



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103221277 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201280003750. 3

(22) 申请日 2012. 02. 17

(30) 优先权数据

2011-034001 2011. 02. 18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 05. 20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/053805 2012. 02. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/111800 JA 2012. 08. 23

(73) 专利权人 株式会社爱德克斯

地址 日本爱知县刈谷市

(72) 发明人 寺坂将仁 竹谷佑介

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 田军锋 魏金霞

(51) Int. Cl.

B60T 8/00(2006. 01)

B60T 8/172(2006. 01)

B60T 8/176(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1972831 A, 2007. 05. 30, 全文.

DE 102008015260 A1, 2009. 03. 05, 全文.

EP 0298498 A2, 1989. 01. 11, 全文.

JP 2002193084 A, 2002. 07. 10, 全文.

JP 2694939 B2, 1997. 12. 24, 全文.

US 5267162 A, 1993. 11. 30, 全文.

审查员 马海鹏

权利要求书2页 说明书27页 附图18页

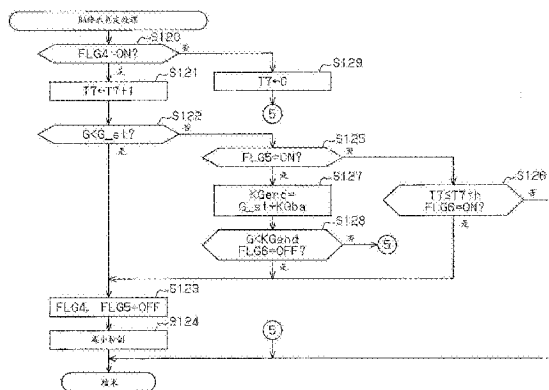
(54) 发明名称

用于车辆的制动控制装置和用于车辆的制动控制方法

(57) 摘要

一种用于车辆的制动控制装置,包括第一减速度计算单元、第二减速度计算单元、辅助控制单元和终止判定单元。第一减速度计算单元利用来自轮速传感器的检测信号计算第一估算车体减速度。第二减速度计算单元利用车体加速度传感器的检测信号计算第二估算车体减速度。如果第一估算车体减速度超过第一减速度判定值并且第二估算车体减速度超过第二减速度判定值,则辅助控制单元启动用于支持增大制动力的辅助控制。终止判定单元基于第一估算车体减速度和/或第二估算车体减速度判定是否已经满足辅助控制的终止条件。如果终止判定单元判定已经满足终止条件,则辅助控制单元终止辅助控制。

CN 103221277 B



1. 一种用于车辆的制动控制装置,包括:

第一减速度计算单元 (60、S23),所述第一减速度计算单元 (60、S23) 通过利用设置在所述车辆上的轮速传感器 (SE2、SE3、SE4、SE5) 的检测信号计算第一估算车体减速度 (DV);

第二减速度计算单元 (60、S27),所述第二减速度计算单元 (60、S27) 通过利用设置在所述车辆上的车体加速度传感器 (SE6) 的检测信号计算第二估算车体减速度 (G);

辅助控制单元 (60、S101、S102、S103、S104、S105、S106、S107),所述辅助控制单元 (60、S101、S102、S103、S104、S105、S106、S107) 启动辅助控制,在所述车辆的制动踏板 (31) 被操作的情况下,当在操作所述车辆的制动踏板 (31) 期间所述第一估算车体减速度 (DV) 超过第一减速度判定值 (DV<sub>st</sub>) 并且所述第二估算车体减速度 (G) 超过第二减速度判定值 (G<sub>st</sub>) 时,所述辅助控制辅助增大施加到所述车辆的车轮 (FR、FL、RR、RL) 的制动力;以及

终止判定单元 (60、S126、S127、S128),在执行所述辅助控制期间,所述终止判定单元 (60、S126、S127、S128) 基于所述第一估算车体减速度 (DV) 和所述第二估算车体减速度 (G) 中的至少一者判定是否满足所述辅助控制的终止条件,

其中,当所述终止判定单元 (60、S126、S127、S128) 判定满足所述终止条件时,所述辅助控制单元 (60、S123、S124) 终止所述辅助控制。

2. 根据权利要求 1 所述的用于车辆的制动控制装置,其中,

所述辅助控制包括增大控制和保持控制,所述增大控制增大施加到所述车轮 (FR、FL、RR、RL) 的所述制动力,所述保持控制在执行所述增大控制之后保持施加到所述车轮 (FR、FL、RR、RL) 的所述制动力,

所述终止判定单元 (60、S127、S128) 通过将执行所述增大控制的基础上的所述制动力的增大成分与制动力基准值相加来获取终止判定值 (KGend),所述制动力基准值设置成作为用于判定在尚未执行所述辅助控制时所述制动踏板的操作量是否已经减少的基准,并且

在执行所述保持控制期间,当由所述第二减速度计算单元 (60、S27) 计算出的所述第二估算车体减速度 (G) 小于所述终止判定值 (KGend) 时,所述终止判定单元 (60、S127、S128) 判定已经满足所述辅助控制的所述终止条件。

3. 根据权利要求 2 所述的用于车辆的制动控制装置,还包括 ABS 控制单元 (60、S13),所述 ABS 控制单元 (60、S13) 执行限制所述车轮 (FR、FL、RR、RL) 的锁死的防抱死制动控制,

其中,在执行所述保持控制期间,在所述 ABS 控制单元 (60、S13) 执行所述防抱死制动控制时,所述终止判定单元 (60、S127、S128) 阻止满足所述辅助控制的所述终止条件。

4. 根据权利要求 1 至 3 中的任一项所述的用于车辆的制动控制装置,其中

所述辅助控制包括增大控制和保持控制,所述增大控制增大施加到所述车轮 (FR、FL、RR、RL) 的所述制动力,所述保持控制在执行所述增大控制之后保持施加到所述车轮 (FR、FL、RR、RL) 的所述制动力,其中,所述增大控制在预设的增大需用时间 (TBA1th、TBA2th) 期间执行,

所述制动控制装置还包括 ABS 控制单元 (60、S13),所述 ABS 控制单元 (60、S13) 执行限制所述车轮 (FR、FL、RR、RL) 的锁死的防抱死制动控制,其中,

当从启动所述增大控制时所经过的时间 (T7) 短于设置成比所述增大需用时间 (TBA1th、TBA2th) 短的终止判定时间基准值 (TBA1th、TBA2th) 时,根据以下条件中的任何

一者的满足,所述终止判定单元(60、S126)判定满足所述辅助控制的所述终止条件:

所述ABS控制单元(60、S13)开始所述防抱死制动控制,以及

由所述第一减速度计算单元(60、S23)计算出的所述第一估算车体减速度(DV)大于等于对应于路面限制的减速度。

5. 一种用于车辆的制动控制方法,包括:

第一减速度计算步骤(S23),所述第一减速度计算步骤(S23)通过利用设置在所述车辆上的轮速传感器(SE2、SE3、SE4、SE5)的检测信号计算第一估算车体减速度(DV);

第二减速度计算步骤(S27),所述第二减速度计算步骤(S27)通过利用设置在所述车辆上的车体加速度传感器(SE6)的检测信号计算第二估算车体减速度(G);

启动辅助控制的辅助步骤(S101、S102、S103、S104、S105、S106、S107),在所述车辆的制动踏板(31)被操作的情况下,当在操作所述车辆的制动踏板(31)期间所述第一估算车体减速度(DV)超过第一减速度判定值(DV<sub>st</sub>)并且所述第二估算车体减速度(G)超过第二减速度判定值(G<sub>st</sub>)时,所述辅助控制辅助增大施加到所述车辆的车轮(FR、FL、RR、RL)的制动力;以及

终止判定步骤(S126、S127、S128),所述终止判定步骤(S126、S127、S128)基于所述第一估算车体减速度(DV)和所述第二估算车体减速度(G)中的至少一者判定是否满足所述辅助控制的终止条件,

其中,当在所述终止判定步骤(S126、S127、S128)中判定满足所述终止条件时,所述辅助步骤(S123、S124)终止所述辅助控制。

## 用于车辆的制动控制装置和用于车辆的制动控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种执行辅助控制的用于车辆的制动控制装置和一种用于车辆的制动控制方法,该辅助控制基于由车辆的驾驶员对制动踏板的操作辅助增大施加到车轮的制动力。

### 背景技术

[0002] 作为用于这种车辆的制动控制装置,在现有技术中,专利文献 1 和 2 描述了制动控制装置的示例。在这种制动控制装置中,辅助控制的启动时机在不使用直接检测由驾驶员施加到制动踏板的踏力的传感器的情况下设置。这种传感器的示例为检测主缸压力的压力传感器。

[0003] 更具体地,在上述制动控制装置中,基于来自设置在车辆上的轮速传感器的检测信号计算车辆的估算车体速度,并且基于估算车体速度计算车辆的估算车体减速度。另外,制动控制装置计算车轮的滑移率。在驾驶员操作制动踏板的情况下,如果计算出的估算车体减速度大于等于预设的第一紧急制动判定值并且计算出的车轮的滑移率超过预设的第二紧急制动判定值,则判定制动踏板的当前操作是紧急制动操作。这将启动辅助控制。辅助控制也称作“制动辅助控制(BA 控制)”。

[0004] 替代利用车轮的滑移率,基于来自设置在车辆中的车体加速度传感器的检测信号可以计算车体减速度(也称作“G 传感器值”),并且该 G 传感器值可以用于判定当前的制动踏板操作是否为紧急制动操作。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献 1 :日本公开专利公报 No. 2002-193084

[0008] 专利文献 2 :日本公开专利公报 No. 2002-370634

### 发明内容

[0009] 本发明所要解决的问题

[0010] 当判定必须进行紧急控制时执行辅助控制。因此,当驾驶员对制动踏板的操作量在辅助控制期间变小时,终止辅助控制是优选的。

[0011] 为了在不使用直接检测由驾驶员施加到制动踏板的踏力的传感器的情况下终止辅助控制,例如,使用了检测制动踏板的 ON/OFF 的制动开关。然而,在该方法中,当减少制动踏板的操作量以减小车辆的减速度时,该操作量不会变得小到足以检测到制动踏板处于 OFF。因此,不能够终止辅助控制。因此,大的制动力仍施加到车轮。

[0012] 本发明的目的是提供一种能够在适当的时机终止辅助控制的用于车辆的制动控制装置以及一种用于车辆的制动控制方法,该辅助控制基于由驾驶员执行的制动操作辅助增大施加到车轮的制动力。

[0013] 解决问题的手段

[0014] 为了实现上述目的,本发明的一方面提供了一种用于车辆的制动控制装置,该制动控制装置包括第一减速度计算单元、第二减速度计算单元、辅助控制单元和终止判定单元。第一减速度计算单元通过利用设置在车辆上的轮速传感器的检测信号计算第一估算车体减速度。第二减速度计算单元通过利用设置在车辆上的车体加速度传感器的检测信号计算第二估算车体减速度。辅助控制单元启动辅助控制,当在车辆的制动踏板的操作期间第一估算车体减速度超过第一减速度判定值并且第二估算车体减速度超过第二减速度判定值时,辅助控制在车辆的制动踏板被操作的情况下辅助增大施加到车辆的车轮的制动力。终止判定单元在执行辅助控制期间基于第一估算车体减速度和第二估算车体减速度中的至少一者判定是否满足辅助控制的终止条件。当终止判定单元判定满足终止条件时,辅助控制单元终止辅助控制。

[0015] 上述结构在执行辅助控制期间基于第一估算车体减速度和第二估算车体减速度中的至少一者判定是否满足辅助控制的终止条件。当满足终止条件时,辅助控制终止。因此,能够在适当的时机终止辅助控制。

[0016] 优选地,辅助控制包括增大控制和保持控制,其中所述增大控制增大施加到车轮的制动力,所述保持控制在执行增大控制之后保持施加到车轮的制动力。终止判定单元通过将增大控制的基础上执行的制动力的增大成分加和到制动力基准值中来获取判定值,其中,制动力基准值设置作为用于判定在尚未执行辅助控制时制动踏板的操作量是否已经减少的基准。当通过第二减速度计算单元计算出的第二估算车体减速度小于判定值时,终止判定单元在执行保持控制期间判定已经满足辅助控制的终止条件。

[0017] 当驾驶员对制动踏板的操作量改变时,第二估算车体减速度根据变化量而改变。因此,第二估算车体减速度可以认为是表示制动踏板的操作量的值。在辅助控制中,当第二估算车体减速度变得小于制动力基准值时,终止辅助控制是优选的。当驾驶员在不执行辅助控制的状态下操作制动踏板时,制动力基准值基于由车辆在驾驶员对制动踏板的操作量变小时、即当驾驶员减轻对制动踏板的踩踏时产生的减速度而设置。然而,当与通过辅助控制施加到车轮的制动力的增大量对应的减速度、即基于驾驶员对制动踏板的操作的减速度超过制动力基准值时,无论驾驶员对制动踏板的操作量有多小都不能终止辅助控制。

[0018] 因此,在本发明中,通过将在执行增大控制的基础上的制动力的增大成分加和到制动力基准值而得到判定值。当第二估算车体减速度超过第二减速度判定值时,顺序地执行增大控制和保持控制。在保持控制期间,当一旦超过第二减速度判定值的第二估算车体减速度变得小于判定值时,判定驾驶员对制动踏板的操作量已减少,并且终止辅助控制。因此,能够在判定驾驶员打算减小车辆的减速度的时机终止辅助控制。

[0019] 优选地,还包括执行限制车轮的锁死的防抱死制动控制的 ABS 控制单元。在执行保持控制期间,终止判定单元阻止辅助控制的终止条件在 ABS 控制单元执行防抱死制动控制时满足。

[0020] 当驾驶员在车辆所行驶于的路面从高  $\mu$  道路转换为低  $\mu$  道路的时机操作制动踏板时,可以启动防抱死制动控制。这是因为在路面转换为低  $\mu$  道路时车辆的滑移率增大。当启动防抱死制动控制时,施加到车轮的制动力减小。随着施加到车轮的制动力减小,第一估算车体减速度和第二估算车体减速度减小。在这种情况下,由启动防抱死制动控制引起每个估算车体减速度的减小,并且驾驶员不打算减小制动力的可能性是高的。另外,在启

动防抱死制动控制之后,路面又可以从低  $\mu$  道路转换为高  $\mu$  道路。在这种情况下,如果驾驶员对制动踏板的操作量仍然大,则应该继续辅助控制。因此,在本实施方式中,在执行保持控制期间,阻止辅助控制的终止条件在 ABS 控制单元执行防抱死制动控制时满足。这防止了辅助控制以无意的的方式终止。

[0021] 优选地,辅助控制包括增大控制和保持控制,其中所述增大控制增大施加到车轮的制动力,所述保持控制在执行增大控制之后保持施加到车轮的制动力。增大控制在预设的增大需用时间期间执行。还包括执行限制车轮的锁死的防抱死制动控制的 ABS 控制单元。当从启动增大控制经过的时间短于设置成短于增大需用时间的终止判定时间基准值时,终止判定单元根据以下条件中的任何一个条件的满足判定满足辅助控制的终止条件:ABS 控制单元开始防抱死制动控制;以及由第一减速度计算单元计算出的第一估算车体减速度大于等于对应于路面限制的减速度。

[0022] 当在启动辅助控制的增大控制之后立即启动防抱死制动控制时,由于驾驶员对制动踏板的操作量大,因此存在将启动防抱死制动控制的高的可能性。另外,当第一估算车体减速度大于等于对应于路面限制的减速度时,车轮可以在施加到车轮的制动力进一步增大时滑移。在这种情况下,驾驶员对制动踏板的操作足以使制动力施加到车轮。因而,对辅助控制的需求是低的。因此,在本实施方式中,当从启动增大控制经过的时间短于终止判定时间基准值时、或当第一估算车体减速度大于等于对应于路面限制的减速度时,终止辅助控制。因而,能够在适当的时机终止辅助控制。

[0023] 本发明的另一方面中的用于车辆的制动控制方法包括第一减速度计算步骤、第二减速度计算步骤、辅助步骤和终止判定步骤。第一减速度计算步骤通过利用设置在车辆上的轮速传感器的检测信号计算第一估算车体减速度。第二减速度计算步骤通过利用设置在车辆上的车体加速度传感器的检测信号计算第二估算车体减速度。当在车辆的制动踏板的操作期间第一估算车体减速度超过第一减速度判定值并且第二估算车体减速度超过第二减速度判定值时,辅助步骤启动辅助控制,辅助控制在车辆的制动踏板被操作的情况下辅助增大施加到车辆的车轮的制动力。终止判定步骤基于第一估算车体减速度和第二估算车体减速度中的至少一者判定是否满足辅助控制的终止条件。当在终止判定步骤中判定满足终止条件时,辅助步骤终止辅助控制。

[0024] 以上构造获得了与上述车辆的制动控制装置相同的操作和优点。

## 附图说明

[0025] 图 1 为示出了包括根据本发明一个实施方式的制动控制装置的车辆的框图;

[0026] 图 2 为示出了制动装置的结构示意图;

[0027] 图 3 为示出了在车辆减速时执行辅助控制的状态的时序图;

[0028] 图 4 为示出了车辆在上坡坡道上行驶的情况的时序图;

[0029] 图 5 为当车辆行驶的道路的梯度变为上坡侧时所作的时序图;

[0030] 图 6 为用于设置降档判定值的映射;

[0031] 图 7 为用于设置梯度变化基准值的映射;

[0032] 图 8 为示出了制动控制处理程序的流程图;

[0033] 图 9 为示出了信息获取处理程序的流程图;

- [0034] 图 10 为示出了 BA 启动判定处理程序(前半阶段)的流程图；
- [0035] 图 11 为示出了 BA 启动判定处理程序(中间阶段)的流程图；
- [0036] 图 12 为示出了 BA 启动判定处理程序(后半阶段)的流程图；
- [0037] 图 13 为示出了 BA 处理程序的流程图；
- [0038] 图 14 为示出了 BA 终止判定处理程序的流程图；
- [0039] 图 15A 为示出了车体减速度的变化的时序图,并且图 15B 为示出了噪声成分的变化时序图；
- [0040] 图 16 为示出了车辆移动越过道路上的凸块的情况的时序图；
- [0041] 图 17 为示出了车辆移动越过道路上的凸块的情况的时序图；
- [0042] 图 18 为示出了驾驶员将正常的踏力施加到制动踏板的情况的时序图；
- [0043] 图 19 为示出了驾驶员将大的踏力施加到制动踏板的情况的时序图；
- [0044] 图 20 为示出了启动时间判定基准值设置处理程序的流程图；
- [0045] 图 21 为用于估算车辆上的载荷的映射。

## 具体实施方式

### [0046] (第一实施方式)

[0047] 现在将参照图 1 至图 19 描述本发明的一个实施方式。在本说明书的以下描述中,将车辆的行驶方向(向前方向)称作向前侧(车辆的前方)。

[0048] 参照图 1,本实施方式的车辆为前轮驱动车辆,该前轮驱动车辆包括多个(在本实施方式中是四个)车轮(右前轮 FR、左前轮 FL、右后轮 RR 和左后轮 RL),其中前轮 FR 和 FL 是驱动轮。该车辆包括驱动力产生器 10 和驱动力传输装置 20,其中,驱动力产生器 10 具有用作动力源的一个示例的发动机 12,其产生与驾驶员操作加速器踏板 11 的量对应的驱动力,驱动力传输装置 20 将驱动力产生器 10 产生的驱动力传输到前轮 FR 和 FL。该车辆包括制动装置 30,该制动装置 30 将与驾驶员在制动踏板 31 上执行的的踩踏操作对应的制动力施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL。

[0049] 驱动力产生器 10 包括燃料喷射系统(未图示),该燃料喷射系统设置在发动机 12 的进气道(未图示)附近并且包括用于将燃料喷射到发动机 12 中的喷射器。驱动力产生器 10 由包括 CPU、ROM 和 RAM (均未图示)的发动机 ECU13 (也称作“发动机电子控制单元”)控制。发动机 ECU13 电连接有加速器操作量传感器 SE1,加速器操作量传感器 SE1 设置在加速器踏板 11 附近以检测由驾驶员操作加速器踏板 11 的量(加速器操作量)。发动机 ECU13 基于来自加速器操作量传感器 SE1 的检测信号计算加速器操作量,并且基于计算出的加速器操作量控制驱动力产生器 10。

[0050] 驱动力传输装置 20 包括自动变速器 21 和差速齿轮 22,其中,自动变速器 21 是变速器的一个示例,差速齿轮 22 将从自动变速器 21 的输出轴传输的驱动力适当地分配并且传输到前轮 FL 和 FR。驱动力传输装置 20 由包括 CPU、ROM 和 RAM (均未图示)的 AT ECU23 (AT 电子控制单元)控制。AT ECU23 根据车辆的车体速度以及由驾驶员在加速器踏板 11、制动踏板 31 和换挡装置(未图示)上执行的操作的状态对自动变速器 21 进行控制(升档控制和降档控制)。

[0051] 如图 1 和图 2 所示,制动装置 30 包括液压产生器 32 和制动致动器 40。液压产生

器 32 包括增压器 320、主缸 321 和储液器 322。制动致动器 40 包括两个液压回路 41 和 42 (在图 2 中由双点划线示出)。液压产生器 32 包括检测制动踏板 31 是否被驾驶员踩踏的制动开关 SW1。制动开关 SW1 将检测信号发送至控制制动致动器 40 的制动 ECU60(也称作“制动电子控制单元”)。

[0052] 液压回路 41 和 42 连接至液压产生器 32 的主缸 321。用于右前轮 FR 的轮缸 55a 以及用于左后轮 RL 的轮缸 55d 连接至第一液压回路 41。用于左前轮 FL 的轮缸 55b 以及用于右后轮 RR 的轮缸 55c 连接至第二液压回路 42。在车辆的驾驶员踩踏制动踏板 31 时,操作增压器 320 和主缸 321。这将制动流体从主缸 321 经由液压回路 41 和 42 供给到轮缸 55a 至 55d 中。然后,将与每个轮缸 55a 至 55d 中的轮缸压力(在下文中也称作“WC 压力”)对应的制动力施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL。

[0053] 接下来,将参照图 2 描述制动致动器 40。由于液压回路 41 和 42 具有大致相同的结构,因此为方便起见,在图 2 中仅示出了第一液压回路 41,并且第二液压回路 42 在图中未示出。

