



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101549625 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 15

(21) 申请号 200910127863. 4

WO 2006126342 A1, 2006. 11. 30,

(22) 申请日 2009. 04. 02

US 2005234620 A1, 2005. 10. 20,

(30) 优先权数据

US 4830394 A, 1989. 05. 16,

08006738. 2 2008. 04. 02 EP

JP 58056907 A, 1983. 04. 04,

CN 1807135 A, 2006. 07. 26,

(73) 专利权人 GM 全球科技运作股份有限公司

审查员 李庆敏

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 尤塞夫·戈尼姆 维特·赫尔德

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 侯宇

(51) Int. Cl.

B60G 17/015(2006. 01)

B62D 6/00(2006. 01)

G06F 17/00(2006. 01)

G05B 19/042(2006. 01)

B62D 109/00(2006. 01)

B62D 113/00(2006. 01)

B62D 101/00(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2006126342 A1, 2006. 11. 30,

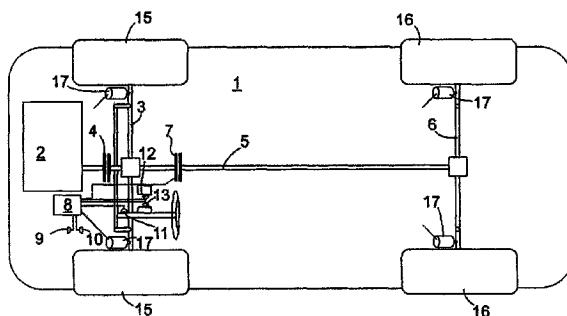
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

用于机动车辆的自适应悬挂控制

(57) 摘要

本发明公开一种用于机动车辆 (1) 的悬挂控制系统, 该机动车辆具有底盘以及通过悬挂系统 (17) 连接至所述底盘的车轮 (15、16), 所述悬挂系统的刚性可在所述悬挂控制系统的控制下发生变化, 所述悬挂控制系统包括控制器 (8), 该控制器适于根据所述车辆的当前运动状态自主地修正所述悬挂系统 (17) 的刚性。



1. 一种用于机动车辆 (1) 的悬挂控制系统, 该机动车辆具有底盘以及通过悬挂系统 (17) 连接至所述底盘的车轮 (15、16), 所述悬挂系统的硬度可在所述悬挂控制系统的控制下变化, 所述悬挂控制系统包括控制器 (8), 该控制器适于根据所述车辆的当前运动状态自主地修正所述悬挂系统 (17) 的硬度, 其中:

所述控制器 (8) 连接至方向盘角度传感器 (11) 并且适于在高方向盘角速度 (SW) 运动状态与低方向盘角速度运动状态 (S34、S35) 之间区分并且在高方向盘角速度状态下 (S41) 比低方向盘角速度状态下设定更高的悬挂系统硬度。

2. 根据权利要求 1 所述的悬挂控制系统, 其中, 所述控制器 (8) 连接至横向加速度传感器 (9) 并且适于在高横向加速运动状态与低横向加速运动状态 (S10、S11) 之间进行区分, 并且在高横向加速状态下比低横向加速状态设定更高的所述悬挂系统 (17) 的硬度 (S44、S45 ; S51、S53、S54)。

3. 根据权利要求 2 所述的悬挂控制系统, 其中, 所述控制器 (8) 连接至横摆率传感器 (10) 并且适于在高横摆率运动状态与低横摆率运动状态 (S2-S7) 之间进行区分, 并且在高横摆率状态下比低横摆率状态下设定更高的所述悬挂系统 (17) 的硬度 (S44、S45 ; S51、S53、S54)。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的悬挂控制系统, 其中, 所述控制器 (8) 适于估算所述车辆 (1) 的侧滑率 (SS), 在高侧滑率运动状态与低侧滑率运动状态 (S33) 之间进行区分, 并且在高侧滑率状态下 (S41) 比低侧滑率状态下设定更高的所述悬挂系统 (17) 的硬度。

