



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102717793 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 10

(21) 申请号 201210210052. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2006. 12. 22

B60W 10/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

B60W 10/18 (2012. 01)

2005-369539 2005. 12. 22 JP

B60W 40/00 (2006. 01)

2006-275467 2006. 10. 06 JP

G01S 17/93 (2006. 01)

(62) 分案原申请数据

200610170780. X 2006. 12. 22

(71) 申请人 日产自动车株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 小林洋介 木村健 西田雪德

(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

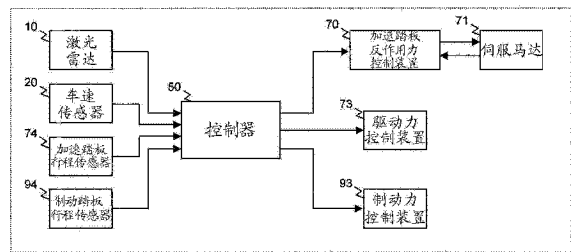
权利要求书 2 页 说明书 22 页 附图 22 页

(54) 发明名称

车辆用驾驶操作辅助装置以及具备它的车辆

(57) 摘要

本发明提供不进行与驾驶员驾驶意图相反的加减速的车辆用驾驶操作辅助装置以及具备它的车辆。该车辆用驾驶操作辅助装置根据本车辆和前方障碍物间的余量时间算出本车辆的潜在风险,使潜在风险越大操作加速踏板时产生的操作反作用力越大。另外潜在风险越大本车辆中产生的驱动力越小,并且使制动力增大。当进行与潜在风险相应的制动力/驱动力控制时变更制动力/驱动力控制的动作安排表,使得在加速意图的情况下允许到加速抑制为止,在恒定意图的情况下允许到发动机制动为止,在发动机制动意图的情况下允许到缓减速控制为止,在缓减速意图的情况下允许到减速控制为止,在减速意图的情况下允许到驾驶员的制动踏板操作和制动控制之间的加法处理为止。



1. 一种车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,具备:  
障碍物检测单元,检测存在于本车辆前方的障碍物;  
潜在风险算出单元,根据上述障碍物检测单元的检测结果,算出上述本车辆相对上述障碍物的潜在风险;  
制动力 / 驱动力控制量算出单元,根据由上述潜在风险算出单元算出的上述潜在风险,算出上述本车辆中产生的制动力 / 驱动力的控制量;  
操作反作用力算出单元,根据由上述潜在风险算出单元算出的上述潜在风险,算出驾驶操作设备中产生的操作反作用力;  
制动力 / 驱动力控制单元,根据由上述制动力 / 驱动力控制量算出单元算出的制动力 / 驱动力控制量,控制上述本车辆的驱动力以及制动力;  
操作反作用力产生单元,使上述驾驶操作设备产生由上述操作反作用力算出单元控制的反作用力控制量;  
加减速意图检测单元,检测驾驶员的加减速意图 ;以及  
联动控制单元,根据上述潜在风险以及上述加减速意图检测单元的检测结果,联动控制上述本车辆的驱动力和制动力、以及上述驾驶操作设备中产生的操作反作用力。
2. 根据权利要求 1 所述的车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,  
由上述加减速意图检测单元检测的上述加减速意图包含上述驾驶员的加速意图以及减速意图。
3. 根据权利要求 1 或者 2 所述的车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,  
上述联动控制单元根据上述加减速意图的检测结果,修正由上述制动力 / 驱动力控制量算出单元算出的上述制动力 / 驱动力控制量和由上述操作反作用力算出单元算出的上述反作用力控制量。
4. 根据权利要求 3 所述的车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,  
上述制动力 / 驱动力控制量算出单元,算出上述潜在风险越大上述驱动力越小或者上述制动力越大的上述制动力 / 驱动力控制量,  
上述操作反作用力算出单元,算出上述潜在风险越大上述驾驶操作设备中产生的操作反作用力越大的上述反作用力控制量。
5. 根据权利要求 4 所述的车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,  
上述联动控制单元根据上述加减速意图的检测结果修正上述制动力 / 驱动力控制量,使得上述驾驶员要加速的意图越强,上述驱动力的减少量或者上述制动力的增加量越小。
6. 根据权利要求 4 或者 5 所述的车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,  
上述联动控制单元根据上述加减速意图的检测结果,使上述驾驶员要加速的意图越强,上述反作用力控制量相对上述制动力 / 驱动力控制量的大小越大。
7. 根据权利要求 4 所述的车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,  
上述联动控制单元根据上述加减速意图的检测结果修正上述制动力 / 驱动力控制量,使得上述驾驶员要减速的意图越强,上述驱动力的减少量或者上述制动力的增加量越大。
8. 根据权利要求 4 或者 7 所述的车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,  
上述联动控制单元根据上述加减速意图的检测结果,使上述驾驶员要减速的意图越强,上述反作用力控制量相对上述制动力 / 驱动力控制量的大小越小。

9. 根据权利要求 4 所述的车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,  
上述联动控制单元修正上述制动力 / 驱动力控制量,使得在检测出上述驾驶员的加速意图的情况下不降低本车车速。
10. 根据权利要求 4 所述的车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,  
上述联动控制单元修正上述制动力 / 驱动力控制量,使得在没有检测出上述驾驶员的减速意图的情况下不增加上述制动力。
11. 根据权利要求 3 所述的车辆用驾驶操作辅助装置,其特征在于,  
上述联动控制单元根据上述加减速意图的检测结果修正上述制动力 / 驱动力控制量之后,使用修正后的上述制动力 / 驱动力控制量来修正上述反作用力控制量。

## 车辆用驾驶操作辅助装置以及具备它的车辆

[0001] 本申请是申请日为2006年12月22日、申请号为200610170780.X、发明名称为“车辆用驾驶操作辅助装置以及具备它的车辆”的中国发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种辅助驾驶员操作的车辆用驾驶操作辅助装置。

### 背景技术

[0003] 现有的车辆用驾驶操作辅助装置利用激光雷达等传感器来检测本车辆前方的障碍物,在本车辆和障碍物的接触可能性高的情况下,进行制动控制而使本车辆减速(例如专利文献1)。该装置构成为车速越高,使制动控制中的减速度越大,由此与车速无关地向驾驶员提供相同的减速冲击。

[0004] 专利文献1:日本特开平9-286313号公报

### 发明内容

[0005] 发明要解决的问题

[0006] 在如上述装置那样根据与障碍物的接触可能性来进行制动控制的情况下,即使在驾驶员想要加速而踩下加速踏板的情况下也往往无法得到与意图相应的加速度。另外,在驾驶员放开加速踏板的情况下,产生预测以上的减速度等,从而有可能产生不适感。

[0007] 用于解决问题的手段

[0008] 本发明的车辆用驾驶操作辅助装置具备:障碍物检测单元,检测存在于本车辆前方的障碍物;潜在风险算出单元,根据障碍物检测单元的检测结果,算出本车辆相对上述障碍物的潜在风险;制动力/驱动力控制量算出单元,根据由潜在风险算出单元算出的潜在风险,算出本车辆中产生的制动力/驱动力的控制量;制动力/驱动力控制单元,根据由制动力/驱动力控制量算出单元算出的制动力/驱动力控制量,按照预先设定的动作安排表控制上述本车辆的驱动力以及制动力;加减速意图检测单元,检测驾驶员的加减速意图;以及动作安排表变更单元,根据加减速意图检测单元的检测结果变更动作安排表。

[0009] 本发明的车辆用驾驶操作辅助方法,检测存在于本车辆前方的障碍物,根据障碍物的检测结果算出本车辆相对障碍物的潜在风险,根据潜在风险算出本车辆中产生的制动力/驱动力的控制量,根据算出的制动力/驱动力控制量,按照预先设定的动作安排表控制本车辆的驱动力以及制动力,检测驾驶员的加减速意图,根据加减速意图的检测结果变更动作安排表。

[0010] 本发明的车辆具备车辆用驾驶操作辅助装置,该车辆用驾驶操作辅助装置具有:障碍物检测单元,检测存在于本车辆前方的障碍物;潜在风险算出单元,根据障碍物检测单元的检测结果,算出本车辆相对障碍物的潜在风险;制动力/驱动力控制量算出单元,根据由潜在风险算出单元算出的潜在风险,算出本车辆中产生的制动力/驱动力的控制量;制动力/驱动力控制单元,根据由制动力/驱动力控制量算出单元算出的制动力/驱动力控

制量,按照预先设定的动作安排表控制本车辆的驱动力以及制动力;加减速意图检测单元,检测驾驶员的加减速意图;以及动作安排表变更单元,根据加减速意图检测单元的检测结果变更动作安排表。

[0011] 本发明的车辆用驾驶操作辅助装置具备:障碍物检测单元,检测存在于本车辆前方的障碍物;潜在风险算出单元,根据障碍物检测单元的检测结果,算出本车辆相对障碍物的潜在风险;制动力/驱动力控制量算出单元,根据由潜在风险算出单元算出的潜在风险,算出本车辆中产生的制动力/驱动力的控制量;操作反作用力算出单元,根据由潜在风险算出单元算出的潜在风险,算出驾驶操作设备中产生的操作反作用力;制动力/驱动力控制单元,根据由制动力/驱动力控制量算出单元算出的制动力/驱动力控制量,控制本车辆的驱动力以及制动力;操作反作用力产生单元,使驾驶操作设备产生由操作反作用力算出单元控制的反作用力控制量;加减速意图检测单元,检测驾驶员的加减速意图;以及联动控制单元,根据潜在风险以及加减速意图检测单元的检测结果,联动控制本车辆的驱动力和制动力、以及驾驶操作设备中产生的操作反作用力。

[0012] 本发明的车辆用驾驶操作辅助装置,根据存在于本车辆前方的障碍物的检测结果来算出本车辆相对上述障碍物的潜在风险,根据潜在风险和驾驶员的加减速意图来控制本车辆中产生的制动力/驱动力,与制动力/驱动力的控制联动地控制驾驶操作设备中产生的操作反作用力。

[0013] 发明的效果

[0014] 当通过本车辆中产生的制动力/驱动力将对障碍物的潜在风险传递给驾驶员时,能够不妨碍驾驶员的缓减速意图而促使在合适的方向上进行驾驶操作。

## 附图说明

- [0015] 图1是本发明第一实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置的系统图。
- [0016] 图2是装载了图1所示的车辆用驾驶操作辅助装置的车辆的结构图。
- [0017] 图3是说明驱动力控制的概要的图。
- [0018] 图4是表示加速踏板操作量和要求驱动力之间的关系图。
- [0019] 图5是说明制动力控制的概要的图。
- [0020] 图6是表示制动踏板操作量和要求制动力之间的关系图。
- [0021] 图7是表示控制器的内部结构的框图。
- [0022] 图8是表示第一实施方式中的驾驶操作辅助控制程序的处理过程的流程图。
- [0023] 图9的(a)(b)是说明本车辆的潜在风险的概念的图。
- [0024] 图10是说明潜在风险算出处理的处理过程的流程图。
- [0025] 图11是表示潜在风险和加速踏板反作用力控制指令值之间的关系图。
- [0026] 图12是表示制动力/驱动力校正量算出处理的处理过程的流程图。
- [0027] 图13是表示潜在风险和排斥力之间的关系流程图。
- [0028] 图14是表示驱动力校正量和制动力校正量的算出处理的处理过程的流程图。
- [0029] 图15是说明驱动力校正以及制动力校正的特性的图。
- [0030] 图16是表示加减速意图检测处理的处理过程的流程图。
- [0031] 图17是表示加减速意图和动作安排表之间的关系图。

- [0032] 图 18 是表示动作安排表变更处理的处理过程的流程图。
- [0033] 图 19 是表示制动力 / 驱动力校正量变更处理的处理过程的流程图。
- [0034] 图 20 是表示加速抑制处理的处理过程的流程图。
- [0035] 图 21 是表示本车车速和行驶阻力之间的关系的图。
- [0036] 图 22 是说明由动作安排表的变更导致的驱动力特性以及制动力特性变化的图。
- [0037] 图 23 是表示发动机制动处理的处理过程的流程图。
- [0038] 图 24 是表示缓减速控制处理的处理过程的流程图。
- [0039] 图 25 是表示减速控制处理的处理过程的流程图。
- [0040] 图 26 是表示加法处理的处理过程的流程图。
- [0041] 图 27 是表示第二实施方式中的控制器的内部结构的框图。
- [0042] 图 28 是表示第二实施方式中的驾驶操作辅助控制程序的处理过程的流程图。
- [0043] 图 29 是表示加速踏板反作用力变更处理的处理过程的流程图。
- [0044] 图 30 是表示加速踏板反作用力变更增益算出处理的处理过程的流程图。
- [0045] 图 31 是本发明第三实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置的系统图。
- [0046] 图 32 是表示第三实施方式中的驾驶操作辅助控制程序的处理过程的流程图。
- [0047] 图 33 是说明本车辆的预测路线的算出方法的图。
- [0048] 图 34 是说明本车辆的预测路线的算出方法的图。
- [0049] 图 35 是说明潜在风险算出处理的处理过程的流程图。
- [0050] 图 36 是表示加减速意图检测处理的处理过程的流程图。
- [0051] 图 37 是表示联动控制处理的处理过程的流程图。
- [0052] 图 38 是表示驱动力校正量和制动力校正量的算出处理的处理过程的流程图。
- [0053] 图 39 是表示反作用力控制量算出用的控制排斥力和加速踏板反作用力控制指令值之间的关系的流程图。
- [0054] 图 40 是用于说明第三实施方式的作用的图。
- [0055] 图 41 的 (a) ~ (h) 是用于说明第三实施方式的作用的图。
- [0056] 图 42 是表示第四实施方式的联动控制处理的处理过程的流程图。
- [0057] 图 43 是表示加减速意图和校正系数之间的关系的图。
- [0058] 图 44 是表示加减速意图和校正系数之间的其他关系的图。
- [0059] 图 45 是表示加减速意图和校正系数之间的其他关系的图。
- [0060] 附图标记说明
- [0061] 10 : 激光雷达 ; 20 : 车速传感器 ; 50、50A、50B : 控制器 ; 70 : 加速踏板反作用力控制装置 ; 73 : 驱动力控制装置 ; 74 : 加速踏板行程传感器 ; 93 : 制动力控制装置 ; 94 : 制动踏板行程传感器。

## 具体实施方式

### [0062] 第一实施方式

[0063] 参照附图说明本发明第一实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置。图 1 是表示第一实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置 1 的结构系统图, 图 2 是装载了车辆用驾驶操作辅助装置 1 的车辆的视图。

[0064] 首先,说明车辆用驾驶操作辅助装置 1 的结构。激光雷达 10 安装在车辆的前方格栅部或者保险杠部等上,向水平方向照射红外光脉冲来扫描车辆前方区域。激光雷达 10 测量由位于前方的多个反射物(通常是前方车的后端)反射的红外光脉冲的反射波,根据反射波的到达时间来检测离多个前方车的车间距离及其存在方向。检测出的车间距离以及存在方向被输出到控制器 50。此外,在本实施方式中,前方物体的存在方向能够表示为对本车辆的相对角度。由激光雷达 10 扫描的前方区域相对本车正面是  $\pm 6$  度左右,检测出存在于该范围内的前方物体。

[0065] 车速传感器 20 通过测量车轮的旋转数、变速器输出侧的旋转数来检测本车辆的车速,将检测到的本车车速输出到控制器 50。

[0066] 控制器 50 由 CPU、以及 ROM 和 RAM 等的 CPU 外围部件构成,进行整个车辆用驾驶操作辅助装置 1 的控制。控制器 50 根据从车速传感器 20 输入的本车车速以及从激光雷达 10 输入的距离信息,识别本车辆周围的障碍物状况、例如本车辆和各障碍物之间的相对距离以及相对速度之类的相对障碍物的行驶状态。控制器 50 根据障碍物状况算出潜在风险,该潜在风险表示相对各障碍物的本车辆的接近程度。而且控制器 50 根据相对障碍物的潜在风险,进行如下控制。

[0067] 第一实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置 1,通过控制加速踏板 72 的踏入操作时产生的反作用力以及本车辆中产生的制动力/驱动力,辅助由驾驶员进行的本车辆的加减速操作,适当地辅助驾驶员的驾驶操作。因此,控制器 50 根据相对本车前方障碍物的潜在风险来算出车辆前后方向的反作用力控制量以及制动力/驱动力的校正量。控制器 50 将算出的前后方向的反作用力控制量输出到加速踏板反作用力控制装置 70,将制动力/驱动力的校正量分别输出到驱动力控制装置 73 以及制动力控制装置 93。

[0068] 加速踏板反作用力控制装置 70 根据从控制器 50 输出的反作用力控制量,控制由组装到加速踏板 72 的连接机构中的伺服马达 71 产生的扭矩。伺服马达 71 可根据来自加速踏板反作用力控制装置 70 的指令值控制产生的反作用力,任意地控制当驾驶员操作加速踏板 72 时产生的踏力。

[0069] 加速踏板行程传感器 74 检测通过连接机构变换为伺服马达 71 的旋转角的加速踏板 72 的踏入量(操作量)。加速踏板行程传感器 74 将检测出的加速踏板操作量分别输出到控制器 50 以及驱动力控制装置 73。制动踏板行程传感器 94 检测制动踏板 92 的踏入量(操作量)。制动踏板行程传感器 94 将检测出的制动踏板操作量分别输出到控制器 50 以及制动力控制装置 93 中。

[0070] 驱动力控制装置 73 算出给发动机的控制指令。图 3 中示出驱动力控制装置 73 中的驱动力控制的框图。图 4 中示出决定加速踏板操作量 SA 和驱动器要求驱动力  $F_{da}$  之间的关系特性对应图。驱动力控制装置 73 使用如图 4 所示的对应图,根据加速踏板操作量 SA 来算出驱动器要求驱动力  $F_{da}$ 。而且,驱动力控制装置 73 在驱动器要求驱动力  $F_{da}$  上加上后述的驱动力校正量  $F_a$  来算出目标驱动力。驱动力控制装置 73 的发动机控制器按照目标驱动力算出给发动机的控制指令。

[0071] 制动力控制装置 93 输出制动液压指令。图 5 中示出制动力控制装置 93 中的制动力控制的框图。图 6 中示出决定制动踏板操作量 SB 和驱动器要求制动力  $F_{db}$  之间的关系特性对应图。制动力控制装置 93 使用如图 6 所示的对应图,根据制动踏板操作量 SB 算

出驱动器要求制动力  $F_{db}$ 。而且,制动力控制装置 93 在驱动器要求制动力  $F_{db}$  上加上后述的制动力校正值  $F_b$  来算出目标制动力。制动力控制装置 93 的制动液压控制器按照目标制动力输出制动液压指令。设置在各车轮上的制动装置 95 根据来自制动液压控制器的指令进行动作。

[0072] 图 7 中示出控制器 50 的内部以及外围的结构框图。控制器 50 例如通过 CPU 的软件形式,构成障碍物识别部 51、潜在风险算出部 52、加速踏板反作用力算出部 53、制动力 / 驱动力校正量算出部 54、加减速意图检测部 55、动作安排表变更部 56、以及制动力 / 驱动力校正量变更部 57。

[0073] 障碍物识别部 51 根据从激光雷达 10 以及车速传感器 20 输入的检测值,识别本车辆前方的障碍物状况。潜在风险算出部 52 根据由障碍物识别部 51 识别的障碍物状况,算出表示本车辆对前方障碍物的接近程度的潜在风险  $RP$ 。

[0074] 加速踏板反作用力算出部 53 根据由潜在风险算出部 52 算出的潜在风险  $RP$ ,算出加速踏板 72 中产生的操作反作用力的控制量。制动力 / 驱动力校正量算出部 54 根据潜在风险  $RP$  算出制动力 / 驱动力控制中的制动力 / 驱动力校正量。加减速意图检测部 55 根据从加速踏板行程传感器 74 以及制动踏板行程传感器 94 输入的加速踏板操作量  $SA$  以及制动踏板操作量  $SB$ ,检测本车辆行驶时的驾驶员的加减速意图。

[0075] 执行制动力 / 驱动力控制时,使用由制动力 / 驱动力校正量算出部 54 算出的制动力 / 驱动力校正量,按照预先设定的动作安排表来控制本车辆中产生的驱动力以及制动力。动作安排表变更部 56 根据由加减速意图检测部 55 检测出的驾驶员的加减速意图来变更该动作安排表。制动力 / 驱动力校正量变更部 57 按照由动作安排表变更部 56 变更的动作安排表来变更制动力 / 驱动力校正量。变更后的制动力 / 驱动力校正量被输出到驱动力控制装置 73 以及制动力控制装置 93。

