



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107738723 B

(45) 授权公告日 2021.04.13

(21) 申请号 201710631629.X

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2017.07.28

B62M 25/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B62M 9/122 (2010.01)

申请公布号 CN 107738723 A

B62M 9/132 (2010.01)

(43) 申请公布日 2018.02.27

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

EP 1514792 A1, 2005.03.16

102016000080244 2016.07.29 IT

EP 1514792 A1, 2005.03.16

(73) 专利权人 坎培诺洛有限公司

US 2015006043 A1, 2015.01.01

地址 意大利维琴察

CN 202034946 U, 2011.11.09

(72) 发明人 费代里科·米廖兰扎

JP 2002053091 A, 2002.02.19

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

审查员 王新星

责任公司 11219

代理人 梁晓广 车文

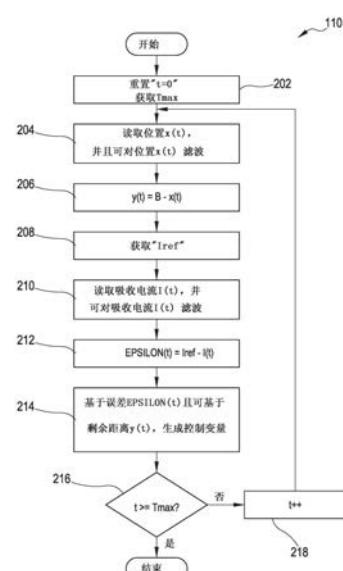
权利要求书2页 说明书16页 附图11页

## (54) 发明名称

用于控制拨链器的马达的方法以及适于执行该方法的部件

## (57) 摘要

用于控制拨链器的马达的方法以及适于执行该方法的部件。用于在从初始位置 (A) 朝向目标位置 (B) 的位移期间控制自行车电子换挡机构的拨链器 (10) 的马达 (12) 的方法 (100, 110) 包括对马达 (12) 吸收的电流 ( $I(t)$ ) 进行反馈控制 (34, 210, 212, 214) 的步骤。自行车电子换挡机构的拨链器 (10) 的电动马达 (12) 的控制器 (24) 被配置为在从初始位置 (A) 朝向目标位置 (B) 的位移期间, 对马达 (12) 吸收的电流 ( $I(t)$ ) 进行反馈控制 (34, 210, 212, 214)。



1. 用于在从初始位置 (A) 朝向目标位置 (B) 的移位期间控制自行车电子换挡机构的拨链器 (10) 的马达 (12) 的方法 (100,110) , 其特征在于, 所述方法包括对马达 (12) 吸收的电流 ( $I(t)$ ) 进行反馈控制 (34,210,212,214) 的步骤,

其中, 所述反馈控制 (34,210,212,214) 的步骤包括控制所述马达 (12) 的驱动电压 ( $V(t)$  ,  $FW(t)$  ,  $RW(t)$  ) , 使得由基准电流 ( $I_{ref}$  , 400,450,500,550,600,650,700) 和测量到的吸收电流 ( $I(t)$ ) 之间的差定义的误差 ( $EPSILON(t)$ ) 趋于变为零, 其中所述基准电流 ( $I_{ref}$  , 400,450,500,550,600,650,700) 表示所述拨链器的期望输出或设定点。

2. 根据权利要求1所述的方法 (100,110) , 所述方法包括将基准电流 ( $I_{ref}(t)$  , 450, 500) 定义为时间的函数。

3. 根据权利要求2所述的方法 (100,110) , 所述方法包括将基准电流 ( $I_{ref}(t)$  , 450, 500) 定义为自从初始位置 (A) 向目标位置 (B) 的移位开始经过的时间 (t) 的直接函数。

4. 根据权利要求1所述的方法 (100,110) , 所述方法包括将基准电流 ( $I_{ref}(y(t))$  , 550, 600) 定义为与目标位置 (B) 相距的剩余距离 ( $y(t)$ ) 的函数。

5. 根据权利要求1所述的方法 (100,110) , 所述方法包括将基准电流 ( $I_{ref}[t,y(t)]$  , 650,700) 定义为自从初始位置 (A) 向目标位置 (B) 的移位开始而经过的时间 (t) 以及与目标位置 (B) 相距的剩余距离 ( $y(t)$ ) 两者的函数。

6. 根据权利要求3所述的方法 (100,110) , 所述方法包括至少在所述移位的初始时间段中, 将基准电流 ( $I_{ref}(t)$  ,  $I_{ref}[t,y(t)]$  , 450,500,650) 定义为所述经过的时间 (t) 的单调递增函数。

7. 根据权利要求4所述的方法 (100,110) , 所述方法包括至少在所述移位的最终部分中, 将基准电流 (550,600,650,700) 定义为所述剩余距离 ( $y(t)$ ) 的单调递增函数。

8. 根据权利要求1所述的方法 (100,110) , 还包括步骤: 在时间限值 ( $T_{max}$ ) 之后, 不管是否已到达目标位置 (B) , 中断对所述马达 (12) 的电力供应。

9. 根据权利要求1所述的方法 (100,110) , 其中, 对所述马达 (12) 吸收的电流 ( $I(t)$ ) 进行反馈控制 (34,210,212,214) 的步骤包括测量吸收电流 ( $I(t)$ ) 并且对测量的吸收电流 ( $I(t)$ ) 滤波 (44) 。

10. 根据权利要求9所述的方法 (100,110) , 其中, 以模拟方式和/或以数字方式进行所述滤波。

11. 根据权利要求1所述的方法 (100,110) , 所述方法包括步骤: 在移位尝试 (110) 的步骤之前, 执行对所述马达 (12) 的控制器 (24) 的完整性检查 (104) , 并且在否定的情况下, 中止所述移位并发出异常的信号 (108) , 和/或包括步骤: 在移位尝试 (110) 的步骤之后, 检查 (112) 是否在一定公差内已经到达目标位置 (B) , 并且在否定的情况下, 中止所述移位并发出异常的信号 (114) 。

12. 自行车电子换挡机构的拨链器 (10) , 所述拨链器 (10) 包括电动马达 (12) 和所述电动马达 (12) 的控制器 (24) , 其特征在于, 所述电动马达 (12) 的控制器 (24) 被配置为对在从初始位置 (A) 朝向目标位置 (B) 的移位期间所述马达 (12) 吸收的电流 ( $I(t)$ ) 进行反馈控制 (34,210,212,214) ,

其中, 所述反馈控制 (34,210,212,214) 包括控制所述马达 (12) 的驱动电压 ( $V(t)$  ,  $FW(t)$  ,  $RW(t)$  ) , 使得由基准电流 ( $I_{ref}$  , 400,450,500,550,600,650,700) 和测量到的吸收电流

( $I(t)$ )之间的差定义的误差( $\text{EPSILON}(t)$ )趋于变为零,其中所述基准电流( $I_{ref}, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700$ )表示所述拨链器的期望输出或设定点。

13. 包括电动马达(12)的自行车电子换挡机构的拨链器(10)与所述电动马达(12)的在所述拨链器(10)外部的控制器(24)的组件,其特征在于,所述电动马达(12)的所述控制器(24)被配置为在从初始位置(A)朝向目标位置(B)的移位期间,对所述马达(12)吸收的电流( $I(t)$ )执行反馈控制(34,210,212,214),其中,所述反馈控制(34,210,212,214)包括控制所述马达(12)的驱动电压( $V(t), FW(t), RW(t)$ ),使得由基准电流( $I_{ref}, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700$ )和测量到的吸收电流( $I(t)$ )之间的差定义的误差( $\text{EPSILON}(t)$ )趋于变为零,其中所述基准电流( $I_{ref}, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700$ )表示所述拨链器的期望输出或设定点。

14. 自行车电子换挡机构,包括至少一个拨链器(10),所述拨链器(10)具有电动马达(12)和所述电动马达(12)的控制器(24),所述至少一个拨链器(10)用以使链条在分别与踏板曲柄的轴相关的或与自行车的后轮的毂相关的一组齿轮中的齿轮之间移位,其特征在于,所述电动马达(12)的控制器(24)被配置为在从初始位置(A)朝向目标位置(B)的移位期间,对所述马达(12)吸收的电流( $I(t)$ )进行反馈控制(34,210,212,214),

其中,所述反馈控制(34,210,212,214)包括控制所述马达(12)的驱动电压( $V(t), FW(t), RW(t)$ ),使得由基准电流( $I_{ref}, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700$ )和测量到的吸收电流( $I(t)$ )之间的差定义的误差( $\text{EPSILON}(t)$ )趋于变为零,其中所述基准电流( $I_{ref}, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700$ )表示所述拨链器的期望输出或设定点。

15. 根据权利要求12所述的拨链器(10),根据权利要求13所述的组件,或根据权利要求14所述的换挡机构,其中,所述电动马达(12)的控制器(24)对与目标位置(B)相距的剩余距离( $y(t)$ )进行反馈控制(32,204,206,220),对剩余距离( $y(t)$ )的所述反馈控制(32,204,206,220)是相对于对所述马达(12)吸收的电流( $I(t)$ )进行的反馈控制(34,210,212,214)的外部控制回路。

16. 根据权利要求12或15所述的拨链器(10),根据权利要求13所述的组件,或根据权利要求14所述的换挡机构,其中,所述控制器(24)包括用于驱动所述电动马达(12)的H桥(38)及连接到H桥(38)的下侧以吸取代表待测量电流( $I(t)$ )的电流的分流器(40)。

## 用于控制拨链器的马达的方法以及适于执行该方法的部件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于控制自行车电子换挡机构的拨链器的马达的方法及适于执行这种方法的部件。

### 背景技术

[0002] 自行车中的运动传输系统包括在与踏板曲柄的轴关联的齿轮和与后轮的毂关联的齿轮之间延伸的链条。当在踏板曲柄的轴和后轮的毂中的至少一个处存在包括多于一个齿轮的齿轮部件，并因此运动传输系统设有换挡机构时，设置前拨链器和/或后拨链器。

[0003] 为了增加可以进行换挡的速度和精度，所谓的电子换挡机构（或更准确地，电子伺服辅助换挡机构）已变得普遍。

[0004] 在电子伺服辅助换挡的情况下，每个拨链器包括：引导元件（也称为链条引导件或保持架，或者在后拨链器的情况下，称为摇臂），该引导元件可移动以使链条在齿轮之间移位，以便改变传动比；以及机电致动器，该机电致动器用于使链条引导件移位。致动器通常包括：马达，通常是电动马达，其通过诸如四联杆的连杆机构与链条引导件联接；齿条系统或蜗杆系统；以及关于马达的或马达下游（下至链条引导件本身）的任意移动部件的位置、速度、加速度和/或旋转方向的传感器或换能器。值得注意的是，与上下文中用的术语略有不同的术语也在使用。

[0005] 控制电子装置例如基于一个或多个检测到的变量（诸如，行驶速度、踏板曲柄的转动速度、施加到踏板曲柄的转矩、行驶地形的斜率、骑车者的心率等）来自动改变传动比，和/或基于由骑车者通过合适的控制构件（例如，杆和/或按钮）手动输入的指令来改变传动比。

[0006] 用于控制前拨链器的装置或单元以及用于控制后拨链器的装置或单元（或者在较简单的换挡机构的情况下，这两者中的仅一个）被安装成由骑车者简单操纵，通常位于车把上，邻近于用于分别控制前轮和后轮的制动的制动杆所在位置的握柄。允许驱动双向拨链器和制动器的控制装置通常被称为一体式控制装置。

[0007] 一般来说，参考指令值表的值来驱动自行车换挡机构的拨链器，每个指令值与在链条与特定齿轮的接合发生或者存在接合的情况下拨链器位置关联。换句话说，控制电子装置或控制器使用指令值表来获得拨链器的变量必须采用以将链条定位成与期望的齿轮接合的值。这样的值可以是相对于相邻齿轮的差值，或者它可以是相对于基准的绝对值，例如相对于基准齿轮或相对于行程结束状态或缺少马达激励状态。

[0008] 从量值的角度来看，值表的致动器指令值可以是例如由拨链器作为基准的移动点所行驶的距离、马达应该进行的步数或回转数、马达的激励时间长度、具有与电压成比例的偏移的马达的电源电压的值，或者还可以是与马达关联的传感器或换能器发出的值、存储在寄存器中的数值，以及表示上述量中的一个，等等。

[0009] 特别地，致动器的马达可以驱动多个步骤或一段长度的激励时间，或者用对于每个向上或向下的换挡适合的电压驱动，然后自动停止，同时传感器用于向控制电子装置提

供反馈信号,使得在未到达预期位置的情况下,即,在拨链器的上述变量未采用表值的情况下,也可以再次致动执行致动器的马达的致动。例如,这可能是由于拨链器提供的阻力矩(其在一定程度上取决于骑车者如何蹬踏)过高,大于能够由马达通过连杆机构传递的最大转矩。

[0010] 所述指令值表的值是在工厂设定的标称值,其考虑到拨链器(前或后)中的齿轮数以及相应的厚度和节距。通常,这种标称值规定,在没有致动器驱动信号的情况下(即,指令值为零),链条与具有最小直径的齿轮接合,但从上述示例可以看出,这种条件不是必需的。

