



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102264593 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 30

(21) 申请号 200880132550. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008. 12. 26

B62D 6/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日
2011. 06. 27

B62D 5/04 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

B62D 101/00 (2006. 01)

PCT/JP2008/073829 2008. 12. 26

B62D 113/00 (2006. 01)

(87) PCT申请的公布数据

B62D 119/00 (2006. 01)

W02010/073400 JA 2010. 07. 01

(71) 申请人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

(72) 发明人 提拉瓦·林皮汶特恩格 小城隆博

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 柳春雷

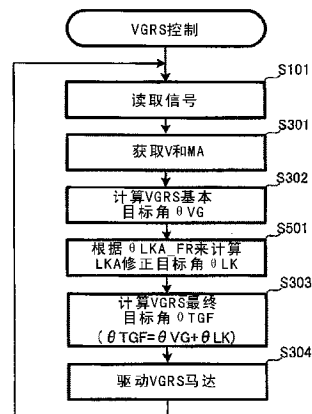
权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图 12 页

(54) 发明名称

车辆的行驶辅助设备

(57) 摘要

在不导致车辆行为不稳定的情况下使车辆追随目标行驶路线。车辆 (10) 包括作为车轮转向角可变装置的VGRS执行器 (200) 以及作为转向转矩辅助装置的EPS执行器 (400)。在进行对目标行驶路线的追随时,基于目标横向加速度GYTG从EPS执行器 (400) 输出LKA目标辅助转矩TLK。另一方面,为了抑制由该辅助转矩引起的违反驾驶员意思的转向盘 (11) 的转向,通过VGRS执行器 (200) 使转向轮额外转向LKA修正目标角 θ_{LK} 。此时由于对转向角和下部转向轴 (13) 的转角的关系不产生影响,因此可在不降低相对于驾驶员转向的车辆的鲁棒性的情况下实现对目标行驶路线的追随。



1. 一种车辆的行驶辅助设备,包括:转向转矩辅助装置,所述转向转矩辅助装置能够辅助经由转向盘施加给转向输入轴的转向转矩;以及车轮转向角可变装置,所述车轮转向角可变装置能够改变作为所述转向输入轴的转角的转向角与作为转向轮的转角的转向角之间的关系;

所述行驶辅助设备的特征在于,包括:

第一设定装置,所述第一设定装置设定第一控制目标值,所述第一控制目标值与所述转向转矩辅助装置和所述车轮转向角可变装置中的一者对应,并用于使所述车辆追随目标行驶路线;

第一控制装置,所述第一控制装置基于所述设定的第一控制目标值来控制所述一者;

第二设定装置,所述第二设定装置设定与所述另一者对应的第二控制目标值,以使得在通过对所述一者进行控制而使所述车辆追随所述目标行驶路线时发生的所述车辆的行为变化被抑制;以及

第二控制装置,所述第二控制装置基于所述设定的第二控制目标值来控制所述另一者。

2. 如权利要求 1 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,

所述车轮转向角可变装置通过使与所述转向轮连结的转向输出轴相对于所述转向输入轴相对旋转来改变所述关系,

所述第一设定装置设定目标辅助转矩作为所述第一控制目标值,

所述第一控制装置基于所述设定的目标辅助转矩来控制所述转向转矩辅助装置;

所述第二设定装置以与不追随所述目标行驶路线时相比使转向传递比减少的方式设定转向传递比,作为所述第二控制目标值,所述转向传递比规定相对于所述转向角的所述转向输出轴的转角,

所述第二控制装置基于所述设定的转向传递比来控制所述车轮转向角可变装置。

3. 如权利要求 1 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,

所述车轮转向角可变装置通过使得与所述转向轮连结的转向输出轴相对于所述转向输入轴相对旋转来改变所述关系,

所述第一设定装置设定目标辅助转矩作为所述第一控制目标值,

所述第一控制装置基于所述设定的目标辅助转矩来控制所述转向转矩辅助装置,

所述第二设定装置以使得为使所述车辆追随所述目标行驶路线所需的所述转向角减少的方式设定所述转向输出轴相对于所述转向输入轴的目标相对转角,作为所述第二控制目标值,

所述第二控制装置基于所述设定的目标相对转角来控制所述车轮转向角可变装置。

4. 如权利要求 3 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,

所述第二设定装置根据所述车辆的行驶条件来设定所述目标相对转角。

5. 如权利要求 4 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,

所述第二设定装置以使得所述目标行驶路线的曲率越大则所述转向角的减少量就越减少的方式设定所述目标相对转角。

6. 如权利要求 4 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,

所述第二设定装置以使得所述车辆的速度越高则所述转向角的减少量就越减少的方

式设定所述目标相对转角。

7. 如权利要求 1 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,
所述第一设定装置设定目标车轮转向角作为所述第一控制目标值,
所述第一控制装置基于所述设定的目标车轮转向角来控制所述车轮转向角可变装置,
所述第二设定装置以使反作用力转矩被抵消的方式设定目标辅助转矩,作为所述第二控制目标值,所述反作用力转矩是随着基于所述目标车轮转向角对车轮转向角可变装置进行控制而施加至所述转向盘的转矩,

所述第二控制装置基于所述设定的目标辅助转矩来控制所述转向转矩辅助装置。

8. 如权利要求 7 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,
所述转向轮是经由转向输出轴而与所述转向输入轴连结的前轮,
所述第二设定装置以使得由所述转向输出轴的运动引起的第一部分反作用力转矩、由所述转向转矩辅助装置的运动引起的第二部分反作用力转矩、以及由来自所述转向轮的轴力引起的第三部分反作用力转矩中的至少一部分被抵消的方式设定所述目标辅助转矩。

9. 如权利要求 8 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,
所述第二设定装置设定与所述第一部分反作用力转矩对应的目标辅助转矩,以使所述目标辅助转矩包含:(1) 第一惯性修正项,所述第一惯性修正项具有与所述转向轮的角加速度相同的符号,并且修正所述转向输出轴的惯性的影响;(2) 第一粘性修正项,所述第一粘性修正项具有与所述转向轮的角速度相同的符号,并且修正所述转向输出轴的粘性的影响;以及(3) 第一摩擦修正项,所述第一摩擦修正项具有与所述转向轮的角速度相同的符号,并且修正所述转向输出轴的摩擦的影响。

10. 如权利要求 8 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,
所述第二设定装置设定与所述第二部分反作用力转矩对应的目标辅助转矩,以使所述目标辅助转矩包含:(1) 第二惯性修正项,所述第二惯性修正项具有与所述转向轮的角加速度相同的符号,并且修正所述转向转矩辅助装置的惯性的影响;(2) 第二粘性修正项,所述第二粘性修正项具有与所述转向轮的角速度相同的符号,并且修正所述转向转矩辅助装置的粘性的影响;以及(3) 第二摩擦修正项,所述第二摩擦修正项具有与所述转向轮的角速度相同的符号,并且修正所述转向转矩辅助装置的摩擦的影响。

11. 如权利要求 8 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,
所述第二设定装置考虑所述轴力的响应延迟来设定与所述第三部分反作用力转矩对应的目标辅助转矩,并使所述目标辅助转矩具有与所述转向角相同的符号。

12. 如权利要求 7 所述的车辆的行驶辅助设备,其特征在于,
所述转向轮是不与所述转向输入轴连结的后轮,
所述第二设定装置考虑所述轴力的响应延迟来设定所述目标辅助转矩,所述目标辅助转矩具有与所述转向角不同的符号,以使由来自所述转向轮的轴力引起的反作用力转矩被抵消。

车辆的行驶辅助设备

技术领域

[0001] 本发明涉及例如包括 EPS(Electronic controlled Power Steering, 电子控制式动力转向装置)、VGRS(Variable Gear Ratio Steering, 可变齿轮比转向装置)、ARS(Active Rear Steering, 后轮转向装置) 或 SBW(Steer By Wire, 电子控制转向角可变装置) 等各种转向机构的车辆中的例如 LKA(Lean Keep Assist, 车道保持辅助装置) 等行驶辅助设备的技术领域。

背景技术

[0002] 作为这种装置, 提出了使用电动式动力转向装置和转向角可变装置来进行车道保持行驶的装置(例如, 参照专利文献 1)。根据专利文献 1 公开的车辆的转向控制装置(以下称为“现有技术”), 在车道保持行驶时, 控制电动式动力转向装置以得到基于曲率半径的目标车轮转向角, 并且通过转向角可变装置来控制车辆相对于行驶路线的横向位置和横摆角的偏差, 从而能够使车辆沿目标行驶路径良好地行驶。

[0003] 另外, 公知有基于用于使车辆沿目标行驶路径行驶的目标车轮转向角 $\Delta \delta_{t1}$ 以及用于使车辆的行为接近规范状态的目标转向角 $\Delta \delta_{ts}$ 来设定目标车轮转向角 $\Delta \delta_t$ 的装置(例如, 参照专利文献 2)。

[0004] 另外, 公知有横摆角越大就越增大修正目标可变车轮转向角的修正量的装置(例如, 参照专利文献 3)。

[0005] 专利文献 1: 日本专利文献特开 2007-160998 号公报;

[0006] 专利文献 2: 日本专利文献特开 2006-143101 号公报;

[0007] 专利文献 3: 日本专利文献特开 2008-137612 号公报。

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 当通过向转向轮直接或间接地施加某些驱动力来改变车轮转向角、实现对目标路的追随时, 来自包括转向轮的转向系统的反作用力作用于转向盘, 在极端的情况下转向盘有时会被反转向。另外, 在能够通过将辅助驾驶员提供的转向转矩的辅助转矩施加给转向系统来改变车轮转向角的构成中, 转向盘与驾驶员的意思无关地被操作, 因此驾驶员会以高的概率感到不适感。即, 一般来说难以通过单一的转向机构来实现对目标路的追随。

[0010] 另一方面, 在上述现有技术中, 虽然使用了电动式动力转向装置及转向角可变装置这样的多个转向机构, 但是各机构仅仅独立地负责有关车道保持的控制的一部分, 因此当想要通过例如电动式动力转向装置来实现基于曲率半径的目标车轮转向角时, 无法避免产生上述不适感, 并且当想要通过转向角可变装置来控制横向位置和横摆角的偏差时, 对转向盘的反作用力的影响可影响车辆的行为。

[0011] 另外, 对于上述不适感的产生, 补充地说, 这种不适感很可能导致驾驶员进行不需要的转向操作, 因此可导致车辆行为变得不稳定。并且, 当例如利用上述转向角可变装置等

来增大每单位转向角的车轮转向角时,能够将相对地得到目标车轮转向角所需要的转向角向减少侧修正,但是如果这样增大每单位转向角的车轮转向角,则相对于根据驾驶员的意思进行的转向操作,车轮转向角大幅改变,车辆的鲁棒性下降,结果可导致车辆行为的不稳定。如此,现有技术中存在当使车辆追随目标行驶路线时车辆行为容易变得不稳定的技术问题。

[0012] 本发明就是鉴于上述问题而完成的,其目的在于提供能够在不导致车辆行为变得不稳定的情况下使车辆追随目标行驶路线的车辆的行驶辅助设备。

[0013] 用于解决问题的手段

[0014] 为了解决上述的问题,本发明涉及的车辆的行驶辅助设备包括:转向转矩辅助装置,所述转向转矩辅助装置能够辅助经由转向盘施加给转向输入轴的转向转矩;以及车轮转向角可变装置,所述车轮转向角可变装置能够改变作为所述转向输入轴的转角的转向角与作为转向轮的转角的车轮转向角之间的关系;所述行驶辅助设备的特征在于,包括:第一设定装置,所述第一设定装置设定第一控制目标值,所述第一控制目标值与所述转向转矩辅助装置和所述车轮转向角可变装置中的一者对应,并用于使所述车辆追随目标行驶路线;第一控制装置,所述第一控制装置基于所述设定的第一控制目标值来控制所述一者;第二设定装置,所述第二设定装置设定与所述另一者对应的第二控制目标值,以使得在通过对所述一者进行控制而使所述车辆追随所述目标行驶路线时发生的所述车辆的行为变化被抑制;以及第二控制装置,所述第二控制装置基于所述设定的第二控制目标值来控制所述另一者。

[0015] 本发明涉及的车辆至少包括转向转矩辅助装置和车轮转向角可变装置。

[0016] 本发明涉及的转向转矩辅助装置是包括能够辅助驾驶员转向转矩的装置的概念,该驾驶员转向转矩与从驾驶员向与转向盘(一般也称为“方向盘”)直接或间接连结的转向输入轴施加的人为的转向输入相当。此时,转向转矩辅助装置中的驾驶员转向转矩的辅助方式不分直接和间接并且在至少基于设置空间、成本、耐久性或可靠性等的实质性的限制(假设存在这样的限制)的范围内是自由的。

[0017] 即,转向转矩辅助装置既可以采用向转向输入轴施加直接辅助转向转矩的辅助转矩的构成,也可以具有向与转向输入轴直接或间接连结的转向输出轴施加这种辅助转矩的构成,在转向系统采用了齿条小齿轮式的转向传递机构的情况下,既可以具有可施加辅助与齿条杆啮合的小齿轮的旋转的辅助转矩的构成,或者也可以具有可向齿条杆施加辅助该齿条杆的往复运动的驱动力的构成。根据转向转矩辅助装置,转向转矩经由包括各种传递机构以及各种轴体等的物理或机械传递路径最终被施加至转向输入轴,因此可减轻驾驶员的转向负担,并且可代替驾驶员对转向盘进行保持转向,或者可与驾驶员的转向操作无关地使转向输入轴旋转。