5. 根据权利要求 3 所述的悬挂控制系统, 其中, 所述控制器 (8) 适于根据由所述横摆率传感器 (10) 测得的横摆率 (YR) 和由所述横向加速度传感器 (9) 测得的横向加速度 (AY) 估算侧滑率 (SS)。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的悬挂控制系统, 其中, 所述控制器 (8) 连接至纵向加速度传感器 (9) 并且适于区分高纵向加速 (AX) 运动状态和低纵向加速运动状态 (S16), 并且在高纵向加速状态下 (S44、S45、S48、S49) 比低纵向加速状态下 (S51、S53) 设定更高的悬挂系统 (17) 的硬度。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的悬挂控制系统, 其中, 所述控制器 (8) 连接至纵向加速度传感器 (9) 并且适于区分正纵向加速运动状态和负纵向加速运动状态 (S19-S21), 并且在负纵向加速状态下 (S44、S45) 比正纵向加速状态下 (S48、S49) 设定更高的悬挂系统 (17) 的硬度。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的悬挂控制系统, 其中, 所述控制器 (8) 适于在高前进速度运动状态与低前进速度运动状态 (S27-S29) 之间区分并且在低前进速度状态下 (S54) 比高前进速度状态下 (S53) 设定更高的所述悬挂系统的硬度。

9. 根据权利要求 5 所述的悬挂控制系统, 其中, 所述控制器 (8) 适于确定所述横摆率 (YR) 的时间导数 (YA) (S30), 从而在高横摆率导数状态和低横摆率导数状态之间区分 (S31) 并且在高横摆率导数状态下 (S41) 比低横摆率导数状态下设定更高的悬挂系统硬度。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的悬挂控制系统, 其中, 将悬挂系统 (17) 的多个不同硬度值分配给所述各状态。

11. 根据权利要求 1 或 2 所述的悬挂控制系统, 其中, 所述控制器 (8) 存储至少两个图

表,用于将硬度值分配至每个状态,并且具有用户界面从而允许用户在所述至少两个图表之间进行选择。

用于机动车辆的自适应悬挂控制

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于机动车辆的悬挂控制系统,该系统能够改变移动车辆中的悬挂刚性,也涉及一种控制这种悬挂系统的方法。

背景技术

[0002] US 6 879 898 B2 公开一种用于机动车辆的底盘控制系统,其中,悬挂系统的刚性可根据司机的要求而进行改变。为了防止司机选择不适于当前车辆运动状态的刚性设置而可能出现安全危险,该传统悬挂系统监视车辆的运动状态并且如果发现刚性设置不适于车辆的当前运动状态,那么拒绝改变这些刚性设置。这种悬挂控制系统使得司机能够将该悬挂系统的特性调整为适合其个人品味。喜欢运动驾驶风格的司机可能想要该悬挂具有高刚性,从而改善车辆对于路面的附着力,使得车辆的移动可以受到精确地控制,即使高速行驶经过弯道时。此外,相同的司机可能优选该悬挂系统的更软的设置,虽然这可能需要司机以稳定的速度行过弯道。在任何情况下,该悬挂系统的设置中的任何改变需要司机作出清醒的决定。由于司机必须持续地关注周围的交通情况,所以对于司机来说在高速状态下重复这一决定是不实际的。因此,车辆的运动状态将从转弯变化至直线驾驶、从巡航变化至加速或制动等许多次,而不需要由司机将该悬挂设置调整为适应于每个状态。因此,如果司机已经选择用于该悬挂系统的软设置,那么对于巡航来说可以是非常舒服的,但是在快速制动或者加速或者快速通过窄弯道的情况下,车辆可能变得难于操纵。如果司机已经选择一刚性设置从而准备最终的快速转弯操纵,那么在车辆巡航的同时舒适度被降低。

发明内容

[0003] 本发明的目的是弥补这一缺陷并且提供一种悬挂控制系统和控制方法,从而允许将极佳的转弯操纵性与高度的舒适度组合到一起。

[0004] 这一目的是通过一种用于机动车辆的悬挂控制系统实现的,该机动车辆具有底盘以及通过悬挂系统连接至所述底盘的车轮,所述悬挂系统的刚性可在所述悬挂控制系统的控制下发生变化,其特征在于,所述悬挂控制系统包括控制器,该控制器适于根据所述车辆的当前运动状态自主地修正所述悬挂系统的刚性。由于该悬挂控制系统将一直使用第一程度的刚性,例如当巡航时,以及另一程度的刚性,例如当转弯时,司机一般将不会注意到刚性被转换,因为他将不会经历在第一程度的刚性下进行转弯。司机将体验到转弯或瞬变情况下将高程度的舒适度与极佳操作性能下的巡航相结合的车辆悬挂。