[0011] 还已知根据一定的预定分布通过随时间受控的电压来驱动拨链器的电动马达。

[0012] 基于与目标位置相距的剩余距离来对马达的驱动电压的预定分布进行反馈控制。为此,拨链器通常包括上述的位置传感器,其适于检测驱动轴的瞬时位置,或者检测通过驱动轴设定为旋转或更宽泛地设定为运动的轴或其它部件的瞬时位置。剩余距离被计算为从指令值表读取的目标位置与由传感器检测的当前位置之间的差,其被认为具有同类(homogeneously)表达。

[0013] 为了获得足够平滑的运动,驱动电压的分布通常是剩余距离的逆二次函数。因此,随着接近目标位置,马达的驱动电压降低。

[0014] 还已知的是,监测从起动用于拨链器移位的电动马达起经过的时间,并且一旦超过时间限值就中断对电动马达的供电,以便在一些卡阻或其它机械障碍导致马达无法克服的过大阻力并因此阻止期望移位的情况下,保护马达本身和部件。

## 发明内容

[0015] 在本发明基础上的技术问题包括改进对自行车电子换挡机构的拨链器的马达的控制。

[0016] 一方面,本发明涉及一种用于在从初始位置朝向目标位置的移位期间控制自行车电子换挡机构的拨链器的马达的方法,其特征在于,包括对马达吸收的电流进行反馈控制的步骤。

[0017] 已经确实认识到,由马达吸收的电流代表由马达传递的转矩,并且优化在移位期间由马达传递的转矩允许获得速度传输系统的更高性能,并且允许更好地使用电能。

[0018] 上述方法还允许保护该机构,特别是随时间获得较少机械退化,以及获得例如非常“平滑”的拨链器移位或换挡。

[0019] 从初始位置朝向目标位置的移位可以特别地对应于拨链器在第一齿轮的位置与第二齿轮的位置之间的移位,以改变传动比。

[0020] 在本说明书和所附权利要求书中,在“在齿轮”的位置下,这里旨在表示拨链器的位置,其中发生链条与特定齿轮的接合,或者存在接合。

[0021] 在本说明书和所附权利要求中,假设电动马达的运动至少向下刚性传递到与位置传感器关联的构件。

[0022] 然而,从初始位置朝向目标位置的移位通常可以是在自行车电子换挡机构的安装和/或配置和/或调节和设定期间所需的任何其它移位。

[0023] 优选地,该方法包括步骤:作为移位测量单位,提供驱动轴的基转(elementary rotation),或由马达驱动成旋转的轴的基转。

- [0024] 更优选地,基转是整转 (complete revolution) 的因数 (sub-multiple)。
- [0025] 优选地,反馈控制的步骤包括控制马达的驱动电压,使得由基准电流与测量到的吸收电流之间的差定义的误差趋于变为零。
- [0026] 因此,执行自动控制,其中,拨链器是待控制的系统,驱动电压是控制变量,测量到的吸收电流是测量到的过程变量,并且基准电流是设定值,即,自动控制旨在实现的拨链器的期望输出。
- [0027] 马达的驱动电压的控制优选为负反馈控制。
- [0028] 在最简单的实施例中,该方法包括将基准电流定义为恒定值,其独立于自从初始位置到目标位置的移位开始而经过的时间以及与目标位置相距的剩余距离。
- [0029] 这种基准电流的优点在于其简单。
- [0030] 为了进一步提高性能,基准电流是可变的。
- [0031] 在其它的实施例中,该方法包括将基准电流定义为时间的函数,更特别地,定义为自从初始位置向目标位置的移位开始而经过的时间的直接函数。
- [0032] 以这种方式,可以在期望的吸收电流的时间上定义预定分布,并且因此,由于上述控制,特别是负反馈控制,实际吸收的电流和马达实际传递的转矩的趋势对应于或以任何方式接近这种预定分布。例如,可以在预定的时间段内提供最初增加然后减小的趋势;或如下文更好地描述的趋势。
- [0033] 在其它实施例中,该方法包括将基准电流定义为与目标位置相距的剩余距离的函数,而不是自从初始位置向目标位置的移位开始而经过的时间的直接函数。
- [0034] 在本说明书和所附权利要求中,通过表述“与目标位置相距的剩余距离的函数”、“不是时间的直接函数”,旨在说明剩余距离随时间变化的事实,因此,作为与目标位置相距的剩余距离的函数所定义的基准电流实际上或间接地是经过的时间的函数。因此,基准电流表达为表示剩余距离的独立变量,而不是表示时间的独立变量。
- [0035] 以这种方式,期望吸收电流的分布(其由此至少被实际吸收的电流近似)在空间中是预定的。例如,可以提供一种所传递转矩的趋势,其对于移位的初始部分增加,然后恒定,再然后随着接近目标位置而减小。
- [0036] 在更复杂的实施例中,该方法包括将基准电流定义为自从初始位置到目标位置的移位开始而经过的时间以及与目标位置相距的剩余距离两者的函数。
- [0037] 如上所述,剩余距离进而随时间变化,但在这种情况下,这意味着表明以表示剩余距离的独立变量和表示经过时间的独立变量来表示基准电流。
- [0038] 例如,当基准电流仅是经过时间的函数或还是经过时间的函数时,至少在移位的初始时间段中,可以将基准电流定义为经过的时间的单调递增函数,以便预先定义所传递的转矩,使其均匀地增加,并因此减小机构的应力。
- [0039] 更优选地,至少在移位的初始时间段中,可以将基准电流定义为自从初始位置移位开始而经过的时间的逆二次函数。
- [0040] 可替换地,至少在移位的初始时间段中,可以将基准电流定义为自从初始位置移位开始而经过的时间的二次或抛物线函数。
- [0041] 可替换地,至少在移位的初始时间段中,可以将基准电流定义为自从初始位置移位开始而经过的时间的斜坡函数。这种趋势允许获得当马达启动时,对电池施加较小应力

的“软启动”。

[0042] 可替换地或另外地,至少在移位的非初始时间段中,可以将基准电流定义为经过的时间的单调递减函数,以便预先定义所传递的转矩,使得其均匀地减小,并因此在移位的步骤中,例如在最后一步中,减小对机构的应力。

[0043] 此外,可以在移位期间,特别是在移位的初始时间段中,将基准电流在预定时间段上定义为恒定值。

[0044] 以这种方式,可以以预定的方式开始或尝试开始移位,将机构的可能反作用评估推迟到移位的第二部分。

[0045] 优选地,该恒定值被定义为相对于剩余移位的基准电流的最大可能值的中间值。以这种方式,在预定时间段结束时,通常提供基准电流值的突然转变,并且特别是基准电流的突然上升,其允许提供转矩提升,以试图克服机构运动的可能暂时阻碍。

[0046] 当基准电流仅为或也为与目标位置相距的剩余距离的函数时,至少在移位的最后部分中,可以将基准电流定义为剩余距离的单调递增函数,并因此是随着接近目标位置而逐渐减小的函数。因此,所传递的转矩被控制成使其均匀地减小,并因此使机构受到较小的应力。

[0047] 更优选地,可以至少在移位的最后部分中,将基准电流定义为剩余距离的逆二次函数。

[0048] 优选地,在各个实施例中,该方法包括将基准电流的最大值定义为等于由马达可传输的最大电流的预定百分比,更优选地等于马达可传输的最大电流的50%。

[0049] 通过限制马达的转矩,在机构处产生的最大力受到限制,因此避免了其不期望的应力。

[0050] 优选地,在各个实施例中,该方法包括将基准电流定义为在零剩余距离处具有零值的函数。

[0051] 这种函数具有通过有效阻尼由马达生成的转矩而使移位终止的优点。

[0052] 优选地,在各个实施例中,该方法还包括在时间限值之后,中断向马达供电的步骤,而不管是否到达目标位置,即不管剩余距离是否为零。

[0053] 以这种方式,在一些卡阻或其它机械障碍导致马达所不能克服的过大阻力并因此阻止期望移位的情况下,可以保护马达本身和部件。用于向马达供电的电池的充电也是可以省去的。

[0054] 优选地,在各个实施例中,该方法还包括逐步检查是否到达目标位置的步骤,即剩余距离是否为零,以及在肯定情况下,中断马达的激励的步骤。

[0055] 更优选地,该方法还包括在到达目标位置之后,即在剩余距离变为零之后,保持马达静止直到所述时间限值为止的步骤。

[0056] 优选地,对马达吸收的电流进行反馈控制的步骤包括比例积分微分控制。

[0057] 优选地,对由马达吸收的电流反馈控制的步骤包括测量吸收电流并对所测量的吸收电流滤波,更优选以模拟方式和/或以数字方式进行滤波。

[0058] 例如,所测量的吸收电流的滤波可以包括计算移动平均值和/或多次读取位置,丢弃被认为不重要的一些读数。

[0059] 优选地,该方法还包括与目标位置相距的剩余距离的反馈控制,反馈剩余距离中

的所述反馈控制在相对于对马达吸收的电流的所述反馈控制的外部控制回路中执行。

[0060] 优选地,反馈控制剩余距离的步骤包括检测当前位置,并对所检测到的当前位置滤波,更优选地以模拟方式和/或以数字方式进行滤波。

[0061] 例如,位置的滤波可以包括计算移动平均值和/或多次读取位置,丢弃被认为不重要的一些读数。

[0062] 优选地,该方法包括在移位尝试之前执行马达的控制器的完整性检查(integrity check)的步骤,并且在否定的情况下,中止移位并发出异常的信号。

[0063] 可替换地或者此外,优选地,该方法包括在移位尝试步骤之后检查是否在一定误差内已到达目标位置的步骤,并且在否定的情况下,中止移位并发出异常的信号。

[0064] 在第二方面,本发明涉及一种自行车电子换挡机构的拨链器,其包括电动马达和电动马达的控制器,其特征在于,电动马达控制器被配置为在从初始位置朝向目标位置的移位期间执行对马达所吸收的电流的反馈控制。

[0065] 在本说明书和所附权利要求书中,对于术语“控制器”,应意在指示一种逻辑单元,其可以由多个物理单元形成,特别是由一个或多个分布式微处理器形成,所述一个或多个分布式微处理器可以与自行车换挡机构的一个或多个其它部件一起容纳在一个或多个壳体中。

[0066] 在第三方面,本发明涉及一种包括电动马达的自行车电子换挡机构的拨链器与电动马达的在拨链器外部的控制器的组件,其特征在于,电动马达的控制器被配置为在从初始位置朝向目标位置的移位期间,对由马达吸收的电流执行反馈控制。

[0067] 在第四方面,本发明涉及一种自行车电子换挡装置,其包括至少一个拨链器,所述拨链器具有电动马达和电动马达的控制器,所述至少一个拨链器用以使链条在分别与踏板曲柄的轴和自行车的后轮的毂相关的一组齿轮中的齿轮之间移位,其特征在于,电动马达的控制器被配置为在从初始位置朝向目标位置的移位期间对由马达吸收的电流进行反馈控制。

[0068] 本发明的第二、第三和第四方面的优选特征如下。

[0069] 优选地,电动马达的控制器对与目标位置相距的剩余距离进行反馈控制,所述剩余距离的反馈控制是相对于由马达吸收的电流的反馈控制的外部控制回路。

[0070] 优选地,控制器包括用于驱动电动马达的H桥以及连接到H桥的下侧以吸取(draw)代表待测量电流的电流的分流器。

[0071] 更优选地,控制器包括模拟滤波器,以对由分流器吸取的电流滤波。

[0072] 甚至更优选地,控制器包括运算放大器,以放大由分流器吸取且优选地被滤波的电流。

[0073] 优选地,控制器包括配置为对代表测量电流的量和/或代表检测位置的量进行数字滤波的微控制器。

[0074] 优选地,控制器包括被配置为执行上述方法中的一个或多个步骤的微控制器。

## 附图说明

[0075] 从以下参考附图对本发明的一些优选实施例的详细描述中,将使本发明的其它特征和优点变得更清楚。参考单个配置示出和描述的不同特征可以根据需要彼此组合。在下

面的描述中,为了附图的例示,相同或相似的附图标记用于表示具有相同功能或类似功能的结构性或功能性元件。在附图中:

- [0076] -图1是与根据本发明的自行车电子换挡机构的拨链器的主要部件相关的框图,
- [0077] -图2是与图1的拨链器的示例性实施例相关的电气原理图,
- [0078] -图3至图5是与根据本发明的用于控制拨链器的马达的方法相关的流程图,
- [0079] -图6是根据本发明的实施例的用于控制马达的方法的示意图,
- [0080] -图7是根据本发明的马达的控制的示意图,
- [0081] -图8至图14是本发明的用于控制马达的方法中使用的基准电流的示意图。

## 具体实施方式

[0082] 在下面的描述中,为了简洁起见,有时将参考诸如电流、位置、时间等的量,而不是代表它们的变量的值或信号。

[0083] 图1示出了与根据本发明的自行车电子换挡机构的拨链器10的主要部件相关的框图。

[0084] 拨链器10首先包括电动马达12和控制器14。

[0085] 通常,电动马达12是齿轮传动马达16的一部分,其还包括可操作地布置在电动马达12的驱动轴与齿轮传动马达16的输出轴之间的齿轮系(未示出)。齿轮系可以包括例如多个带齿构件和/或蜗杆,所述多个带齿构件成对地和/或共轴接合,且成对地共同旋转。

