



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115397707 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 25

(21) 申请号 202180025064.5

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

(22) 申请日 2021.03.24

专利代理师 宋巧苓

(30) 优先权数据

2020-062317 2020.03.31 JP

(51) Int.Cl.

B60T 13/74 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H02K 7/06 (2006.01)

2022.09.27

B60T 8/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H02P 29/40 (2006.01)

PCT/JP2021/012206 2021.03.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/200459 JA 2021.10.07

(71) 申请人 日立安斯泰莫株式会社

地址 日本茨城县

(72) 发明人 小岛大典 松崎则和 木川昌之

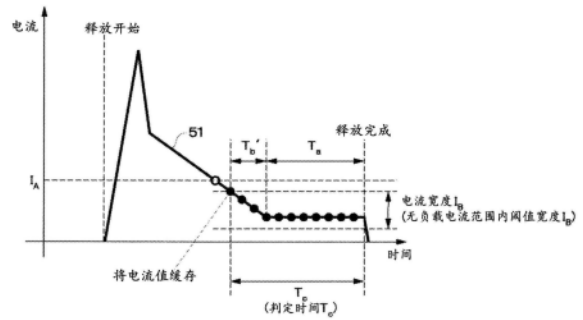
权利要求书1页 说明书16页 附图13页

(54) 发明名称

电动制动装置以及电动制动控制装置

(57) 摘要

泊车制动控制装置在解除制动力的保持的情况下,向电动马达通电,根据电动马达的电流值上升后开始下降且经过预定时间之后的预定区间中的电流变化量、以及电动马达的电流变化量收敛到预定值以下时的电流值,变更电动马达的驱动时间。



1. 一种电动制动装置,其特征在于,  
该电动制动装置具有:  
电动机,驱动用于将制动部件向被制动部件按压并保持制动力的电动机构;以及  
控制装置,控制所述电动机的驱动,  
所述控制装置在解除制动力的保持的情况下,  
向所述电动机通电,根据所述电动机的电流值上升后开始下降且经过预定时间之后的  
预定区间中的电流变化量、以及所述电动机的电流变化量收敛到预定值以下时的电流值,  
变更所述电动机的驱动时间。
2. 如权利要求1所述的电动制动装置,其特征在于,  
所述预定区间根据所述电动机的温度造成的电流值的偏差幅度而变化。
3. 如权利要求1或2所述的电动制动装置,其特征在于,  
所述电动机的电流变化量收敛到所述预定值以下时的电流值根据通过微分滤波器得  
到的电流波形而被检测。
4. 一种电动制动装置,其特征在于,  
该电动制动装置具有:  
电动机,驱动用于将制动部件向被制动部件按压并保持制动力的电动机构;以及  
控制装置,控制所述电动机的驱动,  
所述控制装置在解除制动力的保持的情况下,  
向所述电动机通电,根据所述电动机的电流值上升后下降且所述电动机的电流值进入  
预定的电流值范围之后每个预定周期取得的电流值、以及所述电流值成为了大致固定的电  
流值,变更所述电动机的驱动时间。
5. 如权利要求4所述的电动制动装置,其特征在于,  
所述电流值范围根据所述电动机的温度造成的电流值的偏差幅度而变化。
6. 如权利要求4或5所述的电动制动装置,其特征在于,  
所述电流值成为了大致固定的电流值是,通过微分滤波器得到的所述电流值的微分  
的变化成为预定值以下时的电流值。
7. 一种电动制动控制装置,控制电动机,所述电动机驱动用于将制动部件向被制动部  
件按压并保持制动力的电动机构,其特征在于,  
所述电动制动控制装置在解除制动力的保持的情况下,  
向所述电动机通电,根据所述电动机的电流值上升后开始下降且经过预定时间之后的  
预定区间中的电流变化量、以及所述电动机的电流变化量收敛到预定值以下时的电流值,  
变更所述电动机的驱动时间。

## 电动制动装置以及电动制动控制装置

### 技术领域

[0001] 本公开例如涉及对汽车等车辆赋予制动力的电动制动装置以及电动制动控制装置。

### 背景技术

[0002] 作为被设置在汽车等车辆中的制动装置,已知在车辆的停车、泊车时等,通过电动机(电动马达)的驱动(旋转)将制动部件(例如,制动片(brake pad))向被制动部件(例如,盘形转子(disc rotor))按压并保持制动力的电动制动装置。专利文献1的盘式制动器装置在解除制动力的保持时,由马达电流的微分值探测制动力已被解除的情况,在根据此后的马达旋转量确保了制动片和盘形转子的间隙(clearance)的状态下,停止电动马达的驱动。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利特开2013-209041号公报(专利第6017162号公报)

### 发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 在专利文献1中示出的技术的情况下,在解除了制动力的保持时,制动部件和被制动部件的间隙有发生偏差的可能性。

[0008] 本发明的一个实施方式的目的提供在解除了制动力的保持时,能够高精度地确保制动部件和被制动部件的间隙的电动制动装置以及电动制动控制装置。

[0009] 用于解决课题的方案

[0010] 本发明的一个实施方式所涉及的电动制动装置具有:电动机,驱动用于将制动部件向被制动部件按压并保持制动力的电动机构;以及控制装置,控制所述电动机的驱动,所述控制装置在解除制动力的保持的情况下,向所述电动机通电,根据所述电动机的电流值上升后开始下降且经过预定时间之后的预定区间中的电流变化量、以及所述电动机的电流变化量收敛到预定值以下时的电流值,变更所述电动机的驱动时间。

[0011] 另外,本发明的一个实施方式所涉及的电动制动装置具有:电动机,驱动用于将制动部件向被制动部件按压并保持制动力的电动机构;以及控制装置,控制所述电动机的驱动,所述控制装置在解除制动力的保持的情况下,向所述电动机通电,根据所述电动机的电流值上升后下降且所述电动机的电流值进入预定的电流值范围之后每个预定周期取得的电流值、以及所述电流值成为大致固定的电流值,变更所述电动机的驱动时间。

[0012] 另外,本发明的一实施方式是电动制动控制装置,其控制电动机,所述电动机驱动用于将制动部件向被制动部件按压并保持制动力的电动机构,所述电动制动控制装置在解除制动力的保持的情况下,向所述电动机通电,根据所述电动机的电流值上升后开始下降且经过预定时间之后的预定区间中的电流变化量、以及所述电动机的电流变化量收敛到预定值以下时的电流值,变更所述电动机的驱动时间。

[0013] 按照本发明的一实施方式,在解除了制动力的保持时,能够高精度地确保制动部件和被制动部件之间的间隙。

### 附图说明

[0014] 图1是搭载了实施方式的电动制动装置以及电动制动控制装置的车辆的概念图。

[0015] 图2是放大表示被设置在图1中的后轮侧的附带电动泊车制动功能的盘式制动器的纵截面图。

[0016] 图3是将图1中的泊车制动控制装置与后轮侧盘式制动器等一起表示的方框图。

[0017] 图4是表示在图1中的泊车制动控制装置中进行的释放控制处理的流程图。

[0018] 图5是表示图4中的S5的无负载电流范围内继续判定的处理的流程图。

[0019] 图6是表示无负载电流值(空走电流值)的判定的处理的流程图。

[0020] 图7是表示校正时间计算的处理的流程图。

[0021] 图8是表示电动马达的电流值的时间变化的一例的特性线图。

[0022] 图9是表示将电动马达的电流值的时间变化的一例与对应的控制处理(步骤号)一起表示的说明图。

[0023] 图10是将电动马达的电流值的时间变化的一例与校正时间计算的处理一起表示的说明图。

[0024] 图11是表示温度低且旋转阻力大时(空走电流值高时)的电动马达的电流值的时间变化的一例的说明图。

[0025] 图12是表示温度高且旋转阻力小时(空走电流值低时)的电动马达的电流值的时间变化的一例的说明图。

[0026] 图13是说明基于由大的时间常数的滤波器和小的时间常数的滤波器取得的电流值来决定电动马达的驱动时间的处理的说明图。

[0027] 图14是说明滤波器延迟的误差和马达旋转量的误差的说明图。

### 具体实施方式

[0028] 以下,举出将实施方式的电动制动装置以及电动制动控制装置搭载在4轮汽车的情况下的例子,按照添加的附图进行说明。另外,图4至图7所示的流程图的各步骤分别使用“S”这样的记述(例如,设为步骤1=“S1”)。

[0029] 图1至图13表示实施方式。在图1中,在构成车辆的车身的车体1的下侧(路面侧),例如设置由左右的前轮2(FL,FR)和左右的后轮3(RL,RR)构成的合计4个车轮。车轮(各前轮2,各后轮3)与车体1一起构成车辆。在车辆中,搭载有用于赋予制动力的制动系统。以下,对车辆的制动系统进行说明。

[0030] 在前轮2以及后轮3中,设置有与各个车轮(各前轮2、各后轮3)一起旋转的作为被制动部件(旋转部件)的盘形转子4。前轮2用的盘形转子4通过作为液压式的盘式制动器的前轮侧盘式制动器5赋予制动力。后轮3用的盘形转子4通过作为附带电动泊车制动功能的液压式的盘式制动器的后轮侧盘式制动器6赋予制动力。

[0031] 与左右的后轮3对应而分别设置的一对(一组)后轮侧盘式制动器6是通过液压将制动片6C(参考图2)按压在盘形转子4上而赋予制动力的液压式的制动机构(液压制动器)。

如图2所示,后轮侧盘式制动器6例如具有:称为行星架(carrier)的安装部件6A、作为轮缸的制动钳(Caliper)6B、作为制动部件(摩擦部件、摩擦片)的一对制动片6C、作为按压部件的活塞6D。在该情况下,制动钳6B和活塞6D构成通过缸体机构,即通过液压而活塞6D移动,将制动片6C按压在盘形转子4上的缸体机构。

[0032] 安装部件6A被固定在车辆的非旋转部上,以跨越盘形转子4的外周侧的方式配置。制动钳6B能够向盘形转子4的轴方向移动地被设置在安装部件6A上。制动钳6B包含缸主体部6B1、爪部6B2、连接它们的桥部6B3而构成。在缸主体部6B1上设置缸体(缸孔)6B4,在缸体6B4内插嵌有活塞6D。制动片6C被可移动地安装在安装部件6A上,被配置为可抵接在盘形转子4上。活塞6D将制动片6C按压在盘形转子4上。

[0033] 这里,制动钳6B通过基于制动踏板9的操作等对缸体6B4内供给(附加)液压(制动液压),以活塞6D推进制动片6C。这时,制动片6C通过制动钳6B的爪部6B2和活塞6D按压在盘形转子4的两面上。由此,制动力被赋予在与盘形转子4一起旋转的后轮3上。

[0034] 进而,后轮侧盘式制动器6具有电动促动器7和旋转直动转换机构8。电动促动器7包含作为电动机的电动马达7A、将该电动马达7A的旋转减速的减速器(未图示)而构成。电动马达7A是用于推进活塞6D的推进源(驱动源)。旋转直动转换机构8构成用于保持制动片6C的按压力的保持机构(按压部件保持机构)。

[0035] 在该情况下,旋转直动转换机构8包含将电动马达7A的旋转转换为活塞6D的轴方向的位移(直动位移)并且推进该活塞6D的旋转直动部件8A而构成。旋转直动部件8A例如通过形成了外螺纹的棒状体构成的螺纹部件8A1、以及在内周侧形成了内螺纹孔的作为推进部件的直动部件8A2构成。旋转直动转换机构8将电动马达7A的旋转转换为活塞6D的轴方向的位移,并且保持通过电动马达7A推进的活塞6D。即,旋转直动转换机构8通过电动马达7A对活塞6D提供推力,通过该活塞6D推进制动片6C从而按压盘形转子4,保持该活塞6D的推力。

[0036] 旋转直动转换机构8与电动马达7A一起,构成电动制动装置(电动泊车制动装置)的电动机构。电动机构将电动马达7A的旋转力经由减速器和旋转直动转换机构8转换为推力,通过对活塞6D进行推进(位移),将制动片6C按压在盘形转子4上,保持车辆的制动力。电动马达7A驱动电动机构。这样的电动机构(即,电动马达7A以及旋转直动转换机构8)与后述的泊车制动控制装置24一起,构成电动制动装置。

[0037] 后轮侧盘式制动器6通过基于制动踏板9的操作等而产生的制动液压使活塞6D推进,通过以制动片6C按压盘形转子4,对车轮(后轮3)乃至车辆赋予制动力。除此之外,后轮侧盘式制动器6如在后叙述那样,根据基于来自泊车制动开关23的信号等的工作请求,通过电动马达7A经由旋转直动转换机构8使活塞6D推进,对车辆赋予制动力(泊车制动,根据需要进行行驶中的辅助制动)。

[0038] 即,后轮侧盘式制动器6通过驱动电动马达7A,并通过旋转直动部件8A推进活塞6D,从而将制动片6C按压并保持在盘形转子4上。在该情况下,后轮侧盘式制动器6根据作为用于赋予泊车制动(泊车制动)的应用(apply)请求的泊车制动请求信号(应用请求信号),通过电动马达7A推进活塞6D,保持车辆的制动。与此同时,后轮侧盘式制动器6根据制动踏板9的操作,通过来自液压源(后述的主缸12、根据需要的液压供给装置16)的液压供给来制动车辆。

[0039] 这样,后轮侧盘式制动器6构成为具有通过电动马达7A将制动片6C按压在盘形转子4上并且保持该制动片6C的按压力的旋转直动转换机构8,并且,能够通过基于电动马达7A的按压分开附加的液压,将制动片6C按压在盘形转子4上。

