(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 106715216 B
(45)授权公告日 2019.05.21

(21)申请号 201580051363.0

(22)申请日 2015.09.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106715216 A

(43)申请公布日 2017.05.24

(30)优先权数据
2014-195093 2014.09.25 JP
2015-175334 2015.09.07 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.03.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/075987 2015.09.14

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/047481 JA 2016.03.31

(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 17/18(2006.01)
B60T 8/17(2006.01)
B60T 8/1755(2006.01)
B60T 13/74(2006.01)

审查员 罗扬

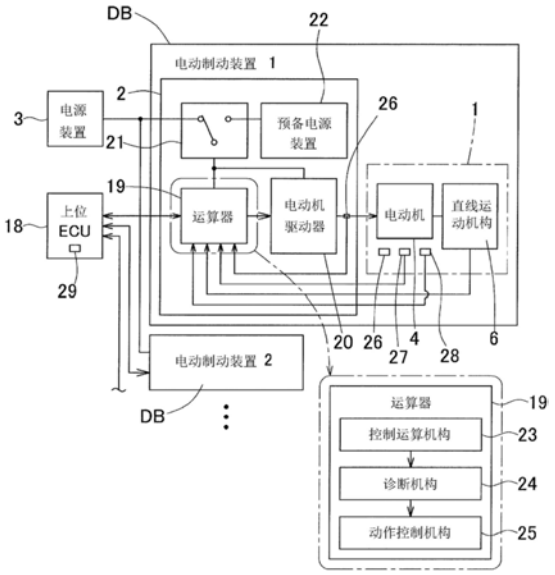
权利要求书3页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

电动制动系统

(57)摘要

本发明的课题在于提供一种电动制动系统，其中，在电动制动系统的一部分的功能降低时，可通过电动制动系统整体来补充制动力。该电动制动系统包括：诊断机构(24)，该机构分别检测各电动制动装置(DB)的性能降低；控制运算机构(23)，该机构推算作为下述差的控制量误差，该差为借助诊断机构(24)而检测到性能降低的电动制动装置(DB)的制动力推算机构(28)所推算的制动力、与以诊断机构(24)没有检测到性能降低的电动制动装置(DB)的制动力推算机构(28)所推算的制动力的差；控制量补充部(29)，其将相当于上述控制量误差的制动力、与产生上述控制量误差的电动制动装置以外的电动制动装置(DB)的制动力目标值相加。



CN 106715216 B

1.一种电动制动系统,该电动制动系统具有多个电动制动装置,各电动制动装置包括:

制动盘;

摩擦部件,该摩擦部件与该制动盘接触;

摩擦部件操作机构,该摩擦部件操作机构使该摩擦部件与上述制动盘接触;

电动机,该电动机驱动该摩擦部件操作机构;

制动力推算机构,该制动力推算机构求出制动力的推算值,该制动力通过将上述摩擦部件按压于上述制动盘上而产生;

控制装置,该控制装置控制该电动机,追随制动力目标值,对上述产生的制动力进行控制;

该电动制动系统包括:

控制量误差推算部,该控制量误差推算部针对各电动制动装置推算作为下述差的控制量误差,该差为:通过上述制动力推算机构所推算的制动力、与没有性能降低的场合的制动力的差;

控制量补充部,该控制量补充部在通过上述控制量误差推算部推算为产生上述控制量误差时,将相当于上述控制量误差的制动力分配给:产生上述控制量误差的电动制动装置以外的电动制动装置的制动力目标值,进行加法运算,

上述控制量误差推算部采用状态转变式以获得没有性能降低的上述制动力,该状态转变式表示下述参数的关系,该参数包括:

包括上述电动机的电动机旋转角的状态量;

包括上述电动机的电压或电流的操作量;

状态转移矩阵,其包括具有上述电动机和上述摩擦部件操作机构的电动促动器的电动促动器惯性;

控制量,该控制量包括制动力。

2.根据权利要求1所述的电动制动系统,其中,还包括多个诊断机构,该多个诊断机构分别检测上述各电动制动装置的性能的降低;

上述控制量误差推算部推算下述差,该差为:借助上述诊断机构而检测到性能降低的电动制动装置的通过上述制动力推算机构所推算的制动力、与以上述诊断机构没有检测到性能降低的电动制动装置的通过上述制动力推算机构所推算的制动力的差。

3.一种电动制动系统,该电动制动系统具有多个电动制动装置,各电动制动装置包括:

制动盘;

摩擦部件,该摩擦部件与该制动盘接触;

摩擦部件操作机构,该摩擦部件操作机构使该摩擦部件与上述制动盘接触;

电动机,该电动机驱动该摩擦部件操作机构;

制动力推算机构,该制动力推算机构求出制动力的推算值,该制动力通过将上述摩擦部件按压于上述制动盘上而产生;

控制装置,该控制装置控制该电动机,追随制动力目标值,对上述产生的制动力进行控制;

该电动制动系统包括:

控制量误差推算部,该控制量误差推算部针对各电动制动装置推算作为下述差的控制

量误差，该差为：通过上述制动力推算机构所推算的制动力、与没有性能降低的场合的制动力的差；

控制量补充部，该控制量补充部在通过上述控制量误差推算部推算为产生上述控制量误差时，将相当于上述控制量误差的制动力分配给：产生上述控制量误差的电动制动装置以外的电动制动装置的制动力目标值，进行加法运算，

多个诊断机构，该多个诊断机构分别检测上述各电动制动装置的性能的降低；

上述控制量误差推算部推算下述差，该差为：借助上述诊断机构而检测到性能降低的电动制动装置的通过上述制动力推算机构所推算的制动力、与以上述诊断机构没有检测到性能降低的电动制动装置的通过上述制动力推算机构所推算的制动力的差，该电动制动系统还包括：

主电源装置，该主电源装置将电力供给上述多个电动制动装置中的每个上述控制装置、以及每个上述电动机；

预备电源装置，该预备电源装置在该主电源装置的异常时使用，

上述诊断机构包括电源诊断部，该电源诊断部判断上述主电源装置的电力供给有无异常，

上述电动制动系统还包括电力供给切换机构，该电力供给切换机构在通过上述电源诊断部来判定上述主电源装置的电力供给产生异常时，切换到上述预备电源装置的电力供给。

4.根据权利要求3所述的电动制动系统，其中，还包括：

电力限制机构，该电力限制机构在通过上述电力供给切换机构，从上述主电源装置切换到上述预备电源装置的电力供给时，限制供给上述电动机的电力；

上述控制量误差推算部推算作为下述差的控制量误差，该差为借助上述电力限制机构来进行电力限制的电动制动装置中的通过上述制动力推算机构所推算的制动力、与没有借助上述电力限制机构来进行电力限制的电动制动装置的通过上述制动力推算机构所推算的制动力的差。

5.一种电动制动系统，该电动制动系统具有多个电动制动装置，各电动制动装置包括：

制动盘；

摩擦部件，该摩擦部件与该制动盘接触；

摩擦部件操作机构，该摩擦部件操作机构使该摩擦部件与上述制动盘接触；

电动机，该电动机驱动该摩擦部件操作机构；

制动力推算机构，该制动力推算机构求出制动力的推算值，该制动力通过将上述摩擦部件按压于上述制动盘上而产生；

控制装置，该控制装置控制该电动机，追随制动力目标值，对上述产生的制动力进行控制；

该电动制动系统包括：

控制量误差推算部，该控制量误差推算部针对各电动制动装置推算作为下述差的控制量误差，该差为：通过上述制动力推算机构所推算的制动力、与没有性能降低的场合的制动力的差；

控制量补充部，该控制量补充部在通过上述控制量误差推算部推算为产生上述控制量

误差时，将相当于上述控制量误差的制动力分配给：产生上述控制量误差的电动制动装置以外的电动制动装置的制动力目标值，进行加法运算；

横摆力矩计算机构，该横摆力矩计算机构求出装载该电动制动系统的车辆所产生的横摆力矩；

在通过上述控制量补充部将相当于上述控制量误差的制动力与上述制动力目标值相加时，上述控制量补充部按照通过上述横摆力矩计算机构所检测的横摆力矩为事先确定的值以上的方式确定制动力加法运算值。