[0076] 下面,使用图 8 详细说明第一实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置 1 的动作。图 8 表示第一实施方式的控制器 50 中的驾驶操作辅助控制处理的处理过程的流程图。本处理内容以固定间隔、例如每 50msec (毫秒) 连续地进行。

[0077] 首先,在步骤 S100 中读入行驶状态。在此,行驶状态是与包含本车前方障碍物状况的本车辆行驶状况相关的信息。因此,读入由激光雷达 10 检测出的到前方障碍物为止的车间距离  $X$ 、存在方向、以及由车速传感器 20 检测出的本车辆行驶车速  $V_h$ 。

[0078] 在步骤 S200 中,根据由步骤 S100 读入、识别的行驶状态数据,识别前方障碍物的状况。在此,通过在上次处理周期以前被检测并存储在控制器 50 的存储器中的相对本车辆的障碍物的相对位置、其移动方向 / 移动速度、以及由步骤 S100 得到的当前的行驶状态数据,识别当前障碍物相对本车辆的相对位置、其移动方向 / 移动速度。而且,识别障碍物相对本车辆的行驶在本车辆前方如何配置、如何相对地移动。

[0079] 在步骤 S300 中,算出表示本车辆相对本车辆前方障碍物的接近程度的潜在风险  $RP$ 。潜在风险 (Risk Potential) 意味“潜在的风险 / 危急状况”,在此特别是表示通过本车辆和存在于本车辆周围的障碍物接近而增大的风险的大小。因而,潜在风险  $RP$  可以说是表示本车辆和障碍物靠近到何种程度、即本车辆和障碍物靠近的程度 (接近程度) 的物理量。下面说明潜在风险  $RP$  的算出方法。

[0080] 如图 9 的 (a) 所示,考虑如下模型:假定在本车辆 100 的前方设置假想弹性体 300,



该假想弹性体 300 撞上前方障碍物 200、例如撞上先行车上而被压缩,产生对本车辆 100 的假拟行驶阻力。在此,对前方障碍物的潜在风险 RP 定义为如图 9 的 (b) 所示假想弹性体 300 撞上先行车 200 而被压缩的情况下的弹簧力。使用图 10 的流程图说明潜在风险 RP 的算出方法。

[0081] 首先,由步骤 S301 算出在步骤 S 200 中识别的本车辆前方的先行车和本车辆之间的余量时间 TTC (Time To Contact)。余量时间 TTC 是表示当前本车辆相对先行车接近程度的物理量,是在当前行驶状况继续的情况下、即在本车车速  $V_h$  以及相对车速  $V_r (= \text{本车车速} - \text{先行车的速度})$  为固定的情况下表示几秒后车间距离  $X$  变零而使本车辆和先行车接触的值。对先行车余量时间 TTC 能够由下面的 (式 1) 求出。

$$[0082] \quad TTC = X / V_r \quad \cdots (\text{式 } 1)$$

[0083] 余量时间 TTC 的值越小,意味着向障碍物的接触越紧迫,向障碍物的接近程度越大。例如向障碍物接近时,得知在余量时间 TTC 变成 4 秒以下之前,大部分的驱动器开始减速行动。此外,在本车辆前方不存在障碍物的情况下,余量时间 TTC 变得无限大。

[0084] 在步骤 S302 中,判断由步骤 S301 算出的余量时间 TTC 是否小于阈值  $Th$ 。阈值  $Th$  是用于判断是否开始与潜在风险 RP 相应的操作反作用力控制以及制动力 / 驱动力控制的阈值,预先设定合适的值。在余量时间 TTC 小于为了判断控制开始而设定的阈值  $Th$  的情况下 ( $TTC < Th$ ) 进入步骤 S303,算出表示假想弹性体 300 的长度的基准距离  $L$ 。使用阈值  $Th$  以及本车辆和障碍物之间的相对距离  $V_r$ ,根据下面的 (式 2) 算出基准距离  $L$ 。

$$[0085] \quad L = Th \times V_r \quad \cdots (\text{式 } 2)$$

[0086] 在步骤 S 304 中,使用由步骤 S303 算出的基准距离  $L$ ,根据下面的 (式 3) 算出本车辆相对障碍物的潜在风险 RP。

$$[0087] \quad RP = K \cdot (L - X) \quad \cdots (\text{式 } 3)$$

[0088] 在此,  $K$  是假想弹性体 300 的弹簧常数。由此,本车辆和障碍物之间的车间距离  $X$  变短而使假想弹性体 300 越压缩,潜在风险 RP 越大。

[0089] 在步骤 S302 判断为否定从而余量时间  $TTC \geq Th$  的情况下、即如图 9 的 (a) 所示在假想弹性体 300 没有接触到先行车 200 的情况下,判断为本车辆和先行车之间的接触的风险低而进入步骤 S305,设为潜在风险  $RP=0$ 。

[0090] 这样,在由步骤 S300 算出潜在风险 RP 之后进入步骤 S400。在步骤 S400 中,根据由步骤 S300 算出的潜在风险 RP,算出加速踏板 72 中产生的操作反作用力的反作用力控制指令值  $FA$ 。图 11 中示出潜在风险 RP 和加速踏板反作用力控制指令值  $FA$  之间的关系。如图 11 所示,算出加速踏板反作用力控制指令值  $FA$ ,使得潜在风险 RP 越大,产生越大的加速踏板反作用力。在潜在风险 RP 大于规定的最大值  $RP_{max}$  的情况下,将加速踏板反作用力控制指令值  $FA$  固定到最大值  $FA_{max}$ ,使得产生最大的加速踏板反作用力。

[0091] 在步骤 S500 中,根据由步骤 S300 算出的潜在风险 RP 算出制动力 / 驱动力校正量。使用图 12 的流程图说明在此的处理。

[0092] 首先,在步骤 S501 中根据潜在风险 RP 算出用于算出制动力 / 驱动力校正量的排斥力  $F_c$ 。在此,排斥力  $F_c$  可以考虑为图 9 的 (a) (b) 所示的假想弹性体 300 的排斥力。因此,按照如图 13 所示的关系算出排斥力  $F_c$ ,使得潜在风险 RP 越大,排斥力  $F_c$  越大。此外,当潜在风险 RP 超过规定值  $RP_{max}$  时,将排斥力  $F_c$  固定到最大值  $F_{cmax}$ 。

[0093] 在步骤 S502 中,估计驱动器要求驱动力  $F_{da}$ 。在控制器 50 中存储有与图 4 相同的对应图,根据加速踏板操作量 SA 估计驱动器要求驱动力  $F_{da}$ 。在步骤 S510 中分别算出驱动力校正量  $F_a$  以及制动力校正量  $F_b$ 。使用图 14 的流程图说明在此的处理。

[0094] 首先,在步骤 S511 中将由步骤 S501 算出的排斥力  $F_c$  和由步骤 S502 估计的驱动器要求驱动力  $F_{da}$  之间的大小关系进行比较。在  $F_{da} \geq F_c$  的情况下进入步骤 S512。在步骤 S512 中,作为驱动力校正量  $F_a$  设置  $-F_c$ ,由步骤 S513 将 0 设置到制动力校正量  $F_b$ 。

[0095] 即,由于  $F_{da}-F_c \geq 0$ ,因此利用排斥力  $F_c$  校正驱动力  $F_{da}$  之后还剩下正的驱动力。因而,能够只由驱动力控制装置 73 进行校正量的输出。在该情况下,车辆状态成为虽然驾驶员踏着加速踏板 72 但无法得到期待程度的驱动力的状态。在校正后的驱动力大于行驶阻力的情况下,驾驶员感到加速变迟钝的行为,在校正后的驱动力小于行驶阻力的情况下,驾驶员感到减速的行为。

[0096] 另一方面,在步骤 S511 判断为否定、 $F_{da} < F_c$  的情况下,只由驱动力控制装置 73 无法输出设为目标的校正量。因此,进入步骤 S514 将  $-F_{da}$  设置到驱动力校正量  $F_a$ ,在步骤 S515 中作为制动力校正量  $F_b$  设置校正量的不足部分 ( $F_c-F_{da}$ )。在该情况下,驾驶员察觉到车辆的减速行为。

[0097] 图 15 中示出说明驱动力以及制动力的校正方法的图。图 15 的横轴表示加速踏板操作量 SA 以及制动踏板操作量 SB,表示从原点 0 越向右加速踏板操作量 SA 越大、越向左制动踏板操作量 SB 越大。图 15 的纵轴表示驱动力以及制动力,表示从原点 0 越向上驱动力越大、越向下制动力越大。在图 15 中,分别用单点划线表示与加速踏板操作量 SA 相应的要求驱动力  $F_{da}$ 、以及与制动踏板操作量 SB 相应的要求制动力  $F_{db}$ 。另外,用实线表示根据潜在风险 RP 校正的驱动力以及制动力。

[0098] 在加速踏板操作量 SA 较大、与加速踏板操作量 SA 相应的要求驱动力  $F_{da}$  大于等于排斥力  $F_c$  的情况下,根据校正量  $F_a$  向减少方向校正驱动力。另一方面,在加速踏板操作量 SA 较小、与加速踏板操作量 SA 相应的要求驱动力  $F_{da}$  小于排斥力  $F_c$  的情况下,设定不产生驱动力的校正量  $F_a$  来校正驱动力。并且,将排斥力  $F_c$  和要求驱动力  $F_{da}$  之间的差设定为校正量  $F_b$ 。由此,进行与加速踏板操作量 SA 相应的缓制动。

[0099] 当踏入制动踏板 92 时,根据校正量  $F_b$  向增大方向校正制动力。由此,校正制动力 / 驱动力的特性,使其作为整体与车辆行驶阻力的校正量、即假想弹性体的排斥力  $F_c$  相当增大。

[0100] 这样,在第一实施方式中如图 15 所示,预先设定有基本制动力 / 驱动力控制的动作安排表,该制动力 / 驱动力控制的动作安排表使用与潜在风险 RP 相应的校正量  $F_a$ 、 $F_b$ ,向减少方向校正与加速踏板操作量 SA 相应的驱动力特性,并且向增加方向校正与制动踏板操作量 SB 相应的制动力特性。即,基本动作安排表被设定为:首先进行驱动力控制,在只由驱动力控制无法得到与潜在风险 RP 相应的目标减速度的情况下进行制动力控制。具体地说,设定为:按照加速抑制、发动机制动、缓减速、减速、以及驾驶员制动踏板操作和自动制动的组合的顺序进行控制,使得潜在风险 RP 越大产生越大的减速度。

[0101] 在由步骤 S500 算出制动力 / 驱动力校正量之后进入步骤 S600。在步骤 S600 中,根据加速踏板操作量 SA 以及制动踏板操作量 SB 检测驾驶员的加减速意图。使用图 16 的流程图说明在此的处理。

[0102] 在步骤 S601 中, 读入由加速踏板行程传感器 74 检测出的加速踏板操作量 SA, 算出加速踏板操作速度 dS。加速踏板操作速度 dS 例如可通过将加速踏板操作量 SA 进行时间微分算出, 在向踏入方向操作加速踏板 72 的情况下表现为正值。在步骤 S602 中, 读入由制动踏板行程传感器 94 检测的制动踏板操作量 SB。

[0103] 在步骤 S603 中, 判断加速踏板操作量 SA 是否大于 0。在 SA>0、加速踏板 72 被踏入的情况下进入步骤 S604, 判断加速踏板操作速度 dS 是否大于等于规定值 dS1。规定值 dS1 是用于从加速踏板操作速度 dS 判断驾驶员的加速意图的阈值, 预先设定合适的正值。在  $dS \geq dS1$  的情况下进入步骤 S605, 将驾驶员的驾驶意图判断为加速意图, 设定标志 Flg=1。

[0104] 当步骤 S604 判断为否定时进入步骤 S606, 判断加速踏板操作速度 dS 是否大于等于规定值 -dS2。规定值 -dS2 是用于从加速踏板操作速度 dS 判断驾驶员是否要大致恒定地保持当前车速 Vh 的阈值, 预先设定合适的正值。在  $dS \geq -dS2$  的情况下, 判断为驾驶员要大致恒定地保持当前车速 Vh, 设定标志 Flg=2。在此,  $dS1 > dS \geq -dS2$ , 将要大致恒定地保持当前车速 Vh 的驾驶员的加速意图设为恒定意图。

[0105] 当步骤 S606 判断为否定时进入步骤 S608, 由于以大于等于规定速度向使加速踏板 72 放开的方向进行操作, 因此将驾驶员的驾驶意图判断为发动机制动意图来设定标志 Flg=3。在该情况下, 由于加速踏板 72 被踏入, 虽然实际上也有不发生发动机制动的情况, 但是由于使加速踏板 72 以规定速度以上进行放开操作, 因此认为驾驶员预测发动机制动的发生而期待车速 Vh 的降低。因此, 在  $dS < -dS2$  的情况下判断为发动机制动意图。

[0106] 在步骤 S603 判断为否定、加速踏板 72 没有被踏入的情况下进入步骤 S609, 判断是否是制动踏板操作量 SB=0。在 SB=0、制动踏板 92 也没有被踏入的情况下进入步骤 S610, 将驾驶员的驾驶意图判断为减缓速意图而设定标志 Flg=4。在该情况下, 由于制动踏板 92 没有被踏入, 因此驾驶员不进行积极的减速操作。但是由于加速踏板 72 也没有被踏入, 因此认为期待比上述发动机制动意图更大的减速。因此, 在加速踏板 72 和制动踏板 92 都没有被踏入的情况下, 判断为减缓速意图。

[0107] 在步骤 S609 判断为否定、制动踏板 92 被踏入的情况下进入步骤 S611, 将驾驶员的驾驶意图判断为减速意图而设定为标志 Flg=5。这样设定的加减速意图按照减速意图、缓减速意图、发动机制动意图、恒定意图以及加速意图的顺序, 驾驶员要加速的意图变强。

[0108] 这样, 在由步骤 S600 检测出驾驶员的加减速意图之后进入步骤 S700。在步骤 S700 中, 变更制动力 / 驱动力控制的动作安排表。图 17 中示出驾驶员的加减速意图和动作安排表之间的关系。在第一实施方式中, 根据加减速意图来变更制动力 / 驱动力控制中的动作安排表。

[0109] 具体地说, 如图 17 所示, 在驾驶员的驾驶意图是加速意图的情况下, 将制动力 / 驱动力控制限制到加速抑制。在恒定意图的情况下, 限制到产生直到发动机制动程度的减速度为止的控制。在发动机制动意图的情况下, 限制到产生直到减速程度的减速度为止的缓减速。在缓减速意图的情况下限制到减速控制。在减速意图的情况下不设置限制, 而在与驾驶员的制动踏板操作相应的制动力上加上与潜在风险 RP 相应的校正量进行制动力控制。

[0110] 使用图 18 的流程图说明动作安排表变更处理。在步骤 S701 中, 判断由步骤 S600 检测出的驾驶员的驾驶意图是否是加速意图 (Flg=1)。在加速意图的情况下进入步骤 S702, 设定为允许加速抑制为止的动作安排表 Schedule=1。当步骤 S701 判断为否定时进入

步骤 S703, 判断是否为恒定意图 (Flg=2)。在恒定意图的情况下进入步骤 S704, 设定为允许发动机制动程度的减速为止的动作安排表 Schedule=2。

[0111] 当步骤 S703 判断为否定时进入步骤 S705, 判断是否为发动机制动意图 (Flg=3)。在发动机制动意图的情况下进入步骤 S706, 设定为允许缓减速控制为止的动作安排表 Schedule=3。当步骤 S705 判断为否定时进入步骤 S707, 判断是否为缓减速意图 (Flg=4)。在缓减速意图的情况下进入步骤 S708, 设定为允许减速控制为止的动作安排表 Schedule=4。当步骤 S707 判断为否定时进入步骤 S709, 设定为允许全范围制动力 / 驱动力控制的动作安排表 Schedule=5。

[0112] 这样由步骤 S700 变更了动作安排表之后进入步骤 S800。在步骤 S800 中, 按照由步骤 S700 变更的动作安排表, 变更由步骤 S500 算出的制动力 / 驱动力校正量  $F_a$ 、 $F_b$ 。使用图 19 的流程图说明在此的处理。

[0113] 由步骤 S801 判断是否为动作安排表 Schedule=1。当步骤 S801 判断为肯定时进入步骤 S810, 进行加速抑制处理。当步骤 S801 判断为否定时进入步骤 S802, 判断是否为动作安排表 Schedule=2。当步骤 S802 判断为肯定时进入步骤 S820, 进行发动机制动处理。

[0114] 当步骤 S802 判断为否定时进入步骤 S803, 判断是否为动作安排表 Schedule=3。当步骤 S803 判断为肯定时进入步骤 S830, 进行缓减速控制处理。当步骤 S803 判断为否定时进入步骤 S804, 判断是否为动作安排表 Schedule=4。当步骤 S804 判断为肯定时进入步骤 S840, 进行减速处理。当步骤 S804 判断为否定时进入步骤 S850, 进行驾驶员的制动操作和制动力控制的加法处理。

[0115] 下面说明步骤 S810 中的加速抑制处理、步骤 S820 中的发动机制动处理、步骤 S830 中的缓减速控制处理、步骤 S840 中的减速控制处理、以及步骤 S850 中的加法处理。

[0116] 首先, 使用图 20 的流程图说明步骤 S810 中的加速抑制处理。由步骤 S811 算出行驶阻力  $F_0$ 。按照图 21 根据本车车速  $V_h$  算出行驶阻力  $F_0$ 。本车车速  $V_h$  越大, 行驶阻力  $F_0$  越大。此外, 也可以根据本车辆的加速度、车重等, 利用其它方法算出行驶阻力  $F_0$ 。

[0117] 在步骤 S812 中, 判断在与加速踏板操作量 SA 相应的要求驱动力  $F_{da}$  上加上驱动力校正量  $F_a$  的值 ( $F_{da}+F_a$ ) 是否大于等于由步骤 S811 算出的行驶阻力  $F_0$ 。在  $(F_{da}+F_a) \geq F_0$  的情况下进入步骤 S813。在步骤 S813 中, 设定为变更后的驱动力校正量  $F_{a_{hosei}}=F_a$ 。在  $(F_{da}+F_a) < F_0$  的情况下进入步骤 S814, 设定为变更后的驱动力校正量  $F_{a_{hosei}}=(-F_{da}+F_0)$ 。在接着的步骤 S815 中, 设定为变更后的制动力校正量  $F_{b_{hosei}}=0$

[0118] 由此, 如图 22 所示进行与潜在风险 RP 相应的驱动力控制时的驱动力的下限值, 被限制为与行驶阻力  $F_0$  相当的值。即, 即使在为了减少驱动力而进行校正控制的情况下, 也产生与最低限、行驶阻力  $F_0$  相当的驱动力。由此, 进行抑制加速的控制。

[0119] 接着, 使用图 23 的流程图说明步骤 S820 中的发动机制动处理。在步骤 S821 中, 设定为变更后的驱动力校正量  $F_{a_{hosei}}=F_a$ 。在步骤 S822 中, 设定为变更后的制动力校正量  $F_{b_{hosei}}=0$ 。由此, 如图 22 所示驱动力的下限值被设定为 0, 能够进行使驱动力降低到 0 为止的控制。但是不产生制动力。由此, 进行产生发动机制动程度减速度的控制。

[0120] 使用图 24 的流程图说明步骤 S830 中的缓减速控制处理。在步骤 S831 中, 设定为变更后的驱动力校正量  $F_{a_{hosei}}=F_a$ 。在步骤 S832 中, 判断制动力校正量  $F_b$  是否大于等于规定值  $F_{b_0}$ 。规定值  $F_{b_0}$ , 作为产生与减速相当的缓减速的制动力预先设定合适的值。在

$F_b \geq F_{b_0}$  的情况下进入步骤 S833, 设定为变更后的制动力校正量  $F_{b_{hosei}}=F_{b_0}$ 。即, 由规定值  $F_{b_0}$  限制制动力校正量  $F_b$ 。在  $F_b < F_{b_0}$  的情况下进入步骤 S834, 设定为变更后的制动力校正量  $F_{b_{hosei}}=F_b$ 。

[0121] 由此, 进行与潜在风险 RP 相应的制动力控制时的制动力, 被限制为在驱动器要求制动力  $F_{db}$  上加上规定值  $F_{b_0}$  的值。即, 即使在为了增大制动力而进行校正控制的情况下, 制动力的增加量也被限制为规定值  $F_{b_0}$ 。由此, 进行产生缓减速的控制。

