



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117941244 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 26

(21) 申请号 202280062554.7

(22) 申请日 2022.11.16

(30) 优先权数据

2021-191004 2021.11.25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.03.15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/042565 2022.11.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/095696 JA 2023.06.01

(71) 申请人 株式会社电装

地址 日本爱知县

(72) 发明人 藤中勇多 木野内惣一 市原英明

平泽功太郎

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 高迪

(51) Int.Cl.

H02P 27/08 (2006.01)

B60K 26/00 (2006.01)

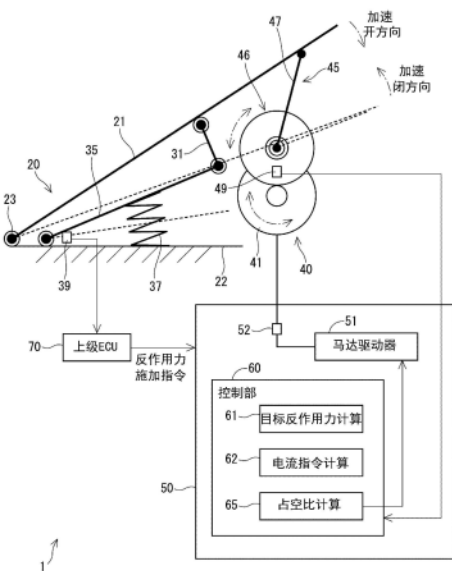
权利要求书2页 说明书10页 附图15页

(54) 发明名称

踏板装置

(57) 摘要

踏板装置(1)具备踏板杆(20)、致动器(40)和控制部(60),踏板杆(20)根据踩下操作而动作,致动器(40)能够通过马达(41)的驱动来施加使踏板杆(20)返回的方向上的力即反作用力,控制部(60)具有基于与施加到踏板杆(20)的反作用力有关的反作用力目标值来计算电流指令值的电流指令计算部(62)、以及基于电流指令值计算占空比指令值的占空比计算部(65),控制部(60)基于占空比指令值控制马达(41)的驱动,占空比计算部(65)基于通电至马达(41)的马达电流或马达(41)的旋转速度中的至少一方来修正占空比指令值。



1. 一种踏板装置,

具备:

踏板杆 (20), 根据踩下操作而进行动作;

致动器 (40), 能够通过马达 (41) 的驱动来施加反作用力, 该反作用力是使所述踏板杆返回的方向上的力; 以及

控制部 (60), 具有电流指令计算部 (62) 以及占空比计算部 (65), 所述电流指令计算部 (62) 基于与施加到所述踏板杆 (20) 的反作用力有关的反作用力目标值来计算电流指令值, 所述占空比计算部 (65) 基于所述电流指令值来计算占空比指令值, 所述控制部 (60) 基于所述占空比指令值控制所述马达的驱动,

所述占空比计算部基于被通电至所述马达的马达电流和所述马达的旋转速度中的至少一方来修正所述占空比指令值。

2. 根据权利要求1所述的踏板装置,

所述占空比计算部基于电流检测值与所述电流指令值的偏差来修正所述占空比指令值, 所述电流检测值基于检测被通电至所述马达的电流的电流传感器 (52) 的检测值而得到。

3. 根据权利要求2所述的踏板装置,

所述占空比计算部,

在所述电流检测值大于所述电流指令值的情况下, 对所述占空比指令值进行修正, 使得所述电流检测值与所述电流指令值之差越大则占空比越小;

在所述电流检测值为所述电流指令值以下的情况下, 使所述占空比指令值的修正量为0。

4. 根据权利要求2所述的踏板装置,

所述占空比计算部,

在所述电流检测值小于所述电流指令值的情况下, 对所述占空比指令值进行修正, 使得所述电流检测值与所述电流指令值之差越大则占空比越大;

在所述电流检测值为所述电流指令值以上的情况下, 使所述占空比指令值的修正量为0。

5. 根据权利要求2所述的踏板装置,

在所述马达的旋转方向是与反作用力施加方向相反的方向且旋转速度为速度判定阈值以上的情况下, 所述占空比计算部基于所述电流检测值与所述电流指令值的偏差来修正所述占空比指令值。

6. 根据权利要求1所述的踏板装置,

所述占空比计算部无论所述马达的旋转速度如何, 都根据所述马达的旋转速度来修正所述占空比指令值。

7. 根据权利要求1所述的踏板装置,

所述占空比计算部,

在对所述马达进行向施加反作用力的方向的通电的状态下而所述马达的旋转方向是与反作用力施加方向相反的方向的情况下, 对所述占空比指令值进行修正, 使得所述马达的旋转速度越大则占空比越小;

在所述马达的旋转速度为0、或所述马达的旋转方向为反作用力施加方向的情况下,使所述占空比指令值的修正量为0。

8. 根据权利要求1所述的踏板装置,

在对所述马达进行向施加反作用力的方向的通电的状态下而所述马达的旋转方向是反作用力施加方向的情况下,所述占空比计算部对所述占空比指令值进行修正,使得所述马达的旋转速度越大则所述占空比越大。

9. 根据权利要求8所述的踏板装置,

在所述马达的旋转速度为0、或所述马达的旋转方向为与反作用力施加方向相反的方向的情况下,所述占空比计算部使所述占空比指令值的修正量为0。

10. 根据权利要求1所述的踏板装置,

在电流检测值为电流判定阈值以上的情况下,所述占空比计算部基于所述马达的旋转速度来修正所述占空比指令值,所述电流检测值基于检测被通电至所述马达的电流的电流传感器(52)的检测值而得到。

踏板装置

[0001] 关联申请的相互参照

[0002] 本申请以2021年11月25日申请的日本国专利申请第2021-191004号为基础,在此引用该基础申请的记载内容。

技术领域

[0003] 本公开涉及踏板装置。

背景技术

[0004] 以往,已知有具备反作用力输出装置的加速踏板装置。例如,在专利文献1中,在马达的转速未超过阈值的情况下,以基于反作用力设定值的占空比来控制通电,在马达的转速超过阈值的情况下,以与转速相应的占空比来控制通电。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献:日本专利第6413166号公报

发明内容

[0008] 然而,在专利文献1中,存在无法修正转速的微小变化,无法抑制反作用力变动的担忧。本公开的目的是提供一种能够适当地控制反作用力的踏板装置。

[0009] 本公开的踏板装置具备踏板杆、致动器和控制部。踏板杆根据踩下操作而动作。致动器能够通过马达的驱动来施加反作用力,该反作用力是使踏板杆返回的方向上的力。控制部具有基于与施加到踏板杆的反作用力有关的反作用力目标值来计算电流指令值的电流指令计算部、以及基于电流指令值来计算占空比指令值的占空比计算部,控制部基于占空比指令值控制马达的驱动。

[0010] 占空比计算部基于通电至马达的马达电流和马达的旋转速度中的至少一方来修正占空比指令值。由此,能够适当地控制反作用力。

附图说明

[0011] 本公开的上述目的和其他目的、特征和优点将从以下参照附图的详细描述中变得更加明显。

[0012] 图1是表示第一实施方式的踏板装置的示意图。

[0013] 图2A是表示电刷不跨越换向器的状态的示意图。

[0014] 图2B是表示电刷跨越换向器的状态的示意图。

[0015] 图3A是表示电刷不跨越换向器的状态的电路图。

[0016] 图3B是表示电刷跨越换向器的状态的电路图。

[0017] 图4是说明第一实施方式的马达控制处理的流程图。

[0018] 图5是第一实施方式中在基于反作用力目标值的电流指令值计算中使用的映射。

- [0019] 图6是第一实施方式中在基于电流指令值的占空比指令值计算中使用的映射。
- [0020] 图7是第一实施方式中在基于电流偏差的占空比修正量计算中使用的映射。
- [0021] 图8是第一实施方式中在基于电流偏差的占空比修正量计算中使用的映射。
- [0022] 图9是第一实施方式中在基于电流偏差的占空比修正量计算中使用的映射。
- [0023] 图10是第一实施方式中在基于电流偏差的占空比修正量计算中使用的映射。
- [0024] 图11是说明第一实施方式的马达控制处理的时序图。
- [0025] 图12是说明第二实施方式的马达控制处理的流程图。
- [0026] 图13是第二实施方式中在基于马达旋转速度的占空比修正量计算中使用的映射。
- [0027] 图14是第二实施方式中在基于马达旋转速度的占空比修正量计算中使用的映射。
- [0028] 图15是第二实施方式中在基于马达旋转速度的占空比修正量计算中使用的映射。
- [0029] 图16是第二实施方式中在基于马达旋转速度的占空比修正量计算中使用的映射。
- [0030] 图17是说明第三实施方式的马达控制处理的流程图。
- [0031] 图18是说明第四实施方式的马达控制处理的流程图。
- [0032] 图19是说明参考例的马达控制处理的时序图。
- [0033] 图20是将图19的XX部放大后的图。

具体实施方式

[0034] 以下,基于附图说明本公开的踏板装置。以下,在多个实施方式中,对于实质上相同的结构标注相同的附图标记,并省略其说明。

[0035] (第一实施方式)

[0036] 第一实施方式如图1~图11所示。如图1所示,踏板装置1具备踏板杆20、致动器40以及马达控制装置50等。

[0037] 踏板杆20具有垫21、臂31和踏板35,其通过驾驶员的踩下操作等被一体地驱动。垫21被设置为能够供驾驶员进行踩下操作。垫21通过设置于壳体22的支点构件23而被支承为能够旋转。在图1中示出了垫21是在沿着壳体22的一面的方向上延伸而设置的所谓的落地式(风琴式),但也可以是悬挂式(吊坠式)。此外,在本实施方式中,将踏板壳体和马达壳体等不通过马达41的驱动和踏板杆20的踩下操作等驱动的框体部分统称为壳体22。

[0038] 臂31将垫21和踏板35连结。踏板35的一端能够旋转地被支承于壳体22,另一端与臂31连结。由此,通过驾驶员对垫21的操作,垫21、臂31和踏板35一体地被驱动。在踏板35的一端侧设置有检测踏板开度的踏板开度传感器39。踏板开度传感器39的检测值被输出到上级ECU70。

[0039] 踏板施力构件37是压缩螺旋弹簧,其一端固定于踏板35,另一端固定于壳体22,对踏板35向加速器关闭方向施力。在图1中,用实线示出了加速器完全关闭状态,用虚线示出了加速器完全打开状态。

[0040] 致动器40具有马达41和动力传递机构45。马达41由马达控制装置50控制。本实施方式的马达41为有刷DC马达。马达41的驱动力经由动力传递机构45传递至踏板杆20。这里,可以将动力从驱动源即马达41经由动力传递机构45传递至踏板杆20的一系列构件称为致动器40。

[0041] 动力传递机构45具有齿轮组46和致动杆47等。齿轮组46由与马达轴一体地旋转的

马达齿轮和与马达齿轮啮合的多个齿轮构成,将马达41的驱动力传递至致动杆47。在构成齿轮组46的任一齿轮上设置有检测旋转位置的位置传感器49。

[0042] 致动杆47的一端与齿轮组46连接,另一端与踏板杆20抵接。由此,马达41的驱动力经由动力传递机构45传递至踏板杆20。在图1中,致动杆47的另一端与垫21抵接,但也可以构成为与臂31或踏板35抵接。此外,致动杆47和踏板杆20可以构成为在未赋予反作用力时分离,也可以构成为始终抵接。

[0043] 通过在处于致动杆47和踏板杆20抵接的状态下使马达41旋转,从而能够对踏板杆20施加返回方向的反作用力。以下,将马达41向增大施加给踏板杆20的反作用力的一侧的旋转方向和通电方向设为正。