[0086] 齿轮系被配置为相对于电动马达12的驱动轴的转速适当地减小齿轮传动马达16的输出轴的转速,并且减速比以本身众所周知的方式由所使用的齿轮的数量和类型及由例如齿轮系的带齿构件的齿数的参数给出。

[0087] 拨链器10通常还包括马达12的驱动电路18。

[0088] 驱动电路18通过如本说明书的介绍部分所讨论的合适的驱动信号来驱动马达12。通常,驱动电路18通过可随时间变化的电压信号V(t)来驱动马达12。

[0089] 此外,通常,如本说明书的介绍部分所讨论的,拨链器10包括关于转子的在或转子下游(下至链条引导件本身)的任意可移动部件的位置传感器20。

[0090] 位置传感器20优选地是适于检测电动马达12的驱动轴的瞬时位置或检测被设定成通过驱动轴旋转或更宽泛地运动的轴或另一部件的瞬时位置的任意传感器。

[0091] 拨链器10的控制器14由适于通过提供适当的程序和/或硬件、软件和/或固件模块来实施一个或多个方法步骤的至少一个处理器(典型地,微处理器或微控制器)实现,用以控制拨链器10的部件和/或控制拨链器10与自行车换挡机构的其它部件之间的数据通信。

[0092] 控制器14特别地被配置为从中央控制器或从手动控制装置接收或甚至自动计算拨链器的链条引导件(未示出)的移位指令,例如用于拨链器的链条引导件在第一齿轮的位置与第二齿轮的位置之间的移位指令,以改变传动比。为了简洁起见,在本说明书和所附权利要求中,有时将引用拨链器的移位,其表示拨链器的链条导轨的移位。

[0093] 在图1的框图中,示出了表示目标位置B的模块22。位置B以相对于由位置传感器20检测到的位置(以x(t)表示)的相应量表示。所述相应量,意味着两个量值以相同的测量单位表示。

[0094] 优选地,预定的测量单位是与传感器20联接的轴或设定为旋转的其它部件的基

转。更优选地，基转是整转的因数。

[0095] 就本发明而言，拨链器10的控制器14特别包括用于控制马达12的模块24或马达控制器24，其向驱动电路18发出合适的信号。

[0096] 位置传感器20将检测到的位置 $x(t)$ 传输到控制器14，特别是传输到用于控制马达12的模块24。

[0097] 还示出了被配置为发射定时信号的模块或计时器26，所述定时信号用于模块24以控制马达12，且其通常用于控制器14。

[0098] 根据本发明，还提供了电流传感器28和用于设定基准电流 $I_{ref}$ 的模块30。

[0099] 特别地，电流传感器28被配置用于测量由马达12实际吸收的电流 $I(t)$ 。

[0100] 可替换地并且如下文中参考图2更好地描述的，可以通过将驱动电路18处的电流传感器28“并联”到马达12来测量马达12实际吸收的电流 $I(t)$ 。

[0101] 电流传感器28将测量到的吸收电流 $I(t)$ 输送到控制器14，特别是输送到电动马达12的控制模块24。

[0102] 虽然根据现有技术，马达控制器24仅基于目标位置B和由传感器20以本说明书的介绍部分中讨论的方式之一检测到的位置 $x(t)$ 来发出驱动电路18的控制信号，但根据本发明，用于控制马达12的模块24还基于测量到的吸收电流 $I(t)$ 来发射驱动电路18的控制信号。

[0103] 更详细地，本发明的控制器14，特别是用于控制马达的模块24，被配置为在拨链器10从初始位置A朝向目标位置B移位期间，实施双重反馈控制(参见图6)：在外部反馈回路32中，位置 $x(t)$ 以相对于现有技术的类似方式被反馈控制；在内部反馈回路34中，由马达12吸收的电流 $I(t)$ 被反馈控制。

[0104] 如在本说明书的介绍部分中所讨论的，由马达12吸收的电流 $I(t)$ 代表由马达12传递的转矩。因此，内部反馈回路34允许在拨链器10的移位期间，由马达12传递的转矩被优化，例如为保护机构以及获得例如非常“平滑”的拨链器移位或换挡。

[0105] 在图1中，定时信号或计时器26、基准电流 $I_{ref}$ 的值和/或目标位置B已经被示出为由作为控制器14的一部分的模块实现，但是它们可以在控制器14外部，并提供作为控制器14的输入。

[0106] 马达控制器24可以替代地在拨链器10外部，例如实施在整个自行车换挡机构的中央控制器中。

[0107] 图2示出了仅作为示例提供的与根据具体实施例的拨链器10的主要部件相关的电气原理图。

[0108] 在这样的实施例中，马达控制器24由微控制器36实现，驱动电路18由H桥38实现，电流传感器28由连接到H桥的下侧的分流器40实现，并且位置传感器20由第二微控制器21实现。马达12也是可见的。

[0109] 在微控制器36的输入中(除非另有说明，下文将参考实现马达控制器24的微控制器36)，由传感器20检测到的位置 $x(t)$ 的输入和测量到的吸收电流的输入 $I(t)$ 被突出显示。目标位置B的输入和基准电流 $I_{ref}(t, y(t))$ 的输入也被突出显示，然而，在相关值由微控制器36在内部计算的情况下，这两个输入都可以省略。

[0110] 在微控制器36的输出中，寻址到H桥38的用于在第一方向上驱动马达12的信号FW

(t)的输出以及寻址到H桥38的用于在与第一方向相反的第二方向上驱动马达12的信号RW (t)的输出被突出显示;H桥38中的对应输入也被突出显示。

[0111] H桥38本身是常规的,并因此不再详细描述。众所周知地,信号FW (t) 和RW (t) 是PWM (脉冲宽度调制) 型的信号。H桥38允许通过改变开关的导通和切断状态来控制马达12的端子两端的电压的幅度和极性,所述开关在所示的情况下由MOSFET形成。

[0112] 实现电流传感器28的分流器40连接到H桥38的下侧,以吸取在马达12中流动的预定分数的电流。

[0113] 测量到的电流I (t) 优选地由处理电路42适当地处理。在所示的情况下,处理电路42包括用于噪声抑制的RC滤波器44和运算放大器46。测量到的电流I (t) 也可以由微控制器36转换成数字格式,并可被数字滤波。在数字滤波的情况下,可以不存在RC滤波器44。还示出了用于电流的旁路RC滤波器45,其可以省略。

[0114] 例如,测量到的吸收电流I (t) 的滤波可以包括计算运动平均值和/或多次读取位置,而丢弃被认为不重要的一些读数。

[0115] 检测到的位置x (t) 可以由微控制器36转换为模拟格式,并且可以以模拟方式和/或以数字方式进行滤波。

[0116] 例如,检测到的位置x (t) 的滤波可以包括计算移动平均值和/或多次读取位置,而丢弃一些被认为不重要的读数。

[0117] 位置传感器20可以位于比齿轮传动马达16的输出轴更下游的位置,例如,在拨链器10的连杆机构的一个部件中,或在链条引导件上。

[0118] 现在将借助于图3至图5所示的一些流程图来描述根据本发明的用于控制自行车电子换挡机构的拨链器10的马达12的方法。该控制方法特别地可以在上述拨链器10中实现,甚至更特别地,通过其控制器14或通过拨链器外部的控制器实现。

[0119] 图3示出了外部或高级程序100。

[0120] 在框102中,接收或内部生成用于改变传动比的换挡指令(或者更一般地,链条引导件的移位指令)。

[0121] 在框104中,在接收到移位指令并且预备启动马达12时,在电动马达12和/或与其关联的电子部件上(特别是在驱动电路18上)进行完整性检查。这种完整性检查可以例如提供对驱动电路18的一些部分的电激励,以便响应于此而获得代表驱动电路18的硬件部件的功能和一般状态的信号。可替换地或此外地,完整性检查可以包括对电池的充电状态和/或位置传感器20的功能的检查。

[0122] 在框106中控制这种完整性检查的结果。

[0123] 如果在启动马达12之前检测到与硬件部件相关的任何问题,则完整性检查的结果是否定的(框106的输出为“否”),并且在这种情况下,在框108中发出“移位前异常”的信号。例如,可以通过设定合适的指示变量或标记的状态来发出“移位前异常”的信号。该标记由拨链器10的控制器14的其它控制模块或电子换挡机构的另一个控制器的其它控制模块监控,该模块可以例如实现适当的校正作用。

[0124] 因此,拨链器的移位根本不进行,该方法结束。

[0125] 另一方面,如果完整性检查的结果是肯定的(框106的输出为“是”),则在框110中,进行拨链器10的移位尝试,以实现在框102中接收的指令。下面将参考图4至图5更好地描述

框110。

[0126] 在拨链器的移位尝试结束时,在框112中,检查是否到达目标位置B。优选地,可以考虑某预定范围的定位公差,即,将由拨链器10实现的最终位置x (t) 与期望的目标位置B进行比较,并且检查两个位置是否重合或彼此充分接近。

[0127] 如果移位完全没有发生或在公差之外发生(框112的输出为“否”),在框114中,发出“移位异常”的信号,并且该方法的执行结束。例如由于电动马达12的物理障碍、硬件的故障或软件问题,可能会发生“移位异常”。

[0128] 另一方面,如果拨链器10的移位正确地发生,或者以任何方式在公差内发生,并因此框112的检查具有肯定的结果(输出为“是”),则在框116中发出操作“成功”的信号。

[0129] 也可以例如通过相应的合适的标记来发出“移位异常”和“成功”的信号。

[0130] 在框114、116发出相应信号之后,该方法结束,并且拨链器设置用于在框102中接收进一步的拨链器移位指令。

[0131] 图4示出了相对于内部或下级程序110的框图,其详细示出了拨链器10的移位尝试的前述框110。

[0132] 还参考图6,拨链器10从初始位置A朝向目标位置B移动。图6示出了由下文指出的一些变量表示的量。

[0133] 在初始化框202中,代表在拨链器10的移位期间经过的时间的变量t为零。

[0134] 这样的变量t例如通过由计时器模块26生成的脉冲的计数器来实现,使得其采用基于预定时间(例如1ms)的离散时间值。

[0135] 此外,在初始化框202中,指示时间限值Tmax的获取,其代表允许完成拨链器10到目标位置B的移位的最大时间。

[0136] 应当理解,实践中,可以仅实现一次时间限值Tmax的获取,例如当拨链器10接通时。

[0137] 此后,在框204中,例如通过图1和图2的位置传感器20读取拨链器10的当前位置x (t),并且其可被滤波。代表当前位置的变量x (t) 可以是数字的,并且采用适当的离散值,或者可以是模拟的。

[0138] 在随后的框206中,根据公式(1)计算剩余距离y (t):

$$y(t) = B - x(t).$$

[0140] 在随后的框208中,例如通过图1所示的设定模块30获取在内部反馈回路34中使用的基准电流Iref的值。

[0141] 基准电流Iref表示拨链器系统10的期望输出或设定点,并且在拨链器10移位到目标位置B期间,由马达12吸收的电流值对应于期望实体的驱动转矩。下面将参考图8至图14进一步讨论基准电流。

[0142] 在框210中,例如通过图1至图2的电流传感器28读取吸收电流I (t) 的值,并且可适当地滤波。

[0143] 然后,在框212中,根据公式(2),将从框208中获取的基准电流Iref减去在框210中测量的吸收电流I (t) 来计算误差EPSILON (t):

$$\text{EPSILON}(t) = I_{\text{ref}} - I(t).$$

[0145] 在框214中,基于误差EPSILON (t) 并且可基于前面计算的剩余距离y (t) 生成马达

12的驱动信号,其为由拨链器10表示的系统的控制变量。

[0146] 在电压驱动电动马达12的情况下,用V(t)表示驱动信号。在H桥38形式的驱动电路18的具体情况下,驱动信号更具体地表示为RW(t)、FW(t)。

[0147] 在随后的框216中,检查经过的时间t是否等于或大于时间限值Tmax。

[0148] 如果检查的结果为否定的,框216的输出为“否”,则在框218中,时间变量t增加,并且返回到执行读取当前位置x(t)的框204。

[0149] 另一方面,如果已经经过时间限值,框216的输出为“是”,则使拨链器移位的步骤(总体上,由图3的框110表示)结束,并且返回到图3的框112。

[0150] 图5示出了详细描述拨链器10的移位尝试的上述框110的另一框图,其中,相对于图4描述的内容,存在一些额外的控制。

[0151] 在基于误差EPSILON(t)生成马达12的驱动信号的框214与检查是否已经过时间限值Tmax的框216之间,在框220中,检查剩余距离y(t)是否为零,即是否到达目标位置B。

[0152] 在肯定的情况下,框220的输出为“是”,该方法结束。在否定的情况下,框220的输出为“否”,执行检查是否已经过时间限值Tmax的框216。

[0153] 如果没有经过时间限值Tmax,则在框218中继续执行时间变量t的增加。

[0154] 另一方面,如果到达时间限值Tmax,框216的输出为“是”,则执行检查移位是否在公差内发生的框112。

[0155] 在肯定的情况下,框112的输出为“是”,则执行发出成功信号的上述框116,而在否定的情况下,框112的输出为“否”,则执行发出“移位异常”信号的上述框114。