[0018] 另一方面,本发明涉及的车轮转向角可变装置是包括可分阶段地或连续地改变作为转向输入轴的转角的转向角和作为转向轮的转角的车轮转向角的关系的物理、机械、电气或磁性的各种装置的概念。即,根据车轮转向角可变装置,转向角和车轮转向角的关系不被唯一地规定,例如可改变转向角和车轮转向角的比。或者,可与转向角无关地改变车轮转向角。车轮转向角可变装置例如作为优选的一个方式可作为 VGRS 或 SBW 等构成。

[0019] 根据本发明涉及的车辆的行驶辅助设备,在其动作时,通过例如可采用

ECU(Electronic Control Unit,电子控制单元)等各种处理单元、各种控制器或微机装置等各种计算机系统等的的方式的第一设定装置来设定第一控制目标值。

[0020] 第一控制目标值是与转向转矩辅助装置以及车轮转向角可变装置中的一者对应的控制目标值,并且是用于使车辆追随目标行驶路线的控制目标值,在其设定时,可应用公知的各种算法。例如,可基于通过车载相机等拍摄的目标行驶路线的图像来计算或估计目标行驶路线的曲率、规定目标行驶路线的白线等与车辆的位置偏差以及横摆偏差等,并基于这些来计算或估计用于使车辆追随目标行驶路线的目标横向加速度,然后基于该算出或估计出的目标横向加速度设定例如作为目标辅助转矩或者目标车轮转向角等的第一控制目标值,所述目标辅助转矩是应从转向转矩辅助装置输出的辅助转矩的目标值,所述目标车轮转向角是应通过车轮转向角可变装置实现的车轮转向角变化量的目标值。

[0021] 在设定了第一控制目标值后,通过例如可采用 ECU 等各种处理单元、各种控制器或微机装置等各种计算机系统等的的方式的第一控制装置基于该设定的第一控制目标值来控制与该设定的第一控制目标值对应的一者。即,根据本发明涉及的车辆的行驶辅助设备,转向转矩辅助装置和车轮转向角可变装置中的一者起到用于使车辆追随目标行驶路线的主要系统(以下,酌情称为“主系统”)的功能。

[0022] 这里,无论使用转向转矩辅助装置还是使用车轮转向角可变装置作为这种主系统,在执行向目标行驶路线的追随时都会由于如上所述产生不适感或鲁棒性下降等而容易导致车辆行为变得不稳定。

[0023] 因此,根据本发明涉及的车辆的行驶辅助设备,与上述一者对应的另一者作为抑制这种车辆行为的不稳定的抑制装置与上述一者被协调地控制。即,根据本发明涉及的车辆的行驶辅助设备,在其动作时,通过例如可采用 ECU 等各种处理单元、各种控制器或微机装置等各种计算机系统等的的方式的第二设定装置来设定与另一者对应的第二控制目标值,以使得在通过对上述一者进行控制而使车辆追随目标行驶路线时发生的车辆的行为变化被抑制。并且,在设定了第二控制目标值后,通过例如可采用 ECU 等各种处理单元、各种控制器或微机装置等各种计算机系统等的的方式的第二控制装置基于该设定的第二控制目标值来控制另一者。

[0024] 因此,根据本发明涉及的车辆的行驶辅助设备,无论将转向转矩辅助装置和车轮转向角可变装置中的哪一者用作主系统,在执行向目标行驶路线的追随时发生的车辆的行为变化可通过起抑制装置的作用的另一者的控制而缓解,理想情况下可被抵消。即,能够在使车辆追随目标行驶路线时使车辆行为稳定。

[0025] 这里尤其是,本发明涉及的车辆的行驶辅助设备在使转向转矩辅助装置和车轮转向角可变装置相互协调地动作以实现这种车辆行为的稳定化的方面明显有利于公知的任何技术思想。即,在不具有这种技术思想的以往的技术思想的范畴内,包括转向转矩辅助装置在内虽存在多个可进行车轮转向角控制的装置,但由于未考虑一个装置的动作带给车辆行为的影响,而即使能够抑制(例如,此时增大车轮转向角相对于转向角的变化量等)例如由于一个装置动作而直接产生的一次影响(例如,与上述的驾驶员的意思无关的转向操作的产生),也因此可能会产生二次或更高次的车辆行为的不稳定(例如,由于相对于驾驶员的转向输入的车轮转向角的变化量变大而引起的车辆行为鲁棒性的下降)。即,结果丝毫不能改善车辆的行为。

[0026] 在本发明涉及的车辆的行驶辅助设备的一个方式中,所述车轮转向角可变装置通过使与所述转向轮连结的转向输出轴相对于所述转向输入轴相对旋转来改变所述关系,所述第一设定装置设定目标辅助转矩作为所述第一控制目标值,所述第一控制装置基于所述设定的目标辅助转矩来控制所述转向转矩辅助装置;所述第二设定装置以与不追随所述目标行驶路线时相比使转向传递比减少的方式设定转向传递比,作为所述第二控制目标值,所述转向传递比规定相对于所述转向角的所述转向输出轴的转角,所述第二控制装置基于所述设定的转向传递比来控制所述车轮转向角可变装置。

[0027] 根据该方式,车轮转向角可变装置能够采用可通过从马达等的驱动设备供应的马达转矩等的驱动力使转向输出轴相对于转向输入轴相对旋转来改变转向角和车轮转向角的关系的例如 VGRS 等的方式。根据这样的车轮转向角可变装置的构成,可在比较自由的范围内控制规定相对于转向角的转向输出轴的转角的转向传递比(即,转向传递比的大小分别与相对于一个转向角的车轮转向角的大小对应)。

[0028] 根据该方式,当将转向转矩辅助装置作为主系统而实现对目标行驶路线的追随时,通过第二设定装置将作为第二控制目标值的至少一部分的该转向传递比设定在与不追随目标行驶路线时相比减少的那侧。

[0029] 即,根据该方式,与所述不追随时相比,相对于转向角的转向输出轴的转角(唯一地为车轮转向角)的变化程度变小,因此在使车辆追随目标行驶路线的期间,无论是由于驾驶员正当的理由(例如,紧急避让或紧急操作等)而对转向盘施加了转向输入,或者还是由于不可抗力等而与驾驶员的意思无关地施加了转向输入,均可相对地缓解给车轮转向角带来的影响。即,可相对地稳定车辆行为。

[0030] 在本发明涉及的车辆的行驶辅助设备的其他方式中,所述车轮转向角可变装置通过使得与所述转向轮连结的转向输出轴相对于所述转向输入轴相对旋转来改变所述关系,所述第一设定装置设定目标辅助转矩作为所述第一控制目标值,所述第一控制装置基于所述设定的目标辅助转矩来控制所述转向转矩辅助装置,所述第二设定装置以使得为使所述车辆追随所述目标行驶路线所需的所述转向角减少的方式设定所述转向输出轴相对于所述转向输入轴的目标相对转角,作为所述第二控制目标值,所述第二控制装置基于所述设定的目标相对转角来控制所述车轮转向角可变装置。

[0031] 根据该方式,车轮转向角可变装置能够采用可通过从马达等驱动设备供应的马达转矩等的驱动力使转向输出轴相对于转向输入轴相对旋转来改变转向角和车轮转向角的关系的例如 VGRS 等的方式。根据这样的车轮转向角可变装置的构成,可在比较自由的范围那控制规定相对于转向角的转向输出轴的转角的转向传递比(即,转向传递比的大小分别与相对于一个转向角的车轮转向角的大小对应)。另一方面,根据这样的车轮转向角可变装置的构成,还能够使转向输出轴与这种转向传递比无关地旋转。即,即使没有伴随转向角变化的转向输入,也可改变车轮转向角。

[0032] 根据该方式,第二设定装置以使得为使车辆追随目标行驶路线所需的转向角减少的方式设定转向输出轴的目标相对转角作为第二控制目标值,并基于该设定的目标相对转角通过第二控制装置来控制车轮转向角可变装置。结果,转向输出轴相对于转向输入轴旋转与该目标相对转角相当的量。

[0033] 这里,转向输出轴只是相对于转向输入轴相对旋转,当转向输出轴被第二控制装

置旋转驱动时,不会发生向转向输入轴的动力传递。从而,根据该方式,在通过转向转矩辅助装置施加辅助转矩等实现对目标行驶路线的追随的期间可抑制转向角的变化。即,当从驾驶员侧观看时,可恰当地缓解虽没有转向操作但转向盘被操作这样的不适感。这种不适感的缓解可缓解驾驶员的心理负担,因此抑制了驾驶员进行不需要的转向操作。即,结果可使车辆的行为稳定。

[0034] 这里尤其是,在第二设定装置除设定这种目标相对转角以外还设定上述的转向传递比来作为第二控制目标值(在相对于不执行追随时减少的那侧设定)的情况下,通过该目标相对转角的设定,可降低转向角并且可降低驾驶员的转向输入带给车轮转向角变化的影响,因此在实践上极为有益。

[0035] 在设定目标相对转角的本发明涉及的车辆的行驶辅助设备的一个方式中,所述第二设定装置根据所述车辆的行驶条件来设定所述目标相对转角。

[0036] 如果作为包括车辆的运转条件和环境条件等的概念的行驶条件不同,那么转向输出轴所需要的相对转角也将不同。根据该方式,根据车辆的行驶条件来设定目标相对转角,因此可消除转向输出轴的相对旋转根据情况反而使车辆行为变得不稳定的担心。与这种行驶条件的选定以及与此相应的目标相对转角的设定相关的实用方式,例如可预先基于实验、经验、理论或模拟等并从运动力学观点或人类行为动力学观点适当确定,以与丝毫不进行这种考虑的情况相比一定程度上稳定车辆行为。

[0037] 另外,在该方式中,所述第二设定装置也可以使得所述目标行驶路线的曲率越大则所述转向角的减少量就越减少的方式设定所述目标相对转角。

[0038] 如果站在驾驶员侧的视点,则目标行驶路线的曲率(即,是目标行驶路线的假想半径的倒数,意味着其越大目标行驶越急剧地弯曲)越大,转向盘的操作量自如也就越大,例如若在转向角为0的情况下车辆转弯了,则难以避免产生不适感。这样,通过根据目标行驶路线的曲率来设定目标相对转角,可在不使驾驶员感到不适感的情况下更高精度地进行对目标行驶路线的追随。

[0039] 另外,在该方式中,所述第二设定装置也可以使得所述车辆的速度越高则所述转向角的减少量就越减少的方式设定所述目标相对转角。

[0040] 车辆的速度(以下,酌情称为“车速”)越高,每单位转向角的横向加速度就越大。因此,如果相对于车速固定转向角的减少量,则例如在高车速区域中车辆会脱离目标行驶路线,实际转向方向很可能与需要的转向方向相反。或者,如果避免这样的高车速区域内的问题,则在低车速区域中对目标行驶路线的追随速度可能会下降。即,总之会妨碍车辆行为的稳定。从而,如此通过根据车速设定目标相对转角,可抑制车辆行为变得不稳定,并且可高精度地进行对目标行驶路线的追随。

[0041] 在本发明涉及的车辆的行驶辅助设备的其他方式中,所述第一设定装置设定目标车轮转向角作为所述第一控制目标值,所述第一控制装置基于所述设定的目标车轮转向角来控制所述车轮转向角可变装置,所述第二设定装置以使反作用力转矩被抵消的方式设定目标辅助转矩,作为所述第二控制目标值,所述反作用力转矩是随着基于所述目标车轮转向角对车轮转向角可变装置进行控制而施加至所述转向盘的转矩,所述第二控制装置基于所述设定的目标辅助转矩来控制所述转向转矩辅助装置。

[0042] 根据该方式,设定用于使车辆追随目标行驶路线的目标车轮转向角来作为第一控

制目标值,并基于该设定的目标车轮转向角来控制车轮转向角可变装置。即,与上述的各种方式相反地,车轮转向角可变装置起主系统的功能,来实现对目标行驶路线的追随。

[0043] 这里,当通过车轮转向角可变装置改变车轮转向角时,应有的反作用力转矩施加至可直接或者间接地与转向轮连结的转向输入轴(在作为车轮转向角可变装置的控制对象的转向轮是后轮的情况下,转向输入轴更适宜不与转向轮连结,但作为适宜可承担车辆的通常转向的转向轮的前轮可与转向输入轴连结)。在该反作用力转矩不加载到转向输入轴侧的情况下,以惯性重量和摩擦力等明显比转向盘大的转向系统为支点,转向盘通过该反作用力转矩而向相反方向旋转驱动。此时,如果驾驶员对转向盘进行保持转向,则作为车轮转向角可变装置的动作没有问题,但驾驶员由于受到向与车辆的转弯方向相反的方向作用的反作用力转矩的影响而感到例如尽管向左转动了方向盘但车辆却右转弯等这样的极不自然的转向感。

[0044] 因此,根据该方式,为抑制车辆行为的变动而作用的转向转矩辅助装置基于为抵消施加给该转向盘的反作用力转矩而由第二设定装置设定的作为第二控制目标值的目标辅助转矩被驱动控制,从而至少与丝毫不进行这种反作用力转矩的补偿控制的情况相比可一定程度地降低施加至转向盘的反作用力转矩。或者,理想情况下可完全抵消掉这种反作用力转矩。从而,至少可减轻驾驶员对转向盘保持转向时的不适感,理想情况下,即使在驾驶员完全不进行保持转向的放手状态下,也可使车辆追随目标行驶路线。并且此时,目标辅助转矩说到底是有用于减轻在进行对目标行驶路线的追随时产生的反作用力转矩,对驾驶员根据自身的意识操作转向盘而产生的转向转矩不会产生任何影响。因此也不会导致转向感下降。