[0122] 接着, 使用图 25 的流程图说明步骤 S840 中的缓减速控制处理。在步骤 S841 中, 设定为变更后的驱动力校正量  $F_{a_{hosei}}=F_a$ 。在步骤 S842 中, 判断为制动力校正量  $F_b$  是否大于等于规定值  $F_{b_1}$ 。规定值  $F_{b_1}$  在驾驶员通常进行的制动踏板操作的制动力范围内, 作为比缓减速控制中使用的规定值  $F_{b_0}$  大的值, 预先设定合适的值。在  $F_b \geq F_{b_1}$  的情况下进入步骤 S843, 设定为变更后的制动力校正量  $F_{b_{hosei}}=F_{b_1}$ 。即, 由规定值  $F_{b_1}$  限制制动力校正量  $F_b$ 。在  $F_b < F_{b_1}$  的情况下进入步骤 S844, 设定为变更后的制动力校正量  $F_{b_{hosei}}=F_b$ 。

[0123] 由此, 进行与潜在风险 RP 相应的制动力控制时的制动力, 被限制为在驱动器要求制动力  $F_{db}$  上加上规定值  $F_{b_1}$  的值。即, 即使在为了增大制动力而进行校正控制的情况下, 制动力的增加量也被限制为规定值  $F_{b_1}$ 。

[0124] 最后, 使用图 26 的流程图说明步骤 S850 中的加法处理。在步骤 S851 中, 设定为变更后的驱动力校正量  $F_{a_{hosei}}=F_a$ 。在步骤 S852 中, 设定为变更后的制动力校正量  $F_{b_{hosei}}=F_b$ 。由此, 如图 22 所示进行与潜在风险 RP 相应的制动力控制时, 在与驾驶员的制动踏板操作相应的要求制动力  $F_{db}$  上加上与潜在风险 RP 相应的校正量  $F_b$  的值作为制动力产生。

[0125] 这样, 在由步骤 S800 进行制动力 / 驱动力校正量变更处理之后进入步骤 S900。在步骤 S900 中, 向加速踏板反作用力控制装置 70 输出由步骤 S400 算出的加速踏板反作用力控制指令值  $F_A$ 。加速踏板反作用力控制装置 70 根据从控制器 50 输入的指令值控制加速踏板反作用力。

[0126] 在步骤 S1000 中, 将由步骤 S800 算出的变更后的驱动力校正量  $F_{a_{hosei}}$ 、以及变更后的制动力校正量  $F_{b_{hosei}}$ , 分别输出到驱动力控制装置 73 以及制动力控制装置 93。驱动力控制装置 73 控制发动机控制器, 使得根据变更后的驱动力校正量  $F_{a_{hosei}}$  和要求驱动力  $F_{da}$  算出目标驱动力, 产生算出的目标驱动力。另外, 制动力控制装置 93 控制制动液压控制器, 使得根据变更后的制动力校正量  $F_{b_{hosei}}$  和要求制动力  $F_{db}$  算出目标制动力, 并产生目标制动力。由此, 结束本次处理。

[0127] 这样, 在以上说明的第一实施方式中能够起到如下的作用效果。

[0128] (1) 车辆用驾驶操作辅助装置 1 检测存在于本车辆前方的障碍物, 根据障碍物的检测结果算出本车辆相对障碍物的潜在风险 RP。而且, 根据潜在风险 RP 算出本车辆中产生的制动力 / 驱动力的控制量  $F_a$ 、 $F_b$ , 根据制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$ , 按照预先设定的动作安排表控制本车辆的驱动力以及制动力。车辆用驾驶操作辅助装置 1 的控制器 50 检测驾驶员的加减速意图, 根据其检测结果变更制动力 / 驱动力控制的动作安排表。由此, 能够通过本车辆中产生的制动力 / 驱动力的变化将相对障碍物的潜在风险 RP 传递给驾驶员, 并且根据驾驶员的加减速意图变更制动力 / 驱动力控制的动作安排表, 因此能够不妨碍驾驶员的加减速意图而促使向合适的方向进行驾驶操作。

[0129] (2) 动作安排表被设定成根据潜在风险 RP 按照从驱动力控制到制动力控制的顺

序进行控制。具体地说,动作安排表被设定成:在操作加速踏板 72 的情况下,首先根据潜在风险 RP 只进行驱动力控制,当潜在风险 RP 变大时除了驱动力控制之外还进行制动力控制。当检测出驾驶员要加速的意图时,控制器 50 变更动作安排表使得只进行驱动力控制。由此,在驾驶员要加速的情况下,能够防止本车辆与其意图相反而由系统进行减速。

[0130] (3) 动作安排表被设定成根据潜在风险 RP 按加速抑制、发动机扭矩降低、缓减速、制动的顺序进行控制,控制器 50 根据加减速意图变更动作安排表,使得在驾驶员要加速的情况下只进行加速抑制,要加速的意图越小,在加速抑制中按发动机扭矩降低、缓减速、制动的顺序加入控制。具体地说,变更动作安排表,使得如图 17 所示按加速意图、恒定意图、发动机制动意图、缓减速意图、减速意图的顺序要加速的意图越小,以发动机扭矩降低、缓减速、制动的顺序在加速抑制中加入控制。在此,发动机制动控制相当于发动机扭矩降低,驱动器制动操作和制动控制的相加相当于制动。由此,在驾驶员要加速的情况下,能够防止本车辆与其意图相反而由系统进行减速,并且在驾驶员积极地进行减速操作的情况下,辅助其进行制动控制。

[0131] (4) 控制器 50 检测驾驶员的加减速意图是加速意图、车速恒定意图、发动机制动意图、缓减速意图、以及减速意图中的哪个。由此,能够根据驾驶员的加减速意图进行细微的制动力/驱动力控制的设定。

[0132] (5) 车辆用驾驶操作辅助装置 1 检测驾驶员的加速踏板操作量 SA 和制动踏板操作量 SB。而且,在控制器 50 中根据加速踏板操作量 SA 和制动踏板操作量 SB,检测加减速意图。加速踏板 72 以及制动踏板 92 是在驾驶员使本车辆加速或减速的情况下进行操作的驾驶操作设备,因此通过从它们的操作状态检测加减速意图,能够从驾驶员的驾驶操作直接进行意图检测。

### [0133] 第二实施方式

[0134] 下面说明本发明第二实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置。第二实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置的基本结构与图 1 以及图 2 所示的第一实施方式相同。在此,主要说明与上述第一实施方式的不同点。

[0135] 在第二实施方式中根据驾驶员的加减速意图,按照潜在风险 RP 还变更加速踏板 72 中产生的操作反作用力。因此,第二实施方式中的车辆用驾驶操作辅助装置 1 的控制器 50A 如图 27 所示,具备障碍物识别部 51、潜在风险算出部 52、加速踏板反作用力算出部 53、制动力/驱动力校正量算出部 54、加减速意图检测部 55、动作安排表变更部 56、制动力/驱动力校正量变更部 57、以及加速踏板反作用力变更部 58。

[0136] 加速踏板反作用力变更部 58 按照动作安排表,变更由加速踏板反作用力算出部 53 算出的操作反作用力的控制指令值 FA。变更后的反作用力控制指令值被输出到加速踏板反作用力控制装置 70。

[0137] 下面,使用图 28 详细说明第二实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置 1 的动作。图 28 是表示第二实施方式的控制器 50A 中的驾驶操作辅助控制处理的处理过程的流程图。本处理内容以固定间隔、例如每 50msec 连续进行。在步骤 S100 ~ S800 中的处理与图 8 所示的流程图中的处理相同,因此省略说明。

[0138] 在步骤 S860 中,按照由步骤 S700 变更的动作安排表,变更由步骤 S400 算出的加速踏板反作用力控制指令值 FA。使用图 29 的流程图说明在此的处理。在步骤 S861 中,算

出用于变更加速踏板反作用力控制指令值 FA 的反作用力变更增益 Ga。使用图 30 的流程图说明在此的处理。

[0139] 首先,步骤 S871 中判断是否为动作安排表 Schedule=1。在动作安排表 Schedule=1 的情况下进入步骤 S872,设定反作用力变更增益 Ga=Ga1。当步骤 S871 判断为否定时进入步骤 S873,判断是否为动作安排表 Schedule=2。在动作安排表 Schedule=2 的情况下进入步骤 S874,设定反作用力变更增益 Ga=Ga2。当步骤 S873 判断为否定时进入步骤 S875,设定为反作用力变更增益 Ga=1。在此,反作用力变更增益 Ga 预先设定合适的值,使得成为  $Ga1 > Ga2 > 1$ 。

[0140] 在动作安排表 Schedule=1 的情况下、或者在动作安排表 Schedule=2 的情况下,即在驾驶员的驾驶意图是加速意图或者恒定意图的情况下,通过将反作用力变更增益 Ga 设定为大于 1 的值 Ga1、Ga2,强调加速踏板 72 中产生的操作反作用力。在动作安排表 Schedule=1 或者 2 以外的情况下,即驾驶员的驾驶意图是使车速 Vh 减小的意图的情况下,将反作用力变更增益 Ga 设定为 1,使得直接产生与潜在风险 RP 相应的操作反作用力。

[0141] 在步骤 S876 中,判断由步骤 S872、S874、或者 S875 设定的反作用力变更增益 Ga 是否大于在反作用力变更增益 Ga 的上次值 Ga\_z 上加上规定的变化量  $\Delta Ga$  的值。在  $Ga > (Ga_z + \Delta Ga)$  的情况下进入步骤 S877,设定为反作用力变更增益  $Ga = Ga_z + \Delta Ga$ 。由此,对反作用力变更增益 Ga 进行变化率限幅。

[0142] 在步骤 S876 判断为否定、 $Ga \leq (Ga_z + \Delta Ga)$  的情况下进入步骤 S878。在步骤 S878 中,判断反作用力变更增益 Ga 是否小于从上次值 Ga\_z 减去规定变化量  $\Delta Ga$  的值。在  $Ga < (Ga_z - \Delta Ga)$  的情况下进入步骤 S879,设定为反作用力变更增益  $Ga = Ga_z - \Delta Ga$ 。由此,对反作用力变更增益 Ga 进行变化率限幅。

[0143] 当步骤 S878 判断为否定时,直接使用由步骤 S872、S874、或者 S875 设定的反作用力变更增益 Ga。在步骤 S880 中,将由步骤 S872、S874、或者 S875 设定的反作用力变更增益 Ga 设定为上次值 Ga\_z。

[0144] 这样,在由步骤 S861 算出加速踏板反作用力变更增益 Ga 之后进入步骤 S862。在步骤 S862 中使用由步骤 S861 算出的反作用力变更增益 Ga,变更由步骤 S400 算出的加速踏板反作用力控制指令值 FA。变更后的反作用力控制指令值  $FA_{hosei}$  由下面的(式 4)表示。

[0145]  $FA_{hosei} = Ga \times FA \quad \dots$  (式 4)

[0146] 由此,在驾驶员的驾驶意图是加速意图或者恒定意图的情况(动作安排表 Schedule=1,2)下,使加速踏板反作用力控制指令值 FA 增加地进行校正,强调加速踏板 72 中产生的操作反作用力。在驾驶员的驾驶意图是加速意图或者恒定意图以外的情况(动作安排表 Schedule=1,2 以外)下、即在驾驶员要使车速 Vh 减小的情况下,直接产生与潜在风险 RP 相应的反作用力控制指令值 FA。

[0147] 这样,在以上说明的第二实施方式中,除了上述第一实施方式的效果以外,还能够起到如下的作用效果。

[0148] (1) 控制器 50A 根据潜在风险 RP 算出驾驶操作设备中产生的操作反作用力 FA,根据变更后的动作安排表来校正操作反作用力 FA。而且,在驾驶操作设备中产生校正后的操作反作用力  $FA_{hosei}$ 。由此,在将潜在风险 RP 作为来自驾驶操作设备的操作反作用力传递给驾驶员的情况下,能够进行与制动力 / 驱动力控制联动的效果的控制。

[0149] (2) 控制器 50A 在变更动作安排表使得只进行加速抑制的情况下,对操作反作用力进行增加校正。由此,在限制制动力 / 驱动力控制使得对应于驾驶员的加速意图只进行加速抑制的情况下,强调从驾驶操作设备产生的操作反作用力,能够同时实现降低给驾驶员的不适感、以及确实的信息传递。

[0150] 在上述的第一以及第二实施方式中,检测出了驾驶员的加减速意图是加速意图、恒定意图、发动机制动意图、缓减速意图、以及减速意图中的某个。但是不限于此,也可以构成为至少检测出是否有要加速的意图。另外,按加速抑制、发动机制动、缓减速控制、减速控制、驱动器制动操作和制动控制的相加的顺序设定了动作安排表,但是也可以设定成至少实施加速抑制以及驱动器制动踏板操作和制动控制的相加。

[0151] 在上述第一以及第二实施方式中,根据潜在风险 RP 进行加速踏板操作反作用力控制和制动力 / 驱动力控制,但是不限于此,也可以根据潜在风险 RP 只控制本车辆中产生的制动力 / 驱动力。另外,也可以作为驾驶操作设备使用制动踏板 92,根据潜在风险 RP 来控制制动踏板 92 中产生的操作反作用力。

[0152] 在上述第一以及第二实施方式中,作为潜在风险 RP 算出了与余量时间 TTC 相关联的假想弹性体 300 的排斥力。但是不限于此,也可以设定与表示从本车辆到障碍物当前位置为止的到达时间的车间时间  $THW(=X/V_h)$  相关联的假想弹性体,将该排斥力作为潜在风险 RP 算出。另外,也可以根据基于余量时间 TTC 的排斥力和基于车间时间 THW 的排斥力,利用高选择 (select high) 算出潜在风险 RP。或者也可以将车间时间 THW 的倒数的函数和余量时间 TTC 的倒数的函数进行相加,利用高选择从它们算出潜在风险 RP。

[0153] 潜在风险 RP 和反作用力控制指令值 FA 之间的关系不限于图 11 所示的图,能够设定成潜在风险 RP 越增加,反作用力控制指令值 FA 越增加。

[0154] 在上述第二实施方式中,根据来自动作安排表变更部 56 的信号校正加速踏板反作用力控制指令值 FA。但是不限于此,也可以根据加减速意图检测部 55 的检测结果来校正加速踏板反作用力控制指令值 FA。

[0155] 在以上说明的第一以及第二实施方式中,激光雷达 10 可作为障碍物检测单元发挥功能,潜在风险算出部 52 可作为潜在风险算出单元发挥功能,制动力 / 驱动力校正量算出部 54、驱动力控制装置 73 以及制动力控制装置 93 可作为制动力 / 驱动力控制量算出单元以及制动力 / 驱动力控制单元发挥功能,加减速意图检测部 55 可作为加减速意图检测单元发挥功能,动作安排表变更部 56 可作为动作安排表变更单元发挥功能。另外,加速踏板反作用力算出部 53 可作为操作反作用力算出单元发挥功能,加速踏板反作用力变更部 58 可作为操作反作用力校正单元发挥功能,加速踏板反作用力控制装置 70 可作为操作反作用力产生单元发挥功能。并且,加速踏板行程传感器 74 可作为加速踏板操作量检测单元发挥功能,制动踏板行程传感器 94 可作为制动踏板操作量检测单元发挥功能。但是不限于这些,作为障碍物检测单元,也可以代替激光雷达 10 使用例如其他方式的毫米波雷达。另外,作为加减速意图检测单元,也可以只根据加速踏板 72 的操作状态来检测加减速意图。此外,以上说明仅是一例,当解释发明时,上述实施方式的记载事项和权利要求书的记载事项的对应关系中没有任何限定和约束。

[0156] 第三实施方式

[0157] 下面,说明本发明第三实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置。图 31 中示出表示第



三实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置 3 的结构的系统图。在图 31 中,在与图 1 以及图 2 所示的第一实施方式具有相同功能的地方标记相同的符号。在此,主要说明与第一实施方式的不同点。

[0158] 车辆用驾驶操作辅助装置 3 具备激光雷达 10、车速传感器 20、舵角传感器 30、障碍物检测装置 40、控制器 50B、加速踏板反作用力控制装置 70、驱动力控制装置 73、以及制动力控制装置 93 等。

[0159] 障碍物检测装置 40 根据激光雷达 10 以及车速传感器 20 的检测结果,获取与前方障碍物有关的信息。具体地说,障碍物检测装置 40 根据从激光雷达 10 在每个扫描周期或者每个扫描角度输出的检测结果,判别检测出的物体的运动,并且根据物体间的接近状态、运动的相似性等,判别检测出的物体是相同的物体还是不同的物体。

[0160] 并且,障碍物检测装置 40 根据来自激光雷达 10 和车速传感器 20 的信号,识别本车辆周围的障碍物信息、即识别本车辆和前方障碍物之间的车间距离和相对速度、前方障碍物相对本车辆的左右方向距离以及前方障碍物宽度等。此外,障碍物检测装置 40 在检测到多个前方障碍物的情况下获取关于各障碍物的信息。障碍物检测装置 40 向控制器 50B 输出获取的障碍物信息。

[0161] 舵角传感器 30 是安装在转向柱或者方向盘附近的角度传感器等,将转向轴的旋转作为操舵角进行检测,输出到控制器 50B。

[0162] 控制器 50B 由 CPU、以及 ROM 和 RAM 等 CPU 外围部件构成,进行整个车辆用驾驶操作辅助装置 3 的控制。控制器 50B,根据从车速传感器 20 输入的本车车速、以及从障碍物检测装置 40 输入的障碍物信息,识别本车辆的行驶状况。控制器 50B 根据行驶状况算出潜在风险,该潜在风险是表示本车辆相对前方障碍物的接近程度的物理量。

[0163] 控制器 50B 根据相对障碍物的潜在风险,控制本车辆中产生的制动力 / 驱动力,并且控制驾驶员为了驾驶操作而进行操作的驾驶操作设备中产生的操作反作用力。在此,驾驶操作设备是例如驾驶员使本车辆加速或减速时进行操作的加速踏板 72。此外,在没有进行基于潜在风险的加速踏板反作用力控制的情况下,例如与加速踏板操作量 SA 相应的拉簧(未图示)的弹簧力作为反作用力作用在加速踏板 72 上。

[0164] 下面,说明本发明第三实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置 3 的动作。首先,说明动作概要。

[0165] 控制器 50B 检测驾驶员的加减速意图,根据检测出的加减速意图以及潜在风险,调整本车辆中产生的制动力 / 驱动力的校正量、以及加速踏板 72 中产生的反作用力控制量。具体地说,根据加减速意图使制动力 / 驱动力校正量和反作用力控制量联动变化地进行调整。

[0166] 使用图 32 详细说明第三实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置 3 的动作。图 32 是第三实施方式的控制器 50B 中的驾驶操作辅助控制处理的处理过程的流程图。本处理内容以固定间隔、例如每 50msec 连续进行。

[0167] 首先,由步骤 S2010 读入由车速传感器 20 检测的本车车速  $V_h$ 、以及由舵角传感器 30 检测的本车辆操舵角  $\delta$  的数据。在步骤 S2020 中,读入由加速踏板行程传感器 74 检测的加速踏板操作量 SA。在步骤 S2030 中,读入按照激光装置 10 以及车速传感器 20 的检测结果由障碍物检测装置 40 算出的与多个前方障碍物相关的信息。与前方障碍物相关的信

息例如是到各障碍物的前后方向的距离（车间距离）D、以及障碍物相对本车辆的左右方向位置 x 和前后方向位置 y。

[0168] 在步骤 S2040 中,根据由步骤 S2010 读入的本车车速  $V_h$  以及操舵角  $\delta$  估计本车辆的路线。下面,使用图 33 以及图 34 说明预测路线的估计方法。为了估计预测路线,算出本车辆如图 33 所示向箭头方向前进的情况下的转弯半径 R。首先,算出本车辆的转弯曲率  $\rho$  (1/m)。可根据本车车速  $V_h$  以及操舵角  $\delta$ ,由下面的(式 5)算出转弯曲率  $\rho$ 。

[0169]  $\rho = 1 / \{L(1+A \cdot V_h^2)\} \times \delta / N \quad \cdots$  (式 5)

[0170] 在此, L 为本车辆的轴距 (wheelbase), A 为根据车辆决定的稳定系数 (正的常数), N 为转向齿轮比。

[0171] 使用转弯曲率  $\rho$  由下面的(式 6)表示转弯半径 R。

[0172]  $R = 1 / \rho \quad \cdots$  (式 6)

[0173] 通过使用利用(式 6)算出的转弯半径 R,能够如图 33 所示将本车辆的行驶轨道预测为半径 R 的圆弧。而且,如图 34 所示,将以转弯半径 R 的圆弧为中心线的宽度  $T_w$  的区域,设定为本车辆要行驶的预测路线。根据本车辆的宽度预先合适地设定宽度  $T_w$ 。