电动制动系统

[0001] 相关申请

[0002] 本发明要求申请日为2014年9月25日、申请号为JP特愿2014—195093号;以及申请日为2015年9月7日、申请号为JP特愿2015—175334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] 本发明涉及电动制动系统,本发明涉及在该电动制动系统的一部分的性能降低时,通过电动制动系统整体而对制动力进行补充的技术。

背景技术

[0004] 作为电动装置,人们提出有下述的技术。

[0005] 1.采用行星轮式丝杠的电动式直线运动促动器(专利文献1)。

[0006] 2.通过踩下制动踏板,经由直线运动机构,将电动机的旋转运动变换为直线运动,将制动垫按压接触于制动盘上以附加制动力的技术(专利文献2)。

[0007] 已有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:JP特开2006—194356号公报

[0010] 专利文献2:JP特开平6—327190号公报

发明内容

[0011] 发明要解决的课题

[0012] 在专利文献1、2那样的电动制动装置中,具有因电动促动器的机械部件的异常、电源系统的异常等,产生电动制动装置的性能降低的情况。在该场合,无法产生所需要的制动力。

[0013] 本发明的目的在于,提供一种电动制动系统,其中,在该电动制动系统的一部分的性能降低时,可通过电动制动系统整体而对制动力进行补充。

[0014] 用于解决课题的技术方案

[0015] 在下面,为了容易理解,参照实施方式的标号进行说明。

[0016] 本发明的一个方案的电动制动系统为,具有多个电动制动装置DB的电动制动系统,各电动制动系统DB包括:制动盘8;摩擦部件9,该摩擦部件9与该制动盘8接触;摩擦部件操作机构6,该摩擦部件操作机构6使该摩擦部件9与上述制动盘8接触;电动机4,该电动机4驱动该摩擦部件操作机构6;制动力推算机构28,该制动力推算机构28求出制动力的推算值,该制动力通过将上述摩擦部件9按压于上述制动盘8上而产生;控制装置2,该控制装置2控制该电动机4,追随制动力目标值,对上述产生的制动力进行控制;

[0017] 该电动制动系统还包括:控制量误差推算部23,该控制量误差推算部23针对各电动制动装置DB推算作为下述差的控制量误差,该差为:通过上述制动力推算机构28所推算

的制动力、与没有性能降低的场合的制动力的差；

[0018] 控制量补充部29，该控制量补充部29在通过上述控制量误差推算部23推算为产生上述控制量误差时，将相当于上述控制量误差的制动力分配给：产生上述控制量误差的电动制动装置以外的电动制动装置DB的制动力目标值，进行加法运算。

[0019] 另外，上述“摩擦部件”为包括制动摩擦衬片、制动盘等的概念。

[0020] 上述性能下降指电动制动装置DB的比如轴承等的机械部件产生异常、或电动制动装置DB的电源系统产生异常等。

[0021] 按照该方案，在通过控制量误差推算部23推算为产生控制量误差时，控制量补充部29针对产生控制量误差的电动制动装置以外的电动制动装置DB，即正常的电动制动装置DB的制动力目标值分配相当于上述控制量误差的制动力，并相加。

[0022] 像这样，检测电动制动装置DB的性能降低，对相当于上述控制量误差的制动力分配、相加到正常的电动制动装置DB的制动力目标值，由此可通过电动制动系统整体，补充因性能降低而无法发挥的制动力。于是，即使在电动制动系统的一部分产生性能降低的情况下，车辆整体仍可产生所希望的制动力。

[0023] 另外，还可包括多个诊断机构，该多个诊断机构分别检测上述各电动制动装置的性能的降低；

[0024] 上述控制量误差推算部推算下述差，该差为：借助上述诊断机构而检测到性能降低的电动制动装置的通过上述制动力推算机构所推算的制动力、与以上述诊断机构没有检测到性能降低的电动制动装置的通过上述制动力推算机构所推算的制动力的差。

[0025] 上述控制量误差推算部23还可采用状态转变式(Md)以获得没有性能降低的场合的上述制动力，该状态转变式表示下述参数的关系，该参数包括：

[0026] 包括上述电动机的电动机旋转角的状态量；

[0027] 包括上述电动机4的电压或电流的操作量；

[0028] 状态转移矩阵，其包括具有上述电动机4和上述摩擦部件操作机构6的电动促动器的电动促动器惯性；

[0029] 控制量，该控制量包括制动力。

[0030] 在该场合，能以良好的精度而求出控制量误差。

[0031] 还可包括：主电源装置3，该主电源装置3将电力供给上述多个电动制动装置中的每个上述控制装置2、以及每个上述电动机4；预备电源装置22，该预备电源装置22在该主电源装置22的异常时使用，上述诊断机构24包括电源诊断部，该电源诊断部判断上述主电源装置3的电力供给有无异常；

[0032] 上述电动制动系统还包括电力供给切换机构21，该电力供给切换机构21在通过上述电源诊断部来判定上述主电源装置的电力供给产生异常时，切换到上述预备电源装置22的电力供给。

[0033] 上述预备电源装置22也可为比如小型电池、电容器等。

[0034] 按照该方案，在通常时，主电源装置3分别将电力供给到控制装置2和电动机4。在诊断机构24判定比如因电力供给线束的断线等，从电源装置3的电力供给具有异常时，电力供给切换机构21从主电源装置3切换到预备电源装置22的电力供给。于是，可谋求电动制动系统整体的冗余化。

[0035] 还可包括电力限制机构32，该电力限制机构32在通过上述电力供给切换机构21，从上述主电源装置3切换到上述预备电源装置22的电力供给时，限制供给上述电动机4的电力，上述控制量误差推算部23推算作为下述差的控制量误差，该差为借助上述电力限制机构32来进行电力限制的电动制动装置23中的通过上述制动力推算机构28所推算的制动力、与没有借助上述电力限制机构32来进行电力限制的电动制动装置的通过上述制动力推算机构28所推算的制动力的差。

[0036] 在此场合，电力限制机构32在从电源装置3切换到预备电源装置22的电力供给时，通过限制供给电动机4的电力，谋求电动机系统整体的冗余化。另外，可降低耗电量，谋求车辆的用电效率的提高。在谋求冗余化和用电效率的提高的同时，控制量误差推算部23推算控制量误差，该控制量误差为，作为进行电力限制的电动制动装置DB的制动力、与没有进行电力限制的电动制动装置DB的制动力的差，由此，可进行精细的控制。

[0037] 还可包括：横摆力矩计算机构36，该横摆力矩计算机构36求出装载该电动制动系统的车辆所产生的横摆力矩；在通过上述控制量补充部29将相当于上述控制量误差的制动力与上述制动力目标值相加时，上述控制量补充部29按照通过上述横摆力矩计算机构36所检测的横摆力矩为已确定的值以下的方式确定制动力加法运算值。

[0038] 上述已确定的值根据比如试验、模拟等的结果而确定。

[0039] 在该场合，即使在电动制动系统的一部分产生性能降低的情况下，仍可通过电动制动系统整体，以性能降低量对制动力进行补充，可提高车辆的行驶稳定性。

[0040] 权利要求书和/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，权利要求书中的各项权利要求的2个以上的任意的组合也包含在本发明中。

