

1. 一种在车辆中使用的转向控制装置,所述车辆具有方向盘和反作用力装置,所述反作用力装置响应转向力控制信号以向所述方向盘施加转向反作用力,所述转向控制装置包括:

转向力校正装置,其根据路面反作用力与增益计算所述转向力控制信号;
判断装置,其判断所述方向盘处于转向状态还是回正状态;以及
控制装置,其当所述方向盘处于转向状态时将所述增益设为较高值。

2. 一种用于控制车辆转向的方法,所述车辆具有方向盘和反作用力装置,所述反作用力装置响应转向力控制信号以向所述方向盘施加转向反作用力,所述方法包括:

根据路面反作用力与增益计算所述转向力控制信号;
判断所述方向盘处于转向状态还是回正状态;以及
当所述方向盘处于转向状态时将所述增益设为较高值。

3. 如权利要求 2 所述的方法,还包括:

确定所述方向盘的角速度;以及
当所述方向盘的角速度较高时将所述增益设为较低值。

4. 如权利要求 2 所述的方法,还包括:

确定车辆速度;以及
当车辆速度较低时将所述增益设为较低值。

5. 如权利要求 2 所述的方法,还包括:

计算车辆状态量;
根据车辆状态量估算转向反作用力校正值;以及
将所述转向反作用力校正值加到所述转向力控制信号中。

6. 如权利要求 2 所述的方法,还包括:

判断车辆是否处于转动极限;以及
当车辆处于转动极限时将所述增益设为预定较高值。

转向控制装置与方法

[0001] 本申请是 2005 年 12 月 1 日提交、发明名称为“转向控制装置与方法”、申请号为 200580000897.7 的发明专利申请的分案申请。

背景技术

[0002] 本发明涉及车辆转向控制技术领域,尤其涉及电子转向控制系统。

[0003] 如在日本 Kokai 专利申请号 Hei 10[1998]-217988 中描述的传统线控转向系统中,计算与检测到的路面反作用力成比例的转向反作用力校正量,并将该转向反作用力校正量加到转向反作用力中,以便将路面状况传递给驾驶员。

[0004] 但是,在现有技术的车辆转向装置中,例如,当车辆进行 L 形转弯而要求方向盘能够迅速响应时,或当方向盘回正 (turn back) 时由于路面不平整而导致传递来自路面的冲击力的情况下,将会突然地产生瞬时转向力,该产生的转向力可能会妨碍方向盘的回正,这是我们所不希望的。

[0005] 在日本 Kokai 专利申请号 Hei10[1998]-217988 所述的车辆转向装置中,特别地,在转向力计算单元中,根据转向力传感器检测到的结果,计算施加于转向柱(转向轴)的转向力(T)。同时,计算在所施加转向力(T)方向上用以使转向轴转动的控制量(aT)(相当于转向力传动比系数)。

[0006] 然而,在该传统的车辆转向装置中,是将由转向反作用力传感器测得的路面反作用力传递至转向反作用力上的,例如,当车辆进行 L 形转弯时要求方向盘能够迅速回正时,如果由于路面不平整(如坑洞)造成轮胎下陷,则因来自转向反作用力传感器的信号而会妨碍对方向盘的快速操作,这是我们所不希望的(参见图 7)。若未应用本发明的实施例,则会发生这种情况,这是这样的原因造成的:即,由于加上转向反作用力以消除来自路面的影响,所以转向力会突然增大,这使得驾驶员难以进行快速反应。

发明内容

[0007] 根据本发明的一个方面,提供一种在车辆中使用的转向控制装置,所述车辆具有方向盘和反作用力装置,所述反作用力装置响应转向力控制信号以向所述方向盘施加转向反作用力,所述转向控制装置包括:转向力校正装置,其根据路面反作用力与增益计算所述转向力控制信号;判断装置,其判断所述方向盘处于转向状态还是回正状态;以及控制装置,其当所述方向盘处于转向状态时将所述增益设为较高值。

[0008] 根据本发明的另一方面,提供一种用于控制车辆转向的方法,所述车辆具有方向盘和反作用力装置,所述反作用力装置响应转向力控制信号以向所述方向盘施加转向反作用力。所述方法包括如下步骤:根据路面反作用力与增益计算所述转向力控制信号;判断所述方向盘处于转向状态还是回正状态;以及当所述方向盘处于转向状态时将所述增益设为较高值。

附图说明

- [0009] 此处参考附图进行说明,在各附图中相同的参考标号表示相同的部分,其中:
- [0010] 图 1 为根据本发明第一实施例的车辆转向系统的示意性系统图。
- [0011] 图 2A 为根据本发明第一实施例的车辆转向装置的离合器的详细剖视图。
- [0012] 图 2B 为根据本发明第一实施例的车辆转向装置的电缆柱 (cablecolumn) 的详细剖视图。
- [0013] 图 2C 为根据本发明第一实施例的车辆转向装置的转矩传感器的详细剖视图。
- [0014] 图 3 为根据本发明第一实施例的路面反作用力反馈增益 (Gf) 的设定方法的流程图。
- [0015] 图 4 为与路面反作用力 (F) 对应的路面反作用力反馈增益 (Gf) 的曲线图。
- [0016] 图 5 为与转向角速度 $d\theta/dt$ 对应的变量 L1 的曲线图。
- [0017] 图 6 为与车辆速度 (V) 对应的变量 L2 的曲线图。
- [0018] 图 7 为在方向盘的转向和回正操作中与转向角对应的转向力的曲线图。
- [0019] 图 8 为根据本发明第一实施例的在方向盘的转向和回正操作中与转向角对应的转向力的曲线图。
- [0020] 图 9 为示出用于设定 (YD) 的曲线图。
- [0021] 图 10 为示出用于设定 (Gy) 的曲线图。
- [0022] 图 11 为根据本发明第二实施例的在方向盘的转向和回正操作中与转向角对应的转向力的曲线图。
- [0023] 图 12 为示出根据本发明第三实施例的路面反作用力反馈增益 (Gf) 的设定方法的流程图。
- [0024] 图 13 为与横摆率 ψ 和转向角对应的转动极限判断的曲线图。

具体实施方式

[0025] 图 1 为示出根据本发明第一实施例的车辆转向装置的总体系统图。图 2A ~ 2C 分别为根据本发明第一实施例的车辆转向装置的离合器、电缆柱 (cable column) 以及转矩传感器的各部分详细剖视图。该车辆转向装置包括反作用力装置、辅助装置、电子控制转向装置和控制器。

