



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109070873 A

(43)申请公布日 2018.12.21

(21)申请号 201780011509.8

(22)申请日 2017.03.24

(30)优先权数据
2016-079590 2016.04.12 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.08.15

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/011904 2017.03.24

(87)PCT国际申请的公布数据
W02017/179391 JA 2017.10.19

(71)申请人 日立汽车系统株式会社
地址 日本国东京都千代田区丸之内一丁目
6番6号

(72)发明人 秋山悠基 高桥绚也 印南敏之

(74)专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300
代理人 肖华

B60G 17/016(2006.01)

B60G 17/0195(2006.01)

B60T 8/00(2006.01)

B60W 10/00(2006.01)

B60W 10/04(2006.01)

B60W 10/08(2006.01)

B60W 10/18(2012.01)

B60W 10/188(2012.01)

B60W 10/22(2006.01)

B60W 30/045(2012.01)

B60W 30/12(2006.01)

B62D 6/00(2006.01)

B62D 101/00(2006.01)

B62D 103/00(2006.01)

B62D 111/00(2006.01)

B62D 113/00(2006.01)

B62D 117/00(2006.01)

B62D 119/00(2006.01)

B62D 137/00(2006.01)

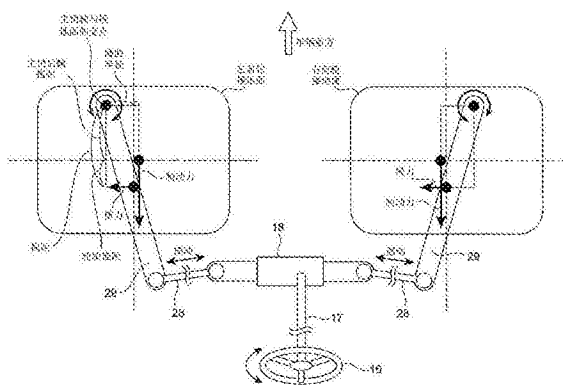
(51)Int.Cl.
B60W 10/20(2006.01)

权利要求书2页 说明书16页 附图21页

(54)发明名称
车辆控制装置及方法

(57)摘要

本发明提供一种能够确保操舵的准确性的车辆控制装置及方法。本发明中,车辆具备:左右一对操舵轮,它们可以分别控制制动驱动力;以及操舵力产生装置,其对该操舵轮产生操舵力来控制所述操舵轮的操舵角,本发明的车辆控制装置及方法在所述车辆中根据作用于所述操舵轮的横力而针对每一所述操舵轮来控制所述制动驱动力,由此控制所述操舵力产生装置的操舵力或操舵反力。



1. 一种车辆控制装置,其控制车辆,所述车辆具备:左右一对操舵轮,它们可以分别控制制动力或驱动力;以及操舵力产生装置,其对该操舵轮产生操舵力来控制所述操舵轮的操舵角,该车辆控制装置的特征在于,

根据作用于所述操舵轮的横力而针对每一所述操舵轮来控制所述制动力或驱动力,由此控制所述操舵力产生装置的操舵力或操舵反力。

2. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其特征在于,
所述横力根据所述操舵轮的操舵角和所述车辆的车速加以运算。

3. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其特征在于,
所述横力根据所述车辆的横向加速度加以运算。

4. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其特征在于,
根据所述横力和预先决定的所述操舵力产生装置的操舵力或操舵反力的目标值来控制所述制动力或驱动力。

5. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其特征在于,
以所述横力越大、所述左右一对操舵轮的制动力或驱动力的左右差越是增大的方式控制所述制动力或驱动力。

6. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其特征在于,
所述车辆具备区别于所述左右一对操舵轮而另行设置的其他车轮,
该车辆控制装置以补偿因控制所述操舵轮的制动力或驱动力而产生的横摆力矩的过剩与不足量的方式控制所述其他车轮的制动力或驱动力。

7. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其特征在于,
所述车辆具备区别于所述左右一对操舵轮而另行设置的其他车轮,
该车辆控制装置以补偿因控制所述操舵轮的制动力或驱动力而产生的横摆力矩的过剩与不足量的方式控制所述其他车轮的操舵角。

8. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其特征在于,
所述车辆具备可以对所述左右一对操舵轮的操舵角相对于构成所述操舵力产生装置的方向盘的方向盘角的比率即转向齿轮比进行可变控制的机构,
该车辆控制装置以补偿因控制所述操舵轮的制动力或驱动力而产生的横摆力矩的过剩与不足量的方式控制所述转向齿轮比,来控制所述操舵轮的操舵角。

9. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其特征在于,
所述车辆具备左右独立悬挂所述左右一对操舵轮的悬架,
该车辆控制装置控制所述悬架,用以抑制因控制所述操舵轮的制动力或驱动力而产生的侧倾力矩的变化。

10. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其特征在于,
根据所述操舵轮的操舵角加速度来控制所述制动力或驱动力。

11. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其特征在于,
在所述操舵轮的磨胎半径为负的车辆转弯过程中,以从所述左右一对操舵轮的转弯外轮到转弯内轮较多地分配制动力的方式控制所述制动力。

12. 一种车辆控制方法,其控制车辆,所述车辆具备:左右一对操舵轮,它们可以分别控制制动力或驱动力;以及操舵力产生装置,其对该操舵轮产生操舵力来控制所述操舵轮的

操舵角,该车辆控制方法的特征在于,

根据作用于所述操舵轮的横力而针对每一所述操舵轮来控制所述制动力或驱动力,由此控制所述操舵力产生装置的操舵力或操舵反力。

车辆控制装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种车辆控制装置及方法,尤其涉及一种对汽车等车辆中配设的操舵力产生装置的操舵力或操舵反力进行控制的车辆控制装置及方法。

背景技术

[0002] 在轿车等车辆的操舵装置中,电动动力转向的节能性优异,而且,通过控制,不仅可以引入助力功能,还可以引入主动进行操舵的辅助功能或自动操舵功能,出于这些优点,近来已成为动力转向方式的主流。

[0003] 相对于通过液压回路的作用使液压作用于转向齿条一体的油缸而将力放大的液压动力转向而言,电动动力转向是基于根据反馈操舵扭矩传感器的信息而得的运算结果来进行输出的马达的控制,因追加了马达及其减速机构,从而避免不了摩擦和惯性的增加,导致其控制性存在限制。尤其是在减速机构的齿面摩擦降低、可动部的轻量化、马达的响应性改善等方面没有投入成本的廉价的电动动力转向,其操舵感有时会产生不自然感、不谐调感。

[0004] 此外,在驾驶员不保持(操作)方向盘(也称为转向舵)的自动驾驶中,是通过电动动力转向来产生传递至车轮(操舵轮)的全部操舵力,转向机构整体上的表观刚性相对降低。尤其是柱式电动动力转向,与利用转向齿条来承受动力转向的反力的齿条式或双小齿轮式相比,难以确保安装部的刚性,在机构上也会经由转向柱轴而在远离车轮(轮胎)的位置受到反力。因此,对于相同程度的操舵力,安装部和转向机构的变形量增大,表观刚性降低的程度较大。这会妨碍准确的操舵,因此,所述操舵力的控制有改善的余地。

[0005] 作为与此相关的技术,有通过动力转向装置以外的执行器来施加操舵力的方法,专利文献1中揭示了一种现有技术,即,在利用独立的马达来驱动4个轮子(左右前后轮)中的各方的车辆中,通过控制各车轮的驱动力来控制操舵扭矩(操舵力)。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本专利特开2006-187047号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的问题

[0010] 另外,转向机构开始运转(开始扭转)时的摩擦和惯性会有损驾驶员进行方向盘操作时的操舵感,结果,准确的操舵变得困难,从而对随心意操纵车辆造成障碍。此外,负荷施加至转向机构会导致构成转向机构的臂、轴、衬套、支架类的变形量增加,从而产生与负荷较轻的状况的操舵上的偏差。

[0011] 然而,专利文献1记载的现有技术并未展示适合目标操舵力特性的控制律,对于前文所述那样的转向机构开始运转时的摩擦和惯性的影响、转向机构的刚性未作考虑。因此,在这种情况下,无法确保操舵的准确性。

[0012] 本发明是鉴于上述问题而成,其目的在于提供一种能够确保操舵的准确性的车辆控制装置及方法。

[0013] 解决问题的技术手段

[0014] 为了达成上述目的,本发明的车辆控制装置及方法控制车辆,所述车辆具备:左右一对操舵轮,它们可以分别控制制动驱动力;以及操舵力产生装置,其对该操舵轮产生操舵力来控制所述操舵轮的操舵角;该车辆控制装置及方法根据作用于所述操舵轮的横力而针对每一所述操舵轮来控制所述制动驱动力,由此控制所述操舵力产生装置的操舵力或操舵反力。

[0015] 发明的效果

[0016] 根据本发明,控制操舵力或操舵反力以改善操舵感、提高转向机构的表观刚性,因此能够提高操舵的准确性。

[0017] 上述以外的课题、构成及效果将通过以下实施方式的说明来加以明确。

附图说明

[0018] 图1为表示运用本发明的车辆控制装置的实施方式1的、可以独立控制4个轮子的制动力的车辆的机构以及控制系统的系统构成的图。

[0019] 图2为示意性地表示车辆的转向机构与作用于轮胎的力的关系的图。

[0020] 图3为表示车辆进入弯道时的操舵状态的一例的图。

[0021] 图4为表示方向盘的开始扭转时的方向盘角与方向盘扭矩的理想关系的图。

[0022] 图5为表示方向盘的结束扭转时的方向盘角与方向盘扭矩的理想关系的图。

[0023] 图6为表示从开始扭转起到结束扭转为止的方向盘的角度、角速度、角加速度的一例的图。

[0024] 图7为表示基于GVC的减速的情形图。

[0025] 图8为在对GVC附加有本实施方式的车辆控制装置的控制的情况和仅有GVC的情况下对左右操舵轮的制动液压进行比较的图。

[0026] 图9为表示方向盘扭矩对应于方向盘角的特性的模拟结果的图。

[0027] 图10为表示运用本发明的车辆控制装置的实施方式2的、前轮左右独立驱动马达的车辆的机构以及控制系统的系统构成的图。

[0028] 图11为示意性地表示对左前轮进行驱动、对右前轮进行制动的状态的图。

[0029] 图12为示意性地表示在运用本发明的车辆控制装置的实施方式3的车辆中、对操舵轮的制动驱动力赋予了左右差时的、作用于转向机构的制动驱动力所引起的力的图。

[0030] 图13为表示运用本发明的车辆控制装置的实施方式4的车辆中的、操舵轮的制动力的左右差所引起的横摆力矩的图。

[0031] 图14为在图8所示的比较图中追加展示左右后轮的制动液压的图。

[0032] 图15为表示与图14中的条件相同的条件下仅有GVC的情况下的车辆运动的模拟结果的图。

[0033] 图16为表示在与图14中的条件相同的条件下将GVC所需的制动液压分配给前后轮各自的左右的情况下的车辆运动的模拟结果的图。

[0034] 图17为表示通过后轮的操舵来产生与前轮的制动力所引起的横摆力矩反向的横

摆力矩的情形的图。

[0035] 图18为表示通过转向齿轮比的变化来产生与前轮的制动力所引起的横摆力矩反向的横摆力矩的情形的图。

[0036] 图19为表示通过方向盘扭矩来督促驾驶员进行舵角修正的控制的情形的图。

[0037] 图20为表示沿使车辆的朝向回到车道内的方向施加横摆力矩的控制的情形的图。

[0038] 图21为表示运用本发明的车辆控制装置的实施方式5且磨胎半径为负的车辆左转弯时、操舵轮的制动力在左右的不平衡对方向盘扭矩和侧倾力矩产生的影响的表。

具体实施方式

[0039] 下面,参考附图,对本发明的实施方式进行说明。

[0040] [实施方式1]

[0041] 在本实施方式中,对通过制动力来控制施加至经由方向盘操纵车辆的驾驶员的方向盘扭矩(操舵反力)的情况进行说明。

[0042] 图1展示了可以独立控制4个轮子(左前轮11、右前轮12、左后轮13、右后轮14)的制动力、前轮11、12为操舵轮(可以通过转向机构来控制其操舵角的车轮)的车辆1的机构以及控制系统的系统构成。为了使操舵的动力(操舵力)能在供驾驶员操作的方向盘16与操舵轮即前轮11、12之间相互传递,方向盘16与前轮11、12经由转向柱轴17、转向齿条18、转向横拉杆28、转向节29等而连结在一起。设置在转向柱轴17上的电动动力转向装置27为对该转向柱轴17施加扭矩的柱式。但本实施方式的运用对象并不限于柱式电动动力转向的车辆。

[0043] 在本实施方式中,为方便起见,将电动动力转向装置27与方向盘16合并作为对操舵轮即前轮11、12产生(传递)操舵力来控制该前轮11、12的操舵角的操舵力产生装置。

[0044] 所述车辆1的驱动系统设为驱动装置19的动力经由减速器25和驱动轴26传递至驱动轮即前轮11、12的构成。

[0045] 此外,所述车辆1中,作为传感器类,配备有4个轮子的车轮速度传感器31、32、33、34、内置于电动动力转向装置27中的操舵角传感器、未图示的加速度传感器、制动踏板踩踏力传感器、加速踏板开度传感器等。从各传感器获得的信息经由制动控制装置20或者直接输入至车辆运动综合控制装置(车辆控制装置)15。车辆运动综合控制装置15根据从各传感器获得的信息对制动控制装置20发送针对各车轮11、12、13、14的制动力指令,制动控制装置20按照接收到的制动力指令使液压作用于为液压执行器的各车轮的制动装置21、22、23、24而对各车轮11、12、13、14产生制动力。

[0046] 图2展示了车辆1的转向机构与作用轮胎(设置在各车轮上的轮胎)的力的关系。在各轮胎与路面之间,前后方向的制动驱动力(制动力或驱动力)和(对该轮胎的)横向的横力作用于各轮胎。

[0047] 前后方向的制动驱动力作用于轮胎接地面压力分布的左右方向的中心。只要不是因极端的车轮内倾等而导致接地面压力分布产生左右方向的较大的不平衡,前后方向的制动驱动力都是作用于轮胎的左右方向的中心附近。

[0048] 横力是由于轮胎一边以伴有变形的方式产生侧滑角一边滚动而产生的。因此,横力作用于较轮胎接地面前后方向的中心而言滚动方向上的后方。

[0049] 此处,由于轮胎绕转舵轴即主销轴转动,因此,若力作用于具有力臂的点,则产生

绕主销轴起作用的扭矩即主销扭矩。

[0050] 绕主销轴的横力的力臂长度为主销轴与轮胎接地面的交点与轮胎接地面内的横力的着力点的距离。

[0051] 另一方面,关于绕主销轴的制动驱动力的力臂长度,因在何处承受制动驱动力而使得相关部位不一样。具体而言,因是由与操舵一起可动的转向节29上固定的部分承受制动驱动力还是由操舵中不可动的车体侧承受制动驱动力而不同。在制动盘(未图示)与轮胎同轴固定的普通结构的摩擦制动机构中,是由与操舵一起可动的转向节29承受制动力。此外,在驱动轮与驱动用马达一体化的轮毂马达的车辆的情况下,马达的制动驱动力也是由转向节29承受。

[0052] 在这些情况下,在力的传递中,由于与轮胎与转向节29为一体这一情况等价,因此,对车体的制动驱动力的着力点位于轮胎接地面,由该着力点与主销轴的位置关系决定力臂。此处,主销轴与轮胎接地面的交点到轮胎接地面的中心的横向距离为磨胎半径,因此该力臂长度等于磨胎半径。

[0053] 相反,在车体中搭载发动机、行驶用马达作为驱动装置19的普通驱动系统的构成中,驱动装置19的制动驱动力由操舵中不可动的车体侧承受。所谓驱动装置19的制动,是指发动机制动或者行驶用马达的再生制动。此外,在摩擦制动机构较驱动轴26而言设置在驱动系统的上游侧的内侧制动的车辆的情况下,其制动力也是由车体侧承受。

[0054] 在这些情况下,由于轮胎(各车轮)的扭矩由驱动轴26传递,因此,对车体的制动驱动力的着力点位于圆筒形的轮胎的三维中心,由该着力点与主销轴的位置关系决定力臂。此处,轮胎的中心与主销轴的横向距离为车轴上主销偏距,因此,该情况下的力臂长度等于车轴上主销偏距。

