



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105377622 B

(45)授权公告日 2018.01.30

(21)申请号 201480038960.5

(22)申请日 2014.07.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105377622 A

(43)申请公布日 2016.03.02

(30)优先权数据
2013-142303 2013.07.08 JP
2014-057453 2014.03.20 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.01.07

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/067789 2014.07.03

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/005215 JA 2015.01.15

(73)专利权人 NTN株式会社

地址 日本国大阪府

(72)发明人 张莹捷 冈田浩一 内山尚行

(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.
B60L 15/20(2006.01)

审查员 俞观华

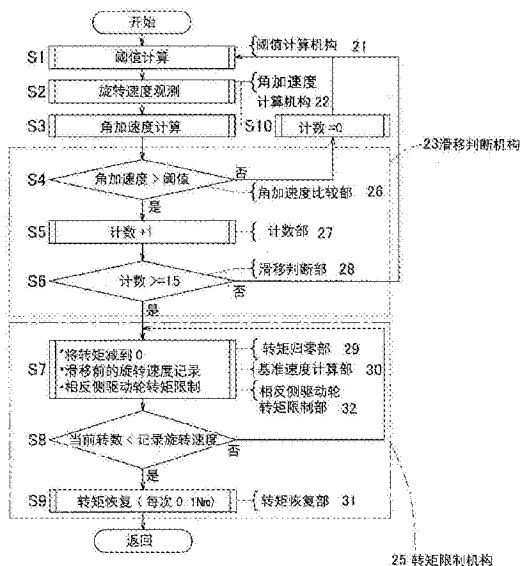
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

电动汽车的滑移控制装置

(57)摘要

提供一种滑移控制装置,作为传感器,其仅仅采用电动机的旋转控制用的旋转角传感器,以良好的精度进行滑移判断,可进行消除滑移的快速的控制。设置阈值计算机构(21),该机构计算与加速踏板的操作量相对应的电动机的正常角加速度,以计算阈值;角加速度计算机构(22),该机构对旋转角传感器(3a)的检测值进行两次微分处理,计算角加速度。设置判定驱动轮(7)发生滑移的滑移判断机构(23)、以及在发生滑移的场合限制转矩的转矩限制机构(25)。滑移判断机构(23)通过角加速度比较部(26)对上述角加速度和阈值进行判断。对超过阈值的判断所连续的次数进行计数,在该连续次数达到设定值时,判定为发生滑移。转矩限制机构(25)对于驱动与判断为已发生滑移的驱动轮处于左右相反侧的驱动轮的电动机,也限制所发生的转矩。



CN 105377622 B

1. 一种电动汽车的滑移控制装置, 该滑移控制装置设置于作为车辆的电动汽车中, 进行该电动汽车的滑移控制, 该车辆具有多个电动机, 该多个电动机分别对包括左右驱动轮的多个驱动轮中的每个进行行驶驱动, 该滑移控制装置包括:

阈值计算机构, 该阈值计算机构计算与加速踏板的操作量相对应的上述电动机的正常角加速度, 根据该已计算的正常角加速度, 计算用于滑移判断的阈值;

角加速度计算机构, 该角加速度计算机构根据检测上述电动机的旋转速度的旋转速度检测机构的检测值, 计算上述电动机的角加速度;

滑移判断机构, 该滑移判断机构判断通过上述电动机而驱动的车轮发生滑移的情况, 在该滑移判断机构中, 具有: 角加速度比较部, 该角加速度比较部对通过上述角加速度计算机构计算出的角加速度和上述阈值进行比较, 判断上述角加速度是否在上述阈值以上; 计数部, 该计数部对通过该角加速度比较部作出的上述角加速度在上述阈值以上的判断的连续次数进行计数; 滑移判断部, 在根据该计数部所计数的次数来确定的值达到设定值时, 该滑移判断部判断为已发生滑移;

转矩限制机构, 该转矩限制机构在通过该滑移判断机构判断为已发生滑移的场合, 限制在上述电动机中产生的转矩, 该转矩限制机构具有相反侧驱动轮转矩限制部, 该相反侧驱动轮转矩限制部对于驱动与判断为已发生滑移的驱动轮处于左右相反侧的驱动轮的电动机, 也限制所发生的转矩。

2. 根据权利要求1所述的电动汽车的滑移控制装置, 其中, 上述旋转速度检测机构具有测定上述电动机的旋转角的旋转角传感器, 对通过该旋转角传感器测定的旋转角进行微分处理, 从而检测上述旋转速度。

3. 根据权利要求1所述的电动汽车的滑移控制装置, 其中, 上述转矩限制机构具有转矩归零部, 该转矩归零部在上述滑移判断机构判断为已发生滑移时, 使判断为已发生滑移的驱动轮的电动机中产生的转矩为零。

4. 根据权利要求3所述的电动汽车的滑移控制装置, 其中, 该滑移控制装置包括再生转矩输入部, 在通过上述转矩归零部以使在上述电动机中发生的转矩为零后, 在上述驱动轮的旋转速度快于已确定的基准旋转速度的场合, 该再生转矩输入部使上述电动机产生再生转矩。

5. 根据权利要求3所述的电动汽车的滑移控制装置, 其中, 上述转矩限制机构包括转矩恢复部, 该转矩恢复部判断上述判断为已发生滑移的驱动轮的电动机的旋转速度是否已降低到滑移判断的基准旋转速度, 该滑移判断的基准旋转速度基于判定为发生上述滑移之前的旋转速度而确定, 在判断为已降低到该基准旋转速度的场合, 慢慢增加在上述判断为已发生滑移的驱动轮的电动机中产生的转矩, 使其恢复。

6. 根据权利要求1~5中的任意一项所述的电动汽车的滑移控制装置, 其中, 上述滑移判断部以点数的方式向上述计数部的各计数赋予权重, 在总点数达到设定点数时, 判断为已发生滑移。

7. 根据权利要求1~4中的任意一项所述的电动汽车的滑移控制装置, 其中, 上述转矩限制机构包括相反侧驱动轮滑移判断部, 该相反侧驱动轮滑移判断部判断: 与被判断为已发生滑移的驱动轮位于左右相反侧的驱动轮发生滑移的情况, 上述相反侧驱动轮转矩限制部仅在通过上述相反侧驱动轮滑移判断部判断上述左右相反侧的驱动轮没有发生滑移的

场合,针对驱动左右相反侧的驱动轮的电动机,限制所产生的转矩。

8. 根据权利要求5所述的电动汽车的滑移控制装置,其中,上述转矩限制机构包括相反侧驱动轮滑移判断部,该相反侧驱动轮滑移判断部判断:与被判断为已发生滑移的驱动轮位于左右相反侧的驱动轮发生滑移的情况,上述相反侧驱动轮转矩限制部仅在通过上述相反侧驱动轮滑移判断部判断上述左右相反侧的驱动轮没有发生滑移的场合,针对驱动左右相反侧的驱动轮的电动机,限制所产生的转矩。

9. 根据权利要求8所述的电动汽车的滑移控制装置,其中,上述转矩限制机构包括相反侧驱动轮转矩恢复部,该相反侧驱动轮转矩恢复部在上述转矩恢复部的转矩恢复的过程中,判断上述相反侧车轮是否已发生滑移,在判断为没有发生滑移的场合,如果左右两个驱动轮的转矩相同的话,也恢复上述相反侧的驱动轮的转矩。

10. 一种电动汽车,该电动汽车包括权利要求1~9中任意一项所述的滑移控制装置,其中,上述滑移判断机构和上述转矩限制机构设置于每个上述电动机。

11. 根据权利要求10所述的电动汽车,其中,上述电动机分别为构成轮毂电动机装置的电动机。

电动汽车的滑移控制装置

[0001] 相关申请

[0002] 本发明要求申请日为2013年7月8日、申请号为JP特愿2013—142303号、及申请日为2014年3月20日、申请号为JP特愿2014—057453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] 本发明涉及滑移控制装置,该滑移控制装置设置于:仅通过电动机的驱动而行驶的车辆、作为具有电动机与发动机两者的车辆的电动汽车,其进行电动机的行驶中的滑移发生时的转矩控制,消除滑移。

背景技术

[0004] 对于车辆的牵引控制装置,一般人们知道有下述的类型,其中,为了防止在车辆的加速时,驱动轮因过大的驱动转矩而发生滑移,加速性降低的情况,检测驱动轮的滑移量,按照该驱动轮的滑移量为与路面的摩擦系数相对应的目标滑移量的方式,限制发动机输出、车轮制动力(比如专利文献1)。即,降低发动机的输出,或增加制动力,控制滑移量。

[0005] 另外,在专利文献2中提出下述的方式,其中,在驱动轮的角加速度的值超过角加速度阈值的场合,采用包含角加速度与反馈增益相乘的项的转矩指令补偿值 ΔTr ,对转矩指令进行反馈补偿。具体来说,通过角加速度与角加速度阈值的比较,检测驱动轮抓握路面的情况。此外,通过角加速度与另外的角加速度阈值的比较,检测驱动轮从滑移路面返回到通常路面,角加速度临时降低的情况。该角加速度阈值和反馈增益的值对应于加速踏板开度和驱动轮的车轮速度而设定。另外,根据电动机转数是否超过基本转数,确定角加速度阈值、反馈增益时的系数的值被改变。

