



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105683009 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 15

(21) 申请号 201480058640. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 11. 07

B60T 8/17(2006. 01)

B60T 8/26(2006. 01)

(30) 优先权数据

2013-232114 2013. 11. 08 JP

2013-232549 2013. 11. 08 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 04. 25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/079575 2014. 11. 07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/068800 JA 2015. 05. 14

(71) 申请人 本田技研工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 土井繁 下田晃生 柳田久则

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 洪秀川

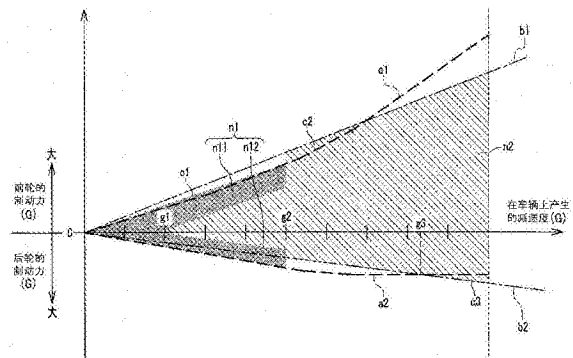
权利要求书2页 说明书20页 附图14页

(54) 发明名称

制动力控制系统

(57) 摘要

在前轮侧与后轮侧均设有电动发电机,能够通过四轮实现再生。横轴表示在车辆上产生的减速度,纵轴的上下表示前轮、后轮各自的制动力。设定值(a2)表示成为后轮抱死的极限的制动力。控制后轮的摩擦制动力(n2)、再生制动力(n1),使后轮的合计的制动力不超过设定值(a2)。



1. 一种制动力控制系统,其特征在于,具备:

再生制动力控制部,其对由驱动车辆的后轮的第一电动发电机产生的后轮的再生制动力进行控制;

摩擦制动力控制部,其对由所述车辆的后轮产生的摩擦制动力进行控制;以及

制动力决定部,其决定所述摩擦制动力和包含相当于发动机制动的量在内的所述再生制动力,使得向所述后轮施加的总制动力不超过预先设定的值。

2. 根据权利要求1所述的制动力控制系统,其特征在于,

所述制动力决定部使所述预先设定的值基于所述后轮不发生抱死的所述后轮的理想制动力分配。

3. 根据权利要求1或2所述的制动力控制系统,其特征在于,

所述制动力决定部使所述预先设定的值为比所述车辆的前轮发生抱死的极限值的制动力小的值。

4. 根据权利要求3所述的制动力控制系统,其特征在于,

所述再生制动力控制部也控制由驱动所述车辆的前轮的第二电动发电机产生的前轮的再生制动力,

所述摩擦制动力控制部也控制由所述车辆的前轮产生的摩擦制动力,

所述制动力决定部设定由所述前轮产生的摩擦制动力与由所述后轮产生的摩擦制动力之间的摩擦制动力的分配,从而在所述车辆上产生的减速度成为规定范围内时,使基于所述设定的分配得到的由所述后轮产生的摩擦制动力的分配为所述后轮发生抱死的极限值以下,并使由所述前轮产生的摩擦制动力的分配大于所述前轮发生抱死的极限值。

5. 根据权利要求1所述的制动力控制系统,其特征在于,

所述再生制动力控制部也控制由驱动所述车辆的前轮的第二电动发电机产生的前轮的再生制动力,

所述摩擦制动力控制部也控制由所述车辆的前轮产生的摩擦制动力,

所述制动力控制系统具有检测所述车辆的滑移状态的滑移状态检测部,

在所述滑移状态检测部检测出产生所述再生制动力的所述车辆的滑移状态时,使向所述前轮施加的所述再生制动力与向所述后轮施加的所述再生制动力以规定的比例减少。

6. 根据权利要求5所述的制动力控制系统,其特征在于,

所述规定的比例是将所述摩擦制动力向所述前轮和所述后轮分配时的理想分配比。

7. 根据权利要求5所述的制动力控制系统,其特征在于,

所述规定的比例设定为,使向所述后轮施加的所述再生制动力与所述摩擦制动力的合计不超过所述后轮发生抱死的极限制动力。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的制动力控制系统,其特征在于,

所述制动力控制系统还具备ABS控制装置,该ABS控制装置在检测出所述车辆的滑移状态时,执行使所述摩擦制动力减少的防抱死制动控制,

所述滑移状态检测部检测出所述车辆的滑移状态而减少向所述前轮及所述后轮施加的所述再生制动力时的车辆状态的变化小于所述ABS控制装置检测出所述车辆的滑移状态时的车辆状态的变化。

9. 根据权利要求5至8中任一项所述的制动力控制系统,其特征在于,

在所述滑移状态检测部检测出所述车辆的滑移状态时,在对油门踏板进行踏入操作的情况下,切换为所述前轮及所述后轮由所述第一电动发电机、第二电动发电机驱动的行駛模式。

## 制动力控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种制动力控制系统。

### 背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了如下技术：在前轮由发动机驱动、后轮由马达驱动的四轮驱动车中，通过将发动机制动转矩按照理想制动转矩分配而分配给前后轮，由此抑制前后轮中的一方成为抱死趋势的情况。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2004-268901号公报

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 然而，在进行车辆的制动的情况下，若车辆的前后轮中的后轮比前轮先抱死，则车辆的行为可能变得不稳定。另一方面，即便前轮比后轮先抱死，与后轮比前轮先抱死的情况相比，车辆行为也不易变得不稳定。

[0008] 与此相对，专利文献1的技术仅是按照理想制动转矩分配而单纯地向前轮和后轮分配发动机制动转矩，没有考虑到在使用再生制动力的车辆中防止后轮比前轮先抱死而实现车辆行为的稳定化这一点。

### 发明内容

[0009] 因此，本发明的课题在于提供一种能够实现车辆行为的稳定化的制动力控制系统。

[0010] 用于解决课题的方案

[0011] 本发明的一方式为后轮的制动力控制系统，其具备：再生制动力控制部，其对由驱动车辆的后轮的第一电动发电机产生的后轮的再生制动力进行控制；摩擦制动力控制部，其对由所述车辆的后轮产生的摩擦制动力进行控制；以及制动力决定部，其决定所述摩擦制动力和包含相当于发动机制动的量在内的所述再生制动力，使得向所述后轮施加的总制动力不超过预先设定的值。

[0012] 根据本发明，使对于后轮的摩擦制动力与再生制动力的总制动力不超过预先设定的值，从而能够防止后轮比前轮先抱死的情况。因此，能够实现车辆行为的稳定化。

[0013] 另外，摩擦制动力仅能够输出线性的特性，与此相对，通过控制性高的电动发电机来调整再生制动力，能够使总制动力不超过预先设定的值。

[0014] 在上述的情况下，也可以是，所述制动力决定部使所述预先设定的值基于所述后轮不发生抱死的所述后轮的理想制动力分配。

[0015] 根据本发明，由于对于后轮的摩擦制动力与再生制动力的总制动力不超过基于后轮的理想制动力分配而预先设定的值，因此能够防止后轮比前轮先抱死的情况。

[0016] 在上述的情况下，也可以是，所述制动力决定部使所述预先设定的值为比所述车

辆的前轮发生抱死的极限值的制动力小的值。

[0017] 根据本发明,将对于后轮的摩擦制动力与再生制动力的总制动力限制为比前轮发生抱死的极限值的制动力小的值,能够防止后轮比前轮先抱死的情况。

[0018] 在上述的情况下,也可以是,所述再生制动力控制部也控制由驱动所述车辆的前轮的第二电动机产生的前轮的再生制动力,所述摩擦制动力控制部也控制由所述车辆的前轮产生的摩擦制动力,所述制动力决定部设定由所述前轮产生的摩擦制动力与由所述后轮产生的摩擦制动力之间的摩擦制动力的分配,从而在所述车辆上产生的减速度成为规定范围内时,使基于所述设定的分配得到的由所述后轮产生的摩擦制动力的分配小于所述后轮发生抱死的极限值,并使由所述前轮产生的摩擦制动力的分配大于所述前轮发生抱死的极限值。

[0019] 根据本发明,能够使前轮比后轮先行可靠地抱死。

[0020] 在上述的情况下,也可以是,所述再生制动力控制部也控制由驱动所述车辆的前轮的第二电动机产生的前轮的再生制动力,所述摩擦制动力控制部也控制由所述车辆的前轮产生的摩擦制动力,所述制动力控制系统具有检测所述车辆的滑移状态的滑移状态检测部,在所述滑移状态检测部检测出产生所述再生制动力的所述车辆的滑移状态时,使向所述前轮施加的所述再生制动力与向所述后轮施加的所述再生制动力以规定的比例减少。

[0021] 根据本发明,在产生再生制动力的车辆处于滑移状态时,减少向前轮与后轮施加的再生制动力。由此,能够使前轮和后轮的抓地力恢复。另外,在前轮与后轮减少的再生制动力成为规定的比例。例如,在向前轮与后轮施加的再生制动力为理想分配比时,也可以使在前轮减少的再生制动力与在后轮减少的再生制动力之比(比例)成为理想分配比。在这种情况下,减少后的再生制动力也以理想分配比向前轮与后轮分配。因此,制动时的车辆的行为稳定。

[0022] 在上述的情况下,也可以是,所述规定的比例是将所述摩擦制动力向所述前轮和所述后轮分配时的理想分配比。

[0023] 根据本发明,能够使车辆处于滑移状态时在前轮减少的再生制动力与在后轮减少的再生制动力之比(比例)成为理想分配比,减少后的再生制动力也以理想分配比向前轮和后轮分配。因此,制动时的车辆的行为稳定。

[0024] 在上述的情况中,其特征在于,所述规定的比例设定为,使向所述后轮施加的所述再生制动力与所述摩擦制动力的合计不超过所述后轮发生抱死的极限制动力。

[0025] 根据本发明,向后轮分配而施加的再生制动力不超过极限制动力,因此避免后轮的抱死所引起的滑移。因此,制动时的车辆的行为稳定。

[0026] 在上述的情况下,也可以是,所述制动力控制系统还具备ABS控制装置,该ABS控制装置在检测出所述车辆的滑移状态时,执行使所述摩擦制动力减少的防抱死制动控制,所述滑移状态检测部检测出所述车辆的滑移状态而减少向所述前轮及所述后轮施加的所述再生制动力时的车辆状态的变化小于所述ABS控制装置检测出所述车辆的滑移状态时的车辆状态的变化。

[0027] 根据本发明,滑移状态检测部与执行防抱死制动控制的ABS控制装置相比能够先检测出车辆的滑移状态。即,滑移状态检测部能够检测比执行防抱死制动控制的ABS控制装

置小的滑移。因此,与执行防抱死制动控制相比先减少向前轮和后轮施加的再生制动力,从而制动时的车辆的行为稳定。

[0028] 在上述的情况中,其特征在于,在所述滑移状态检测部检测出所述车辆的滑移状态时,在对油门踏板进行踏入操作的情况下,切换为所述前轮及所述后轮由所述第一电动机、第二电动机驱动的行駛模式。

[0029] 根据本发明,即使车辆在低摩擦系数( $\mu$ )路等容易滑移的路面上行駛的情况下,也能够进行稳定的行駛,进而制动时的车辆行为也稳定。

[0030] 发明效果

[0031] 根据本发明,能够提供一种可以实现车辆行为的稳定化的制动力控制系统。

## 附图说明

[0032] 图1是作为本发明的实施方式1的车辆的主要部分系统图。

[0033] 图2是表示在作为本发明的实施方式1的车辆上搭载的制动装置的概要的结构图。

[0034] 图3是说明作为本发明的实施方式1的车辆的制动力控制系统的控制系统的框图。

[0035] 图4是说明作为本发明的实施方式1的车辆的进行制动力控制系统所实现的摩擦制动力与再生制动力的协调控制时的制动力平衡的曲线图。

[0036] 图5是在作为本发明的实施方式1的车辆的制动力控制系统中对设定值 $a_2$ 的计算方法进行说明的说明图。

[0037] 图6是作为本发明的实施方式1的车辆的制动力控制系统的合计再生极限计算部的功能框图。

[0038] 图7是说明作为本发明的实施方式1的车辆的制动力控制系统的前轮·后轮可再生转矩计算部执行的处理的流程图。

[0039] 图8是作为本发明的实施方式2的具备制动力控制系统的车辆的简要结构图。

[0040] 图9是表示作为本发明的实施方式2的车辆通过电动机进行行駛的行駛模式的示意图,(a)是表示后轮EV行駛的图,(b)是表示前轮EV行駛的图,(c)是表示四轮EV行駛的图。

[0041] 图10是在本发明的实施方式2中表示后轮EV行駛时的目标制动转矩、再生制动转矩及摩擦制动转矩的图。

[0042] 图11是在本发明的实施方式2中表示与减速度对应的极限制动转矩的图。

[0043] 图12是在本发明的实施方式2中表示向四轮EV行駛的车辆的车辆施加的目标制动转矩的图。

[0044] 图13是在本发明的实施方式2中表示执行滑移减少动作时向车辆施加的制动转矩的变化图。

[0045] 图14(a)是在本发明的实施方式2中表示可产生再生转矩大于滑移避免再生转矩时的制动转矩的图,图14(b)是在本发明的实施方式2中表示可产生再生转矩小于滑移避免再生转矩时的制动转矩的图。

## 具体实施方式

[0046] 以下,使用附图,对本发明的实施方式进行多例说明。

[0047] [实施方式1]

[0048] 图1是本发明的实施方式1的车辆10的主要部分系统图。该车辆10例如是四轮驱动的混合动力车辆,具备在车辆10的前侧设置的左右一对的前轮2aR、2aL及在车辆10的后侧设置的左右一对的后轮2bR、2bL。

[0049] 车辆10是将发动机3、前轮电动发电机4(第二电动发电机)及变速器5例如串联连接的、例如并联型的混合动力车辆,发动机3及前轮电动发电机4的驱动力经由变速器5及差速器(省略图示)而向在车轴6上设置的左右的前轮2aR、2aL分配传递。车辆10的前轮2aR、2aL能够仅由发动机3驱动、仅由前轮电动发电机4驱动、或通过发动机3与前轮电动发电机4的协作来驱动。

[0050] 另外,在车辆后方设有后轮电动发电机7a、7b(第一电动发电机),后轮电动发电机7a能够驱动后轮2bR,后轮2bL能够驱动后轮电动发电机7b。

[0051] 在车辆10的例如后部搭载的电池8是与前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b进行电力的授受的二次电池。电池8与前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b分别经由电源电路9a、9b、9c而由电源线连接。电源电路9a、9b、9c均具备将电池8的直流电力转换为三相交流的电力而向前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b供给的逆变器电路。另外,电池8蓄积由前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b再生的电力。

[0052] 说明车辆10的行驶驱动的一例。在车辆10起步时,通过后轮电动发电机7a、7b仅驱动后轮2bR、2bL。之后,当车辆10的速度提高时,仅通过发动机3的驱动力进行行驶。在要加速时,通过前轮电动发电机4对发动机3进行辅助,并且,后轮电动发电机7a、7b也进行驱动,从而通过四轮驱动来行驶。在减速时,例如通过全部的前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b进行再生,将再生电力蓄积于电池8。

[0053] 图2是表示搭载于车辆10的制动装置200的概要的结构图。该制动装置200是通过所谓线控制动(Brake By Wire)来产生车辆的摩擦制动力的装置。

[0054] 制动装置200具备包括将通过制动踏板212的操作而由驾驶员输入的踩踏力转换为制动液压的主液压缸234等的输入装置214、根据在主液压缸234中产生的制动液压来产生制动液压或与该制动液压无关地产生制动液压的马达液压缸装置216、车辆行为稳定化装置218及盘式制动机构230a~230d等。马达液压缸装置216具备接受电动马达272的驱动力而产生制动液压的第一从动活塞277a及第二从动活塞277b。