[0054] 如图 2 所示,第一液压回路 41 包括连接至主缸 321 的连接通路 43。连接通路 43 包括常开式线性电磁阀 44,该常开式线性电磁阀 44 进行操作以在主缸 321 中的主缸压力(也称作“MC 压力”)与轮缸 55a 和 55d 中的 WC 压力之间产生压力差。连接至用于左前轮 FR 的轮缸 55a 的左前轮通路 44a 以及连接至用于右后轮 RL 的轮缸 55d 的右后轮通路 44d 形成在第一液压回路 41 中。通路 44a 和 44d 分别包括增压阀 45a 和 45d 以及减压阀 46a 和 46d,其中,增压阀 45a 和 45d 在限制轮缸 55a 和 55d 的 WC 压力增大时操作并且它们是常开式电磁阀,减压阀 46a 和 46d 在减小轮缸 55a 和 55d 中的 WC 压力时操作并且它们是常闭式电磁阀。

[0055] 第一液压回路 41 连接有储液器 47 和泵 49,其中,储液器 47 临时地储存从每个轮缸 55a 和 55d 经由减压阀 46a 和 46d 流出的制动流体,泵 49 通过由马达 48 产生的旋转进行操作。储液器 47 通过吸入通路 50 连接至泵 49 并且通过主侧流通路 51 在比线性电磁阀 44 更靠近主缸 321 的位置处连接至连接通路 43。泵 49 通过供给流通路 52 连接至在线性电磁阀 44 与第一液压回路 41 中的增压阀 45a 和 45d 之间的连接部分 53。当马达 48 产生旋转时,泵 49 通过吸入通路 50 和主侧流通路 51 从储液器 47 和主缸 321 将制动流体吸入并且将制动流体排入到供给流通路 52 中。

[0056] 接下来,作为踏力估算装置的一个示例,将参照图 1 和图 2 描述制动控制装置和制动 ECU60。

[0057] 如图 1 和图 2 所示,制动开关 SW1、检测车轮 FR、FL、RR 和 RL 的旋转速度的轮速传感器 SE2、SE3、SE4 和 SE5、以及检测 G 传感器值的车体加速度传感器 SE6 电连接至制动 ECU60 的输入接口,其中 G 传感器值是在车辆的前后方向上的车体减速度。形成制动致动器 40 的马达 48 以及阀 44、45a、45d、46a 和 46d 电连接至制动 ECU60 的输出接口。

[0058] 在车辆加速时,因车辆的重心向后移动,车体加速度传感器 SE6 输出 G 传感器值变成负值的信号;以及,在车辆减速时,因车辆的重心向前移动,车体加速度传感器 SE6 输出 G 传感器值变成正值的信号。因此,在车辆停止在上坡的坡道上时,G 传感器值变成负值;并且,在车辆处于下坡的坡道上时,G 传感器值变成正值。

[0059] 制动 ECU60 包括 CPU、ROM 和 RAM 等(均未图示)。在 ROM 中预先存储有各种控制处

理(例如,图8中示出的制动控制处理等)、各种映射(图6和图7中示出的映射等)、以及各种阈值。RAM存储当车辆的点火开关(未图示)处于ON时进行适当地重写的各种信息(轮速、G传感器值等)。制动ECU60能够通过总线61与车辆的其它的ECU13和ECU23通信。

[0060] 在由驾驶员在制动踏板31上执行的当前踩踏操作为紧急制动操作时,本实施方式的制动装置30辅助增大施加到车轮FR、FL、RR和RL的制动力。然而,本实施方式的制动装置30不包括直接检测由驾驶员施加到制动踏板31的踏力的传感器(例如,用于检测MC压力的压力传感器)。因此,在本实施方式中,代替压力传感器,轮速传感器SE2至SE5和车体加速度传感器SE6用于判定由驾驶员执行的制动踏板31的当前踩踏操作是否为紧急制动操作。

[0061] 接下来,将参照图3中示出的时序图描述利用轮速传感器SE2至SE5和车体加速度传感器SE6的制动控制方法。

[0062] 如图3所示,如果驾驶员在第一时机 $t_1$ 开始踩下制动踏板31,则主缸321中的MC压力开始增大。随着MC压力的增大,轮缸55a至55d中的WC压力也开始增大。因此,将具有与WC压力对应的大小的制动力施加到车轮FR、FL、RR和RL。这突然减小了每个车轮FR、FL、RR和RL的轮速VW、即车轮的相对于路面的移动速度。当轮速VW以这种方式减小时,车体速度VS开始减小。在以下描述中,“轮速VW”指的是利用每个轮速传感器SE2至SE5的检测信号、即指示车轮转速的信号而得到的值。

[0063] 因此,利用轮速传感器SE2至SE5中的至少一个轮速传感器的检测信号计算出的车体减速度(第一估算车体减速度)DV开始增大。稍后于车体减速度DV增大,利用车体加速度传感器SE6的检测信号计算出的G传感器值(第二估算车体减速度)G开始增大。轮速传感器SE2至SE5设置在车轮FR、FL、RR和RL附近的位置处,而车体加速度传感器SE6与车轮FR、FL、RR和RL分离。具体地,车体加速度传感器SE6设置在由车辆的悬架(未图示)支承的车体(未图示)上。因此,当将制动力施加到车轮FR、FL、RR和RL时,G传感器值G稍后于车体减速度DV开始变化。

[0064] 当在从车体减速度DV超过制动判定值KDV\_Brk的第二时机 $t_2$ 经过的时间超过第一基准经过时间TDV<sub>st</sub>之前、车体减速度DV超过设置成大于制动判定值KDV\_Brk的第一减速度判定值DV<sub>st</sub>时,满足第一启动判定条件(第三时机 $t_3$ )。随后,当在从第三时机 $t_3$ 经过的时间超过第二基准经过时间TG<sub>st</sub>(例如,102毫秒)之前、G传感器值G超过第二减速度判定值G<sub>st</sub>时,满足第二启动判定条件(第四时机 $t_4$ )。如果满足第一和第二启动判定条件,则判定当前驾驶员在制动踏板31上的踩踏操作是紧急制动操作。

[0065] 因此,将辅助控制条件满足标志FLG4从OFF设置为ON,并且开始用于辅助增大施加到车轮FR、FL、RR和RL的制动力的辅助控制(也称为“制动辅助控制”和“BA控制”)。辅助控制条件满足标志FLG4从辅助控制的启动条件的建立到辅助控制的终止条件的建立设置为ON。

[0066] 辅助控制包括增大控制和保持控制,其中,增大控制增大每个轮缸55a至55d中的WC压力以增大施加到车轮FR、FL、RR和RL的制动力,保持控制保持WC压力以保持施加到车轮FR、FL、RR和RL的制动力。在增大控制中,线性电磁阀44和泵49(马达48)进行操作(见图2)。如果在预设的增大需用时间期间执行了增大控制,则控制转换为保持控制。在保持控制中,使泵49停止,并且通过操作线性电磁阀44保持每个轮缸55a至55d中的WC压

力。当改变驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作量时,轮缸 55a 至 55d 中的 WC 压力对应于该改变增大或减小。

[0067] 然后,当制动踏板 31 的踩踏操作量变小或者制动踏板 31 从踩踏状态释放时,满足辅助控制的终止条件,将辅助控制条件满足标志 FLG4 设置为 OFF,并且终止辅助控制。也就是说,停止对线性电磁阀 44 供电,并且减小了施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力。终止条件的示例为 G 传感器值 G 变得小于第二减速度判定值  $G_{st}$ 。

[0068] 上述制动控制方法具有以下所描述的问题。

[0069] 第一个问题在于,在利用轮速传感器 SE2 至 SE5 的检测信号计算出的车体减速度 DV 以及利用车体加速度传感器 SE6 的检测信号计算出的 G 传感器值 G 中,特别地,车体减速度 DV 包括由外部干扰引起的振动成分。外部干扰的示例包括由车轮 FR、FL、RR 和 RL 从车辆所行驶于的路面接收的反作用力,以及传输至作为驱动轮的前轮 FR 和 FL 的驱动力与施加到前轮 FR 和 FL 的制动力之间的干涉。

[0070] 由每个车轮 FR、FL、RR 和 RL 从路面接收的反作用力的大小在具有不平坦表面的不良道路与具有平坦表面的良好道路之间变化。此外,即使在不良道路的情况下,车体减速度 DV 中的振动成分的大小也根据道路的不平坦程度而改变。另外,当车辆移动越过道路上的凸块时,在车辆移动越过凸块时产生的振动成分包括在车体减速度 DV 中。为解决该问题,优选的是,对路面的不平坦程度进行估算,对车辆越过凸块的移动进行估算,并且基于估算结果校正第一减速度判定值  $DV_{st}$ 。

[0071] 当自动变速器 21 在制动操作期间降档时,可能发生施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的驱动力与制动力之间的干涉。当档位自动变速器 21 中降档时(例如,从四档换到三档),传输至前轮 FR 和 FL 的驱动力比在刚降档前要大。因此,在施加到前轮 FR 和 FL 的驱动力与制动力之间发生干涉。由干涉引起的振动成分包括在车体减速度 DV 中。因此,当档位自动变速器 21 中降档时、或者当存在档位自动变速器 21 中降档的高的可能性时,优选的是将第一减速度判定值  $DV_{st}$  设置为较大值。

[0072] 包括在 G 传感器值 G 中的由外部干扰引起的振动成分没有在车体减速度 DV 中的多。这是由于支承车体的悬架(未图示)起阻尼器的作用。

[0073] 第二个问题在于,来自轮速传感器 SE2 至 SE5 的检测信号易受路面的梯度的影响。如图 4 的时序图所示,当车辆行驶的路面是坡道时,在车体减速度 DV 与 G 传感器值 G 之间产生与路面的梯度对应的差值。也就是说,当道路是上坡的坡道时,施加到车辆的重力作为制动力作用在车体上,并且该制动力的成分包括在车体减速度 DV 中。当道路是下坡的坡道时,施加到车辆的重力作为推进力作用在车体上,并且该推进力的成分包括在车体减速度 DV 中。因此,除非根据路面的梯度校正第一减速度判定值  $DV_{st}$ ,否则当道路是上坡的坡道时,车体减速度 DV 容易超过第一减速度判定值  $DV_{st}$ ,并且当道路是下坡的坡道时,车体减速度 DV 不容易超过第一减速度判定值  $DV_{st}$ 。

[0074] G 传感器值 G 与车体减速度 DV 偏离了对应于路面的梯度的量。也就是说,当道路是上坡的坡道时,G 传感器值 G 变得小于车体减速度 DV,并且当道路是下坡的坡道时,G 传感器值 G 变得大于车体减速度 DV。换句话说,根据路面的梯度,启动辅助控制的时机变化。为抑制启动时机的这种变化,优选的是,基于路面的梯度校正第一减速度判定值  $DV_{st}$  和第二减速度判定值  $G_{st}$ 。

[0075] 如图 5 的时序图所示,当车辆行驶的路面的梯度变化并且表示是上坡时,由路面的梯度的变化造成的制动力施加到前轮 FR 和 FL。也就是说,当车轮 FR、FL、RR 和 RL 中仅前轮 FR 和 FL 通过梯度的变化点 A 时,作用在车体上的重力作为制动力施加到前轮 FR 和 FL (第一时机 t21)。这突然减小了前轮 FR 和 FL 的轮速 VW,并且车体减速度 DV 突然增大。同时,悬架(未图示)吸收路面的梯度的变化。因此,G 传感器值 G 没有车体减速度 DV 变化的多。因此,车体减速度 DV 的梯度变化很大程度地不同于 G 传感器值 G 的梯度变化。

[0076] 然后,当后轮 RR 和 RL 也通过梯度的变化点 A 时,车体减速度 DV 与 G 传感器值 G 之间的差值接近与路面的梯度对应的差值(第二时机 t22)。也就是说,除非对第一减速度判定值 DV\_st 进行校正,否则车体减速度 DV 在第一时机 t21 与第二时机 t22 之间会容易地超过第一减速度判定值 DV\_st,从而无意地满足了辅助控制的启动条件。因此,当路面的梯度变化并且表示是上坡时,优选的是将第一减速度判定值 DV\_st 校正为较大的值。

[0077] 根据驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作,辅助控制的必要性可以是不存在的或低的。擅长驾驶车辆的高度熟练的驾驶员能够在必要时适当地踩下制动踏板 31。更具体地,当必须进行紧急制动时,高度熟练的驾驶员能够容易地且强有力地踩下制动踏板 31。在这种情况下,仅通过驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作就能够将足够大的制动力容易地施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL。因此,辅助控制是不必要的。因此,基于来自轮速传感器 SE2 至 SE5 和车体加速度传感器 SE6 的检测信号,当判定驾驶员将大的踏力施加到制动踏板 31 时,优选的是不执行辅助控制。

[0078] 当满足了辅助控制的启动条件并且在辅助控制的增大控制刚启动之后,可以启动防止车轮 FR、FL、RR 和 RL 的锁死的防抱死制动控制(在下文中也称作“ABS 控制”)。在增大控制刚启动之后,驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作可以启动 ABS 控制。在辅助控制的增大控制刚启动之后,车体减速度 DV 可以变得大于等于与路面限制对应的减速度(例如,1.2G)。在这种情况下,如果进一步增大施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力,则启动 ABS 控制系统的可能性是高的。在这种情况下,仅通过驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作就可以将足够大的制动力施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL。因此,终止辅助控制是优选的。

[0079] 在执行辅助控制的保持控制期间可以启动 ABS 控制。在车辆所行驶于的路面从高  $\mu$  道路转换为低  $\mu$  道路并且车轮 FR、FL、RR 和 RL 的滑移率变高时,可能发生这种情况。如果在执行保持控制期间启动 ABS 控制,则施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力减小以降低车轮 FR、FL、RR 和 RL 的滑移率。然后,随着施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力减小,车体减速度 DV 和 G 传感器值 G 也减小。在这种情况下,驾驶员很可能不倾向于执行减小施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力的制动操作。因此,不终止辅助控制是优选的。另外,启动 ABS 控制之后,路面可以再次从低  $\mu$  道路转换为高  $\mu$  道路。在这种情况下,如果驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作量仍然很大,则应继续辅助控制。以这种方式,当在执行保持控制期间启动 ABS 控制时,继续保持控制是优选的。

[0080] 即使在执行辅助控制期间驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作量减小,辅助控制也不会终止。这是因为:仅由于在执行辅助控制的基础上施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力,G 传感器值 G 会大于等于第二减速度判定值 G\_st。因此,在判定辅助控制的终止时所利用的阈值应当考虑到通过辅助控制的执行施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力。

[0081] 本实施方式的制动 ECU60 对上述原因加以考虑而设置辅助控制的开始时机和终

止时机。接下来,将参照图 6 和图 7 描述制动 ECU60 设置启动辅助控制的时机所需的映射。

[0082] 现在将描述图 6 中示出的第一映射。

[0083] 第一映射用于在判定了存在自动变速器 21 将进行降档的可能性时校正第一减速度判定值  $DV_{st}$ 。第一映射的水平轴线示出了与 G 传感器值  $G$  超过降档判定值的状态的持续时间对应的第三判定计时器  $T3$ ,该降档判定值设置为判定是否存在自动变速器 21 将被降档的可能性。第一映射的竖向轴线示出了降档判定校正值  $DVflat$ ,该降档判定校正值  $DVflat$  是第一减速度判定值  $DV_{st}$  的校正量。如图 6 所示,当第三判定计时器  $T3$  小于等于第一时间  $T3\_1$  (例如,14)时,降档判定校正值  $DVflat$  设置为“0(零)”,并且当第三判定计时器  $T3$  大于等于比第一时间  $T3\_1$  长的第二时间  $T3\_2$  (例如,50)时,降档判定校正值  $DVflat$  设置为最大校正值  $KDVflat1$  (例如,0.5G)。当第三判定计时器  $T3$  大于第一时间  $T3\_1$  并且小于第二时间  $T3\_2$  时,随着第三判定计时器  $T3$  的值增大,降档判定校正值  $DVflat$  设置为更大的值。

[0084] 接下来,将描述图 7 中示出的第二映射。

[0085] 第二映射用于设置梯度变化基准值  $KDGlow$ ,该梯度变化基准值  $KDGlow$  用于判定车辆所行驶于的路面的梯度是否已经改变并且表示是上坡。在这里,表述“路面的梯度改变并且表示是上坡”是指车辆所行驶于的路面的梯度的增大。该表述包括当梯度为负值时梯度的绝对值变小即下坡的梯度变缓的情况。

[0086] 如图 7 所示,第二映射的水平轴线示出了通过从车体减速度  $DV$  的梯度变化  $DDV$  减去 G 传感器值  $G$  的梯度变化  $DG$  而得到的相减值 ( $=DDV - DG$ ),并且第二映射的竖向轴线示出了梯度变化基准值  $KDGlow$ 。当相减值 ( $=DDV - DG$ ) 小于等于第一减速度值  $D1$  (例如,0.3G) 时,梯度变化基准值  $KDGlow$  设置为第一基准值  $KDGlow1$  (例如,2G/s)。当相减值大于等于比第一减速度值  $D1$  大的第二相减值  $D2$  (例如,0.5G) 时,梯度变化基准值  $KDGlow$  设置为比第一基准值  $KDGlow1$  大的第二基准值  $KDGlow2$  (例如,4G/s)。当相减值大于第一减速度值  $D1$  并且小于第二相减值  $D2$  时,随着相减值增大,梯度变化基准值  $KDGlow$  设置为更大的值。

[0087] 车体减速度的梯度变化  $DDV$  表示车体减速度  $DV$  的每单位时间的变化量,并且例如通过对车体减速度  $DV$  进行时间微分获得。以相同的方式,G 传感器值的梯度变化  $DG$  表示 G 传感器值  $G$  的每单位时间的变化量,并且例如通过对 G 传感器值  $G$  进行时间微分获得。

[0088] 接下来,将参照图 8 至图 14 中示出的流程图描述通过本实施方式的制动 ECU60 执行的各种控制处理程序。图 8 示出了主要由制动 ECU60 执行的制动控制处理程序。

[0089] 制动控制处理程序在预先判定的预定时间周期(例如,6 毫秒)中执行。在制动控制处理程序中,制动 ECU60 执行信息获取处理(步骤 S10),用以获取在执行辅助控制或防抱死制动控制时所必须的各种信息(例如轮速)。随后,制动 ECU60 执行用于获取不良道路指数的不良道路判定处理(步骤 S11),其中不良道路指数数字上表示车辆所行驶于的路面的不平坦程度。

[0090] 制动 ECU60 执行 ABS 判定处理以判定是否满足 ABS 控制的启动条件(步骤 S12)。具体地,当制动开关  $SW1$  为 ON 时,制动 ECU60 判定每个车轮 FR、FL、RR 和 RL 的滑移率是否大于等于预设的滑移率判定值并且完成 ABS 判定处理。滑移率是通过信息获取处理计算出的值。之后将描述滑移率的计算(参见图 9 中的步骤 S22)。

[0091] 然后,制动 ECU60 执行 ABS 处理以防止其滑移率变得大于等于滑移率判定值的车

轮(例如,右前轮 FR)的锁死(步骤 S13)。具体地,制动 ECU60 重复地并且顺序地执行用于减小施加到受控车轮(例如,右前轮 FR)的制动力的减小控制以及用于增大制动力的增大控制(以及用于保持制动力的保持控制)。此时,制动 ECU60 操作泵 49、用于受控车轮的减压阀和增压阀。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 起 ABS 控制单元的作用。

[0092] 制动 ECU60 执行用于判定是否满足辅助控制的启动条件的 BA 启动判定处理(步骤 S14)。当满足时,制动 ECU60 执行 BA 处理以执行辅助控制(步骤 S15)。随后,制动 ECU60 判定是否满足辅助控制的终止条件。当满足时,制动 ECU60 执行用于终止辅助控制的 BA 终止判定处理(步骤 S16)并且临时地终止制动控制处理程序。

[0093] 接下来,将参照图 9 的流程图描述步骤 S10 中的信息获取处理程序。

[0094] 在信息获取处理程序中,制动 ECU60 基于来自轮速传感器 SE2 至 SE5 的检测信号计算车轮 FR、FL、RR 和 RL 的轮速 VW (步骤 S20)。随后,制动 ECU60 基于车轮 FR、FL、RR 和 RL 中的至少一个车轮的计算出的轮速 VW 计算车体速度 VS (也称作“估算车体速度”) (步骤 S21)。例如,当不执行制动操作时,制动 ECU60 基于作为从动轮的后轮 RR 和 RL 的轮速 VW 来计算车体速度 VS,并且当执行制动操作时,制动 ECU60 基于作为驱动轮的包括前轮 FR 和 FL 的车轮的轮速 VW 来计算车体速度 VS。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起车体速度计算单元的作用。然后,制动 ECU60 计算车轮 FR、FL、RR 和 RL 的滑移率  $SLP = (VS - VW) / VW$  (步骤 S22)。随后,制动 ECU60 基于在步骤 S21 中计算出的车体速度 VS 计算车辆的车体减速度 DV (步骤 S23)。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起利用轮速传感器 SE2 至 SE5 的检测信号计算车辆的车体减速度(第一估算车体减速度)DV 的第一减速度计算单元的作用。另外,步骤 S23 对应于第一减速度计算步骤。车体减速度 DV 在车辆减速时变为正值并且在车辆加速时变为负值。

[0095] 然后,制动 ECU60 获取在步骤 S23 中计算出的车体减速度 DV 的梯度变化 DDV (步骤 S24)。随后,制动 ECU60 执行滤波处理以将高频率变化成分从在步骤 S23 中计算出的车体减速度 DV 中去除并且获取平化的车体减速度 DVf1(步骤 S25)。如图 15 所示,制动 ECU60 执行滤波处理以将低频率变化成分从在步骤 S23 中计算出的车体减速度 DV 中去除并且获取噪声成分 DVf2 (步骤 S26)。当获取不良道路指数时利用噪声成分 DVf2。

[0096] 此后,返回到图 9 的流程图,制动 ECU60 基于来自车体加速度传感器 SE6 的检测信号计算 G 传感器值 G (步骤 S27)。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起到利用车体加速度传感器 SE6 计算车辆的 G 传感器值(第二估算车体减速度)G 的第二减速度计算单元的作用。步骤 S27 对应于第二减速度计算步骤。然后,制动 ECU60 作为梯度信息计算在步骤 S27 中计算出的 G 传感器值 G 的梯度变化 DG (步骤 S28)并且终止信息获取处理程序。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起到用于计算作为梯度信息的 G 传感器值(第二估算车体减速度)的梯度变化 DG 的梯度信息获取单元的作用。制动 ECU60 还起到获取车体减速度的梯度变化 DDV 以及 G 传感器值的梯度变化 DG 的梯度变化获取单元的作用。

