



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104080672 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201380006830.9

(22)申请日 2013.01.22

(30)优先权数据

- 2012-012599 2012.01.25 JP
- 2012-012600 2012.01.25 JP
- 2012-012601 2012.01.25 JP
- 2012-100588 2012.04.26 JP
- 2012-100590 2012.04.26 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.07.25

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2013/051173 2013.01.22

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02013/111736 JA 2013.08.01

(73)专利权人 日产自动车株式会社  
地址 日本神奈川县

(72)发明人 菊池宏信 平山胜彦

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11277  
代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.

- B60W 10/04(2006.01)
- B60G 17/015(2006.01)
- B60G 17/016(2006.01)
- B60T 7/12(2006.01)
- B60T 8/1755(2006.01)
- B60W 10/00(2006.01)
- B60W 10/18(2012.01)
- B60W 30/02(2012.01)
- B60W 40/11(2012.01)
- B60W 40/112(2012.01)

(56)对比文件

- US 2009024277 A1, 2009.01.22,说明书第62-264段,附图1-17.
- CN 100431876 C, 2008.11.12,全文.
- JP H05170008 A, 1993.07.09,全文.
- JP 2995970 B2, 1999.12.27,全文.

审查员 樊龙飞

权利要求书2页 说明书23页 附图18页

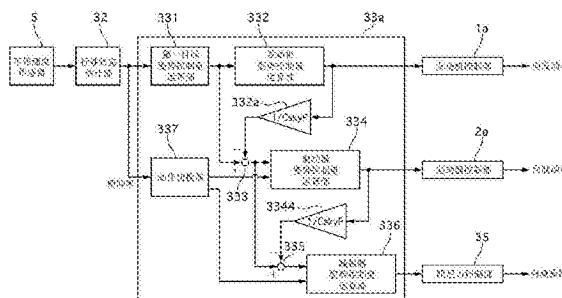
(54)发明名称

车辆的控制装置和车辆的控制方法

(57)摘要

具备:发动机姿势控制量运算部(332)即动力源姿势控制单元,其运算作为使车体的姿势成为目标姿势的第一姿势控制装置的车辆的发动机(1)的发动机姿势控制量,并输出到发动机(1);第二姿势控制单元,其运算使车体的姿势成为目标姿势的第二姿势控制装置的第二姿势控制量,并输出到第二姿势控制装置;行驶状态估计部(32)即状态量检测单元,其检测表示车体姿势的状态量;以及天棚控制部(33a)即姿势控制单元,其在检测出的状态量的振幅的绝对值小于第一规定值时,通过发动机姿势控制量运算部(332)控制车体姿势,在振幅的绝对值为第一规定值以上时,除了发动机姿势控制量运算部

(332)以外还通过第二姿势控制单元控制车体减振。



CN 104080672 B

1. 一种车辆的控制装置,其特征在于,具备:

动力源姿势控制单元,其运算使车体姿势成为目标姿势的车辆的动力源的姿势控制量并输出到上述动力源;

摩擦制动器姿势控制单元,其运算使车体姿势成为目标姿势的摩擦制动器的制动器姿势控制量并输出到上述摩擦制动器;

阻尼力控制单元,其运算使车体姿势成为目标姿势的阻尼力可变减振器的减振器姿势控制量并输出到上述阻尼力可变减振器;

状态量检测单元,其检测表示车体姿势的状态量;以及

姿势控制单元,其在所检测出的上述状态量的振幅的绝对值小于第一规定值时,通过上述动力源姿势控制单元控制车体姿势,在上述振幅的绝对值为上述第一规定值以上且小于比上述第一规定值大的第二规定值时,除了上述动力源姿势控制单元以外还通过上述阻尼力控制单元控制车体姿势,在上述振幅的绝对值为上述第二规定值以上时,除了上述动力源姿势控制单元和上述阻尼力控制单元以外还通过上述摩擦制动器姿势控制单元控制车体姿势。

2. 根据权利要求1所述的车辆的控制装置,其特征在于,上述摩擦制动器姿势控制单元抑制车体的俯仰运动。

3. 根据权利要求1所述的车辆的控制装置,其特征在于,还具备行驶状态检测单元,该行驶状态检测单元根据车轮速度的变化来估计车辆的俯仰率。

4. 根据权利要求1所述的车辆的控制装置,其特征在于,还具备行驶状态检测单元,该行驶状态检测单元根据表示四个车轮的上下方向运动的弹起项、表示前后车轮的上下方向运动的俯仰项、表示左右车轮的上下方向运动的侧倾项以及表示对角车轮的上下方向运动的扭转项来展开为四轮模型,由此估计车辆的俯仰率。

5. 根据权利要求1~4中的任一项所述的车辆的控制装置,其特征在于,上述动力源姿势控制单元、上述摩擦制动器姿势控制单元以及上述阻尼力控制单元各自根据天棚控制规则来运算各姿势控制量。

6. 根据权利要求1~4中的任一项所述的车辆的控制装置,其特征在于,上述状态量检测单元根据车轮速度的变化来估计表示车体姿势的状态量。

7. 根据权利要求5所述的车辆的控制装置,其特征在于,上述状态量检测单元根据车轮速度的变化来估计表示车体姿势的状态量。

8. 根据权利要求1~4中的任一项所述的车辆的控制装置,其特征在于,上述状态量检测单元对车辆的俯仰率进行估计。

9. 根据权利要求5所述的车辆的控制装置,其特征在于,上述状态量检测单元对车辆的俯仰率进行估计。

10. 根据权利要求6所述的车辆的控制装置,其特征在于,上述状态量检测单元对车辆的俯仰率进行估计。

11. 根据权利要求7所述的车辆的控制装置,其特征在于,上述状态量检测单元对车辆的俯仰率进行估计。

12. 根据权利要求1~4中的任一项所述的车辆的控制装置,其特征在于,

上述状态量检测单元对车辆的侧倾率进行估计。

13. 根据权利要求5所述的车辆的控制装置,其特征在於,上述状态量检测单元对车辆的侧倾率进行估计。

14. 根据权利要求6所述的车辆的控制装置,其特征在於,上述状态量检测单元对车辆的侧倾率进行估计。

15. 根据权利要求7所述的车辆的控制装置,其特征在於,上述状态量检测单元对车辆的侧倾率进行估计。

16. 一种车辆的控制装置,其具备:

传感器,其检测表示车体姿势的状态量;以及

控制器,其在所检测出的上述状态量的振幅的绝对值小于第一规定值时,通过动力源姿势控制单元控制车体姿势,在上述振幅的绝对值为上述第一规定值以上且小于比上述第一规定值大的第二规定值时,除了上述动力源姿势控制单元以外还通过阻尼力控制单元控制车体姿势,在上述振幅的绝对值为上述第二规定值以上时,除了上述动力源姿势控制单元和上述阻尼力控制单元以外还通过摩擦制动器姿势控制单元控制车体姿势。

17. 一种车辆的控制方法,其特征在於,

控制器在表示车体姿势的状态量的振幅的绝对值小于第一规定值时,通过动力源姿势控制单元控制车体姿势,在上述振幅的绝对值为上述第一规定值以上且小于比上述第一规定值大的第二规定值时,除了上述动力源姿势控制单元以外还通过阻尼力控制单元控制车体姿势,在上述振幅的绝对值为上述第二规定值以上时,除了上述动力源姿势控制单元和上述阻尼力控制单元以外还通过摩擦制动器姿势控制单元控制车体姿势。

## 车辆的控制装置和车辆的控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种对车辆的状态进行控制的控制装置和控制方法。

### 背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了利用动力源的驱动力来控制车体姿势的技术。

[0003] 专利文献1：日本特开2009-247157号公报

### 发明内容

[0004] 发明要解决的问题

[0005] 然而,存在仅通过动力源的驱动力无法得到想要的车体姿势这样的问题。

[0006] 本发明的目的在于提供一种能够得到想要的车体姿势的车辆的控制装置和车辆的控制方法。

[0007] 用于解决问题的方案

[0008] 为了达到上述目的,在本发明的车辆的控制装置中,在所检测出的表示车体姿势的状态量的振幅的绝对值小于规定值时,通过动力源姿势控制单元控制车体姿势,在振幅的绝对值为规定值以上时,除了动力源姿势控制单元以外还通过第二姿势控制单元控制车体姿势。

[0009] 发明的效果

[0010] 因此,在振幅大时通过动力源和第二姿势控制装置来控制车体姿势,因此能够得到想要的车体姿势。

### 附图说明

[0011] 图1是表示实施例1的车辆的控制装置的系统概要图。

[0012] 图2是表示实施例1的车辆的控制装置的控制结构的控制框图。

[0013] 图3是表示实施例1的侧倾率抑制控制的结构控制框图。

[0014] 图4是表示实施例1的侧倾率抑制控制的包络波形形成处理的时序图。

[0015] 图5是表示实施例1的行驶状态估计部的结构的控制框图。

[0016] 图6是表示实施例1的行程速度运算部中的控制内容的控制框图。

[0017] 图7是表示实施例1的基准车轮速度运算部的结构的框图。

[0018] 图8是表示车体振动模型的概要图。

[0019] 图9是表示实施例1的进行俯仰控制时的各致动器控制量计算处理的控制框图。

[0020] 图10是表示实施例1的制动俯仰控制的控制框图。

[0021] 图11是同时绘制出由车轮速度传感器检测出的车轮速度频率特性和在实施例中未搭载的行程传感器的行程频率特性的图。

[0022] 图12是表示实施例1的簧上减振控制中的频率感应控制的控制框图。

[0023] 图13是表示各频率区域中的人体感觉特性的相关图。

[0024] 图14是表示实施例1的频率感应控制下的腾空区域的振动混入比例与阻尼力的关系的特性图。

[0025] 图15是表示在某行驶条件下由车轮速度传感器检测出的车轮速度频率特性的图。

[0026] 图16是表示实施例1的簧下减振控制的控制结构的框图。

[0027] 图17是表示实施例1的阻尼力控制部的控制结构的控制框图。

[0028] 图18是表示实施例1的标准模式下的阻尼系数仲裁处理的流程图。

[0029] 图19是表示实施例1的运动模式下的阻尼系数仲裁处理的流程图。

[0030] 图20是表示实施例1的舒适模式下的阻尼系数仲裁处理的流程图。

[0031] 图21是表示实施例1的高速模式下的阻尼系数仲裁处理的流程图。

[0032] 图22是表示行驶于起伏路面和凹凸路面时的阻尼系数变化的时序图。

[0033] 图23是表示实施例1的阻尼系数仲裁部中基于行驶状态的模式选择处理的流程图。

[0034] 图24是表示实施例2的进行俯仰控制时的各致动器控制量计算处理的控制框图。

[0035] 图25是表示实施例3的进行俯仰控制时的各致动器控制量计算处理的控制框图。

[0036] 图26是表示实施例3的控制力相对于行程速度的关系的特性图。

[0037] 附图标记说明

[0038] 1:发动机;1a:发动机控制器;2:制动器控制部件;2a:制动器控制器;3:S/A(阻尼力可变减振器);3a:S/A控制器;5:车轮速度传感器;6:一体式传感器;7:转动角传感器;8:车速传感器;20:制动器;31:驾驶员输入控制部;32:行驶状态估计部(状态量检测单元);33:簧上减振控制部;33a:天棚控制部(姿势控制单元);33b:频率感应控制部;34:簧下减振控制部;35:阻尼力控制部;321:行程速度运算部(行程速度检测单元);331:第一目标姿势控制量运算部;332:发动机姿势控制量运算部(动力源姿势控制单元);333:第二目标姿势控制量运算部;334:制动器姿势控制量运算部(摩擦制动器姿势控制单元);335:第三目标姿势控制量运算部;336:减振器姿势控制量运算部(阻尼力控制单元)。

## 具体实施方式

[0039] [实施例1]

[0040] 图1是表示实施例1的车辆的控制装置的系统概要图。车辆具有:作为动力源的发动机1;使各车轮产生因摩擦力而形成的制动扭矩的制动器20(下面在表示与单个车轮对应的制动器时记载为右前轮制动器:20FR、左前轮制动器:20FL、右后轮制动器:20RR、左后轮制动器:20RL);以及设置在各车轮与车体之间并能够可变地控制阻尼力的减振器3(下面记载为S/A。在表示与单个车轮对应的S/A时记载为右前轮S/A:3FR、左前轮S/A:3FL、右后轮S/A:3RR、左后轮S/A:3RL)。

[0041] 发动机1具有对从发动机1输出的扭矩进行控制的发动机控制器(以下也称为发动机控制部)1a,发动机控制器1a通过控制发动机1的节气阀开度、燃料喷射量、点火定时等,来控制得到期望的发动机运转状态(发动机转数、发动机输出扭矩)。另外,制动器20根据从能够与行驶状态相应地控制各车轮的制动液压的制动器控制部件2供给的液压来产生制动扭矩。制动器控制部件2具有对制动器20所产生的制动扭矩进行控制的制动器控制器(以下也称为制动器控制部)2a,将通过驾驶员的制动踏板操作产生的主缸压力或由内置的电动

机驱动泵产生的泵压力作为液压源,通过多个电磁阀的打开和关闭动作来使各车轮的制动器20产生期望的液压。

[0042] S/A 3是使设置在车辆的簧下(车轴、车轮等)与簧上(车体等)之间的螺旋弹簧的弹性运动衰减的阻尼力产生装置,构成为能够通过致动器的动作来改变阻尼力。S/A 3具有将流体密封在内的缸体、在该缸体内移动的活塞以及对形成在该活塞的上下形成的流体室之间的流体移动进行控制的节流孔。并且,在该活塞上形成具有多种节流孔径的节流孔,在S/A致动器进行动作时,从多种节流孔中选择与控制指令相应的节流孔。由此,能够产生与节流孔径相应的阻尼力。例如,如果节流孔径小,则容易对活塞的移动进行限制,因此阻尼力变高,如果节流孔径大,则不容易对活塞的移动进行限制,因此阻尼力变小。

[0043] 此外,除了节流孔径的选择以外,例如还可以在将在活塞的上下形成的流体连接的连通路径上配置电磁控制阀,通过控制该电磁控制阀的开闭量来对阻尼力进行设定,不特别地进行限定。S/A 3具有对S/A 3的阻尼力进行控制的S/A控制器3a,通过S/A致动器对节流孔径进行操作来控制阻尼力。

[0044] 还具有:检测各车轮的车轮速度的车轮速度传感器5(下面在表示与单个车轮对应的车轮速度时记载为右前轮车轮速度:5FR、左前轮车轮速度:5FL、右后轮车轮速度:5RR、左后轮车轮速度:5RL。);一体式传感器6,其检测作用于车辆的重心点的前后加速度、横摆率以及横向加速度;转动角传感器7,其检测驾驶员的转向操作量即转向角;车速传感器8,其检测车速;发动机扭矩传感器9,其检测发动机扭矩;发动机转数传感器10,其检测发动机转数;主缸压力传感器11,其检测主缸压力;制动开关12,当进行制动踏板操作时,该制动开关12输出接通状态信号;以及加速踏板开度传感器13,其检测加速踏板开度。这些各种传感器的信号被输入到S/A控制器3a。此外,一体式传感器6的配置既可以配置在车辆的重心位置,也可以配置在除此以外的场所,只要是能够估计重心位置处的各种值的结构即可,不特别地进行限定。另外,不需要是一体式的,也可以设为独立地检测横摆率、前后加速度以及横向加速度的结构。

[0045] 图2是表示实施例1的车辆的控制装置的控制结构的控制框图。在实施例1中,作为控制器,由发动机控制器1a、制动器控制器2a以及S/A控制器3a这三个构成。在S/A控制器3a内具有:驾驶员输入控制部31,其根据驾驶员的操作(转向操作、加速踏板操作以及制动踏板操作等)来进行达成所期望的车辆姿势的驾驶员输入控制;行驶状态估计部32,其根据各种传感器的检测值来估计行驶状态;簧上减振控制部33,其根据估计出的行驶状态来控制簧上的振动状态;簧下减振控制部34,其根据估计出的行驶状态来控制簧下的振动状态;以及阻尼力控制部35,其根据从驾驶员输入控制部31输出的减振器姿势控制量、从簧上减振控制部33输出的簧上减振控制量以及从簧下减振控制部34输出的簧下减振控制量,来决定要针对S/A 3设定的阻尼力,进行S/A的阻尼力控制。

[0046] 在实施例1中,作为控制器,示出了具备三个控制器的结构,但是例如也可以将阻尼力控制部35从S/A控制器3a中去除来作为姿势控制控制器,从而设为将阻尼力控制部35作为S/A控制器而具备四个控制器的结构,还可以将各控制器全部由一个综合控制器构成,不特别地进行限定。此外,在实施例1中像这样构成的是假定通过将已有车辆中的发动机控制器和制动器控制器保持原样转用为发动机控制部1a和制动器控制部2a、另外搭载S/A控制器3a由此实现实施例1的车辆的控制装置。

[0047] (车辆的控制装置的整体结构)

[0048] 在实施例1的车辆的控制装置中,为了控制簧上所产生的振动状态而使用三个致动器。此时,由于各个控制对簧上状态进行控制,因此相互干扰成为问题。另外,能够由发动机1控制的要素、能够由制动器20控制的要素以及能够由S/A 3控制的要素各不相同,要将它们如何组合来进行控制成为问题。

[0049] 例如,制动器20能够进行弹起运动和俯仰运动的控制,但是如果进行这两个控制则减速感强烈,从而容易给驾驶员带来不舒服的感觉。另外,S/A 3能够对侧倾运动、弹起运动以及俯仰运动全部进行控制,但是在由S/A 3进行全部控制的情况下,导致S/A 3的制造成本提高,并且存在阻尼力变高的倾向,因此容易被输入来自路面侧的高频振动,仍然容易对驾驶员带来不舒服的感觉。换言之,存在如下折衷关系:虽然制动器20的控制不会导致高频振动的恶化但是导致减速感增大、虽然S/A 3的控制不会导致减速感但是导致高频振动的输入。

[0050] 因此,在实施例1的车辆的控制装置中,对这些问题进行综合判断,为了通过实现有效利用作为各个控制特性而有利的点并相互弥补彼此的弱点的控制结构来实现廉价但减振能力优秀的车辆的控制装置,主要考虑下面列举的点构建出整体的控制系统。

[0051] (1)通过与表示车体姿势的状态量(在实施例1中为俯仰率)的振幅的大小相应地切换各致动器针对俯仰控制进行动作、不进行动作,由此改善上述折衷的关系。

[0052] (2)通过将制动器20的控制对象运动限定为俯仰运动,来消除由制动器20的控制导致的减速感。

[0053] (3)通过限制发动机1和制动器20的控制量使其低于实际能够输出的控制量来进行输出,由此减轻S/A 3中的负担,并抑制伴随发动机1、制动器20的控制产生的不舒服的感觉。

[0054] (4)通过所有的致动器来进行天棚控制。此时,不使用一般进行天棚控制所需要的行程传感器、簧上上下加速度传感器等,而利用搭载于所有车辆的车轮速度传感器来通过廉价的结构实现天棚控制。

[0055] (5)在进行S/A 3的簧上控制时,针对在如天棚控制那样的矢量控制中难以应对的高频振动的输入,新导入标量控制(频率感应控制)。

[0056] (6)与行驶状态相应地适当选择S/A 3所实现的控制状态,由此提供与行驶状况相应的适当的控制状态。

[0057] 以上就是在实施例中构成的整体的控制系统的概要。下面,依次说明实现它们的个体的内容。

[0058] (关于驾驶员输入控制部)