[0156] 在框114、116的相应地发出信号之后,该方法结束,并且拨链器10被设置用于在框102中接收进一步的拨链器移位指令。

[0157] 应当理解,如果以参考图5描述的方式来实现使拨链器10移位的框110,则从图3所示的高级程序100中省略框112、114、116。

[0158] 该实施例的优点在于,由于不一定等待时间限值Tmax期满,所以拨链器10对于进一步的移位是非常迅速的。

[0159] 此外,应当注意的是,至少在移位以实施变速比的情况下,拨链器10可能适于保持在目标位置B一段时间,以便允许链条与目标齿轮的实际接合以及机构的稳定性。在这种情况下,根据图4替代方案的等待时间限值Tmax不是一个缺点。

[0160] 应当理解,框108、114、116的信号发送中的一个或多个可以省略。

[0161] 图7是根据本发明实施例的用于控制马达12的方法的示意图。

[0162] 基于外部反馈回路32中的位置并基于内部反馈回路34中的马达12吸收的电流I(t)的双重反馈控制32、34被突出显示。

[0163] 在所示的情况下,通过P.I.D.型控制器48实现图4或图5的框214的控制变量的生成。

[0164] 以本身已知的方式,P.I.D.型控制器48允许对误差EPSILON(t)独立地执行三个动作,特别地,比例型P的动作50、导数型D的动作52和积分型I的动作54。P.I.D.型控制器48的三个动作50、52、54的各自输出由求和节点56相加,分别为马达12生成驱动信号V(t)、RW(t)或FW(t)。

[0165] 图7还示出了实现框212的误差EPSILON(t)的计算的减法节点58,以及实现框206

的剩余距离 $y(t)$ 的计算的减法节点60。

[0166] 图7还示出了表示用于计算基准电流 $I_{ref}$ 的函数F的功能框62。在最通用的形式中,基准电流 $I_{ref}$ 是时间变量 $t$ 和剩余距离 $y(t)$ 的函数,如框62中的相应输入所示。还示出了功能框62作为输入而接收代表时间限值 $T_{max}$ 的参数或常数。

[0167] 然而,如下文将参考图8至图14更详细地描述的,功能框62不是严格必需的,这是因为基准电流 $I_{ref}$ 不一定取决于作为框62的输入表示的变量和参数的函数: $I_{ref}$ 也可以是常数,或可以是作为框62的输入表示的变量和参数中的仅一个或仅一些的函数。

[0168] 参考图8至图14,现在描述可以在本发明的方法中有利地使用的基准电流的一些示例,且其特别是用于获取由图4或图5的框208表示的基准电流的值的步骤,或分别用于进行图7的功能框62,其中基准电流被计算为函数F。

[0169] 在图8至图14中,通过三维空间中的一表面来表示基准电流,除了相对于基准电流 $I_{ref}$ 的轴线之外,该三维空间由独立轴线限定:

[0170] -自从初始位置移位开始而经过的时间 $t$ ,其具有在初始位置A处的原点 $t=0$ ,以及

[0171] -与目标位置B相距的剩余距离 $y(t)$ ,即,在从初始位置A朝向目标位置B的移位期间到达的当前位置 $x(t)$ 与目标位置B之间的差。

[0172] 因此,基准电流一般由函数 $I_{ref}[t, y(t)]$ 表示。

[0173] 相对于从初始位置A到目标位置B的总距离,剩余距离 $y(t)$ 有利地但不是必须以百分比表示。

[0174] 时间 $t$ 以合适的测量单位表示,通常为微秒或毫秒。

[0175] 应当注意,剩余距离 $y(t)$ 是时间 $t$ 的递减函数,并且假设在初始位置A处为100%,在目标位置B处为0%。

[0176] 在图4至图5的框208的每次迭代中,控制器14的模块30获取与经过的时间 $t$ 的当前值相对应的且与剩余距离 $y(t)$ 的当前值对应的基准电流 $I_{ref}[t, y(t)]$ 。

[0177] 图8至图14还示出了表示可能的“轨迹”的一个(或多个)曲线,即,表示每个时刻的剩余距离和基准电流的相应值的点的轨迹。

[0178] 图8示出了基准电流400,其实际上是独立于自从初始位置A朝向目标位置B的移位开始而经过的时间 $t$ 且独立于与目标位置B相距的剩余距离 $y(t)$ 的恒定值。

[0179] 因此,在控制器14的模块30中,基准电流400可以根据下面的公式(3)表示为恒定值 $K_1$ :

[0180]  $I_{ref} = K_1$ 。

[0181] 在图8的三维空间中,根据下面的公式(4),基准电流400由平行于经过的时间 $t$ 的轴线和剩余距离 $y(t)$ 的轴线的平面表示:

[0182]  $I_{ref}[t, y(t)] = K_1$ 。

[0183] 示例性轨迹402始于坐标为 $t=0, y(0)=100\%$ 、 $I_{ref}(0, 100\%)=K_1$ 的初始位置A。在所示的情况下,假设移位速度是恒定的,并因此轨迹在表示基准电流 $I_{ref}$ 的平面上遵循直线404,直到坐标为 $t=T_1, y(T_1)=0\%$ 、 $I_{ref}(T_1, 0\%)=K_1$ 的目标位置B。

[0184] 当到达目标位置B时,马达12的激励被中断。

[0185] 在所示的情况下,假设例如在时间限值 $T_{max}$ 期满之前到达目标位置B,并且马达12保持静止,直到时间限值 $T_{max}$ 期满为止。

[0186] 因此,轨迹402包括从表示目标位置B的点到坐标为 $t=T_{max}$ 、 $y(T_{max})=0\%$ 、 $I_{ref}(T_{max}, 0\%)=K1$ 的点的第二直线406。

[0187] 这样的参考函数尽管其很简单,但已经允许相对于现有技术的典型控制获得更高性能的拨链器10,该现有技术最多可以基于与目标位置相距的剩余距离提供对马达的驱动电压的反馈控制。

[0188] 有利的是,无论是否到达目标位置B,即无论剩余距离 $y(T_{max})$ 是否为零,在从移位开始起的时间限值 $t=T_{max}$ 之后,马达12的电力供应被中断。

[0189] 更具体地,基准电流400因此可以在控制器14的模块30中根据以下公式(5)由恒定值K1表示:

[0190] 对于 $0 <= t <= T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = K1$

[0191] 对于 $t > T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = 0$

[0192] 示例性轨迹410始于坐标为 $t=0$ 、 $y(0)=100\%$ 、 $I_{ref}(0, 100\%)=K1$ 的初始位置A。在所示的情况下,假设移位速度非常低,并因此轨迹遵循基本上垂直于剩余距离的轴线的直线412,直到坐标为 $t=T_{max}$ 、 $y(T_{max})=90\%$ 、 $I_{ref}(T_{max}, 90\%)=K1$ 的位置C。因此,一旦时间限值 $T_{max}$ 已期满,且尚未到达目标位置B,但马达12的激励在任何情况下都被中断,以在一些卡阻或其它机械障碍导致马达12不能克服的过大阻力并因此阻止期望移位的情况下,保护马达12和拨链器10的部件。用于向马达12供电的电池的充电也省去了。

[0193] 应当理解,在图8的示例性情况下,基准电流 $I_{ref}$ 的值的获取框208不一定必须随着时间 $t$ 在每次执行迭代时实施,而是其可以仅实施一次。

[0194] 为了提供对拨链器10的马达12的更精确控制,可以使得基准电流 $I_{ref}$ 是自从初始位置A到目标位置B的移位开始而经过的时间 $t$ 的函数。

[0195] 以这种方式,可以限定基准电流 $I_{ref}$ 或期望的吸收电流随时间的预定分布,因此由于反馈控制34,可以限定对应于或以任何方式接近于这样的预定分布的实际吸收电流 $I(t)$ 的趋势以及实际上由马达12输送的转矩的趋势。

[0196] 因此,基准电流 $I_{ref}$ 可以在控制器14的模块30中由以下通式(6)表示:

[0197]  $I_{ref} = I_{ref}(t)$

[0198] 在图9的三维空间中,基准电流450由相对于剩余距离的轴线不变的曲线表示,即,根据以下公式(7),在平面 $(t; I_{ref})$ 中具有不变的投影:

[0199]  $I_{ref}[t, y(t)] = I_{ref}[(t)]$ 。

[0200] 图9示出了示例性的基准电流450,其是自从初始位置A到目标位置B的移位开始而经过的时间 $t$ 的函数。

[0201] 有利地,如所示的,时间 $t$ 的基准电流450函数具有单调增加的趋势。

[0202] 以这种方式,由马达12传递的转矩均匀地增加,并因此拨链器10的机构受力很小。

[0203] 更具体地,根据以下公式(8),基准电流450被定义为自从初始位置A移位开始而经过的时间 $t$ 的逆二次函数:

[0204] 对于 $0 <= t <= T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = K2 * \sqrt{t}$

[0205] 对于 $t > T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = 0$

[0206] 其中 $\sqrt{z}$ 表示 $z$ 的平方根。

[0207] 应当注意,在这种情况下(以及在下文描述的情况下),优选地实施时间限值 $T_{max}$ ,

但是这不是严格必需的。

[0208] 示例性轨迹452始于坐标为 $t=0, y(0)=100\%, I_{ref}(0, 100\%)=0$ 的初始位置A。在所示的情况下,假设移位速度是恒定的,因轨迹在表示基准电流的曲线图上遵循曲线454,直到坐标为 $t=T2, y(T2)=0\%, I_{ref}(T2, 0\%)=K2*sqrt(T2)$ 的目标位置B。

[0209] 一旦到达了目标位置B,轨迹就遵循直线456,并且马达12的激励被中断,直到时刻Tmax为止。

[0210] 在这样的位置之前,获得马达12的转矩的平滑增加。

[0211] 根据图10所示的另一示例,可以将基准电流Iref的趋势且因此所传递的转矩的趋势设置为在移位的初始时间段上增加,然后随着接近目标位置B而减小。

[0212] 更具体地,根据以下公式(9),基准电流500被定义为自从初始位置A的移位开始而经过的时间t的二次或抛物线函数:

[0213] 对于 $0 \leq t \leq T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = -K3*t^2 + K3T_{max}*t$

[0214] 对于 $t > T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = 0$

[0215] 其中 $z^2$ 表示z的平方。

[0216] 应当注意,在这种情况下,如下文描述的情况,优选地实施时间限值Tmax,但是这不是严格必需的。

[0217] 示例性轨迹502始于坐标为 $t=0, y(0)=100\%, I_{ref}(0, 100\%)=0$ 的初始位置A。在所示的情况下,轨迹在表示基准电流的曲线图上遵循上升曲线504,直到基准电流最大的位置D,其值为K4;此后,轨迹在表示基准电流的曲线图上遵循下降曲线506,直到坐标为 $t=T_{max}, y(T_{max})=20\%, I_{ref}(T_{max}, 20\%)=0$ 的位置E。一旦时间限值Tmax已期满,目标位置B尚未到达,但马达12的激励在任何情况下都被中断,以在一些卡阻或其它机械障碍导致马达12所不能克服的过大阻力并且因此阻止期望移位的情况下,保护马达12和拨链器10的部件。用于向马达12供电的电池的充电也省去了。

[0218] 在优选的情况下,公式(9)由以下更具体的式(9')代替:

[0219] 对于 $0 \leq t \leq T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = -K3*t^2 + 2*t$

[0220] 对于 $t > T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = 0$

[0221] 在另一示例(未详细示出)中,可以将基准电流Iref的趋势且因此所传递的转矩的趋势设置为对于移位的初始时间段增加,然后是恒定的,再然后随着目标位置B而减小。

[0222] 提供对拨链器10的马达12的足够精确控制的另一种方式包括:将基准电流Iref提供为与目标位置B相距的剩余距离y(t)的函数,而不是自从初始位置A向目标位置B的移位开始而经过的时间t的直接函数。

[0223] 以这种方式,在空间中预先确定了基准电流Iref或期望的吸收电流的分布,期望的吸收电流至少近似于实际吸收的电流。例如,可以将所传递的转矩的趋势设置为对于移位的初始部分增加,然后是恒定的,再然后随着接近目标位置而减小。

[0224] 因此,在控制器14的模块30中,基准电流可以由以下通式(10)表示:

[0225]  $I_{ref} = I_{ref}(y(t))$

[0226] 在图11的三维空间中,基准电流550由相对于时间轴线不变的曲线表示,即根据下面的公式(11),在平面(y(t); Iref)中具有不变的投影:

[0227]  $I_{ref}[t, y(t)] = I_{ref}(y(t))$ 。

[0228] 图11示出了示例性基准电流550,其是与目标位置B相距的剩余距离 $y(t)$ 的函数。

[0229] 有利地,如所示的,剩余距离的基准电流550函数具有单调增加的趋势,并因此随着接近目标位置B而平滑地减小。

[0230] 类似于参考图9描述的情况,由马达12传递的转矩均匀增大,并因此拨链器10的机构受力较小。

[0231] 更具体地,根据以下公式(12),基准电流550被定义为剩余距离 $y(t)$ 的逆二次函数:

[0232] 对于 $0 \leq t \leq T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = K5 * \sqrt{y(t)}$

[0233] 对于 $t > T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = 0$ 。

[0234] 示例性轨迹552始于坐标为 $t=0$ 、 $y(0)=100\%$ 、 $I_{ref}(0, 100)=K5 * \sqrt{100\%}$ 的初始位置A。在所示的情况下,假设移位速度是恒定的,并因此轨迹在表示基准电流 $I_{ref}$ 的曲线图上遵循曲线554,直到坐标为 $t=T4$ 、 $y(T4)=0\%$ 、 $I_{ref}(T4, 0\%)=0$ 的目标位置B。