[0097] 接下来,将参照图 15 的时序图描述步骤 S11 的不良道路判定处理程序。

[0098] 在不良道路判定处理程序中,制动 ECU60 从在步骤 S26 中计算出的预定数量的样本中获取噪声成分 DVf2 并且计算噪声成分 DVf2 的分散值。噪声成分 DVf2 的分散值是通过以下计算得到的值:先求噪声成分 DVf2 的平方值,再对该平方值进行累计,并且将该累计值除以样本的数量。当分散值小于预设的第一分散阈值时,制动 ECU60 将不良道路指数

设置为“0 (零)”。当分散值大于等于第一分散阈值并且小于预设为大于第一分散阈值的预设的第二分散阈值时,制动 ECU60 将不良道路指数设置为“1”。当分散值大于等于第二分散阈值并且小于预设为大于第二分散阈值的第三分散阈值时,制动 ECU60 将不良道路指数设置为“2”,并且当分散值大于等于第三分散阈值时,制动 ECU60 将不良道路指数设置为“3”。分散阈值用于根据分散值的大小设置“0 (零)”到“3”的不良道路指数,并且是通过实验或仿真进行预设的。以这种方式,随着路面的不平坦程度增大,将不良道路指数设置为更大的值。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起不良道路指数获取单元的作用。当不良道路指数为“0 (零)”时,判定路面是良好的,或者道路不是不良道路。

[0099] 接下来,将参照图 10、11 和 12 中示出的流程图以及图 5、16、17、18 和 19 中示出的时序图来描述步骤 S14 的 BA 启动判定处理程序。

[0100] 当制动开关 SW1 为 ON 时执行 BA 启动判定处理程序。在 BA 启动判定处理程序中,制动 ECU60 判定在步骤 S11 中获取的不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 是否为“0 (零)” (步骤 S30)。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起判定基于外部干扰(即,不良道路)的振动成分是否包括在车体减速度 DV 中的外部干扰判定单元的作用。步骤 30 对应于外部干扰判定步骤。当不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 为“0 (零)”时(步骤 S30 :是),制动 ECU60 判定路面是良好的,并且将不良道路判定校正值 DV<sub>bad</sub> 设置为“0 (零)” (步骤 S31)。不良道路判定校正值 DV<sub>bad</sub> 用于校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。随后,制动 ECU60 将不良道路校正标志 FLG1 设置为 OFF (步骤 S32) 并且进入到将在之后描述的步骤 S39。

[0101] 如果不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 不为“0 (零)” (步骤 S30 :否),则制动 ECU60 判定不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 是否为“1” (步骤 S33)。当不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 为“1”时(步骤 S33 :是),制动 ECU60 判定路面较差并且将不良道路判定校正值 DV<sub>bad</sub> 设置为第一校正值 KDV<sub>bad1</sub> (例如,0.2G) (步骤 S34)。随后,制动 ECU60 将不良道路校正标志 FLG1 设置为 ON (步骤 S35) 并且进入到将在之后描述的步骤 S39。

[0102] 当不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 不为“1”时(步骤 S33 :否),制动 ECU60 判定不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 是否为“2” (步骤 S36)。当不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 为“2”时(步骤 S36 :是),制动 ECU60 判定路面是通常的不良道路并且将不良道路判定校正值 DV<sub>bad</sub> 设置为大于第一校正值 KDV<sub>bad1</sub> 的第二校正值 KDV<sub>bad2</sub> (例如,0.4G) (步骤 S37)。随后,制动 ECU60 进入到上述步骤 S35。当不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 不为“2”时(步骤 S36 :否),不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 为“3”。因此,制动 ECU60 判定路面是极差的道路,并且将不良道路判定校正值 DV<sub>bad</sub> 设置为大于第二校正值 KDV<sub>bad2</sub> 的第三校正值 KDV<sub>bad3</sub> (例如,0.6G) (步骤 S38)。随后,制动 ECU60 进入到 S35。在本实施方式中,路面的更大的不平坦程度、或更大的不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 设置更大的不良道路判定校正值 DV<sub>bad</sub>。

[0103] 在步骤 S39 中,制动 ECU60 使第一判定计时器 T1 增加“1”。制动 ECU60 判定第一判定计时器 T1 是否已经超过第一时间判定值 T1<sub>th</sub> (例如,67) (步骤 S40)。制动控制处理程序在预定时间周期(例如,6 毫秒)中执行。因此,执行步骤 S40 以判定对应于第一判定计时器 T1 的时间是否超过判定时间 T400(例如,402 毫秒),其中判定时间 T400 通过第一时间判定值 T1<sub>th</sub> 乘以预定时间获得(参见图 4)。当第一判定计时器 T1 小于等于第一时间判定值 T1<sub>th</sub> 时(步骤 S40 :否),制动 ECU60 获取在步骤 S23 中计算出的车体减速度 DV 与在步骤 S25 中计算出的平化的车体减速度 DV<sub>f1</sub> 之间的差的绝对值,该绝对值作为第一差值 DV<sub>sub1</sub>。

[0104] 随后,制动 ECU60 判定累计许可标志 FLGs 是否为 OFF 以及先前的差值 DVsub1b 是否大于当前的第一差值 DVsub1 (步骤 S421)。累计许可标志 FLGs 用于累计以大致周期性方式变化的第一差值 DVsub1 的顶部值(或接近顶部值的值)。先前的差值 DVsub1b 是在先前的时机计算出的第一差值 DVsub1。

[0105] 当累计许可标志 FLGs 为 OFF 并且先前的差值 DVsub1b 大于当前的第一差值 DVsub1 时(步骤 S421 :是),制动 ECU60 进入到步骤 S422。在步骤 S422 中,制动 ECU60 将在步骤 S41 中计算出的第一差值 DVsub1 与车体减速度的振幅累计值  $\sigma_{wDV}$  累计,使累计操作的数量 CT1 增加“1”,并且将累计许可标志 FLGs 设置为 ON(步骤 S422)。随后,制动 ECU60 从平化的车体减速度 DVf1 中减去在步骤 S27 中计算出的 G 传感器值 G,获取第二差值 DVsub2 (步骤 S43),并且将在步骤 S43 中计算出的第二差值 DVsub2 与梯度累计值  $\sigma_{sG}$  累计(步骤 S441)。制动 ECU60 将先前的差值 DVsub1b 设置作为当前的第一差值 DVsub1 (步骤 S422) 并且进入到将在之后描述的步骤 S50。

[0106] 当不满足累计许可标志 FLGs 为 OFF 的条件和先前的差值 DVsub1b 大于当前的第一差值 DVsub1 的条件中的至少一个条件时(步骤 S421 :否),制动 ECU60 判定先前的差值 DVsub1b 是否小于等于当前的第一差值 DVsub1 (步骤 S423)。当先前的差值 DVsub1b 大于当前的第一差值 DVsub1 时(步骤 S423 :否),制动 ECU60 进入到上述步骤 S43。当先前的差值 DVsub1b 小于等于当前的第一差值 DVsub1 时(步骤 S423 :是),制动 ECU60 将累计许可标志 FLGs 设置为 OFF (步骤 S424) 并且进入到上述步骤 S43。

[0107] 当第一判定计时器 T1 超过第一时间判定值 T1th 时(步骤 S40 :是),制动 ECU60 用车体减速度的所获取的振幅累计值  $\sigma_{wDV}$  除以在第一判定计时器 T1 超过第一时间判定值 T1th 以前的累计操作的更新的数量,并且获取车体减速度的振幅 W\_DV(步骤 S45)。振幅 W\_DV 在校正第一减速度判定值 DV\_st 时使用。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起振幅计算器的作用。

[0108] 随后,制动 ECU60 判定计算出的振幅 W\_DV 是否小于预设的振幅基准值 KW (步骤 S46)。即使不存在如上所示的外部干扰,用于获取车体减速度 DV 的来自轮速传感器 SE2 至 SE5 的检测信号也包括一定量的波动(即,轻微的周期波动)。没有必要基于这种轻微的周期波动校正第一减速度判定值 DV\_st。当车辆所行驶于的路面为其上铺有砾石的所谓的砂石路时,不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 往往变为“0 (零)”。在这种情况下,即使判定路面是良好的,基于路面的轻微不平坦的振动成分也包括在车体减速度 DV 中。因此,在本实施方式中,振幅基准值 KW 设置为用于判定外部干扰的影响是否包括在车体减速度 DV 中的判定值。

[0109] 当振幅 W\_DV 小于振幅基准值 KW 时(步骤 S46 :是),制动 ECU60 将振幅 W\_DV 设置为“0 (零)”(步骤 S47),并且进入到步骤 S48。如果振幅 W\_DV 大于等于振幅基准值 KW (步骤 S46 :否),则制动 ECU60 进入到步骤 S48 而不执行步骤 S47。

[0110] 在步骤 S48 中,制动 ECU60 用获取的梯度累计值  $\sigma_{sG}$  除以第一判定计时器 T1 并且获取梯度估算值(梯度信息)Gslope。梯度估算值 Gslope 是路面的梯度并且在校正第一减速度判定值 DV\_st 和第二减速度判定值 G\_st 时使用。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起获取作为梯度信息的梯度估算值 Gslope 的梯度信息获取单元的作用。步骤 S48 对应于梯度信息获取步骤。随后,制动 ECU60 将第一判定计时器 T1、累计操作的数量 CT1、车体减速度的振幅累计值  $\sigma_{wDV}$ 、以及梯度累计值  $\sigma_{sG}$  设置为“0 (零)”(步骤 S49)并且然后进

入到下面步骤 S50。

[0111] 更具体地,在图 4 中示出的时序图中,差值  $DV_{sub1}$  和  $DV_{sub2}$  在从第一时机  $t_{11}$  到第二时机  $t_{12}$  的预定时间周期中获取,其中,在第一时机  $t_{11}$  开始差值  $DV_{sub1}$  和  $DV_{sub2}$  的获取操作,从第一时机  $t_{11}$  到第二时机  $t_{12}$  经过判定时间  $T_{400}$ 。将用于校正减速度判定值  $DV_{st}$  和  $G_{st}$  的梯度估算值  $G_{slope}$  设置为在判定时间  $T_{400}$  期间获取的第二差值  $DV_{sub2}$  的平均值。用于校正减速度判定值  $DV_{st}$  的振幅  $W_{DV}$  是基于在判定时间  $T_{400}$  期间获取的第一差值  $DV_{sub1}$  设置的。也就是说,对于每个判定时间  $T_{400}$ ,均更新振幅  $W_{DV}$  和梯度估算值  $G_{slope}$ 。

[0112] 返回到图 10 示出的流程图,在步骤 S50 中,制动 ECU60 判定车辆是否移动越过路面上的凸块。现在将参照图 16 中示出的时序图描述当车辆移动越过凸块时车轮 FR、FL、RR 和 RL 的轮速  $VW$  变化的状态。当车辆移动越过凸块时,前轮 FR 和 FL 首先移动越过凸块。在这种情况下,由于前轮 FR 和 FL 接触到凸块,因此前轮 FR 和 FL 的轮速  $VW$  突然减速(第一时机  $t_{31}$ )。然后,由于前轮 FR 和 FL 接触到凸块,因此车辆的重心竖向变化。因此,前轮 FR 和 FL 的轮速  $VW$  根据重心的竖向变化而变化。也就是说,当车辆的重心竖向移动时,前轮 FR 和 FL 与路面之间的接触面积变小。因此,前轮 FR 和 FL 与路面之间的牵引力变小,并且前轮 FR 和 FL 的轮速  $VW$  加速。如果前轮 FR 和 FL 的轮速  $VW$  开始以这种方式加速,则车体减速度  $DV$  开始减小(第二时机  $t_{32}$ )。

[0113] 然后,当车辆的重心开始向下移动并且路面与前轮 FR 和 FL 之间的接触面积增大时,路面与前轮 FR 和 FL 之间的牵引力增大并且前轮 FR 和 FL 的轮速  $VW$  开始减小。从车体减速度  $DV$  的梯度变化变缓的第三时机  $t_{33}$  开始,车体减速度  $DV$  变得小于  $G$  传感器值  $G$ 。因此,在第三时机  $t_{33}$  之后,车体减速度  $DV$  从前一状态反弹变得逐渐大于  $G$  传感器值  $G$ 。如在第四时机  $t_{34}$  示出的,车体减速度  $DV$  可以变得大于  $G$  传感器值  $G$ 。在这种情况下,如果不校正第一减速度判定值  $DV_{st}$ ,则车体减速度  $DV$  变得大于等于第一减速度判定值  $DV_{st}$ ,并且辅助控制可以无意的方式启动。因此,优选的是在第四时机  $t_{34}$  之前校正第一减速度判定值  $DV_{st}$ 。

[0114] 当驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作量小时,车体减速度  $DV$  的变化如图 17 的时序图所示。也就是说,当车辆移动越过凸块时,前轮 FR 和 FL 接触到凸块。这突然减慢了前轮 FR 和 FL 的轮速  $VW$  (第一时机  $t_{31-1}$ )。然后,由于前轮 FR 和 FL 与凸块的接触,车辆的重心竖向变化。因此,前轮 FR 和 FL 的轮速  $VW$  根据重心沿竖向方向的变化而变化。也就是说,当车辆的重心向上移动时,路面与前轮 FR 和 FL 之间的接触面积变小。因此,路面与前轮 FR 和 FL 之间的牵引力变小,并且前轮 FR 和 FL 的轮速  $VW$  加速。如果前轮 FR 和 FL 的轮速  $VW$  开始加速,则车体减速度  $DV$  开始减慢。

[0115] 在这种状态下,如果车体减速度  $DV$  在前轮 FR 和 FL 的轮速  $VW$  开始加速之前是小的,则车体减速度  $DV$  立即变为负值(第三时机  $t_{33-1}$ )。在第三时机  $t_{33-1}$  之后,车体减速度  $DV$  从前一状态反弹朝向  $G$  传感器值  $G$  增大。在这种情况下,如果不校正第一减速度判定值  $DV_{st}$ ,则车体减速度  $DV$  变得大于等于第一减速度判定值  $DV_{st}$ ,并且辅助控制可以无意的方式启动。因此,优选的是在第三时机  $t_{33-1}$  校正第一减速度判定值  $DV_{st}$ 。

[0116] 再返回到图 10 中示出的流程图,在本实施方式中,执行步骤 S50 中的判定处理。具体地,制动 ECU60 判定是否满足下面两个条件中的一个条件。

[0117] (第一个条件) 通过从 G 传感器值 G 中减去车体减速度 DV 得到的值( $=G - DV$ ) 超过预设的减速度指定值 DVth (例如, 0.2G)。

[0118] (第二个条件) 车体减速度 DV 小于“0 (零)”。

[0119] 更具体地, 一旦 G 传感器值 G 变得大于车体减速度 DV 和减速度指定值 DVth1 的总数, 则之后车体减速度 DV 突然增大的可能性是高的。如果车体减速度 DV 变为负值, 则表示即使执行制动操作, 车体速度 VS 也已经被错误地判定为加速。因此, 当满足上述条件中的一个条件时, 判定车辆移动越过道路上的凸块。因此, 在本实施方式中, 制动 ECU60 还起外部干扰判定单元的作用, 该外部干扰判定单元判定基于外部干扰(即, 凸块)的振动成分是否包括在车体减速度(第一估算车体减速度)DV 中。步骤 S50 对应于外部干扰判定步骤。当车辆移动越过凸块时, 在驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作量小的状态中, 会发生不满足第一个条件并且满足第二个条件的情况。

[0120] 当两个条件都不满足时(步骤 S50 :否), 制动 ECU60 判定车辆还没有移动越过凸块并且将第二判定计时器 T2 和凸块判定校正值得 DVstep 设置为“0 (零)”(步骤 S51)。制动 ECU60 将凸块校正标志 FLG2 设置为 OFF (步骤 S52) 并且进入到将在之后描述的步骤 S57。

[0121] 当满足第一个或第二个条件时(步骤 S50 :是), 制动 ECU60 判定车辆移动越过凸块并且使第二判定计时器 T2 增加“1”(步骤 S53)。随后, 制动 ECU60 判定第二判定计时器 T2 是否小于等于预设的第二时间判定值 T2th (例如, 34) (步骤 S54)。制动控制处理程序每隔预定时间(例如, 6 毫秒)执行。因此, 判定在步骤 S53 中对应于第二判定计时器 T2 的时间是否已经超过通过第二时间判定值 T2th 乘以预定时间而得到的判定时间 T200 (例如, 204 毫秒)(参见图 16 和图 17)。当第二判定计时器 T2 超过第二时间判定值 T2th 时(步骤 S54 :否), 制动 ECU60 进入到步骤 S51。也就是说, 制动 ECU60 将用于校正第一减速度判定值 DV\_st 的凸块判定校正值得 DVstep 设置为“0 (零)”。因此, 在本实施方式中, 第二时间判定值 T2th 对应于减速指定时间。

[0122] 当第二判定计时器 T2 小于等于第二时间判定值 T2th 时(步骤 S54 :是), 制动 ECU60 将凸块判定校正值得 DVstep 设置为第三校正值得 KDVbad3 (例如, 0.6G) (步骤 S55)。随后, 制动 ECU60 将凸块校正标志 FLG2 设置为 ON (步骤 S56) 并且进入到下面步骤 S57。

[0123] 在步骤 S57 中, 制动 ECU60 判定是否有可能与 AT ECU23 通信, 该 AT ECU23 用作控制自动变速器 21 的另一控制单元(变速器控制单元)。当不可能与 AT ECU23 通信时(步骤 S57 :否), 制动 ECU60 进入到将在之后描述的步骤 S66。当可能与 AT ECU23 通信时(步骤 S57 :是), 制动 ECU60 判定是否已经从 AT ECU23 接收到指示降档操作的执行的降档信号(步骤 S58)。当还没有接收到降档信号时(步骤 S58 :否), 制动 ECU60 进入到将在之后描述的步骤 S61。当已经接收到降档信号时(步骤 S58 :是), 制动 ECU60 将用于校正第一减速度判定值得 DV\_st 的降档判定校正值得 DVflat 设置为最大校正值得 KDVflat1 (例如, 0.5G)。因此, 在本实施方式中, 制动 ECU60 还起外部干扰判定单元的作用, 该外部干扰判定单元判定基于由自动变速器 21 的降档操作引起的外部干扰的振动成分是否包括在车体减速度(第一估算车体减速度)DV 中。步骤 S58 对应于外部干扰判定步骤。然后, 制动 ECU60 将降档标志 FLGd 设置为 ON (步骤 S60) 并且将处理转换为将在之后描述的步骤 S70。

[0124] 在步骤 S61 中, 制动 ECU60 判定降档标志 FLGd 是否为 ON。如果降档标志 FLGd 为 OFF(步骤 S61 :否), 则制动 ECU60 进入到将在之后描述的步骤 S70。当降档标志 FLGd 为 ON

时(步骤 S61 :是),制动 ECU60 使降档计时器 Td 增加“1”(步骤 S62)。制动 ECU60 判定降档计时器 Td 是否超过预设的换挡完成判定值 KTd (例如,17) (步骤 S63)。制动控制处理程序每隔预定时间(例如,6 毫秒)执行。因此,判定在步骤 S62 中对应于降档计时器 Td 的时间是否超过通过换挡完成判定值 KTd 乘以预定时间而得到的判定时间(例如,102 毫秒)。因此,在本实施方式中,换挡完成判定值 KTd 对应于换挡指定时间。

[0125] 当降档计时器 Td 小于等于换挡完成判定值 KTd 时(步骤 S63 :否),制动 ECU60 进入到将在之后描述的步骤 S70。当降档计时器 Td 超过换挡完成判定值 KTd 时(步骤 S63 :是),制动 ECU60 将降档判定校正值 DVflat 设置为“0 (零)”(步骤 S64) 并且将降档标志 FLGd 设置为 OFF (步骤 S65)。制动 ECU60 进入到将在之后描述的步骤 S70。

[0126] 降档判定值(高踏力判定基准值) KGflat (例如,0.3G) 设置为判定驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作量是否为大的。在步骤 S66 中,制动 ECU60 判定步骤 S27 中计算出的 G 传感器值 G 是否超过降档判定值 KGflat。如果 G 传感器值 G 超过降档判定值 KGflat (步骤 S66 :是),则制动 ECU60 使第三判定计时器 T3 增加“1”(步骤 S67)。第三判定计时器 T3 对应于 G 传感器值 G 超过降档判定值 KGflat 的状态的持续时间。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起持续时间获取单元的作用,该持续时间获取单元获取作为在 G 传感器值(第二估算车体减速度)G 超过降档判定值(高踏力判定基准值)KGflat 的状态中的持续时间的第三判定计时器 T3。

[0127] 利用第一映射(参见图 6),制动 ECU60 将降档判定校正值 DVflat 设置为对应于第三判定计时器 T3 的值(步骤 S68)并且进入到将在之后描述的步骤 S70。更具体地,当第三判定计时器 T3 小于等于第一时间 T3\_1 时,降档判定校正值 DVflat 设置为“0 (零)”。当第三判定计时器 T3 超过第一时间 T3\_1 时,降档判定校正值 DVflat 设置为大于“0 (零)”的值。也就是说,第一时间 T3\_1 对应于高踏力指定时间。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起外部干扰判定单元的作用,该外部干扰判定单元判定基于由自动变速器 21 的降档操作引起的外部干扰的振动成分是否可能包括在车体减速度(第一估算车体减速度)DV 中。步骤 S68 对应于外部干扰判定步骤。当 G 传感器值 G 小于降档判定值 KGflat 时(步骤 S66 :否),制动 ECU60 将第三判定计时器 T3 和降档判定校正值 DVflat 设置为“0 (零)”(步骤 S69) 并且进入到下面步骤 S70。

