(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106414191 B
(45)授权公告日 2019.02.15

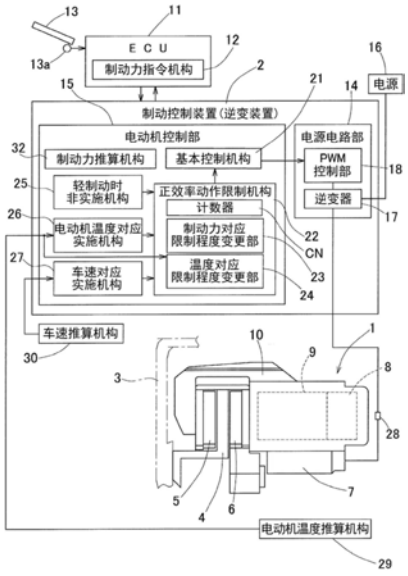
(21)申请号 201580024693.0
(22)申请日 2015.05.07
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106414191 A
(43)申请公布日 2017.02.15
(30)优先权数据
2014-100290 2014.05.14 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.11.11
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/063181 2015.05.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/174314 JA 2015.11.19
(73)专利权人 NTN株式会社
地址 日本大阪府
(72)发明人 增田唯
(74)专利代理机构 北京三幸商标专利事务所（普通合伙）11216
代理人 刘淼
(51)Int.Cl.
B60T 8/00(2006.01)
B60T 8/17(2006.01)
B60T 13/74(2006.01)
F16D 65/18(2006.01)
F16D 66/00(2006.01)
F16D 121/24(2006.01)
(56)对比文件
JP 2002-67909 A,2002.03.08,
JP 2004-122838 A,2004.04.22,
EP 0296703 A1,1988.12.28,
DE 19841170 C1,2000.02.24,
CN 104024065 A,2014.09.03,
审查员 左培培
权利要求书1页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

电动制动装置

(57)摘要

本发明的课题在于提供一种电动制动装置，其中，可通过利用摩擦力维持按压力的方式来减少电流，可实现导体电阻导致的损耗的降低带来的耗电量的减少，另外抑制电动机发热，可提高可靠性，实现电动机的小型化。在制动控制装置(2)中设有设置下述时间的正效率动作限制机构(22)，该时间为，在从制动力指令机构(12)所输出的制动力指令值增加的期间，在通过制动盘(4)与摩擦垫(5、6)的按压而产生的制动力没有降低的范围内，按照事先确定的条件维持或减少在电动机(7)中产生的转矩的时间。该机构(22)将比如相对增加上述制动力的时间、与维持或减少上述制动力的时间的和，增加上述制动力的时间的比率限制在规定值以下。



CN 106414191 B

1.一种电动制动装置，该电动制动装置包括：制动盘，该制动盘与车轮连动而旋转；摩擦垫，该摩擦垫与该制动盘接触，产生制动力；电动机；转换机构，该转换机构将该电动机的输出转换为上述摩擦垫的按压力；制动力指令机构，该制动力指令机构输出作为目标的制动力指令值；制动控制装置，该制动控制装置对应于上述制动力指令值，驱动上述电动机；

上述制动控制装置设有设置下述时间的正效率动作限制机构，该时间为，在从上述制动力指令机构所输出的制动力指令值增加的期间，在通过上述制动盘与摩擦垫的按压而产生的制动力没有降低的范围内，按照事先确定的条件维持或减少在上述电动机中产生的转矩的时间。

2.根据权利要求1所述的电动制动装置，其中，作为上述正效率动作限制机构的上述事先确定的条件为将下述比率限制在规定值以下，该比率为，相对增加上述制动力的时间与维持或减少上述制动力的时间的和，增加上述制动力的时间的比率。

3.根据权利要求2所述的电动制动装置，其中，上述正效率动作限制机构对从上述制动力指令机构所输出的制动力指令值的输出时间进行计数，对应于该计数值，将增加上述制动力的时间的比率限制在规定值以下。

4.根据权利要求2所述的电动制动装置，其中，上述正效率动作限制机构将电动机电流与保持当前的制动力的正效率电流进行比较，对上述电动机电流比该正效率电流大的时间进行计数，对应于该计数值，将增加上述制动力的时间的比率限制在规定值以下。

5.根据权利要求1～4中的任何一项所述的电动制动装置，其中，设置轻制动时非实施机构，该轻制动时非实施机构仅仅在上述制动力指令机构所输出的制动力指令值在规定值以上的场合，使上述正效率动作限制机构实施。

6.根据权利要求1～4中的任何一项所述的电动制动装置，其中，设置制动力对应限制程度变更部，在该制动力对应限制程度变更部中，上述制动力越大，越减少下述比率，该比率为，相对增加上述制动力的时间与维持或减少上述制动力的时间的和，增加上述制动力的时间的比率。

7.根据权利要求1～4中的任何一项所述的电动制动装置，其中，设置推定或测定上述电动机的温度的电动机温度推定机构，同时，设置电动机温度对应实施机构，在该电动机温度对应实施机构中，如果电动机温度在规定值以上，则使上述正效率动作限制机构实施。

8.根据权利要求7所述的电动制动装置，其中，在上述正效率动作限制机构中设置温度对应限制程度变更部，在该温度对应限制程度变更部中，上述电动机温度越高，越减少下述比率，该比率为，相对增加上述制动力的时间与维持或减少上述制动力的时间的和，增加上述制动力的时间的比率。

9.根据权利要求1～4中的任何一项所述的电动制动装置，其中，具有车速推定机构，该车速推定机构推定或测定装载该电动制动装置的车辆的车速，同时，设置车速对应实施机构，该车速对应实施机构仅仅在通过该车速推定机构推定或测定的车速在一定值以下的场合，进行基于该正效率动作限制机构的控制。

电动制动装置

[0001] 相关申请

[0002] 本发明要求申请日为2014年5月14日、申请号为JP特愿 2014—100290号申请的优先权，通过参照其整体，将其作为构成 本申请的一部分的内容而进行引用。

技术领域

[0003] 本发明涉及装载于汽车上的电动制动装置。

背景技术

[0004] 在过去人们提出有下述电动制动器，其采用电动机、直线运动 机构与减速器(比如专利文献1)。此外，人们还提出有下述的电动 制动器，其通过行星滚子机构进行减速和向直线运动动作的变更 (专利文献2)。

[0005] 人们提出下述的方法，其中，形成不属于电动制动，而以普通 的机械为对象的装置，其利用促动器的逆效率，供给对于摩擦垫的 夹紧力维持来说必要的最小电力(专利文献3)。

[0006] 已有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:JP特开平06—327190号公报

[0009] 专利文献2:JP特开2006—194356号公报

[0010] 专利文献3:DE专利第19841170C1号说明书

发明内容

[0011] 发明要解决的课题

[0012] 在专利文献1、2等的电动制动装置中，一般耗电量的大半为 电动机电流的铜损，降低电动机电流这一点与耗电量的削减有关。但是，在专利文献1、2中，没有降低电动机电流，削减耗电量的 考虑。

[0013] 专利文献3的方法为供给对于上述夹紧力维持来说必要的最 小电力的方法，与耗电量的降低有关，但是，在比如要缓慢地增加 制动力的场合，由于在平时增强促动器的正效率的动作，故设计阶 段的耗电量的假定是困难的。