[0055] 如上所述,绕主销轴的制动驱动力的力臂长度对应于磨胎半径和车轴上主销偏距中的哪一尺寸是由着力点位于何处而不是制动与驱动的差异决定。但是,在后面的说明中,为了避免繁杂,只要未特别言明,都是以如下情况为前提来进行叙述:由车体中搭载的驱动装置19进行驱动,制动力的大部分由非内侧形式的普通摩擦制动机构产生。此外,绕主销轴的制动驱动力的力臂长度意指对应于磨胎半径和车轴上主销偏距中的任一方。

[0056] 以上述内容为前提,对作用于轮胎的力与方向盘扭矩(操舵力产生装置的操舵反力)的关系进行说明。再者,此处,横力的方向以向左为正(以向右为负),制动驱动力的方向以向前为正(以向后为负),力矩的方向(从上方观察而)以向左旋(以向右旋为负)。

[0057] 关于左前轮11的绕主销轴的横力 F_{Laterall} 所引起的力矩 M_{Laterall} ,将拖距(参考图2)设为 ξ ,见以下(数式1)。

[0058] (数式1)

$$[0059] \quad M_{\text{Laterall}} = -F_{\text{Laterall}} \cdot \xi$$

[0060] 同样地,关于绕主销轴的制动驱动力 F_{LongL} 所引起的力矩 M_{LongL} ,将其力臂长度设为 L_{Long} ,见以下(数式2)。

[0061] (数式2)

$$[0062] \quad M_{\text{LongL}} = F_{\text{LongL}} \cdot L_{\text{Long}}$$

[0063] 因此,其合计即主销扭矩 M_L 见以下(数式3)。

[0064] (数式3)

[0065] $M_L = M_{LateralL} + M_{LongL}$

[0066] 该主销扭矩 M_L 以从转向节29施加至转向横拉杆28的力的形式传递,从转向横拉杆28经由转向齿条18传递至方向盘16。

[0067] 关于左前轮11所引起的方向盘扭矩 H_L ,若将转向齿轮比(减速比)(车轮的操舵角相对于方向盘16的方向盘角的比率)设为 R_s ,则见以下(数式4)。

[0068] (数式4)

[0069] $H_L = M_L / R_s$

[0070] 同样地,若考虑右前轮12,则右前轮12的绕主销轴的横力 $F_{LateralR}$ 所引起的力矩 $M_{LateralR}$ 见以下(数式5)。

[0071] (数式5)

[0072] $M_{LateralR} = -F_{LateralR} \cdot \xi$

[0073] 关于绕主销轴的制动驱动力 F_{LongR} 所引起的力矩 M_{LongR} ,符号与上述(数式2)不一样,见以下(数式6)。

[0074] (数式6)

[0075] $M_{LongR} = -F_{LongR} \cdot L_{Long}$

[0076] 因此,其合计即主销扭矩 M_R 见以下(数式7)。

[0077] (数式7)

[0078] $M_R = M_{LateralR} + M_{LongR}$

[0079] 于是,右前轮12所引起的方向盘扭矩 H_R 见以下(数式8)。

[0080] (数式8)

[0081] $H_R = M_R / R_s$

[0082] 因而,左右前轮11、12所引起的方向盘扭矩 H 见以下(数式9),所以,除了大致可以视为常数的各参数以外,就是由横力和制动驱动力决定方向盘扭矩。

[0083] (数式9)

[0084] $H = H_L + H_R$

[0085] $= M_L / R_s + M_R / R_s$

[0086] $= (M_{LateralL} + M_{LongL} + M_{LateralR} + M_{LongR}) / R_s$

[0087] $= ((F_{LongL} - F_{LongR}) \cdot L_{Long} - (F_{LateralL} + F_{LateralR}) \cdot \xi) / R_s$

[0088] 所述横力是由于进行操舵而因与车辆运动的关系而产生,因此难以直接进行控制,相对于此,所述制动驱动力可以相对容易地进行控制。因此,在本实施方式(的车辆运动统合控制装置15)中,采用如下方法:在算上操舵轮11、12上产生的横力的基础上增减操舵轮11、12的制动驱动力,由此控制方向盘扭矩。

[0089] 此处,关于作用于轮胎的横力($F_{LateralL} + F_{LateralR}$),根据可以利用传感器检测到的信息即该车辆1的车速 V 和方向盘角(对应于操舵轮11、12的操舵角的角度) α ,或者根据该车辆1的横向加速度 G_y ,将前轮轴重设为 W_F 、轴距设为 l 、重力加速度设为 g ,若轮胎的侧滑角为0附近,则可以概算为以下(数式10),从而确定(数式9)中的所有值。

[0090] (数式10)

[0091] $F_{LateralL} + F_{LateralR} = W_F / g \cdot G_y$

[0092] $= W_F \cdot V^2 \cdot \alpha / (l \cdot R_s \cdot g)$

[0093] 再者,在轮胎的侧滑角较大、横力较大的情况下,也能以模型化的方式高精度地计算轮胎的特性直至达到所需水平为止。

[0094] 以上就是通过制动驱动力来控制方向盘扭矩的原理。

[0095] 此处,补充说明绕主销轴的制动驱动力的力臂长度也就是磨胎半径和车轴上主销偏距的正负。

[0096] 图2中展示的是主销轴与轮胎接地面的交点较轮胎接地面的中心而言位于外侧也就是磨胎半径为负的情况。由于是俯视图,因此车轴上主销偏距在图中未明示,但不论磨胎半径的正负如何,主销轴通常都是较轮胎的三维中心而言通过靠车体内侧也就是为正值。

[0097] 如根据上述(数式9)所知,绕主销轴的制动驱动力的力臂长度的正负会使得制动驱动力对方向盘扭矩带来的力的方向发生颠倒。因此,在本实施方式和后文叙述的其他实施方式的说明中,使制动驱动力的左右分配偏向哪一方与方向盘扭矩的增减的关系都是假定了磨胎半径或车轴上主销偏距的符号的情况下的一例。

[0098] 本实施方式是通过制动力来控制方向盘扭矩的例子,但是,当施加制动力时,车辆1会减速,因此,若只是为了控制方向盘扭矩而施加制动力,则会产生无用的减速。如上述(数式9)所示,制动力的左右差会对方向盘扭矩产生影响,因此,在原本就需要制动的情况下,以作用于车辆1的合计制动力自身不变的方式改变操舵轮11、12的制动力的左右的分配(制动力左右不等分配)。

[0099] 接着,对需要所述方向盘扭矩的控制的状况进行说明。

[0100] 图3展示了车辆1进入弯道时的操舵状态的一例。

[0101] 作为一般的道路的设计,在直线道路即直线区间到某一曲率的圆弧状的弯道即圆弧区间之间设置有曲率逐渐增加的缓和曲线区间。沿这种形状的道路的车道行驶时的驾驶员的方向盘操作通常为如下动作:从方向盘16的方向盘角(也就是操舵角)中立的状态起开始扭转,并停在车辆1的行驶轨迹与弯道的半径吻合的方向盘角而保舵。后面,将打方向盘16的最初的操作的阶段称为“开始扭转”,将停在某一角度的操作的阶段称为“结束扭转”。

[0102] 尤其是在不沿既定车道行驶的情况下,方向盘操作的角速度(方向盘角速度)较为有限,一边行驶一边操舵必然会形成具有缓和曲线区间的轨道,因此也存在开始扭转和结束扭转的阶段。再者,在轨道没有曲率固定的区间的情况下,也将停止打方向盘16的操作的阶段称为结束扭转。

[0103] 上述内容当中,首先着眼于开始扭转的阶段。

[0104] 电动动力转向是对转向机构追加马达及其减速机构而得,因此摩擦和惯性会增加。其影响特别明显的时候是方向盘16开始扭转的时候。

[0105] 若驾驶员能够仅感觉轮胎的力,则能够感觉到作用于车辆1的力,从而容易随心意(自如地)操作。但是,在方向盘16的开始扭转时,操舵力要抵抗转向机构的摩擦(力)和惯性(力)才会传递至轮胎。

[0106] 图4展示了方向盘16的开始扭转时的方向盘角与方向盘扭矩的理想关系。随着打方向盘16,操舵轮11、12的侧滑角增加,轮胎从路面受到的力不断增加。驾驶员通过方向盘16来感觉该轮胎所引起的力由此来控制车辆1,而转向机构的摩擦和惯性导致了轮胎所引起的力以外的力以方向盘扭矩的形式出现。因此,这些轮胎所引起的力以外的力会使驾驶员产生不会顺畅地开始运动的感觉即摩擦感和开始运动的过剩的重量的感觉即惯性感等

不愉快的感觉。若开始扭转时减轻了摩擦和惯性,则从图4中虚线所示的特性变为实线所示的特性。

[0107] 另一方面,转向机构的摩擦力有易于使方向盘16在已打位置停在驾驶员所打算的方向盘角(操舵角)的效果。此时,转向机构的惯性使得正在扭转的方向盘16的角速度难以减速,因此会妨碍停止方向盘角(操舵角)的变化的结束扭转的操作。

[0108] 图5展示了方向盘16的结束扭转时的方向盘角与方向盘扭矩的理想关系。该结束扭转是停止方向盘16的方向盘角(操舵角)的变化的操作,因此,增加方向盘扭矩将会促进方向盘角速度的减速,从而协助驾驶员所打算的操作。若在结束扭转时增加了摩擦、减少了惯性,则从图5中虚线所示的特性变为实线所示的特性。

[0109] 因而,在车辆1进入弯道时,若在方向盘16的开始扭转时朝降低方向盘扭矩的方向进行控制、在结束扭转时朝增加方向盘扭矩的方向进行控制,则能够提高操舵的准确性。

[0110] 接着,对在所述方向盘16的开始扭转和结束扭转时改变控制方向盘扭矩的方向的方法进行说明。

[0111] 图6展示了从开始扭转起到结束扭转为止的方向盘16的角度(方向盘角)、角速度(方向盘角速度)以及角加速度(方向盘角加速度)的一例。在方向盘16的角度从中立起增加而达到某一角度(图示例中为 60°)下的保持这一期间内,方向盘16的角速度从0起暂时增加并返回至0。方向盘16的角加速度首先变为正值,之后减少,并低于0而变为负值,之后恢复至0。如此,方向盘16的角加速度也就是操舵轮11、12的操舵角加速度在开始扭转和结束扭转时符号发生颠倒,所以能与控制方向盘扭矩的方向关联起来。进而,操舵越急或者操舵停止得越急,操舵角加速度的绝对值便越大。操舵越急,越需要降低方向盘扭矩,操舵停止得越急,越需要增加方向盘扭矩,因此,若能根据含有符号的操舵角加速度的值来增减操舵轮11、12的制动力,便能实现所述目的。

[0112] 下面,对基于操舵轮11、12的操舵角加速度和横力的方向盘扭矩的控制律进行说明。

[0113] 如上述(数式9)所示,由横力和制动驱动力决定方向盘扭矩。在横力相对较大的情况下,相较于横力相对较小的情况而言,制动驱动力对方向盘扭矩的影响变小。考虑到这一点,为了根据操舵轮11、12的操舵角加速度而使用操舵轮11、12的制动力来控制方向盘扭矩,即便是相同操舵角加速度,横力($F_{\text{Latera1L}}+F_{\text{Latera1R}}$)越大,也越要赋予操舵轮11、12的制动力的左右差。

[0114] 具体而言,将操舵角加速度设为 A_H 、成为方向盘扭矩的整定参数的增益设为 P_A ,以下面(数式11)的形式给出操舵轮11、12的制动力的左右差($F_{\text{LongL}}-F_{\text{LongR}}$)。此处, P_A 的值以向目标方向盘扭矩特性(预先决定的操舵力产生装置的操舵反力的目标值)靠近的方式决定。

[0115] (数式11)

$$F_{\text{LongL}}-F_{\text{LongR}}=A_H \cdot |F_{\text{Latera1L}}+F_{\text{Latera1R}}| \cdot P_A$$

[0117] 此处,为了避免仅仅为了所述方向盘扭矩控制而增加车辆1的减速度这一情况,必须对操舵轮11、12的左右的合计制动力的大小 $|F_{\text{LongL}}+F_{\text{LongR}}|$ 设置最大值 F_{LongMAX} 。

[0118] 关于操舵轮11、12的制动力的左右差($F_{\text{LongL}}-F_{\text{LongR}}$)的最大值,若是利用 F_{LongMAX} 的制动力来仅对单轮进行制动,例如仅对左前轮11进行制动,则见以下(数式12)。

[0119] (数式12)

[0120] $F_{LongL} - F_{LongR} = -F_{LongMAX} - 0$

[0121] 在该情况下,根据上述(数式9),方向盘扭矩H的控制范围的上限 H_{MAX} 见以下(数式13)。

[0122] (数式13)

[0123] $H_{MAX} = |(-F_{LongMAX} \cdot L_{Long} - (F_{LateralL} + F_{LateralR}) \cdot \xi) / R_s|$

[0124] 因而,方向盘扭矩H的控制范围取决于 $F_{LongMAX}$,因此,本实施方式的基于操舵轮11、12的制动力的方向盘扭矩控制是在操舵时进行能进行方向盘扭矩控制的足够的制动的状况下运用的控制。

[0125] 接着,对将操舵与制动驱动加以关联来控制方向盘扭矩的方法进行具体说明。

[0126] 作为将操舵与制动驱动加以关联来控制车辆的公知技术,有G-Vectoring Control(以下称为GVC)。该GVC是一种根据因操舵而产生的横向加速度的时间变化率即横向加加速度来决定车辆的前后方向的加减速度的控制。

[0127] 图7展示了基于GVC的减速的情形。直线区间内为0的横向加速度在缓和曲线区间内逐渐增加,在圆弧区间内变为固定。缓和曲线区间内横向加速度不断增加是指存在横向加加速度,根据该横向加加速度来决定减速度而控制车辆1的制动力。

[0128] 所述横向加速度及横向加加速度是操舵所引起,这表示在操舵时必然会进行制动,因此,适合与本实施方式的(由车辆运动统合控制装置15进行的)基于制动力的方向盘扭矩控制进行组合。

[0129] 图8是在图6所示的操舵图案中、在对GVC附加有本实施方式的车辆运动统合控制装置(车辆控制装置)15的控制的情况和仅有GVC的情况下对操舵轮即左右前轮11、12的制动液压进行比较。

[0130] 图8中,实线为左右前轮11、12的平均制动液压,在仅有GVC的情况下,左右前轮11、12的制动液压相等,均为与实线相同的波形,操舵轮11、12的制动力左右相等。相对于此,附加有本实施方式的车辆运动统合控制装置(车辆控制装置)15的控制的情况下的前轮转弯内轮(图示例中为左前轮11)的制动液压为虚线,前轮转弯外轮(图示例中为右前轮12)的制动液压为点线。如图所示,在本实施方式(的车辆运动统合控制装置15)中,在方向盘16的开始扭转 to 结束扭转的过程的前半段(也就是开始扭转的阶段),将操舵轮11、12的制动力较多地分配给转弯外轮,在该过程的后半段(也就是结束扭转的阶段),将操舵轮11、12的制动力较多地分配给转弯内轮。再者,像根据图2说明过的原理那样,较多地分配操舵轮11、12的转弯内轮和转弯外轮的制动力中的哪一方与方向盘扭矩的增减的关系取决于磨胎半径的正负,因此,图8为磨胎半径为负的情况下的例子。

[0131] 图9展示了本实施方式的车辆运动统合控制装置(车辆控制装置)15的基于上述(数式9)等的控制的结果所获得的、方向盘扭矩对应于方向盘角的特性的模拟结果。该图9中,与图8一样,是与仅有GVC的情况进行比较。

[0132] 相对于以虚线表示的没有本实施方式的控制(没有制动力左右分配控制、仅有GVC)的情况而言,在以实线表示的有本实施方式的控制的情况下,方向盘扭矩在方向盘16的开始扭转的区域内减小,在结束扭转的区域内增大。即,获得了与前文所述的根据图4及图5说明过的理想关系匹配的效果,可以说改善成了驾驶员易于控制的特性。