[0026] 反作用力装置具有转向角传感器 1、编码器 2、转矩传感器 3 和反作用力电动机 5。

[0027] 转向角传感器 1 是用于检测方向盘 6 的角度位置的装置。该转向角传感器 1 设于连接电缆柱 7 与方向盘 6 的柱轴 8a 上。即,转向角传感器 1 置于方向盘 6 与转矩传感器 3 之间,并且不受因转矩传感器 3 的扭转而引起的角度变化的影响,从而转向角传感器 1 可检测转向角。在转向角传感器 1 中采用绝对型解析装置或类似装置 (图中未示出)。

[0028] 转矩传感器 3 构成双系统,并且置于转向角传感器 1 和反作用力电动机 5 之间。该双系统由两个转矩传感器即转矩传感器 3 和转矩传感器 12 组成。图 2C 是示出转矩传感器单元的详图。每一个转矩传感器 3 具有:沿轴线方向延伸的扭杆、与扭杆一端连接并与扭杆同轴的第一轴、与扭杆另一端连接并与扭杆和第一轴同轴的第二轴、固定于第一轴的第一磁性体、固定于第二轴的第二磁性体、面向第一磁性体与第二磁性体的线圈、以及与第一磁性体和第二磁性体共同形成磁路的第三磁性体。扭杆扭转,使得第一磁性体和第二磁性体之间发生相对位移,引起线圈电感变化,转矩传感器根据电感检测出扭矩,从而输出信号。

[0029] 反作用力电动机 5 是用于向方向盘 6 施加反作用力的反作用力致动器。反作用力电动机 5 由单转子 / 单定子型电动机构成, 柱轴 8a 作为其旋转轴。该电动机的外壳固定于车体上的适当位置处。另外, 采用无刷电动机作为反作用力电动机 5, 并具有与无刷电动机一起使用所需要的编码器 2 和霍尔 IC(图中未示出)。如果仅采用霍尔 IC, 尽管可以驱动用于产生电动机转矩的电动机, 但输出转矩可能有小幅波动, 这样使得转向反作用力感较差。为了进行更平稳的反作用力控制, 将编码器 2 置于柱轴 8a 的轴上以控制电动机。结果, 可以降低转矩的小幅波动, 这样转向反作用力感得到改善。作为可选方式, 也可以采用解析装置替代编码器 2。

[0030] 辅助装置由电缆柱 7 与离合器 9 组成。离合器 9 置于柱轴 8a 与带轮轴 8b 之间。在本发明第一实施例中的离合器 9 采用电磁离合器。图 2A 为示出了离合器 9 的详图。当接通电磁离合器的电源时, 离合器 9 产生磁通量 Φ 。此时, 由于电枢克服板簧的回复力而被磁吸附到转子的电刷上, 所以, 使得作为输入轴的柱轴 8a 与作为输出轴的带轮轴 8b 互相结合。然后, 当方向盘 6 转动时, 方向盘 6 的转动力由离合器 9 传递至电缆柱 7 的带轮上, 从而使得电缆柱 7 的带轮转动。当电缆柱 7 的带轮转动时, 电缆柱 7 的带轮的转动力由离合器 9 传递至方向盘 6 上。另外, 当断开电磁线圈的电源时, 磁通量 Φ 消失, 电枢由于板簧的回复力而与转子分离。即, 因为通过改变电磁线圈所产生的磁通量 Φ 而使吸附力发生变化, 所以, 可以任意设定离合器 9 的转矩传递容量。此外, 也可采用接通电源时使离合器释放的方式。

[0031] 电缆柱 7 是这样的机械式后备机构: 即, 该电缆柱迂回以避免与位于反作用力装置和转向装置之间的部件干涉, 并且起到传递转矩的柱轴的作用。图 2B 为示出电缆柱单元的详图。在电缆柱 7 的结构中, 其端部固定在卷轴 22 上的两根内部电缆沿互相相反的方向缠绕在这两个卷轴 22 之上, 并且这两根内部电缆插入其中的外管的两端固定于这两个卷轴的外壳上。

[0032] 转向装置包括编码器 10、转向角传感器 11、转矩传感器 12、转向电动机 14、转向单元(转向车轮转向单元) 15 和两个转向车轮 16、16'。

[0033] 转向角传感器 11 与转矩传感器 12 安装于小齿轮轴 17 上, 该小齿轮轴 17 的一端连接电缆柱 7 的带轮, 其另一端形成小齿轮。可以使用用于检测轴的旋转速度的绝对型解析装置或类似装置作为转向角传感器 11。另外, 如同转矩传感器 3 一样, 转矩传感器 12 也构成双系统, 用以根据电感变化而检测出转矩。转向角传感器 11 设于电缆柱 7 侧, 转矩传感器 12 设于转向单元 15 侧。结果, 当转向角传感器 11 检测转向角时, 其不受转矩传感器 12 的扭转而引起的角度变化的影响。

[0034] 转向电动机 14 具有这样的结构: 即, 与蜗轮啮合的小齿轮设置于电动机轴上, 该蜗轮设于小齿轮轴 17 的转向角传感器 11 与转矩传感器 12 的中间位置上, 这样, 在电动机转动时将转向转矩施加于小齿轮轴 17 上。转向电动机 14 构成具有单转子 / 双定子结构的双系统。转向电动机 14 为无刷电动机, 其构成第一和第二转向电动机 14。相似地, 与反作用力电动机 5 一样, 由于转向电动机 14 是无刷电动机, 所以需使用编码器 10 和霍尔 IC(图中未示出)。

[0035] 转向单元 15 具有这样的结构: 即, 左右转向车轮 16 和 16' 随小齿轮轴 17 的转动而转动。该转向单元 15 具有: 形成与小齿轮轴 17 的小齿轮啮合且插入齿条管 15a 的齿

条的齿条轴 15b、与沿车辆左右两个方向延伸的齿条轴 15b 的两端结合的转向横拉杆 15c、15c'、以及一端与转向横拉杆 15c、15c' 结合且另一端与转向车轮 16 与 16' 结合的转向节臂 15d、15d'。

[0036] 控制器具有这样的双系统设计：即，该双系统包括两个电源 18、18'，以及执行处理与算术运算的两个控制器 19、19'。

[0037] 控制器 19、19' 接收来自以下部件检测到的信号：反作用力装置的转向角传感器 1、编码器 2、转矩传感器 3、霍尔 IC、以及转向装置的编码器 10、转向角传感器 11、转矩传感器 12、霍尔 IC 和车辆速度传感器 21（车速检测装置）。

[0038] 根据各传感器的检测值，控制器 19 设定反作用力电动机 5 与转向电动机 14 的控制量，控制并驱动各电动机 5、14。另外，在正常的系统条件下，控制器 19 释放离合器 9。在系统异常的条件下，系统接合离合器 9，以实现方向盘 6 与转向车轮 16、16' 之间的机械连接。