[0006] 此外,作为进行滑移控制的电动汽车,提出有下述的类型,其设置有干扰观察器,其适用于具有车轮用轴承、电动机与减速器的轮毂电动机驱动装置,求出相对驱动轮的外力影响量的推算值(专利文献3)。在该方案中,采用已求出的外力影响量的推算值,求出驱动轮的滑移的补偿值,补偿为电动机的加速踏板信号,形成电动机转矩指令值。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:JP特开昭63—259141号公报

[0010] 专利文献2:JP特开平8—182119号公报

[0011] 专利文献3:JP特开2012—186927号公报

发明内容

[0012] 发明要解决的课题

[0013] 在专利文献1所记载的技术中,为了计算滑移量,必须要求驱动轮的旋转速度和从动轮的旋转速度。由此,在左右两轮驱动的电动汽车中,不但要求安装于电动机上的旋转角

传感器,还必须在从动轮上设置旋转角传感器。另外,由于发动机和制动器的响应性差,故快速的控制是不可能的。

[0014] 在专利文献2所记载的技术中,直接地测定角加速度,但是由于加速度传感器为高价的传感器,故成本高。在根据旋转速度间接地计算角加速度的场合,精度差,实用性变低。

[0015] 在专利文献3所记载的技术中,在间接地计算角速度的场合,人们认为其精度差,缺乏实用性。

[0016] 本发明的目的在于提供一种电动汽车的滑移控制装置,其仅采用电动机的旋转控制用的旋转角传感器,以良好的精度判断滑移的发生,可进行消除滑移的快速控制。

[0017] 用于解决课题的技术方案

[0018] 在下面,为了便于理解,参照实施方式的标号而进行说明。

[0019] 本发明的一个结构的电动汽车的滑移控制装置20设置于作为车辆5的电动汽车中,进行该电动汽车的滑移控制,该车辆具有多个行驶驱动用的电动电动机3,该滑移控制装置包括:

[0020] 阈值计算机构21,该阈值计算机构21计算与加速踏板4的操作量相对应的上述电动机3的正常角加速度,根据该已计算的正常角加速度,计算用于滑移判断的阈值;

[0021] 角加速度计算机构22,该角加速度计算机构22根据检测上述电动机3的旋转速度的旋转速度检测机构3a的检测值,计算上述电动机3的角加速度;

[0022] 滑移判断机构23,该滑移判断机构23判断通过上述电动机3而驱动的车轮7发生滑移的情况。

[0023] 该滑移判断机构23包括转矩限制机构25,在将上述车轮7判定为已发生滑移的场合,该转矩限制机构25限制在上述电动机3中产生的转矩。转矩限制机构25像这样,在滑移时限制转矩。

[0024] 该滑移判断机构23具有:

[0025] 角加速度比较部26,该角加速度比较部26对通过上述角加速度计算机构22计算出的角加速度和上述阈值进行比较,判断上述角加速度是否超过上述阈值或在上述阈值以上;

[0026] 计数部27,该计数部27对通过该角加速度比较部26作出的上述角加速度在上述阈值以上或超过阈值的判断的连续的次数进行计数;

[0027] 滑移判断部28,在根据该计数部27所计数的次数来确定的值达到设定值时,该滑移判断部28判断为已发生滑移。

[0028] 该转矩限制机构25具有相反侧驱动轮转矩限制部32,该相反侧驱动轮转矩限制部32对于驱动与判断为已发生滑移的驱动轮处于左右相反侧的驱动轮的电动机,也限制所发生的转矩。该相反侧驱动轮转矩限制部32比如使转矩降低到通过加速踏板的操作量而确定的转矩指令值的50%。

[0029] 即使在根据通过上述计数部27而计数的次数而确定的值为已计数的次数的情况下,也可对像后述那样,对经过计数的次数进行加权处理,通过总点数而判断。

[0030] 最好,上述旋转速度检测机构具有测定上述电动机3的旋转角的旋转角传感器3a,对通过该旋转角传感器3a而测定的旋转角进行微分处理,检测上述旋转速度。

[0031] 按照该方案,由于传感器仅仅采用检测电动机3的旋转速度的旋转角传感器3a,通

过计算求出角加速度,故驱动轮7的旋转角传感器3a以外的传感器是不需要的,另外由于不必要求高价格的加速度传感器,故抑制成本的增加。由于从旋转角传感器3a求出角加速度,故角加速度的检测精度低,但是由于如果阈值以上的连续次数或超过阈值的连续次数、或根据该连续次数而确定的值到达设定值,则判定发生滑移,故能以良好的精度而进行滑移的发生的判断。另外,由于控制电动机3的转矩,消除滑移,故不同于控制发动机、制动器来消除滑移的方案,响应性良好,可进行快速的控制。

[0032] 上述转矩限制机构25的相反侧驱动轮转矩限制部32同样对于驱动与判断为已发生滑移的驱动轮处于左右相反侧的驱动轮的电动机,也限制所发生的转矩。由此,防止单轮驱动,直进性降低的情况。

[0033] 上述转矩限制机构25也可具有转矩归零部29,该转矩归零部29在上述滑移判断机构23判定为已发生滑移时,使在上述电动机3中产生的转矩为零。

[0034] 通过使产生滑移的车轮7的电动机3的转矩为零,可可靠地消除滑移的发生。

[0035] 在该方案的场合,也可包括再生转矩输入部33,在通过上述转矩归零部29以在上述电动机3中发生的转矩为零后,上述驱动轮7的旋转速度快于已确定的基准旋转速度的场合,该再生转矩输入部33使上述电动机3产生再生转矩。

[0036] 在判定发生滑移的场合,上述电动机产生再生转矩,主动地减速,由此,与仅将电动机转矩维持在零的场合相比较,可更加快速地消除滑移。

[0037] 上述滑移判断部28也可针对上述计数部27的各计数,以点数进行加权处理,在总点数达到设定点数时,判定为已发生滑移。

[0038] 通过对经过计数的次数,进行适合的加权处理,能以更进一步良好的精度进行滑移判断。

[0039] 还有,还可在具有上述转矩归零部29的场合,进而在设置上述再生转矩输入部33的场合,上述转矩限制机构25包括转矩恢复部31,该转矩恢复部31判定上述电动机3的旋转速度是否已降低到滑移判断的基准旋转速度,该滑移判断的基准旋转速度基于判定为发生上述滑移之前的旋转速度而确定,在判定已降低到该基准旋转速度的场合,慢慢增加在上述电动机3中产生的转矩,使其恢复。

[0040] 如果在发生滑移的电动机3的转矩为零后,使转矩急剧地恢复,则通过车辆5的急剧的加速,使驾驶员这样的作为乘客的人具有加速感,但是如果为像上述那样,转矩恢复部31慢慢地增加转矩而使其恢复的结构,则不使作为乘客的人具有加减速感,维持舒服的行驶性。

[0041] 上述转矩限制机构25也可包括相反侧驱动轮滑移判断部37,该相反侧驱动轮滑移判断部37判断:与被判断为已发生滑移的驱动轮位于左右相反侧的驱动轮发生滑移的情况,上述相反侧驱动轮转矩限制部32仅在通过上述相反侧驱动轮滑移判断部37判断上述左右相反侧的驱动轮没有发生滑移的场合,针对驱动左右相反侧的驱动轮的电动机3,限制所产生的转矩。

[0042] 在针对左右的驱动轮的电动机3、3的每个而设置该滑移控制装置20的场合,在左右相反侧的驱动轮产生滑移的场合,通过该相反侧驱动轮的滑移控制装置20而进行控制。由此,仅在相反侧的驱动轮没有滑移的场合,进行上述相反侧驱动轮转矩限制部32的转矩的限制,由此,避免左右的驱动轮的滑移控制装置20、20的控制相互妨碍的情况。

[0043] 在该场合,上述转矩限制机构25也可包括转矩归零部29,该转矩归零部29在上述滑移判断机构23判定为发生滑移时,使在上述电动机3中产生的转矩为零;转矩恢复部31,该转矩恢复部31判定上述电动机3的旋转速度是否降低到滑移判断的基准旋转速度,该滑移判断的基准旋转速度基于判定为发生上述滑移之前的旋转速度而确定,在判定为已降低到该基准旋转速度的场合,慢慢地恢复在上述电动机3中产生的转矩;相反侧驱动轮转矩恢复部38,该相反侧驱动轮转矩恢复部38在上述转矩恢复部31的转矩恢复的过程中,判断上述相反侧驱动轮是否发生滑移,在判断为没有发生滑移的场合,如果左右的两个驱动轮的转矩相同,也恢复上述相反侧的驱动轮的转矩。