[0059] 首先,说明驾驶员输入控制部。驾驶员输入控制部31具有发动机侧驾驶员输入控制部31a和S/A侧驾驶员输入控制部31b,该发动机侧驾驶员输入控制部31a通过发动机1的扭矩控制来达成驾驶员所要求的车辆姿势,该S/A侧驾驶员输入控制部31b通过S/A 3的阻尼力控制来达成驾驶员所要求的车辆姿势。在发动机侧驾驶员输入控制部31a内,根据对前轮和后轮的触地载荷变动进行抑制的触地载荷变动抑制控制量、来自转角传感器7、车速传感器8的信号来运算与驾驶员想要达成的车辆运动状态对应的横摆响应控制量,并输出到发动机控制部1a。

[0060] S/A侧驾驶员输入控制部31b根据来自转动角传感器7、车速传感器8的信号来运算与驾驶员想要达成的车辆运动状态对应的驾驶员输入阻尼力控制量,并输出到阻尼力控制部35。例如,在驾驶员进行转弯的过程中,如果车辆的车头侧抬起,则驾驶员的视场容易脱离路面,因此在这种情况下将四个车轮的阻尼力作为驾驶员输入阻尼力控制量进行输出以防止车头抬起。还输出对转弯时产生的侧倾进行抑制的驾驶员输入阻尼力控制量。

[0061] (关于通过S/A侧驾驶员输入控制进行的侧倾控制)

[0062] 在此,说明通过S/A侧驾驶员输入控制进行的侧倾抑制控制。图3是表示实施例1的侧倾率抑制控制的结构控制框图。在横向加速度估计部31b1中,根据由转动角传感器7测出的前轮转动角 $\delta_f$ 、后轮转动角 $\delta_r$ (在具备后轮转动装置的情况下,而在除此以外的情况下可以将实际后轮转动角适当地设为0)以及由车速传感器8检测出的车速VSP来估计横向加速度 $Y_g$ 。使用横摆率估计值 $\gamma$ ,通过下面的式子计算该横向加速度 $Y_g$ 。

$$[0063] \quad Y_g = VSP \cdot \gamma$$

[0064] 此外,横摆率估计值 $\gamma$ 通过下面的式子计算出。

$$[0065] \quad \begin{Bmatrix} \beta \\ \gamma \end{Bmatrix} = \mathbf{N} \begin{Bmatrix} \delta_f \\ \delta_r \end{Bmatrix}$$

$$[0066] \quad \begin{Bmatrix} \beta \\ \gamma \end{Bmatrix} = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{N} \begin{Bmatrix} \delta_f \\ \delta_r \end{Bmatrix}$$

[0067] 在此,

$$[0068] \quad \mathbf{M} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{bmatrix}, \mathbf{N} = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} \\ n_{21} & n_{22} \end{bmatrix}$$

$$[0069] \quad m_{11} = -(K_{tf} \cdot L_f - K_{tv} \cdot L_v)$$

$$[0070] \quad m_{12} = -\frac{1}{V} (K_{tf} \cdot L_f^2 - K_{tv} \cdot L_v^2)$$

$$[0071] \quad m_{21} = -2(K_{tf} + K_{tv})$$

$$[0072] \quad m_{22} = -\frac{2}{V} (K_{tf} \cdot L_f - K_{tv} \cdot L_v) - M \cdot V$$

$$[0073] \quad n_{11} = -K_{tf} \cdot L_f$$

$$[0074] \quad n_{12} = K_{tv} \cdot L_r$$

$$[0075] \quad n_{21} = -2 \cdot K_{tf}$$

$$[0076] \quad n_{22} = -2 \cdot K_{tv}$$

$$[0077] \quad \text{车体滑移角} \quad \beta$$

$$[0078] \quad \text{车体横摆率} \quad \gamma$$

$$[0079] \quad \text{前轮转动角} \quad \delta_f$$

$$[0080] \quad \text{后轮转动角} \quad \delta_r$$

$$[0081] \quad \text{车体} \quad V$$

$$[0082] \quad \text{前轮CP} \quad K_{tf}$$

$$[0083] \quad \text{后轮CP} \quad K_{tv}$$

$$[0084] \quad \text{前轴} \sim \text{重心点距离} \quad L_f$$

$$[0085] \quad \text{后轴} \sim \text{重心点距离} \quad L_r$$



[0086] 车体质量 M

[0087] 90°相位超前成分制作部31b2对估计出的横向加速度 $Y_g$ 进行微分后输出横向加速度微分值 $dY_g$ 。90°相位延迟成分制作部31b3输出使横向加速度微分值 $dY_g$ 的相位延迟90°得到的成分 $F(dY_g)$ 。成分 $F(dY_g)$ 是使在90°相位超前成分制作部31b2中去除低频后的成分的相位恢复为横向加速度 $Y_g$ 的相位的成分,是横向加速度 $Y_g$ 的DC截止成分、即横向加速度 $Y_g$ 的瞬态成分。90°相位延迟成分制作部31b4输出使估计出的横向加速度 $Y_g$ 的相位延迟90°得到的成分 $F(Y_g)$ 。

[0088] 增益乘法部31b5将横向加速度 $Y_g$ 、横向加速度微分值 $dY_g$ 、横向加速度DC截止成分 $F(dY_g)$ 、90°相位延迟成分 $F(Y_g)$ 分别乘以增益。各增益根据针对转向角的侧倾率传递函数来设定。另外,各增益也可以根据后述的四个控制模式来进行调整。平方运算部31b6对乘以增益后的各成分进行平方后输出。合成部31b7将平方运算部31b6所输出的值相加。增益乘法部31b8将相加得到的各成分的平方的值乘以增益后输出。平方根运算部31b9通过运算增益乘法部31b7所输出的值的平方根来运算侧倾率抑制控制用的驾驶员输入姿势控制量,并输出到阻尼力控制部35。

[0089] 90°相位超前成分制作部31b2、90°相位延迟成分制作部31b3、90°相位延迟成分制作部31b4、增益乘法部31b5、平方运算部31b6、合成部31b7、增益乘法部31b8、平方根运算部31b9相当于生成利用希尔伯特变换得到的包络波形的希尔伯特变换部31b10。

[0090] 图4是表示实施例1的侧倾率抑制控制的包络波形形成处理的时序图。

[0091] 在时刻 $t_1$ ,当驾驶员开始转向时,侧倾率开始逐渐产生。此时,加上90°相位超前成分 $dY_g$ 来形成包络波形,根据基于包络波形的标量来运算驾驶员输入姿势控制量,由此能够抑制在转向初期的侧倾率的产生。并且,通过加上横向加速度DC截止成分 $F(dY_g)$ 来形成包络波形,由此能够有效地抑制在驾驶员开始或结束转向时的瞬态的状态下产生的侧倾率。换言之,在稳定地产生侧倾的正常转弯状态下,无需过度地提高阻尼力就能够避免乘车感觉变差。

[0092] 接着,在时刻 $t_2$ ,当驾驶员操作成转向保持状态时,不存在90°相位超前成分 $dY_g$ 和横向加速度DC截止成分 $F(dY_g)$ ,这一次加上相位延迟成分 $F(Y_g)$ 。此时,即使在正常转弯状态下侧倾率本身的变化没有那么大的情况下,一旦侧倾之后也产生相当于侧倾的回震的侧倾率共振成分。假设未与相位延迟成分 $F(Y_g)$ 相加,则导致时刻 $t_2$ 至时刻 $t_3$ 的阻尼力被设定为较小的值,有可能导致侧倾率共振成分所引起的车辆运动状态的不稳定化。为了抑制该侧倾率共振成分,而附加90°相位延迟成分 $F(Y_g)$ 。

[0093] 在时刻 $t_3$ ,当驾驶员从转向保持状态转变到直行行驶状态时,横向加速度 $Y_g$ 变小,侧倾率也收敛为较小的值。在此也通过90°相位延迟成分 $F(Y_g)$ 的作用可靠地确保了阻尼力,因此能够避免侧倾率共振成分所引起的不稳定化。

[0094] (关于行驶状态估计部)

[0095] 接着,说明行驶状态估计部。图5是表示实施例1的行驶状态估计部的结构的控制框图。在实施例1的行驶状态估计部32中,基本上根据由车轮速度传感器5检测出的车轮速度来计算后述的簧上减振控制部33的天棚控制中所使用的各车轮的行程速度、弹起率、侧倾率以及俯仰率。首先,将各车轮的车轮速度传感器5的值输入到行程速度运算部321,根据在行程速度运算部321中运算出的各车轮的行程速度来运算簧上速度。

[0096] 图6是表示实施例1的行程速度运算部中的控制内容的控制框图。行程速度运算部321针对各车轮独立地设置,图6所示的控制框图是着眼于某个车轮的控制框图。在行程速度运算部321内具有:基准车轮速度运算部300,其根据车轮速度传感器5的值、由转动角传感器7检测出的前轮转动角 $\delta_f$ 、后轮转动角 $\delta_r$ (在具备后轮转动装置的情况下,而在除此以外的情况下可以将实际后轮转动角适当地设为0)、车体横向速度以及由一体式传感器6检测出的实际横摆率,来运算作为基准的车轮速度;轮胎旋转振动频率运算部321a,其根据运算出的基准车轮速度来运算轮胎旋转振动频率;偏差运算部321b,其运算基准车轮速度与车轮速度传感器值的偏差(车轮速度变动);GEO转换部321c,其将由偏差运算部321b运算出的偏差转换为悬架行程量;行程速度校正部321d,其将转换得到的行程量校正为行程速度;以及信号处理部321e,其针对由行程速度校正部321d校正得到的值作用与由轮胎旋转振动频率运算部321a运算出的频率相应的带阻滤波器来去除轮胎旋转初次振动成分,计算最终的行程速度。

[0097] [关于基准车轮速度运算部]

[0098] 在此,说明基准车轮速度运算部300。图7是表示实施例1的基准车轮速度运算部的结构的框图。基准车轮速度是指各车轮速度中的去除各种干扰后的值。换言之,车轮速度传感器值与基准车轮速度的差分是与由车体的弹起运动状态、侧倾运动状态、俯仰运动状态或簧下上下振动产生的行程相应地变动的成分相关联的值,在实施例中,根据该差分来估计行程速度。

[0099] 在平面运动成分抽出部301中,将车轮速度传感器值作为输入,根据车体平面模型来运算作为各车轮的基准车轮速度的第一车轮速度 $V_0$ 。在此,将由车轮速度传感器5检测出的车轮速度传感器值设为 $\omega$ (rad/s)、将由转动角传感器7检测出的前轮实际转动角设为 $\delta_f$ (rad)、将后轮实际转动角设为 $\delta_r$ (rad)、将车体横向速度设为 $V_x$ 、将由一体式传感器6检测出的横摆率设为 $\gamma$ (rad/s)、将根据计算出的基准车轮速度 $\omega_0$ 估计出的车体速度设为 $V$ (m/s)、将要计算的基准车轮速度设为 $V_{FL}$ 、 $V_{FR}$ 、 $V_{RL}$ 、 $V_{RR}$ 、将前轮的胎面设为 $T_f$ 、将后轮的胎面设为 $T_r$ 、将车辆重心位置至前轮的距离设为 $L_f$ 、将车辆重心位置至后轮的距离设为 $L_r$ 。利用以上数据,如下表示车体平面模型。

[0100] (式1)

$$[0101] \quad V_{FL} = (V - T_f/2 \cdot \gamma) \cos \delta_f + (V_x + L_f \cdot \gamma) \sin \delta_f$$

$$[0102] \quad V_{FR} = (V + T_f/2 \cdot \gamma) \cos \delta_f + (V_x + L_f \cdot \gamma) \sin \delta_f$$

$$[0103] \quad V_{RL} = (V - T_r/2 \cdot \gamma) \cos \delta_r + (V_x - L_r \cdot \gamma) \sin \delta_r$$

$$[0104] \quad V_{RR} = (V + T_r/2 \cdot \gamma) \cos \delta_r + (V_x - L_r \cdot \gamma) \sin \delta_r$$

[0105] 此外,当假定车辆未产生侧滑的正常行驶时,车体横向速度 $V_x$ 只要输入0即可。当对于此在各式中改写成以 $V$ 为基准的值时表示如下。在进行该改写时,将 $V$ 作为与各个车轮对应的值记载为 $V_{OFL}$ 、 $V_{OFR}$ 、 $V_{ORL}$ 、 $V_{ORR}$ (相当于第一车轮速度)。

[0106] (式2)

$$[0107] \quad V_{OFL} = \{V_{FL} - L_f \cdot \gamma \sin \delta_f\} / \cos \delta_f + T_f/2 \cdot \gamma$$

$$[0108] \quad V_{OFR} = \{V_{FR} - L_f \cdot \gamma \sin \delta_f\} / \cos \delta_f - T_f/2 \cdot \gamma$$

$$[0109] \quad V_{ORL} = \{V_{RL} + L_r \cdot \gamma \sin \delta_r\} / \cos \delta_r + T_r/2 \cdot \gamma$$

$$[0110] \quad V_{ORR} = \{V_{RR} + L_r \cdot \gamma \sin \delta_r\} / \cos \delta_r - T_r/2 \cdot \gamma$$

[0111] 侧倾干扰去除部302将第一车轮速度 $V_0$ 作为输入,根据车体前视模型来运算作为前后轮的基准车轮速度的第二车轮速度 $V_{0F}$ 、 $V_{0R}$ 。车体前视模型是指在从前方观察车辆时将由于围绕通过车辆重心点的铅垂线上的侧倾旋转中心产生的侧倾运动所产生的车轮速度差去除的模型,用下面的公式表示。

$$[0112] \quad V_{0F} = (V_{0FL} + V_{0FR}) / 2$$

$$[0113] \quad V_{0R} = (V_{0RL} + V_{0RR}) / 2$$

[0114] 由此,能够得到将基于侧倾的干扰去除了的第二车轮速度 $V_{0F}$ 、 $V_{0R}$ 。

[0115] 俯仰干扰去除部303将第二车轮速度 $V_{0F}$ 、 $V_{0R}$ 作为输入,根据车体侧视模型来运算作为所有车轮的基准车轮速度的第三车轮速度 $V_{bFL}$ 、 $V_{bFR}$ 、 $V_{bRL}$ 、 $V_{bRR}$ 。在此,车体侧视模型是指在从横方向观察车辆时将由于围绕通过车辆重心点的铅垂线上的俯仰旋转中心产生的俯仰运动所产生的车轮速度差去除的模型,用下面的公式表示。

[0116] (式3)

$$[0117] \quad V_{bFL} = V_{bFR} = V_{bRL} = V_{bRR} = \{L_r / (L_f + L_r)\} V_{0F} + \{L_f / (L_f + L_r)\} V_{0R}$$

[0118] 基准车轮速度再分配部304将 $V_{bFL}$  (=  $V_{bFR}$  =  $V_{bRL}$  =  $V_{bRR}$ )分别代入到(式1)所示的车体平面模型的 $V$ 中,计算最终的各车轮的基准车轮速度 $V_{FL}$ 、 $V_{FR}$ 、 $V_{RL}$ 、 $V_{RR}$ ,分别除以轮胎半径 $r_0$ 来计算基准车轮速度 $\omega_0$ 。

[0119] 当通过上述处理计算出各车轮的基准车轮速度 $\omega_0$ 时,运算该基准车轮速度 $\omega_0$ 与车轮速度传感器值的偏差,该偏差是伴随悬架行程产生的车轮速度变动,因此被变换为行程速度 $V_{z\_s}$ 。基本上,悬架在保持各车轮时不只是在上下方向上产生行程,车轮旋转中心随着行程而前后移动,并且搭载有车轮速度传感器5的车轴本身也发生倾斜,产生与车轮之间的旋转角度差。由于车轮速度随着该前后移动而变化,因此能够抽出基准车轮速度与车轮速度传感器值的偏差来作为伴随该行程产生的变动。此外,关于产生何种程度的变动,只要根据悬架几何适当设定即可。

[0120] 在行程速度运算部321中,当通过上述处理计算出各车轮的行程速度 $V_{z\_sFL}$ 、 $V_{z\_sFR}$ 、 $V_{z\_sRL}$ 、 $V_{z\_sRR}$ 时,在簧上速度运算部322中运算天棚控制用的弹起率、侧倾率以及俯仰率。

[0121] (关于估计模型)

[0122] 天棚控制是指根据S/A 3的行程速度与簧上速度的关系来设定阻尼力,通过对簧上进行姿势控制来达成平坦的行驶状态。在此,在为了通过天棚控制达成簧上的姿势控制中需要反馈簧上速度。当前能够由车轮速度传感器5检测的值是行程速度,簧上不具备上下加速度传感器等,因此需要使用估计模型来估计簧上速度。下面,说明估计模型的课题以及要采用的模型结构。

[0123] 图8是表示车体振动模型的概要图。图8的(a)是具备阻尼力固定的S/A的车辆(以下记载为传统车辆)的模型,图8的(b)是具备阻尼力可变的S/A并进行天棚控制的情况下的模型。在图8中, $M_s$ 表示簧上质量, $M_u$ 表示簧下质量, $K_s$ 表示螺旋弹簧的弹性系数, $C_s$ 表示S/A的阻尼系数, $K_u$ 表示簧下(轮胎)的弹性系数, $C_u$ 表示簧下(轮胎)的阻尼系数, $C_v$ 表示设为可变的阻尼系数。另外, $z_2$ 表示簧上的位置, $z_1$ 表示簧下的位置, $z_0$ 表示路面位置。

[0124] 在使用图8的(a)所示的传统车辆模型的情况下,针对簧上的运动方程式表示如下。此外,用 $dz_1$ 表示 $z_1$ 的一次微分(即,速度),用 $ddz_1$ 表示二次微分(即,加速度)。

[0125] (估计式1)

$$[0126] \quad M_s \cdot d d z_2 = -K_s(z_2 - z_1) - C_s(d z_2 - d z_1)$$

[0127] 当对该关系式进行拉普拉斯变换来进行整理时,表示如下。

[0128] (估计式2)

$$[0129] \quad d z_2 = -(1/M_s) \cdot (1/s^2) \cdot (C_s \cdot s + K_s)(d z_2 - d z_1)$$

[0130] 在此, $d z_2 - d z_1$ 是行程速度( $V_{z\_sFL}$ 、 $V_{z\_sFR}$ 、 $V_{z\_sRL}$ 、 $V_{z\_sRR}$ ),因此簧上速度能够根据行程速度计算出。但是,产生如下问题:当通过天棚控制变更阻尼力时,估计精度显著下降,因此如果是传统车辆模型则无法提供大的姿势控制力(阻尼力变更)。

[0131] 因此,考虑使用如图8的(b)所示那样的通过天棚控制的车辆模型。变更阻尼力基本上是指伴随着悬架行程变更对S/A 3的活塞移动速度进行限制的力的情形。由于使用无法将活塞主动地向期望的方向移动的半主动的S/A 3,因此当采用半主动天棚模型求簧上速度时,表示如下。

[0132] (估计式3)

$$[0133] \quad d z_2 = -(1/M_s) \cdot (1/s^2) \cdot \{(C_s + C_v) \cdot s + K_s\}(d z_2 - d z_1)$$