[0040] 另一方面,与左右的前轮2对应而分别设置的一对(一组)前轮侧盘式制动器5,除了与泊车制动的动作相关联的机构之外,与后轮侧盘式制动器大致相同地构成。即,如图1所示,前轮侧盘式制动器5具有安装部件(未图示)、制动钳5A、制动片(未图示)、活塞5B等,但是不具有用于进行泊车制动的工作、解除的电动促动器7(电动马达7A)、旋转直动转换机构8等。可是,前轮侧盘式制动器5在通过基于制动踏板9的操作等而产生的液压使活塞5B推进,对车轮(前轮2)乃至对车辆赋予制动力这方面,与后轮侧盘式制动器6相同。即,前轮侧盘式制动器5是通过液压将制动片按压在盘形转子4上从而赋予制动力的液压式的制动机构(液压制动器)。

[0041] 另外,前轮侧盘式制动器5也可以与后轮侧盘式制动器6同样地设为附带电动泊车制动功能的盘式制动器。另外,在实施方式中,作为电动制动机构(电动泊车制动),使用具有电动马达7A的液压式的盘式制动器6。可是,不限于此,电动制动机构例如也可以使用:通过电动马达将制动蹄按压在制动鼓上而赋予制动力的电动式制动鼓制动器;具有电动鼓式的泊车制动的盘式制动器、通过以电动马达牵引线缆而使泊车制动进行应用工作的电缆拉动手式电动泊车制动器等。即,电动制动机构只要是能够基于电动马达(电动促动器)的驱动将摩擦部件(制动片、制动蹄)按压(推进)到旋转部件(盘形转子、制动鼓)上,能够进行该按压力的保持和解除的结构,则能够使用各种电动制动机构。

[0042] 在车体1的前板侧,设置有制动踏板9。制动踏板9在车辆的制动操作时被驾驶员(司机)踏下操作。各盘式制动器5、6基于制动踏板9的操作,进行作为常用制动器(行车制动器(service brake))的制动力的赋予以及解除。在制动踏板9中,设置有制动灯开关、踏板开关(制动开关)、踏板行程传感器等制动操作检测传感器(制动传感器)10。

[0043] 制动操作检测传感器10检测制动踏板9的踏下操作的有无、或者其操作量,将该检测信号输出到ESC控制装置17。制动操作检测传感器10的检测信号例如经由车辆数据总线20、或者连接ESC控制装置17和泊车制动控制装置24的通信线(未图示)被传输(被输出到泊车制动控制装置24)。

[0044] 制动踏板9的踏下操作经由助力装置11被传递到具有油压源(液压源)的功能的主缸12。助力装置11构成为被设置在制动踏板9和主缸12之间的负压助推器(气压助力装置)或者电动助推器(电动助力装置)。助力装置11在制动踏板9的踏下操作时,将踏力增力而传递给主缸12。这时,主缸12通过从主储液器13供给(补充)的制动液而产生液压。主储液器13是成为容纳了制动液的工作液罐的部件。通过制动踏板9产生液压的机构不限于上述的结构,也可以是根据制动踏板9的操作而产生液压的机构,例如,线控制动方式的机构等。

[0045] 在主缸12内产生的液压例如经由一对缸侧液压配管14A、14B,被送到液压供给装置16(以下,称为ESC16)。被送到ESC16的液压经由制动侧配管部15A、15B、15C、15D被提供给各盘式制动器5、6。ESC16被配置在各盘式制动器5、6和主缸12之间。这里,ESC16是控制液压制动器(前轮侧盘式制动器5、后轮侧盘式制动器6)的液压的液压控制装置。因此,ESC16构成为包含:多个控制阀、将制动液压加压的液压泵、驱动该液压泵的电动马达、暂时存储剩余的制动液的液压控制用储液器(都未图示)。ESC16的各控制阀以及电动马达与ESC控制装

置17连接,ESC16构成为包含ESC控制装置17。

[0046] ESC16的各控制阀的开闭和电动马达的驱动由ESC控制装置17控制。即,ESC控制装置17是进行ESC16的控制的ESC用控制单元(ESC用ECU)。ESC控制装置17包含微计算机而构成,电气地驱动控制ESC16(的各控制阀的螺线管、电动马达)。在该情况下,ESC控制装置17例如内置控制ESC16的液压供给并且检测ESC16的故障的运算电路、驱动电动马达以及各控制阀的驱动电路(都未图示)等。

[0047] ESC控制装置17单独地驱动控制ESC16的各控制阀(的螺线管)、液压泵用的电动马达。由此,ESC控制装置17对于各个盘式制动器5、6的每一个,单独地进行将通过制动侧配管部15A—15D对各盘式制动器5、6供给的制动液压(轮缸液压)减压、保持、增压或者加压的控制。在该情况下,ESC控制装置17通过对ESC16进行工作控制,例如执行制动力分配控制、防抱死制动控制(液压ABS控制)、车辆稳定化控制、坡道起步辅助控制、牵引控制、车辆追随控制、车道脱离避免控制、障碍物避让控制(自动制动控制、碰撞减损制动控制)。

[0048] ESC16在基于驾驶员的制动操作的通常操作时,将主缸12中产生的液压直接提供给盘式制动器5、6(的制动钳5A、6B)。相对于此,例如在执行防抱死制动控制等的情况下,关闭增压用的控制阀而保持盘式制动器5、6的液压,并且在将盘式制动器5、6的液压减压时,打开减压用的控制阀,将盘式制动器5、6的液压以向液压控制用储液器释放的方式排出。进而,在为了进行车辆行驶时的稳定化控制(防侧滑控制)等,将提供给盘式制动器5、6的液压增压或者加压时,在将供给用的控制阀闭阀的状态下通过电动马达使液压泵工作,将从该液压泵排出的制动液提供给盘式制动器5、6。这时,在液压泵的吸入侧,从主缸12侧供给主储液器13内的制动液。

[0049] 在ESC控制装置17中,通过电源线19被供电来自成为车辆电源的电池18(乃至通过发动机驱动的发电机)的电力。如图1所示,ESC控制装置17与车辆数据总线20连接。另外,也可以取代ESC16,使用公知的ABS单元。进而,也可以不设置ESC16(即,省略),将主缸12和制动侧配管部15A-15D直接连接。

[0050] 车辆数据总线20构成作为搭载在车体1中的串行通信部的CAN(Controller Area Network,控制区域网络)。搭载在车辆中的多个电子设备(例如,包含ESC控制装置17、泊车制动控制装置24等的各种ECU)通过车辆数据总线20,在各自之间进行车辆内的多路通信。在该情况下,作为被送到车辆数据总线20的车辆信息,例如举出基于来自以下装置的检测信号(输出信号)的信息(车辆信息):制动操作检测传感器10、点火开关、安全带传感器、门锁传感器、开门传感器、落座传感器、车速传感器、转向角传感器、油门踏板传感器(油门踏板操作传感器)、节气门传感器、发动机旋转传感器、立体摄像机、毫米波雷达、坡度传感器(倾斜传感器)、换挡传感器(变速器数据)、加速度传感器(G传感器)、轮速传感器、探测车辆的俯仰方向的运动的俯仰传感器等。进而,作为被送到车辆数据总线20的车辆信息,还举出来自检测轮缸压(W/C压)的W/C压力传感器21的检测信号、来自检测主缸压(M/C压)的M/C压力传感器22的检测信号。

[0051] 接着,对泊车制动开关23以及泊车制动控制装置24进行说明。

[0052] 在车体1内,在成为驾驶席(未图示)旁边的位置,设置作为电动泊车制动的开关的泊车制动开关(PKB—SW)23。泊车制动开关23是由驾驶员操作的操作指示部。泊车制动开关23将与基于驾驶员的操作指示的泊车制动的工作请求(成为保持请求的应用请求、成为解

除请求的释放请求)对应的信号(工作请求信号)传递至泊车制动控制装置24。即,泊车制动开关23将用于基于电动马达7A的驱动(旋转)使活塞6D以及制动片6C进行应用工作(保持工作)或者释放工作(解除工作)的工作请求信号(成为保持请求信号的应用请求信号、成为解除请求信号的释放请求信号)输出到泊车制动控制装置24。泊车制动控制装置24是泊车制动用控制单元(泊车制动用ECU)。

[0053] 在泊车制动开关23通过驾驶员被操作至制动侧(应用侧)时,即,在产生了用于对车辆赋予制动力的应用请求(制动保持请求)时,从泊车制动开关23输出应用请求信号(泊车制动请求信号、应用指令)。在该情况下,用于使该电动马达7A向制动侧旋转的电力经由泊车制动控制装置24被供电给后轮侧盘式制动器6的电动马达7A。这时,旋转直动转换机构8基于电动马达7A的旋转,将活塞6D向盘形转子4侧推进(按压),保持推进后的活塞6D。由此,后轮侧盘式制动器6成为被赋予作为泊车制动(或辅助制动)的制动力的状态,即,成为应用状态(制动保持状态)。

[0054] 另一方面,在泊车制动开关23通过驾驶员被操作至制动解除侧(释放侧)时,即,产生了用于解除车辆的制动力的释放请求(制动解除请求)时,从泊车制动开关23输出释放请求信号(泊车制动解除请求信号、释放指令)。在该情况下,用于使该电动马达7A向与制动侧相反方向旋转的电力经由泊车制动控制装置24被供电给后轮侧盘式制动器6的电动马达7A。这时,旋转直动转换机构8通过电动马达7A的旋转而解除活塞6D的保持(解除活塞6D产生的按压力)。由此,后轮侧盘式制动器6成为作为泊车制动(乃至辅助制动)的制动力的赋予被解除的状态,即,成为释放状态(制动解除状态)。

[0055] 作为控制装置(电动制动控制装置)的泊车制动控制装置24与后轮侧盘式制动器6(的电动马达7A以及旋转直动转换机构8)一起,构成电动制动装置。泊车制动控制装置24控制电动马达7A的驱动。因此,如图3所示,泊车制动控制装置24具有由微计算机等构成的运算电路(CPU)25以及存储器26。来自电池18(乃至由发动机驱动的发电机)的电力通过电源线19被供电给泊车制动控制装置24。

[0056] 泊车制动控制装置24控制后轮侧盘式制动器6、6的电动马达7A、7A的驱动,在车辆的泊车、停车时(根据需要行驶时)产生制动力(泊车制动、辅助制动)。即,泊车制动控制装置24通过驱动左右的电动马达7A、7A,使盘式制动器6、6作为泊车制动(根据需要辅助制动)被操作(应用、释放)。因此,就泊车制动控制装置24而言,输入侧被连接到泊车制动开关23,输出侧被连接到各盘式制动器6、6的电动马达7A、7A。然后,泊车制动控制装置24内置运算电路25和用于控制电动马达7A、7A的马达驱动电路28、28,运算电路25用于进行驾驶员的操作(泊车制动开关23的操作)的检测、电动马达7A、7A的驱动可否判定、电动马达7A、7A的停止的判定等。

[0057] 泊车制动控制装置24基于驾驶员的泊车制动开关23的操作产生的工作请求(应用请求、释放请求)、自动应用和自动释放的判定产生的工作请求等,驱动左右的电动马达7A、7A,进行左右的盘式制动器6、6的应用(保持)或者释放(解除)。这时,在后轮侧盘式制动器6中,基于各电动马达7A的驱动,进行基于旋转直动转换机构8的活塞6D以及制动片6C的保持或者解除。这样,泊车制动控制装置24根据用于活塞6D(进而制动片6C)的保持工作(应用)或者解除工作(释放)的工作请求信号,为了推进的活塞6D(或者制动片6C)而驱动控制电动马达7A。

[0058] 如图3所示,在泊车制动控制装置24的运算电路25中,除了作为存储部的存储器26,还连接有泊车制动开关23、车辆数据总线20、电压传感器部27、马达驱动电路28、电流传感器部29等。从车辆数据总线20,能够取得泊车制动的控制(操作)所需要的车辆的各种状态量、即各种车辆信息。另外,泊车制动控制装置24能够经由车辆数据总线20或者所述通信线,向包含ESC控制装置17的各种ECU输出信息或指令。

[0059] 另外,也可以构成为,从车辆数据总线20取得的车辆信息通过将检测该信息的传感器直接连接到泊车制动控制装置24(的运算电路25)来取得。另外,泊车制动控制装置24的运算电路25也可以构成为,从连接到车辆数据总线20的其它控制装置(例如ESC控制装置17)输入基于自动应用和自动释放的判定的工作请求。在该情况下,也可以设为取代泊车制动控制装置24而在其它控制装置,例如ESC控制装置17中进行自动应用和自动释放的判定的控制的结构。即,能够将泊车制动控制装置24的控制内容整合到ESC控制装置17中。

[0060] 泊车制动控制装置24例如具有作为闪存、ROM、RAM、EEPROM等构成的存储部的存储器26。在存储器26中,存储有用于泊车制动的控制的处理程序。例如,在存储器26中存储有用于执行后述的图4至图7所示的处理流程的处理程序,即,在电动泊车制动的释放时的控制处理中使用的处理程序等。另外,在实施方式中,将泊车制动控制装置24设为与ESC控制装置17不同的个体,但是也可以将泊车制动控制装置24和ESC控制装置17构成为一体(即,通过1个制动用控制装置而为一体)。另外,泊车制动控制装置24使得在左右控制两个后轮侧盘式制动器6、6,但是也可以在左右的后轮侧盘式制动器6、6的每一个中设置,在该情况下,能够将各个泊车制动控制装置24一体地设置在后轮侧盘式制动器6中。