[0039] 通过控制器 19，采用下式 1 设定反作用力电动机 5 的控制量 (Th)，以便计算反作用力电动机的控制量。

$$[0040] \quad Th = Kp \times \theta + Gf \times F \quad \dots (1)$$

[0041] 此处，(Kp) 代表转向角反馈增益， θ 代表转向角，(Gf) 代表路面反作用力反馈增益，(F) 代表路面反作用力。公式右侧第一项是根据转向角 θ 设定的转向反作用力的控制量，公式右侧第二项是根据路面反作用力 (F) 设定的控制量，这样可以在转向反作用力中反映出路面对轮胎作用力的影响。

[0042] 此处，路面反作用力反馈增益 (Gf) 随转向状态的变化而变化，即，路面反作用力反馈增益 (Gf) 作为转向状态的函数而变化。该路面反作用力反馈增益 (Gf) 的数值设定为这样：即，在方向盘转向的情况下，通过适当的转向反作用力感将路面感传递给驾驶员。在方向盘回正操作时，将路面反作用力反馈量设为较小，从而使得方向盘不受过大冲击力等的妨碍。

[0043] 路面反作用力反馈增益 (Gf) 如下所示：

$$[0044] \quad Gf(\text{Low}) = (\text{Low}) \quad \dots \text{方向盘回正操作时}$$

$$[0045] \quad Gf(\text{High}) = (\text{High}) \quad \dots \text{方向盘转向操作时}$$

[0046] 其中 (Low)、(High) 根据以下说明的曲线图（图 4）确定，但也可以是预设常数。

[0047] 另外，在公式 (1) 右侧，可以根据转向角速度 $d\theta/dt$ 和转向角加速度 $d^2\theta/dt^2$ 设定控制值。此时，反作用力电动机 5 的控制量 (Th) 根据下式 2 确定：

$$[0048] \quad Th = Kp \times \theta + Kd \times d\theta/dt + Kdd \times d^2\theta/dt^2 + Gf \times F \quad \dots (2)$$

[0049] 此处，Kd 与 Kdd 为预设常数。

[0050] 下面，讨论路面反作用力反馈增益的设定。图 3 为示出路路面反作用力反馈增益 (Gf) 的设定方法的流程图。将在下面对各步骤进行详述。

[0051] 在步骤 S1 中，读取转向角传感器 1 的信号，然后流程转入步骤 S2。

[0052] 在步骤 S2 中，由步骤 S1 中读入的传感器信号，计算转向角与转向角速度（相当于转向角速度检测装置），并判断方向盘是否处于回正状态（相当于转向回正判断装置）。若判断结果为 YES，则转入步骤 S3；若判断结果为 NO，则转入步骤 S4。

[0053] 在步骤 S3 中，将路面反作用力反馈增益 (Gf) 设定为 Low（相当于转向反作用力校

正装置),并返回。

[0054] 在步骤 S4 中,将路面反作用力反馈增益 (Gf) 设定为 High,并返回。

[0055] 图 4 为用于设定与路面反作用力 (F) 对应的路面反作用力反馈增益 (Gf) 的曲线图。在方向盘回正 (Low) 的情况下,与方向盘转向 (High) 的情况相比,将相对于路面反作用力 F 的路面反作用力反馈增益 (Gf) 设为较小的值。

[0056] 下面,将讨论设定与转向状态所对应的控制量。当有必要快速回正方向盘时,为确保第一实施例中驾驶员回正方向盘的操作不受妨碍,当转向角速度 $d\theta/dt$ 增加时,降低路面反作用力的反馈量。

[0057] 路面反作用力反馈增益 (Gf) 变为如下所示:

[0058] $Gf(\text{Low}) = (\text{Low}) \times L1$... 方向盘回正操作时

[0059] $Gf(\text{High}) = (\text{High})$... 方向盘转向操作时

[0060] 此处,(L1) 根据图 5 所示的曲线图确定。在图 5 所示的曲线图中,(L1) 在车辆高速行驶时转向角速度 $d\theta/dt$ 发生频率高的范围内具有最大值 1,并且该数值 L1 随着转向角速度 $d\theta/dt$ 的增大而减小。当转向角速度 $d\theta/dt$ 达到紧急避让操作区域时,数值 L1 达到最小值,即 $L1_{\min}$ 。

[0061] 下面将讨论设定与车辆速度对应的控制量。在第一实施例中,因为当车辆速度 (V) 下降时方向盘快速回正情况出现较多,所以,在低速区域,将方向盘回正操作时的路面反作用力反馈量设定为较小值。即,车辆速度越高,相对于方向盘的操作,车辆行驶状况更为灵敏,这样即使在方向盘回正操作时,仍需要进行路面反作用力反馈。另一方面,在低速区域中的转向区,要求方向盘具有平稳的操作性。因此,考虑到这种情况,当车辆速度 (V) 较低时方向盘回正的情况下,将路面反作用力反馈量设定为较小。

[0062] 因此,路面反作用力反馈增益 (Gf) 变为如下所示:

[0063] $Gf(\text{Low}) = (\text{Low}) \times L1 \times L2$... 方向盘回正操作时

[0064] $Gf(\text{High}) = (\text{High})$... 方向盘转向操作时

[0065] 此处,(L2) 根据图 6 所示的曲线图确定。在图 6 所示的曲线图中,(L2) 与车辆速度 V 成比例的增加。并且这样设定 L2 的数值:即,当车辆在交通流量高的区域行驶而车辆速度 (V) 达到发生频率高的区域时,将 L2 的值设定为 1。

[0066] 在转向反作用力计算单元中,将设置于转向齿条两端的转向反作用力传感器的检测结果 (F1)、(F2) 的平均值作为施加于转向轴 (小齿轮轴) 的转向反作用力 (F)。在转向轴电动机控制电路中,根据这些计算结果,利用下式 (3) 计算出转向轴的转动控制量 (Mm),并且将与转向轴的转动控制量 Mm 对应的反作用力控制信号输出至转向轴电动机中。

[0067] $Mm = Gm \times (aT - F)$... (3)

[0068] 此处,(Gm) 表示输出信号的增益的增益系数。

[0069] 在第一实施例的转向装置中,由于方向盘回正操作时使得路面反作用力反馈增益 (Gf) 较小,所以,即使由于路面不平整而引起路面反作用力瞬间增大,也可以抑制该冲击所带来的转向力变化。因此,可以缓解妨碍方向盘的快速操作的问题 (参见图 8),这样驾驶员能够将方向盘平稳地回正至中间位置。

[0070] 另外,当转向角速度 $d\theta/dt$ 值较高时,路面反作用力反馈增益 (Gf) 变小。因此,在快速回正的情况下,可以抑制冲击所带来的转向力变化,从而不妨碍驾驶员的更快速的