[0134] 其中,

$$[0135] \quad \text{在 } d z_2 \cdot (d z_2 - d z_1) \geq 0 \text{ 时, } C_v = C_{sky} \cdot \{d z_2 / (d z_2 - d z_1)\}$$

$$[0136] \quad \text{在 } d z_2 \cdot (d z_2 - d z_1) < 0 \text{ 时, } C_v = 0$$

[0137] 即, $C_v$ 为不连续的值。

[0138] 当前在考虑想要使用简单的滤波器进行簧上速度的估计的情况下,如果是半主动天棚模型,则在将本模型视为滤波器的情况下,各变量相当于滤波器系数,模拟微分项 $\{(C_s + C_v) \cdot s + K_s\}$ 中包含不连续的可变阻尼系数 $C_v$ ,因此滤波器响应变得不稳定,无法得到适当的估计精度。特别是当滤波器响应变得不稳定时,导致相位偏移。如果簧上速度的相位与符号失去对应关系,则无法达成天棚控制。因此,即使在使用半主动的S/A 3的情况下,也设为不依赖于簧上速度与行程速度的符号关系,而使用能够直接利用稳定的 $C_{sky}$ 的主动天棚模型来估计簧上速度。当采用主动天棚模型求簧上速度时,表示如下。

[0139] (估计式4)

$$[0140] \quad d z_2 = -(1/s) \cdot \{1/(s + C_{sky}/M_s)\} \cdot \{(C_s/M_s)s + (K_s/M_s)\}(d z_2 - d z_1)$$

[0141] 在这种情况下,模拟微分项 $\{(C_s/M_s)s + (K_s/M_s)\}$ 中不产生不连续性, $\{1/(s + C_{sky}/M_s)\}$ 的项能够由低通滤波器构成。因此,滤波器响应稳定,能够得到适当的估计精度。此外,在此,即使采用主动天棚模型,实际上也只能进行半主动控制,因此可控制区域减半。因此,估计的簧上速度的大小在簧上共振以下的频带中小于实际的速度,但是在天棚控制中最重要的是相位,只要能够维持相位与符号的对应关系,就能达成天棚控制,簧上速度的大小能够通过其它系数等调整,因此没有问题。

[0142] 根据以上的关系,能够理解出只要获知各车轮的行程速度就能够估计簧上速度。接着,由于实际的车辆不是一个车轮而是四个车轮,因此对使用这些各车轮的行程速度将簧上的状态模式分解为侧倾率、俯仰率以及弹起率进行估计的情形进行探讨。当前在根据四个车轮的行程速度计算上述三个成分的情况下,对应的成分缺少一个,解就不确定,因此导入表示对角车轮的运动的扭转率。当将行程量的弹起项设为 $x_{sB}$ 、将侧倾项设为 $x_{sR}$ 、将俯仰项设为 $x_{sP}$ 、将扭转项设为 $x_{sW}$ 、将与 $V_{z\_sFL}$ 、 $V_{z\_sFR}$ 、 $V_{z\_sRL}$ 、 $V_{z\_sRR}$ 对应的行程量设为 $z_{s}$

sFL、z\_sFR、z\_sRL、z\_sRR时，下面的式子成立。

[0143] (式1)

[0144]

$$\begin{Bmatrix} z\_sFL \\ z\_sFR \\ z\_sRL \\ z\_sRR \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} xsB \\ xsR \\ xsP \\ xsW \end{Bmatrix} \Rightarrow \begin{Bmatrix} xsB \\ xsR \\ xsP \\ xsW \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{Bmatrix} z\_sFL \\ z\_sFR \\ z\_sRL \\ z\_sRR \end{Bmatrix}$$

[0145] 根据以上的关系式，用下面的式子表示xsB、xsR、xsP、xsW的微分dxsB等。

[0146]  $dxsB = 1/4(Vz\_sFL + Vz\_sFR + Vz\_sRL + Vz\_sRR)$

[0147]  $dxsR = 1/4(Vz\_sFL - Vz\_sFR + Vz\_sRL - Vz\_sRR)$

[0148]  $dxsP = 1/4(-Vz\_sFL - Vz\_sFR + Vz\_sRL + Vz\_sRR)$

[0149]  $dxsW = 1/4(-Vz\_sFL + Vz\_sFR + Vz\_sRL - Vz\_sRR)$

[0150] 在此，簧上速度与行程速度的关系从上述估计式4得到，因此将估计式4中的 $-(1/s) \cdot \{1/(s+Csky/Ms)\} \cdot \{(Cs/Ms)s + (Ks/Ms)\}$ 部分记载为G，当考虑到分别与Csky、Cs以及Ks的弹起项、侧倾项、俯仰项相应的模态参数(CskyB、CskyR、CskyP、CsB、CsR、CsP、KsB、KsR、KsP)而得到的值设为GB、GR、GP、将各弹起率设为dB、将侧倾率设为dR、将俯仰率设为dP时，dB、dR、dP能够计算为下面的值。

[0151]  $dB = GB \cdot dxsB$

[0152]  $dR = GR \cdot dxsR$

[0153]  $dP = GP \cdot dxsP$

[0154] 基于以上内容，根据各车轮的行程速度，能够达成实际的车辆中的簧上的状态估计。

[0155] (簧上减振控制部)

[0156] 接着，说明簧上减振控制部33的结构。如图2所示，簧上减振控制部33具有根据上述的簧上速度估计值进行姿势控制的天棚控制部33a和根据路面输入频率抑制簧上振动的频率感应控制部33b。

[0157] [天棚控制部的结构]

[0158] 在实施例1的车辆的控制装置中，作为达成簧上姿势控制的致动器，具备发动机1、制动器20以及S/A 3这三个。其中，在天棚控制部33a中，关于S/A3，将弹起率、侧倾率、俯仰率这三个作为控制对象，关于发动机1，将弹起率和俯仰率作为控制对象，关于制动器20，将俯仰率作为控制对象。在此，为了针对作用不同的多个致动器分配控制量来控制簧上状态而需要使用各个致动器所共同的控制量。在实施例1中，通过使用由上述的行驶状态估计部32估计出的簧上速度，能够决定针对各致动器的控制量。

[0159] 弹起方向的天棚控制量为

[0160]  $FB = CskyB \cdot dB,$

[0161] 侧倾方向的天棚控制量为

[0162]  $FR = CskyR \cdot dR,$

[0163] 俯仰方向的天棚控制量为

[0164]  $FP = CskyP \cdot dP.$

[0165] FB作为弹起姿势控制量被发送到发动机1和S/A 3,FR是只在S/A 3中实施的控制,因此作为侧倾姿势控制量被发送到阻尼力控制部35。

[0166] 接着,说明俯仰方向的天棚控制量FP。俯仰控制通过发动机1、制动器20以及S/A 3进行。

[0167] 图9是表示实施例1的进行俯仰控制时的各致动器控制量计算处理的控制框图。天棚控制部33a具有:第一目标姿势控制量运算部331,其运算作为所有的致动器能够共同使用的控制量的第一目标姿势控制量、即目标俯仰率;发动机姿势控制量运算部332,其运算由发动机1达成的发动机姿势控制量;制动器姿势控制量运算部334,其运算由制动器20达成的制动器姿势控制量;S/A姿势控制量运算部336,其运算由S/A 3达成的S/A姿势控制量;以及动作切换部337,其切换各致动器针对俯仰控制进行动作、不进行动作。

[0168] 在本系统的天棚控制中,由于将进行动作以抑制俯仰率的情形作为第一优先,因此第一目标姿势控制量运算部331将俯仰率直接输出(以下将该俯仰率记载为第一目标姿势控制量)。发动机姿势控制量运算部332根据被输入的第一目标姿势控制量来运算发动机1能够达成的控制量、即发动机姿势控制量。

[0169] 在发动机姿势控制量运算部332内,为了不给驾驶员带来不舒服的感觉而设定了对与发动机姿势控制量相应的发动机扭矩控制量进行限制的限制值。由此,在将发动机扭矩控制量换算为前后加速度时进行了限制以使其在规定前后加速度范围内。因此,根据第一目标姿势控制量运算发动机扭矩控制量,在运算出限制值以上的值的情况下,输出根据限制值而能够达成的俯仰率的天棚控制量(将由发动机1抑制的俯仰率乘以 $C_{skyP}$ 得到的值;以下记载为发动机姿势控制量)。此时,针对后述的第二目标姿势控制量运算部333输出在换算部332a中换算为俯仰率的值。另外,发动机控制部1a根据与限制值对应的发动机姿势控制量运算发动机扭矩控制量并输出到发动机1。

[0170] 第二目标姿势控制量运算部333对第一目标姿势控制量与在换算部332a中将发动机姿势控制量换算为俯仰率得到的值的偏差、即第二目标姿势控制量进行运算,并输出到制动器姿势控制量运算部334。在制动器姿势控制量运算部334内,与发动机1同样地为了不给驾驶员带来不舒服的感觉而设定了对制动扭矩控制量进行限制的限制值(此外,稍后详细记述限制值)。

[0171] 由此,在将制动扭矩控制量换算为前后加速度时进行了限制以使其在规定前后加速度范围内(根据乘客的不舒服的感觉、致动器的寿命等求出的限制值)。因此,根据第二目标姿势控制量运算制动器姿势控制量,在运算出限制值以上的值的情况下,输出根据限制值而能够达成的俯仰率抑制量(以下记载为制动器姿势控制量)。此时,针对后述的第三目标姿势控制量运算部335输出在换算部334a中换算为俯仰率得到的值。另外,制动器控制部2a根据与限制值对应的制动器姿势控制量运算制动扭矩控制量(或者减速度),并输出到制动器控制部件2。

[0172] 第三目标姿势控制量运算部335对第二目标姿势控制量与制动器姿势控制量的偏差、即第三目标姿势控制量进行运算,并输出到S/A姿势控制量运算部336。S/A姿势控制量运算部336输出与第三目标姿势控制量相应的俯仰姿势控制量。

[0173] 动作切换部337输入由行驶状态估计部32计算出的俯仰率,在俯仰率的振幅的绝对值小于第一规定值的情况下,针对制动器姿势控制量运算部334和减振器姿势控制量运

算部336输出与第二目标姿势控制量和第三目标姿势控制量无关地将制动器姿势控制量和阻尼力控制量设为零的请求。另外,在俯仰率的振幅的绝对值小于比第一规定值大的第二规定值的情况下,针对制动器姿势控制量运算部334输出与第二目标姿势控制量无关地将制动器姿势控制量设为零的请求。

[0174] 阻尼力控制部35根据弹起姿势控制量、侧倾姿势控制量以及俯仰姿势控制量(以下将它们统称为S/A姿势控制量。)来运算阻尼力控制量,并输出到S/A3。

[0175] [制动俯仰控制]

[0176] 在此,说明制动俯仰控制。一般地,制动器20能够控制弹起和俯仰这两方,因此也可以说优选进行两方控制。但是,制动器20的弹起控制由于针对四个车轮同时产生制动力,因此尽管是控制优先级从高到低的方向,也难以获得控制效果,可是减速感较强,从而存在对于驾驶员来说形成不舒服的感觉的倾向。因此,设为将制动器20特化为俯仰控制的结构。图10是表示实施例1的制动俯仰控制的控制框图。当将车体的质量设为 $m$ 、将前轮的制动力设为 $BF_f$ 、将后轮的制动力设为 $BF_r$ 、将车辆重心点与路面之间的高度设为 $H_{cg}$ 、将车辆的加速度设为 $a$ 、将俯仰力矩设为 $M_p$ 、将俯仰率设为 $V_p$ 时,下面的关系式成立。

$$[0177] \quad BF_f + BF_r = m \cdot a$$

$$[0178] \quad m \cdot a \cdot H_{cg} = M_p$$

$$[0179] \quad M_p = (BF_f + BF_r) \cdot H_{cg}$$

[0180] 在此,如果在俯仰率 $V_p$ 为正、即前轮侧下沉时提供了制动力,则导致前轮侧进一步下沉,促进了俯仰运动,因此在这种情况下不施加制动力。另一方面,在俯仰率 $V_p$ 为负、即前轮侧抬起时,制动俯仰力矩提供制动力来抑制前轮侧的抬起。由此,确保驾驶员的视场而容易看到前方,由此有助于提高安心感、平坦感。根据以上内容,

[0181] 在 $V_p > 0$ (前轮下沉)时,提供 $M_p = 0$ 的控制量,

[0182] 在 $V_p \leq 0$ (前轮抬起)时,提供 $M_p = C_{skyP} \cdot V_p$ 的控制量。

[0183] 由此,由于只在车体的前端侧抬起时产生制动扭矩,因此与抬起和下沉两方都产生制动扭矩的情况相比,能够减小产生的减速度。另外,致动器动作频率也可以减半,因此能够采用低成本的致动器。

[0184] 基于以上的关系,制动器姿势控制量运算部334内包括以下的控制框。不敏感区处理符号判断部3341判断被输入的俯仰率 $V_p$ 的符号,在为正时,由于不需要进行控制,因此向减速感降低处理部3342输出0,在为负时判断为能够进行控制,向减速感降低处理部3342输出俯仰率信号。

[0185] [减速感降低处理]

[0186] 接着,说明减速感降低处理。该处理是与在制动器姿势控制量运算部334内进行的利用上述限制值的限制对应的处理。平方处理部3342a对俯仰率信号进行平方处理。由此,使符号反转,并且使控制力的上升平滑。俯仰率平方阻尼力矩运算部3342b将考虑到平方处理的俯仰项的天棚增益 $C_{skyP}$ 乘以进行平方处理得到的俯仰率来运算俯仰力矩 $M_p$ 。目标减速度计算部3342c将俯仰力矩 $M_p$ 除以质量 $m$ 和车辆重心点与路面之间的高度 $H_{cg}$ 来运算目标减速度。

[0187] 急动度阈值限制部3342d判断计算出的目标减速度的变化率、即急动度是否在预先设定的减速急动度阈值和去除急动度阈值的范围内以及目标减速度是否在前后加速度

限制值的范围内,在超过任一个阈值的情况下,将目标减速度校正为在急动度阈值的范围内的值,另外,在目标减速度超过限制值的情况下,设定在限制值内。由此,能够以不对驾驶员带来不舒服的感觉的方式产生减速度。

[0188] 目标俯仰力矩变换部3343将质量 $m$ 和高度 $H_{cg}$ 与在急动度阈值限制部3342d中进行限制得到的目标减速度相乘来计算目标俯仰力矩,并输出到制动器控制部2a和目标俯仰率变换部3344。目标俯仰率变换部3344将目标俯仰力矩除以俯仰项的天棚增益 $C_{skyP}$ 而变换为目标俯仰率(相当于制动器姿势控制量),并输出到第三目标姿势控制量运算部335。

[0189] 在实施例1中,通过动作切换部337的作用,在俯仰率的振幅的绝对值小于第一规定值时,仅通过发动机1实施俯仰控制,在俯仰率的振幅的绝对值为第一规定值以上且小于第二规定值时,除了发动机1以外还通过S/A 3实施俯仰控制,在俯仰率的振幅的绝对值为第二规定值以上时,除了发动机1、S/A 3以外还通过制动器20实施俯仰控制。

[0190] 也就是说,在俯仰率小(俯仰率的振幅的绝对值小于第一规定值)的情况下,通过将俯仰姿势控制量设为零,能够缩小S/A 3的可控制区域,能够通过廉价的S/A 3达成俯仰控制。在此,当使阻尼力控制量增大时,基本上阻尼力增大。阻尼力增大是指形成为较硬的悬架特性,因此在从路面侧输入了高频振动的情况下,容易传递高频输入,破坏乘客的舒适性(以下记载为高频振动特性的恶化)。对于此,通过将俯仰姿势控制量设为零,能够避免高频振动的恶化。

[0191] 另外,在俯仰率为中等程度(俯仰率的振幅的绝对值为第一规定值以上且小于第二规定值)以下的情况下,通过将制动器姿势控制量设为零,能够避免伴随着制动扭矩的增加而引起减速感增大。此时,由于在减振器姿势控制量之前确定出发动机姿势控制量,因此能够通过发动机1这种不因路面输入而影响振动传递特性的致动器的俯仰率抑制来降低S/A 3的俯仰姿势控制量,从而能够抑制高频振动的恶化。并且,俯仰率超过中等程度的情形很少,因此能够减少产生减速度的场景,能够提高制动系统的耐久性。

[0192] 并且,在俯仰率大(俯仰率的振幅的绝对值为第二规定值以上)的情况下,由于在俯仰姿势控制量之前确定出发动机姿势控制量和制动器姿势控制量,因此能够通过发动机1和制动器20这种不因路面输入而影响振动传递特性的致动器的俯仰率抑制来降低S/A 3的控制量,从而能够抑制高频振动的恶化。另外,由于在制动器姿势控制量之前确定出发动机姿势控制量,因此能够抑制伴随制动扭矩的增加而减速感增大。

[0193] [频率感应控制部]

[0194] 接着,说明簧上减振控制部内的频率感应控制处理。在实施例1中,基本根据车轮速度传感器5的检测值来估计簧上速度,通过进行基于该簧上速度的天棚控制来达成簧上减振控制。然而,也存在认为车轮速度传感器5无法充分保证估计精度的情况、根据行驶状况、驾驶员的意图而想要主动保证舒适的行驶状态(与车体平坦感相比更柔和的乘车感觉)的情况。在这种情况下,由于存在如天棚控制那样行程速度与簧上速度的符号的关系(相位等)很重要的矢量控制中相位少许偏移而难以进行适当的控制的情况,因此设为导入与振动特性的标量相应的簧上减振控制、即频率感应控制。

[0195] 图11是同时绘制出由车轮速度传感器检测出的车轮速度频率特性和在实施例1中未搭载的行程传感器的行程频率特性的图。在此,频率特性是指将相对于频率的振幅的大小作为标量而取为纵轴的特性。当将车轮速度传感器5的频率成分与行程传感器的频率成



分进行比较时,能够理解出从簧上共振频率成分至簧下共振频率成分取得大致相同的标量。因此,设为根据车轮速度传感器5的检测值中的该频率特性来设定阻尼力。此,将簧上共振频率成分存在的区域作为由于乘客的身体整体振动而造成乘客被抛向空中那样的感觉、再换句话说作用于乘客的重力加速度减少那样的感觉的频率区域而定义为腾空区域(0.5Hz~3Hz),将簧上共振频率成分与簧下共振频率成分之间的区域作为造成虽然不是重力加速度减少那样的感觉但像是骑马快跑(trot)时人体颠簸那样的感觉、再换句话说整个身体能够追随的上下运动的频率区域而定义为跳动区域(3Hz~6Hz),将簧下共振频率成分存在的区域作为虽然不是人体的质量所能追随的程度的上下运动但是针对乘客的大腿之类的身体的一部分传递些微的振动那样的频率区域而定义为抖动区域(6Hz~23Hz)。

[0196] 图12是表示实施例1的簧上减振控制中的频率感应控制的控制框图。带阻滤波器350将车轮速度传感器值中的使用于本控制的振动成分以外的噪声截止。规定频率区域分割部351分割为腾空区域、跳动区域以及抖动区域的各个频带。希尔伯特变换处理部352对分割出的各频带进行希尔伯特变换,变换为基于频率的振幅的标量(具体地说,是根据振幅和频带计算出的面积)。

