



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104520138 B

(45)授权公告日 2016.09.28

(21)申请号 201280075128.3

(22)申请日 2012.10.04

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104520138 A

(43)申请公布日 2015.04.15

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.02.04

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2012/075754 2012.10.04

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/054148 JA 2014.04.10

(73)专利权人 丰田自动车株式会社  
地址 日本,爱知县丰田市

(72)发明人 胜山悦生 小林孝雄 杉浦豪轨

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

代理人 苏卉 车文

(51)Int.Cl.  
B60L 15/20(2006.01)

(56)对比文件  
CN 102656050 A,2012.09.05,  
JP 2011130629 A,2011.06.30,  
JP 2005204436 A,2005.07.28,  
JP 2007118898 A,2007.05.17,  
CN 1946586 A,2007.04.11,  
CN 101378926 A,2009.03.04,

审查员 王行

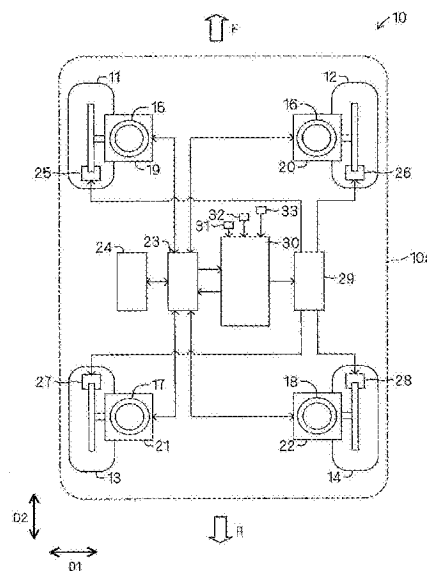
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

车轮控制装置、车辆、车轮控制方法

(57)摘要

对设于车辆(10)的四个车轮(11~14)进行控制的作为车轮控制装置的控制单元(30)具备对能够分别独立地驱动四个车轮(11~14)的四个电动机(19~22)进行转矩控制的作为控制部的转矩运算部,转矩运算部根据与由驾驶员进行的输入操作相关的第一信息,对四个电动机(19~22)中的各电动机分别设定预定基准转矩,并且该控制单元(30)包括如下的分配转矩限制模式:根据与车辆(10)的运动状态相关的第二信息,以对基准转矩加算分配第一分配转矩所得到的转矩来控制四个电动机(19~22)中的一个或多个第一电动机,且以对基准转矩减算分配第二分配转矩所得到的转矩来控制与第一电动机不同的一个或多个第二电动机,且对于第一电动机及第二电动机中的各电动机,分别以使转矩的作用方向在加算分配及减算分配的前后不变的方式来限制第一分配转矩及第二分配转矩。



1. 一种车轮控制装置,对设于车辆的多个车轮进行控制,

所述车轮控制装置具备控制部,所述控制部对能够分别独立地驱动所述多个车轮的多个电动机进行转矩控制,

所述控制部根据与由驾驶员进行的输入操作相关的第一信息对所述多个电动机中的各电动机分别设定预定的基准转矩,并且所述控制部包括如下的分配转矩限制模式:根据与所述车辆的运动状态相关的第二信息,以对所述基准转矩加算分配第一分配转矩所得到的转矩来控制所述多个电动机中的一个或多个第一电动机,且以对所述基准转矩减算分配第二分配转矩所得到的转矩来控制与所述第一电动机不同的一个或多个第二电动机,且对于所述第一电动机及所述第二电动机中的各电动机,分别以使转矩的作用方向在所述加算分配及所述减算分配的前后不变的方式来限制所述第一分配转矩及所述第二分配转矩。

2. 根据权利要求1所述的车轮控制装置,其中,

在所述分配转矩限制模式中,在所述第一分配转矩及所述第二分配转矩中的至少一方的分配转矩的大小超过所述基准转矩的大小时,所述控制部以使该至少一方的分配转矩的大小成为所述基准转矩的大小以下的方式来限制该至少一方的分配转矩,由此阻止所述第一电动机及所述第二电动机中的各电动机的转矩的作用方向的变化。

3. 根据权利要求2所述的车轮控制装置,其中,

在所述分配转矩限制模式中,在所述第一分配转矩及所述第二分配转矩中的至少一方的分配转矩的大小超过所述基准转矩的大小时,所述控制部以使该至少一方的分配转矩的大小与所述基准转矩的大小一致的方式来限制该至少一方的分配转矩,由此阻止所述第一电动机及所述第二电动机中的各电动机的转矩的作用方向的变化。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的车轮控制装置,其中,

所述多个电动机仅由向所述多个车轮中的相互对应的左轮及右轮中的任一方装入的一个所述第一电动机和向所述左轮及所述右轮中的另一方装入的一个所述第二电机构成,

所述控制部将关于一个所述第一电动机的所述第一分配转矩与关于一个所述第二电动机的所述第二分配转矩设定为相同的大小。

5. 根据权利要求1~3中任一项所述的车轮控制装置,其中,

所述多个电动机仅由向作为所述多个车轮的四个车轮中的两个车轮分别装入的两个所述第一电动机和向除所述两个车轮以外的两个车轮分别装入的两个所述第二电机构成,

所述控制部将关于两个所述第一电动机中的各第一电动机的所述第一分配转矩与关于两个所述第二电动机中的各第二电动机的所述第二分配转矩设定为相同的大小。

6. 根据权利要求5所述的车轮控制装置,其中,

所述第二信息包括与所述车辆的侧倾运动或俯仰运动相关的第一运动信息和与所述车辆的横摆运动相关的第二运动信息,

所述控制部选择性地执行:根据所述第一运动信息来设定所述第一分配转矩及所述第二分配转矩的侧倾运动控制或俯仰运动控制、和根据所述第二运动信息来设定所述第一分配转矩及所述第二分配转矩的横摆运动控制中的任一控制,并且,在执行所述侧倾运动控制或所述俯仰运动控制时选择所述分配转矩限制模式,而在执行所述横摆运动控制时则不

选择所述分配转矩限制模式。

7. 根据权利要求1~3、6中任一项所述的车轮控制装置,其中,

在所述分配转矩限制模式中,在所述多个电动机中不需要降低电力消耗时,所述控制部不限制所述第一分配转矩及所述第二分配转矩。

8. 根据权利要求7所述的车轮控制装置,其中,

关于作为所述多个电动机的驱动源而搭载于所述车辆的蓄电装置,在充电余量相对于充满电时的蓄电容量的比率高于预定阈值的情况下,所述控制部判定为所述多个电动机中不需要降低电力消耗。

9. 一种车辆,包括:

多个车轮;

能够分别独立地驱动所述多个车轮的多个电动机;及

对所述多个电动机进行控制的电动机控制装置,

所述电动机控制装置由权利要求1~8中任一项所述的车轮控制装置构成。

10. 一种车轮控制方法,对设于车辆的多个车轮进行控制,

关于能够分别独立地驱动所述多个车轮的多个电动机的转矩控制,包括以下步骤:

根据与由驾驶员进行的输入操作相关的第一信息,对所述多个电动机中的各电动机分别设定预定的基准转矩的步骤;及

使用如下的分配转矩限制模式的步骤,在所述分配转矩限制模式中,根据与所述车辆的运动状态相关的第二信息,以对所述基准转矩加算分配第一分配转矩所得到的转矩来控制所述多个电动机中的一个或多个第一电动机,且以对所述基准转矩减算分配第二分配转矩所得到的转矩来控制与所述第一电动机不同的一个或多个第二电动机,且对于所述第一电动机及所述第二电动机中的各电动机,分别以使转矩的作用方向在所述加算分配及所述减算分配的前后不变的方式来限制所述第一分配转矩及所述第二分配转矩。

## 车轮控制装置、车辆、车轮控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及对设于车辆的多个车轮进行控制的技术。

### 背景技术

[0002] 在下述专利文献1中公开了对向车辆的各车轮装入的电动机进行控制的技术。根据该技术,在检测出车辆的俯仰率的变动(车辆的姿势变化)的情况下,执行使前轮或后轮中的一方的车轮的驱动力降低并将降低后的驱动力向另一方的车轮施加的俯仰控制。