[0045] 在设定目标车轮转向角作为第一控制目标值的本发明涉及的车辆的行驶辅助设备的一个方式中,所述转向轮是经由转向输出轴与所述转向输入轴连结的前轮,所述第二设定装置以使得由所述转向输出轴的运动引起的第一部分反作用力转矩、由所述转向转矩辅助装置的运动引起的第二部分反作用力转矩、以及由来自所述转向轮的轴力引起的第三部分反作用力转矩中的至少一部分被抵消的方式设定所述目标辅助转矩。

[0046] 在车轮转向角可变装置起到与对目标行驶路线的追随相关的主系统的功能、并且作为车轮转向角可变装置的车轮转向角控制对象的转向轮是经由转向输出轴与转向输入轴连结的前轮的情况下,上述的反作用力转矩可通过由转向输出轴的运动引起的第一部分反作用力转矩、由转向转矩辅助装置的运动引起的第二部分反作用力转矩、以及由前轮与路面接触而产生的轴力引起的第三部分反作用力转矩来规定。

[0047] 从而,通过以使上述中的至少一部分、优选全部被抵消的方式设定目标辅助转矩,当通过车轮转向角可变装置使车辆追随目标行驶路线时可有效地只降低施加给转向盘的反作用力转矩,在实现车辆行为的稳定化方面在实践上极为有益。

[0048] 在该方式中,所述第二设定装置也可以设定与所述第一部分反作用力转矩对应的目标辅助转矩,以使所述目标辅助转矩包含:(1)第一惯性修正项,所述第一惯性修正项具有与所述转向轮的角加速度相同的符号,并且修正所述转向输出轴的惯性的影响;(2)第一粘性修正项,所述第一粘性修正项具有与所述转向轮的角速度相同的符号,并且修正所述转向输出轴的粘性的影响;以及(3)第一摩擦修正项,所述第一摩擦修正项具有与所述转向轮的角速度相同的符号,并且修正所述转向输出轴的摩擦的影响。

[0049] 第一部分反作用力转矩主要可基于转向输出轴的惯性、粘性以及摩擦来规定。从而可基于这些来准确地确定可抵消第一部分反作用力转矩的目标辅助转矩。

[0050] 另外,在该方式中,所述第二设定装置也可以设定与所述第二部分反作用力转矩对应的目标辅助转矩,以使所述目标辅助转矩包含:(1) 第二惯性修正项,所述第二惯性修正项具有与所述转向轮的角加速度相同的符号,并且修正所述转向转矩辅助装置的惯性的影响;(2) 第二粘性修正项,所述第二粘性修正项具有与所述转向轮的角速度相同的符号,并且修正所述转向转矩辅助装置的粘性的影响;以及(3) 第二摩擦修正项,所述第二摩擦修正项具有与所述转向轮的角速度相同的符号,并且修正所述转向转矩辅助装置的摩擦的影响。

[0051] 第二部分反作用力转矩主要可基于转向转矩辅助装置的惯性、粘性以及摩擦来规定。从而可基于这些来准确地确定可抵消第二部分反作用力转矩的目标辅助转矩。

[0052] 另外,在该方式中,所述第二设定装置也可以考虑所述轴力的响应延迟来设定与第三部分反作用力转矩对应的目标辅助转矩,并使所述目标辅助转矩具有与所述转向角相同的符号。

[0053] 在转向轮的轴力作为反作用力转矩的一个分量实际传递到转向盘之前,存在可根据车辆的行驶条件或车辆构造等确定的时间响应延迟。从而可基于该响应延迟来准确地确定可抵消第三部分反作用力转矩的目标辅助转矩。

[0054] 在设定目标车轮转向角作为第一控制目标值的本发明涉及的车辆的行驶辅助设备其他方式中,所述转向轮是不与所述转向输入轴连结的后轮,所述第二设定装置考虑所述轴力的响应延迟来设定所述目标辅助转矩,所述目标辅助转矩具有与所述转向角不同的符号,以使由来自所述转向轮的轴力引起的反作用力转矩被抵消。

[0055] 在作为车轮转向角可变装置的车轮转向角控制对象的转向轮是不与转向输入轴机械地连结的后轮的情况下(当然,前轮的转向角也优选至少根据驾驶员的通常的转向操作而变化,但在此情况下与车辆对目标行驶路线的追随无关。但是在车轮转向角可变装置的控制对象包括前后轮的情况下,当然可设定与上述的前轮轴力对应的目标辅助转矩),通过考虑可根据车辆的行驶条件或车辆构造等确定的时间响应延迟来准确地确定可抵消作用于转向盘的反作用力转矩的目标辅助转矩。

[0056] 尤其,在如上述将后轮作为控制对象的车轮转向角可变装置被用作与对目标行驶路线的追随相关的主系统的情况下,通过施加来自转向转矩辅助装置的辅助转矩等而应抵消的反作用力转矩中不包含由上述的转向输出轴以及转向转矩辅助装置的运动引起的分量。从而可较简便地进行目标辅助转矩的设定。但是,在前轮和后轮中,相对于转向角所表示的方向的轴力的作用方向是相反的。因此,在该方式中,设定目标辅助转矩,以施加具有与车轮转向角不同的符号的辅助转矩(即,如果是右(左)转向则辅助转矩向左(右)旋转方向作用)。

[0057] 本发明的上述作用以及其他优点可通过以下说明的实施方式将变得更加清楚。

附图说明

[0058] 图 1 是示意性表示本发明第一实施方式涉及的车辆的构成的简要构成图;

[0059] 图 2 是第一实施方式涉及的在图 1 的车辆中进行的 LKA 控制的流程图;

- [0060] 图 3 是第一实施方式涉及的表示目标横向加速度 GYTG 和 LKA 基本目标角 θ LKB 的关系的模式图；
- [0061] 图 4 是第一实施方式涉及的表示曲率 R 和调节增益 K2 的关系的模式图；
- [0062] 图 5 是第一实施方式涉及的 EPS 控制的流程图；
- [0063] 图 6 是第一实施方式涉及的表示 EPS 基本目标转矩 TBASE 和驾驶员转向转矩 MT 的关系的模式图；
- [0064] 图 7 是第一实施方式涉及的 VGRS 控制的流程图；
- [0065] 图 8 是第一实施方式涉及的表示转向传递比 K1 和车速 V 的关系的模式图；
- [0066] 图 9 是本发明第二实施方式涉及的 LKA 控制的流程图；
- [0067] 图 10 是第二实施方式涉及的、表示 LKA 用前轮目标转向角 θ LKA_FR 和目标横向加速度 GYTG 的关系的模式图；
- [0068] 图 11 是第二实施方式涉及的 VGRS 控制的流程图；
- [0069] 图 12 是第二实施方式涉及的表示惯性修正转矩 T1 和转向轮的角加速度的关系模式图；
- [0070] 图 13 是第二实施方式涉及的表示粘性修正转矩 T2 和转向轮的角速度的关系模式图；
- [0071] 图 14 是表示第二实施方式涉及的表示摩擦修正转矩 T3 和转向轮的角加速度的关系模式图；
- [0072] 图 15 是第二实施方式涉及的表示轴力修正转矩 T4 和 LKA 用前轮目标转向角修正值 θ fLKA_FR 的关系的模式图；
- [0073] 图 16 是示意性表示本发明第三实施方式涉及的车辆 30 的基本的构成的简要构成图；
- [0074] 图 17 是第三实施方式涉及的 LKA 控制的流程图；
- [0075] 图 18 是第三实施方式涉及的表示 LKA 用后轮目标转向角 θ LKA_RR 和目标横向加速度 GYTG 的关系的模式图；
- [0076] 图 19 是第三实施方式涉及的表示轴力修正转矩 T5 和 LKA 用后轮目标转向角修正值 θ fLKA_RR 的关系的模式图。
- [0077] FL、FR…车轮、10…车辆、11…转向盘、12…上部转向轴、13…下部转向轴、14…小齿轮、16…转向转矩传感器、17…转向角传感器、18…旋转角传感器、100…ECU、200…VGRS 执行器、300…VGRS 驱动设备、400…EPS 执行器、500…EPS 驱动设备。

具体实施方式

- [0078] 以下，酌情参照附图来说明本发明的车辆的行驶辅助设备涉及的各种实施方式。
- [0079] < 第一实施方式 >
- [0080] < 实施方式的构成 >
- [0081] 首先，参照图 1 来说明本发明第一实施方式涉及的车辆 10 的构成。这里，图 1 是示意性地表示车辆 10 的基本构成的简要构成图。
- [0082] 在图 1 中，车辆 10 包括作为转向轮的左右一对前轮 FL 及 FR，并被构成为能够通过上述前轮转向来向期望的方向行进。车辆 10 包括 ECU100、VGRS 执行器 200、VGRS 驱动设备

300、EPS 执行器 400 以及 EPS 驱动设备 500。

[0083] ECU 100 是包括分别没有图示的 CPU(Central Processing Unit,中央处理器)、ROM(Read Only Memory,只读存储器)及 RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)、并被构成为可控制车辆 10 的整体动作的电子控制单元,是本发明涉及的“车辆的行驶辅助设备”的一个例子。ECU 100 被构成为可按照 ROM 中存储的控制程序来分别执行后述的 LKA 控制、EPS 控制及 VGRS 控制。

[0084] ECU 100 是被构成为作为本发明涉及的“第一设定装置”、“第一控制装置”、“第二设定装置”及“第二控制装置”各自的一个例子而发挥功能的一体的电子控制单元,上述各装置涉及的动作被构成为全部由 ECU100 执行。但是,本发明涉及的上述各装置的物理、机械以及电气构成不限于此,例如上述各装置也可以被构成为多个 ECU、各种处理单元、各种控制器或微机设备等各种计算机系统。

[0085] 在车辆 10 中,驾驶员经由转向盘 11 施加的转向输入被传递给作为轴体的上部转向轴 12,所述上部转向轴 12 以能够同轴旋转地与转向盘 11 连结,并能够与转向盘 11 向同一方向旋转。上部转向轴 12 是本发明涉及的“转向输入轴”的一个例子。上部转向轴 12 在其下游侧的端部与 VGRS 执行器 200 连结。

[0086] VGRS 执行器 200 是包括壳体 201、VGRS 马达 202 以及减速机构 203 的本发明涉及的“车轮转向角可变装置”的一个例子。

[0087] 壳体 201 是容纳 VGRS 马达 202 及减速机构 203 的 VGRS 执行器 200 的框架。上述的上部转向轴 12 的下游侧的端部被固定在壳体 201 上,壳体 201 能够与上部转向轴 12 一体地旋转。

[0088] VGRS 马达 202 是包括作为旋转构件的转子 202a、作为固定构件的定子 202b 以及作为驱动力的输出轴的旋转轴 202c 的 DC 无刷马达。定子 202b 被固定在壳体 201 内部,转子 202a 被保持为可在壳体 201 内部旋转。旋转轴 202c 被固定为可与转子 202a 同轴旋转,其下游侧的端部与减速机构 203 连结。

[0089] 减速机构 203 是具有可差动旋转的多个旋转构件(太阳齿轮、行星齿轮架以及内啮合齿轮)的行星齿轮机构。在该多个旋转构件中,作为第一旋转构件的太阳齿轮与 VGRS 马达 202 的旋转轴 202c 连结,并且作为第二旋转构件的行星齿轮架与壳体 201 连结。并且,作为第三旋转构件的内啮合齿轮与作为本发明涉及的“转向输出轴”的一个例子的下部转向轴 13 连结。

[0090] 根据具有上述构成的减速机构 203,通过与转向盘 11 的操作量相应的上部转向轴 12 的旋转速度(即,与行星齿轮架连结的壳体 201 的旋转速度)、和 VGRS 马达 202 的旋转速度(即,与太阳齿轮连结的旋转轴 202c 的旋转速度)来唯一地确定与作为剩下的一个旋转构件的内啮合齿轮连结的下部转向轴 13 的旋转速度。此时,通过旋转构件彼此间的差动作用来控制 VGRS 马达 202 的旋转速度的增减,能够控制下部转向轴 13 的旋转速度的增减。即,通过 VGRS 马达 202 以及减速机构 203 的作用,上部转向轴 12 和下部转向轴 13 可相对旋转。另外,基于减速机构 203 中的各旋转构件的构成,VGRS 马达 202 的旋转速度在依照根据各旋转构件相互间的齿轮比确定的规定减速比而减速的状态下被传递给下部转向轴 13。

[0091] 这样,在车辆 10 中,通过上部转向轴 12 和下部转向轴 13 可相对旋转,转向传递比可在规定范围内连续变化,该转向传递比是作为上部转向轴 12 的旋转量的转向角 MA 与根

据下部转向轴 13 的旋转量而唯一地确定（也与后述的齿条小齿轮机构的齿轮比相关）的作为转向轮的前轮的转向角 θ_{st} 之比。

[0092] 另外，减速机构 204 不仅是这里例示的行星齿轮机构，也可以具有其他方式（例如，与上部转向轴 12 以及下部转向轴 13 分别连结齿数不同的齿轮，设置与各齿轮局部相连的可挠性齿轮，并且通过经由波形发生器传递的马达转矩使该可挠性齿轮旋转，由此使上部转向轴 12 和下部转向轴 13 相对旋转的方式等），如果是行星齿轮机构，则还可以具有与上述不同的物理方式、机械方式、或机构方式。

[0093] VGRS 驱动设备 300 是被构成为可对 VGRS 马达 202 的定子 202b 通电的、包括 PWM 电路、晶体管电路以及逆变器等的电驱动电路。VGRS 驱动设备 300 与没有图示的蓄电池电连接，被构成为可通过从该蓄电池供应而来的电力向 VGRS 马达 202 供应驱动电压。另外，VGRS 驱动设备 300 与 ECU 100 电连接，并被构成为其动作被 ECU 100 控制。VGRS 驱动设备 300 与 VGRS 执行器 200 一起构成了本发明涉及的“车轮转向角可变装置”的一个例子。

