



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104816716 B

(45)授权公告日 2018.12.14

(21)申请号 201510046536.1

(22)申请日 2015.01.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104816716 A

(43)申请公布日 2015.08.05

(30)优先权数据

2014-017779 2014.01.31 JP

(73)专利权人 日立汽车系统株式会社

地址 日本茨城县

(72)发明人 木川昌之 大下修治 松崎则和

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 岳雪兰

(51)Int.Cl.

B60T 17/22(2006.01)

B60T 13/74(2006.01)

(56)对比文件

WO 2013133177 A1, 2013.09.12,

US 2011251770 A1, 2011.10.13,

CN 102791544 A, 2012.11.21,

CN 101045433 A, 2007.10.03,

CN 101274623 A, 2008.10.01,

CN 102320292 A, 2012.01.18,

审查员 张明

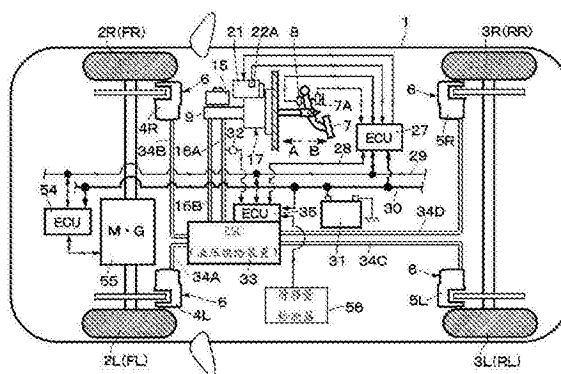
权利要求书1页 说明书14页 附图7页

(54)发明名称

制动控制装置

(57)摘要

一种制动控制装置,其在因再生制动而发生了滑移时能够保持车辆稳定。第二ECU(35)与检测车轮(2L,2R,3L,3R)滑移量的滑移量检测器(56)连接。第一ECU(27)具有再生滑移控制机构,该再生滑移控制机构在由电动发电机(55)进行再生制动中基于滑移量检测器(56)的检测值检测前轮(2L,2R)的滑移的期间,重复执行在使电动发电机(55)的再生制动量减少规定量之后将该再生制动量保持规定时间的滑移抑制控制。在该情况下,再生滑移控制机构将检测到前轮(2L,2R)的滑移时的再生制动的规定减少量设定为比之后的滑移抑制控制中的再生制动的规定减少量大。



1. 一种制动控制装置,被电动机驱动,控制该电动机的再生制动量,并且通过控制摩擦制动装置对车辆进行制动,该摩擦制动装置具有设置在各车轮上接受液压而移动的摩擦衬片,

该制动控制装置的特征在于,具有:

滑移量检测机构,其检测设置于所述车辆的所述车轮的滑移量;

再生滑移控制机构,其在由所述电动机进行再生制动中,当所述滑移量检测机构的检测值超过滑移阈值时,判断为所述车轮滑移,重复执行在使所述再生制动量减少规定量之后将减少的再生制动量保持规定时间的滑移抑制控制;

该再生滑移控制机构将检测到所述车轮的滑移时的所述再生制动量的规定减少量设定为比之后的所述滑移抑制控制中的所述再生制动量的规定减少量大。

2. 如权利要求1所述的制动控制装置,其特征在于,

检测到所述车轮的滑移时的所述再生制动的规定减少量是最初减少的再生制动量的减少量。

3. 如权利要求1所述的制动控制装置,其特征在于,

检测到所述车轮的滑移时的所述再生制动的规定减少量是再生制动量小于与用于检测所述车轮的滑移的滑移阈值相当的再生制动量的减少量。

4. 如权利要求1所述的制动控制装置,其特征在于,

所述规定减少量设置有:

第一减少量,其为检测到所述车轮的滑移时的最初的所述再生制动量;

第二减少量,其比该第一减少量小,在保持所述规定时间之后用于使所述再生制动量减少。

5. 如权利要求4所述的制动控制装置,其特征在于,

所述第一减少量是再生制动量小于与用于检测所述车轮的滑移的滑移阈值相当的再生制动量的减少量。

6. 如权利要求1所述的制动控制装置,其特征在于,

所述再生滑移控制机构使进行所述滑移抑制控制的间隔可变。

7. 如权利要求1所述的制动控制装置,其特征在于,

所述再生滑移控制机构在每次重复所述滑移抑制控制时使进行所述滑移抑制控制的间隔变长。

8. 如权利要求1所述的制动控制装置,其特征在于,

所述再生滑移控制机构在每次重复所述滑移抑制控制时使所述规定减少量减小。

9. 如权利要求1至8中的任一项所述的制动控制装置,其特征在于,

所述再生滑移控制机构设置在控制所述摩擦制动装置的控制器上。

10. 如权利要求1至8中的任一项所述的制动控制装置,其特征在于,

所述再生滑移控制机构设置在控制所述电动机的再生制动量的控制器上。

制动控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适合应用于例如汽车等车辆的制动控制装置。

背景技术

[0002] 例如在电动汽车、混合动力汽车等搭载有行驶用(驱动用)电动机(电动发电机、发电电动机)的车辆中,控制对摩擦衬片的摩擦制动力和电动机的再生制动力的分配,从而使车辆整体得到所希望的制动力(例如参照专利文献1)。

[0003] 专利文献1:(日本)特开2012-95391号公报

[0004] 在专利文献1所记载的现有技术中,根据车体速度和车轮速度计算出相对滑移率并根据该滑移率抑制再生制动大小。然而,该结构在再生制动量的增加量急剧变化的情况下,如果滑移率超过一定量,即使抑制再生制动量,制动量过剩的状态也有可能仍在持续。在该情况下,有可能导致车辆不稳定。

发明内容

[0005] 本发明鉴于上述现有技术问题而提出,本发明的目的在于提供一种在因再生制动而发生了滑移时能够保持车辆稳定的制动控制装置。

[0006] 为了解决上述课题,本发明提供一种制动控制装置,其被电动机驱动,控制该电动机的再生制动量,并且通过控制摩擦制动装置对车辆制动,该摩擦制动装置具有设置在各车轮上承受液压而移动的摩擦衬片,该制动控制装置具有:滑移量检测机构,其检测设置于所述车辆的所述车轮的滑移量;再生滑移控制机构,其在所述电动机的再生制动中,基于所述滑移量检测机构的检测值检测所述车轮的滑移的期间,重复执行在使所述再生制动量减少规定量之后将减少的再生制动量保持规定时间的滑移抑制控制;该再生滑移控制机构将检测到所述车轮的滑移时的所述再生制动量的规定减少量设定为比之后的所述滑移抑制控制中的所述再生制动量的规定减少量大。

[0007] 根据本发明,在因再生制动而发生了滑移时能够保持车辆稳定。

附图说明

[0008] 图1是搭载有实施方式的制动控制装置的车辆的示意图。

[0009] 图2是表示图1中的电动助力装置、液压供给装置等的结构图。

[0010] 图3是表示制动控制装置的控制处理的流程图。

[0011] 图4是表示实施方式的驱动轮制动量和驱动轮滑移量随时间变化的一例的特性曲线图。

[0012] 图5是表示驱动轮制动量和驱动轮滑移量随时间变化的其他例的特性曲线图。

[0013] 图6是表示第一变形例的驱动轮制动量和驱动轮滑移量随时间变化的一例的特性曲线图。

[0014] 图7是表示第二变形例的驱动轮制动量和驱动轮滑移量随时间变化的一例的特性

曲线图。

[0015] 符号说明

[0016] 2L, 2R前轮、3L, 3R后轮、6摩擦制动装置、7制动踏板、17电动助力装置、27第一ECU、33液压供给装置(ESC)、35第二ECU、54第三ECU、55电动发电机(电动机)、56滑移量检测器(滑移量检测机构)。

具体实施方式

[0017] 以下参照附图以将本发明实施方式的制动控制装置适用于电动汽车、混合动力汽车等搭载有电动机(电动发电机)的四轮汽车的情况为例详细进行说明。

[0018] 图1至图5表示本发明的实施方式。在图1中,在构成车辆的车身的车体1的下侧(路面侧)设置有例如左右的前轮2L, 2R和左右的后轮3L, 3R。在左右的前轮2L, 2R上分别设置有前轮侧轮缸4L, 4R,在左右的后轮3L, 3R上分别设置有后轮侧轮缸5L, 5R。

[0019] 这些轮缸4L, 4R, 5L, 5R构成基于液压的盘式制动器或鼓式制动器的液压缸,对各车轮(前轮2L, 2R及后轮3L, 3R)施加制动力。即,轮缸4L, 4R, 5L, 5R与承受液压而移动的摩擦衬片(摩擦垫或制动瓦)一起构成摩擦制动装置6(例如盘式制动器、鼓式制动器)。摩擦制动装置6设置在各车轮2L, 2R, 3L, 3R上,利用轮缸4L, 4R, 5L, 5R将摩擦衬片按压在与车轮2L, 2R, 3L, 3R一起旋转的旋转部件(盘或者鼓)上,从而能够利用摩擦衬片与旋转部件的摩擦进行车辆的制动。

[0020] 在车体1的前围板侧设置有制动踏板7。制动踏板7在车辆的制动操作时被驾驶员(司机)向图1和图2所示的箭头A方向踩踏操作。在制动踏板7上设置有制动开关7A和操作量检测传感器8,制动开关7A检测车辆制动操作的有无,例如使刹车灯(未图示)点亮或熄灭。另外,操作量检测传感器8检测制动踏板7的踩踏操作量(行程量)或踩踏力,将其检测信号输出到后述的ECU27, 35、车辆数据总线29等。制动踏板7一旦被踩踏操作,主缸9经由后述的电动助力装置17就产生制动液压。

[0021] 如图2所示,主缸9具有一侧成为开口端而另一侧成为底部被堵塞的有底筒状缸主体10。在该缸主体10上设置有与后述的贮液罐15内连通的第一供液口10A和第二供液口10B,第一供液口10A利用后述助力器活塞19的滑动位移而与第一液压室12A连通或断开。另一方面,第二供液口10B利用后述第二活塞11与第二液压室12B连通或断开。