[0044] 在该方案中,在左右的相反侧的驱动轮的转矩为零后,在发生与低 μ 值路面脱离等的情况,滑移的车轮的滑移变消失,通过上述转矩恢复部31而恢复转矩的过程中,确认相反侧的驱动轮没有发生滑移,而且还使相反侧的驱动轮的转矩恢复。之后,可通过相同的基础,恢复左右的两个驱动轮的转矩,直进性提高,操作感也提高。如果由此,转矩与相反的车轮(没有发生滑移的车轮)的转矩相同,则通过比如相同的基础,使两个车轮增加而恢复到基于加速踏板的转矩指令值。通过像这样形成,虽然没有完全地消除两个车轮的转矩的差,但是可发挥轮毂电动机等的左右轮独立驱动的优先性,驾驶员的不适感也以某种程度而缓和。

[0045] 本发明的一个方案的电动汽车为具有上述滑移控制装置20的上述电动汽车,其中,上述滑移判断机构23和上述转矩限制机构25设置于每个上述电动机3。

[0046] 上述电动机3也可为构成轮毂电动机装置11的电动机3。

[0047] 在轮毂电动机装置11中,由于各车轮7分别通过电动机而驱动,故滑移的影响大。由此,更加有效地发挥上述滑移控制的效果。另外,在形成轮毂电动机装置11的场合,通过在进行该控制的逆变装置2中设置该滑移控制装置20,与谋求车辆的总体控制、协调控制的主要的ECU(或VCU)1独立,可形成通过轮毂电动机装置11和逆变装置2形成实现滑移控制功能的系统。由此,实现滑移控制功能的车辆的控制系统的结构变容易。

[0048] 前述技术方案和/或说明书和/或附图中公开的至少两个结构中的任意的组合均包含在本发明中。特别是,前述技术方案的两个以上的任意的组合也包含在本发明中。

附图说明

[0049] 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,实施形式和附图仅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,多个附图中的同一标号表示同一或相应部分。

[0050] 图1为本发明的第1实施方式的电动汽车驱动装置构思方案的方框图,其具有电动汽车的滑移控制装置;

[0051] 图2为表示该电动汽车驱动装置的具体例子的方框图;

[0052] 图3为表示该电动汽车驱动装置中的滑移控制装置的构思方案的方框图;

[0053] 图4为表示该滑移控制装置的控制动作的流程图;

[0054] 图5为表示该滑移控制装置的控制动作的变形例子的流程图;

[0055] 图6为表示本发明的第2实施方式的电动汽车的滑移控制装置的构思方案的方框图;

- [0056] 图7为表示该滑移控制装置的控制动作的流程图；
- [0057] 图8为表示本发明的第3实施方式的电动汽车的滑移控制装置的构思方案的方框图；
- [0058] 图9为表示该滑移控制装置的控制动作的流程图。

具体实施方式

[0059] 根据图1~图4,对本发明的第1实施方式进行说明。图1表示具有本实施方式的滑移控制装置的电动汽车驱动装置。该电动汽车驱动装置包括VCU(车辆控制单元)1、与逆变装置2、2。VCU1为进行车辆的整体的总体控制、协调控制的计算机式的车辆控制单元,也称为“ECU”(电子控制单元)。逆变装置2、2为对应于从VCU1而发送的驱动指令,在行驶驱动用的多个电动机3、3中的相应电动机中施加驱动电流的装置。VCU1与逆变装置2、2通过CAN(控制区域网络)通信这样的通信机构,以可相互传递信号的方式链接。该图1为适用于左右的两个轮分别通过电动机3、3而驱动的车辆例子。电动机3在本例子中,由通过三相交流而驱动的同步电动机或感应电机构成。表示从加速踏板操作传感器4a而输出的加速踏板操作量的驱动指令输入到VCU1中,从该VCU1分配而提供给各电动机3、3的逆变装置2、2。

[0060] 图2表示该电动汽车驱动装置的具体例子。该电动汽车为四轮的车辆,其中,在车辆5的车身上具有构成前轮的从动轮6、6与构成后轮的驱动轮7、7,构成后轮的左右驱动轮7、7分别通过电动机3、3而驱动。在本例子中,各电动机3与车轮用轴承9和减速器10一起地构成轮毂电动机驱动装置11。减速器10减少电动机3的旋转输出,将其传递给车轮用轴承9的旋转圈(在图中未示出)。

[0061] 从加速踏板4的加速操作传感器4a、制动器12的制动操作传感器12a与方向盘13的操舵传感器13a,向VCU1分别输入加速踏板操作量、制动器操作量与方向盘操作量的信号。VCU1按照加速操作传感器4a的加速踏板操作量的信号,考虑上述制动器操作量与方向盘操作量的信号,形成应分配给左右的各电动机3、3的转矩指令值,提供给各逆变装置2、2。各逆变装置2、2将电池8的直流电变换为交流电的电动机驱动电流,并且按照上述转矩指令控制上述电动机驱动电流。

[0062] 在各逆变装置2、2上分别设置本实施方式的电动汽车的滑移控制装置20、20。另外,这些滑移控制装置20、20也可设置于VCU1中。

[0063] 图3为表示上述电动汽车驱动装置2的结构,特别是滑移控制装置20的构思方案的方框图。在逆变装置2中,设置逆变器17与转矩控制机构16,该逆变器17将电池(在图中未示出)的直流电变换为三相的交流电,该转矩控制机构16将从VCU1而提供的转矩指令变换为电流指令,控制逆变器17的电流输出。转矩控制机构16包括与电动机3的转子(在图中未示出)的旋转角度相对应,谋求效率化的矢量控制这样的控制机构,为了该控制,输入设置于电动机3上的旋转角传感器3a的旋转角度的检测值。

[0064] 逆变装置2的上述转矩控制机构16设置于由微型计算机、其它的电子电路构成的弱电路部分上。在该弱电路部分上设置滑移控制装置20。

[0065] 该滑移控制装置20为进行由图4的流程图表示的控制的装置。在图3中,滑移控制装置20包括阈值计算机构21、角加速度计算机构22、滑移判断机构23与转矩限制机构25。滑移判断机构23包括角加速度比较部26、计数部27与滑移判断部28。转矩限制机构25在滑移

时限制转矩,包括转矩归零部29、相反侧驱动轮限制部32、基准速度设定部30与转矩恢复部31。根据图4的流程图,对它们中的各机构和各部分的功能的具体内容进行说明。滑移控制装置20不但具有这些机构,还包括相反侧滑移时控制机构34。

[0066] 图4为表示该滑移控制装置20的控制动作的流程图。与图3一起地进行说明。首先,进行滑移判断的阈值的计算(步骤S1)。在该阈值的计算的步骤S1,计算与从加速操作传感器4a而输出的加速踏板4的操作量相对应的电动机3的正常角加速度,即,与加速踏板4的操作量相对应,电动机3本来应呈现的角加速度,将该已计算的正常角加速度作为阈值。也可将适当确定的系数等与该已计算的角加速度相乘,将该乘积作为阈值。

[0067] 如果给出阈值的具体例子,通过加速踏板的操作而使车辆所具有的加速度 α 通过下述公式而计算:

$$\alpha = \frac{T}{mr} \quad \dots \text{式 1}$$

[0068] 另外,角加速度为:

$$\dot{\omega} = \frac{\gamma}{mr^2} \quad \dots \text{式 2}$$

[0069] 其中,T表示车辆5所具有的全部电动机3、3(在图示的例子中为两个)的电动机转矩的和,m表示车辆5的质量,r表示构成驱动轮的车轮7的轮胎的半径。

[0070] 由于上述电动机转矩的和T与加速踏板4(图2)的操作量相对应,故根据从加速踏板操作传感器4a而输出的加速踏板操作量,由上述式1和式2获得角加速度 $\dot{\omega}$ 。接着,将该已获得的角加速度 $\dot{\omega}$ 作为阈值。即,上述式2的角加速度 $\dot{\omega}$ 为在没有产生滑移的场合,电动机3本来应呈现的角加速度。

[0071] 进行该步骤S1的处理的机构为上述阈值计算机构21。

[0072] 在旋转速度观测的步骤S2,通过旋转角传感器3a而测定电动机3的旋转角,在加速度计算步骤S3,对该已计算的旋转角度进行2次的微分处理,求出角加速度。进行该步骤S2、S3的处理的机构为上述角加速度计算机构22。

[0073] 由于仅仅采用旋转角传感器3a,没有采用作为高价的传感器的加速度传感器,故谋求成本的降低,但是,由于像上述那样进行2次的微分处理的值的偏差大,无法原样地使用,故像下述那样,通过连续多次的判断,进行滑移的判断。

[0074] 在角加速度的阈值的判断步骤S4,判断通过步骤S3而计算的角加速度是否超过在步骤S1而计算的阈值。也可根据是否在阈值以上而进行判断。在没有超过阈值的场合,由于没有产生滑移,故将计数部27的计数器27a(图3)复位为零(S10),再次开始从步骤S1起的处理。在该再次开始时,计数值为零。另外,也可从图4的计数重新设定的步骤S10起返回,再次开始从步骤S1起的处理。