[0005] 为了识别转弯,该控制器优选地连接至横向加速度传感器并且适于在高横向加速运动状态与低横向加速运动状态之间进行区分,并且在高横向加速状态下比低横向加速状态设定更高的所述悬挂系统的刚性。

[0006] 类似地,所述控制器可连接至横摆率传感器并且适于在高横摆率运动状态与低横摆率运动状态之间进行区分,并且在高横摆率状态下比低横摆率状态下设定更高的所述悬挂系统的刚性。

[0007] 所述控制器也可适于估算所述车辆的侧滑率,在高侧滑率运动状态与低侧滑率运动状态之间进行区分,并且在高侧滑率状态下比低侧滑率状态下设定更高的所述悬挂系统的刚性。

[0008] 优选地,滑移率估算的基础可以是由所述横摆率传感器测得的横摆率和由所述横向加速度传感器测得的横向加速度。

[0009] 此外,所述控制器可连接至纵向加速度传感器并且适于区分高纵向加速运动状态和低纵向加速运动状态,并且在高纵向加速状态下比低纵向加速状态下设定更高的悬挂系统的刚性,从而在加速时提供路面上更紧的抓持力。

[0010] 类似地,所述控制器可适于区分正纵向加速运动状态和负纵向加速运动状态,即制动,并且在负纵向加速状态下比低纵向加速状态下设定更高的悬挂系统的刚性。

[0011] 当车辆缓慢移动时,例如当操纵进入或离开停车位时,可以适当地采用比在城镇或陆上正常速度行驶时的悬挂系统的更硬的设置。因此,所述控制器可适于在高前进速度运动状态与低(包括负)前进速度运动状态之间区分并且在高前进速度状态下比低前进速度状态下设定更高的所述悬挂系统的刚性。

[0012] 为了识别瞬变情况,即车辆的方向快速变化-虽然持续很短时间,车辆可以直线向前移动-优选地,所述控制器连接至方向盘角度传感器并且适于在高方向盘角速度运动状态与低方向盘角速度运动状态之间区分。在对应于高方向盘角速度的瞬变状态下,应当比低方向盘角速度状态下设定更高的悬挂系统刚性。

[0013] 为了相同的目的,所述控制器适于确定所述横摆率的时间导数,从而在高横摆率导数状态和低横摆率导数状态之间区分并且在高横摆率导数状态下比低横摆率导数状态下设定更高的悬挂系统刚性。

[0014] 优选地,所述状态被指派给所述悬挂系统的多个不同刚性值。虽然如此的悬挂系统允许连续地改变刚性,但是优选地选择离散值,因为如果存在其他的车辆底盘的参数能够根据车辆的运动状态而连续地调整,例如,将发动机扭矩分配至前轮和后轮,或者方向盘角度和由其操纵的前轮角度之间的关系,可能的参数组合的数量是有限的。这使得车辆设计师能够检查用于操作安全或其他标准的参数的每种组合,并且排除无益的参数组合。

[0015] 进一步优选的是,所述控制器存储用于将刚性值分配至每个状态的图表,并且具有用户界面从而允许用于在所述至少两个图表之间进行选择。采用这种方式,用户仍然可能通过例如在为舒适性优化的图表与为运动驾驶而优化的另一图表之间进行选择而将车辆的特性调整为适于司机的个人品味。

[0016] 这一目的还通过一种在机动车辆中控制悬挂系统的刚性的方法来实现,该方法包括下述步骤

[0017] - 确定所述车辆的当前运动状态;

[0018] - 只要观察到所述运动状态的改变,就将所述悬挂系统的刚性设定为与所述当前运动状态相关联的值。

[0019] 本发明可通过一种数据处理器程序产品而实现,该数据处理器程序产品包括数据载体,其中采用机器可读取形式记录使数据处理器能够形成上述悬挂控制系统的控制器或者执行上述方法的程序指令。