[0014] 图5表示电动机的转矩、与电动制动装置所发挥的摩擦垫按压 力的相关性。伴随电动机转矩的上升，电动制动装置的按压力伴随 表示正效率的图中的直线(1)而上升(箭头(1'))。在该动作后，如 果电动机转矩减少，则伴随表示逆效率的图中的直线(2)，电动制动装置的按压力减少(箭头(2'))。在上述动作时，像图中的箭头所 示的那样，即使在从规定的按压力的状态使电动机转矩减少的情况 下，状态伴随直线(3)而变化(箭头(3'))，在到达直线(2)的电动机 转矩之前，按压力没有变化，呈现非线性的滞后特性。

[0015] 在电动制动装置的耗电量中，电动机电力的铜损的比率较大。此时，由于上述铜损与电流的平方成比例，故大致与电动机转矩的 平方成比例。即，在沿作为正效率线的直

线(1)而动作时,耗电量 大,沿作为逆效率线的直线(2)而动作时,耗电量小。

[0016] 本发明提供一种电动制动装置,其解决上述课题,在该装置中, 可通过利用摩擦力维持按压力的方式,减少电流,降低导体电阻导 致的损耗带来的耗电量,另外通过电动机电流的降低,抑制电动机 发热,可提高可靠性、实现电动机的小型化。

[0017] 用于解决课题的技术方案

[0018] 在下面,为了容易理解,参照实施方式的标号,对本发明进行 说明。

[0019] 本发明的电动制动装置包括:制动盘4,该制动盘4与车轮3 连动而旋转;摩擦垫6,该摩擦垫6与该制动盘4接触,产生制动 力;电动机7;转换机构9,该转换机构9将该电动机7的输出转 换为上述摩擦垫6的按压力;制动力指令机构12,该制动力指令 机构12输出作为目标的制动力指令值;制动控制装置2,该制动 控制装置2对应于上述制动力指令值,驱动上述电动机7;

[0020] 上述制动控制装置2设有设置下述时间的正效率动作限制机 构22,该时间为,在从上述制动力指令机构12所输出的制动力指 令值增加的期间,在通过上述制动盘4与摩擦垫6的按压而产生的 制动力没有降低的范围内,按照事先确定的条件维持或减少在上述电动机7中产生的转矩的时间。

[0021] 对于电动制动装置中的电动机转矩与摩擦垫6的按压力的关 系,由于各部分的摩擦力,按压力增加时的正效率线与按压力减少 时的逆效率线不同,在从正效率线发展到逆效率线的期间,即使在 电动机转矩减少的情况下,按压力仍不改变。本发明有效地利用上述的特性,设置下述时间,在该时间中,在通过上述正效率动作限 制机构22的控制使制动力指令值增加的期间,在通过上述制动盘 4和摩擦垫6的按压而产生的制动力不降低的范围内,按照事先确 定的条件维持或减少上述电动机7产生的转矩。由于像这样设置下 述时间,在该时间中,通过利用摩擦力维持按压力,在所产生的制 动力不降低的范围内,维持或减少电动机7产生的转矩,故仅在该 时间,在制动力不降低的情况下,获得转矩的降低造成的电动机电 流的降低。另外,通过电动机电流的减少,抑制电动机发热,可提 高可靠性,可实现电动机7的小型化。

[0022] 也可在本发明中,作为上述正效率动作限制机构22的上述事 先确定的条件为将下述比率限制在规定值以下,该比率为,相对增 加上述制动力的时间与维持或减少上述制动力的时间的和,增加上 述制动力的时间的比率。另外,确定相对上述和的增加制动力的时 间的比例的情况,与虽然比例的值不同,但是确定增加制动力的时 间与维持或减少制动力的时间的比例的含义相同。如果像上述那 样,将增加制动力的时间的比例限制在规定值以下,则在制动力不 降低的范围内,容易进行限制增加制动力的时间的控制。

[0023] 在该方案的场合,上述正效率动作限制机构22也可对从上述 制动力指令机构12所输出的制动力指令值的输出时间进行计数, 对应于该计数值,将增加上述制动力的时间的比例限制在规定值以 下。对应于从制动力指令机构12所输出的制动力指令值,将电流提供给电动机的控制通常反复进行读入上述制动力指令值,进行规 定的处理,将电流提供给电动机7的控制,该反复以一定间隔而进 行。由此,通过进行对从制动力指令机构12所输出的制动力指令 值的输出时间进行计数,对应于该计数值,将增加上述制动力的时 间的比例限制在规定值以下的处理,可容易实现将增加制动力的时 间的比率限制在规定值以下的控制。在该控制的场合,特别是推定 或检测电动机电流、按压力的机构均是不用的。

[0024] 另外，还可在该电动制动装置中，上述正效率动作限制机构 22将电动机电流与保持当前的制动力的正效率电流进行比较，对 上述电动机电流比该正效率电流大的时间进行计数，对应于该计数 值，将增加上述制动力的时间的比率限制在规定值以下。上述电动机电流也可为对应于从制动力指令机构12而提供的制动力指令值 而计算的电流值，另外，还可为实际上流过电动机(7)的电流的电 动机电流检测机构28的检测值。像这样，同样通过将电动机电流 与保持当前的制动力的正效率电流进行比较的方式，进行将使制动 力增加的时间的比率限制在规定值以下的控制。在该场合，由于电 动机电流用于比较，故能进行可靠性高的控制。

[0025] 在本发明中，由于在像上述那样，从制动力指令机构12输出 制动力指令值的期间，设置不增加制动力的时间，故具有车辆的操 纵者的操作感觉恶化的危险。由此，也可同时具有下述的任意一者 或多个机构。

[0026] 比如，还可设置轻制动时实施机构25，该机构25仅仅在上述 制动力指令机构12所输出的制动力指令值在规定值以上的场合， 使上述正效率动作限制机构22实施。人们认为，制动力，即垫按 压力越是大的场合，正效率动作限制越有效，另外，一般车辆的减 速度越大，操纵者的感觉恶化的影响越小。由此，仅仅在要求制动 力在规定值以上的场合，通过实施正效率动作限制，可使耗电量和 感觉性同时成立。

[0027] 另外，上述正效率动作限制机构22还可包括制动力对应限制 程度变更部23，在该制动力对应限制程度变更部23中，上述制动 力越大，越减少下述比率，该比率为，相对增加上述制动力的时间 与维持或减少上述制动力的时间的和，增加上述制动力的时间的比率。在该场合，能更加良好地同时兼顾耗电量和感觉性。

[0028] 针对以上方案，设置推定或测定上述电动机7的温度的电动机 温度推定机构29，设置电动机温度对应实施机构26，在该电动机 温度对应实施机构26中，如果电动机温度在规定值以上，则使上 述正效率动作限制机构22实施。在该方案的场合，在电动机7的 温度低的期间，以感觉优先，温度越高，越抑制耗电量，即电动机 发热。一般，人们认为，电动机铜损构成相关车辆的耗电量的问题 的场合，与电动机相对应的损耗产生，会发热，由此，同样在该方 法中，能同时兼顾耗电量和感觉性。