[0061] 如图3所示,在泊车制动控制装置24中内置有检测来自电源线19的电压的电压传感器部27、分别驱动左右的电动马达7A、7A的左右的马达驱动电路28、28、检测左右的电动马达7A、7A各自的马达电流的左右的电流传感器部29、29等。这些电压传感器部27、马达驱动电路28、电流传感器部29分别连接到运算电路25。由此,在泊车制动控制装置24的运算电路25中,进行泊车制动的应用或者释放时,基于由电流传感器部29检测的电动马达7A的电流值(的变化),能够进行电动马达7A的驱动的停止的判定(应用完成的判定、释放完成的判定)等。另外,在图示的例子中,电压传感器部27设为检测(测量)电源电压的结构,例如,电压传感器部(电压传感器)也可以设为左右独立地测量电动马达7A、7A的端子间电压的结构。

[0062] 可是,电动泊车制动优选不使用位置传感器以及轴力传感器,而能够时机良好地停止作为促动器的电动马达7A。这里,考虑电动泊车制动的释放。例如,在从应用状态释放了电动泊车制动时,在使电动马达7A停止的定时提前的情况下,存在作为推进部件的直动部件8A2的返回量不足,制动片6C和盘形转子4的间隙量不足的可能性。由此,存在盘形转子4的旋转阻力变大的可能性。另一方面,在使电动马达7A停止的定时延迟的情况下,直动部件8A2的返回量变得过剩(过大),存在在下一次的应用工作时,直至推力发生的时间变长的可能性。即,存在应用时的应答性降低的可能性。

[0063] 为了抑制这样的不良情况,例如考虑如图14所示,通过由电动马达的电流、电压波形判定推力(制动力)已被解除,适当地限制之后的电动马达的控制量(马达旋转量),确保推进部件的位移量(返回量),进而确保间隙量。可是,为了抑制噪声、脉动的影响,解除了推力的情况的判定(换言之,制动片已脱离的情况的判定)需要使用大的时间常数的滤波器。

其结果,由于相当于滤波器部分的延迟,存在难以高精度地确保间隙的可能性。另外,在使用由电流、电压波形估计出的马达旋转量来进行电动马达的控制的情况下,需要考虑电动马达的特性的偏差、释放时的发生力等,决定将电动马达停止的马达旋转量的阈值。并且,由于在各周期的计算时产生电流、电压的监视误差,产生误差增加相当于所需计算时间量的可能性。因此,需要将停止电动马达的马达旋转量的阈值设定得大些,从这方面也存在难以高精度地确保间隙的可能性。

[0064] 若更具体地说明,则前述的专利文献1的盘式制动器装置通过马达电流的微分值是否已稳定在固定值,判定制动片已脱离的情况。可是,在实际的电流波形中产生脉动。另外,由于旋转直动机构的螺纹部的摩擦因螺纹位置而产生偏差,电流发生变化。由此,认为难以高精度地判定片已脱离的情况。另一方面,为了进行正确的判定,考虑耐电流的滤波器。可是,在该情况下,对于电流的变化产生延迟,存在难以确保控制精度的可能性。另外,专利文献1的盘式制动器装置通过马达旋转量确保间隙。在该情况下,马达旋转量将从电压、电流计算出的转速累积来计算。可是,存在电压、电流的监视误差、电动机的常数、阻力造成的误差被累积的可能性。由此,马达旋转量越大,间隙的偏差变得越大,存在无法充分确保电动马达的控制精度的可能性。

[0065] 相对于此,在实施方式中,为了能够高精度地确保间隙,通过电动马达7A的脉动、旋转直动转换机构8的螺纹部的偏差、其它机械的偏差等设想的“电动马达7A的电流的宽度”判定制动片6C的脱离状态,并使用误差的原因少的“时间”控制该脱离后的控制量。在该情况下,由“制动片6C的脱离后的固定的电流值”和“进入了脱离状态的判定的电流宽度的电流值”校正作为脱离后的控制量的“时间”。由此,与作为脱离后的控制量而使用“旋转量”的情况相比,能够使控制精度提高。另外,与不校正脱离后的“时间”的情况相比,能够使控制精度提高。

[0066] 即,如图13所示,在实施方式中,从大的时间常数的滤波器和小的时间常数的滤波器取得电动马达7A的电流。在图13中,用实线的特性线表示从小的时间常数的滤波器取得的电动马达7A的电流51,用虚线的特性线表示从大的时间常数的滤波器取得的电动马达7A的电流52。在实施方式中,将从小的时间常数的滤波器取得的电流51进入了固定的电流宽度 $I_B$ (后述的无负载电流范围内阈值宽度 $I_B$ )的时刻判定为临时的片脱离(控制识别的片脱离)。另外,根据从大的时间常数的滤波器取得的电流52的斜率探测空走电流值(即,电动马达7A以推力零前进的电流值、后述的无负载电流值 $I_D$ )。

[0067] 在此基础上,在经过了将“从小的时间常数的滤波器得到的电动马达7A的电流51进入固定的电流宽度 $I_B$ 的范围内开始至成为空走电流值(无负载电流值 $I_D$ )为止的时间 $T_1$ (后述的时间 $T_b$ )”和“为了确保间隙所需要的时间 $T_2$ (后述的时间 $T_a$ )”相加后的时间 $T_3$ (后述的时间 $T_c$ )时,判定为释放完成,停止电动马达7A。时间 $T_1$ 与计数器值 $C_1$ 对应,时间 $T_2$ 与计数器值 $C_2$ 对应。在计数器值成为了将 $C_1$ 和 $C_2$ 相加后的值时,停止电动马达7A。由此,能够降低释放时的电流波形中产生的脉动等的噪声的影响,能够高精度地确保间隙。

[0068] 因此,在实施方式中,如图4至图12所示,泊车制动控制装置24在解除制动力的保持的情况下,向电动马达7A通电,根据电动马达7A的电流值上升后开始下降,经过预定时间起的预定区间(后述的时间 $T_b$ 的区间)转达电流变化量、以及电动马达7A的电流变化量收敛到预定值(后述的阈值 $D_f$ )以下时的电流值(后述的无负载电流值 $I_D$ ),变更电动马达7A的驱

动时间(后述的时间 $T_c$ )。在该情况下,预定时间例如能够设定作为冲击电流收敛的时间。即,泊车制动控制装置24在进行释放时,若冲击电流收敛,则根据“预定区间(时间 $T_b$ 的区间)中的电动马达7A的电流变化量”和“电流变化量收敛到预定值(阈值 $D_f$ )以下时的电流值(无负载电流值 $I_D$ )”,变更电动马达7A的驱动时间(时间 $T_c$ )。如在后叙述那样,预定区间(时间 $T_b$ 的区间)根据电动马达7A的温度造成的电流值的偏差幅度而变化。另外,电动马达7A的电流变化量收敛到预定值(阈值 $D_f$ )以下时的电流值(无负载电流值 $I_D$ )从通过微分滤波器得到的电流波形检测。

[0069] 为了进行这样的控制,泊车制动控制装置24具有按照每个预定周期暂时存储电流值的存储区域。更具体地说,泊车制动控制装置24具有在预先设定的存储数的缓冲器中,按照每个控制周期依次存储电流值的环形缓冲器(循环缓冲器)。环形缓冲器例如从缓冲器的最初(排列第0个)开始依次存储电流值,若超过存储数,即,在最后的缓冲器中存储电流值,则返回最初(排列第0个),一边依次丢弃以前存储的电流值一边继续存储(覆写更新)。

[0070] 由此,泊车制动控制装置24在解除制动力的保持的情况下,向电动马达7A通电,基于电动马达7A的电流值上升后下降且电动马达7A的电流值进入预定的电流值范围(无负载电流范围内阈值宽度 $I_B$ )之后每个预定周期取得的电流值、以及该电流值成为了大致固定的电流值(无负载电流值 $I_D$ ),变更电动马达7A的驱动时间(时间 $T_c$ )。即,泊车制动控制装置24在释放时,基于“进入预定的电流值范围(无负载电流范围内阈值宽度 $I_B$ )之后每个预定周期取得的电流值”和“每个预定周期取得的电流值成为了大致固定的电流值(无负载电流值 $I_D$ )”,变更电动马达7A的驱动时间(时间 $T_c$ )。如在后叙述那样,电流值范围(无负载电流范围内阈值宽度 $I_B$ )根据电动马达7A的温度造成的电流值的偏差幅度而变化。另外,电流值成为了大致固定的电流值(无负载电流值 $I_D$ )是,通过微分滤波器得到的电流值的微分值的变化成为预定值以下时的电流值。另外,对于这样的泊车制动控制装置24进行的电动马达7A的释放驱动的控制,即,对于图4至图7所示的控制处理,在后面详细叙述。

[0071] 实施方式的4轮汽车的制动系统具有如上述那样的结构,接着对其操作进行说明。

[0072] 若车辆的驾驶员踏下操作制动踏板9,则该踏力经由助力装置11传递到主缸12,通过主缸12产生制动液压。在主缸12内产生的制动液压经由缸侧液压配管14A、14B、ESC16以及制动侧配管部15A、15B、15C、15D被提供给各盘式制动器5、6,对左右的前轮2和左右的后轮3分别赋予制动力。

[0073] 在该情况下,在各盘式制动器5、6中,随着制动钳5A、6B内的制动液压的上升,活塞5B、6D朝向制动片6C而滑动地位移,制动片6C被按压在盘形转子4、4上。由此,被赋予基于制动液压的制动力。另一方面,在制动操作已被解除时,由于向制动钳5A、6B内的制动液压的供给被停止,活塞5B、6D以从盘形转子4、4离开(后退)的方式位移。由此,制动片6C从盘形转子4、4分离,车辆返回非制动状态。

[0074] 接着,车辆的驾驶员在将泊车制动开关23操作到制动侧(应用侧)时,从泊车制动控制装置24对左右的后轮侧盘式制动器6的电动马达7A进行供电,电动马达7A被旋转驱动。在后轮侧盘式制动器6中,电动马达7A的旋转运动通过旋转直动转换机构8被转换为直线运动,活塞6D通过旋转直动部件8A推进。由此,通过制动片6C,盘形转子4被按压。这时,旋转直动转换机构8(直动部件8A2)例如通过螺合产生的摩擦力(保持力)而被保持制动状态。由此,后轮侧盘式制动器6作为泊车制动而工作(应用)。即,即使在停止了向电动马达7A的供

电后,活塞6D也通过旋转直动转换机构8,被保持在制动位置。

[0075] 另一方面,在驾驶员将泊车制动开关23向制动解除侧(释放侧)进行了操作时,从泊车制动控制装置24对电动马达7A以马达反转的方式供电。通过该供电,电动马达7A向与泊车制动的工作时(应用时)相反方向旋转。这时,旋转直动转换机构8产生的制动力的保持被解除,活塞6D能够向从盘形转子4离开的方向位移。由此,就后轮侧盘式制动器6而言,作为泊车制动的工作被解除(释放)。

[0076] 接着,对在泊车制动控制装置24的运算电路25中进行的控制处理,参考图4至图7进行说明。另外,图4至图7的控制处理例如在对泊车制动控制装置24通电的期间,以预定的控制周期(例如,10ms)被反复执行。另外,图8表示电动马达7A的电流值的时间变化与在图4至图7的控制处理中判定的电动马达7A的驱动时间(判定时间 $T_c$ )的关系。图9表示电动马达7A的电流值的时间变化和图4至图7的控制处理的各步骤的关系。图10表示电动马达7A的电流值的时间变化和图7的校正时间计算处理的关系。在图8至图10中,在特性线上(电流51上)附加圆圈表示在环形缓冲器中存储的电流值(后述的图11以及图12也同样)。

[0077] 若作为ECU(Electronic Control Unit,电子控制单元)的泊车制动控制装置24起动,则开始图4的控制处理。泊车制动控制装置24在S1中,判定是否开始释放工作。即,若由于泊车制动开关23向释放侧被操作而输出释放指令,或者,若基于泊车制动的释放判定逻辑输出释放指令,则对电动马达7A供给电力。由此,电动马达7A向释放方向驱动。在S1中,基于释放指令来判定电动马达7A的驱动是否已开始。

[0078] 在S1中判定为“否”,即,判定为未开始释放(开始释放方向的电动马达7A的驱动)的情况下,进行返回。即,经由图4的“结束”,返回到“开始”,反复进行S1以后的处理。相对于此,在S1中“是”,即,判定为已开始释放的情况下,进至S2。在该情况下,即,若在图4的S1中判定为“是”,则图5至图7的处理也被开始。对于图5至图7的处理在后叙述。

[0079] 在S2中,对电流传感器部29中检测的电动马达7A的电流信号进行滤波器处理。即,在S2中,进行无负载电流判定用的滤波器处理。滤波器例如从任务周期和延迟时间考虑来设定。在实施方式中,例如设定为对于1ms信号,截止频率50Hz以下并且,90%应答为控制判定周期的10ms以下。另外,滤波器为了提高应答性,也可以设定除此以外的特性。在图8至图10中,用实线的特性线表示在S2(以及图5的S11、图7的S31)的滤波器处理中取得的电流51。

[0080] 在接着S2的S3中,判定从开始释放起是否经过了电流屏蔽时间。即,在S3中,判定是否经过了对于紧接电动马达7A的旋转开始之后产生的冲击电流收敛来说足够的时间。该时间(电流屏蔽时间)例如能够设为对“在判定释放之后直至继电器动作为止的时间”与“冲击电流继续的时间”之和考虑了余量后的值。释放开始能够通过释放指令的输出来判定。在S3中判定为“否”,即,判定为从释放开始(释放指令输出)起未经过电流屏蔽时间的情况下,返回。相对于此,在S3中判定为“是”,即,判定为从释放开始(释放指令输出)起经过了电流屏蔽时间的情况下,进至S4。