[0044] 通过由马达41主动地对踏板杆20施加使踏板杆20返回的方向上的反作用力,例如基于驾驶状况,在判断若踩下垫21将导致燃油效率劣化的点施加反作用力,从而产生壁感,抑制驾驶员对垫21的踩下。由此,能够提高燃油效率。另外,例如,通过将踏板杆20向返回方向进行脉冲驱动,从而也能够作为从自动驾驶向手动驾驶的切换通知等信息传递来灵活应用。

[0045] 马达控制装置50具备马达驱动器51、电流传感器52和控制部60等。马达驱动器51具有切换对马达41的通电的开关元件,该开关元件没有进行图示。本实施方式的马达驱动器51是H桥电路,但也可以是能够向反作用力施加方向通电的半桥电路。电流传感器52检测通电至马达41的电流。

[0046] 控制部60由微型计算机等作为主体而构成,内部具备均未图示的CPU、ROM、RAM、I/O以及连接这些结构的总线等。控制部60中的各处理可以是基于由CPU执行预先存储在ROM等实体的存储装置(即,可读的非暂时性有形记录介质)中的程序的软件处理,也可以是基于专用电子电路的硬件处理。

[0047] 控制部60具有目标反作用力计算部61、电流指令计算部62和占空比计算部65等作为功能块。在图1中,记载了各功能块由一个控制部60构成,但是一部分功能也可以由另外的控制部构成,也可以是至少一部分功能位于上级ECU70侧。

[0048] 控制部60取得位置传感器49和电流传感器52的检测值,并将它们用于各种计算。位置传感器49的检测值能够通过齿轮比换算来换算为马达41的旋转角度,控制部60能够计算马达41的旋转速度 N_r 即马达旋转速度 N_r 。控制部60能够基于电流传感器52的检测值来计算电流检测值 I_r 。

[0049] 此外,控制部60在电流传感器52发生异常的情况下,能够基于马达旋转速度 N_r 估计电流变化量。控制部60在位置传感器49发生异常的情况下,能够根据电流传感器52的信息估计马达旋转速度 N_r 。

[0050] 目标反作用力计算部61基于来自上级ECU的反作用力施加指令来计算反作用力目标值 P_t 。电流指令计算部62基于反作用力目标值 P_t 来计算电流指令值 I_t 。占空比计算部65计算与PWM信号的占空比有关的占空比指令值 D_t 。

[0051] 有刷马达的结构如图2A和图2B所示,电路图如图3A和图3B所示。如图2A和2B所示,马达41具有定子411、转子412、换向器413和电刷415。

[0052] 如图2A所示,当电刷415不跨越换向器413时,电子电路如图3A所示,马达电阻为 $R \times (3/2)$ 。此外,如图2B所示,当电刷415跨越换向器413时,电子电路如图3B所示,马达电阻

为R。另外,在图3A和图3B中,r对应于线束电阻以及接触电阻等,R对应于卷绕于转子412的绕组的电阻。

[0053] 这里,关于马达41产生的扭矩,马达运动方程如式(1)所示,马达电气方程如式(2)所示。式中的 ω 为马达旋转速度[rad/s], K_m 为马达扭矩常数[N·m], I 为马达电流[A], T_r 为负载扭矩[N·m], T_d 为制动扭矩[N·m], B 为粘性摩擦常数[N·m/(rad/s)], V 为马达电压[V], R 为电阻[Ω], K_e 为反电动势常数[V/(rad/s)], θ 为马达旋转角度[rad], L 为电感[H]。

[0054] 【数学式1】

$$[0055] \quad \frac{d\omega}{dt} = \frac{K_m \times I - T_r - T_d - B \times \omega}{J} \quad \dots (1)$$

$$[0056] \quad \frac{dI}{dt} = \frac{V - R(\theta) \times I - K_e \times \omega}{L}$$

$$[0057] \quad I = \frac{1}{R(\theta)} \left(-\frac{dI}{dt} \times L + V - K_e \times \omega \right) \quad \dots (2)$$

[0058] 如图2A、2B、3A和3B所示,马达41是有刷马达,并且电阻根据马达旋转角度而变化。因此,马达电流 I 不仅受到马达旋转速度 ω 的影响,还受到电阻 $R(\theta)$ 的影响(参照式(1)和(2))。

[0059] 此外,对于本实施方式的马达41而言,若是对踏板杆20施加反作用力,且在施加反作用力时踏板杆20被踩下,则电流由于反电动势的产生而变化。即,马达电流 I 根据与马达旋转角度 θ 相应的电阻 $R(\theta)$ 以及由于踩下踏板杆20而产生的反电动势而变化。因此,在本实施方式中,根据马达电流 I 来修正占空比指令值 D_t 。

[0060] 基于图4的流程图来说明本实施方式的马达控制处理。该处理由控制部60以处理的周期来执行。以下,省略步骤S101等的“步骤”,简记为标记“S”。

[0061] 在S101中,控制部60判断是否存在反作用力施加指令。在判断为没有反作用力施加指令的情况下(S101:否),跳过S102以后的处理。在判断为有反作用力施加指令的情况下(S101:是),向S102转移。

[0062] 在S102中,控制部60判断反作用力目标值 P_t 是否相对于上次计算时发生变更。在判断为反作用力目标值 P_t 没有变更的情况下(S102:否),向S105转移。在判断为反作用力目标值 P_t 已变更的情况下(S102:是),向S103转移。

[0063] 在S103中,电流指令计算部62基于反作用力目标值 P_t ,例如使用图5的映射来计算电流指令值 I_t 。在S104中,占空比计算部65基于电流指令值 I_t ,例如使用图6的映射来计算占空比指令值 D_t 。

[0064] 在反作用力目标值 P_t 相对于上次计算时没有变更的情况下转移的S105中,判断从反作用力目标值 P_t 变更起是否已经经过了待机时间。待机时间根据从反作用力目标值 P_t 变更起至成为与反作用力目标值 P_t 相应的电流值所需的时间来设定。在判断为从反作用力目标值 P_t 变更起尚未经过待机时间的情况下(S105:否),向S108转移,保持当前的占空比指令值 D_t 。在判断为从反作用力目标值 P_t 变更起经过了待机时间的情况下(S105:是),向S106转移,计算电流检测值 I_r 。

[0065] 在S107中,控制部60判断电流检测值 I_r 与电流指令值 I_t 是否一致。这里,在电流指令值 I_t 与电流检测值 I_r 之差即电流偏差 ΔI (参照式(3))在根据检测误差等所设定的规定

范围内的情况下,视为电流检测值 I_r 和电流指令值 I_t 一致。在判断为电流检测值 I_r 和电流指令值 I_t 一致的情况下(S107:是),向S108转移,保持当前的占空比指令值 D_t 。在判断为电流检测值 I_r 和电流指令值 I_t 不一致的情况下(S107:否),向S109转移。

[0066] 在S109中,占空比计算部65修正占空比指令值 D_t 。在本实施方式中,基于电流偏差 ΔI 计算占空比修正量 ΔD ,修正占空比指令值 D_t (参照式(4))。另外,在式中,下标(n)意味着本次值,(n-1)意味着前次值。

[0067] $\Delta I = I_r - I_t \cdots (3)$

[0068] $D_{t(n)} = D_{t(n-1)} - \Delta D \cdots (4)$

[0069] 基于图7~图10说明占空比修正量 ΔD 。例如,如图7和图8所示,计算占空比修正量 ΔD ,使得在电流偏差 ΔI 的整个范围中修正占空比指令值 D_t 。由此,即使产生外部干扰、与马达旋转角度 θ 相应的扭矩变动,也能够以接近反作用力目标值 P_t 的方式进行控制,因此能够提高驾驶性能。占空比修正量 ΔD 可以如图7所示通过线性函数来计算,也可以如图8所示通过非线性函数来计算。

[0070] 在克服来自致动器40侧的附加反作用力来踩下踏板杆20的情况下,由于反电动势而马达电流增加,因此电流偏差 ΔI 变为正,反作用力相比于目标反作用力增加。在电流偏差 ΔI 为正的区域内,使占空比修正量 ΔD 为正,将占空比指令值 D_t 向下降的一侧修正。此外,如图9所示,可以在电流偏差 ΔI 为正的区域内将占空比指令值 D_t 向使反作用力下降的一侧修正,在电流偏差 ΔI 为负的区域内不进行占空比修正。

[0071] 在踏板杆20被踏回的情况下,马达电流降低,因此电流偏差 ΔI 变为负,反作用力减少到小于目标反作用力。在电流偏差 ΔI 为负的区域内,使占空比修正量 ΔD 为负,并且将占空比指令值 D_t 向上升的一侧修正。此外,如图10所示,可以在电流偏差 ΔI 为负的区域内将占空比指令值向使反作用力上升的一侧修正,在电流偏差 ΔI 为正的区域内不进行占空比修正。另外,在图9和图10中示出了线性函数的例子,但也可以是非线性函数。此外,可以通过基于电流偏差 ΔI 的函数计算来计算占空比修正量 ΔD ,而不使用图7~图10所示的映射。这同样适用于后述的图15和图16。

[0072] 基于图11说明本实施方式的马达控制处理,基于图19和图20的时序图说明参考例的马达控制处理。在图11和图19中,从上方起是踏板开度、马达旋转角度、马达旋转速度 N_r 、马达施加电压、马达驱动占空比、马达电流和马达扭矩。在图20中,在最下方追加记载了马达电阻。在时序图中,在踏板杆20处于完全关闭状态时马达旋转角度设为 0° ,是以匹配踏板杆20的角度的方式进行齿轮比换算得到的值。此外,在图11等中,反作用力目标值 P_t 设为恒定。

[0073] 如图19所示的参考例,在将马达驱动占空比设为恒定的情况下,当由于踏板杆20的踩下而产生反电动势时,马达电流和马达扭矩增加,反作用力变大。此外,如图20所示,由于本实施方式的马达41是有刷马达,因此,通过与马达41的旋转位置相应的马达电阻的变动的影响,扭矩发生变动,反作用力发生变动。

[0074] 如图11所示,当在时刻 x_{10} 踩下踏板杆20时,马达电流和马达扭矩由于反电动势而增大。在本实施方式中,在下一个计算周期即时刻 x_{11} ,基于电流偏差 ΔI 来修正马达驱动占空比,因此马达电流和马达扭矩的变动被抑制。

[0075] 当在时刻 x_{12} 进一步强力地踩下踏板杆20时,在时刻 x_{13} 基于电流偏差 ΔI 来修正

马达驱动占空比。这里,在马达驱动占空比由于修正而变成负值的情况下,以向与反作用力施加方向相反的方向通电的方式控制马达驱动器51。

[0076] 当在时刻x14踏板杆20保持在完全打开位置时,马达旋转速度变为0,马达电流和马达扭矩变小,因此在下一个计算周期即时刻x15,基于电流偏差 ΔI 来修正马达驱动占空比。

[0077] 当在时刻x16踏板杆20被踏回时,马达电流和马达扭矩变小,因此在下一个计算周期即时刻x17,基于电流偏差 ΔI 来修正马达驱动占空比。

[0078] 当在时刻x18踏板杆20完全关闭时,马达旋转速度变为0,马达电流和马达扭矩增大,因此,在下一个计算周期即时刻x19,基于电流偏差 ΔI 来修正马达驱动占空比。