[0197] 车辆振动系统权重设定部353设定腾空区域、跳动区域以及抖动区域的各频带的振动被实际传播给车辆的权重。人体感觉权重设定部354设定腾空区域、跳动区域以及抖动区域的各频带的振动被传播给乘客的权重。

[0198] 在此,说明人体感觉权重的设定。图13是表示相对于频率的人体感觉特性的相关图。如图13所示,在作为低频区域的腾空区域中,乘客对频率的敏感度比较低,随着向高频区域迁移而敏感度逐渐增大。此外,抖动区域以上的高频区域难以传递给乘客。根据以上内容,将腾空区域的人体感觉权重 $W_f$ 设定为0.17,将跳动区域的人体感觉权重 $W_h$ 设定为大于 $W_f$ 的0.34,将抖动区域的人体感觉权重 $W_b$ 设定为比 $W_f$ 和 $W_h$ 更大的0.38。由此,能够进一步提高各频带的标量与实际传播给乘客的振动的相互关系。此外,这两个权重系数也可以根据车辆概念、乘客的喜好而适当变更。

[0199] 权重决定单元355计算各频带的权重中的各自的频带的权重所占的比例。当将腾空区域的权重设为 $a$ 、将跳动区域的权重设为 $b$ 、将抖动区域的权重设为 $c$ 时,腾空区域的权重系数为 $(a/(a+b+c))$ ,跳动区域的权重系数为 $(b/(a+b+c))$ ,抖动区域的权重系数为 $(c/(a+b+c))$ 。

[0200] 标量运算部356将在权重决定单元355中计算出的权重与由希尔伯特变换处理部352计算出的各频带的标量相乘,输出最终的标量。目前为止的处理是针对各车轮的车轮速度传感器值进行的。

[0201] 最大值选择部357从针对四个车轮分别运算出的最终的标量中选择最大值。此外,下部的0.01是由于在后面的处理中将最大值的合计作为分母因此为了避免分母为0而设定的。比率运算部358将各频带的标量最大值的合计作为分母,将相当于腾空区域的频带的标量最大值作为分子来运算比率。换言之,运算所有振动成分中包含的腾空区域的混入比率(以下简记为比率)。簧上共振滤波器359针对计算出的比率进行簧上共振频率的1.2Hz左右的滤波处理,从计算出的比率中抽出表示腾空区域的簧上共振频带的成分。换言之,由于腾空区域存在于1.2Hz左右,因此认为该区域的比率也在1.2Hz左右处变化。然后,将最终抽出的比率输出到阻尼力控制部35,输出与比率相应的频率感应阻尼力控制量。

[0202] 图14是表示实施例1的频率感应控制下的腾空区域的振动混入比率与阻尼力的关系的特性图。如图14所示,通过在腾空区域的比率大时将阻尼力设定得高,来降低簧上共振的振动水平。此时,即使将阻尼力设定得高,由于跳动区域、抖动区域的比率小,因此也不会向乘客传递高频振动、轻微地运动那样的振动。另一方面,通过在腾空区域的比率小时将阻尼力设定得低,从而簧上共振以上的振动传递特性减少,高频振动得到抑制,能够获得顺畅的乘车感觉。

[0203] 在此,说明将频率感应控制与天棚控制进行对比的情况下的频率感应控制的优点。图15是表示在某行驶条件下由车轮速度传感器5检测出的车轮速度频率特性的图。这是在行驶于特别是像如石板路那样的较小的凹凸连续那样的路面的情况下表现的特性。当在行驶于表示这种特性的路面的过程中进行天棚控制时,在天棚控制中依据振幅的峰值决定阻尼力,因此假设相对于高频振动的输入而相位的估计变差时,导致在错误的定时设定了非常高的阻尼力,从而存在高频振动恶化这样的问题。

[0204] 与此相对地,在如频率感应控制那样根据标量而非矢量进行控制的情况下,在如图15所示那样的路面中腾空区域的比率小,因此设定了较低的阻尼力。由此,即使在抖动区域的振动的振幅大的情况下,振动传递特性也充分减少,因此能够避免高频振动恶化。基于以上内容,例如在即使具备昂贵的传感器等来进行天棚控制也由于相位估计精度变差而难以进行控制的区域中,能够通过基于标量的频率感应控制来抑制高频振动。

[0205] (簧下减振控制部)

[0206] 接着,说明簧下减振控制部的结构。如图8的(a)的传统车辆中说明的那样,由于轮胎也具有弹性系数和阻尼系数,因此存在共振频带。但是,轮胎的质量与簧上质量相比较小,弹性系数也高,因此存在于比簧上共振高的高频侧。由于该簧下共振成分,导致簧下的轮胎一颠一颠地运动,从而触地性有可能变差。另外,簧下的紊乱也有可能给乘客带来不适感。因此,为了抑制簧下共振所引起的紊乱,而设定与簧下共振成分相应的阻尼力。

[0207] 图16是表示实施例1的簧下减振控制的控制结构的框图。簧下共振成分抽出部341针对从行驶状态估计部32内的偏差运算部321b输出的车轮速度变动使带通滤波器作用来抽出簧下共振成分。簧下共振成分从车轮速度频率成分中的大致10Hz~20Hz的区域中抽出。包络波形成形部342使抽出的簧下共振成分标量化,使用包络滤波器(EnvelopeFilter)形成包络波形。增益乘法部343将增益与标量化得到的簧下共振成分相乘,计算簧下减振阻尼力控制量并输出到阻尼力控制部35。此外,在实施例1中,设为针对从行驶状态估计部32内的偏差运算部321b输出的车轮速度变动作用带通滤波器来抽出簧下共振成分,但是也可以针对车轮速度传感器检测值使带通滤波器作用来抽出簧下共振成分、或者在行驶状态估计部32中与簧上速度一并地对簧下速度进行估计、演算,来抽出簧下共振成分。

[0208] (关于阻尼力控制部的结构)

[0209] 接着,说明阻尼力控制部35的结构。图17是表示实施例1的阻尼力控制部的控制结构的控制框图。等效粘性阻尼系数变换部35a被输入从驾驶员输入控制部31输出的驾驶员输入阻尼力控制量、从天棚控制部33a输出的S/A姿势控制量、从频率感应控制部33b输出的频率感应阻尼力控制量、从簧下减振控制部34输出的簧下减振阻尼力控制量以及由行驶状态估计部32运算出的行程速度,将这些值变换为等效粘性阻尼系数。

[0210] 阻尼系数仲裁部35b对根据在等效粘性阻尼系数变换部35a变换得到的阻尼系数

(以下将各个阻尼系数记载为驾驶员输入阻尼系数 $k_1$ 、S/A姿势阻尼系数 $k_2$ 、频率感应阻尼系数 $k_3$ 、簧下减振阻尼系数 $k_4$ )中的哪个阻尼系数进行控制来进行仲裁,输出最终的阻尼系数。控制信号变换部35c根据由阻尼系数仲裁部35b仲裁出的阻尼系数和行程速度变换为针对S/A 3的控制信号(指令电流值),并输出到S/A 3。

[0211] [阻尼系数仲裁部]

[0212] 接着,说明阻尼系数仲裁部35b的仲裁内容。在实施例1的车辆的控制装置中具有四个控制模式。第一个是假定行驶于一般的市区等并能够获得适当的转弯状态的状态的标准模式,第二个是假定主动地行驶于连续弯路等并能够获得稳定的转弯状态的状态的运动模式,第三个是假定在低车速启动时等乘车感觉优先而行驶的状态的舒适模式,第四个是假定以较高的车速行驶于直线状态多的高速公路等的状态的高速模式。

[0213] 在标准模式中,进行天棚控制部33a的天棚控制,并实施使簧下减振控制部34的簧下减振控制优先的控制。

[0214] 在运动模式中,使驾驶员输入控制部31的驾驶员输入控制优先,并实施天棚控制部33a的天棚控制和簧下减振控制部34的簧下减振控制。

[0215] 在舒适模式中,进行频率感应控制部33b的频率感应控制,并实施使簧下减振控制部34的簧下减振控制优先的控制。

[0216] 在高速模式中,使驾驶员输入控制部31的驾驶员输入控制优先,并实施将天棚控制部33a的天棚控制与簧下减振控制部34的簧下减振控制的控制量相加的控制。

[0217] 下面,针对这些各模式中的阻尼系数的仲裁进行说明。

[0218] (标准模式中的仲裁)

[0219] 图18是表示实施例1的标准模式中的阻尼系数仲裁处理的流程图。

[0220] 在步骤S1中,判断S/A姿势阻尼系数 $k_2$ 是否大于簧下减振阻尼系数 $k_4$ ,在大于簧下减振阻尼系数 $k_4$ 时,进入步骤S4,设定 $k_2$ 作为阻尼系数。

[0221] 在步骤S2中,根据在频率感应控制部33b中说明的腾空区域、跳动区域以及抖动区域的标量来运算抖动区域的标量比率。

[0222] 在步骤S3中,判断抖动区域的比率是否为规定值以上,在为规定值以上的情况下担心高频振动导致乘车感觉变差,因此进入步骤S4,将作为较低的值 $k_2$ 设定为阻尼系数。另一方面,在抖动区域的比率小于上述规定值的情况下,即使将阻尼系数设定得高也很少担心高频振动导致乘车感觉变差,因此进入步骤S5,设定 $k_4$ 作为阻尼系数。

[0223] 如上所述,在标准模式中,原则上使抑制簧下共振的簧下减振控制优先。但是,在天棚控制所要求的阻尼力低于簧下减振控制所要求的阻尼力且抖动区域的比率大时,设定天棚控制的阻尼力,避免伴随着满足簧下减振控制的要求而引起高频振动特性的恶化。由此,能够与行驶状态相应地获得最佳的阻尼特性,并能够达成车体的平坦感且同时避免针对高频振动的乘车感觉变差。

[0224] (运动模式中的仲裁)

[0225] 图19是表示实施例1的运动模式中的阻尼系数仲裁处理的流程图。

[0226] 在步骤S11中,根据由驾驶员输入控制设定的四个车轮的驾驶员输入阻尼系数 $k_1$ 来运算四轮阻尼力分配率。当将右前轮的驾驶员输入阻尼系数设为 $k_{1fr}$ 、将左前轮的驾驶员输入阻尼系数设为 $k_{1fl}$ 、将右后轮的驾驶员输入阻尼系数设为 $k_{1rr}$ 、将左后轮的驾驶员

输入阻尼系数设为 $k_{1r1}$ 、将各车轮的阻尼力分配率设为 $x_{fr}$ 、 $x_{fl}$ 、 $x_{rr}$ 、 $x_{rl}$ 时,通过下式进行计算。

$$[0227] \quad x_{fr} = k_{1fr} / (k_{1fr} + k_{1fl} + k_{1rr} + k_{1rl})$$

$$[0228] \quad x_{fl} = k_{1fl} / (k_{1fr} + k_{1fl} + k_{1rr} + k_{1rl})$$

$$[0229] \quad x_{rr} = k_{1rr} / (k_{1fr} + k_{1fl} + k_{1rr} + k_{1rl})$$

$$[0230] \quad x_{rl} = k_{1rl} / (k_{1fr} + k_{1fl} + k_{1rr} + k_{1rl})$$

[0231] 在步骤S12中,判断阻尼力分配率 $x$ 是否在规定范围内(大于 $\alpha$ 、小于 $\beta$ ),在规定范围内的情况下,判断为针对各车轮的分配大致均等,进入步骤S13,无论哪一个在规定范围外的情况下都进入步骤S16。

[0232] 在步骤S13中,判断簧下减振阻尼系数 $k_4$ 是否大于驾驶员输入阻尼系数 $k_1$ ,在判断为大的情况下进入步骤S15,设定 $k_4$ 作为第一阻尼系数 $k$ 。另一方面,在判断为簧下减振阻尼系数 $k_4$ 为驾驶员输入阻尼系数 $k_1$ 以下的情况下进入步骤S14,设定 $k_1$ 作为第一阻尼系数 $k$ 。

[0233] 在步骤S16中,判断簧下减振阻尼系数 $k_4$ 是否为S/A 3能够设定的最大值 $\max$ ,在判断为是最大值 $\max$ 的情况下进入步骤S17,在除此以外的情况下进入步骤S18。

[0234] 在步骤S17中,运算出四个车轮的驾驶员输入阻尼系数 $k_1$ 的最大值为簧下减振阻尼系数 $k_4$ 且满足阻尼力分配率的阻尼系数作为第一阻尼系数 $k$ 。换言之,运算满足阻尼力分配率且阻尼系数最高的值。

[0235] 在步骤S18中,运算出在四个车轮的驾驶员输入阻尼系数 $k_1$ 均为 $k_4$ 以上的范围内满足阻尼力分配率的阻尼系数作为第一阻尼系数 $k$ 。换言之,运算出满足通过驾驶员输入控制设定的阻尼力分配率且还满足簧下减振控制侧的要求的值。

[0236] 在步骤S19中,判断通过上述各步骤设定的第一阻尼系数 $k$ 是否小于通过天棚控制设定的S/A姿势阻尼系数 $k_2$ ,在判断为小的情况下,天棚控制侧所要求的阻尼系数更大,因此进入步骤S20,设定为 $k_2$ 。另一方面,在判断为 $k$ 为 $k_2$ 以上的情况下,进入步骤S21,设定为 $k$ 。

[0237] 如上所述,在运动模式中,原则上使抑制簧下共振的簧下减振控制优先。但是,从驾驶员输入控制侧要求的阻尼力分配率与车体姿势密切相关,特别是与侧倾模式所引起的驾驶员的视线变化的关联也很深,因此最优先事项是将确保阻尼力分配率,而不是从驾驶员输入控制侧要求的阻尼系数本身。另外,关于在保持了阻尼力分配率的状态下使车体姿势产生姿势变化的运动,通过高选择(select high)来选择天棚控制,由此能够维持稳定的车体姿势。

[0238] (舒适模式中的仲裁)

[0239] 图20是表示实施例1的舒适模式中的阻尼系数仲裁处理的流程图。

[0240] 在步骤S30中,判断频率感应阻尼系数 $k_3$ 是否大于簧下减振阻尼系数 $k_4$ ,在判断为大的情况下进入步骤S32,设定为频率感应阻尼系数 $k_3$ 。另一方面,在判断为频率感应阻尼系数 $k_3$ 为簧下减振阻尼系数 $k_4$ 以下的情况下进入步骤S32,设定为簧下减振阻尼系数 $k_4$ 。

[0241] 如上所述,在舒适模式中,基本上使抑制簧下共振的簧下共振控制优先。本来进行频率感应控制作为簧上减振控制,由此设定了与路面状况相应的最佳的阻尼系数,因此能够达成确保了乘车感觉的控制,并能够通过簧下减振控制来避免因簧下紊乱导致的触地感不足。此外,在舒适模式中也可以与标准模式同样地构成为与频率标量的抖动比率相应地

切换阻尼系数。由此,作为超舒适模式,能够进一步确保乘车感觉。

[0242] (高速模式中的仲裁)

[0243] 图21是表示实施例1的高速模式中的阻尼系数仲裁处理的流程图。此外,由于步骤S11至S18与运动模式中的仲裁处理相同,因此省略说明。

[0244] 在步骤S40中,将直到步骤S18为止仲裁得到的第一阻尼系数 $k$ 与天棚控制下的S/A姿势阻尼系数 $k_2$ 相加后输出。

[0245] 如上所述,在高速模式中,使用将仲裁得到的第一阻尼系数 $k$ 与S/A姿势阻尼系数 $k_2$ 相加得到的值来对阻尼系数进行仲裁。在此,使用附图对作用进行说明。图22是表示行驶于起伏路面和凹凸路面时的阻尼系数变化的时序图。例如,在想要抑制在高车速行驶时由于路面的少许起伏等的影响而车体轻轻晃动那样的运动的情况下,如果想要仅通过天棚控制来达成,则需要检测车轮速度的稍微变动,因此需要将天棚控制增益设定得很高。在这种情况下,能够抑制轻轻晃动那样的运动,但是在发生路面的凹凸等的情况下,有可能由于控制增益过大而进行过度的阻尼力控制。由此,担心乘车感觉变差、车体姿势变差。

[0246] 与此相对地,由于如高速模式那样始终设定第一阻尼系数 $k$ ,因此始终确保了某种程度的阻尼力,从而即使天棚控制下的阻尼系数小也能够抑制车体轻轻晃动那样的运动。另外,由于不需要提高天棚控制增益,因此针对路面凹凸也能够通过普通的控制增益适当地应对。除此之外,在设定了第一阻尼系数 $k$ 的状态下进行天棚控制,因此在半主动控制区域内,与阻尼系数限制不同,能够进行阻尼系数的减少工序的动作,从而能够在高速行驶时确保稳定的车辆姿势。

[0247] (模式选择处理)

[0248] 接着,说明对上述各行驶模式进行选择的模式选择处理。图23是表示在实施例1的阻尼系数仲裁部中基于行驶状态的模式选择处理的流程图。

[0249] 在步骤S50中,根据转动角传感器7的值判断是否为直行行驶状态,在判断为是直行行驶状态的情况下进入步骤S51,在判断为是转弯状态的情况下进入步骤S54。

[0250] 在步骤S51中,根据车速传感器8的值判断是否表示高车速状态的规定车速 $VSP1$ 以上,在判断为 $VSP1$ 以上的情况下进入步骤S52,选择标准模式。另一方面,在判断为小于 $VSP1$ 的情况下进入步骤S53,选择舒适模式。

[0251] 在步骤S54中,根据车速传感器8的值判断是否为表示高车速状态的规定车速 $VSP1$ 以上,在判断为 $VSP1$ 以上的情况下进入步骤S55,选择高速模式。另一方面,在判断为小于 $VSP1$ 的情况下进入步骤S56,选择运动模式。

[0252] 即,在直行行驶状态下,通过在高车速行驶的情况下选择标准模式,能够实现天棚控制下的车体姿势的稳定化,并且通过抑制跳动、抖动之类的高频振动,能够确保乘车感觉,并进一步抑制簧下共振。另外,通过在低车速行驶的情况下选择舒适模式,能够极力抑制跳动、抖动之类的振动传递给乘客的同时抑制簧下共振。

[0253] 另一方面,在转弯行驶状态下,通过在高车速行驶的情况下选择高速模式,来根据加上阻尼系数得到的值进行控制,因此基本上能够获得高阻尼力。由此,即使是高车速,也能够通过驾驶员输入控制来主动确保转弯时的车体姿势并抑制簧下共振。另外,通过在低车速行驶的情况下选择运动模式,能够通过驾驶员输入控制来主动确保转弯时的车体姿势并适当地进行天棚控制的同时抑制簧下共振,能够以稳定的车辆姿势行驶。

[0254] 此外,关于模式选择处理,在实施例1中例示了检测行驶状态来自动切换的控制例,但是例如也可以设置驾驶员能够操作的切换开关等,通过切换开关等进行控制来选择行驶模式。由此,能够获得与驾驶员的行驶意图相应的乘车感觉、转弯性能。