[0081] 在S4中,判定在S2中被滤波器处理的电动马达7A的电流值是否为无负载判定电流值 $I_A$ 以下。即,在S4中,判定从释放开始起经过屏蔽时间后的电流值是否进入无负载状态区域。所谓无负载状态,与活塞6D从制动片6C离开的状态,换言之,直动部件8A2从活塞6D离开的状态对应。无负载判定电流值 $I_A$ ,即,判定是否为无负载状态的电流的阈值 $I_A$ 能够根据考虑了无负载状态下的电流偏差后的上限值进行设定。这里,电流偏差的原因考虑温度造成

的特性的变化、构成部件的机械阻力、粘性阻力、效率的偏差的全部来决定。

[0082] 具体地说,考虑螺纹部、轴承、O形环等旋转直动部件的滑动阻力造成的扭矩的偏差、润滑油的粘性阻力造成的扭矩的偏差、马达的电感电阻、扭矩常数、惯量、马达电阻(电线束电阻、线圈电阻、端子间电阻)来决定。除了这些之外,还可以设为加上了引起无负载状态下的扭矩、电流变化的主要原因而算出的电流值。无负载判定的阈值IA通过计算、实验、试验、模拟等而预先设定。在S4中判定为“否”,即,判定为电动马达7A的电流值比无负载判定电流值IA大的情况下,返回。相对于此,在S4中判定为“是”,即,判定为电动马达7A的电流值为无负载判定电流值IA以下的情况下,进至S5。

[0083] 在S5中,进行无负载电流范围内继续判定。即,在S5中,通过图5的处理,判定电动马达7A的电流值是否在预定的电流宽度IB内(即,无负载电流范围内阈值宽度IB内)继续。这里,释放时间一般为1秒左右,在该时间内的释放中的电动马达7A的温度视为大致固定。因此,在考虑了全部偏差的无负载电流范围,即,无负载判定电流值IA以下的范围中,利用无负载电流的变动范围能够规定为比其狭的电流宽度IB ( $IA > IB$ ) 的情况,进行判定。成为无负载电流范围内的阈值宽度电流宽度IB能够通过在前述的无负载判定电流值IA的变动要素中除去了温度特性变化要素后的要素来计算。在S5,即,图5的处理中,判定电动马达7A的电流值是否在无负载电流范围内阈值宽度IB内继续。

[0084] 若在图4的S1中判定为“是”,则图5的处理(无负载电流范围内继续判定处理)开始。图5的S11是与图4的S2同样的处理,图5的S12是与图4的S4同样的处理。在图5的S12中判定为“否”的情况下,返回。即,经由结束而返回到开始,反复进行S11以后的处理。若在S12中判定为“是”,则进至S13。在S13中,将电流值存储在环形缓冲器中。即,在S13中,为了判定电流值在无负载电流范围内是否在继续,将电流值每周期存储在环形缓冲器中。需要存储数例如能够设为制动片6C的间隙的确保所需要的最大的时间Ta、与电流值进入无负载电流范围内阈值宽度IB之后直至稳定在无负载电流值为止的设想最大时间Tb之和。

[0085] Ta的最大时间能够基于“需要间隙”、“螺纹的螺距”、“减速比”、“马达旋转速度(最慢的条件)”来设定。即,片间隙确保时间Ta成为以下的数学式1式。

[0086] [数学式1]

$$[0087] \quad T_a = \frac{\left( \frac{\text{需要间隙}}{\text{螺距}} \right) \times \text{减速比}}{\text{马达旋转速度}}$$

[0088] Tb依赖于无负载电流范围内阈值宽度IB与推力的减少梯度(刚性),所以能够从设想的制动钳刚性、片的刚性中最低的条件算出。作为计算式,成为以下的数学式2式。

[0089] [数学式2]

$$[0090] \quad T_b = \frac{\text{变化相当于 } I_B \text{ 时的滑动螺纹旋转量 [mm]}}{\text{滑动螺纹旋转速度 [mm/s]}}$$

[0091] 该数学式2式成为以下的数学式3式。

[0092] [数学式3]

$$[0093] \quad T_b = \frac{\left( \frac{\text{刚性} [mm/kN]}{\text{扭矩推力转换系数} [Nm/kN]} \times \text{扭矩常数} [Nm/A] \right) \times I_B [A]}{(\text{马达旋转速度} [rpm] \div 60 \div \text{减速比} [-] \times \text{螺距} [mm/rev])}$$

[0094] 在接续S13的S14中,由环形缓冲器中存储的电流值的最大和最小的差分,确认电流值的变化是否处于无负载电流范围内阈值宽度IB以内,监视是否为无负载状态。即,在S14中,判定从[0]至[相当于Tc的量]的环形缓冲器值的最大和最小之差是否为无负载电流范围内阈值宽度IB以下。该判定是电流值积存在从[0]至[相当于Tc的量]的环形缓冲器之后进行判定。在此之前,将电流值存储在环形缓冲器中(进至S13)。Tc对应于将片间隙确保时间Ta和后述的校正时间Tb'相加后的时间(判定时间Tc)( $T_c = T_a + T_b'$ (Tb'的最大是Tb' $= T_b$ ))。在S14中判定为“否”,即,判定为环形缓冲器值的最大和最小之差超过无负载电流范围内阈值宽度IB的情况下,返回到S13的前面。相对于此,S14中判定为“是”,即,判定为环形缓冲器值的最大和最小之差为无负载电流范围内阈值宽度IB以下的情况下,进至S15。

[0095] 这里,由于产生液压而O形环或轴承的滑动阻力变化,在电流值超过了无负载电流范围内阈值宽度IB的情况下,S14不成立而继续S13以及S14。通过这样的S13以及S14的处理,在无负载电流范围内(无负载判定电流值IA以下的范围内)中,根据实际的空走电流稳定的位置,判定无负载电流的变动范围收敛在无负载电流范围内阈值宽度IB内的情况。

[0096] 在S15中,如图8所示,通过S14的判定,即,判定在某个温度下无负载状态继续判定时间Tc,判定为无负载电流范围内继续判定成立,返回。在该情况下,图4的S6中判定为“是”。这里,判定时间Tc是前述的时间Ta、与通过图6所示的微分判定处理以及图7所示的校正时间计算处理算出的校正时间Tb'之和,即( $T_c = T_a + T_b'$ )。校正时间Tb'使用图6所示的微分判定处理中算出的无负载电流值ID(空走电流值),通过图7所示的校正时间计算处理来计算。

[0097] 对图6的微分判定处理进行说明。若在图4的S1中判定为“是”,则图6的处理(微分判定处理)开始。在S21中,进行微分判定用的滤波器处理。即,在S21中,为了去除脉动、噪声的影响,进行大的时间常数的滤波器处理。更具体地说,在S21中,使用比图5的S2、图6的S11以及后述的图7的S31的滤波器处理大的时间常数的滤波器(微分滤波器)来对电动马达7A的电流信号进行滤波器处理。这里,校正时间需要在片间隙确保前完成计算。因此,在S21中,例如设为如下的滤波器处理,即在前述的环形缓冲器的需要数(需要时间)的期间减去了余量后的时间中成为90%应答。在图9以及图10中,用点划线的特性线表示S21的滤波器处理中取得的电流52。

[0098] 在接续S21的S22中,判定在S21中进行了滤波器处理的电动马达7A的电流值是否为无负载判定电流值IA以下。在S22中判定为“否”的情况下,返回。即,经由结束而返回S21,反复进行S21以后的处理。相对于此,在S22中判定为“是”的情况下,进至S23。在S23中,计算电流微分值。从S24至S26判定电流微分值为阈值Df以下的状态继续规定时间(预定时间)的情况。电流微分值的阈值Df是用于判定电流成为无负载电流值ID(图10)的阈值,能够设为推力最缓慢地降低的情况下的电流的斜率Db、与以无负载时设想的电流幅度变化了的情况下的微分值Dc之间的任意的值( $D_c < D_f < D_b$ )。电流的斜率例如能够考虑刚性、旋转直动的滑动阻力、马达的规格而进行计算。规定时间能够设定作为用于适当地判定电流收敛到了无负载电流值ID的情况的时间(判定微分值已稳定在Df以下的时间)。

[0099] 在S24中,判定在S23中算出的电流微分值是否为阈值Df以下。在S24中判定为“否”,即,判定为电流微分值超过阈值Df的情况下,返回。另一方面,在S24中判定为“是”,即,判定为电流微分值为阈值Df以下的情况下,进至S25。在S25中,向上计数,在接续的S26中,判定计数器是否超过了规定时间。在S26中判定为“否”,即,判定为计数器在规定时间以内的情况下,返回。另一方面,在S26中判定为“是”,即,判定为计数器超过了规定时间的情况下,进至S27。在S27中,将进至S27时的电流值保持作为无负载电流值ID。即,在S27中,将微分值稳定在Df以下时的电流值保持作为无负载电流值ID,返回。

[0100] 接着,对图7的校正时间计算处理进行说明。在校正时间计算处理中,基于实际的波形校正电流值直至收敛到无负载电流范围内阈值宽度IB为止的时间。其目的是为了计算从进入了无负载电流范围内阈值宽度IB的最初的电流缓冲器值变为通过前述的微分判定算出的无负载电流值ID为止的时间。图7的S31—S33是与图4的S11—S13同样的处理。即,在S31中进行无负载电流判定用的滤波器处理,在S32中,判断成为能够判断为无负载状态的电流值IA以下的情况。在S32中判定为“否”的情况下,返回。即,经由结束而返回到开始,反复进行S31以后的处理。若在S32中判定为“是”,则进至S33。在S33中,在环形缓冲器中存储电流值(使用与无负载电流计算相同的缓冲器值)。在接续S33的S34中,从环形缓冲器的排列第0个开始依次进行与无负载电流相当值IE(也称为“无负载电流检测校正值IE”)的比较。

[0101] 即,在S34中,判定环形缓冲器的值与无负载电流相当值IE是否已经一致。如图10所示,无负载电流相当值IE是对通过前述的微分判定算出的无负载电流值ID加上无负载状态下的滑动阻力变化和监视误差造成的变动部分(IC)后的电流。就本处理(校正时间计算处理)中的滤波器而言,时间常数被设定得比微分判定低,所以无负载电流相当值IE设为考虑了变动的影响的值。在S34中判定为“否”,即,在判定为环形缓冲器的值与无负载电流相当值IE不一致的情况下,返回。在S34中判定为“是”,即,判定为环形缓冲器的值与无负载电流相当值IE一致的情况下,进至S35。在S35中,从S34中一致了的环形缓冲器的排列(例如,排列第N个)计算校正时间。如图10所示,因为排列第0个视为进入了无负载电流范围内阈值宽度IB的点,排列第N个(例如第3个)视为到达了无负载电流的点,所以是校正对象的时间区间本身。即,校正时间Tb'能够根据排列数N和任务周期(控制周期),通过以下的数学式4式表示。

[0102] [数学式4]

[0103] 校正时间 $T_b' = N \times \text{任务周期}$

[0104] 这里,就校正时间Tb'而言,也可以事先设定既定的时间Toriginal,并反馈与该值的差分。在该情况下,在校正时间Tb'比既定的时间Toriginal长( $T_b' > T_{\text{original}}$ )时,将判定时间Tc控制得比规定长。这是因为,即使在电流波形的斜率由于制动片6C的设想外的摩擦阻力等而变得缓慢的情况下也能够应对。在任何情况下,在S35中算出了校正时间Tb'后,返回。在S35中算出的校正时间Tb'与片间隙确保时间Ta相加,作为图5的S14的判定时间Tc使用( $T_c = T_a + T_b'$ )。

[0105] 在S14以及S15中,若从电流值进入无负载电流范围内阈值宽度IB开始到达到判定时间Tc为止的环形缓冲器中存储的电流值的最大和最小的差分为无负载电流范围内阈值宽度IB以下,则判定为无负载电流范围内继续判定成立。由此,在图4的S6中判定为“是”,在

S7中,停止电动马达7A的驱动。另外,S7中清除环形缓冲器值,返回。这样,在S6中,由图5的处理的判定结果判定无负载电流范围内继续判定是否已成立,并且在成立的情况下,在S7中停止电动马达7A的驱动,完成释放。

[0106] 图11表示温度低、旋转阻力大时(空走电流高时)的电动马达7A的电流值的时间变化的一例。即,图11表示低温时等、润滑油的粘性阻力等大、且空走电流高时的特性。图12表示温度高、且旋转阻力小时(空走电流低时)的电动马达7A的电流值的时间变化的一例。即,图12表示高温时等、润滑油的粘性阻力小且空走电流低时、以及/或者电动机效率、机械效率良好且空走电流低时的特性。如图11以及图12所示,与预定区间对应的 $Tb'$ 的区间根据电动马达7A的温度造成的电流值的偏差幅度而变化。预定区间( $Tb'$ )根据温度而变长,或者,变短。另外,与电流值范围对应的无负载电流范围内阈值宽度 $IB$ 根据电动马达7A的温度造成的电流值的偏差幅度而变化。电流值范围(宽度 $IB$ )根据温度向电流高的一侧或者低的一侧平行移动。在这样的实施方式中,将通过图6的处理(微分判定)求出的无负载电流值 $ID$ 和通过图7的处理(时间判定)求出的校正时间 $Tb'$ 反映到图4以及图5的释放处理中使用的判定时间 $Tc$ 中,由此能够高精度地控制间隙。另外,图12的白圆圈表示,由于达到环形缓冲器的存储数,在阈值 $IA$ 以下,与判断出 $Tc$ 期间收敛到宽度 $IB$ 的区间相比过去的的数据被丢弃。