[0055] 需要说明的是,在配管222a~222f上设有检测各部分的制动液压的制动液压传感器Pm、Pp、Ph。另外,车辆行为稳定化装置218具备制动液加压用的泵273。

[0056] 在马达液压缸装置216上(经由车辆行为稳定化装置218)连接有:在未图示的车辆的右侧前轮2aR上设置的盘式制动机构230a中通过液压产生摩擦制动力的车轮制动缸232FR;在左侧后轮2bL上设置的盘式制动机构230b中通过液压产生摩擦制动力的车轮制动缸232RL;在右侧后轮2bR上设置的盘式制动机构230c中通过液压产生摩擦制动力的车轮制动缸232RR;以及在左侧前轮2aL上设置的盘式制动机构230d中通过液压产生摩擦制动力的车轮制动缸232FL。

[0057] 接下来,说明制动装置200的基本动作。在制动装置200中,在马达液压缸装置216、进行线控控制的控制系统正常工作时,若驾驶员踩踏制动踏板212,则所谓的线控式的制动系统生效。具体来说,在正常工作时的制动装置200中,若驾驶员踩踏制动踏板212(由后述

的制动踏板行程传感器13检测出),则在第一截止阀260a及第二截止阀260b切断主液压缸234与对各车轮进行制动的盘式制动机构230a~230d(车轮制动缸232FR、232RL、232RR、232FL)的连通的状态下,马达液压缸装置216使用通过马达272的驱动产生的制动液压而使盘式制动机构230a~230d工作,对各车轮进行制动。

[0058] 另外,在正常工作时,第一截止阀260a及第二截止阀260b切断,另一方面,第三截止阀262开阀,制动液从主液压缸234向行程模拟器264流入,即使第一截止阀260a及第二截止阀260b切断,制动液也移动,在制动踏板212操作时产生行程,产生踏板反作用力。

[0059] 另一方面,在制动装置200中,在马达液压缸装置216等不工作的异常时,若驾驶员踩踏制动踏板212,则既存的液压式的制动系统生效。具体来说,在异常时的制动装置200中,若驾驶员踩踏制动踏板212,则第一截止阀260a及第二截止阀260b分别成为开阀状态,并且第三截止阀262成为闭阀状态,从而将在主液压缸234中产生的制动液压向盘式制动机构230a~230d(车轮制动缸232FR、232RL、232RR、32FL)传递,使盘式制动机构230a~230d(车轮制动缸232FR、232RL、232RR、232FL)工作而对各车轮2aR、2aL、2bR、2bL进行制动。

[0060] 其他的输入装置214、马达液压缸装置216、车辆行为稳定化装置218的结构、动作是公知的,因此省略详细的说明。

[0061] 图3是说明车辆10的制动力控制系统的控制系统的框图。该制动力控制系统1具备混合控制装置20、摩擦制动控制装置30、再生控制装置40。

[0062] 混合控制装置20(再生制动力控制部)是控制车辆10的混合驱动系统的ECU(Electronic Control Unit)。即,混合控制装置20控制以发动机3、前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b等为中心的驱动系统。

[0063] 更具体来说,与发动机3的驱动相关的各种传感器、各种致动器与混合控制装置20连接。特别是在混合控制装置20上连接有检测电池8的充电量(SOC:State Of Charge)的电池状态检测传感器11(由电流传感器、电压传感器、温度传感器等构成)、检测基于车辆10的油门踏板(未图示)产生的油门开度的油门开度传感器12。由此,混合控制装置20与发动机3的驱动相关地控制其点火机构、燃料喷射装置等燃料系统、节气门开度等吸气排气系统、气门正时等气门传递机构、起动机构等。

[0064] 另外,与前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b、电池8、电源电路9a、9b、9c的驱动相关的各种传感器、各种致动器与混合控制装置20连接。由此,混合控制装置20进行基于前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b的动力运转及再生的控制。

[0065] 摩擦制动控制装置30(摩擦制动力控制部、制动力决定部)是控制制动装置200的ECU(ESB-ECU)。即,在混合控制装置20上连接有制动装置200的各种传感器、各种致动器。特别是在摩擦制动控制装置30上连接有检测制动踏板的踏入量的制动踏板行程传感器13。由此,摩擦制动控制装置30控制由制动装置200进行的摩擦制动。

[0066] 再生控制装置40(制动力决定部)是进行将混合控制装置20的前轮2aR、2aL侧的前轮电动发电机4和后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b的再生时的再生转矩的指示(后述的前轮再生转矩指示信息、后轮再生转矩指示信息)向混合控制装置20输出等的处理的ECU。

[0067] 通过这样的图3的控制系统,在车辆10中,进行由制动装置200产生的摩擦制动力与由前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b产生的再生制动力的协调控制。



[0068] 需要说明的是,混合控制装置20、摩擦制动控制装置30及再生控制装置40之间的相互的通信经由车辆10的CAN(Controller Area Network)进行。

[0069] 接下来,参照图4,对通过图3的控制系统实现的该协调控制的控制内容进行说明。

[0070] 图4是对进行摩擦制动力与再生制动力的协调控制时的制动力平衡进行说明的曲线图。横轴表示在车辆10上产生的减速度(G)的变化。而且,纵轴表示实现该减速度的前轮2aR、2aL侧的制动力(G)与后轮2bR、2bL侧的制动力(G)的分配。即,在纵轴上比0靠上侧表示前轮2aR、2aL侧的制动力(G)(越向上方越成为大的值),在比0靠下侧表示后轮2bR、2bL侧的制动力(G)(越向下方越成为大的值)。通过该前轮2aR、2aL侧、后轮2bR、2bL侧的制动力(G),决定前轮2aR、2aL侧、后轮2bR、2bL侧的制动转矩(摩擦制动转矩及再生转矩)(Nm)。

[0071] 首先,根据车辆各种因素等预先知晓与横轴的在车辆10上产生的减速度的大小对应的、前轮2aR、2aL的制动力的设定值a1(若使前轮2aR、2aL产生超过该值的制动力,则前轮2aR、2aL可能抱死的极限值)。同样,根据车辆各种因素预先知晓与在车辆10上产生的减速度的大小对应的、作为后轮2bR、2bL的制动力的极限值而预先设定的值(设定值)a2(若使后轮2bR、2bL产生超过该值的制动力,则后轮2bR、2bL可能抱死的极限值)。即,设定值a1、设定值a2基于使前轮2aR、2aL、后轮2bR、2bL分别不抱死那样的理想制动力分配(关于后轮2bR、2bL侧的理想制动力分配的求法见后述)。另外,设定值a2被设定为比设定值a1小的值。

[0072] 另外,将摩擦制动力向前轮2aR、2aL侧与后轮2bR、2bL侧分配的比例( $\alpha:\beta$ )也以前者增大的方式根据车辆各种因素等来预先决定。该比例与横轴的在车辆10上产生的减速度的变动无关而始终恒定。在车辆10上产生的减速度仅由摩擦制动力产生的情况下,将该摩擦制动力向前轮2aR、2aL侧与后轮2bR、2bL侧以 $\alpha:\beta$ 分配时的前轮2aR、2aL侧与后轮2bR、2bL侧的摩擦制动力的设定值为b1、b2。以使后轮2bR、2bL侧的摩擦制动力的设定值b2在车辆10所产生的减速度至少达到某固定以上的值g3之前低于后轮2bR、2bL的制动力的设定值a2的方式设定 $\alpha:\beta$ 的比例。

[0073] 横轴的在车辆10上产生的减速度从0至成为规定值g1为止,仅通过再生制动力产生制动力。即,将在合计为g1(G)以下的范围内从0逐渐增大的再生制动力以规定的比例向前轮2aR、2aL侧与后轮2bR、2bL侧分配。

[0074] 若横轴的在车辆10上产生的减速度超过规定值g1,则产生摩擦制动力,其大小逐渐地增大。若横轴的在车辆10上产生的减速度超过规定值g2( $>g1$ ),则再生制动力停止,以后仅通过摩擦制动力产生制动力。在仅成为摩擦制动力的情况下,摩擦制动力向前轮2aR、2aL侧与后轮2bR、2bL侧分配的比例( $\alpha:\beta$ )也是相同的。

[0075] 并且,将横轴的在车辆10上产生的减速度达到规定值g2为止的后轮2bR、2bL侧的再生制动力与摩擦制动力之和控制成不超过后轮2bR、2bL的制动力的设定值a2。

[0076] 再生制动力、摩擦制动力的向前轮2aR、2aL侧和后轮2bR、2bL侧的分配通过在图4中标注不同的阴影线而表示为再生制动力n1(前轮2aR、2aL侧的再生制动力n11、后轮2bR、2bL侧的再生制动力n12)、摩擦制动力n2。前轮2aR、2aL侧的制动力在区域c1、c2中超过设定值a1。因此,在该区域中可能产生前轮2aR、2aL的滑移。但是,对应的后轮2bR、2bL侧的制动力低于设定值a2,因此在后轮2bR、2bL中不产生滑移。

[0077] 即,通过制动装置200由液压驱动的摩擦制动力具有以 $\alpha:\beta$ 的比例线性地增大的特性,难以使其非线性地变动。

[0078] 另一方面,在图4的例子中,设定值 $a_1$ 以随着在车辆10上产生的减速度增大而逐渐增大且从超过规定值 $g_2$ 时起增加停滞的方式进行非线性地变动。

[0079] 与此相对,再生制动力由电动发电机产生,因此控制性较高,非线性的变动容易。

[0080] 因此,进行如下控制:对后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b所产生的再生制动力进行控制,从而在车辆上产生的减速度至少达到规定值 $g_3$ 之前,使后轮2bR、2bL侧的合计的制动力不超过设定值 $a_2$ 。

[0081] 在车辆10上产生的减速度超过 $g_2$ 、进一步减速度超过 $g_3$ 时,后轮2bR、2bL侧的制动力超过设定值 $a_2$ (区域 $c_3$ )。但是,在这种情况下,控制车辆行为稳定化装置218,以使在后轮2bR、2bL上不产生滑移的方式控制摩擦制动力,从而防止车辆10的行为的混乱。

[0082] 这样,将摩擦制动力向前轮2aR、2aL侧与后轮2bR、2bL侧以 $\alpha:\beta$ 的比例进行分配。并且,在车辆上产生的减速度超过规定值 $g_3$ ( $>g_1$ 、 $g_2$ )之前、即减速度为 $g_2\sim g_3$ 的期间,进行如下设定:设定值 $b_2$ 维持在设定值 $a_2$ 以下,另一方面,设定值 $b_1$ 有时超过设定值 $a_1$ (区域 $c_1$ 、 $c_2$ )。

[0083] 由此,即使后轮2bR、2bL侧的制动力成为设定值 $a_2$ ,在前轮2aR、2aL侧也能够充分地产生制动力,因此相对于驾驶员要求的车辆10的合计的制动力,实际的制动力不会产生不足。

[0084] 另外,在车辆10中,在未进行油门踏板(未图示)的操作时,产生由通常的汽油车等产生的相当于发动机制动的再生(不踏油门踏板(accel pedal OFF)再生)所引起的再生制动力,但在图4中,对于该不踏油门踏板再生所引起的再生制动力,没有与其他的再生制动力进行区别图示。即,不踏油门踏板再生在车辆所产生的减速度从0达到规定值 $g_3$ 之前,在前轮2aR、2aL侧7与后轮2bR、2bL侧均在除了上升初期时刻以外产生大致固定的再生制动力(其中,在前轮2aR、2aL侧与后轮2bR、2bL侧,值不同)。换句话说,在未操作油门踏板(未图示)而操作制动踏板212时,包含不踏油门踏板再生的再生制动力与摩擦制动力作为制动力进行工作(在规定的 $g_1$ 之前仅为再生制动力)。

[0085] 接下来,参照图5,对设定值 $a_2$ 的计算方法进行说明。首先,在通过车辆10的前轮2aR、2aL侧与后轮2bR、2bL侧的合计的制动力(制动转矩)(包括摩擦制动力(摩擦制动转矩)、再生制动力(再生转矩)这两者)(Nm)使车辆10上产生减速度的情况下,在车辆10上产生图5所示那样的载荷移动量。该载荷移动量(Nm)为“载荷移动量=减速度 $\times$ (重心高度/轴距)”。在此,“重心高度”、“轴距”为车辆10的参数。

[0086] 这样,车辆10的载荷向车辆10前方侧移动,因此后轮2bR、2bL侧的载荷(后载荷(前轮2aR、2aL侧的载荷图示为“前载荷”))减少。这种情况下的后载荷(Nm)为“后载荷={车重 $\times$ 重力加速度 $\times$ 轮胎半径 $\times$ ((100-前部重量分配(%))/100)}-载荷移动量”。在此,“车重”、“轮胎半径”、“前部重量分配”是车辆10的参数。

[0087] 通过使这样减少的车辆10的载荷乘以路面 $\mu$ (减速度 $G$ ),能够求得后轮2bR、2bL侧的理想制动力分配。即,“后轮2bR、2bL侧的理想制动力分配(Nm)=后载荷 $\times$ 路面 $\mu$ (减速度 $G$ )”。

[0088] 但是,该理想制动力分配是理论值,期望考虑到路面300的差别、车辆10的稳定性、搭乘者的感觉等来设定“界限”。即,与上述设定值 $a_2(G)$ 对应的后轮2bR、2bL侧的制动转矩(Nm)为“后轮2bR、2bL侧的制动转矩=后轮2bR、2bL侧的理想制动力分配 $\times$ ((100-界限(%))/100)”。由此,能够决定上述设定值 $a_2(G)$ 。

[0089] 接下来,说明为了实现参照图4、图5进行说明的那样的制动的控制而进行的具体的控制内容。

[0090] 返回图3,在再生控制装置40中设有合计再生极限计算部31。混合控制装置20向合计再生极限计算部31发送“再生极限值信息”(1)。即,发送基于由电池状态检测传感器11检测出的电池8的SOC的再生极限值信息。由此,能够知晓将电池8充电至在电池8中设定的充电极限值,或者还是到充电极限值还有余力,因此通过再生极限值信息,合计再生极限计算部31能够知晓是否能够进行再生,若能够进行,能够进行何种程度的再生。前轮2aR、2aL侧的前轮电动发电机4的再生与后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b的再生的比例例如通过车辆各种因素预先决定,在再生极限值信息中包含有作为前轮2aR、2aL侧的前轮电动发电机4的再生极限值信息的“前轮再生极限值信息”和作为后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b的再生极限值信息的“后轮再生极限值信息”。

[0091] 另外,混合控制装置20向合计再生极限计算部31发送由前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b产生的不踏油门踏板再生所产生的再生转矩即“不踏油门踏板转矩信息”(1)。在“不踏油门踏板转矩信息”中包含前轮2aR、2aL侧的前轮电动发电机4与后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b的合计的不踏油门踏板再生所产生的再生转矩的信息即“合计不踏油门踏板转矩信息”另外,在“不踏油门踏板转矩信息”中还包含后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b的不踏油门踏板再生所产生的再生转矩的信息即“后轮不踏油门踏板转矩信息”。

[0092] 接下来,摩擦制动控制装置30将表示制动踏板行程传感器13的操作量(驾驶员要求的制动力)的信息即“驾驶员要求制动力信息”向再生控制装置40的合计再生极限计算部31输出(2)。

[0093] 合计再生极限计算部31基于再生极限值信息、不踏油门踏板转矩信息、驾驶员要求制动力信息,来求出由前轮2aR、2aL侧的前轮电动发电机4与后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b的合计能够产生的再生转矩,并将表示该再生转矩的“合计可再生转矩信息”向摩擦制动控制装置30发送(3)。

[0094] 摩擦制动控制装置30从合计再生极限计算部31接收合计可再生转矩信息。然后,摩擦制动控制装置30将“合计再生转矩指示信息”向再生控制装置40的再生转矩指示值计算部32发送(4)。合计再生转矩指示信息是向前轮2aR、2aL侧的前轮电动发电机4和后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b指示合计要输出的再生转矩(合计再生转矩)的信息。