附图说明

[0041] 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。

[0042] 图1为以示意方式表示第1实施方式的电动制动系统的方框图；

[0043] 图2为以示意方式表示图1的电动制动系统中的电动制动装置的图；

[0044] 图3为通过俯视而示意地表示图2的电动制动装置的停车制动机构的图；

[0045] 图4为图1的电动制动系统的控制系统的方框图；

[0046] 图5为通过俯视方式表示各实施方式的电动制动系统的图，其为多个电动制动装置装载于车辆上的结构的图；

[0047] 图6为表示在图1的电动制动系统中，在一部分的电动制动装置中产生性能降低的场合的时间与制动力的关系的曲线图；

[0048] 图7为表示第2实施方式的电动制动系统中的电动制动装置的控制方框的图，其为限制在切换到预备电源装置时供给电动机的电力的结构的方框图；

[0049] 图8为表示第3实施方式的电动制动系统中的电动制动装置的控制方框的图，其为表示降低耗电量的结构的方框图；

[0050] 图9为表示第4实施方式的电动制动系统中的电动制动装置的控制方框的图，其为

表示与产生电动制动装置的机械部件的异常造成的性能降低的场合相对应的结构的方框图；

[0051] 图10为第5实施方式的电动制动系统的控制系统的方框图。

具体实施方式

[0052] 根据图1～图6，对第1实施方式的电动制动系统进行说明。

[0053] 像图1所示的那样，该电动制动系统包括：多个电动制动装置DB、电源装置3与上级ECU 18。各电动制动装置DB包括：电动促动器1与控制装置2。首先，对电动促动器1进行说明。

[0054] 像图2所示的那样，该电动促动器1包括：电动机4；减速机构5，该减速机构5减小该电动机4的旋转速度；直线运动机构(变换机构)6；作为驻车制动器的停车制动机构7；制动盘8；制动摩擦衬片(为摩擦部件，还包括摩擦垫)9。上述电动机4、减速机构5与直线运动机构6组装于比如图示之外的外壳等中。

[0055] 电动机4由3相的同步电动机等构成。减速机构5为下述机构，其降低电动机4的旋转速度，将其传递给固定于旋转轴10上的3次齿轮11，该减速机构5包括：1次齿轮12、中间齿轮13与3次齿轮11。在本例子中，该减速机构5通过中间齿轮13减小安装于电动机4的转子轴4a上的1次齿轮12的旋转速度，可将其传递给固定于旋转轴10的端部上的3次齿轮11。

[0056] 作为制动摩擦衬片操作机构(摩擦部件操作机构)的直线运动机构6为下述机构，该机构通过进给丝杠机构将通过减速机构5而输出的旋转运动变换为直线运动部14的直线运动，使制动摩擦衬片9与制动盘8抵触或间隔开。直线运动部14以停止旋转，于由箭头A1表示的轴向自由移动的方式支承。在直线运动部14的外侧端设置制动摩擦衬片9。将电动机4的旋转经由减速机构5，传递给直线运动机构6，由此，将旋转运动变换为直线运动，将其变换为制动摩擦衬片9的按压力，由此产生制动力。另外，在电动制动装置DB装载于车辆上的状态，将车辆的外侧称为外侧，将车辆的中间侧称为内侧。

[0057] 图3为通过俯视而示意地表示停车制动机构的图。在中间齿轮13的外侧端面上，以圆周方向一定间隔而形成多个(在本例子中为6个)的卡扣孔17。各卡扣孔17分别呈沿圆周方向而延伸的长孔形状。按照在这些卡扣孔17中的任何一个中，可卡扣锁定部件15的方式构成。

[0058] 停车制动用促动器16(图2)采用比如直线螺线管。通过停车制动用促动器16(图2)使锁定部件(螺线管栓(solenoid pin))15进出，嵌入形成于中间齿轮13上的卡扣孔17的带底圆筒孔部17a上，由此将其卡扣，禁止中间齿轮13的旋转，这样处于停车锁定状态。将锁定部件15的一部分或全部退避于停车制动用促动器16(图2)中，使其与卡扣孔17脱离，由此允许中间齿轮13的旋转，处于非锁定状态。

[0059] 像图1所示的那样，在各电动制动装置DB的控制装置2上，连接主电源装置3与1个上级ECU 18，该主电源装置3将电力分别供给到控制装置2和电动机4，该上级ECU 18为各控制装置2的上级控制机构。上级ECU 18采用比如采用控制车辆整体的电子控制单元。上级ECU 18对应与比如图示外的制动踏板的操作量相对应而变化的传感器(在图中未示出)的输出，将制动力目标值分别输出给各电动制动装置DB的控制装置2。制动力目标值向电动制动装置DB的分配比例也可为比如固定值，还可为可变的值，其基于根据加速度传感器等的

车载传感器类的信息与装载车辆的各元件而推算的运动、姿势。

[0060] 各控制装置2包括运算器19、电动机驱动器20、电力供给切换机构21与预备电源装置22。运算器19包括：用于根据电动促动器1的检测信息和上述制动力目标值等的信息，相对上述制动力目标值而跟踪控制电动制动装置DB的制动力的控制运算机构23；根据该信息，检测电动制动装置DB的性能降低的诊断机构24；控制周边的各开关、电动机驱动器20等的动作的动作控制机构25。上述运算器19既可由微型计算机等的处理器构成，也可由ASIC等的硬件模块构成。即，控制运算机构23、诊断机构24和动作控制机构25通过借助处理器而执行实现后述的处理的软件程序的方式，或通过借助硬件模块而执行的方式而实现。

[0061] 作为电动促动器1中的电动机4的检测信息，列举有根据检测机构(检测电流等的机构)26而检测的电动机电流值与根据旋转角推算机构27而推算的电动机角度等。上述检测机构26既可为比如电流传感器，还可为根据预先测定的电感值、电阻值等的电动机各元件和电动机电压推算电动机电流值。上述旋转角推算机构27既可比如为磁性编码器、分解器等的角度传感器，还可为根据电动机各元件和电动机电压，采用物理方程式推算电动机角度。

[0062] 电动制动装置DB的制动力通过制动力推算机构28而推算。另外，制动力推算机构28为根据下述检测值推算实际上产生的制动力的机构，该检测值是检测由该电动制动装置DB产生的产生于电动制动装置DB本身或车轮中的影响而得到的。另外，该制动力推算机构28特别是即使在电动制动装置DB产生性能降低的情况下，仍可推算在该性能降低的状态下产生的制动力。该制动力推算机构28既可由比如检测电动促动器1的荷载的荷载传感器构成，也可根据装载本电动制动系统的车辆的车轮速度传感器、加速度传感器等的信息推算制动力，还可根据电动促动器1的特性和前述的电动机4的检测信息推算制动力。

[0063] 上述荷载传感器采用比如磁式的传感器。像图2所示的那样，在制动摩擦衬片9按压制动盘8时，内侧的反力作用于直线运动部14上。由磁式的传感器构成的荷载传感器以磁方式将该制动力的反力作为轴向的位移量而检测。像图1所示的那样，制动力推算机构28通过实验等方式，预先设定上述制动力的反力和传感器输出的关系，由此可根据荷载传感器的传感器输出推算制动力。另外，荷载传感器也可采用磁式以外的光学式、涡电流式或静电容式的传感器。

[0064] 电动机驱动器20将电源装置3的直流电变换为用于电动机4的驱动的3相的交流电。该电动机驱动器20也可为采用比如场效应晶体管(Field effect transistor，简称为FET)、缓冲电容器的等半桥电路。

[0065] 预备电源装置22在电源装置3的异常时使用，比如为小型电池、电容器等。运算器19的上述诊断机构24包括判断电源装置3的电力供给的异常的有无的电源诊断部。该电源诊断部不仅判断电源装置本身的异常，还判断从电源装置3而延伸的电力供给线束的断线等的异常。

[0066] 电力供给切换机构21由比如开关元件构成，在通过诊断机构24的电源诊断功能判定电源装置3的电力供给具有异常时，切换到预备电源装置22的电力供给。

[0067] 图4为表示在电动制动系统中，于上级ECU 18中设置控制量补充部29的例子的方框图。各控制装置2中的运算器19的控制运算机构23(图1)通过反馈控制器30，进行相对从上级ECU 18而提供的制动力目标值，反馈制动力的跟踪控制。在本实施方式中，给出直列输