[0107] 如以上那样,在实施方式中,在泊车制动释放时,使用作为驱动电动马达7A的时间的驱动时间(判定时间 $Tc$ )来将电动马达7A停止。在该情况下,“根据预定区间( $Tb'$ 的区间)中的电流变化量”和“电流变化量收敛到预定值(阈值 $Df$ )以下时的电流值(无负载电流值 $ID$ )”,变更电动马达7A的驱动时间(判定时间 $Tc$ )。换言之,根据“从电动马达7A的电流值进入预定的电流值范围(无负载电流范围内阈值宽度 $IB$ )开始每个预定周期取得的电流值”和“电流值成为了大致固定的电流值(无负载电流值 $ID$ )”,变更电动马达7A的驱动时间(判定时间 $Tc$ )。因此,与使用马达旋转量的情况相比,能够高精度地判定电动马达7A的驱动的停止(释放完成)。由此,能够高精度地确保间隙,能够抑制间隙的偏差。其结果,能够使下一次应用时的应答性在高的区域中稳定。

[0108] 在实施方式中,如图11以及图12所示,预定区间( $Tb'$ 的区间)以及(电流值范围(无负载电流范围内阈值宽度 $IB$ )根据温度造成的电流值的偏差幅度而变化。因此,无论周围的温度如何,都能够高精度地确保间隙。另外,在实施方式中,电动马达7A的电流变化量收敛到预定值(阈值 $Df$ )以下时的电流值即无负载电流值 $ID$ 根据通过微分滤波器得到的电流波形来检测。换言之,电流值成为了大致固定的电流值即无负载电流值 $ID$ 是,通过微分滤波器得到的电流值的微分值的变化成为预定值(阈值 $Df$ )以下时的电流值。因此,能够通过时间常数大的微分滤波器,高精度且稳定地得到无负载电流值 $ID$ 。由此,通过使用滤波后的电流值变更驱动时间(判定时间 $Tc$ ),能够稳定地判定电动马达7A的驱动的停止(释放完成)。

[0109] 另外,在实施方式中,举出将后轮侧盘式制动器6设为附带电动泊车制动功能的液压式盘式制动器,并且将前轮侧盘式制动器5设为未附带电动泊车制动功能的液压式盘式制动器的情况的例子进行了说明。可是,不限于此,例如也可以将后轮侧盘式制动器6设为未附带电动泊车制动功能的液压式盘式制动器,并且将前轮侧盘式制动器5设为附带电动泊车制动功能的液压式盘式制动器。进而,也可以将前轮侧盘式制动器5和后轮侧盘式制动器6两方都设为附带电动泊车制动功能的液压式盘式制动器。总之,能够通过电动泊车制动构成车辆的车轮中至少左右一对车轮的制动器。

[0110] 在实施方式中,作为电动制动机构,举出附带电动泊车制动的液压式盘式制动器6的例子进行了说明。可是,不限于盘式制动器的制动机构,也可以构成作为鼓式制动的制动机构。进而,在盘式制动器中设置了鼓式的电动泊车制动的鼓式盘式制动器、通过以电动马达牵引缆线进行泊车制动的保持结构等电动泊车制动的结构也能够采用各种结构。

[0111] 作为基于以上说明的实施方式的电动制动装置,例如考虑下记叙述方式的装置。

[0112] 第一方式的电动制动装置具有:电动机,驱动用于将制动部件向被制动部件按压并保持制动力的电动机构;以及控制装置,控制所述电动机的驱动,所述控制装置在解除制动力的保持的情况下,向所述电动机通电,根据所述电动机的电流值上升后开始下降且经过预定时间之后的预定区间中的电流变化量、以及所述电动机的电流变化量收敛到预定值以下时的电流值,变更所述电动机的驱动时间。

[0113] 按照该第一方式,在解除制动力的保持的情况下,使用驱动电动机的时间即驱动时间将电动机停止。在该情况下,根据“预定区间中的电流变化量”和“电流变化量收敛到预定值以下时的电流值”,变更电动机的驱动时间。因此,与使用马达旋转量的情况相比,能够高精度地判定电动机的驱动的停止(释放完成)。由此,能够高精度地确保间隙,能够使下一次的应用时的应答性在高的区域中稳定。

[0114] 作为第二方式,在第一方式中,所述预定区间根据所述电动机的温度造成的电流值的偏差幅度而变化。按照该第二方式,无论周围的温度如何,都能够高精度地确保间隙。

[0115] 作为第三方式,在第一方式或者第二方式中,所述电动机的电流变化量收敛到所述预定值以下时的电流值由通过微分滤波器得到的电流波形检测。按照该第三方式,能够通过微分滤波器高精度且稳定地得到电流变化量收敛到预定值以下时的电流值。由此,通过使用滤波后的电流值来变更驱动时间,能够稳定地判定电动机的驱动的停止(释放完成)。

[0116] 第四方式的电动制动装置具有:电动机,驱动用于将制动部件向被制动部件按压并保持制动力的电动机构;以及控制装置,控制所述电动机的驱动,所述控制装置在解除制动力的保持的情况下,向所述电动机通电,基于所述电动机的电流值上升后下降且所述电动机的电流值进入预定的电流值范围之后每个预定周期取得的电流值、以及所述电流值成为了大致固定的电流值,变更所述电动机的驱动时间。

[0117] 按照该第四方式,在解除制动力的保持的情况下,使用驱动电动机的时间即驱动时间将电动机停止。在该情况下,根据“电动机的电流值进入到预定的电流值范围之后每个预定周期取得的电流值”和“电流值成为了大致固定的电流值”,变更电动机的驱动时间。因此,与使用马达旋转量的情况相比,能够高精度地判定电动机的驱动的停止(释放完成)。由此,能够高精度地确保间隙,能够使下一次的应用时的应答性在高的区域中稳定。

[0118] 作为第五方式,在第四方式中,所述电流值范围根据所述电动机的温度造成的电流值的偏差幅度而变化。按照该第五方式,无论周围的温度如何,都能够高精度地确保间隙。

[0119] 作为第六方式,在第四方式或者第五方式中,所述电流值成为了大致固定的电流值是,通过微分滤波器得到的所述电流值的微分值的变化成为预定值以下时的电流值。按照该第六方式,能够通过微分滤波器高精度且稳定地得到电流值成为了大致固定的电流值。由此,通过使用滤波后的电流值来变更驱动时间,能够稳定地判定电动机的驱动的停止

(释放完成)。

[0120] 作为第七方式,是控制电动机的电动制动控制装置,所述电动机驱动将制动部件向被制动部件按压并保持制动力的电动机构,所述电动制动控制装置在解除制动力的保持的情况下,向所述电动机通电,根据所述电动机的电流值上升后开始下降且经过预定时间之后的预定区间中的电流变化量、以及所述电动机的电流变化量收敛到预定值以下时的电流值,变更所述电动机的驱动时间。

[0121] 按照该第七方式,在解除制动力的保持的情况下,使用驱动电动机的时间即驱动时间将电动机停止。在该情况下,根据“预定区间中的电流变化量”和“电流变化量收敛到预定值以下时的电流值”来变更电动机的驱动时间。因此,与使用马达旋转量的情况相比,能够高精度地判定电动机的驱动的停止(释放完成)。由此,能够高精度地确保间隙,能够使下一次的应用时的应答性在高的区域中稳定。

[0122] 另外,本发明不限于上述的实施方式,而包含各种变形例。例如,上述的实施方式是为了容易理解地说明本发明而详细地说明的方式,不必限定于具有说明的全部结构的方式。另外,能够将某个实施方式的结构的一部分置换为其它实施方式的结构,另外,也能够某个实施方式的结构中加上其它实施方式的结构。另外,对于各实施方式的结构的一部分,也能够进行其它结构的追加、删除、置换。

[0123] 本申请要求基于2020年3月31日提出申请的日本国专利申请第2020—062317号的优先权。包含2020年3月31日提出申请的日本国专利申请第2020—062317号的说明书、权利要求、附图、以及摘要的全部公开内容通过参考作为全体加入本申请。

[0124] 标号说明

[0125] 4盘形转子(被制动部件) 6后轮侧盘式制动器 6C制动片(制动部件) 7A电动马达(电动机、电动机构) 8旋转直动转换机构(电动机构) 24泊车制动控制装置(控制装置、电动制动控制装置)