[0029] 还可在上述正效率动作限制机构22中设置温度对应限制程度 变更部24，在该温度对应限制程度变更部24中，上述电动机温度 越高，越减少下述比率，该比率为，相对增加上述制动力的时间与 维持或减少上述制动力的时间的和，增加上述制动力的时间的比率。由此，能更加良好地同时兼顾耗电量和感觉性。

[0030] 针对上述方案，也可具有车速推定机构30，该车速推定机构 30推定或测定装载该电动制动装置的车辆的车速，设置车速对应 实施机构27，该车速对应实施机构27仅仅在通过该车速推定机构 30推定或测定的车速在一定值以下的场合，进行基于该正效率动 作限制机构22的控制。像这样，还可仅仅在车辆的速度在规定值 以下的场合，实施正效率动作限制。特别是在车辆停车的场合，上 述感觉恶化不发生。

[0031] 所要求保护的范围和/或说明书和/或附图中公开的至少2个结构中的任意的组合均包含在本发明中。特别是，所要求保护的范围中的各项技术方案的2个以上的任意的组合也包含在本发明中。

附图说明

[0032] 根据参照附图的下面的优选的实施形式的说明，会更清楚地理 解本发明。但是，实施形式和附图用于单纯的图示和说明，不应用 于确定本发明的范围。本发明的范围由权利要求书确定。在附图中， 多个附图中的同一部件标号表示同一或相应部分。

[0033] 图1为表示本发明的一个实施方式的电动制动装置的构思方 案的方框图；

[0034] 图2为表示该电动制动装置中的摩擦垫的压力变化、以及电动 机铜损的变化的曲线图；

[0035] 图3为表示该电动制动装置中的正效率动作限制机构的处理 方法的一个例子的流程图；

[0036] 图4为表示该电动制动装置中的正效率动作限制机构的处理 方法的另一个例子的流程图；

[0037] 图5为表示电动制动装置中的正效率线和逆效率线的曲线图。

具体实施方式

[0038] 根据附图对本发明的一个实施方式的电动制动装置进行说明。 像图1所示的那样，该电动制动装置包括作为机械部分的制动主体 1与控制该制动主体1的制动控制装置2。

[0039] 制动主体1包括制动盘4，该制动盘4伴随车轮3而旋转；固 定侧和活动侧的各摩擦垫5、6，该各摩擦垫5、6分别与该制动盘 4的两个面接触，产生制动力；电动机7；减速机构8，该减速机 构8减小该电动机7的旋转速度；转换机构9，该转换机构9将该 减速机构8的输出转换为上述活动侧的摩擦垫6的按压力。在电动 机7上设置检测旋转角度的旋转角度检测机构(在图中未示出)。制 动盘4与车轮3一体地，安装于轮毂(在图中未示出)上。在作为支架的外壳10上设置电动机7和上述固定侧的摩擦垫5，在外壳10 的内部组装有上述减速机构8和转换机构9。转换机构9由进给丝 杠机构构成，将减速机构8的旋转输出转换为上述活动侧的摩擦垫 6的直线往复动作。

[0040] 制动控制装置2在本实施方式中，为独立于进行车辆整体的控 制的主要的ECU(电子控制单元)11而设置的逆变装置等。在主要 的ECU中，设置输出构成目标的制动指令值的制动力指令机构12。 制动力指令机构12对应于检测制动踏板等的制动操作机构13的操 作量的传感器13a的检测信号，采用通过软件或硬件而实现的 LUT(参照表，Look up Table)，与接收于软区域的库(Libray)中的规 定的转换函数与它们等效的硬件等，产生上述制动力指令值，输出 给制动控制装置2。另外，如果制动操作机构13为操作者指示制 动用的机构，则不限于踏板输入式，也可为按钮输入式、杆输入式 等。

[0041] 制动控制装置2由电源电路部14和作为电子电路部分的电动 机控制部15构成，该电源电路部14将驱动电流提供给制动主体1 的电动机7，该电动机控制部15通过进行该电源电路部14的电流 控制等来控制电动机7。

[0042] 电源电路部14由逆变器17和PWM控制部18构成，该逆变 器17将由电池等构成的电源16的直流电转换为交流电，该PWM 控制部18通过脉冲宽度调制控制等，对该逆变器17的电流进行控 制。

[0043] 电动机控制部15为制动专用的ECU(电子控制单元),其由具 有处理器的计算机、具有通过上述处理器而执行的程序的ROM(只 读存储器:Read Only Memory)、以及RAM(随机存取储存器: Random Access Memory)、协处理器(Co-Processor)等的其它的电子 电路构成。电动机控制部15具有基本控制机构21。基本控制机构 21为下述机构,该机构对应于从制动指令机构12所输出的制动力 指令值,产生控制电动机7的电流的电流指令值,对电源电路部 14给出指令,该基本控制机构21具有采用检测电动机7的电流的 电流检测机构28的检测值,进行反馈控制等的功能。

[0044] 本实施方式按照下述方式构成,该方式为:在具有上述那样的 前提结构的电动制动装置中,在上述电动机控制部15中设置下述 的正效率动作限制机构22、轻制动时非实施机构25、电动机温度 对应实施机构26与车速对应实施机构27。正效率动作限制机构22 包括制动力对应限制程度变更部23与温度对应限制程度变更部 24。

[0045] 正效率动作限制机构22为下述机构,该机构在从制动力指令 机构12所输出的制动力指令值增加的期间,在由上述制动盘4和 摩擦垫6的按压而产生的制动力不降低的范围内,按照事先确定的 条件设置维持或减少上述电动机7所产生的转矩的时间。上述事先确定的条件指将下述比率限制在规定值以下,该比率为,相对增加 上述制动力的时间与维持或减少上述制动力的时间的和,增加上述 制动力的时间的比率。具体来说,正效率动作限制机构22通过比 如在制动力指令值增加的期间,设定后述的规定值α、β或设定值 x等,采用通过软件或硬件而实现的LUT与接收于软区域的库 (library)中的规定的转换函数、比较函数或与它们等效的硬件等, 在像上述那样制动力不降低等范围内确定的条件下,按照设置维持 或减少上述转矩的时间的方式动作。

[0046] 正效率动作限制机构22更具体地说,进行作为其基本的控制 的图3的流程图所表示的控制或图4的流程图所表示的控制。各图 的控制将在后面具体地描述,概况为下述的控制。图3所示的控制 为下述的控制,其中,对从制动力指令机构12所输出的制动力指 令值的输出时间进行计数,将对应于该计数值增加上述制动力的时 间的比率限制在规定值以下。图4所示的控制为下述的控制,其中, 将通过基本控制机构21而计算的电动机电流、或通过电流检测机 构28而检测的电动机电流与保持当前的制动力的正效率电流进行 比较,对经过上述计算或计量的电流大于正效率电流的时间进行计 数,将对应于该计数值增加上述制动力的时间的比率限制在规定值 以下。

[0047] 轻制动时非实施机构25为下述的机构,其中,仅仅在制动力 指令机构12所输出的制动力指令值在规定值以上的场合,使上述 正效率动作限制机构22实施。对于上述规定值适当地设定值。具 体来说,轻制动时非实施机构25为采用比如通过软件或硬件而实 现的LUT与接收于软区域的库(library)中的规定的比较函数、与它 们等效的硬件等构成的比如计算机(比较器),仅仅在制动力指令值 在规定值以上的场合,输出上述实施用的允许信号。