[0022] 缸主体10的开口端侧使用多个安装螺栓(未图示)等能够装卸地固定安装在后述电动助力装置17的助力器外壳18上。主缸9构成为包括缸主体10、第一活塞(后述的助力器活塞19和输入杆20)及第二活塞11、第一液压室12A、第二液压室12B、第一复位弹簧13、第二复位弹簧14。在此,在图2中,用中途画有两根斜线的细线表示电路的信号线,用中途画有两根斜线的粗线表示电路的电源线,用中途未画有两根斜线的细线表示液压配管。

[0023] 在该情况下,在主缸9中,所述第一活塞由后述的助力器活塞19和输入杆20构成,形成于缸主体10内的第一液压室12A划分在第二活塞11和助力器活塞19(及输入杆20)之间。第二液压室12B在缸主体10内划分在缸主体10的底部与第二活塞11之间。

[0024] 第一复位弹簧13位于第一液压室12A内,配置在助力器活塞19与第二活塞11之间,对助力器活塞19向缸主体10的开端端侧施力。第二复位弹簧14位于第二液压室12B内,配置在缸主体10的底部与第二活塞11之间,对第二活塞11向第一液压室12A侧施力。

[0025] 主缸9的缸主体10在根据制动踏板7的踩踏操作使助力器活塞19(输入杆20)与第二活塞11向缸主体10的底部位移而切断第一供液口10A和第二供液口10B时,利用第一液压室12A和第二液压室12B内的制动液产生制动液压。另一方面,在解除了制动踏板7的操作的情况下,即在使制动踏板7返回到非制动位置的情况下,在助力器活塞19(及输入杆20)与第二活塞11利用第一复位弹簧13和第二复位弹簧14向缸主体10的开口部沿箭头B方向位移时,接收来自贮液罐15的制动液的补给,从而解除第一液压室12A和第二液压室12B内的液压。

[0026] 在主缸9的缸主体10上设置有内部收纳有制动液的作为工作液罐的贮液罐15,该贮液罐15向缸主体10内的液压室12A,12B供排制动液。即,在第一供液口10A利用助力器活塞19与第一液压室12A连通且第二供液口10B利用第二活塞11与第二液压室12B连通的期间,该液压室12A,12B内被供排贮液罐15内的制动液。

[0027] 另一方面,在第一供液口10A利用助力器活塞19与第一液压室12A断开且第二供液口10B利用第二活塞11与第二液压室12B断开时,贮液罐15内的制动液向该液压室12A,12B内的供排被切断。因此,在主缸9的第一液压室12A和第二液压室12B内,伴随制动操作而产生制动液压,该制动液压例如经由一对液压缸侧液压配管16A,16B被输送至后述的液压供给装置33(即,ESC33)。

[0028] 在车辆的制动踏板7与主缸9之间,设置有作为使制动踏板7的操作力(施加在制动踏板7上的踩踏力)增大的助力器或作为制动装置的电动助力装置17。该电动助力装置17基于操作量检测传感器8的输出驱动控制后述的电动促动器21(的电动马达22),从而可变地控制主缸9内产生的制动液压。

[0029] 电动助力装置17构成为包括:助力器外壳18,其固定设置在车体的前围板即车室前壁上;作为活塞的助力器活塞19,其能够移动地设置在该助力器外壳18上,相对于后述输入杆20能够相对移动;作为促动器的后述电动促动器21,其使该助力器活塞19沿主缸9的轴向进退移动,对该助力器活塞19施加助推力。

[0030] 助力器活塞19由在主缸9的缸主体10内能够从开口端侧沿轴向滑动地插入的筒状部件构成。在助力器活塞19的内周侧能够滑动地插入有作为输入部件的输入杆(输入活塞)20,该输入杆20随着制动踏板7的操作被直接推动,沿主缸9的轴向(即箭头A,B方向)进退移动。输入杆20与助力器活塞19一起构成主缸9的第一活塞,在输入杆20的后侧(一侧)端部连接有制动踏板7。在缸主体10内,在第二活塞11、助力器活塞19及输入杆20之间划分有第一液压室12A。

[0031] 助力器外壳18由内部收纳有后述减速机构24等的筒状减速器壳体18A、设置在该减速器壳体18A与主缸9的缸主体10之间且支承助力器活塞19使其能够沿轴向滑位的筒状支承壳体18B、隔着减速器壳体18A配置在支承壳体18B的轴向相反侧(轴向一侧)且堵塞减速器壳体18A的轴向一侧开口的具有台阶的筒状盖体18C构成。在减速器壳体18A的外周侧设置有用以固定支承后述电动马达22的支承板18D。

[0032] 输入杆20从盖体18C侧插入助力器外壳18内,在助力器活塞19内向第一液压室12A沿轴向延伸。在助力器活塞19与输入杆20之间安装有一对中立弹簧20A,20B。助力器活塞19及输入杆20利用中立弹簧20A,20B的弹簧力被弹性保持在中立位置,中立弹簧20A,20B的弹簧力对这些轴向的相对位移施加弹簧力。

[0033] 在制动器操作时,输入杆20的前端侧(轴向另一侧)端面承受作为制动反作用力的产生在第一液压室12A内的液压,输入杆20将其传递到制动踏板7。由此,车辆的驾驶员经由制动踏板7得到适当的踩踏响应,从而能够得到良好的踏板反馈。其结果,能够提高制动踏板7的操作感,保持良好的踏板反馈(踩踏响应)。另外,输入杆20构成为在相对于助力器活塞19以规定量前进时,与该助力器活塞19抵接,从而使助力器活塞19前进。利用该结构,在后述电动促动器21或第一ECU27失灵的情况下,能够利用对制动踏板7的踩踏力使助力器活塞19前进,从而使主缸9产生液压。

[0034] 电动助力装置17的电动促动器21由经由支承板18D设置在助力器外壳18的减速器壳体18A上的电动马达22、使该电动马达22的旋转减速并传递到减速器壳体18A内的筒状旋转体23的传动带等减速机构24、使筒状旋转体23的旋转变换为助力器活塞19的轴向位移(进退移动)的滚珠丝杠等直动机构25构成。助力器活塞19和输入杆20各自的前端部(轴向另一侧的端部)面向主缸9的第一液压室12A,利用从制动踏板7向输入杆20传递的踩踏力(推力)和从电动促动器21向助力器活塞19传递的助推力,在主缸9内产生制动液压。

[0035] 即,电动助力装置17的助力器活塞19构成基于操作量检测传感器8的输出(即,检测信号)被电动促动器21驱动而在主缸9内产生制动液压(主缸压)的泵机构。另外,在助力器外壳18的支承壳18B内设置有总是对助力器活塞19向制动解除方向(如1和图2所示的箭头B方向)施力的复位弹簧26。助力器活塞19在制动操作解除时,也就是使制动踏板7返回到非制动位置时,使电动马达22逆向旋转,从而利用复位弹簧26的作用力沿箭头B方向返回到如图2所示的初始位置。

[0036] 电动马达22例如使用DC无刷马达构成,在电动马达22上设置有被称为解角器的旋转传感器22A和检测马达电流的电流传感器(未图示)。旋转传感器22A检测电动马达22的旋转位置(电动马达的马达轴的旋转角),并将其检测信号发送到第一控制电路即控制单元(以下称为第一ECU27)。第一ECU27利用该旋转位置检测信号进行反馈控制。另外,旋转传感器22A具有作为旋转检测机构的功能,其基于检测到的电动马达22的旋转位置检测助力器活塞19相对于车体的绝对位移。

[0037] 并且,旋转传感器22A与操作量检测传感器8一起构成检测助力器活塞19和输入杆20的相对位移量的位移检测机构,这些检测信号被发送至第一ECU27。需要说明的是,作为所述检测机构,不限于解角器等旋转传感器22A,也可以由能够检测绝对位置(角度)的旋转型电位器等构成。减速机构24不限于传动带等,也可以使用例如齿轮减速机构等构成。另外,将旋转运动变化为直线运动的直动机构25也可以由例如齿轮齿条机构等构成。并且,减速机构24不是必须设置的,例如可以在筒状旋转体23上一体设置马达轴,将电动马达的定子配置在筒状旋转体23的周围,利用电动马达直接使筒状旋转体23旋转。

[0038] 第一ECU27例如由微型计算机等构成,构成电动助力装置17的一部分。第一ECU27与后述第二ECU35一起成为控制摩擦制动装置6的控制机构(摩擦制动控制机构)。具体而言,第一ECU27构成电气驱动控制电动助力装置17的电动促动器21(电动马达22)的第一控制电路(电动助力装置用控制器)。

[0039] 第一ECU27的输入侧与检测制动踏板7的操作的有无的制动开关7A、检测制动踏板7的操作量或踩踏力的操作量检测传感器8、电动马达22的旋转传感器22A及所述电流传感器、例如被称为L-CAN的能够通信的车载信号线28、与其他的车辆设备的ECU(例如后述的

第三ECU54)进行信号的收发的车辆数据总线29等连接。车辆数据总线29是搭载在车辆上的被称为V-CAN的串行通信部,进行面向车载的多路通信。另外,第一ECU27与电源线30连接,通过该电源线30接收来自电池31(参照图1)的电力供给。

[0040] 检测主缸9的制动液压的作为液压检测机构的液压传感器32例如是检测液压缸侧液压配管16A的液压的传感器,检测从主缸9经由液压缸侧液压配管16A向后述ESC33供给的制动液压。在本实施方式中,液压传感器32与后述的第二ECU35电连接,并且液压传感器32所检测到的检测信号从第二ECU35经由信号线28通过通信还发送至第一ECU27。需要说明的是,如果液压传感器32能够检测主缸9的制动液压,则可以直接安装在主缸9上,或者可以构成成为将检测信号不经由第二ECU35直接输入至第一ECU27。

[0041] 第一ECU27的输出侧与电动马达22、车载信号线28、车辆数据总线29等连接。并且,第一ECU27根据来自操作量检测传感器8、液压传感器32的检测信号等可变地控制利用电动促动器21在主缸9内产生的制动液压,并且还具有判断电动助力装置17是否正常工作的功能。