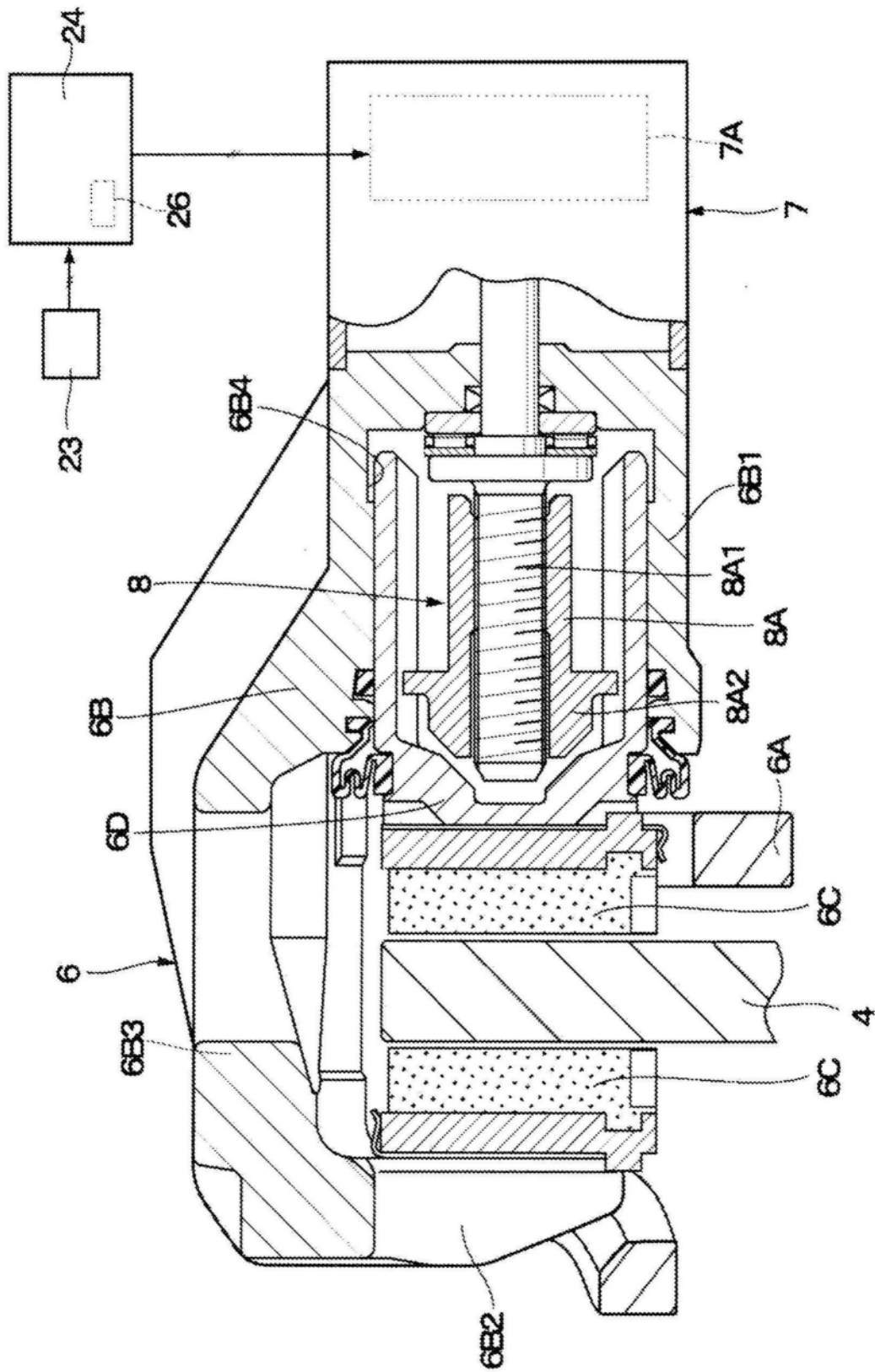


图2

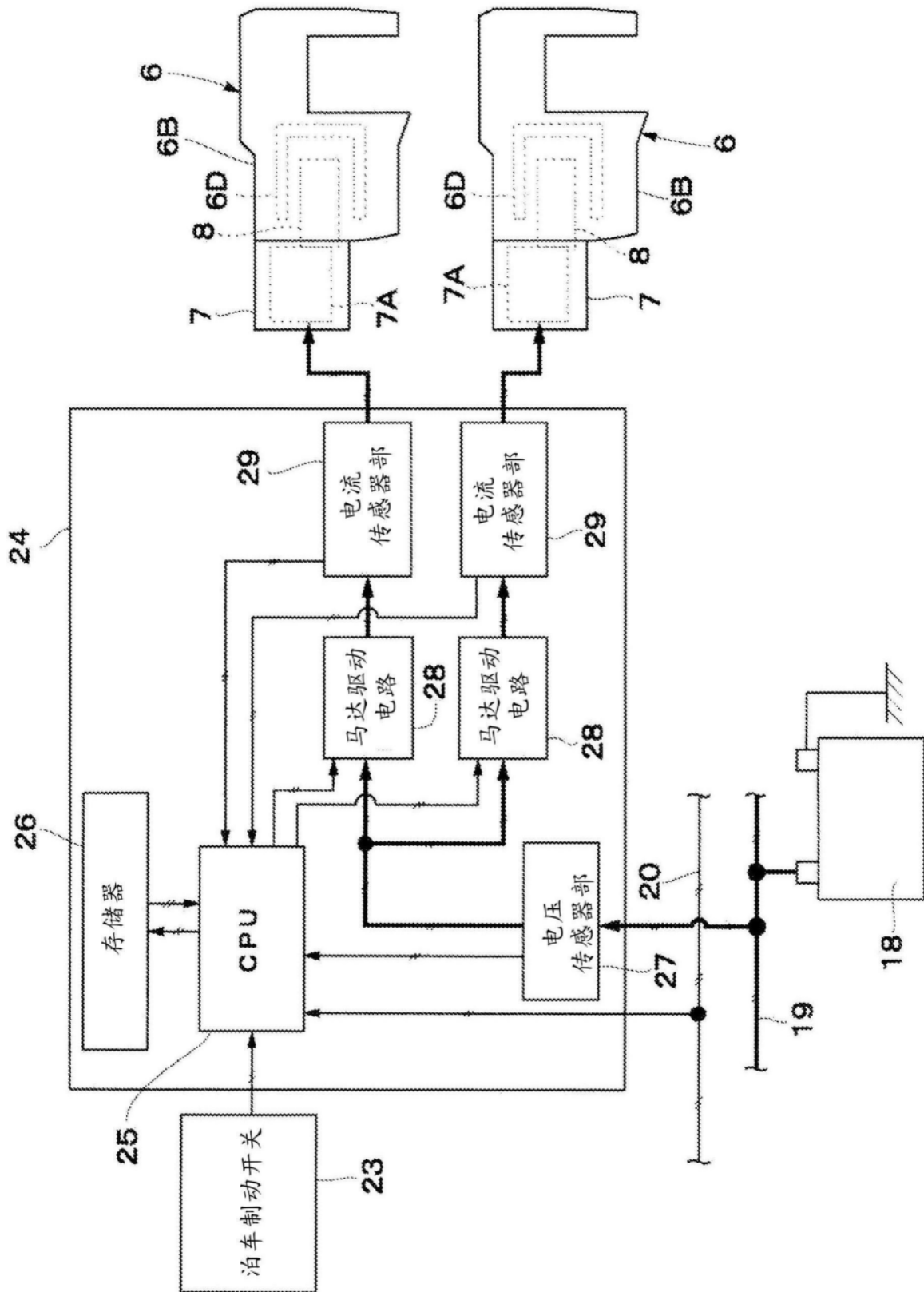


图3

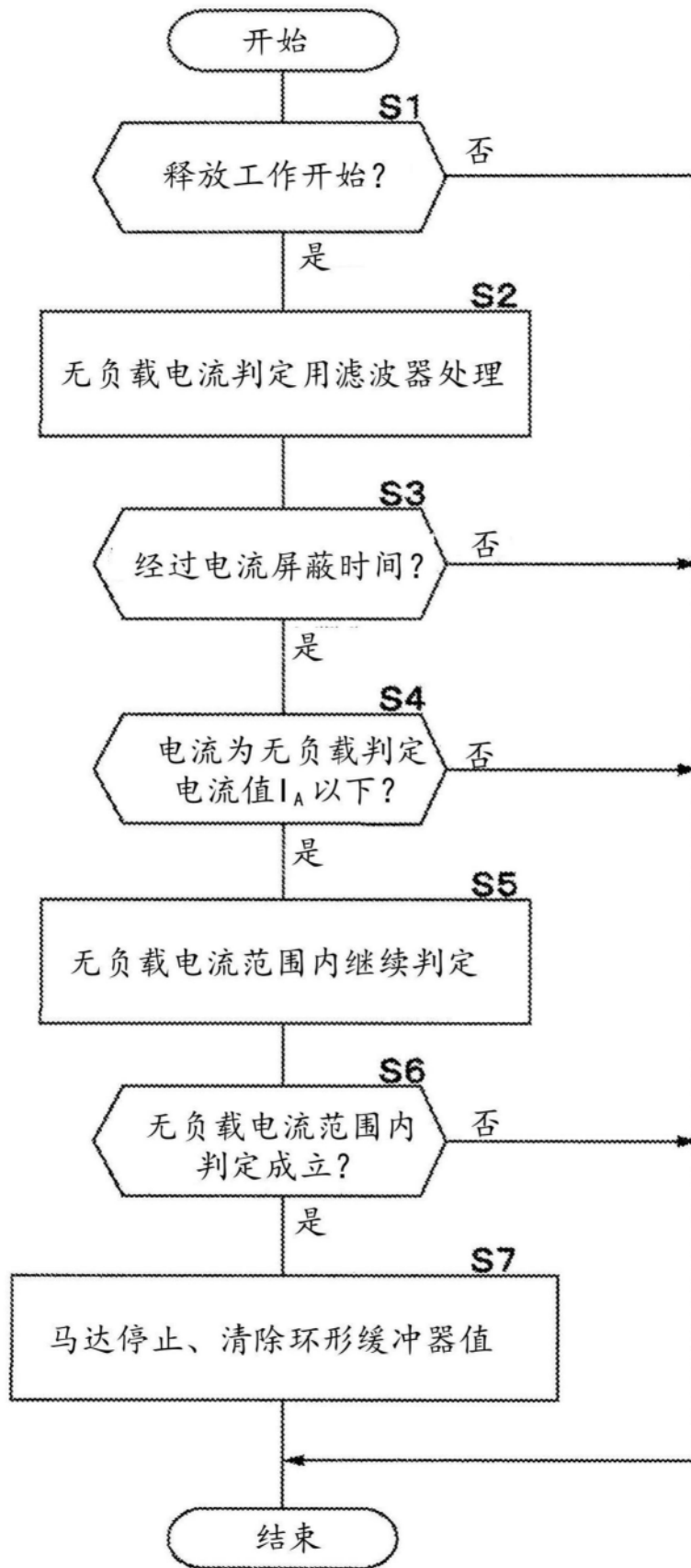


图4

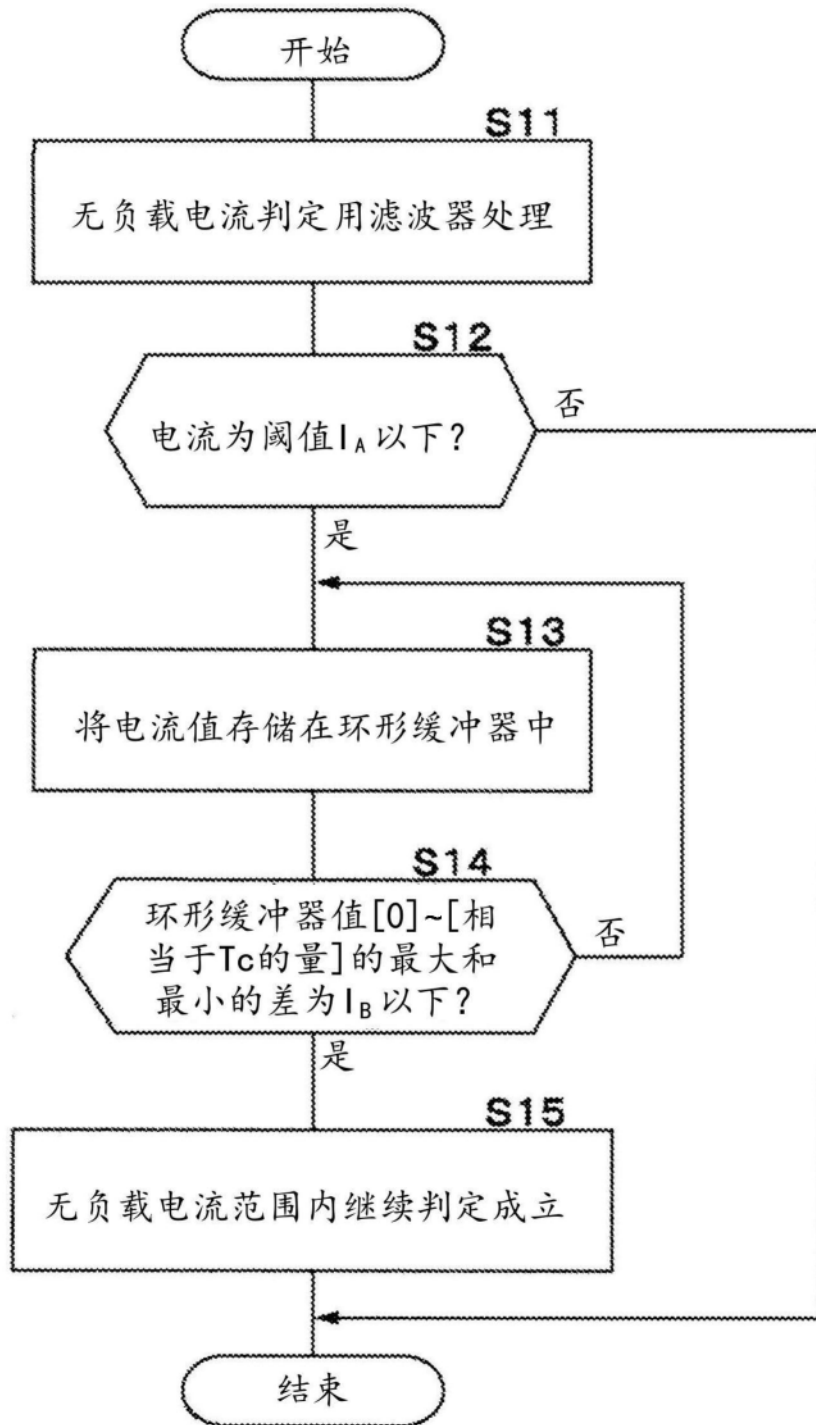


图5