[0133] 此处,补充说明除了轮胎的侧滑角所引起的横力以外、干扰所引起的横力也作用

于轮胎的情况。

[0134] 在本实施方式中,不是直接检测作用于轮胎的横力,而是利用上述(数式10)的计算值。因此,在因局部性的路面的 μ 变化、凹凸等而导致轮胎受到横向的干扰的情况下,干扰所引起的横力的影响也不会被考量到方向盘扭矩控制用的制动力的给予方式中。结果,干扰在不特别加以抑制的情况下传递至方向盘16。本实施方式的控制的目的在于通过改善方向盘扭矩的特性来提高操舵的准确性,因此没有抑制不固定的干扰的作用,另一方面,相较于不实施本实施方式的控制的情况而言,也没有对于干扰过于敏感之虞。

[0135] 如根据以上说明所知,根据本实施方式,通过根据作用于操舵轮11、12的横力而针对每一操舵轮11、12对制动力进行控制(进行制动力左右分配控制)来控制操舵力产生装置的操舵反力(方向盘扭矩),由此,驾驶员的操舵感得到改善,因此能够提高操舵的准确性。

[0136] [实施方式2]

[0137] 在本实施方式中,对通过制动力和驱动力来控制施加至驾驶员的方向盘扭矩(操舵反力)的情况进行说明。与上述实施方式1的差异在于,本实施方式的方向盘扭矩控制是如下车辆中的方向盘扭矩控制,即,不仅可以左右独立控制操舵轮(此处为左前轮11、右前轮12)的制动力,还能左右独立控制驱动力,其他构成与上述实施方式1大致相同。因而,对与上述实施方式1相同的构成标注相同符号并省略其详细说明,以下仅对所述差异点进行详细说明。

[0138] 图10展示了前轮左右独立驱动马达的车辆的结构以及控制系统的系统构成。与图1所示的系统构成的差异在于,操舵轮即前轮11、12左右独立地具备驱动装置19和减速器25。车辆运动统合控制装置(本实施方式2的车辆控制装置)15除了对制动控制装置20发送制动力指令以外,还对各驱动装置19发送左右前轮11、12的驱动力指令,各驱动装置19按照接收到的驱动力指令来产生左右前轮11、12各自的驱动力。此处,驱动装置19也能以负驱动力的形式在性能的范围产生任意制动力,因此,车辆运动统合控制装置15将制动侧的指令分配至所述制动控制装置20和驱动装置19来控制各车轮的制动力。

[0139] 再者,左右(操舵轮)的驱动系统并非一定要完全割裂,例如,在借助通过在左右操舵轮之间相互传递制动驱动扭矩而对制动驱动力的左右分配进行分配的扭矩传递装置而能够控制左右(操舵轮)的驱动力的分配的构成中,也能实现与以下同等的控制。

[0140] 在仅靠制动力来控制方向盘扭矩的上述实施方式1中,如上述(数式13)所示,无法避免方向盘扭矩H的控制范围的上限 H_{\max} 取决于左右操舵轮11、12的合计制动力这一情况。

[0141] 相对于此,在本实施方式(的车辆运动统合控制装置15)中,不仅在制动中的操舵时能实施方向盘扭矩控制,在驱动中的操舵时也能实施方向盘扭矩控制,而且,还可以一边对单轮(例如右前轮12)进行制动、一边对另一单轮(例如左前轮11)进行驱动。因此,可以在保持作用于车辆1的制动驱动力的合计不变的状态下增减操舵轮11、12的左右的制动驱动力分配。

[0142] 图11示意性地展示了对左前轮11进行驱动、以及与左前轮11的驱动力相同大小的力对右前轮12进行制动、从而对车辆1未赋予前后方向的加减速度的状态。方向盘扭矩控制的原理与上述实施方式1相同,并将其扩展到了驱动侧。

[0143] 因此,在本实施方式中,与上述实施方式例1一样,基于操舵轮11、12的操舵角加速度和横力的制动驱动力控制以及基于该制动驱动力控制的方向盘扭矩控制也是有效的。此

外,在本实施方式中,虽然驱动侧也需要将扭矩不等分配至左右操舵轮11、12的机构,但也有可以在不依赖于车辆1整体的制动驱动状态的情况下控制方向盘扭矩这一效果。

[0144] [实施方式3]

[0145] 在本实施方式中,对在具有不需要驾驶员的方向盘操作的自动操舵功能的车辆中通过制动驱动力来控制操舵力产生装置的操舵力的情况进行说明。

[0146] 本实施方式中的车辆的系统构成与图1或图10所示的实施方式1或实施方式2的车辆的系统构成大致相同,但此处,由于驾驶员不会保持(操作)方向盘16,因此仅将电动动力转向装置27作为操舵力产生装置(参考图1或图10)。

[0147] 不同于上述实施方式1及实施方式2,在本实施方式中,驾驶员不会保持方向盘16,因此不定义方向盘扭矩。此外,在作为角度控制的自动操舵中,摩擦感、惯性感也不会有损操舵的准确性。但是,由于通过电动动力转向装置27来产生对操舵轮11、12的所有操舵力,因此,电动动力转向装置27在车体上的安装部分会受到相对较大的力,从而导致转向机构整体的表观刚性相对降低。这会妨碍准确的操舵,因此,所述操舵力的控制有改善的余地。

[0148] 表观刚性的降低可以通过在电动动力转向装置27以外的位置补偿所述操舵力来加以减轻。在自动操舵的情况下,转向机构受到来自电动动力转向装置27和操舵轮11、12的力。如上述实施方式1中所述,来自操舵轮11、12的力由轮胎的横力和制动驱动力决定,因此,同样地,通过借助制动驱动力来控制所述操舵力产生装置(电动动力转向装置27)的操舵力,能够减少转向机构的负荷。

[0149] 图12示意性地展示了对操舵轮11、12的制动驱动力赋予了左右差时的、作用于转向机构的制动驱动力所引起的力。再者,图12中,对与实施方式1或实施方式2相同的构成标注有相同符号。当对左操舵轮11进行驱动、对右操舵轮12进行制动时,对左边的转向横拉杆28施加压缩方向的力(压缩力),对右边的转向横拉杆28施加拉扯方向的力(拉扯力)。若未作用有制动驱动力,则在向左对车辆进行操舵时,左边的转向横拉杆28受到拉扯方向的力,右边的转向横拉杆28受到压缩方向的力,因此,通过对操舵轮11、12的制动驱动力赋予左右差(进行制动力左右分配控制),可以抵消该力,由此,作用于左右转向横拉杆28的力都将得到减轻。

[0150] 此处,即便能够控制的是制动力或驱动力中的任一方向,在对左操舵轮11和右操舵轮12赋予了差的情况下,当然也会获得同样的效果。

[0151] 此外,图12是着眼于作用于转向横拉杆28的力来进行展示的,但作用于转向柱轴17、转向齿条18、转向节29等的力或扭矩也在同样程度上得到减轻。同时,对电动动力转向装置27自身的负荷也得到减轻,因此,施加至在车体上的安装部分的力也减少。进而,作用于各零件彼此的连结部的力或扭矩也减少,未图示的连结部的衬套的变形也得到抑制。

[0152] 本实施方式中的操舵力的控制律始终朝减轻负荷的方向利用制动驱动力。因此,不同于上述实施方式1中的(数式11),将成为操舵力的整定参数的增益设为 P_F ,根据横力、像以下(数式14)那样给出操舵轮11、12的制动驱动力的左右差($F_{LongL} - F_{LongR}$)。此处, P_F 的值以向目标操舵力特性(预先决定的操舵力产生装置的操舵力的目标值)靠近的方式决定。

[0153] (数式14)

$$[0154] \quad F_{LongL} - F_{LongR} = (F_{LateralL} + F_{LateralR}) \cdot P_F$$

[0155] 此处也与上述实施方式1及实施方式2同样地使用横力($F_{LateralL} + F_{LateralR}$)的信息

的原因在于,若不考虑横力,则即便可以降低转向机构的负荷,其降低的程度也不固定,表观刚性会发生变动,从而对操舵的准确性产生不良影响。

[0156] 尤其是力与位移的关系的非线性较强的衬套、机构各部的间隙,操舵的准确性易受负荷变动的影 响。具有最极端的特性的是间隙。即便是微小的力,当该力的方向颠倒时,也会产生间隙量的位移,因此,即便是力较小的区域,也必须以不产生晃动的方式高精度地进行控制。为此,必须考虑决定主销扭矩的制动驱动力和横力双方。

[0157] 再者,不仅是自动操舵,在可以从自动操舵切换为手动操舵的车辆的情况下,也可切换(数式11)的控制律与(数式14)的控制律。

[0158] 此外,即便是手动操舵,在以提高转向机构的表观刚性的效果为优先的情况下,也可运用(数式14)的控制律。在该情况下,能够抑制方向盘角与轮胎的操舵角的对应的变动将有助于准确的操舵。

[0159] 如根据以上说明所知,根据本实施方式,通过根据作用于操舵轮11、12的横力而针对每一操舵轮11、12对制动驱动力进行控制(进行制动驱动力左右分配控制)来控制操舵力产生装置(电动动力转向装置27)的操舵力,由此,能够提高转向机构的表观刚性,因此能够提高操舵的准确性。

[0160] [实施方式4]

[0161] 在上述实施方式1~实施方式3中,只是着眼于与方向盘扭矩(操舵反力)或操舵力有关的操舵轮(左前轮11、右前轮12)的制动驱动力。但是,当对操舵轮的制动驱动力赋予左右差时,必然会产生对车辆的横摆力矩。

[0162] 因此,在本实施方式中,对伴随基于操舵轮11、12的制动驱动力的方向盘扭矩控制而作用于车辆1的不需要的横摆力矩的补偿方法进行说明。

[0163] 再者,本实施方式中的车辆的系统构成与图1或图10所示的实施方式1或实施方式2的车辆的系统构成大致相同。因而,对与上述实施方式1或实施方式2相同的构成标注相同符号并省略其详细说明,以下,仅对差异点进行详细说明。

[0164] 图13展示了操舵轮11、12的制动力的左右差所引起的横摆力矩。

[0165] 尤其是在磨胎半径为负的车辆1中降低施加至驾驶员的方向盘扭矩的情况下,在左转弯时会使右前轮12的制动力大于左前轮11的制动力(也一并参考图8),因此产生使车辆1朝向右方的横摆力矩。若该横摆力矩过大,则会妨碍左转弯,即便通过上述控制改善了方向盘扭矩的特性,但有可能对车辆运动产生不良影响。

[0166] 反过来,在磨胎半径为正的车辆1中通过操舵轮11、12的制动力的左右差来降低施加至驾驶员的方向盘扭矩的情况下,在左转弯时会产生使车辆1朝向左方的横摆力矩。但是,横摆力矩的附加不是一定需要的,在该情况下,横摆响应有可能过剩。

[0167] 在这些情况下,归根结底方向盘扭矩的控制才是目的,因此,较有效为加入对因对操舵轮11、12的制动驱动力而产生的横摆力矩的过剩与不足量(例如对应于转弯所需的横摆力矩的过剩与不足量(增加量或减少量))进行补偿的控制。

[0168] 如图1或图10所示,在本实施方式的车辆1中,以能够传递操舵的动力的方式与方向盘16连结在一起的操舵轮为前轮11、12,因此,作用于后轮13、14的力不会对方向盘扭矩产生直接的影响。因此,本实施方式的车辆运动统合控制装置(车辆控制装置)15将该后轮13、14的制动驱动力设为与前轮11、12相反的左右分配,由此补偿所述横摆力矩的过剩与不

足量。

[0169] 对这种控制用的4个轮子的制动驱动力分配的算出次序进行说明。

[0170] 首先,车辆运动统合控制装置15根据前后轮的轴重来决定制动力的前后分配。若将车重设为 W 、前轮轴重设为 W_F ,则制动力的前后分配即前:后见以下(数式15)。

[0171] (数式15)

[0172] $W_F:W-W_F$

[0173] 再者,也可与现有的EBD(Electronic Brake force Distribution)的功能同样地根据动态的轴重来决定制动力的前后分配。

[0174] 此处,操舵轮即前轮11、12的制动力的左右分配即左:右为以下(数式16)。

[0175] (数式16)

[0176] $F_{LongL}:F_{LongR}$

[0177] 横摆力矩由左右的制动力差决定,因此,要使后轮左右(左后轮13、右后轮14)的制动力差与前轮左右(左前轮11、右前轮12)的制动力差相同(相抵消),将4个轮子的制动力分配即左前:右前:左后:右后设为以下(数式17)即可。

[0178] (数式17)

[0179] $F_{LongL}:F_{LongR}:((W-W_F) \cdot (F_{LongL}+F_{LongR}) - W_F \cdot (F_{LongL}-F_{LongR})) / 2W_F : F_{LongL}-F_{LongR} + ((W-W_F) \cdot (F_{LongL}+F_{LongR}) - W_F \cdot (F_{LongL}-F_{LongR})) / 2W_F$

[0180] 图14在实施方式1中的图8所示的比较图中追加展示了根据上述(数式17)加以控制的左右后轮的制动液压。图8中,前轮转弯内轮的制动液压以虚线表示,前轮转弯外轮的制动液压以点线表示,后轮转弯内轮的制动液压以单点划线表示,后轮转弯外轮的制动液压以双点划线表示,前后轮各自的左右平均的制动液压均以实线表示。再者,在仅有GVC的情况下,4个轮子的制动液压与实线的波形相等。

[0181] 制动力分配动作是如下偏向对角线上的车轮的动作:在方向盘16的开始扭转的阶段,前轮当中对转弯外轮较多地分配制动力,后轮当中对转弯内轮较多地分配制动力,在结束扭转的阶段,前轮当中对转弯内轮较多地分配制动力,后轮当中对转弯外轮较多地分配制动力。像此处例示的那样,在前轮轴重大于后轮轴重的车辆中,为了使左右的制动力差在前后轮中相等,在不平衡的程度上,后轮始终大于前轮。

[0182] 此处,通过对左右操舵轮11、12的制动力赋予差而获得的方向盘扭矩控制的效果与实施方式1中的根据图9说明过的效果相同。

[0183] 图15及图16展示了与图14中的条件相同的条件下的车辆运动的模拟结果。图15所示的虚线为仅有GVC的情况,图16所示的实线为将GVC所需的制动液压分配给前后轮各自的左右的情况。

[0184] 由于通过上述控制方法来补偿了横摆力矩,因此,前后加速度、横向加速度、横摆率均未产生有意义的差。因而,即便通过上述控制来实施方向盘扭矩控制,也可以说没有对车辆1的平面运动的实质性影响。

[0185] <补偿横摆力矩的过剩与不足量的其他方法>

[0186] 另外,对通过后轮13、14的制动驱动力以外的方法来补偿横摆力矩的过剩与不足量(例如对应于转弯所需的横摆力矩的过剩与不足量,而且是对应于不包含本实施方式的制动驱动力左右分配控制的仅有GVC的情况下的横摆力矩的过剩与不足量)的方法进行说

明。

[0187] 其中一种方法为基于后轮操舵的方法。

[0188] 图17展示了通过主动对后轮13、14进行操舵来产生与前轮11、12的制动力所引起的横摆力矩反向的横摆力矩的情形。

[0189] 在能与前轮11、12同样地对后轮13、14进行操舵(能够改变后轮13、14的操舵角)的车辆的情况下,前轮11、12的制动力左右分配所引起的横摆力矩欲使车辆1朝向转弯外侧,对此,通过以与前轮11、12反相的方式对后轮13、14进行操舵来产生使车辆1朝向转弯内侧的横摆力矩。在该情况下,后轮13、14是通过独立于前轮11、12侧的执行器加以操舵,因此不会对方向盘扭矩产生影响。

[0190] 另一种方法为使转向齿轮比可变的方法。

[0191] 图18展示了通过车辆1的转向机构中设置的转向齿轮比可变控制装置30来减小转向齿轮比(减速比)、由此使前轮11、12的操舵角比转向齿轮比固定的情况(图18中以点线表示的状态)下增加、从而增大与前轮11、12的制动力所引起的横摆力矩反向的横摆力矩的情形。前轮11、12的制动力左右分配所引起的横摆力矩欲使车辆1朝向转弯外侧,以与此相应的程度增加车轮11、12的操舵角,由此产生使车辆1朝向转弯内侧的横摆力矩。