[0003] 专利文献1:日本特开2007-118898号公报

### 发明内容

[0004] 上述专利文献1公开的俯仰控制具有使车辆通过路面的台阶等时的车辆俯仰率降低的可能性,而关于对前轮及后轮分别进行驱动的电动机的转矩控制,在为了实现车辆运动的适当化而控制各电动机的转矩分配的情况下,有时会产生前轮的电动机的转矩和后轮的电动机的转矩符号相反的现象。例如,通过转矩分配,有时会在预定电动机产生驱动方向(牵引方向)的转矩、而在另一电动机则产生与驱动方向相反的制动方向(再生方向)的转矩。在这样的情况下,已知:例如在一方的电动机中使分配转矩从基准转矩开始降低的过程中,转矩的符号反转,因此从该电动机的电气性损失减少的相切换成电气性损失增加的相。其结果是,与未控制转矩分配的情况相比,存在电动机整体的电气性损失增大而消耗电力增加的可能性。因此,在设计能够分别独立地驱动多个车轮的这种电动机时,要求对转矩分配控制所引起的消耗电力增加进行抑制的技术。

[0005] 本发明鉴于上述情况而作出,其目的之一是提供一种在具备能够分别独立地对设于车辆的多个车轮进行驱动的多个电动机的车辆中通过各电动机的转矩分配来适当地控制车辆运动并且有效抑制该控制所引起的消耗电力增加的技术。

[0006] 为了实现上述的目的,本发明的车轮控制装置是对设于车辆的多个车轮进行控制的装置,且至少具备控制部。该控制部起到如下功能:根据与由驾驶员进行的输入操作相关的第一信息对多个电动机中的各电动机分别设定预定基准转矩。能够基于设定的基准转矩来控制所对应的电动机。另外,该控制部包括分配转矩限制模式。在该分配转矩限制模式中,根据与车辆的运动状态相关的第二信息,以对基准转矩加算分配第一分配转矩所得到的转矩来控制多个电动机中的一个或多个第一电动机,且以对基准转矩减算分配第二分配转矩所得到的转矩来控制与第一电动机不同的一个或多个第二电动机,且对于第一电动机及第二电动机中的各电动机,分别以使转矩的作用方向在加算分配及减算分配的前后不变的方式来限制第一分配转矩及第二分配转矩。即,控制部发挥作为设定或计算预定基准转矩的单元的功能、作为限制第一分配转矩及第二分配转矩并控制第一电动机及第二电动机的单元的功能。在这种情况下,第一分配转矩及第二分配转矩可以为相同的大小,或者可以为不同的大小。而且,多个电动机可以仅由一个第一电动机及一个第二电机构成,或者可以由数量彼此相同的多个第一电动机及两个第二电机构成。关于第一信息及第二信息的

检测,为了检测各自的信息而优选使用设于车辆的一个或多个传感器类装置。

[0007] 根据上述结构的车轮控制装置,在第一电动机及第二电动机中的任一个电动机中,都能防止在转矩分配的前后转矩的作用方向在驱动方向(牵引方向)与制动方向(再生方向)之间发生变化。即,能防止转矩的符号发生变化。例如在第二电动机中,在使第二分配转矩从基准转矩开始降低的过程中,能防止转矩的符号反转,因此不会从该电动机的电气性损失减少的相切换成电气性损失增加的相。其结果是,能够抑制电动机整体的电气性损失增大而消耗电力增加。因此,能够适当地控制车辆运动并抑制该控制所引起的消耗电力的增加。

[0008] 在本发明的上述的车轮控制装置中,优选的是,在分配转矩限制模式中,在第一分配转矩及第二分配转矩中的至少一方的分配转矩的大小超过基准转矩的大小时,控制部以使该至少一方的分配转矩的大小成为基准转矩的大小以下的方式来限制该至少一方的分配转矩。在这种情况下,根据基准转矩的大小,在预定范围内选择分配转矩的大小,由此能够可靠地阻止第一电动机及第二电动机中的各电动机的转矩的作用方向的变化。

[0009] 在本发明的上述的车轮控制装置中,优选的是,在分配转矩限制模式中,在第一分配转矩及第二分配转矩中的至少一方的分配转矩的大小超过基准转矩的大小时,控制部以使该至少一方的分配转矩的大小与基准转矩的大小一致的方式来限制该至少一方的分配转矩。在这种情况下,根据基准转矩的大小而简便地选择分配转矩的大小,由此能够可靠地阻止第一电动机及第二电动机的转矩的作用方向的变化。

[0010] 在本发明的上述的车轮控制装置中,优选的是,多个电动机仅由向多个车轮中的相互对应的左轮及右轮中的任一方装入的一个第一电动机和向左轮及右轮中的另一方装入的一个第二电机构成。在这种情况下,优选的是,控制部将关于一个第一电动机的第一分配转矩与关于一个第二电动机的第二分配转矩设定为相同的大小。由此,能抑制在转矩分配的前后至少二轮总计的驱动转矩发生变化,能够进行不会给车辆的乘员造成不适感的控制。

[0011] 在本发明的上述的车轮控制装置中,优选的是,多个电动机仅由向作为多个车轮的四个车轮中的两个车轮分别装入的两个第一电动机和向除两个车轮以外的两个车轮分别装入的两个第二电机构成。在这种情况下,优选的是,控制部将关于两个第一电动机中的各第一电动机的第一分配转矩与关于两个第二电动机中的各第二电动机的第二分配转矩设定为相同的大小。由此,能抑制在转矩分配的前后四轮总计的驱动转矩发生变化,能够进行不会给车辆的乘员造成不适感的控制。

[0012] 在本发明的上述的车轮控制装置中,优选的是,第二信息包括与车辆的侧倾运动或俯仰运动相关的第一运动信息和与车辆的横摆运动相关的第二运动信息。在这种情况下,优选的是,控制部选择性地执行:根据第一运动信息来设定第一分配转矩及第二分配转矩的侧倾运动控制或俯仰运动控制、和根据第二运动信息来设定第一分配转矩及第二分配转矩的横摆运动控制中的任一控制,并且,在执行侧倾运动控制或俯仰运动控制时选择分配转矩限制模式,而在执行横摆运动控制时则不选择分配转矩限制模式。总之,关于限制分配转矩的优先级,与关于车辆的转向稳定性的横摆运动控制相比,关于车辆的乘员的乘坐舒适性的俯仰运动控制或侧倾运动控制的该优先级设定得高。由此,能够以虽然车辆的乘员的乘坐舒适性受损但是极力避免车辆的转向稳定性受损的方式适当控制车辆运动,并抑

制该控制所引起的消耗电力的增加。

[0013] 在本发明的上述的车轮控制装置中,优选的是,在分配转矩限制模式中,在多个电动机中不需要降低电力消耗时,控制部不限制第一分配转矩及第二分配转矩。由此,能够根据适当的要求来选择是否限制分配转矩,比较合理。

[0014] 在本发明的上述的车轮控制装置中,优选的是,关于作为多个电动机的驱动源而搭载于车辆的蓄电装置,在充电余量相对于充满电时的蓄电容量的比率高于预定阈值的情况下,控制部判定为多个电动机中不需要降低电力消耗。在这种情况下,作为蓄电装置,可列举蓄电池或电容器等。而且,预定阈值可以是预先设定的固定值,或者可以是根据车辆运动的状态等而能够设定变更的可变值。由此,能够根据蓄电装置侧的要求来选择是否限制分配转矩,比较合理。

[0015] 本发明的车辆包括:多个车轮;能够分别独立地驱动多个车轮的多个电动机;及对多个电动机进行控制的电动机控制装置,该电动机控制装置由上述的车轮控制装置构成。由此,能够实现适当地控制车辆运动并抑制该控制所引起的消耗电力的增加的结构的车辆。

[0016] 本发明的车轮控制方法是对设于车辆的多个车轮进行控制的方法,关于能够分别独立地驱动多个车轮的多个电动机的转矩控制,包括以下步骤:根据与由驾驶员进行的输入操作相关的第一信息,对上述多个电动机中的各电动机分别设定预定基准转矩的步骤;及使用分配转矩限制模式的步骤。该车轮控制方法也可以包括其他步骤。在分配转矩限制模式中,根据与车辆的运动状态相关的第二信息,以对基准转矩加算分配第一分配转矩所得到的转矩来控制多个电动机中的一个或多个第一电动机,且以对基准转矩减算分配第二分配转矩所得到的转矩来控制与第一电动机不同的一个或多个第二电动机,且对于第一电动机及第二电动机中的各电动机,分别以使转矩的作用方向在加算分配及减算分配的前后不变的方式来限制第一分配转矩及第二分配转矩。由此,在第一电动机及第二电动机中的任一个电动机中,都能防止在转矩分配的前后转矩的作用方向在驱动方向(牵引方向)与制动方向(再生方向)之间发生变化。即,能防止转矩的符号发生变化。其结果是,能够抑制电动机整体的电气性损失增大而消耗电力增加。因此,能够适当地控制车辆运动并抑制该控制所引起的消耗电力的增加。