[0094] 下部转向轴 13 的旋转被传递给齿条小齿轮机构。齿条小齿轮机构是包括与下部转向轴 13 的下游侧端部连接的小齿轮 14 以及形成有与该小齿轮的齿轮齿啮合的齿的齿条杆 15 的转向力传递机构，被构成为通过小齿轮 14 的旋转被变换成齿条杆 15 的图中左右方向的运动，转向力经由与齿条杆 15 的两端部连结的转向横拉杆以及转向节（省略附图标记）传递给各转向轮。即，在车辆 10 中，实现了齿条小齿轮式的转向方式。

[0095] EPS 执行器 400 是包括 EPS 马达的本发明涉及的“转向转矩辅助装置”的一个例子，该 EPS 马达是包括作为安装有永久磁铁的旋转构件的没有图示的转子以及作为包围该转子的固定构件的定子的 DC 无刷马达。该 EPS 马达被构成为转子在通过该定子经由 EPS 驱动设备 500 被通电而形成在 EPS 马达内的旋转磁场的作用下旋转，由此能够在其旋转方向上产生辅助转矩 T_A 。

[0096] 另一方面，没有图示的减速齿轮固定在作为 EPS 马达的旋转轴的马达轴上，该减速齿轮还与小齿轮 14 啮合。因此，从 EPS 马达产生的辅助转矩 T_A 起到辅助小齿轮 14 的旋转的辅助转矩的功能。小齿轮 14 如上所述与下部转向轴 13 连结，下部转向轴 13 经由 VGRS 执行器 200 与上部转向轴 12 连结。从而，施加至上部转向轴 12 的驾驶员转向转矩 M_T 以通过辅助转矩 T_A 被适当辅助的形式被传递至齿条杆 15，从而可减轻驾驶员的转向负荷。

[0097] EPS 驱动设备 500 是被构成为可对 EPS 马达的定子通电的、包括 PWM 电路、晶体管电路以及逆变器等的电驱动电路。EPS 驱动设备 500 与没有图示的蓄电池电连接，并被构成为可通过从该蓄电池供应而来的电力向 EPS 马达供应驱动电压。另外，EPS 驱动设备 500 与 ECU 100 电连接，并被构成为其动作被 ECU 100 控制。另外，EPS 驱动设备 500 与 EPS 执行器 400 一起构成了本发明涉及的“转向转矩辅助装置”的一个例子。

[0098] 本发明涉及的“转向力施加装置”的方式不限于这里例示的方式，例如，从 EPS 马达输出的辅助转矩 T_A 可以随着基于没有图示的减速齿轮的旋转速度的减速而直接传递给下部转向轴 13，也可以作为辅助齿条杆 16a 的往复运动的力来施加。即，本发明涉及的转向转矩辅助装置的具体构成不受任意限定，只要从 EPS 马达 400 输出的辅助转矩 T_A 可作为最终使各转向轮转向的转向力的至少一部分提供即可。

[0099] 另一方面，车辆 10 中具有包括转向转矩传感器 16、转向角传感器 17 以及旋转传感器 18 的各种传感器。

[0100] 转向转矩传感器 16 是被构成为可检测从驾驶员经由转向盘 11 施加的驾驶员转向转矩 MT 的传感器。更具体地说,上部转向轴 12 具有被分割为上游部和下游部、并通过没有图示的扭杆相互连结的构成。在该扭杆的上游侧以及下游侧的两端部固定有用于检测旋转相位差的环。该扭杆被构成为根据在车辆 10 的驾驶员操作了转向盘 11 时经由上部转向轴 12 的上游部传来的转向转矩(即,驾驶员转向转矩 MT)而在其旋转方向上扭转,并被构成为能够在产生该扭转的情况下向下游部传递转向转矩。因此,在转向转矩传递时,在上述的用于检测旋转相位差的环彼此间产生旋转相位差。转向转矩传感器 16 被构成为可检测该旋转相位差,并且将该旋转相位差换算成转向转矩并作为与转向转矩 MT 对应的电气信号来输出。另外,转向转矩传感器 16 被构成为与 ECU 100 电连接,并被构成为检测出的转向转矩 MT 被 ECU 100 以固定或不定的周期参照。

[0101] 转向角传感器 17 是被构成为可检测表示上部转向轴 12 的旋转量的转向角 MA 的角度传感器。转向角传感器 17 与 ECU 100 电连接,并被构成为检测出的转向角 MA 被 ECU 100 以固定或不定的周期参照。

[0102] 旋转传感器 18 是被构成为可检测 VGRS 执行器 200 中的壳体 201(即,就旋转角来说与上部转向轴 12 相同)和下部转向轴 13 的旋转相位差 $\Delta \theta$ 的旋转编码器。旋转传感器 18 与 ECU 100 电连接,并且被构成为检测出的旋转相位差 $\Delta \theta$ 被 ECU 100 以固定或不定的周期参照。

[0103] 车速传感器 19 是被构成为可检测作为车辆 10 的速度的车速 V 的传感器。车速传感器 19 与 ECU 100 电连接,并且被构成为检测出的车速 V 被 ECU 100 以固定或不定的周期参照。

[0104] 车载相机 20 是被设置在车辆 10 的车头、并被构成为可拍摄车辆 10 前方的规定区域的摄像装置。车载相机 20 与 ECU 100 电连接,并被构成为拍摄到的前方区域作为图像数据以固定或不定的周期被传送给 ECU 100。ECU 100 可解析该图像数据并获取后述的 LKA 控制所需的各种数据。

[0105] < 实施方式的动作 >

[0106] 以下,酌情参照附图来说明本实施方式的动作。

[0107] 首先,参照图 2 来说明由 ECU 100 执行的 LKA 控制的详细情况。这里,图 2 是 LKA 控制的流程图。LKA 控制是使车辆 10 追随目标行驶路线(车道)的控制,并且是实现车辆 10 具有的行驶辅助系统的一部分的控制。

[0108] 在图 2 中,ECU 100 读取包括车辆 10 所具有的各种开关类的操作信号、各种标志以及与上述各种传感器相关的传感器信号等各种信号(步骤 S101),并且辨别作为预先设置在车辆 10 的车厢内的 LKA 控制启动用的操作按钮被驾驶员操作等的结果的、LKA 模式是否已被选择(步骤 S102)。当 LKA 模式未被选择时(步骤 S102:否),ECU 100 将处理返回到步骤 S101。

[0109] 当 LKA 模式已被选择时(步骤 S102:是),ECU 100 基于从车载相机 20 发送的图像数据来辨别是否检测到规定 LKA 的目标行驶路线的白线(无需是白色)(步骤 S103),当未检测到白线时(步骤 S103:否),由于不能规定目标行驶路线,因此 ECU 100 将处理返回到步骤 S101。另一方面,当检测到白线时(步骤 S103:是),ECU 100 计算使车辆 10 追随目标行驶路线时所需的各种路面信息(步骤 S104)。

[0110] 在步骤 S104 中,计算目标行驶路线的曲率 R(即,半径的倒数)、白线与车辆 10 在横向上的偏差 Y 以及白线与车辆 10 的横摆角偏差 ϕ 。这种向目标行驶路线的追随控制所需的信息的计算方式可应用包括公知的图像识别算法的各种方式,并且与发明的本质部分关联也小,因此这里不涉及。

[0111] 当算出了上述各种路面信息时,ECU 100 计算使车辆 10 追随目标行驶路线所需的目标横向加速度 GYTG(步骤 S105)。另外,目标横向加速度 GYTG 也可按照公知的各种算法或计算式来计算。或者,ECU 100 也可以在 ROM 等理应具有的存储装置中预先保存以上述曲率 R、横向偏差 Y 以及横摆角偏差 ϕ 为参数的目标横向加速度映射图,并通过酌情选择适合的值来计算目标横向加速度 GYTG(这种选择也是计算的一个方式)。

[0112] 在算出目标横向加速度 GYTG 后,处理分成两个系统。即,在一个处理中,ECU 100 计算 LKA 目标辅助转矩 TLK(步骤 S105),将该算出的 LKA 目标辅助转矩 TLK 存储在闪存或 RAM 等可改写的理应具有的存储装置中(步骤 S107)。LKA 目标辅助转矩 TLK 被预先规定在存储于 ROM 中的以目标横向加速度 GYTG 和车速 V 为参数的 LKA 目标辅助转矩映射图中,ECU 100 通过从该映射图中选择适合的数值来计算 LKA 目标辅助转矩 TLK。LKA 目标辅助转矩 TLK 是本发明涉及的“第一控制目标值”的一个例子,并且是“目标辅助转矩”的一个例子。

[0113] 另外,在另一个处理中,ECU 100 基于目标横向加速度 GYTG 来计算 LKA 基本目标角 θ_{LKB} (步骤 S108),接着基于曲率 R 来计算调节增益 K2(步骤 S109)。并且,ECU 100 按照下述(1)式来计算 LKA 修正目标角 θ_{LK} (步骤 S110)。另外,LKA 修正目标角 θ_{LK} 是本发明涉及的“第二控制目标值”的一个例子,并且是本发明涉及的“目标相对转角”的一个例子。在算出 LKA 修正目标角 θ_{LK} 后,ECU 100 将该算出的 LKA 修正目标角 θ_{LK} 存储在 RAM 或闪存等存储装置中(步骤 S111)。

$$[0114] \quad \theta_{LK} = \theta_{LKB} \times K2 \cdots (1)$$

[0115] 这里,参照图 3 来说明目标横向加速度 GYTG 和 LKA 基本目标角 θ_{LKB} 的关系。这里,图 3 是表示目标横向加速度 GYTG 和 LKA 基本目标角 θ_{LKB} 的关系的模式图。

[0116] 在图 3 中,纵轴表示 LKA 基本目标角 θ_{LKB} ,横轴表示目标横向加速度 GYTG。这里,与目标横向加速度 GYTG = 0 相当的原点线的左侧的区域是与车辆左方向对应的目标横向加速度,同样地右侧的区域表示与车辆右方向对应的横向加速度。另外,与 LKA 基本目标角 $\theta_{LKB} = 0$ 相当的原点线的上侧的区域与车辆右方向的转向角对应,同样地下侧的区域与车辆左方向的转向角对应。因此,LKA 基本目标角 θ_{LKB} 具有以该原点线为界对称的特性。LKA 基本目标角 θ_{LKB} 具有除以目标横向加速度 GYTG = 0 附近的死区之外绝对值相对于目标横向加速度 GYTG 线性增加的特性。

[0117] 另一方面,图 3 分别以图示的点划线、虚线以及实线例示了针对车速 $V = V1, V2 (V2 > V1)$ 以及 $V3 (V3 > V2)$ 三种车速 V 的 LKA 基本目标角 θ_{LKB} 的特性。从图示可知,车速越高,越向减少侧设定 LKA 基本目标角 θ_{LKB} 。这是因为车速越高相对于转向角产生的横向加速度的程度就越大的缘故,该设定动作是本发明涉及的“以使得车辆的速度越高则转向角的减少量就越减少的方式设定目标相对转角”动作的一个例子。

[0118] 在 ECU 100 的 ROM 中预先存储有将图 3 所示的关系数值化而成的 LKA 基本目标角映射图(当然,作为参数值的车速 V 更为精细),在步骤 S108 中,从该 LKA 基本目标角映射

图选择适合的值。

[0119] 这里,参照图 4 来说明曲率 R 和调节增益 K2 的关系。这里,图 4 是表示曲率 R 和调节增益 K2 的关系的模式图。

[0120] 在图 4 中,在纵轴表示调节增益 K2,在横轴表示目标行驶路线的曲率 R。因此,越是朝向图中右侧,目标行驶路线就越急剧弯曲(即,急转弯)。如图所示,调节增益 K2 在小于 1 的区域内设定,并且曲率 R 越大(即,越急地转弯)而越小。这是因为曲率越大,越是允许转向盘 11 的转向(从驾驶员来看不会产生不适感),该设定动作是本发明涉及的“以使得目标行驶路线的曲率越大则转向角的减少量就越减少的方式设定目标相对转角”动作的一个例子。

[0121] 另外,在 ECU 100 的 ROM 中预先存储有将图 4 所示的关系数值化而成的调节增益映射图,在步骤 S109 中,从该调节增益映射图选择适合的值。

[0122] 返回到图 2,一旦在步骤 S107 以及步骤 S111 中分别算出 LKA 目标辅助转矩 TLK 以及 LKA 修正目标角 θ_{LK} ,则处理返回到步骤 S101。LKA 控制如上述执行。另一方面,车辆 10 对目标行驶路线的实际的追随动作通过 EPS 控制来实现。这里,参照图 5 来说明 EPS 控制的详细情况。这里,图 5 是 EPS 控制的流程图。在该图中,对于与图 2 重复的部分,标注相同的附图标记,并酌情省略其说明。

[0123] 在图 5 中,ECU 100 在读取各种信号之后(步骤 S101),获取驾驶员转向转矩 MT 以及车速 V(步骤 S201)。接着,ECU 100 基于该获取的驾驶员转向转矩 MT 以及车速 V 来计算 EPS 基本目标转矩 TBASE,该 EPS 基本目标转矩 TBASE 是应从执行器 400 的 EPS 马达输出的辅助转矩 TA 的基本值(步骤 S202)。

[0124] 这里,参照图 6 来说明 EPS 基本目标转矩 TBASE 和驾驶员转向转矩 MT 的关系。这里,图 6 是表示 EPS 基本目标转矩 TBASE 和驾驶员转向转矩 MT 的关系的模式图。