[0095] 基于该合计再生转矩指示信息,再生转矩指示值计算部32对混合控制装置20发送“前轮再生转矩指示信息”、“后轮再生转矩指示信息”(5)。前轮再生转矩指示信息是将前轮2aR、2aL侧的前轮电动发电机4处的再生转矩向混合控制装置20指示的信息。后轮再生转矩指示信息是将后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b处的再生转矩向混合控制装置20指示的信息。

[0096] 接下来,对合计再生极限计算部31执行的处理进行详细说明。图6是合计再生极限计算部31的功能框图。合计再生极限计算部31的合计制动转矩计算部111基于所述驾驶员要求制动力信息及所述合计不踏油门踏板转矩信息来求出合计制动转矩。合计制动转矩是在驾驶员要求的制动转矩上加上合计不踏油门踏板再生所产生的再生转矩后的制动转矩。即,合计制动转矩是车辆10中应产生的合计的制动转矩。合计再生极限计算部31将表示该

合计制动转矩的信息即“合计制动转矩信息”向后轮极限转矩计算部112输出。后轮极限转矩计算部112根据该合计制动转矩信息,通过参照规定的控制映射等(或者也可以参照图5按照上述顺序通过运算来求出)来求出与该信息表示的合计制动转矩(图4中的在车辆10上产生的减速度)对应的所述设定值a2。该设定值a2如上所述是后轮2bR、2bL抱死的极限的制动转矩。需要说明的是,如上所述,在图4的曲线图中,在设定值a2中,由所述后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b产生的不踏油门踏板再生所产生的再生转矩量未与其他的再生转矩量进行区别图示(图示为两者合在一起的再生制动力n1)。若求出设定值a2,则后轮极限转矩计算部112将设定值a2的信息即“设定值信息”向后轮制动转矩计算部113输出。

[0097] 接下来,后轮制动转矩计算部113从设定值a2信息表示的设定值a2减去所述后轮不踏油门踏板转矩信息,求出后轮2bR、2bL侧的除不踏油门踏板再生的再生转矩之外的制动转矩(后轮制动转矩)。然后,表示该后轮制动转矩的信息即“后轮制动转矩信息”向前轮·后轮可再生转矩计算部114发送。

[0098] 参照图7的流程图,对前轮·后轮可再生转矩计算部114执行的处理进行说明。首先,通过从所述驾驶员要求制动力信息表示的驾驶员要求制动力减去所述后轮制动转矩,由此计算前轮2aR、2aL侧的制动转矩(前轮制动转矩)(S1)。该前轮制动转矩是从前轮2aR、2aL侧的合计的制动转矩除去前轮2aR、2aL侧的不踏油门踏板再生的再生转矩后的制动转矩。

[0099] 接下来,计算前轮2aR、2aL侧的再生转矩中的、将前轮2aR、2aL侧中的不踏油门踏板再生的再生转矩排除在外的再生转矩(前轮可再生转矩)(S2)。前轮可再生转矩以成为基于所述前轮再生极限值信息而作为极限的再生转矩以下的方式、并且以成为所述前轮制动转矩以下的方式来决定。

[0100] 接下来,通过从所述前轮制动转矩中减去所述前轮可再生转矩,来计算前轮2aR、2aL侧的摩擦制动转矩(前轮摩擦制动转矩)(S3)。

[0101] 接下来,计算后轮2bR、2bL侧的摩擦制动转矩(后轮摩擦制动转矩)(S4)。如上所述,由于前轮摩擦制动转矩与后轮摩擦制动转矩设定为 $\alpha$ : $\beta$ 的比率,因此能够根据S3中计算出的前轮摩擦制动转矩来求出后轮摩擦制动转矩。

[0102] 最后,计算后轮2bR、2bL侧的再生转矩中的、将后轮不踏油门踏板再生的再生转矩排除在外的再生转矩(后轮可再生转矩)(S5)。后轮可再生转矩大于从后轮制动转矩中减去后轮摩擦制动转矩后的值。但是,后轮可再生转矩成为基于所述后轮再生极限值信息而作为极限的再生转矩以下。

[0103] 通过图7的处理,在前轮·后轮可再生转矩计算部114中,求出前轮可再生转矩、后轮可再生转矩。将分别表示这样求出的前轮可再生转矩、后轮可再生转矩的“前轮可再生转矩信息”、“后轮可再生转矩信息”向再生转矩上限值设定部115(图6)发送。

[0104] 返回图6,说明再生转矩上限值设定部115。前轮可再生转矩信息、后轮可再生转矩信息分别表示的前轮可再生转矩与后轮可再生转矩之和成为有前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b产生的合计的再生转矩的当前时刻下的上限值。但是,如图4所示,对于由前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b产生的合计的再生转矩而言,规定值g1成为上限值。因此,再生转矩上限值设定部115求出通过规定值g1加以限制的由前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b产生的合计的可再生转矩(合计可再生转矩)。若前轮可再生转矩与后轮

可再生转矩之和为规定值 $g_1$ 以上,则该值为规定值 $g_1$ ,若前轮可再生转矩与后轮可再生转矩之和小于规定值 $g_1$ ,则该值成为前轮可再生转矩与后轮可再生转矩之和。将表示该合计可再生转矩的“合计可再生转矩信息”如上述那样向摩擦制动控制装置30发送(3)(图3)。

[0105] 参照图3,如上所述,摩擦制动控制装置30基于合计可再生转矩信息来决定由制动装置200产生的摩擦制动转矩和由前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b产生的再生转矩。并且,以成为该摩擦制动转矩的方式控制制动装置200,且以成为该再生转矩的方式向再生转矩指示值计算部32发送合计再生转矩指示信息(4)。

[0106] 在这种情况下,摩擦制动控制装置30以在合计可再生转矩信息表示的合计可再生转矩的范围内成为最大限度的方式决定由前轮电动发电机4、后轮电动发电机7a、7b产生的合计的再生转矩(合计再生转矩)。在这种情况下,在图4的横轴所示的在车辆10上产生的减速度为规定值 $g_1$ 以下时,即使合计可再生转矩为规定值 $g_1$ 以上,合计再生转矩也降低为与在车辆10上产生的减速度相同的值(在这种情况下,不产生摩擦制动转矩)。

[0107] 另外,在合计可再生转矩信息表示的合计可再生转矩为0的情况(充电到电池8所设定的极限值的情况)下,不进行再生,因此通过制动装置200产生成为设定值 $b_1$ 、 $b_2$ (图4)那样的摩擦制动力。在这种情况下,由图4明确可知,在车辆10所产生的减速度为 $g_3$ 以下,后轮2bR、2bL侧的制动转矩成为设定值 $a_2$ 以下。

[0108] 而且,根据合计再生转矩指示信息表示的合计再生转矩,来决定摩擦制动转矩。如上所述,在前轮2aR、2aL侧与后轮2bR、2bL侧将摩擦制动转矩以 $\alpha:\beta$ 的比率进行分配。另外,前轮2aR、2aL侧的前轮电动发电机4与后轮2bR、2bL侧的后轮电动发电机7a、7b的再生转矩也以固定的比率进行分配。因此,以使在基于上述分配比率得到的后轮2bR、2bL侧的摩擦制动转矩上加上后轮2bR、2bL侧的再生转矩后的值不超过设定值 $a_2$ (图4)的方式,决定摩擦制动转矩。

[0109] 以上说明的本实施方式的制动力控制系统1以使后轮2bR、2bL侧的合计的制动转矩不超过基于所述的理想制动力分配得到的设定值 $a_2$ (图4)的方式进行控制。该设定值 $a_2$ 为比设定值 $a_1$ (图4)小的值。并且,将由前轮2aR、2aL侧产生的摩擦制动力与由后轮2bR、2bL侧产生的摩擦制动力的分配设定为 $\alpha:\beta$ 的比率。而且,通过控制再生转矩,从而在车辆10所产生的减速度为规定值 $g_3$ 以内时,基于 $\alpha:\beta$ 的分配得到的在后轮2bR、2bL侧产生的摩擦制动力的分配小于在后轮2bR、2bL侧可能抱死的设定值 $a_2$ 。另外,在前轮2aR、2aL产生的摩擦制动力的分配大于前轮2aR、2aL抱死的设定值 $a_1$ 。

[0110] 根据这样的本实施方式的制动力控制系统1,对后轮2bR、2bL的摩擦制动力与再生制动力的合计的制动力未超过设定值 $a_2$ ,从而能够防止后轮2bR、2bL比前轮2aR、2aL先抱死。因此,能够实现车辆行为的稳定化。

[0111] 并且,摩擦制动力如图4的设定值 $b_1$ 、 $b_2$ 那样仅能够输出线性的特性,与此相对,通过控制性高的后轮电动发电机7a、7b调整后轮2bR、2bL的再生制动力,从而能够容易将合计的后轮2bR、2bL的制动力控制成不超过设定值 $a_2$ 。

[0112] 需要说明的是,在上述的实施方式中,示出了通过发动机3和前轮电动发电机4来驱动前轮2aR、2aL、通过后轮电动发电机7a、7b来驱动后轮2bR、2bL的四轮驱动车的例子,但本发明不限于此,也可以在四轮均由电动发电机驱动的四轮驱动的电动机车中适用本发明。

[0113] [实施方式2]

[0114] 图8是具备本实施方式的制动力控制系统的车辆的简要结构图。

[0115] 如图8所示,本实施方式的车辆301是具备两个前轮FW和两个后轮RW的四轮车辆。车辆301将具备前轮FW的一侧作为前方,将具备后轮RW的一侧作为后方。另外,在车辆301中,从后方观察而设定左右方向。

[0116] 前轮FW由发动机310与前轮电动发电机311(第二电动发电机)产生的驱动力驱动。前轮FW构成为能够由前轮电动发电机311与发动机310的驱动力进行混合驱动。后轮RW由后轮电动发电机312(第一电动发电机)产生的驱动力驱动。发动机310由发动机ECU310a(制动力决定部等)控制。从电池303向前轮电动发电机311、后轮电动发电机312供给驱动电力。在前轮FW及后轮RW中具备检测车轮速度的车轮速度传感器313。

[0117] 在前轮电动发电机311与前轮FW之间配设有前轮离合器311a。当前轮离合器311a卡合时,前轮电动发电机311与前轮FW连接,从而将前轮电动发电机311产生的驱动力向前轮FW传递。当前轮离合器311a的卡合被解除时,前轮电动发电机311与前轮FW的连接被解除。

[0118] 另外,在后轮电动发电机312与后轮RW之间配设有后轮离合器312a。当后轮离合器312a卡合时,后轮电动发电机312与后轮RW连接,从而将后轮电动发电机312产生的驱动力向后轮RW传递。当后轮离合器312a的卡合被解除时,后轮电动发电机312与后轮RW的连接被解除。

[0119] 需要说明的是,也可以具备两个后轮电动发电机312,来分别驱动两个后轮RW。

[0120] 前轮离合器311a及后轮离合器312a由车辆301所具备的控制装置302控制。

[0121] 前轮电动发电机311、后轮电动发电机312由PDU(Power Drive Unit)303a(再生制动力控制部等)控制驱动。PDU303a构成为能够将前轮电动发电机311、后轮电动发电机312切换到再生模式。由此,能够将通过前轮电动发电机311、后轮电动发电机312的再生控制产生的再生制动转矩 $RG_{trq}$ 向车轮施加。并且,通过向车轮施加再生制动转矩 $RG_{trq}$ ,由此在车辆301上产生再生制动力。

[0122] 在车辆301上具备控制装置302(制动力决定部等)。控制装置302经由PDU303a来控制前轮电动发电机311、后轮电动发电机312,向前轮FW与后轮RW适当施加驱动转矩。另外,控制装置302与发动机ECU310a连接成能够进行数据通信。

[0123] 在发动机310与前轮电动发电机311之间配设有离合器机构(驱动力切换离合器314)。当驱动力切换离合器314卡合时,发动机310产生的驱动力经由前轮电动发电机311向前轮FW传递。另外,当驱动力切换离合器314的卡合被解除时,发动机310产生的驱动力向前轮FW的传递被切断。驱动力切换离合器314由控制装置302控制。

[0124] 本实施方式的车辆301构成为,能够切换后轮EV行驶、前轮EV行驶及四轮EV行驶,该后轮EV行驶、前轮EV行驶及四轮EV行驶作为通过前轮电动发电机311、后轮电动发电机312输出的驱动力进行行驶的行驶模式。

[0125] 图9是表示车辆通过电动发电机行驶的行驶模式的示意图,(a)是表示后轮EV行驶的图,(b)是表示前轮EV行驶的图,(c)是表示四轮EV行驶的图。

[0126] 需要说明的是,图9为了简化而将前轮FW与后轮RW分别示意性地图示一个。因此,图9的布局与图8的布局稍有不同。

[0127] 在后轮EV行驶时,如图9(a)所示,后轮离合器312a卡合,前轮离合器311a的卡合被解除。在该状态下,后轮电动发电机312输出的驱动力向后轮RW传递,在后轮RW上施加有驱动转矩。车辆301通过后轮电动发电机312的驱动力仅驱动后轮RW进行行驶。

[0128] 在前轮EV行驶时,如图9(b)所示,前轮离合器311a卡合,后轮离合器312a的卡合被解除。另外,驱动力切换离合器314的卡合被解除。在该状态下,前轮电动发电机311输出的驱动力向前轮FW传递,在前轮FW上施加有驱动转矩。车辆301通过前轮电动发电机311的驱动力仅驱动前轮FW进行行驶。

[0129] 在四轮EV行驶时,如图9(c)所示,前轮离合器311a与后轮离合器312a都卡合。另外,驱动力切换离合器314的卡合被解除。在该状态下,前轮电动发电机311输出的驱动力向前轮FW传递,在前轮FW上施加有驱动转矩。另外,后轮电动发电机312输出的驱动力向后轮RW传递,在后轮RW上施加有驱动转矩。车辆301通过前轮电动发电机311的驱动力来驱动前轮FW、并通过后轮电动发电机312的驱动力来驱动后轮RW而进行行驶。

[0130] 此外,车辆301也可以构成为通过发动机310产生的驱动力来驱动前轮FW进行行驶。在这种情况下,前轮离合器311a和驱动力切换离合器314卡合。

[0131] 返回图8的说明。在车辆301上具备产生制动力的所谓线控制动器即电动制动装置(ESB:Electric Servo Brake)(该线控制动器的结构与上述的实施方式1同样,省略详细的说明。后述的车辆行为稳定化装置也同样。)。电动制动装置具有ESB控制器304a、液压产生装置304b及盘式制动器等制动装置304c。液压产生装置304b例如构成为,通过由致动器340的驱动而动作的活塞来产生液压。制动装置304c通过液压产生装置304b产生的液压而动作,向前轮FW、后轮RW施加摩擦制动转矩FRtrq。并且,通过在车轮上施加有摩擦制动转矩FRtrq,从而在车辆301上产生摩擦制动力。

[0132] 需要说明的是,液压产生装置304b构成为能够向前轮FW的制动装置304c和后轮FW的制动装置304c分别供给液压。

[0133] 电动制动装置(ESB控制器304a、液压产生装置304b、制动装置304c)向前轮FW和后轮RW施加摩擦制动转矩FRtrq而使车辆301产生摩擦制动力。ESB控制器304a也可以装入控制装置302。需要说明的是,在图8中,向制动装置304c供给液压的液压系统被简化记载。因此,用于故障防护的两个系统结构等省略图示。

[0134] 另外,在车辆301中具备控制所述电动制动装置的车辆行为稳定化装置的VSA(注册商标)控制器350。VSA控制器350也可以装入控制装置302。VSA控制器350控制VSA泵341来调节向制动装置304c供给的液压,执行防抱死制动控制(ABS控制)。即,VSA控制器350作为执行防抱死制动控制的ABS控制装置而发挥功能。并且,包括VSA控制器350、VSA泵341及制动装置304c而构成本实施方式中的VSA。