[0042] 在此,在电动助力装置17中,在制动踏板7被踩踏操作时,输入杆20向主缸9的缸主体10内前进,此时的动作被操作量检测传感器8检测出。第一ECU27利用来自操作量检测传感器8的检测信号向电动马达22输出起动指令,使电动马达22旋转驱动,该旋转经由减速机构24传递到筒状旋转体23,并且筒状旋转体23的旋转利用直动机构25变换为助力器活塞19的轴向位移。

[0043] 此时,助力器活塞19朝向主缸9的缸主体10内与输入杆20一体地前进,从而在主缸9的第一液压室12A和第二液压室12B内产生与制动踏板7向输入杆20施加的踩踏力(推力)和电动促动器21向助力器活塞19施加的助推力相对应的制动液压。另外,在将车辆整体的制动力分配为摩擦制动装置6的摩擦衬片的摩擦制动力和后述电动发电机55(参照图1)的再生制动力的情况下,即在通过摩擦制动力(摩擦制动)和再生制动力(再生制动)的两种制动力得到车辆整体的制动力的情况下,以用与再生制动力相对应的量使制动液压降低的方式,利用电动促动器21使助力器活塞19位移。

[0044] 需要说明的是,第一ECU27通过从信号线28接收来自液压传感器32的检测信号,能够监视在主缸9中产生的液压,从而能够判断电动助力装置17是否正常工作。

[0045] 接着,说明液压供给装置33(即,ESC33),该液压供给装置33设置在配置于车辆的各车轮(前轮2L,2R及后轮3L,3R)侧的轮缸4L,4R,5L,5R与主缸9之间。

[0046] ESC33构成将利用电动助力装置17在主缸9(第一液压室12A和第二液压室12B)内产生的制动液压作为每个车轮的轮缸压进行可变控制并分别供给到各车轮的(前轮2L,2R、后轮3L,3R)的轮缸4L,4R,5L,5R的轮缸压控制装置。

[0047] 即,ESC33在分别进行各种制动控制(例如,对各前轮2L,2R、后轮3L,3R分配制动力的制动力分配控制、防抱死制动控制、车辆稳定化控制等)的情况下,将需要的制动液压从主缸9经由液压缸侧液压配管16A,16B等向轮缸4L,4R,5L,5R供给。

[0048] 在此,ESC33将从主缸9(第一液压室12A和第二液压室12B)经由液压缸侧液压配管16A,16B输出的液压经由制动器侧配管部34A,34B,34C,34D分配供给到轮缸4L,4R,5L,5R。由此,如前所述,每个车轮(前轮2L,2R、后轮3L,3R)被分别赋予独立的制动力。ESC33构成成为包括后述的各控制阀40,40',41,41',42,42',45,45',46,46',53,53'、驱动液压泵47,47'

的电动马达48、液压控制用贮液罐52,52'。

[0049] 第二ECU35例如由微型计算机构成,构成ESC33的一部分。第二ECU35与第一ECU27一起成为控制摩擦制动装置6的控制机构(摩擦制动控制机构)。具体而言,第二ECU35构成电气驱动控制ESC33的第二控制电路(液压供给装置用控制器)。第二ECU35的输入侧与液压传感器32、信号线28、车辆数据总线29、后述的滑移量检测器56等连接。第二ECU35的输出侧与后述的各控制阀40,40',41,41',42,42',45,45',46,46',53,53'、电动马达48、信号线28、车辆数据总线29等连接。另外,第二ECU35与电源线30连接,通过该电源线30接收电池31(参照图1)的电力供给。

[0050] 在此,如后文所述,第二ECU35个别地驱动控制ESC33的各控制阀40,40',41,41',42,42',45,45',46,46',53,53'、电动马达48等。由此,第二ECU35对各轮缸4L,4R,5L,5R个别地进行对从制动器侧配管部34A~34D向轮缸4L,4R,5L,5R供给的制动液压进行减压、保持、增压或加压的控制。

[0051] 即,第二ECU35通过对ESC33进行控制而能够执行例如在车辆制动时根据接地荷重等对各车轮(前轮2L,2R及后轮3L,3R)分配适当的制动力的制动力分配控制、制动时自动调整各车轮2L,2R,3L,3R的制动力以防止车轮2L,2R,3L,3R抱死的防抱死制动控制、检测行驶中的车轮2L,2R,3L,3R的侧滑而与制动踏板7的操作量无关地适当地自动控制向各车轮2L,2R,3L,3R赋予的制动力且抑制转向不足和过度转向而使车辆稳定的车辆稳定化控制、在斜坡(特别是上坡)上保持制动状态而辅助起步的斜坡起步辅助控制、在起步等时防止车轮空转的牵引力控制、与先行驶车辆保持一定的车间距的车辆追踪控制、保持行车线的行车线防偏离控制、避免与车辆前方或后方的障碍物冲突的障碍物回避控制等。

[0052] ESC33具有第一液压系统36和第二液压系统36'的双系统液压回路,其中第一液压系统36与主缸9的一输出口(即,液压缸侧液压配管16A)连接,向左前轮(FL)侧的轮缸4L和右后轮(RR)侧的轮缸5R提供液压,第二液压系统36'与主缸9的另一输出口(即,液压缸侧液压配管16B)连接,向右前轮(FR)侧的轮缸4R和左后轮(RL)侧的轮缸5L提供液压。在此,第一液压系统36和第二液压系统36'具有相同的结构,因此以下仅说明第一液压系统36,关于第二液压系统,对各结构部件标注符号“'”,并省略各说明。

[0053] ESC33的第一液压系统36具有与液压缸侧液压配管16A的前端侧连接的制动管路37,制动管路37向第一管路部38和第二管路部39两个管路部分支而分别与轮缸4L,5R连接。制动管路37和第一管路部38与制动器侧配管部34A一起构成向轮缸4L供给液压的管路,制动管路37和第二管路部39与制动器侧配管部34D一起构成向轮缸5R供给液压的管路。

[0054] 在制动管路37上设置有制动液压的供给控制阀40,该供给控制阀40由使制动管路37开闭的常开电磁切换阀构成。在第一管路部38上设置有增压控制阀41,该增压控制阀41由使第一管路部38开闭的常开电磁切换阀构成。在第二管路部39上设置有增压控制阀42,该增压控制阀42由使第二管路部39开闭的常开电磁切换阀构成。

[0055] 另一方面,ESC33的第一液压系统36具有分别连接轮缸4L,5R侧和液压控制用贮液罐52的第一减压管路43和第二减压管路44,在这些减压管路43,44上分别设置有第一减压控制阀45和第二减压控制阀46。第一减压控制阀45和第二减压控制阀46由使减压管路43,44分别开闭的常闭电磁切换阀构成。

[0056] 另外,ESC33具有液压源即作为液压产生机构液压泵47,该液压泵47被电动马达48

旋转驱动。在此,电动马达48利用来自第二ECU35的供电被驱动,在供电停止时与液压泵47一起被停止旋转。液压泵47的排出侧经由止回阀49与制动管路37中比供给控制阀40靠近下游侧的位置(即,第一管路部38和第二管路部39分支的位置)连接。液压泵47的吸入侧经由止回阀50,51与液压控制用贮液罐52连接。

[0057] 液压控制用贮液罐52是为了临时贮存剩余的制动液而设置的,不限于制动系统(ESC33)的防抱死制动控制时,在除此之外的制动控制时也临时贮存从轮缸4L,5R的液压缸室(未图示)流出的剩余制动液。另外,液压泵47的吸入侧经由止回阀50和常闭的电磁切换阀即加压控制阀53与主缸9的液压缸侧液压配管16A(即,制动管路37中比供给控制阀40靠近上游侧的位置)连接。

[0058] 构成ESC33的各控制阀40,40',41,41',42,42',45,45',46,46',53,53'及驱动液压泵47,47'的电动马达48根据从第二ECU35输出的控制信号,按照预先确定的顺序进行各种工作控制。

[0059] 即,ESC33的第一液压系统36在驾驶员进行制动操作的正常工作时,使利用电动助力装置17在主缸9内产生的液压经由制动管路37及第一管路部38和第二管路部39直接供给至轮缸4L,5R。例如,在执行防抱死制动控制等的情况下,关闭增压控制阀41,42,保持轮缸4L,5R的液压,在使轮缸4L,5R的液压减压时,打开减压控制阀45,46,使轮缸4L,5R的液压以排放至液压控制用贮液罐52的方式排出。

[0060] 另外,为了执行车辆行驶时的稳定化控制(防侧滑控制)等,在使供给至轮缸4L,5R的液压增压时,在供给控制阀40闭阀的状态下,利用电动马达48使液压泵47工作,使从该液压泵47排出的制动液经由第一管路部38和第二管路部39供给至轮缸4L,5R。此时,通过使加压控制阀53开阀,将贮液罐15内的制动液从主缸9侧供给至液压泵47的吸入侧。

[0061] 这样,第二ECU35基于车辆运行信息等控制供给控制阀40、增压控制阀41,42、减压控制阀45,46、加压控制阀53及电动马达48(即,液压泵47)的工作,从而适当保持供给至轮缸4L,5R的液压或使其减压或增压。由此,执行前述的制动力分配控制、车辆稳定化控制、制动辅助控制、防抱死制动控制、牵引力控制、斜坡起步辅助控制等制动控制。

[0062] 另一方面,在停止电动马达48(即,液压泵47)的状态下进行正常的制动模式下,使供给控制阀40及增压控制阀41,42开阀,使减压控制阀45,46及加压控制阀53闭阀。在该状态下,当根据制动踏板7的踩踏操作使主缸9的第一活塞(即,助力器活塞19、输入杆20)和第二活塞11在缸主体10内沿轴向位移时,在第一、第二液压室12A内产生的制动液压从液压缸侧液压配管16A侧经由ESC33的第一液压系统36、制动器侧配管部34A,34D供给至轮缸4L,5R。在第二液压室12B内产生的制动液压从液压缸侧液压配管16B侧经由第二液压系统36'、制动器侧配管部34B,34C供给至轮缸4R,5L。