[0048] 电动机温度对应实施机构26为下述的机构,其中,如果通过 电动机温度推定机构29而获得的电动机温度在规定值以上,则使 上述正效率动作限制机构22实施。具体来说,电动机温度对应实 施机构26为用比如通过软件或硬件而实现的LUT与接收于软区域 的库(library)中的规定的比较函数、与它们等效的硬件等构成的比 如计算机(比较器),在电动机温度在规定值以上的场合,输出用于 上述实施的允许信号。电动机温度推定机构29为

根据某检测值等 推定电动机7的温度，或实际上计量它的温度计等的机构。电动机 温度推定机构29为下述机构，其比如将温度传感器或模拟的温度 传感器的检测值转换为数字值的DAC(数字模拟转换器:digital to analog converter)，或采用通过软件或硬件而实现的LUT与接收于 软区域的库(library)中的规定的比较函数、与它们等效的硬件等， 根据电动机电流值等计算电动机温度。

[0049] 车速对应实施机构27为下述机构，其中，仅仅在通过车速推 定机构30而推定的或测定的车速在一定值以下的场合，进行上述 正效率动作限制机构22的控制。具体来说，车速对应实施机构27 为比如通过软件或硬件而实现的LUT、与接收于软区域的库 (library)中的规定的比较函数、与它们等效的硬件等构成的比如计 算机(比较器)，仅仅在车速在一定值以下的场合，输出进行上述控 制的允许信号。车速推定机构30为比如根据车辆的从动轮的旋转 速度的检测值推定车速的机构、或直接检测车速的机构。车速推定 机构30为下述机构，其中采用比如速度计或将模拟的速度计的检 测值转换为数字值的DAC，或通过软件或硬件而实现的LUT与接 收于软区域的库(library)中的规定的比较函数、与它们等效的硬件 等，根据旋转编码器的旋转检测值等计算车速。

[0050] 制动力对应限制程度变更部23为下述机构，其中，制动力越 大，越减少增加上述制动力的时间的比率。制动力对应限制程度变 更部23所采用的上述制动力比如采用通过设置于电动机控制部15 中的制动力推定机构机构32而推定的制动力。制动力对应限制程度变更部23采用比如，通过软件或硬件而实现的LUT、与接收于 软区域的库(library)中的规定的比较函数、与它们等效的硬件等， 对应于制动力的增加，减少增加上述制动力的时间的比率。

[0051] 制动力推定机构32为下述机构，其推定通过制动盘4和摩擦 垫5、6的按压力而产生的制动力。该制动力推定机构32比如根据 制动力指令机构12所输出的制动力指令值、与通过电流检测机构 28而检测的电动机电流，采用通过软件或硬件而实现的LUT，与 接收于软区域的库(library)中的规定的比较函数、与它们等效的硬 件等，通过运算而求出相应的制动力。上述制动力指令值、电动机 电流与制动力的推定值的关系预先根据实验、模拟等的结果而确 定，以比如LUT等的形式设定于制动指令机构12中。此外，制动 力推定机构32也可采用检测转换机构9的轴向荷载的荷载传感器 (在图中未示出)的检测值。

[0052] 下面对上述方案的动作进行说明。如果对制动踏板等的制动操 作机构13进行操作，其操作量通过传感器13a而检测，与操作量 相对应的制动力指令值从ECU11的制动力指令机构12所输出。制 动控制装置2基本上通过基本控制机构21将与制动力指令值相对 应的电流指令输出给电源电路部14，驱动电动机7，由此将摩擦垫 6按压于制动盘4上，产生制动力。

[0053] 此时，正效率动作限制机构22设置下述时间，即通过限制电 动制动装置以正效率而动作的时间，即使在比如制动力指令值增加 的情况下，仍维持或减少电动机7所产生的转矩，这样，降低所谓 的动作要求的最大耗电量和电动机的发热量。限制以正效率而动作的时间的处理为将下述时间的比率限制在规定值以下的处理，该时 间为，比如相对增加制动力的时间、与维持或减少上述制动力的时 间的和，增加上述制动力的时间。

[0054] 图2(A)表示改变相对电动制动装置的时间(横轴)的摩擦垫6的 按压力(纵轴)的动作的一个例子，图2(B)表示相对时间(横轴)的此 时的电动机铜损(纵轴)的推移。在图2

(A)和图2(B)中的任意图中，虚线表示过去那样的如像制动力指令值那样,没有误差地追踪的场 合,实线表示像本实施方式那样的限制进行图5的直线(1)所示的 正效率动作的时间的场合。在图2(A)的实线中,在摩擦垫按压力 没有改变的场合,将电动机转矩降低到不低于图5的直线(2)所示 的逆效率线的程度,由此,像图2(B)的实线所示的那样,电动机 铜损降低。关于不低于上述逆效率线的电动机转矩,比如可通过预 先分析或测定转换机构9的转矩和按压力的相关性的方式求出,在 正效率动作限制机构22中设定像这样而求出的电动机转矩,由此，可实现将电动机转矩降低到不低于上述逆效率线的程度的控制。

[0055] 电动制动装置的动作在相对要求,像图2(A)所示的那样偏离 的场合,具有装载电动制动装置的车辆的操纵者的感觉恶化的可能 性,由此在本实施方式中,同时进行下述的对策而进行。

[0056] 轻制动时非实施机构25仅仅在作为要求制动力的制动力指令 值在规定值以上的场合,进行正效率动作限制机构22产生的正效 率动作限制。在制动力即垫按压力大的场合等的情况下,正效率动 作限制是有效的,另外人们认为一般车辆的减速度越大,操纵者的感觉恶化的影响越小。由此,可仅仅在制动力指令值在规定值以上 的场合,实施正效率动作限制,由此使耗电量性能和感觉性能兼顾。

[0057] 在该场合,也可通过制动力对应限制程度变更部23,使制动 力越大,越减少增加制动力的时间的比率。由此,在耗电量性能和 感觉性能兼顾的方面,更进一步良好地进行。

[0058] 电动机温度对应实施机构26监视电动制动装置的电动机温 度,在上述电动机温度在规定值以上时,实施通过正效率动作限制 机构22的正效率动作限制。即,在电动机的温度低的期间,感觉 性优先,温度越高,越抑制耗电量,由此,更加抑制电动机发热量。一般,在电动机铜损构成作为车辆的耗电量的问题的场合,由于人 们认为产生与电动机相对应的损失,且发热,故即使通过该方法，仍可使耗电量性能和感觉性能同时成立。

[0059] 在该场合,如果通过温度对应限制程度变更部24,使电动机 温度越高,越减少增加上述制动力的时间的比率,则可更进一步良 好地使耗电量性能和感觉性能兼顾。温度对应限制程度变更部24 采用通过软件或硬件而实现的LUT、以及接收于软区域的库(library)中的规定的比较函数与它们等效的硬件等,对应于电动机 温度的上升,减少增加上述制动力的时间的比率。