## 附图说明

[0017] 图1是表示本发明的车辆10的驱动机构的概略结构的图。

[0018] 图2是表示图1中的控制单元30的概略结构的图。

[0019] 图3是表示电动机转矩控制的处理流程的图。

[0020] 图4是说明在电动机的转矩与电气性损失的关系中在图3的电动机转矩控制中处于分配转矩限制模式的情况的图。

[0021] 图5是说明在电动机的转矩与电气性损失的关系中在图3的电动机转矩控制中未处于分配转矩限制模式的情况的图。

[0022] 图6是说明图1中的车辆10的侧倾运动控制的图。

[0023] 图7是说明图1中的车辆10的俯仰运动控制的图。

[0024] 图8是说明图1中的车辆10的横摆运动控制的图。

## 具体实施方式

[0025] 以下,使用附图,说明本发明的一实施方式的车辆10。

[0026] 关于车辆10的驱动机构的概略结构,参照图1。图1中的箭头F表示车辆10的前进方向,箭头R表示车辆10的后退方向。而且,图1中的箭头D1表示车辆10的左右方向,箭头D2表示车辆10的前后方向。该车辆10相当于本发明的“车辆”,具备作为车轮的左右前轮11、12及左右后轮13、14。左右前轮11、12相互或分别独立地经由悬架机构15、16而支撑于车辆10的作为簧上的车身10a。而且,左右后轮13、14相互或分别独立地经由悬架机构17、18而支撑于车辆10的车身10a。

[0027] 向左右前轮11、12的轮内部分别装入电动的电动机19、20,这些电动机19、20分别起到向所对应的车轮传递转矩的功能。同样,向左右后轮13、14的轮内部分别装入电动机21、22,这些电动机电动机21、22分别起到向所对应的车轮传递转矩的功能。上述电动机19~22是所谓轮毂电动机,与左右前轮11、12及左右后轮13、14一起配置在车辆10的簧下。并且,通过分别独立地控制各电动机19~22,来控制用于将左右前轮11、12及左右后轮13、14分别沿驱动方向(也称为“牵引方向”)或制动方向(也称为“再生方向”)进行驱动的驱动转矩。

[0028] 上述电动机19~22都构成为例如交流同步电动机。在这种情况下,经由逆变器23,将作为驱动源而搭载于车辆10的蓄电装置24(蓄电池或电容器等)的直流电力转换成交流电力,将该交流电力向各电动机供给,由此来驱动各电动机,向左右前轮11、12及左右后轮13、14施加驱动方向或制动方向的驱动转矩。而且,也可以利用左右前轮11、12及左右后轮13、14的旋转能量对上述电动机19~22进行再生控制。另外,四个电动机19~22分别可以是与所对应的车轮直接连结的结构,或者可以是在电动机与所对应的车轮之间夹装有减速器的结构。

[0029] 在四个车轮11~14的各车轮与所对应的四个电动机19~22的各电动机之间分别设有制动机构25、26、27、28。制动机构25~28都构成为例如盘式制动器或鼓式制动器等公知的制动装置。上述制动机构25~28例如与通过来自主缸(图示省略)的液压而使在车轮11~14产生制动力的制动钳的活塞、制动蹄(均图示省略)等进行动作的制动执行器29连接。上述逆变器23及制动执行器29分别与控制单元30连接。

[0030] 另外,在上述车辆10中,除了可以采用四个车轮11~14分别由四个电动机19~22驱动的结构(即,四轮电动机车)以外,也可以采用两个左右前轮11、12分别由两个电动机19、20驱动的结构(即,前轮驱动的二轮电动机车)或两个左右后轮13、14分别由两个电动机21、22驱动的结构(即,后轮驱动的二轮电动机车)。

[0031] 在控制单元30上分别连接有第一检测传感器31、第二检测传感器32及第三检测传感器33,将来自包含上述第一~第三检测传感器31~33在内的各种传感器的输出信号向该控制单元30输入。第一检测传感器31构成为用于检测为了车辆10的驾驶而由驾驶员操作的操作状态的检测传感器(操作状态检测单元)。第二检测传感器32构成为用于检测在行驶时车辆10的车身10a(簧上)所产生的运动状态的检测传感器(运动状态检测单元)。第三检测传感器33构成为用于检测在行驶时作用于车辆10的干扰的检测传感器(干扰检测单元)。

[0032] 作为第一检测传感器31,可列举例如检测驾驶员对车辆转向用的方向盘(图示省

略)的操作量(转向角)的转向角传感器、检测驾驶员对油门踏板(图示省略)的操作量(踏下量、角度、压力等)的油门传感器、设于发动机(图示省略)并检测根据油门踏板的操作而进行动作的节气门的开度的节气门传感器、检测驾驶员对制动踏板(图示省略)的操作量(踏下量、角度、压力等)的制动传感器、检测驻车制动器(图示省略)的通-断状态的驻车制动传感器、检测点火装置(图示省略)的通-断状态的点火装置传感器、检测蓄电装置24的充电状态的蓄电传感器等。

[0033] 作为第二检测传感器32,可列举例如检测车身10a(簧上)的上下方向的上下加速度的簧上上下加速度传感器、检测车辆10的车速的车速传感器、检测车辆10所产生的横摆率的横摆率传感器、检测车辆10所产生的俯仰率的俯仰率传感器、检测车辆10所产生的侧倾率的侧倾率传感器等。

[0034] 作为第三检测传感器33,可列举例如检测悬架机构15~18各自的行程量的行程传感器、检测包含车轮11~14的车辆10的簧下的上下方向的上下加速度的簧下上下加速度传感器等。

[0035] 控制单元30起到如下的功能:基于来自包含第一~第三检测传感器31~33在内的各种传感器的输出信号,向逆变器23输出用于控制电动机19~22的控制信号,并向制动执行器29输出用于控制制动机构25~28的控制信号。其结果是,控制单元30能够掌握并控制车辆10的行驶状态及车身10a的运行情况。该控制单元30以由CPU、ROM、RAM等构成的微型计算机为主要结构部件,执行各种程序。该控制单元30构筑对设于车辆10的四个车轮11~14进行控制的车轮控制装置,且对四个电动机19~22进行控制,构成本发明的“车轮控制装置”及“电动机控制装置”。

[0036] 具体而言,关于车辆10的行驶状态的控制,控制单元30基于从第一检测传感器31输出的输出信号,例如在驾驶员操作油门踏板时,能够算出与该操作相伴的油门操作量所对应的要求驱动转矩(要求驱动力)、即为了使车辆10行驶而应使电动机19~22中的各电动机分别产生的驱动转矩(驱动力)。而且,控制单元30基于从第一检测传感器31输出的输出信号,例如在驾驶员操作制动踏板时,能够算出与该操作相伴的制动操作量所对应的要求制动转矩(要求制动力)、即为了使车辆10减速而应使电动机19~22及制动机构25~28相互协作而产生的要求制动转矩(制动力)。并且,控制单元30基于从逆变器23输入的信号、具体而言为表示在牵引控制时向电动机19~22中的各电动机分别供给的电力量、电流值的信号、表示在再生控制时从电动机19~22中的各电动机分别再生的电力量、电流值的信号,以使电动机19~22各自的输出转矩追随所希望的要求制动转矩或要求制动力的方式进行电动机控制。

[0037] 控制单元30通过适当地控制各轮毂电动机19~22分别产生的转矩的分配,而使车辆10行驶并控制作为车身10a(簧上)所产生的运行情况的侧倾运动、俯仰运动及横摆运动。因此,如图2所示,控制单元30具备作为输入单元的输入部41、作为车身运行情况控制值运算单元的车身运行情况控制指令值运算部42、作为驱动力分配运算单元的驱动力分配运算部43、作为转矩运算单元的转矩运算部44及输出部45。