[0125] 在图 6 中,在纵轴表示 EPS 基本目标转矩 TBASE,在横轴表示驾驶员转向转矩 MT。与驾驶员转向转矩 $MT = 0$ 相当的原点线的左侧的区域与向车辆左侧的转向操作对应,同样地右侧的区域与向车辆右侧的转向操作对应。因此,图中 EPS 基本目标转矩 TBASE 具有以该原点线为界对称的特性。

[0126] 另一方面,图 6 分别以图示的实线、虚线以及点划线例示了针对车速 $V = V_1, V_2 (V_2 > V_1)$ 以及 $V_3 (V_3 > V_2)$ 三种车速 V 的 EPS 基本目标转矩 TBASE 的特性。由图示可知,车速越高,越向减少侧设定 EPS 基本目标转矩 TBASE。这是因为车速越高用于获得必要的横向加速度的转向角就越小的缘故,通过在高车速侧增大转向盘 11 转向所需的力(即是方向盘重的状态),能够防止驾驶员过度操作,可使车辆 10 的行为变稳定。在 ECU 100 的 ROM 中预先存储有将图 6 所示的关系数值化而成的 EPS 基本目标转矩映射图(当然,作为参数值的车速 V 更为精细),在步骤 S202 中,从该 EPS 基本目标转矩映射图选择适合的值。

[0127] 返回到图 5, ECU 100 基于在步骤 S202 中算出的 EPS 基本目标转矩 TBASE 和先前算出并存储的 LKA 目标辅助转矩 TLK,按照下述(2)式计算 EPS 最终目标转矩 TTG(步骤 S203)。

[0128] $TTG = TBASE + TLK \cdots (2)$

[0129] 在算出 EPS 最终目标转矩 TTG 后,ECU 100 基于该算出的 EPS 最终目标转矩 TTG 来控制 EPS 驱动设备 500,从 EPS 执行器 400 的 EPS 马达输出与该 EPS 最终目标转矩 TTG 对应

的辅助转矩 TA (步骤 S204)。在执行步骤 S204 后,处理返回到步骤 S101。

[0130] 如此,在本实施方式中,EPS 执行器 400 起到用于使车辆 10 追随目标行驶路线的主系统的功能,除了与驾驶员的转向操作对应的通常的辅助转矩以外,还输出用于使车辆 10 追随目标行驶路线的 LKA 目标辅助转矩 TLK。

[0131] 另一方面,由于 EPS 执行器 400 不改变转向盘 11 的转向角和转向轮的转向角的关系,因此当通过从 EPS 执行器 400 施加辅助转矩来进行对目标行驶路线的追随时,转向盘 11 根据车轮转向角的变化而与驾驶员的意思无关地被转向。因此,驾驶员会感到不适感,可能会诱发驾驶员侧不需要的转向操作。因此,在本实施方式中,通过 VGRS 控制来补偿如上述那样通过 EPS 执行器 400 使车辆 10 追随目标行驶路线时的行为变化。

[0132] 这里,参照图 7 来说明 VGRS 控制的详细情况。这里,图 7 是 VGRS 控制的流程图。在该图中,对于与图 2 重复的部分,标注相同的附图标记,并酌情省略其说明。

[0133] 在图 7 中,在读取各种信号后(步骤 S101),ECU 100 获取车速 V 以及转向角 MA (步骤 S301),并且基于获取的这些值按照下述 (3) 式来计算 VGRS 基本目标角 θ_{VG} ,该 VGRS 基本目标角 θ_{VG} 是相对于作为上部转向轴 12 的转角的转向角 MA 的、下部转向轴 13 的相对转角的基本值(步骤 S302)。

$$[0134] \quad \theta_{VG} = K1 \times MA \cdots (3)$$

[0135] 在上述式 (3) 中,K1 是规定相对于转向角 MA 的下部转向轴 13 的转角的转向传递比,并且是根据车速 V 可变的数值。这里,参照图 8 来说明转向传递比 K1 和车速 V 的关系。这里,图 8 是表示转向传递比 K1 和车速 V 的关系的模式图。

[0136] 在图 8 中,转向传递比 K1 在中车速区域的车速 V_{th} 下为 0 (即,上部转向轴 12 和下部转向轴 13 的旋转比为 1 : 1),在车速低于 V_{th} 的一侧大于 0,在车速高于 V_{th} 的一侧小于 0。即,被构成为越向低车速侧,就越能够以小的转向角得到大的车轮转向角。这是因为如上所述车速越高相对于与车轮转向角的横向加速度就越大的缘故。

[0137] 返回到图 7,ECU 100 还基于该算出的 VGRS 基本目标角 θ_{VG} 和先前算出并存储的 LKA 修正目标角 θ_{LK} ,按照式 (4) 来计算 VGRS 最终目标角 θ_{TGF} (步骤 S303)。

$$[0138] \quad \theta_{TGF} = \theta_{VG} + \theta_{LK} \cdots (4)$$

[0139] 在算出 VGRS 最终目标角 θ_{TGF} 后,ECU 100 基于该算出的 VGRS 最终目标角 θ_{TGF} 来控制 VGRS 驱动设备 300,使 VGRS 执行器 200 的 VGRS 马达 202 旋转与该 VGRS 最终目标角 θ_{TGF} 对应的量(步骤 S304)。在执行步骤 S304 后,处理返回到步骤 S101。

[0140] 这样,根据本实施方式涉及的 VGRS 控制,由于对通常的 VGRS 的目标角另外附加 LKA 修正目标角 θ_{LK} ,因此可抑制通过之前的 EPS 控制来使车辆 10 追随目标行驶路线时的转向角 MA 的变化。因此,能够减轻带给驾驶员的不适感,能够减轻驾驶员的心理负担,从而能够使车辆 10 的行为稳定。

[0141] 另一方面,鉴于如上转向角 MA 的变化通过 LKA 修正目标角 θ_{LK} 被抑制的这一点,在本实施方式涉及的 VGRS 控制中,当降低转向角 MA 时无需改变下部转向轴 13 的转角相对于转向角 MA 的变化特性(即,转向传递比 K1)。因此,无需通过增大转向传递比 K1 来降低由通过 EPS 控制而产生的车轮转向角的变化带给转向角的影响,还可恰当地解决在采用上述的增大转向传递比 K1 的措施时所产生的、相对于驾驶员转向的车轮转向角变化的增加导致车辆行为不稳定的问题。进一步地说,鉴于可通过 LKA 修正目标角 θ_{LK} 来抑制转向角 MA

的变化的的这一点,也可以与不进行这种对目标行驶路线的追随的场合相比减少转向传递比 $K1$,从而在 LKA 控制的执行期间进一步降低驾驶员的转向操作带给车轮转向角的影响。

[0142] < 第二实施方式 >

[0143] 接着,在本发明的第二实施方式中,对与第一实施方式不同的 LKA 控制进行说明。首先,参照图 9 来说明本实施方式涉及的 LKA 控制的详细情况。这里,图 9 是第二实施方式涉及的 LKA 控制的流程图。另外,在该图中,对于与图 2 重复的部分,标注相同的附图标记,并酌情省略其说明。并且,假定第二实施方式涉及的车辆构成与第一实施方式涉及的车辆 10 相同。

[0144] 在图 9 中,在算出目标横向加速度 $GYTG$ 后(步骤 S105),ECU 100 基于该算出的目标横向加速度 $GYTG$ 来计算 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} (步骤 S401)。在算出 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 后,ECU 100 将算出的 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 存储在应有的存储装置中(步骤 S402)。另外,LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 是本发明涉及的“第一控制目标值”的其他的一个例子。

[0145] 这里,参照图 10 来说明 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 和目标横向加速度 $GYTG$ 的关系。这里,图 10 是表示 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 和目标横向加速度 $GYTG$ 的关系的模式图。

[0146] 在图 10 中,LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 在左转弯时和右转弯时具有同样的特性,成为除了目标横向加速度 $GYTG = 0$ 附近的死区区域以外基本上相对于目标横向加速度 $GYTG$ 线性增加的增加函数。

[0147] 另外,图 10 作为一个例子分别以图示的实线、虚线以及点划线示出了针对车速 $V1$ 、 $V2$ ($V2 > V1$) 以及 $V3$ ($V3 > V2$) 的 LKA 用前轮目标角 θ_{LKA_FR} 的特性。如图所示,在目标横向加速度 $GYTG$ 固定的情况下,车速越高,LKA 用前轮目标角 θ_{LKA_FR} 被设定得越小。

[0148] 另外,在 ECU 100 的 ROM 中预先存储有将图 10 所示的关系数值化而成的 LKA 用前轮目标转向角映射图,在步骤 S401 中,从该 LKA 用前轮目标角映射图选择适合的值。

[0149] 这里,参照图 11 来说明第二实施方式涉及的 VGRS 控制的详细情况。这里,图 11 是第二实施方式涉及的 VGRS 控制的流程图。另外,在该图中,对于与图 7 重复的部分,标注相同的附图标记,并酌情省略其说明。

[0150] 在图 11 中,在算出 VGRS 基本目标角 θ_{VG} 后,ECU 100 基于在 LKA 控制中算出并存储的 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 来计算与第一实施方式相同的 LKA 修正目标角 θ_{LK} (步骤 S501)。这里,在本实施方式中,采用将 VGRS 执行器 200 作为主系统而使车辆 10 追随目标行驶路线的构成。因此,需要将作为转向轮的各前轮的转向操作角换算为 LKA 修正目标角 θ_{LK} 。步骤 S501 涉及的处理相当于该换算处理,该 LKA 修正目标角 θ_{LK} 基于齿条小齿轮机构的齿轮比作为数值计算处理的结果而被算出。

[0151] 在基于 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 来算出 LKA 修正目标角 θ_{LK} 后,ECU 100 与第一实施方式同样地计算 VGRS 最终目标角 TGF (步骤 S303),驱动 VGRS 马达 202(步骤 S304)。第二实施方式涉及的 VGRS 控制被如上执行。这样,在第二实施方式中,通过 VGRS 执行器 200 的转向角控制能够使车辆 10 追随目标行驶路线。

[0152] 另一方面,VGRS 执行器 200 与 EPS 执行器 400 不同,被设置在上部转向轴 12 和下部转向轴 13 的连结部位,并且不处于固定在车辆车身 10 上的状态。因此,如果在驾驶

员不对转向盘 11 进行保持转向的放手状态下进行相当于上述的 LKA 修正目标角 θ_{LK} 的转向角控制,则由于来自下部转向轴 13、EPS 执行器 400、或转向轮的反作用力转矩,代替转向轮的旋转,导致转向盘 11 向与作为本来目标的车轮转向角方向相反的方向转向。或者,即使处于保持转向状态,驾驶员也会感到如转向盘 11 通过该反作用力而向与车辆 10 的转弯方向相反的方向转动那样的不适感。因此,在本实施方式中,通过 EPS 控制来补偿通过上述车轮转向角控制追随目标行驶路线时产生的反作用力转矩的影响。

[0153] 返回到图 9,在算出 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 后,ECU 100 计算惯性修正转矩 T1,该惯性修正转矩 T1 修正这种反作用力转矩中由下部转向轴 13 以及 EPS 执行器 400 的惯性引起的分量(步骤 S403)。另外,惯性修正转矩 T1 相当于本发明涉及的“第一惯性修正项”以及“第二惯性修正项”的和,基于转向轮的角加速度而被设定。转向轮的角加速度是转向角的二次微分值,此时的转向角是通过 VGRS 控制实现的 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 。

[0154] 另外,ECU 100 与惯性修正转矩 T1 的计算并行地计算粘性修正转矩 T2,该粘性修正转矩 T2 修正这种反作用力转矩中由下部转向轴 13 以及 EPS 执行器 400 的粘性引起的分量(步骤 S404),并且计算摩擦修正转矩 T3,该摩擦修正转矩 T3 修正这种反作用力转矩中由下部转向轴 13 以及 EPS 执行器 400 的摩擦引起的分量(步骤 S405)。另外,粘性修正转矩 T2 相当于本发明涉及的“第一粘性修正项”以及“第二粘性修正项”的和,摩擦修正转矩 T3 相当于本发明涉及的“第一摩擦修正项”以及“第二摩擦修正项”的和。这些转矩是基于转向轮的角速度而被设定。转向轮的角速度是通过 VGRS 控制实现的 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 的微分值。

[0155] ECU 100 还与上述修正转矩的计算并行地计算轴力修正转矩 T4,该轴力修正转矩 T4 修正这种反作用力转矩中的由来自作为转向轮的前轮的轴力引起的分量(步骤 S406)。轴力修正转矩 T4 相当于本发明涉及的“与第三部分反作用力转矩对应的目标辅助转矩”的一个例子,基于转向轮的角度、即转向角而被设定。另外,来自转向轮的轴力与对应于上述惯性、粘性以及摩擦的各项不同,基于车辆 10 的构成,迟于转向轮被转向了的时间点到达至转向盘 11。因此,如果不考虑这种车辆运动来确定轴力修正转矩 T4,轴力修正转矩 T4 就会相对于应抵消的轴力分量而过剩或不足,未必能够充分地减少反作用力转矩。因此,当计算轴力修正转矩 T4 时,ECU 100 对 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 执行考虑了该时间响应的滤波处理,计算出 LKA 用前轮目标转向角修正值 θ_{fLKA_FR} 。轴力修正转矩 T4 基于该 LKA 用前轮目标转向角修正值 θ_{fLKA_FR} 而被设定。