[0075] 在于步骤S4超过阈值的场合,由于具有因滑移使角加速度大的可能性,故为了进行下次的滑移判断,使上述计数器27a递增(S5)。计数器27a的初始值为零。

[0076] 判断该计数器27a的计数值是否达到设定次数N(在图示的例子中,设定次数N=15),在没有达到设定次数的场合,返回到步骤S1,从步骤S1起再次开始处理。在该再次开始时,由于没有将计数器27a复位,故在维持上次更新的计数值的状态,再次开始。

[0077] 像这样,反复进行角加速度是否超过阈值的判断(S4)、与于超过阈值的场合是否到达设定次数的判断(S6)。在角加速度没有超过阈值的场合,由于像上述那样重新设定计数器27a(S10),故是否达到设定次数的判断(S6)在于对连续地超过阈值的次数进行计数。如果计数值达到设定次数N,则判定为已发生滑移,进行滑移消除用的步骤S7。

[0078] 由于在像这样,角加速度超过阈值的情况仅以设定次数N连续的场合,判定为发生滑移,故即使在通过旋转角传感器3a而进行2次微分处理获得的角加速度,判断为滑移发生的情况下,仍可判断可靠的滑移的发生。

[0079] 进行对上述角加速度的阈值的判断步骤S4的机构为上述角加速度比较部26,进行上述计数器加法运算的步骤S5和进行计数器重新设定的步骤S10的机构为上述计数部27。进行是否达到上述设定次数的判断步骤S6的机构为上述滑移判断部28。通过角加速度比较部26、计数部27与滑移判断部28构成上述滑移判断机构23。

[0080] 如果判定为已发生滑移,进行步骤S7,则为了消除滑移,按照电动机3产生的转矩为零的方式,将指令提供给转矩控制机构16。另外,对于驱动与被判定为已滑移的驱动轮7位于左右相反侧的驱动轮7的电动机,也生成按照所产生的转矩为零的方式进行限制的指令。限制该生成的相反侧的驱动轮7的转矩的指令经由VCU 1或直接地提供给驱动该左右相反侧的驱动轮7的逆变装置2。进行使该步骤S7的转矩为零的处理的机构为上述转矩归零部29。另外,产生限制该步骤S7的左右相反侧的驱动轮7的转矩的指令的机构为上述相反侧驱动轮转矩限制部32。

[0081] 由于使产生滑移的车轮的驱动轮7的电动机的转矩为零,故能可靠地消除滑移的发生。另外,由于控制电动机3的转矩,消除滑移,故不同于控制发动机、制动器而消除滑移的场合,响应性良好,可进行快速的控制。另外,由于不仅产生滑移的驱动轮7,而且对于相对滑移的驱动轮7而位于左右相反侧的驱动轮7,转矩也为零,故避免仅仅左右的一个轮驱动,阻碍车辆5的直进性的情况。

[0082] 通过上述相反侧驱动轮限制部32,在承受转矩限制的指令的一侧的逆变装置2中,优先于与从VCU 1分配的加速踏板操作量相对应的转矩指令,通过上述相反侧滑移时控制机构34,进行与该转矩限制的指令相对应的转矩限制。

[0083] 在步骤S7,不但进行上述转矩为零的处理,而且在将作为转矩恢复判断的基准旋转速度,计数到该设定次数N为止的计数为1时的角加速度比较时(S4)的旋转速度被记录于规定的存储区域中。在下面的说明中,将该旋转速度称为“记录旋转速度”。另外,角加速度比较时(S4)的超过阈值的场合的旋转速度在平时存储,在步骤S7,将该连续N次中的最初的旋转速度记录于作为转矩恢复判断的基准旋转速度而使用的存储区域。进行该步骤S7的处理的机构为上述基准速度计算部30。另外,在本说明书中所说的“转数”和“旋转速度”同义。

[0084] 在像上述那样使转矩为零后,对通过旋转角传感器3a的检测值而获得的当前的车轮7的旋转速度与记录旋转速度进行比较(S8),在当前的旋转速度大于记录旋转速度的场合,判定滑移尚未消除。即,判定车轮7尚未滑移。在判定滑移尚未消除的场合,返回到步骤S7的处理,将转矩保持为零。

[0085] 在步骤S8的比较中,在当前的旋转速度小于记录旋转速度的场合,判定滑移恢复,即,车轮7发生滑移。换言之,在当前的旋转速度降低到滑移前的旋转速度的场合,判定车轮7发生滑移。

[0086] 如果判定车轮7发生滑移,逐渐地增加转矩,使其恢复。具体来说,针对每个设定时间,每次以稍稍的设定量(比如0.1Nm)而增加转矩,使其恢复(S9)。转矩的最大值为按照加速踏板操作量而分配给电动机3的转矩指令值。进行该步骤S9的处理的机构为上述转矩恢复部31。像这样,恢复转矩后返回。

[0087] 另外,转矩恢复部31同样对于上述相反侧的驱动轮7的电动机3,与上述场合相同,将逐渐地增加转矩而恢复的指令送给相反侧的逆变装置2。该相反侧的逆变装置2中的相反侧滑移时控制机构34对应于该已接收的转矩恢复的指令,增加而恢复转矩。

[0088] 在产生滑移的电动机3的转矩为零后,如果急剧地恢复转矩,通过车辆的急剧的加速,使作为驾驶员这样的乘客的人产生加速感,但是如果像上述那样,转矩恢复部31为慢慢地增加而恢复转矩的结构,则可维持乘车的人没有加减速感的舒服的行驶性。

[0089] 通过上述转矩归零部29、相反侧驱动轮转矩限制部32、基准速度计算部30与转矩恢复部31,构成转矩限制机构25。

[0090] 另外,在上述实施方式中,也可在滑移判断的步骤S6,对计数器27a的计数值与设定次数N进行比较,对计数值进行加权处理,进行滑移判断。

[0091] 即,也可像图5所示的那样,针对计数部27的各计数值(S5)的每个,以点数进行加权处理(S5a)。像比如,第1次为1点、第2次为2点那样,按照伴随次数的增加,点数增加的方式进行加权处理。还可代替该方式,像第1次为5点、第2次为3点那样,按照伴随次数的增加,点数减少的方式进行加权处理。对于加权处理,通过试验、模拟等方式,适当求出而给以适合的点数值。在滑移的判断步骤S6a,将综合点数与设定点数相比较,如果到达设定点数,则判定为发生滑移(S6a)。在综合点数不满足设定点数的场合,返回到步骤S1。在该例子的场合,按照上述综合点数而进行滑移判断(S6a)的机构为滑移判断部28。在于计数值重新设定的步骤S10,将计数器重新设定为零时,综合点数也重新设定为零。

[0092] 通过像这样,针对连续次数的每个计数,进行适合的加权处理,可以更良好的精度,进行滑移判断。

[0093] 本实施方式的其它的结构,效果与图1~图4所示的第1实施方式相同。

[0094] 另外,作为没有包含在本发明的范围内的参考形式,也可在上述实施方式的上述滑移判断的步骤S6、S6a中,即使角加速度超过阈值的场合也不一定完全连续,比如,在角加速度超过阈值的场合连续的过程中,即使产生1~2次没超过的情况,在超过设定次数或设定点数的场合,判定为产生滑移。在该场合,比如在于角加速度超过阈值的场合处于连续的过程中,在存在没有超过的情况时,不经过计数值的重新设定的步骤S10,返回到阈值计算的步骤S1。另外,也可在完全连续的场合与中途切断的场合,使滑移判断的步骤S6、S6a的设定次数或设定点数不同。

[0095] 图6、图7表示本发明的第2实施方式。在本实施方式中,于图1~图4所示的第1实施方式中还设置再生转矩输入部33。另外,基准速度计算部30A的处理内容不同于第1实施方式。除了特别说明的事项以外,其它的事项与第1实施方式相同。结合图7的流程图,对再生转矩输入部33和基准速度计算部30A的功能进行说明。

[0096] 在本实施方式中,作为对当前转数与基准旋转速度进行比较的结果,在当前转数超过基准旋转速度的场合,即,车轮7尚未滑移的场合,电动机3产生再生转矩(S9a)。在该场合,再生转矩慢慢地,比如每次按照0.1Nm而增加。也可在产生再生转矩的步骤S9a后,在图7

的例子的场合,返回到前头,但是也可返回到当前转数与基准旋转速度的比较的步骤S8',再次进行滑移判断。进行产生该再生转矩的步骤S9a的处理的机构为上述再生转矩输入部33。

[0097] 在像这样,判定为发生滑移的场合,使上述电动机3产生再生转矩,主动地减速,由此,与仅仅将电动机转矩维持在零的场合相比较,滑移的消除被更加快速地进行。

[0098] 在于当前转数与基准旋转速度的比较的步骤S8'中,判定当前转数小于基准旋转速度的场合,即在车轮7发生滑移的场合,与上述第1实施方式相同,慢慢地恢复转矩(S9)。