[0038] 从第一检测传感器31、第二检测传感器32及第三检测传感器33中的各检测传感器分别将信号向输入部41输入。并且,输入部41基于来自第一检测传感器31的输入信号,取得例如由驾驶员进行的方向盘的转向角、与油门踏板的操作相伴的油门操作量及节气门开



度、与制动踏板的操作相伴的制动操作量、点火装置的通-断状态、蓄电装置24的充电状态等。而且,输入部41基于来自第二检测传感器32的输入信号,取得例如车辆10的车速、车身10a的侧倾率、俯仰率及横摆率等。而且,输入部41基于来自第三检测传感器33的输入信号,取得例如车辆10所行驶的路面的凹凸的大小、侧风对车辆10的影响的大小等。如此,输入部41将所取得的各种检测值向车身运行情况控制指令值运算部42输出。

[0039] 车身运行情况控制指令值运算部42起到如下的功能:使用来自输入部41的上述各种检测值,算出目标前后驱动力作为用于使车辆10行驶的控制指令值,并算出用于控制车身10a所产生的运行情况的控制指令值(目标侧倾力矩、目标俯仰力矩及目标横摆力矩)。该车身运行情况控制指令值运算部42将算出的表示目标前后驱动力、目标侧倾力矩、目标俯仰力矩及目标横摆力矩的各指令值向驱动力分配运算部43输出。

[0040] 驱动力分配运算部43起到如下的功能:基于来自车身运行情况控制指令值运算部42的指令值,算出将目标前后驱动力、目标侧倾力矩、目标俯仰力矩及目标横摆力矩向各车轮11~14分配而产生的各驱动力。该驱动力分配运算部43将算出的各驱动力向转矩运算部44输出。

[0041] 转矩运算部44起到如下的功能:对应于由驱动力分配运算部43算出的各驱动力,算出各电动机19~22应产生的转矩。例如,在该转矩运算部44中,根据来自第一检测传感器31的输入信号、例如与由驾驶员进行的输入操作相关的第一信息而对四个电动机19~22中的各电动机分别设定相同的基准转矩(后述的基准转矩 $T_0$ )。在这种情况下,该基准转矩的四倍与四个电动机19~22整体所要求的转矩一致。而且,在该转矩运算部44中,根据来自第二检测传感器32的输入信号、例如与车辆10的运动状态(侧倾运动、俯仰运动及横摆运动)相关的第二信息,算出将分配转矩(后述的分配转矩 $\Delta T$ )向基准转矩分配的转矩。并且,转矩运算部44将算出的转矩向输出部45输出。在这种情况下,转矩运算部44起到实质上对能够分别独立地驱动四个车轮11~14的电动机19~22进行转矩控制的功能,构成本发明的“控制部”。

[0042] 输出部45将由转矩运算部44算出的转矩所对应的驱动信号向逆变器23输出。由此,逆变器23控制对各电动机19~22供给的驱动电力(驱动电流)而使各电动机19~22驱动。由此,在各车轮11~14产生驱动转矩。其结果是,能够根据驾驶员的操作状态而适当地使车辆10行驶,并能够适当地控制车身10a的侧倾运动、俯仰运动及横摆运动。

[0043] 在本实施方式中,其特征在于,尤其是在通过上述的转矩运算部44来计算两个电动机19、20中的各电动机分别应产生的转矩时,使用图3所示的电动机转矩控制。该电动机转矩控制是用于使在车辆10的左右方向(图1中的箭头D1的方向)上相互对应的两个电动机19、20分别产生适当的转矩的控制,包括图3中的步骤S101到步骤S108的处理。该电动机转矩控制实质上由包含转矩运算部44的控制单元30执行。该电动机转矩控制包含于本发明的“车轮控制方法”。

[0044] 在步骤S101的处理中,判定车辆10是否处于行驶期间。在该判定时,能够使用第一检测传感器31、第二检测传感器32。例如,在由作为第一检测传感器31的驻车制动传感器检测出驻车制动器为接通状态时、或由点火装置传感器检测出点火装置为接通状态时,而且由作为第二检测传感器32的车速传感器检测出车速时,判定为车辆10处于行驶期间。在判定为车辆10处于行驶期间时(步骤S101为“是”的情况),前进至步骤S102。另一方面,在判定

为车辆10不处于行驶期间时(步骤S101为“否”的情况),直接结束该电动机转矩控制。

[0045] 在步骤S102的处理中,判定是否执行转矩分配处理。在执行转矩分配处理时(步骤S102为“是”的情况),前进至步骤S103,而在不执行转矩分配处理时(步骤S102为“否”的情况),前进至步骤S104。

[0046] 在步骤S103的处理中,计算转矩分配处理所使用的初始的分配转矩 $\Delta T(\geq 0)$ ,接着前进至步骤S105。该分配转矩 $\Delta T$ 是为了分别对两个电动机19、20中的各电动机的预定基准转矩 $T_0$ 进行转矩分配而设定的。在这种情况下,初始的分配转矩 $\Delta T$ 基于例如由第一检测传感器31及第二检测传感器32中的至少一方检测出的信息来设定。而且,该分配转矩 $\Delta T$ 对于两个电动机19、20可以为相同的值,或对于各电动机可以为不同的值。另一方面,该初始的分配转矩 $\Delta T$ 可以是预先规定的固定值。

[0047] 在步骤S104的处理中,由于判定为不执行转矩分配处理,因此在将分配转矩 $\Delta T$ 设定为零的基础上,前进至步骤S108。

[0048] 在步骤S105的处理中,对通过步骤S103算出的分配转矩 $\Delta T$ 的大小与基准转矩 $T_0$ 的绝对值(即,基准转矩 $T_0$ 的大小)进行比较。在分配转矩 $\Delta T$ 的大小超过基准转矩 $T_0$ 的绝对值时(步骤S105为“是”的情况),前进至步骤S106。另一方面,在分配转矩 $\Delta T$ 的大小为基准转矩 $T_0$ 的绝对值以下时(步骤S105为“否”的情况),前进至步骤S108。

[0049] 在步骤S106的处理中,判定用于抑制电力消耗的电力削减的必要性。典型的是例如通过作为第二检测传感器32的蓄电传感器来取得与蓄电装置24的SOC(state of charge)相关的信息,并将所取得的该信息使用于电力削减的必要性的判定中。在这种情况下,蓄电装置24相当于本发明的“蓄电装置”。在此,“SOC”以表示充电状态的单位,表示充电余量相对于充满电时的蓄电容量的比率(百分率)。在所取得的SOC低于预先设定的预定阈值时,由于充电余量的比率相对低,因此判定为需要电力削减,前进至用于限制分配转矩 $\Delta T$ 的步骤S107。另一方面,在所取得的SOC超过预先设定的预定阈值时,由于充电余量的比率相对高,因此判定为不需要电力削减,跳过用于限制分配转矩 $\Delta T$ 的步骤S107而前进至步骤S108。即,在不需要降低电力消耗时,不限制分配转矩 $\Delta T$ 。由此,能够根据蓄电装置24等的适当的要求来选择是否限制分配转矩,比较合理。另外,预定阈值可以是预先设定的固定值,或者可以是根据车辆运动的状态等而能够进行设定变更的可变值。而且,在不判定电力削减的必要性时,也可以省略步骤S106。

[0050] 在步骤S107的处理中,以使分配转矩 $\Delta T$ 的大小与基准转矩 $T_0$ 的大小一致的方式进行设定。由此,在分配转矩 $\Delta T$ 的大小超过基准转矩 $T_0$ 的绝对值时,通过使该分配转矩 $\Delta T$ 的大小与基准转矩 $T_0$ 的大小一致,能够限制分配转矩 $\Delta T$ 。即,该步骤S107是在需要电力削减时有效的处理。在这种情况下,根据基准转矩 $T_0$ 的大小而简便地选择分配转矩 $\Delta T$ 的大小,由此能够可靠地阻止电动机19、20中的各电动机的转矩的作用方向的变化。另外,在该步骤S107的处理中,除了以使分配转矩 $\Delta T$ 的大小与基准转矩 $T_0$ 的大小一致的方式进行限制以外,也可以以使分配转矩 $\Delta T$ 的大小低于基准转矩 $T_0$ 的大小的方式进行限制。即,只要能够将分配转矩 $\Delta T$ 的大小限制成基准转矩 $T_0$ 的大小以下即可。在这种情况下,根据基准转矩 $T_0$ 的大小在预定范围内选择分配转矩 $\Delta T$ 的大小,由此能够可靠地阻止电动机19、20中的各电动机的转矩的作用方向的变化。