[0174] 在步骤 S2050 中,在利用障碍物检测装置 40 检测、判断为位于由步骤 S2040 设定的本车辆的预测路线内的障碍物之中,将最靠近本车辆的物体选择为前方障碍物。该前方障碍物是在以后的处理中成为算出本车辆潜在风险 RP 的对象的障碍物。

[0175] 在步骤 S2060 中,对由步骤 S2050 作为前方障碍物所选择的障碍物,算出本车辆的潜在风险 RP。使用图 35 的流程图说明在此的处理。以下,将在本车辆前方行驶的先行车作为前方障碍物进行说明。首先,由步骤 S2061 算出本车辆和前方障碍物之间的车间时间 THW 以及余量时间 TTC。车间时间 THW 是表示本车辆到达先行车的当前位置所需时间的物理量,根据下面的(式 7)算出。

[0176]  $THW = D / V_h \quad \cdots$  (式 7)

[0177] 相对先行车的余量时间 TTC 是表示当前的本车辆相对先行车的接近程度的物理量,在当前的行驶状况继续的情况下,即在本车车速  $V_h$  以及相对车速  $V_r$  恒定的情况下,是表示几秒后车间距离 D 变成零而使本车辆和先行车辆接触的值。此外,相对速度  $V_r$  是  $V_r = (V_h - V_{h'})$ ,在本车车速低于先行车速的情况下设为  $V_r = 0$ 。由下面的(式 8)求出相对障碍物的余量时间 TTC。

[0178]  $TTC = D / V_r \quad \cdots$  (式 8)

[0179] 余量时间 TTC 的值越小,意味着向先行车的接触越紧迫,向先行车的接近程度越大。例如向先行车接近时,已知在余量时间 TTC 变成 4 秒以下之前,大部分的驱动器开始减速行动。车间时间 THW 以及余量时间 TTC 越小,表示本车辆和先行车越接近。

[0180] 在此,设想将与车间时间 THW 相关联的假想弹性体、以及与余量时间 TTC 相关联的假想弹性体设定在本车辆和前方障碍物之间的模型,作为基于车间时间 THW 的潜在风险  $RP_{THW}$  以及基于余量时间 TTC 的潜在风险  $RP_{TTC}$ ,算出各个假想弹性体的排斥力。

[0181] 由步骤 S2062 比较车间时间 THW 与阈值  $TH_{THW}$ 。在车间时间 THW 小于用于判断控制开始的阈值  $TH_{THW}$  的情况 ( $THW < TH_{THW}$ ) 下,进入步骤 S 2063。在步骤 S2063 中,使用本车车速  $V_h$  和车间时间 THW,从下面的(式 9)算出基于车间时间 THW 的潜在风险  $RP_{THW}$ 。

[0182]  $RP_{THW} = K_{THW} \times (TH_{THW} - THW) \times V_h \quad \cdots$  (式 9)

[0183] 在(式9)中,  $K_{THW}$  是与车间时间 THW 相关联的假想弹性体的弹簧常数,  $TH_{THW} \cdot V_h$  相当于假想弹性体的长度。

[0184] 在由步骤 S2062 判断为  $THW \geq TH_{THW}$  的情况下进入步骤 S2064, 使潜在风险  $RP_{THW}=0$ 。

[0185] 在步骤 S2065 中, 将余量时间 TTC 与阈值  $TH_{TTC}$  进行比较。在余量时间 TTC 小于用于判断控制开始的阈值  $TH_{TTC}$  的情况 ( $TTC < TH_{TTC}$ ) 下, 进入步骤 S2066。在步骤 S2066 中, 使用相对速度  $V_r$  和余量时间 TTC, 从下面的(式10)算出基于余量时间 TTC 的潜在风险  $RP_{TTC}$ 。

[0186]  $RP_{TTC} = K_{TTC} \times (TH_{TTC} - TTC) \times V_r \quad \dots$  (式10)

[0187] 在(式10)中,  $K_{TTC}$  是与余量时间 TTC 相关联的假想弹性体的弹簧系数,  $TH_{TTC} \cdot V_r$  相当于假想弹性体的长度。

[0188] 在由步骤 S2065 判断为  $TTC \geq TH_{TTC}$  的情况下进入步骤 S2067, 使潜在风险  $RP_{TTC}=0$ 。

[0189] 在接着的步骤 S2068 中, 在由步骤 S2063 或者 S2064 算出的基于车间时间 THW 的潜在风险  $RP_{THW}$ 、以及由步骤 S2066 或者 S2067 算出的基于余量时间 TTC 的潜在风险  $RP_{TTC}$  之中, 将大的一个值选择为潜在风险 RP。

[0190] 这样, 在由步骤 S2060 算出潜在风险 RP 之后进入步骤 S2070。在步骤 S2070 中, 根据由步骤 S2060 算出的本车辆相对前方障碍物的潜在风险 RP, 算出控制推斥力  $F_c$ , 该控制推斥力  $F_c$  在算出目标制动力 / 驱动力以及加速踏板反作用力控制指令值时使用。因此, 按照如上述图 13 所示的关系算出推斥力  $F_c$ , 使得潜在风险 RP 越大, 推斥力  $F_c$  越大。

[0191] 在接着的步骤 S2080 中, 根据加速踏板操作量 SA 检测驾驶员的加减速意图。使用图 36 的流程图说明在此的处理。

[0192] 首先, 由步骤 S2081 判断加速踏板 72 是否被踏入。具体地说, 在由步骤 S2020 读入的加速踏板操作量 SA 大于规定值  $TH_0$  的情况下, 判断为有加速踏板 72 的踏入操作。作为在 0% 上加上与误差相当的值的值, 预先适当地设定规定值  $TH_0$ 。当判断为没有踏入操作时进入步骤 S2082, 判断为驾驶员释放加速踏板 72 而要减速, 将加减速意图标志 ST 设定为 ST4(减速意图)。

[0193] 当由步骤 S2081 判断为有加速踏板 72 的踏入操作时进入步骤 S2083, 判断加速踏板 72 是否被增加踏入进行操作。具体地说, 在加速踏板 72 的操作速度大于规定值  $dTH_1$  的情况下, 判断为加速踏板 72 被增加踏入。加速踏板操作速度例如能够通过对加速踏板操作量 SA 进行时间微分来算出, 在向踏入方向操作的情况下以正值表示。考虑误差部分预先适当将规定值  $dTH_1$  设定为可判断为加速踏板 72 被增加踏入的正值。

[0194] 当判断为加速踏板 72 被增加踏入时进入步骤 S2084, 判断为驾驶员要加速, 将加减速意图标志 ST 设定为 ST1(加速意图)。

[0195] 当由步骤 S2083 判断为加速踏板 72 没有增加踏入时进入步骤 S2085, 判断是否向放开方向操作加速踏板 72。具体地说, 在加速踏板操作速度小于规定值  $-dTH_1$  的情况下, 即在用比规定值  $-dTH_1$  更快的速度进行放开操作的情况下, 判断为向放开方向操作加速踏板 72。当判断为向放开方向操作加速踏板 72 时进入步骤 S2086, 将加减速意图标志 ST 设定为 ST3(发动机制动意图)。在此, 发动机制动意图是指虽然驾驶员踏入了加速踏板 72

但没有要加速的意图、而是要进行发动机制动程度的弱减速的意图。

[0196] 当由步骤 S2085 判断为没有加速踏板 72 的放开操作时,进入步骤 S2087。在步骤 S2087 中,判断为保持加速踏板 72 从而要大致恒定地保持本车车速  $V_h$ ,将加减速意图标志 ST 设定为 ST2(恒定速度意图)。

[0197] 这样,在由步骤 S2080 进行加减速意图检测处理之后进入步骤 S2090。在步骤 S2090 中进行如下处理:用于根据由步骤 S2080 检测出的驾驶员的加减速意图,调整基于由步骤 S2060 算出的潜在风险 RP 的制动力/驱动力控制和操作反作用力控制。具体地说,调整由步骤 S2070 算出的控制推斥力  $F_c$ ,使得制动力/驱动力控制的控制量和操作反作用力控制的控制量根据驾驶员的加减速意图而联动地变化。使用图 37 的流程图说明在此的处理。

[0198] 在步骤 S2091 中,判断由步骤 S2070 算出的控制推斥力  $F_c$  是否大于 0。在  $F_c > 0$ 、执行与潜在风险 RP 相应的制动力/驱动力控制以及操作反作用力控制的情况下,进入步骤 S2092。在步骤 S2092 中判断由步骤 S2080 检测出的加减速意图标志 ST 是否是 ST1(加速意图)。在  $ST=ST1$  的情况下进入步骤 S2093。

[0199] 在步骤 S2093 中估计驱动器要求驱动力  $F_{da}$ 。在控制器 50B 中存储有与图 4 相同的对应图,根据加速踏板操作量 SA 估计驱动器要求驱动力  $F_{da}$ 。在步骤 S2094 中算出行驶阻力 FR。能够通过从驱动力估计值减去(加速度/车重)来算出行驶阻力 FR。可通过对本车车速  $V_h$  进行时间微分而得到加速度。另外,也可以设置加速度传感器来检测。

[0200] 在步骤 S2095 中,使用控制推斥力  $F_c$ 、驱动器要求驱动力  $F_{da}$  以及行驶阻力 FR,算出制动力/驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1}$ 。具体地说,由  $(F_{da}-FR)$  来限制根据潜在风险 RP 算出的控制推斥力  $F_c$ 。即,在  $F_c \leq (F_{da}-FR)$  的情况下,将由步骤 S2070 算出的控制推斥力  $F_c$  直接作为制动力/驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1}$  使用,在  $F_c > (F_{da}-FR)$  的情况下限制为  $F_{c1}=(F_{da}-FR)$ 。

[0201] 当步骤 S2092 判断为否定时进入步骤 S2096。在步骤 S2096 中,判断加减速意图是否为 ST3(发动机制动意图)或者 ST4(减速意图)。在 ST 是 ST3、ST4 以外、即  $ST=ST2$ (恒定速度意图)的情况下进入步骤 S2097,根据加速踏板操作量 SA 估计驱动器要求驱动力  $F_{da}$ 。

[0202] 在步骤 S2098 中,算出制动力/驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1}$ 。具体地说,用驱动器要求驱动力  $F_{da}$  来限制根据潜在风险 RP 算出的控制推斥力  $F_c$ 。即,在  $F_c \leq F_{da}$  的情况下,将由步骤 S2070 算出的控制推斥力  $F_c$  直接作为制动力/驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1}$  使用,在  $F_c > F_{da}$  的情况下限制为  $F_{c1}=F_{da}$ 。在步骤 S2096 判断为肯定、 $ST=ST3$ (发动机制动意图)或者  $ST=ST4$ (减速意图)的情况下进入步骤 S2099,将由步骤 S2070 算出的控制推斥力  $F_c$  直接用作制动力/驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1}$ 。

[0203] 在接着的步骤 S2100 中,使用制动力/驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1}$ ,算出反作用力控制量算出用的控制推斥力  $F_{c2}$ 。可以使用下面的(式 11)算出反作用力控制量算出用的控制推斥力  $F_{c2}$ 。

[0204]  $F_{c2}=F_c \times F_c / F_{c1} \dots$  (式 11)

[0205] 这样,控制推斥力  $F_{c1}$  越小,控制推斥力  $F_{c2}$  越大;控制推斥力  $F_{c1}$  越大,控制推斥力  $F_{c2}$  越小。即,反作用力控制量算出用的控制推斥力  $F_{c2}$  的大小与制动力/驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1}$  联动地变化。

[0206] 在步骤 S2101 中,在由步骤 S2100 算出的反作用力控制量算出用的控制推斥力  $F_{c2}$  上进行限幅。具体地说,用基于潜在风险 RP 的控制推斥力  $F_{c2}$  的两倍程度的值来限制反作用力控制量算出用的控制推斥力  $F_{c2}$ 。在步骤 S2091 判断为否定、 $F_{c2}=0$  的情况下,进入步骤 S2102 设定为制动力 / 驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1} = 0$ 、反作用力控制量算出用的控制推斥力  $F_{c2}=0$ 。

[0207] 这样,由步骤 S2090 算出制动力 / 驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1}$  和反作用力控制量算出用的控制推斥力  $F_{c2}$  之后,进入步骤 S2110。在步骤 S2110 中,使用制动力 / 驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1}$ ,分别算出用于进行制动力 / 驱动力控制的驱动力校正量  $F_a$  以及制动力校正量  $F_b$ 。使用图 38 的流程图说明在此的处理。

[0208] 在步骤 S2111 中,根据加速踏板操作量 SA 估计驱动器要求驱动力  $F_{da}$ 。在步骤 S2112 中,比较由步骤 S2090 算出的制动力 / 驱动力校正量算出用的控制推斥力  $F_{c1}$  和由步骤 S2111 估计的驱动器要求驱动力  $F_{da}$  之间的大小关系。在  $F_{da} \geq F_{c1}$  的情况下进入步骤 S2113。在步骤 S2113 中,作为驱动力校正量  $F_a$  设置  $-F_{c1}$ ,由步骤 S2114 对制动力校正量  $F_b$  设置 0。

[0209] 即,由于  $F_{da}-F_{c1} \geq 0$ ,因此利用控制推斥力  $F_{c1}$  校正驱动力  $F_{da}$  后还剩下正的驱动力。因而,能够只由驱动力控制装置 73 进行校正量的输出。在该情况下,车辆状态成为虽然驾驶员踏入了加速踏板 72 但无法得到所期待的程度的驱动力的状态。在校正后的驱动力大于行驶阻力的情况下,使驾驶员感受加速变迟钝的行为,在校正后的驱动力小于行驶阻力的情况下,使驾驶员感受减速的行为。

[0210] 另一方面,在步骤 S2112 判断为否定、 $F_{da}<F_{c1}$  的情况下,只由驱动力控制装置 73 不能够输出作为目标的校正量。因此,进入步骤 S2115 对驱动力校正量  $F_a$  设置  $-F_{da}$ ,由步骤 S2116 作为制动力校正量  $F_b$  设置校正量的不足部分  $(F_{c1}-F_{da})$ 。在该情况下,驾驶员察觉到车辆的减速行为。

[0211] 在步骤 S2117 中,将由步骤 S2113 或者 S2115 算出的驱动力校正量  $F_a$ 、以及由步骤 S2114 或者 S2116 算出的制动力校正量  $F_b$  分别输出到驱动力控制装置 73、以及制动力控制装置 93。驱动力控制装置 73 根据来自控制器 50B 的指令控制发动机扭矩。制动力控制装置 93 根据来自控制器 50B 的指令控制制动液压。

[0212] 这样,在由步骤 S2110 分别算出驱动力校正量  $F_a$  和制动力校正量  $F_b$  并输出之后,进入步骤 S2120。在步骤 S2110 中,根据由步骤 S2090 算出的反作用力控制量算出用的控制推斥力  $F_{c2}$ ,算出加速踏板 72 中产生的操作反作用力的控制量、即加速踏板反作用力控制指令值  $F_A$ 。图 39 中示出控制推斥力  $F_{c2}$  和加速踏板反作用力控制指令值  $F_A$  之间的关系。如图 39 所示,控制推斥力  $F_{c2}$  越大,加速踏板反作用力控制指令值  $F_A$  越大。

[0213] 控制器 50B 将根据控制推斥力  $F_{c2}$  算出的加速踏板反作用力控制指令值  $F_A$  输出到加速踏板反作用力控制装置 70。加速踏板反作用力控制装置 70 控制加速踏板反作用力,使得在与加速踏板操作量 SA 相应的普通反作用力特性中附加与从控制器 50B 输入的指令值相应的反作用力。由此,结束本次处理。

[0214] 使用图 40 以及图 41 的 (a) ~ (h) 说明以上所说明的第三实施方式的作用。图 40 示意性地示出了潜在风险 RP、加减速意图、制动力 / 驱动力控制、以及操作反作用力控制的关系。在图 40 中,用虚线表示在不进行联动控制处理的情况下的制动力 / 驱动力控制和

操作反作用力控制之间的关系。在不进行联动控制处理的情况下,潜在风险 RP 越大,制动力 / 驱动力控制的控制量和操作反作用力控制的控制量都越大。

[0215] 通过进行联动控制处理,在检测出加速意图的情况下,操作反作用力控制的动作对制动力 / 驱动力控制变强。相反,在检测出减速意图的情况下,使制动力 / 驱动力控制的动作对操作反作用力控制变强。

[0216] 图 41 的 (a) ~ (h) 分别表示加速踏板操作量 SA、意图检测判断结果(加减速意图标志 ST)、驱动器要求驱动力  $F_{da}$ 、控制推斥力  $F_c$ 、制动力 / 驱动力校正量算出的控制推斥力  $F_{c1}$ 、反作用力控制量算出的控制推斥力  $F_{c2}$ 、制动力 / 驱动力校正量  $F_a$ 、 $F_b$ 、以及反作用力控制指令值  $F_A$  的时间变化的一例。

[0217] 加速踏板操作量 SA 到时间  $t_1$  为止恒定,然后踏入,从时间  $t_3$  渐渐减少。与此相应,驱动器要求驱动力  $F_{da}$  也增减。到时间  $t_1$  为止,作为驾驶员的加减速意图检测出恒定速度意图 (ST2),将驱动器要求驱动力  $F_{da}$  作为上限,根据控制推斥力  $F_c$  算出控制推斥力  $F_{c1}$ 。由此,在本车辆中产生发动机制动程度的弱减速度。但是不进行制动控制。控制推斥力  $F_{c2}$  被调整为代替限制控制推斥力  $F_{c1}$  而进行增加,驾驶员能够通过加速踏板 72 连续地察觉潜在风险 RP 的存在。

[0218] 在时间  $t_1$  以后,当踏入加速踏板 72 时,作为加减速意图检测出加速意图 (ST1)。以  $(F_{da}-FR)$  为上限根据控制推斥力  $F_c$  算出控制推斥力  $F_{c1}$ 。由此,根据驾驶员的加速意图,本车辆能够克服行驶阻力 FR 进行加速。与此联动,向增加方向调整控制推斥力  $F_{c2}$ ,驾驶员能够通过加速踏板 72 连续地察觉潜在风险 RP 的存在。

[0219] 当加速踏板操作量 SA 在时间  $t_2$  不再变动时,作为加减速意图检测出恒定速度意图 (ST2)。由此,驱动力校正量  $F_a$  降低到 0。在时间  $t_3$  以后,当向放开方向操作加速踏板 72 时,作为加减速意图检测出发动机制动意图 (ST3)。在该情况下,控制推斥力  $F_c$  直接用作控制推斥力  $F_{c1}$ 、 $F_{c2}$ 。由此,在控制推斥力  $F_{c1}$  大于驱动器要求驱动力  $F_{da}$  的情况下,本车辆中产生减速度。

[0220] 当加速踏板 72 在时间  $t_4$  被释放时,作为加减速意图检测出减速意图 (ST4)。在该情况下,控制推斥力  $F_c$  直接用作控制推斥力  $F_{c1}$ 、 $F_{c2}$ ,因此本车辆中产生减速度。

[0221] 这样,在以上说明的第三实施方式中,能够起到如下的作用效果。

[0222] (1) 车辆用驾驶操作辅助装置 3 检测存在于本车辆前方的障碍物,根据障碍物的检测结果算出本车辆相对障碍物的潜在风险 RP。而且,根据潜在风险 RP 算出本车辆中产生的制动力 / 驱动力的控制量  $F_a$ 、 $F_b$ ,并且算出驾驶操作设备中产生的操作反作用力的反作用力控制量  $F_A$ 。并且,根据算出的制动力 / 驱动力校正量(制动力 / 驱动力控制量)  $F_a$ 、 $F_b$  控制本车辆的驱动力以及制动力,使驾驶操作设备产生算出的反作用力控制指令值(反作用力控制量)  $F_A$ 。在此,驾驶操作设备例如是加速踏板 72。控制器 50B 检测驾驶员的加减速意图,根据其检测结果和潜在风险 RP,将本车辆的驱动力和制动力、以及驾驶操作设备中产生的操作反作用力进行联动控制。由此,能够将制动力 / 驱动力和操作反作用力联动地进行控制,使制动力 / 驱动力的变化和操作反作用力的变化相互补充,从而能够实现降低带给驾驶员的不适感的控制。

[0223] (2) 由加减速意图检测处理检测的加减速意图包括驾驶员的加速意图和减速意图,因此能够检测出与驾驶操作相关的驾驶员的意图。

[0224] (3) 控制器 50B 根据加减速意图的检测结果,修正制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$  以及反作用力控制量  $F_A$ 。由此,能够根据加减速意图,适当地修正根据潜在风险  $RP$  算出的制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$  以及反作用力控制量  $F_A$ 。