[0063] 另外,在由于电动助力装置17的失灵而导致助力器活塞19不能利用电动马达22工作的情况下,利用与第二ECT35连接的液压传感器32检测在第一液压室12A和第二液压室12B内产生的制动液压,将其检测值作为制动踏板7的操作量,执行使轮缸4L,45增压至与该检测值相应的轮缸压的辅助控制。在辅助控制中,使加压控制阀53和增压控制阀41,42开阀,使供给控制阀40及减压控制阀45,46适当开阀、闭阀。在该状态下,利用电动马达48使液压泵47工作,使从该液压泵47排出的制动液经由第一管路部38和第二管路部39供给至轮缸4L,5R。由此,能够基于在主缸9侧产生的制动液压,利用从液压泵47排出的制动液产生轮缸

4L,5R的制动力。

[0064] 需要说明的是,作为液压泵47,可以使用例如柱塞泵、余摆线泵、齿轮泵等公知的液压泵,但是考虑到车载性、静肃性、泵效率等,优选使用齿轮泵。作为电动马达48,例如可以使用DC马达、DC无刷马达、AC马达等公知的马达,但是在本实施方式中,从车载性的观点起步,使用DC马达。

[0065] 另外,ESC33的各控制阀40,41,42,45,46,53可以根据各使用方式而适当设置其特性,其中,通过使供给控制阀40及增压控制阀41,42为常开阀,减压控制阀45,46及加压控制阀53为常闭阀,在没有来自第二ECU35的控制信号的情况下,能够从主缸9向轮缸4L~5R供给液压。因此,从制动系统的可靠性及控制效率的观点起步,优选这样的结构。

[0066] 另一方面,在搭载于车辆的车辆数据总线29上连接有作为电气地驱动控制后述电动发电机55(参照图1)的第三控制电路(电力充电用控制器、再生协调控制装置)的第三ECU54。第三ECU54与第一ECU27和第二35同样地由微型计算机等构成,构成为例如包括控制电动发电机55的驱动状态(正常运转、再生运转)的电动发电机用控制器(控制装置)。

[0067] 在该情况下,第三ECU54利用在车辆减速时及制动时等车轮(本实施方式的情况下为前轮2L,2R)的旋转所带来的惯性力控制车辆驱动用电动机(电动马达)即电动发电机55,从而将动能作为电力回收(再生)并得到制动力。第三ECU54经由车辆数据总线29与第一ECU27和第二ECU35连接,构成控制再生制动量的控制机构(再生制动控制机构)。另外,第三ECU54与电源线30连接,通过该电源线30从电池31(参照图2)被供给电力。

[0068] 作为与第三ECU54连接的再生制动装置的电动发电机(M·G)55构成为在车辆加速等时进行用于使车辆行驶的驱动,在车辆减速等时基于车辆的惯性力进行发电(再生)的电动马达(发电电动机)。即,电动发电机55具有:基于例如车辆的蓄电装置(未图示)所积蓄的电力产生用于使车辆行驶的扭矩(旋转力)的马达(电动机)的作用,以及基于车辆的行驶惯性力进行发电的发电机(发电机)的作用。需要说明的是,在图1中,只表示作为车辆驱动源的电动发电机55,但是如果是电动汽车,则电动发电机55成为行驶用驱动源,如果是混合动力汽车,则电动发电机55和未图示的发电机(内燃机)成为行驶用驱动源。

[0069] 接着,说明利用第三ECU54和第一ECU27进行的再生协调控制。在此,再生协调控制是一种制动控制,其在减速及制动等时,基于车辆的惯性力使电动发电机55旋转,从而将动能作为电力回收(再生),并且从基于驾驶员的制动操作量计算出的所希望的制动力减去电动发电机55的再生所产生的制动力(再生制动力)来调整摩擦制动装置6的摩擦衬片的制动力(摩擦制动力),利用这两个制动力得到作为车辆整体所希望的制动力。

[0070] 即,在制动踏板7被操作时,除了直接产生对应于该制动踏板7的操作量的摩擦制动力之外,产生基于电动发电机55的动能的再生制动力时,车辆整体的制动力过多。于是,在再生协调控制中,通过使对应于制动踏板7的操作量的电动助力装置17(电动马达22)的控制量变化,使主缸9的液压减少与再生制动力相对应的量,从而通过摩擦制动量的制动力和再生制动量的制动力得到与制动踏板7的操作相对应的所希望的制动力。

[0071] 在此,在再生协调控制中产生的再生制动的最大值由通过使电动助力装置17的电动马达22的控制量变化而能够实现的主缸9的减压量来规定。因此,从控制电动马达22的第一ECU27经由车辆数据总线29将要求再生制动量发送至控制电动发电机55的第三ECU54。该要求再生制动量在第一ECU27中规定,但实际上使电动发电机55产生再生制动力的是第三

ECU54,所以要求再生制动量与实际的再生制动量有可能不同。

[0072] 在假设实际的再生制动量与要求再生制动量不同的情况下,液压产生的摩擦制动量与电动发电机55产生的再生制动量的总制动量减小。因此,有可能发生瞬间的减速度下降(减速度抜け)或减速度下降。为了抑制该瞬间的减速度下降或减速度的下降,将实际上产生的再生制动量作为执行再生制动量从第三ECU54经由车辆数据总线29向第一ECU27发送。第一ECU27基于接收到的执行再生制动量,规定与该执行再生制动量相当的主缸9的减压量,驱动电动马达22以产生加上该减压量的摩擦制动量,得到基于驾驶员的制动操作量计算出的所希望的制动力。需要说明的是,执行再生制动量是必须比要求再生制动量小的值。

[0073] 然而,在进行再生协调控制的车辆中,有时发生如下的行驶场景。即,在行驶中驾驶员踩踏制动踏板7执行再生协调控制时,如上所述,由于摩擦制动量减少再生制动量的量,因此驱动轮(本实施方式为前轮2L,2R)的总制动量与不实施再生协调控制时相比变大。此时,如果驱动轮的总制动量比滑移临界量大,则有可能在车辆旋转时驱动轮发生滑移。在该情况下,发生过度转向(或转向不足),有可能导致车辆不稳定。另外,由于驱动轮的制动量变大而发生滑移,有可能导致与不实施再生协调控制时相比ESC33的防抱死制动控制提前开始即有可能导致所谓防抱死制动控制提前介入。

[0074] 于是,在本实施方式中,例如检测成为驱动轮的前轮2L,2R的滑移量(或者滑移率),在该驱动轮(前轮2L,2R)的制动量比滑移临界量大的情况下,在滑移初期阶段,通过使再生制动量大幅减少,使驱动轮(前轮2L,2R)的总制动量减小,从而能够谋求抑制车辆稳定性的变化和防抱死制动控制的提前介入。为此,在第二ECU35上连接有检测设置于车辆的车轮2L,2R,3L,3R的滑移量(或者滑移率)的作为滑移量检测机构的滑移量检测器56。

[0075] 滑移量检测器56例如可以由检测各车轮2L,2R,3L,3R的转速的车轮速度传感器构成。在该情况下,能够基于驱动轮的前轮2L,2R的转速和从动轮的后轮3L,3R的转速的差,计算出驱动轮的前轮2L,2R的滑移量。另外,滑移量检测器56例如还可以由检测驱动轮的前轮2L,2R的转速的车轮速度传感器和检测变速器的旋转轴的转速的车速传感器构成。在该情况下,能够基于由车轮速度传感器检测的车轮速度和由车速传感器检测的车速(车体速度、车辆速度)的差,计算出驱动轮的前轮2L,2R的滑移量。需要说明的是,在图1和图2中,为了便于说明,分别记载了滑移量检测器56和ESC33的第二ECU35,但是可以使第二ECU35具备滑移量检测功能。在该情况下,在第二ECU35上连接有检测各车轮2L,2R,3L,3R的转速的车轮速度传感器。

[0076] 另一方面,例如,第一ECU27具有再生滑移控制机构(后述的图3中的步骤3、步骤6的处理),该再生滑移控制机构在电动发电机55的再生制动中,根据经由第二ECU35、车辆数据总线29接收到的滑移量检测器56的检测值检测到车轮(具体而言是驱动轮的前轮2L,2R)滑移时,使电动发电机55的再生制动量减少。该再生滑移控制机构在电动发电机55的再生制动中,基于滑移量检测器56的检测值检测到驱动轮的前轮2L,2R滑移的期间,反复执行在使电动发电机55的再生制动量减少规定量之后将减少的再生制动量保持规定时间的滑移抑制控制。

[0077] 在该情况下,在再生滑移控制机构中,检测到车轮(前轮2L,2R)滑移时的再生制动的规定减少量(例如第一次的规定减少量)设定为比之后的滑移抑制控制中的再生制动的

规定减少量(例如第二次的规定减少量)大。即,如后述的图4和图5所示,再生滑移控制机构在驱动轮的滑移量达到滑移阈值以上时,通过使电动发电机55的再生制动量减少,使驱动轮制动量阶段性地减少。在该情况下,再生制动量的减少量设定为初期(例如最初)的减少量比之后的(例如第二次以后)的减少量大。由此,能够在由于再生制动而导致滑移发生时保持车辆稳定。需要说明的是,利用第一ECU27执行的图3的处理将在后文中叙述。

[0078] 实施方式的制动控制装置具有如上所述的结构,接着说明其工作。

[0079] 首先,在车辆的驾驶员踩踏操作制动踏板7时,输入杆20沿箭头A方向压入,来自操作量检测传感器8的检测信号输入至第一ECU27。第一ECU27根据该检测值对电动助力装置17的电动促动器21进行工作控制。即,第一ECU27基于来自操作量检测传感器8的检测信号,对电动马达22进行供电,旋转驱动该电动马达22。在该情况下,第一ECU27计算出从与制动踏板7的行程量相对应的驾驶员所意图的制动力(车辆整体的制动力)减去电动发电机55的再生所产生的制动力(再生制动力)所得到的在摩擦制动装置6中应该产生的制动力(摩擦制动力),通过向电动马达22供电,旋转驱动该电动马达22,得到为了得到该制动力所需要的液压。