出反馈补偿器的例子，但是也可采用状态反馈控制、非线性切换控制。

[0068] 另外，运算器19的控制运算机构23(图1)还具有控制量误差推算部的功能，其将相对状态转移模型Md(状态迁移式)的运算结果的通过制动力推算机构28而推算的制动力的差，即控制量误差作为Δy而输出。上述控制量误差为下述制动力之间的差，该制动力分别为，通过诊断机构24(图1)而检测到性能降低的电动制动装置DB的制动力，即通过制动力推算机构而推算的制动力、与通过诊断机构24(图1)而没有检测到性能降低的电动制动装置DB的制动力。

[0069] 在电动制动装置DB产生某种的性能降低的场合，运算器19的诊断机构24(图1)像后述的那样检测上述性能降低。此时，比如，具有还因为直线运动机构6、电动机4的尺寸公差或装配精度等的稍稍的误差范围内的影响，产生控制量误差Δy的可能性。诊断机构24(图1)也可采用静带(デッドバンド：dead band)、滤波器等以便去除这样的误差范围内的影响。

[0070] 在作为控制量误差推算部的控制运算机构23(图1)中，上述状态转移模型Md包括具有电动机4的电动机旋转角的状态量x(k)的模型运算值X'(k)、包括电动机4的电压或电流的操作量u(k)、包括具有电动机4和直线运动机构6的电动促动器的电动促动器惯性的状态转移矩阵A，包括制动力的控制量y(k)，其像下述那样而表示：

[0071] $X'(k)=A(k-1)X'(k-1)+B(k-1)u(k-1)$

[0072] $Y'(k)=C(k)X'(k)$

[0073] 上级ECU 18包括：各轮制动力运算部31与控制量补充部29，该各轮制动力运算部31对应分配给各电动制动装置DB的制动力目标值进行运算。该控制量补充部29在通过上述控制量误差推算部而推算产生控制量误差Δy时，针对产生了控制量误差Δy的电动制动装置DB以外的电动制动装置DB的制动力目标值，分配、相加相当于上述控制量误差Δy的制动力。

[0074] 具体来说，控制量补充部29首先检查电动制动装置DB的控制量误差Δy。接着，控制量补充部29将等于各电动制动装置DB的控制量误差Δy的总和的加法运算值分配、相加给：控制量误差Δy小于规定值的电动制动装置DB。此时，对电动制动装置DB的制动力目标值的分配比例还可为均等分配。上述规定值通过比如试验、模拟等的结果而确定。

[0075] 图5为通过俯视方式表示多个电动制动装置装载于车辆上的电动制动系统的图，图6为表示在本实施方式的电动制动系统中，一部分的电动制动装置产生性能降低的场合的时间和制动力的关系的图。像图5和图6所示的那样，给出下述的动作例子，其中，在某时间，设置于车辆的左后轮上的电动制动装置RL产生性能降低，各制动力目标值r_{FR}、r_{FL}、r_{RR}、r_{RL}分别没有追随右前轮、左前轮、右后轮、左后轮的电动制动装置FR、FL、RR、RL的制动力。在该场合，按照通过前述的控制量补充部29(图4)补充而抵消在左前轮的电动制动装置RL中产生的控制量误差Δy_{RL}的方式，其它的电动制动装置FR、FL、RR以大于各制动力目标值r_{FR}、r_{FL}、r_{RR}的制动力而进行动作。

[0076] 按照以上说明的电动制动系统，检测电动制动装置DB的性能降低，将相当于上述控制量误差的制动力，与正常的电动制动装置DB的制动力目标值相加，由此，可通过电动制动系统整体补充性能降低量的制动力。于是，即使在电动制动系统的一部分产生性能降低的情况下，仍可产生所希望的制动力。

[0077] 在通常时，主电源装置3分别向控制装置2和电动机4供给电力。在诊断机构24判定比如因电力供给线束的断线等，电源装置3的电力供给具有异常时，电力供给切换机构21从主电源装置3切换到预备电源装置22的电力供给。于是，可谋求电动制动系统整体的冗余化。

[0078] 对第2实施方式进行说明。

[0079] 在以下的说明中，对于与通过在各方式中在先进行的实施方式而说明的事项相对应的部分采用同一标号，省略重复的说明。在仅仅说明结构的一部分的场合，对于结构的其它的部分，只要没有特别的记载，与在先说明的实施方式相同。同一结构实现相同的作用效果。不仅可以有通过各实施方式而具体地说明的部分的组合，而且如果组合没有特别的妨碍，还可部分地将实施方式之间组合。

[0080] 图7为表示第2实施方式的电动制动系统的方框图。该图表示在切换到预备电源装置时，限制供给到电动机的电力的结构。在本例子中设置电力限制机构32，该电力限制机构32在通过上述电力供给切换机构21(图1)，从电源装置3(图1)切换到预备电源装置22(图1)的电力供给时，限制供给到电动机4的电力。

[0081] 在运算器19(图1)中设置电力限制机构32。该电力限制机构32包括：电力限制控制器33与限制电路34。限制电路34可通过来自电力限制控制器33的信号切换到有源状态和无源状态，其在平时处于无源状态。根据电源装置3(图1)的电压的变化等，诊断机构24检测电源装置3(图1)的异常，如果电力限制控制器33接收该结果，则电力限制控制器33使限制电路34处于有源状态，将输出电压抑制在设定电压以下。于是，限制供给到电动机4的电力。另外，电力限制控制器33还可为从上级ECU 18(图1)将电源装置3(图1)产生异常的情况作为信息而获取的样式。

[0082] 在该场合，电力限制机构32在从电源装置3(图1)切换到预备电源装置22(图1)的电力供给时，限制供给到电动机4的电力，由此谋求电动制动系统整体的冗余化。另外，可降低耗电量、谋求车辆的用电效率的提高。不但像这样，谋求冗余化和用电效率的提高，而且控制量误差推算部推算：作为进行电力限制的电动制动装置的制动力、与没有进行电力限制的电动制动装置的制动力的差的控制量误差，由此，可进行精细的控制。

[0083] 图8为表示第3实施方式的电动制动系统的方框图。该图表示在电动制动系统中，降低耗电量的结构。本例子的电力限制机构32包括：电力限制控制器33与指令限制控制器35。诊断机构24检测电源装置3(图1)的异常，如果电力限制控制器33接收该结果，则电力限制控制器33对指令限制控制器35进行电动制动装置DB的动作频率的降低、正效率线上的动作限制。由此可降低耗电量。此外，实现与图7所示的第2实施方式的电动制动系统相同的效果。

[0084] 图9为表示第4实施方式的电动制动系统的方框图。该图为表示与产生电动制动装置的异常造成的性能降低的场合相对应的结构的方框图。作为上述机械部件，列举有比如电动制动装置内的轴承、齿轮等。因这样的机械部件的异常，滑动阻力d增加，产生作为电动机转矩的误差的控制量误差。

[0085] 即使在产生这样的控制量误差的情况下，控制量补充部29(图4)仍将上述控制量误差与正常的电动制动装置的制动力目标值相加。于是，可通过电动制动系统的整体，补充性能降低量的制动力。

[0086] 在图4的例子中，于上级ECU 18中设置控制量补充部29，但是，不限于本例子。也可比如，像图10表示第5实施方式的电动制动系统的那样，在各电动制动装置DB的控制装置2中设置控制量补充部29A。按照本实施方式，各控制量补充部29A协同地计算控制量误差Δy的总和。

[0087] 还可在于4轮上装载电动制动装置的车辆中设置横摆力矩计算机构36(图4)，该横摆力矩计算机构36求出在该车辆中产生的横摆力，在通过控制量补充部29将相当于控制量误差Δy的制动力与制动力目标值相加时，控制量补充部29按照通过该横摆力矩计算机构36(图4)而检测的横摆力矩为已确定的值以下的方式，确定制动力加法运算值。在该场合，即使在电动制动系统的一部分产生性能降低的情况下，仍可通过电动制动系统的整体，补充性能降低量的制动力，并且可提高车辆的行驶安全性。