回正操作。此外,当车辆速度 (V) 值较低时,路面反作用力反馈增益 (Gf) 变小。因此,可同时实现低速区域中良好的方向盘的操作性和高速区域中良好的车辆行驶稳定性。

[0071] 下面,将说明本发明第一实施例的车辆转向装置的效果。在该车辆转向装置中,接收转向输入的方向盘 6 与使转向车轮 16、16' 转向的转向单元 15 在机械上是分离的,并且对方向盘 6 施加与路面反作用力 F 对应的转向反作用力校正量 (Gf×F)。该车辆转向装置包括以下部件:转向/回正判断装置,其用于判断方向盘 6 的转向或回正;以及转向反作用力校正装置,其使得路面反作用力反馈增益 (Gf) 在方向盘 6 回正时比方向盘 6 最初转向时小。这样,可以抑制因来自路面的冲击所引起的转向力变化,也可以降低方向盘不起作用的可能性。

[0072] 由于转向反作用力校正装置在方向盘 6 的转向角速度 $d\theta/dt$ 较高的情况下使得路面反作用力反馈增益 (Gf) 较小,所以,可确保不妨碍驾驶员更快速地回正方向盘 6。

[0073] 由于转向反作用力校正装置在车辆速度 V 较低的情况下使得路面反作用力反馈增益 (Gf) 较小,所以,可以反馈高速区域中的路面反作用力,同时可以改善低速区域中的方向盘回正的操作性。

[0074] 在本发明第二实施例中,路面反作用力反馈量根据车辆状态量进行改变。由于第二实施例的结构与图 1 与图 2 所示的第一实施例相同,因此这里不再重复进行说明。

[0075] 此外,控制量是根据车辆状态量进行设定的。如果在方向盘回正操作时将路面反作用力反馈量设定为较小值,则整体的转向反作用力变得太小。在这种情况下,计算横摆率作为车辆状态量(相当于车辆状态量检测装置)。同时,也计算相当于或小于路面反作用力反馈量的增益常数 (Gy) 以及路面反作用力反馈量的减少量 (YD)。并且将该减少量 YD 加到反作用力电动机 5 的控制量上,从而可以避免转向反作用力变得太小。

[0076] 在第二实施例中,在式 2 的右侧,根据表示车辆行驶状况的横摆率 ψ 设定并相加以得到控制量。因此,反作用力电动机 5 的控制量 (Th) 可由下式 (4) 表示。

$$[0077] \quad Th = Kp \times \theta + Kd \times d\theta/dt + Kdd \times d^2\theta/dt^2 + Ky \times \psi + Gf \times F \quad \dots (4)$$

[0078] 下面将讨论计算横摆率的方法。横摆率 ψ 可以借助于转向角 θ 和车辆速度 (V) 以及车辆运动的数学运算,使用下式 5 而得到。

$$[0079] \quad \psi = \{G \times \omega n^2 \times Tr(s+1/Tr) \times \theta\} / (s^2 + 2\xi \omega ns + \omega^2) \quad \dots (5)$$

$$[0080] \quad G = \{1/(1+A \times V^2)\} \times (V/L)$$

$$[0081] \quad Tr = (2Lr \times Kr) / (m \times Lf \times V)$$

$$[0082] \quad A = -(m/2L^2) \times \{(Lf \times Kf - Lr \times Kr) \times (kf \times Kr)\}$$

[0083] 此处, Lf 代表重心与前轴之间的距离, Lr 代表重心与后齿条之间的距离, Kf 代表前轮拐弯力, Kr 代表后轮拐弯力, m 代表车辆重量, s 代表拉普拉斯 (Laplace) 运算符。

[0084] 于是,将由式 5 所得到的数值作为横摆率 ψ 的估算值。

[0085] 利用车辆速度 (V),使得下式 6 中的横向加速度 (Yg) 与横摆率 (ψ) 之间的关系成立。

$$[0086] \quad Yg = \psi \times V \quad \dots (6)$$

[0087] 另外,就路面反作用力 (F) 而言,当车辆进行无外部干扰的稳定状态的圆周转动时,下式 7 的关系成立。

$$[0088] \quad F \propto Yg \quad \dots (7)$$

[0089] 于是,可得到如下关系:

$$[0090] \quad F \propto \psi \times V \quad \dots (7)'$$

[0091] 从如图 9 中所示的曲线图中读取与 $\psi \times (V)$ 对应的 (Tf) 的 High' 值与 Low' 值, 方向盘回正操作时的路面反作用力反馈量的减少量 (YD) 变为读取下式 8 所示 (相当于转向反作用力校正值估算装置)。

$$[0092] \quad YD = Tf \times High' - Tf \times Low' \quad \dots (8)$$

[0093] 将预设增益常数 G_y 乘以 (YD) 所得到的数值加到反作用力电动机 5 的控制量 (Th) 上。

[0094] 此处, $(G_y) = (G_f)$ (参见图 10)。

[0095] 但是本发明并不限于此。例如,也可采用 $G_y = AG_f$, 其中,在高速区域中 $A = 1$, 速度下降时 (A) 取较小的值。

[0096] 另外,如上所述, (YD) 也可以为:

$$[0097] \quad YD = Tf \times High' - Tf \times Low' \times L1 \times L2 \quad \dots (8)'$$

[0098] 图 11 所示为本发明第二实施例 (实线) 与第一实施例 (虚线) 的方向盘回正操作进行比较的示意图。与第一实施例不同,由于在第二实施例中将相当于路面反作用力反馈量的 (YD) 加到转向力上。因此,当路面反作用力变化而未影响横向加速度和横摆作用时,可以减小由于冲击而引起的转向力变化,并且也可以防止转向力变得太小。

[0099] 以下将对第二实施例的车辆转向装置的效果进行说明。除第一实施例中所说明的效果之外,第二实施例还获得如下效果:即,由于本发明第二实施例的车辆转向装置具有转向反作用力校正值估算装置,该转向反作用力校正值估算装置根据横摆率 ψ 对相当于路面反作用力反馈量的减少量 (YD) 进行估算,并且转向反作用力校正装置加上与横摆率 ψ 对应的转向反作用力的量 ($G_y \times YD$)。因此,可以减小转向力的变化,同时也可以防止转向力变得太小。

[0100] 第三实施例为这样的实例:即,当车辆处于转动极限区域时对路面反作用力反馈量进行校正的实例。在这种情况下,转动极限或转动极限区域是指轮胎发生横向滑动的状态。此外,由于第三实施例的结构与图 1 所示第一实施例相同,所以此处将不再进行详述。