[0225] (4) 算出制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$ ,使得潜在风险  $RP$  越大,驱动力越小或制动力越大;算出反作用力控制量  $F_A$ ,使得潜在风险  $RP$  越大,驾驶操作设备中产生的操作反作用力越大。由此,能够将本车辆的潜在风险  $RP$  变大的情况作为来自本车辆的减速感以及来自驾驶操作设备的操作反作用力的大小,使驾驶员直观地感觉到。

[0226] (5) 控制器 50B 修正制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$ ,使得驾驶员要加速的意图越强,驱动力的减少量或者制动力的增加量越小。在此,加减速意图中的驾驶员要加速的意图以减速意图、发动机制动意图、恒定速度意图、加速意图的顺序变强。在驾驶员要加速的情况下,向减少方向调整制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$ ,因此不妨碍驾驶员的加速意图,驾驶员能够得到与意图相应的加速。

[0227] (6) 驾驶员要加速的意图越强,控制器 50B 使反作用力控制量  $F_A$  相对于制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$  的大小越大。在检测出加速意图的情况下,向减少方向调整制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$ ,因此通过使反作用力控制量  $F_A$  相反地变大,能够使驾驶员确实地感觉到存在潜在风险  $RP$ 。

[0228] (7) 控制器 59B 修正制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$ ,使得驾驶员要减速的意图越强,驱动力的减少量或者制动力的增加量越大。在此,加减速意图中的驾驶员要减速的意图按加速意图、恒定速度意图、发动机制动意图、减速意图的顺序变强。在驾驶员要减速的情况下,向增加方向调整制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$ ,因此能够辅助驾驶员的减速操作。

[0229] (8) 驾驶员要减速的意图越强,控制器 50B 使反作用力控制量  $F_A$  相对于制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$  的大小越小。在检测出加速意图的情况下,向增加方向调整制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$ ,因此通过使反作用力控制量  $F_A$  相反地变小,能够获取制动力 / 驱动力控制和操作反作用力控制的平衡,降低带给驾驶员的不适感。

[0230] (9) 控制器 50B 在检测出驾驶员的加速意图的情况下修正制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$ ,使得不降低本车车速。由此,不妨碍驾驶员的加速意图,驾驶员能够得到与意图相应的加速。

[0231] (10) 控制器 50B 在没有检测出驾驶员的减速意图的情况下修正制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$ ,使得不增加制动力。具体地说,在检测出恒定速度意图 (ST2) 或者加速意图 (ST1) 的情况下,设为制动力校正量  $F_b=0$ 。由此,在驾驶员具有不减速的意图而进行驾驶操作的情况下,不妨碍驾驶员的意图。

[0232] (11) 控制器 50B 根据加减速意图的检测结果修正制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$  之后,使用修正后的制动力 / 驱动力控制量  $F_a$ 、 $F_b$  修正反作用力控制量  $F_A$ 。具体地说,根据潜在风险  $RP$  和加减速意图算出制动力 / 驱动力校正量算出用的控制排斥力  $F_{c1}$ ,使用控制排斥力  $F_{c1}$  算出反作用力控制量算出用的控制排斥力  $F_{c2}$ 。由此,能够进行与制动力 / 驱动力控制联动的操作反作用力控制。

#### [0233] 第四实施方式

[0234] 下面,说明本发明第四实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置。第四实施方式的车辆用驾驶操作辅助装置的基本结构与图 31 所示的第三实施方式相同。在此,主要说明与上

述第三实施方式的不同点。

[0235] 在第四实施方式中,设定根据加减速意图使制动力 / 驱动力控制和操作反作用力控制联动的校正系数  $\alpha$ 、 $\beta$ ,使用校正系数  $\alpha$ 、 $\beta$  分别算出制动力 / 驱动力校正量算出用的控制排斥力  $F_{c1}$  和反作用力控制量算出用的控制排斥力  $F_{c2}$ 。使用图 42 说明该处理。由图 32 的流程图的步骤 S2090 执行该处理。

[0236] 在步骤 S2201 中,判断由步骤 S2070 算出的控制排斥力  $F_c$  是否大于 0。在  $F_c > 0$ 、执行与潜在风险 RP 相应的制动力 / 驱动力控制以及操作反作用力控制的情况下,进入步骤 S2202。在步骤 S2202 中,根据由步骤 S2080 检测出的加减速意图设定校正系数  $\alpha$ 、 $\beta$ 。图 43 中示出加减速意图和校正系数  $\alpha$ 、 $\beta$  之间的关系。

[0237] 在检测出加速意图 (ST 1) 的情况下设为  $\alpha = \alpha_1$ 、 $\beta = \beta_1$ ,在检测出恒定速度意图 (ST2) 的情况下设为  $\alpha = \alpha_2$ 、 $\beta = \beta_2$ ,在检测出发动机制动意图 (ST3) 的情况下设为  $\alpha = \alpha_3$ 、 $\beta = \beta_3$ ,在检测出减速意图 (ST4) 的情况下设为  $\alpha = \alpha_4$ 、 $\beta = \beta_4$ 。在此,预先适当设定用于算出制动力 / 驱动力校正量算出用的控制排斥力  $F_{c1}$  的校正系数  $\alpha_1 \sim \alpha_4$ ,使得满足下面的 (式 12)。

[0238]  $1 \geq \alpha_4 \geq \alpha_3 \geq \alpha_2 \geq \alpha_1 \geq 0 \quad \dots$  (式 12)

[0239] 例如设为  $\alpha_1 = 0.2$ 、 $\alpha_2 = 0.6$ 、 $\alpha_3 = 1.0$ 、 $\alpha_4 = 1.0$ 。

[0240] 预先适当设定用于算出反作用力控制量算出用的控制排斥力  $F_{c2}$  的校正系数  $\beta_1 \sim \beta_4$ ,使得满足下面的 (式 13)。

[0241]  $\beta_4 \leq \beta_3 \leq \beta_2 \leq \beta_1 \quad \dots$  (式 13)

[0242] 例如设为  $\beta_1 = 2$ 、 $\beta_2 = 1.6$ 、 $\beta_3 = 1.0$ 、 $\beta_4 = 1.0$ 。此外,校正系数  $\beta$  设定为使校正系数  $\alpha$  的倒数 ( $1/\alpha$ ) 限制在  $\alpha$  的 1 ~ 2 倍左右范围的值。

[0243] 在步骤 S2203 中,通过在由步骤 S2070 算出的控制排斥力  $F_c$  上乘以由步骤 S2202 根据加减速意图设定的校正系数  $\alpha$ ,算出制动力 / 驱动力校正量算出用的控制排斥力  $F_{c1}$ 。由下面的 (式 14) 表示控制排斥力  $F_{c1}$ 。

[0244]  $F_{c1} = F_c \times \alpha \quad \dots$  (式 14)

[0245] 在步骤 S2204 中,通过在由步骤 S2070 算出的控制排斥力  $F_c$  上乘以由步骤 S2202 根据加减速意图设定的校正系数  $\beta$ ,算出反作用力控制量算出用的控制排斥力  $F_{c2}$ 。由下面的 (式 15) 表示控制排斥力  $F_{c2}$ 。

[0246]  $F_{c2} = F_c \times \beta \quad \dots$  (式 15)

[0247] 当步骤 S2201 判断为否定时进入步骤 S2205,设制动力 / 驱动力校正量算出用的控制排斥力  $F_{c1} = 0$ 、反作用力控制量算出用的控制排斥力  $F_{c2} = 0$ 。这样,由步骤 S2090 算出制动力 / 驱动力校正量算出用的控制排斥力  $F_{c1}$  和反作用力控制量算出用的控制排斥力  $F_{c2}$  之后,进入步骤 S2110 的处理。

[0248] 由此,通过使用根据加减速意图设定的校正系数  $\alpha$ 、 $\beta$  来算出制动力 / 驱动力校正量算出用的控制排斥力  $F_{c1}$  和反作用力控制量算出用的控制排斥力  $F_{c2}$ ,也能够起到与上述第三实施方式相同的效果。通过将校正系数  $\alpha$ 、 $\beta$  预先设定为合适的值,能够容易进行  $F_{c1}$ 、 $F_{c2}$  的算出。

[0249] 在分别满足上述 (式 12) (式 13) 的范围内,例如能够如下地设定校正系数  $\alpha$ 、 $\beta$ 。

[0250] 如图 44 所示,在检测出加速意图 (ST1) 的情况下设为  $\alpha_1 = 0.2$ 、 $\beta_1 = 2$ ,在检测出



恒定速度意图 (ST2) 的情况下设为  $\alpha_2=0.6$ 、 $\beta_2=1.6$ , 在检测出发动机制动意图 (ST3) 的情况下设为  $\alpha_3=0.8$ 、 $\beta_3=1.2$ , 在检测出减速意图 (ST4) 的情况下设为  $\alpha_4=1.0$ 、 $\beta_4=1.0$ 。这样, 通过设为使发动机制动意图 (ST3) 和减速意图 (ST4) 下校正系数  $\alpha$ 、 $\beta$  细致变化的设定, 能够设为更流畅的动作。

[0251] 如图 45 所示, 在检测出加速意图 (ST1) 的情况下设为  $\alpha_1=0.0$ 、 $\beta_1=2$ , 在检测出恒定速度意图 (ST2) 的情况下设为  $\alpha_2=0.6$ 、 $\beta_2=1.0$ , 在检测出发动机制动意图 (ST3) 的情况下设为  $\alpha_3=0.8$ 、 $\beta_3=1.0$ , 在检测出减速意图 (ST4) 的情况下设为  $\alpha_4=1.0$ 、 $\beta_4=1.0$ 。这样, 只有当检测出加速意图 (ST1)、校正系数  $\alpha=0$  时将校正系数  $\beta$  设定为大于 1。由此, 通过检测出加速意图, 能够使驾驶员明确地感觉到没有进行制动力 / 驱动力控制的状态。

[0252] 此外, 在上述第三以及第四实施方式中, 从根据潜在风险 RP 算出的控制推斥力  $F_c$ , 算出了制动力 / 驱动力校正量算出的控制推斥力  $F_{c1}$  和反作用力控制量算出的控制推斥力  $F_{c2}$ 。但是,  $F_{c1}$ 、 $F_{c2}$  的算出方法不限于此, 也可以使用潜在风险 RP 算出制动力 / 驱动力校正量算出的潜在风险  $RP_1$  和反作用力控制量算出的潜在风险  $RP_2$ , 使用  $RP_1$ 、 $RP_2$  分别算出制动力 / 驱动力校正量算出的控制推斥力  $F_{c1}$  和反作用力控制量算出的控制推斥力  $F_{c2}$ 。或者也可以不算出控制推斥力  $F_{c1}$ 、 $F_{c2}$ , 从潜在风险  $RP_1$ 、 $RP_2$  直接算出制动力 / 驱动力校正量  $F_a$ 、 $F_b$ 、以及反作用力控制指令值  $F_A$ 。

[0253] 在以上说明的第三以及第四实施方式中, 激光雷达 10 可作为障碍物检测单元发挥功能, 由控制器 50B 执行的处理中, 潜在风险算出处理可作为潜在风险算出单元发挥功能, 制动力 / 驱动力校正量算出处理可作为制动力 / 驱动力控制量算出单元发挥功能, 反作用力算出处理可作为操作反作用力算出单元发挥功能, 加减速意图检测处理可作为加减速意图检测单元发挥功能, 联动控制处理可作为联动控制单元发挥功能。另外, 驱动力控制装置 73 以及制动力控制装置 93 可作为制动力 / 驱动力控制单元发挥功能, 加速踏板控制装置 70 可作为操作反作用力产生单元发挥功能。但是不限于这些, 作为障碍物检测单元, 代替激光雷达 10 例如也可以使用其他方式的毫米波雷达。另外, 作为加减速意图检测单元, 可省略恒定速度意图和发动机制动意图而只检测加速意图和减速意图, 或者根据加速踏板 72 和制动踏板 92 的操作状态检测加减速意图。此外, 以上的说明仅是一例, 解释发明时, 上述实施方式的记载事项和权利要求书的记载事项的对应关系没有任何限定和约束。