[0088] 也可让前后任意者的左右2轮采用电动制动装置，而剩余者采用液压式制动装置。上级ECU还可为电动制动系统装载车辆的VCU。电源装置也可为与低压电池、高压电池连接的DC/DC转换器。

[0089] 电动机4还可为比如无电刷DC电动机，也可为采用电刷、集电环等的DC电动机。

[0090] 直线运动机构也可为行星轮式丝杠、滚珠坡道(ball ramp)等的机构。

[0091] 车辆也可为通过电动机而驱动驱动轮的电动车，还可为混合动力车，其通过发动机而驱动前后轮中的一者，而通过电动机而驱动另一者。另外，还可在车辆中，采用仅仅通过发动机而驱动驱动轮的内燃机车。制动器的类型既可为盘式制动型、也可为鼓式制动型。

[0092] 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。

[0093] 标号的说明：

[0094] 标号2表示控制装置；

[0095] 标号4表示电动机；

[0096] 标号6表示直线运动机构(摩擦部件操作机构)；

[0097] 标号8表示制动盘；

[0098] 标号9表示摩擦部件；

[0099] 标号23表示控制运算机构(控制量误差推算部)；

[0100] 标号29表示控制量补充部；

[0101] 符号DB表示电动制动装置。

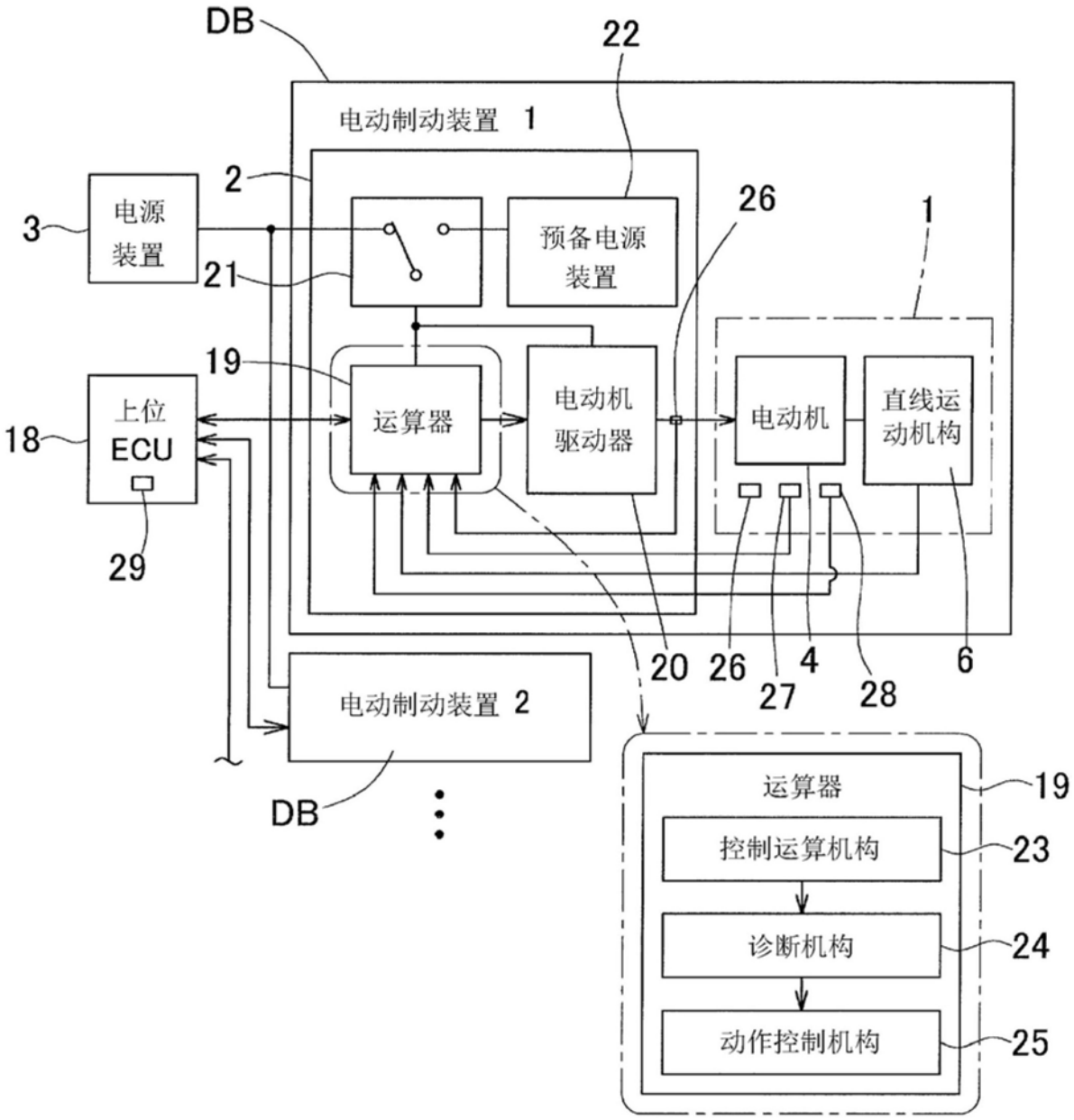

DB
22
电动制动装置 1
2
3
电源
装置
21
预备电源
装置
26
1
19
上位
ECU
18
运算器
电动机
驱动器
电动机
直线运
动机构
29
20
26
27
4
28
6
电动制动装置 2
DB
运算器
19
控制运算机构
23
诊断机构
24
动作控制机构
25

图1

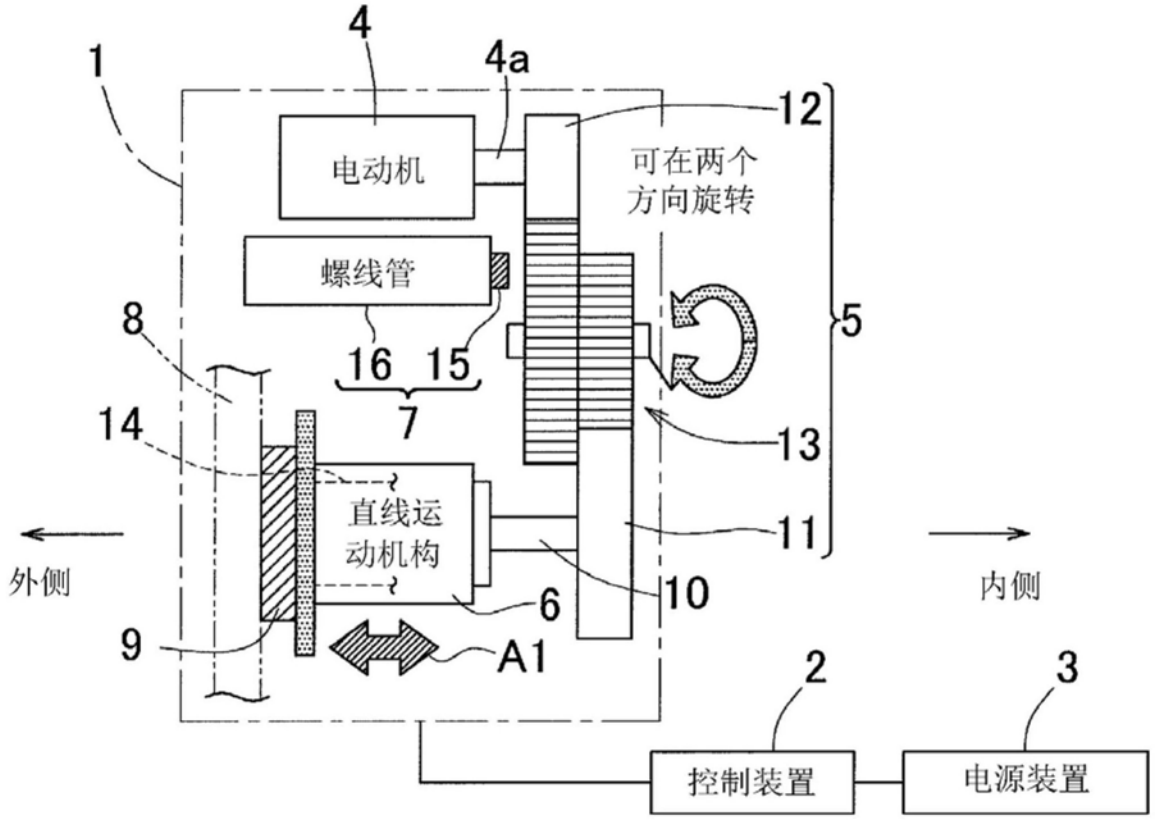

4
1
4a
12
电动机
可在两个
方向旋转
螺线管
8
16
15
5
7
14
13
直线运
动机构
11
外侧
内侧
10
6
9
A1
2
3
控制装置
电源装置