[0156] 在经过步骤 S403、S404、S405 以及 S406 后,ECU 100 按照下述 (5) 式计算 LKA 目标辅助转矩 TLK(步骤 S407)。在第二实施方式涉及的 EPS 控制中,只是该 LKA 目标辅助转矩 TLK 与第一实施方式不同,因此省略图示。另外,本实施方式涉及的 LKA 目标辅助转矩 TLK 是本发明涉及的“第二控制目标值”的一个例子,并且是“目标辅助转矩”的一个例子。

[0157] $TLK = T1+T2+T3+T4 \dots (5)$

[0158] 这里,酌情参照图 12 至图 15 来说明各修正转矩的特性。这里,图 12 是表示惯性修正转矩 T1 和转向轮的角加速度的关系的模式图,图 13 是表示粘性修正转矩 T2 和转向轮的角速度的关系的模式图,图 14 是表示摩擦修正转矩 T3 和转向轮的角加速度的关系的模式图,图 15 是表示轴力修正转矩 T4 和 LKA 用前轮目标转向角修正值 θ_{fLKA_FR} 的关系的

模式图。

[0159] 在图 12 中,纵轴表示惯性修正转矩 T_1 ,在横轴表示转向轮的角加速度 θ_{LKA_FR}'' (其中,“''”表示二次微分处理)。如图所示,惯性修正转矩 T_1 在右转弯时和左转弯时具有对称的特性,并具有除了 $\theta_{LKA_FR}'' = 0$ 附近的死区区域和饱和区域以外相对于 θ_{LKA_FR}'' 线性增加的特性。

[0160] 在图 13 中,在纵轴表示粘性修正转矩 T_2 ,在横轴表示转向轮的角速度 θ_{LKA_FR}' (其中,“'”表示微分处理)。如图所示,粘性修正转矩 T_2 具有在右转弯时和左转弯时对称的特性,并具有除了 $\theta_{LKA_FR}' = 0$ 附近的死区区域和饱和区域以外相对于 θ_{LKA_FR}' 线性增加的特性。

[0161] 在图 14 中,在纵轴表示摩擦修正转矩 T_3 ,在横轴表示转向轮的角速度 θ_{LKA_FR}' 。如图所示,摩擦修正转矩 T_3 具有在右转弯时和左转弯时对称的特性,并且除了 $\theta_{LKA_FR}' = 0$ 附近的死区区域以外相对于 θ_{LKA_FR}' 采用恒定值。

[0162] 在图 15 中,在纵轴表示轴力修正转矩 T_4 ,在横轴表示 LKA 用前轮目标转向角修正值 θ_{fLKA_FR} 。如图所示,轴力修正转矩 T_4 具有在右转弯时和左转弯时对称的特性,并具有除了 $\theta_{fLKA_FR} = 0$ 附近的死区区域和饱和区域以外相对于 θ_{fLKA_FR} 线性增加的特性。

[0163] 另外,图 15 作为一个例子分别以图示的实线、虚线以及点划线示出了针对车速 V_1 、 V_2 ($V_2 > V_1$) 以及 V_3 ($V_3 > V_2$) 的轴力修正转矩 T_4 的特性。如图所示,在 LKA 用前轮目标转向角修正值 θ_{fLKA_FR} 固定的情况下,车速越高,轴力修正转矩 T_4 被设定得越大。

[0164] 另外,ECU 100 的 ROM 中预先存储有将图 12 至图 15 所示的关系数值化而成的修正转矩映射图,在上述各步骤中,从该轴力修正转矩映射图选择适合的值。如上所述,根据本实施方式,通过 VGRS 执行器 200 的转向角控制,作为转向轮的前轮的转向角被控制为 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} ,因此能够使车辆 10 恰当地追随目标行驶路线。另一方面,在进行这种转向角控制时转向盘 11 上所产生的反作用力转矩通过从 EPS 执行器 400 输出各种修正转矩 $T_1 \sim T_4$ 而被降低,理想情况下被抵消掉,其中各种修正转矩 $T_1 \sim T_4$ 包括与作为转向系统的下臂轴 13 的惯性、粘性以及摩擦相当的分量、与 EPS 执行器 400 的惯性、粘性以及摩擦相当的分量以及修正考虑了车辆运动的转向轮的轴力的分量。因此,驾驶员在 LKA 控制期间无需对转向盘 11 进行保持转向,并且就算进行保持转向,也不会感到由上述反作用力转矩引起的转向感的下降。从而,不会导致对转向盘 11 多余的转向操作,能够稳定地维持车辆 10 的行为。

[0165] 另外,在本实施方式中,转向轮的转向角被当做与作为车轮转向角目标值的 LKA 用前轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 相同。但在两者之间存在由 VGRS 执行器 200 的传递特性引起的以及由 ECU 100 和其他设备之间的通信速度引起的时间偏差。如果考虑该时间偏差,则作为计算上述各种修正转矩 $T_1 \sim T_4$ 时的转向角,使用作为目标值的 θ_{LKA_FR} 是合理可行的。但是,当具有直接检测车轮转向角的车轮转向角传感器等时,当然可以基于转向轮的转向角本身来计算上述修正转矩,毋庸置疑,此情况下实践上不会产生任何问题。

[0166] < 第三实施方式 >

[0167] 接着,对本发明的第三实施方式进行说明。首先,参照图 16 来说明本实施方式涉及的车辆 30 的构成。这里,图 16 是示意性地示出车辆 30 的基本构成的简要构成图。另外,在该图中,对于与图 1 重复的部分,标注相同的附图标记,并酌情省略其说明。

[0168] 在图 16 中, 车辆 30 不同于第一以及第二实施方式涉及的车辆 10 的构成在于: 其不具有使转向盘 11 的转向角 MA 和前轮转向角的关系可变的 VGRS 执行器 200 及其相关设备, 代替之包括可使后轮 RL 以及 RR 转向的 ARS 600。即, 在本实施方式中, 后轮起到本发明涉及的“转向轮”的功能。但是, 前轮显然与转向盘 11 连结, 在通常的意义下当然是转向轮。

[0169] ARS 600 包括没有图示的动力缸以及对动力缸施加图示左右方向的往复驱动力的执行器, 通过从该执行器施加的驱动力来使得与该动力缸的两端连结的下部转向杆 31 在左右方向上驱动规定量, 从而可改变后轮的转向角。另外, 可使后轮转向的车辆构成不限于图示的构成, 也可以采用公知的各种方式。

[0170] 在车辆 30 中, 通过 ECU 100 执行 LKA 控制。这里, 参照图 17 来说明第三实施方式涉及的 LKA 控制的详细情况。这里, 图 17 是第三实施方式涉及的 LKA 控制的流程图。另外, 在该图中, 对于与图 2 重复的部分, 标注相同的附图标记, 并酌情省略其说明。

[0171] 在图 17 中, 在算出目标横向加速度 GYTG 后, ECU 100 基于该算出的目标横向加速度 GYTG 来计算 LKA 用后轮目标转向角 θ_{LKA_RR} (步骤 S601), 并且将其存储 (步骤 S602)。这里, 参照图 18 来说明目标横向加速度 GYTG 和 LKA 用后轮目标转向角 θ_{LKA_RR} 的关系。这里, 图 18 是表示 LKA 用后轮目标转向角 θ_{LKA_RR} 和目标横向加速度 GYTG 的关系的模式图。

[0172] 在图 18 中, LKA 用后轮目标转向角 θ_{LKA_RR} 具有在左转弯时和右转弯时同样的特性, 并且成为除了目标横向加速度 GYTG = 0 附近的死区区域以外基本相对于目标横向加速度 GYTG 线性增加的增加函数。但是, 后轮的转向操作方向与前轮相反, LKA 用后轮目标转向角 θ_{LKA_RR} 与图 10 所示的 LKA 用后轮目标转向角 θ_{LKA_FR} 不同, 在左 (右) 转弯时被设定为右 (左) 转向方向。

[0173] 另外, 图 18 作为一个例子分别以图示的实线、虚线以及点划线表示针对车速 V1、V2 (V2 > V1) 以及 V3 (V3 > V2) 的 LKA 用后轮目标角 θ_{LKA_RR} 的特性。如图所示, 在目标横向加速度 GYTG 固定的情况下, 车速越高, LKA 用后轮目标角 θ_{LKA_RR} 被设定得越小。这是因为与前转向同样地车速越高相对于转向角的横向加速度就越大的缘故。

[0174] 另外, ECU 100 的 ROM 中预先存储有将图 18 所示的关系数值化而成的 LKA 用后轮目标转向角映射图, 在步骤 S601 中, 从该 LKA 用后轮目标转向角映射图选择适合的。另外, 后轮的转向操作方向和前轮的转向操作方向的关系在例如根据车速而在同相和反相间转换时可参照图 10 和图 18 中适合的一个关系。

[0175] 返回到图 17, ECU 100 基于该 LKA 用后轮目标转向角 θ_{LKA_RR} 来计算出修正由来自后轮的轴力引起的反作用力转矩的轴力修正转矩 T5 (步骤 S603), 将该轴力修正转矩 T5 设定为 LKA 目标辅助转矩 TLK (步骤 S604)。来自后轮的轴力也与前轮同样地基于车辆 10 的构成而迟于被转向操作了的时间点而到达至转向盘 11。因此, 如果不考虑这种车辆运动来确定轴力修正转矩 T5, 轴力修正转矩 T5 就会相对于应抵消的轴力分量而过剩或不足, 未必能够充分地减少反作用力转矩。因此, 当计算轴力修正转矩 T5 时, ECU 100 对 LKA 用后轮目标转向角 θ_{LKA_RR} 执行考虑了该时间响应的滤波处理, 并计算出 LKA 用后轮目标转向角修正值 θ_{fLKA_RR} 。轴力修正转矩 T5 基于该 LKA 用后轮目标转向角修正值 θ_{fLKA_RR} 而被设定。

[0176] 这里,参照图 19 来说明轴力修正转矩 T5 和 LKA 用后轮目标转向角修正值 $\theta_{\text{fLKA_RR}}$ 的关系。这里,图 19 是表示轴力修正转矩 T5 和 LKA 用后轮目标转向角修正值 $\theta_{\text{fLKA_RR}}$ 的关系的模式图。另外,在该图中,对于与图 15 重复的部分,标注相同的附图标记,并酌情省略其说明。

[0177] 在图 19 中,在纵轴表示轴力修正转矩 T5,在横轴表示 LKA 用后轮目标转向角修正值 $\theta_{\text{fLKA_RR}}$ 。如图所示,轴力修正转矩 T5 具有在右转弯时和左转弯时对称的特性,并且具有除了 $\theta_{\text{fLKA_RR}} = 0$ 附近的死区区域和饱和区域以外相对于 $\theta_{\text{fLKA_RR}}$ 线性增加的特性。但是,如上所述,后轮的转向操作方向与车辆的转弯方向相反,轴力修正转矩 T5 也成为与图 15 所示的轴力修正转矩 T4 对称的特性。

[0178] 另外,图 19 作为一个例子分别以图示的实线、虚线以及点划线表示针对车速 V1、V2 ($V2 > V1$) 以及 V3 ($V3 > V2$) 的轴力修正转矩 T5 的特性。如图所示,在 LKA 用后轮目标转向角修正值 $\theta_{\text{fLKA_RR}}$ 固定的情况下,车速越高,轴力修正转矩 T5 被设定得越大。这是因为如果车轮转向角固定则车速越高横向加速度就越大的缘故。

[0179] 另外,在 ECU 100 的 ROM 中预先存储有将图 19 所示的关系数值化而成的轴力修正转矩映射图,在步骤 S603 中,从该轴力修正转矩映射图选择适合的值。

[0180] 如上所述,根据本实施方式,即使在目标行驶路线的追随中利用了后轮的转向角控制的情况下,通过抵消作用于转向轴 11 的反作用力转矩,也可抑制车辆的行为变得不稳定并且恰当地实现对目标行驶路线的追随。

[0181] 另外,上述第一及第二实施方式与上述第三实施方式涉及的车辆构成并非不可兼容的,例如也可以组合第二实施方式和第三实施方式通过前后轮的转向角控制来实现对目标行驶路线的追随。即,在此情况下,可将轴力修正转矩 T4 以及 T5 这两者反映到 LKA 目标辅助转矩 TLK 中。

[0182] 本发明不限于上述的实施例,可在不违反从整个权利要求书以及说明书读取的发明的要旨或思想的范围内适当进行改变,经这种改变后的车辆的转向辅助设备装也包含在本发明的技术范围内。