[0080] 电动马达22的旋转经由减速机构24传递到筒状旋转体23,并且筒状旋转体23的旋转利用直动机构25变换为助力器活塞19的轴向位移。由此,电动助力装置17的助力器活塞19向主缸9的缸主体10内沿前进方向位移,在主缸9内的第一液压室12A和第二液压室12B内产生与从制动踏板7向输入杆20赋予的踩踏力(推力)和从电动促动器21赋予助力器活塞19的助推力对应的制动液压。

[0081] 接着,在各车轮(前轮2L,2R及后轮3L,3R)侧的轮缸4L,4R,5L,5R与主缸9之间设置的ESC33将利用电动助力装置17在主缸9(第一液压室12A和第二液压室12B)内产生的作为主缸压的液压从液压缸侧液压配管16A,16B经由ESC33内的液压系统36,36'及制动器侧配管部34A,34B,34C,34D向轮缸4L,4R,5L,5R可变地进行控制,并且作为每个车轮的轮缸压进行分配供给。由此,对车辆的各车轮(各前轮2L,2R、各后轮3L,3R)经由轮缸4L,4R,5L,5R赋予适当的制动力。

[0082] 另外,控制ESC33的第二ECU35基于通过信号线28接收到的来自操作量检测传感器8的检测信号,向电动马达48供电,使液压泵47,47'工作,有选择地使各控制阀40,40',41,41',42,42',45,45',46,46',53,53'开阀闭阀。由此,能够执行制动力分配控制、防抱死制动控制、车辆稳定化控制、斜坡起步辅助控制、牵引力控制、车辆追踪控制、行车线防偏离控制、障碍物回避控制等。特别是,在防抱死制动控制中,滑移量检测器56检测到的车轮2L,2R,3L,3R的滑移量(或者滑移率)持续规定时间而超过防抱死滑移阈值时,使各控制阀40,40',41,41',42,42',45,45',46,46',53,53'有选择地开阀闭阀,使轮缸4L,4R,5L,5R的制动压减压、保持或增压,从而抑制车轮2L,2R,3L,3R的滑移(抱死)。

[0083] 然而,在所述专利文献1的现有技术中,根据车体速度和车轮速度计算出相对滑移率,并根据该滑移率抑制再生制动的大小。另一方面,例如为了增大基于再生制动的再生电力以谋求电力续航里程的延迟,考虑增大再生驱动区域,也就是使制动量的增加梯度变陡。然而,如果使增加梯度变陡,则有可能使驱动轮所产生的制动量变化率增大,导致使驱动轮的制动力比滑移临界大的制动力过多的时间变长。即,在例如专利文献1的构成中,当滑移率超过一定量时,即使抑制再生制动量,也可能使制动量过剩的状态持续,导致使车辆不稳

定。

[0084] 对此,在本实施方式中,如上所述,在检测到驱动轮的前轮2L,2R滑移时,使再生制动量减少,从而使驱动轮制动量减少。在该情况下,将检测到滑移时的再生制动减少量设定为比之后的再生制动减少量大,从而构成为即使发生滑移也能够保持车辆稳定。

[0085] 接着,使用图3的流程图说明在第一ECU27进行的再生控制处理(再生滑移抑制处理)。需要说明的是,图3的处理在对第一ECU27通电的期间,利用第一ECU27每隔规定的控制时间(规定的控制周期)反复执行。

[0086] 在因开始向第一ECU27通电(或者驾驶员在车辆行驶中操作制动踏板7)而开始图3的处理工作时,第一ECU27在步骤1中计算出驱动轮的前轮2L,2R的滑移量。该滑移量基于滑移量检测器56的检测值算出。例如,在滑移量检测器56由检测各车轮2L,2R,3L,3R的转速的车轮速度传感器构成的情况下,能够基于驱动轮的前轮2L,2R的转速和从动轮的后轮3L,3R的转速的差,计算出驱动轮的前轮2L,2R的滑移量。另外,滑移量也可以基于由车轮速度传感器检测的车轮速度和由车速传感器检测的车速(车体速度、车辆速度)的差计算出。

[0087] 接着,在步骤2中,判断在步骤1中计算出的滑移量是否在滑移阈值以上。在此,滑移阈值成为用于判断是否需要使驱动轮(前轮2L,2R)的制动量(增大)减少的判断值,该判断值预先通过实验、计算、模拟等设定,使得能够适当地减少再生控制量以保持车辆稳定。

[0088] 在步骤2中,判断为“是”即滑移量在滑移阈值以上时,滑移量增大,导致车辆稳定性恶化、防抱死制动控制提前介入的可能性变高。在该情况下,进入步骤3,使驱动轮(前轮2L,2R)的再生制动量(再生扭矩)较大程度地减少。其理由是,再生制动量的增加梯度越变陡,在步骤2中判断为“是”时,如图4和图5所示,通过实施再生协调,驱动轮的制动量比滑移临界量更大,因此需要更早地使驱动轮的制动量设定为比滑移临界量小。

[0089] 另外,检测滑移量为止的时间越长,滑移限界量与驱动轮制动量的差越大。在滑移限界量与驱动轮制动量的差增大时,滑移量增加,导致车辆稳定性恶化、防抱死制动控制的提前介入的可能性增大。因此,在判断为滑移量在滑移阈值以上的情况下,使更多的再生制动量(再生扭矩)减少,更早地使驱动轮的制动量减小,从而能够抑制车辆稳定性恶化、防抱死制动控制的提前介入。因此,预先通过实验、计算、模拟等设定某值,使得在步骤3中使再生制动量减少的程度即“使再生制动量较大程度地减少”达到例如可以通过第一次减少就充分下降到低于滑移阈值的该值。在步骤3中,使驱动轮(前轮2L,2R)的再生制动量(再生扭矩)较大程度地减少之后,经由“返回”而返回到开始,重复执行步骤1之后的处理。

[0090] 另一方面,在步骤2中,在判断为“否”即滑移量未达到滑移阈值的情况的下,滑移量较小,认为导致车辆稳定性恶化、防抱死制动控制的提前介入的可能性较低。然而,即使未达到滑移阈值,滑移量仍有可能不是足够低的值。另外,例如虽然在当前控制周期之前,通过步骤3或步骤6进行了使再生制动量(再生扭矩)减少的处理,但是滑移量仍有可能不是足够低的值。

[0091] 于是,在步骤2中判断为“否”的情况下,进入步骤4,判断滑移量是否在与充分低的值(应成为目标的值)对应的目标滑移量以上。在此,目标滑移量是用于判断滑移量是否为充分低的值的判断值,更具体而言,是用于判断是否需要使驱动轮(前轮2L,2R)的制动量(减小)减少的判断值,预先通过实验、计算、模拟等设定该判断值,使得能够适当地减少再生制动量以保持车辆稳定。

[0092] 在步骤4中,在判断为“否”即滑移量未达到目标滑移量的情况下,由于滑移量充分低(滑移量为零或较小),因此不经由后述的步骤5、6的处理,而经由“返回”而返回至开始,反复执行步骤1之后的处理。即,在步骤4中判断为“否”的情况下,不进行使再生制动量(再生扭矩)减少的处理(持续正常的再生协调控制)。

[0093] 另一方面,在步骤4中判断为“是”即滑移量在目标滑移量以上的情况下,进入到步骤5,判断是否在当前控制周期之前进行的使再生制动量减少的处理之后经过了一定时间。即,判断是否从使上一次的再生制动量减少之后经过了规定的时间。由此,确保再生制动量的减少间隔保持一定时间,从而将再生制动量保持一定时间。

[0094] 其理由是,在使再生制动量减少时,例如在一次性使所有的再生制动量减少时,需要以液压产生与瞬时减少的再生制动量的制动量相对应的摩擦制动量,但是根据主缸9的液压上升的响应性的不同,有可能不能产生与减少量的再生制动量相对应的摩擦制动量。在该情况下,制动力不足,有可能导致车辆稳定性恶化、瞬间的减速度下降。于是,在步骤5中,判断是否在再生扭矩减少之后经过了一定时间,以便能够在使再生制动量减少之后保持该减少的再生制动量。一定时间的值预先通过实验、计算、模拟等设定,使得能够抑制制动力不足(车辆稳定性恶化、瞬间的减速度下降)。

[0095] 在步骤5中,在判断为“否”即上一次的再生制动量(再生扭矩)减少之后未经过一定时间的情况下,不经由后述的步骤6,保持当前的再生制动量,经由“返回”而返回到开始,反复执行步骤1之后的处理。另一方面,在步骤5中,在判断为“是”即之前的再生制动量(再生扭矩)减少之后经过了一定时间的情况下,进入到步骤6。

[0096] 在步骤6中,使驱动轮(前轮2L,2R)的再生制动量(再生扭矩)以比步骤3的处理中的减少量小的量减少。这样使再生制动量较小程度地减少的理由是,如上所述,如果再生制动量的减少量较大,则根据主缸9的液压上升的响应性的不同,有可能导致制动力不足,使减速度下降。然而,在滑移量在滑移阈值以上时,为了使驱动轮(前轮2L,2R)的制动量提前比滑移限界量小,通过步骤3的处理,使再生制动量(再生扭矩)较大程度地减少。与之相对,在步骤6中,因为滑移量未达到滑移阈值,使再生制动量(再生扭矩)较小程度地减少,抑制伴随响应性的制动力(减速度下降)不足。因此,预先通过实验、计算、模拟等设定某值,使得在步骤6中使再生制动量减少的程度即“使再生制动量较小地减少”达到例如抑制伴随响应性的制动力不足(减速度低下)的值。在步骤6中,如果使驱动轮(前轮2L,2R)的再生制动量(再生扭矩)较小程度地减少,则经由“返回”而返回至开始,反复执行步骤1之后的处理。

[0097] 这样,在车辆行驶中驾驶员踩踏操作制动踏板7进行再生协调控制时,如果驱动轮(前轮2L,2R)的制动量比滑移临界量大,则从第一ECU27将基于图3的步骤3的处理减少的要求再生制动量经由车辆数据总线29发送至第三ECU54。由此,因为接受到的要求再生制动量比执行再生制动量小,所以第三ECU54使驱动轮的再生制动量减小,经由车辆数据总线29向第一ECU27发送减少后的再生制动量(执行再生制动量)。