[0060] 车速对应实施机构27仅仅在车辆的速度在规定值以下的场 合,进行正效率动作限制机构22的正效率动作限制。在像这样而 控制的场合,特别是车辆停车的场合,不产生上述感觉恶化。另外，也可采用上述轻制动时非实施机构25、电动机温度对应实施机构 26与车速对应实施机构27中的任意一者,还可并用任意的2个或 并用全部。

[0061] 根据图3,对正效率动作限制机构22进行的基本的处理的一 个例子进行说明。该图的例子为通过制动力指令值而进行限制的例 子。从制动力指令机构12获得制动力指令值Ft(k)(步骤R1)、将其 与于上次获得的制动力指令值Ft(k-1)进行比较(步骤R2)。在制动力指令值Ft(k)相对制动力指令值Ft(k-1)没有增加的场合(在步骤 R2中为“否”),将计数器CN(图1)的值cnt变更为以规定值β而 扣除的值(步骤R7)。对于计数器值cnt,0≤cnt,在于步骤R7的处 理中,通过β的减法运算,构成负值的场合,cnt＝0。

[0062] 上述计数器为为了正效率动作限制的比率确定,设置于正效率 动作限制机构22中的计数器。上述β的值和后述的α的值是为了 正效率动作限制的比率确定,任意地设定的

值。如果给出一个例子，则设定α＝4、β＝1。这些α,β的值也可通过制动控制装置2 或与ECU11连接的适当的输入机构等的操作而改变。

[0063] 在步骤R7的计数器减法运算后,结束处理,即,返回。在返 回后,与上次相同,进行制动力指令值Ft(k)的获得(步骤R1),并 且进行与制动力指令值Ft(k-1)的比较(步骤R2)。如果制动力指令 值Ft(k)没有增加,则在步骤R7的处理后,返回,然后再次进行制 动力指令值Ft(k)的获得(步骤R1)。在通过步骤R2的判断,制动 力指令值Ft(k)增加时(在步骤R2中为“是”),获得上述计数器的 值cnt(步骤R3),将该上述计数器的值cnt与判断用的设定值x进 行比较(步骤R4)。设定值x可考虑α、β的值,而任意地设定。比如,在设定x＝2的场合,对于计数器的值cnt,在当前,由于在 上次的步骤R7的处理中,cnt＝0,故cnt(＝0)＜x(＝2),进行“是” 的分支方向的步骤R5。在这里,在计数器的值cnt中加α,返回。在α＝4的场合,当前的计数器的值cnt为0+4,等于4。

[0064] 在返回后,与上次相同,进行制动力指令值Ft(k)的获得(步骤 R1)以及与制动力指令值Ft(k-1)的比较(步骤R2)。如果制动力指 令值Ft(k)增加,则获得计数器的值cnt(步骤R3),将该计数器的值 cnt与设定值x进行比较(步骤R4)。在当前,由于cnt＝4、x＝2，故没有充分满足cnt＜x的条件(在步骤R4中为“否”),在该场合，进行步骤R6。在该步骤R6,将制动力指令值Ft(k)变更为在上次 获得时的制动力指令值Ft(k-1),进行采用基本控制机构21的电 动机电流的输出指令的控制。即,即使在制动力指令值Ft(k)增加 的情况下,从基本控制机构21所输出的电动机电流的指令值仍维 持在与上次相同的值。另外,基本控制机构21在没有进行基于正 效率动作限制机构22的限制的期间,按照从制动指令机构12所输 出的制动力指令值Ft(k),输出电动机电流的指令值。在像上述那 样,变更为上次获得时的制动力指令值Ft(k-1)后,进行步骤R7，在计数器的值cnt中仅减去β,返回。在β为1时,当前的计数器 的值cnt从上述4变为3。

[0065] 在返回后,与上次相同,进行制动力指令值Ft(k)的获得(步骤 R1)、与制动力指令值Ft(k-1)的比较(步骤R2)。如果制动力指令 值Ft(k)增加,则获得计数器的值cnt(步骤R3),将该计数器的值 cnt与设定值x进行比较(步骤R4)。在当前,由于cnt＝4,x＝2，没有充分满足cnx＜x的条件,进行步骤R6,将制动力指令值Ft(k) 维持在上次获得时的制动力指令值Ft(k-1),将计数器的值cnt减 去β(步骤R7),返回。像这样,即使在从制动力指令机构12所输 出的制动力指令值Ft(k)增加的情况下,仍进行将从基本控制机构 21而发出的电动机电流的指令值维持在一定的控制。

[0066] 由于每当进行将制动力指令值Ft(k)维持在前次获得时的制动 力指令值Ft(k-1)的处理(步骤R6),将计数器的值cnt减去β,故 如果从制动力指令机构12所输出的制动力指令值Ft(k)连续增加，则在判断步骤R4,对于计数器的值cnt,付与cnt＜x,在“是”侧 进行处理,不进行将步骤R6的制动力指令值Ft(k)维持在上次获得 时的制动力指令值Ft(k-1)的处理,即,不进行正效率动作限制。在此时刻,基本控制机构21输出与从制动力指令机构12所输出的 制动力指令值Ft(k)相对应的电动机电流的指令。

[0067] 此时,在将计数器的值cnt与α相加后,返回。由此,在从制 动力指令机构12所输出的制动力指令值Ft(k)连续增加的场合,在 设定值x的判断步骤R4中,再次于“否”侧形成分支,进行将步 骤R6的制动力指令值Ft(k)维持在制动力指令值Ft(k-1)的处理 (步骤R6)。但是,在从上次的设定值x的判断步骤R4完成的时刻，经本次的相同的判断步骤R4,到进行

维持上次的制动力指令值 Ft(k-1)的处理(步骤R6)的期间,维持从制动力指令机构12所输出的制动力指令值Ft(k)的状态,即进行正效率动作。

[0068] 像这样,通过将α、β的值设定在适当的值,进行确定正效率 动作的比率的控制。比如,在设定α=4、β=1的场合,在全部 动作时间的期间,进行正效率动作的比率限制在20%以下。另外, 即使在α、β一定的情况下,因阈值x的值,比率改变,另外,同 样因计数器的状况,比率变动。此时,比如,使α为β的公倍数(或 相反),0<x≤β,由此,α、β的比率明确地为大致正效率动作 限制比率,为容易理解的参数。此外,也可为获得下述权限的控制 流程,其中,即,比如,cnt的增减幅度按照1而固定,cnt>α, 转到属于图3的R4的"否"的流程,在属于"否"的流程内,对 于cnt区域,在cnt>β时,转到属于"是"的流程。在该场合, α,β的比率为相同的正效率动作限制比率。

[0069] 根据图4,对正效率动作限制机构22所进行的基本的处理的 另一例子进行说明。该图的例子为通过电动机电流而进行限制的例 子。通过电动制动装置的基本控制机构21,计算与从制动力指令 机构12而发出的制动力指令值相对应的电动机电流I(k),将其输 出给电源电路部14(步骤S0)。正效率动作限制机构22获得该已计 算的电动机电流I(k)的值(步骤S1),采用在正效率动作限制机构 22中设定的表(在图中未示出)或计算式,获得为了保持当前的制动 力而必要的正效率电流I_{pos}和逆效率电流I_{neg}(步骤S2)。上述表或 计算式预先通过模拟、试验而制作。