[0235] 一旦到达了目标位置B,轨迹就遵循直线556,并且马达12的激励被中断,直到时刻 $T_{max}$ 为止。

[0236] 直到这样的位置,获得了马达12的转矩的平滑增加。

[0237] 图12示出了另一个示例性基准电流600,其是与目标位置B相距的剩余距离 $y(t)$ 的函数。应当注意,独立轴线相对于图8至图11反转。

[0238] 示出的示例性函数与图11所示的函数的不同之处在于,将基准电流600的最大值设置为等于可由马达12传输的最大电流的预定百分比。

[0239] 通过限制马达12的转矩,限制了在拨链器10的机构处产生的最大的力,并因此避免了其不适当的应力。

[0240] 更具体地,根据以下公式(13)表示图12所示的基准电流600:

[0241] 对于 $0 \leq t \leq T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = \max(K6 * \sqrt{y(t)}, K7 * I_{Max})$

[0242] 对于 $t > T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = 0$ 。

[0243] 例如,预定百分比K7可以等于由马达12可传输的最大电流 $I_{Max}$ 的50%。

[0244] 示例性的轨迹602始于坐标为 $t=0$ 、 $y(0)=100\%$ 、 $I_{ref}(0, 100\%)=K7 * I_{Max}$ 的初始位置A。在所示的情况下,假设移位速度均匀地增加,因此轨迹在表示基准电流600的最大值的平面上遵循曲线604,直到初始位置A与目标位置B之间的、坐标示例性地为 $t=T5$ 、 $y(T5)=40\%$ 、 $I_{ref}(T5, 40\%)=K6 * \sqrt{F-B}=K7 * I_{Max}$ 的中间位置F,其中F-B是从中间位置F到目标位置B的剩余距离。

[0245] 示例性的轨迹602然后沿着由 $K6 * \sqrt{y(t)}$ 表示的逆二次曲线的线606继续行进,直到坐标为 $t=T6$ 、 $y(T6)=0\%$ 、 $I_{ref}(T6, 0\%)=K6 * \sqrt{0\%}$ 的目标位置B。

[0246] 一旦到达目标位置B,轨迹就遵循直线608,并且马达12的激励被中断,直到时刻 $T_{max}$ 为止。

[0247] 为了提供对拨链器10的马达12的非常精确控制,可以将基准电流 $I_{ref}$ 提供为自从初始位置A到目标位置B的移位开始所经过的时间 $t$ 及与目标位置B相距的剩余距离 $y(t)$ 的函数。

[0248] 以这种方式,基准电流 $I_{ref}$ 或期望的吸收电流(其至少近似于实际吸收的电流 $I(t)$ )的分布是随时间预定的,但也以空间中的最佳方式调整。例如,可以将所传递的转矩的

趋势设置为对于移位的初始时间段增加,然后恒定,再然后随着接近目标位置B而减小。

[0249] 因此,在控制器14的模块30中,基准电流Iref可以由以下通式(14)表示:

[0250]  $I_{ref} = I_{ref}(t, y(t))$

[0251] 在图13的三维空间中,基准电流650由相对于时间轴线t不变也相对于剩余距离轴线y(t)不变的曲线表示,但其可以具有相对于任一轴线的不变部分。因此,基准电流650由作为沿着时间轴线t和沿着剩余距离轴线y(t)的可变函数的曲线表示。

[0252] 图13示出了示例性的基准电流650,其是经过的时间t和与目标位置B相距的剩余距离y(t)两者的函数。应当注意,类似于图12,独立轴线相对于图8至图11反转。

[0253] 有利地,如所示的,基准电流650的初始趋势为随时间t单调增加,且相对于剩余距离y(t)不变,并且其最终趋势为在时间t中不变,且随剩余距离y(t)而单调增加,并因此随着接近目标位置B而单调减小。此外,在这种情况下,为基准电流650提供的最大值也等于能够由马达12传输的最大电流的预定百分比。

[0254] 更具体地,基准电流650在初始部分中定义为斜坡函数,在最终部分中定义为剩余距离y(t)的逆二次函数,并且根据以下公式(15)进一步限定:

[0255] 对于 $0 \leq t \leq T7$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = \max(K8*t; K9*I_{Max})$

[0256] 对于 $T7 \leq t \leq T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = \max(K10*sqrt(y(t)); K9*I_{Max})$

[0257] 对于 $t > T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = 0$ 。

[0258] 示例性的轨迹652始于坐标为 $t=0, y(0) = 100\%$ 、 $I_{ref}(0, 100\%) = 0$ 的初始位置A。在所示的情况下,假设移位速度最初是恒定的,因此轨迹在表示基准电流650的增长斜坡的平面上遵循直线654,直到初始位置A与目标位置B之间的、坐标示例性地为 $t=T7, y(T7) = 30\%$ 、 $I_{ref}(T7, 30\%) = K9*I_{Max}$ 的中间位置G。

[0259] 轨迹652在表示基准电流650的最大值的平面上遵循直线656,直到中间位置G与目标位置B之间的、坐标示例性地为 $t=T8, y(T8) = 20\%$ 、 $I_{ref}(T8, 20\%) = K10*sqrt(20\%) = K9*I_{Max}$ 的中间位置H。

[0260] 示例性轨迹652然后沿着由 $K10*sqrt(y(t))$ 表示的逆二次曲线的线658继续行进,直到坐标为 $t=T9, y(T9) = 0\%$ 、 $I_{ref}(T9, 0\%) = 0$ 的目标位置B。

[0261] 一旦到达目标位置B,轨迹就遵循直线660,并且马达12的激励被中断,直到时刻 $T_{max}$ 为止。

[0262] 图14示出了另一示例性基准电流700,其是经过的时间t和剩余距离y(t)两者的函数。

[0263] 特别地,基准电流700在移位期间的预定时间段中(特别是在移位的初始时间段中)具有恒定值。以这种方式,可以以预定的方式开始或尝试开始移位,将机构的可能的反作用评估推迟到移位的第二部分。

[0264] 恒定值是对于剩余的移位,相对于基准电流700的最大可能值的中间值。

[0265] 以这种方式,在预定的时间段结束时,通常提供基准电流700的值的突然转变,并且特别是基准电流700的突然升高,其允许提供转矩提升以试图克服机构运动的可能的暂时障碍。

[0266] 在移位的第二部分中,例如提供了剩余距离y(t)的平均二次函数。

[0267] 更具体地,根据以下公式(16),基准电流700在初始部分中被定义为常数,并且在

最终部分中被定义为剩余距离 $y(t)$ 的逆二次函数：

[0268] 对于 $0 \leq t \leq T10$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = K11$

[0269] 对于 $T10 < t \leq T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = K12 * \sqrt{y(t)}$

[0270] 对于 $t > T_{max}$ ,  $I_{ref}[t, y(t)] = 0$

[0271] 其中 $K11$ 是相对于基准电流 $K12 * \sqrt{100\%}$ 的最大可能值的中间值。

[0272] 示例性轨迹702始于坐标为 $t=0, y(0)=100\%$ 、 $I_{ref}(0, 100\%)=K11$ 的初始位置A。在所示的情况下,假设移位速度最初均匀地增加,并因此轨迹在表示基准电流700在中间值处恒定的平面上遵循曲线704,直到初始位置A与目标位置B之间的、坐标示例性地为 $t=T10, y(T10)=30\%$ 、 $I_{ref}(T10, 30\%)=K11$ 的中间位置L。

[0273] 然后,轨迹702经历突然转变,并且特别地,基准电流700突然升高706,其在中间位置M到达值 $I_{ref}(T10, 30\%)=K12 * \sqrt{30\%}$ 。以这种方式,马达12提供转矩提升,以试图克服拨链器10的机构的移动的可能暂时障碍。

[0274] 示例性轨迹702然后沿着由 $K12 * \sqrt{y(t)}$ 表示的逆二次曲线的线708继续行进,直到坐标为 $t=T11, y(T11)=0\%$ 、 $I_{ref}(T11, 0\%)=0$ 的目标位置B。

[0275] 一旦到达目标位置B,轨迹就遵循直线710,并且马达12的激励被中断,直到时刻 $T_{max}$ 为止。

[0276] 本领域技术人员将理解,表示从初始位置A向目标位置B的移位的各个部分的各种示例性函数可以以各种方式彼此组合,以便获得在以上说明中概括的有利结果。

[0277] 本领域技术人员还将理解,表示从初始位置A到目标位置B的移位的各个部分的各种示例性函数可以经历若干修改,并且基准电流 $I_{ref}$ 原则上可以遵循任何趋势。

[0278] 特别地,虽然描述基准电流 $I_{ref}$ 的函数的平坦区域或曲线区域已被示出为相对于轴线具有严格单调趋势,但该趋势可以是单调的,而不是严格单调。

[0279] 虽然描述基准电流 $I_{ref}$ 的函数已被示出为分成不超过三个区域,但这不应当作为绝对限制,并且可以根据任何复杂的函数来建立基准电流 $I_{ref}$ 。

[0280] 此外,虽然已经通过公式表示了描述基准电流 $I_{ref}$ 的函数,但这并不旨在是绝对要求,并且基准电流 $I_{ref}$ 可以例如通过查表来逐点限定。

[0281] 本领域技术人员将理解,作为驱动马达12的电压的信号的替代,马达12可以是电流驱动的。

[0282] 以上是对发明方面的各个实施例的描述,并且在不背离本发明范围的前提下可以进行进一步的改变。可以改变各个部件的形状和/或尺寸和/或位置和/或定向。部件的功能可以由两个或更多部件实施,反之亦然。示出为彼此直接连接或接触的部件可以具有布置在它们之间的中间结构。附图中所示的细节和/或参考图或实施例描述的细节可以应用于其它图或实施例中。不是全部显示在附图中或在相同上下文中描述的细节都必须存在于相同的实施例中。相对于现有技术创新性的特征或方面,不管是单独地或与其它特征组合,本身应被视为描述性的,而不管哪些被明确描述为创新性的。