[0255] 如以上说明的那样,在实施例1中起到下述列举的作用效果。

[0256] (1)具备:发动机姿势控制量运算部332(动力源姿势控制单元),其运算作为使车体的姿势成为目标姿势的第一姿势控制装置的车辆的发动机1的发动机姿势控制量,并输出到发动机1;第二姿势控制单元,其运算使车体的姿势成为目标姿势的第二姿势控制装置的第二姿势控制量,并输出到第二姿势控制装置;行驶状态估计部32(状态量检测单元),其检测表示车体姿势的状态量;以及天棚控制部33a(姿势控制单元),其在所检测出的状态量的振幅的绝对值小于第一规定值时,通过发动机姿势控制量运算部332控制车体姿势,在振幅的绝对值为第一规定值以上时,除了发动机姿势控制量运算部332以外还通过第二姿势控制单元控制车体姿势。

[0257] 因此,在振幅大时,由发动机1和第二姿势控制装置来控制车体姿势,因此能够得到想要的车体姿势。

[0258] (2)第二姿势控制装置是制动器20,第二姿势控制单元是运算制动器20的制动器姿势控制量作为第二姿势控制量并输出到制动器20的制动器姿势控制量运算部334(摩擦制动器姿势控制单元)。

[0259] 因此,能够通过作为与高频振动特性的恶化没有任何关系的致动器的发动机1和制动器20来进行姿势控制,能够避免高频振动特性的恶化。

[0260] 另外,在表示车体姿势的状态量的振幅的绝对值小于第二规定值时,仅根据发动机1的发动机姿势控制量进行姿势控制,将制动器20的制动器姿势控制量设为零,因此能够减少在车体姿势控制中产生减速度的场景,从而能够降低给驾驶员带来的不舒服的感觉。

[0261] (3)具备S/A姿势控制量运算部336(阻尼力控制单元),其运算作为使车体的姿势成为目标姿势的第三姿势控制装置的S/A 3的阻尼力控制量并输出到S/A 3,天棚控制部33a在检测出的状态量的振幅的绝对值小于第一规定值时,通过发动机姿势控制量运算部332控制车体姿势,在振幅的绝对值为第一规定值以上且小于比第一规定值大的第二规定值时,除了发动机姿势控制量运算部332以外还通过S/A姿势控制量运算部336控制车体姿势,在振幅的绝对值为第二规定值以上时,除了发动机姿势控制量运算部332和S/A姿势控制量运算部336以外还通过制动器姿势控制量运算部334控制车体姿势。

[0262] 因此,能够根据作为与高频振动特性的恶化没有任何关系的致动器的发动机1的发动机姿势控制量和制动器20的制动器姿势控制量来降低S/A 3的俯仰姿势控制量,从而能够避免高频振动特性的恶化。另外,能够缩小S/A 3的可控制区域,从而能够通过廉价的结构达成车体姿势控制。

[0263] 并且,在表示车体姿势的状态量的振幅的绝对值小于第二规定值时,制动器20的制动器姿势控制量为零,因此能够减少在车体姿势控制中产生减速度的场景,能够降低给驾驶员带来的不舒服的感觉。

[0264] (4)第二姿势控制装置是S/A 3,第二姿势控制单元是运算S/A 3的减振器姿势控制量作为第二姿势控制量并输出到S/A 3的S/A姿势控制量运算部336(阻尼力控制单元)。

[0265] 因此,能够根据作为与高频振动特性的恶化没有任何关系的致动器的发动机1的

发动机姿势控制量和S/A 3的俯仰姿势控制量来降低S/A 3的俯仰姿势控制量,从而能够避免高频振动特性的恶化。另外,能够缩小S/A 3的可控制区域,从而能够通过廉价的结构达成车体姿势控制。

[0266] (5)具备制动器姿势控制量运算部334(摩擦制动器姿势控制单元),其运算作为使车体的姿势成为目标姿势的第三姿势控制装置的制动器20的制动器姿势控制量,并输出到制动器20,天棚控制部33a检测出的状态量的振幅的绝对值小于第一规定值时,通过发动机姿势控制量运算部332控制车体姿势,在振幅的绝对值为第一规定值以上且小于比第一规定值大的第二规定值时,除了发动机姿势控制量运算部332以外还通过S/A姿势控制量运算部336控制车体姿势,在振幅的绝对值为第二规定值以上时,除了发动机姿势控制量运算部332和S/A姿势控制量运算部336以外还通过制动器姿势控制量运算部334控制车体姿势。

[0267] 因此,能够根据作为与高频振动特性的恶化没有任何关系的致动器的发动机1的发动机姿势控制量和制动器20的制动器姿势控制量来降低S/A 3的俯仰姿势控制量,从而能够避免高频振动特性的恶化。另外,能够缩小S/A 3可控制区域,从而能够通过廉价的结构达成车体姿势控制。

[0268] 并且,在表示车体姿势的状态量的振幅的绝对值小于第二规定值时,制动器20的制动器姿势控制量为零,因此能够减少在车体姿势控制中产生减速度的场景,能够降低给驾驶员带来的不舒服的感觉。

[0269] (6)具有检测车辆的俯仰率的行驶状态估计部32(行驶状态检测单元),制动器姿势控制量运算部334根据所检测出的俯仰率来运算制动器姿势控制量。

[0270] 一般地,制动器20能够控制弹起和俯仰的两方,也可以说优选进行这两方。但是,由于制动器20的弹起控制针对四个车轮同时产生制动力,因此尽管是控制优先级从高到低的方向,也难以获得控制效果,可是减速感较强,从而存在对于驾驶员来说形成不舒服的感觉的倾向。因此,设为将制动器20特化为俯仰控制的结构。

[0271] 在此,如果在俯仰率 $V_p$ 为正、即前轮侧下沉时提供了制动力,则导致前轮侧进一步下沉,促进了俯仰运动,因此在这种情况下不施加制动力。另一方面,在俯仰率 $V_p$ 为负、即前轮侧抬起时,制动俯仰力矩提供制动力来抑制前轮侧的抬起。由此,确保驾驶员的视场而容易看到前方,由此有助于提高安心感、平坦感。另外,由于只在车体的前端侧抬起时产生制动扭矩,因此与抬起和下沉两方都产生制动扭矩的情况相比,能够减小产生的减速度。另外,致动器动作频率也可以减半,因此能够采用低成本的致动器。

[0272] (7)行驶状态估计部32(行驶状态检测单元)根据车轮速度的变化来估计车辆的俯仰率。

[0273] 因此,不需要具备簧上上下下加速度传感器、行程传感器之类的昂贵的传感器,一般由任何车辆均搭载的车轮速度传感器5估计俯仰率,由此能够实现部件件数的削减以及成本的削减,从而能够提高车辆搭载性。

[0274] (8)行驶状态估计部32(行驶状态检测单元)通过根据表示四个车轮的上下方向运动的弹起项、表示前后车轮的上下方向运动的俯仰项、表示左右车轮的上下方向运动的侧倾项、表示对角车轮的上下方向运动的扭转项来展开为四轮模型,由此估计车辆的俯仰率。

[0275] 即,在根据四个车轮的簧上速度模式分解为侧倾项、俯仰项以及弹起项的情况下,对应的成分缺少一个,解就不确定。因此,能够通过导入表示对角车轮的运动的扭转项来估

计上述各项。

[0276] (9)发动机姿势控制量运算部332(动力源姿势控制单元)、制动器姿势控制量运算部334(摩擦制动器姿势控制单元)以及S/A姿势控制量运算部336(阻尼力控制单元)根据天棚控制规则来运算各姿势控制量。即,通过针对发动机1、制动器20以及S/A 3赋予基于天棚控制的控制量,能够得到稳定的簧上姿势。

[0277] (10)行驶状态估计部32(状态量检测单元)根据车轮速度的变化来估计表示车体姿势的状态量。

[0278] 因此,不需要具备簧上上下加速度传感器、行程传感器之类的昂贵的传感器,一般由任何车辆均搭载的车轮速度传感器5估计表示车体姿势的状态量,由此能够实现部件件数的削减以及成本的削减,从而能够提高车辆搭载性。

[0279] (11)行驶状态估计部32(状态量检测单元)估计车辆的俯仰率。

[0280] 因此,根据发动机姿势控制量抑制俯仰姿势控制量,相应地使侧倾姿势控制量和弹起姿势控制量变大,因此能够提高天棚控制的控制性。

[0281] (12)具备:行驶状态估计部32(传感器),其检测表示车体姿势的状态量;以及天棚控制部33a(控制器),其在所检测出的状态量的振幅的绝对值小于第一规定值时,通过发动机1的驱动力来控制车体姿势,在振幅的绝对值为第一规定值以上时,除了发动机1的驱动力以外还通过第二姿势控制装置所产生的力来控制车体姿势。

[0282] 因此,在振幅大时,通过发动机1和第二姿势控制装置来控制车体姿势,因此能够得到想要的车体姿势。

[0283] (13)天棚控制部33a在表示车体姿势的状态量的振幅的绝对值小于第一规定值时,通过发动机1的驱动力来控制车体姿势,在振幅的绝对值为第一规定值以上时,除了发动机1的驱动力以外还通过第二姿势控制装置所产生的力来控制车体姿势。

[0284] 因此,在振幅大时,通过发动机1和第二姿势控制装置来控制车体姿势,因此能够得到想要的车体姿势。

[0285] [实施例2]

[0286] 图24是表示实施例2的进行俯仰控制时的各致动器控制量计算处理的控制框图。在实施例2中,动作切换部337代替俯仰率而根据侧倾率切换各致动器进行动作/不进行动作的点与实施例1不同。

[0287] 在实施例2中,通过动作切换部337的作用,在侧倾率的振幅的绝对值小于第一规定值时,仅通过发动机扭矩控制量实施俯仰控制,在侧倾率的振幅的绝对值为第一规定值以上且小于第二规定值时,除了发动机扭矩控制量以外还通过阻尼力控制量实施俯仰控制,在侧倾率的振幅的绝对值为第二规定值以上时,除了发动机扭矩控制量、阻尼力控制量以外还通过制动扭矩控制量实施俯仰控制。

[0288] 因此,在实施例2中,除了实施例1的作用效果(1)~(10)、(12)、(13)以外,还起到下述的作用效果。

[0289] (14)行驶状态估计部32(状态量检测单元)估计车辆的侧倾率。

[0290] 由此,根据发动机姿势控制量来抑制俯仰姿势控制量,相应地能够使S/A3中的侧倾姿势控制量变大,因此能够提前抑制侧倾运动。

[0291] [实施例3]



[0292] 图25是表示实施例3的进行俯仰控制时的各致动器控制量计算处理的控制框图。实施例3与实施例1的不同点在于:与行程速度高时相比,S/A姿势控制量运算部336在行程速度低时实施使俯仰姿势控制量减小的阻尼力抑制控制处理。下面,说明阻尼力抑制控制处理。图26是表示实施例3的相对于行程速度的控制力的关系的特性图。将横轴设为行程速度,将纵轴设为控制力。控制力是指与阻尼力成比例的值,如果增大阻尼力,则进行姿势控制的控制力相应地变大,如果减小阻尼力,则进行姿势控制的控制力相应地变小。

[0293] 在此,S/A 3只具有通过变更设置于活塞的节流孔的节流孔径来变更阻尼力的被动功能,不具有如主动地使活塞产生行程那样的主动功能。因此,如图26的特性图所示那样,第一象限(I)和第三象限(III)是能够在抑制行程速度的方向上作用阻尼力的区域,因此是S/A 3的可控制区域,第二象限(II)和第四象限(IV)时需要在产生行程速度的方向上输出力的区域,因此为S/A 3的不可控制区域。

[0294] 另一方面,发动机姿势控制量除了能够输出正侧的驱动扭矩以外,还能够输出发动机制动器的负侧的制动扭矩,因此在根据限制值对发动机扭矩控制量进行限制的范围内,执行主动控制。因此,如图26的特性图所示,虽然能够控制的范围小,但是以行程速度为0附近作为中心在所有的象限中都能够控制簧上姿势。

[0295] 在此,当着眼于图26的低行程速度区域 $\Delta S1$ 时,如果是仅具备S/A 3的结构,则也可以说优选设定按照天棚控制规则所要求的阻尼力。但是发明人潜心研究的结果明确了低行程速度区域 $\Delta S1$ 是包含比较多的与作为造成整个身体能够追随的上下运动的频率区域的3Hz~6Hz以及作为虽然不是人体的质量所能追随的程度的上下运动但是针对乘客的大腿之类的身体的一部分传递些微的振动那样的频率区域的6Hz~23Hz对应的频率成分的行程速度区域。即,存在如下问题:如果在该低行程速度区域 $\Delta S1$ 中增大阻尼力,则导致向车体侧的振动传递效率增高,引起与3Hz~23Hz对应的高频振动特性的恶化。除此之外,该频率区域还包含人体共振频率,因此有可能使乘客的乘车感觉变差。

[0296] 并且,例如假定从在某行程速度下S/A 3缩小的同时簧上下降的状态转变为簧上上升的状态、即从第一象限(I)转变为第二象限(II)的情况。由于S/A 3只具有被动功能,因此输出从遵照天棚控制规则设定了较大的阻尼力的状态切换为0、即较小的阻尼力作为控制量的请求。此时,有可能发生重复进行在S/A 3中蓄积的弹力由于变更为较小的阻尼力而被一下子释放出、行程速度反转为伸长方向、由此再次转移到第一象限(I)这样的动作的状态。即,由于在极短的时间内阻尼力变化大而引起自激振动,不仅有可能形成为怪声的原因,该自激振动还有可能诱发簧下共振,从而有可能导致触地性变差、乘车感觉变差。

[0297] 因此,在实施例3中,设为使遵照天棚控制规则要求的S/A 3的俯仰姿势控制量在行程速度低时比在行程速度高时小。由此,通过在低行程速度中减小阻尼力来抑制高频振动特性的恶化。

[0298] 并且,作为阻尼力抑制控制,在作为低行程速度区域 $\Delta S1$ 的例如 $\pm 0.1\text{m/s}$ 的范围内,实施基于俯仰姿势控制量的阻尼力控制量为规定阻尼力以下那样的限制。设为如下结构:关于该限制设定形状函数,针对行程速度输出例如限制为图26的实线所示的特性那样的值。具体地说,在低行程速度区域 $\Delta S1$ ,可控制区域接近作为最软(Soft)特性的阻尼特性,当行程速度高于低行程速度区域 $\Delta S1$ 时,使可控制区域逐渐增大到作为最硬(Hard)特性的阻尼特性附近。由此,能够控制为在假定为向车体侧的振动传递效率高的区域减小阻

尼力,在除此以外的区域增大阻尼力。此外,作为其它的方法,例如也可以通过在行程速度处于低行程速度区域  $\Delta S1$  时固定为作为阻尼力最小的软设定的最大直径节流孔、或者通过在与直径次之的节流孔之间进行选择控制来达成。

[0299] 这样,虽然在低行程速度区域  $\Delta S1$  将阻尼力限制得较小,但是该低行程速度区域  $\Delta S1$  是能够通过发动机姿势控制的主动控制和制动器姿势控制来实现簧上状态的稳定化的区域。并且,发动机姿势控制与俯仰率的振幅的绝对值无关地始终进行着动作。因此,即使降低了S/A 3的阻尼力控制量,就车辆整体来说也能够达成稳定的簧上姿势控制。

[0300] 因此,在实施例3中,除了实施例1的作用效果(3)~(10)、(12)、(13)以外,起到下述的作用效果。

[0301] (15)具备检测S/A 3的行程速度的行程速度运算部321(行程速度检测单元),S/A姿势控制量运算部336(阻尼力控制单元)在所检测出的行程速度低时,使S/A姿势控制量小于行程速度高时。

[0302] 由此,能够抑制行程速度低时的高频振动的恶化,并且能够使车辆运动状态稳定。

[0303] (其它实施例)

[0304] 以上根据附图说明了本发明的实施例,但是本发明的具体结构不限于实施例。

[0305] 例如,也可以设为如下结构:在动力源姿势控制单元、阻尼力控制单元、摩擦制动器姿势控制单元分别独立地运算使车体的姿势成为目标姿势的控制量来控制发动机、制动器以及阻尼力可变减振器的装置中,根据检测出的状态量的振幅的绝对值来对各致动器进行动作/不进行动作进行切换。