[0079] 另外,关于踏板开度和马达旋转角度,如图19的参考例那样用点划线示出了马达驱动占空比恒定的情况。踏板杆20的踩下速度由驾驶员的踏力和踏板反作用力之间的平衡来决定。因此,在本实施方式中,由于根据反电动势来修正马达驱动占空比,因此与参考例相比,踩下踏板杆20时的马达产生扭矩被抑制得小。因此,在由驾驶员施加到踏板杆20的踏力相同的情况下,与参考例相比,本实施方式的踏板杆20的踩踏速度变快。

[0080] 如以上说明所述,踏板装置1具备踏板杆20、致动器40和控制部60。踏板杆20根据踩下操作而动作。致动器40能够通过马达41的驱动来施加反作用力,该反作用力是使踏板杆20返回的方向上的力。控制部60具有电流指令计算部62和占空比计算部65,该电流指令计算部62基于与施加到踏板杆20的反作用力有关的反作用力目标值来计算电流指令值 I_t ,该占空比计算部65基于电流指令值 I_t 来计算占空比指令值 D_t ,所述控制部60基于占空比指令值 D_t 来控制马达41的驱动。

[0081] 占空比计算部65基于通电至马达41的马达电流和马达41的旋转速度中的至少一方来修正占空比指令值 D_t 。在本实施方式中,占空比计算部65基于电流偏差 ΔI 来修正占空比指令值 D_t ,所述电流偏差 ΔI 是电流检测值 I_r 和电流指令值 I_t 的偏差,所述电流检测值 I_r 基于检测通电至马达41的电流的电流传感器52的检测值而得到。

[0082] 由此,基于马达41的实际电流,能够根据马达41的线束电阻或端子间的接触电阻、耐久性变动等所引起的电阻值的变化,适当地修正占空比指令值 D_t 。另外,即使因外部干扰等而产生的马达扭矩发生变动,也能够接近反作用力目标值 P_t ,因此驾驶性能提高。

[0083] 由于马达41是DC马达,因此电流由于根据马达旋转速度 N_r 而产生的反电动势电压而发生变化。在本实施方式中,通过使用电流检测值 I_r ,能够适当地修正由反电动势引起的电流变化量。另外,由于本实施方式的马达41是有刷马达,因此马达电阻根据马达41的旋转角度而变化。在本实施方式中,通过在马达旋转速度 N_r 的整个区域使用电流检测值 I_r 来修正占空比指令值 D_t ,能够适当地修正与马达旋转角度相应的电阻的变化量。

[0084] 占空比计算部65可以在电流检测值 I_r 大于电流指令值 I_t 的情况下(即 $I_r > I_t$, $\Delta I > 0$),修正占空比指令值 D_t ,使得电流检测值 I_r 与电流指令值 I_t 之差越大则占空比越小,并且在电流检测值 I_r 为电流指令值 I_t 以下的情况下(即 $I_r \leq I_t$, $\Delta I \leq 0$),将占空比指令值 D_t 的修正量设为0。换句话说,在这种情况下,对反作用力进行修正的方向被限定为反作用力变小的方向。

[0085] 在克服反作用力而踩下踏板杆20的情况下,反作用力因反电动势引起的电流增加而增大,因此通过减小占空比来减少反作用力。由此,能够抑制驾驶员的踏板操作所需的踏

力。此外,在踏板杆20被踏回时,占空比指令值 D_t 被设定为反作用力目标值 P_t ,因此驾驶性能提高。

[0086] 占空比计算部65可以在电流检测值 I_r 小于电流指令值 I_t 的情况下(即 $I_r < I_t$, $\Delta I < 0$),修正占空比指令值 D_t ,使得电流检测值 I_r 与电流指令值 I_t 之差越大则占空比越大,并且在电流检测值 I_r 为电流指令值 I_t 以上的情况下,将占空比指令值 D_t 的修正量设为0。换句话说,在这种情况下,对反作用力进行修正的方向被限定为反作用力变大的方向。

[0087] 在踏板杆20被踏回的情况下,反作用力因电流减少而变小,因此通过增大占空比来增加反作用力。由此,抑制踏板的过度踩下,有助于提高燃油效率。

[0088] (第二实施方式)

[0089] 第二实施方式如图12~图16所示。在第二实施方式~第四实施方式中,马达控制处理与上述实施方式不同,因此以该不同之处为中心进行说明。基于图12的流程图说明本实施方式的马达控制处理。S201~S204的处理与图4中的S101~S104中的处理相同。此外,如果需要马达旋转速度 N_r 稳定所需的待机时间,则可以设置与图4的S105相同的步骤,以在待机时间保持占空比指令值 D_t 。

[0090] 在判断为反作用力目标值 P_t 没有变更的情况下(S202:否)所转移的S205中,控制部60计算马达旋转速度 N_r 。在S206中,占空比计算部65基于马达旋转速度 N_r 计算占空比修正量 ΔD ,修正占空比指令值 D_t (参照式(5))。在式(5)中,将修正后的占空比指令值设为 D_{t_a} 。S207的处理与图4中的S110的处理相同。时序图与第一实施方式中的时序图相同,因此将其省略。

[0091] $D_{t_a} = D_t + \Delta D \cdots (5)$

[0092] 基于图13~图16说明占空比修正量 ΔD 。例如,如图13和图14所示,计算占空比修正量 ΔD ,使得在马达旋转速度 N_r 的整个范围中修正占空比指令值 D_t 。由此,无论马达41的旋转方向或旋转速度如何,都能够在较宽范围内修正反作用力,能够提高驾驶性能。占空比修正量 ΔD 可以如图13所示通过线性函数来计算,也可以如图14所示通过非线性函数来计算。

[0093] 在克服来自致动器40的附加反作用力而踩下踏板杆20的情况下,马达旋转速度 N_r 成为负,马达电流由于反电动势而增加,反作用力增加到大于目标反作用力。在马达旋转速度 N_r 为负的区域中,使占空比修正量 ΔD 为负,使修正后的占空比指令值 D_{t_a} 是小于修正前的占空比指令值 D_t 的值。此外,如图15所示,可以在马达旋转速度 N_r 为负的区域将占空比指令值 D_t 向使反作用力下降的一侧修正,在马达旋转速度为正的区域内不进行占空比修正。

[0094] 在踏板杆20被踏回的情况下,马达旋转速度 N_r 成为正,反作用力减小到小于目标反作用力。在马达旋转速度 N_r 为正的区域内,使占空比修正量 ΔD 为正,使修正后占空比指令值 D_{t_a} 为大于修正前的占空比指令值 D_t 的值。另外,如图16所示,也可以在马达旋转速度 N_r 为正的区域内将占空比指令值 D_t 向使反作用力上升的一侧修正,在马达旋转速度 N_r 为负的区域不进行占空比修正。

[0095] 在本实施方式中,马达41为有刷DC马达,且电阻值根据马达旋转角度 θ 而变化,与此相伴电流值也变化,因此,在使用电流值进行控制的情况下,有时修正频率或修正量变多。在本实施方式中,通过使用马达旋转速度 N_r 进行占空比修正,能够抑制过度修正。此外,能够减少控制发散的风险。

[0096] 在本实施方式中,占空比计算部65无论马达旋转速度 N_r 如何,根据马达旋转速度 N_r 来修正占空比指令值 D_t 。详细而言,在对马达41进行向施加反作用力的方向的通电的状态下且马达41的旋转方向与反作用力施加方向相反的情况下,即在踏板杆20克服附加反作用力而被踩下的情况下,修正占空比指令值 D_t ,使得马达旋转速度 N_r 越大则占空比越小。在马达41的旋转方向是反作用力施加方向的情况下,即踏板杆20被踏回的情况下,修正占空比指令值 D_t ,使得马达旋转速度 N_r 越大则占空比越大。

[0097] 由此,能够在从马达旋转速度 N_r 小的区域到马达旋转速度 N_r 大的区域的宽范围内修正反作用力。在本实施方式中,由于马达41是有刷马达,因此能够在马达旋转速度 N_r 的整个区域内适当地修正与旋转角度相应的电阻的变化量。

[0098] 占空比计算部65在对马达41进行向施加反作用力的方向的通电的状态下且马达41的旋转方向与反作用力施加方向相反的情况下,即在踏板杆20克服附加反作用力而被踩下的情况下,修正占空比指令值 D_t ,使得马达旋转速度 N_r 越大则占空比越小。占空比计算部65在马达旋转速度 N_r 为0或者马达41的旋转方向为反作用力施加方向的情况下,可以将占空比指令值 D_t 的修正量设为0。换句话说,在这种情况下,将对反作用力进行修正的方向限定为反作用力变小的方向。

[0099] 在克服反作用力而踩下踏板杆20的情况下,反作用力由于反电动势所引起的电流增加而增大,因此通过减小占空比来减小反作用力。由此,能够抑制驾驶员进行踏板操作所需的踏力。此外,在踏板杆20的踏回时,占空比指令值 D_t 被设定为反作用力目标值 P_t ,因此驾驶性能提高。

[0100] 占空比计算部65在对马达41进行向施加反作用力的方向的通电的状态下且马达41的旋转方向是反作用力施加方向的情况下,修正占空比指令值 D_t ,使得马达旋转速度 N_r 越大则占空比越大。占空比计算部65在马达旋转速度 N_r 为0或者马达41的旋转方向是与反作用力施加方向相反的方向的情况下,可以将占空比指令值 D_t 的修正量设为0。换句话说,在这种情况下,对反作用力进行修正的方向被限定为反作用力增大的方向。

[0101] 在将踏板杆20踏回的情况下,反作用力由于电流减小而变小,因此通过增大占空比来增加反作用力。由此,抑制踏板的过度踩下,有助于燃油效率提高。另外,也能够起到与上述实施方式相同的效果。

[0102] (第三实施方式)

[0103] 基于图17的流程图说明第三实施方式的马达控制处理。S301~S305的处理与图4中的S101~S105的处理相同。另外,如果不需要待机时间判定,则可以省略S305。第四实施方式也是同样如此。在S306中,控制部60计算电流检测值 I_r 和马达旋转速度 N_r 。

[0104] 在S307中,控制部60判定马达旋转速度 N_r 是否为速度判定阈值 N_{r_th} 以下。速度判定阈值 N_{r_th} 是负值,且根据需要对由反电动势引起的扭矩增加量进行修正的旋转速度来设定。即,这里,在马达旋转速度 N_r 以大到需要对反电动势的影响进行修正的程度的速度而向与反作用力施加方向相反的方向旋转的情况下,做出肯定判断。在判断为马达旋转速度 N_r 大于速度判定阈值 N_{r_th} 的情况下(S307:否),向S308转移,并保持占空比指令值 D_t 。在判断为马达旋转速度 N_r 为速度判定阈值 N_{r_th} 以下的情况下(S307:是),向S309转移。

[0105] 在S309中,占空比计算部65基于电流偏差 ΔI 来修正占空比指令值 D_t 。占空比指令值 D_t 的修正的细节情况与第一实施方式相同。此外,如第二实施方式那样,可以使用马达旋

转速度 N_r 来执行占空比修正。 S_{310} 的处理与图4中的 S_{110} 的处理相同。

[0106] 在本实施方式中,通过基于马达旋转速度 N_r 来判定是否进行占空比修正,能够可靠地判定踏板杆20的踩下状态。此外,通过根据电流偏差 ΔI 来修正占空比指令值 D_t ,能够精度良好地控制附加反作用力。

[0107] 在本实施方式中,占空比计算部65在马达41的旋转方向是与反作用力施加方向相反的方向、并且马达旋转速度 N_r 为速度判定阈值以上的情况下,基于电流检测值 I_r 和电流指令值 I_t 的偏差来修正占空比指令值 D_t 。