附图说明

[0020] 本发明的其他特征和优势将通过随后的实施例的说明并且参照附图变得清楚了。

[0021] 图 1 是装配有根据本发明的自适应悬挂控制的机动车辆的方框图；

[0022] 图 2 是由图 1 的车辆的控制器实现的控制过程的第一部分的流程图；

[0023] 图 3 是该控制过程的第二部分的流程图。

[0024] 附图标记列表

- [0025] 1 机动车辆
- [0026] 2 内燃机
- [0027] 3 前车轴
- [0028] 4 第一离合器
- [0029] 5 驱动轴
- [0030] 6 后车轴
- [0031] 7 第二离合器
- [0032] 8 控制器回路
- [0033] 9 加速度传感器
- [0034] 10 横摆率传感器
- [0035] 11 方向盘角度传感器
- [0036] 12 加速踏板传感器
- [0037] 13 制动传感器
- [0038] 15 前车轮
- [0039] 16 后车轮
- [0040] 17 减振器

具体实施方式

[0041] 图 1 是采用本发明的机动车辆的示意性方框图。该车辆具有经由第一离合器 4 驱动前车轴 3 的车轮 15 的内燃机 2。在前车轴 3 与后车轴 6 之间的驱动轴 5 中, 设置第二离合器 7。该第二离合器 7 设置成受到基于微处理器的控制器回路 8 的控制。如果第二离合器 7 打开, 那么车辆只由前轮 15 驱动; 如果第二离合器 7 接合, 那么车辆还由后轮 16 驱动。施加至前轮 15 与施加至后轮 16 的扭矩之间的比值可以通过控制器回路 8 进行改变。

[0042] 减振器 17 设置在前车轴 3 和后车轴 6 上的车轮 15、16 附近。减振器 17 的刚性可在控制器回路 8 的控制下发生变化。

[0043] 控制器回路 8 具有与其连接的各种传感器, 诸如用于检测车辆 1 的纵向和横向加速度的加速度传感器 9、横摆率传感器 10、方向盘角度传感器 11 或加速踏板传感器 12。该加速踏板传感器 12 可由未示出的进气节气门传感器代替或者由未示出的电子发动机控制器的燃油供给率信号代替, 因为节气门位置或燃料率通常直接地根据加速踏板位置进行控制。

[0044] 此外, 设置制动传感器 13。类似于现有技术的方式, 这个制动传感器可检测制动踏板的位置, 或者该传感器也可以是压力传感器, 用于探测在驱动车轮 15、16 处用于驱动车

轮制动器（未示出）的制动液的压力。

[0045] 控制器回路 8 的操作将参照图 2 和 3 的流程图进行说明。这些附图示出以规则时间间隔由控制回路 8 重复地执行的控制过程的两部分，或者由与车辆移动相关的量的明显变化触发的控制过程，只要车辆在移动。

[0046] 在第一步骤 S1，控制器回路 8 检查可能存在于车辆 1 中的任何电子稳定系统，诸如传统 ABS 或 ESP 系统，正在主动地干涉车辆的控制。如果如此，那么图 2 的过程中断，从而避免与电子稳定系统产生任何无益的交互作用，并且在随后或者一旦稳定系统变为不活动状态时将被启动或再次触发。

[0047] 图 2 的过程测量各种与车辆移动相关的量并且将这些量转换为二进制指标。完成上述操作所用的方式对于许多量都是类似的，因而将在这里只参照横摆率传感器 10 的横摆率 YR 进行说明，应该理解，对于其他量，通过必要修正，可以进行类似的过程，这将在下文中进行说明。

[0048] 在步骤 S2，控制器回路 8 接收来自于横摆率传感器 10 的横摆率 YR 的当前测量值。在步骤 S3，将这一值 YR 与预定的低阈值 YRmin 相比较。如果 YR 被发现低于这一阈值，那么步骤 S4 将横摆率指标 YRin(t) 的当前值设定等于零。如果 YR 大于第一阈值，那么在步骤 S5 将其与第二更大的阈值 YRmax 相比较。如果 YR 超过这一第二阈值，那么在步骤 S6 将指标 YRin(t) 设定为 1。如果 YR 低于第二阈值 YRmax，那么指标 YRin(t) 保持在值 YRin(t-1)，该值是在过程 (S7) 的前一迭代中接收的。