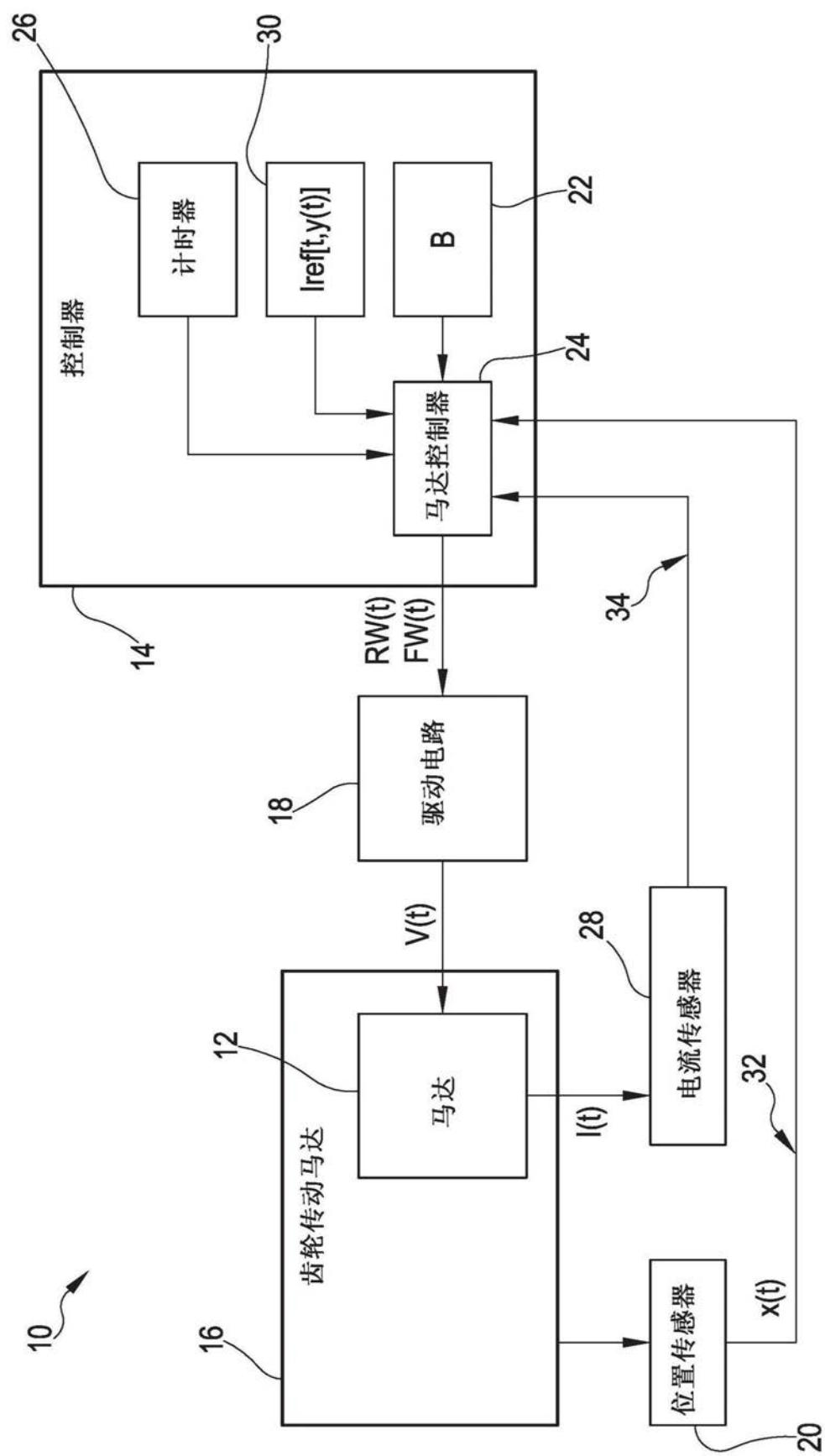


图1

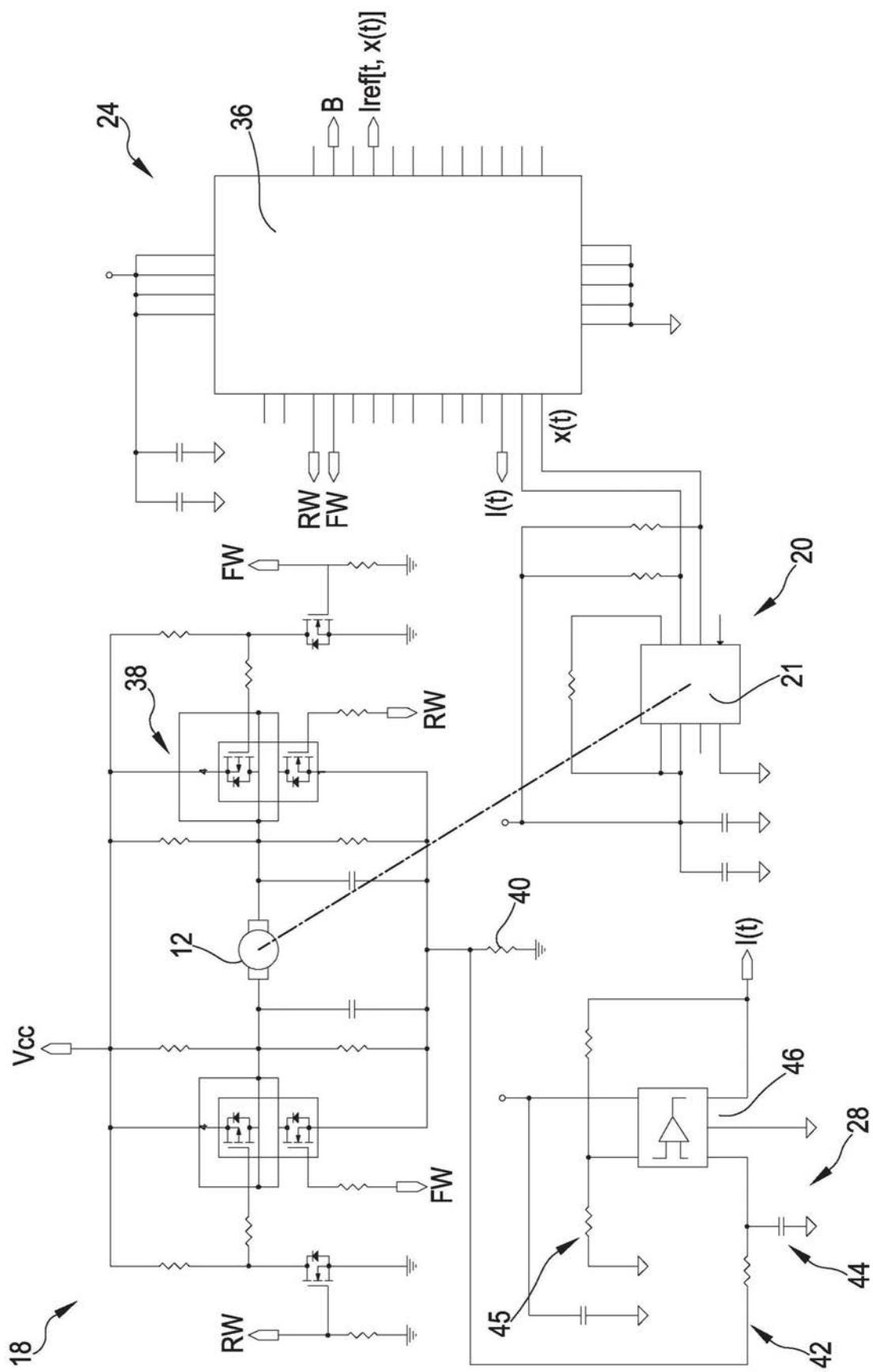


图2

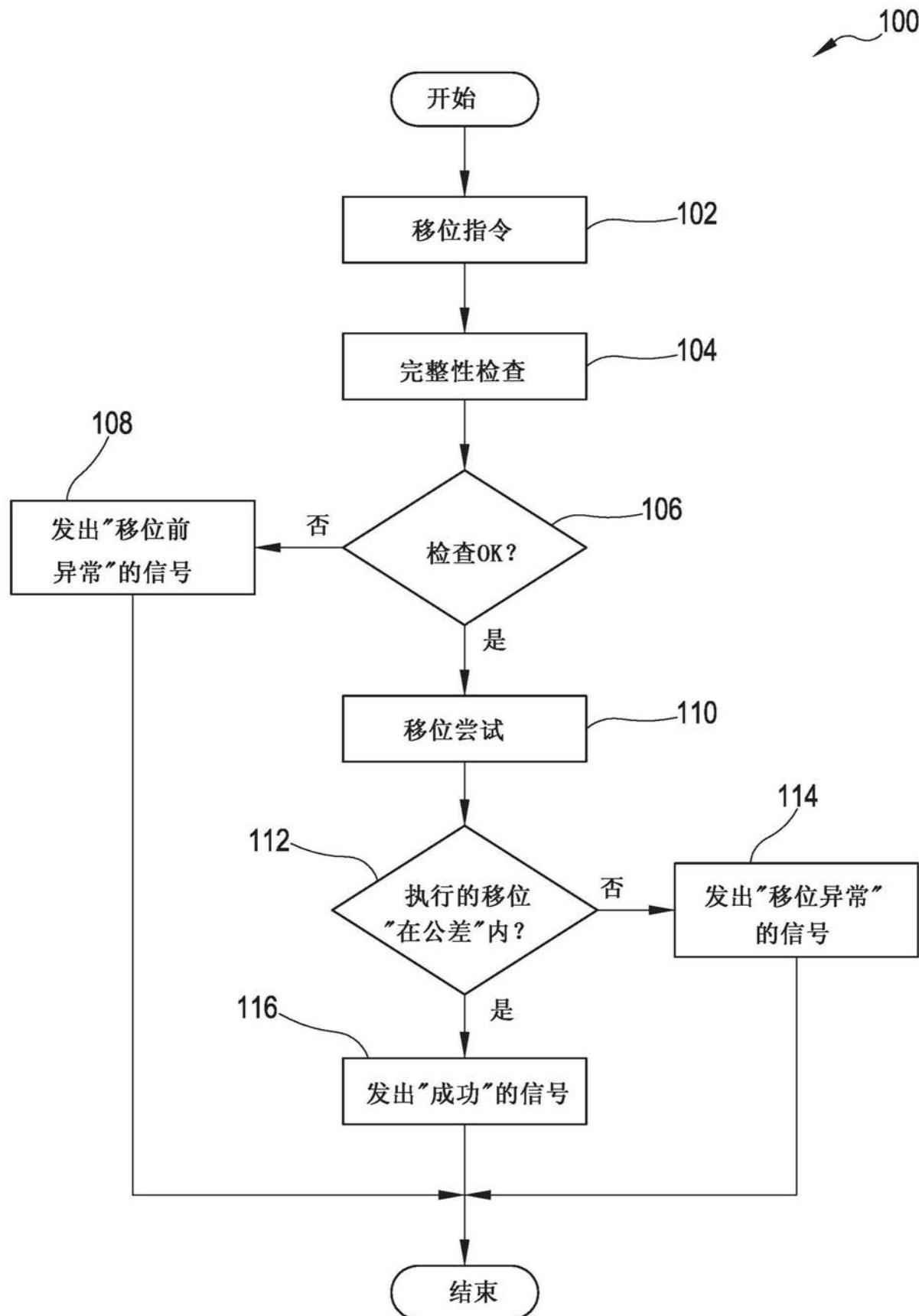


图3

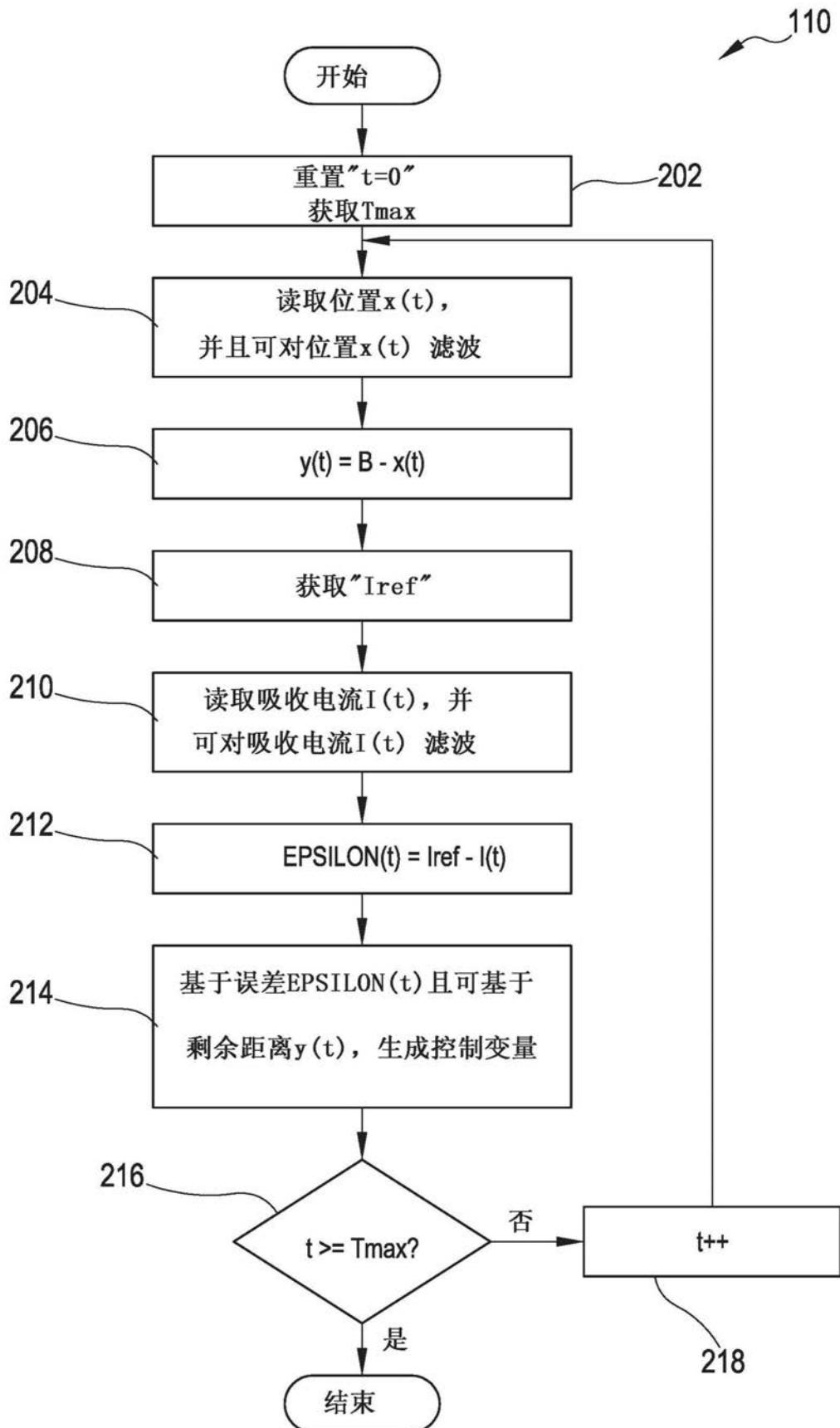


图4

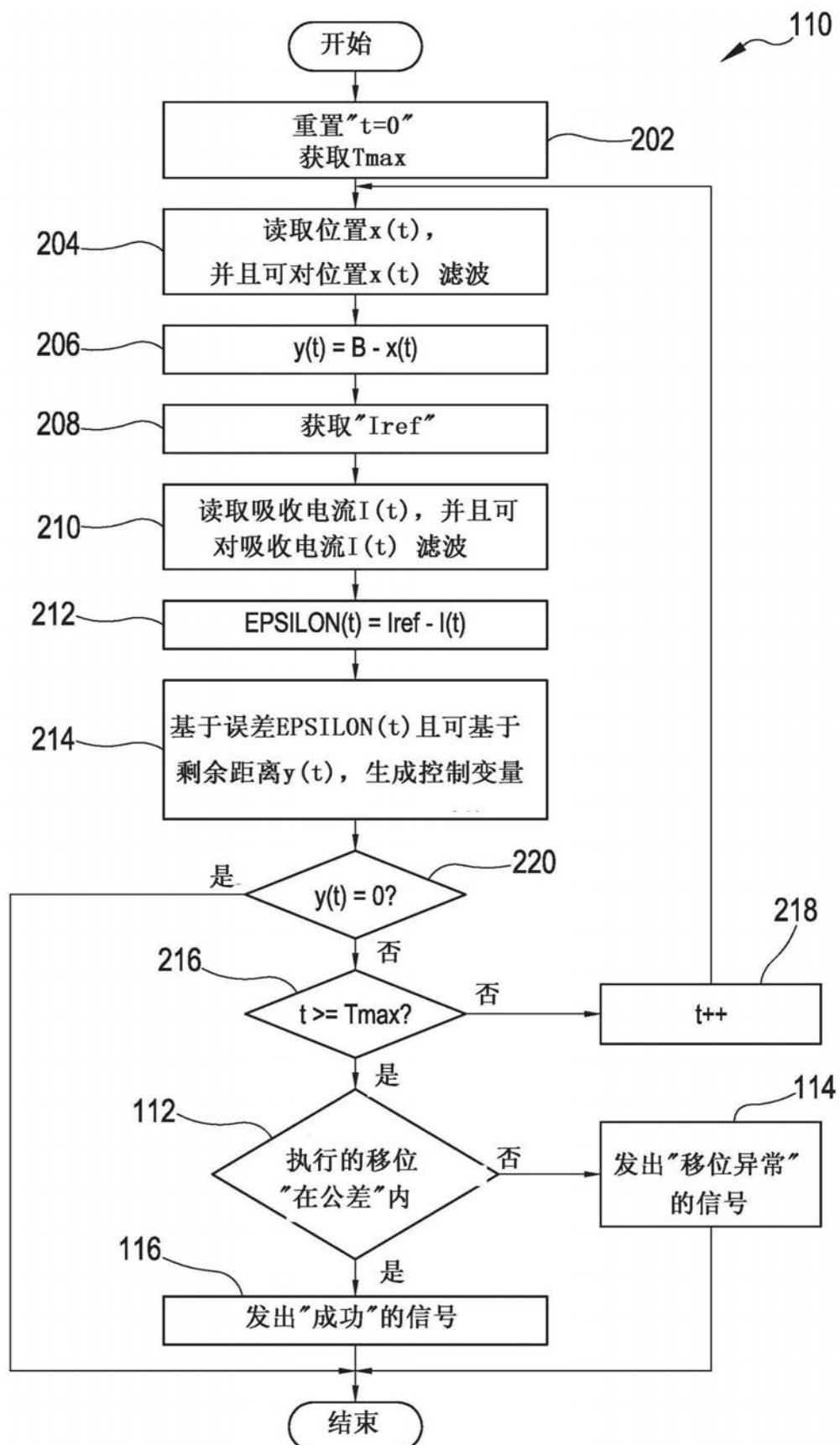