[0192] 但是,转向齿轮比越小,也就是对应于方向盘角的车轮的操舵角越大,方向盘扭矩越是增加,因此,在为了减少方向盘扭矩而使前轮11、12的左右制动力分配不平衡的情况下,根据图18说明过的方法会在抵消方向盘扭矩减少效果的方向上产生影响。因此,该方法仅适于欲增减方向盘扭矩的方向与欲增减横摆力矩的方向一致的情况、或者在转向齿轮比的变化对方向盘扭矩产生的影响较为轻微的范围充分获得对横摆力矩的影响的情况。

[0193] <基于车辆运动综合控制装置的方向盘扭矩控制的应用例>

[0194] 下面,作为基于操舵轮11、12的制动驱动力的方向盘扭矩控制的附加功能,对应用于车道保持装置的情况进行概述。

[0195] 在本实施方式4中,对补偿因控制操舵轮11、12的制动驱动力而产生的横摆力矩的过剩与不足量(增加量或减少量)而抑制对车辆运动的影响的方法进行了说明,但还存在不仅应控制方向盘扭矩、还应赋予横摆力矩来主动控制车辆运动的情况。作为这种通过方向盘扭矩和车辆运动两方的控制来达成目的的功能,对在所述车道保持装置中运用本实施方式的车辆运动综合控制装置(车辆控制装置)的控制的例子进行说明。

[0196] 作为用以防止车道偏离的控制方法,例如有图19所示那样的通过方向盘扭矩来督促车辆1的驾驶员进行舵角修正的方法和图20所示那样的沿使车辆1的朝向回到车道内的方向施加横摆力矩的方法。

[0197] 若不实施前一种方法而仅实施后一种方法,则会使驾驶员产生车辆1的行为被强制性地改变这一感觉。因此,即便防止了车道偏离,在驾驶员的驾驶感受上也会产生不谐调感。

[0198] 相对于此,在前一种方法中,车辆1在改变朝向之前会经由方向盘扭矩将应向哪一边进行舵角修正这一信息给予驾驶员。由此,使驾驶员认识到需要进行舵角修正这一情况,驾驶员按照方向盘扭矩的方向来进行微操舵,或者,在某些情况下进行驾驶员无明显感觉的范围内的微操舵,由此能将车辆1保持在车道内。因此,能够减轻驾驶员的驾驶感受上的不谐调感。

[0199] 所述方向盘扭矩的控制虽然也能由电动动力转向装置27进行,但为了高精度地控制操舵角中立附近的微小的扭矩,需要具有高控制性的高成本的机构。但在本实施方式(的车辆运动综合控制装置)中,通过制动驱动力的左右分配,能在不依赖于电动动力转向装置27的控制性的情况下实施方向盘扭矩控制,由此能够抑制其成本。

[0200] 尤其若是具有可以进行操舵轮11、12的驱动力的左右分配的机构的车辆1(参考图10),则在定速行驶中也能改变驱动力的左右分配而始终对方向盘扭矩进行控制。因此,能从车道偏离之虞较小的阶段起以易于维持车道中央的行驶的方式控制方向盘扭矩、减轻驾驶员的负担。并且,可以进行如下两阶段的控制:虽然通过方向盘扭矩控制而始终向车道中央进行引导,但仅限于在车道偏离之虞升高的情况下通过制动驱动力的左右分配使横摆力矩作用于车体。

[0201] 此外,即便是具有只能分配操舵轮11、12的制动力的机构的车辆1(参考图1),也能进行如下两阶段的控制:在出现车道偏离之虞的初期阶段,通过制动力的左右分配来控制方向盘扭矩,仅在尽管控制了方向盘扭矩驾驶员也未进行充分的舵角修正的情况下通过制动力的左右分配使横摆力矩作用于车体。

[0202] 利用制动力时会伴有车辆1的减速,因此,方向盘扭矩控制也限制在有明确的车道偏离之虞的情况,但如前文所述,通过在对车辆1施加横摆力矩之前控制方向盘扭矩,能够减轻驾驶员的不谐调感。

[0203] [实施方式5]

[0204] 在上述实施方式1~实施方式3中,对赋予操舵轮(左前轮11、右前轮12)的制动驱动力的左右差的情况进行了说明,在上述实施方式4中,对在赋予左右差的情况下也不会对车辆的平面运动产生实质性影响的方法进行了说明。但是,对操舵轮的制动驱动力不仅会对车辆的平面运动产生影响,也会对上下方向的运动产生影响。

[0205] 因此,在本实施方式中,对使基于操舵轮11、12的制动驱动力的方向盘扭矩控制与电控悬架的控制联动来抑制对车辆1的上下方向的运动的影响的情况进行说明。

[0206] 再者,本实施方式中的车辆的系统构成与图1或图10所示的实施方式1或实施方式2的车辆的系统构成大致相同。因而,对与上述实施方式1或实施方式2相同的构成标注相同符号并省略其详细说明,以下仅对差异点进行详细说明。

[0207] 通常,车辆1的各车轮11、12、13、14通过悬架(电控悬架)来加以悬挂,该悬架通常为如下结构:沿车辆侧面视角下自铅垂方向具有角度(换句话说就是相对于铅垂方向而倾斜)的轨迹使各车轮11、12、13、14上下运动。因此,以作用于各车轮11、12、13、14的制动驱动力的分力的形式产生上下方向的力,该力使得悬架(在上下方向上)伸缩。

[0208] 就前轮11、12而言,通过制动力来获得欲抬升车体的抗俯倾效果,此外,就后轮13、14而言,若是后驱车,则通过驱动力来获得欲抬升车体的抗后坐效果,通常都是以如此方式来设定悬架几何,因此,在后面的说明中以该设定为前提。

[0209] 在左右独立悬挂的悬架中,若制动驱动力存在左右差,则上下方向的力也会产生左右差,因此会对车辆1产生侧倾力矩(绕沿车辆1的前后方向延伸的轴的转矩)。

[0210] 例如,在右前轮12的制动力大于左前轮11的制动力的情况下,成为左前轮11上设置的悬架容易收缩、右前轮12上设置的悬架不易收缩的状态,也就是说,成为欲使车辆1向左倾斜的侧倾力矩。若在左转弯中发生该现象,由于因转弯而作用于车体的离心力为欲使

车辆1向右倾斜的侧倾力矩,因此适合希望抑制侧倾的情况。但是,若在右转弯中发生该现象,则会促进侧倾。

[0211] 在上述实施方式3中的操舵力控制中,是始终朝降低操舵力的方向进行控制,因此侧倾力矩的方向与转弯方向的对应是固定的。在该情况下,以得到考量了因操舵轮11、12的制动驱动力的左右差而产生的侧倾力矩的侧倾刚性的方式设定悬架即可。

[0212] 但是,在上述实施方式1及实施方式2中的与操舵角加速度相应的方向盘扭矩控制的情况下,在方向盘16的开始扭转和结束扭转时,会发生抑制侧倾的方向与促进侧倾的方向的切换。也就是说,抑制侧倾的作用与促进侧倾的作用在打方向盘16的中途发生颠倒,侧倾感的变化有可能过大。

[0213] 为了抑制过大的侧倾感的变化,在本实施方式(的车辆运动综合控制装置)中,使用电控悬架来主动控制车辆1的侧倾行为。

[0214] 图21为表示磨胎半径为负的车辆1左转弯时、操舵轮11、12的制动力在左右的不平衡对方向盘扭矩和侧倾力矩产生的影响的方向的表。

[0215] 磨胎半径为负的车辆1左转弯时,在方向盘16的开始扭转的阶段,会对右前轮12施加比左前轮11大的制动力(也一并参考图8),因此方向盘扭矩降低,侧倾力矩得到抑制。另一方面,在方向盘16的结束扭转的阶段,会对左前轮11施加比右前轮12大的制动力(也一并参考图8),因此方向盘扭矩增加,侧倾力矩受到促进。通过悬架控制对车辆1赋予侧倾力矩,用以抑制这种从侧倾力矩的抑制向侧倾力矩的促进的转变。

[0216] 作为这种基于悬架控制的侧倾力矩的控制方法,例如有如下4种方法。

[0217] 例如,在利用具有可以主动改变侧倾刚性的主动抗侧倾杆的电控悬架来进行侧倾力矩控制的情况下,在方向盘16的开始扭转时,朝减少侧倾刚性的方向控制电控悬架,在结束扭转时,朝增加侧倾刚性的方向控制电控悬架。

[0218] 在利用具有可以改变弹簧常数的功能的电控悬架来进行侧倾力矩控制的情况下,在方向盘16的开始扭转时,朝使操舵轮11、12的转弯外轮的弹簧常数相较于转弯内轮的弹簧常数而言相对减少的方向控制电控悬架,在结束扭转时,朝使操舵轮11、12的转弯外轮的弹簧常数相较于转弯内轮的弹簧常数而言相对增加的方向控制电控悬架。

[0219] 在利用具有可以改变车高的功能的电控悬架来进行侧倾力矩控制的情况下,在方向盘16的开始扭转时,朝使操舵轮11、12的转弯外轮的车高相较于转弯内轮的车高而言相对上升的方向控制电控悬架,在结束扭转时,朝使操舵轮11、12的转弯外轮的车高相较于转弯内轮的车高而言相对降低的方向控制电控悬架。

[0220] 在利用具有可以改变减震力的功能的电控悬架来进行侧倾力矩控制的情况下,在方向盘16的开始扭转时,降低操舵轮11、12的转弯外轮的收缩侧减震力,或者降低操舵轮11、12的转弯内轮的伸展侧减震力,或者进行这两种操作。另一方面,在方向盘16的结束扭转时,提高操舵轮11、12的转弯外轮的收缩侧减震力,或者提高操舵轮11、12的转弯内轮的伸展侧减震力,或者进行这两种操作。由于只要应对从方向盘16的开始扭转到结束扭转的过渡性侧倾行为即可,因此,具有仅能改变减震力的功能的电控悬架也能控制车辆1的侧倾量。

[0221] 进而,当然也可同时组合上述控制方法中的多种。

[0222] 如此,在本实施方式中,通过使悬架的控制与方向盘扭矩控制联动,即便在伴随方

向盘扭矩控制而来的侧倾力矩的变化(也就是对车辆1的上下方向的运动的影响)过度的情况下,也能抑制这种侧倾力矩的变化。

[0223] 再者,本发明包含各种变形形态,并不限于上述实施方式。例如,上述实施方式是为了以易于理解的方式说明本发明所作的详细说明,并非一定限于具备说明过的所有构成。此外,可以将某一实施方式的构成的一部分替换为其他实施方式的构成,此外,也可以对某一实施方式的构成加入其他实施方式的构成。此外,可以对各实施方式的构成的一部分进行其他构成的追加、削除、替换。

[0224] 符号说明

[0225] 1 车辆

[0226] 11 左前轮

[0227] 12 右前轮

[0228] 13 左后轮

[0229] 14 右后轮

[0230] 15 车辆运动统合控制装置(车辆控制装置)