[0128] 在步骤 S70 中,利用第二映射(参见图 7),制动 ECU60 设置用于判定车辆所行驶于的路面是否已经变化为上坡的梯度变化基准值 KDGlow。具体地,制动 ECU60 从在步骤 S24 中计算出的车体减速度的梯度变化 DDV 中减去在步骤 S28 中计算出的 G 传感器值的梯度变化 DG,以将基于该减法结果的值设置作为梯度变化基准值 KDGlow。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起设置梯度变化基准值 KDGlow 的基准值设置单元的作用。然后,制动 ECU60 判定在步骤 S28 中计算出的 G 传感器值的梯度变化 DG 是否小于在步骤 S70 中设置的梯度变化基准值 KDGlow(步骤 S71)。当梯度变化 DG 小于梯度变化基准值 KDGlow 时(步骤 S71 :是),制动 ECU60 判定路面已经改变为上坡路并且将用于校正第一减速度判定值 DV\_st 的梯度变化校正值 DVDGlow 设置为预设的最大梯度对应值 KDVDGlow(例如,0.45G)(步骤 S72)。最大梯度对应值 KDVDGlow 是与车辆能够行驶在其上的路面梯度的最大值(例如,50%)对应的减速成分。然后,制动 ECU60 进入到将在之后描述的步骤 S74。当梯度变化 DG 大于等于梯度变化基准值 KDGlow 时(步骤 S71 :否),制动 ECU60 判定路面没有改变为上坡,将梯度变

化校正值 DVDGlow 设置为“0 (零)” (步骤 S73), 并且将处理转换为下面步骤 S74。

[0129] 在步骤 S74 中, 制动 ECU60 判定凸块校正标志 FLG2 是否为 ON。当凸块校正标志 FLG2 为 ON 时 (步骤 S74 : 是), 制动 ECU60 将减速度校正值 DV<sub>tp</sub> 设置为在步骤 S55 中设置的凸块判定校正值 DV<sub>step</sub> (步骤 S75) 并且进入到步骤 S79。当凸块校正标志 FLG2 为 OFF 时 (步骤 S74 : 否), 制动 ECU60 判定不良道路校正标志 FLG1 是否为 ON (步骤 S76)。当不良道路校正标志 FLG1 为 ON 时 (步骤 S76 : 是), 制动 ECU60 将减速度校正值 DV<sub>tp</sub> 设置为在步骤 S34、S37 和 S38 中的任一步骤中设置的不良道路判定校正值 DV<sub>bad</sub> 并且进入到将在之后描述的步骤 S79。当不良道路校正标志 FLG1 为 OFF 时 (步骤 S76 : 否), 制动 ECU60 将减速度校正值 DV<sub>tp</sub> 设置为在步骤 S45 或 S47 中设置的振幅 W<sub>DV</sub>, 并且进入到下面步骤 S79。

[0130] 在步骤 S79 中, 制动 ECU60 设置第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。具体地, 制动 ECU60 使减速度校正值 DV<sub>tp</sub>、梯度估算值 G<sub>slope</sub>、降档判定校正值 DV<sub>flat</sub> 和梯度变化校正值 DVDGlow 加和到预设的基本值 KDV (例如, 0.5G)。然后, 制动 ECU60 将该加和结果设置作为第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。也就是说, 当判定车辆已经移动越过凸块时, 第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 通过凸块判定校正值 DV<sub>step</sub> 设置为大于基本值 KDV 的值 (参见图 16 和图 17)。当判定路面为不良道路时, 第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 通过不良道路判定校正值 DV<sub>bad</sub> 设置为大于基本值 KDV 的值。当判定路面是良好道路时, 第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 通过振幅 W<sub>DV</sub> 设置为大于基本值 KDV 的值。基于路面的梯度校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> (参见图 4)。当判定路面已经改变为上坡路时, 第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 通过梯度变化校正值 DVDGlow 校正为大于基本值 KDV 的值 (参见图 5)。当判定自动变速器 21 已经执行降档或存在自动变速器 21 已经执行降档的可能性时, 第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 通过降档判定校正值 DV<sub>flat</sub> 校正为大于基本值 KDV 的值。因此, 在本实施方式中, 制动 ECU60 还起基准值校正单元的作用。步骤 S79 对应于基准值校正步骤。

[0131] 制动 ECU60 设置第二减速度判定值 G<sub>st</sub> (步骤 S80)。具体地, 制动 ECU60 从预设的基本值 KG<sub>st</sub> (例如, 0.3G) 中减去梯度估算值 G<sub>slope</sub> 并且将该减法结果设置作为第二减速度判定值 G<sub>st</sub> (参见图 4)。基本值 KG<sub>st</sub> 预设用于判定驾驶员对制动踏板 31 的操作量是否在不执行辅助控制的时期已经减小的判定基准。随后, 制动 ECU60 判定在步骤 S23 中计算出的车体减速度 DV 是否超过制动判定值 KDV<sub>Brk</sub> (参见图 3) (步骤 S81)。当车体减速度 DV 小于等于制动判定值 KDV<sub>Brk</sub> 时 (步骤 S81 : 否), 制动 ECU60 将第四判定计时器 T4 和第五判定计时器 T5 设置为“0 (零)”并且将第一条件满足标志 FLG3 设置为 OFF (步骤 S82)。然后, 制动 ECU60 进入到将在之后描述的步骤 S92。

[0132] 当车体减速度 DV 超过制动判定值 KDV<sub>Brk</sub> 时 (步骤 S81 : 是), 制动 ECU60 使第四判定计时器 T4 增加“1” (步骤 S83)。第四判定计时器 T4 对应于从车体减速度 DV 超过制动判定值 KDV<sub>Brk</sub> 所经过的时间。随后, 制动 ECU60 判定下面两个条件是否都满足 (步骤 S84)。

[0133] (第三条件) 车体减速度 DV 超过第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。

[0134] (第四条件) 第四判定计时器 T4 小于等于经过时间判定值 KT1 (例如, 10)。

[0135] 第四条件还能够称为从车体减速度 DV 超过制动判定值 KDV<sub>Brk</sub> 时所经过的时间小于等于第一基准经过时间 TDV<sub>st</sub> (参见图 3)。也就是说, 第一基准经过时间 TDV<sub>st</sub> 是通过经过时间判定值 KT1 乘以预定时间 (例如, 6 毫秒) 得到的值。

[0136] 当第三和第四条件都满足时 (步骤 S84 : 是), 制动 ECU60 判定第一条件满足标志

FLG3 是否为 OFF(步骤 S85)。当第一条条件满足标志 FLG3 为 ON 时(步骤 S85 :否),制动 ECU60 将处理转换为将在之后描述的步骤 S88。当第一条条件满足标志 FLG3 为 OFF 时(步骤 S85 :是),制动 ECU60 将当前的车体减速度的梯度变化 DDV 设置为第一梯度变化 DDV1 并且将第一条条件满足标志 FLG3 设置为 ON (步骤 S86)。然后,制动 ECU60 进入到将在之后描述的步骤 S88。因此,在本实施方式的步骤 S86 中,将在第一条条件满足标志 FLG3 从 OFF 设置为 ON 时获取的车体减速度的梯度变化 DDV 获取作为第一梯度变化 DDV1。在这方面,步骤 S86 对应于第一梯度获取步骤。

[0137] 当第三和第四条条件中的至少一个条件不满足时(步骤 S84 :否),制动 ECU60 判定第一条条件满足标志 FLG3 是否为 ON (步骤 S87)。当第一条条件满足标志 FLG3 为 OFF 时(步骤 S87 :否),制动 ECU60 进入到将在之后描述的步骤 S92。当第一条条件满足标志 FLG3 为 ON 时(步骤 S87 :是),制动 ECU60 进入到下面步骤 S88。

[0138] 在步骤 S88 中,制动 ECU60 使第五判定计时器 T5 增加“1”。第五判定计时器 T5 对应于从第一条条件满足标志 FLG3 转变为 ON 时所经过的时间。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起经过时间获取单元的作用,该经过时间获取单元将获取的第五判定计时器 T5 作为从获取第一梯度变化 DDV1 时所经过的时间。随后,制动 ECU60 判定下面两个条件是否都满足(步骤 S89)。

[0139] (第五条条件)G 传感器值 G 超过第二减速度判定值  $G_{st}$ 。

[0140] (第六条条件)第五判定计时器 T5 大于指定等待时间  $KT_w$  (例如, 8)并且小于等于启动时间判定基准值  $KT_2$  (例如,17)。

[0141] 启动时间判定基准值  $KT_2$  对应于第二基准经过时间  $TG_{st}$  (参见图 3)。也就是说,第二基准经过时间  $TG_{st}$  是通过启动时间判定基准值  $KT_2$  乘以预定时间(例如,6 毫秒)得到的值。在本实施方式中,启动时间判定基准值  $KT_2$  为基于车辆的特性设置的指定值。指定等待时间  $KT_w$  对应于踏力判定时间基准值。

[0142] 当第五和第六条条件中的至少一个条件不满足时(步骤 S89 :否),制动 ECU60 进入到将在之后描述的步骤 S92。当第五条条件和第六条条件都满足时(步骤 S89 :是),制动 ECU60 将当前的车体减速度的梯度变化 DDV 设置作为第二梯度变化 DDV2 并且判定第二梯度变化 DDV2 是否大于等于第一梯度变化 DDV1 (步骤 S90)。因此,在本实施方式中,步骤 S90 对应于第二梯度获取步骤。

[0143] 在这里,将参照图 18 和图 19 中示出的时序图描述在由驾驶员施加到制动踏板 31 的正常(低)踏力的情况与高踏力的情况之间的比较。图 18 和图 19 示出了执行 ABS 控制的状态。

[0144] 如图 18 的时序图所示,当踏力正常时,车体减速度 DV 通过由于来自制动踏板 31 的反弹力施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力的变化而变化,一直增加到第二时机  $t_{42}$ ,并且在第二时机  $t_{42}$  之后减小。第二时机  $t_{42}$  是当第五和第六条条件都满足时的时机。当踏力正常时,以下可能性是高的:在第二时机  $t_{42}$  获取的第二梯度变化 DDV2 将变得小于在车体减速度 DV 超过第一减速度判定值  $DV_{st}$  的第一时机  $t_{41}$  获取的第一梯度变化 DDV1。

[0145] 如图 19 中的时序图所示,当踏力保持在高水平时,踏力足以大于来自制动踏板 31 的反作用力。因此,通过施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力的变化而变化的车体减速度 DV 需要很长的时间来减小。因此,当踏力保持在高水平时,以下可能性是高的:在第五和

第六条件都满足的第二时机  $t_{52}$  获取的第二梯度变化  $DDV_2$  将变得大于等于第一时机  $t_{51}$  的梯度变化  $DDV$  (第一梯度变化  $DDV_1$ )。因此,在本实施方式中,当第二梯度变化  $DDV_2$  大于等于第一梯度变化  $DDV_1$  时,判定:辅助控制的必要性的减小增大了由驾驶员施加到制动踏板 31 的踏力。

[0146] 返回到图 12 中示出的流程图,当第二梯度变化  $DDV_2$  大于等于第一梯度变化  $DDV_1$  时(步骤 S90 :是),制动 ECU60 判定无需执行辅助控制、或辅助控制的必要性低,并且进入到将在之后描述的步骤 S92。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起当驾驶员踩下制动踏板 31 时判定踏力是否高的踏力判定单元的作用。步骤 S90 对应于踏力判定步骤。当第二梯度变化  $DDV_2$  小于第一梯度变化  $DDV_1$  时(步骤 S90 :否),制动 ECU60 判定有必要执行辅助控制,并且将辅助控制条件满足标志  $FLG_4$  设置为 ON 以表示已经满足辅助控制的启动条件(步骤 S91)。然后,制动 ECU60 完成 BA 启动判定处理程序。

[0147] 在步骤 S92 中,制动 ECU60 将辅助控制条件满足标志  $FLG_4$  设置为 OFF 并且然后完成 BA 启动判定处理程序。

[0148] 接下来,将参照图 13 中示出的流程图描述步骤 S15 中的 BA 处理程序。

[0149] 在 BA 处理程序中,制动 ECU60 判定辅助控制条件满足标志  $FLG_4$  是否为 ON (步骤 S100)。当辅助控制条件满足标志  $FLG_4$  为 OFF 时(步骤 S100 :否),制动 ECU60 完成 BA 处理程序而不执行辅助控制。当辅助控制条件满足标志  $FLG_4$  为 ON 时(步骤 S100 :是),制动 ECU60 判定增大完成标志  $FLG_5$  是否为 OFF(步骤 S101)。当增大完成标志  $FLG_5$  为 ON 时(步骤 S101 :否),制动 ECU60 判定增大控制完成并且进入到将在之后描述的步骤 S107。

[0150] 当增大完成标志  $FLG_5$  为 OFF 时(步骤 S101: 是),制动 ECU60 使第六判定计时器 T6 增加“1”(步骤 S102)。随后,制动 ECU60 判定减速度校正值  $DV_{tp}$ 、降档判定校正值  $DV_{flat}$ 、以及梯度变化校正值  $DVDG_{low}$  是否都为“0 (零)”(步骤 S103)。如果校正值  $DV_{tp}$ 、 $DV_{flat}$  和  $DVDG_{low}$  都为“0 (零)”(步骤 S103: 是),则制动 ECU60 执行第一增大控制(步骤 S104)。第一增大控制以第一增大速度增大施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力。制动 ECU60 判定第六判定计时器 T6 是否大于等于第一判定时间  $TBA1_{th}$ (步骤 S105)。第一判定时间  $TBA1_{th}$  对应于辅助控制增大制动力的增大需用时间。

[0151] 当第六判定计时器 T6 小于第一判定时间  $TBA1_{th}$  时(步骤 S105 :否),制动 ECU60 终止 BA 处理程序以继续第一增大控制。当第六判定 计时器 T6 大于等于第一判定时间  $TBA1_{th}$  时(步骤 S105 :是),制动 ECU60 将增大完成标志  $FLG_5$  设置为 ON 以表示增大控制完成(步骤 S106)。也就是说,在本实施方式中,第六判定计时器 T6 对应于从启动增大控制时所经过的时间。随后,制动 ECU60 执行用于保持施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力的保持控制(步骤 S107) 并且终止 BA 处理程序。

[0152] 当校正值  $DV_{tp}$ 、 $DV_{flat}$  和  $DVDG_{low}$  中的至少一者不为“0(零)”时(步骤 S103: 是),由于外部干扰或干涉,故而第一减速度判定值  $DV_{st}$  已经进行了校正。因此,制动 ECU60 判定有可能已经以无意的的方式执行了当前的辅助控制。另外,制动 ECU60 执行将施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力的增大速度设置为慢于第一增大速度的第二增大速度的第二增大控制(步骤 S108)。例如,第二增大速度大约为第一增大速度的二分之一。与第一增大控制相比较,在第二增大控制中,可以减小泵 49 的操作速度或可以减小线性电磁阀 44 的阀体的移动速度。

[0153] 然后,制动 ECU60 判定第六判定计时器 T6 是否大于等于第二判定时间 TBA2th(步骤 S109)。例如,第二判定时间 TBA2th 大约是第一判定时间 TBA2th 的两倍。当执行第二增大控制时,第二判定时间 TBA2th 对应于增大需用时间。当第六判定计时器 T6 小于第二判定时间 TBA2th 时(步骤 S109:否),制动 ECU60 完成 BA 处理程序以继续第二增大控制。当第六判定计时器 T6 大于等于第二判定时间 TBA2th 时(步骤 S109:是),制动 ECU60 进入到上述步骤 S106。也就是说,制动 ECU60 终止第二增大控制并且启动保持控制。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起执行辅助控制的辅助控制单元的作用。步骤 101 至 107 构成辅助步骤。

[0154] 接下来,将参照图 14 中示出的流程图描述步骤 S16 中的 BA 终止判定处理程序。

[0155] 在 BA 终止判定处理程序中,制动 ECU60 判定辅助控制条件满足标志 FLG4 是否为 ON(步骤 S120)。当辅助控制条件满足标志 FLG4 为 ON 时(步骤 S120:是),执行辅助控制。因此,制动 ECU60 使对应于从启动辅助控制的执行时所经过的时间的第七判定计时器 T7 增加“1”(步骤 S121)。随后,制动 ECU60 判定在步骤 S27 中计算出的 G 传感器值 G 是否小于在步骤 S80 中设置的第二减速度判定值 G<sub>st</sub>(步骤 S122)。当 G 传感器值 G 小于第二减速度判定值 G<sub>st</sub> 时(步骤 S122:是),制动 ECU60 判定满足辅助控制的终止条件。制动 ECU60 将辅助控制条件满足标志 FLG4 和增大完成标志 FLG5 设置为 OFF(步骤 S123)。另外,制动 ECU60 执行用于减小施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL 的制动力的减小控制(步骤 S124)。然后,制动 ECU60 终止 BA 终止判定处理程序。

[0156] 当 G 传感器值 G 大于等于第二减速度判定值 G<sub>st</sub> 时(步骤 S122:否),制动 ECU60 判定增大完成标志 FLG5 是否为 ON(步骤 S125)。当增大完成标志 FLG5 为 OFF 时(步骤 S125:否),执行增大控制。因此,制动 ECU60 判定是否满足下面两个条件(步骤 S126)。

[0157] (第七条件)第七判定计时器 T7 小于等于终止判定时间基准值 T7th。

[0158] (第八条件)ABS 标志 FLG6 为 ON。

[0159] 将终止判定时间基准值 T7th 设置为短于增大需用时间的时间,其中增大需用时间是增大控制的执行时间。更具体地,终止判定时间基准值 T7th 设置为增大需用时间的二分之一或更少,其中增大需用时间是增大控制的执行时间。当执行第一增大控制时,终止判定时间基准值 T7th 设置为相当于大约是第一增大需用时间(例如,500 毫秒)的二分之一的值(例如,204 毫秒)的值(例如,34)。当执行第二增大控制时,终止判定时间基准值 T7th 设置为相当于大约是第二增大需用时间(例如,1000 毫秒)的二分之一的值(例如,408 毫秒)的值(例如,68)。

[0160] 当执行 ABS 控制或满足 ABS 的启动条件时,ABS 标志 FLG6 设置为 ON。也就是说,当执行 ABS 控制或满足 ABS 控制的启动条件时,在步骤 S126 中判定第七判定计时器 T7 是否小于等于终止判定时间基准值 T7th。

[0161] 当第七和第八条件中的至少一个条件不满足时(步骤 S126:否),制动 ECU60 判定辅助控制的终止条件不满足并且完成 BA 终止判定处理程序。当第七和第八条件都满足时(步骤 S126:是),制动 ECU60 判定辅助控制启动之后 ABS 控制已经立即启动。在这种情况下,制动 ECU60 判定仅通过驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作量就能够将足够大的制动力施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL。因此,制动 ECU60 判定满足辅助控制的终止条件并且进入到步骤 S123。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起终止判定单元的作用,在执行辅助控制

期间,该终止判定单元基于车体减速度(第一估算车体减速度)DV和G传感器值(第二估算车体减速度)G中的至少一者来判定是否满足辅助控制的终止条件。步骤S126对应于终止判定步骤。

[0162] 当增大完成标志FLG5为ON时(步骤S125:是),执行保持控制。因此,制动ECU60获取通过执行增大控制而增大并且施加到车轮FR、FL、RR和RL的制动力的量(在下文中为“辅助制动力的量”)。在这里,制动ECU60基于线性电磁阀44和泵49的操作速度和操作时间估算辅助制动力量。制动ECU60将相当于辅助制动力的量的增大成分值KGba加和到在步骤S80中设置的第二减速度判定值(制动力基准值)G<sub>st</sub>,并且将该加和结果作为终止判定值(判定值)KGend(步骤S127)。另外,制动ECU60判定是否满足下面两个条件(步骤S128)。

[0163] (第九条件)G传感器值G小于终止判定值KGend。

[0164] (第十条件)ABS标志FLG6为OFF。

[0165] 当第九和第十条件中的至少一个条件不满足时(步骤S128:否),制动ECU60判定不满足辅助控制的终止条件并且终止BA终止判定处理程序。当第九和第十条件都满足时(步骤S128:是),制动ECU60判定满足辅助控制的终止条件并且进入到步骤S123。因此,在本实施方式中,步骤S127和S128构成终止判定步骤。

[0166] 当辅助控制条件满足标志FLG4为OFF时(步骤S120:否),制动ECU60判定不执行辅助控制或者辅助控制已经终止。制动ECU60将第七判定计时器T7重置为“0(零)”(步骤S129)。然后,制动ECU60终止BA终止判定处理程序。

[0167] 因此,本实施方式具有下面所描述的优点。

[0168] (1)来自轮速传感器SE2至SE5的检测信号比来自车体加速度传感器SE6的检测信号更容易受传输到车轮FR、FL、RR和RL的驱动力与制动力之间的干涉(即,外部干扰)的影响。来自轮速传感器SE2至SE5的检测信号易受由来自车辆所行驶于的路面的车轮FR、FL、RR和RL接受到的反作用力(即,外部干扰)的影响。如果不校正第一减速度判定值DV<sub>st</sub>,则与不包括振动成分的车体减速度DV相比较,包括基于外部干扰的振动成分的车体减速度DV容易超过第一减速度判定值DV<sub>st</sub>。也就是说,有很大的可能性将以无意的方式启动辅助控制。

[0169] 因此,在本实施方式中,当判定基于外部干扰的振动成分包括在车体减速度DV中时,第一减速度判定值DV<sub>st</sub>设置为大于当判定基于外部干扰的振动成分不包括在车体减速度DV中时的值。因此,即使基于外部干扰的振动成分包括在车体减速度DV中,车体减速度DV也不容易超过第一减速度判定值DV<sub>st</sub>。因此,当不执行紧急制动操作时,能够防止辅助控制的意外启动。

[0170] (2)当获取的不良道路指数Nr<sub>w</sub>大于等于“1”时,判定车辆所行驶于的路面是不良道路。在这种情况下,第一减速度判定值DV<sub>st</sub>设置为大于当判定路面不是不良道路时的值。因此,当车辆沿着不良道路行驶时,能够防止辅助控制的意外启动。

[0171] (3)在本实施方式中,当路面是不良道路时用于校正第一减速度判定值DV<sub>st</sub>的不良道路判定校正值DV<sub>bad</sub>随着不良道路指数Nr<sub>w</sub>增大设置为较大的值。这提高了由驾驶员执行的制动踏板31的当前踩踏操作是否为紧急制动操作的判定精度。

[0172] (4)即使不良道路指数Nr<sub>w</sub>为“0(零)”,基于由车轮FR、FL、RR和RL接受到的来自路面的反作用力的振动成分也可以包括在车体减速度DV中。因此,在本实施方式中,当