[0183] 产业上的可利用性

[0184] 本发明例如可利用于用于使车辆追随目标行驶路线的车辆的行驶辅助设备。

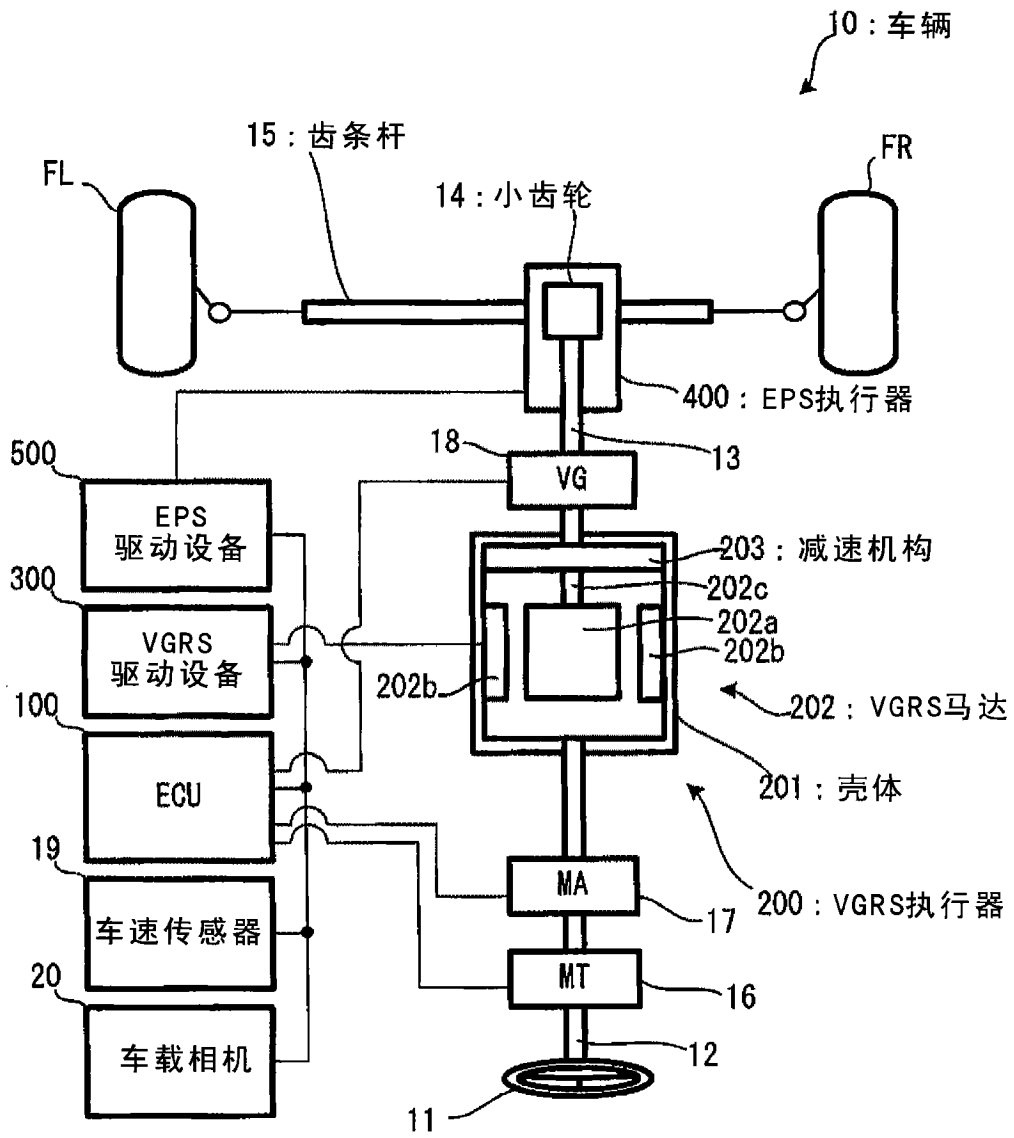


图 1

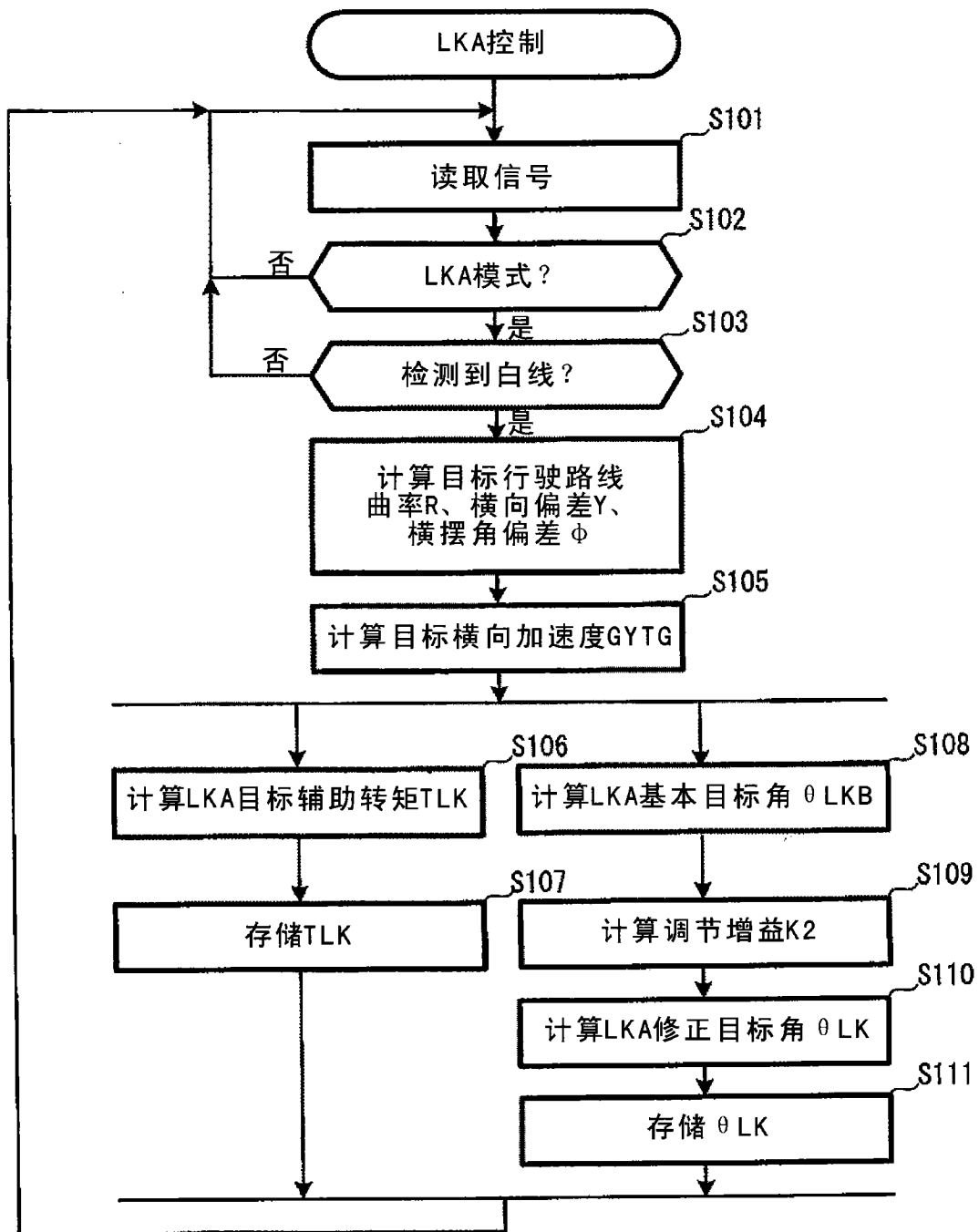


图 2

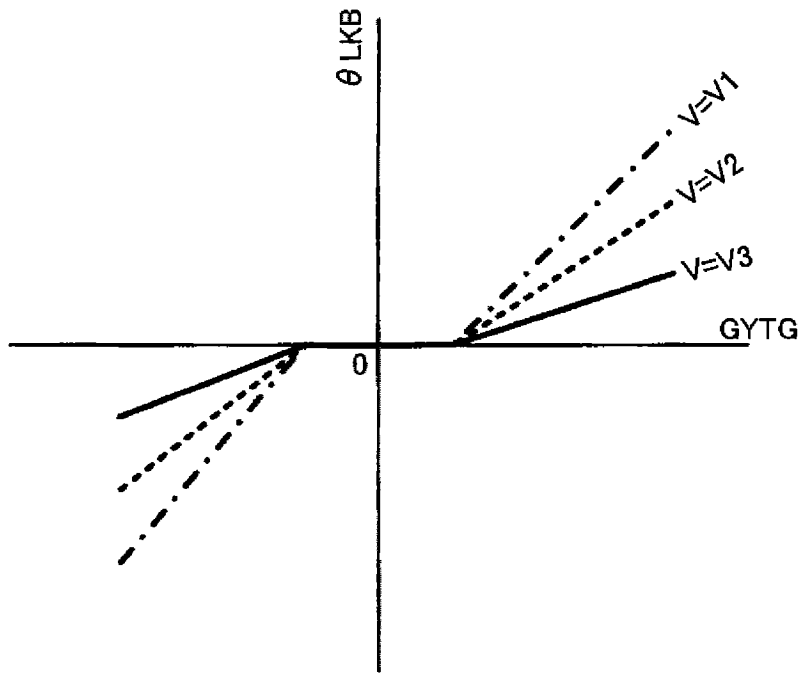


图 3

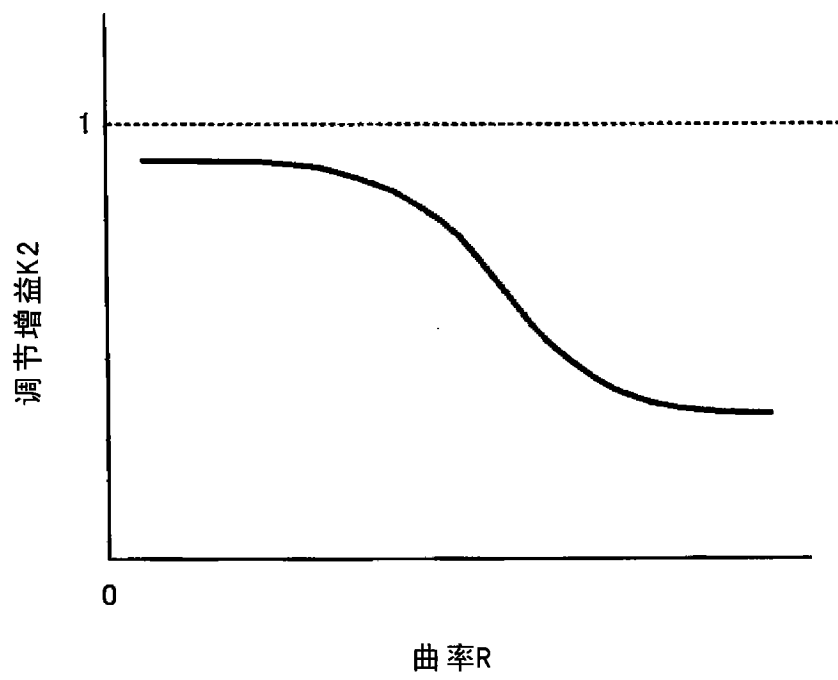


图 4

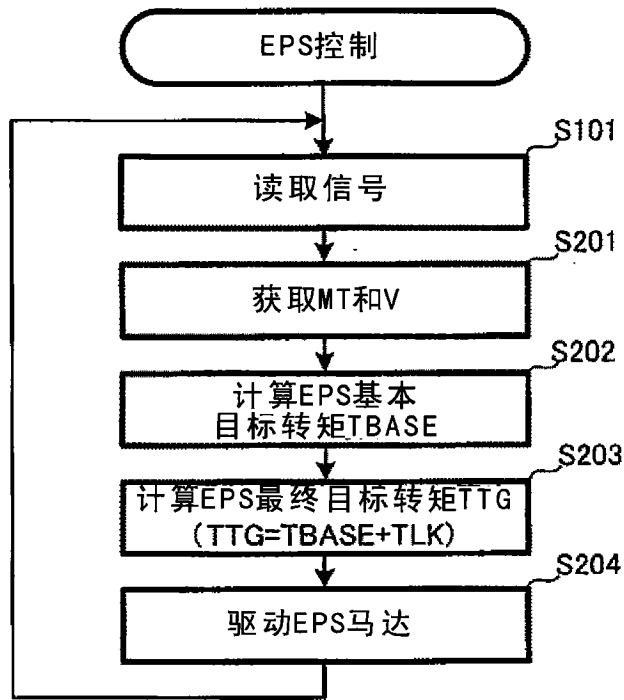


图 5

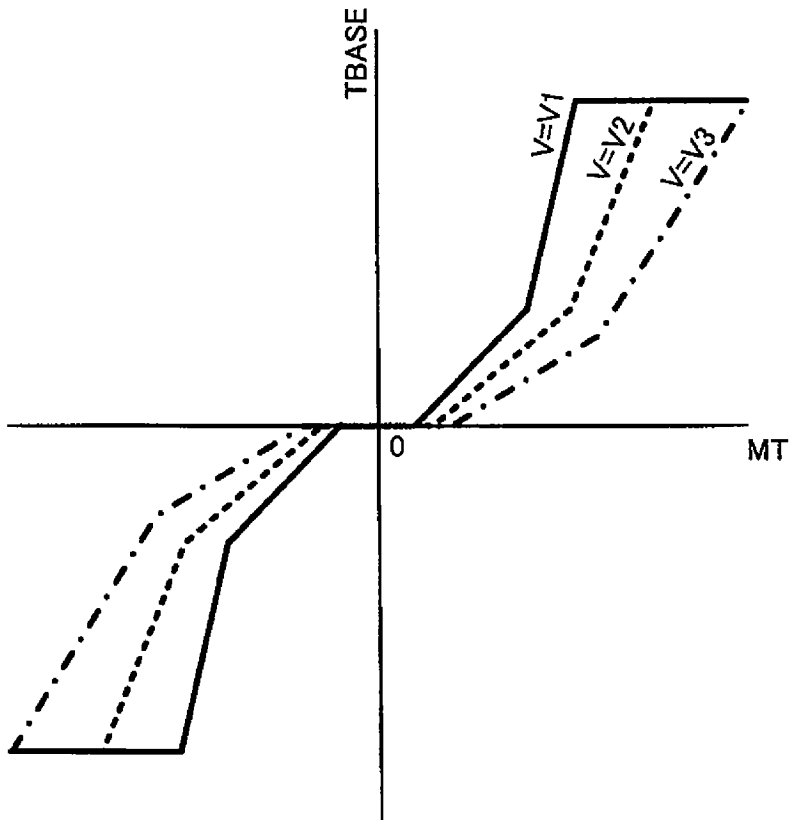


图 6