[0051] 在步骤S108的处理中,通过向基准转矩 $T_0$ 加算分配分配转矩 $\Delta T$ 而对左前轮11的

电动机19的转矩 $T_L$ 进行再设定,而且通过向基准转矩 $T_0$ 减算分配分配转矩 $\Delta T$ 而对右前轮12的电动机20的转矩 $T_R$ 进行再设定。由此,对于左前轮11的电动机19,与再设定的转矩 $T_L$ 对应的驱动信号从转矩运算部44经由输出部45向逆变器23输出,而且对于右前轮12的电动机20,与再设定的转矩 $T_R$ 对应的驱动信号从转矩运算部44经由输出部45向逆变器23输出。另一方面,对于左后轮13的电动机21及右后轮14的电动机22,都是与基准转矩 $T_0$ 对应的驱动信号从转矩运算部44经由输出部45向逆变器23输出。并且,在步骤S108的处理结束之后,再次返回到步骤S101。

[0052] 根据上述的步骤S105到步骤S108的处理,形成如下的分配转矩限制模式:根据与车辆10的运动状态相关的第二信息,以向基准转矩 $T_0$ 加算分配分配转矩 $\Delta T$ (第一分配转矩)的转矩来控制电动机19(第一电动机),且以向基准转矩 $T_0$ 减算分配分配转矩 $\Delta T$ (第二分配转矩)的转矩来控制与电动机19不同的电动机20(第二电动机),并且对于电动机19、20中的各电动机,分别以转矩的作用方向在加算分配及减算分配的前后不变的方式来限制分配转矩。关于该分配转矩限制模式的作用效果,参照图4及图5。

[0053] 在此,已知有如下的特性:在电动机19、20中分别产生与电流成比例的转矩,而该电动机的电气性损失通过与电流成比例的逆变器损失和与电流的平方成比例的电动机损失来规定。因此,关于电动机的转矩(与电流成比例)与电气性损失的关系,参照图4及图5所示的具有尖锐状的凸部的曲线L。

[0054] 在图4中示出了通过图3中的电动机转矩控制而对分配转矩 $\Delta T$ 进行限制以免该分配转矩的大小超过基准转矩 $T_0$ 的绝对值时的电气性损失。在这种情况下,在左前轮11的电动机19中,转矩从基准转矩 $T_0$ 向 $T_L$ 增加 $\Delta T$ 量,由此电气性损失从基准损失 $P_0$ 在曲线L上上升为 $P_L$ 。另一方面,在右前轮12的电动机20中,转矩从基准转矩 $T_0$ 向 $T_R$ 减少 $\Delta T$ 量,由此电气性损失从基准损失 $P_0$ 在曲线L上下降为 $P_R$ 。其结果是,上述的电动机19、20整体的电气性损失从基准损失 $P_0$ 向最终损失 $P_1$ ( $P_L$ 与 $P_R$ 的平均值)上升 $\Delta P$ 量。

[0055] 相对于此,在图5中示出了分配转矩 $\Delta T$ 的大小超过基准转矩 $T_0$ 的绝对值时的电气性损失。在这种情况下,在左前轮11的电动机19中,与图4的情况同样地转矩从基准转矩 $T_0$ 向 $T_L$ 增加 $\Delta T$ 量,由此电气性损失从基准损失 $P_0$ 在曲线L上上升为 $P_L$ 。然而,在右前轮12的电动机20中,与图4的情况不同,在转矩从基准转矩 $T_0$ 向 $T_R$ 减少了 $\Delta T$ 量时,产生转矩的符号变得相反的现象。在这种情况下,电气性损失从基准损失 $P_0$ 在曲线L上暂时下降之后上升为 $P_R$ 。即,从电动机20的电气性损失减少的相切换成电气性损失增加的相。其结果是,上述的电动机19、20整体的电气性损失的上升量即 $\Delta P$ 的大小超过图4时的 $\Delta P$ 的大小。即,在图5的情况下,与图4的情况相比,电气性损失大。

[0056] 因此,若参照图4及图5,则通过图3中的电动机转矩控制来限制分配转矩 $\Delta T$ ,由此无论在电动机19、20的哪一个电动机中,都能防止在转矩分配的前后转矩的作用方向在驱动方向(牵引方向)与制动方向(再生方向)之间发生变化。即,能防止转矩的符号发生变化。尤其是在电动机20中,在使分配转矩 $\Delta T$ 从基准转矩 $T_0$ 开始降低的过程中,能防止转矩的符号发生反转,因此不会从该电动机的电气性损失减少的相切换成电气性损失增加的相。其结果是,能够抑制电动机19、20整体的电气性损失增大而消耗电力增加。因此,能够适当地控制车辆运动,并抑制该控制所引起的消耗电力的增加。

[0057] 另外,根据本实施方式,与电动机19、20相关的分配转矩都设定为相同大小的分配

转矩  $\Delta T$ , 因此能够抑制在转矩分配的前后至少二轮总计的驱动转矩发生变化, 能够进行不会给车辆的乘员造成不适感的控制。另外, 关于其他电动机 21、22, 不实施转矩分配, 因此当然能够抑制在转矩分配的前后四轮总计的驱动转矩发生变化。

[0058] 本发明没有限定为上述的典型的实施方式, 可考虑各种应用、变形。例如, 也可以实施应用了上述实施方式的如下的各方式。

[0059] 在图3的电动机转矩控制中, 记载了仅对四个电动机 19~22 中的两个左右前轮 11、12 的两个电动机 19、20 执行前述的分配转矩限制模式的情况, 但是本发明也可以适用于仅对两个左右后轮 13、14 的两个电动机 21、22 执行分配转矩限制模式的情况、或对所有车轮 11~14 的四个电动机 19~22 执行分配转矩限制模式的情况。

[0060] 在对四个电动机 19~22 执行分配转矩限制模式的情况下, 对于根据车辆 10 的驾驶运动(典型的是侧倾运动、俯仰运动、横摆运动)的状态而选择的两个电动机中的各电动机, 分别向基准转矩  $T_0$  加算分配分配转矩  $\Delta T$ , 且对于其余两个电动机中的各电动机, 分别向基准转矩  $T_0$  减算分配分配转矩  $\Delta T$ , 且能够限制各电动机的分配转矩  $\Delta T$ 。

[0061] 对于车辆 10 的侧倾运动控制, 例如参照图 6 那样, 根据与车辆 10 的侧倾运动相关的信息(第一运动信息), 对于右前轮 12 的电动机 20 和左后轮 13 的电动机 21, 能够向基准转矩  $T_0$  加算分配分配转矩  $\Delta T$ , 且对于左前轮 11 的电动机 19 和右后轮 14 的电动机 22, 能够向基准转矩  $T_0$  减算分配分配转矩  $\Delta T$ 。而且, 关于车辆 10 的俯仰运动控制, 例如参照图 7 那样, 根据与车辆 10 的俯仰运动相关的信息(第一运动信息), 对于左后轮 13 的电动机 21 和右后轮 14 的电动机 22, 能够向基准转矩  $T_0$  加算分配分配转矩  $\Delta T$ , 且对于左前轮 11 的电动机 19 和右前轮 12 的电动机 20, 能够向基准转矩  $T_0$  减算分配分配转矩  $\Delta T$ 。而且, 关于车辆 10 的横摆运动控制, 例如参照图 8 那样, 根据与车辆 10 的横摆运动相关的信息(第二运动信息), 对于右前轮 12 的电动机 20 和右后轮 14 的电动机 22, 能够向基准转矩  $T_0$  加算分配分配转矩  $\Delta T$ , 且对于左前轮 11 的电动机 19 和左后轮 13 的电动机 21, 能够向基准转矩  $T_0$  减算分配分配转矩  $\Delta T$ 。

[0062] 而且, 优选根据车辆 10 的前述的驾驶运动的状态, 为了通过分配转矩限制模式限制分配转矩而设置优先级。例如, 优选在执行侧倾运动控制或俯仰运动控制时选择分配转矩限制模式, 而在执行横摆运动控制时则不选择分配转矩限制模式。总之, 关于限制分配转矩的优先级, 与关于车辆 10 的转向稳定性的横摆运动控制相比, 关于车辆的乘员的乘坐舒适性的俯仰运动控制或侧倾运动控制的该优先级设定得高。由此, 能够以虽然车辆的乘员的乘坐舒适性受损但是极力避免车辆 10 的转向稳定性受损的方式适当控制车辆运动, 并抑制该控制所引起的消耗电力的增加。