不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 为“0 (零)”时,第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 通过获取的车体减速度的振幅 W<sub>DV</sub> 设置为大于基本值 KDV 的值。因此,即使车辆所行驶于的路面不平坦并且不被判定为不良道路,也能够防止辅助控制的意外启动。

[0173] (5)不考虑外部干扰,来自轮速传感器 SE2 至 SE5 的检测信号都包括微小的周期性变化(也称作“波动”)。因此,通过轮速传感器 SE2 至 SE5 计算出的车体减速度 DV 也包括微小的周期性变化。这种微小的周期变化与外部干扰的影响无关。因此,没有必要校正基于微小的周期性变化的第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。因此,在本实施方式中,振幅基准值 KW 设置为用于判定是否存在外部干扰的影响的判定值。当获取的车体减速度的振幅 W<sub>DV</sub> 小于振幅基准值 KW 时,不执行基于振幅 W<sub>DV</sub> 的第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 的校正。因此,当判定在路面上几乎不存在不平坦处时,在适当的时机可以启动辅助控制。

[0174] (6)在本实施方式中,当 G 传感器值 G 大于车体减速度 DV 与减速度指定值 DV<sub>th1</sub> 的和时、或当车体减速度 DV 一旦变为负值时,判定车辆移动越过凸块。第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 通过凸块判定校正值 DV<sub>step</sub> (=KDV<sub>bad</sub>) 设置为大于基本值 KDV 的值。因此,当车辆移动越过凸块时,能够限制辅助控制的意外启动。

[0175] (7)此外,凸块判定校正值 DV<sub>step</sub> 在判定车辆移动越过凸块时与不良道路判定校正值 DV<sub>bad</sub> 在不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 被判定为“3”时相等。因此,当不良道路校正标志 FLG1 和凸块校正标志 FLG2 都设置为 ON 时,第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 基于凸块判定校正值 DV<sub>step</sub> 进行校正。也就是说,将第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 校正为更大的值。因此,能够防止辅助控制的意外启动。

[0176] (8)当从 AT ECU23 接收到表示自动变速器 21 已经经历了降档的信号时,在对应于换挡完成判定值 KT<sub>d</sub> 的时期(换挡指定时间),将第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 校正为大于当未接收到表示自动变速器 21 已经经历了降档的信号时的值。这防止了自动变速器 21 的降档导致辅助控制的意外启动。

[0177] (9)车辆具有以下特性:当驾驶员在车辆行驶时踩下制动踏板 31 时,车辆开始减速并且从而可以导致自动变速器 21 的降档。因此,在本实施方式中,当不可能与 AT ECU23 通信时,利用 G 传感器值 G 判定驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作量是否是大的。如果对应于其中 G 传感器值 G 保持为降档判定值 KG<sub>f1at</sub> 的持续时间的第三判定计时器 T3 超过第一时间 T3<sub>1</sub>,则判定可能执行了自动变速器 21 的降档。因此,第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 校正为大于当不判定有可能执行降档操作时的值。这防止了自动变速器 21 的降档导致辅助控制的意外启动。

[0178] 紧接在第三判定计时器 T3 超过第一时间 T3<sub>1</sub> 之后,实际上对自动变速器 21 降档的可能性是低的,并且辅助控制实际上可变为必要的。在这里,如果在第三判定计时器 T3 超过第一时间 T3<sub>1</sub> 时将降档判定值 KG<sub>f1at</sub> 设置为最大校正值 KDV<sub>f1at1</sub>,则存在实际必要的辅助控制将不执行的可能性。因此,在本实施方式中,当第三判定计时器 T3 的值是大的时,第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 设置为大于当第三判定计时器 T3 的值是小的时的值。因此,紧接在第三判定计时器 T3 超过第一时间 T3<sub>1</sub> 之后,能够适当地启动辅助控制。

[0179] (11)在本实施方式中,制动 ECU60 判定是否存在自动变速器 21 执行降档的可能性,甚至当 AT ECU23 与制动 ECU60 之间的通信变得不可能时,亦如此。如果判定自动变速器 21 可能经历降档,则对第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 进行校正。因此,即使在 AT ECU23 与制

动 ECU60 之间发生通信故障,也能防止自动变速器 21 的降档导致辅助控制的意外启动。

[0180] (12) 本实施方式获取车辆所行驶于的路面的梯度估算值  $G_{slope}$ 。基于梯度估算值  $G_{slope}$  校正第一减速度判定值  $DV_{st}$ 。这抑制了基于路面的梯度的校正控制的启动时机的变化。

[0181] (13) 当路面的梯度为正值时,这表示路面是上坡面。当路面的梯度为负值时,这表示路面是下坡面。当道路是上坡路时,作用在车辆上的重力作为施加于车辆的制动力起作用。当车辆沿着斜坡行驶时,对应于路面的梯度的减速度差存在于车体减速度  $DV$  与  $G$  传感器值  $G$  之间。因此,在本实施方式中,当判定道路是上坡路时,第一减速度判定值  $DV_{st}$  设置为大于基本值  $KDV$  的值,并且第二减速度判定值  $G_{st}$  设置为小于基本值  $KGst$  的值。当判定道路是下坡路时,第一减速度判定值  $DV_{st}$  设置为小于基本值  $KDV$  的值,并且第二减速度判定值  $G_{st}$  设置为大于基本值  $KGst$  的值。这抑制了由路面的梯度引起的辅助控制的启动时间的变化。

[0182] (14) 当路面的梯度变化并且表示上坡时,由路面的梯度的变化引起的制动力施加到前轮  $FR$  和  $FL$ ,并且前轮  $FR$  和  $FL$  的轮速  $VW$  突然变慢。相反地,车辆的车体速度  $VS$  不减速到和前轮  $FR$  和  $FL$  的轮速  $VW$  一样多。因此,用轮速传感器  $SE2$  至  $SE5$  计算出的车体减速度  $DV$  的梯度变化  $DDV$  偏离于用车体加速度传感器  $SE6$  计算出的  $G$  传感器值  $G$  的梯度变化  $DG$ 。因此,在本实施方式中,当  $G$  传感器值的梯度变化  $DG$  小于梯度变化基准值  $KDGlow$  时,判定路面的梯度已经变化并且表示上坡。因此,梯度变化校正值  $DVDGlow$  设置为大于“0 (零)”的值。也就是说,第一减速度判定值  $DV_{st}$  校正为大于当  $G$  传感器值的梯度变化  $DG$  大于等于梯度变化基准值  $KDGlow$ 、即大于当判定路面的梯度不变化为表示上坡时的值时的值。这在路面的梯度变化从而表示上坡时防止辅助控制以无意的的方式启动。

[0183] (15) 梯度变化基准值  $KDGlow$  设置为基于车体减速度的梯度变化  $DDV$  与  $G$  传感器值的梯度变化  $DG$  之间的差的值。因此,能够提高用于判定路面的梯度是否已经变化从而表示上坡的精度。

[0184] (16) 当基于减速度校正值  $DVtp$ 、降档判定校正值  $DVflat$  和梯度变化校正值  $DVDGlow$  中的至少一个值校正第一减速度判定值  $DV_{st}$  时,可能以无意的的方式执行辅助控制。因此,在本实施方式中,在当基于减速度校正值  $DVtp$ 、降档判定校正值  $DVflat$  和梯度变化校正值  $DVDGlow$  中的至少一个值校正第一减速度判定值  $DV_{st}$  时执行的辅助控制中,施加到车轮  $FR$ 、 $FL$ 、 $RR$  和  $RL$  的制动力的增大速度变得慢于用于当减速度校正值  $DVtp$ 、降档判定校正值  $DVflat$  和梯度变化校正值  $DVDGlow$  为“0 (零)”时执行的辅助控制的增大速度。因此,即使在判定没有必要执行辅助控制时执行辅助控制,车辆的驾驶员也不大可能由于辅助控制的执行而感觉到不舒服。

[0185] 在执行辅助控制期间,轮速传感器  $SE2$  至  $SE5$  和车体加速度传感器  $SE6$  用于判定是否满足辅助控制的终止条件。当满足终止条件时,辅助控制终止。因此,即使车辆不包括检测主缸 321 中的  $MC$  压力的压力传感器,也能够适当的时机完成辅助控制。

[0186] (18) 在本实施方式中,通过将在执行增大控制的基础上的制动力的增大成分值  $KGba$  加和到用于辅助控制的终止判定的第二减速度判定值  $G_{st}$  而得到终止判定值  $KGend$ 。在执行保持控制期间,当一旦超过第二减速度判定值  $G_{st}$  的  $G$  传感器值  $G$  变得小于终止判定值  $KGend$  时,驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作量判定为是小的,并且辅助控制终止。因

此,当判定驾驶员打算减小车辆的减速度时可以终止辅助控制。

[0187] (19)在本实施方式中,当在执行用于辅助控制的保持控制期间启动 ABS 控制时,继续保持控制。也就是说,不终止辅助控制。因此,针对驾驶员的意图以不注意的方式不终止辅助控制。

[0188] (20)在本实施方式中,如果在执行增大控制期间当第七判定计时器 T7 小于等于终止判定时间基准值  $T7_{th}$  时启动 ABS 控制,则判定通过驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作将足够大的制动力施加到车轮 FR、FL、RR 和 RL。因此,辅助控制终止。因此,可以在适当的时机终止辅助控制。

[0189] (21)在本实施方式中,车体减速度的梯度变化 DDV 在车体减速度 DV 变得大于等于第一减速度判定值  $DV_{st}$  时被获取作为第一梯度变化 DDV1。然后,当 G 传感器值 G 变得大于等于第二减速度基准值  $G_{st}$  时,在之后计算出的车体减速度的梯度变化 DDV 被获取作为第二梯度变化 DDV2。当第二梯度变化 DDV2 大于等于第一梯度变化 DDV1 时,判定当驾驶员踩下制动踏板 31 时产生的踏力是高的。因此,即使车辆不具有检测主缸 321 中的 MC 压力的压力传感器,也能够判定当驾驶员踩下制动踏板 31 时产生的踏力是否是高的。

[0190] (22)在一些车辆中,基于驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作的 G 传感器值 G 的变化在与车体减速度 DV 开始的时间大致相同的时间启动。因此,在本实施方式中,在获取第一梯度变化 DDV1 后更新的第五判定计时器 T5 超过指定等待时间  $KT_w$  之后获取第二梯度变化 DDV2。当第二梯度变化 DDV2 大于等于第一梯度变化 DDV1 时,判定当驾驶员踩下制动踏板 31 时产生的踏力是高的。因此,能够提高用于判定当驾驶员踩下制动踏板 31 时产生的踏力是否高的精度。

[0191] (23)在本实施方式中,即使满足辅助控制的启动条件,如果判定当驾驶员踩下制动踏板 31 时产生的踏力是高的,也判定辅助控制是不必要的,并且不开始辅助控制。因此,能够避免以无意的方式执行辅助控制的情况。

[0192] (第二实施方式)

[0193] 现在将参照图 20 和图 21 描述本发明的第二实施方式。第二实施方式与第一实施方式的不同之处在于:启动时间判定基准值  $KT2$  通过车辆的载荷变化。因此,之后将主要描述该不同,并且将相似或相同的附图标记给予那些与第一实施方式的对应部件相同的部件。这种部件将不进行描述。

[0194] 车辆的载荷根据车辆中的乘客的数量以及车辆所运载的货物改变。当车辆的载荷改变时,车辆的特性也改变。具体地,当驾驶员踩下制动踏板 31 时,用车体加速度传感器 SE6 计算出的 G 传感器值 G 以稍微延迟的方式随着用轮速传感器 SE2 至 SE5 计算出的车体减速度 DV 进行改变。然而,G 传感器值 G 由于驾驶员对制动踏板 31 的踩踏操作而开始改变的时机在载荷重时相对于载荷轻时是延迟的。

[0195] 因此,当用于判定辅助控制的启动时机的启动时间判定基准值  $KT2$  (参见图 12 中的步骤 S89) 是常数时,在第五判定计时器 T5 超过启动时间判定基准值  $KT2$  之后,G 传感器值 G 超过第二减速度判定值  $G_{st}$ 。在这种情况下,不满足辅助控制的启动条件。因此,不启动辅助控制。

[0196] 本实施方式的制动控制处理程序包括将启动时间判定基准值  $KT2$  设置为对应于车辆的载荷的值的启动时间判定基准值设置处理。现在将参照图 20 中示出的流程图与图

21 中示出的映射来描述启动时间判定基准值设置处理程序。

[0197] 在启动时间判定基准值设置处理程序中,制动 ECU60 判定制动开关 SW1 是否为 OFF (步骤 S140)。当制动开关 SW1 为 ON 时(步骤 S140 :否),驾驶员踩下制动踏板 31。因此,制动 ECU60 终止启动时间判定基准值设置处理程序。

[0198] 当制动开关 SW1 为 OFF 时(步骤 S140 :是),驾驶员未踩下制动踏板 31。因此,制动 ECU60 获取传输到作为驱动轮的前轮 FR 和 FL 的驱动力 ET (步骤 S141)。例如,制动 ECU60 获取来自发动机 ECU13 的由发动机 12 产生的驱动力以及来自 AT ECU23 的自动变速器 21 的档位位置。然后,制动 ECU60 基于获取的发动机 12 产生的驱动力以及自动变速器 21 的档位位置计算传输至前轮 FR 和 FL 的驱动力 ET。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起驱动力获取单元的作用,该驱动力获取单元基于发动机 12 的驱动操作获取施加到前轮 FR 和 FL 的驱动力 ET。

[0199] 随后,制动 ECU60 估算车辆的载荷 WW (步骤 S142)。当车辆的载荷 WW 为常数时,车辆的加速度对应于传输至前轮 FR 和 FL 的驱动力 ET。换句话说,当传输至前轮 FR 和 FL 的驱动力 ET 为常数时,随着车辆的载荷 WW 变得更重,车辆的加速度,即 G 传感器值 G 减小。

[0200] 因此,针对对应于在步骤 S141 中获取的驱动力 ET 的 G 传感器值,制动 ECU60 获取基准值 Gbase。在车辆中没有乘客和货物的假设下,该基准值 Gbase 是 G 传感器值的理论值。制动 ECU60 获取步骤 S28 中计算出的 G 传感器值 G 与基准值 Gbase 之间的差 ( $=|G-Gbase|$ ) 作为加速度差。随后,制动 ECU60 利用图 21 中示出的第三映射获取车辆的对应于获取的加速度差的载荷 WW。

[0201] 第三映射用于获取车辆的对应于加速度差的载荷 WW。如图 21 所示,第三映射的竖向轴线示出了车辆的载荷 WW,并且水平轴线示出了加速度差 ( $=|G-Gbase|$ )。当加速度差小于等于第一差值  $\Delta G1$  时,车辆的载荷 WW 判定为“0 (零)”。如果加速度差超过第一差值  $\Delta G1$  时,加速度差的增大表示车辆的更大的载荷 WW。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起载荷获取单元的作用。步骤 S142 对应于载荷获取步骤。

[0202] 返回到图 20 示出的流程图,制动 ECU60 基于车辆的在步骤 S142 中估算的载荷 WW 设置载荷校正 HW (步骤 S143)。随着车辆的载荷 WW 变得更重,在 G 传感器值 G 开始改变时的延迟变得更大。因此,在步骤 S143 中,如果车辆的载荷 WW 重时,利用预定的算术表达式将载荷校正 HW 设置为大于当载荷 WW 轻时的值。因此,如果车辆的载荷 WW 为“0 (零)”时,载荷校正 HW 设置为“0 (零)”。

[0203] 随后,制动 ECU60 将在步骤 S143 中设置的载荷校正 HW 加和到预设的基值 KTbase,并且将该加和结果设置为启动时间判定基准值 KT2 (步骤 S144)。因此,在本实施方式中,制动 ECU60 还起启动时间设置单元的作用。当车辆的载荷 WW 重时,启动时间设置单元将启动时间判定基准值 KT2 设置为大于当载荷 WW 轻时的值。步骤 S144 对应于开始时间设置步骤。其后,制动 ECU60 完成启动时间判定基准值设置处理程序。

[0204] 因此,在本实施方式中,除第一实施方式的优点(1)至(23)之外还能够得出下面描述的优点。

[0205] (24) 启动时间判定基准值 KT2 设置为对应于车辆的载荷 WW 的值。这提高了步骤 S89 的判定精度。因此,当辅助控制必要时,能够适当地启动辅助控制。

[0206] (25) 当估算车辆的载荷 WW 时,在不执行制动操作时利用 G 传感器值 G 以及传输到

作为驱动轮的前轮 FR 和 FL 的驱动力 ET。因此,没有必要单独地提供检测车辆的载荷 WW 的传感器,并且能够估算车辆的重量。

[0207] 可以将上述实施方式改型为下面描述的实施方式。

[0208] 在以上实施方式中,可以省略步骤 S103 的判定处理。在这种情况下,将辅助控制的增大控制设置为第一增大控制而不考虑第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 的校正。

[0209] 随着车体速度 VS 增大,包括在车体减速度 DV 中的振动成分在自动变速器 21 降档时变得更大。因此,随着车体速度 VS 增大,可以增大降档判定校正值 DV<sub>flat</sub>。这降低了在车辆以高速行驶的情况下当自动变速器 21 降档时以无意的的方式执行辅助控制的可能性。

[0210] 在每个实施方式中,当判定自动变速器 21 可能进行了降档时,降档判定校正值 DV<sub>flat</sub> 可以设置为预设的预定值而不考虑第三判定计时器 T3 的值。

[0211] 在每个实施方式中,均可以省略步骤 S66 至 S69 的处理操作。这还能够通过接收来自 AT ECU23 的降档信号校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。

[0212] 在每个实施方式中,如果车辆不能够接收与变速器的降档有关的信息,类似于当车辆变速器为手动变速器时,可以省略步骤 S57 至 S65 的处理操作。在这种情况下,在步骤 S52 和步骤 S56 的处理操作之后执行步骤 S66 中的判定处理。

[0213] 在每个实施方式中,当车辆的变速器为无级自动变速器时,包括在车体减速度 DV 中的基于由自动变速器的降档操作引起的外部干扰的振动成分是细微的。因此,可以省略步骤 S57 至 S69 中的处理操作。

[0214] 在每个实施方式中,不用必须基于凸块判定校正值 DV<sub>step</sub> 校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。

[0215] 在每个实施方式中,在步骤 S51 中凸块判定校正值 DV<sub>step</sub> 不用必须设置为“0 (零)”。在这种情况下,在步骤 S52 中凸块校正标志 FLG2 也设置为 OFF。因此,不执行基于凸块判定校正值 DV<sub>step</sub> 的第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 的校正。

[0216] 在每个实施方式中,凸块判定校正值 DV<sub>step</sub> 均可以设置为大于在步骤 S55 中的第三校正值 KD<sub>Vbad3</sub> 的值。

[0217] 另外,凸块判定校正值 DV<sub>step</sub> 可以设置为小于第三校正值 KD<sub>Vbad3</sub> 的值。然而,在这种情况下,如果不良道路校正标志 FLG1 为 ON,则可以基于不良道路判定校正值 DV<sub>bad</sub> 校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。

[0218] 在每个实施方式中,随着车体速度 VS 增大,可以减小第二时间判定值 T2<sub>th</sub>。这是因为车体速度 VS 的增大缩短了车辆移动通过凸块所需的时间。可以基于车体速度 VS 以及车辆的轴距长度计算从当车辆的前轮 FR 和 FL 移动越过凸块时到当后轮 RR 和 RL 经过凸块时的估算时间,并且该估算时间可以设置作为第二时间判定值 T2<sub>th</sub>。

[0219] 在每个实施方式中,均可以省略步骤 S46 中的判定处理。如果当降档判定校正值 DV<sub>flat</sub> 和梯度变化校正值 DV<sub>DGlow</sub> 为“0 (零)”时基于振幅 W<sub>DV</sub> 对第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 进行了校正,则当满足辅助控制的启动条件时可以执行第一增大控制。

[0220] 在每个实施方式中,在不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 为“0 (零)”时,不用必须计算车体减速度 DV 的振幅 W<sub>DV</sub>。也就是说,基于振幅 W<sub>DV</sub> 的第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 的校正不用必须执行。

[0221] 在每个实施方式中,均可以省略步骤 S31。甚至在这种情况下,在步骤 S32 中将不

良道路校正标志 FLG1 设置为 OFF。因此,不基于不良道路判定校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。

[0222] 在每个实施方式中,不用必须基于不良道路指数 Nr<sub>w</sub> 校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。在这种情况下,能够通过车体减速度 DV 的振幅 W<sub>DV</sub> 校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。

[0223] 在每个实施方式中,用于检测车辆的竖向加速度的竖向加速度传感器均可以设置在车辆中。另外,可以基于竖向加速度的变化计算路面的不良道路指数 Nr<sub>w</sub>,其中竖向加速度基于来自竖向加速度传感器的检测信号。

[0224] 在每个实施方式中,梯度变化基准值 KDGLow 均可以是通过实验或仿真预设的预定值。在这种情况下,图 7 中示出的第二映射是不必要的。

[0225] 在每个实施方式中,均可以不基于梯度变化校正值 DVDGLow 校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub>。

[0226] 在每个实施方式中,当驾驶员开始踩下制动踏板 31 时均可以基于车体减速度 DV 与 G 传感器值 G 之间的差设置梯度估算值 Gslope。在这种情况下,根据路面的梯度可以容易地校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 和第二减速度判定值 G<sub>st</sub>。

[0227] 然而,在这种校正方法中,与上述实施方式中的每个实施方式相比较,校正精度是低的。因此,在通过上述实施方式中的任一个实施方式的方法获取梯度估算值 Gslope 之前,当开始制动踏板 31 的踩踏操作时,基于车体减速度 DV 与 G 传感器值 G 之间的差来校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 和第二减速度判定值 G<sub>st</sub>。在通过上述实施方式中的任一个实施方式的方法获取梯度估算值 Gslope 之后,可以基于梯度估算值 Gslope 校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 和第二减速度判定值 G<sub>st</sub>。

[0228] 在每个实施方式中,当车辆所行驶于的路面的梯度存储在车辆的导航装置(未图示)中时,可以从导航装置中获取路面的梯度。另外,可以基于梯度校正第一减速度判定值 DV<sub>st</sub> 和第二减速度判定值 G<sub>st</sub>。