[0049] 采用类似的方式，在步骤 S8 从方向盘角度传感器 11 获取方向盘角度 SW，并且在步骤 S9 中，根据两个阈值的比较，将方向盘指标 SWin(t) 的当前值设定为 0, 1，或者保持与前一值 SWin(t-1) 完全相同。

[0050] 采用相同的方式，从加速度传感器 9 读取横向加速度 AY，在步骤 S11 中根据这个读数来设定横向加速指标 AYin(t)。

[0051] 步骤 S12 检查上述确定的指标 YRin、SWin、AYin 中的任何值是否为 1，这表示车辆正在驶过弯道。如果这样，将直线驱动指标 Straight_in 设定为 0 (S13)，如果并非如此，那么将其设定为 1 (S14)。

[0052] 在步骤 S15 中，从加速度传感器 9 获取当前纵向加速度 AX，并且如上所述获取纵向加速指标 AXin(t) 作为 YR (S16)。采用相同的方式，表示加速踏板是否被压下足够远从而使车辆加速的指标 APin(t) 在步骤 S17、S18 中确定。具有相同含义的指标也可选择性地从进气节气门的位置或者从供给至发动机的燃料率获得。

[0053] 步骤 S19 通过比较步骤 S15 的纵向加速度 AX 与阈值 AXmin 或者比较制动液压力 MCP 与阈值 MCPth 来检查车辆是否处于制动状态。如果这些阈值其中之一被超过，那么将制动指标 Brake_in 设定为 1 (S20)，或者设定为 0 (S21)。

[0054] 如果表示车辆具有明显的加速的 AXin = 1，或者表示即将产生的加速的 APin = 1，并且 Brake_in = 0，将加速指标 Accel_in 设定为 1 (S23)，或者设定为 0 (S24)。

[0055] 根据车速 v 与非常低的阈值 vstopth 相比较，将停止指标 vst_in 设定为 1 (S25)，表示车辆正在移动，或者设定为 0 (S26)，表示车辆实际上正在停止。如果确定车辆正在移动，那么将其速度 v 与量值为若干公里/小时的另一阈值 vlowth 相比较。如果阈值被超过，表示车辆在正常的交通流中移动，那么将指标 vlo_in 设定为 0 (S28)。如果 v 低于 vlowth，

那么可能车辆正在进行难度大的操作,诸如移动进入或离开停车位,并且将 vlo_in 设定为 1 (S29)。

[0056] 在步骤 S30 中,计算横摆加速度 YA,即,在 S2 中测量的横摆率 YR 的时间导数,在步骤 S31 根据两个阈值的比较获得偏移加速度指标 $YAin(t)$ 。步骤 32 分别根据在步骤 S10 和 S2 中测量的横向加速度 AY 和横摆率 YR 计算车辆的侧滑率 SS,如下所示

$$[0057] \quad SS = AY - YR * v$$

[0058] 采用与上述其他量相同的方式,在步骤 S33 通过比较两个阈值而获得相关联的指标 $SSin(t)$ 。如果不存在明显的侧滑,那么指标 $SSin$ 为 0,如果存在,那么指标为 1。

[0059] 步骤 S34 计算方向盘角度 SW 的时间导数 SA。在步骤 S35,如果不存在方向盘的明显移动,则将车轮速度指标 $SAin(t)$ 设定为 0,如果存在明显的移动,那么设定为 1。

[0060] 如果 $SAin(t)$ 在步骤 S36 中为 0,即,如果方向盘正在缓慢转动或者一点也没有转动,那么假定车辆没有处于瞬变状态。这是通过在 S37 中设定为 0 的瞬变指标 $Trans_in$ 反映的。如果 $SAin(t)$ 是 1,那么步骤 S38 进一步检查是否指标 $YAin(t)$ 或 $SSin(t)$ 其中的至少一个为 1。如果满足这一条件,那么车辆假定处于瞬变状态,即,在 S39 将 $Trans_in$ 设定为 1。

[0061] 由此已经评价车辆的运动状态,控制器前进至过程的第二部分,如图 3 所示。如果在 S40 中发现瞬变指标 $Trans_in$ 为 1,那么在 S41 中,减振器 17 的刚性被设定为与瞬变状态相关联的高值。