[0099] 另外,当前转数与基准旋转速度的比较的步骤S8'中的基准旋转速度也可为与上述第1实施方式相同的记录旋转速度,但是在本实施方式中,像下述那样,通过基准旋转速度计算部30A,通过计算而求出基准旋转速度。

[0100] 在该场合,在使转矩为零的步骤S7后,于基准旋转速度计算步骤S7a,求出基准旋转速度。

[0101] 基准旋转速度像下述那样而求出。

[0102] 在单轮滑移的场合,即在被判定为发生滑移的驱动轮7的左右的相反侧的驱动轮7没有被判断为发生滑移的场合,对该相反侧的驱动轮7的当前的旋转速度、与判定为滑移的驱动轮7的上述记录的计数值为1时的角加速度时的旋转速度进行比较,将较小者的旋转速度作为基准旋转速度。

[0103] 在双轮滑移的场合,即在被判定为发生滑移的驱动轮7的左右的相反侧的驱动轮7被判断为发生滑移的场合,将与先判定为发生滑移的驱动轮7相对应的上述计数部27的计数值为1时的角加速度比较时的旋转速度作为基准旋转速度。进行该基准旋转速度计算步骤S7a的处理的机构、与进行步骤S7中的将连续N次中的最初的旋转速度记录于规定的存储区域中的处理的机构的组合的机构为基准旋转速度计算部30A。

[0104] 通过像这样计算基准旋转速度,将其与当前转数进行比较,可进行更加正确的滑移判断。

[0105] 图8、图9表示本发明的第3实施方式。在本例子中,针对结合图1~图4而说明的第1实施方式,像下述那样进行追加、变更。除了特别说明的事项,其它的方面与图1的相同。

[0106] 在本实施方式中,上述转矩限制机构25包括相反侧驱动轮滑移判断部37,该相反侧驱动轮滑移判断部37判断:与被判定为发生滑移的驱动轮位于左右相反侧的驱动轮发生滑移。对于该滑移判断,在比如像图2那样,在左右的各驱动轮7、7的各电动机中,分别设置滑移控制装置20的场合,相反侧驱动轮的滑移控制装置20既可像上述步骤S5、S6那样判定滑移的结果,也可通过另外的方法判断滑移的发生。上述相反侧驱动轮转矩限制部32仅在通过上述相反侧驱动轮滑移判断部37而判定上述左右相反侧的驱动轮没有滑移的场合,针对驱动左右相反侧的驱动轮的电动机3,限制所产生的转矩。在该场合,上述相反侧驱动轮转矩限制部32具体来说,将转矩限制的指令发送给比如左右相反侧的电动机3的逆变装置2,在接收了该指令的逆变装置2中,进行转矩限制。

[0107] 上述转矩限制机构25具有下述的转矩归零部29、转矩恢复部31、与相反侧驱动轮转矩恢复部38。转矩归零部29在通过上述滑移判断机构23而判定为发生滑移时,使在上述电动机3中产生的转矩为零。转矩恢复部31判断上述电动机3的旋转速度是否降低到:以判定为发生上述滑移之前的旋转速度为基准而确定的滑移判断的基准旋转速度,在判断降低

到该速度的场合,转矩恢复部31慢慢地增加而恢复在上述电动机3中产生的转矩。在上述转矩恢复部31的转矩恢复的步骤中,判断上述相反侧车轮是否滑移,在判定没有滑移的场合,如果左右的两驱动轮的转矩相同,则相反侧驱动轮转矩恢复部38还增加而恢复上述相反侧的驱动轮的转矩。左右的两个驱动轮的转矩根据比如,各轮的电动机3的电流的检测值而获得。

[0108] 在本实施方式的场合,在装载两轮独立的轮毂电动机驱动装置的车辆中,在于不同 μ 值的路面上产生单轮滑移的场合,为了安全,使已滑移的车轮的转矩为零,另一方面,没有滑移的车轮的转矩也为指令值的比如50%。接着,已滑移的车轮的滑移消失(从低 μ 值路面而脱开),转矩恢复。另外,如果发生滑移的车轮7的转矩恢复,与相反的车轮(没有滑移的车轮)的转矩相同,则使两个车轮以相同的基础恢复到指令转矩。为了像这样进行控制,虽然不能够完全消除两个车轮转矩的差,但是可发挥轮毂电动机驱动装置的优先性,驾驶员的不适感也可以某种程度而缓和。

[0109] 另外,在本实施方式的场合,可获得下述的优点。在针对左右的驱动轮的每个电动机3,设置该滑移控制装置20的场合,左右相反侧的驱动轮产生滑移时,通过该相反侧驱动轮的滑移控制装置20而进行控制。由此,具有两个车轮的滑移控制装置20、20的控制产生的妨碍的担心,但是,像本实施方式那样,仅仅在相反侧的驱动轮没有发生滑移的场合,通过进行上述相反侧驱动轮转矩限制部32的转矩的限制,避免左右的驱动轮的滑移控制装置20、20的控制相互妨碍的情况。另外,在本实施方式中,在左右的相反侧的驱动轮的转矩为零的场合,在上述转矩恢复部31的转矩恢复的步骤中,确认相反侧的驱动轮没有产生滑移,然后还恢复相反侧的驱动轮的转矩。由此,能以相同的基础,增加左右的2个驱动轮的转矩,直进性提高,操作感也提高。

[0110] 参照图9的流程图,对本实施方式的整体控制的流程进行说明。

[0111] 阈值(步骤S1)

[0112] 通过加速踏板而施加给车辆的加速度通过前述的式1、式2而计算,根据该式1、式2而计算的角加速度 $\dot{\omega}$ 为阈值。

[0113] 观测值(步骤S2)

[0114] 对通过电动机3的旋转角传感器3a而观测的旋转角度进行两次微分处理,作为角加速度。由于在两次微分处理后,值的偏差很大,无法原样地用于滑移的判断,故像下述那样,通过连续多次的判断,进行发生滑移的判断。

[0115] 滑移的判断(步骤S4~S6)

[0116] 如果电动机3的角加速度大于阈值,应判定为发生滑移,但是,由于值的偏差很大,故如果超过连续阈值的次数为N次(在图9的例子的场合, $N=3$),则判定为发生滑移。然后,进行相反车轮(左右相反侧的驱动轮)的滑移发生的判断(S7c),在相反车轮没有滑移的场合(S7e),相反车轮的转数为基准转数。

[0117] 在相反车轮也滑移的场合(S7d),滑移前的值,比如计数值为1时的记录转数为基准旋转速度。

[0118] 减少转矩(步骤S7d、S7e)

[0119] 如果判定为发生滑移,则将转矩减小到零(S7d)。在相反车轮没有发生滑移的场合,将相反车轮的转矩降低到指令转矩的50%(S7e)。

- [0120] 滑移的判断(过程S8)。
- [0121] 如果当前转数降低到基准旋转速度,则判定为发生滑移。
- [0122] 转矩恢复(步骤S9~S15)
- [0123] 如果判定为发生滑移,则慢慢地增加转矩(每次1Nm),使其恢复(S9)。该转矩的最大值为加速踏板的转矩指令值。判断相反车轮的滑移发生(S11),在相反车轮没有滑移的场合,从两个车轮的转矩相同的时刻起,以相同的基础而恢复(S14、S15)。
- [0124] 在两个车轮的转矩相同之前(S14)、并且在于上述相反轮滑移的判断(步骤S11),判定发生相反车轮滑移的场合,判断当前的转矩是否到达加速踏板的转矩指令值(S12)。在达到的场合,原样地返回,在没有达到的场合,按照使当前的转矩与加速踏板的转矩指令值一致的方式进行控制(S13)。
- [0125] 另外,上述各实施方式的滑移控制装置适用于具有轮毂电动机装的置11的车辆,但是,由于在轮毂电动机装置11中,各车轮7分别通过电动机而驱动,故滑移的影响大。由此,本实施方式的滑移控制装置的滑移控制的效果被更有效地发挥。此外,在采用轮毂电动机装的置11的车辆中,通过轮毂电动机装的置11和逆变装置2,构成具有滑移控制装置的控制装置,VCU 1的变更不特别地进行,或通过稍稍的变更便可。由此,容易谋求该滑移控制装置的实用化。
- [0126] 此外,上述各实施方式也可通过任意的组而相互地组合。
- [0127] 标号的说明:
- [0128] 标号3表示电动机;
- [0129] 标号5表示车辆;
- [0130] 标号7表示驱动轮;
- [0131] 标号20表示滑移控制装置;
- [0132] 标号21表示阈值计算机构;
- [0133] 标号22表示角加速度计算机构;
- [0134] 标号23表示滑移判断机构;
- [0135] 标号25表示转矩限制机构;
- [0136] 标号26表示角加速度比较部;
- [0137] 标号27表示计数部;
- [0138] 标号28表示滑移判断部;
- [0139] 标号32表示相反侧驱动轮转矩限制部。