[0063] 在上述的实施方式中, 记载了四轮电动机车、二轮电动机车, 但是车轮的个数、独立地驱动该车轮的多个电动机的个数不受限定, 能够根据设计的要求等适当变更。在这种情况下, 能够对多个电动机的全部或一部分限制分配转矩。

[0064] 基于上述的实施方式、各种变更例的记载的情况, 在本发明中可采用以下的各方案(方面)。

[0065] 本发明的方法的方案为,

[0066] 对设于车辆的多个车轮进行控制的车轮控制方法,

[0067] 关于能够分别独立地驱动上述多个车轮的多个电动机的转矩控制, 包括以下步骤: 根据与由驾驶员进行的输入操作相关的第一信息, 对上述多个电动机中的各电动机分

别设定预定的基准转矩的步骤;及使用如下的分配转矩限制模式的步骤,在上述分配转矩限制模式中,根据与上述车辆的运动状态相关的第二信息,以对上述基准转矩加算分配第一分配转矩所得到的转矩来控制上述多个电动机中的一个或多个第一电动机,且以对上述基准转矩减算分配第二分配转矩所得到的转矩来控制与上述第一电动机不同的一个或多个第二电动机,且对于上述第一电动机及上述第二电动机中的各电动机,分别以使转矩的作用方向在上述加算分配及上述减算分配的前后不变的方式来限制上述第一分配转矩及上述第二分配转矩。以下将该方案称为方案A。

[0068] 此外,在本发明中,可采用如下的方案(方案1):

[0069] “根据上述方法的方案,其中,

[0070] 在上述分配转矩限制模式中,在上述第一分配转矩及上述第二分配转矩中的至少一方的分配转矩的大小超过上述基准转矩的大小时,以使该至少一方的分配转矩的大小成为上述基准转矩的大小以下的方式来限制该至少一方的分配转矩,由此阻止上述第一电动机及上述第二电动机中的各电动机的转矩的作用方向的变化。”

[0071] 在本发明中,可采用如下的方案(方案2):

[0072] “根据方案1所述的车轮控制方法,其中,

[0073] 在上述分配转矩限制模式中,在上述第一分配转矩及上述第二分配转矩中的至少一方的分配转矩的大小超过上述基准转矩的大小时,以使该至少一方的分配转矩的大小与上述基准转矩的大小一致的方式来限制该至少一方的分配转矩,由此阻止上述第一电动机及上述第二电动机中的各电动机的转矩的作用方向的变化。”

[0074] 在本发明中,可采用如下的方案(方案3):

[0075] “根据方案A、方案1至2中的任一方案所述的车轮控制方法,其中,

[0076] 上述多个电动机仅由向上述多个车轮中的相互对应的上述左轮及上述右轮中的任一方装入的一个上述第一电动机和向上述左轮及上述右轮中的另一方装入的一个上述第二电机构成,

[0077] 关于一个上述第一电动机的上述第一分配转矩与关于一个上述第二电动机的上述第二分配转矩设定为相同的大小。”

[0078] 在本发明中,可采用如下的方案(方案4):

[0079] “根据方案A、方案1至2中的任一方案所述的车轮控制方法,其中,

[0080] 上述多个电动机仅由向作为上述多个车轮的四个车轮中的两个车轮分别装入的两个上述第一电动机和向除上述两个车轮以外的两个车轮分别装入的两个上述第二电机构成,

[0081] 关于两个上述第一电动机中的各第一电动机的上述第一分配转矩与关于两个上述第二电动机中的各第二电动机的上述第二分配转矩设定为相同的大小。”

[0082] 在本发明中,可采用如下的方案(方案5):

[0083] “根据方案4所述的车轮控制方法,其中,

[0084] 上述第二信息包括与上述车辆的侧倾运动或俯仰运动相关的第一运动信息和与上述车辆的横摆运动相关的第二运动信息,

[0085] 选择性地执行:根据上述第一运动信息来设定上述第一分配转矩及上述第二分配转矩的侧倾运动控制或俯仰运动控制、和根据上述第二运动信息来设定上述第一分配转矩

及上述第二分配转矩的横摆运动控制中的任一控制,并且,在执行上述侧倾运动控制或上述俯仰运动控制时选择上述分配转矩限制模式,而在执行上述横摆运动控制时则不选择上述分配转矩限制模式。”

[0086] 在本发明中,可采用如下的方案(方案6):

[0087] “根据方案A、方案1至5中的任一方案所述的车轮控制方法,其中,

[0088] 在上述分配转矩限制模式中,在上述多个电动机中不需要降低电力消耗时,不限制上述第一分配转矩及上述第二分配转矩。”

[0089] 在本发明中,可采用如下的方案(方案7):

[0090] “根据方案6所述的车轮控制方法,其中,

[0091] 关于作为上述多个电动机的驱动源而搭载于上述车辆的蓄电装置,在充电余量相对于充满电时的蓄电容量的比率高于预定阈值的情况下,判定为上述多个电动机中不需要降低电力消耗。”