[0062] 如果车辆被发现并非处于瞬变状态,那么在步骤 S42 检查制动指标 $Brake_in$ 。如果该指标为 1,那么在 S43 检查直线驱动指标 $Straight_in$ 。如果该指标为 1,那么可以判定车辆处于转弯制动状态,即,在通过弯道时进行制动,在步骤 S44,并且在减振器 17 中设定与这一状态相关联的刚性值。

[0063] 如果 $Straight_in = 0$,那么车辆一定是处于直线制动状态,并且减振器 17 因此在 S45 中进行设定。

[0064] 如果车辆没有进行制动,那么该方法在步骤 S46 中检查加速状态。如果 $Accel_in = 1$,那么在步骤 S47 检查直线驱动指标 $Straight_in$,根据这一值,车辆确定处于转弯加速状态 (S48) 或者处于直线加速状态 (S49)。

[0065] 如果车辆没有进行加速,或者,在步骤 S50 再次检查 $Straight_in$,并且如果该指标为 1,那么在 S51 中设定用于转弯状态的减振器 17 的适当刚性。

[0066] 如果车辆没有转弯,那么在 S52 中参照速度指标 vlo_in ,从而决定车辆是否处于巡航状态 S53 或者处于低速状态 S54。

[0067] 下面的表 1 示出图表的实例,通过该图表将减振器的刚性值分配至如上所述确定的各种车辆运动状态。表 1 中的数字并非量化的;假定可在减振器中设定四个不同的刚性值,即“1”至“4”,并且刚性从“1”增加至“4”。图表 A 是以舒适为目的的;在巡航模式下,刚性设定为“1”,即非常软。低的中等刚性“2”预定相应于低速和直线加速状态,而所有的转弯状态,直线制动和瞬时状态都具有刚性“3”。图表 B 更适于运动驱动风格,因为减振器与图表 A 相比一般设定至更高的刚性。同样,最低刚性“2”在巡航模式下被选定,最高刚性“4”在瞬变、转弯和加速转弯状态下被选定。

[0068] 表 1

[0069]

状态	A	B	C1	C2	C3
巡航	1	2	1	1	2
加速直线	2	2	1	2	3
加速转弯	3	4	2	2	3
制动直线	3	3	2	2	3
制动转弯	3	3	2	2	3
转弯	3	4	2	2	3
低速	2	3	2	2	3
瞬变	3	4	2	2	3

[0070] 如果控制器回路 8 具有用户界面,在该用户界面上,司机可以指定他是否更喜欢舒适或运动驱动方式,不同的图表可以用于针对车辆各种运动状态的相关刚性设置。如果司机选择图表 C1 体现的舒适操作模式,那么减振器在适当的时候被设定为软,即,刚性“1”采用于巡航和直线加速状态,而所有其他的状态都分配采用刚性“2”。如果司机想要中等设定,可使用图表 2,仅在巡航状态下选择用于减振器的最软设置“1”,在所有其他状态下选择中等值“2”。通过使用图表 C3 控制该减振器总体上刚性更大,刚性“2”设定用于巡航模式而“3”设定用于所有其他模式。

[0071] 参照图 2 和 3 所述的过程允许在表 1 中列出的各种状态的每个之间进行区分。根据如何将不同的刚性值分配至不同状态,也有可能存在其间没有必要进行区分的成对的状态。在这种情况下,本领域技术人员将容易地得知图 2 和 3 的方法步骤中的哪个可被取消。

[0072] 根据一项优选实施例,控制器 8 使用在图 2 和 3 的过程中获得的指标用于控制离合器 7。在离合器 7 在巡航状态下打开时,其可在转弯状态下被接合从而降低车辆的过度转向或转向不足。接合的程度,以及因此的发动机扭矩分配至前轮 15 和后轮 16 的比率对于转弯、加速转弯和制动转弯状态来说是不同的。此外,离合器 7 可在直线加速状态下接合从而防止轮胎在高加速的情况下空转 (spinning)。