图2

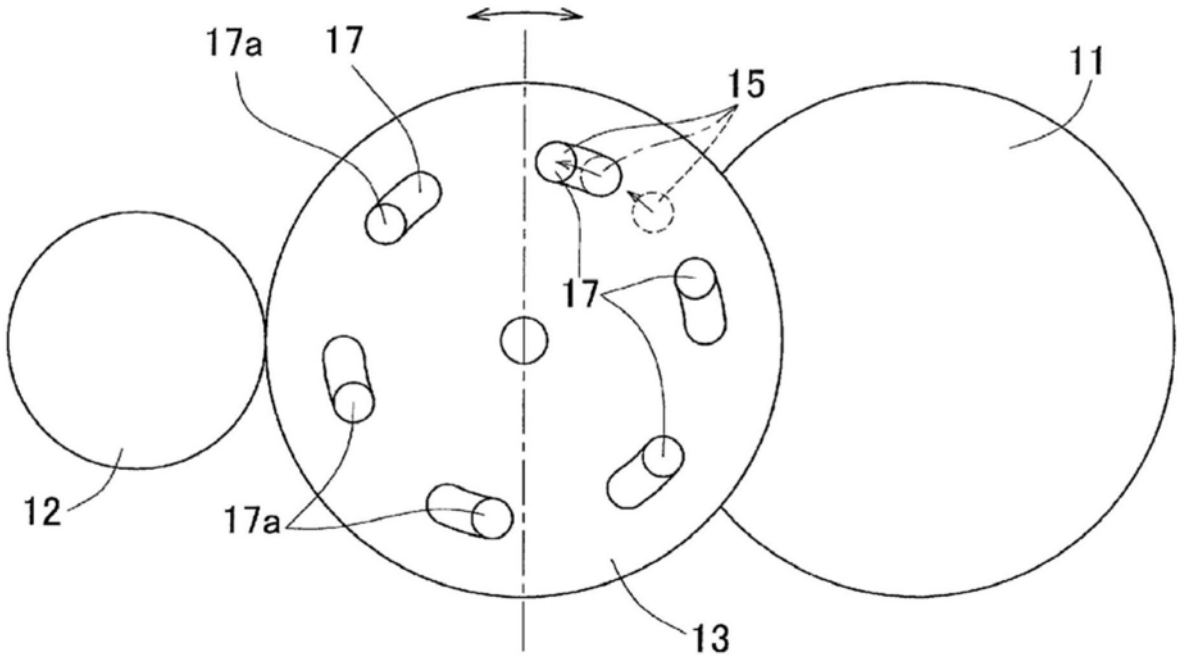

17a
17
15
11
17
12
17a
13

图3

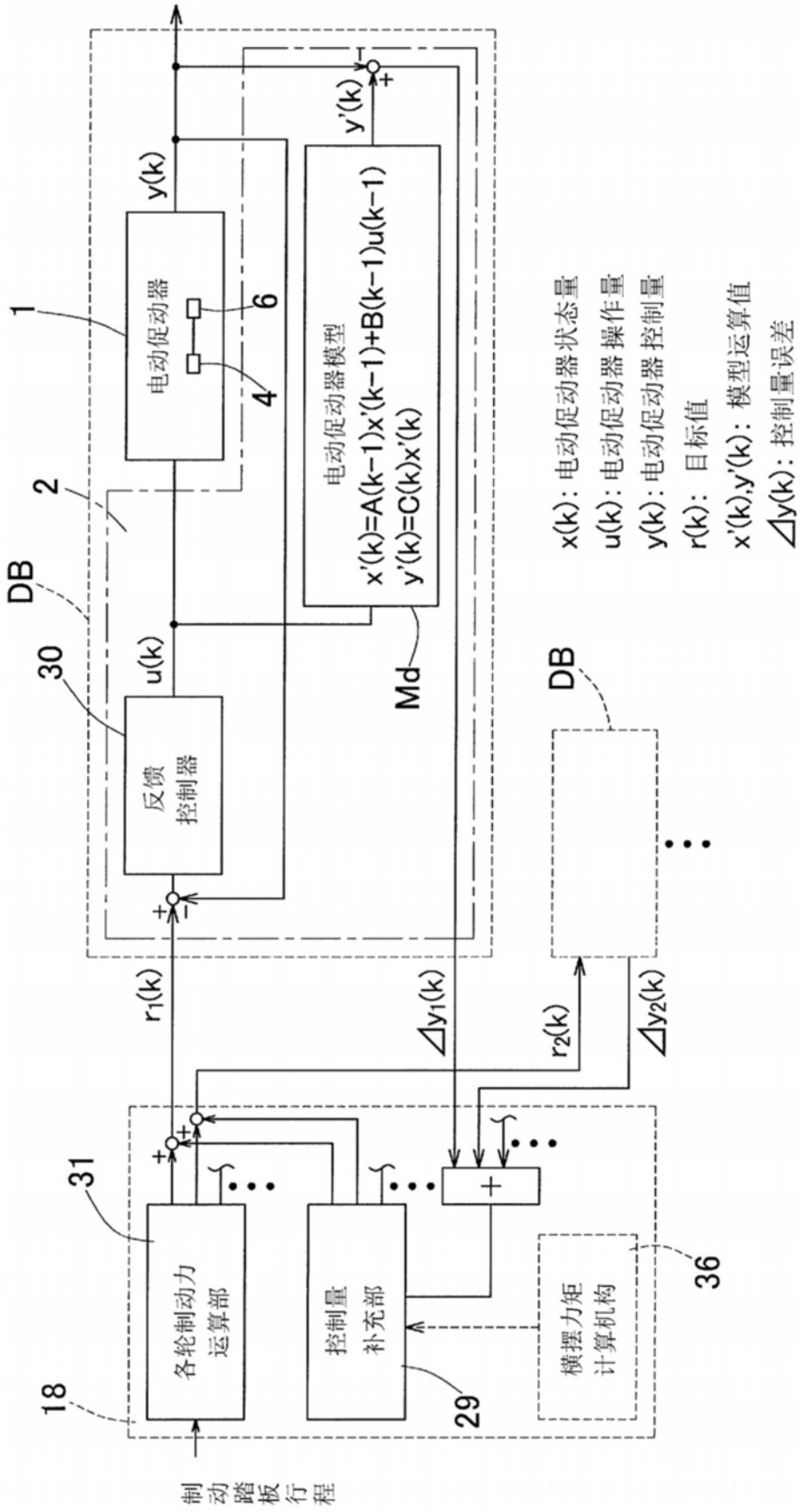

1
2
DB
30
电动促动器
6
4
y(k)
y'(k)
电动促动器模型
x'(k)=A(k-1)x'(k-1)+B(k-1)u(k-1)
y'(k)=C(k)x'(k)
u(k)
Md
反馈
控制器
DB
r1(k)
Δy1(k)
r2(k)
Δy2(k)
31
各轮制动力
运算部
控制量
补充部
29
横摆力矩
计算机构
36
18
制动踏板行程
x(k): 电动促动器状态量
u(k): 电动促动器操作量
y(k): 电动促动器控制量
r(k): 目标值
x'(k),y'(k): 模型运算值
Δy(k): 控制量误差