[0306] 也可以设为将实施例2与实施例3组合的结构。

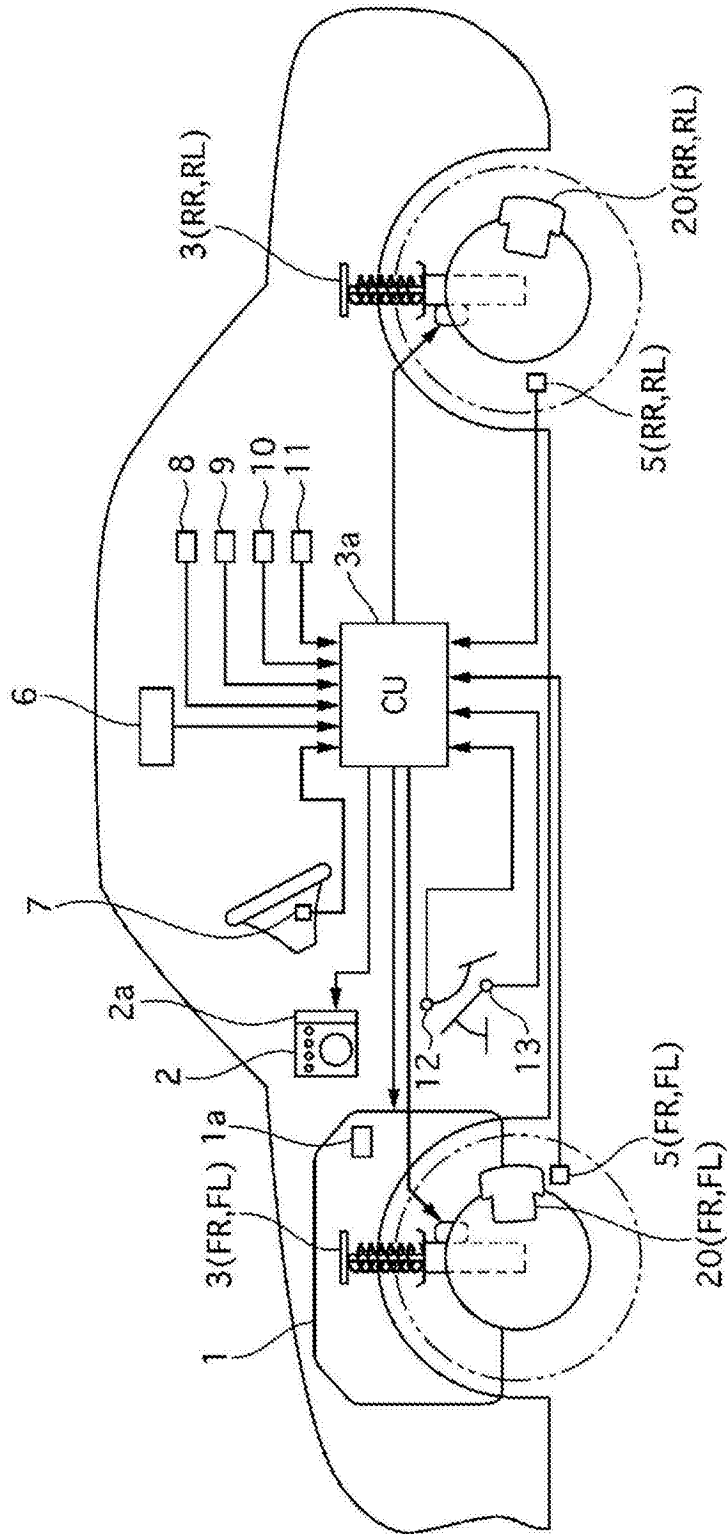


图1

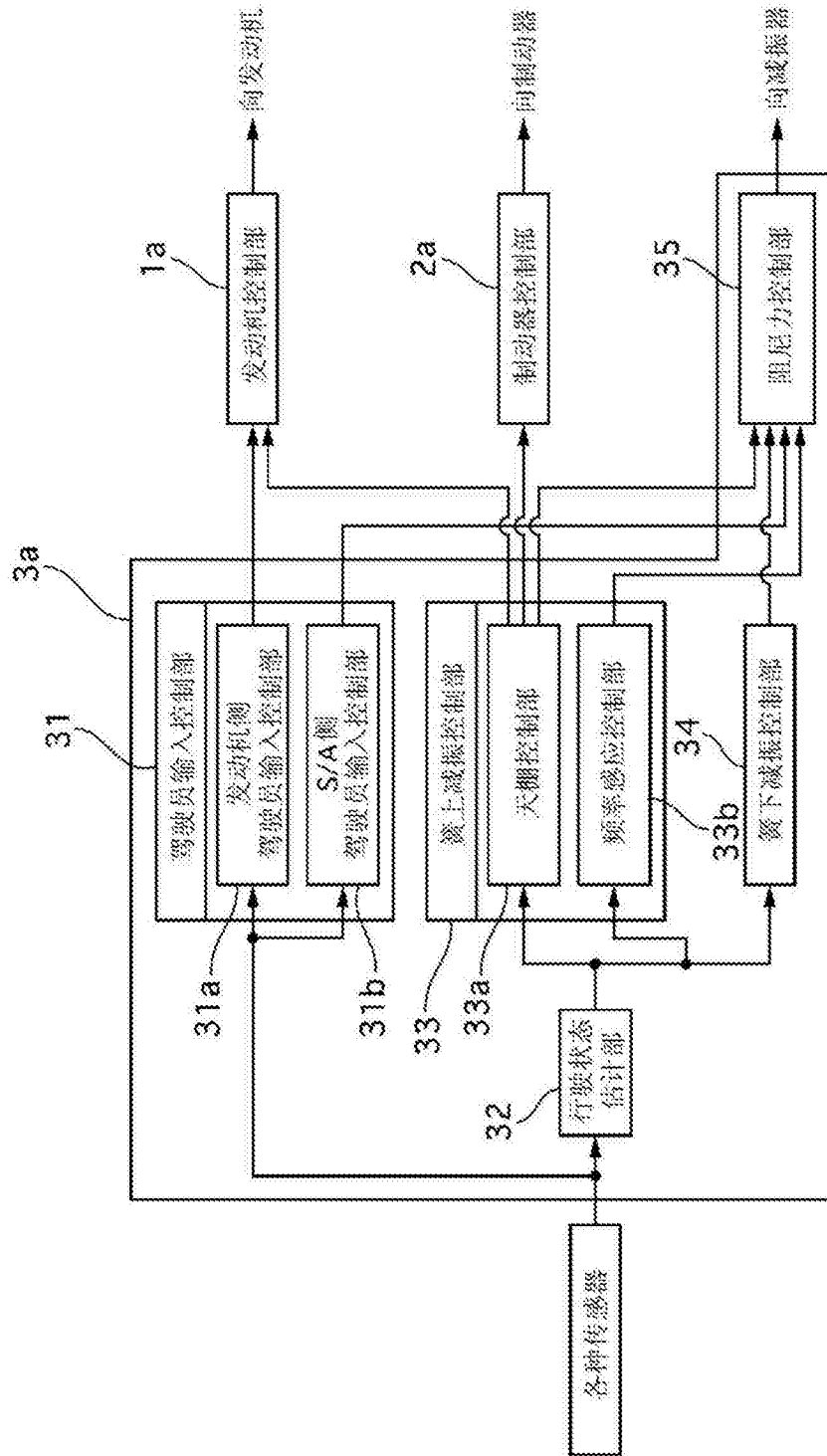


图2

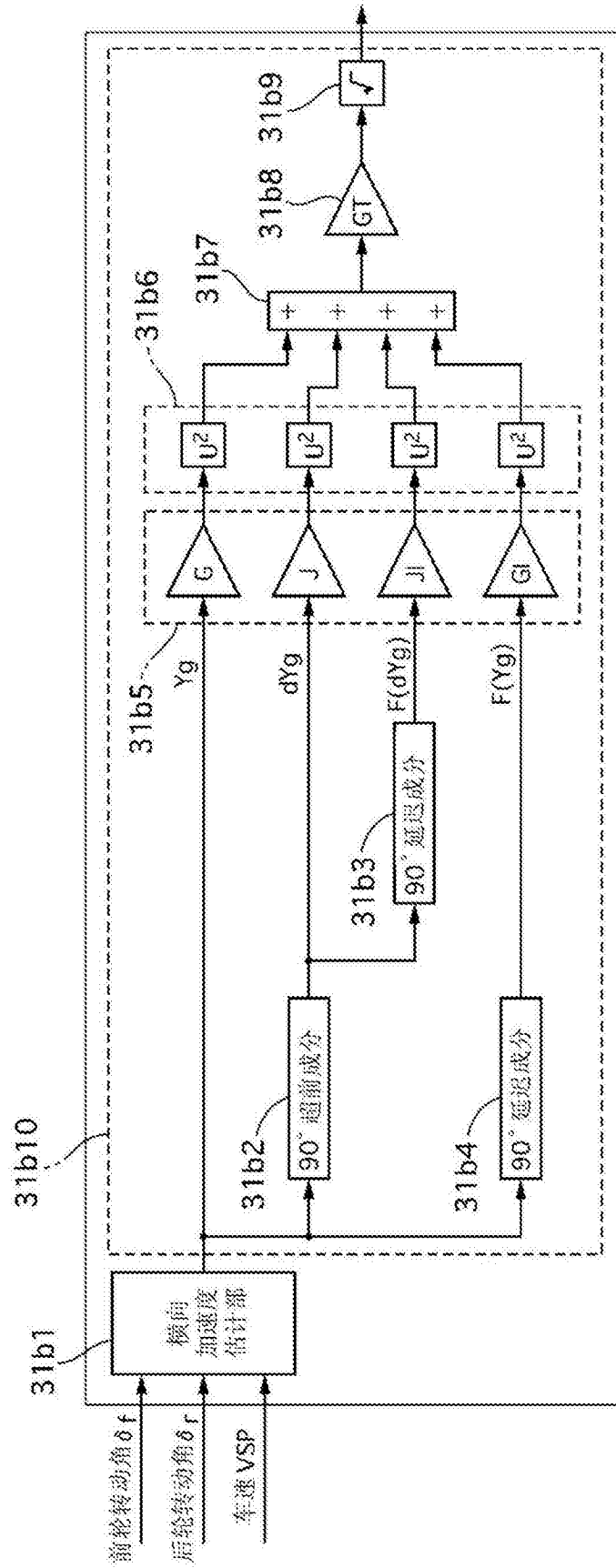


图3

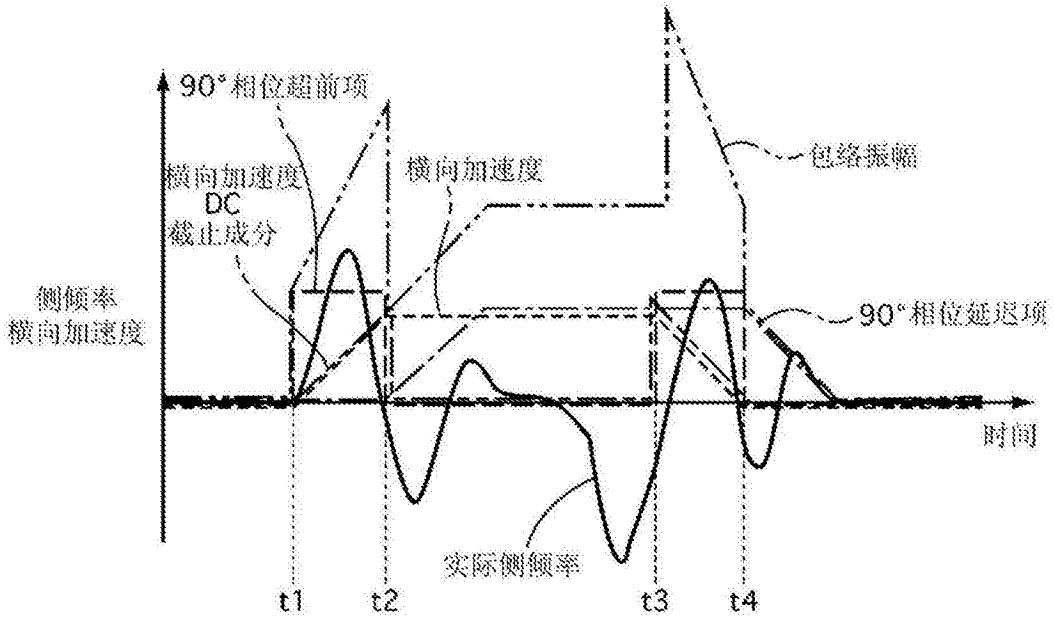


图4

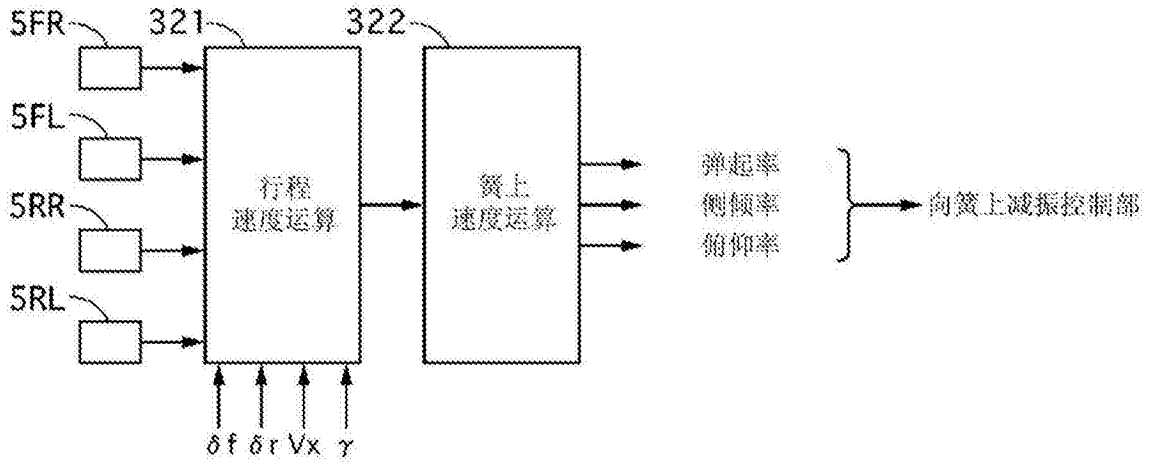


图5

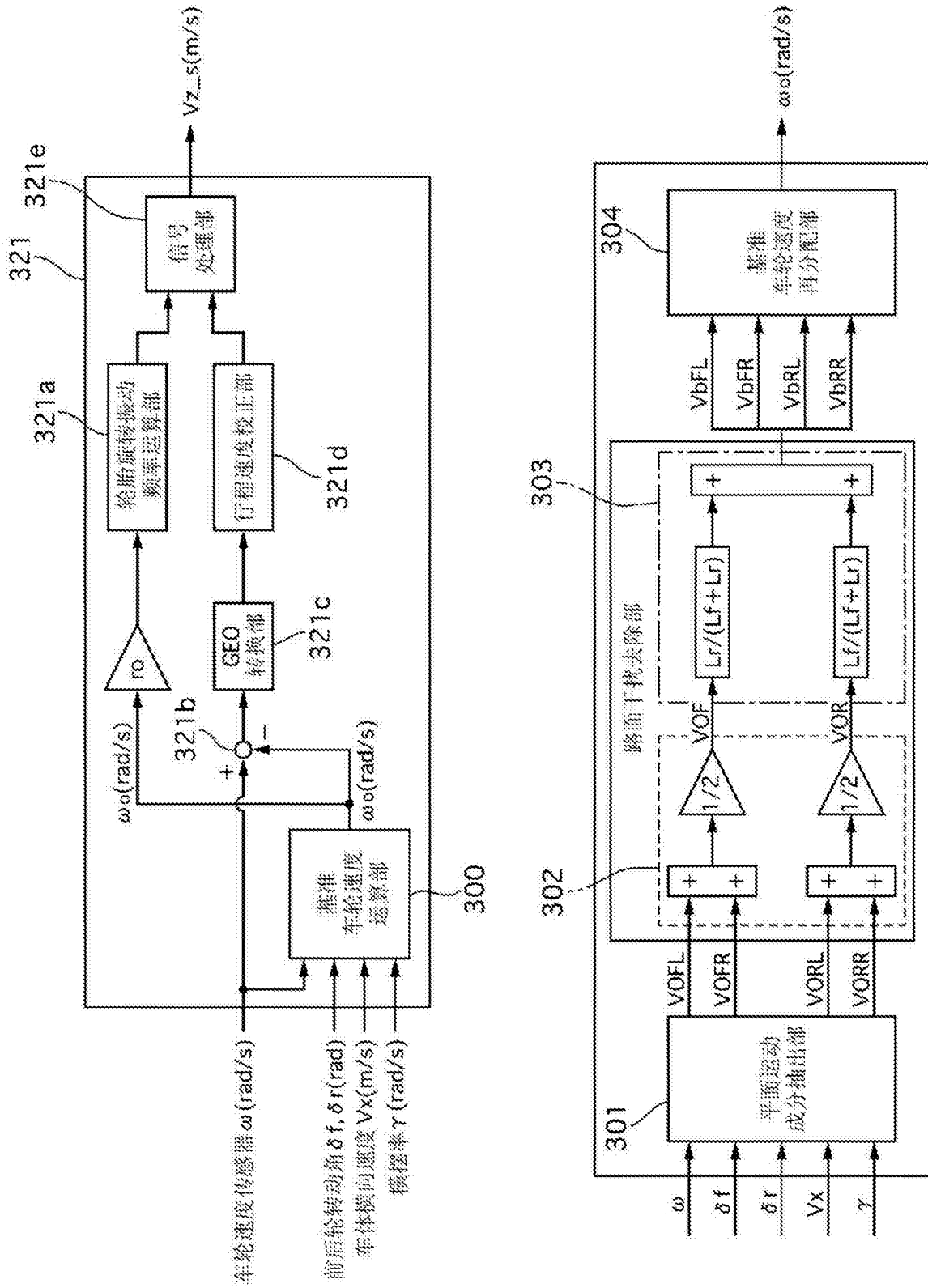


图6

图7

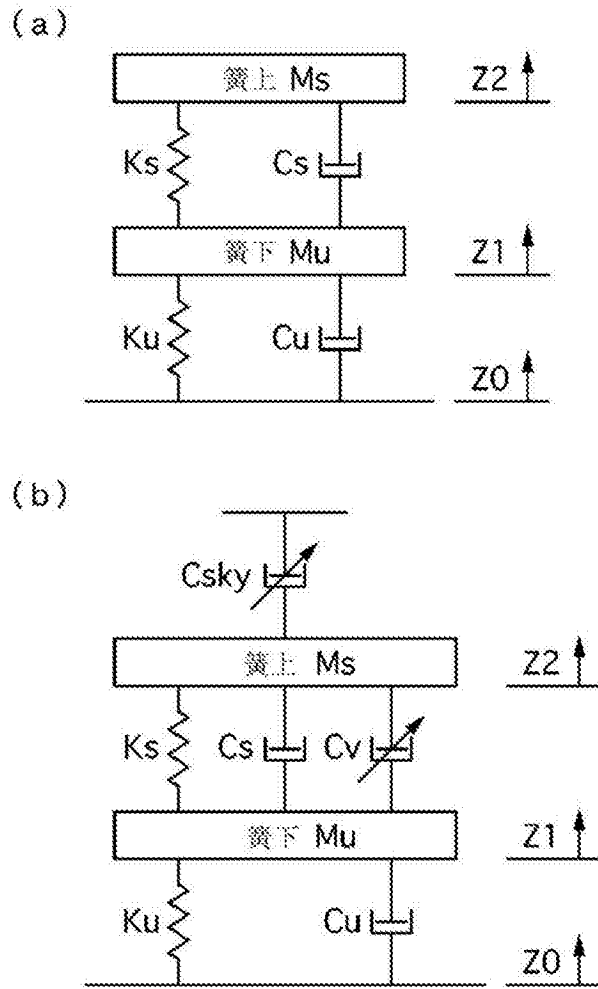


图8



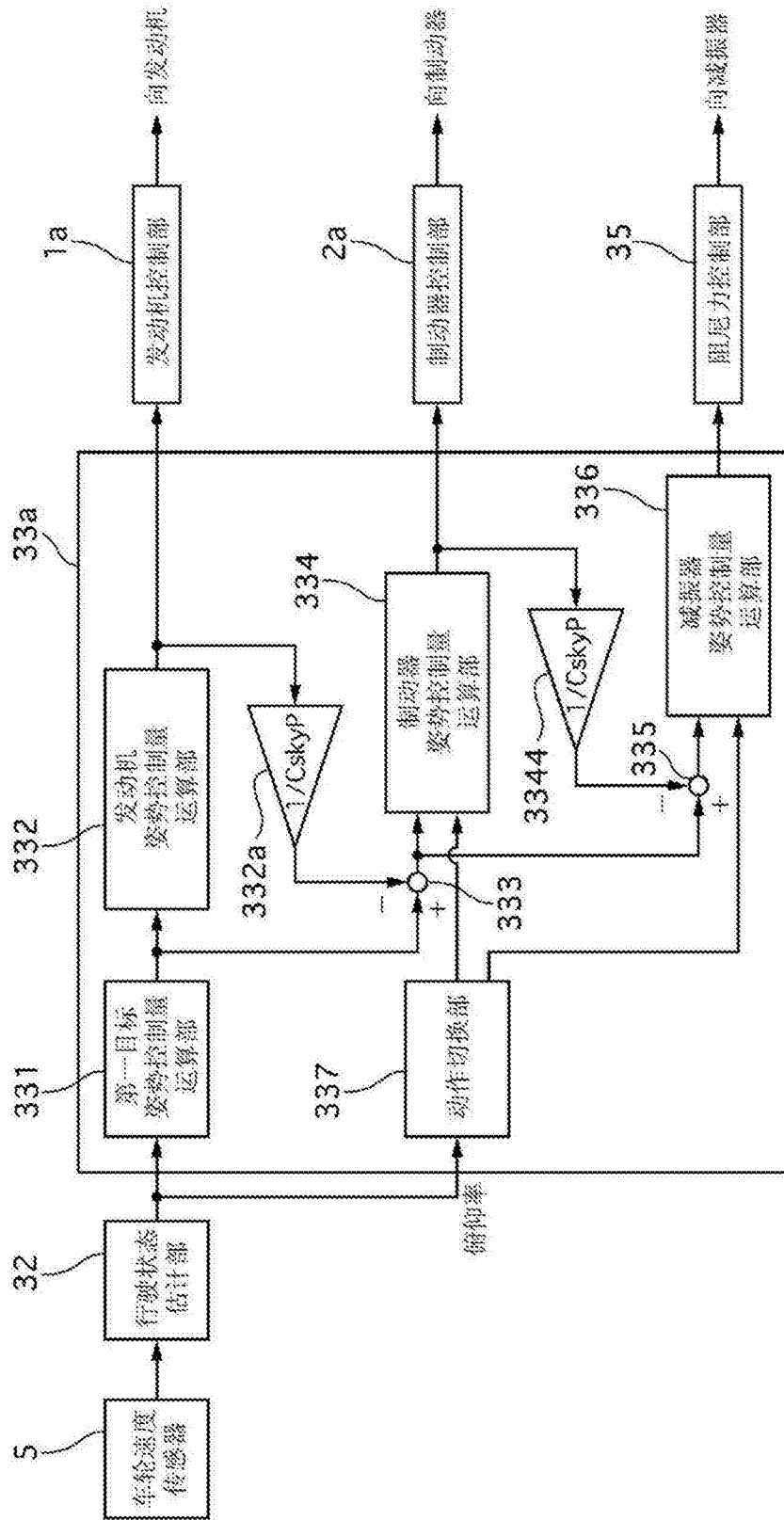