[0108] 在本实施方式中,使用马达旋转速度 N_r 来判定是否需要占空比指令值 D_t 的修正,基于电流偏差 ΔI 来计算占空比修正量 ΔD 。通过基于马达旋转速度 N_r 来判定踏板杆20的踩下状态,从而能够防止踩下状态的错误判定。另外,通过基于电流偏差 ΔI 来进行占空比修正,从而能够高精度地控制反作用力。另外,也能够起到与上述实施方式相同的效果。

[0109] (第四实施方式)

[0110] 基于图18的流程图说明第四实施方式的马达控制处理。 $S_{401} \sim S_{406}$ 的处理与图17中的 $S_{301} \sim S_{306}$ 的处理相同。在 S_{407} 中,判定电流检测值 I_r 是否为电流判定阈值 I_{r_th} 以上。电流判定阈值 I_{r_th} 是正值,且根据需要对由反电动势引起的扭矩增加量进行修正的电流值来设定。在判断为电流检测值 I_r 小于电流判定阈值 I_{r_th} 的情况下(S_{407} :否),向 S_{408} 转移,保持占空比指令值 D_t 。在判断为电流检测值 I_r 为电流判定阈值 I_{r_th} 以上的情况下(S_{407} :是),向 S_{409} 转移。

[0111] 在 S_{409} 中,占空比计算部65基于马达旋转速度 N_r 来修正占空比指令值 D_t 。占空比指令值 D_t 的修正的细节与第二实施方式相同。此外,如第一实施方式那样,可以使用电流偏差 ΔI 来进行占空比修正。 S_{410} 的处理与图4中的 S_{110} 的处理相同。

[0112] 在本实施方式中,占空比计算部65在基于检测通电至马达41的电流的电流传感器52的检测值得到的电流检测值 I_r 为电流判定阈值 I_{r_th} 以上的情况下,基于马达旋转速度 N_r 修正占空比指令值 D_t 。在位置传感器49的噪声相对较大的情况下,通过使用电流检测值 I_r 来判定是否需要修正占空比指令值 D_t ,能够防止对于是否需要修正进行错误判定。此外,通过基于马达旋转速度 N_r 进行占空比修正,能够抑制过度修正。此外,能够降低控制发散的风险。另外,也能够起到与上述实施方式相同的效果。

[0113] (其他实施方式)

[0114] 在上述实施方式中,位置传感器设置于构成动力传递机构45的齿轮组46。在其他实施方式中,只要能检测能够换算为马达旋转角度的部位的旋转状态,可以设置在任意部位,也可以是直接检测马达41的转子的旋转的旋转角度传感器。在上述实施方式中,马达是有刷DC马达。在其他实施方式中,马达的类型可以不同。动力传递机构的结构和部件配置等可以与上述实施方式不同。

[0115] 本公开所记载的控制部及其方法可以由提供的专用计算机来实现,该专用计算机通过构成编程后的处理器和存储器,以执行由计算机程序所具体化的一个或多个功能。或者,本公开所记载的控制部及其方法可以由提供的专用计算机来实现,该专用计算机通过一个以上的专用硬件逻辑电路构成处理器。或者,本公开所记载的控制部及其方法可以由一个以上的专用计算机来实现,所述一个以上的专用计算机通过被编程为执行一种或多种功能的处理器和存储器、以及由一个以上的硬件逻辑电路构成的处理器的组合来构成。另

外,计算机程序可以作为由计算机执行的指令而存储在计算机可读取的非暂时性有形存储介质中。综上,本公开不限于上述实施方式,能够在不脱离本公开的主旨的范围内以各种方式来实施。

[0116] 已基于实施方式记述了本公开。然而,本公开不限于上述实施方式和结构。本公开还涵盖各种变形例以及等同范围内的变形。另外,各种组合和方式、进而仅包含一个要件、包含更多或更少的要件的其他组合和方式也被纳入本公开的范围和思想范畴内。