图4

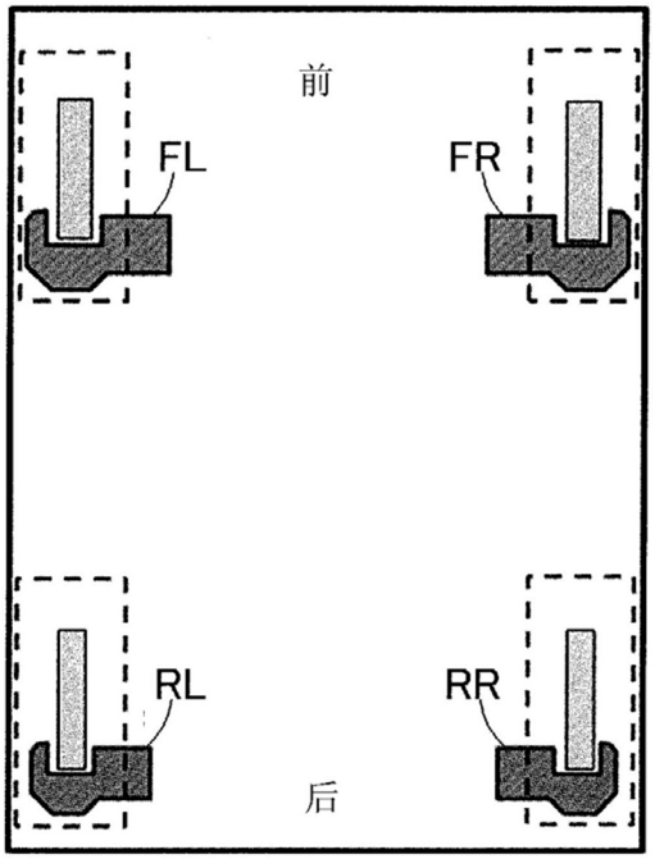

前
FL
FR
RL
RR
后

图5

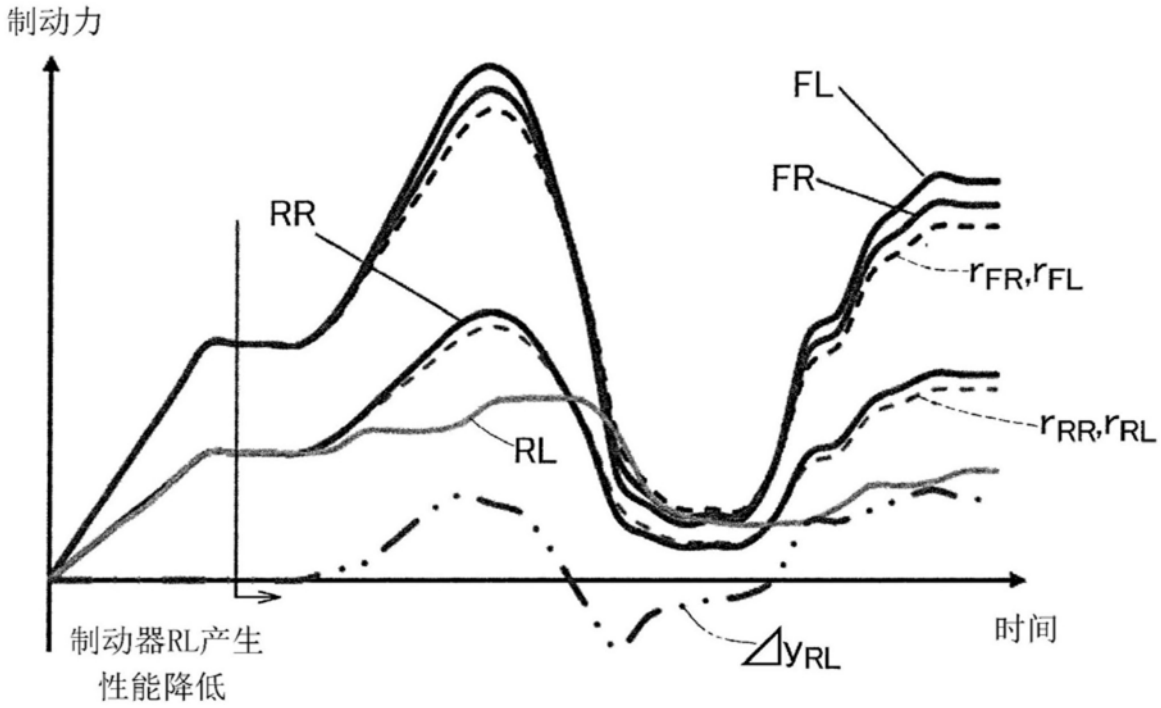

制动力
FL
FR
RR
r_{FR}, r_{FL}
r_{RR}, r_{RL}
RL
时间
制动器RL产生
性能降低
Δy_{RL}

图6

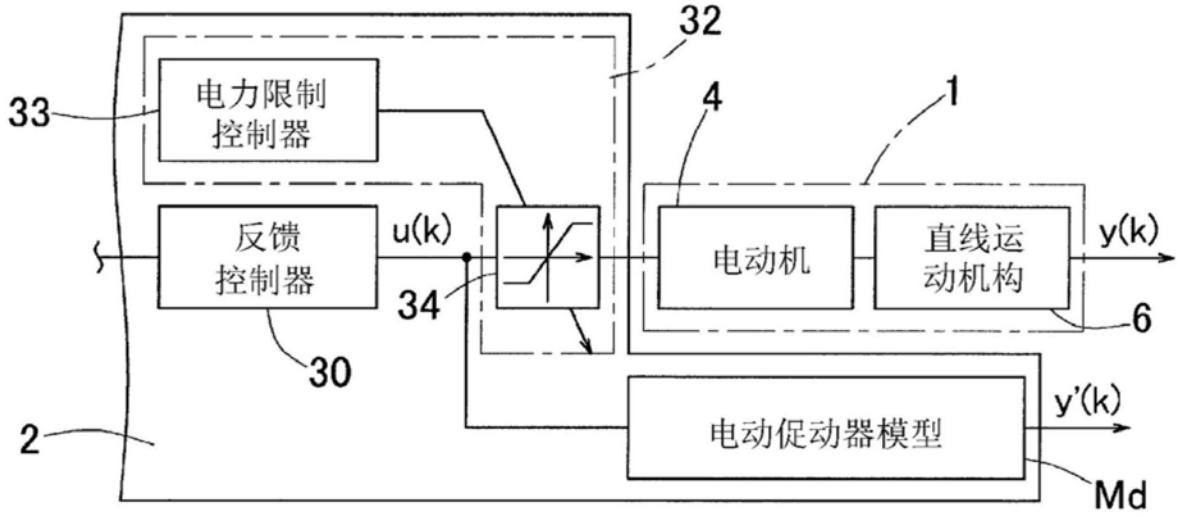

32
33
电力限制
控制器
4
1
反馈
控制器
u(k)
34
电动机
直线运
动机构
y(k)
6
30
2
电动促动器模型
y'(k)
Md

图7

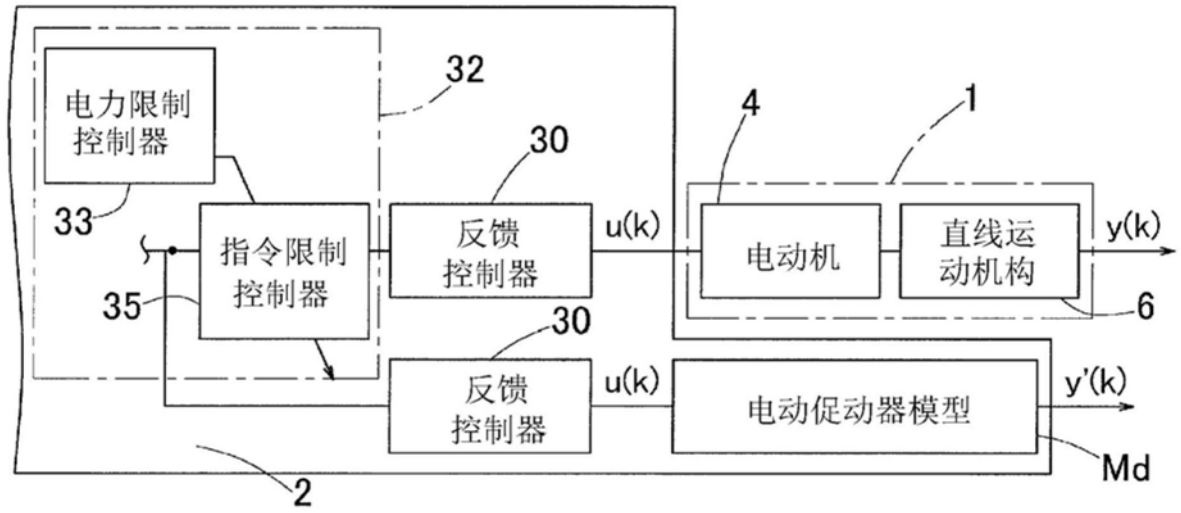

32