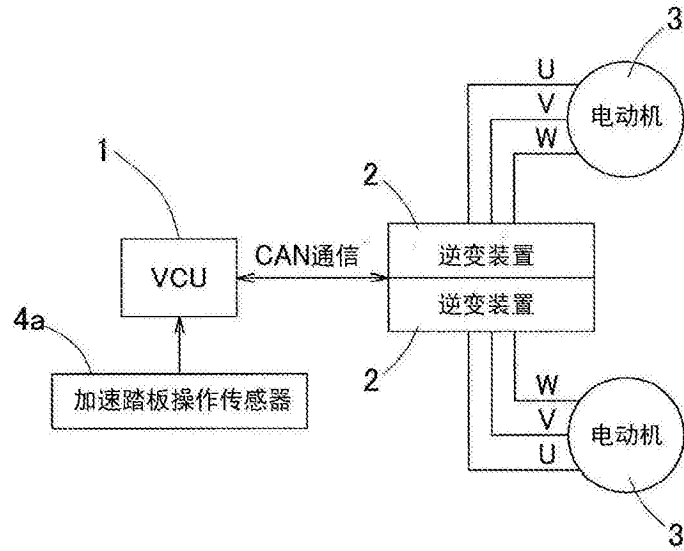


图1

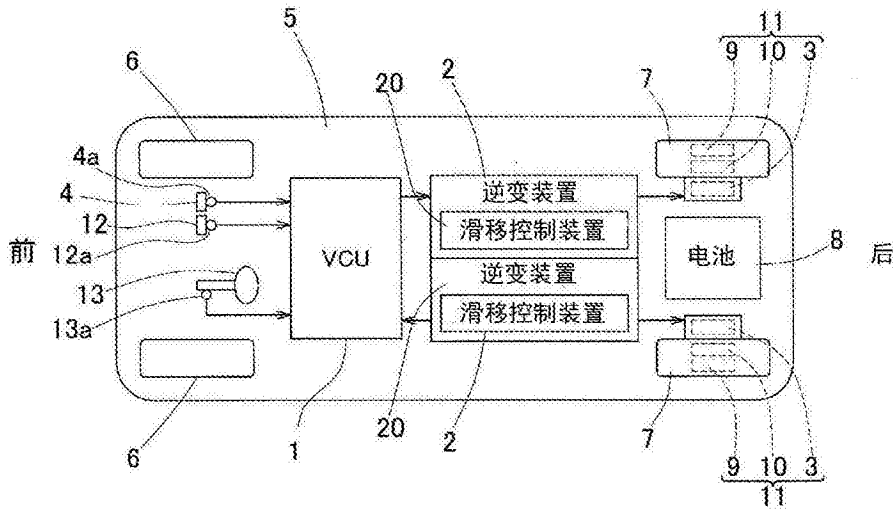


图2

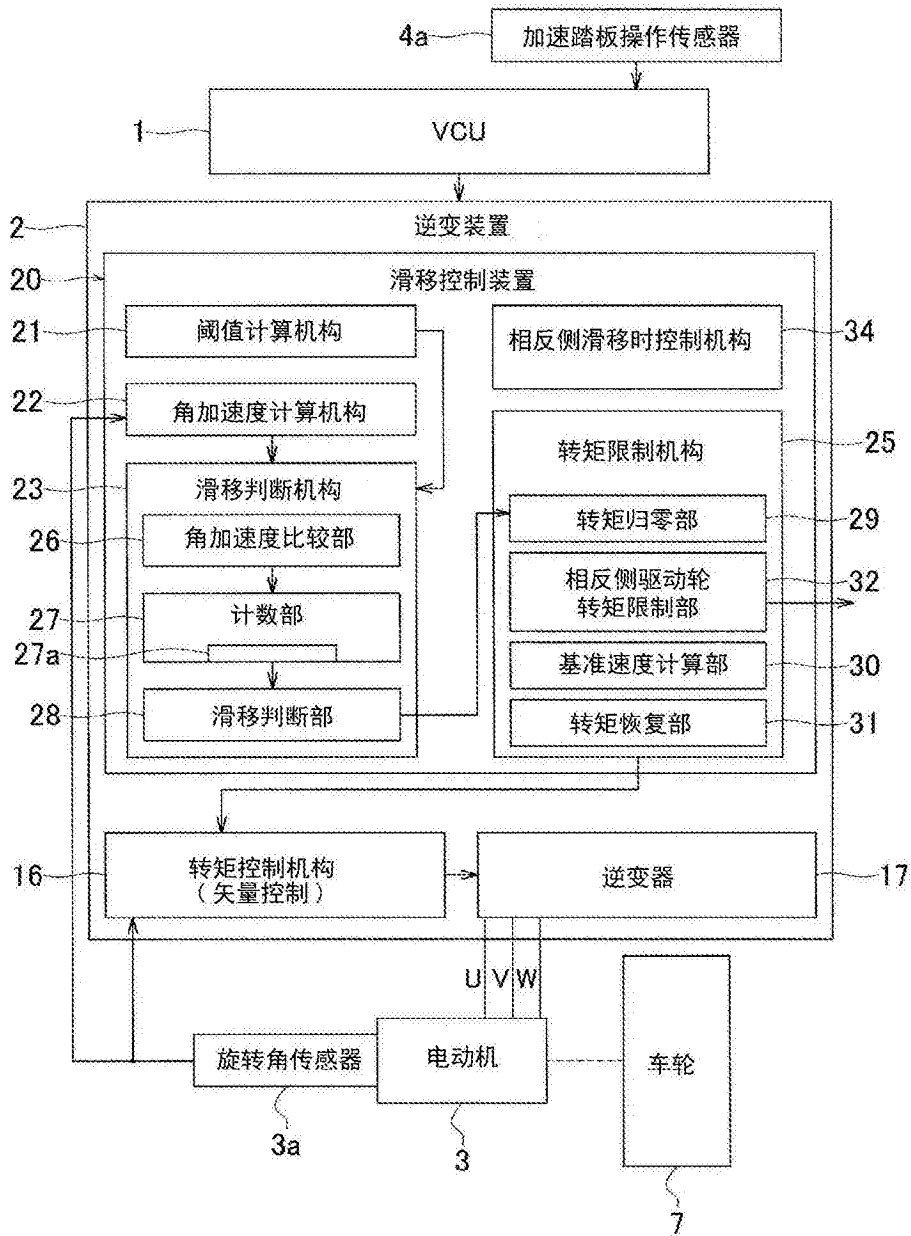


图3