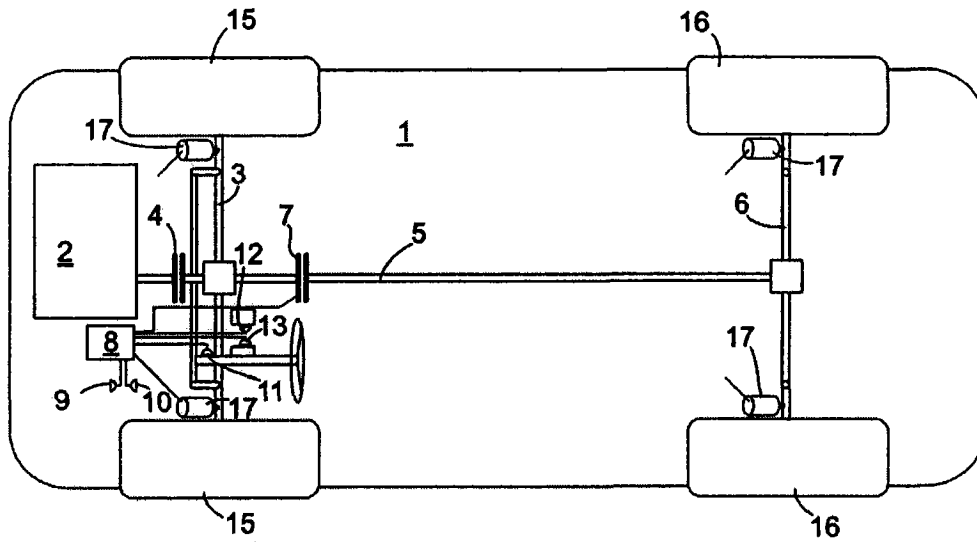


图 1

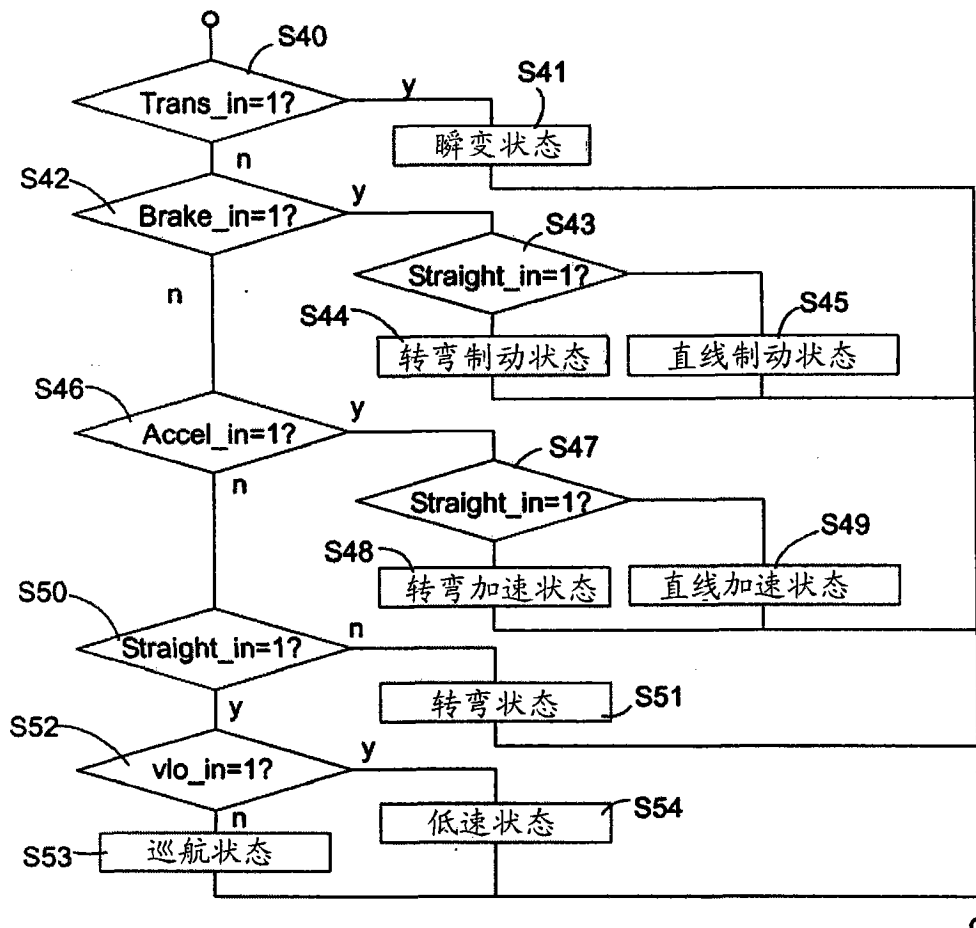