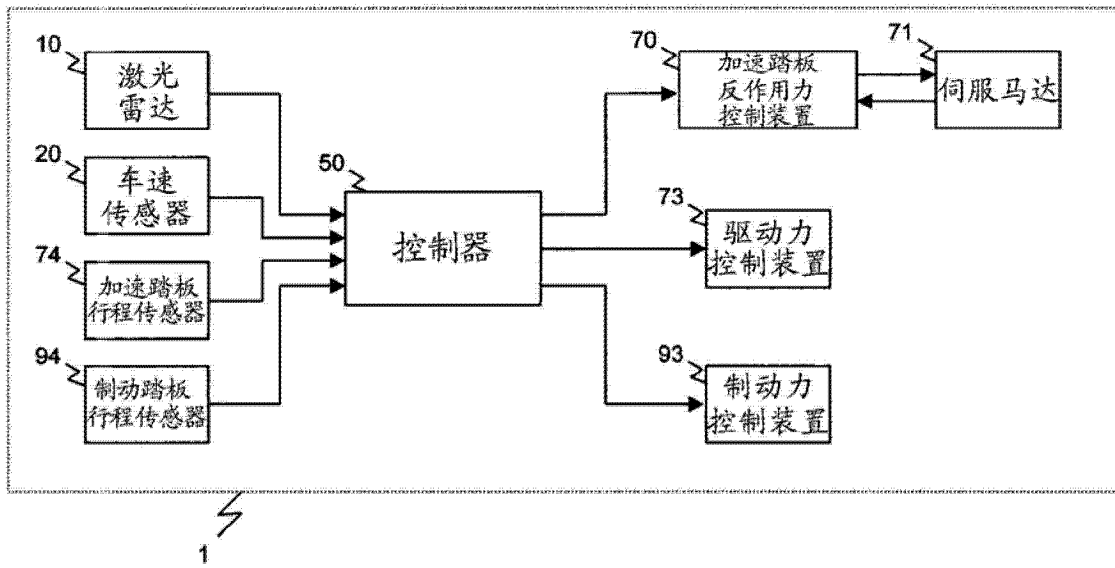


图 1

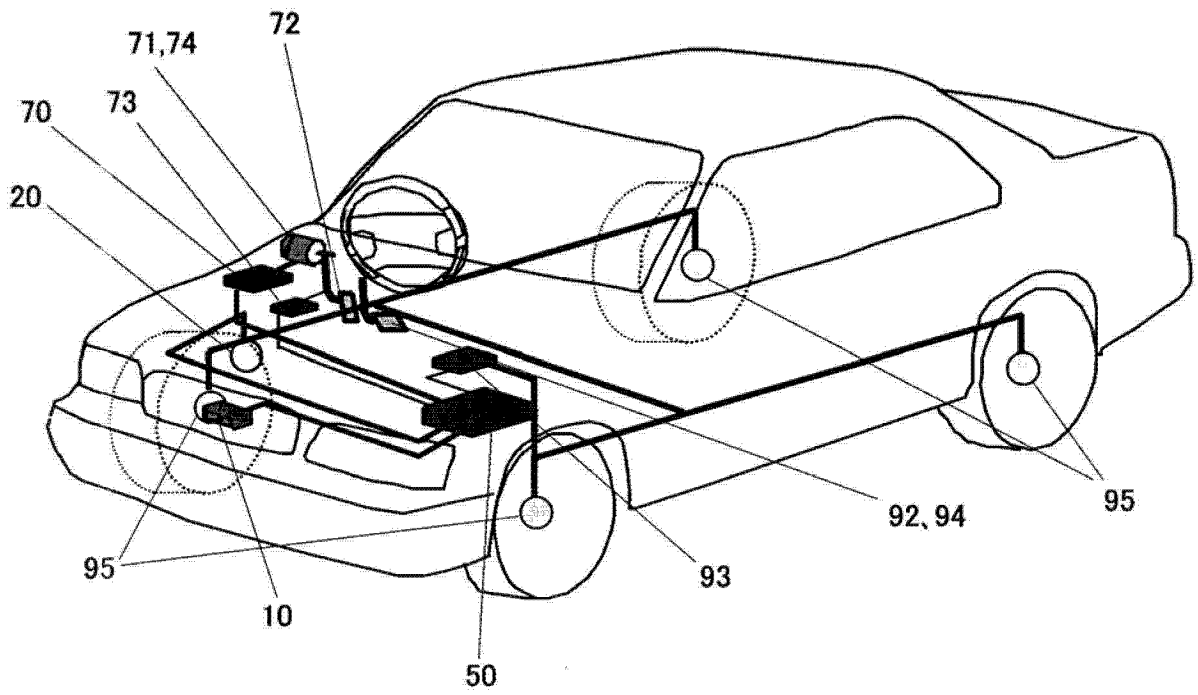


图 2

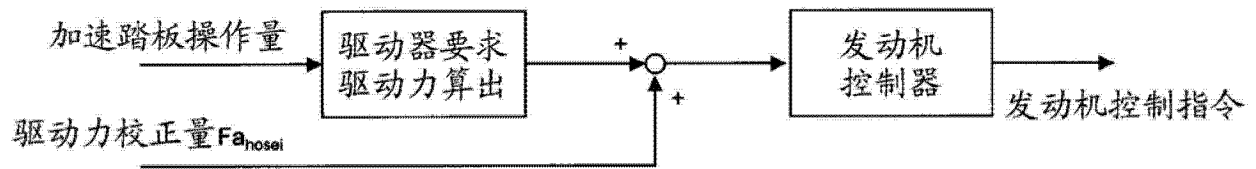


图 3

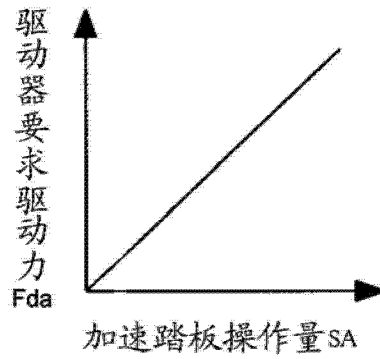


图 4

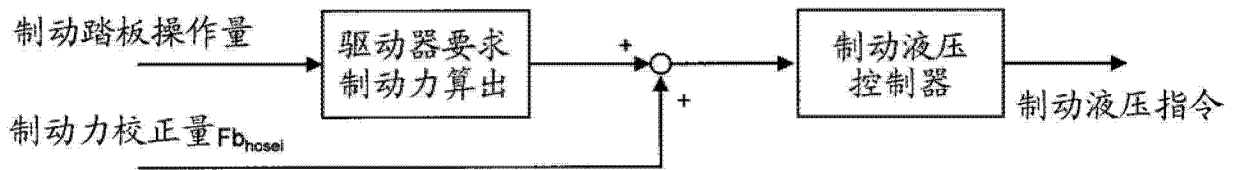


图 5

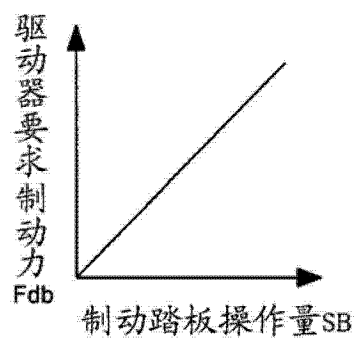


图 6

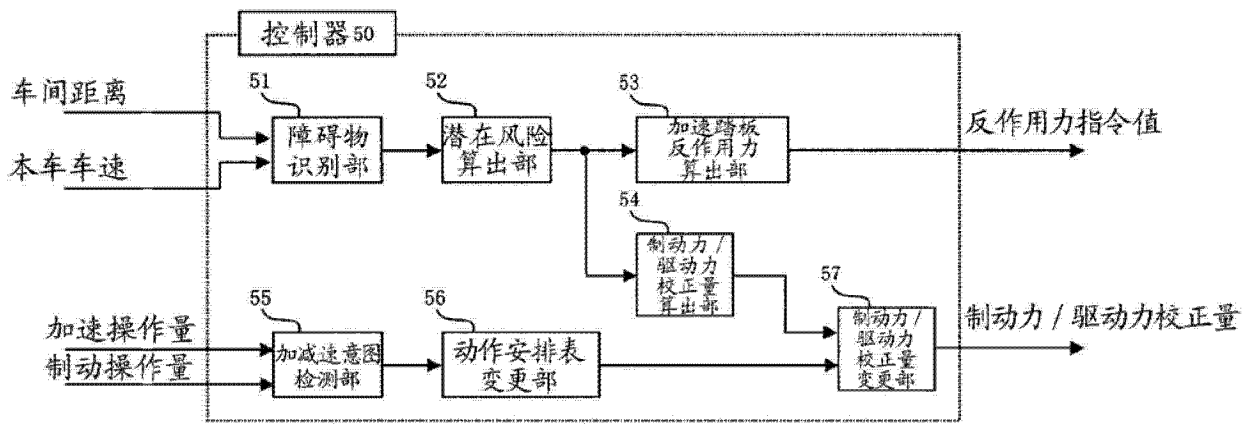


图 7

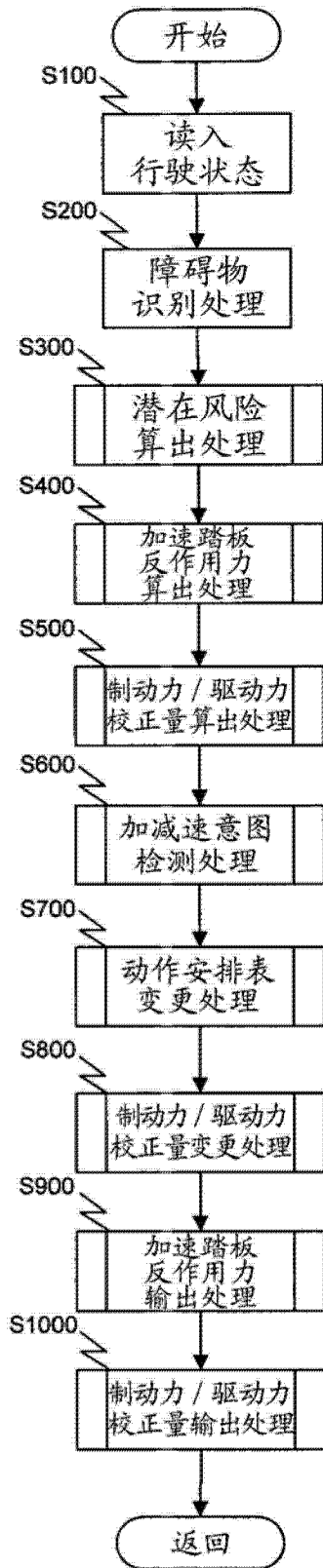


图 8

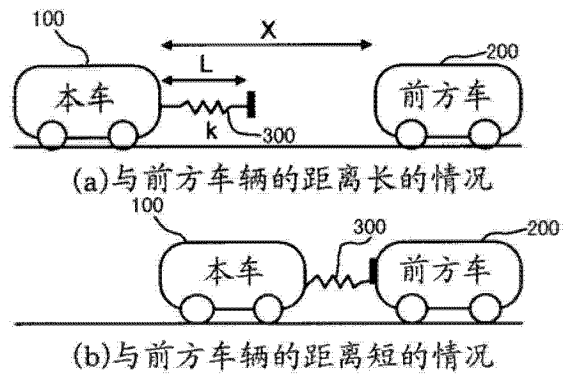


图 9

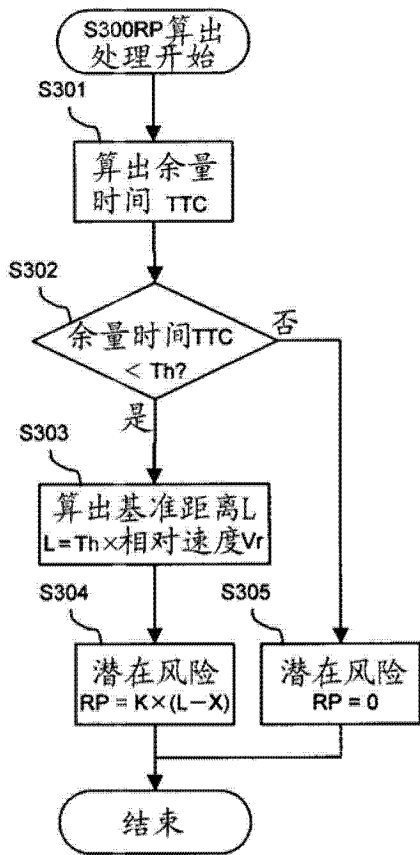


图 10

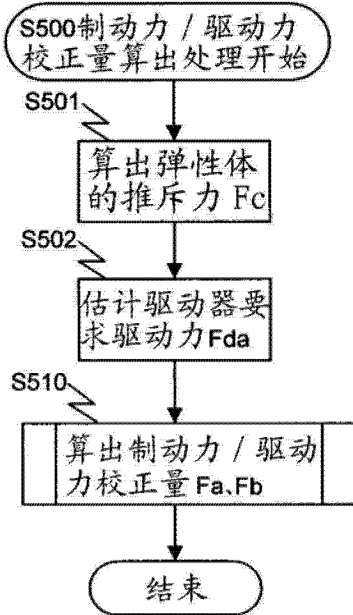


图 12

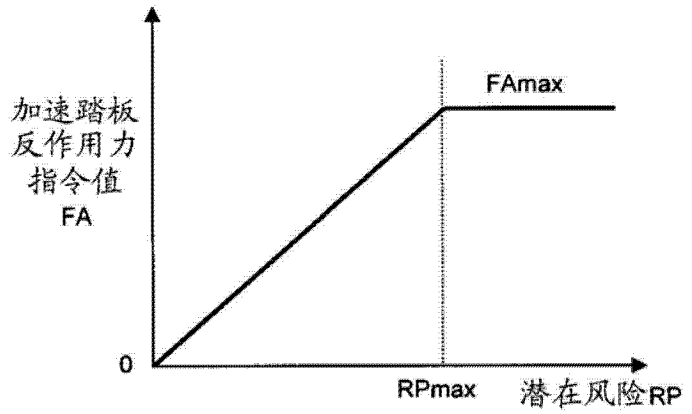


图 11

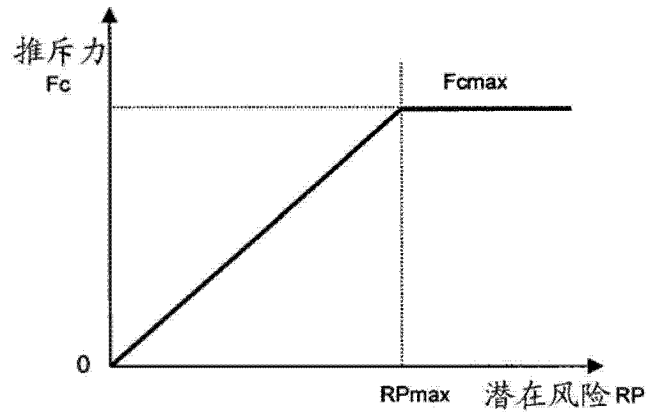


图 13

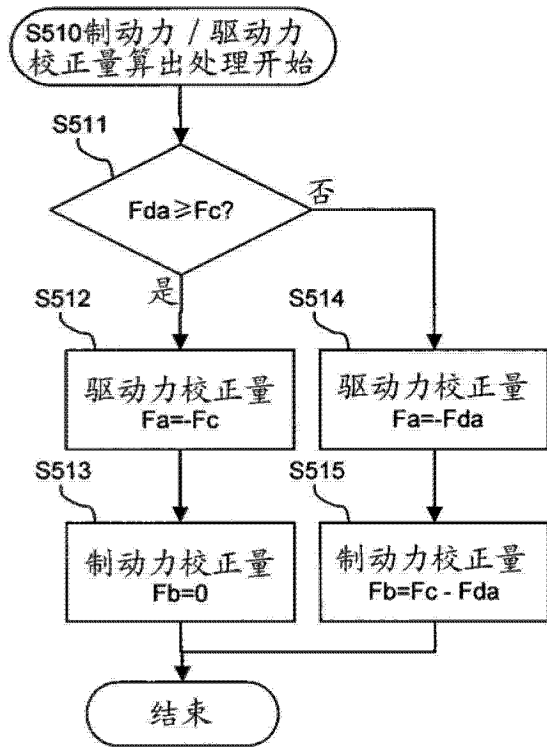


图 14

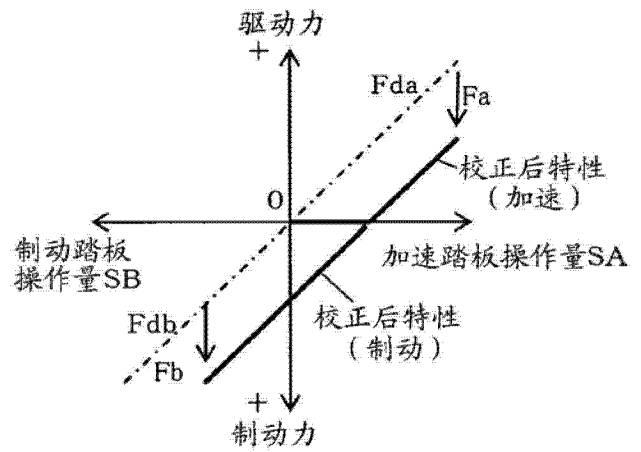


图 15

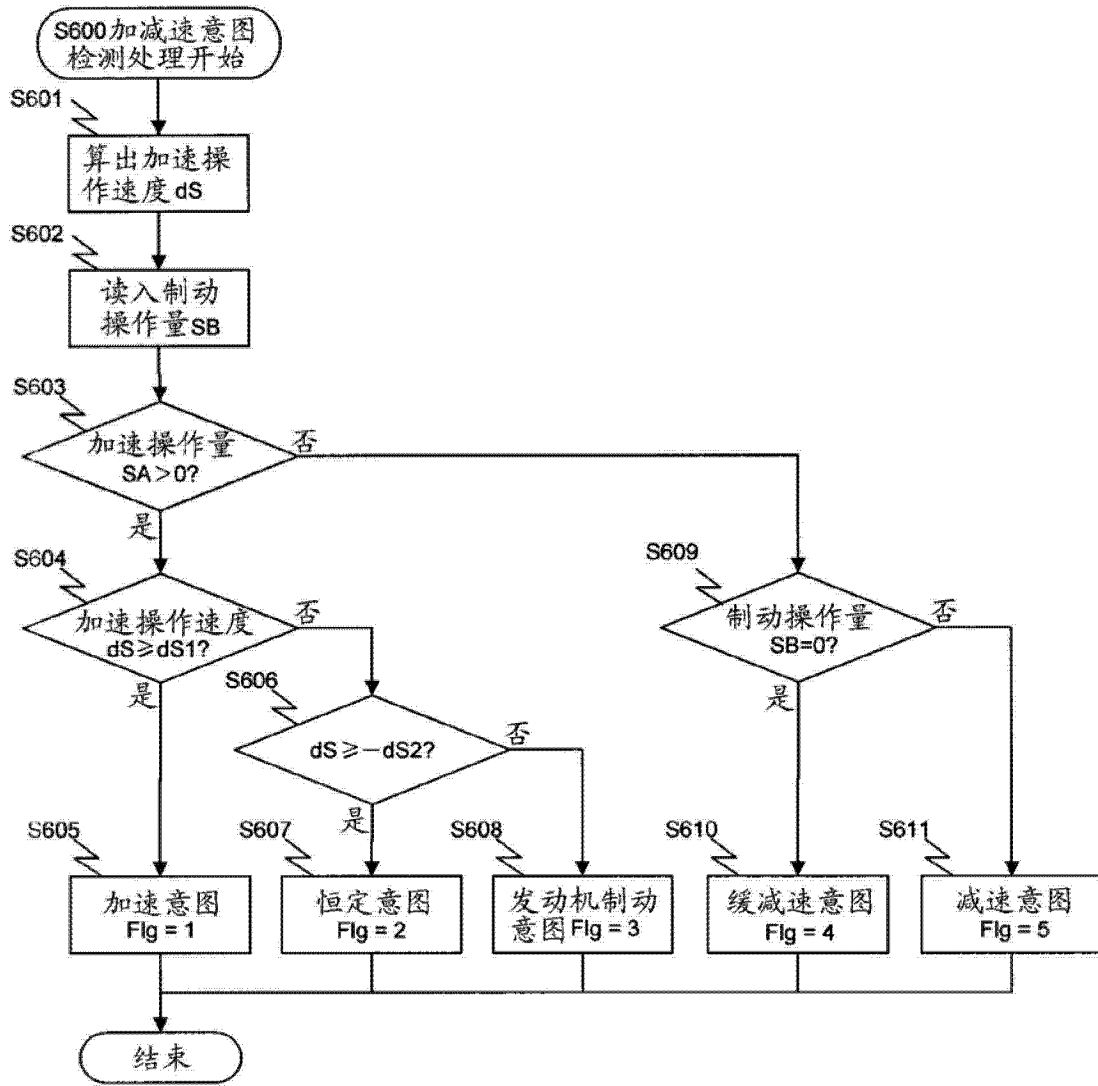


图 16

	动作安排表				
	加速抑制 (扭矩 > 行驶阻力)	发动机制动	缓减速控制	减速控制	驱动器制动和制动控制的相加
加速意图 (Fig=1)	Schedule=1				
恒定意图 (Fig=2)	Schedule=2				
发动机制动意图 (Fig=3)		Schedule=3			
缓减速意图 (Fig=4)		Schedule=4			
减速意图 (Fig=5)		Schedule=5			