[0070] 对像上述那样而计算的电动机电流I(k)和必要的正效率电流 I_{pos}进行比较(步骤S2)。作为比较的结果,在电动机电流I(k)没有 大于正效率电流I_{pos}的场合(在步骤S3中为"否"),将计数器(在 图中未示出)的值cnt变更为减去规定值β而得到的值(步骤S8)。对于计数器的值cnt,0≤cnt,在于步骤S8的处理中,通过β的减 法运算形成负值的场合,cnt=0。

[0071] 上述计数器为为了正效率动作限制的比率确定,设置于正效率 动作限制机构22中的计数器。上述β的值和后述的α的值为为了 正效率动作限制的比率确定,任意地设定的值。如果给出一个例子, 则设定α=4,β=1。这些α、β的值也可通过制动控制装置2 或设置于ECU11等中的适当的输入机构的操作而改变。

[0072] 在步骤S8的计数器减法运算后,结束处理,即,返回。在返 回后,与上次相同,进行电动机电流I(k)的计算(步骤S0),其获得 (步骤S1),对于制动力保持所必要的正效率电流I_{pos}和逆效率电流 I_{neg}的计算(步骤S2),电动机电流I(k)和正效率电流I_{pos}的比较(步 骤S3)。如果电动机电流I(k)不大,则在步骤R8的处理后,返回, 再次进行步骤S0～步骤S3的处理。

[0073] 在于步骤S3的判断中,电动机电流I(k)大于正效率电流I_{pos}的场合(在步骤S3中为"是"),获得上述计数器的值cnt(步骤S4), 将该计数器的值cnt与判断用的设定值x进行比较(步骤S5)。对于 设定值x,可考虑α、β的值而任意地设定。比如,在设定x=2 的场合,对于计数器的值cnt,在当前,由于在上次的步骤S8的 处理中,cnt=1,故cnt(=0)<x(=2),进行"是"的分支方向的 步骤S6。在这里,将计数器的值cnt与α相加,返回。在α=4的 场合,由于cnt为0+4,故当前的计数器的值cnt为4。

[0074] 在返回后,与上次相同,进行电动机电流I(k)的计算(步骤S0), 其获得(步骤S1),对于制动力保持来说必要的正效率电流I_{pos}和逆 效率电流I_{neg}的计算(步骤S2),电动机电

流I(k)和正效率电流I_{pos}的比较(步骤S3)。如果电动机电流I(k)大,则获得计数器的值cnt(步 骤R4),将该计数器的值cnt与设定值x进行比较(步骤S5)。在当 前,由于cnt＝4,x＝2,故没有充分满足cnt＜x的条件(在步骤S5 中为“否”),在该场合,进行步骤S7。在该步骤S7中,将电动 机电流I(k)变更为逆效率电流I_{neg},使通过基本控制机构21所输出 的电动机电流为逆效率电流I_{neg}。即,即使在电动机电流I(k)增加 的情况下,从基本控制机构21所输出的电动机电流的指令值为逆 效率电流I_{neg}。另外,基本控制机构21在没有进行正效率动作限 制机构22的限制的期间,按照从制动力指令机构12所输出的制动 力指令值Ft(k),输出电动机电流I(k)。在像上述那样,将电动机 电流I(k)变更为逆效率电流I_{neg}后,进行步骤S8,将计数器的值 cnt减去β,返回。如果β为1,则当前的计数器的值cnt从上述4 变为3。

[0075] 在返回后,与上次相同,进行S0～S2的处理,进行电动机电 流I(k)和正效率电流I_{pos}的比较(步骤R2)。如果电动机电流I(k)大, 则获得计数器的值cnt(步骤R4),将该计数器的值cnt与设定值x 进行比较(步骤S5)。在当前,由于cnt＝3,x＝2,故没有充分满足 cnt＜x的条件,进行步骤S7,使电动机电流I(k)降低到逆效率电 流I_{neg},将计数器的值cnt减去β(步骤S8),返回。像这样,进行 将电动机电流I(k)降低到保持当前的制动力的逆效率电流I_{neg}的控 制。

[0076] 由于每当进行将电动机电流I(k)降低到逆效率电流I_{neg}的处理 (步骤S7)时,将计数器的值cnt减去β(步骤S8),故如果从制动力 指令机构12所输出的制动力指令值Ft(k)增加,连续地朝向逆效率 电流I_{neg}降低,则于判断步骤S5,对于计数器的值cnt,使cnt＜x, 在“是”侧,进行处理,不进行步骤S7的降低电动机电流I(k)的 处理,即,正效率动作限制。在此时刻,基本控制机构21输出与 从制动力指令机构12所输出的制动力指令值Ft(k)相对应的电动机 电流I(k)的指令。

[0077] 此时,将计数器的值cnt与α相加,然后返回。由此,在从制 动力指令机构12所输出的制动力指令值Ft(k)连续地增加的场合, 在设定值x的判断步骤S5中,再次于“否”侧形成分支,进行使 电动机电流I(k)降低到逆效率电流I_{neg}的处理(步骤S7)。但是,在 从上次的设定值x的判断步骤S5完成的时刻,经本次的相同的判 断步骤S5,到进行降低到逆效率电流I_{neg}的处理的期间,维持与 从制动力指令机构12所输出的制动力指令值Ft(k)相对应的电动机 电流I(k)的状态,即,进行正效率动作。

[0078] 像这样,同样在本例子的场合,通过将α、β的值设定在适合 的值,进行确定正效率动作限制的比率的控制。比如,在设定α＝ 4、β＝1的场合,全部动作时间中的进行正效率动作的比率限制 在20％以下。另外,在该流程图的控制的场合,由于电动机电流 I(k)降低到逆效率电流I_{neg},故与维持图3的现状的控制相比较, 电动机电流的节减效率进一步提高。

[0079] 像这样,按照上述各实施方式,通过利用摩擦力,维持转换机 构9的按压力,减少电流,减少导体电阻的损耗,由此可降低耗电 量。另外,由于通过电动机电流的降低,抑制电动机发热,故可实 现可靠性的提高,电动机的小型化。

[0080] 如上面所述,在参照附图的同时,对优选的实施形式进行了说 明,但是,如果是本领域的技术人员,在阅读了本说明书后,会在 显然的范围内容易想到各种变更和修正方式。于是,这样的变更和 修正方式应被解释为,根据权利要求书确定的本发明的范围内的方 式。

[0081] 标号的说明:

[0082] 标号3表示车轮；

[0083] 标号4表示制动盘；

[0084] 标号5、6表示摩擦垫；

[0085] 标号7表示电动机；

[0086] 标号8表示减速机构；

[0087] 标号9表示转换机构；

[0088] 标号11表示ECU；

[0089] 标号12表示制动力指令机构；

[0090] 标号22表示正效率动作限制机构；

[0091] 标号23表示制动力对应限制程度变更部；

[0092] 标号24表示温度对应限制程度变更部；

[0093] 标号25表示轻制动时非实施机构；

[0094] 标号26表示电动机温度对应实施机构；

[0095] 标号27表示车速对应实施机构。

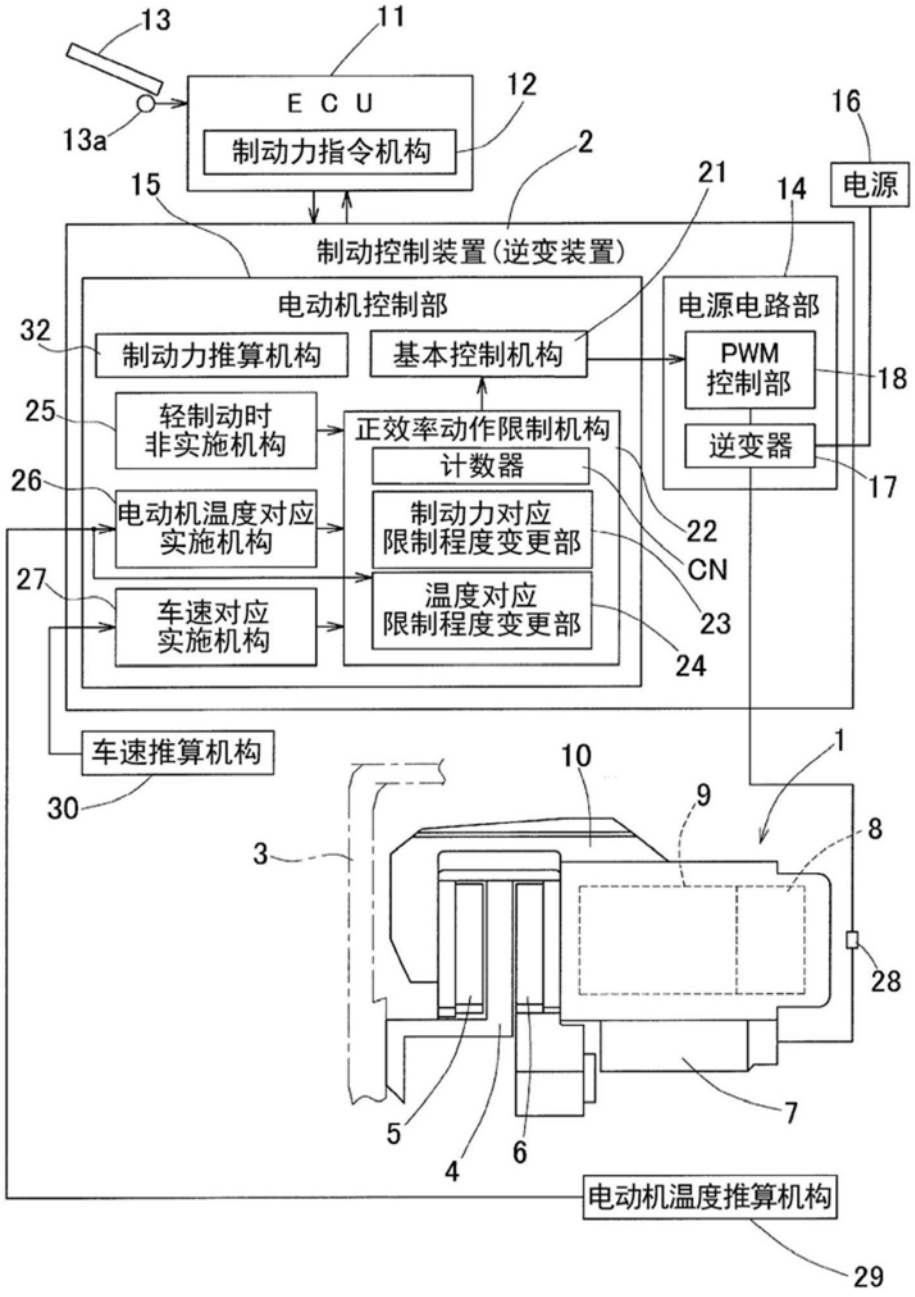

13
11
E C U
制动力指令机构
12
13a
2
16
电源
15
21
14
制动控制装置(逆变装置)
电动机控制部
电源电路部
32
制动力推算机构
基本控制机构
PWM
控制部
18
25
轻制动时
非实施机构
正效率动作限制机构
计数器
逆变器
17
26
电动机温度对应
实施机构
制动力对应
限制程度变更部
22
CN
27
车速对应
实施机构
温度对应
限制程度变更部
23
24
车速推算机构
30
10
1
9
3
8
28
7
5
4
6
电动机温度推算机构
29

