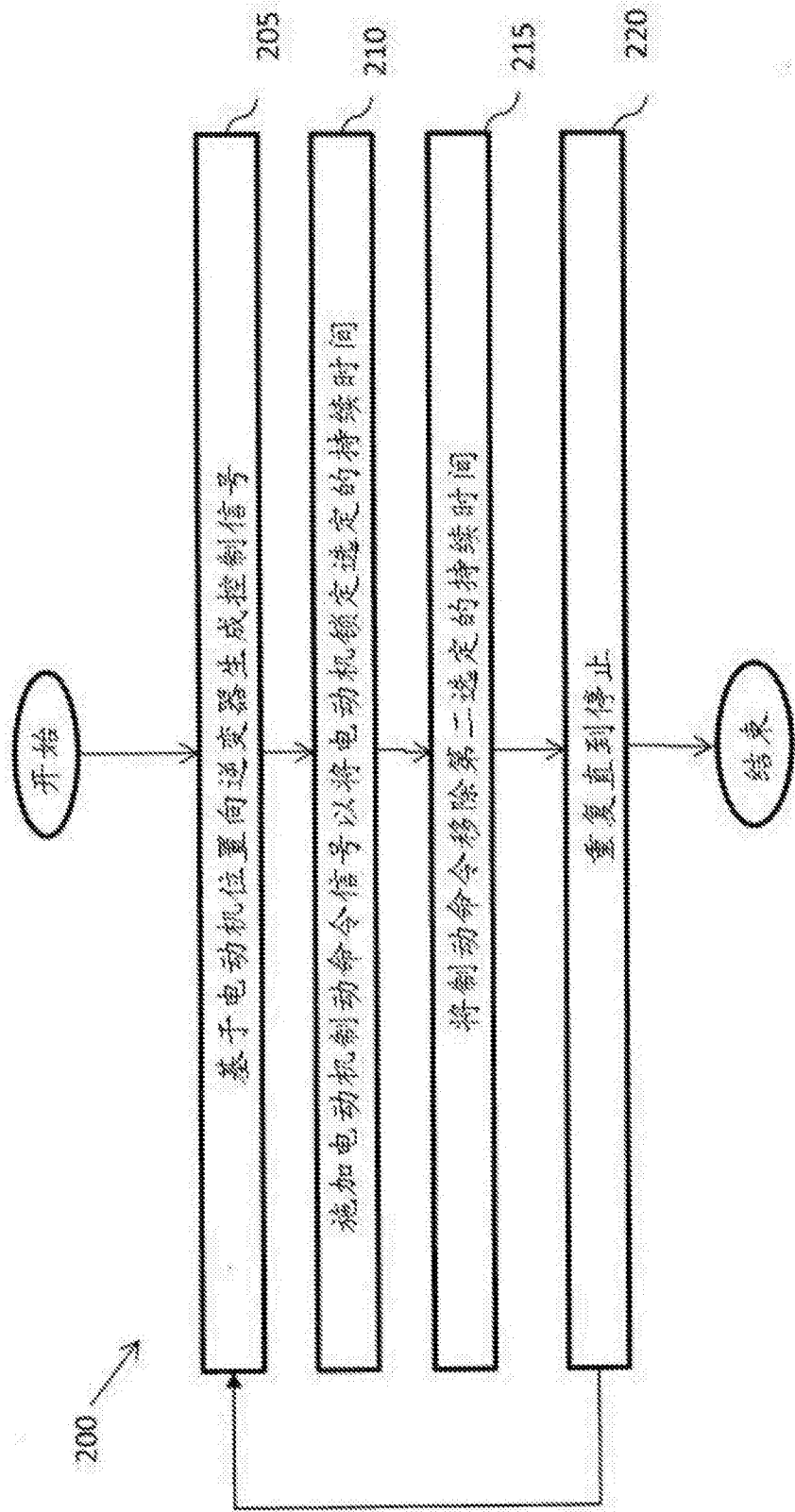


图 5

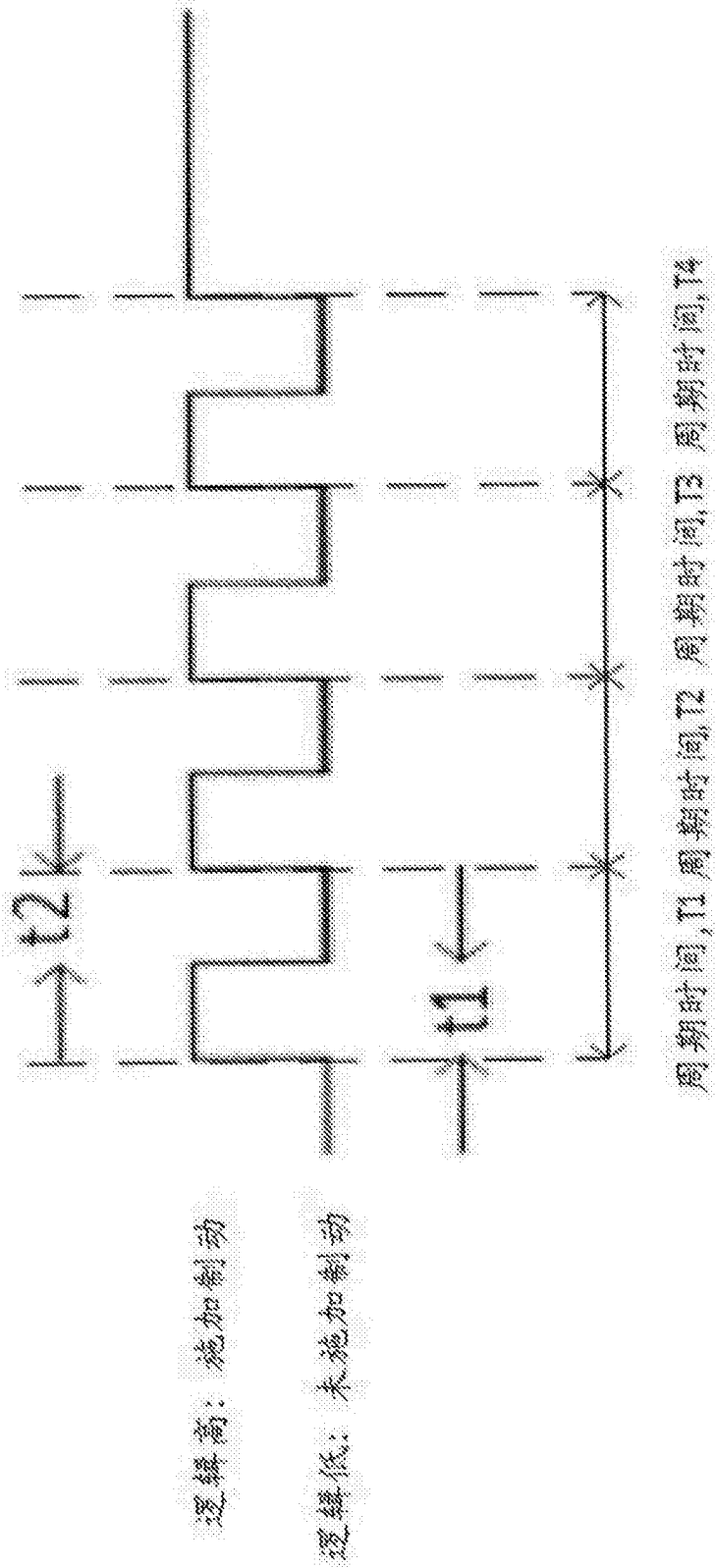


图 6