[0135] VSA控制器350具备执行在车轮RW、FW产生滑移时进行减少后述的不踏油门踏板(AP-OFF)制动力的控制的EDC(发动机阻力矩控制系统)的EDC控制器351。本实施方式的EDC控制器351根据油门踏板309a释放时或路面状态、车轮的滑移状态(驾驶员停止油门踏板309a的踏入时),使相当于发动机制动的再生制动力(不踏油门踏板制动力)或在驾驶员对制动踏板309b进行踏入操作时对车轮施加的再生制动转矩RGtrq降低。发动机ECU310a、控制装置302等例如根据车身速度来计算不踏油门踏板制动力。并且,控制装置302等进行控制,使车辆301产生计算出的不踏油门踏板制动力。

[0136] 控制装置302等计算为了使车辆301产生所述不踏油门踏板制动力而向前轮FW、后轮RW施加的再生制动转矩RGtrq(AP再生转矩APtrq)。控制装置302等控制PDU303a而将前轮电动发电机311、后轮电动发电机312切换为再生模式,从而对前轮电动发电机311、后轮电动发电机312进行再生控制。通过前轮电动发电机311、后轮电动发电机312,将所述AP再生转矩APtrq向车轮施加。

[0137] 在本实施方式中,通过发动机ECU310a、控制装置302、PDU303a等来构成制动力控制系统。

[0138] 在具有这样构成的制动力控制系统的车辆301中,在油门踏板309a由驾驶员进行踏入操作时,控制装置302等基于车辆301的行驶状态(车身速度、要求驱动力)来计算向前轮FW、后轮RW施加的驱动转矩。

[0139] 要求驱动力是驾驶员要求的车辆301的驱动力。控制装置302基于油门踏板309a的踏入操作量等来计算要求驱动力。另外,控制装置302计算为了使车辆301产生要求驱动力而向车轮施加的驱动转矩。需要说明的是,图8的符号309b是制动踏板。

[0140] 控制装置302基于从车轮速度传感器313输入的检测信号(车轮速度信号)来计算车辆301的车身速度。车轮速度信号例如是前轮FW、后轮RW每旋转一圈产生规定量的脉冲的脉冲波。并且,控制装置302经由PDU303a来控制前轮电动发电机311、后轮电动发电机312,并使前轮电动发电机311、后轮电动发电机312产生计算出的驱动转矩。需要说明的是,在本实施方式中,控制装置302等计算要求驱动力、驱动转矩的技术利用公知的技术。

[0141] 图10是表示后轮EV行驶时的目标制动转矩、再生制动转矩及摩擦制动转矩的图。另外,图11是表示与减速度对应的极限制动转矩的图。

[0142] 图10示出上端表示转矩为“0”、且朝向下方向而转矩增大的状态。

[0143] 在制动踏板309b由驾驶员进行踏入操作时,ESB控制器304a计算驾驶员要求的要求制动力。

[0144] ESB控制器304a基于制动踏板309b的踏入操作量等来计算要求制动力。另外,发动机ECU310a、控制装置302等计算为了使车辆301产生要求制动力而向车轮(前轮FW、后轮RW)施加的制动转矩的目标值(目标制动转矩TGTtrq)。

[0145] 在车辆301(参照图8)进行后轮EV行驶的情况下,如图10所示,当在时刻 $t_0$ 油门踏板309a被释放时,控制装置302(参照图8)将后轮电动发电机312(参照图8)切换为再生模式而对后轮电动发电机312进行再生控制。通过后轮电动发电机312,将所述AP再生转矩APtrq向后轮RW(参照图8)施加。向后轮RW施加的AP再生转矩APtrq为后轮AP再生转矩APtrq\_r。

[0146] 另外,当在时刻 $t_1$ 对制动踏板309b(参照图8)进行踏入操作时,ESB控制器304a(参照图8)计算与制动踏板309b的踏入操作量对应的要求制动力。另外,发动机ECU310a、控制装置302等计算用于使车辆301产生要求制动力和不踏油门踏板制动力(参照图8)的目标制动转矩TGTtrq。另外,本实施方式的发动机ECU310a、控制装置302等对计算出的目标制动转矩TGTtrq进行分配,从而以规定的比率向前轮FW及后轮RW施加。

[0147] 并且,发动机ECU310a、控制装置302等计算根据制动踏板309b的踏入操作量而向前轮FW施加的制动转矩(前轮BP再生转矩BPtrq\_f)及根据制动踏板309b的踏入操作量而向后轮RW施加的制动转矩(后轮BP再生转矩BPtrq\_r)。

[0148] 在图8所示的车辆301上产生制动力而使车辆301减速时,向前轮FW施加的载荷大



于向后轮RW施加的载荷。因此,发动机ECU310a、控制装置302等以使向前轮FW施加的制动转矩(前轮BP再生转矩BPtrq\_f)大于向后轮RW施加的制动转矩(后轮AP再生转矩APtrq\_r+后轮BP再生转矩BPtrq\_r)的方式,以理想的比例(制动力分配比)分配目标制动转矩TGTtrq。即,发动机ECU310a、控制装置302等将向前轮FW施加的制动转矩与向后轮RW施加的制动转矩的制动力分配比设定为“FWrto:RWrto”。制动力分配比是基于仅通过摩擦制动力使车辆301产生制动力的情况而适当设定的值、或作为不产生再生制动力的车辆301的设计值而适当设定的值,设定为向前轮FW施加的制动转矩大于向后轮RW施加的制动转矩的比率(FWrto > RWrto)。作为一个例子,将“FWrto:RWrto”设定为“7:3”。

[0149] 如图11所示,车辆301(参照图8)在制动时以与产生的制动力对应的减速度( $\Delta G$ )进行减速。并且,在前轮FW(参照图8)及后轮RW(参照图8)上设定有与减速度 $\Delta G$ 对应的极限制动转矩LMTtrq。极限制动转矩LMTtrq是各个车轮不抱死的极限的制动转矩,分别设定有前轮FW的极限制动转矩(前轮极限制动转矩LMTtrq\_f)和后轮RW的极限制动转矩(后轮极限制动转矩LMTtrq\_r)。

[0150] 图11表示向前轮FW(参照图8)施加与要求的减速度 $\Delta G$ 对应的前轮制动转矩BKtrq\_f、向后轮RW(参照图8)施加与要求的减速度 $\Delta G$ 对应的后轮制动转矩BKtrq\_r的情况。另外,图11表示在要求的减速度 $\Delta G$ 较小的范围(即,要求制动力较小的范围)内向前轮FW与后轮RW仅施加再生制动转矩RGtrq、在要求的减速度 $\Delta G$ 增大时(即,要求制动力增大时)向前轮FW与后轮RW施加再生制动转矩RGtrq及摩擦所产生的摩擦制动转矩FRtrq的情况。在车辆301进行后轮EV行驶的情况下,在再生制动转矩RGtrq中包括后轮AP再生转矩APtrq\_r及与制动踏板309b(参照图8)的操作量对应的再生转矩即BP再生转矩BPtrq。关于BP再生转矩BPtrq见后述。

[0151] 需要说明的是,前轮制动转矩BKtrq\_f是向前轮FW施加的制动转矩,后轮制动转矩BKtrq\_r是向后轮RW施加的制动转矩。

[0152] 并且,当向前轮FW施加的前轮制动转矩BKtrq\_f超过前轮极限制动转矩LMTtrq\_f时,表示前轮FW抱死。另外,当向后轮RW施加的后轮制动转矩BKtrq\_r超过后轮极限制动转矩LMTtrq\_r时,表示后轮RW抱死。

[0153] 需要说明的是,前轮极限制动转矩LMTtrq\_f与后轮极限制动转矩LMTtrq\_r也可以考虑车辆301的稳定性、各种路面的状况而实际上设定得比车轮抱死的极限低。

[0154] 如上所述,在制动时的车辆301(参照图8)中,向前轮FW施加的载荷大于向后轮RW施加的载荷。即,在前轮FW与路面之间产生的摩擦力大于在后轮RW与路面之间产生的摩擦力。因此,前轮FW的极限制动转矩(前轮极限制动转矩LMTtrq\_f)大于后轮RW的极限制动转矩(后轮极限制动转矩LMTtrq\_r)。

[0155] 并且,制动力分配比(FWrto:RWrto)基于前轮极限制动转矩LMTtrq\_f与后轮极限制动转矩LMTtrq\_r来设定。

[0156] 例如,在将再生制动力和摩擦制动力向前轮FW(参照图8)和后轮RW(参照图8)分配的情况下,将再生制动转矩RGtrq和摩擦制动转矩FRtrq向前轮FW和后轮RW分配而施加。此时,将以使向后轮RW分配的再生制动转矩(后轮再生制动转矩RGtrq\_r)与摩擦制动转矩(后轮摩擦制动转矩FRtrq\_r)的合计不超过后轮极限制动转矩LMTtrq\_r的方式分配再生制动转矩RGtrq与摩擦制动转矩FRtrq的分配比作为制动力分配比。后轮摩擦制动转矩FRtrq\_r

是向后轮RW分配而施加的摩擦制动转矩FRtrq。即,以使向后轮FW施加的总制动力不超过预先设定的值即后轮极限制动转矩LMTtrq\_r的方式,通过发动机ECU310a、控制装置302等来决定摩擦制动力及包含相当于发动机制动的量(不踏油门踏板制动力)在内的再生制动力。

[0157] 这样的制动力分配比优选作为车辆301的特性值而通过实验测量、模拟来预先设定。

[0158] 或者,也可以使车辆301(参照图8)中的摩擦制动力的理想分配比为制动力分配比。摩擦制动力的理想分配比是以将摩擦制动转矩FRtrq向前轮FW和后轮RW分配而施加时产生最大的制动力的方式分配摩擦制动转矩FRtrq的分配比。

[0159] 返回图10的说明。在计算目标制动转矩TGTtrq时,发动机ECU310a、控制装置302等(参照图8)计算通过图8所示的前轮电动发电机311和后轮电动发电机312的再生控制能够向车轮施加的可产生再生转矩M0trq。可产生再生转矩M0trq成为能够通过前轮电动发电机311、后轮电动发电机312的再生控制产生的再生制动转矩RGtrq。即,施加的再生制动转矩RGtrq设定在“0”至可产生再生转矩M0trq之间。发动机ECU310a、控制装置302等基于电池303(参照图8)的充电状态、前轮电动发电机311、后轮电动发电机312的输出状态、发热状态等来计算可产生再生转矩M0trq。电池303的充电状态经由PDU303a(参照图8)向ESB控制器304a通知。

[0160] 另外,也可以为如下结构,即,前轮电动发电机311和后轮电动发电机312的发热状态由前轮电动发电机311、后轮电动发电机312所具备的未图示的温度检测部向控制装置302等通知。

[0161] 在图10所示的时刻t1对制动踏板309b(参照图8)进行踏入操作时,图8所示的发动机ECU310a、控制装置302等在所述可产生再生转矩M0trq不为“0”的情况下(能够产生再生制动转矩RGtrq的情况下),在车辆301进行后轮EV行驶时,经由PDU303a将后轮电动发电机312(参照图8)切换为再生模式。

[0162] 并且,发动机ECU310a、控制装置302等对后轮电动发电机312进行再生控制,从而向后轮RW施加AP再生转矩APtrq(后轮AP再生转矩APtrq\_r)。

[0163] 另外,图8所示的发动机ECU310a、控制装置302等将计算出的可产生再生转矩M0trq中的、作为后轮AP再生转矩APtrq\_r而未被消耗的剩余部分作为与制动踏板309b(参照图8)的操作量对应的再生制动转矩RGtrq(BP再生转矩BPtrq)来进行计算。而且,控制装置302等控制PDU303a而对前轮电动发电机311及后轮电动发电机312进行再生控制。通过前轮电动发电机311及后轮电动发电机312,将发动机ECU310a、控制装置302等计算出的再生制动转矩RGtrq向前轮FW及后轮RW施加。

[0164] 向后轮RW施加的后轮AP再生转矩APtrq\_r与向前轮FW及后轮RW施加的BP再生转矩BPtrq的合计成为向车辆301的车轮施加的再生制动转矩RGtrq。

[0165] 需要说明的是,在对制动踏板309b进行踏入操作时,为了向前轮FW施加BP再生转矩BPtrq,控制装置302控制PDU303a而将前轮电动发电机311切换为再生模式。

[0166] 发动机ECU310a、控制装置302等以使向前轮FW施加的BP再生转矩BPtrq(前轮BP再生转矩BPtrq\_f)与向后轮RW施加的BP再生转矩BPtrq(后轮BP再生转矩BPtrq\_r)之比成为制动力分配比的方式,将BP再生转矩BPtrq向前轮FW与后轮RW分配。

[0167] 在通过前轮电动发电机311、后轮电动发电机312的再生控制向车轮施加的再生制

动转矩 $RG_{trq}$ 不足目标制动转矩 $TGT_{trq}$ 的情况下,控制装置302等控制液压产生装置304b而向制动装置304c供给液压。由此,向前轮FW及后轮RW施加基于摩擦产生的制动转矩(摩擦制动转矩 $FR_{trq}$ )。发动机ECU310a、控制装置302等将摩擦制动转矩 $FR_{trq}$ 以制动力分配比向前轮FW与后轮RW分配而施加。向前轮FW分配的摩擦制动转矩 $FR_{trq}$ 为前轮摩擦制动转矩 $FR_{trq\_f}$ 。即,在前轮FW施加有前轮摩擦制动转矩 $FR_{trq\_f}$ ,在后轮RW施加有后轮摩擦制动转矩 $FR_{trq\_r}$ 。并且,前轮摩擦制动转矩 $FR_{trq\_f}$ 与后轮摩擦制动转矩 $FR_{trq\_r}$ 之比成为制动力分配比。

[0168] 这样,在将油门踏板309a(参照图8)释放而对制动踏板309b(参照图8)进行踏入操作时,控制装置302(ESB控制器304a)等控制液压产生装置304b,如图10所示,向前轮FW及后轮RW施加摩擦制动转矩 $FR_{trq}$ 。另外,图8所示的控制装置302等控制PDU303a,如图10所示,向前轮FW及后轮RW施加再生制动转矩 $RG_{trq}$ (BP再生转矩 $BP_{trq}$ 、后轮AP再生转矩 $AP_{trq\_r}$ )。这样,在对制动踏板309b进行踏入操作时,发动机ECU310a、控制装置302等向前轮FW及后轮RW施加目标制动转矩 $TGT_{trq}$ ,使车辆301产生相当于要求制动力的制动力。

[0169] 需要说明的是,在将油门踏板309a(参照图8)释放且未对制动踏板309b(参照图8)进行踏入操作的情况下,发动机ECU310a、控制装置302等根据车辆301的车身速度等来计算目标制动转矩 $TGT_{trq}$ 。例如,若预先设定有控制映射,该控制映射设有与车辆301的车身速度相对的目标制动转矩 $TGT_{trq}$ ,则发动机ECU310a、控制装置302等能够参照该控制映射,计算与车辆301的车身速度相对的目标制动转矩 $TGT_{trq}$ 。由此,在将油门踏板309a释放时,使车辆301产生相当于发动机制动的制动力。

[0170] 图12是表示向四轮EV行驶的车辆的车轮施加的目标制动转矩的图。

[0171] 图8所示的车辆301进行四轮EV行驶的情况与图10所示那样进行后轮EV行驶的情况不同,将产生不踏油门踏板制动力的AP再生转矩 $AP_{trq}$ 也向前轮FW分配而施加。然后,如图12所示,用于使车辆301产生制动力的目标制动转矩 $TGT_{trq}$ 以制动力分配比向前轮FW与后轮RW分配而施加。