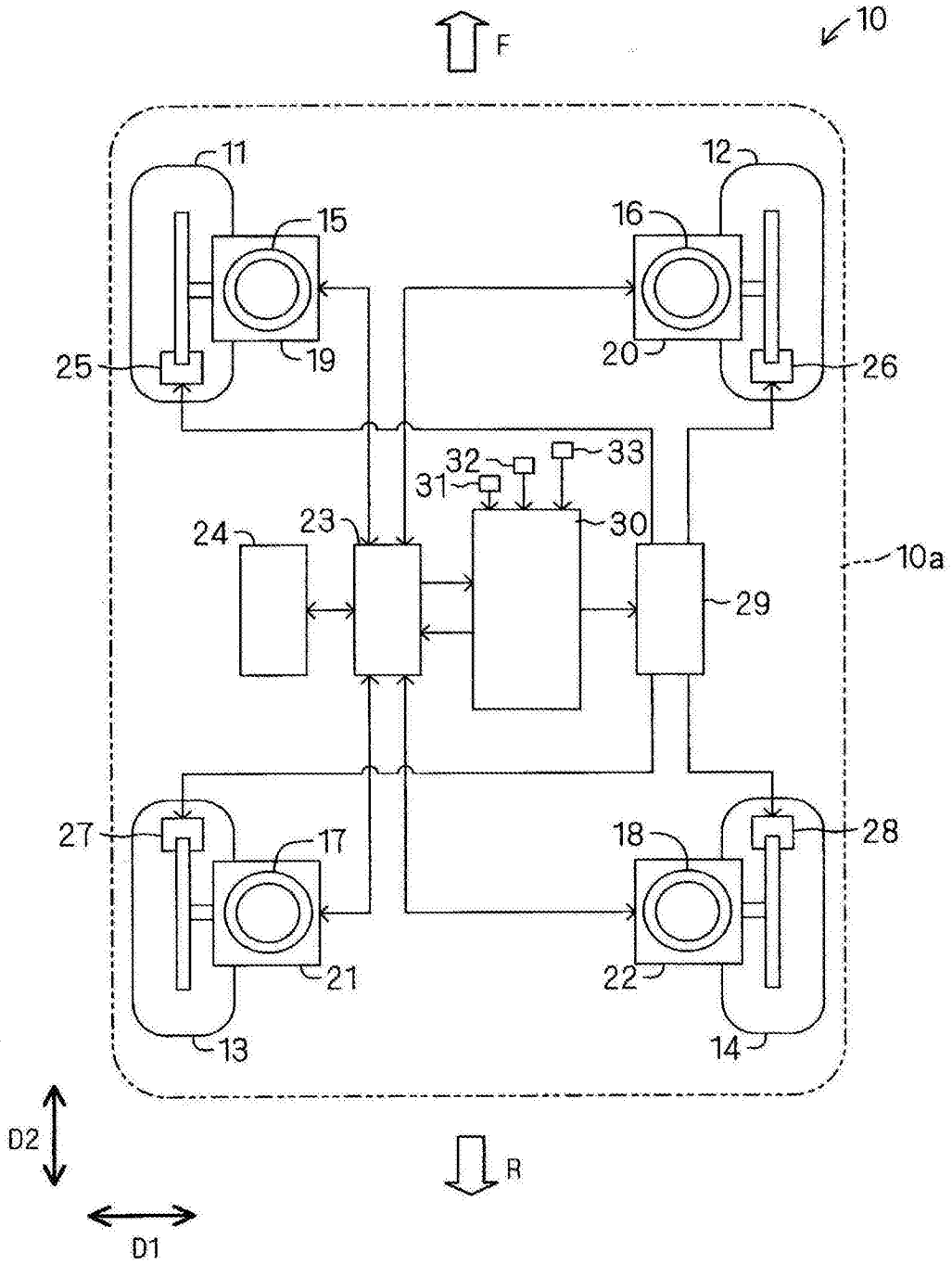


图1

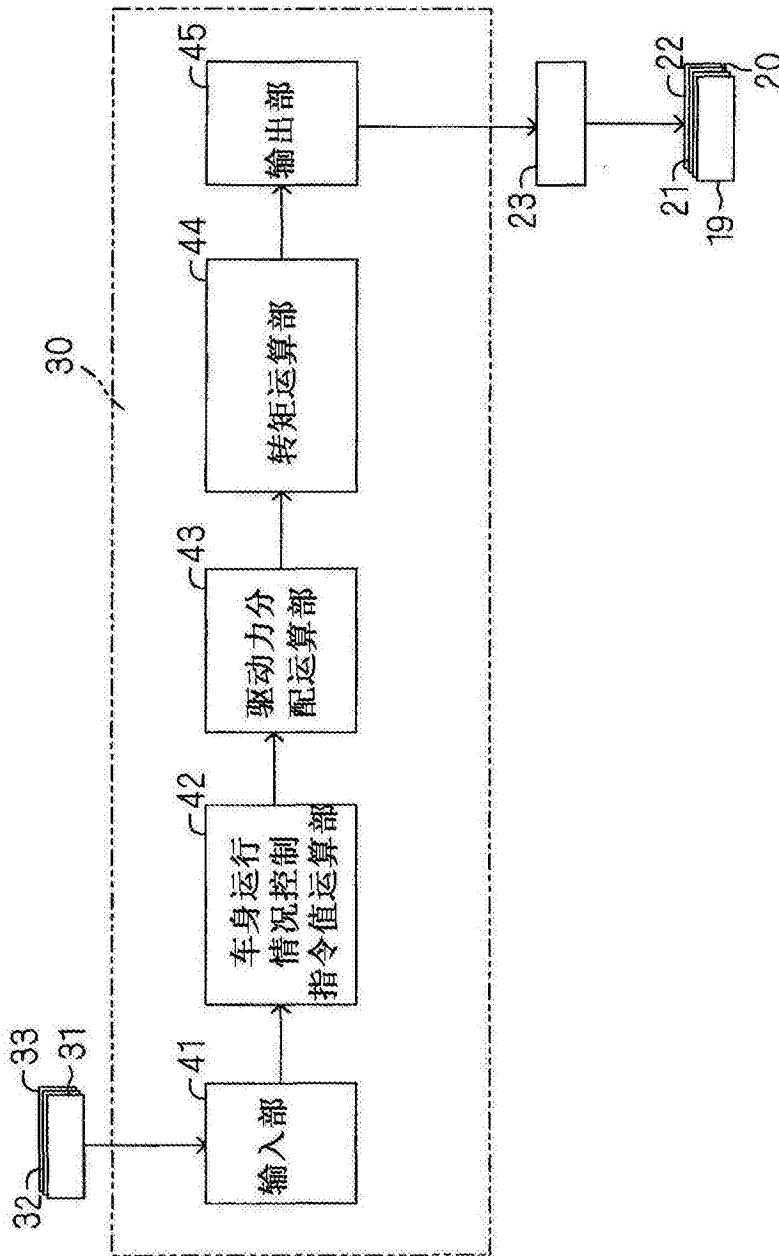


图2



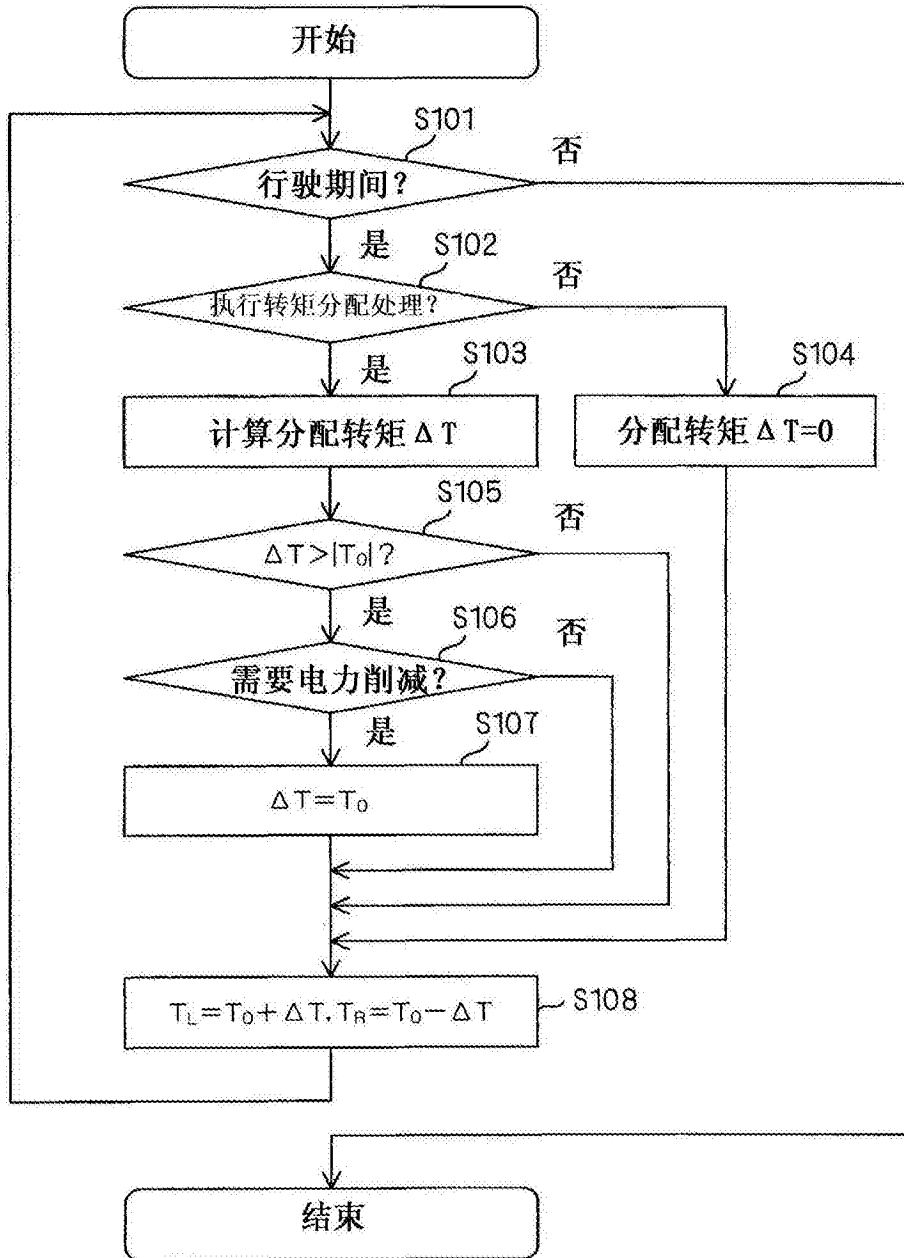


图3

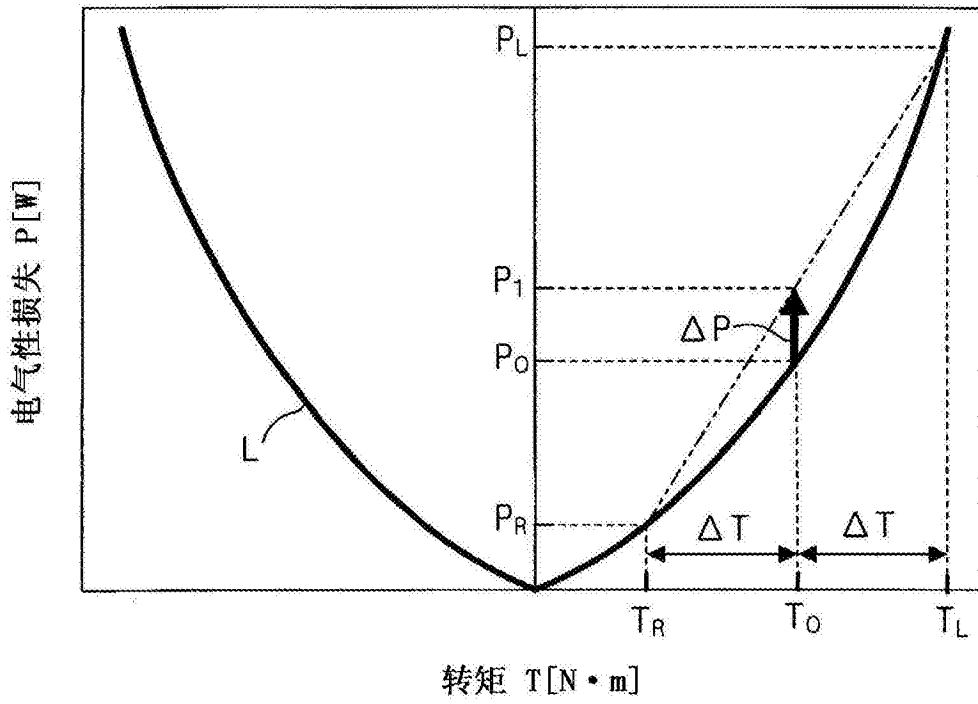