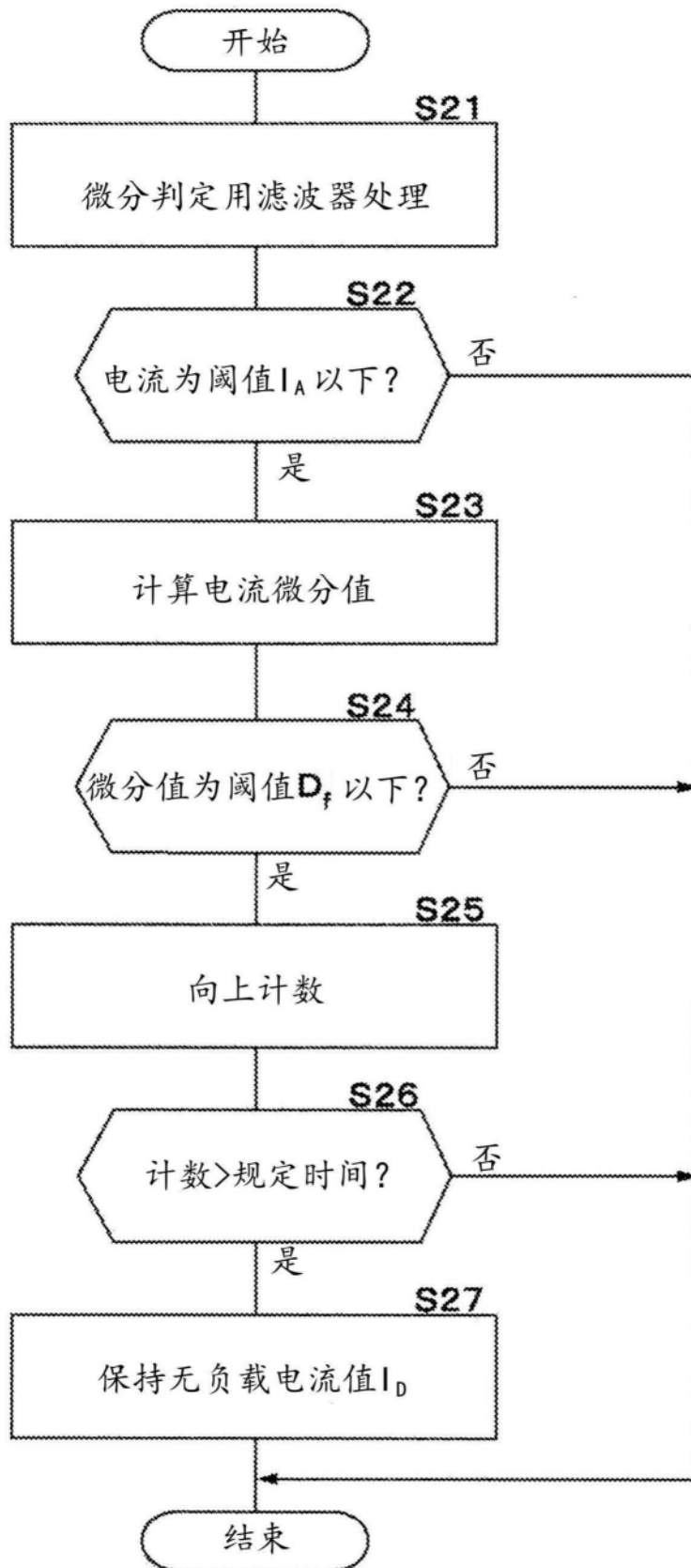


图6

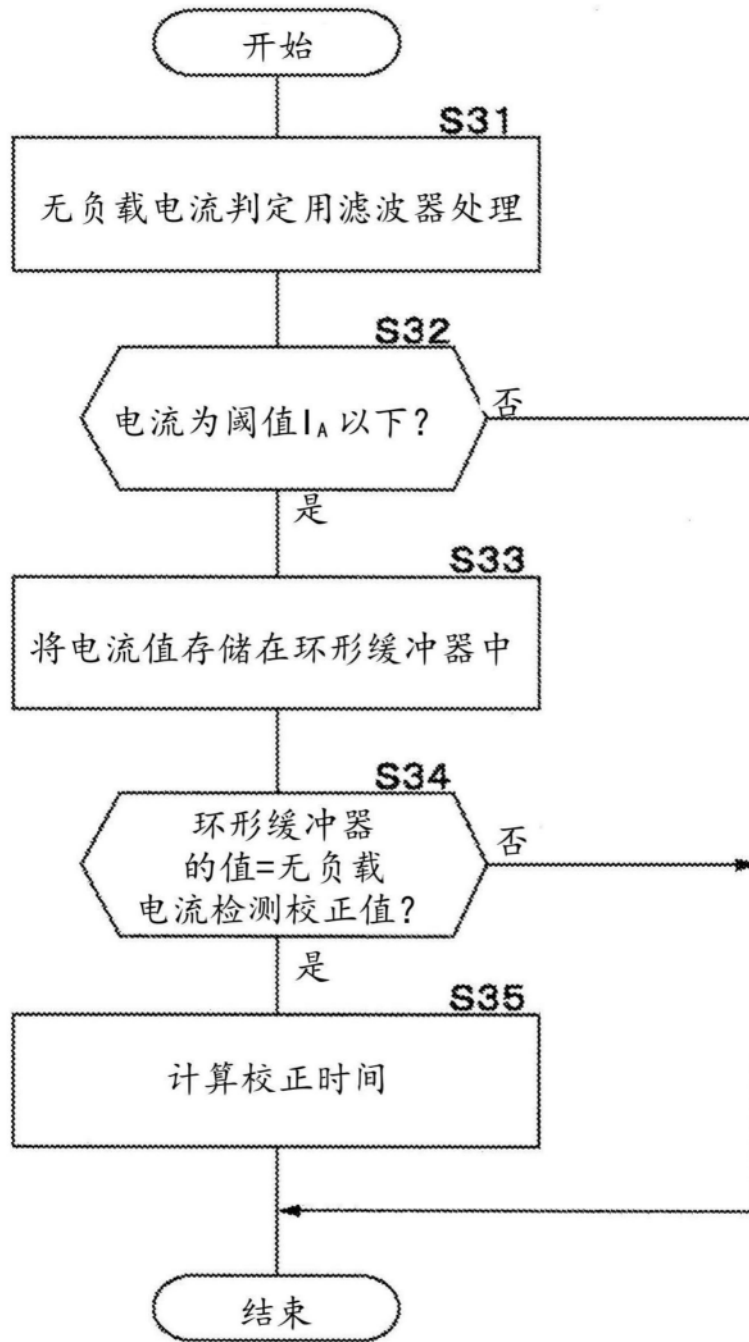


图7

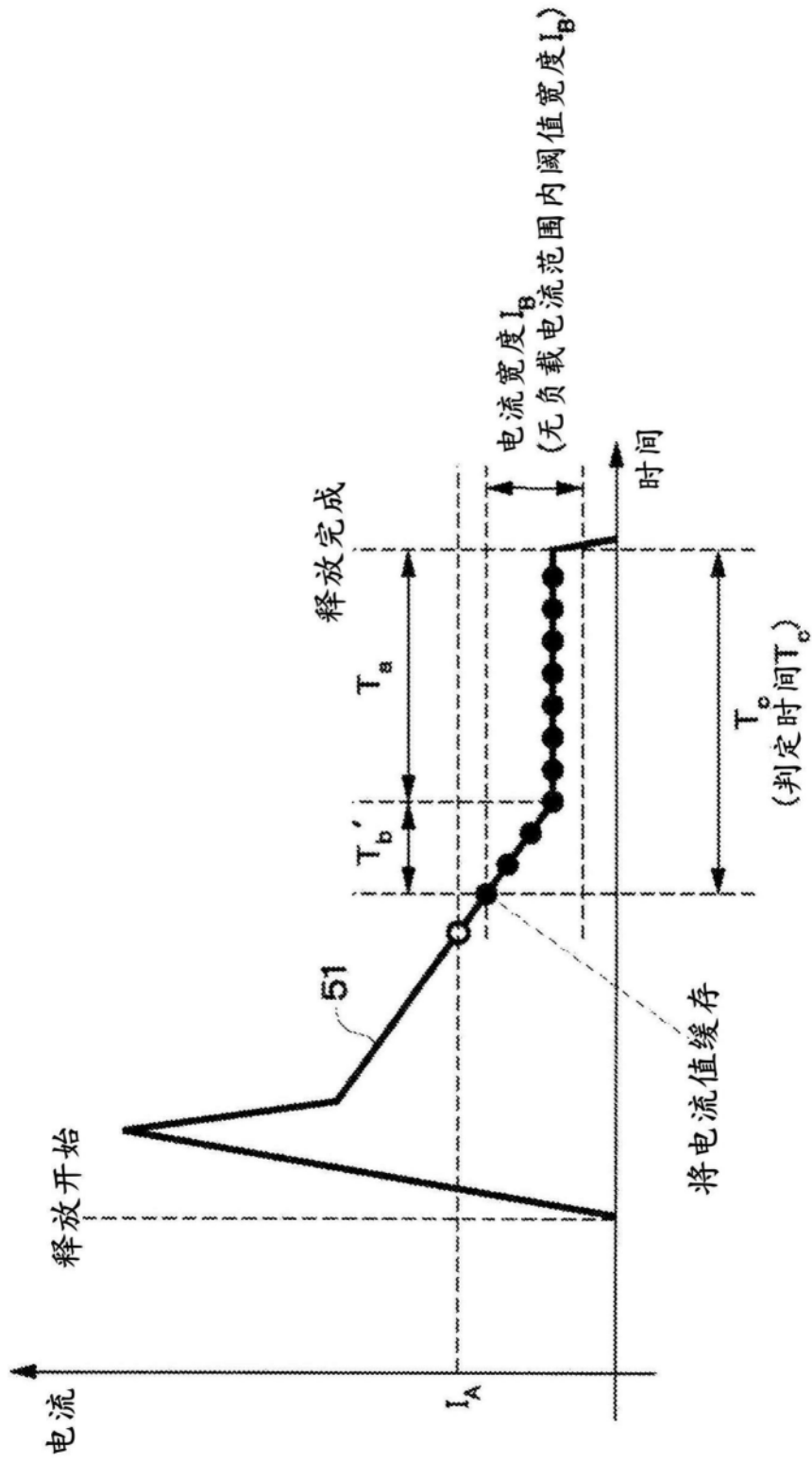


图8

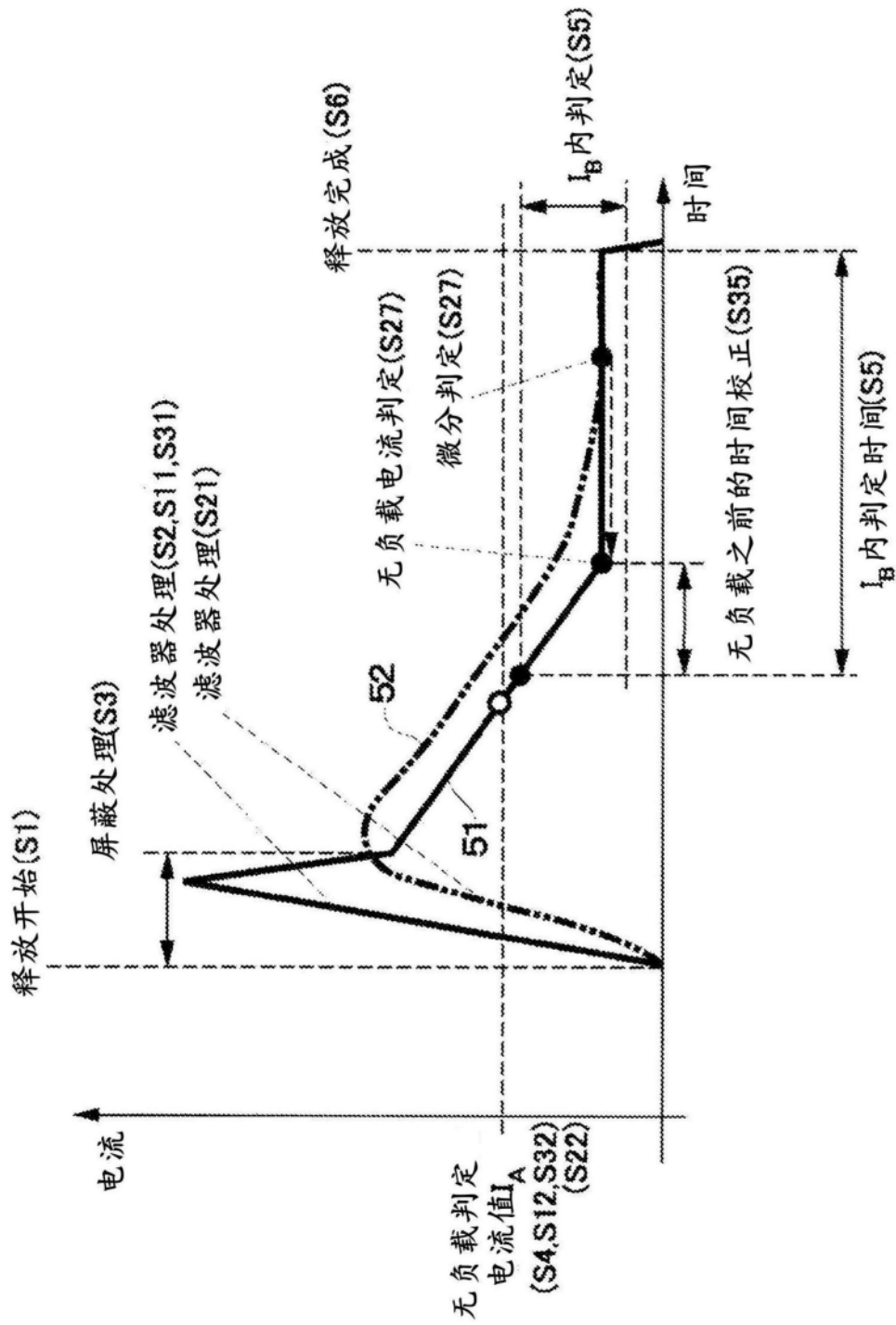
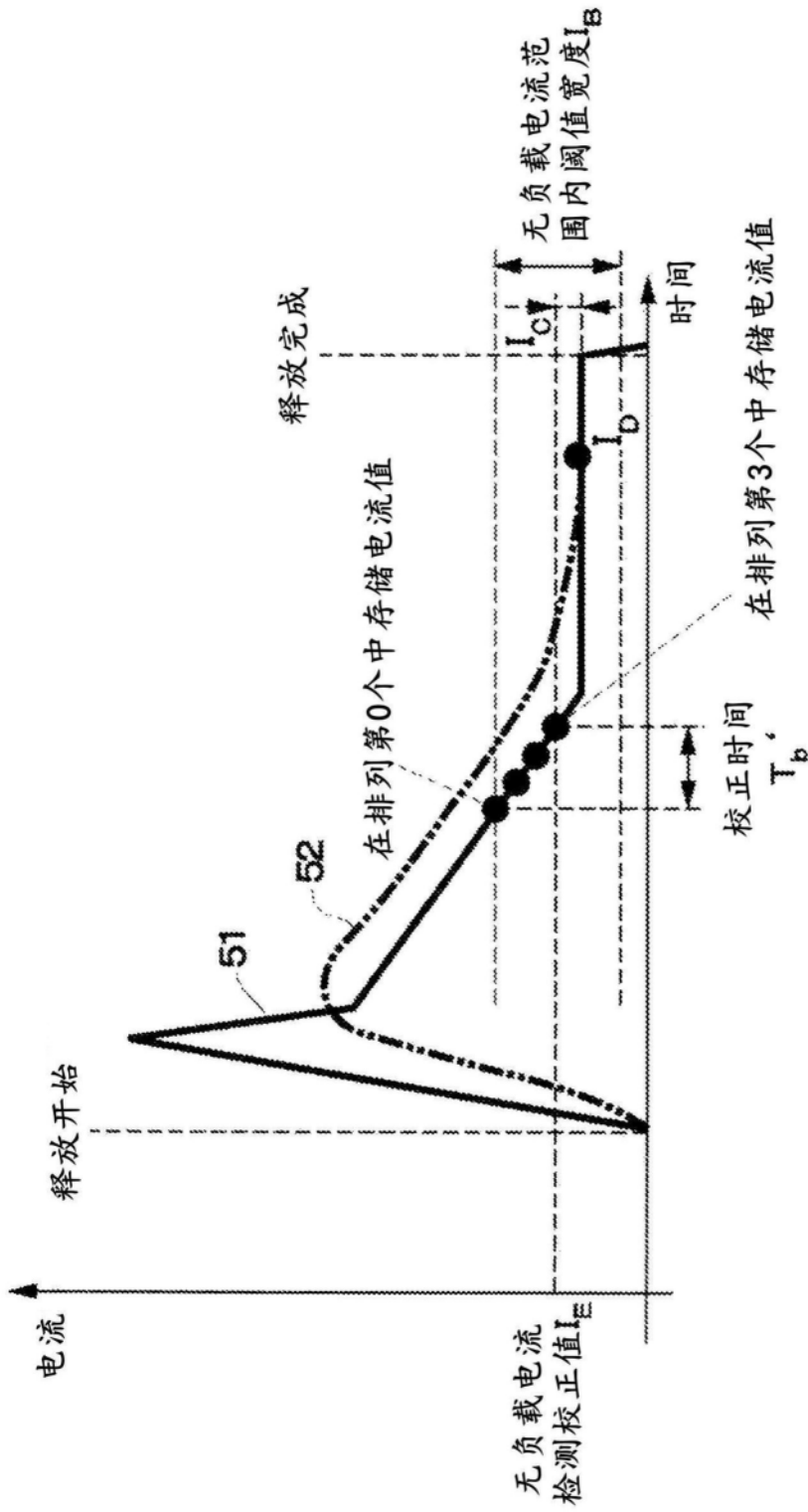