[0101] 以下将对第三实施例中的路面反作用力反馈增益的设定进行说明。图 12 所示为根据第三实施例的路面反作用力反馈增益 (G_f) 的设定方法的流程图。以下将对各步骤进行说明。

[0102] 在步骤 S11 中,读取来自转向角传感器 11 的信号与来自车辆速度传感器 21 的信号,然后流程转入步骤 S12。

[0103] 在步骤 S12 中,由步骤 S11 中读入的转向车轮 16, 16' 的转向角、车辆速度 V 以及车辆横摆率 ψ 等信号,参照图 13 所示的曲线图判断车辆是否处于转动极限区域 (相当于转动极限判断装置)。若判断结果为 YES, 则转入步骤 S13, 若判断结果为 NO, 则转入步骤 S14。在步骤 S13 中,将路面反作用力反馈增益 (G_f) 设定为 (High), 此后流程返回。在步骤 S14 中,通过在方向盘转向 / 回正操作中改变路面反作用力反馈增益 (G_f) 以进行连续控制,然后流程返回。

[0104] 此处将对第三实施例的回正操作加以讨论。当车辆处于转动极限区域时,驾驶员通过校正转向从而校正车辆行驶状况。此时,以高频率且小幅增量 / 减量地进行方向盘 6

的转向 / 回正。在这种情况下,将路面反作用力反馈量传递至驾驶员的方案可使驾驶员能够更为轻松地校正车辆行驶状况。

[0105] 因此,在本发明第三实施例中,当车辆处于转动极限区域时,由于可以解除路面反作用力反馈量的校正控制,所以可以将与车辆行驶状况对应的转向反作用力传递给操作者。因此,随着路面反作用力反馈量的下降,可以不妨碍操作者进行转向校正。

[0106] 在第三实施例中,除第一实施例中所讨论的效果之外,所述车辆转向装置还获得以下附加效果:即,所述车辆转向装置具有转动极限区域判断装置,该转动极限区域判断装置用于根据转向车轮 16、16' 的转向角以及车辆横摆率 ψ 判断车辆是否处于转动极限区域。当判断车辆处于转动极限区域时,转向反作用力校正装置不减小转向反作用力校正量,从而通过减小路面反作用力反馈量,驾驶员的转向校正操作将不受妨碍。

[0107] 虽然已对上述实施例进行描述,以便更容易地理解本发明。但本发明并不限于这些公开的实施例,相反,其本意是覆盖包括在所附权利要求的精神与范围内的各种变形和等同装置,对所附权利要求的范围作最广泛的解释,以便包括法律所允许的所有变形与等同结构。

[0108] 例如,也可采用横向加速度作为车辆状态量。然而,由于通常横摆率比横向速度变化更快,从系统响应的角度来看,优选地采用横摆率。另外,在本发明第一实施例中,横摆率是利用式 1 进行计算的。但是也可利用来自横摆率传感器的检测值进行计算。此外,控制器可以包括分布于多个处理器之中的控制功能。