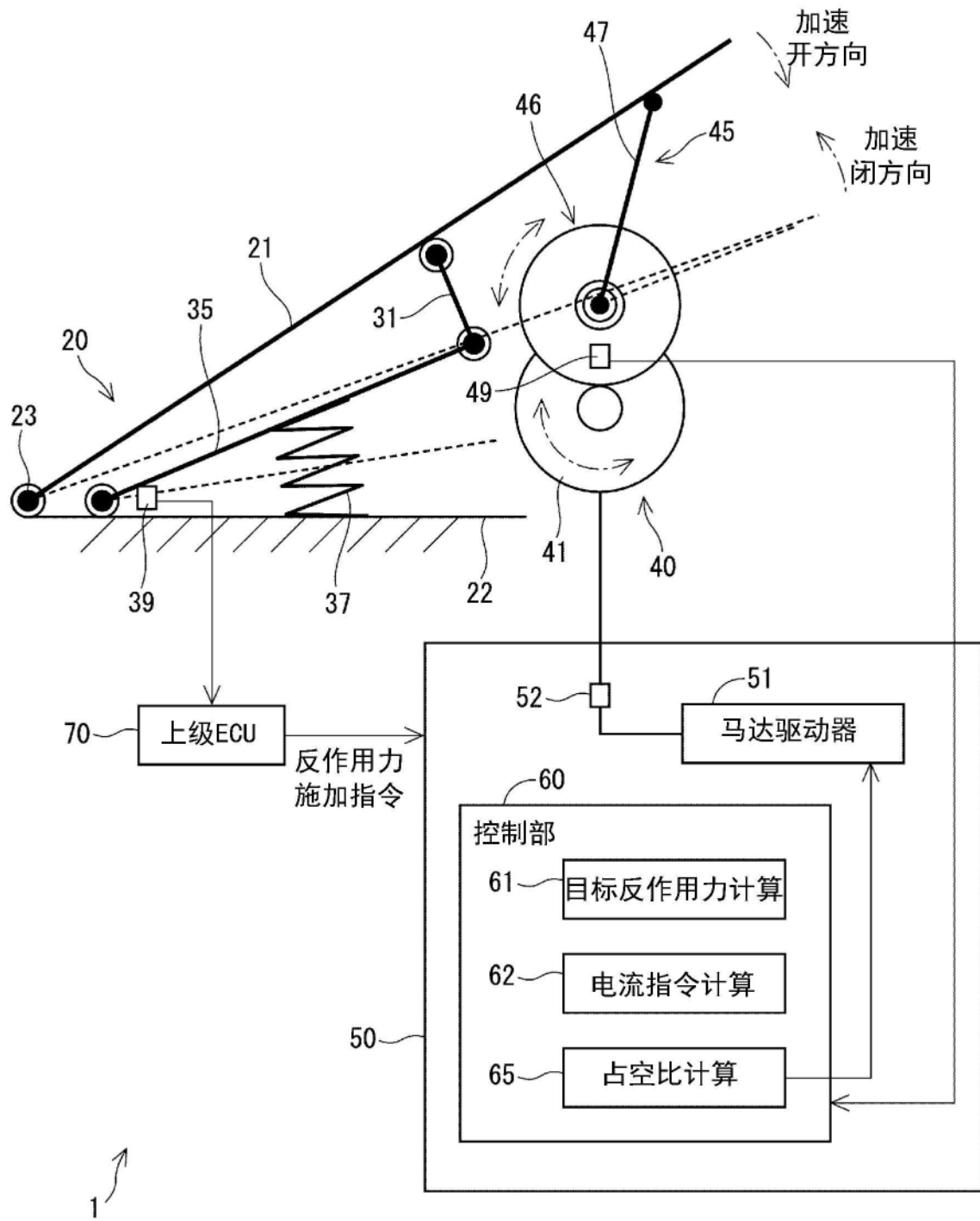


图1

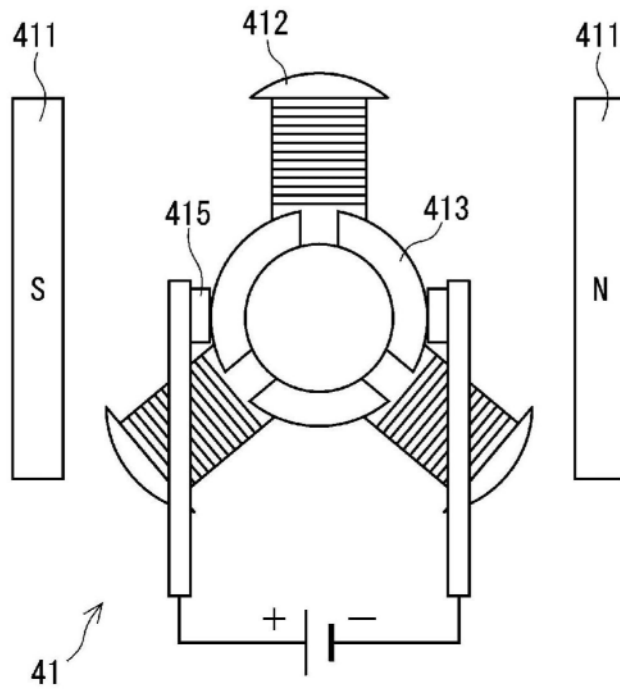


图2A

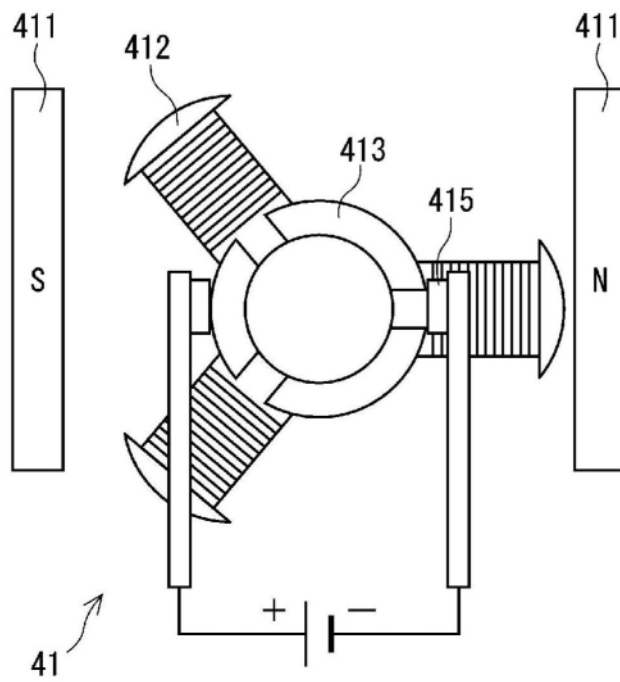


图2B

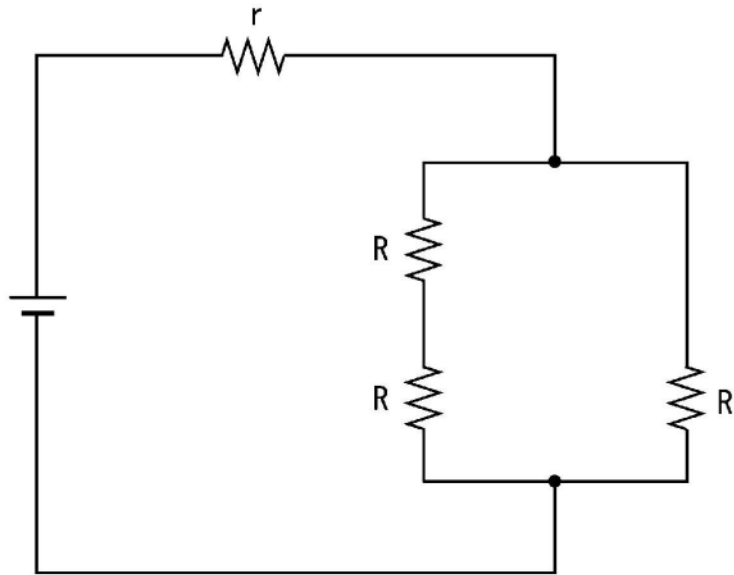


图3A

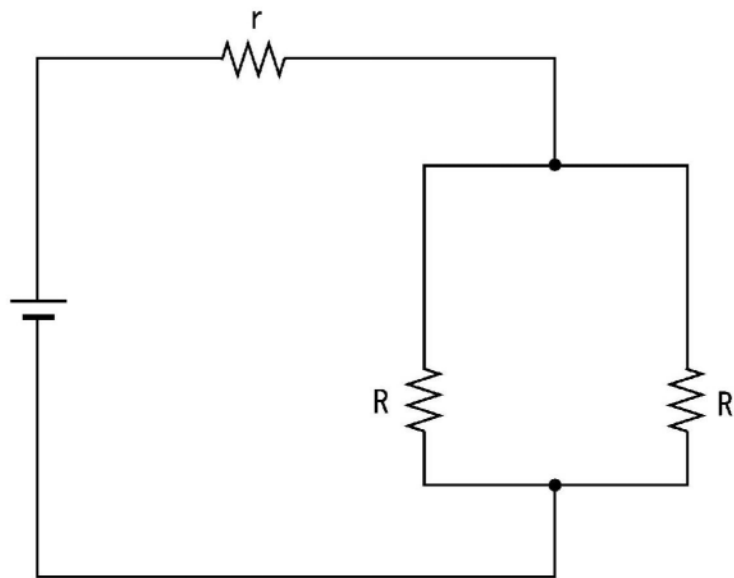


图3B

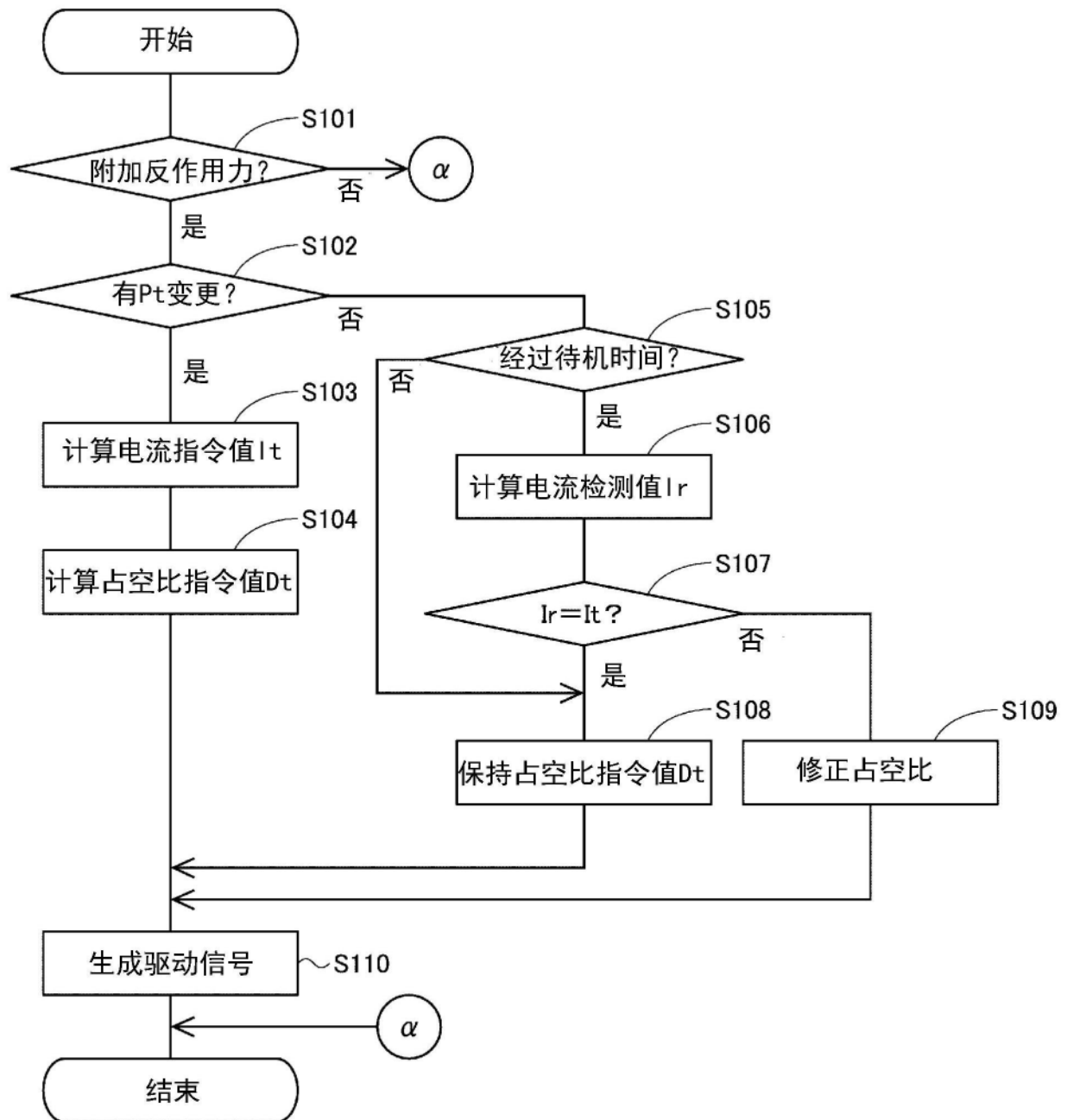