图 17



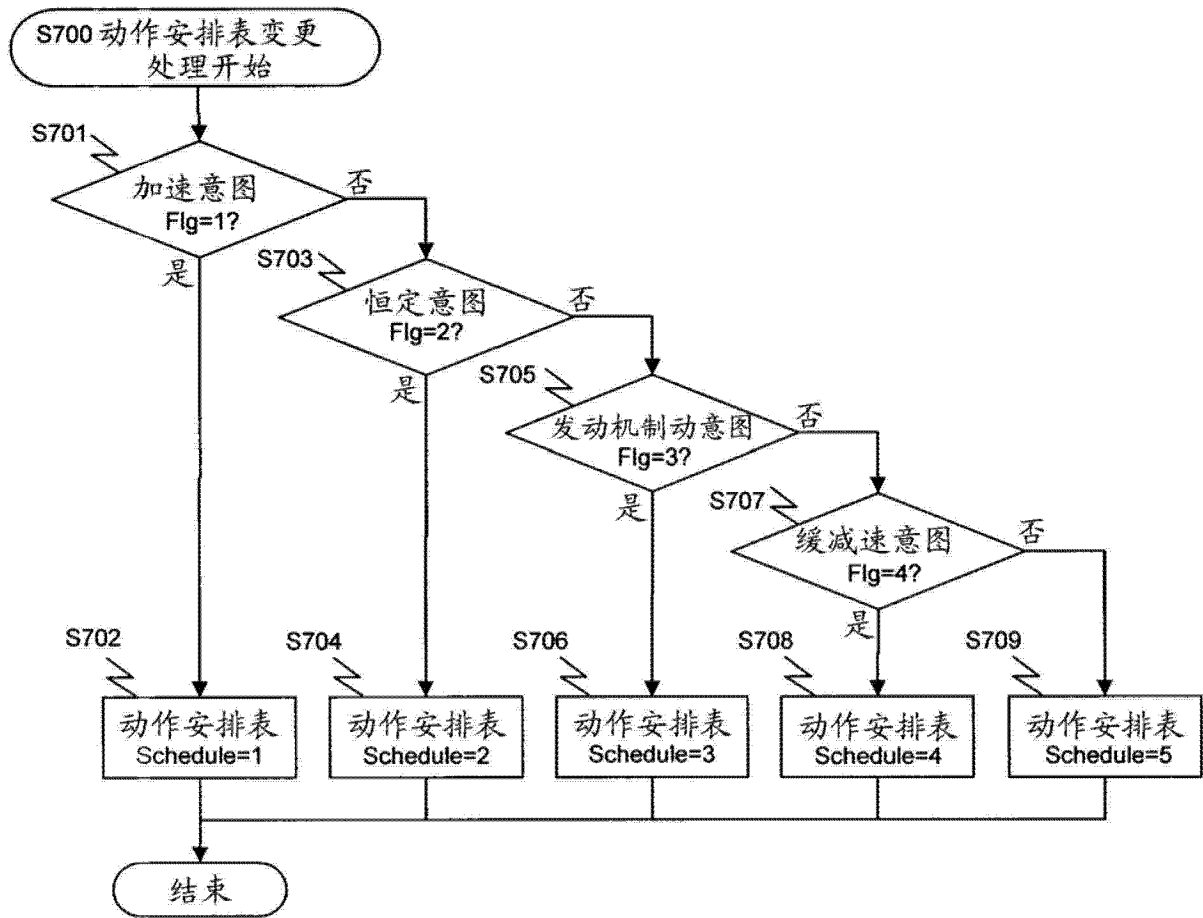


图 18

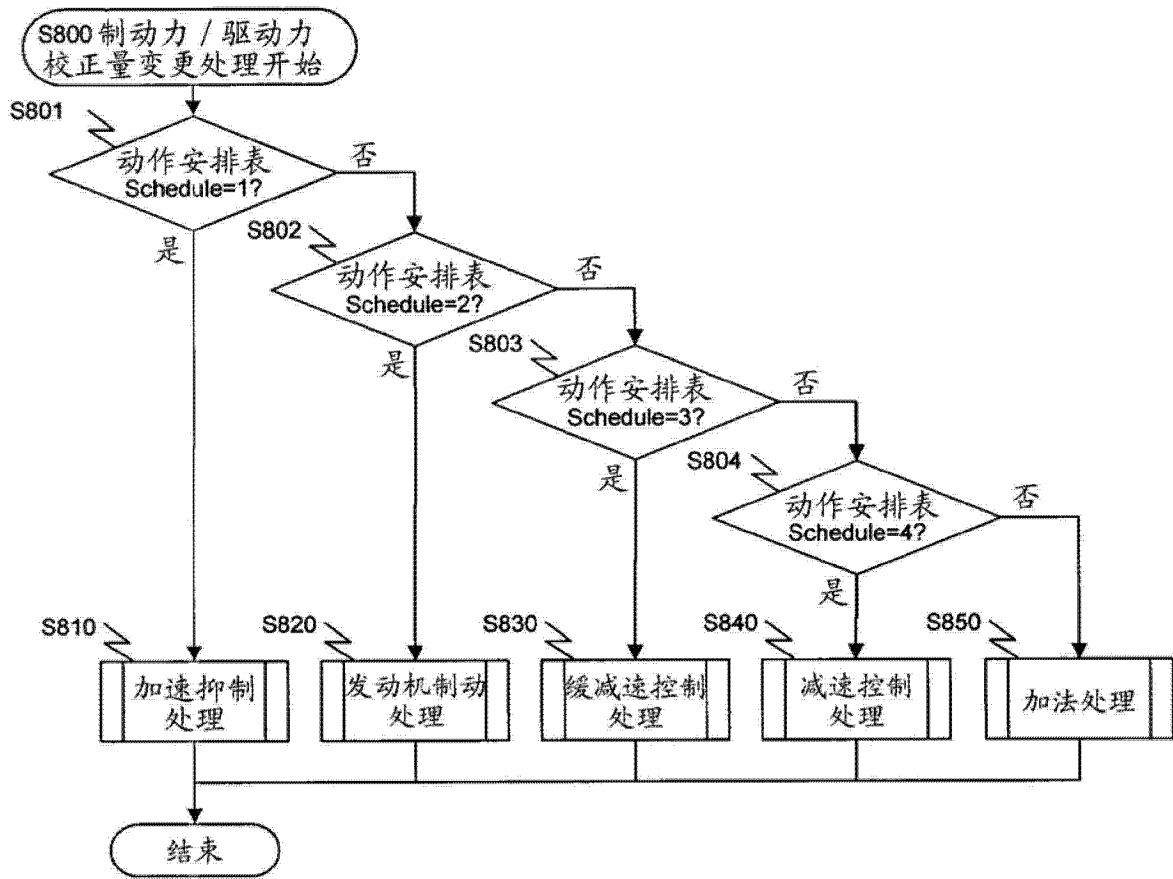


图 19

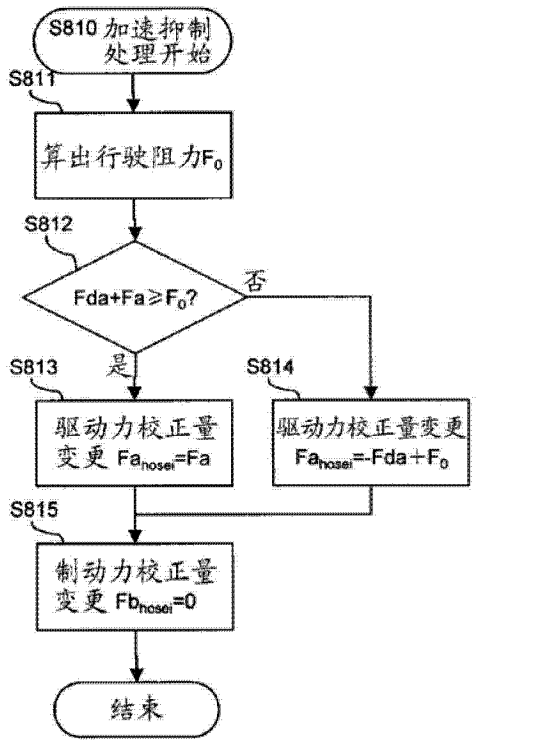


图 20

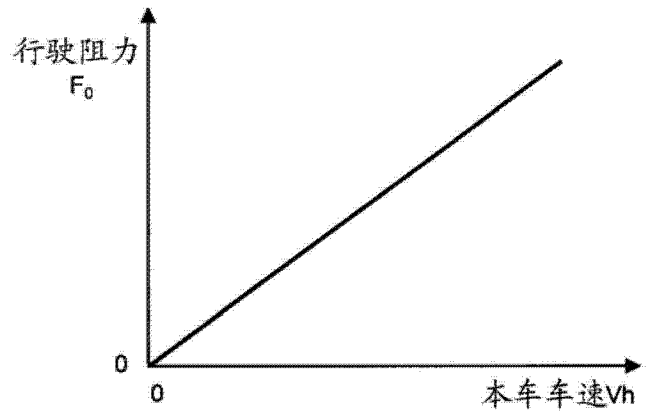


图 21

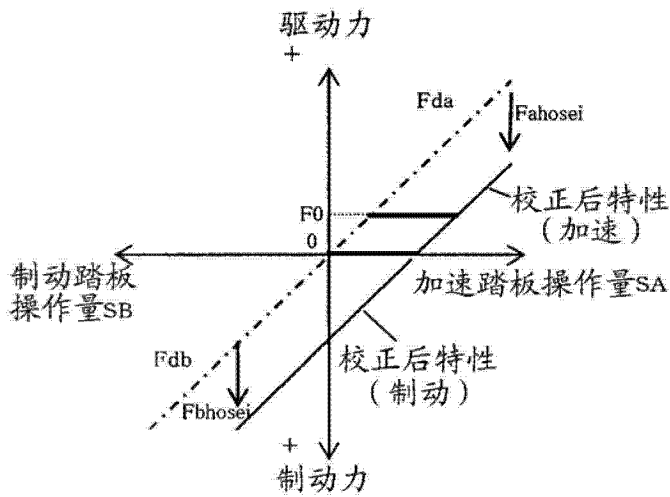


图 22

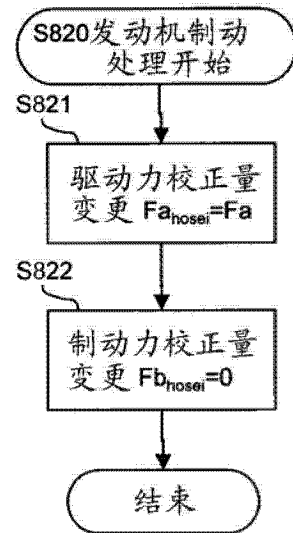


图 23

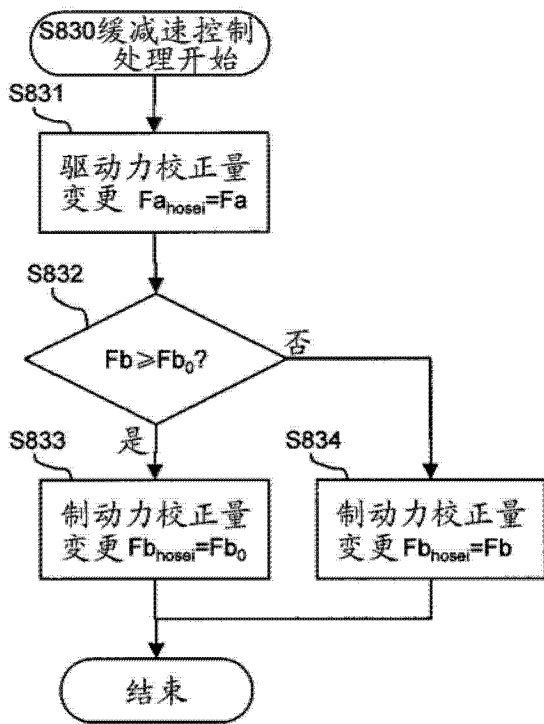


图 24

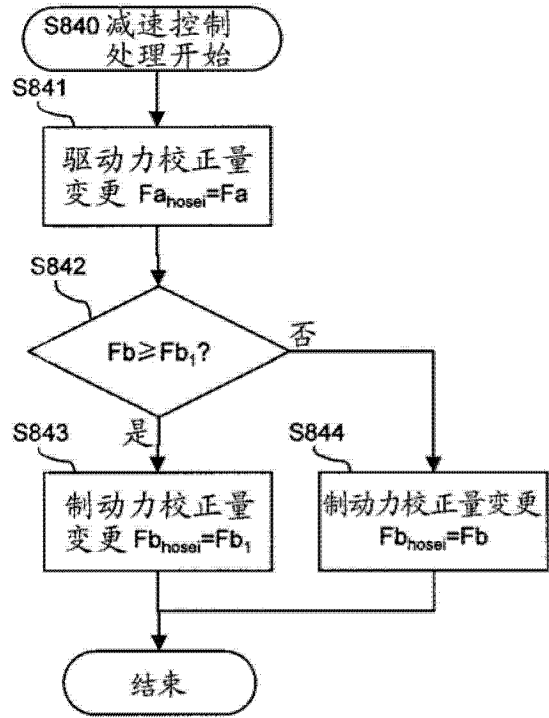


图 25

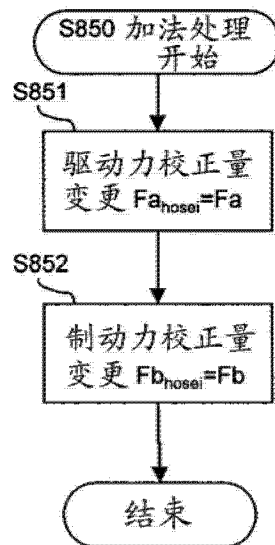


图 26

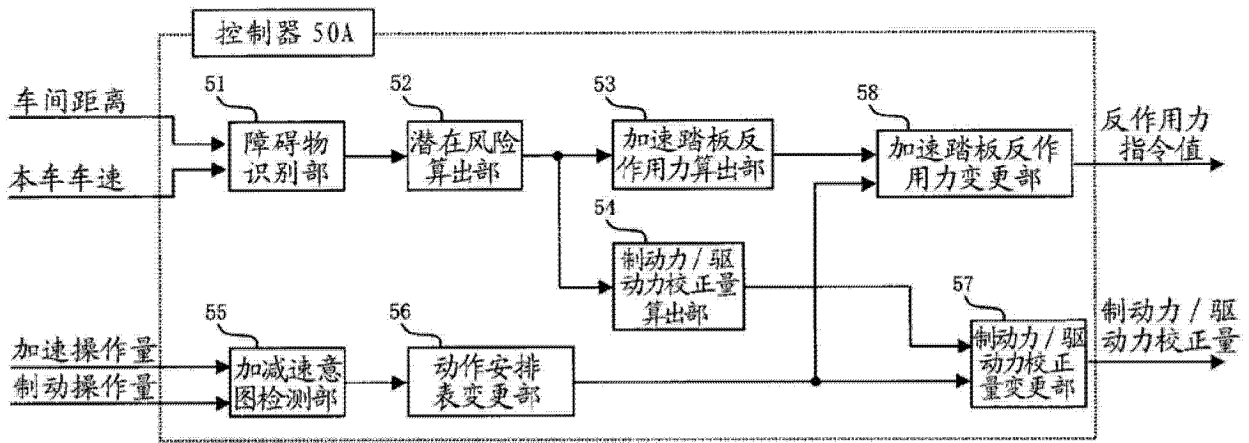


图 27

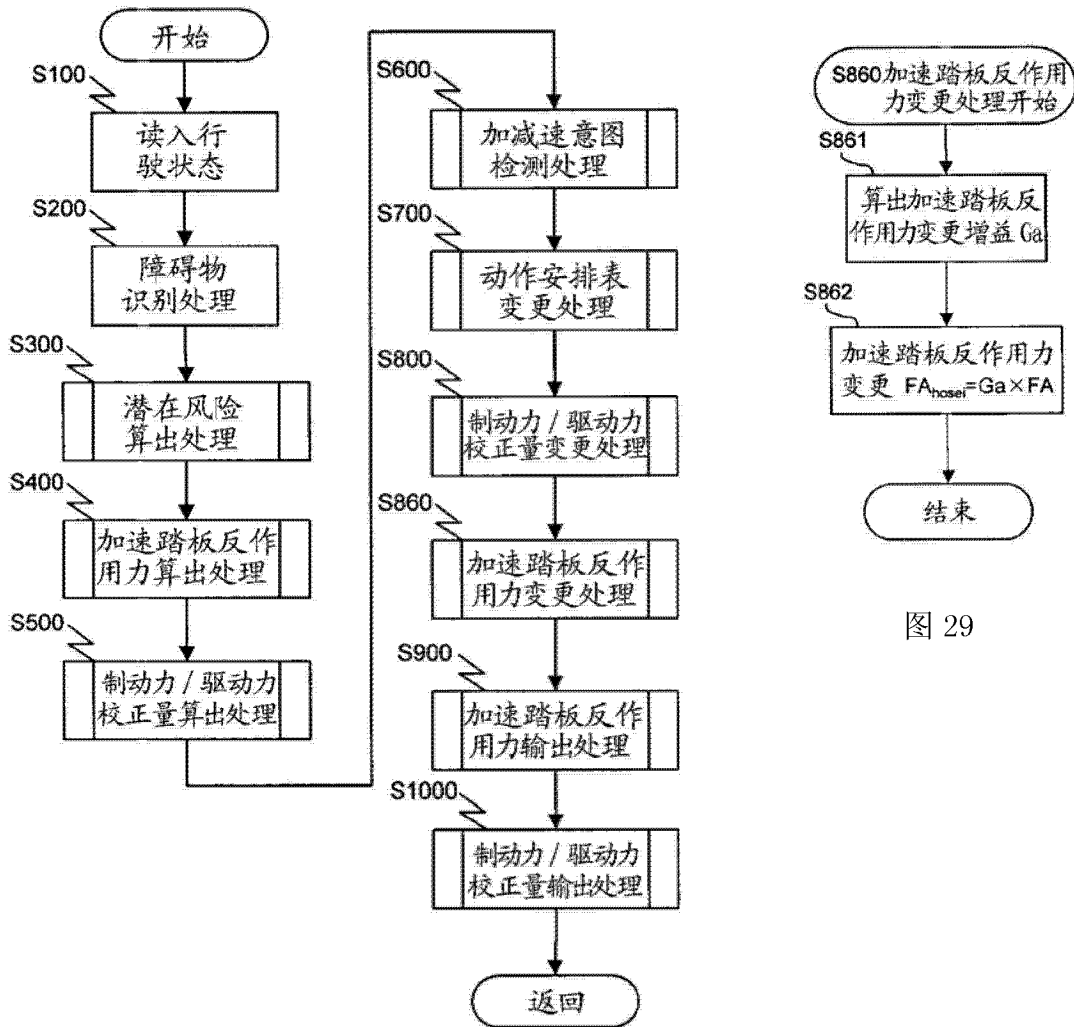


图 29

图 28

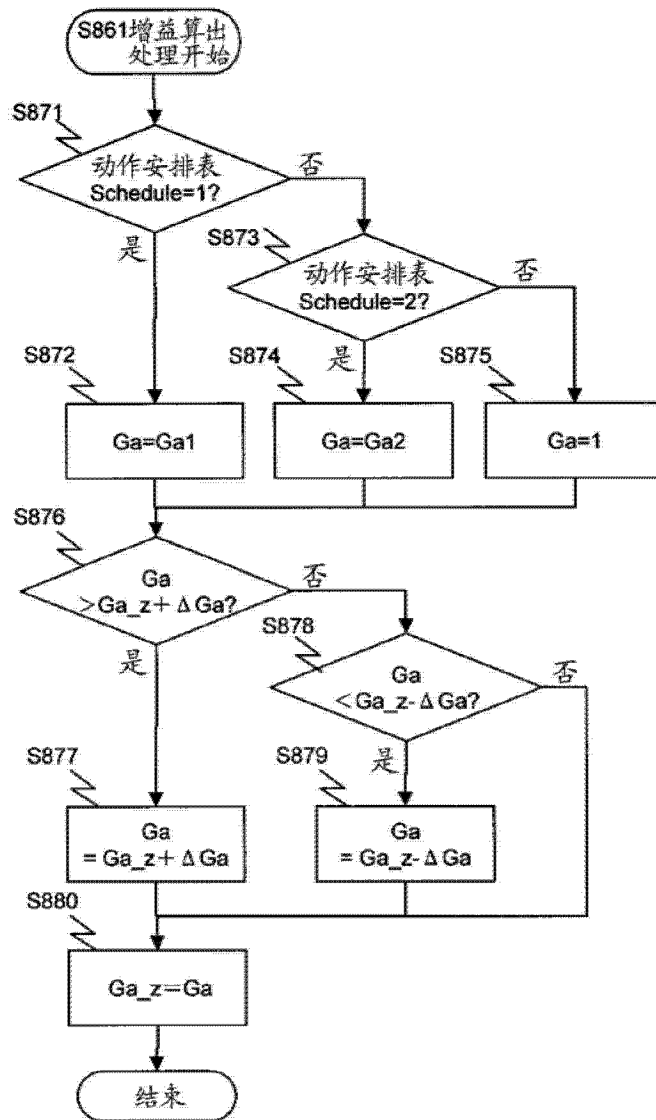


图 30

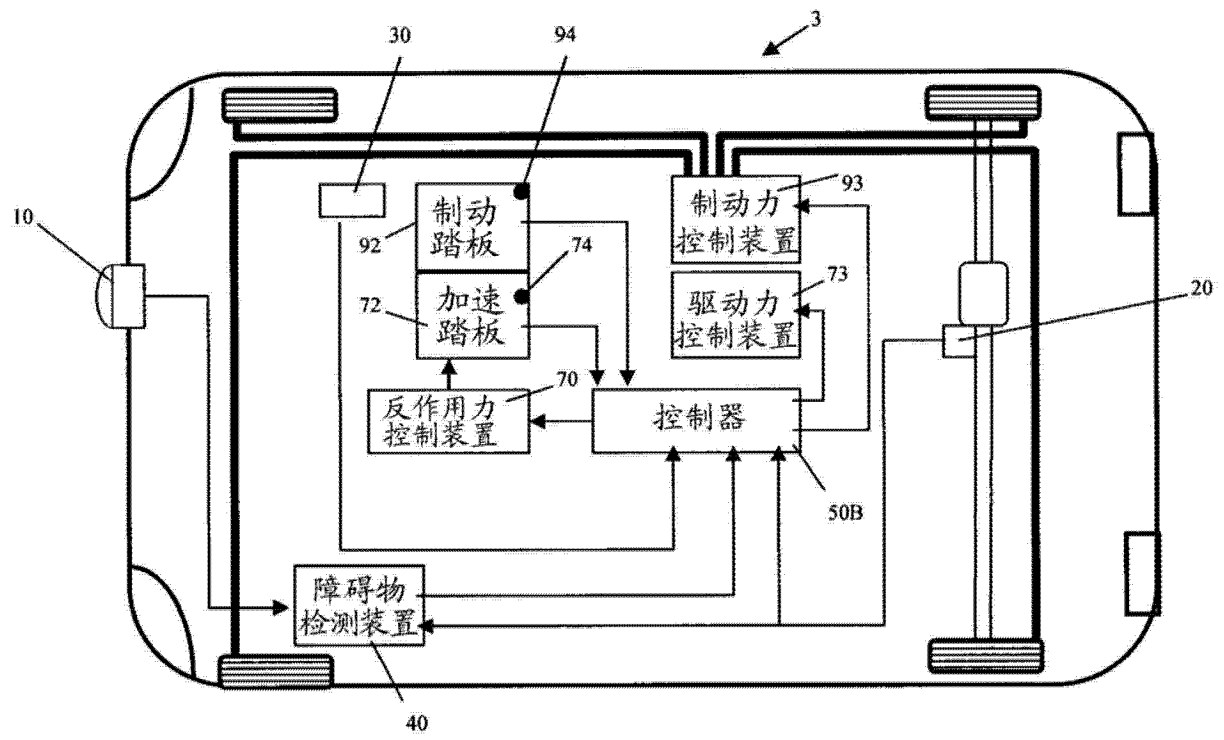


图 31

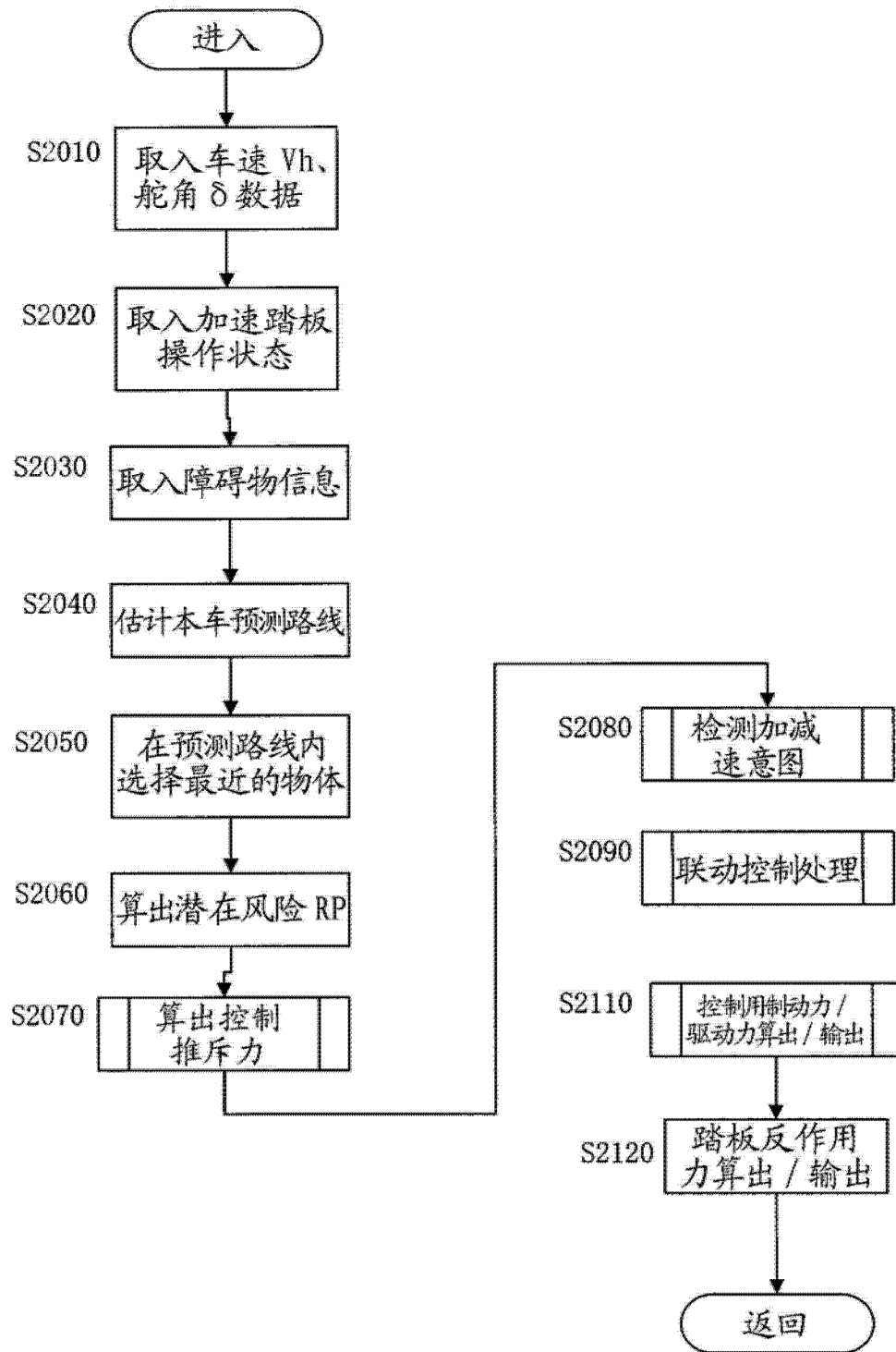


图 32



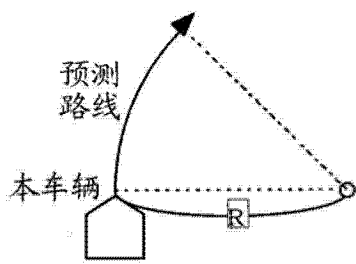


图 33

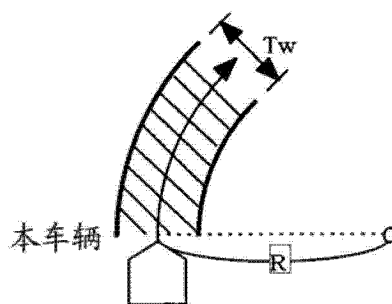


图 34

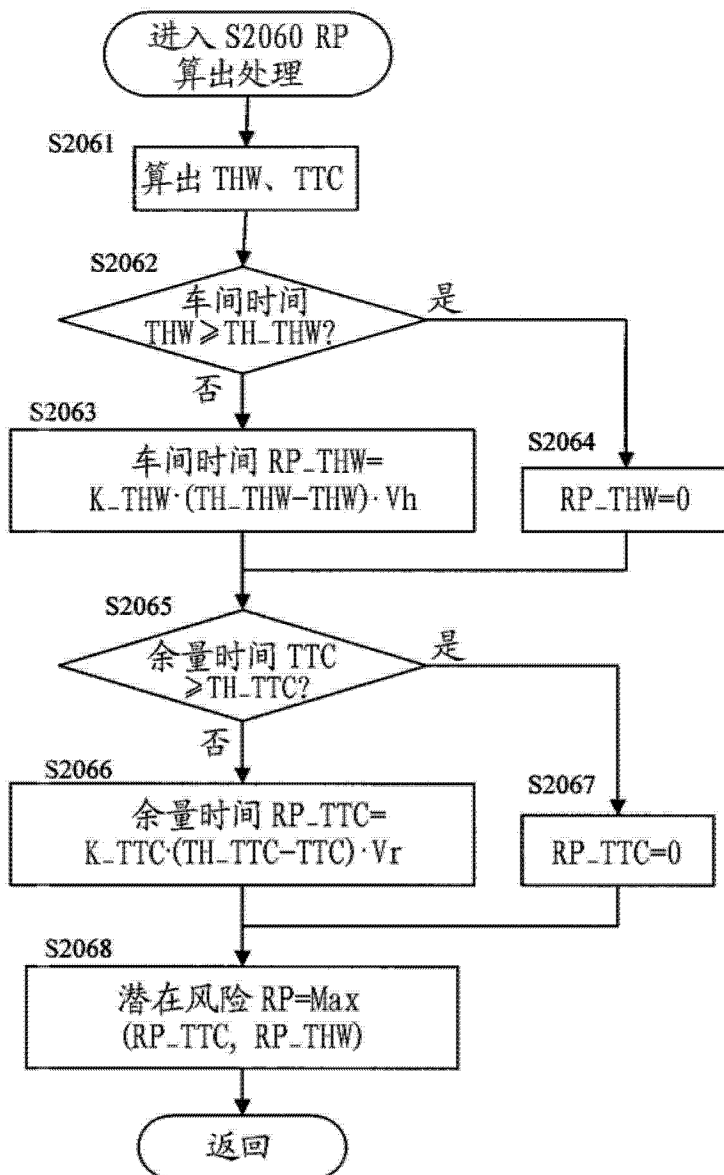