[0109] 本申请基于 2004 年 12 月 2 日提交的日本专利申请 No. 2004-350371,该申请的全部内容在此以引用的方式并入本文。

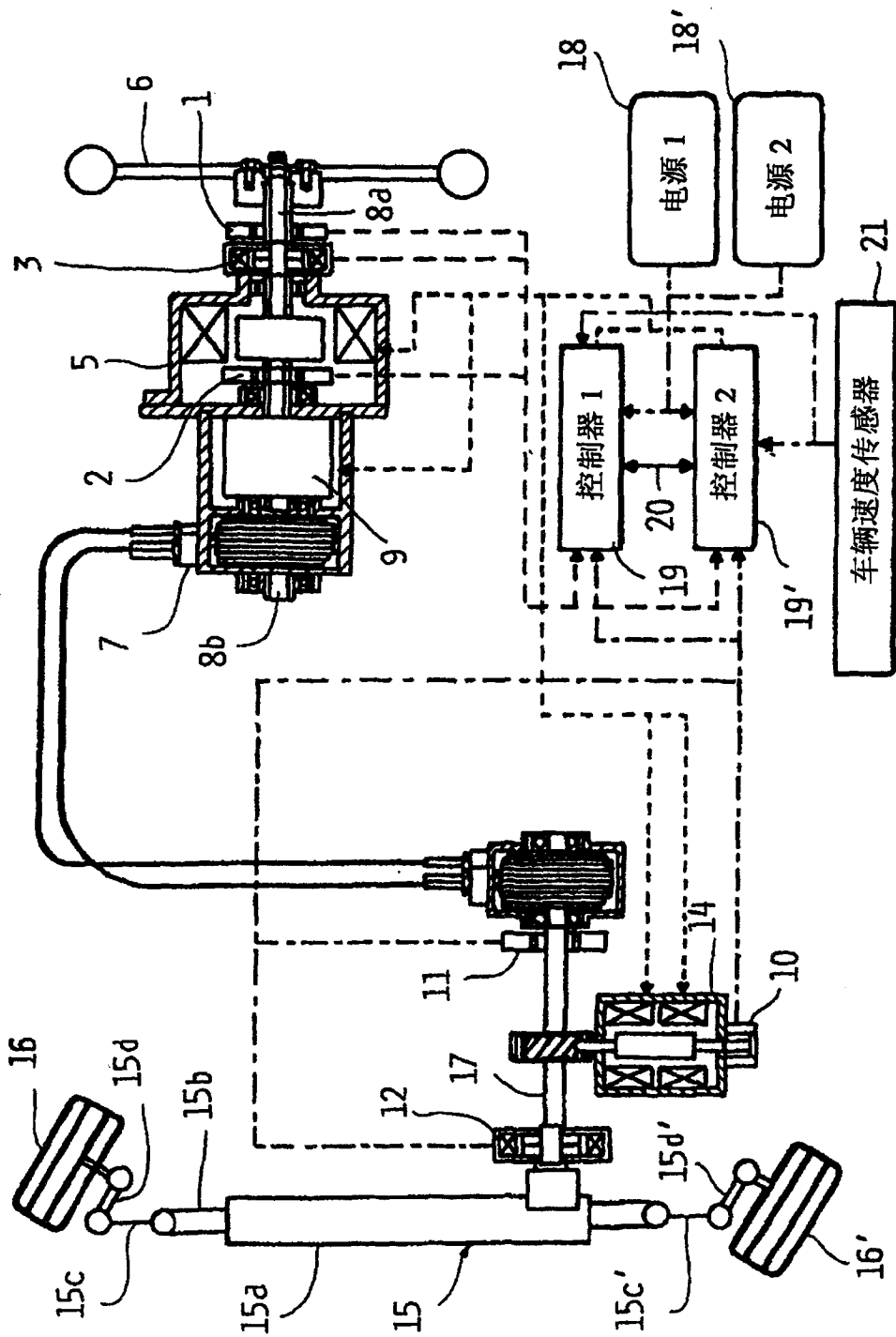


图 1

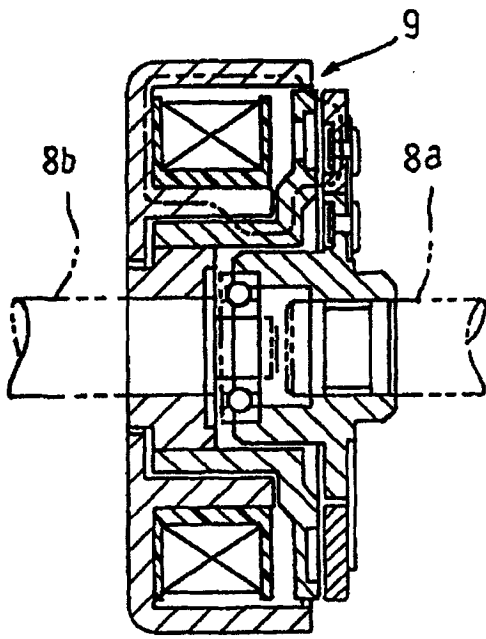


图 2A

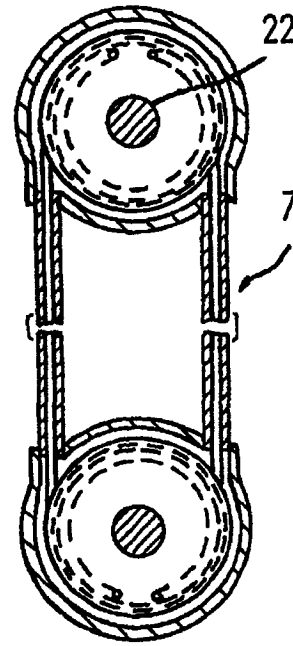


图 2B

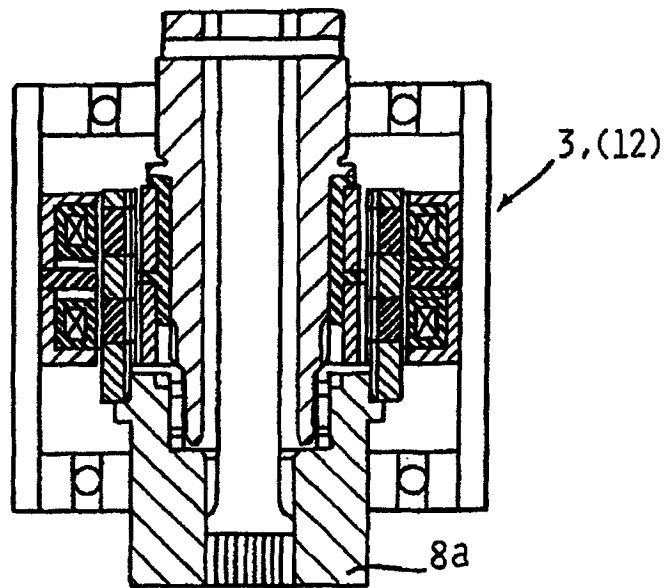