图9

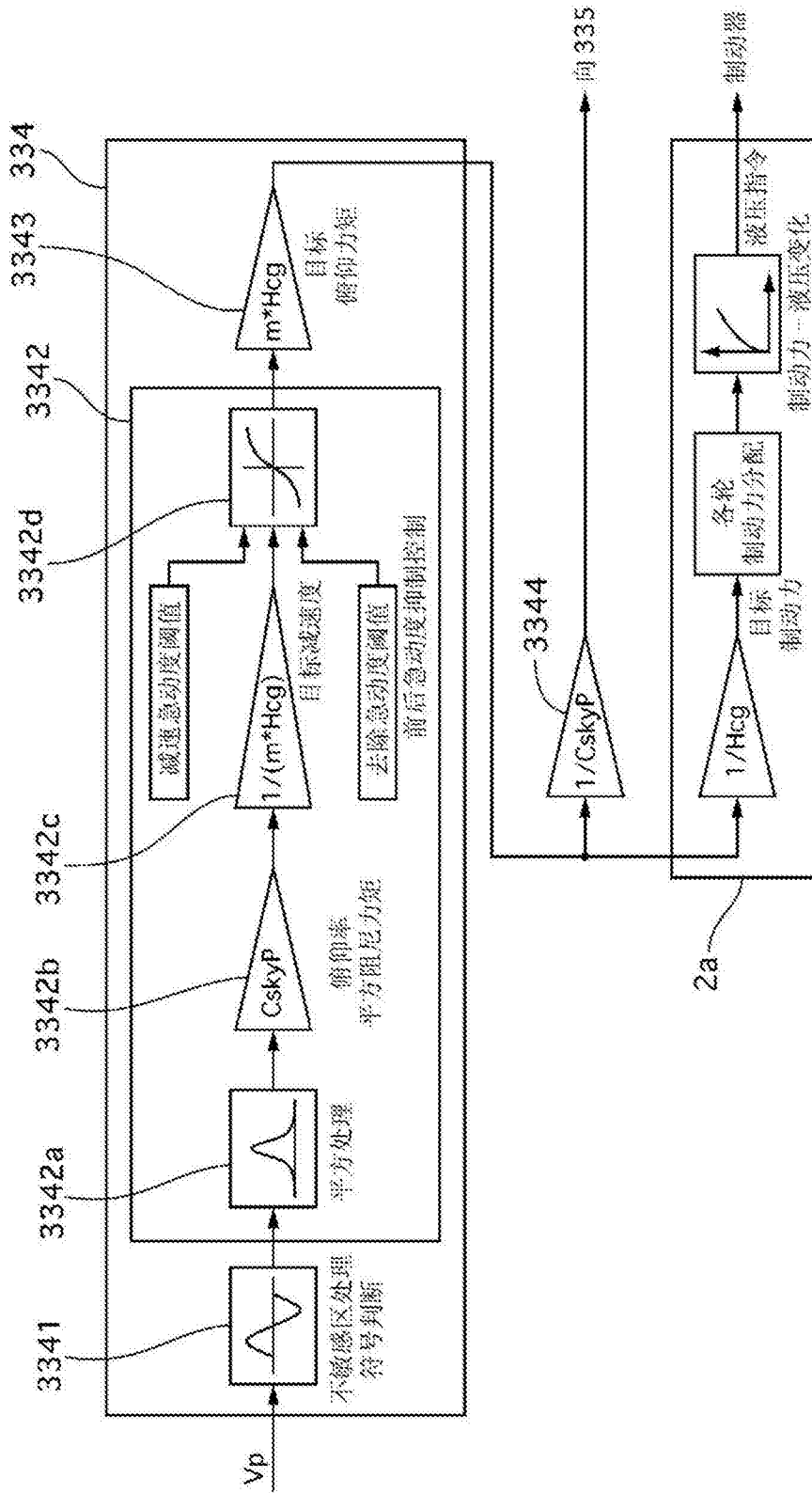


图10

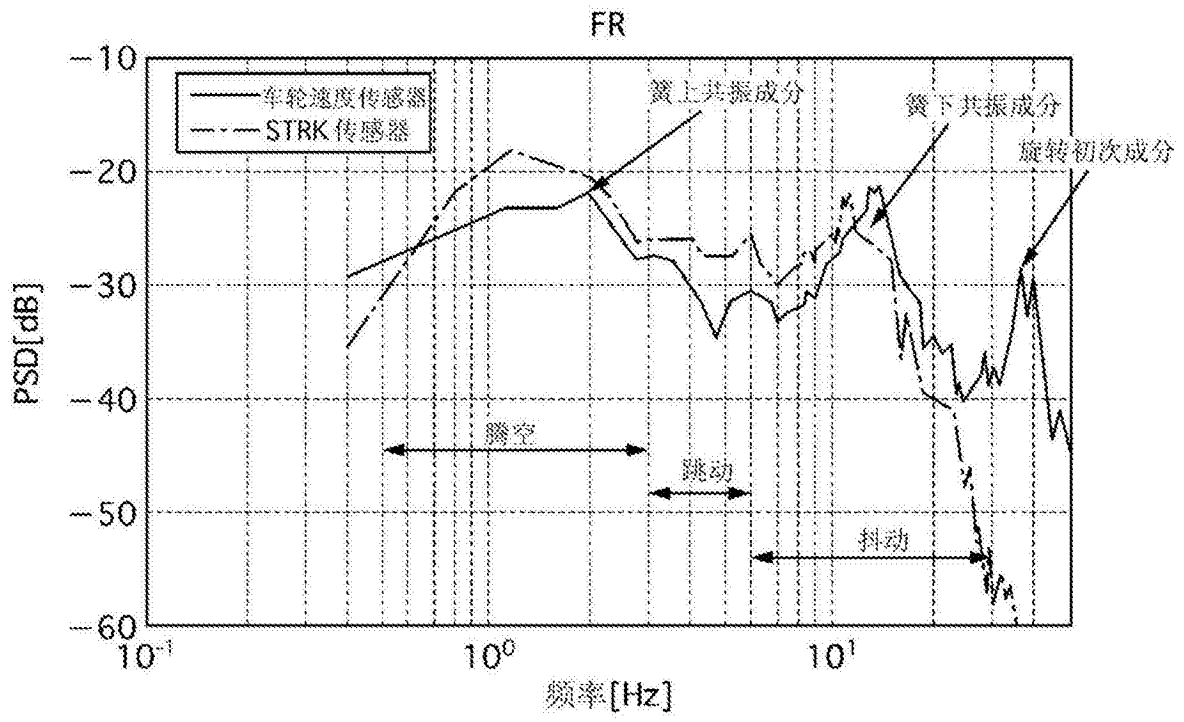


图11

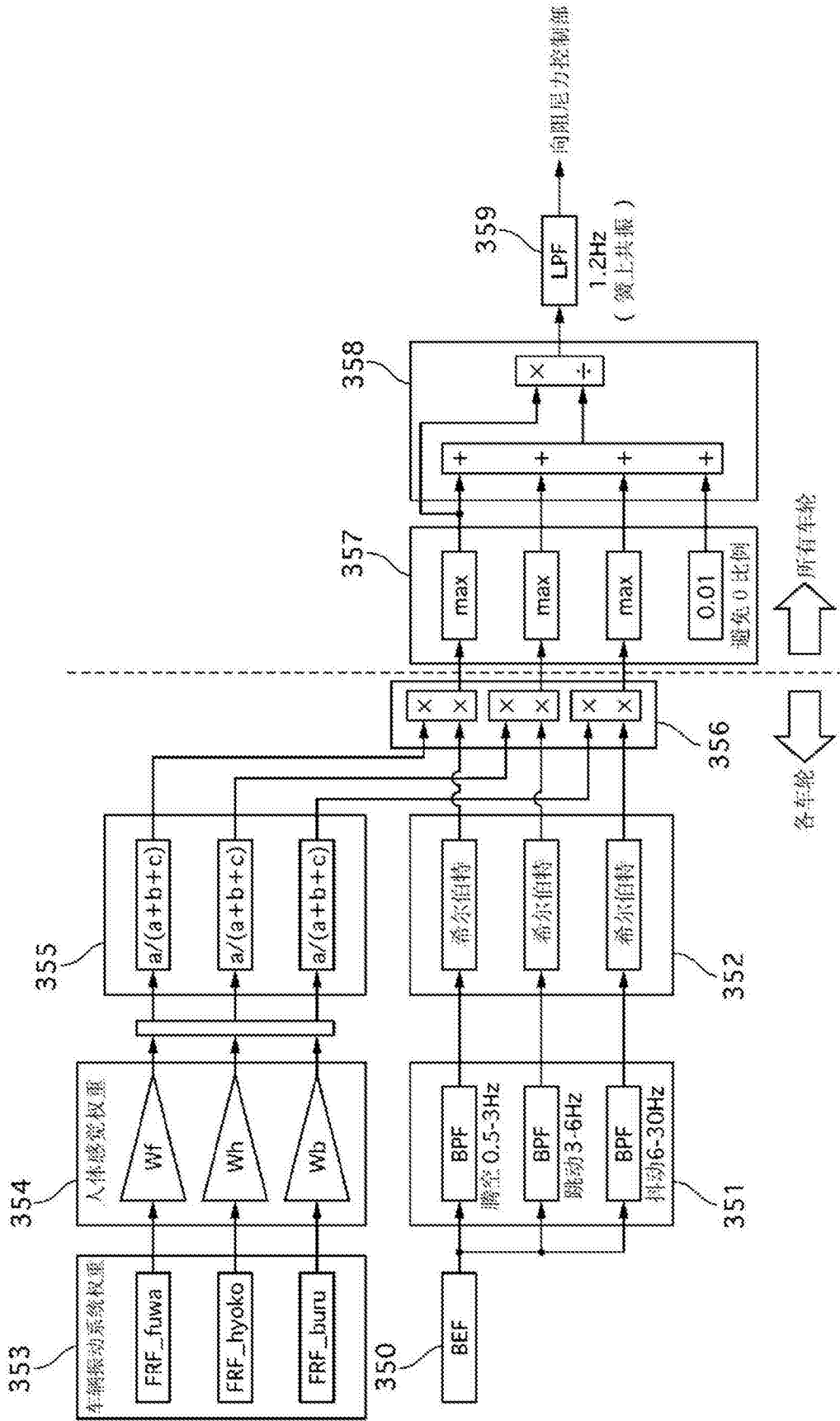


图12

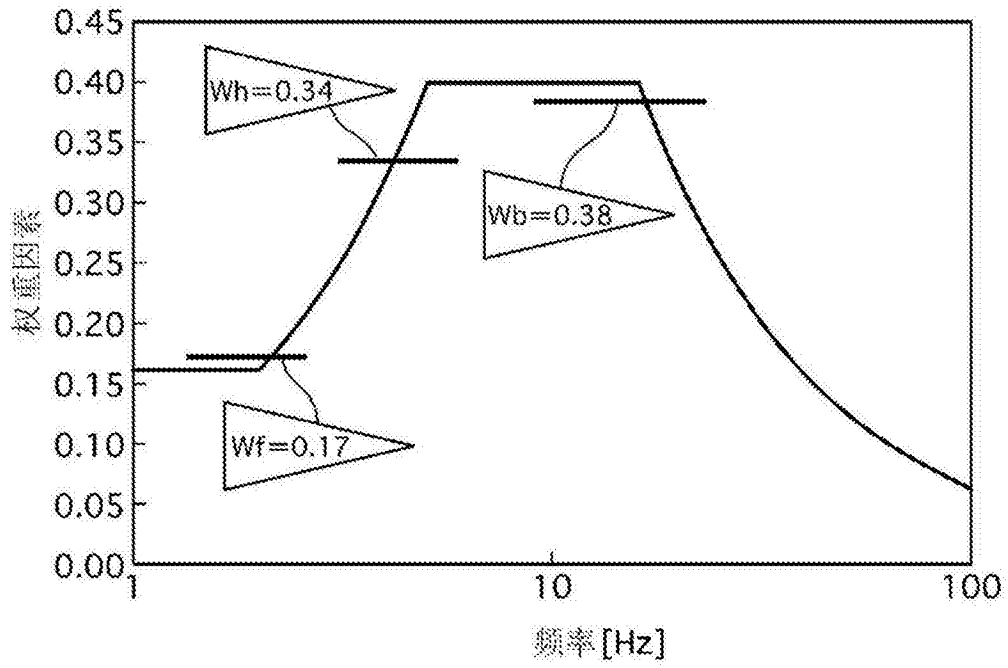


图13

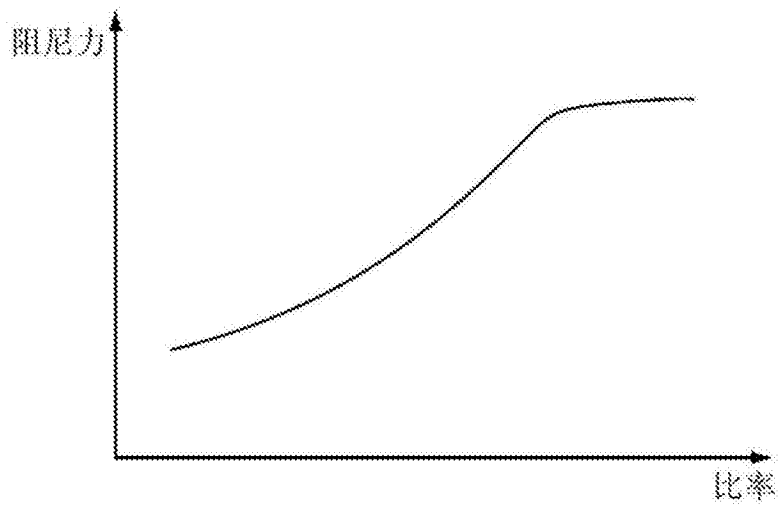


图14

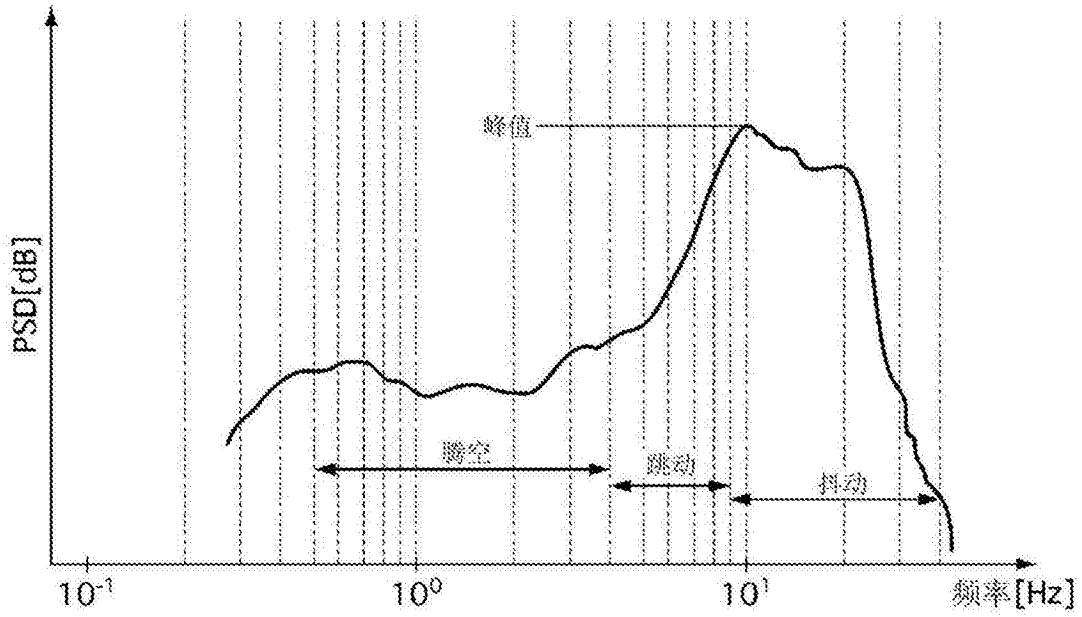


图15

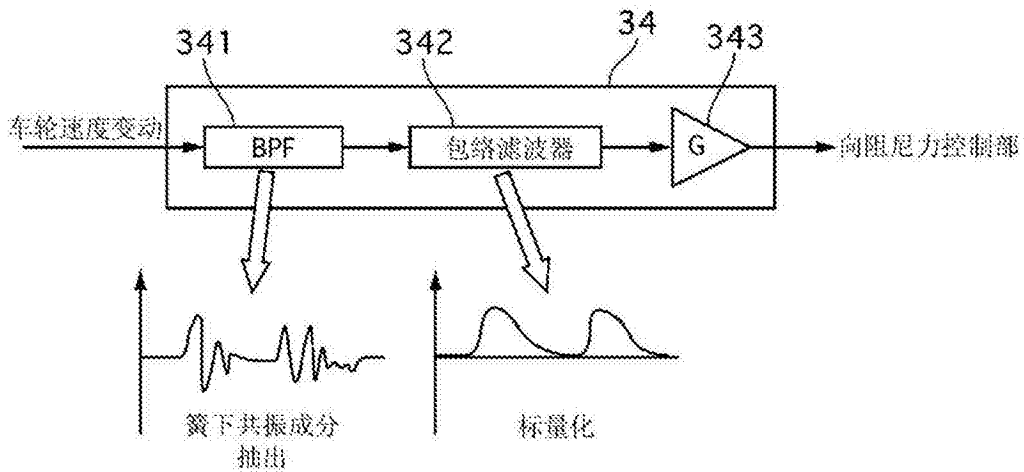


图16

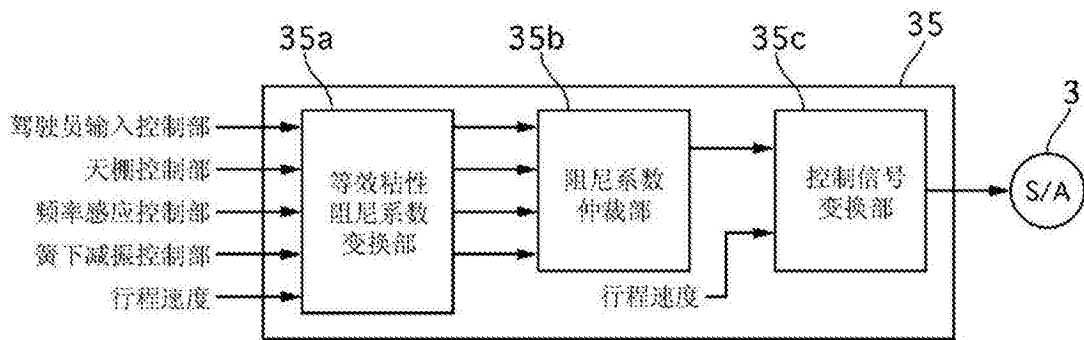


图17

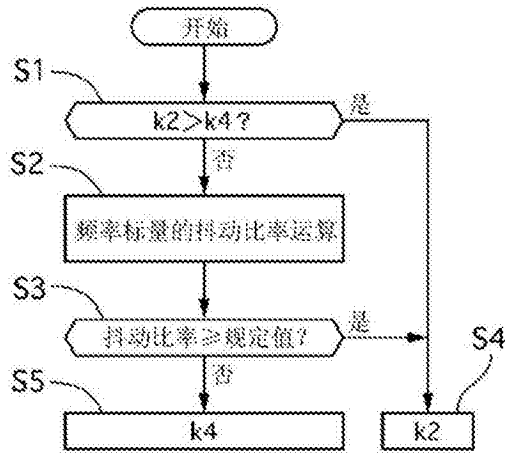