图1

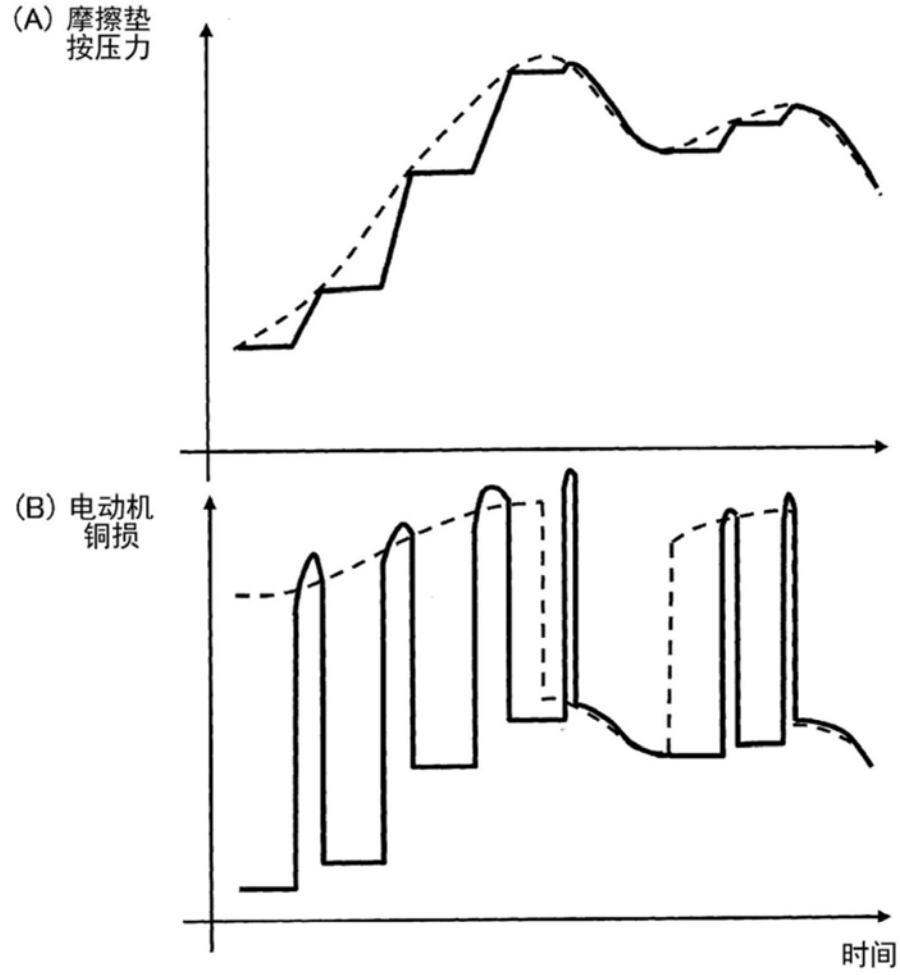


图2

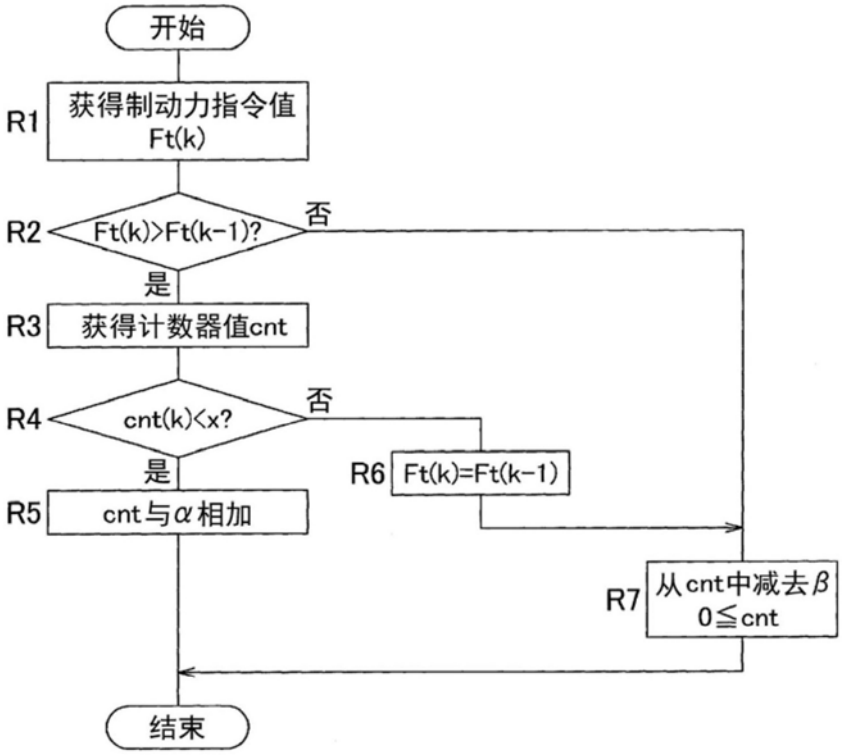

开始
R1
获得制动力指令值
Ft(k)
R2
Ft(k)>Ft(k-1)?
否
是
R3
获得计数器值cnt
R4
cnt(k)<x?
否
是
R5
cnt与α相加
R6
Ft(k)=Ft(k-1)
R7
从cnt中减去β
0≦cnt
结束

图3

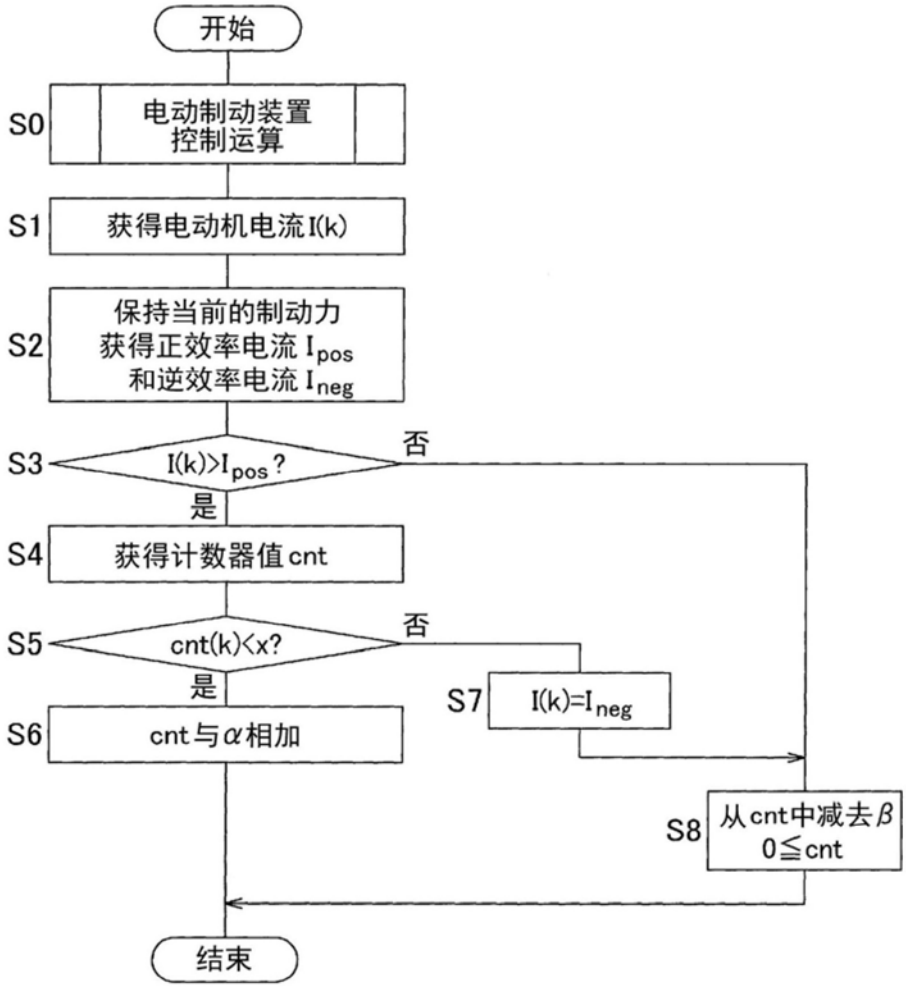

开始
S0
电动制动装置
控制运算
S1
获得电动机电流I(k)
S2
保持当前的制动力
获得正效率电流 I_{pos}
和逆效率电流 I_{neg}
S3
$I(k)>I_{pos}$?
否
是
S4
获得计数器值cnt
S5
cnt(k)<x?
否
是
S6
cnt与α相加
S7
$I(k)=I_{neg}$
S8
从cnt中减去β
0≦cnt
结束

图4

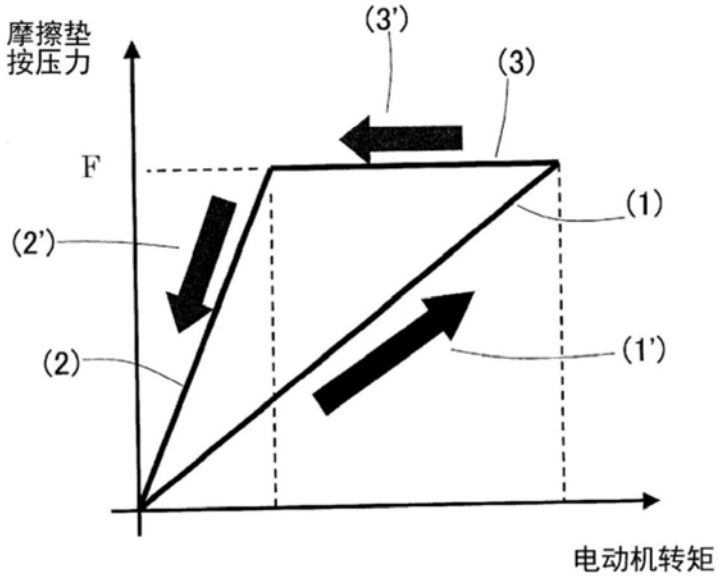

摩擦垫
按压力
F
(3')
(3)
(1)
(2')
(2)
(1')
电动机转矩

图5