图 2C

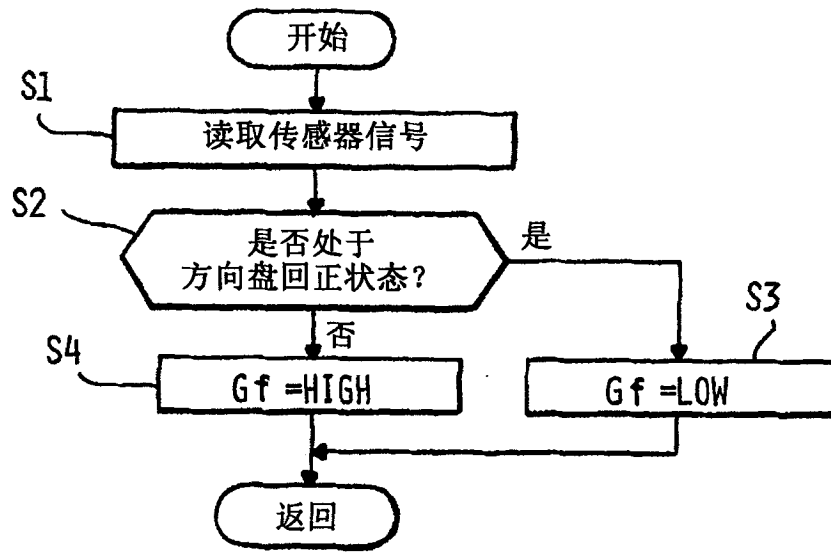


图 3

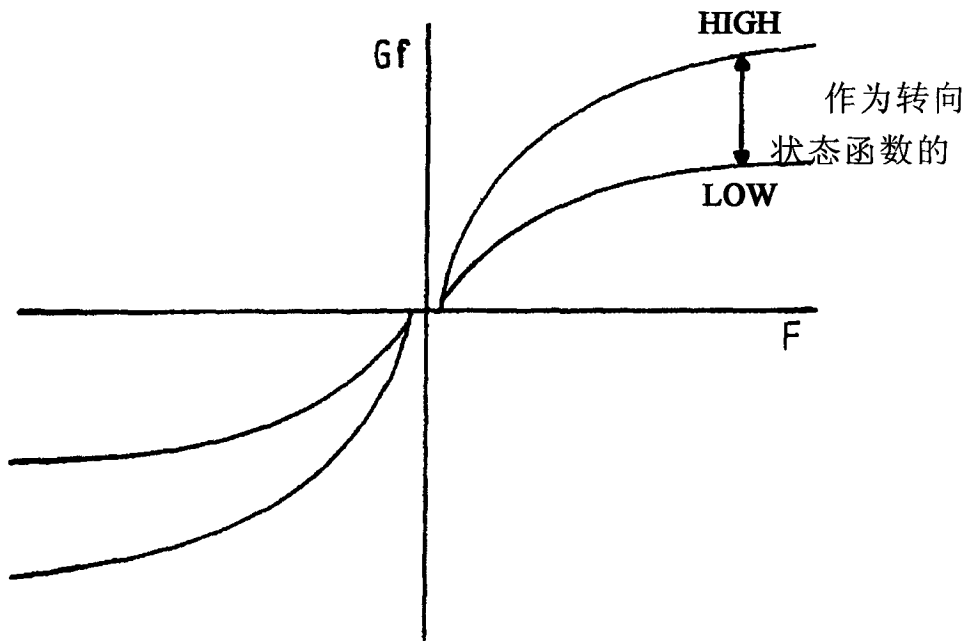


图 4

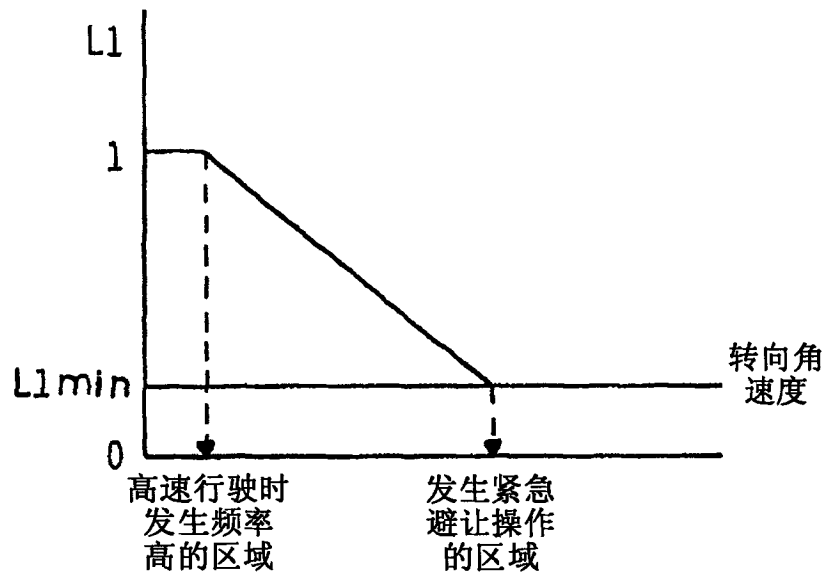


图 5

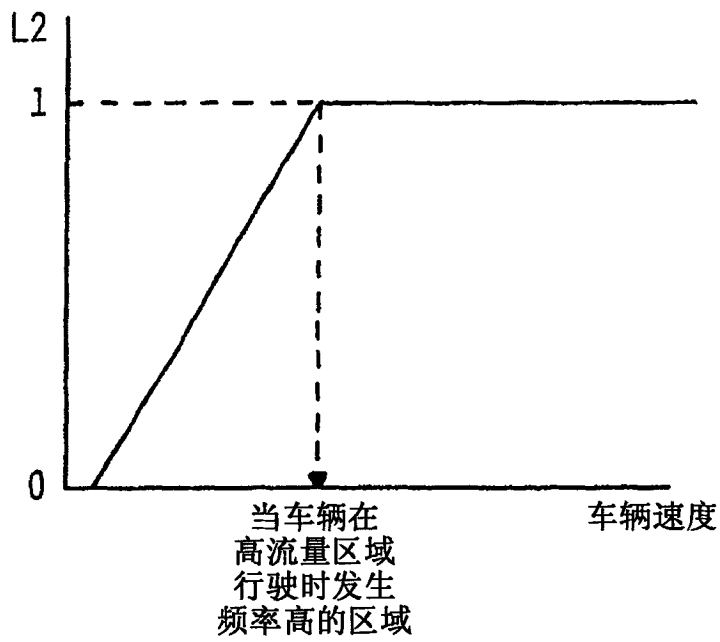


图 6

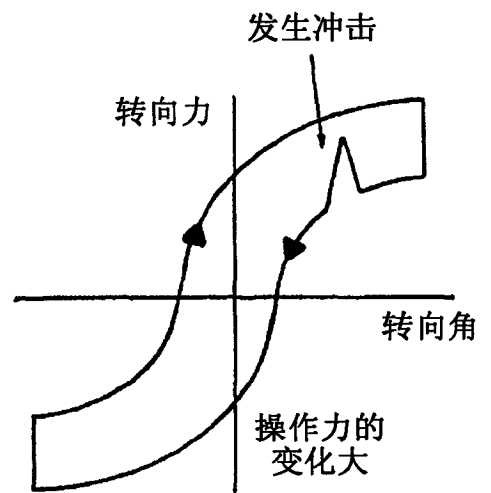


图 7

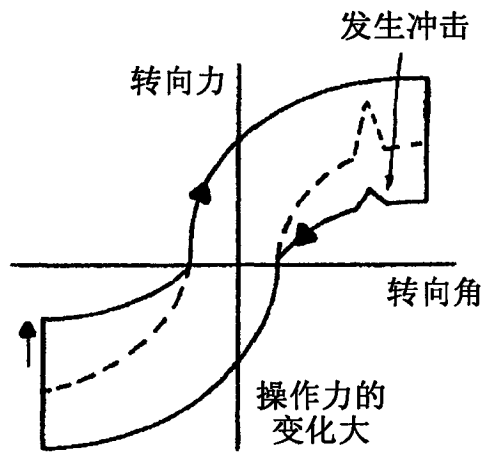