电力限制
控制器
33
4
1
30
指令限制
控制器
35
反馈
控制器
u(k)
电动机
直线运
动机构
y(k)
6
30
反馈
控制器
u(k)
电动促动器模型
y'(k)
Md
2

图8

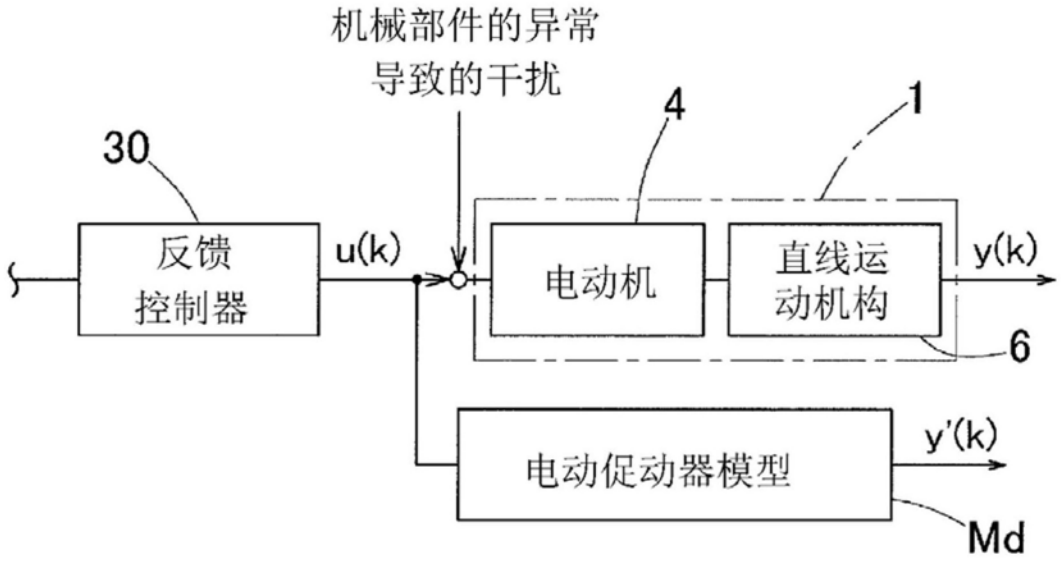


图9

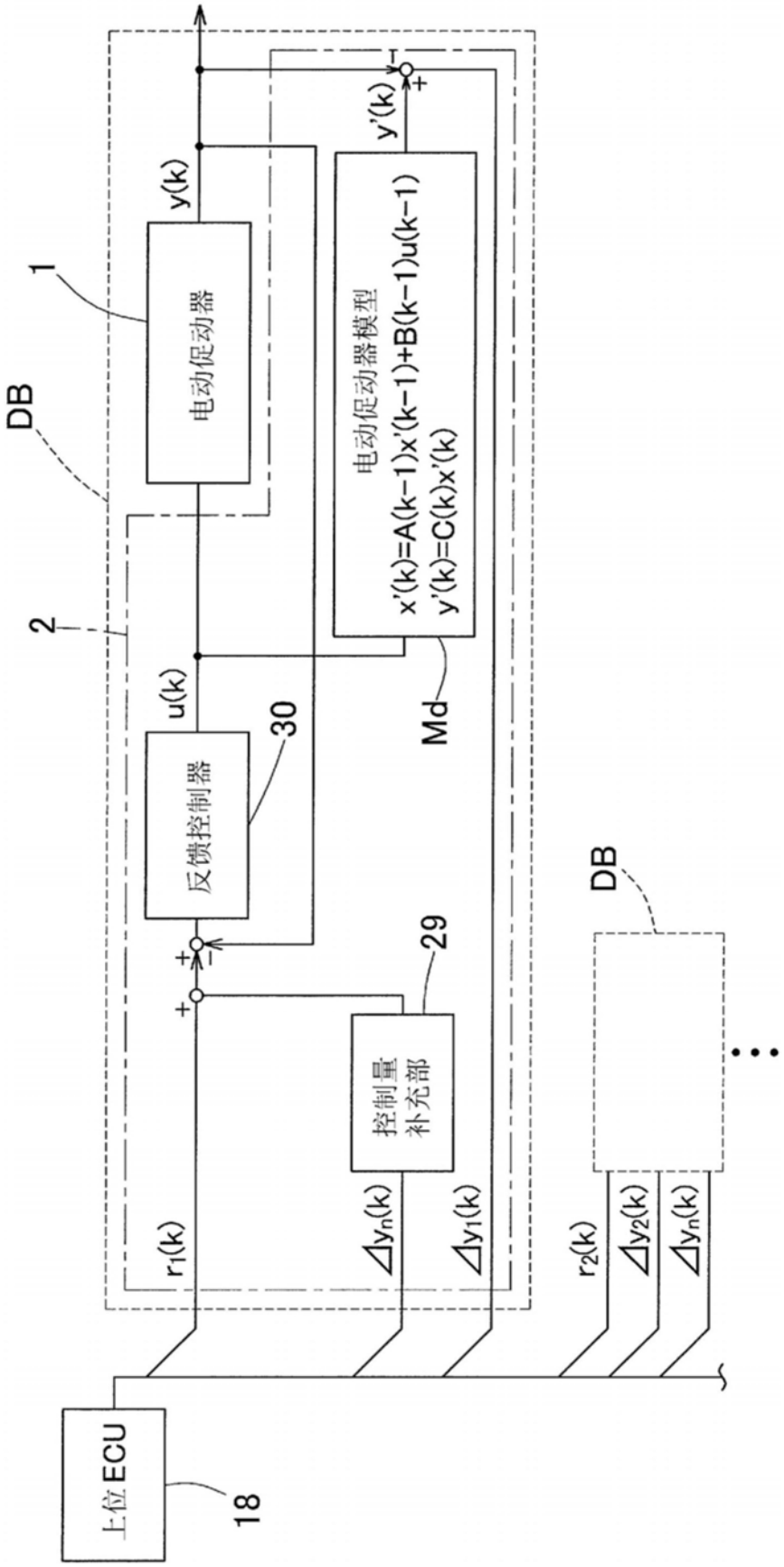

DB
1
电动促动器
y(k)
y'(k)
电动促动器模型
x'(k)=A(k-1)x'(k-1)+B(k-1)u(k-1)
y'(k)=C(k)x'(k)
Md
2
u(k)
反馈控制器
30
29
控制量
补充部
DB
上位 ECU
18
r1(k)
Δyn(k)
Δy1(k)
r2(k)
Δy2(k)
Δyn(k)

图10