图 35

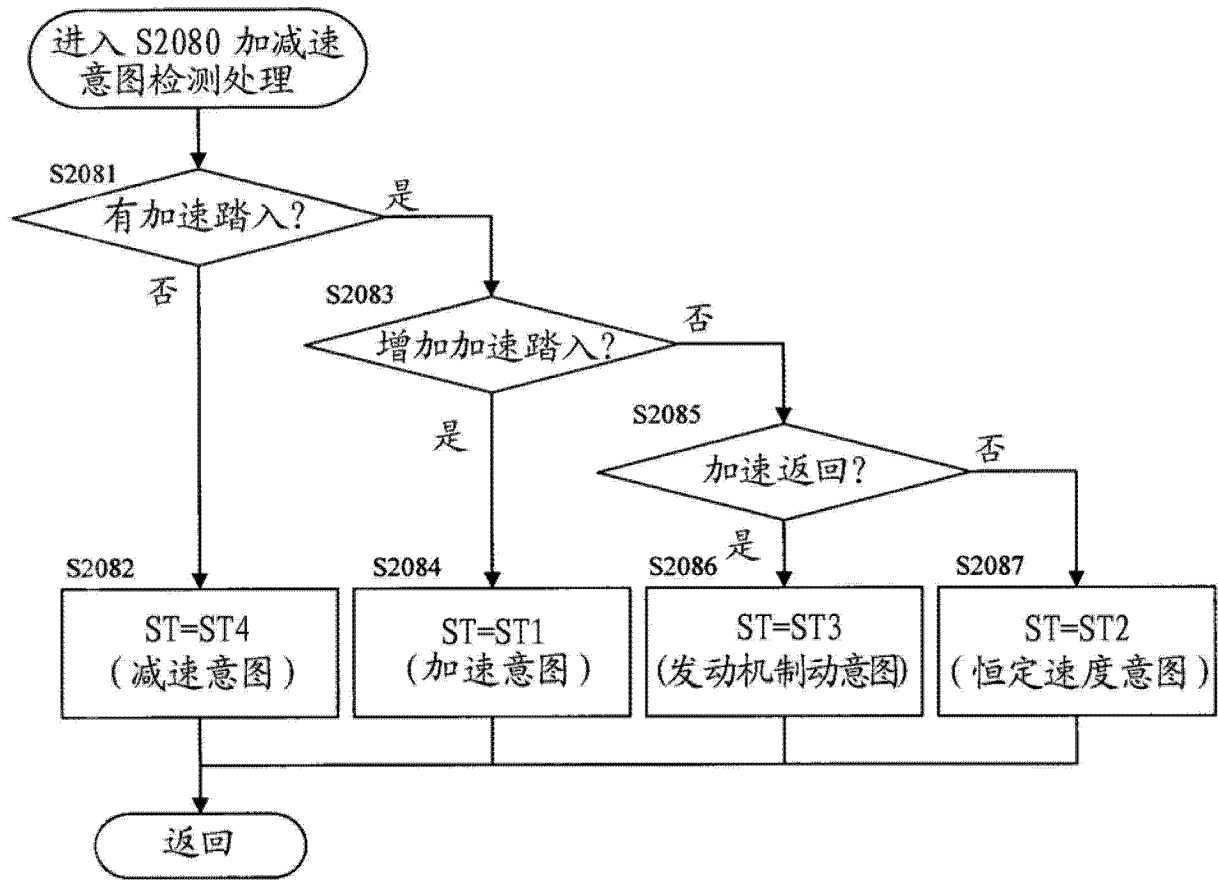


图 36

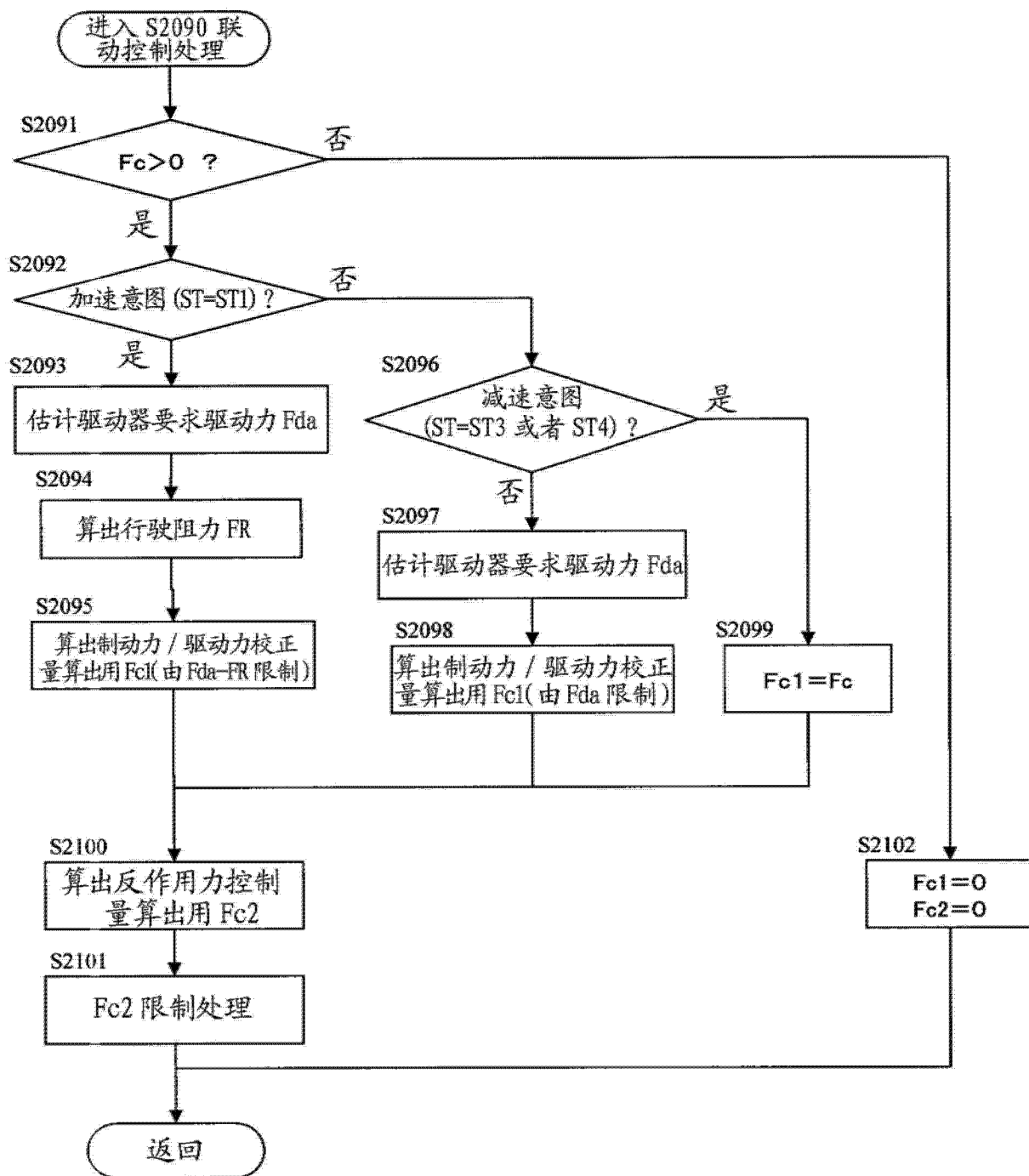


图 37

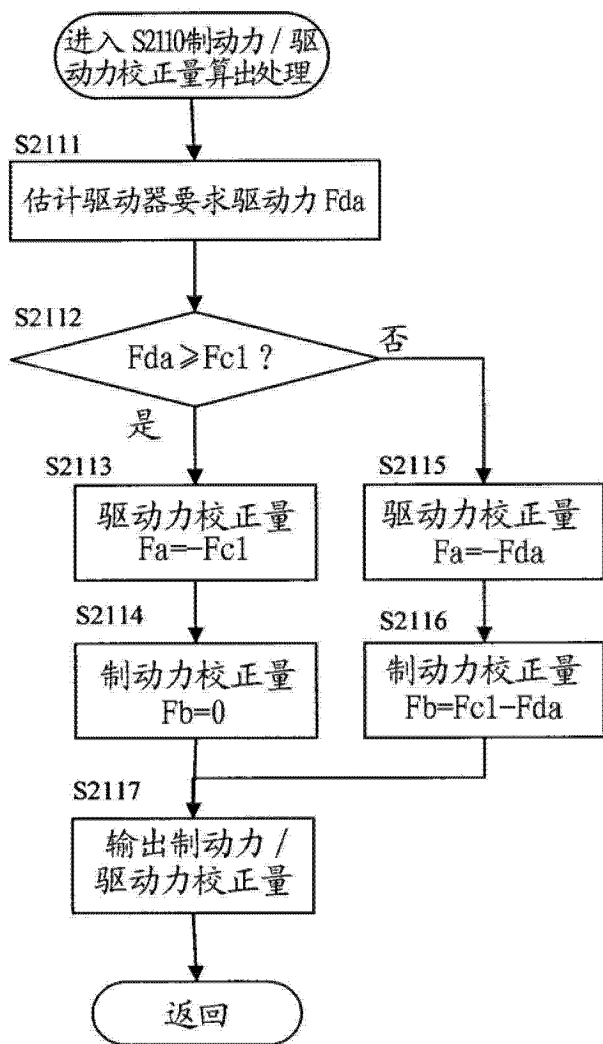


图 38

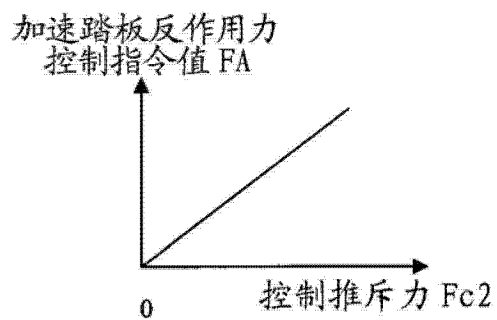


图 39

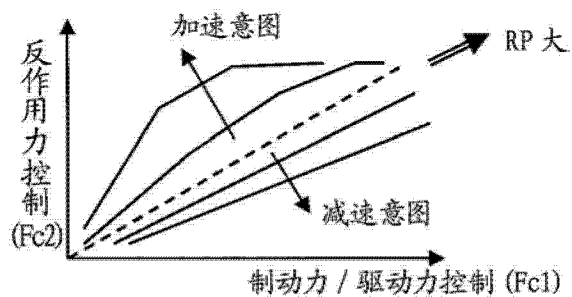


图 40

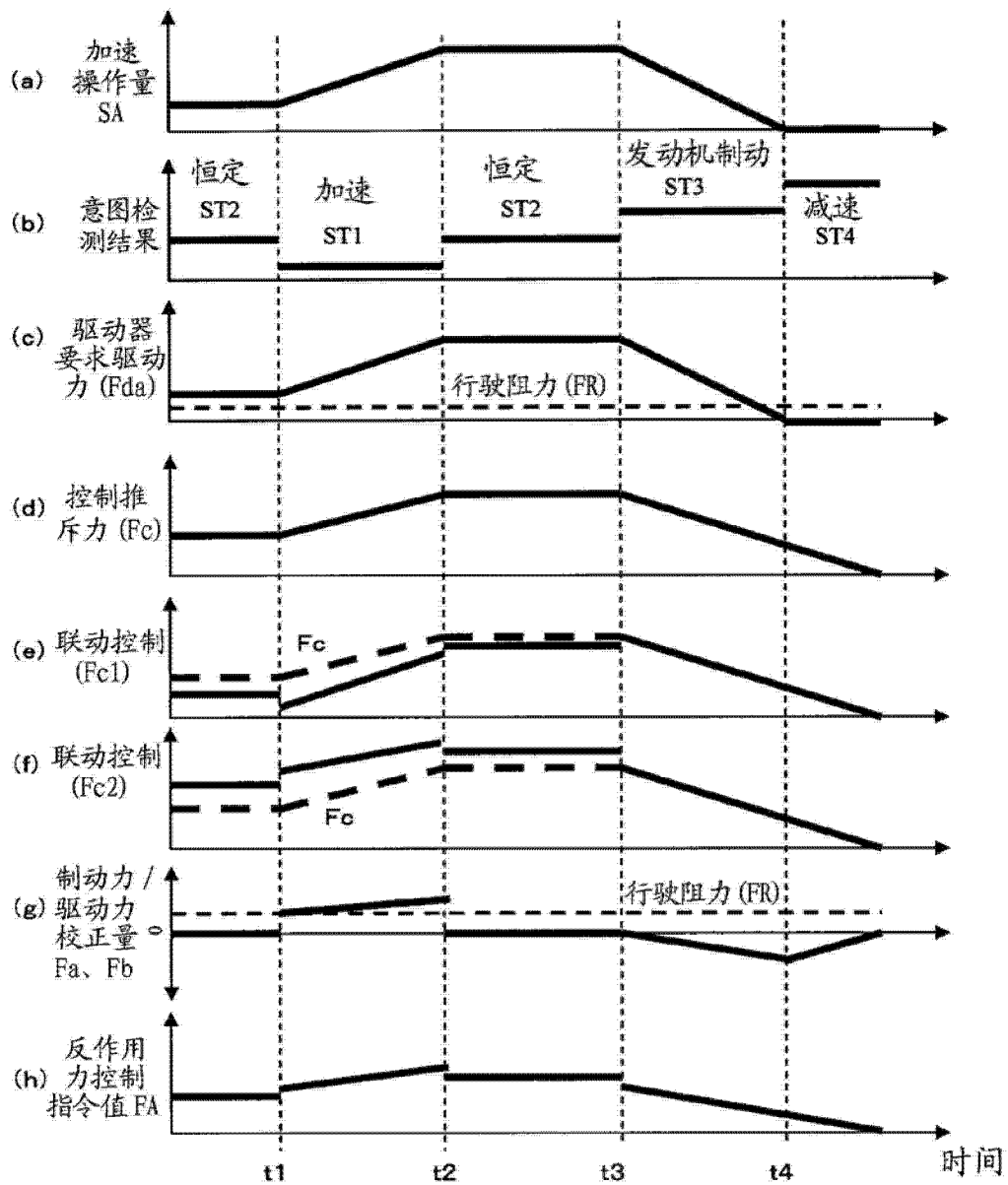


图 41

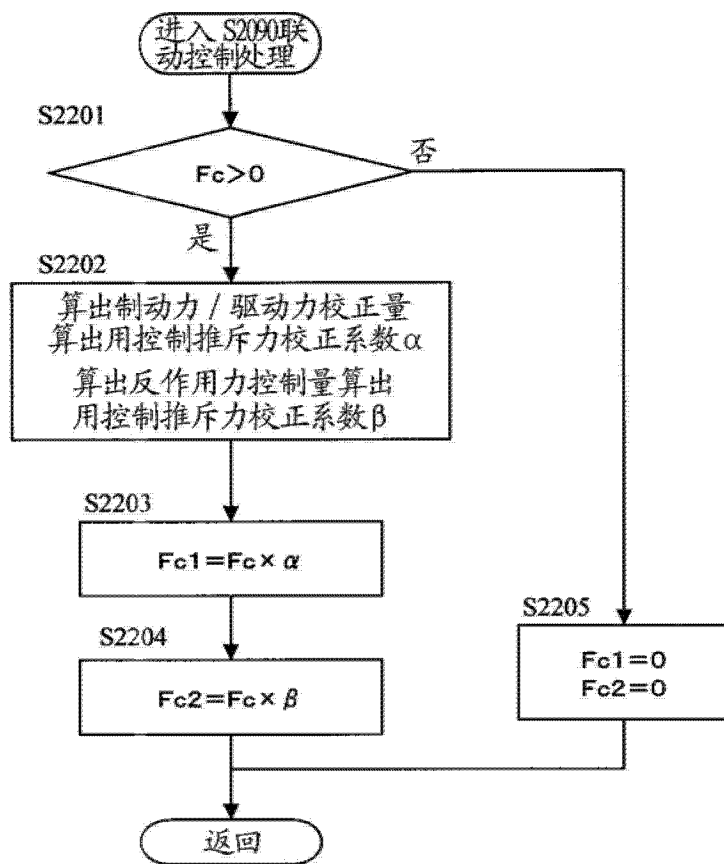


图 42

ST	$\alpha$	$\beta$	
ST1	$\alpha 1=0.2$	$\beta 1=2$	(加速)
ST2	$\alpha 2=0.6$	$\beta 2=1.6$	(恒定速)
ST3	$\alpha 3=1.0$	$\beta 3=1.0$	(发动机制动)
ST4	$\alpha 4=1.0$	$\beta 4=1.0$	(减速)

图 43

ST	$\alpha$	$\beta$
ST1	$\alpha 1=0.2$	$\beta 1=2$
ST2	$\alpha 2=0.6$	$\beta 2=1.6$
ST3	$\alpha 3=0.8$	$\beta 3=1.2$
ST4	$\alpha 4=1.0$	$\beta 4=1.0$

图 44

ST	$\alpha$	$\beta$
ST1	$\alpha 1=0.0$	$\beta 1=2$
ST2	$\alpha 2=0.6$	$\beta 2=1.0$
ST3	$\alpha 3=0.8$	$\beta 3=1.0$
ST4	$\alpha 4=1.0$	$\beta 4=1.0$

图 45