[0231] 16 方向盘

[0232] 17 转向柱轴

[0233] 18 转向齿条

[0234] 19 驱动装置

[0235] 20 制动控制装置

[0236] 21 左前轮制动装置

[0237] 22 右前轮制动装置

[0238] 23 左后轮制动装置

[0239] 24 右后轮制动装置

[0240] 25 减速器

[0241] 26 驱动轴

[0242] 27 电动动力转向装置

[0243] 28 转向横拉杆

[0244] 29 转向节

[0245] 30 转向齿轮比可变装置

[0246] 31 左前轮车轮速度传感器

[0247] 32 右前轮车轮速度传感器

[0248] 33 左后轮车轮速度传感器

[0249] 34 右后轮车轮速度传感器。

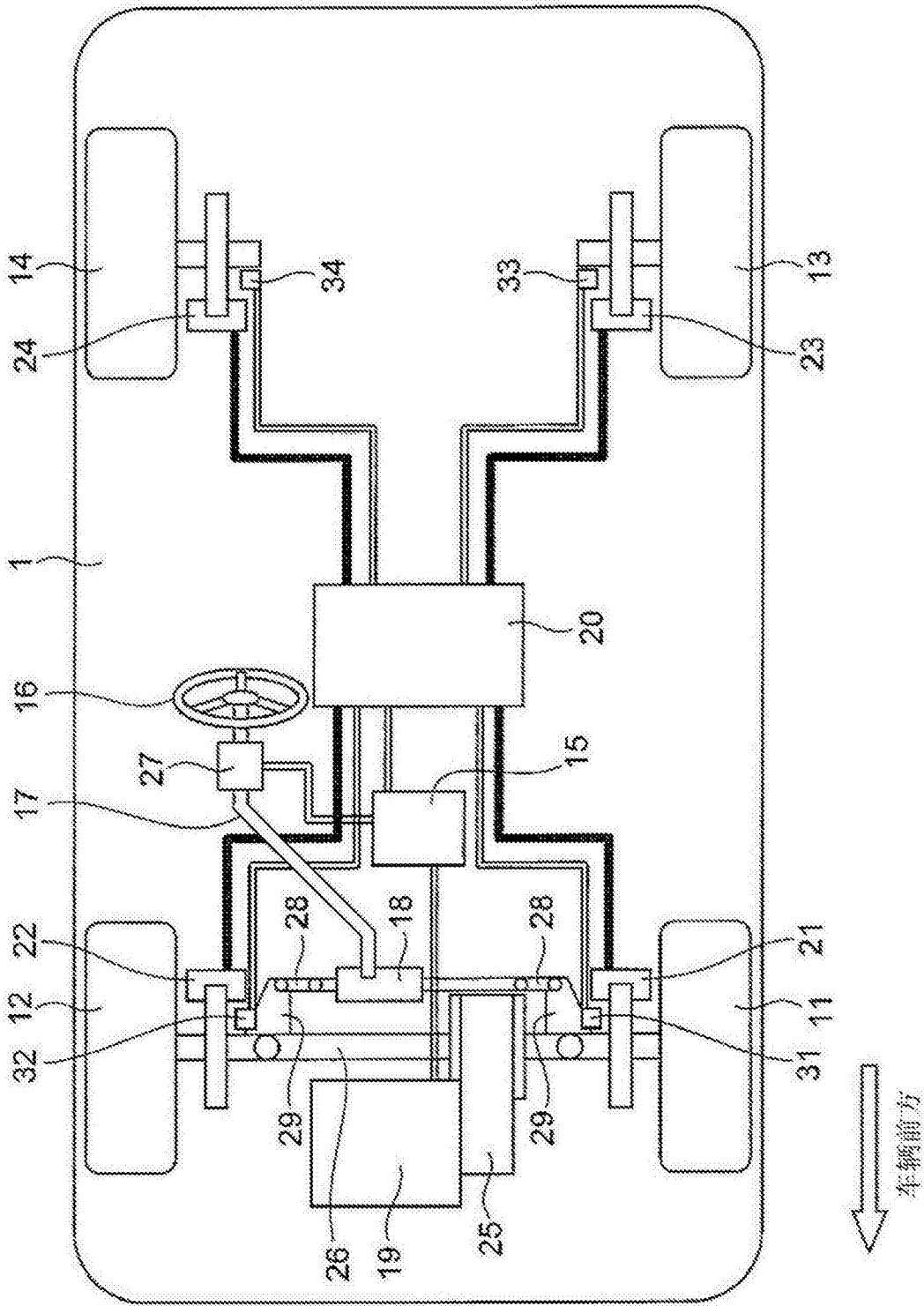


图1

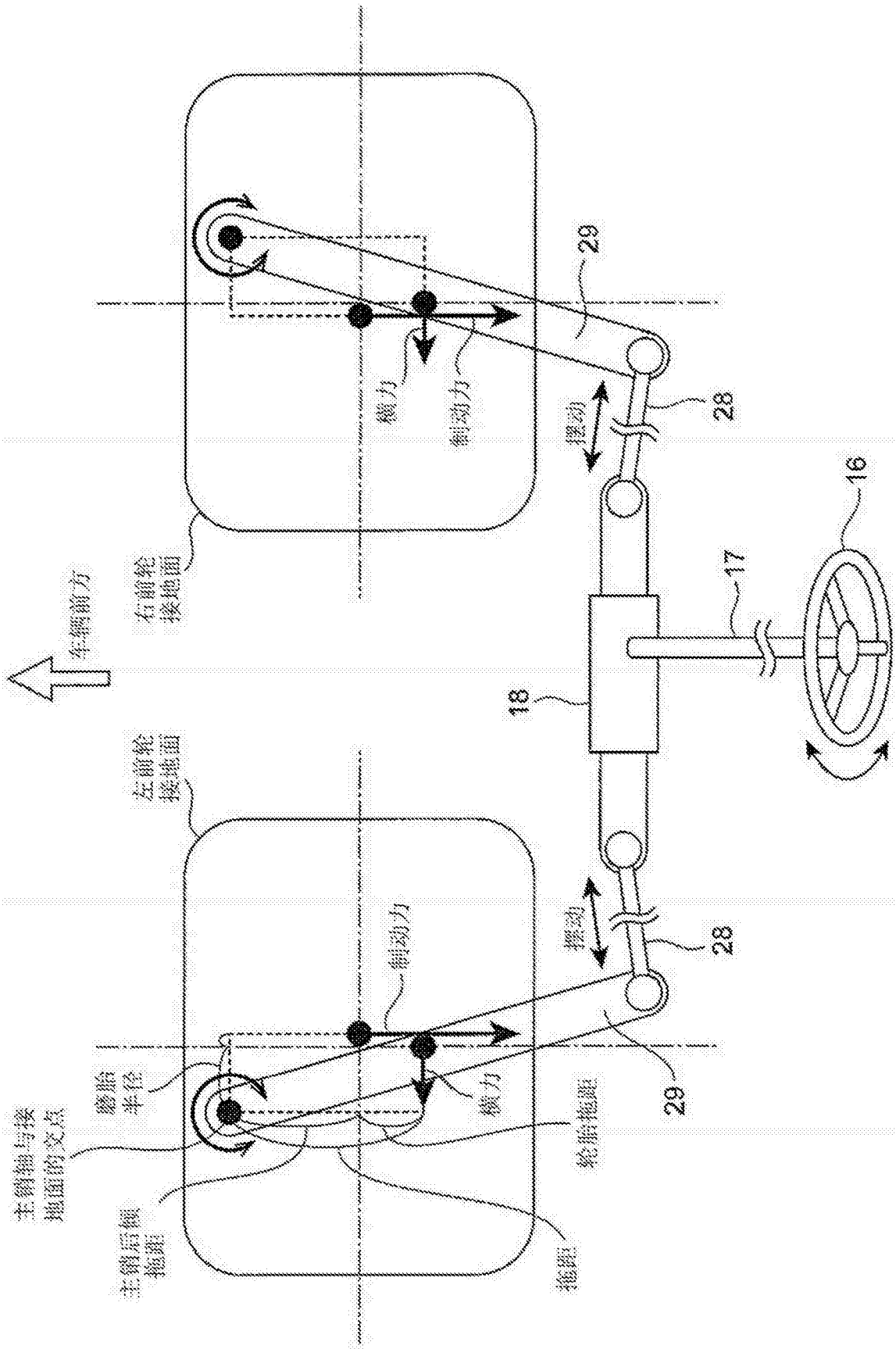


图2

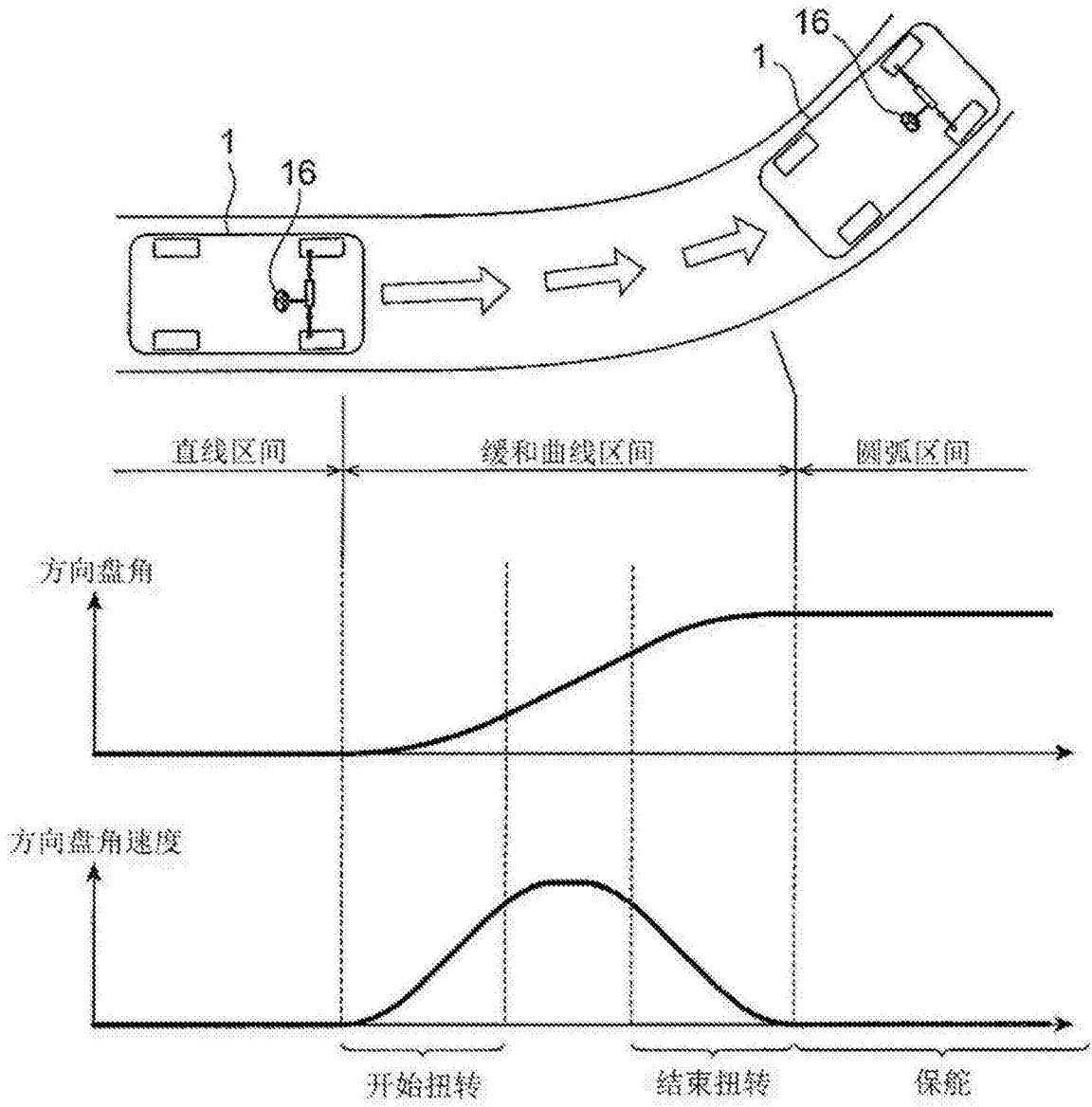


图3

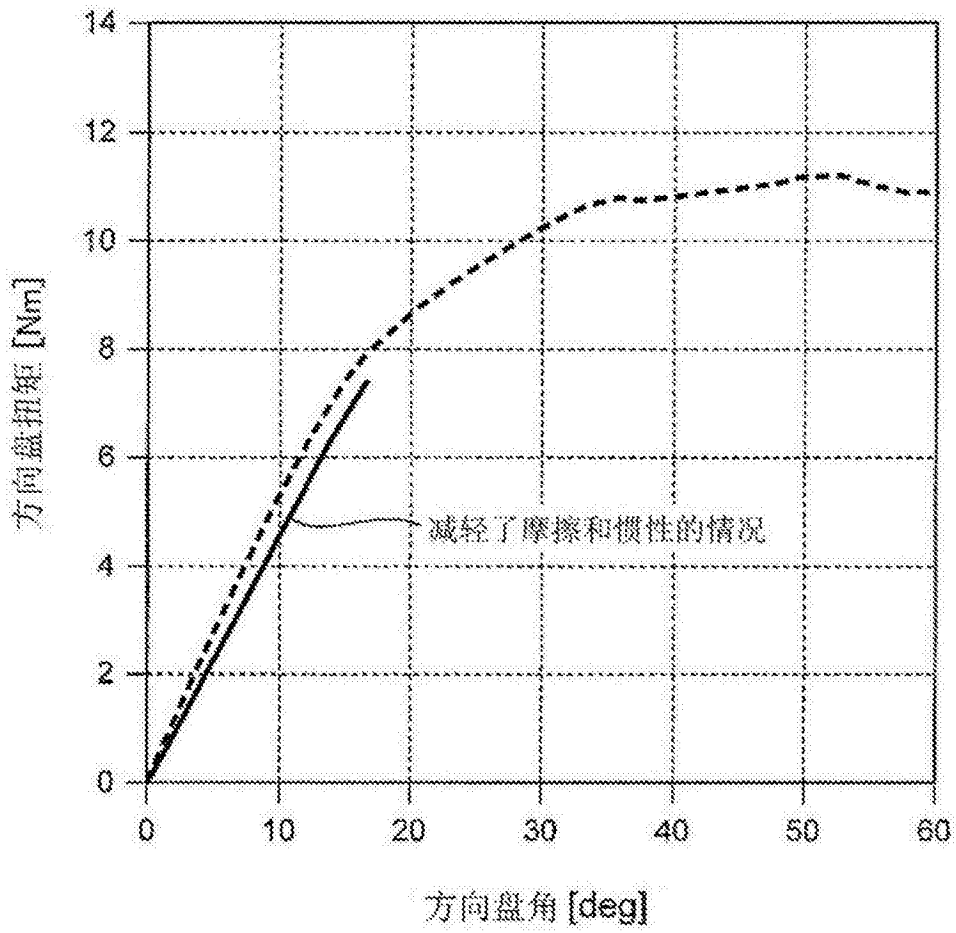


图4

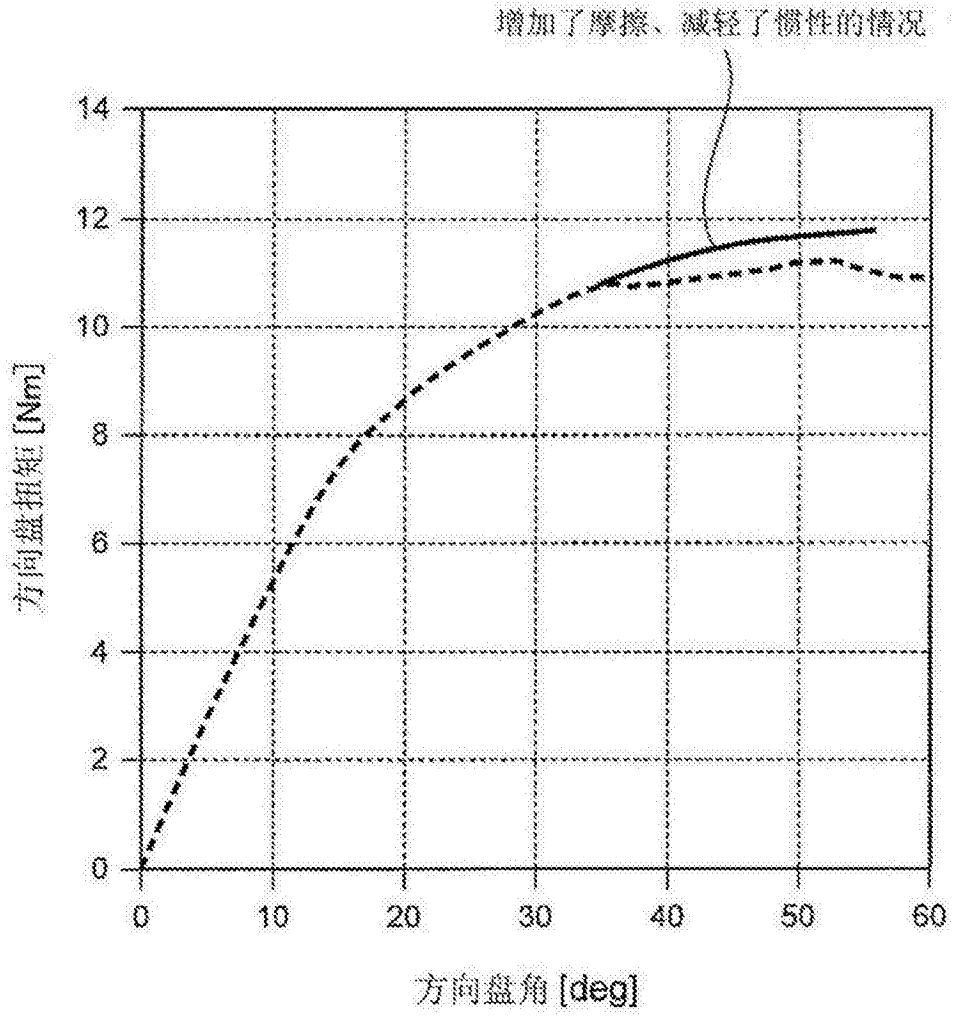


图5

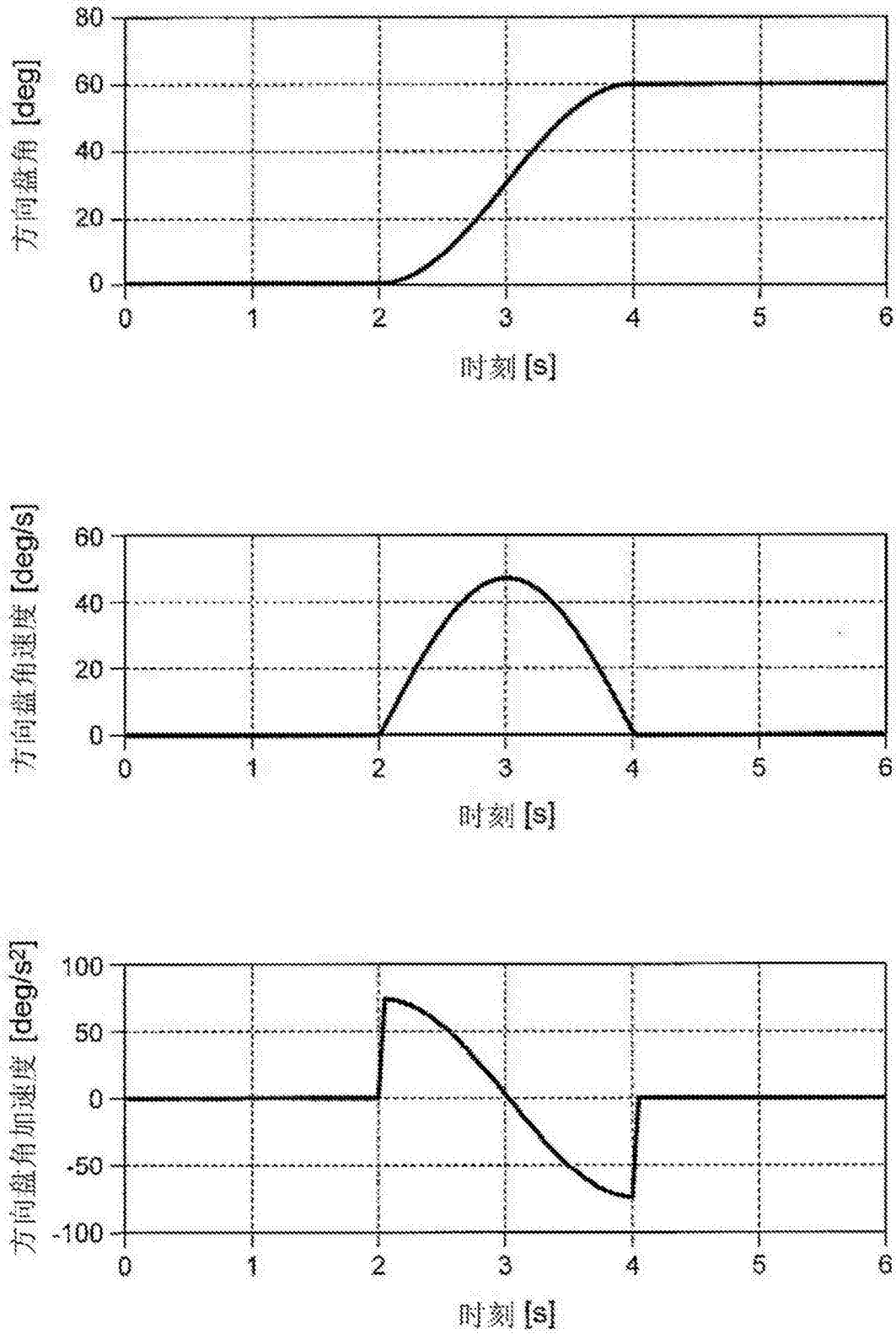


图6

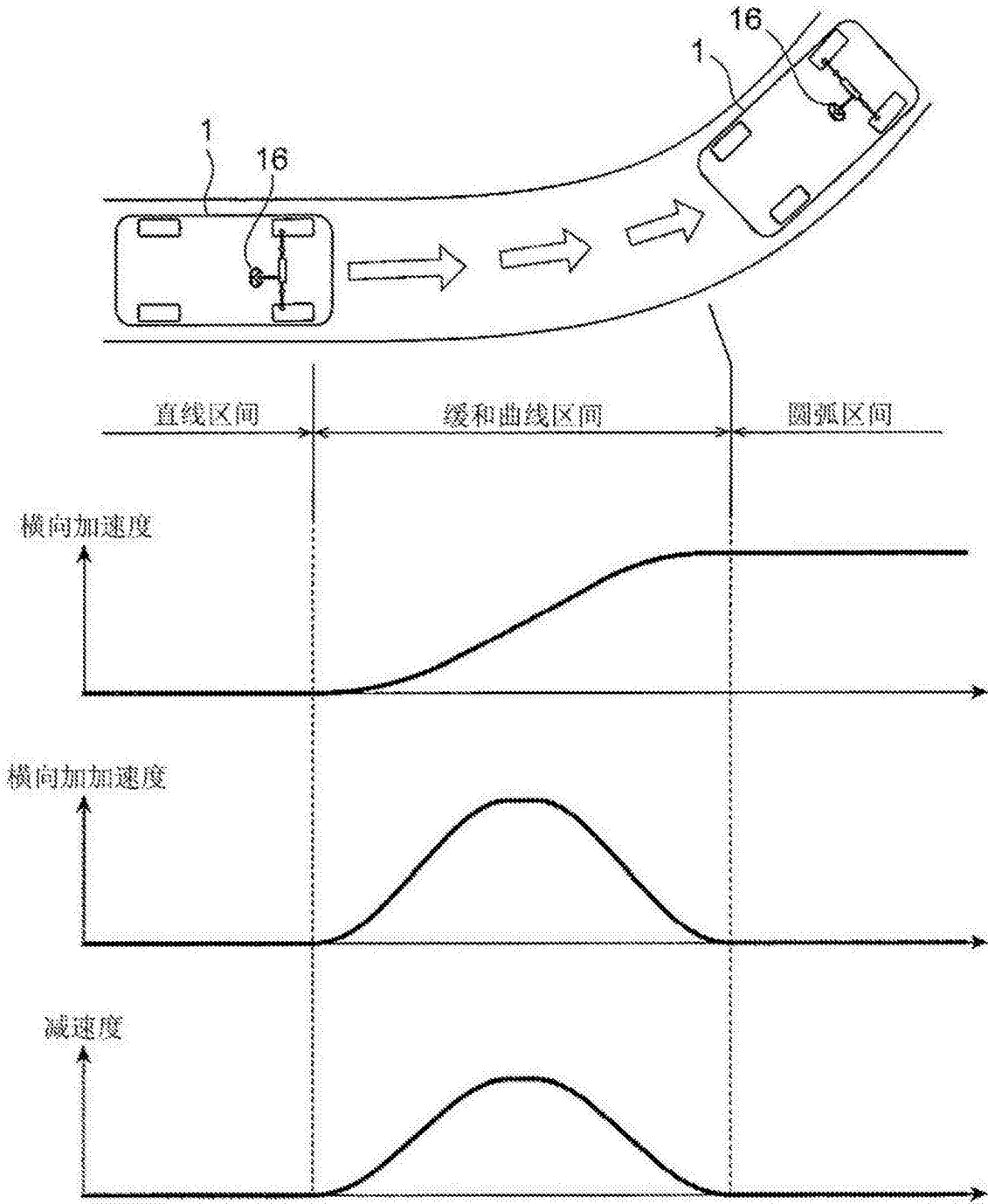