图9



无负载电流检测校正值  $I_E =$  无负载电流保持值  $I_D + I_C$   
 $I_C$  根据监视误差和滑动阻力造成的电流变化值而设定

图10

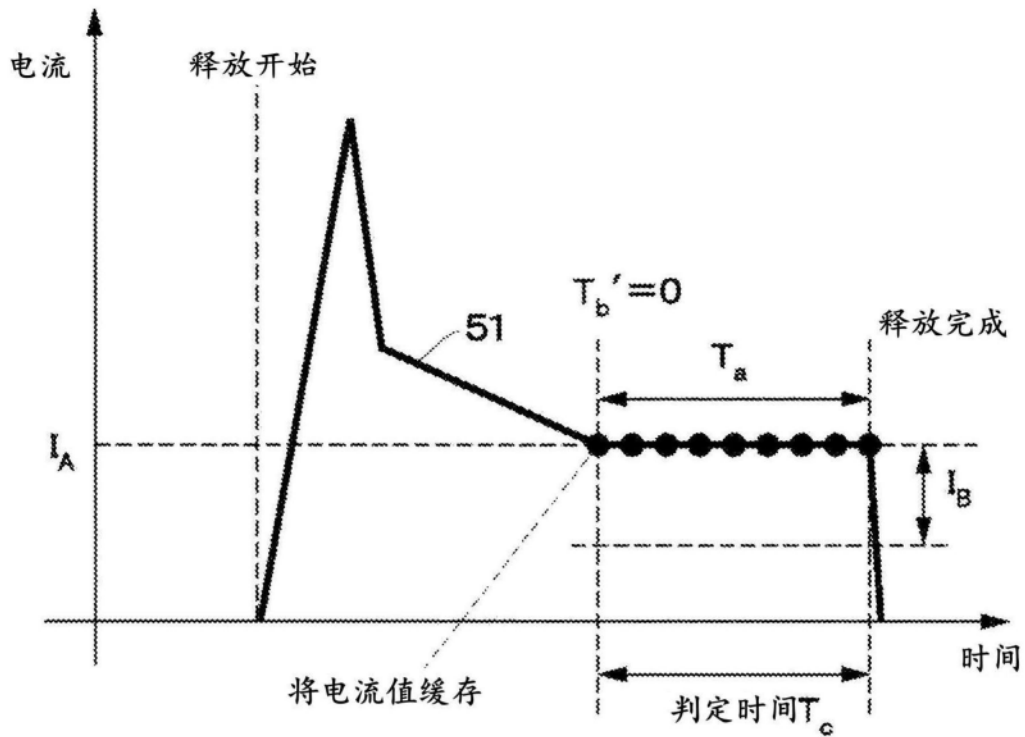


图11

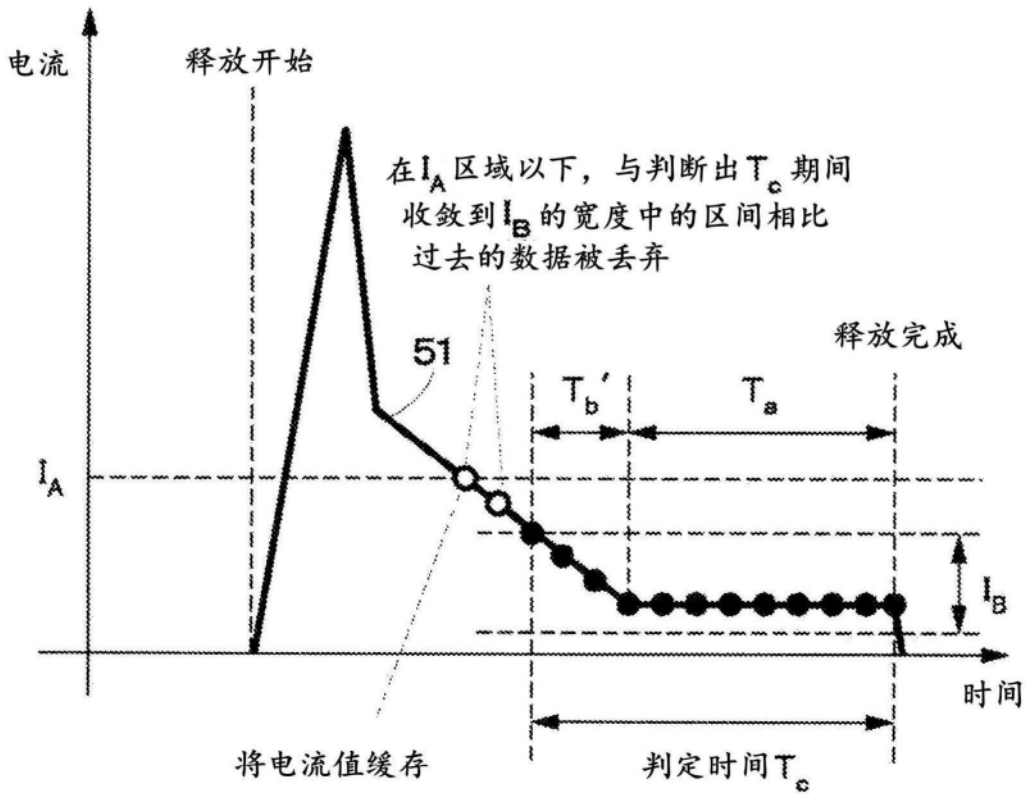


图12

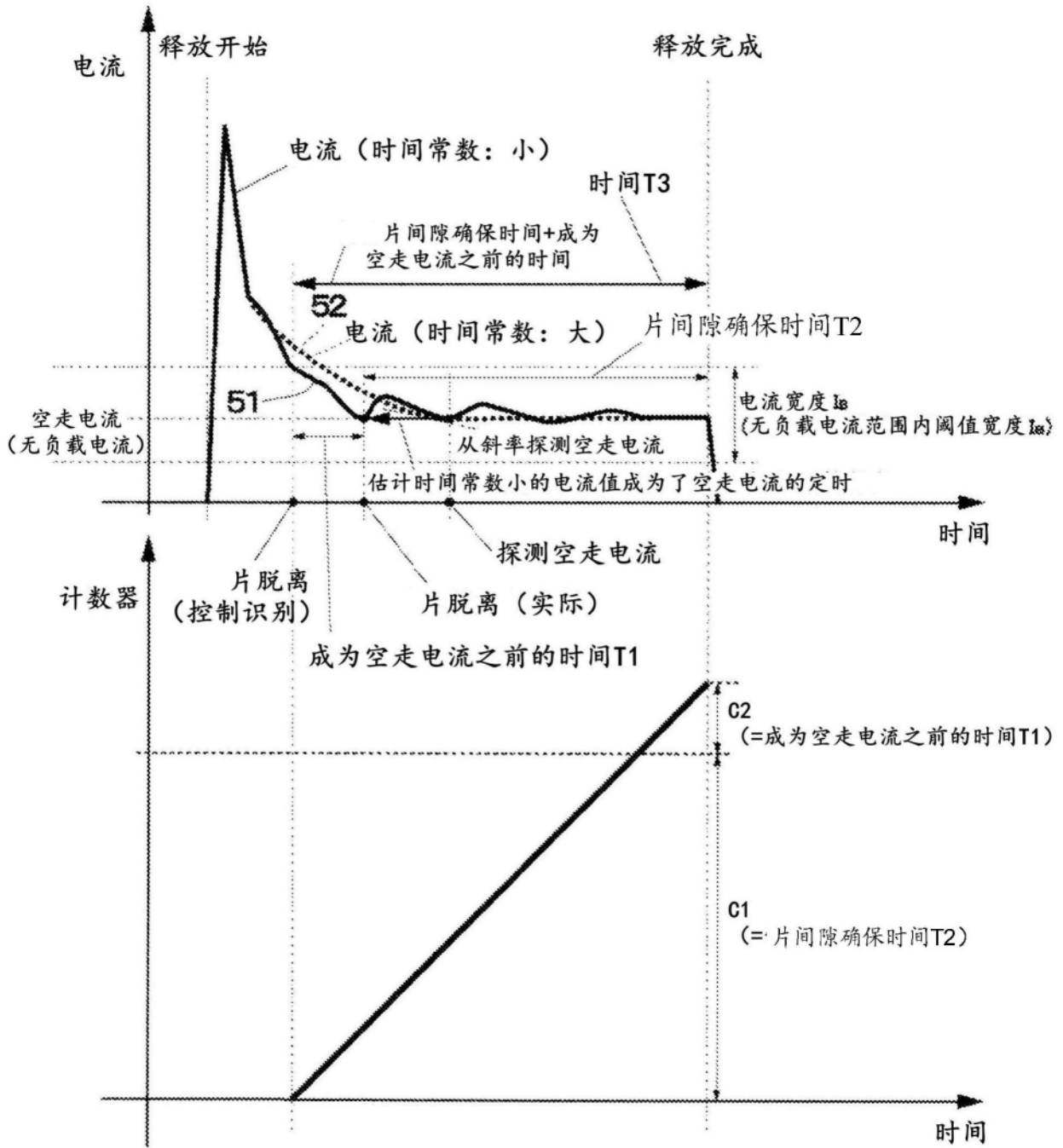


图13

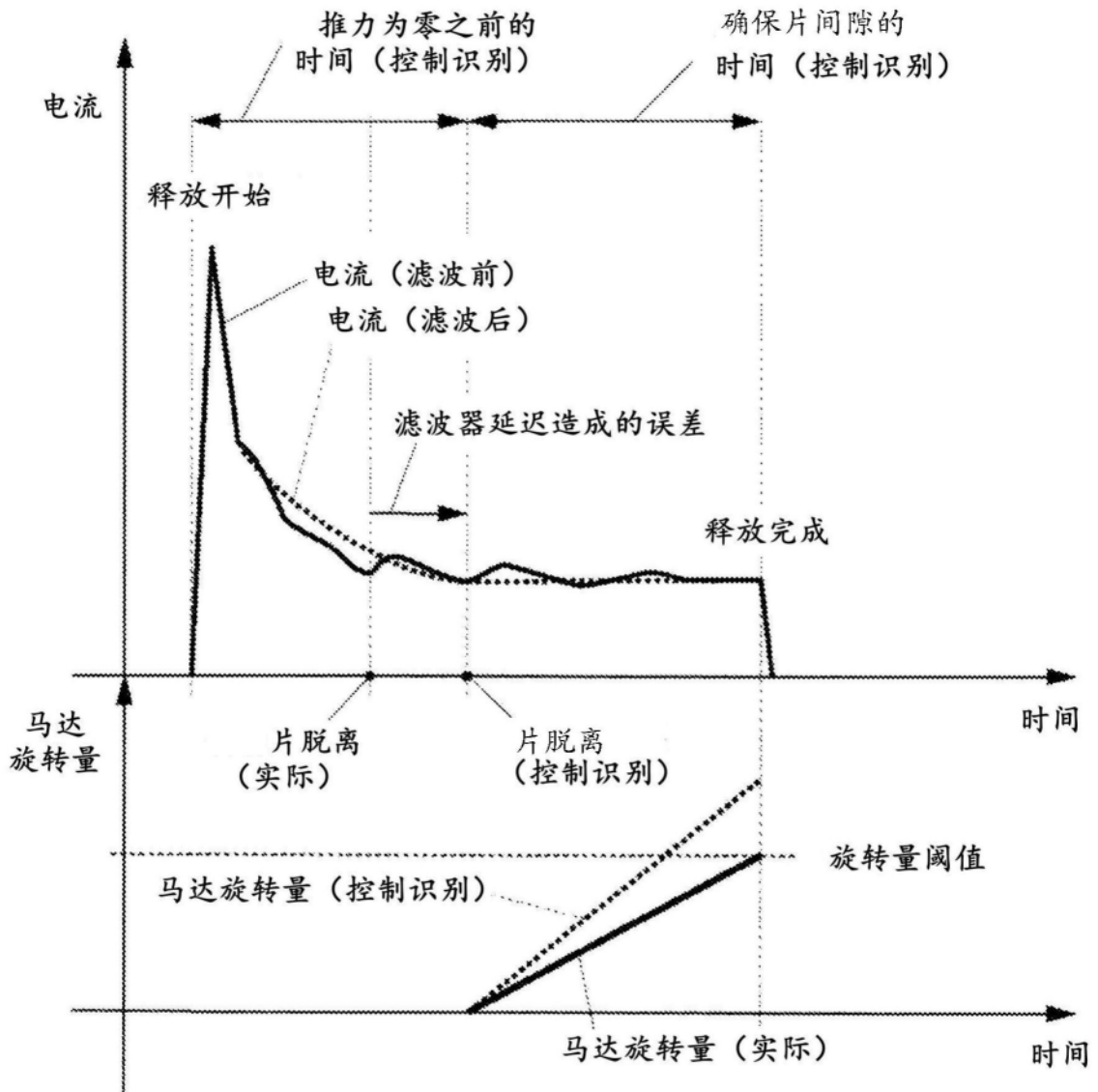


图14