图5

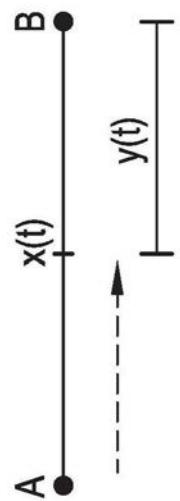


图6

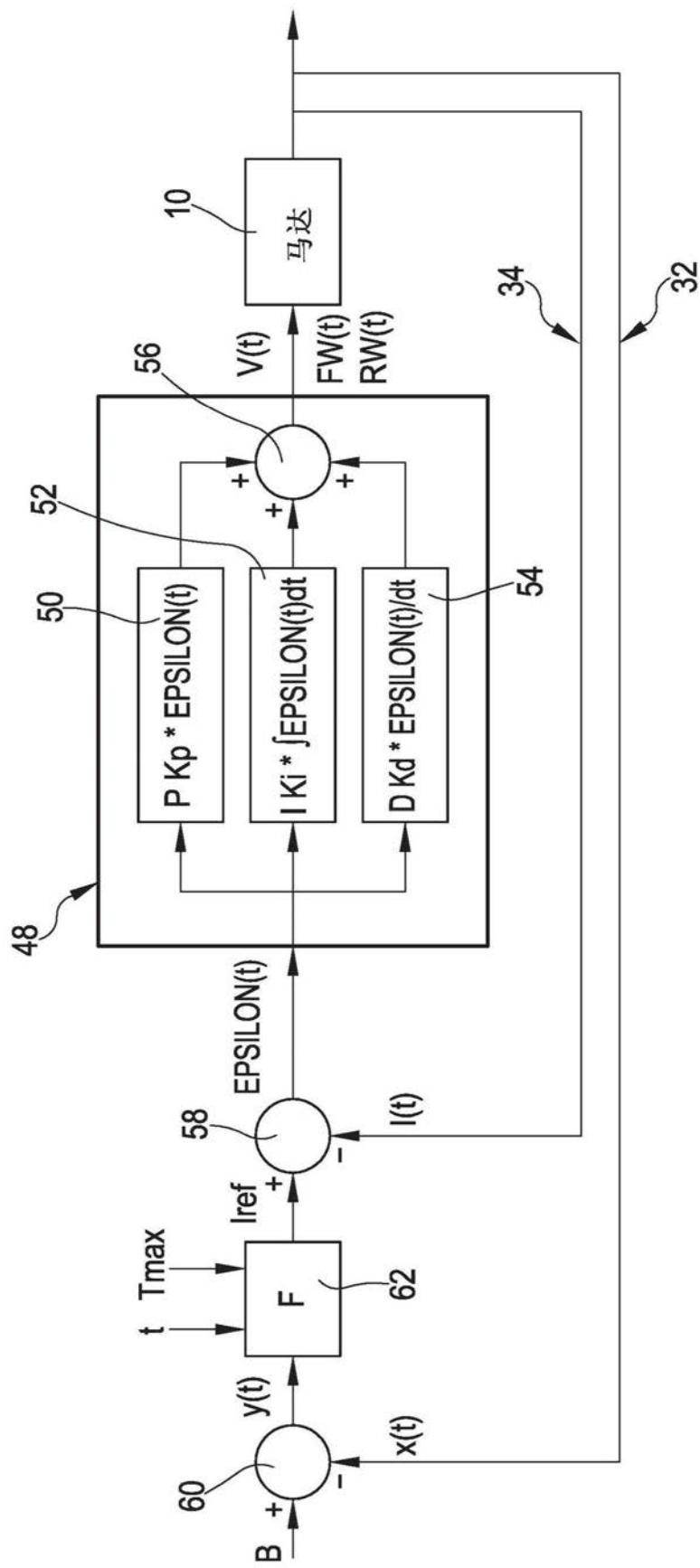


图7

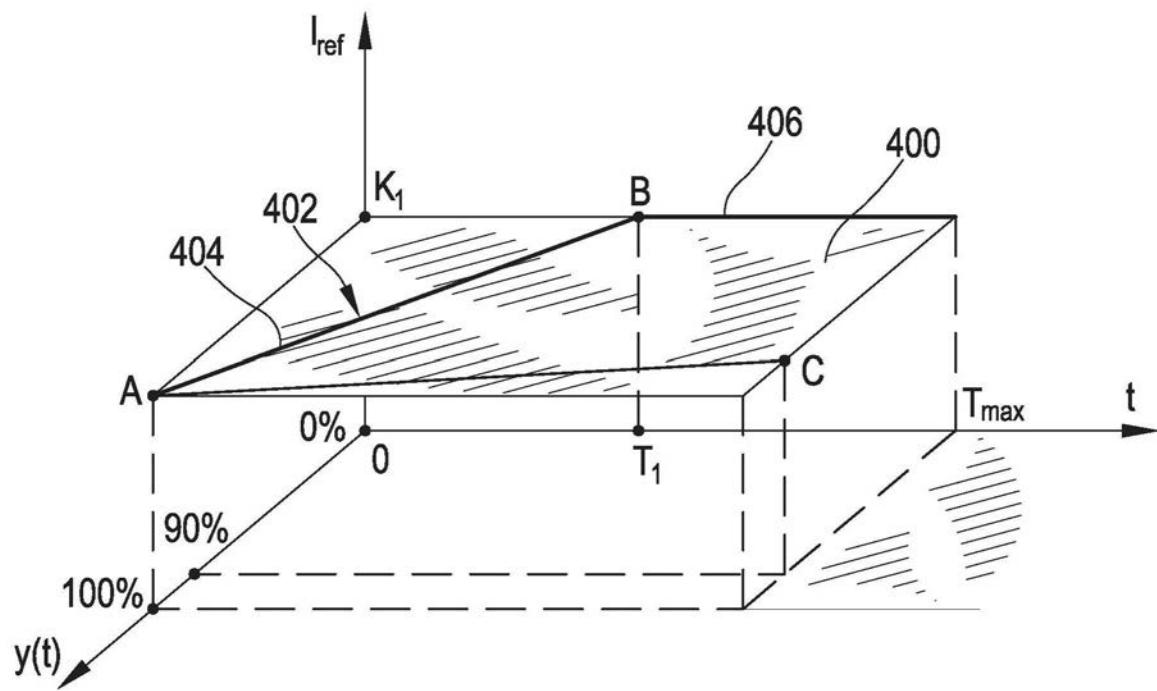


图8

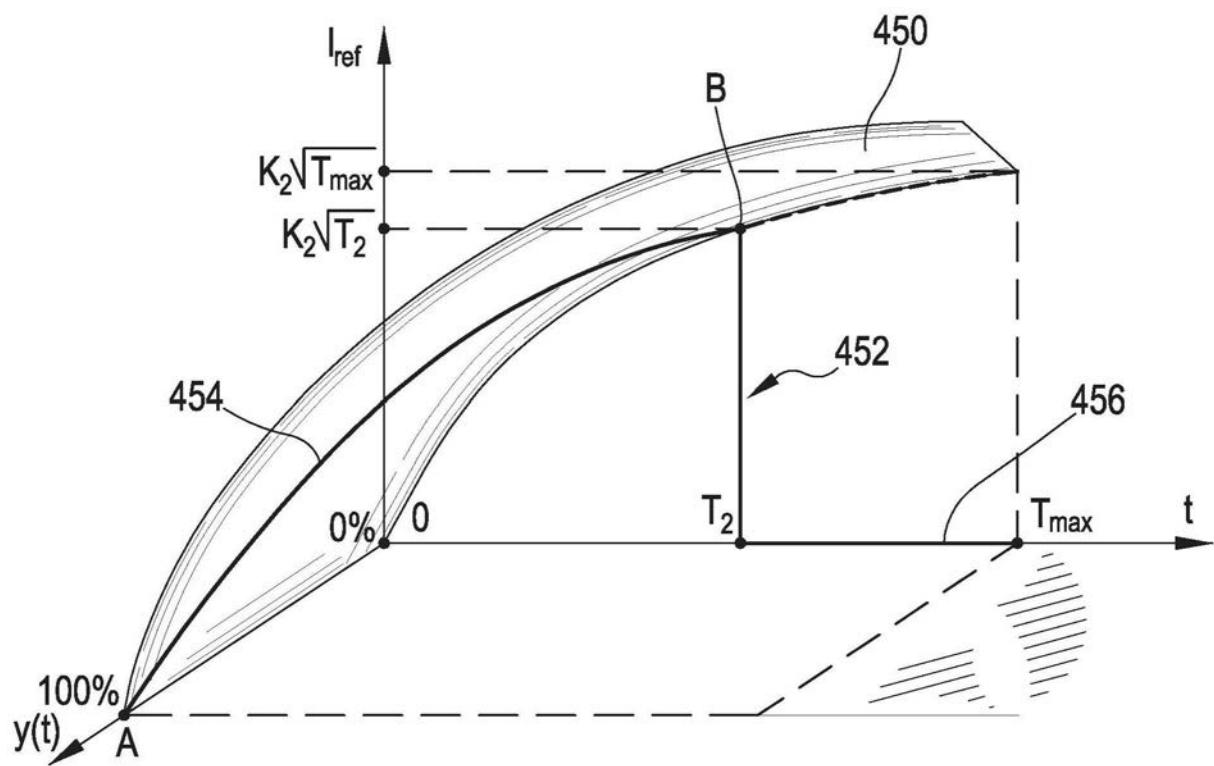


图9