图7

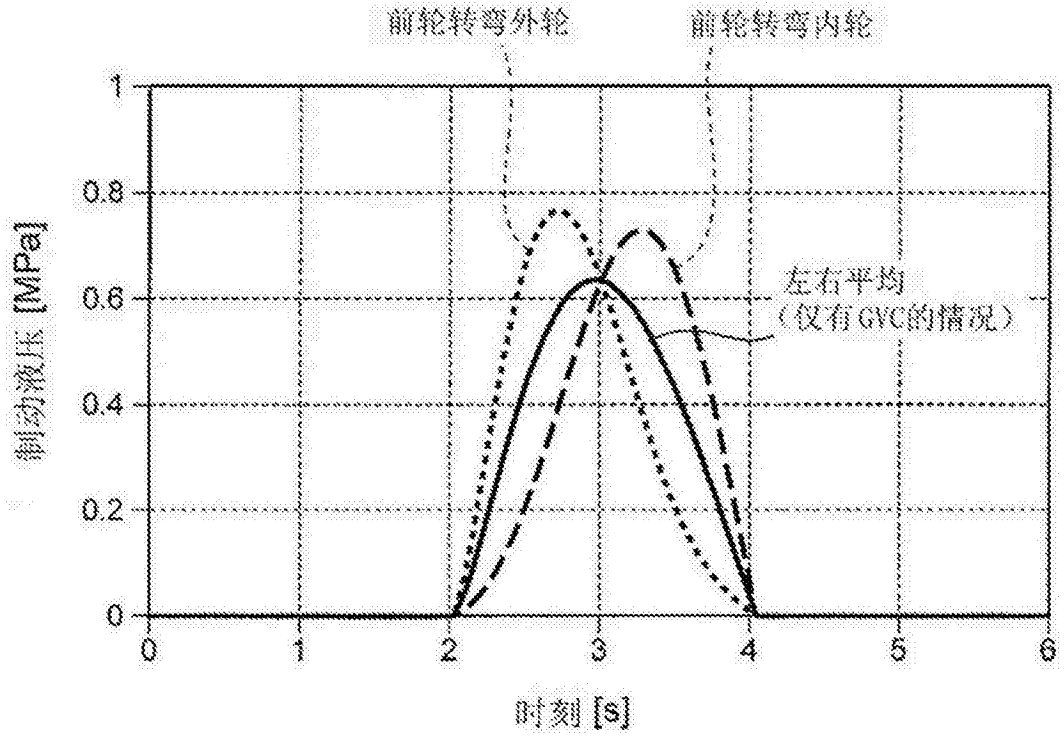


图8

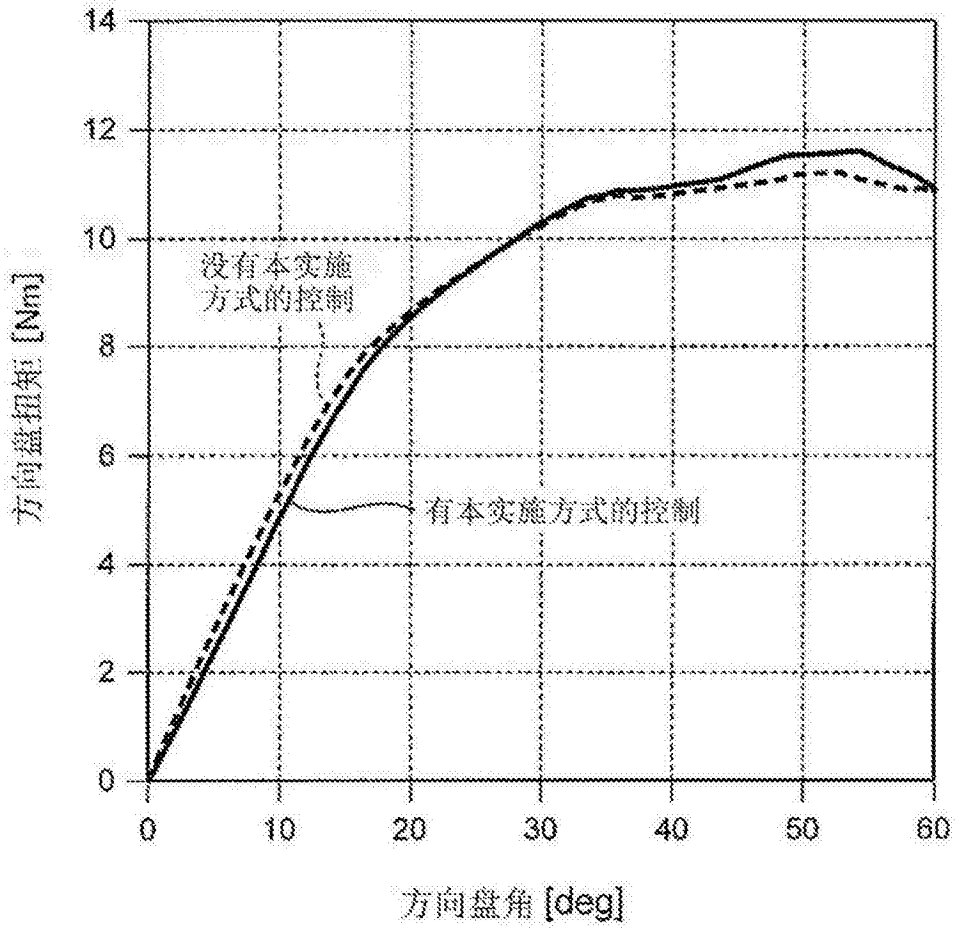


图9

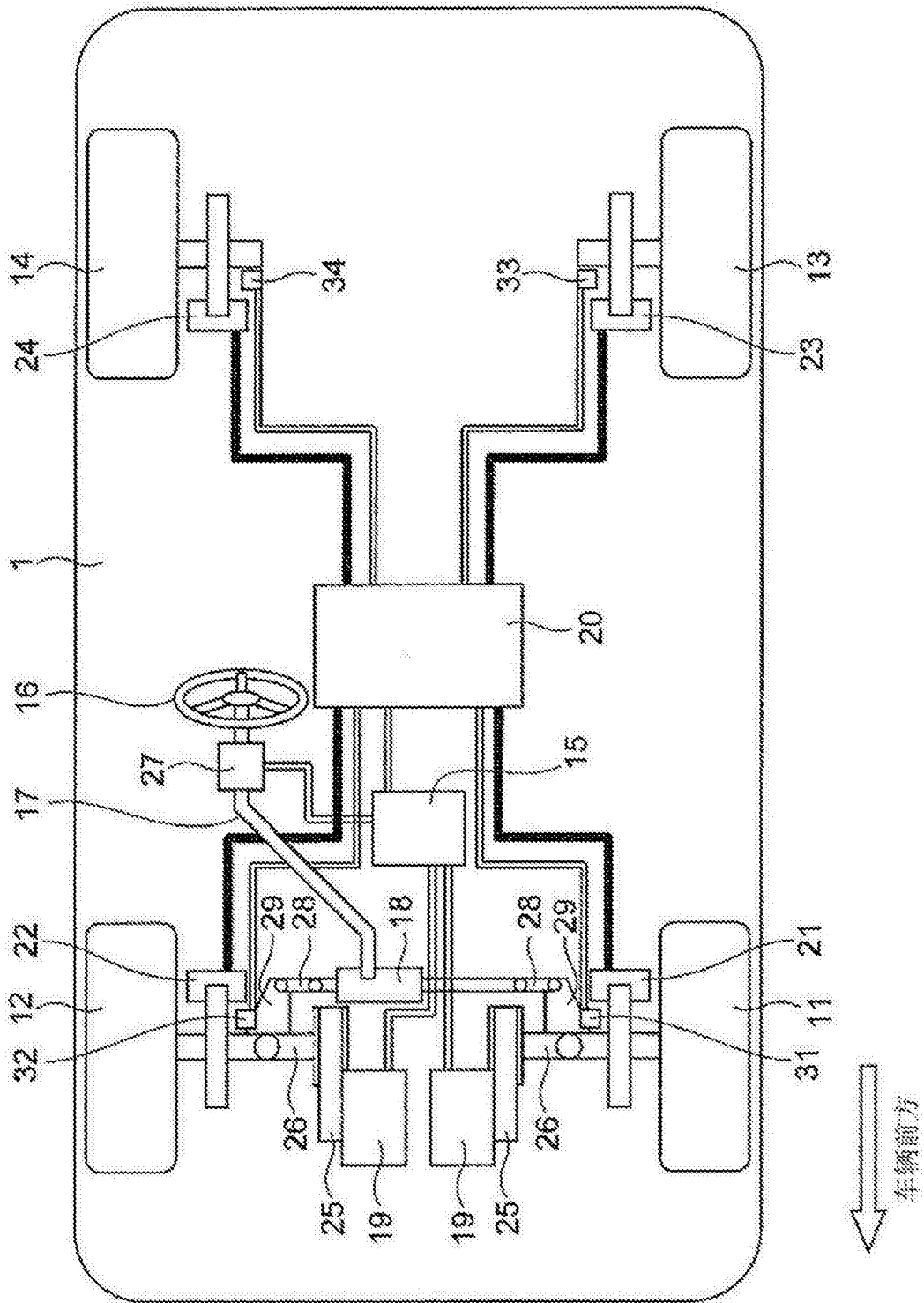


图10

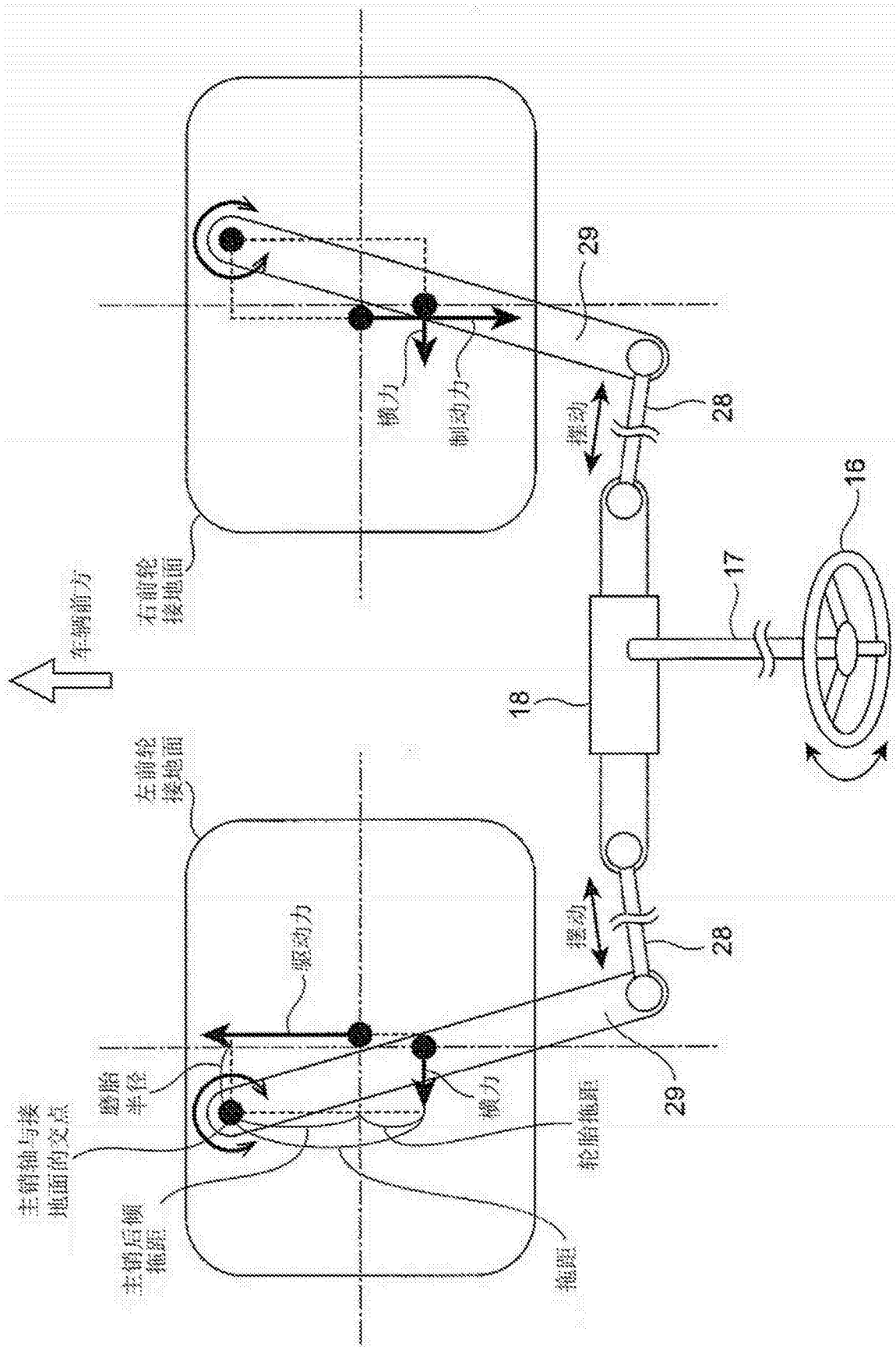


图11

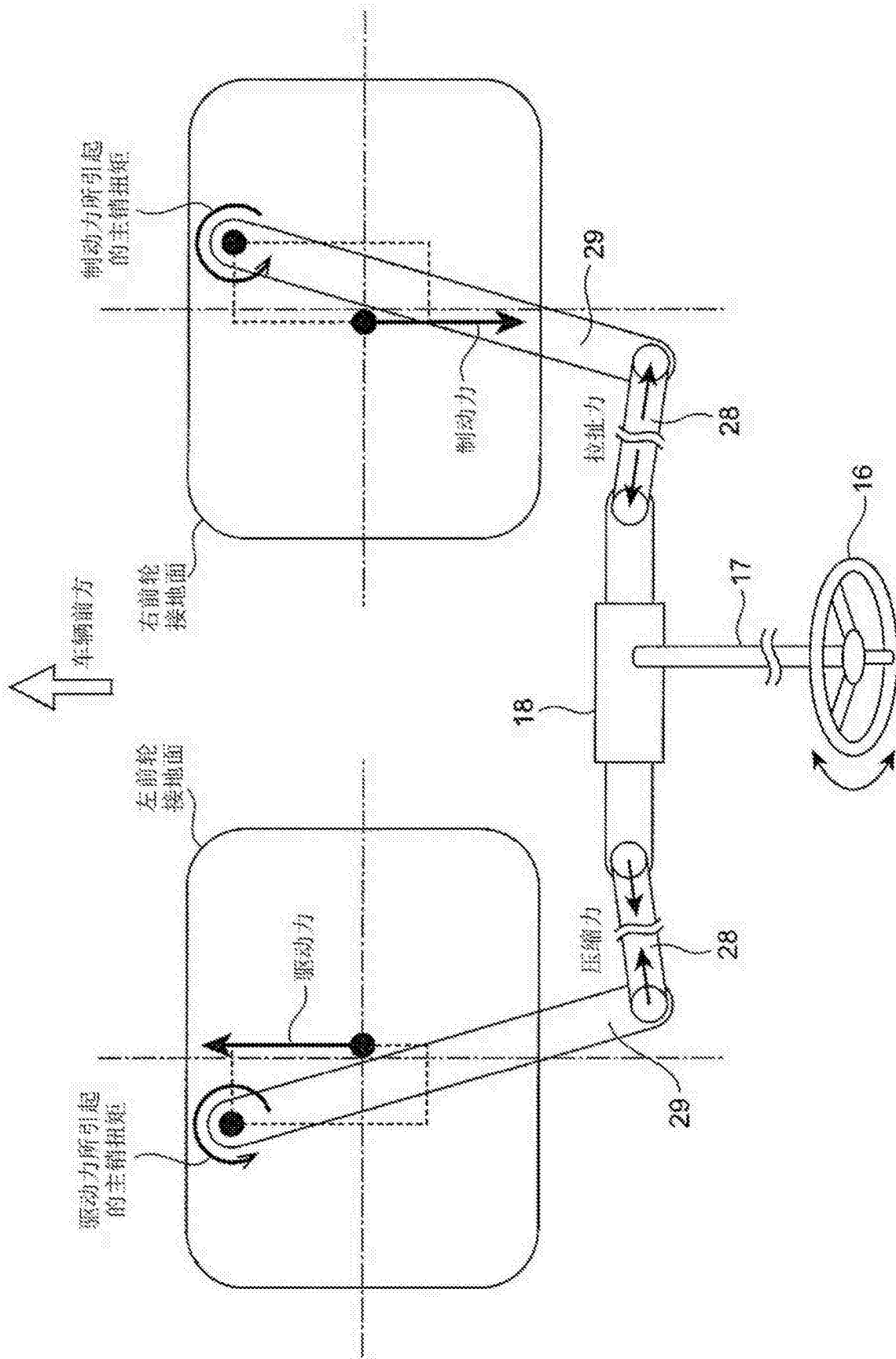


图12

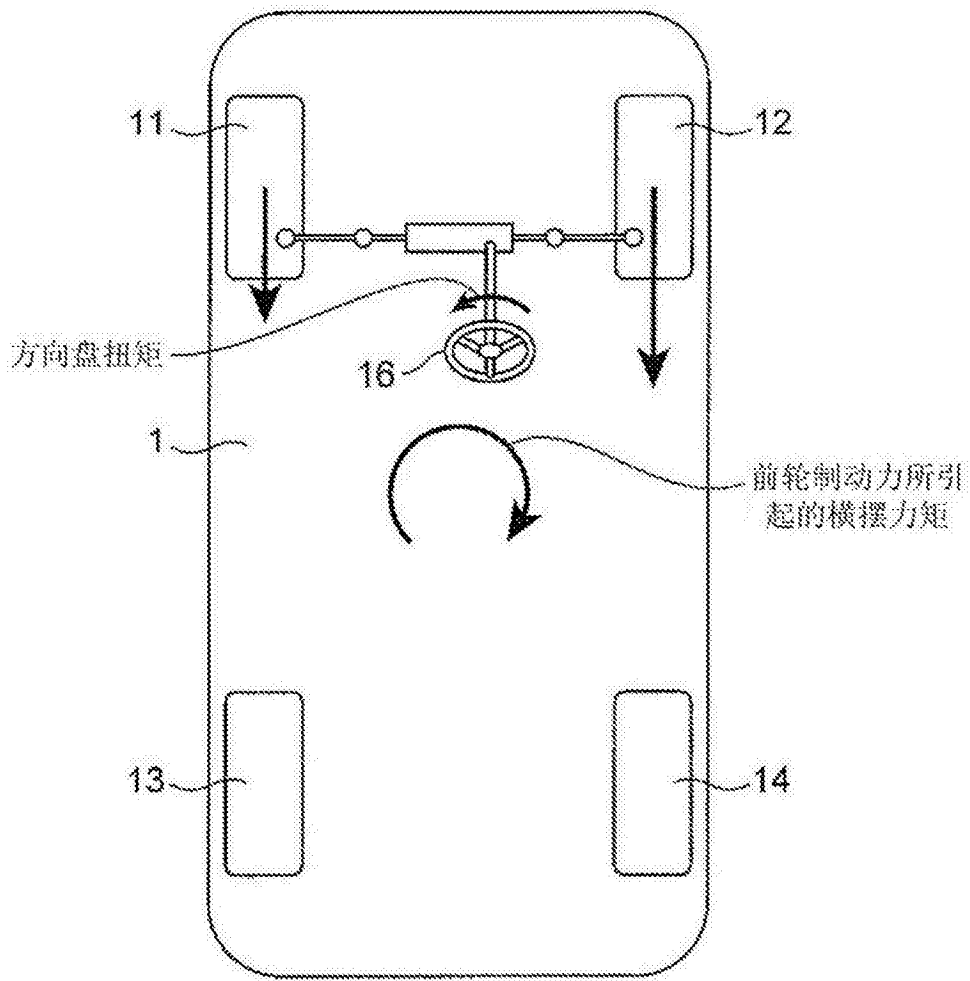


图13

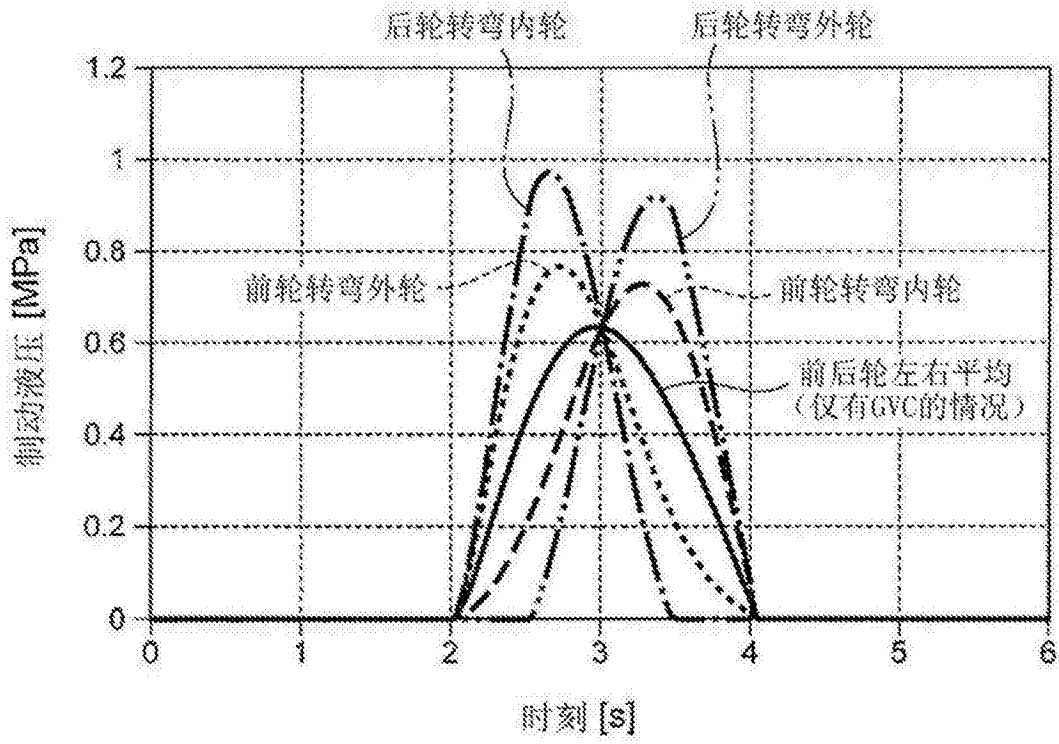