图 8

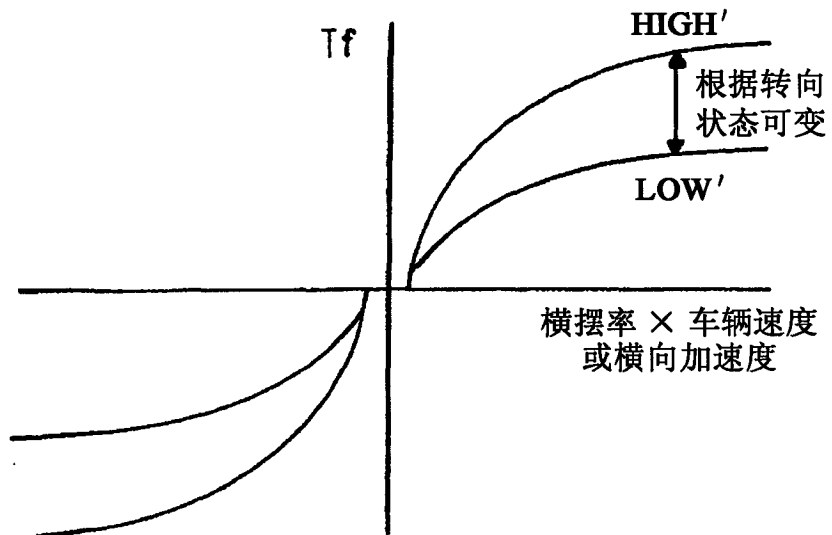


图 9

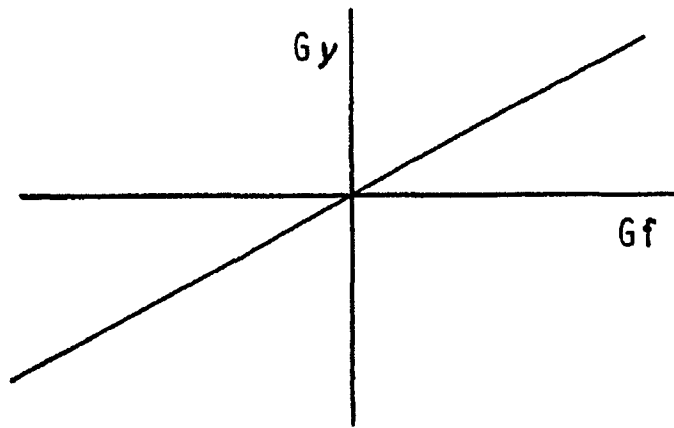


图 10

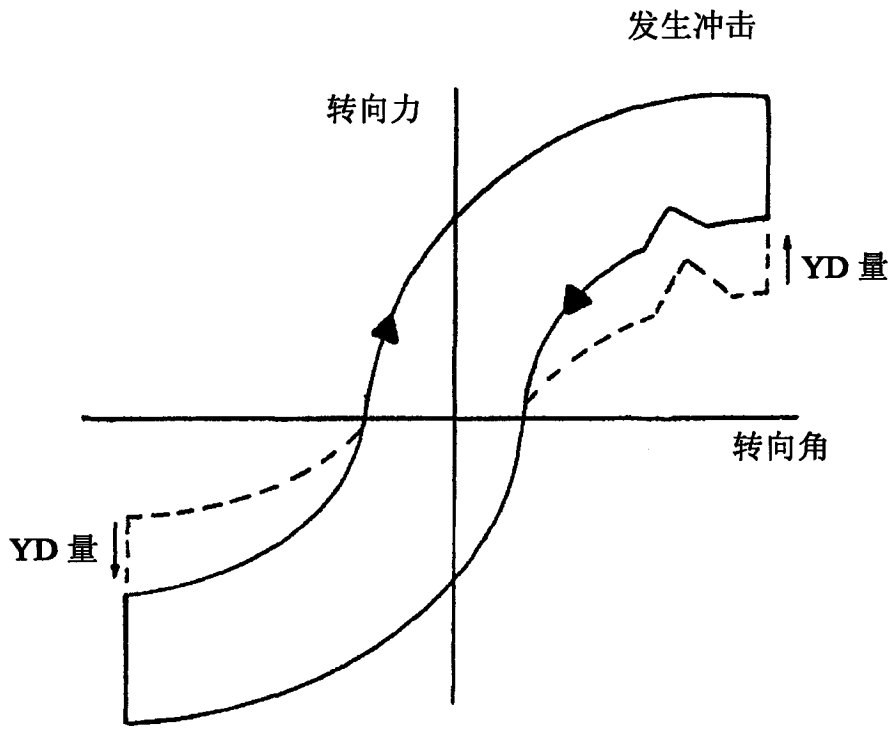


图 11

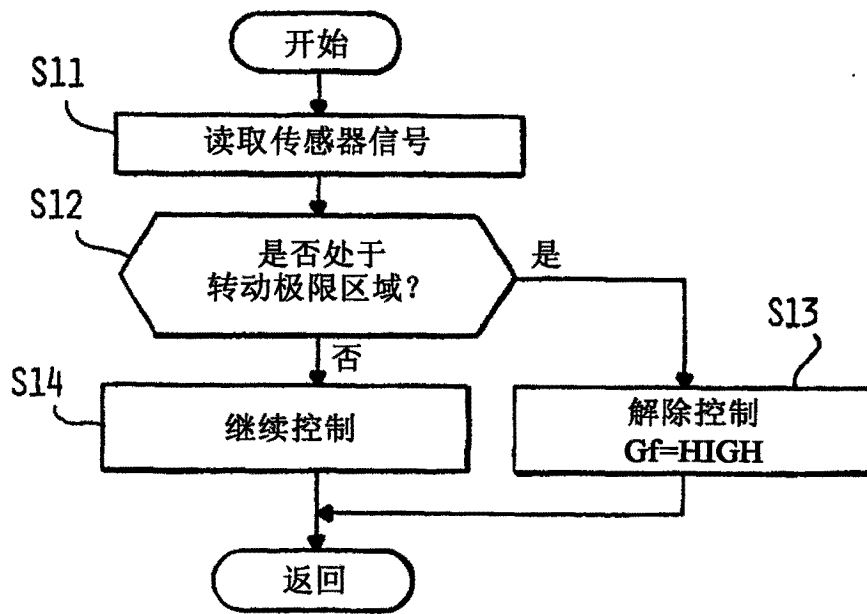


图 12

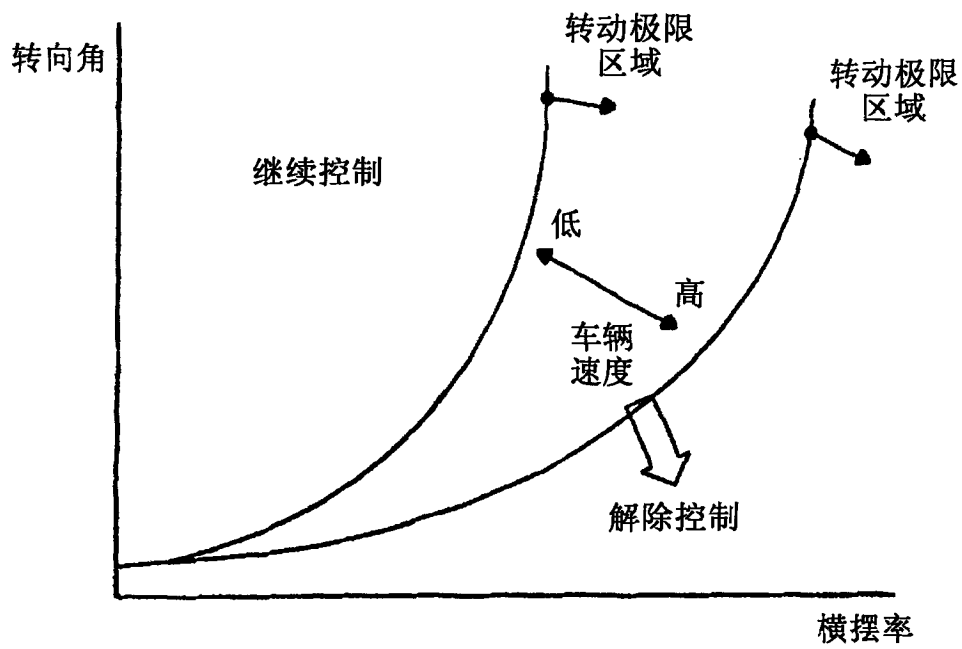


图 13