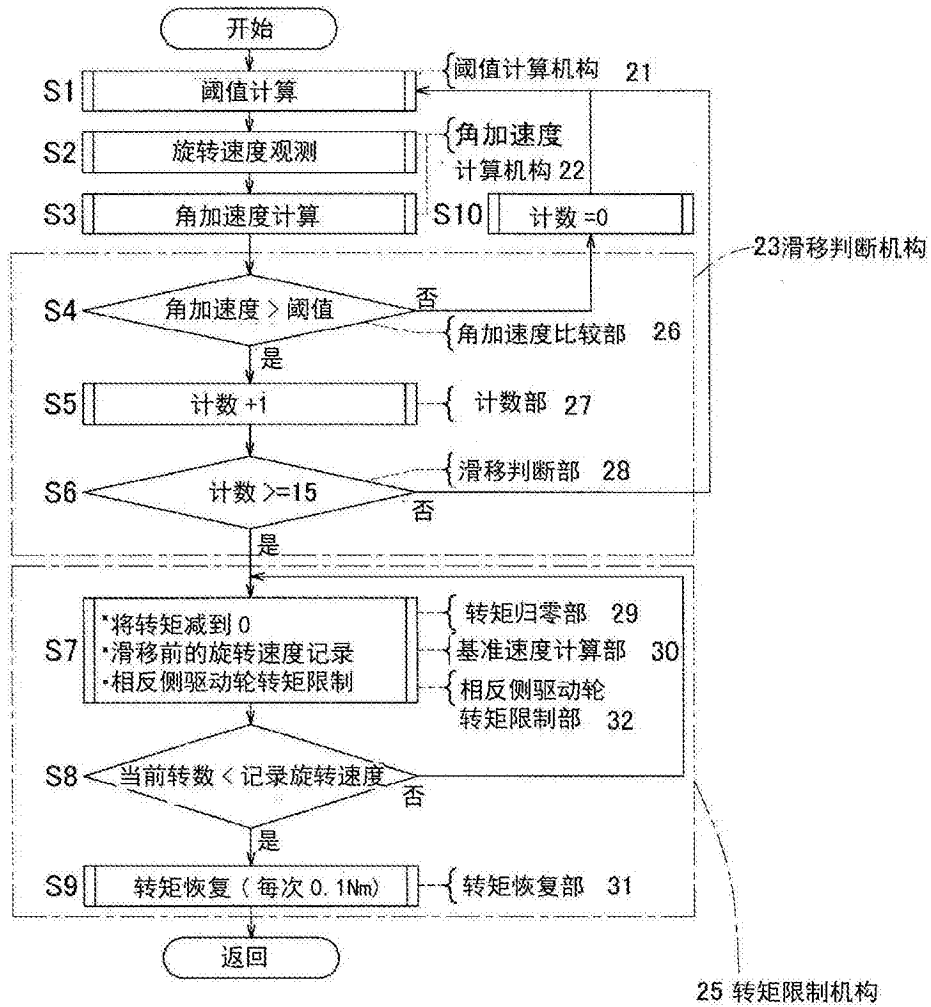


图4

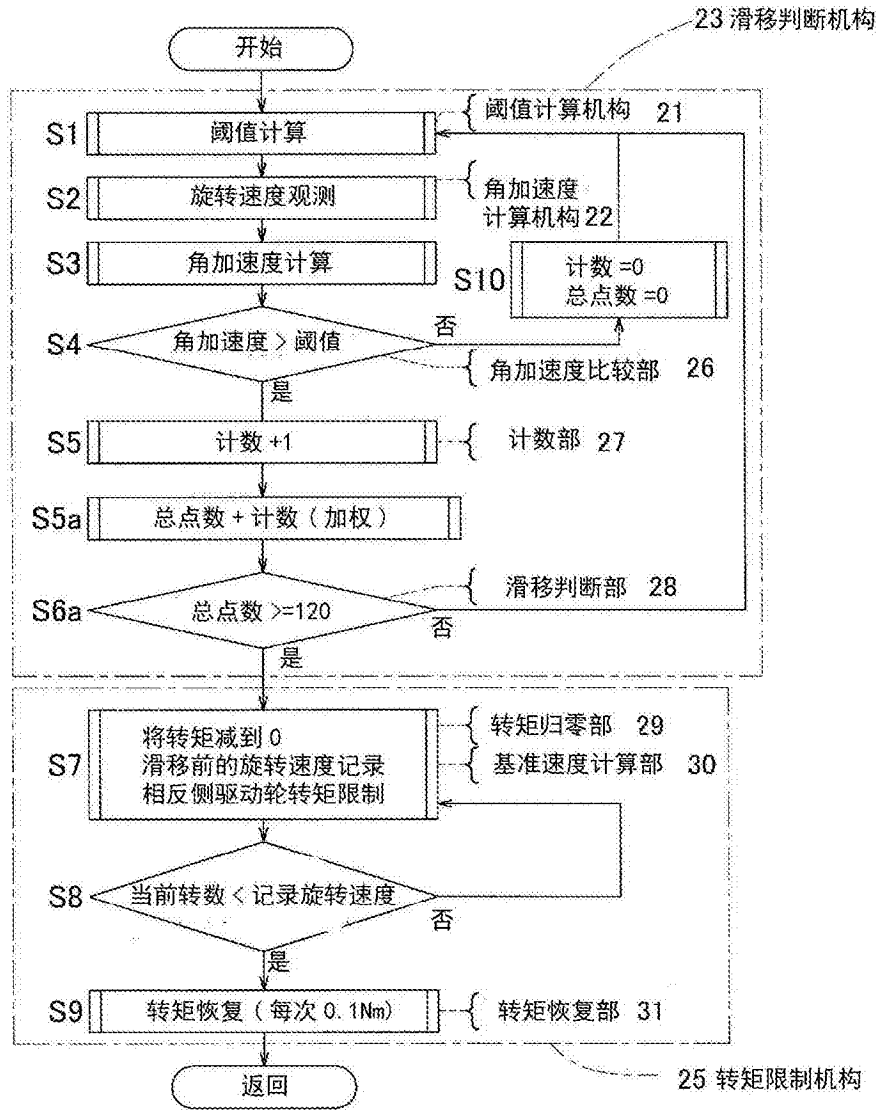


图5

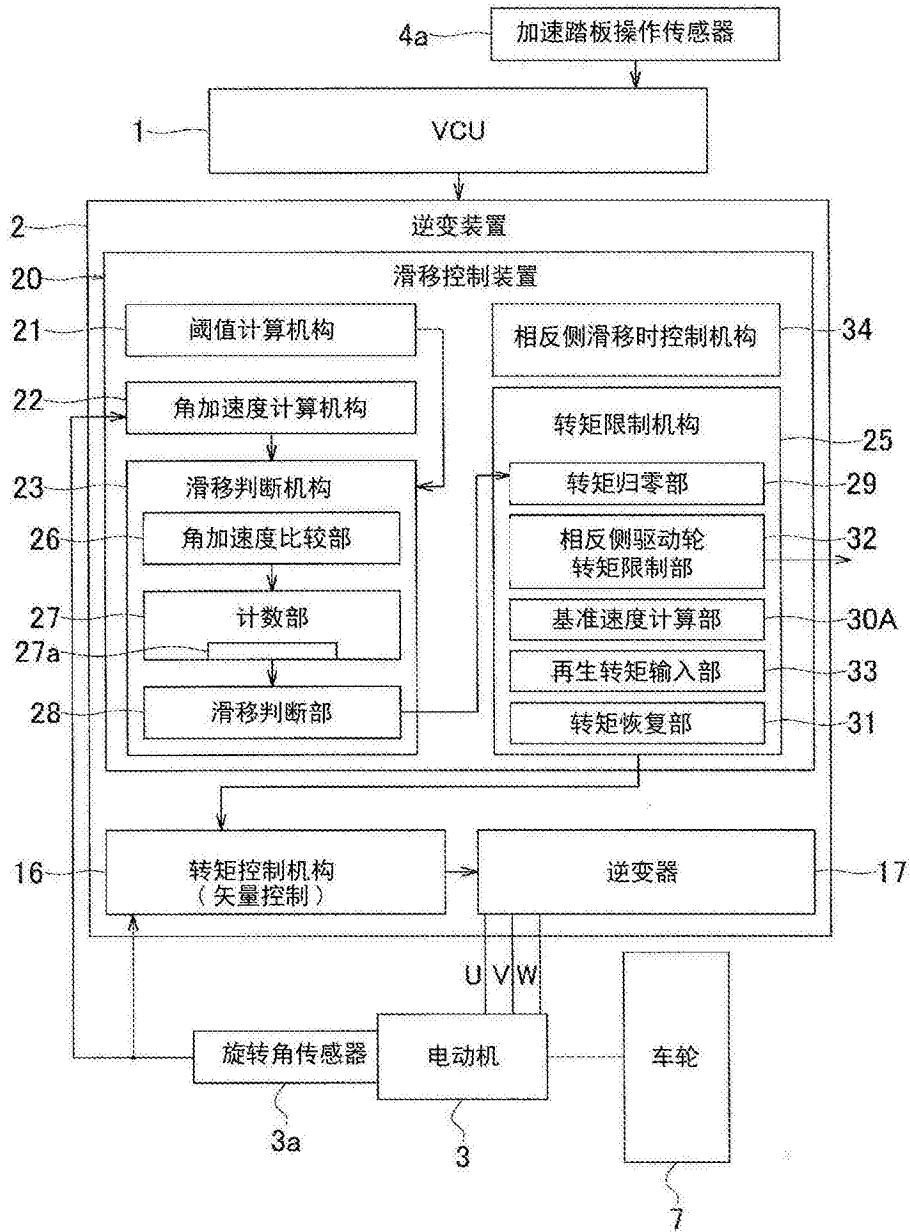


图6