[0229] 在每个实施方式中,均不用必须基于梯度估算值 Gslope 校正第二减速度判定值 G<sub>st</sub>。

[0230] 在每个实施方式中,在步骤 S126 中,替代判定 ABS 标志 FLG6 是否为 ON,可以判定车体减速度 DV 是否大于等于对应于路面限制(例如,1.2G)的减速度。

[0231] 在每个实施方式中,在步骤 S126 中,可以判定在执行增大控制期间是否已经启动 ABS 控制。在这种情况下,终止判定时间基准值 T7th 变为与第一增大需用时间(或第二增大需用时间)对应的值。

[0232] 在每个实施方式中,均可以省略步骤 S126 的判定处理。

[0233] 在每个实施方式中,在步骤 S128 中,仅可以判定 G 传感器值 G 是否小于终止判定值 KGend。在这种情况下,如果 G 传感器值 G 小于终止判定值 KGend,则辅助控制终止而不考虑是否执行 ABS 控制。

[0234] 在每个实施方式中,终止判定值 KGend 是第二减速度判定值 G<sub>st</sub> 和增大成分值 KGba 的和。也就是说,第二减速度判定值 G<sub>st</sub> 对应于制动力基准值。然而,制动力基准值可以与第二减速度判定值 G<sub>st</sub> 不同。

[0235] 在每个实施方式中,均可以省略步骤 S122 中的判定处理。在这种情况下,在执行步骤 S121 的处理之后,执行步骤 S125 的判定处理。

[0236] 在每个实施方式中,在步骤 S89 的两个条件中,第六条件可以是“第五判定计时器 T5 小于等于启动时间判定基准值 KT2”。以这种方式,指定等待时间 KT\_w 是不必要的。

[0237] 在每个实施方式中,当满足辅助控制的启动条件时,可以执行辅助控制而不考虑当驾驶员踩下制动踏板 31 时产生的踏力的大小。在这种情况下,可以省略步骤 S86 和 S90 中的处理操作。

[0238] 一些车辆设置有检测在车辆中的乘客的数量的检测传感器。在这种车辆中,可以基于来自检测传感器的检测信号获取乘客的数量,并且可以基于乘客的数量估算载荷 WW。

[0239] 在第二实施方式中,通过读入车辆正在行驶时的状态估算车辆的载荷 WW。然而,本发明不限于这种方式,并且可以通过读入在车辆制造时输入的载荷数据以及在车辆制造好之后输入的载荷数据获取载荷 WW。

[0240] 在每个实施方式中,车辆均可以是后轮 RR 和 RL 为驱动轮的后轮驱动车辆,或者可以是车轮 FR、FL、RR 和 RL 均为驱动轮的四轮驱动车辆。

[0241] 在每个实施方式中,车辆的动力源均可以是马达。

[0242] 本发明可以在设置有检测主缸 321 中的 MC 压力的压力传感器的车辆的制动控制装置中实施。当在压力传感器中发生故障时,可以执行图 8 中示出的制动控制处理。