图14

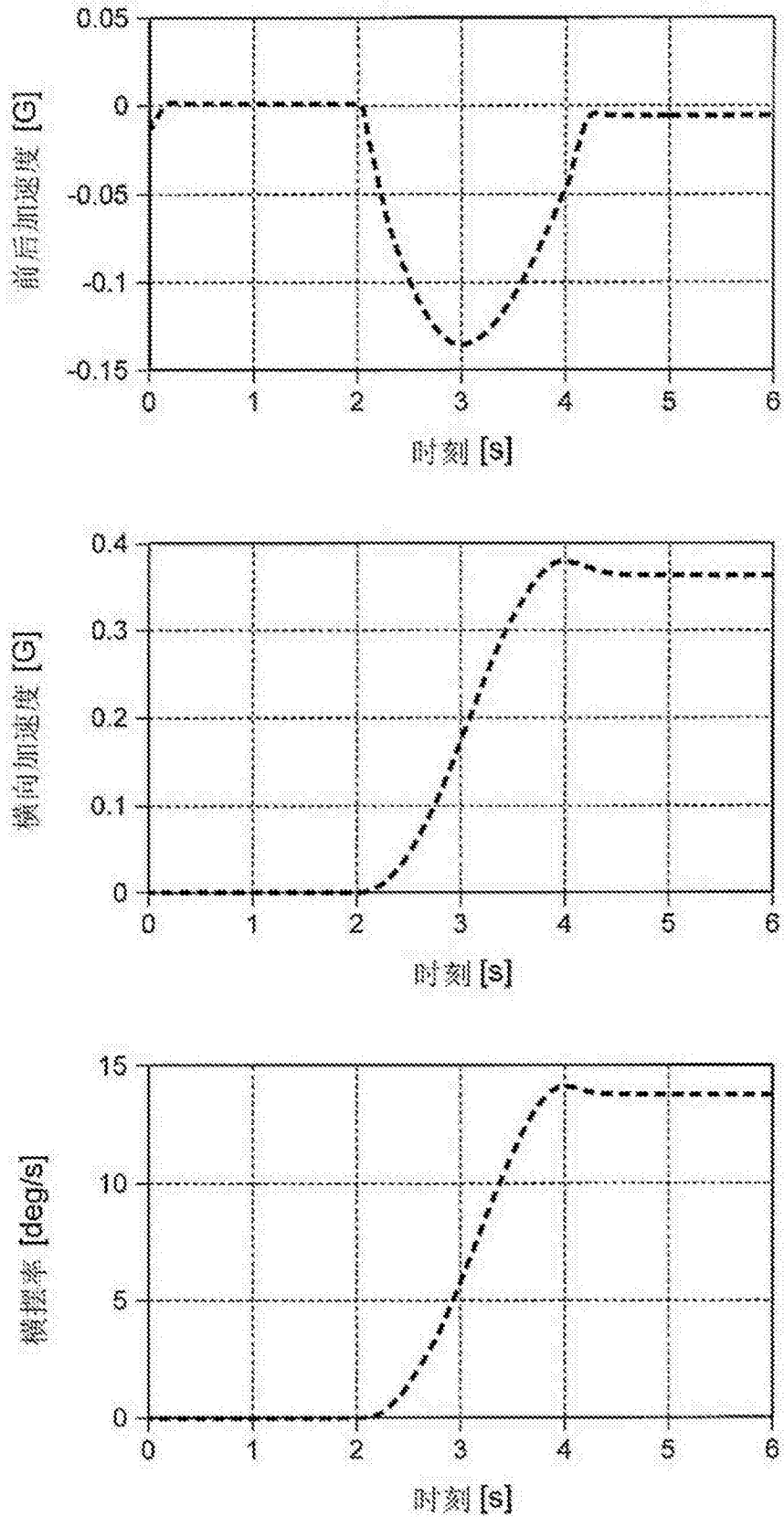


图15

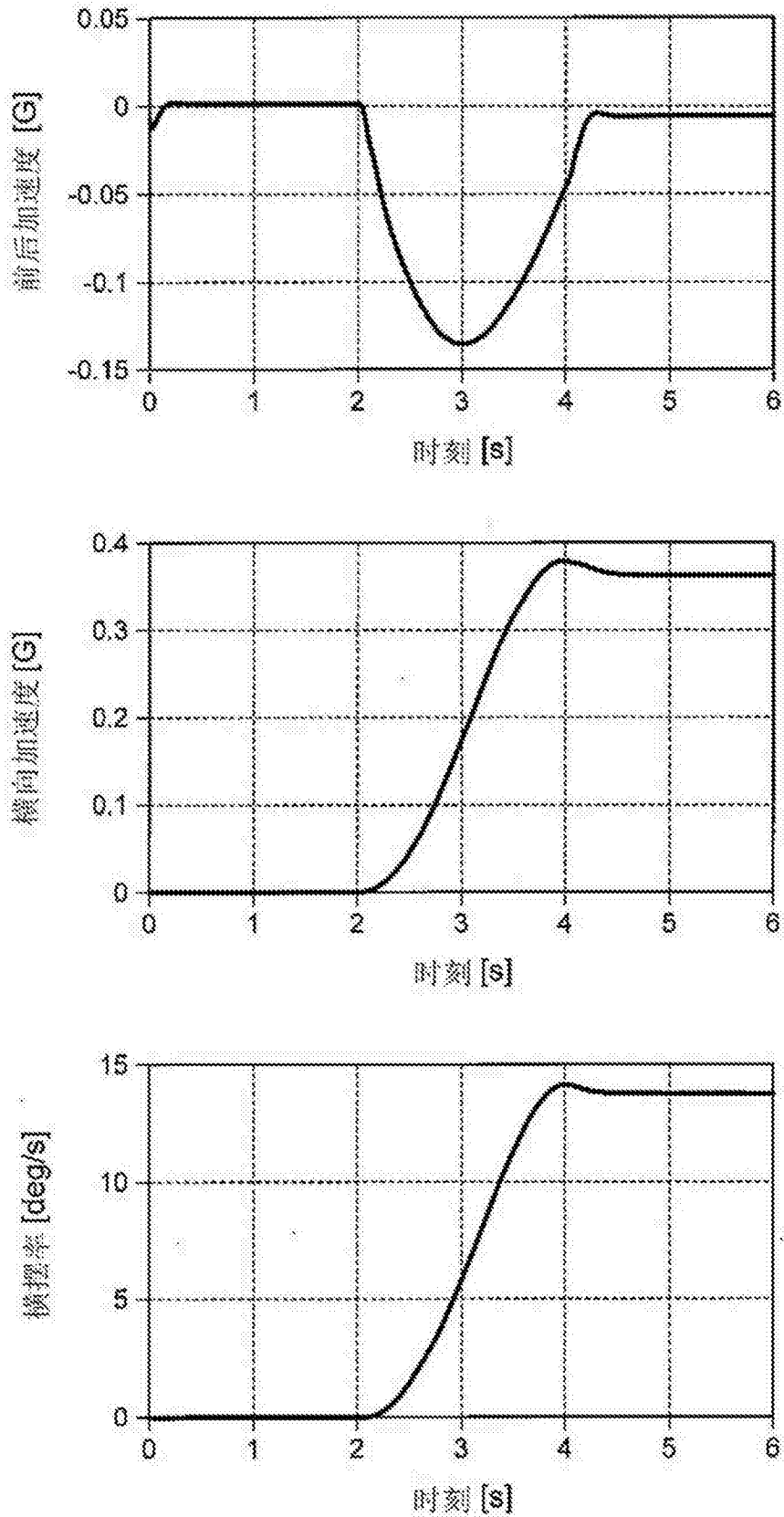


图16

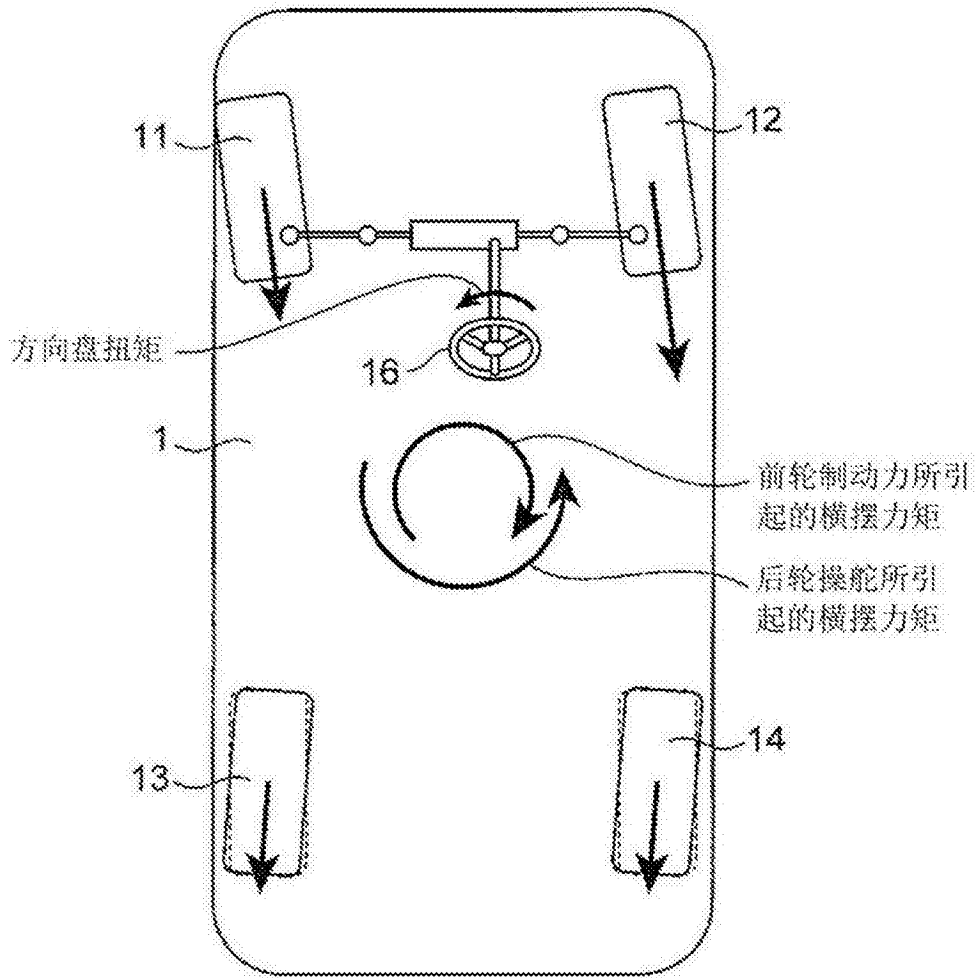


图17

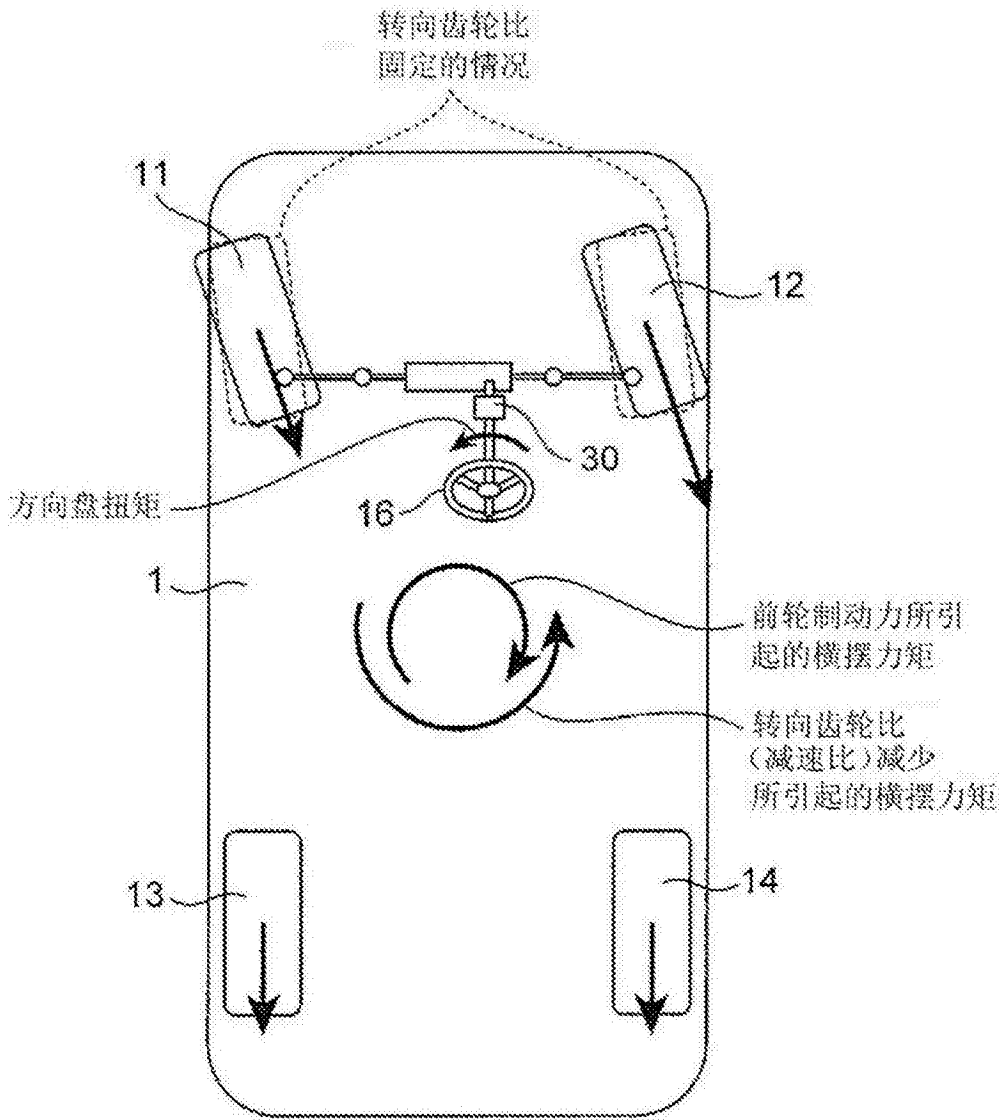


图18

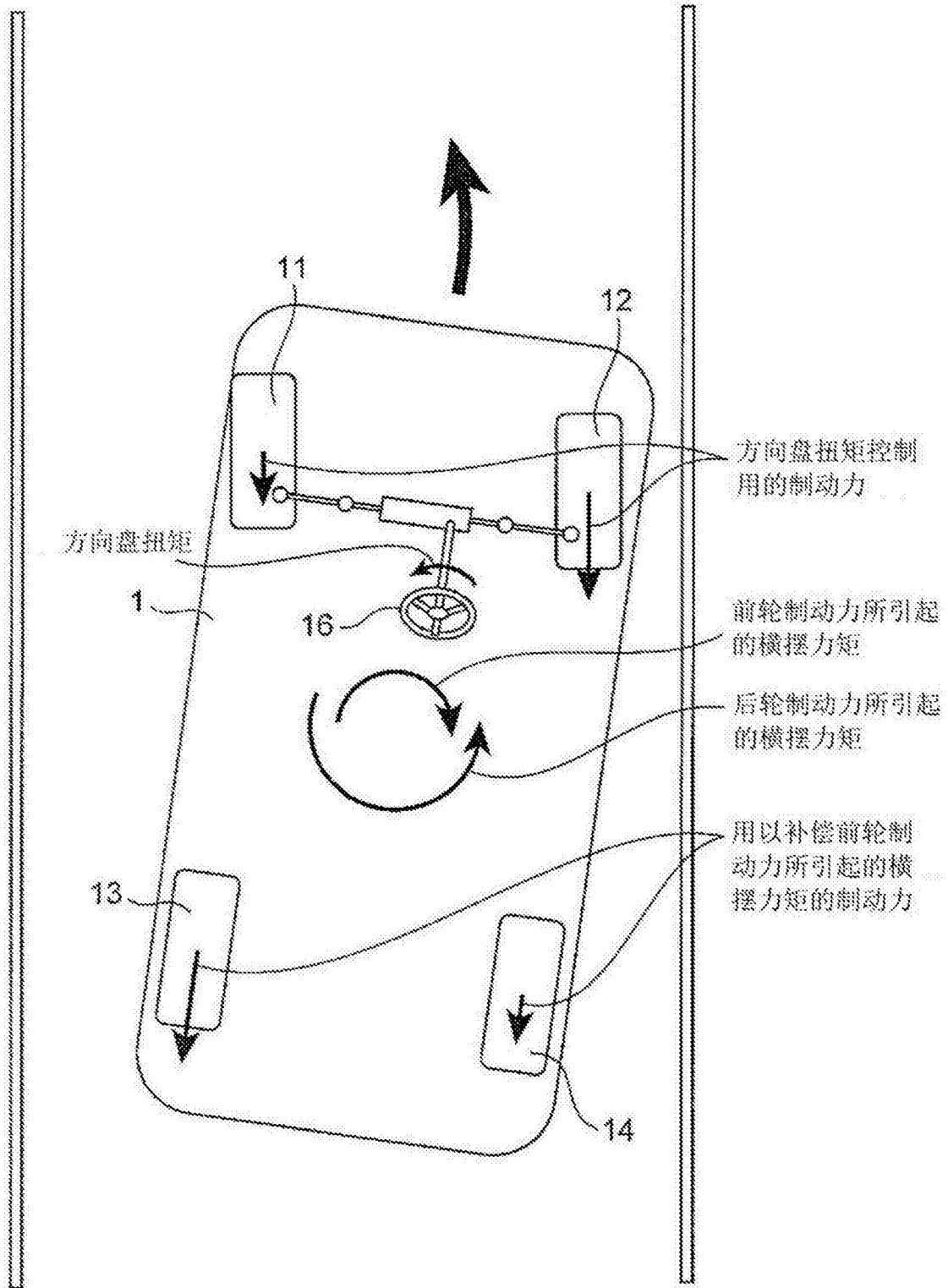


图19

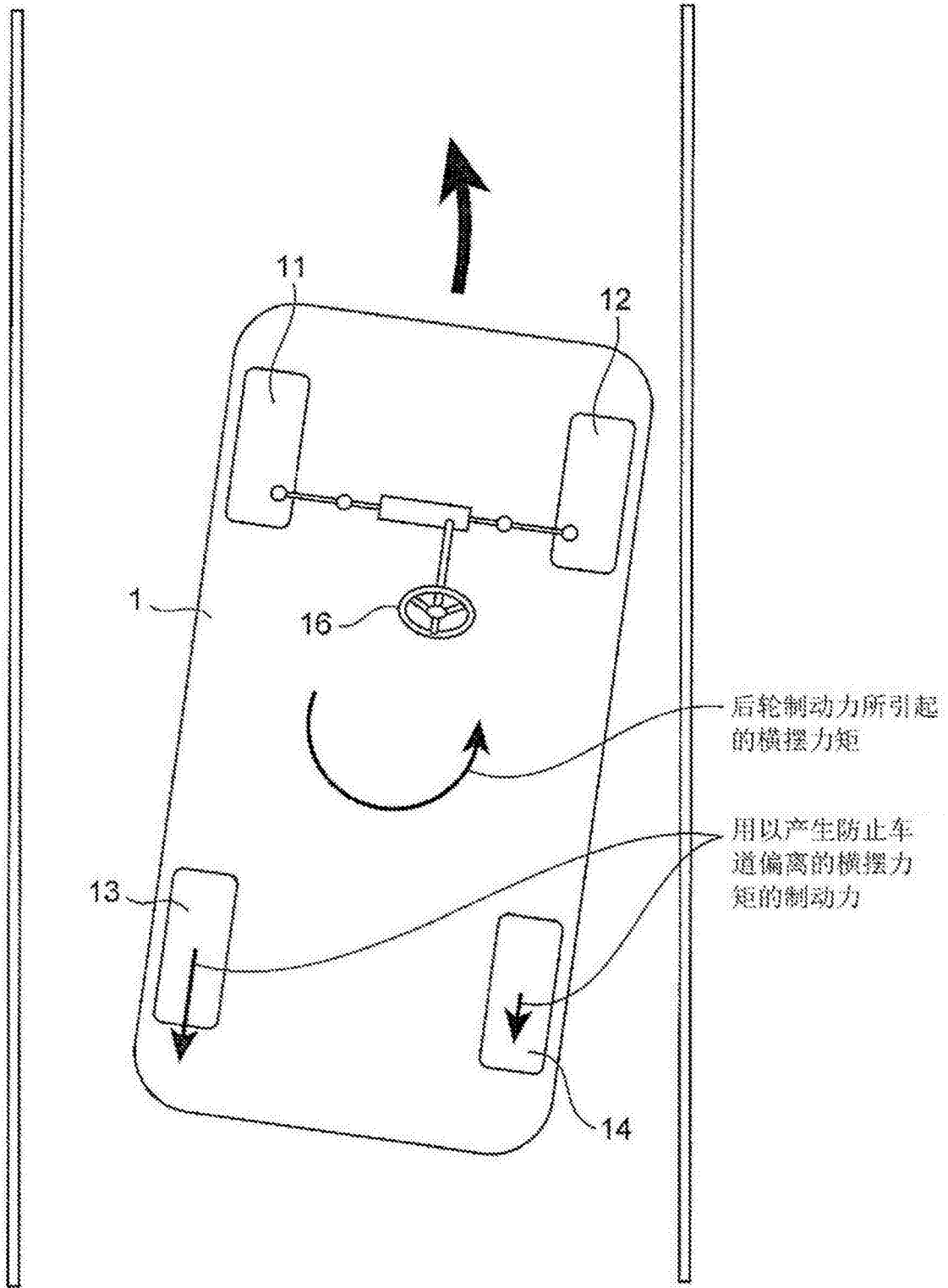


图20

制动力 左右分配	方向盘 扭矩	侧倾力矩
左偏重	增加	抑制
右偏重	减少	促进

图21