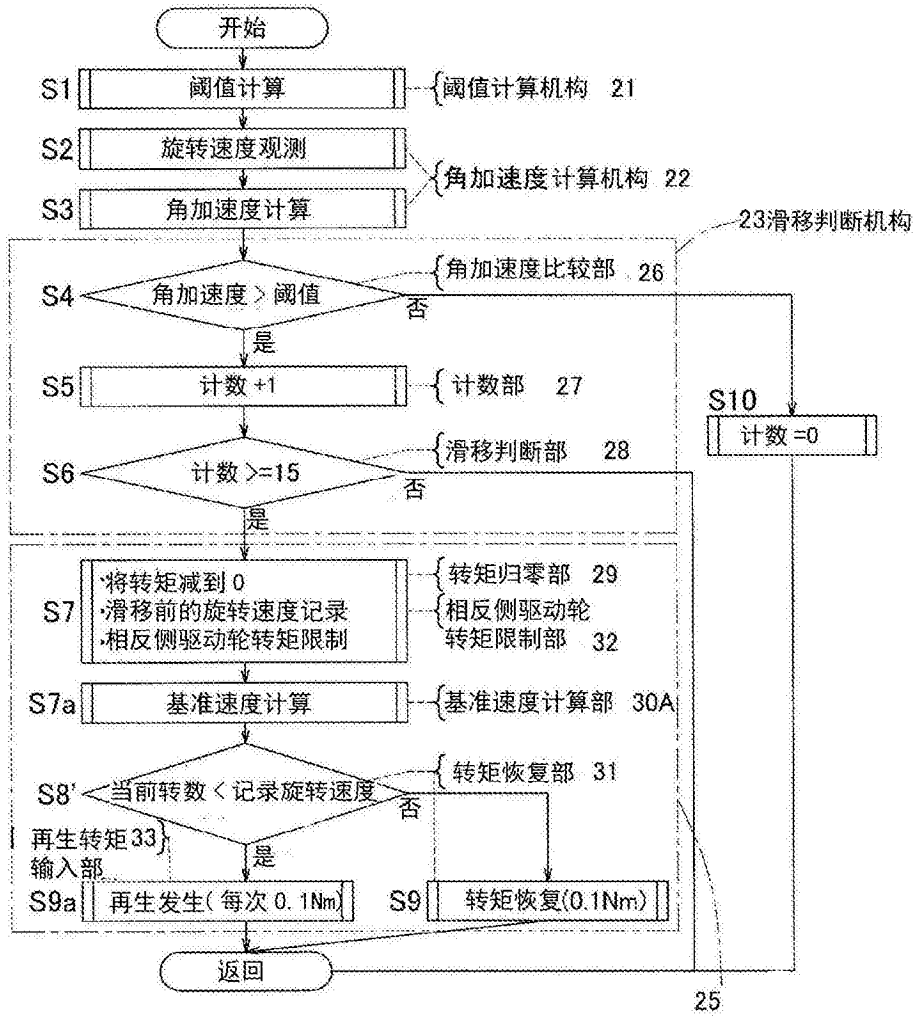


图7

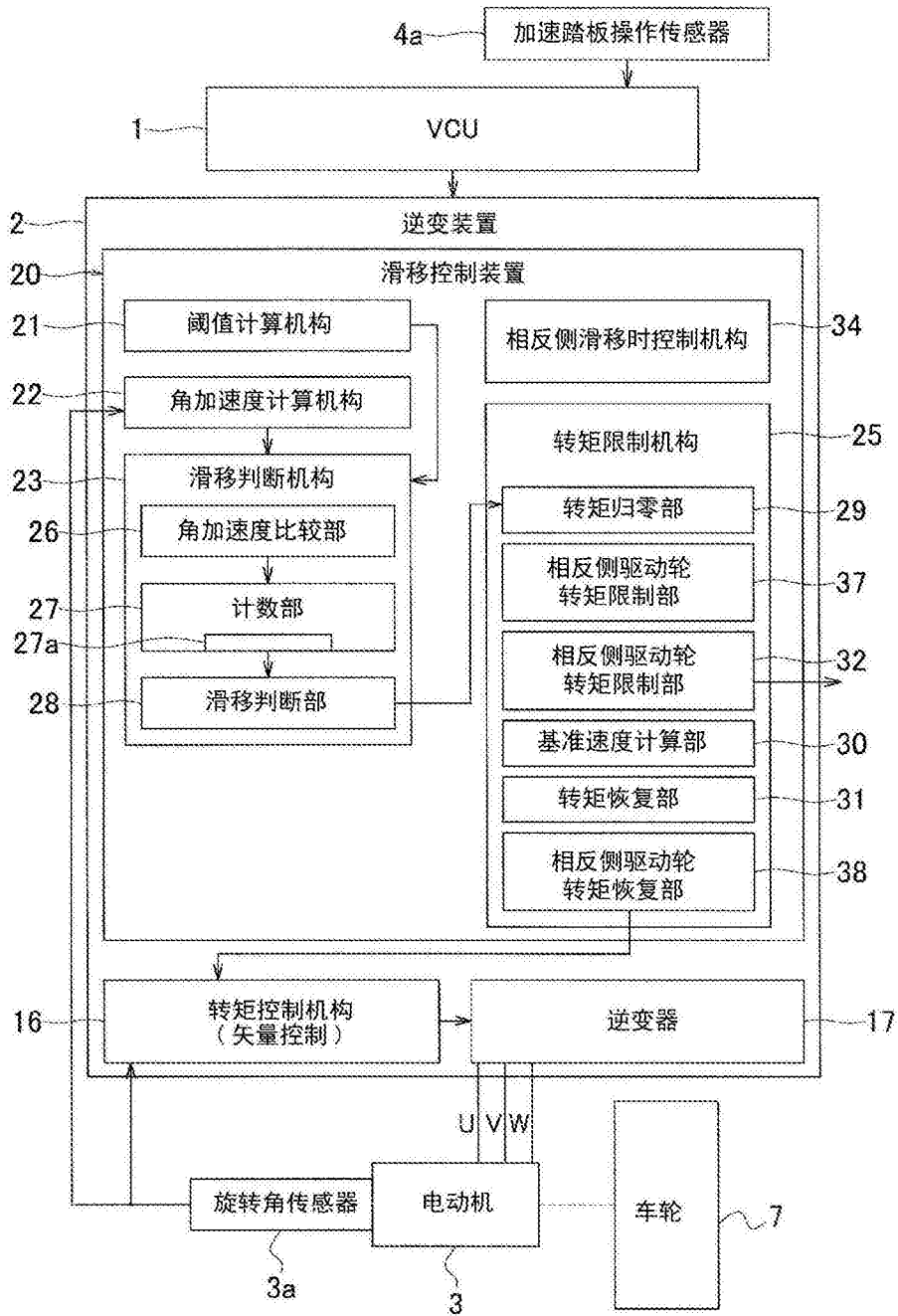


图8

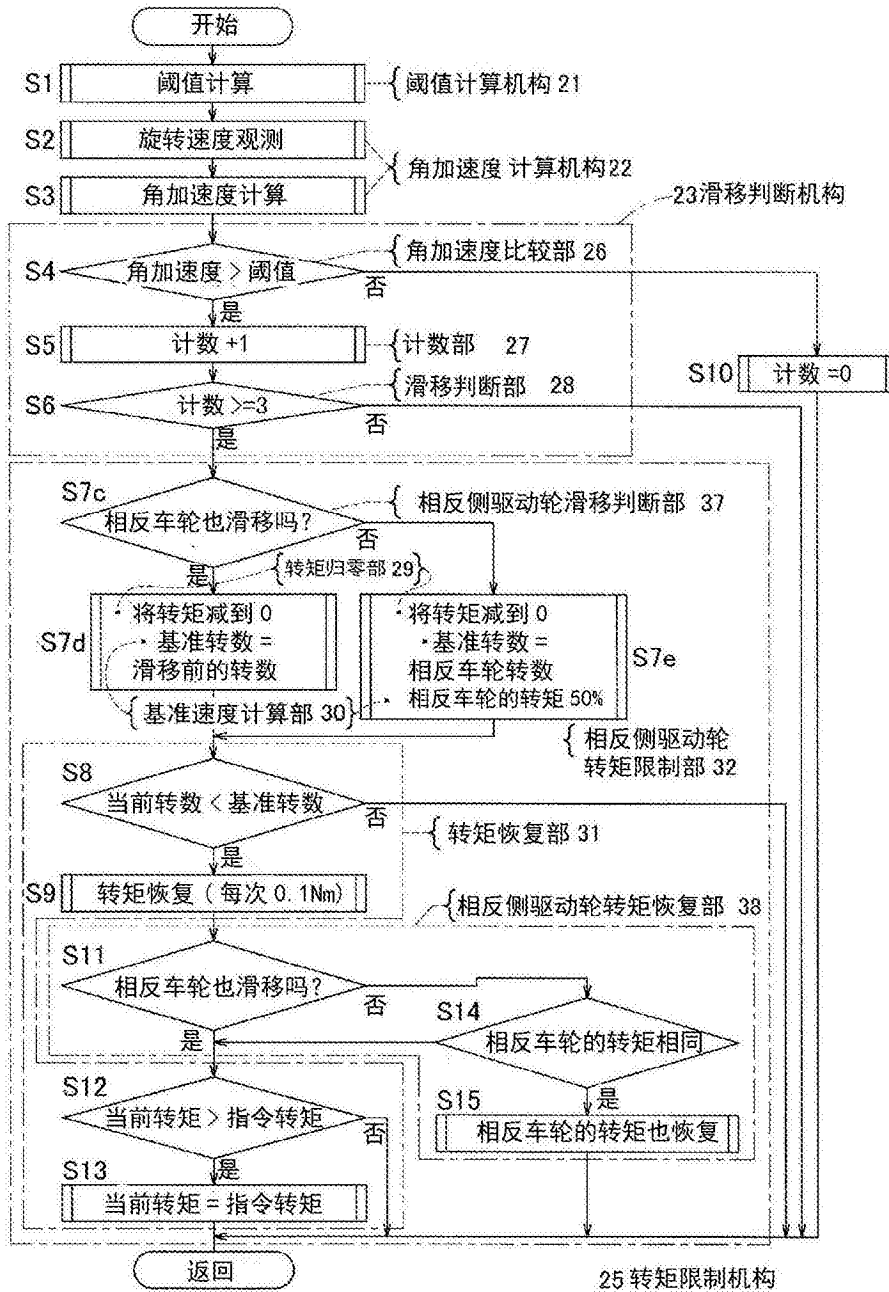


图9