图18

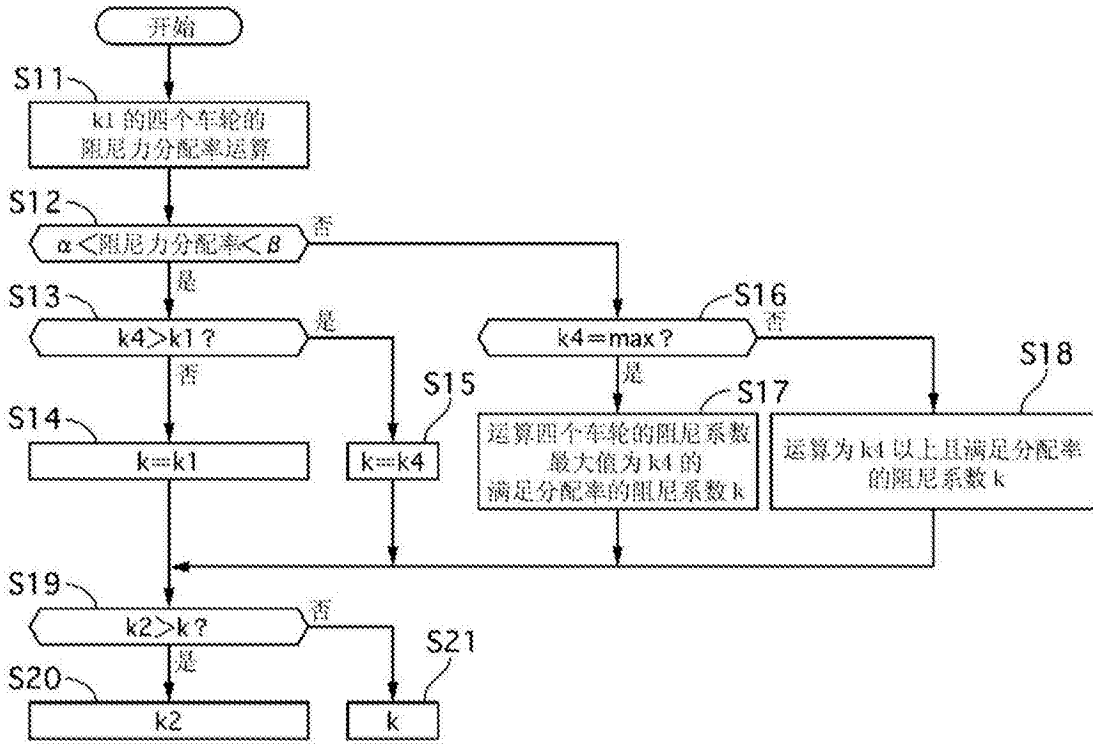


图19

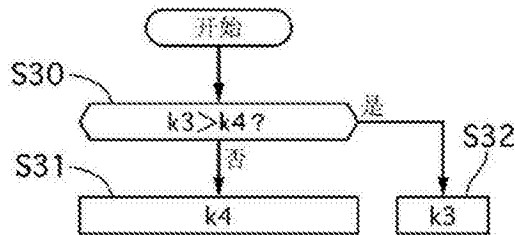


图20

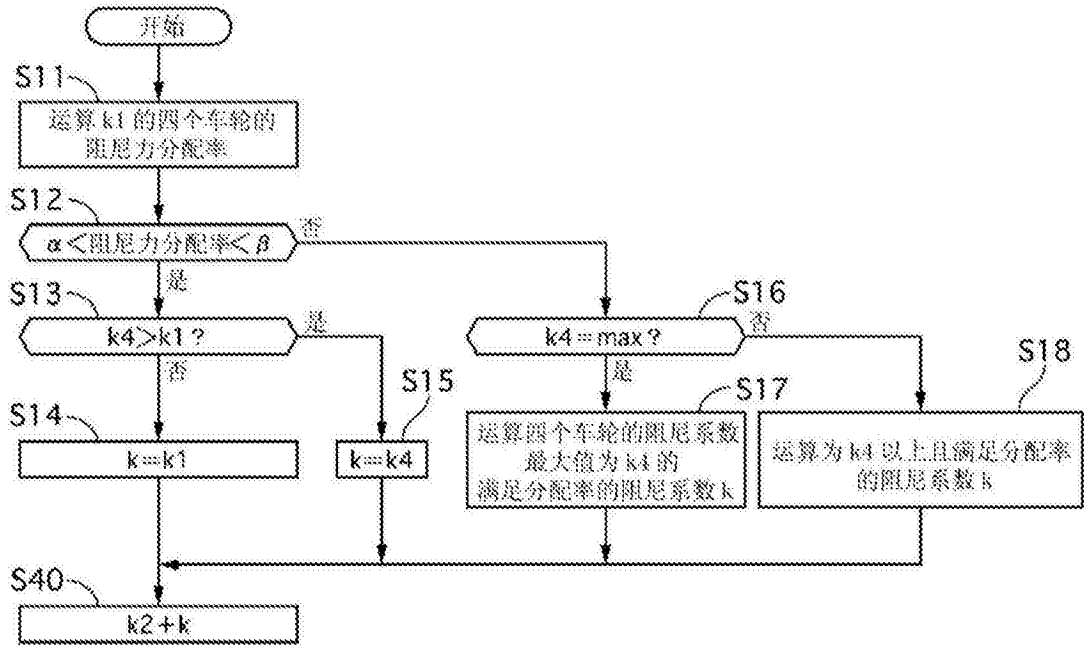


图21

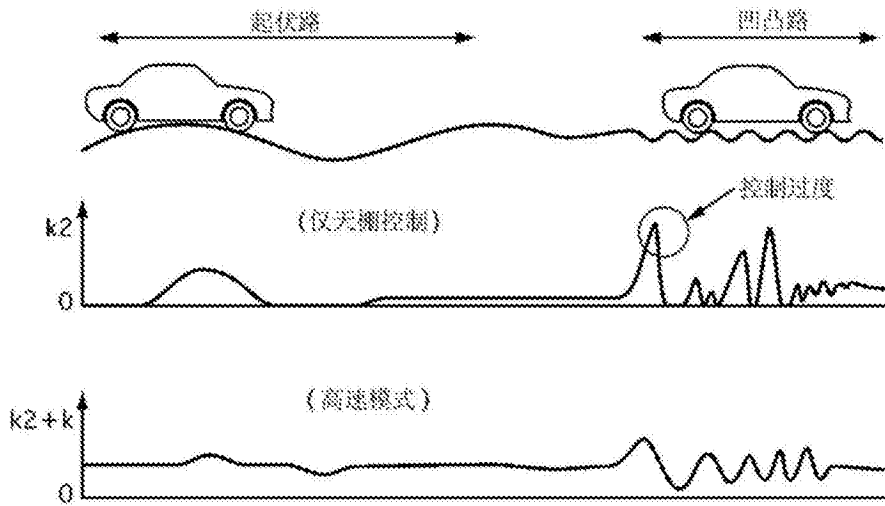


图22



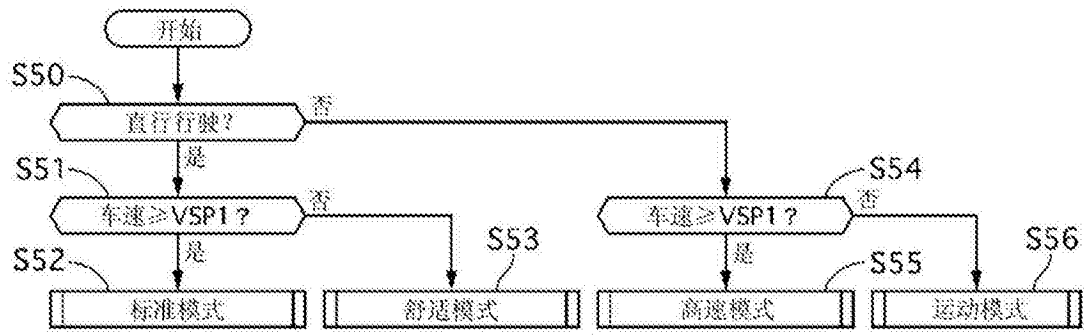


图23

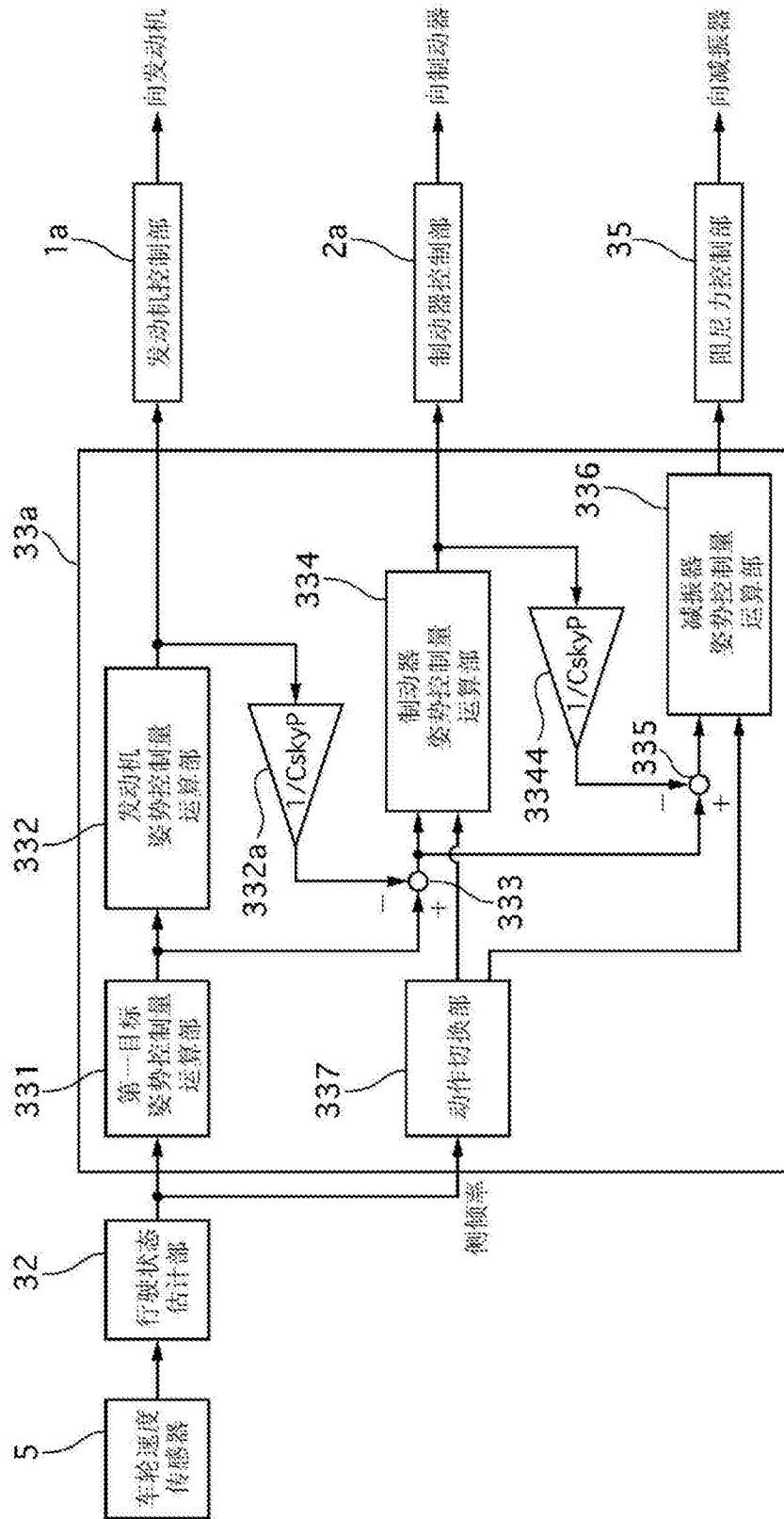


图24

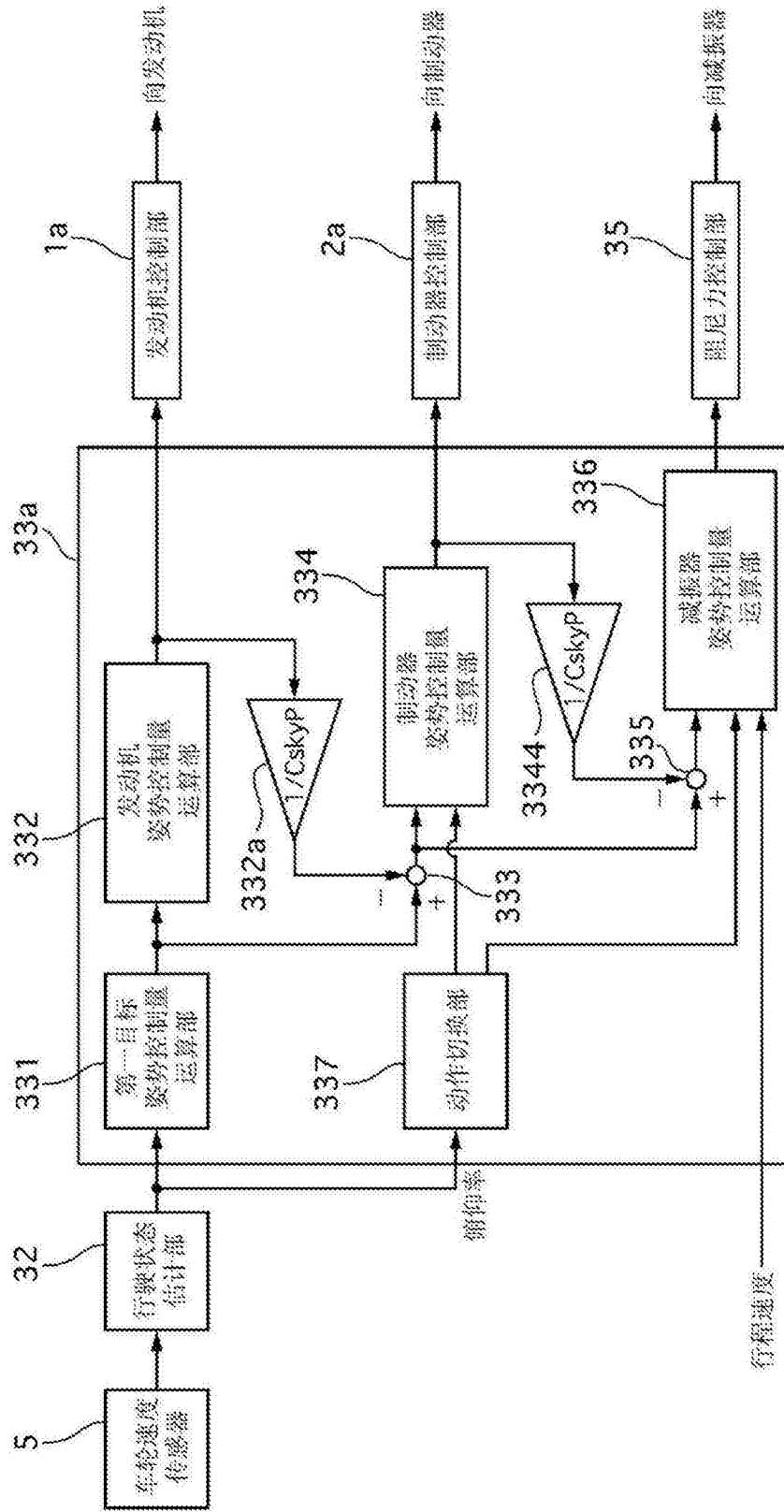


图25

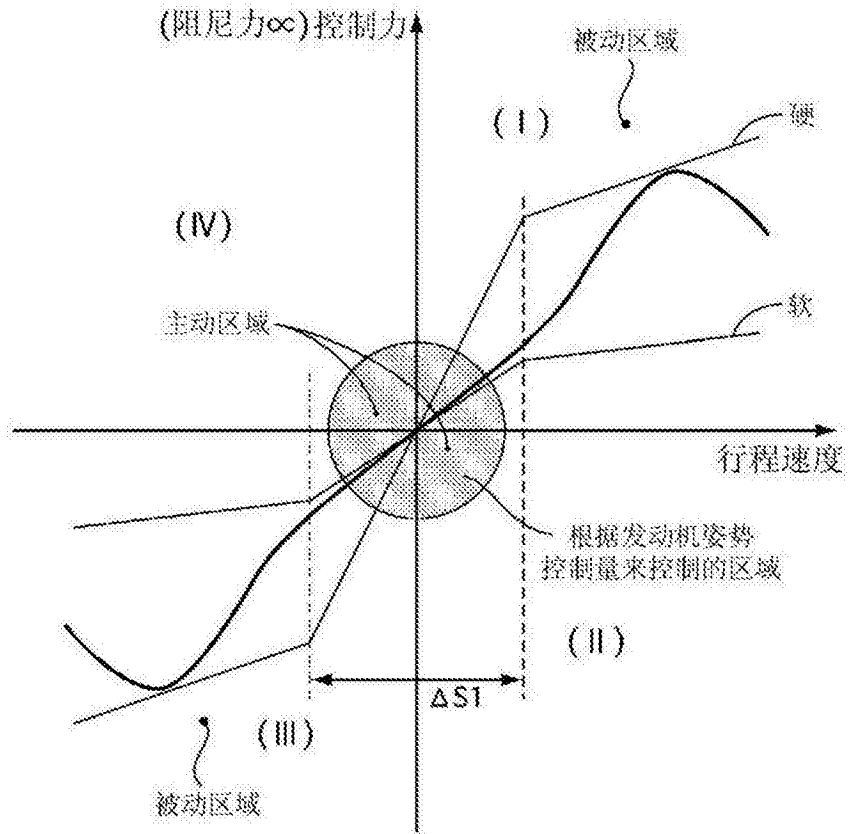


图26