图4

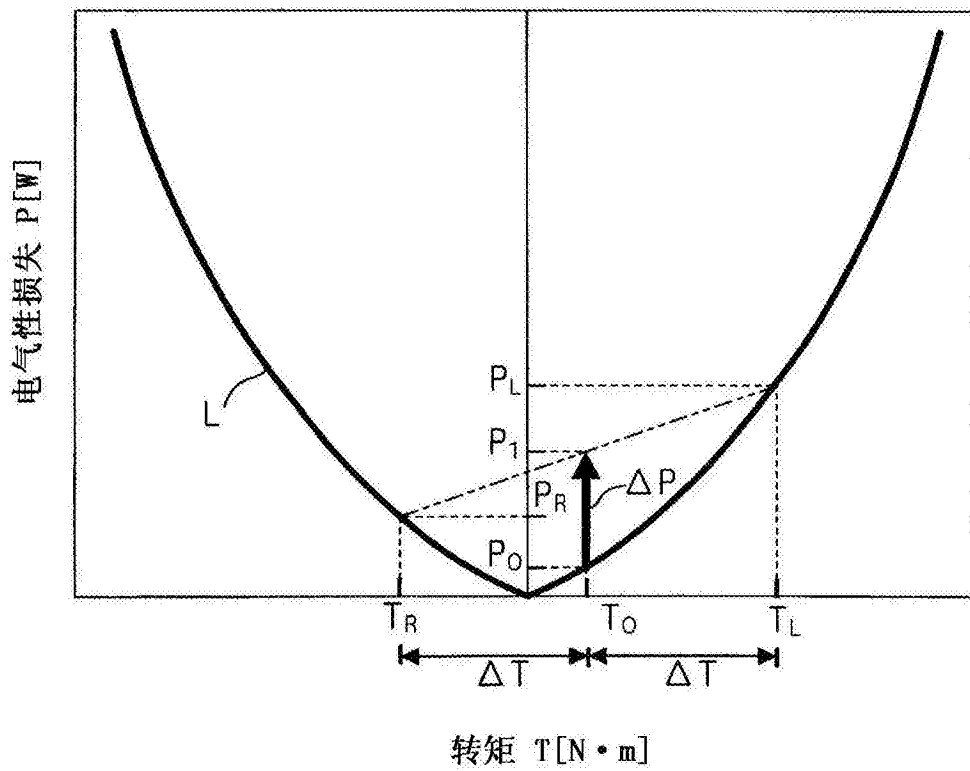


图5

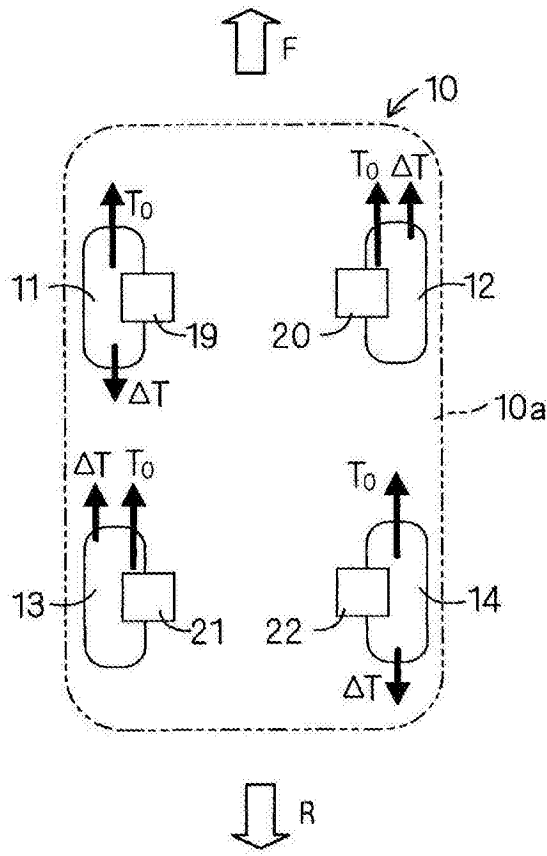


图6

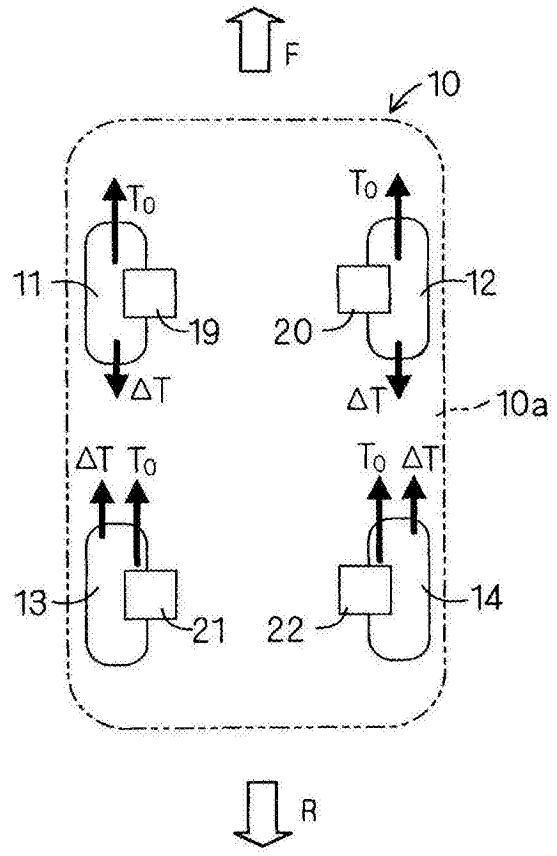


图7

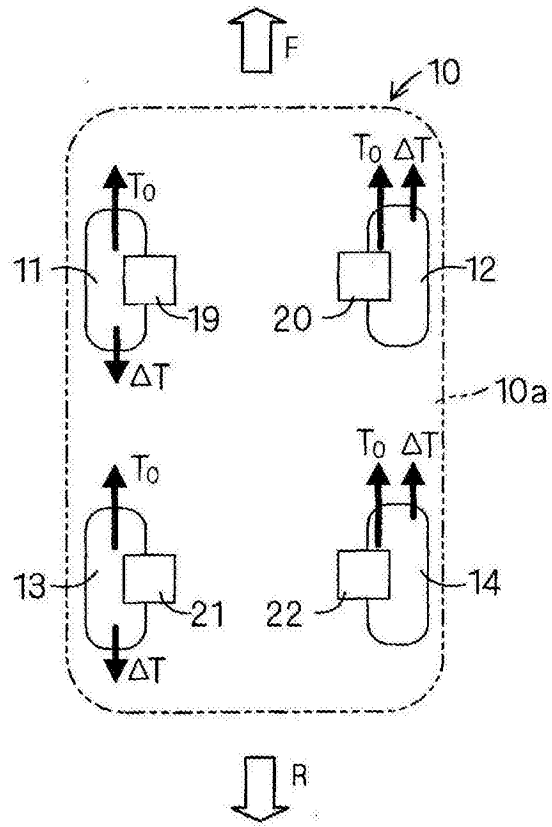


图8