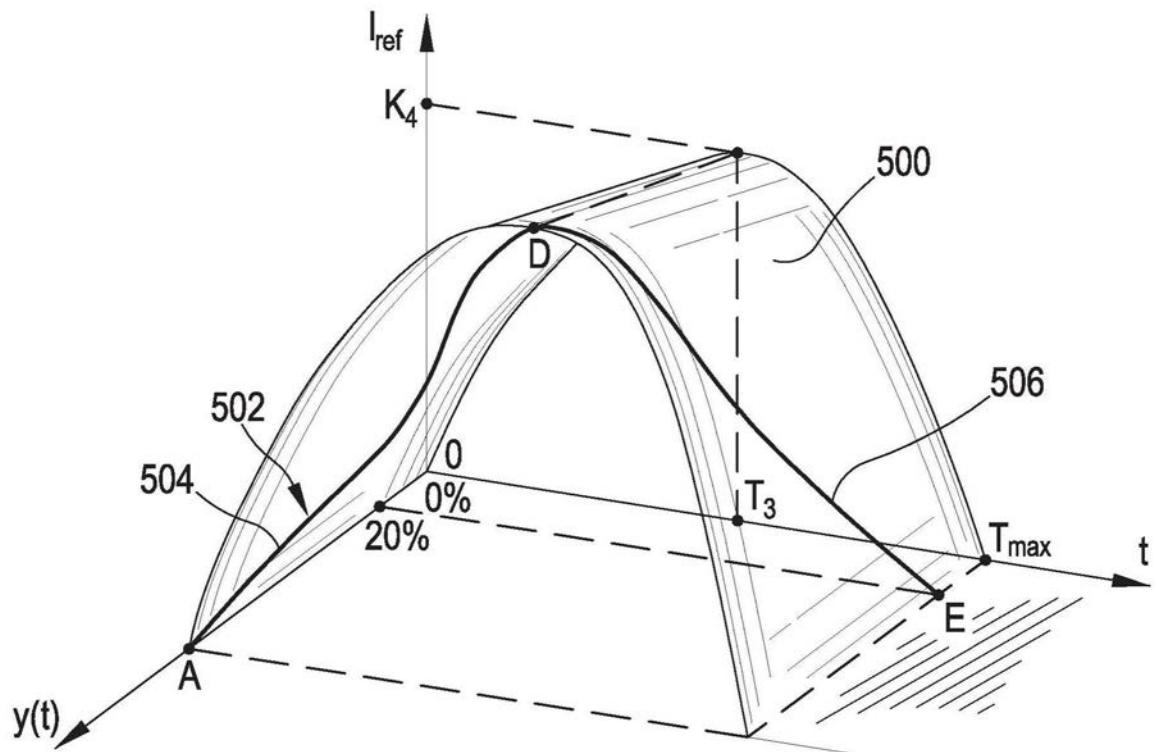


图10

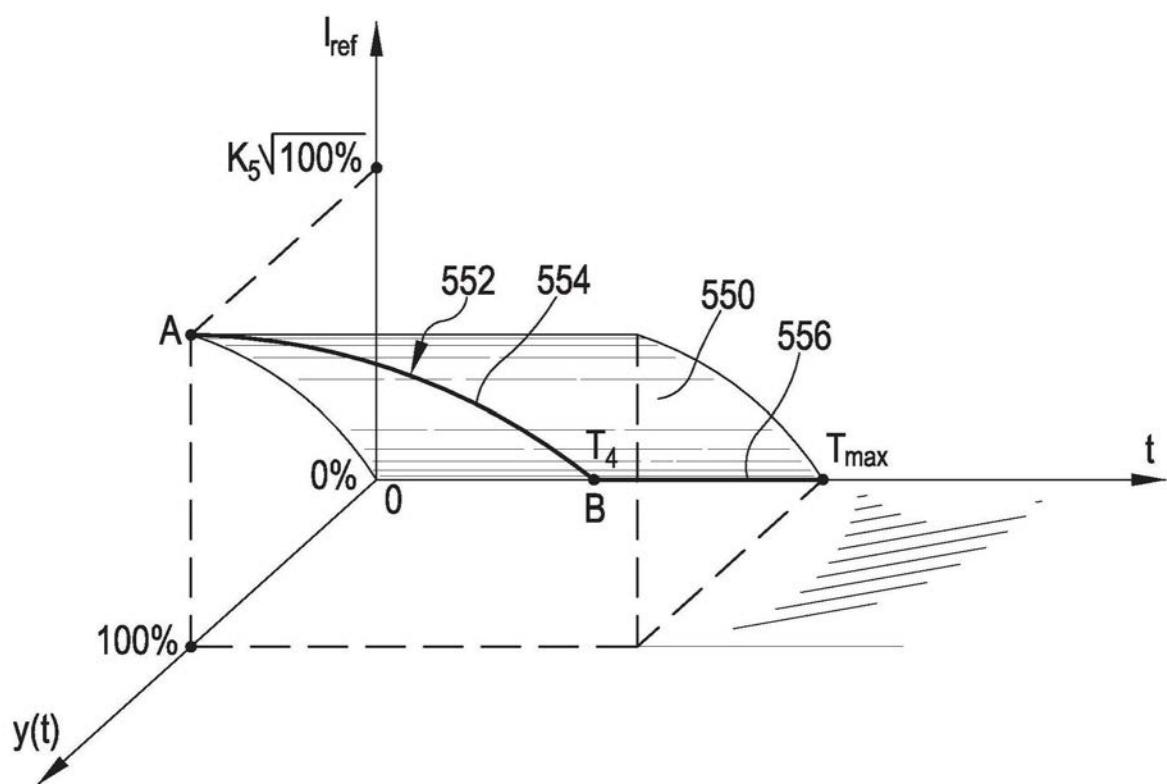


图11

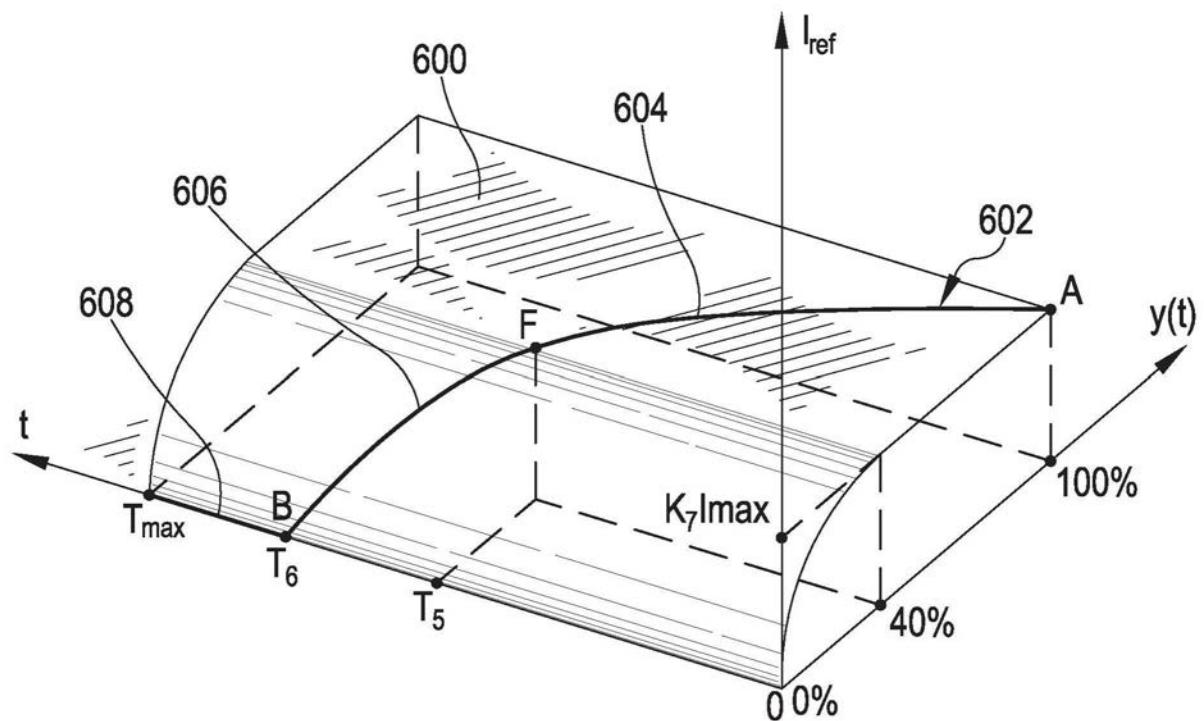


图12

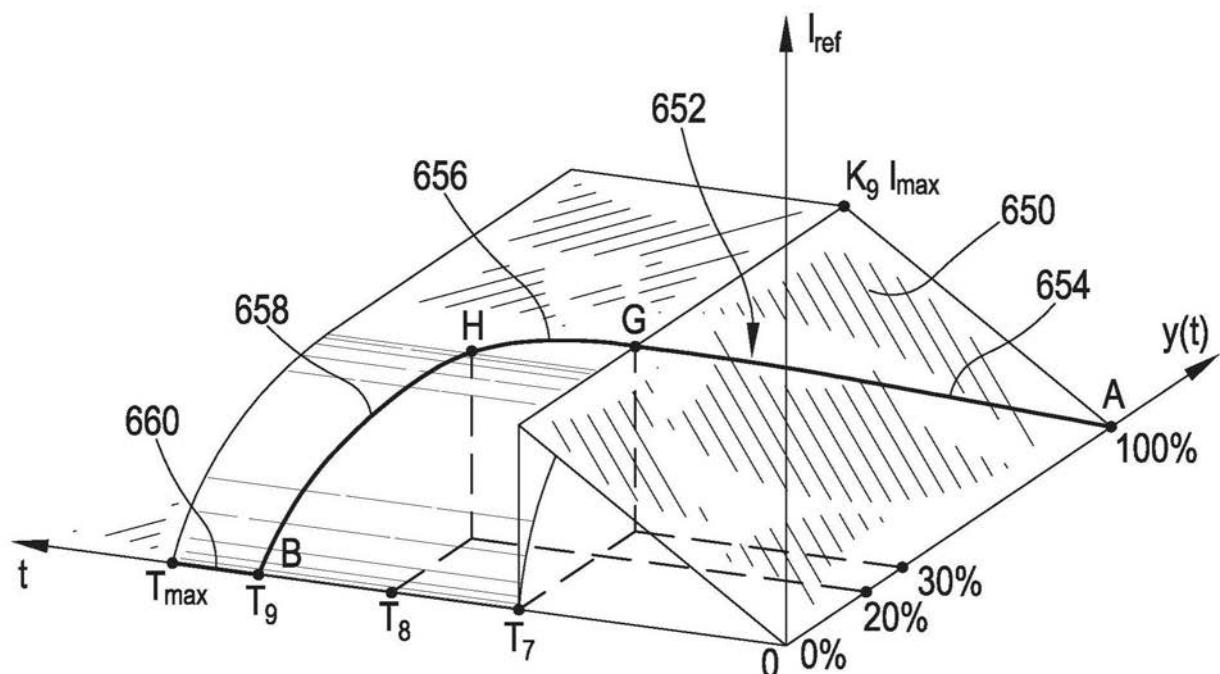


图13

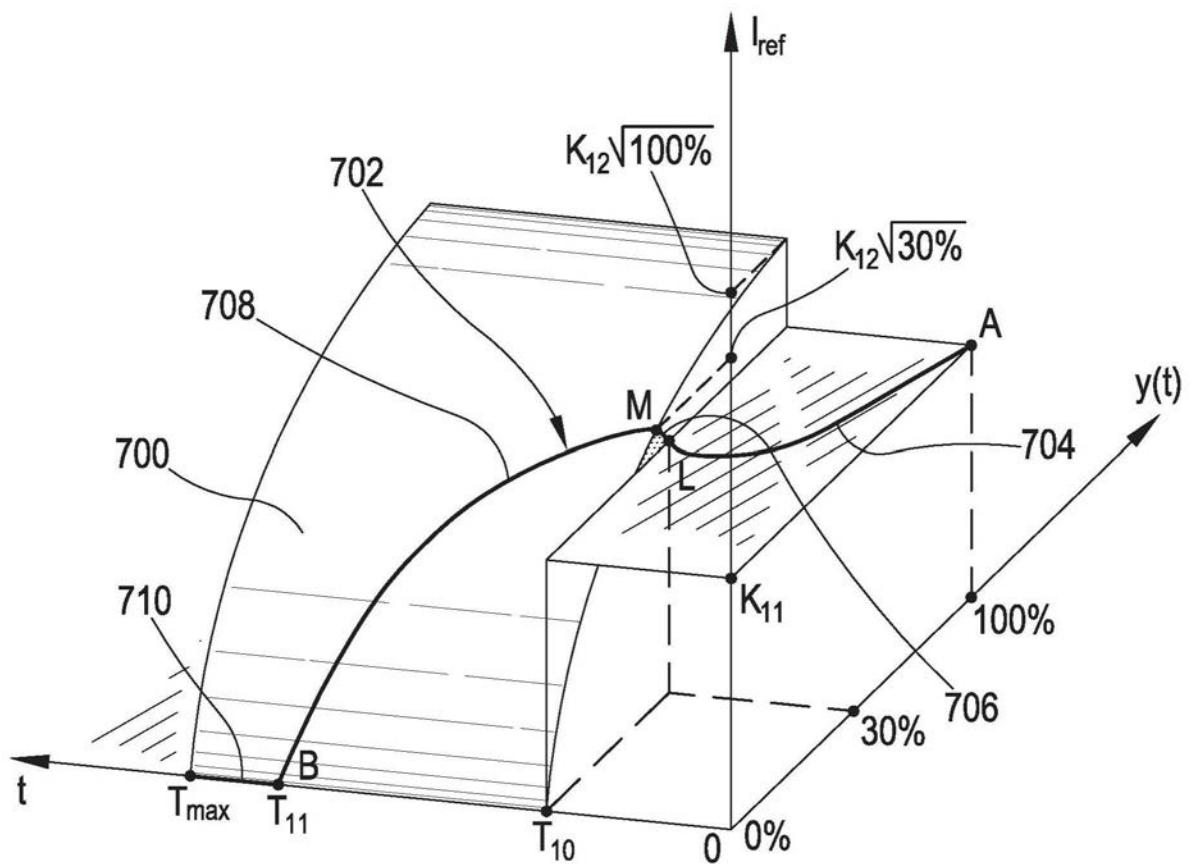


图14