[0172] 在对制动踏板309b(参照图8)进行踏入操作的情况下,在图8所示的前轮FW上施加有前轮再生制动转矩 $RG_{trq\_f}$ (前轮AP再生转矩 $AP_{trq\_f}$ 、前轮BP再生转矩 $BP_{trq\_f}$ )及前轮摩擦制动转矩 $FR_{trq\_f}$ 。另外,在后轮RW上施加有后轮再生制动转矩 $RG_{trq\_r}$ (后轮AP再生转矩 $AP_{trq\_r}$ 、后轮BP再生转矩 $BP_{trq\_r}$ )及后轮摩擦制动转矩 $FR_{trq\_r}$ 。需要说明的是,前轮再生制动转矩 $RG_{trq\_f}$ 表示向前轮FW分配的再生制动转矩 $RG_{trq}$ ,前轮AP再生转矩 $AP_{trq\_f}$ 表示向前轮FW分配的AP再生转矩 $AP_{trq}$ 。

[0173] 并且,前轮AP再生转矩 $AP_{trq\_f}$ 、前轮BP再生转矩 $BP_{trq\_f}$ 及前轮摩擦制动转矩 $FR_{trq\_f}$ 的合计成为向前轮FW施加的制动转矩(前轮制动转矩 $BK_{trq\_f}$ )。

[0174] 另外,后轮AP再生转矩 $AP_{trq\_r}$ 、后轮BP再生转矩 $BP_{trq\_r}$ 及后轮摩擦制动转矩 $FR_{trq\_r}$ 的合计成为向后轮RW施加的制动转矩(后轮制动转矩 $BK_{trq\_r}$ )。

[0175] 图8所示的发动机ECU310a、控制装置302等将摩擦制动转矩 $FR_{trq}$ 以制动力分配比向前轮FW与后轮RW分配而施加。另外,发动机ECU310a、控制装置302等将再生制动转矩 $RG_{trq}$ 以制动力分配比向前轮FW与后轮RW分配。将向前轮FW分配的再生制动转矩 $RG_{trq}$ 作为前轮再生制动转矩 $RG_{trq\_f}$ ,将向后轮RW分配的再生制动转矩 $RG_{trq}$ 作为后轮再生制动转矩 $RG_{trq\_r}$ 。前轮再生制动转矩 $RG_{trq\_f}$ 与后轮再生制动转矩 $RG_{trq\_r}$ 之比成为制动力分配比。

[0176] 另外,前轮AP再生转矩 $APtrq\_f$ 与前轮BP再生转矩 $BPtrq\_f$ 的合计成为前轮再生制动转矩 $RGtrq\_f$ 。另外,后轮AP再生转矩 $APtrq\_r$ 与后轮BP再生转矩 $BPtrq\_r$ 的合计成为后轮再生制动转矩 $RGtrq\_r$ 。并且,前轮再生制动转矩 $RGtrq\_f$ 与后轮再生制动转矩 $RGtrq\_r$ 的合计成为再生制动转矩 $RGtrq$ 。再生制动转矩 $RGtrq$ 是通过前轮电动机311与后轮电动机312进行再生控制而产生的制动转矩。

[0177] 另外,前轮AP再生转矩 $APtrq\_f$ 与后轮AP再生转矩 $APtrq\_r$ 之比、前轮BP再生转矩 $BPtrq\_f$ 与后轮BP再生转矩 $BPtrq\_r$ 之比、及前轮摩擦制动转矩 $FRtrq\_f$ 与后轮摩擦制动转矩 $FRtrq\_r$ 之比都成为制动力分配比( $FWrto:RWrto$ )。

[0178] 另外,图8所示的本实施方式的控制装置302等构成为,在判定为在车辆301的制动时产生了滑移的情况下,能够执行对前轮制动转矩 $BKtrq\_f$ 与后轮制动转矩 $BKtrq\_r$ 进行调节而减少滑移的功能(滑移减少动作)。

[0179] 在执行滑移减少动作时,EDC控制器351监视车辆301是否产生滑移。例如,EDC控制器351在前轮FW、后轮RW的车轮速度迅速降低的情况下,判定为车轮抱死而产生滑移。即,EDC控制器351将车轮速度的迅速降低作为车辆状态的变化而取得,基于车辆状态的变化来判定车辆301的滑移状态。

[0180] 另外,在车辆301上具备横摆角速度传感器(未图示)、横加速度传感器(未图示)的情况下,EDC控制器351也可以在车辆301上产生不规则的横摆旋转、横加速度时判定为产生了滑移。在这种情况下,EDC控制器351将车辆301产生了不规则的横摆旋转、横加速度的情况作为车辆状态的变化而取得,基于车辆状态的变化来判定车辆301的滑移状态。

[0181] 这样,EDC控制器351具有基于车辆状态来判定车辆301是否产生滑移的功能。即,在本实施方式中,EDC控制器351成为基于车辆状态来检测车辆301的滑移状态的滑移状态检测部。

[0182] 需要说明的是,如上所述,车辆301所具备的VSA控制器350构成为能够执行防抱死制动控制。VSA控制器350在检测出车辆301的滑移状态时执行防抱死制动控制。

[0183] 例如,VSA控制器350与EDC控制器351同样,将车轮速度的迅速降低作为车辆状态的变化而取得,基于车辆状态的变化来判定车辆301的滑移状态。

[0184] 因此,本实施方式的EDC控制器351判定车辆301的滑移状态的车辆状态的变化(车轮速度的降低)设定得比VSA控制器350判定车辆301的滑移状态的车辆状态的变化(车轮速度的降低)小。即,EDC控制器351构成为,能够通过比VSA控制器350判定车辆301的滑移状态时的车辆状态的变化(车轮速度的降低)小的车辆状态的变化(车轮速度的降低),来判定车辆301的滑移状态。由此,EDC控制器351与VSA控制器350执行防抱死制动控制相比能够先检测出车辆301的滑移状态。因此,在比VSA控制器350所进行的防抱死制动控制早的阶段(即车辆301的滑移较小的状态)执行EDC控制器351所进行的滑移减少动作。

[0185] 图13是表示在执行滑移减少动作时在车辆上产生的制动力的变化的图。另外,图14(a)是表示可产生再生转矩大于滑移避免再生转矩时的制动力的图,图14(b)是表示可产生再生转矩小于滑移避免再生转矩时的制动力的图。

[0186] 在EDC控制器351判定为图8所示的车辆301产生滑移时,控制装置302使前轮离合器311a及后轮离合器312a卡合。并且,控制装置302控制PDU303a而将前轮电动机311及后轮电动机312切换为再生模式。由此,前轮电动机311与后轮电动机312能够

进行再生控制。

[0187] 另外,发动机ECU310a、控制装置302等计算在不产生车轮的抱死所引起的滑移的范围内车辆301上能够产生的制动力的极限、即极限制动转矩LMTtrq。

[0188] 需要说明的是,在EDC控制器351判定为车辆301产生滑移时,在对油门踏板309a(参照图8)进行踏入操作的情况下,控制装置302也可以将车辆301切换为四轮EV行驶而使车辆301进行四轮驱动行驶。即,车辆301的行驶模式也可以切换为通过前轮电动发电机311与后轮电动发电机312驱动前轮FW、后轮RW的行驶模式。由此,即使车辆301在低摩擦系数( $\mu$ )路等容易滑移的路面上行驶的情况下,也能够进行稳定的行驶。

[0189] EDC控制器351检测出的滑移是比执行防抱死制动控制的VSA控制器350检测出的滑移小的滑移(程度小的滑移)。因此,存在当切换为四轮EV行驶时车轮的抓地力恢复,从而EDC控制器351提前判定为滑移消除的情况。

[0190] 这样,在对油门踏板309a进行踏入操作的情况下,通过将车辆301切换为四轮EV行驶的结构,即使在变得未产生滑移的情况下,也可以提前实现驾驶员要求的加速。

[0191] 另外,在四轮EV行驶中释放油门踏板309a的情况下,也可以切换为前轮EV行驶,来确保车辆301的稳定性。

[0192] 如图11所示,极限制动转矩LMTtrq根据车辆301(参照图8)的减速度 $\Delta G$ 来决定。因此,控制装置302等计算车辆301的车身速度,并且基于计算出的车身速度来计算减速度 $\Delta G$ 。另外,控制装置302等计算与计算出的减速度 $\Delta G$ 对应的极限制动转矩LMTtrq。例如图11所示,若预先设定有表示与减速度 $\Delta G$ 相对的极限制动转矩LMTtrq(前轮极限制动转矩LMTtrq\_f、后轮极限制动转矩LMTtrq\_r)的控制映射,则控制装置302等能够参照该控制映射而计算与减速度 $\Delta G$ 对应的极限制动转矩LMTtrq(前轮极限制动转矩LMTtrq\_f、后轮极限制动转矩LMTtrq\_r)。

[0193] 如图13所示,在向后轮RW施加的后轮制动转矩BKtrq\_r超过后轮极限制动转矩LMTtrq\_r的情况下,EDC控制器351计算用于使后轮制动转矩BKtrq\_r降低至后轮极限制动转矩LMTtrq\_r的、后轮再生制动转矩RGtrq\_r的降低量( $\Delta RGtrq_r$ )。

[0194] 另外,EDC控制器351计算前轮再生制动转矩RGtrq\_f的降低量( $\Delta RGtrq_f$ )。此时,控制装置302(EDC控制器351)等以使前轮再生制动转矩RGtrq\_f的降低量( $\Delta RGtrq_f$ )与后轮再生制动转矩RGtrq\_r的降低量( $\Delta RGtrq_r$ )之比成为制动力分配比(FWrto:RWrtto)的方式决定前轮再生制动转矩RGtrq\_f的降低量( $\Delta RGtrq_f$ )。

[0195] 并且,控制装置302(EDC控制器351)等控制PDU303a,从而如图13所示,使前轮电动发电机311施加的前轮再生制动转矩RGtrq\_f降低了降低量( $\Delta RGtrq_f$ ),并且使后轮电动发电机312施加的后轮再生制动转矩RGtrq\_r降低了降低量( $\Delta RGtrq_r$ )。

[0196] 由此,向后轮RW施加的后轮制动转矩BKtrq\_r降低至后轮极限制动转矩LMTtrq\_r。

[0197] 另外,向前轮FW施加的前轮制动转矩BKtrq\_f与向后轮RW施加的后轮制动转矩BKtrq\_r之比维持为制动力分配比。

[0198] 在滑移减少动作时,将由前轮制动转矩BKtrq\_f与后轮制动转矩BKtrq\_r向车轮施加的再生制动转矩RGtrq作为滑移避免再生转矩SLPtrq。

[0199] 在EDC控制器351执行滑移减少动作时,控制装置302等监视电池303的充电状态等而计算可产生再生转矩M0trq。控制装置302等以预先设定的间隔来计算可产生再生转矩

M0trq。然后,控制装置302等对计算出的滑移避免再生转矩SLPtrq与可产生再生转矩M0trq进行比较。

[0200] 在可产生再生转矩M0trq大于滑移避免再生转矩SLPtrq的情况下,控制装置302等判定为能够产生计算出的滑移避免再生转矩SLPtrq的全部。并且,如图14(a)所示,控制装置302等控制PDU303a,使前轮电动发电机311、后轮电动发电机312产生滑移避免再生转矩SLPtrq。

[0201] 另一方面,如图14(b)所示,在可产生再生转矩M0trq小于滑移避免再生转矩SLPtrq的情况下,图8所示的控制装置302(EDC控制器351)等判定为无法产生计算出的滑移避免再生转矩SLPtrq的全部。然后,控制装置302等将可产生再生转矩M0trq设定为新的滑移避免再生转矩SLPtrq。此时,控制装置302等以使前轮再生制动转矩RGtrq\_f的降低量( $\Delta$ RGtrq\_f)与后轮再生制动转矩RGtrq\_r的降低量( $\Delta$ RGtrq\_r)之比成为制动力分配比(FWrto:RWrtto)的方式,将滑移避免再生转矩SLPtrq向前轮FW和后轮RW分配。

[0202] 控制装置302等控制PDU303a而使前轮电动发电机311、后轮电动发电机312产生新设定的滑移避免再生转矩SLPtrq并将其向前轮FW和后轮RW施加。

[0203] 另外,由于滑移避免再生转矩SLPtrq降低,因此向后轮RW施加的后轮制动转矩BKtrq\_r变得小于后轮极限制动转矩LMTtrq\_r。因此,控制装置302(ESB控制器304a)等控制液压产生装置304b而增大摩擦制动转矩FRtrq。即,控制装置302(ESB控制器304a)等向前轮FW施加前轮增大摩擦转矩FRtrq\_fa,并向后轮RW施加后轮增大摩擦转矩FRtrq\_ra。控制装置302(ESB控制器304a)等以使前轮增大摩擦转矩FRtrq\_fa与后轮增大摩擦转矩FRtrq\_ra之比成为制动力分配比(FWrto:RWrtto)的方式控制液压产生装置304b。

[0204] 在后轮RW上施加有由后轮再生制动转矩RGtrq\_r、后轮摩擦制动转矩FRtrq\_r及后轮增大摩擦转矩FRtrq\_ra构成的后轮制动转矩BKtrq\_r。另外,在前轮FW上施加有由前轮再生制动转矩RGtrq\_f、前轮摩擦制动转矩FRtrq\_f及前轮增大摩擦转矩FRtrq\_fa构成的前轮制动转矩BKtrq\_f。并且,将向前轮FW施加的前轮制动转矩BKtrq\_f与向后轮RW施加的后轮制动转矩BKtrq\_r之比维持为制动力分配比。

[0205] 这样,控制装置302等在执行滑移减少动作时,比较计算出的滑移避免再生转矩SLPtrq与可产生再生转矩M0trq而选择较小的一方。控制装置302等将选择出的一方设定为新的滑移避免再生转矩SLPtrq。然后,控制装置302等控制PDU303a,向前轮FW与后轮RW施加新设定的滑移避免再生转矩SLPtrq。

[0206] 另外,控制装置302等在向后轮RW施加的后轮制动转矩BKtrq\_r小于后轮极限制动转矩LMTtrq\_r的情况下,设定向后轮RW重新施加的后轮增大摩擦转矩FRtrq\_ra。另外,控制装置302等设定向前轮FW重新施加的前轮增大摩擦转矩FRtrq\_fa。控制装置302等以使前轮增大摩擦转矩FRtrq\_fa与后轮增大摩擦转矩FRtrq\_ra之比成为制动力分配比(FWrto:RWrtto)的方式设定前轮增大摩擦转矩FRtrq\_fa。

[0207] 并且,控制装置302等控制液压产生装置304b而向前轮FW施加前轮增大摩擦转矩FRtrq\_fa,并向后轮RW施加后轮增大摩擦转矩FRtrq\_ra。由此,向后轮RW施加相当于后轮极限制动转矩LMTtrq\_r的后轮制动转矩BKtrq\_r。

[0208] 在滑移减少动作时,在可产生再生转矩M0trq的范围内设定滑移避免再生转矩SLPtrq。因此,在EDC控制器351执行滑移减少动作时,也在可产生再生转矩M0trq的范围内

向前轮FW、后轮RW施加再生制动转矩RGtrq(滑行避免再生转矩SLPtrq)。另外,由于向后轮RW施加后轮增大摩擦转矩FRtrq\_ra,因此向后轮RW施加相当于后轮极限制动转矩LMTtrq\_r的后轮制动转矩BKtrq\_r。另外,将前轮制动转矩BKtrq\_f与后轮制动转矩BKtrq\_r之比维持为制动力分配比。

[0209] 因而,即使在滑行减少动作时,在前轮FW与后轮RW上也施加有按制动力分配比分配的制动转矩。

[0210] 需要说明的是,本发明不限于上述的实施方式,在不脱离发明的主旨的范围内能够适当地进行设计变更。

[0211] 例如,也可以是图8所示的两个前轮FW与两个后轮RW分别由前轮电动发电机311、后轮电动发电机312驱动的结构。即,也可以是具备两个前轮电动发电机311与两个后轮电动发电机312的四个电动发电机的结构。

[0212] 另外,在能够通过发动机310(参照图8)驱动后轮RW(参照图8)的车辆中也能够适用本发明。

[0213] 另外,在前轮FW与后轮RW中的两方或任一方为一个或三个以上的车辆中也能够适用本发明。

[0214] 符号说明:

[0215]	1	制动力控制系统
[0216]	2aR、2aL	前轮
[0217]	2bR、2bL	后轮
[0218]	4	前轮电动发电机(第二电动发电机)
[0219]	7a、7b	后轮电动发电机(第一电动发电机)
[0220]	10	车辆
[0221]	20	混合控制装置(再生制动力控制部)
[0222]	30	摩擦制动控制装置(摩擦制动力控制部、制动力决定部)
[0223]	40	再生控制装置(制动力决定部)
[0224]	200	制动装置
[0225]	301	车辆
[0226]	302	控制装置(制动力决定部)
[0227]	303a	PDU(再生制动力控制部)
[0228]	304a	ESB控制器(摩擦制动力控制部)
[0229]	309a	油门踏板
[0230]	310a	发动机ECU(制动力决定部)
[0231]	311	前轮电动发电机(第二电动发电机)
[0232]	312	后轮电动发电机(第一电动发电机)
[0233]	350	VSA控制器(ABS控制装置)
[0234]	351	EDC控制器(滑行状态检测部)
[0235]	FW	前轮
[0236]	RW	后轮

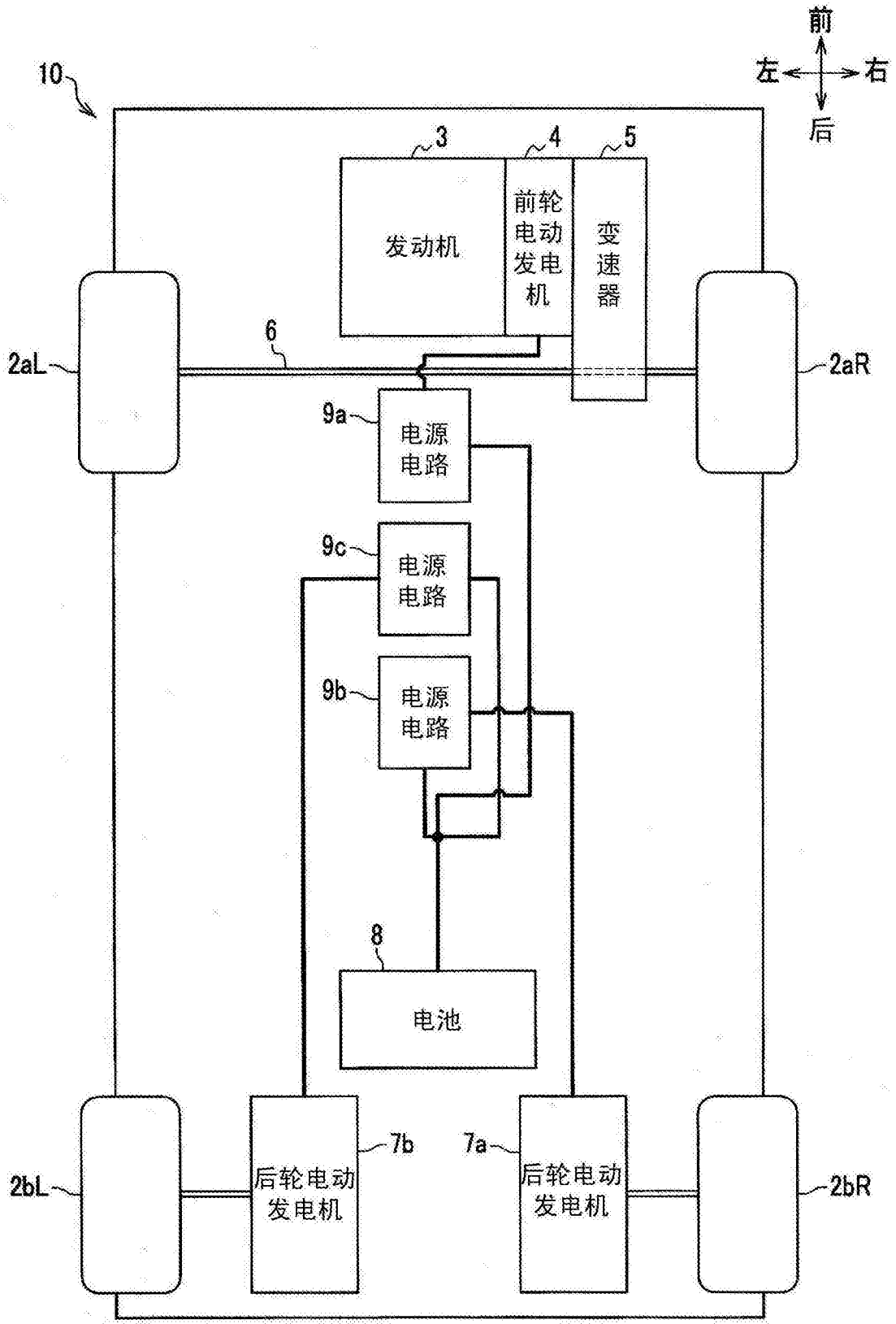


图1



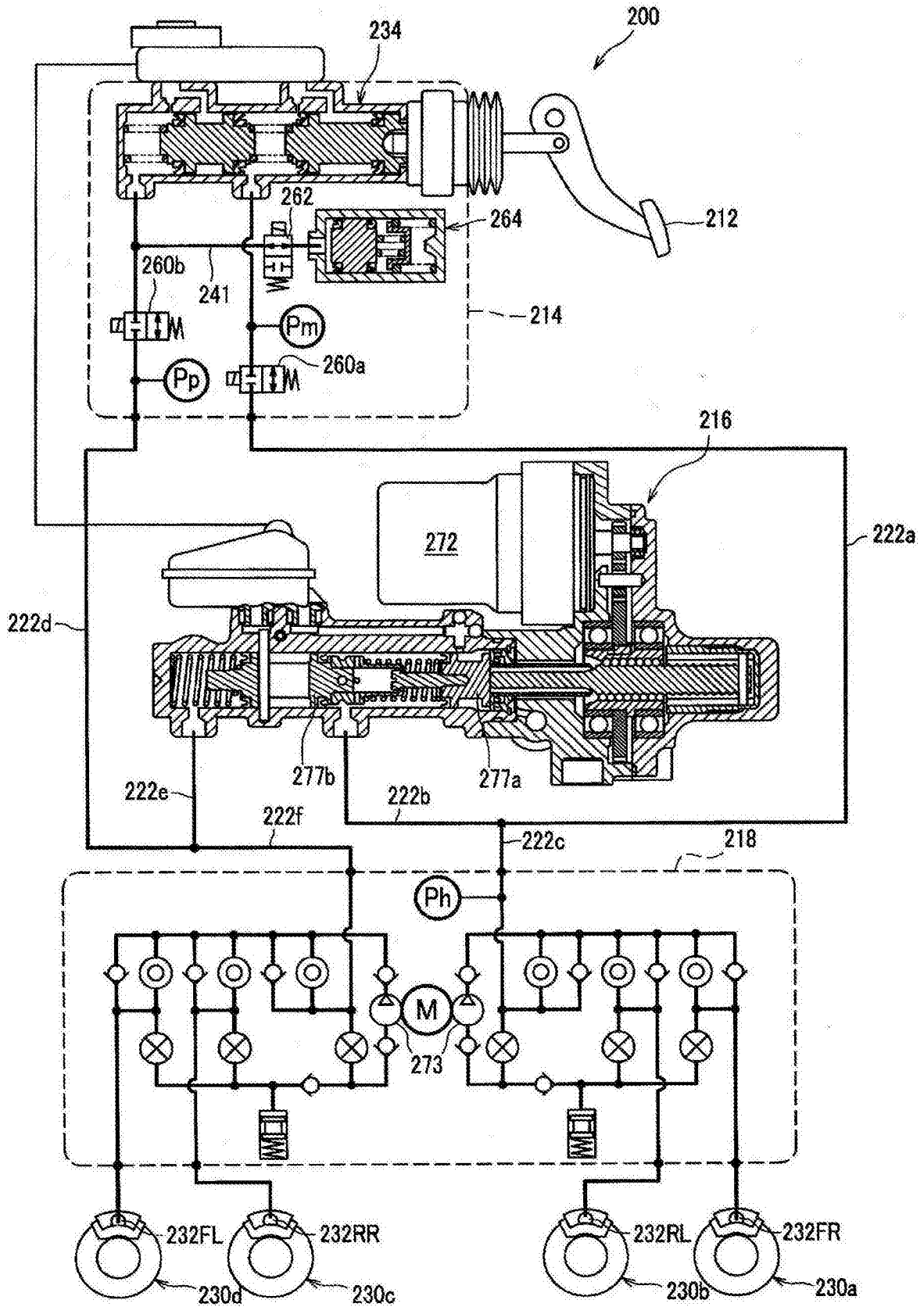


图2

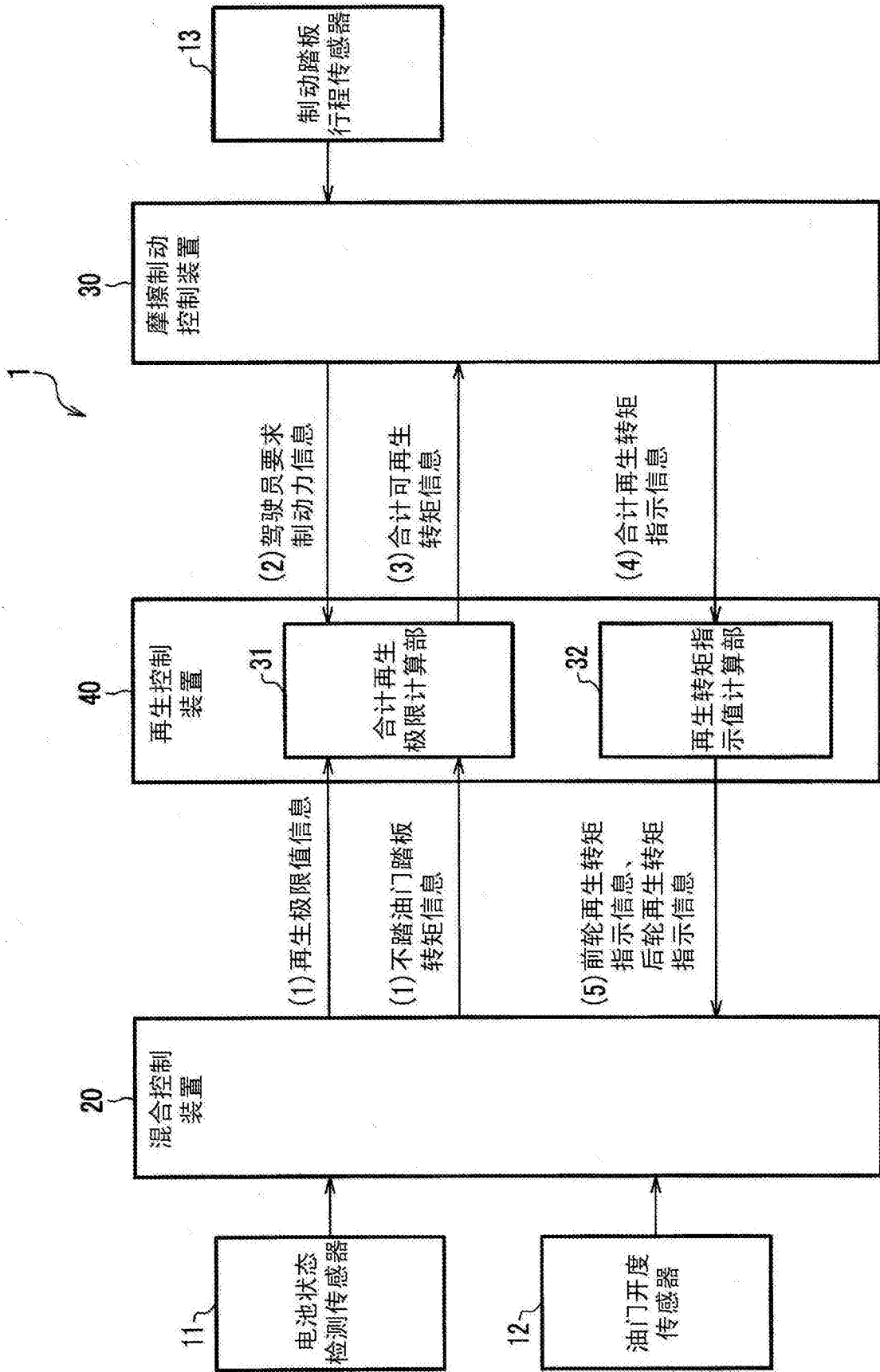


图3

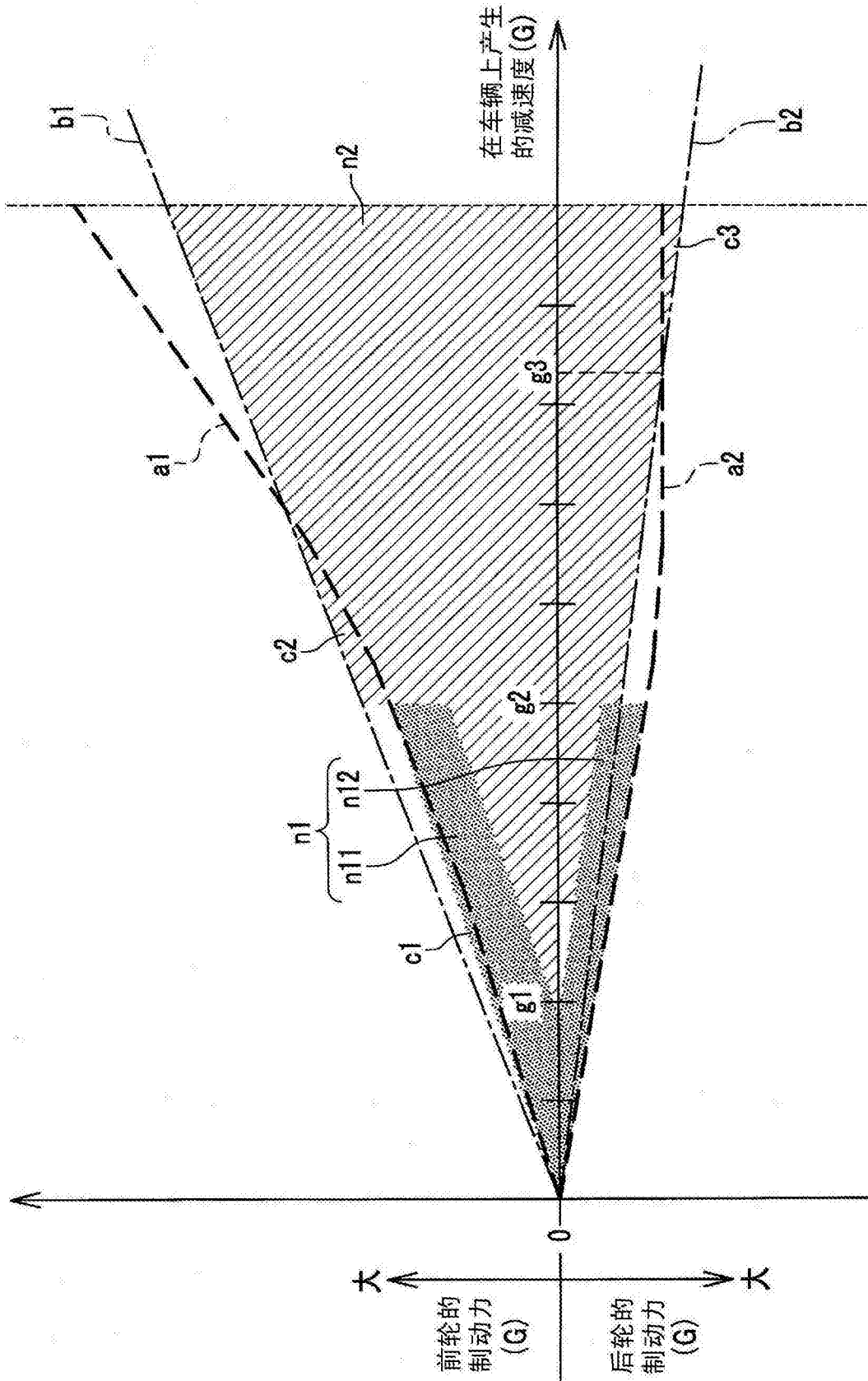


图4

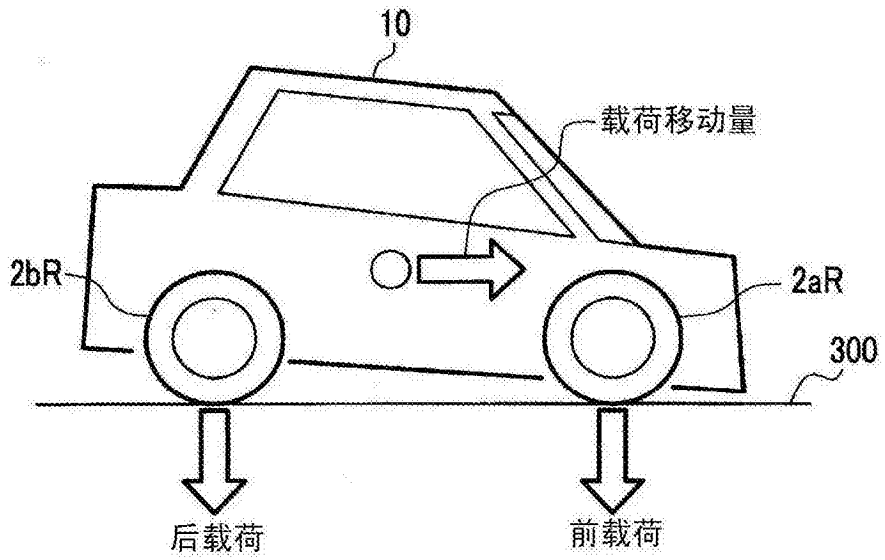


图5

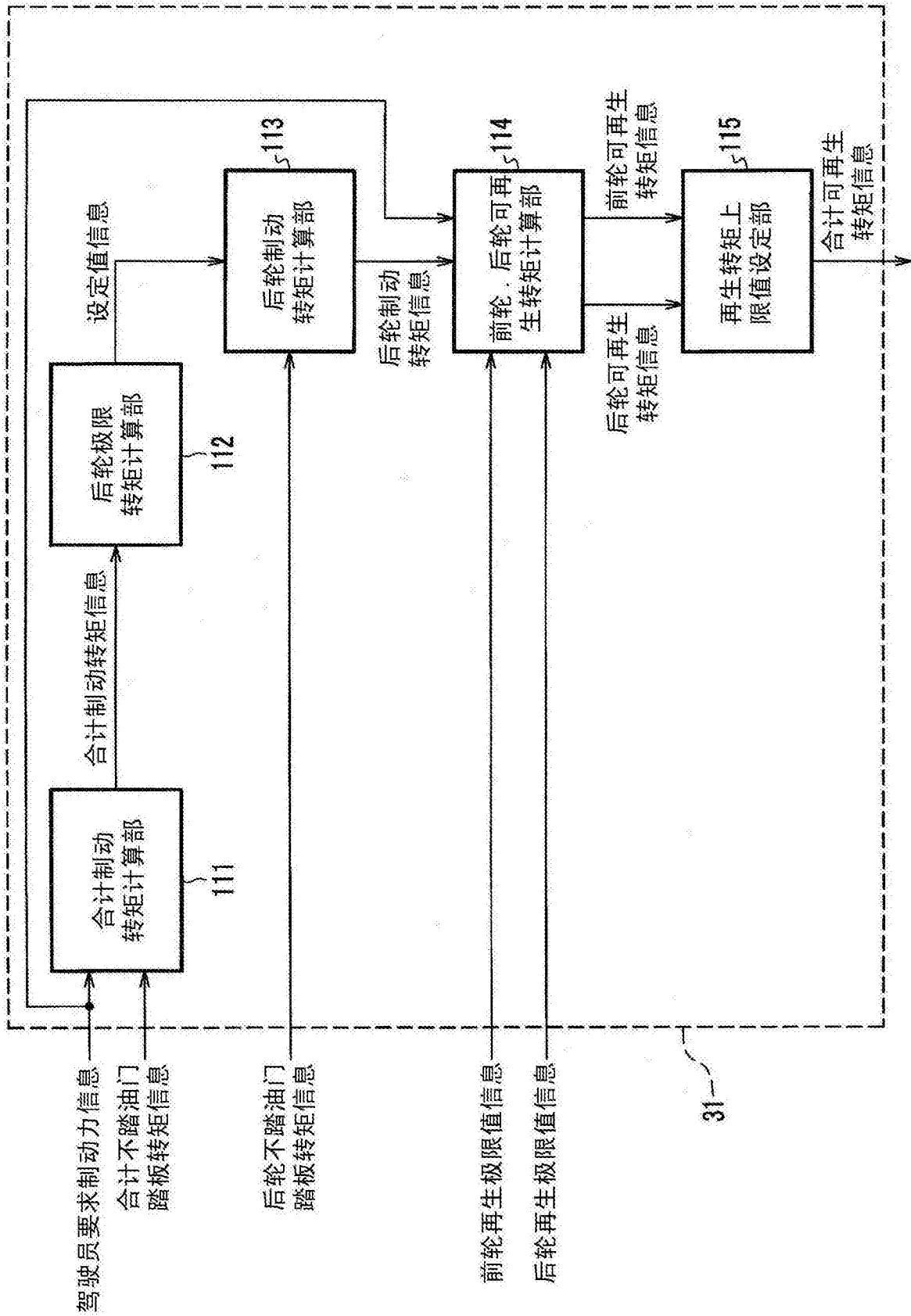