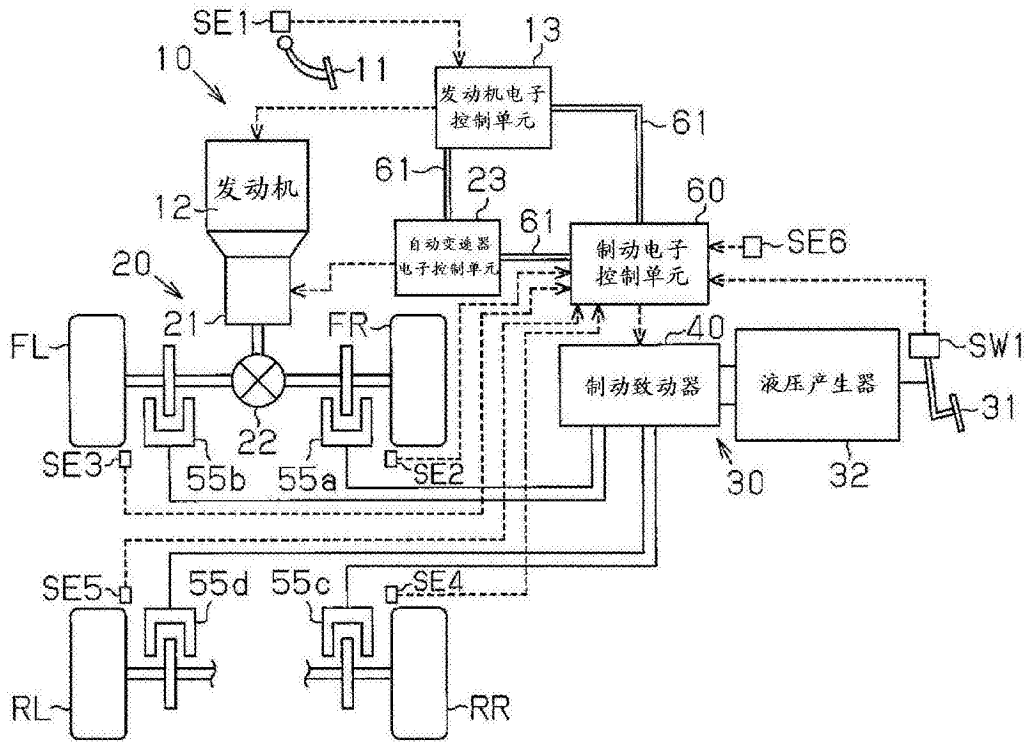


图 1

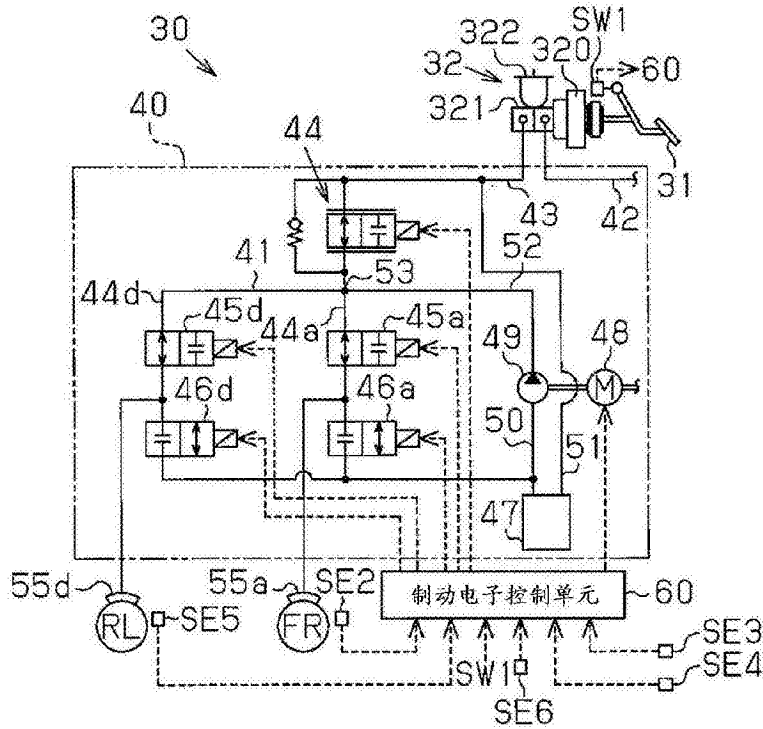


图 2

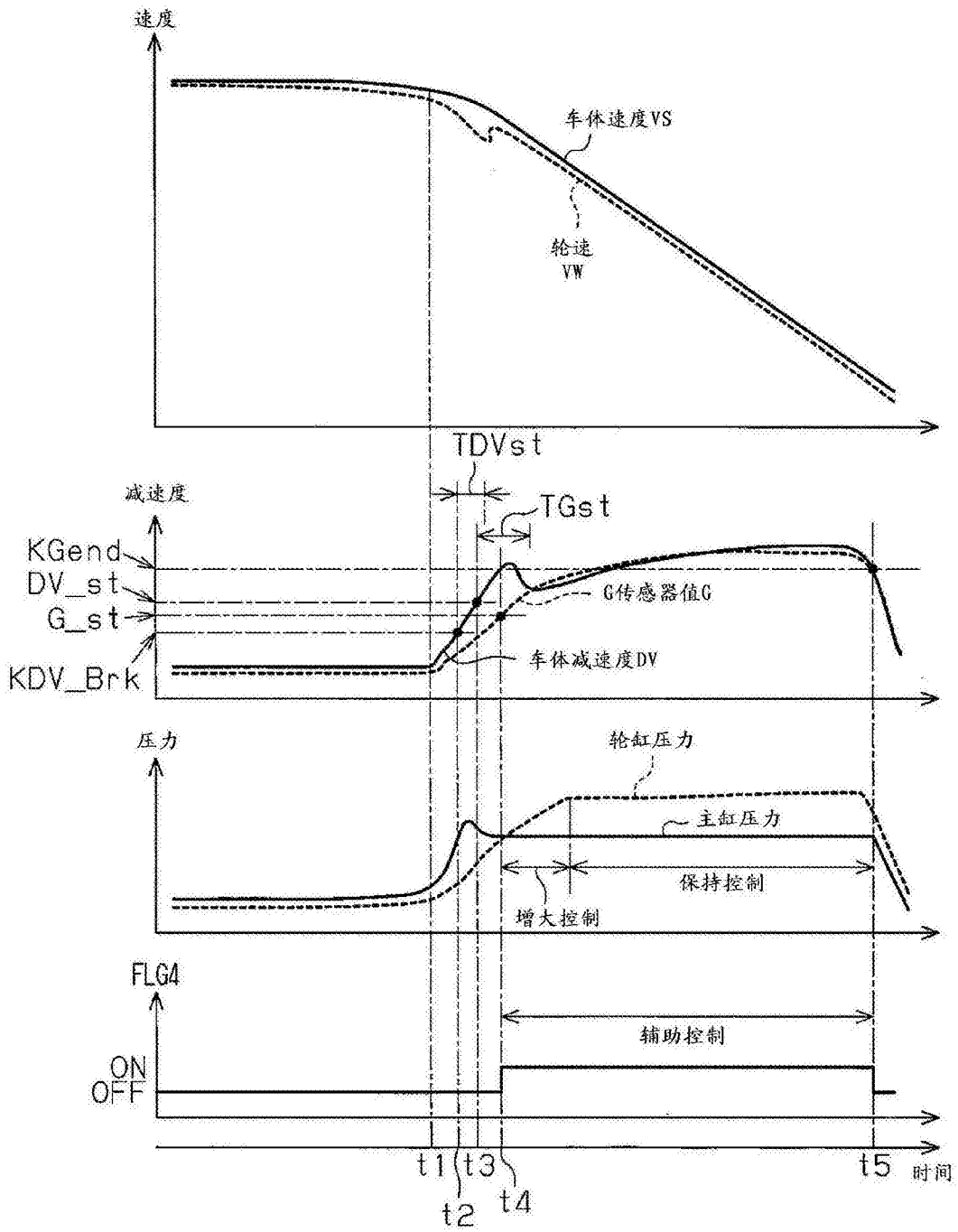


图 3

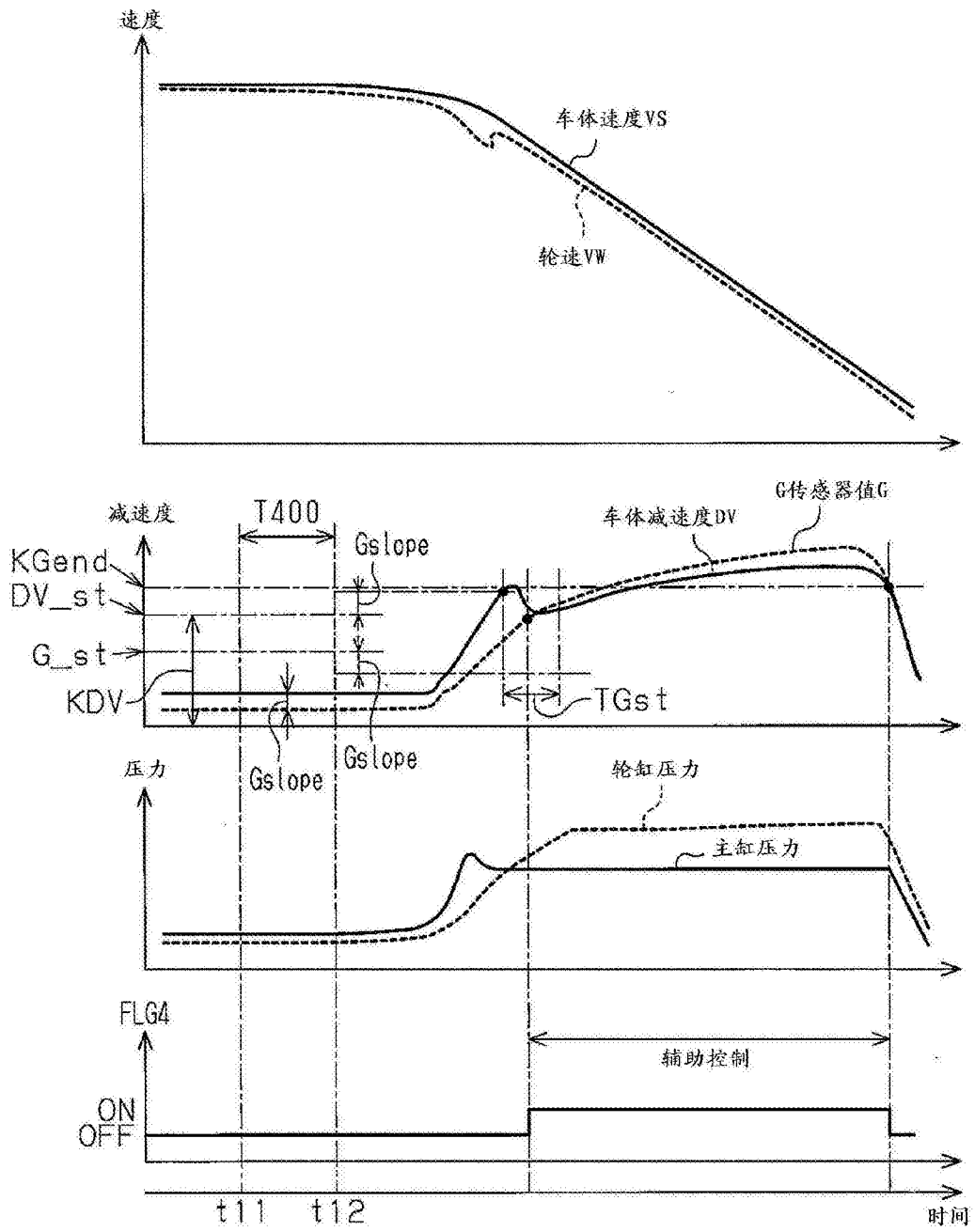


图 4

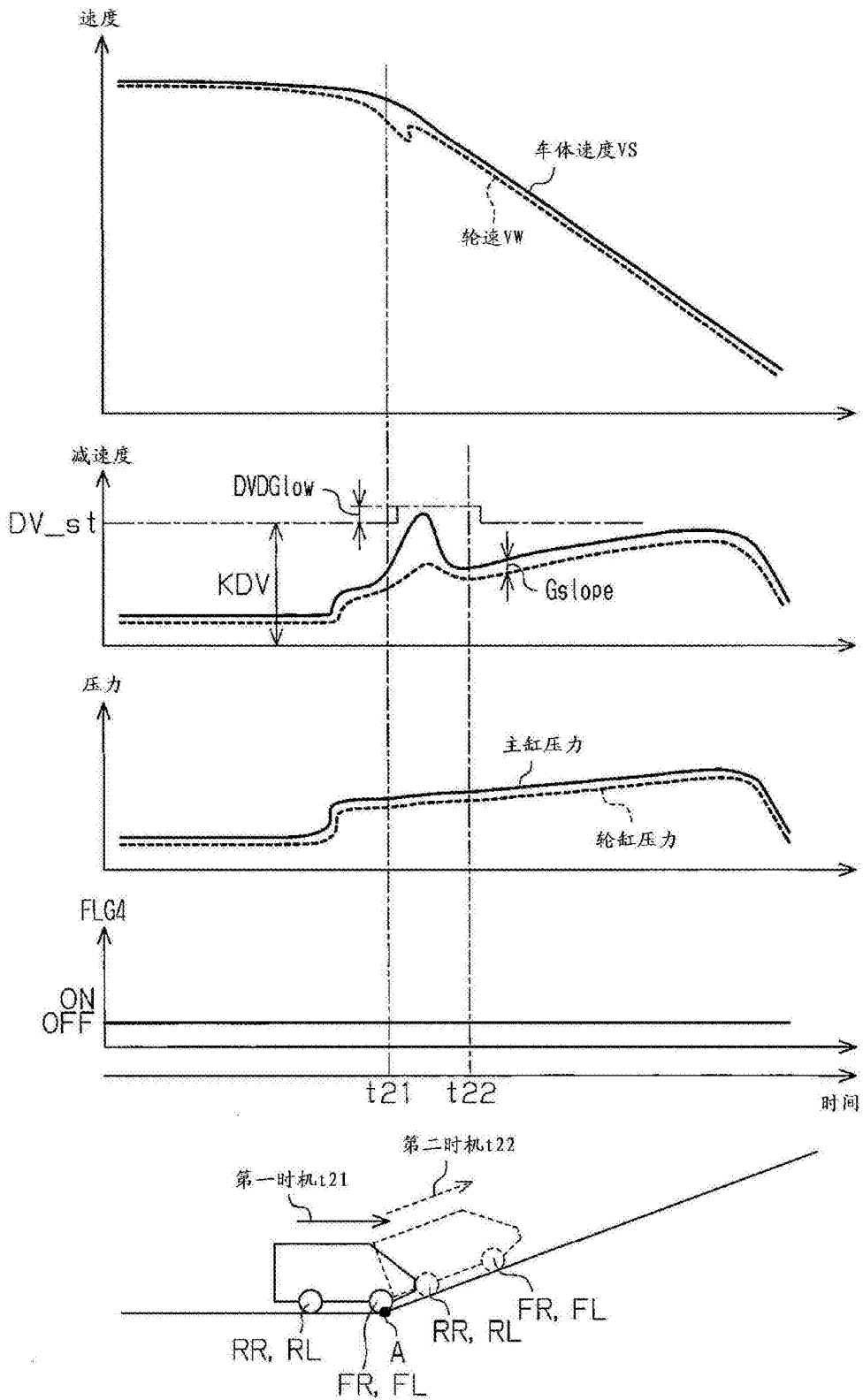


图 5

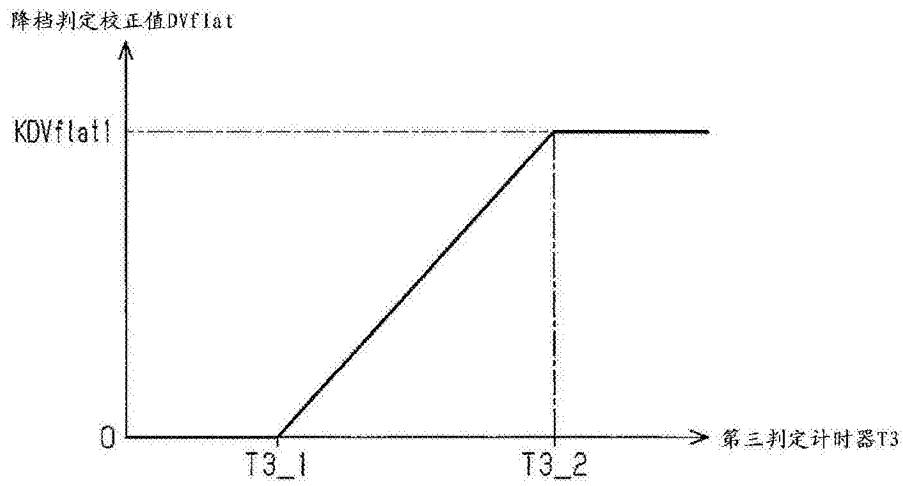


图 6

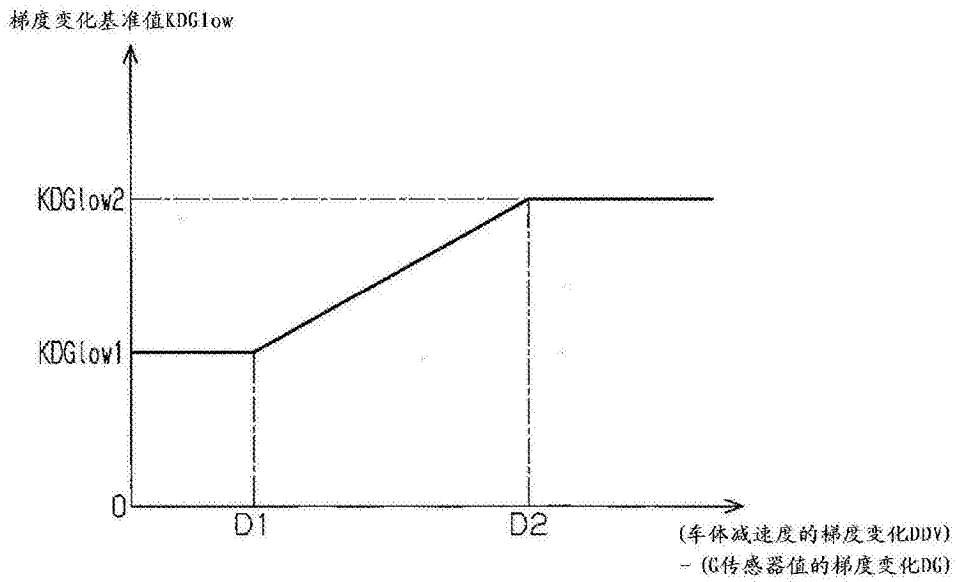


图 7

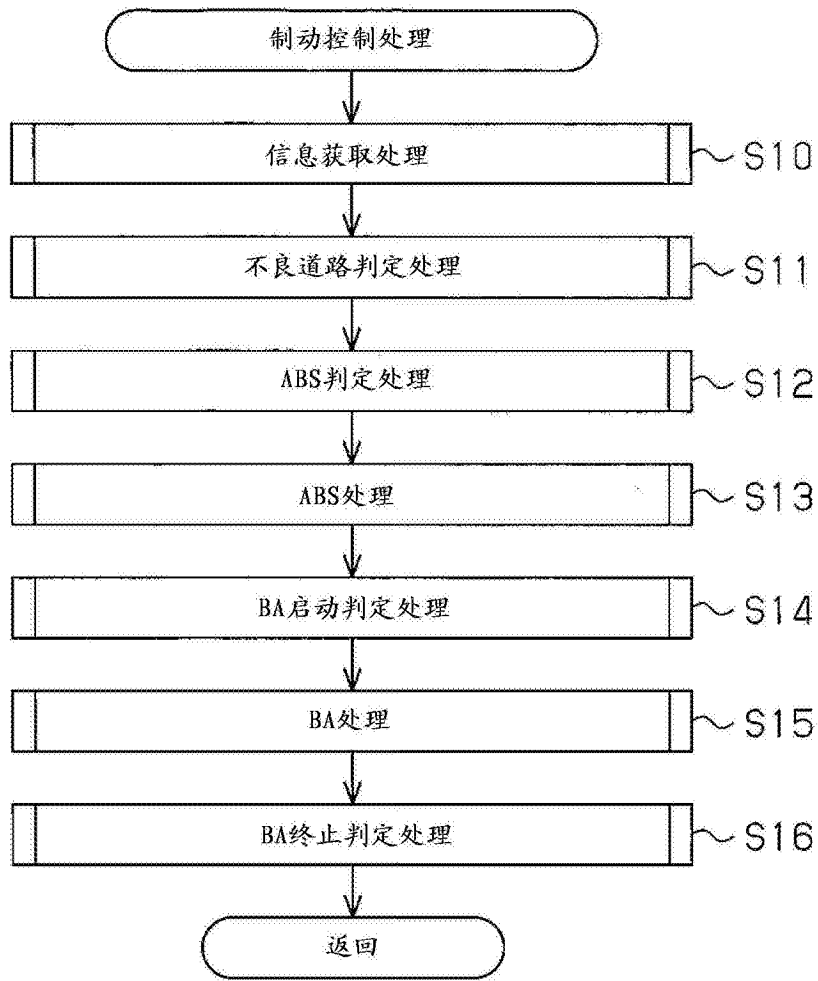


图 8

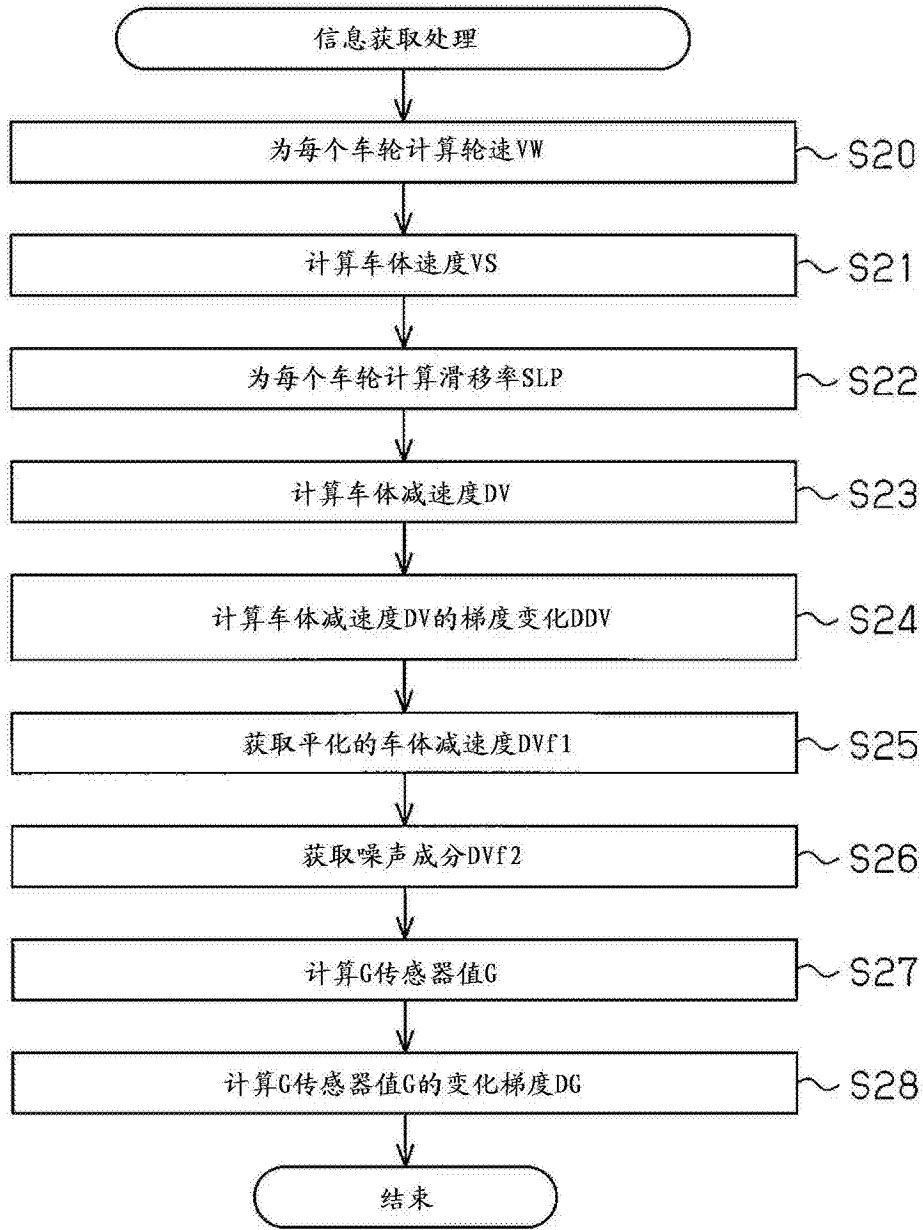


图 9

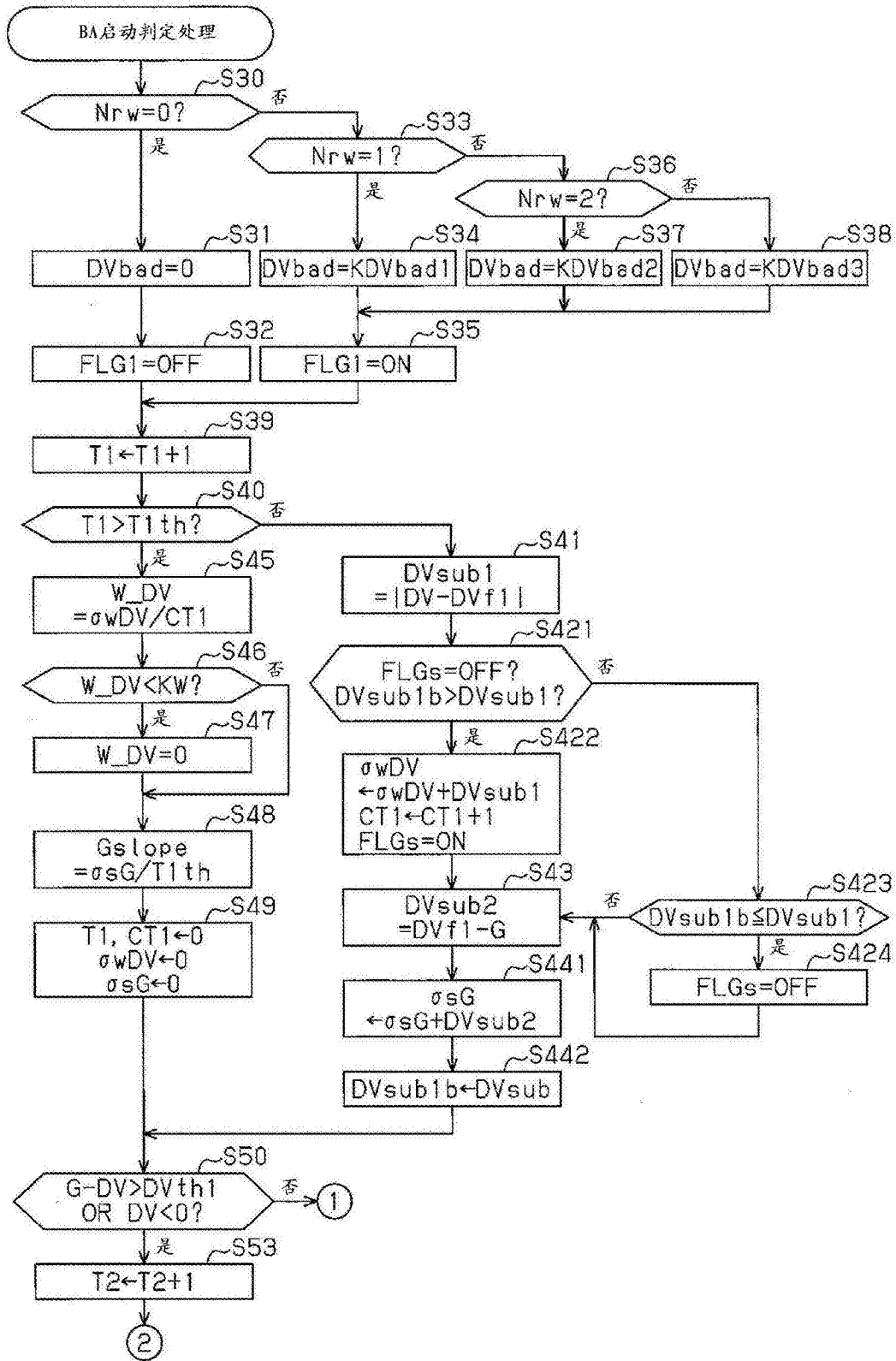


图 10

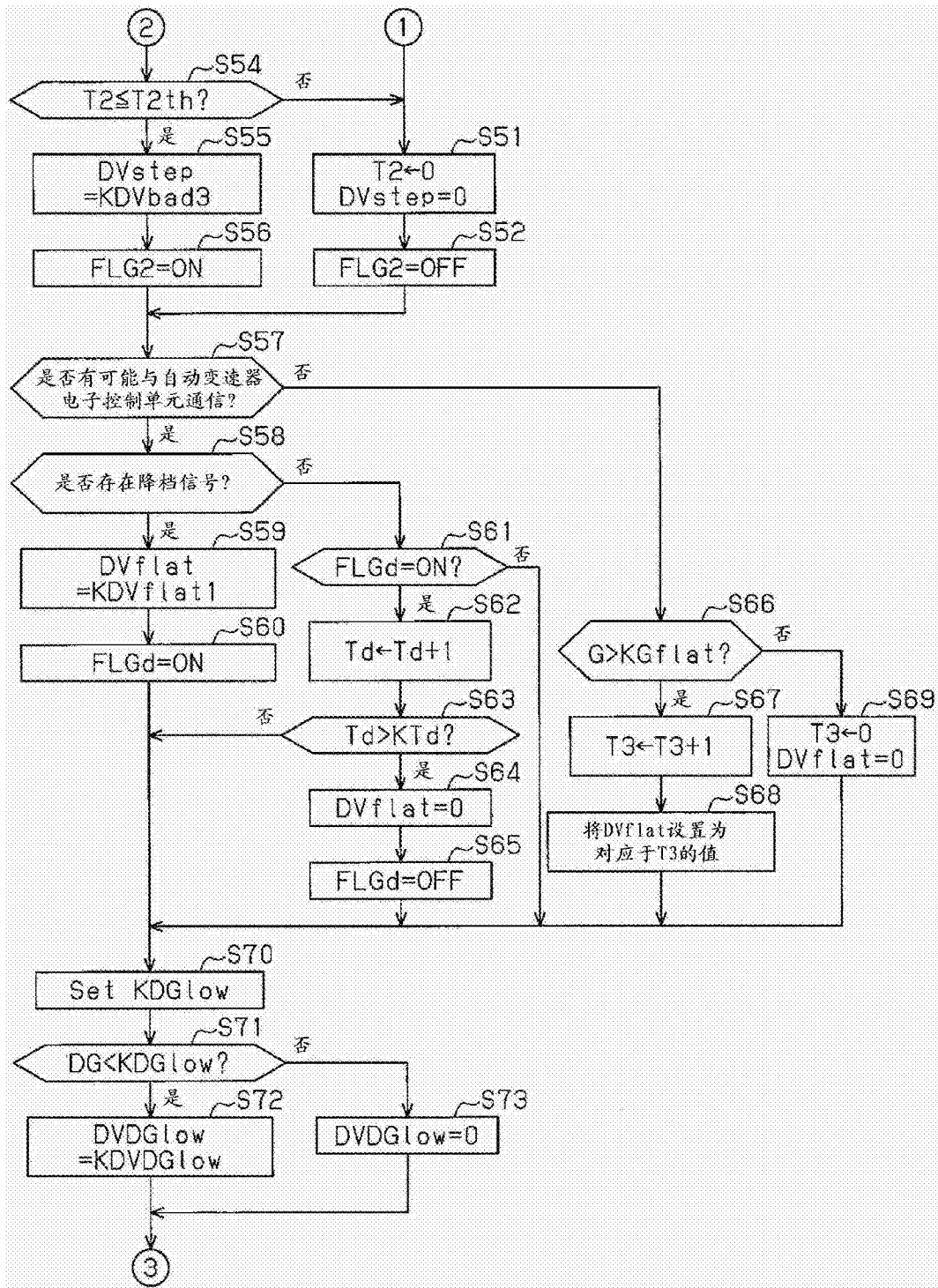


图 11