[0098] 第一ECU27计算出接收的执行再生制动量与驾驶员踩踏操作制动踏板7而应该产生的总制动量的差。由于该该计算出的差成为与制动踏板7的踩踏操作对应的摩擦制动装置6所需的摩擦制动量,因此第一ECU27计算出能够产生该摩擦制动量的主缸9的液压,并且为了产生该液压而使电动助力装置17的电动马达22工作。通过该工作,使主缸9的液压增压,从而使摩擦制动装置6产生对总制动量需要的摩擦制动量。在此,利用摩擦制动量补充

相当于通过上述步骤3的处理较大程度地减少的再生制动量(再生扭矩)的量,但此时的摩擦制动量对四个车轮作用,不会像再生控制那样突然作用,因此,能够抑制驱动轮的滑移状态持续。另外,在利用摩擦制动量对通过上述步骤6的处理较小程度地减少的再生制动量进行补充过程中,因为知道减少的时机,所以正好在该时机产生摩擦制动量成为可能。其结果,在车辆行驶中驾驶员踩踏操作制动踏板7进行再生协调控制时,即使在驱动轮的制动量较大而导致发生车轮滑移时,也能够实施适当的制动量的切换(使再生制动量阶段性地减少,使摩擦制动量仅增加再生制动量的减少量,由此以再生制动量的减少量对总制动量进行补充)。由此,能够抑制车辆稳定性恶化、防抱死制动系统提前工作。

[0099] 如上所述,在实施方式中,能够在发生滑移时保持车辆稳定。即,第一ECU27在利用步骤2的处理检测到车轮(例如驱动轮的前轮2L, 2R)滑移时,利用步骤3的处理使再生制动量减少。在该情况下,步骤3处理的再生制动的减少量设定为比之后的再生制动即步骤6处理的再生制动的规定减少量大。由此,能够使滑移发生时的初期(最初)再生制动的规定减少量增大,能够抑制制动量过剩的状态持续(能够使制动量过剩的状态持续时间较短)。其结果,能够在滑移发生时保持车辆稳定。

[0100] 图4和图5表示驱动轮制动量和驱动轮滑移量随时间的变化。其中图4表示进行步骤3的使再生制动量减少的处理之后,重复三次步骤6的使再生制动量减少的处理的示例。在该情况下,利用步骤3的使再生制动量减少的处理使驱动轮制动量低于滑移限界量之后,重复三次步骤6的使再生制动量减少的处理直至驱动轮的滑移量下降至低于目标滑移量。另一方面,图5表示在进行步骤3的使再生制动量减少的处理之后,进行一次步骤6的使再生制动量减少的处理的示例。在该情况下,利用步骤3的使再生制动量减少的处理使驱动轮制动量下降至低于滑移限界量之后,进行一次步骤6的使再生制动量减少的处理,从而使驱动轮的滑移量低于目标滑移量。无论哪种情况,都能够抑制制动量过剩的状态(在滑移限界量以上的状态)持续,从而能够在滑移发生时保持车辆稳定。

[0101] 需要说明的是,在上述实施方式中,图3的步骤2、步骤3、步骤5及步骤6的处理表示本发明的构成即再生滑移控制机构的具体例。

[0102] 在上述实施方式中,举例说明了使再生制动量减少的间隔(进行滑移抑制控制的间隔)为一定的情况。然而,并不限于此,例如可以如图6所示的第一变形例那样,使进行滑移抑制控制(使再生制动减少)的间隔 t_1, t_2 可变($t_1 < t_2$)。在该情况下,例如可以使从滑移发生时经过的时间越短,进行滑移抑制控制的间隔越小。即,通过使 $t_1 < t_2$,能够使滑移发生初期的再生制动的(合计)减少量增大。相反而言,在每次重复滑移抑制控制时,能够使进行滑移抑制控制的间隔增长。由此,从这点来看,也能够使滑移发生时保持车辆稳定。

[0103] 在上述实施方式中,举例说明了再生制动量减少时的规定减少量为一定(步骤6的规定减少量为一定)的情况。但是,不限于此,例如如图7所示的第二变形例那样,在每次重复滑移抑制控制时,可以使规定减少量 a, b, c, d, e, f 较小($a > b > c > d > e > f$)。在该情况下,能够抑制滑移发生初期的再生制动减少量较大,以及之后再生制动的规定减少量过大。由此,能够同时满足保持车辆稳定和确保再生电力这两点。需要说明的是,本第二变形例可以与上述第一变形例进行组合。

[0104] 在上述实施方式中,举例说明了在第一ECU27中进行如图3所示的上述控制处理的情况。但是,不限于此,例如可以在第三ECU54或第二ECU35中进行如图3所示的控制处理。另

外,也可以在配置于车辆的除这些以外的ECU中进行。

[0105] 在上述实施方式中,举例说明了将作为滑移量检测机构的滑移量检测器56与第二ECU35连接的情况,但是不限于此。可以构成为使滑移量检测器56与例如第一ECU27或第三ECU57连接。也可以与配置于车辆的除这些以外的ECU连接。

[0106] 在上述实施方式中,举例说明了由车辆行驶用(车辆驱动用)电动机即电动发电机55驱动前轮2L,2R的情况。即,举例说明了驱动轮为前轮2L,2R的情况。但是,不限于此,例如,可以利用电动发电机(电动机)驱动后轮的结构(驱动轮为后轮的结构),或者驱动前轮和后轮(四轮)的结构(驱动轮为前后轮的结构)。

[0107] 根据上述实施方式,能够在发生滑移时确保车辆稳定。

[0108] 即,再生滑移控制机构将检测车轮滑移时的再生制动的规定减少量设定为比之后的滑移抑制控制中的再生制动的规定减少量大。由此,通过使滑移发生初期(最初)的再生制动的规定减少量较大,能够抑制制动量过剩的状态持续(能够使制动量过剩的状态持续的时间短)。其结果,能够在滑移发生时确保车辆稳定。

[0109] 根据实施方式(第一变形例),再生滑移控制机构使进行滑移抑制控制的间隔可变。在该情况下,例如可以使从滑移发生时刻经过的时间越短,进行滑移抑制控制等间隔越小(每次重复滑移抑制控制时进行滑移抑制控制的间隔增长),从而能够使滑移发生初期的再生制动的(合计)减少量较大。由此,从这一点来看,也能够在滑移发生时确保车辆稳定。

[0110] 根据实施方式(第二变形例),再生滑移控制机构在每次重复滑移抑制控制时,使规定减少量较小。在该情况下,能够抑制滑移发生初期的再生制动的减少量较大,以及之后的再生制动的规定减少量过大。由此,能够同时满足保持车辆稳定和确保再生电力这两点。