图4

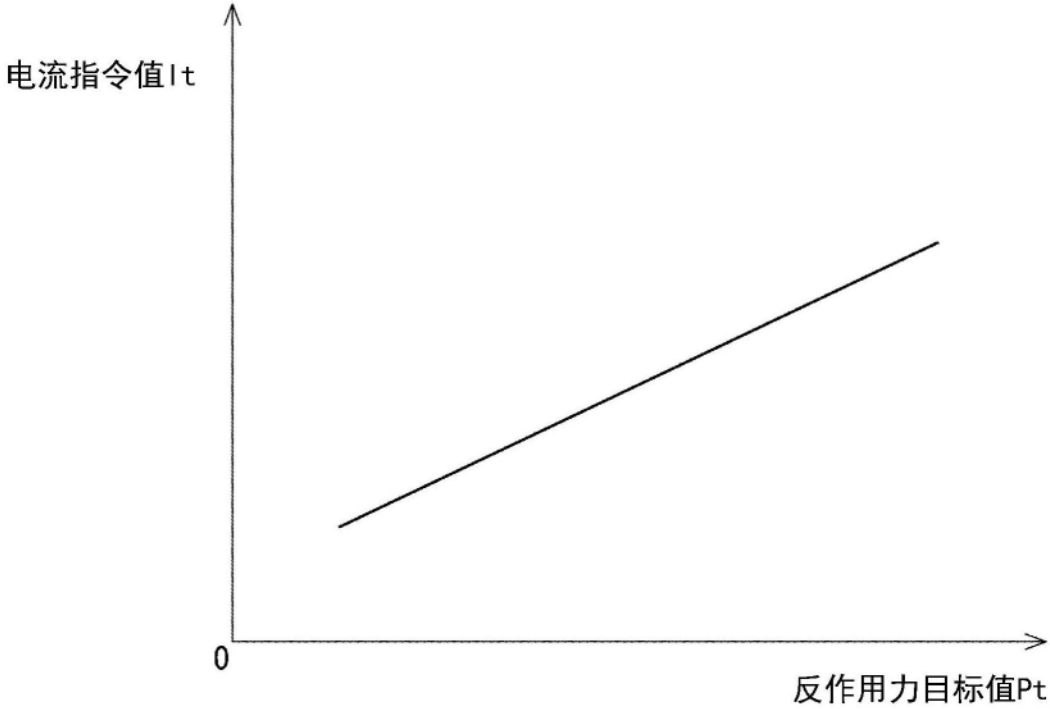


图5

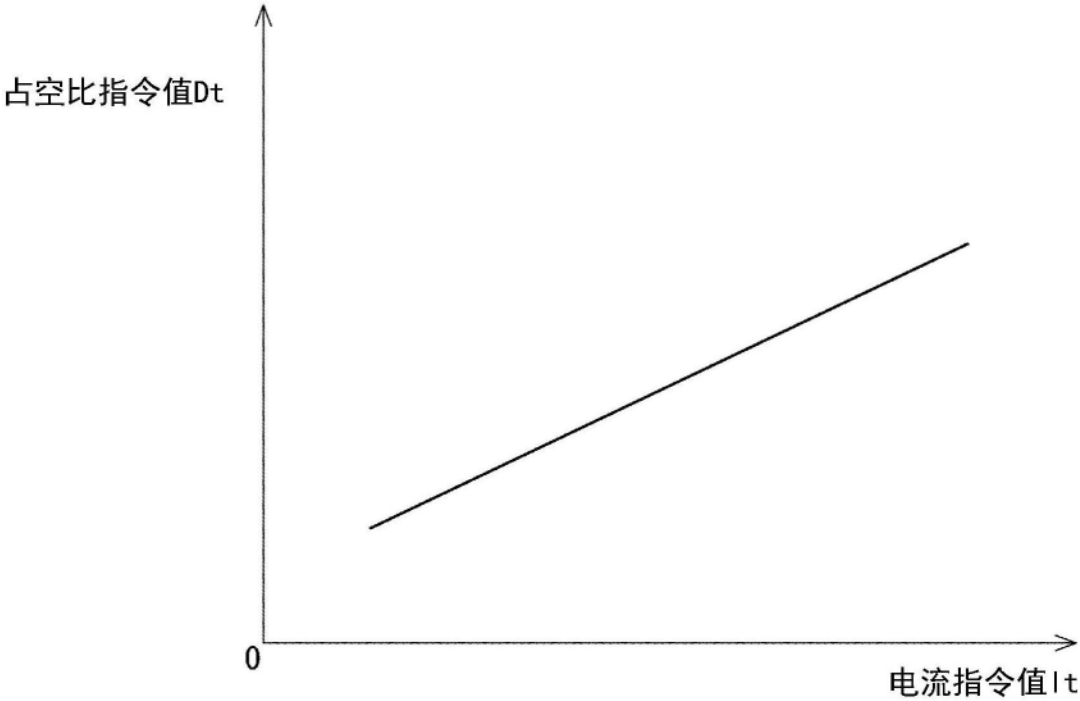


图6

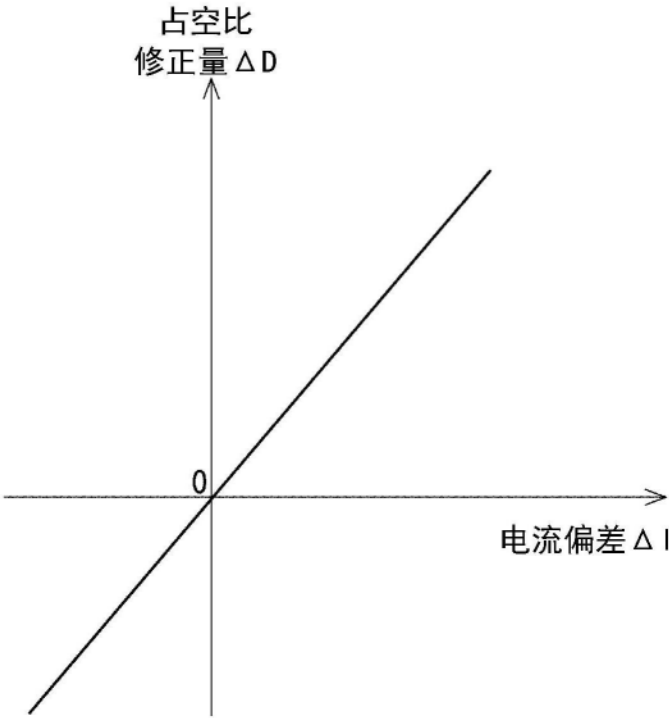


图7

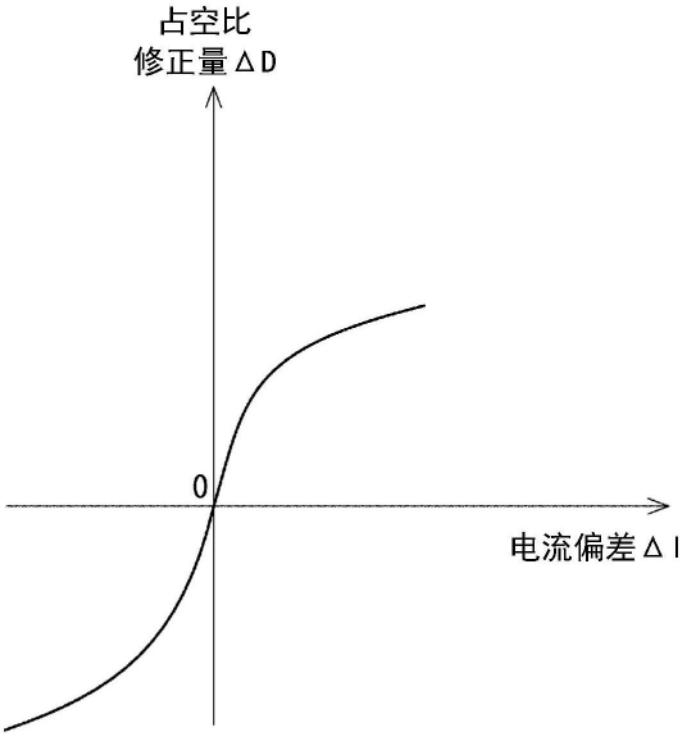


图8

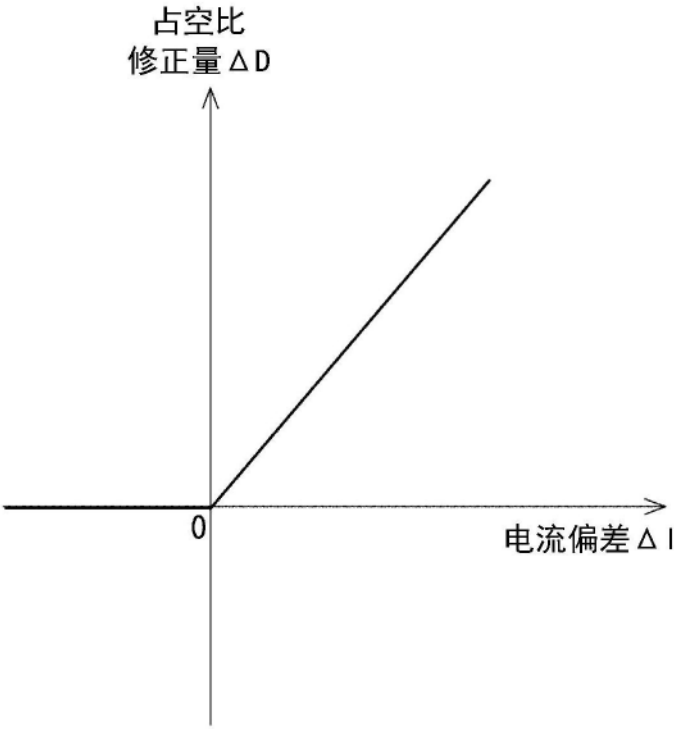


图9