图 3

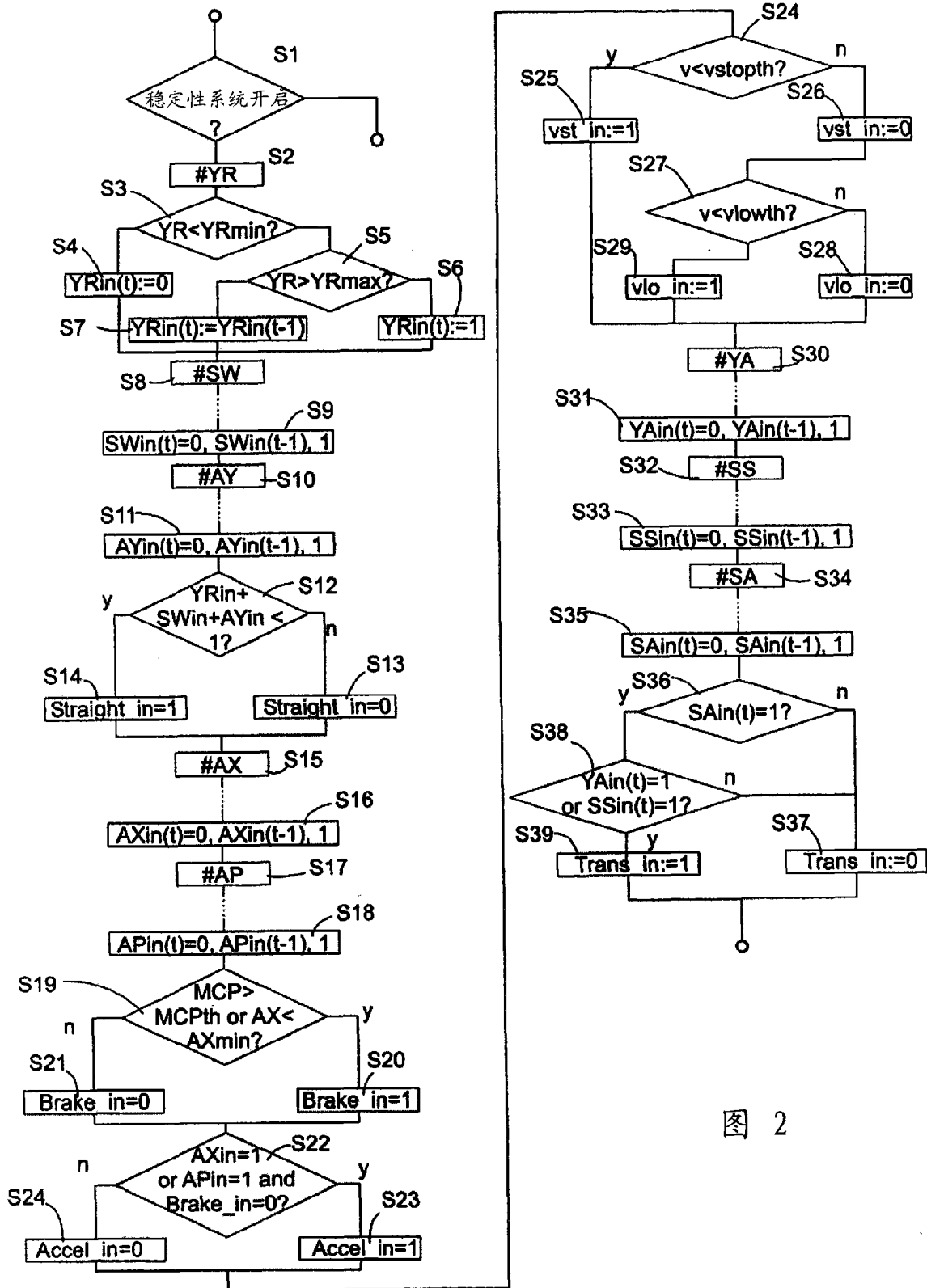


图 2