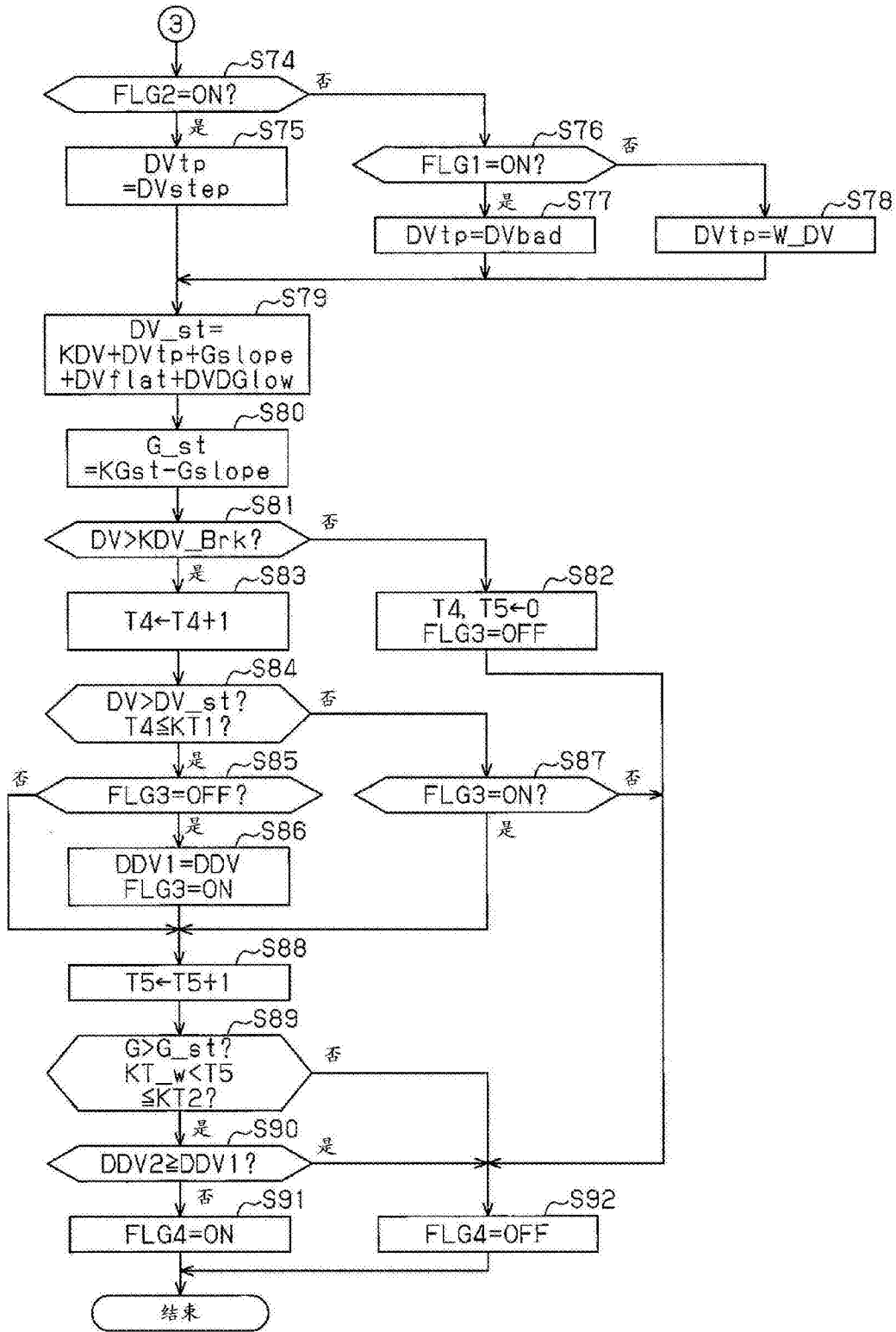


图 12

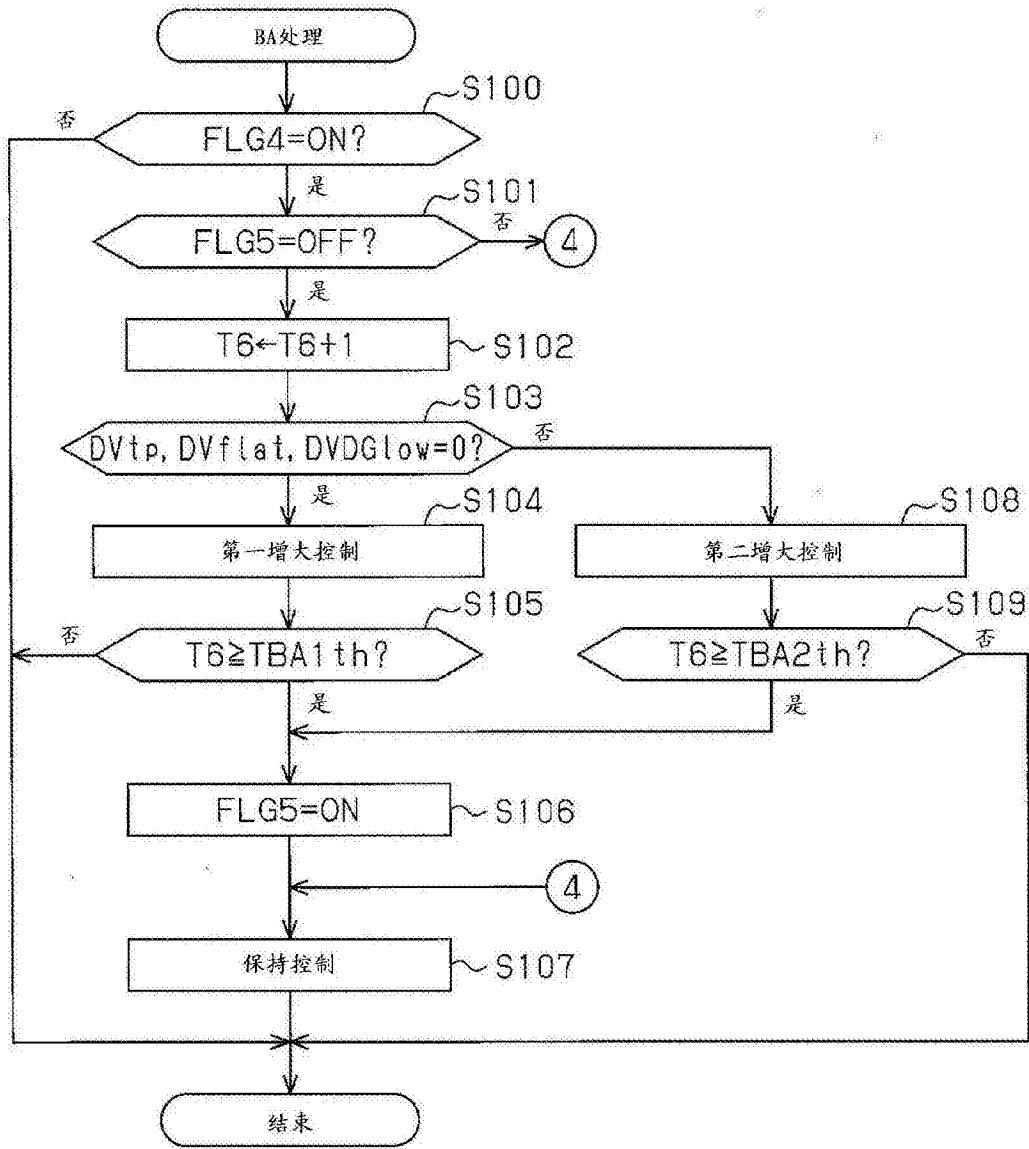


图 13

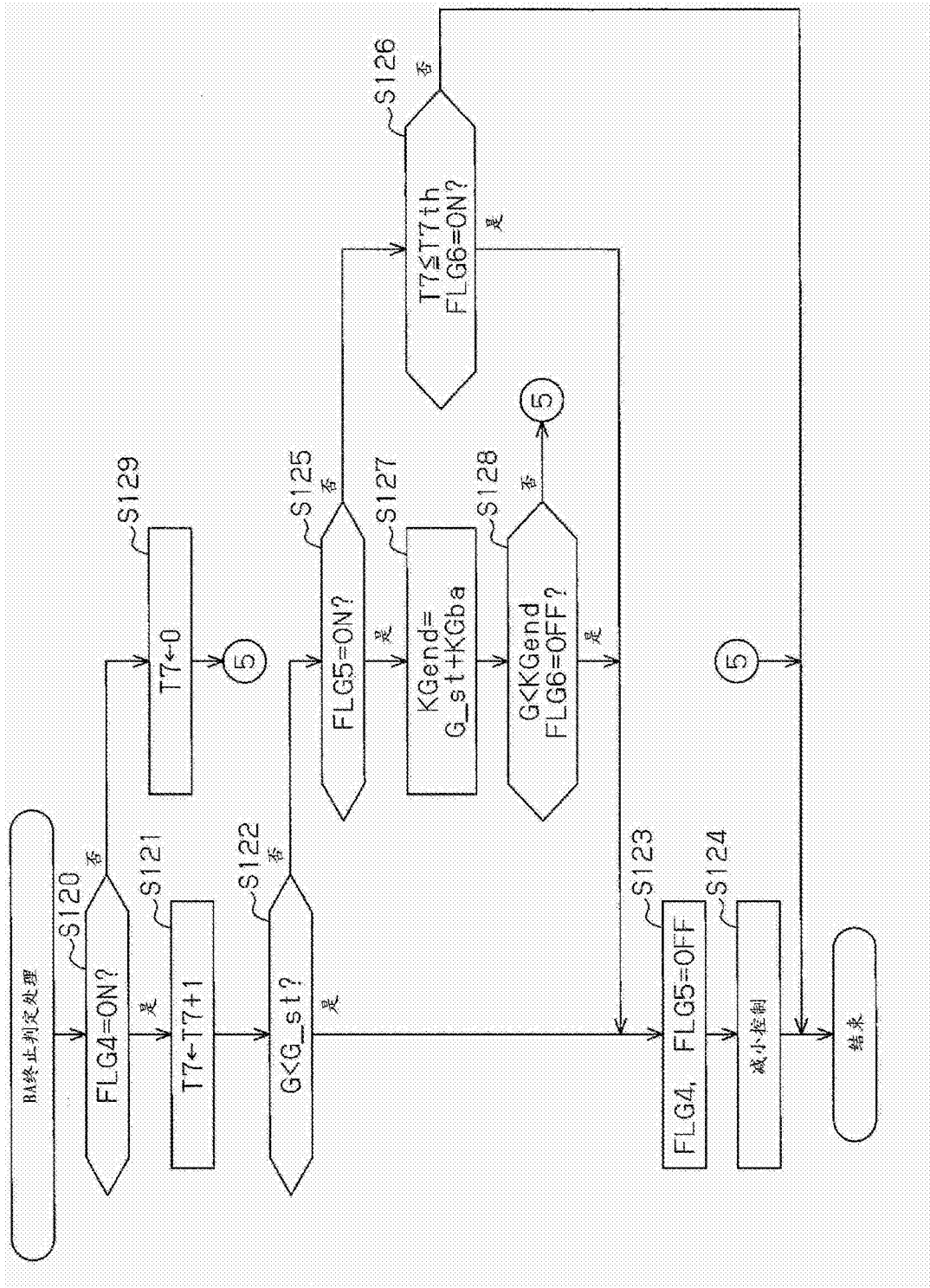


图 14

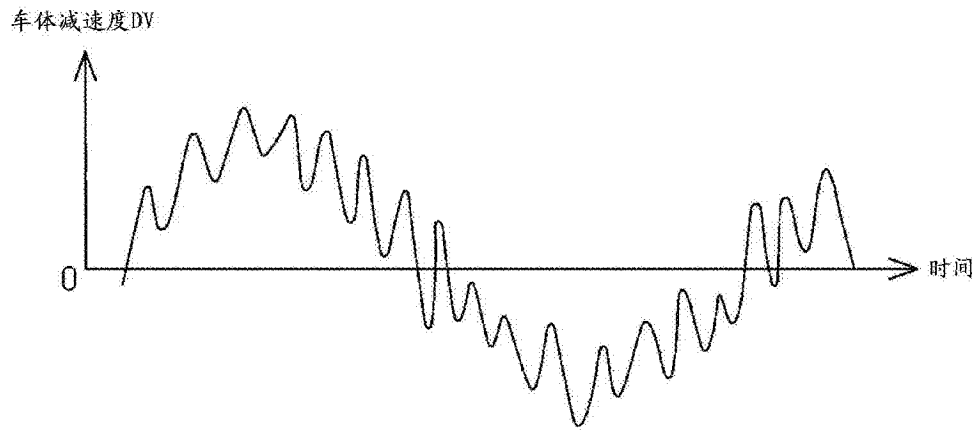


图 15A

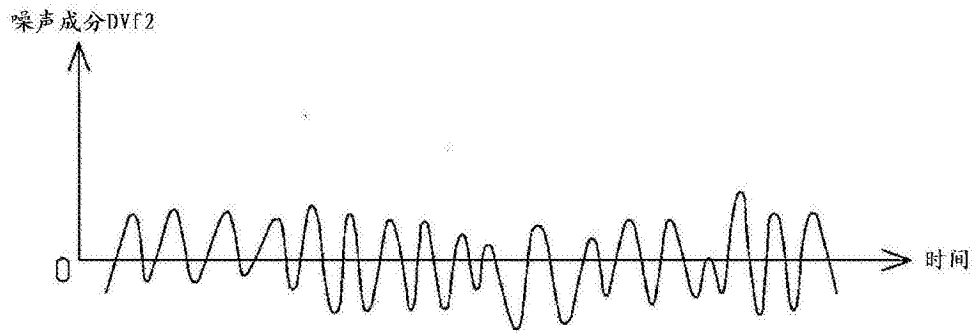


图 15B

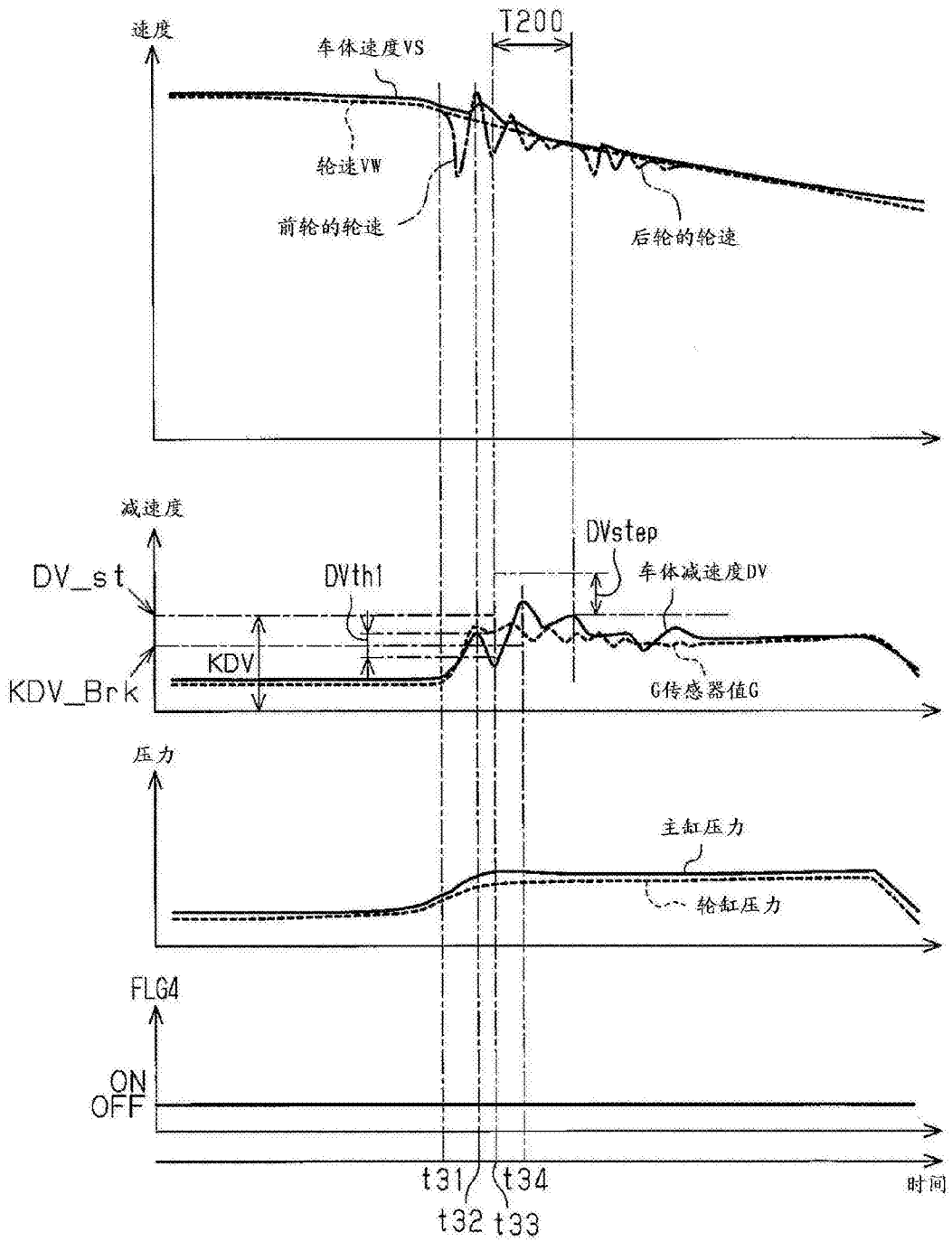


图 16

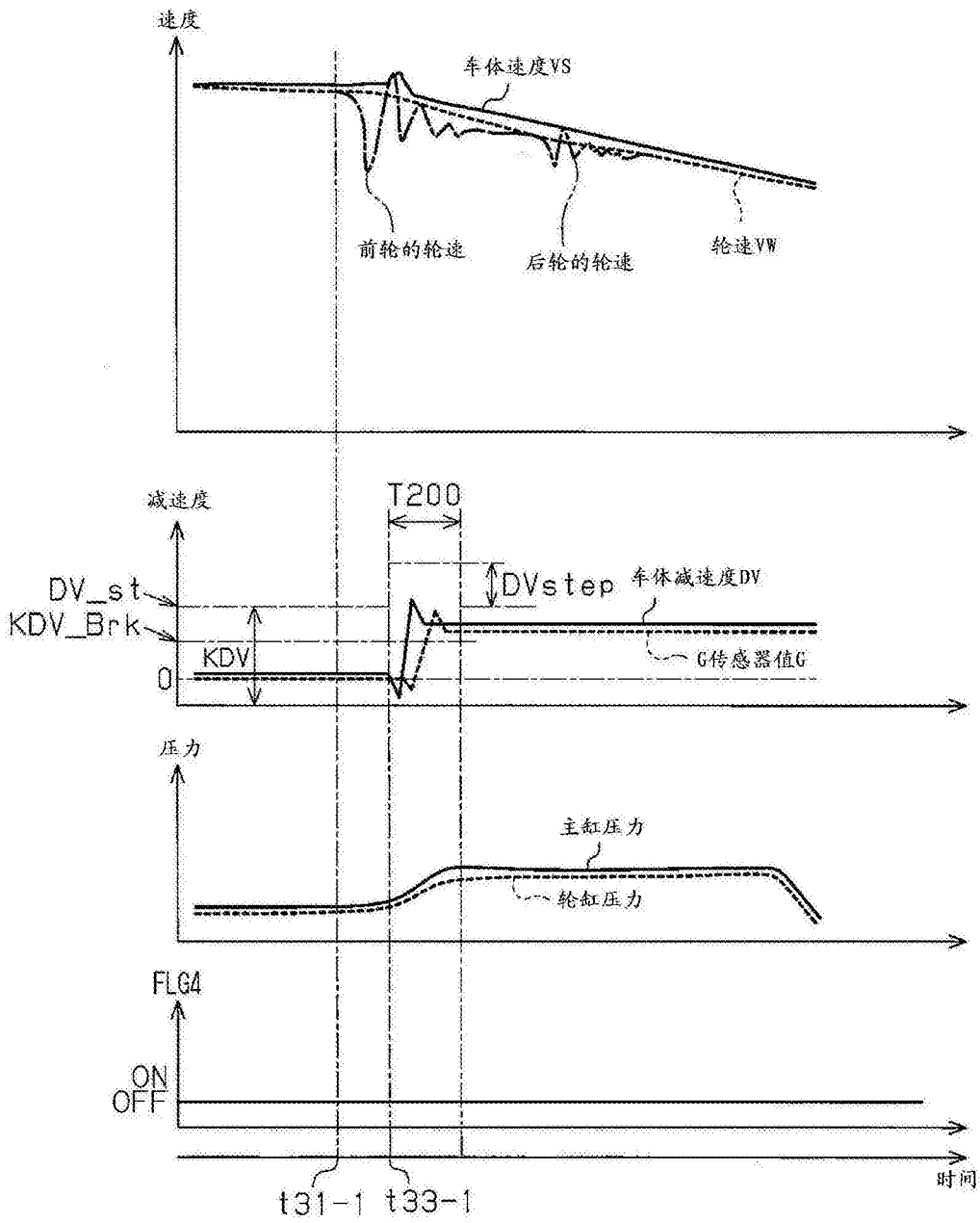


图 17

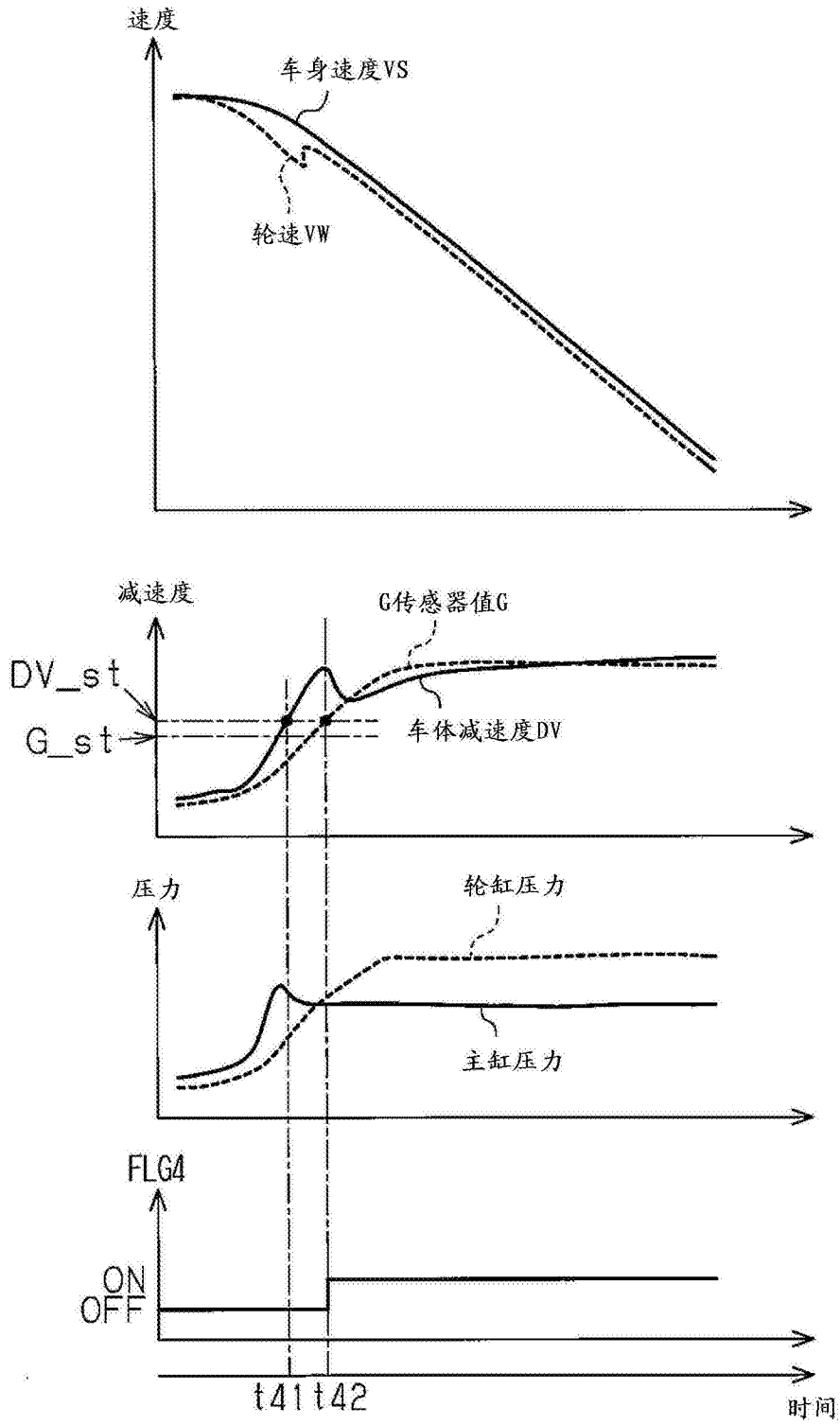


图 18

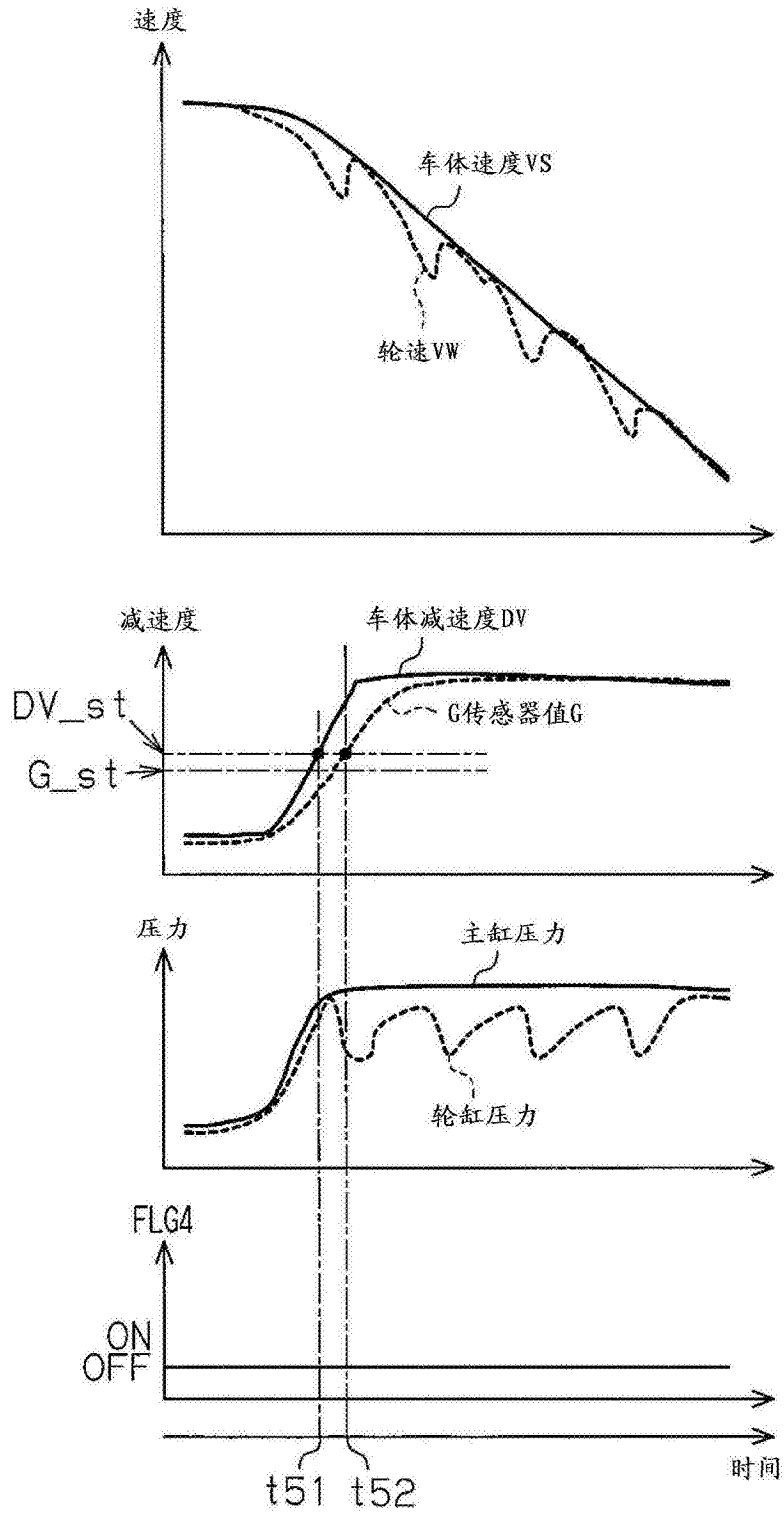


图 19

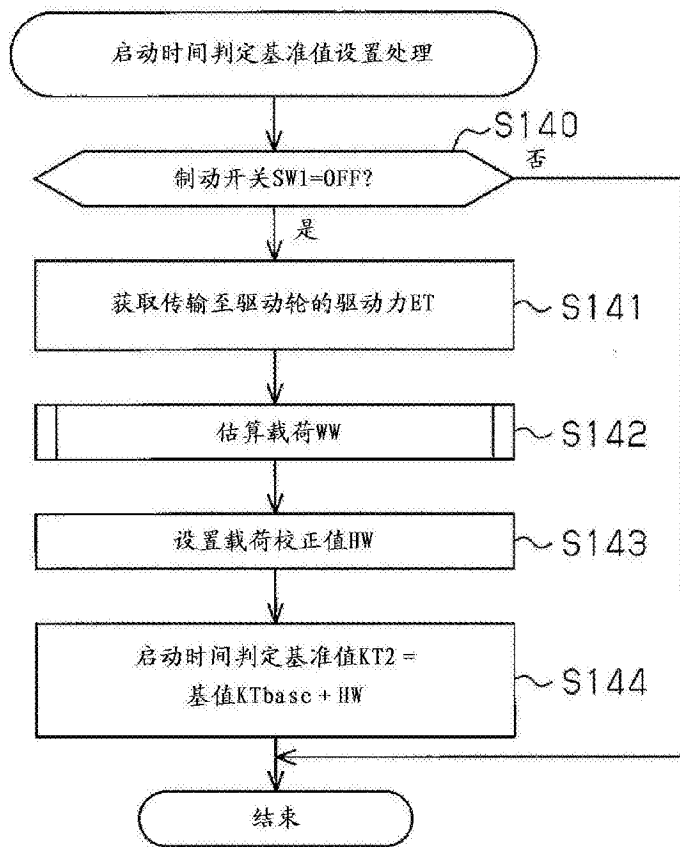


图 20

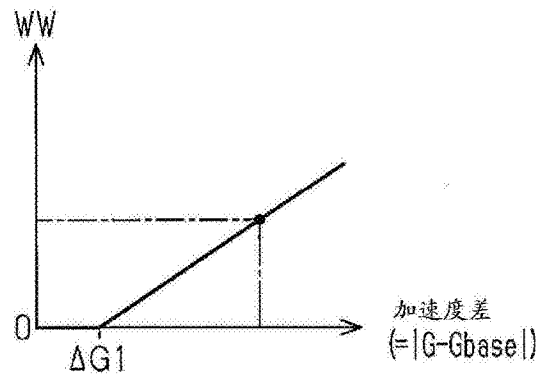


图 21