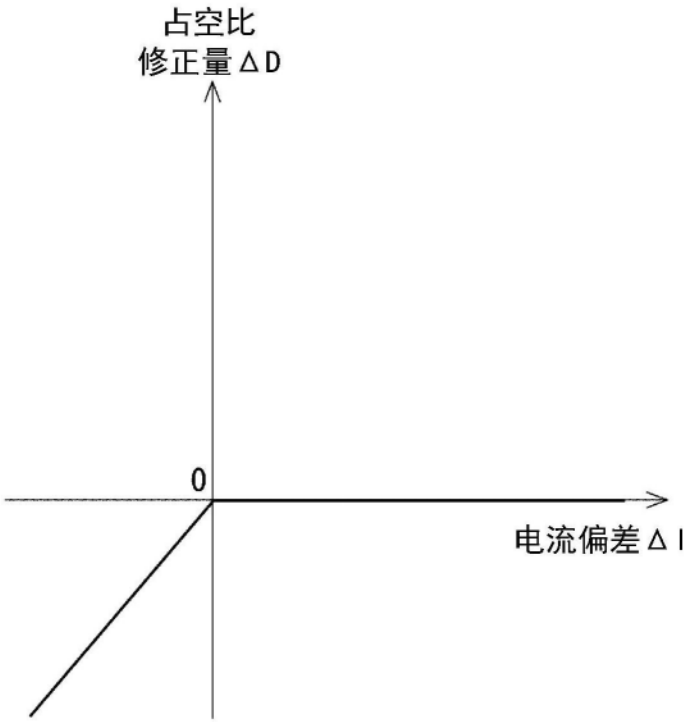


图10

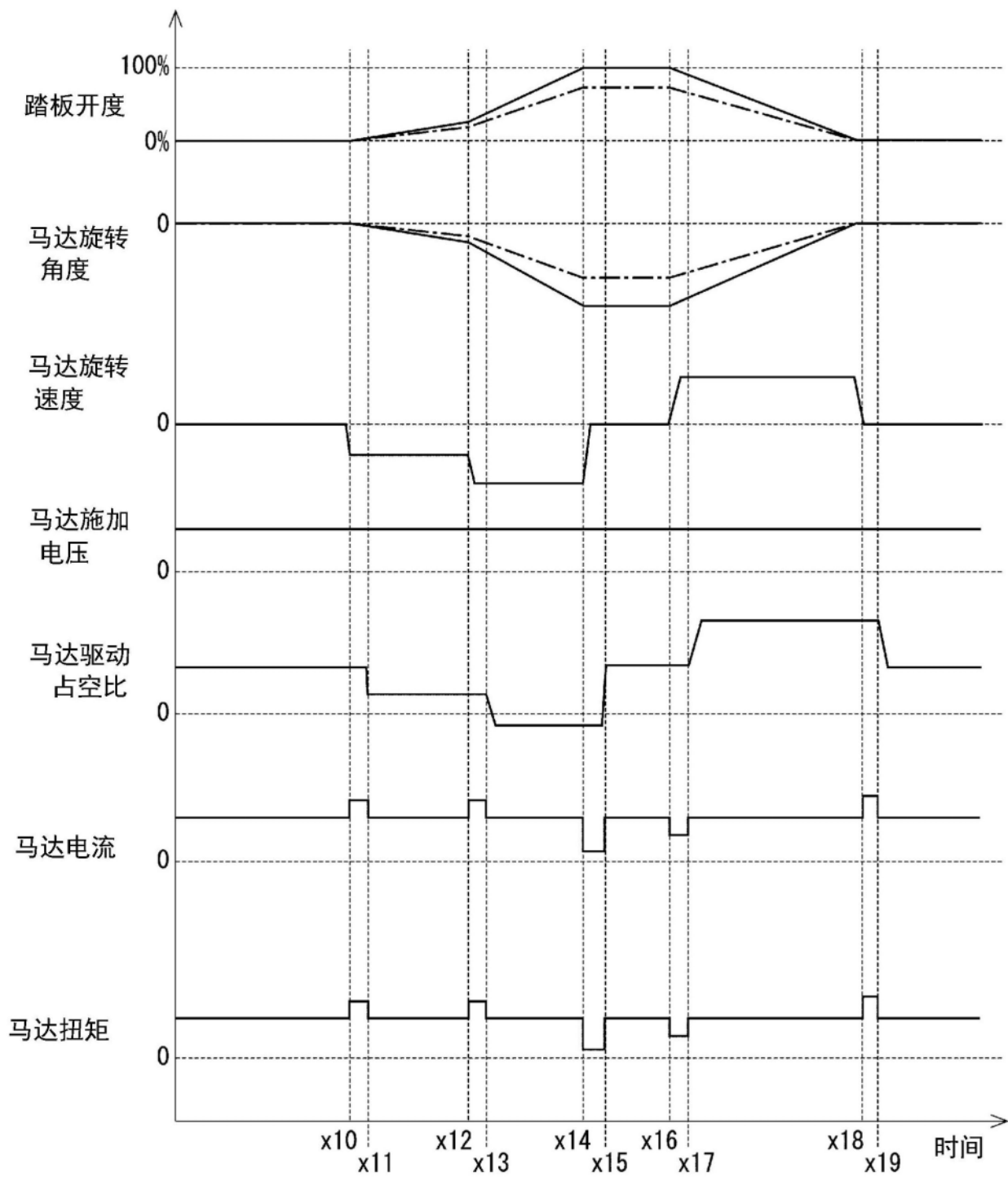


图11

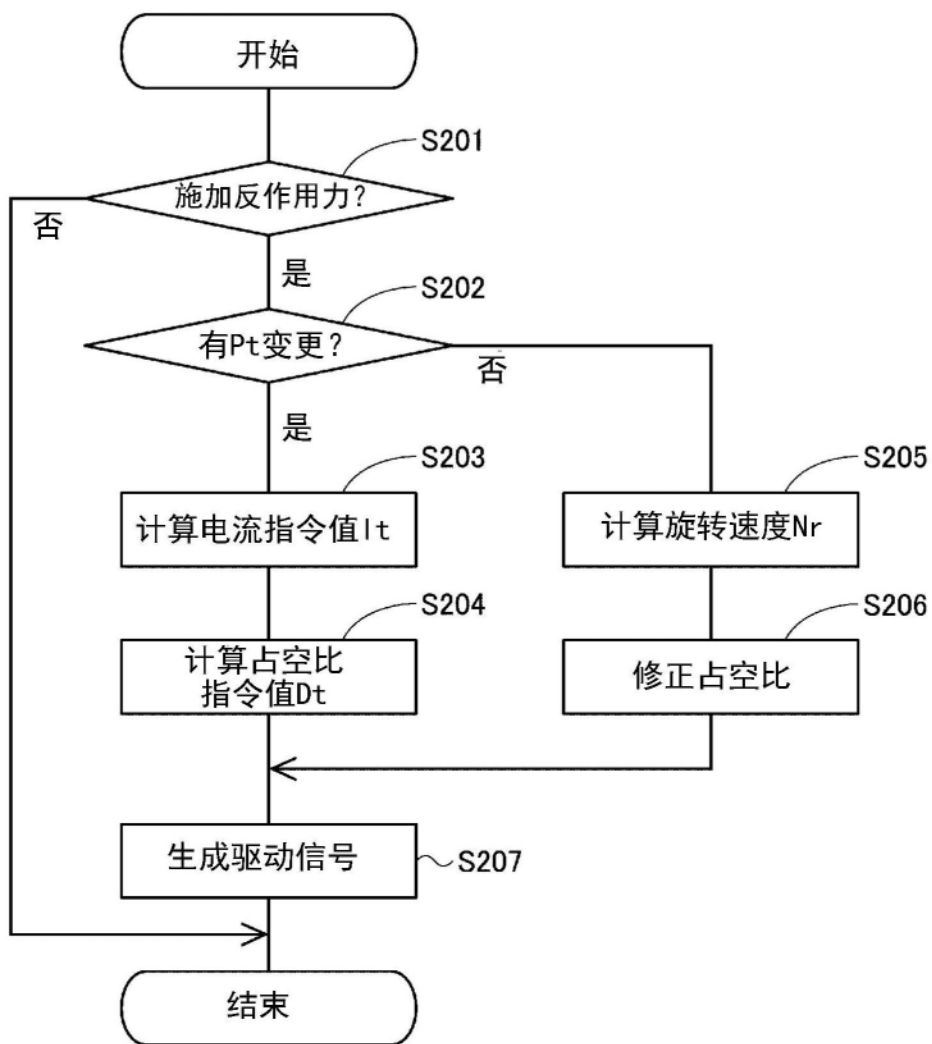


图12

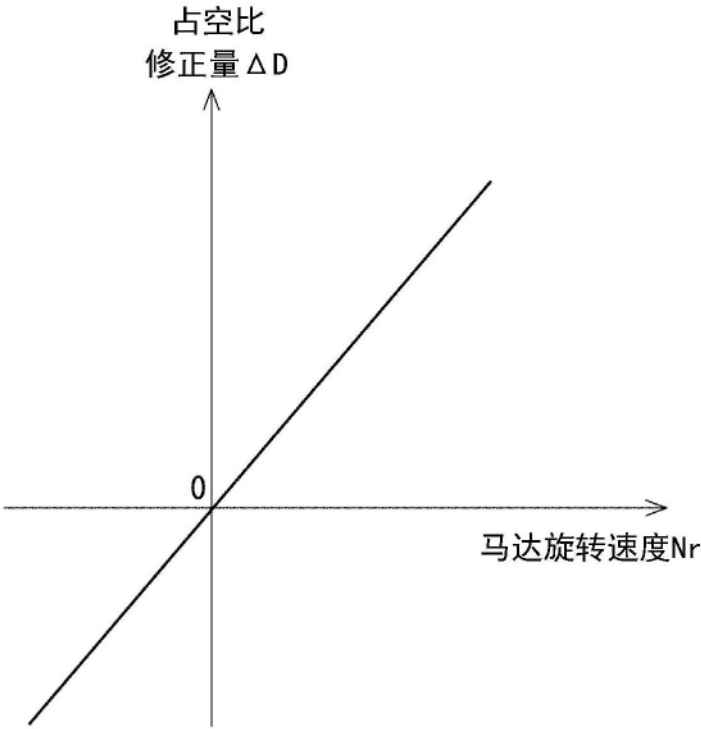


图13

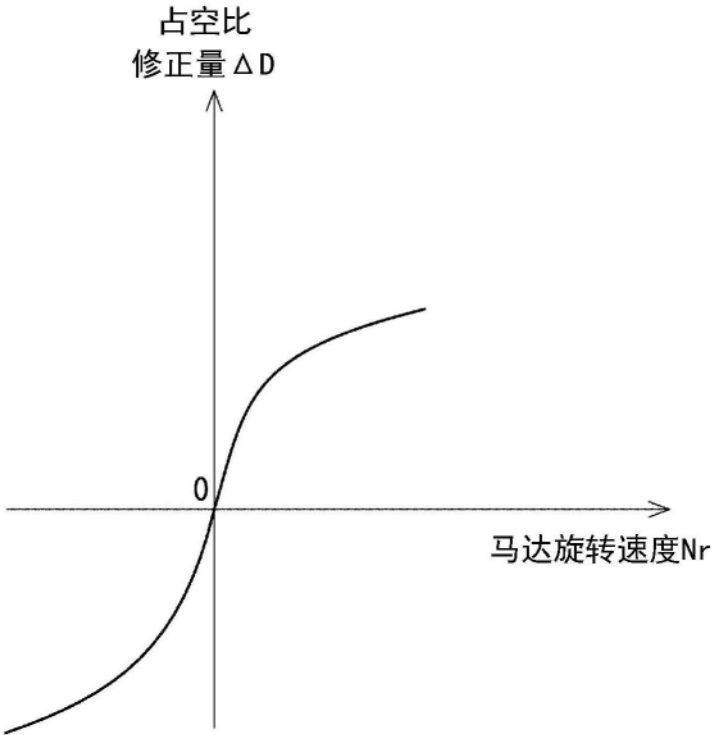


图14

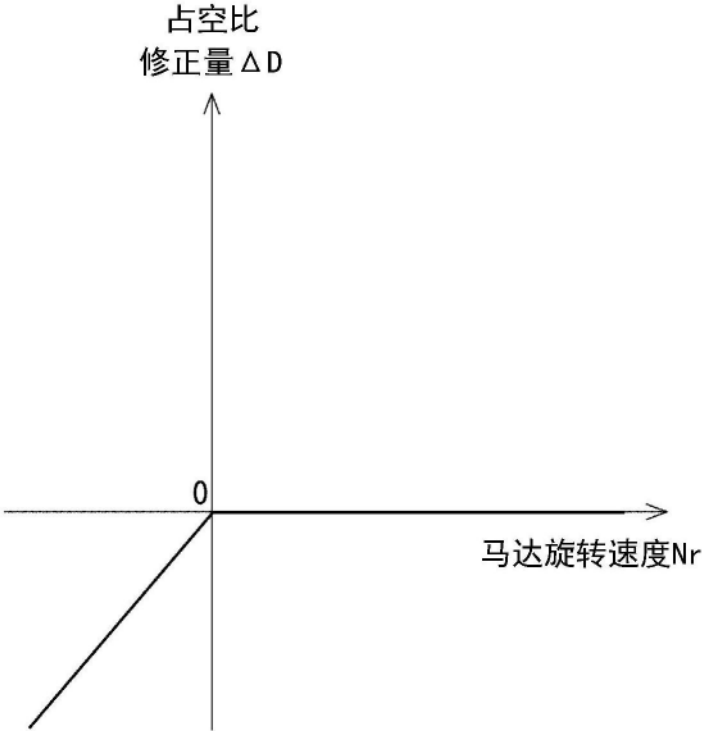