图6

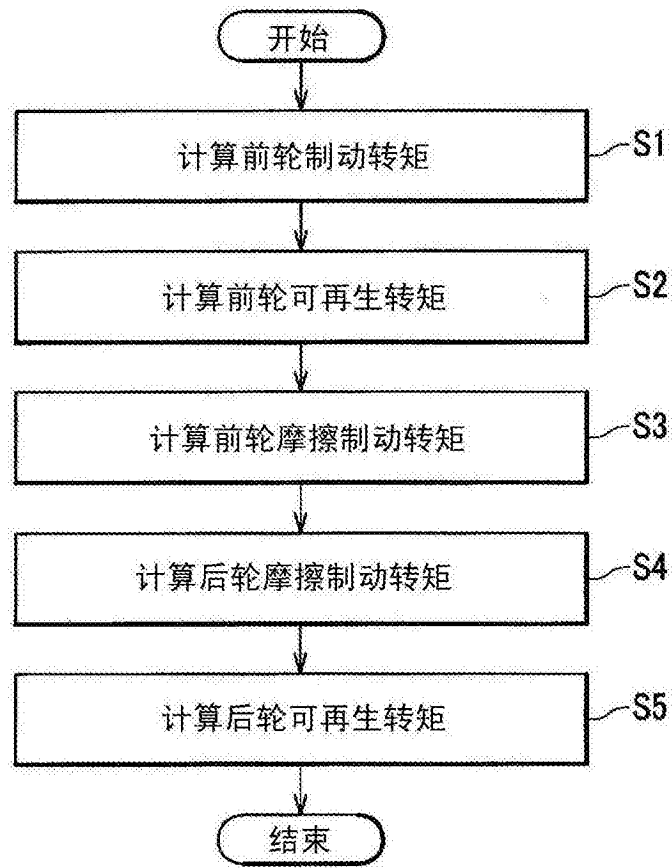


图7

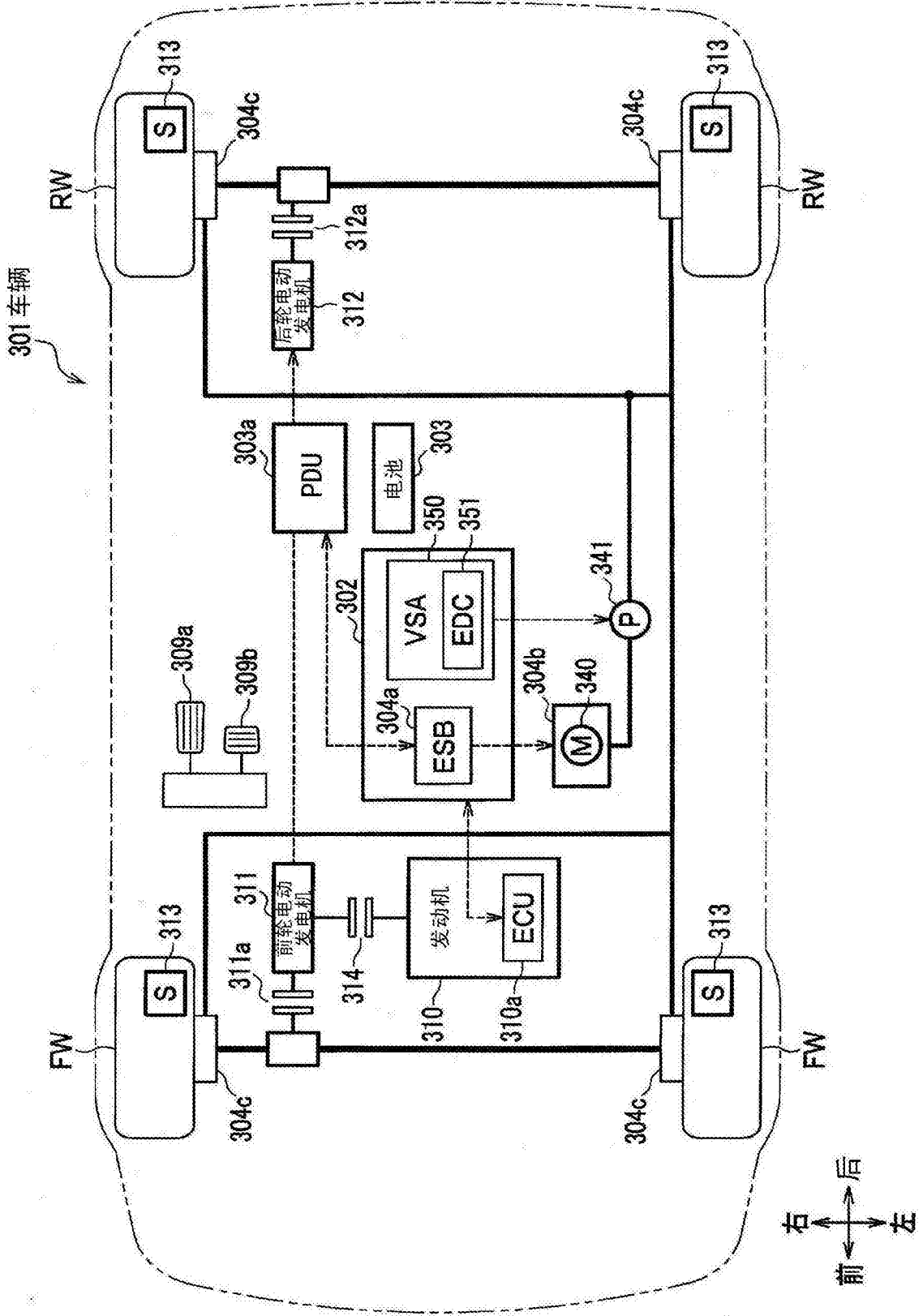


图8

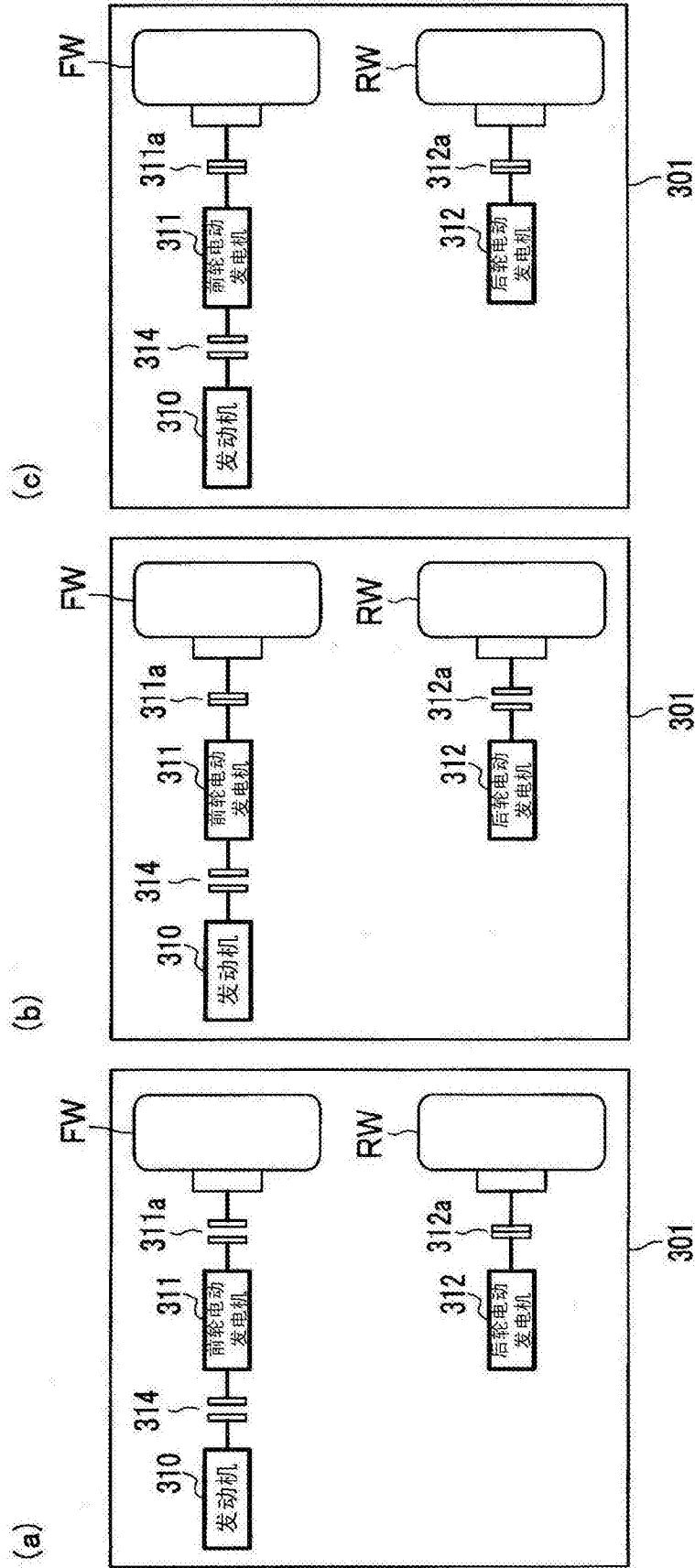


图9



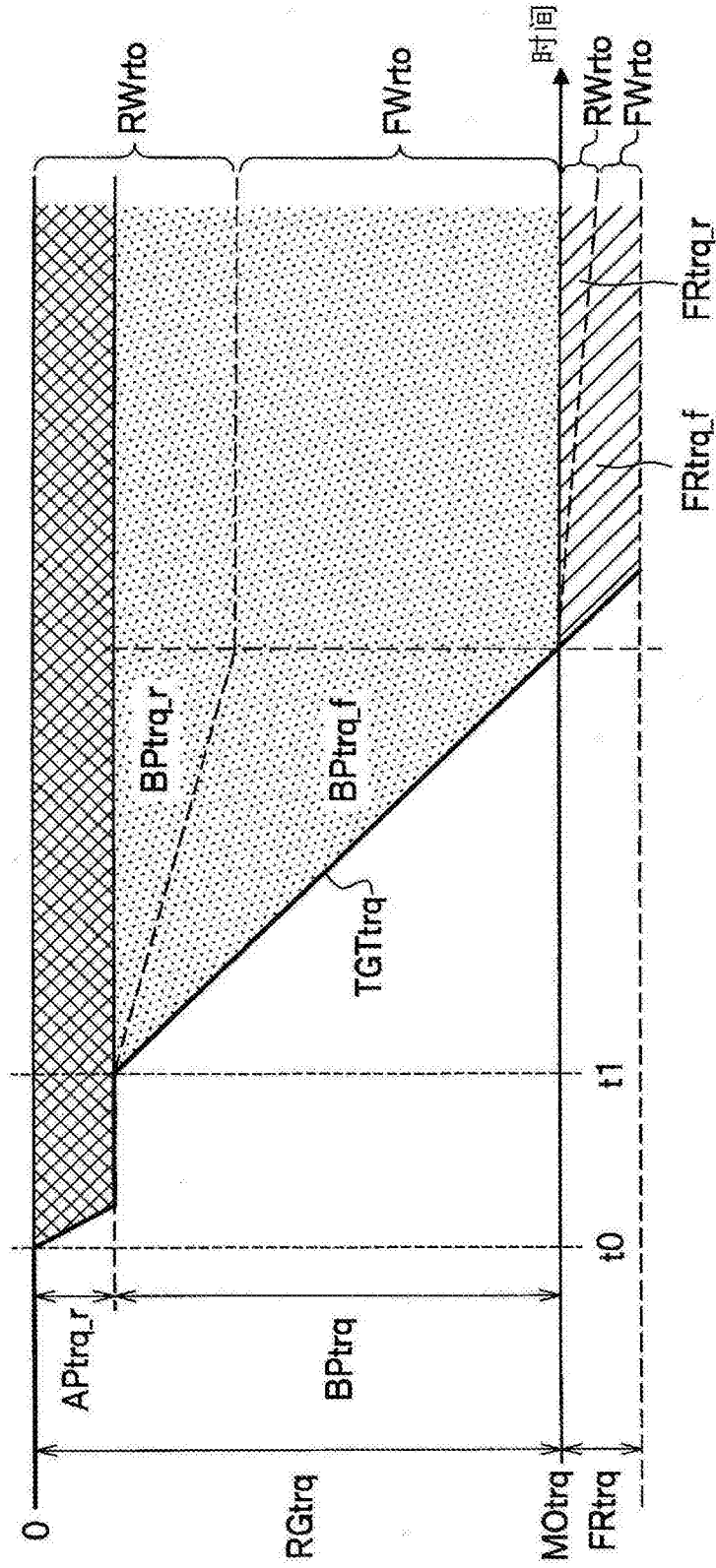


图10

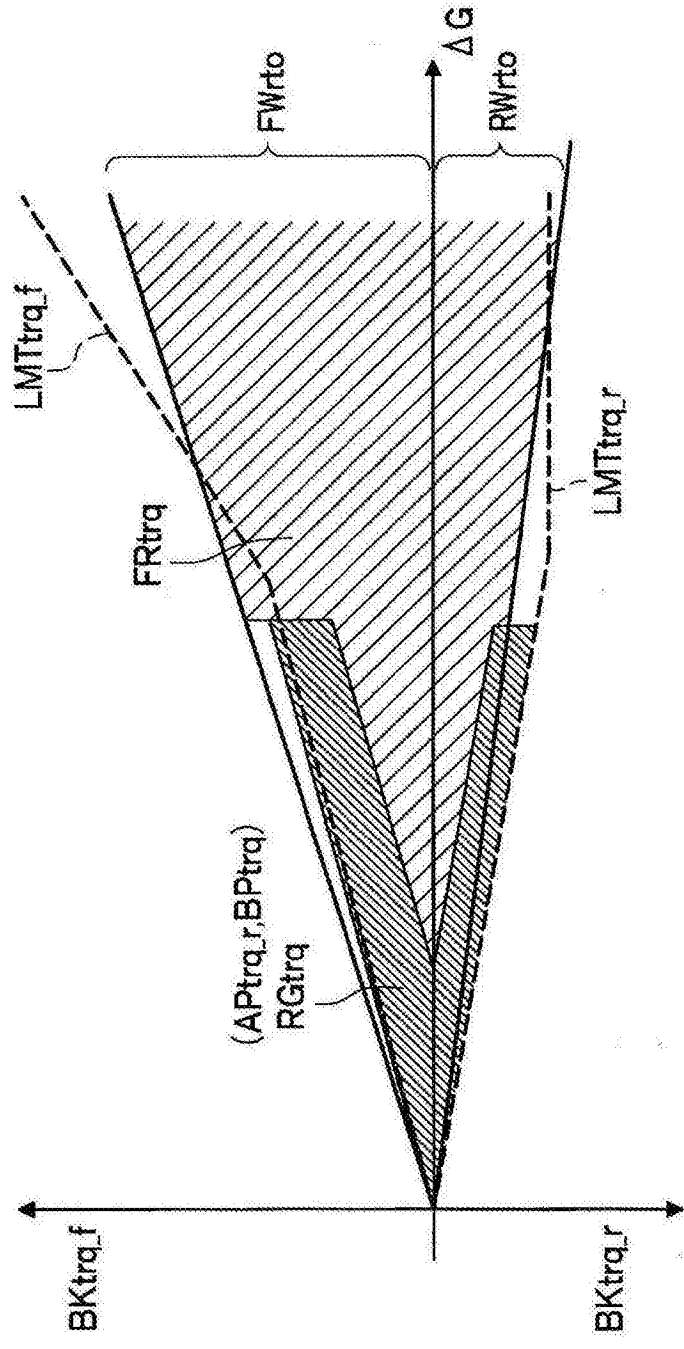


图11

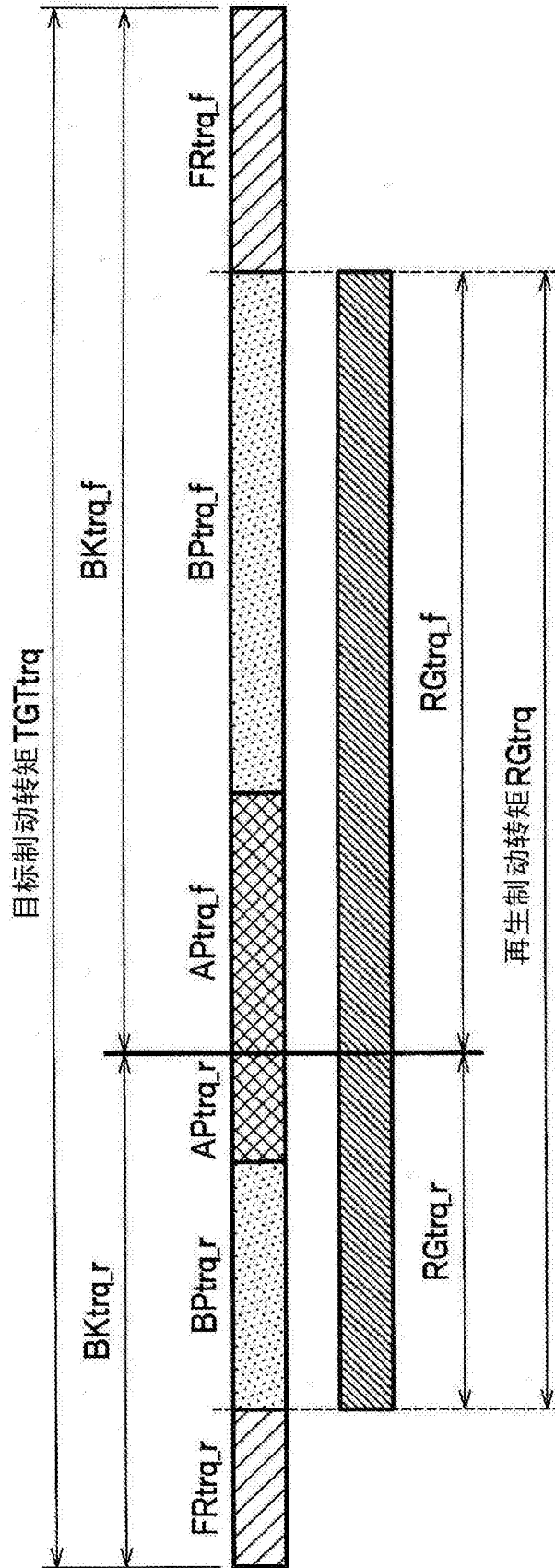


图12

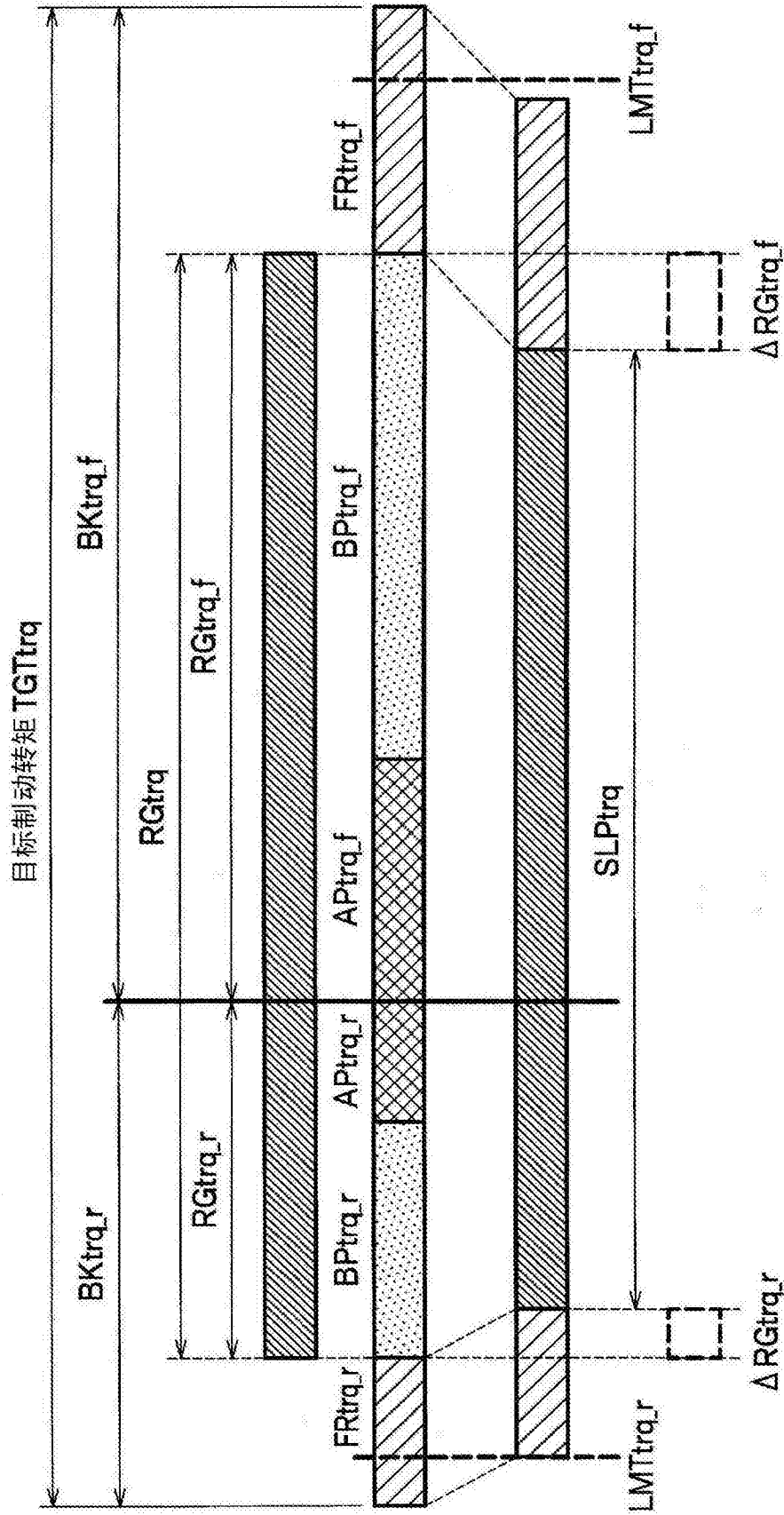


图13

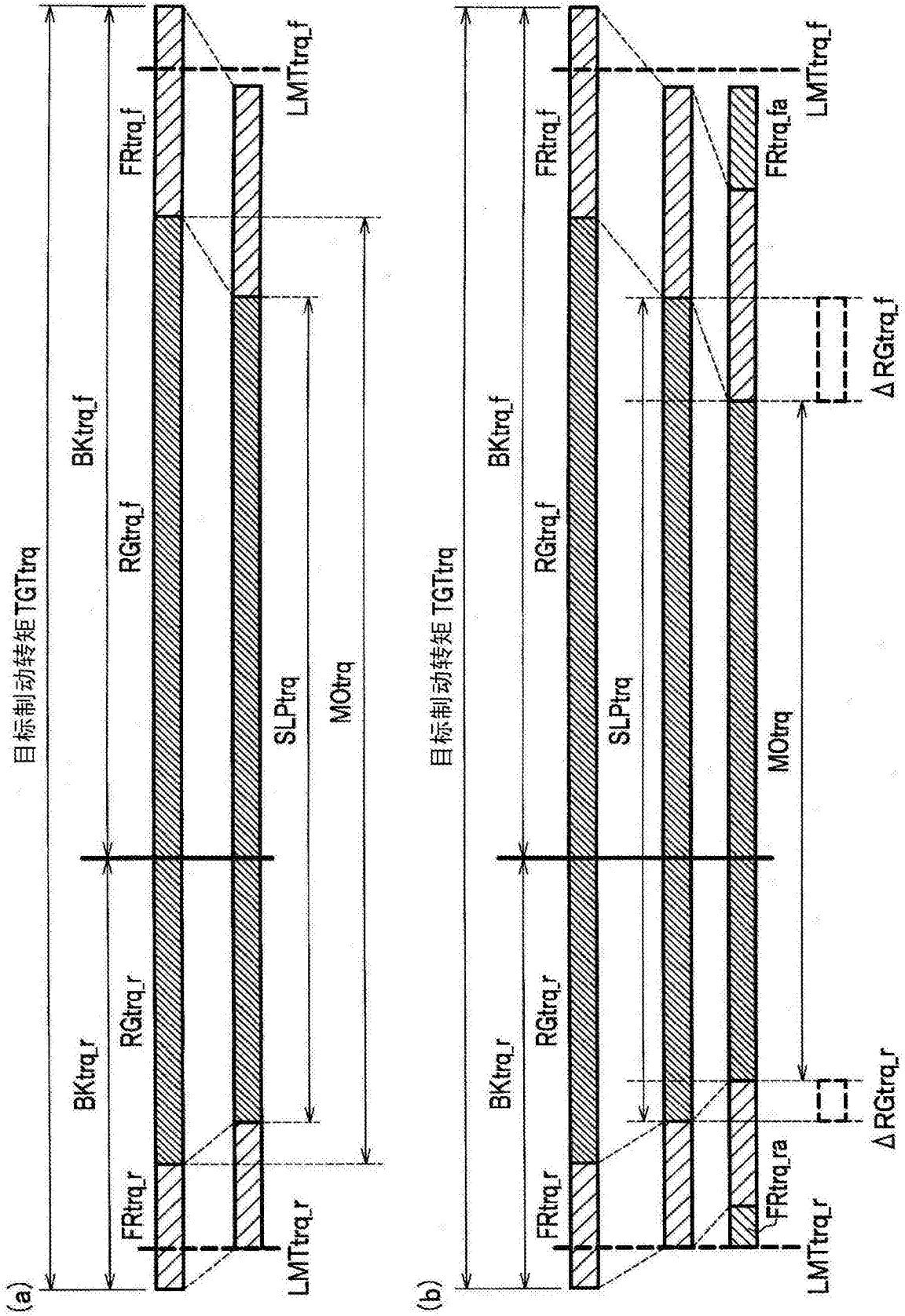


图14