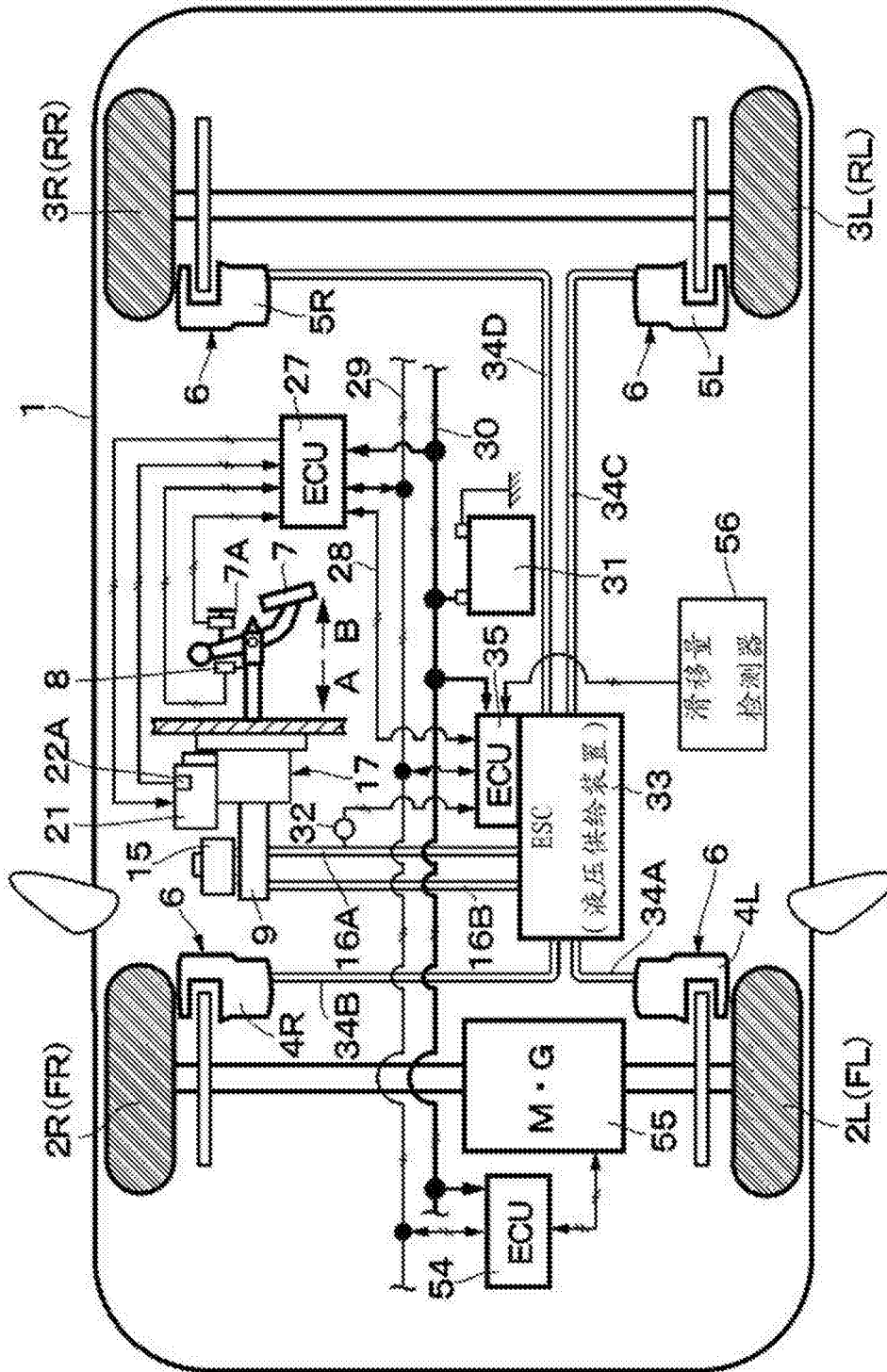


图1

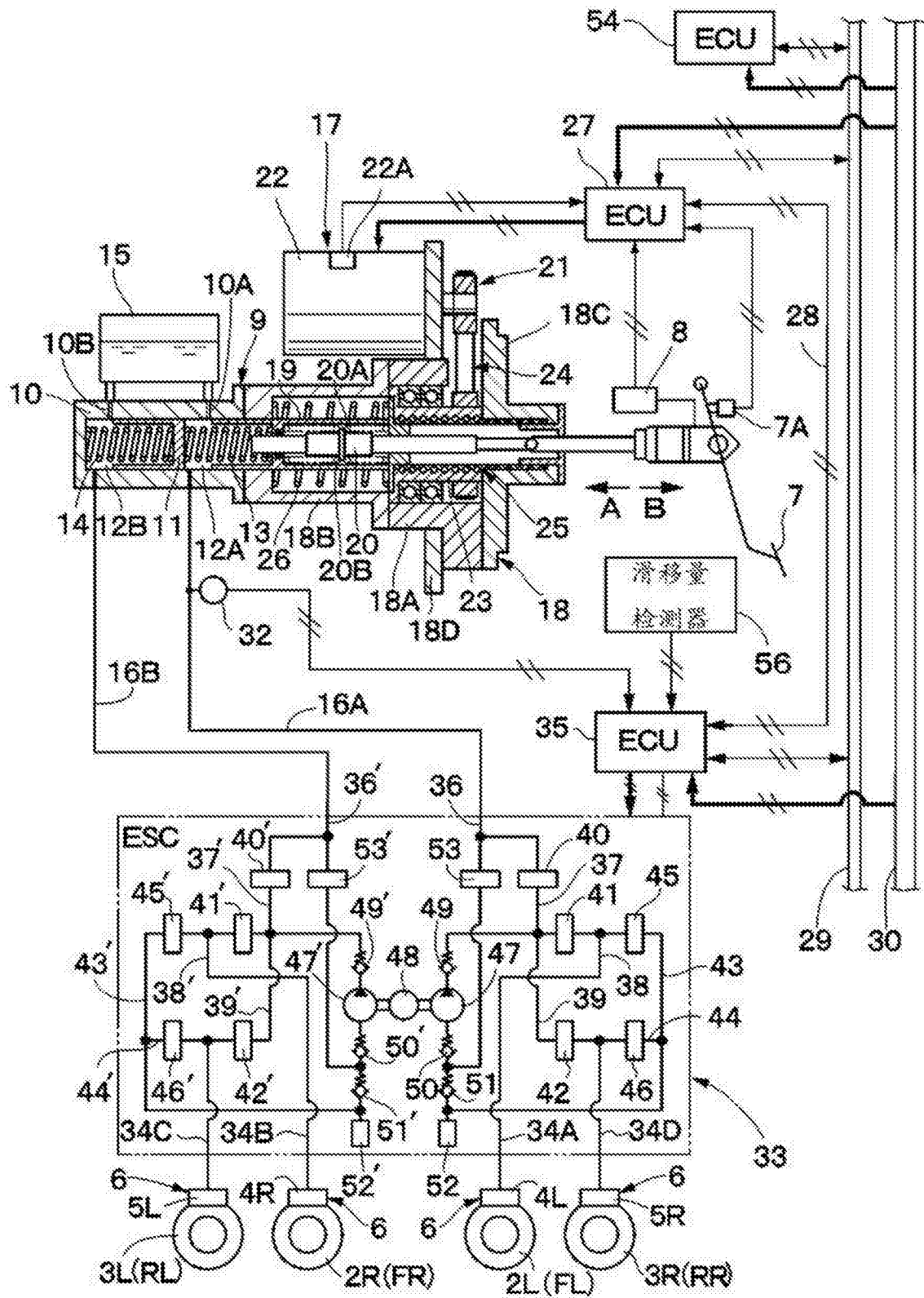


图2

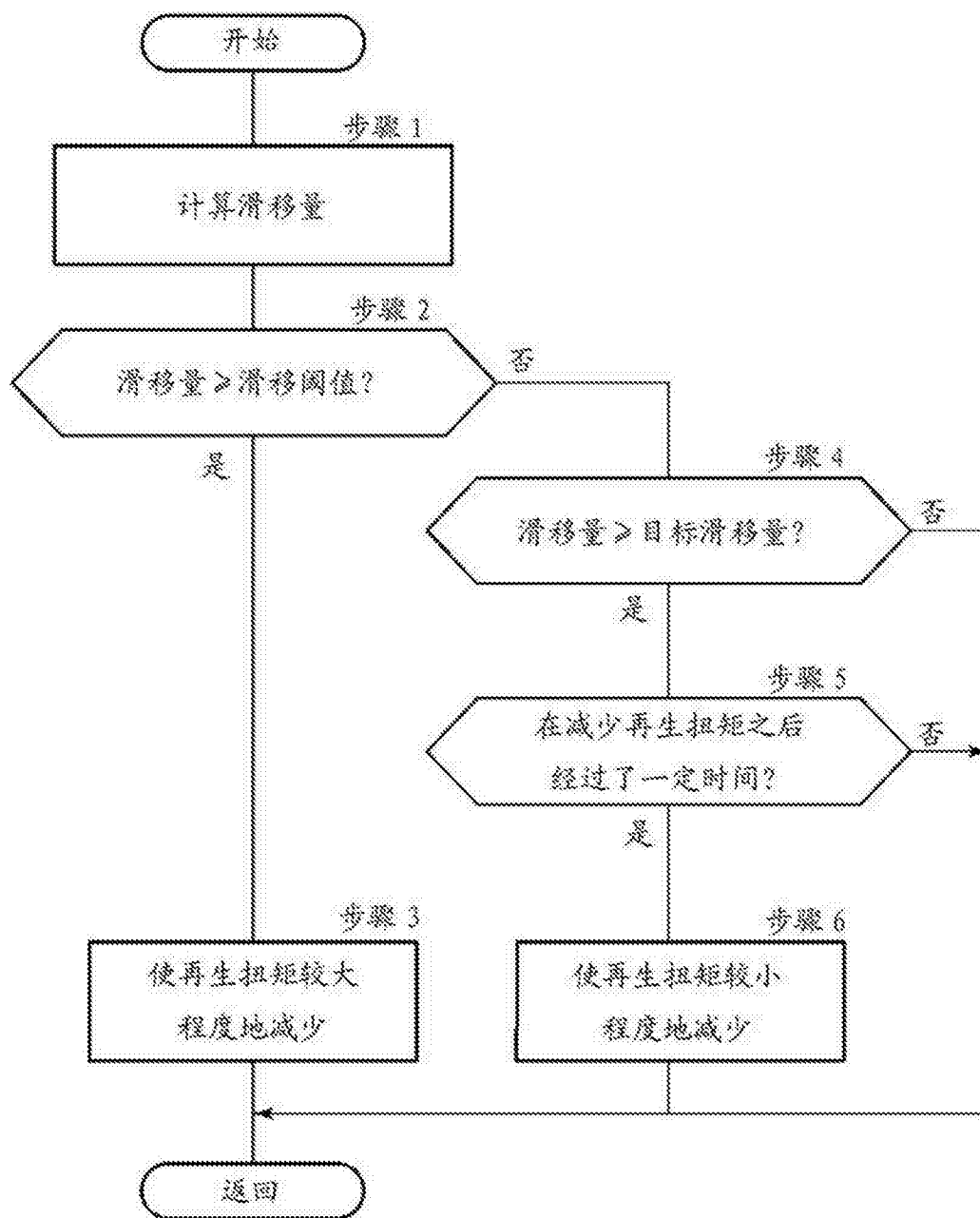


图3

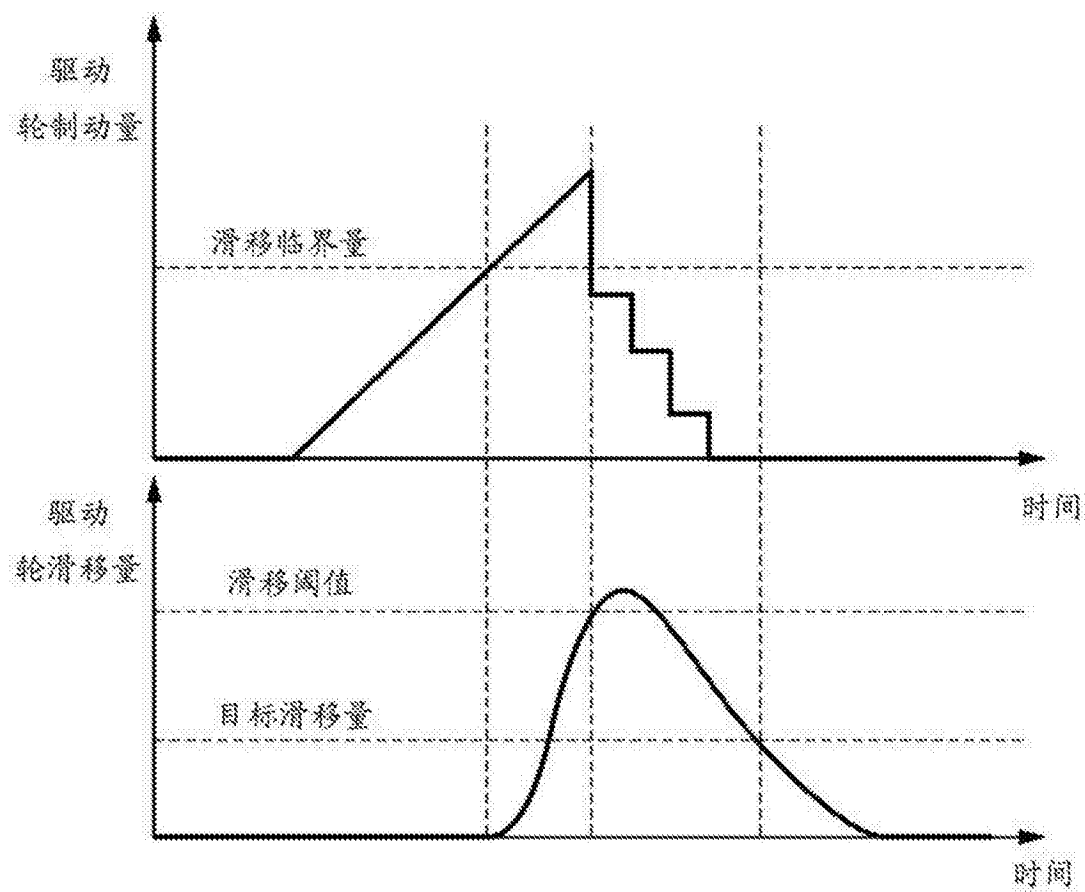