图15

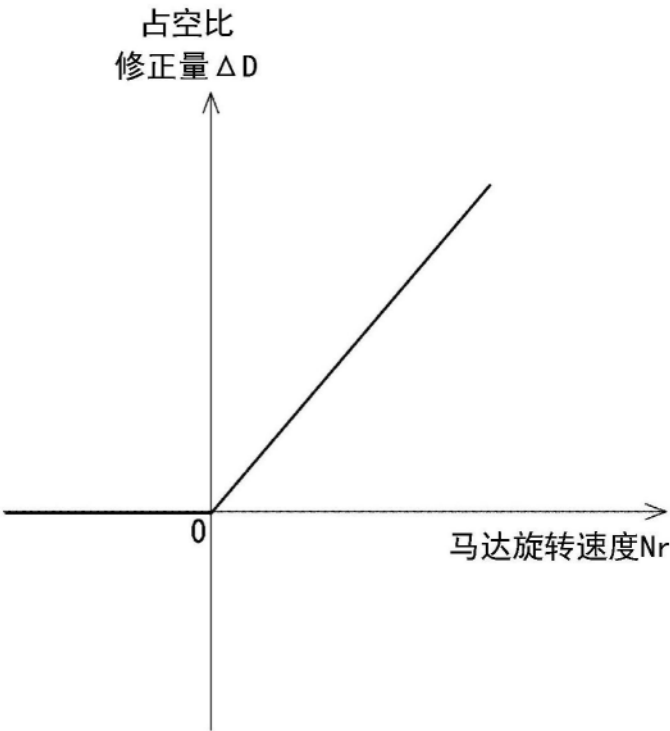


图16

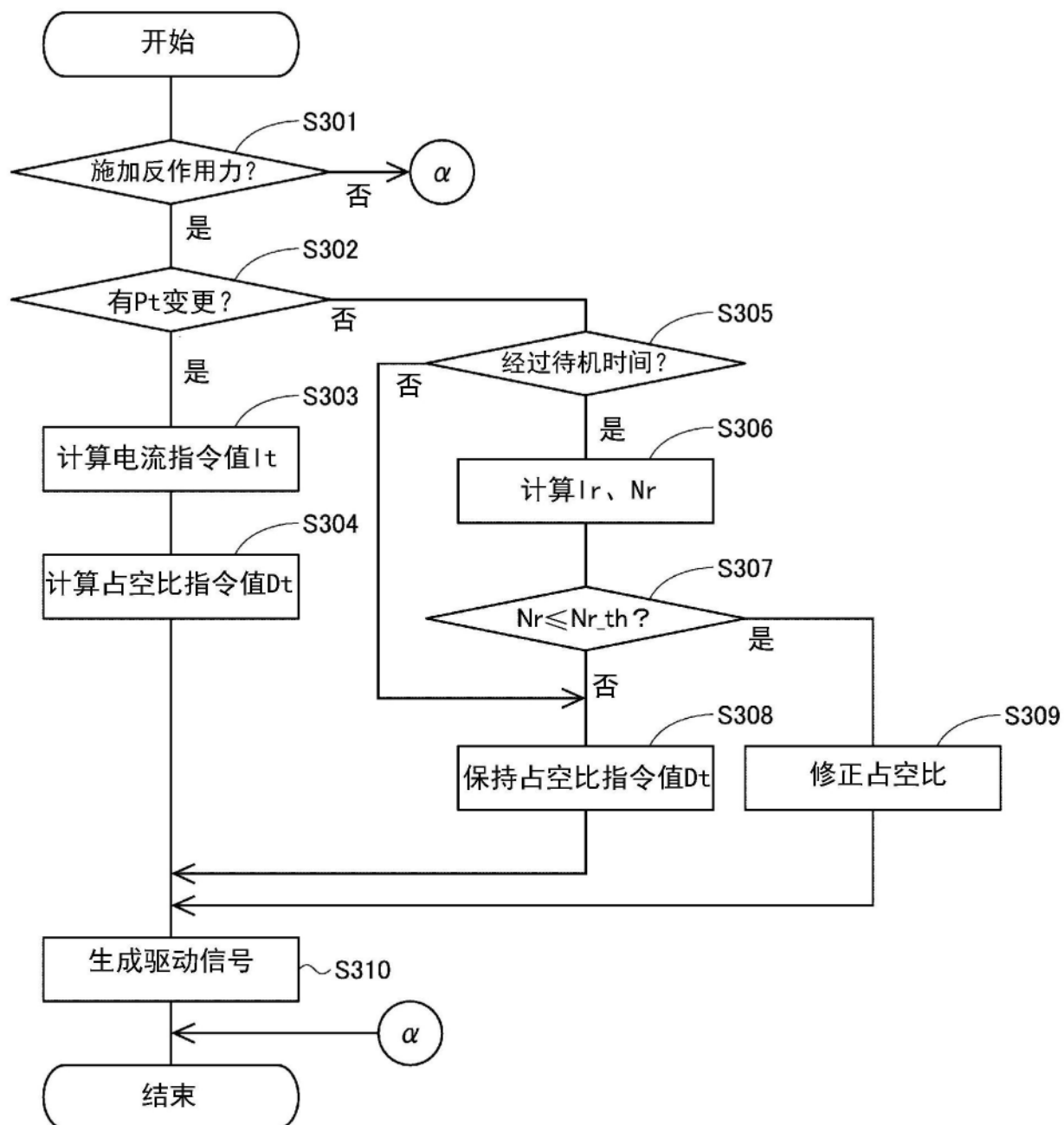


图17

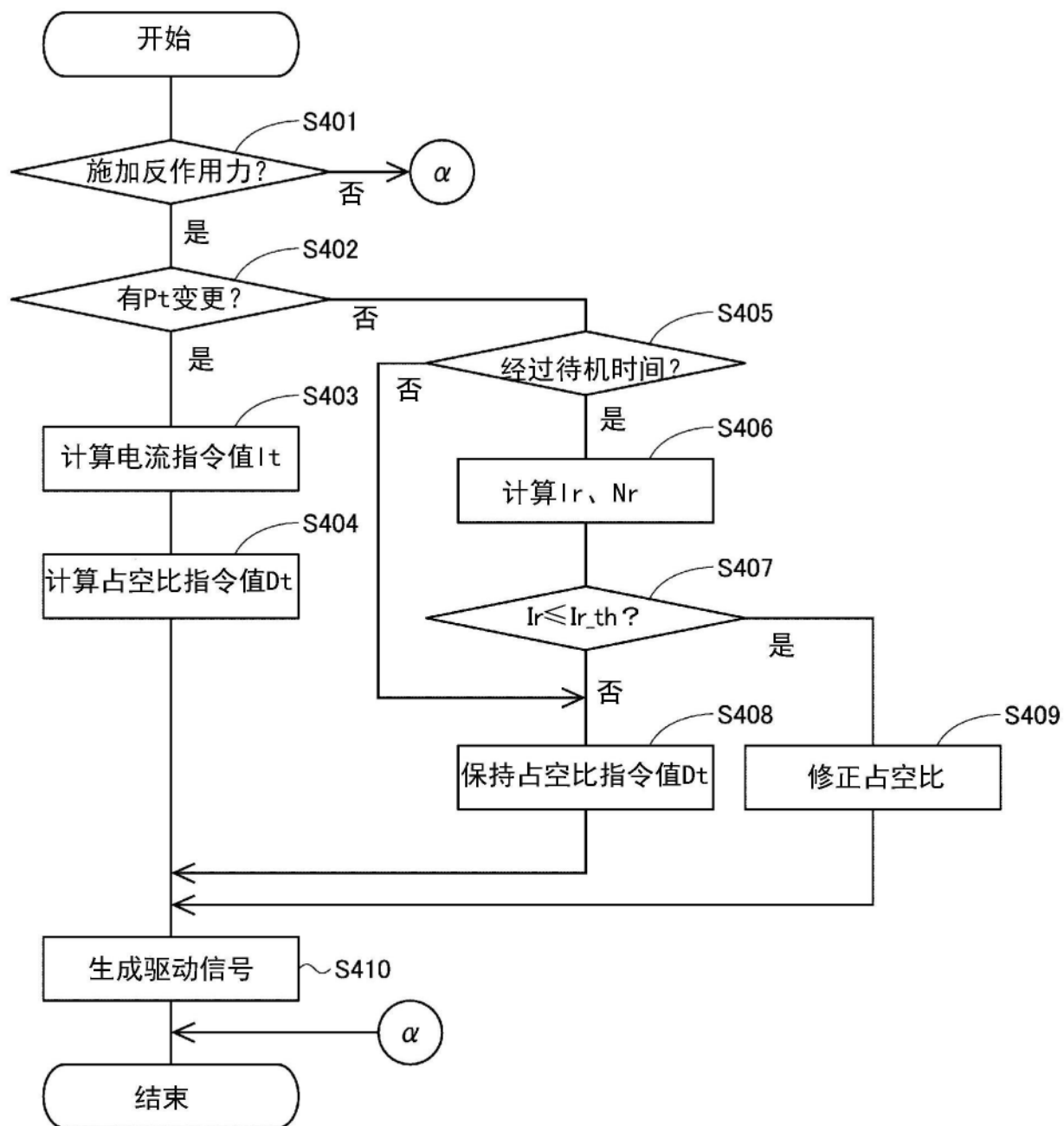


图18

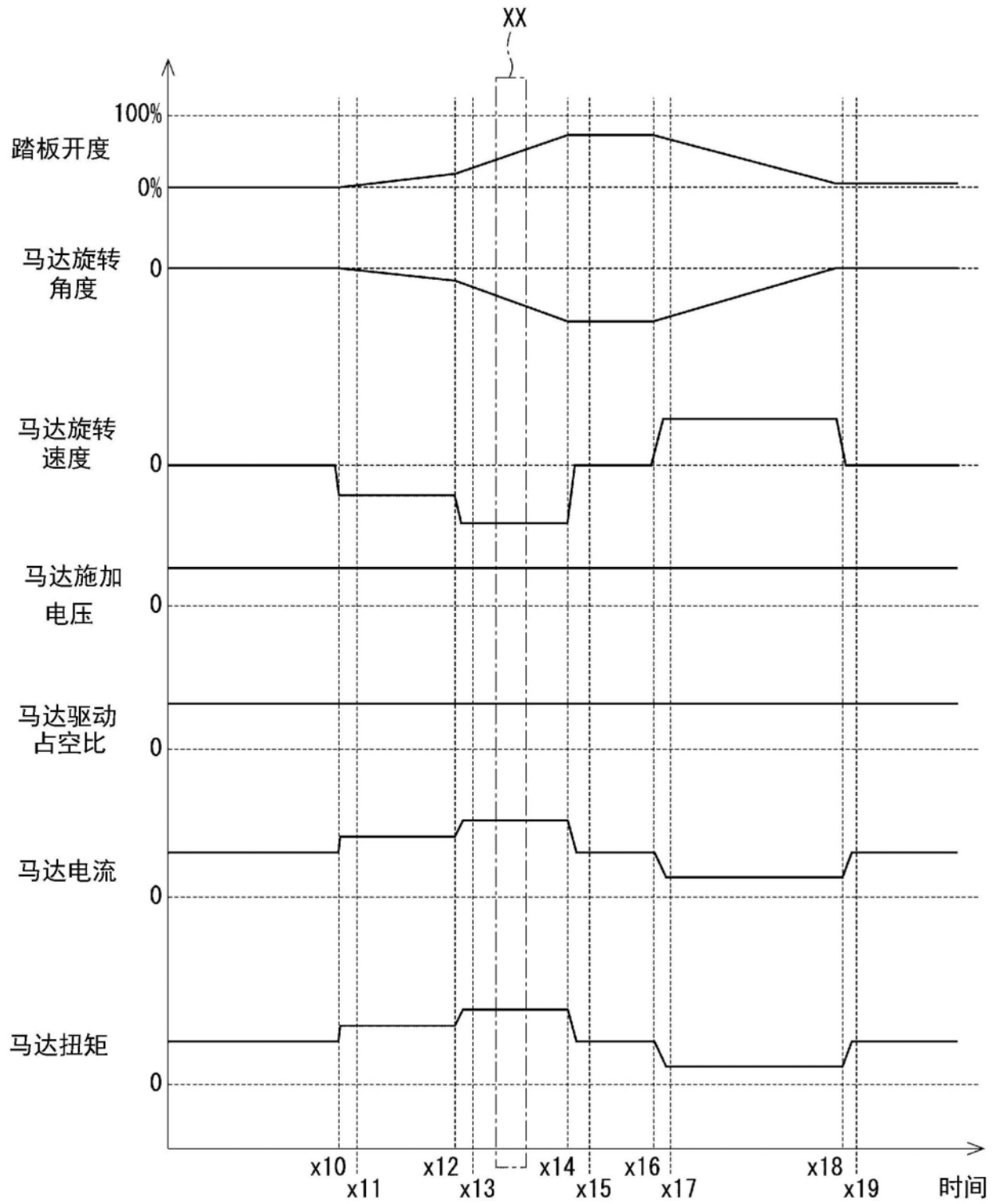


图19

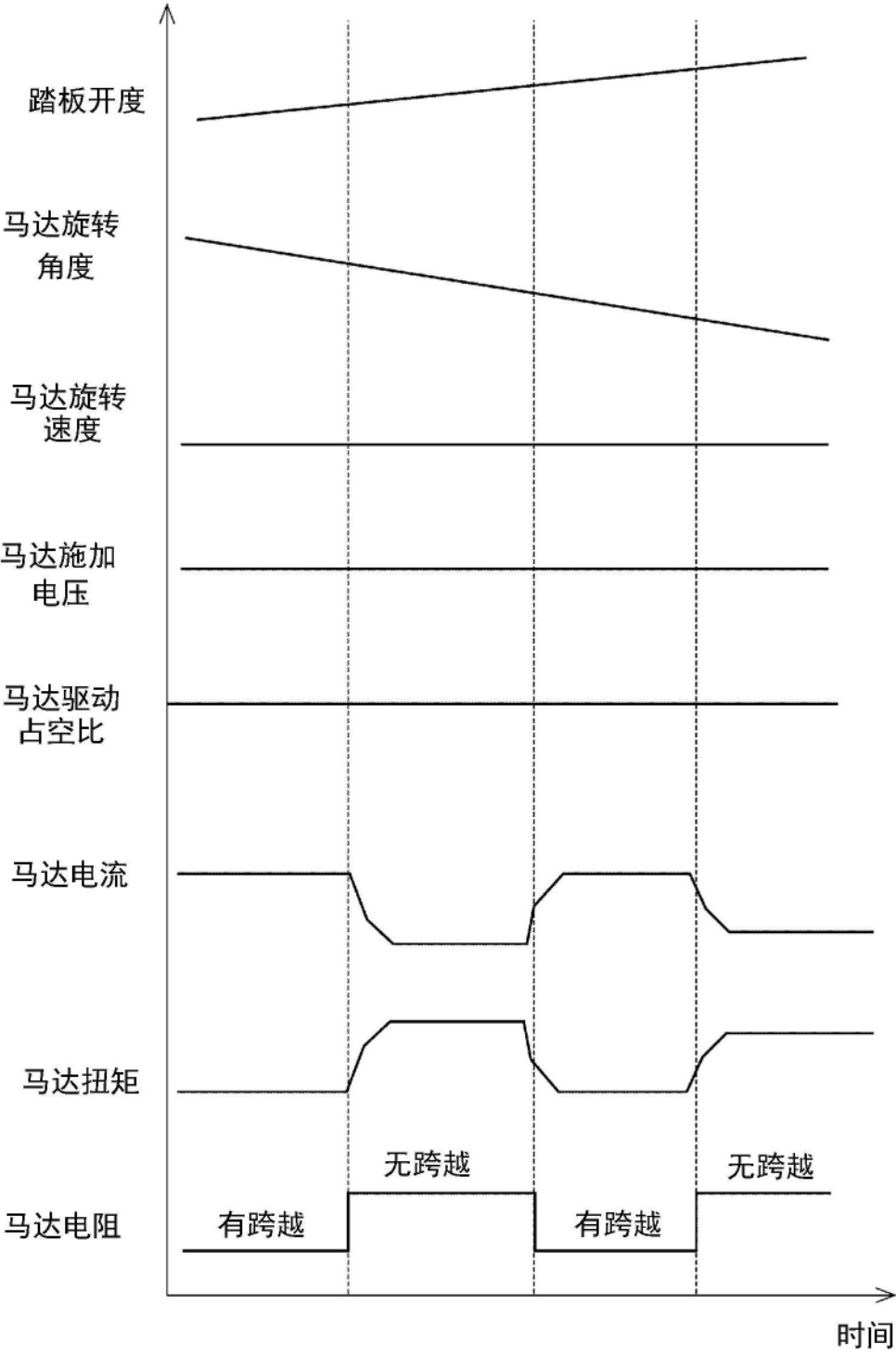


图20