图4

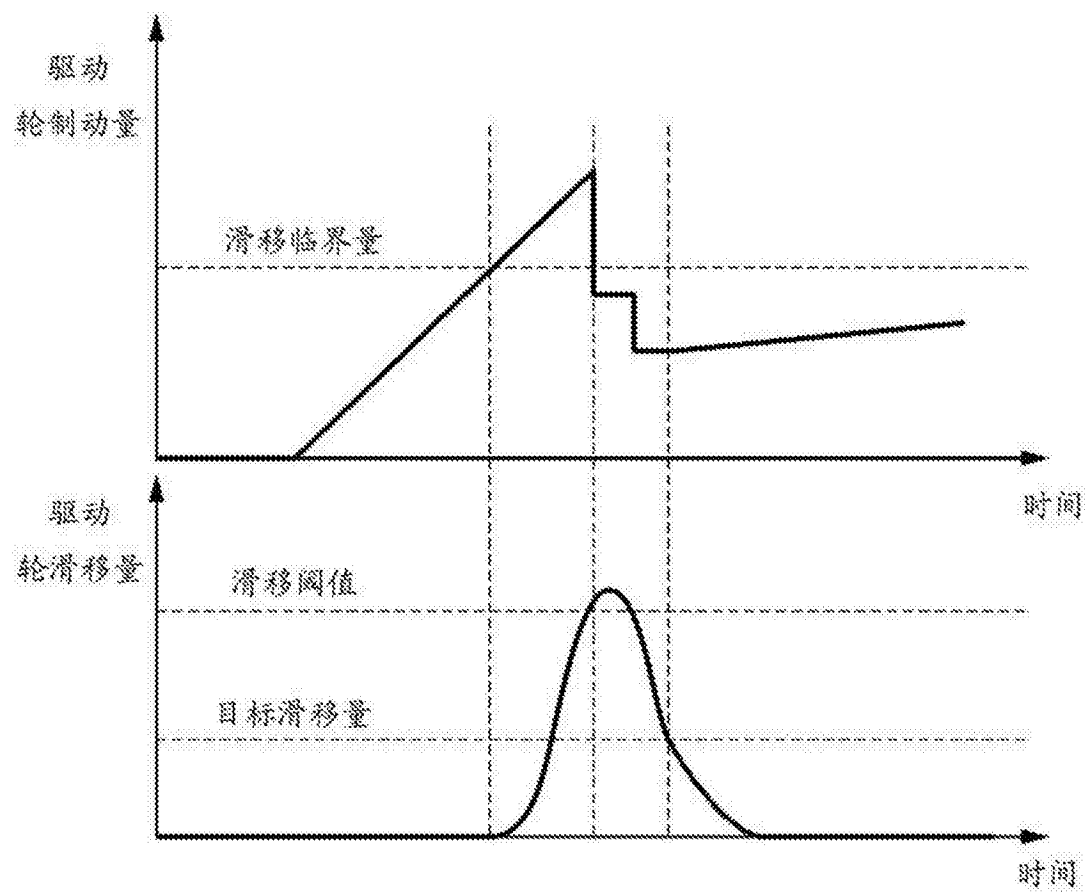


图5

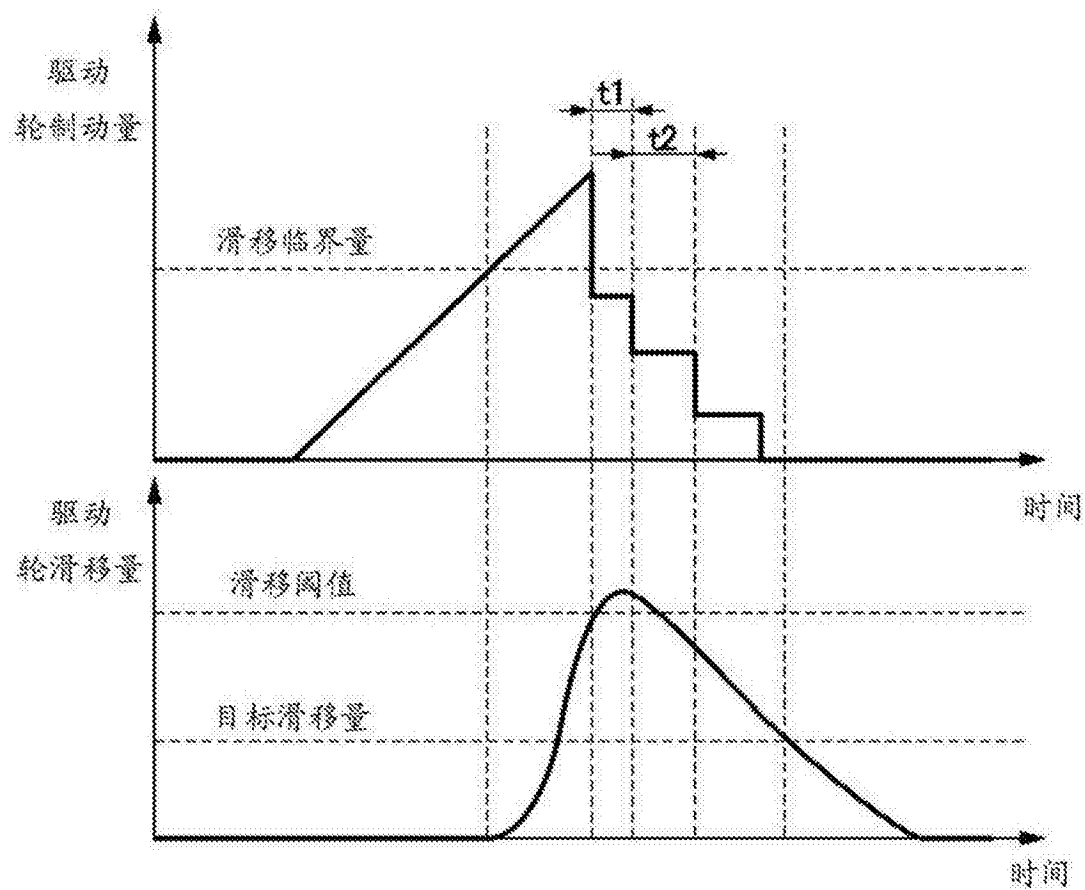


图6

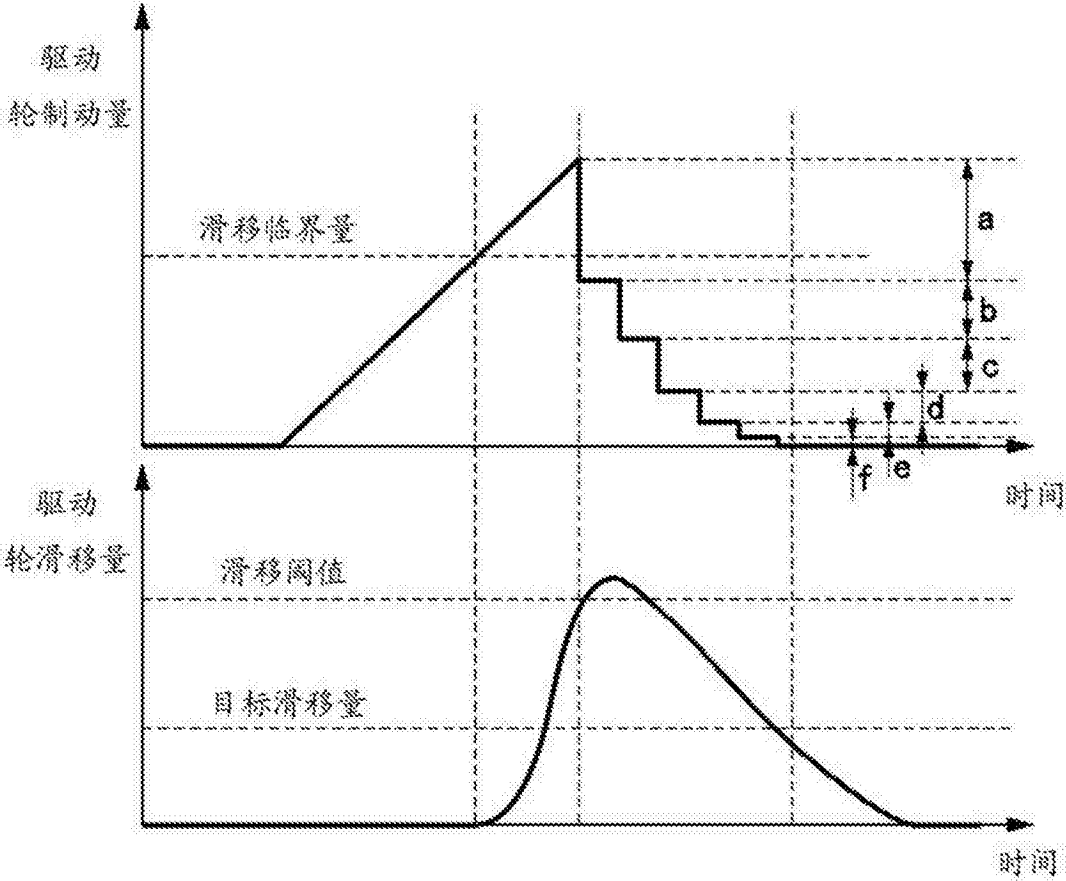


图7