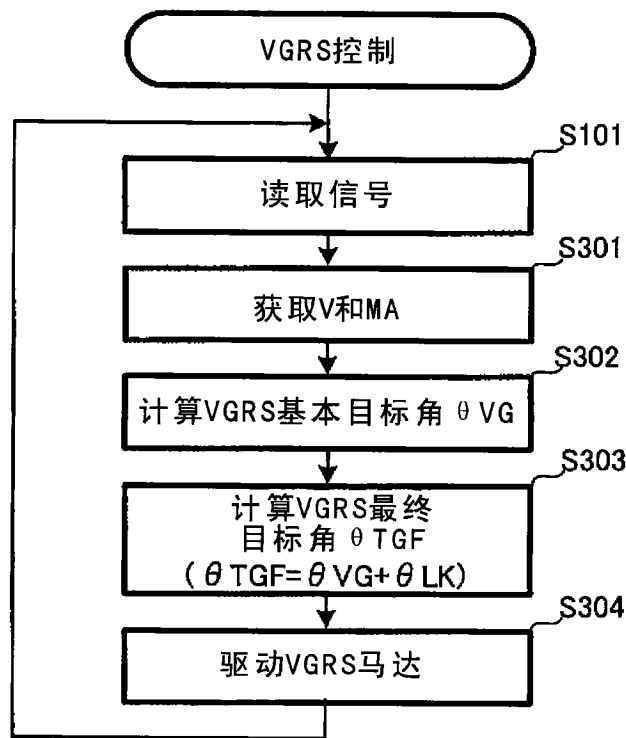


图 7

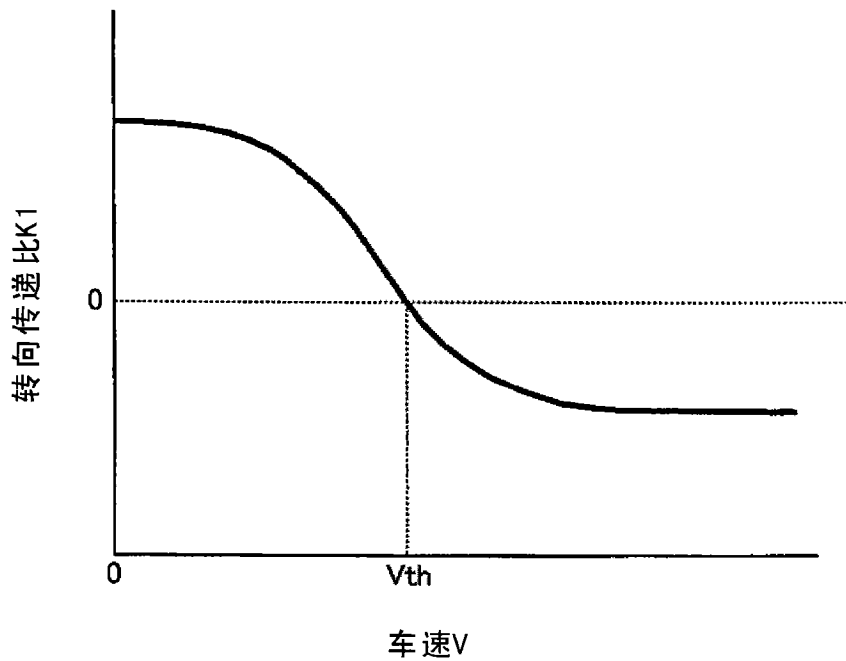


图 8

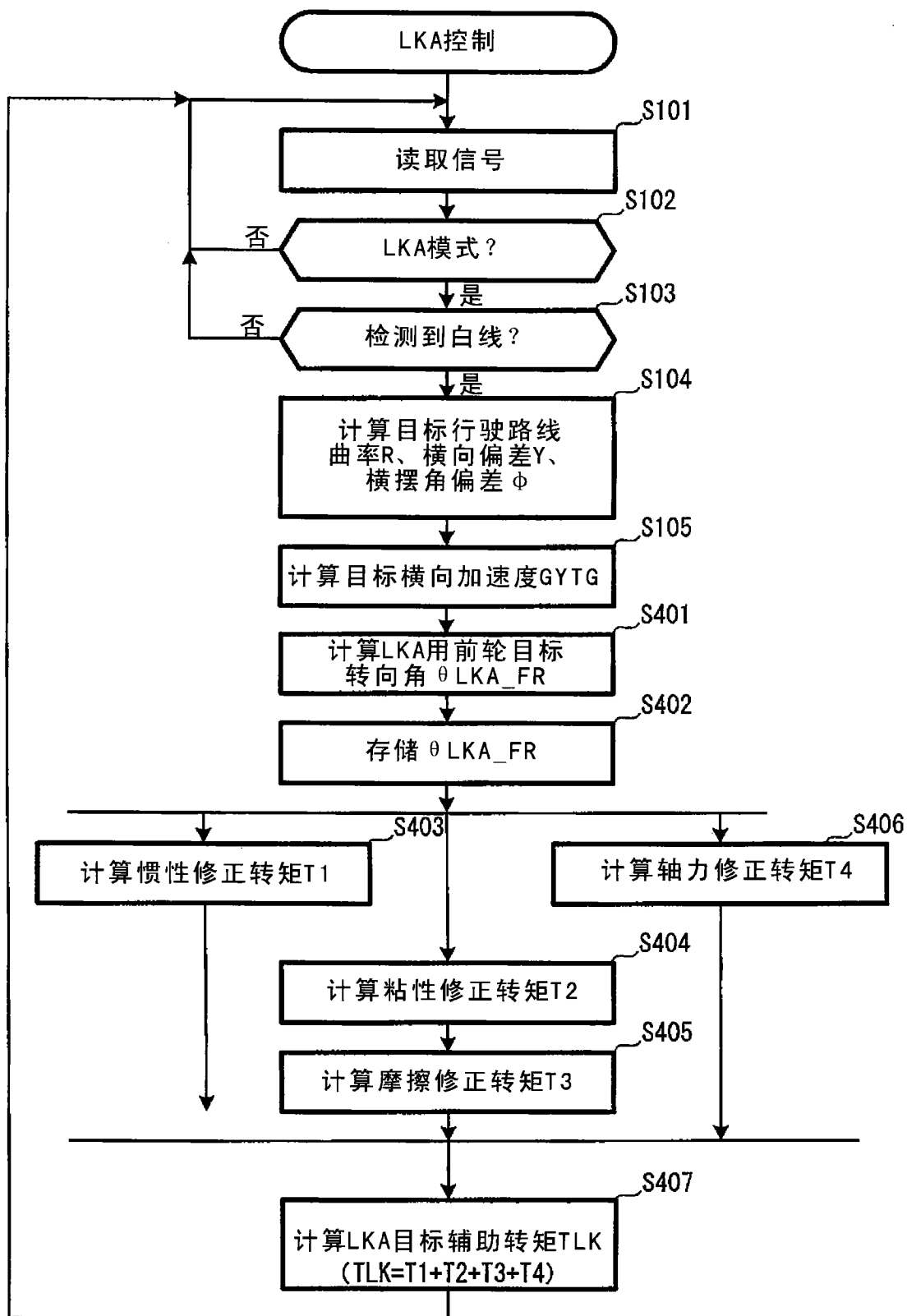


图 9

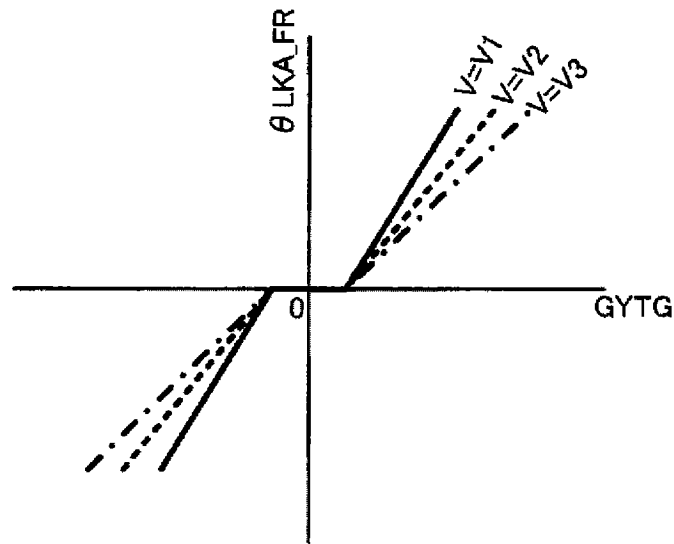


图 10

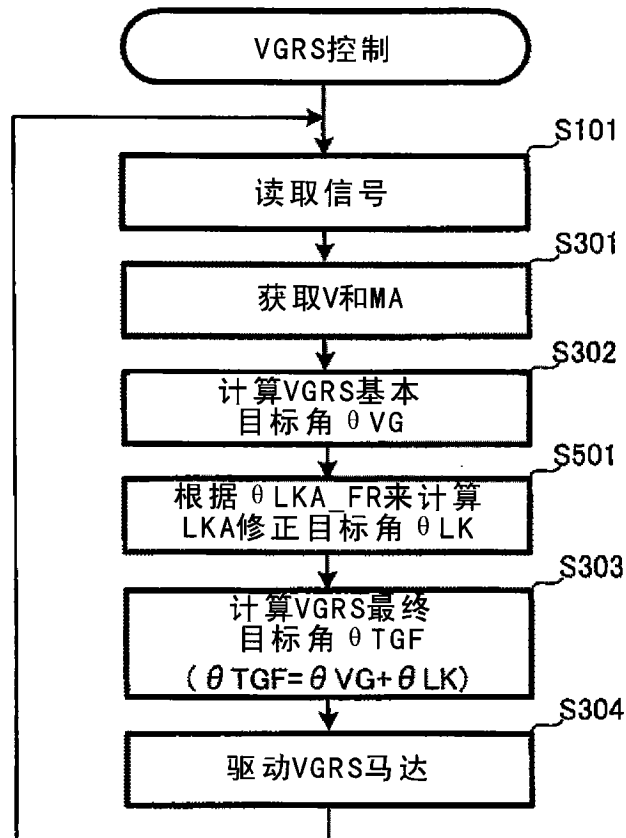


图 11

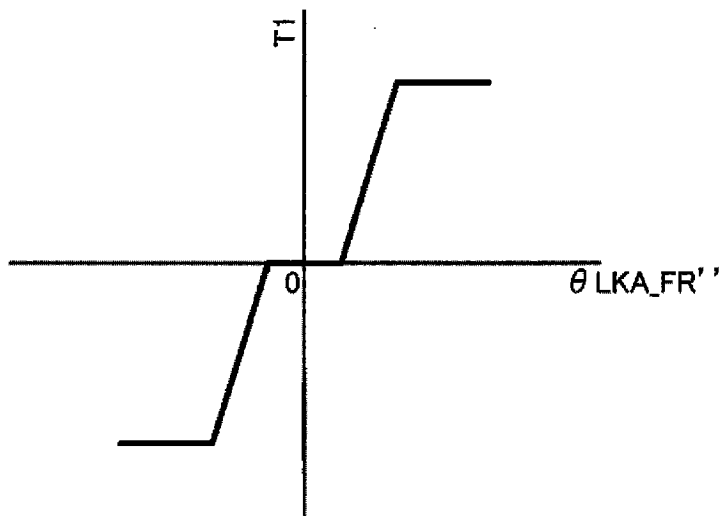


图 12

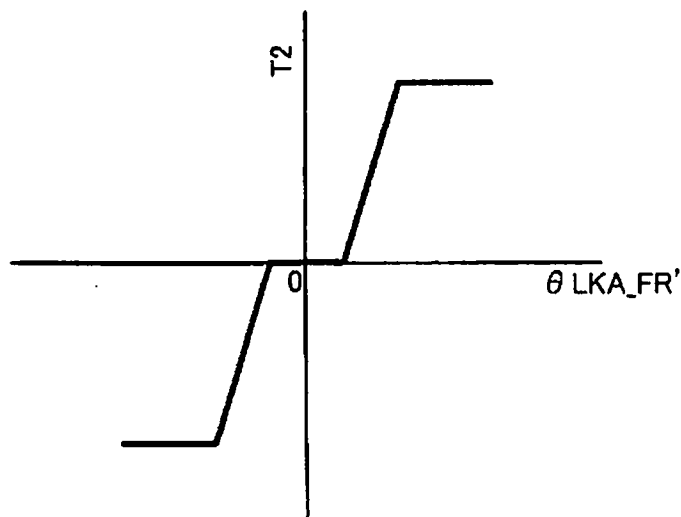


图 13

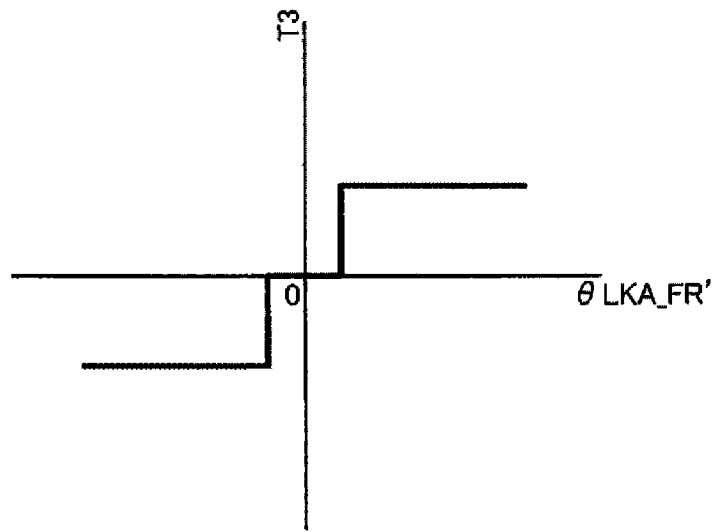


图 14

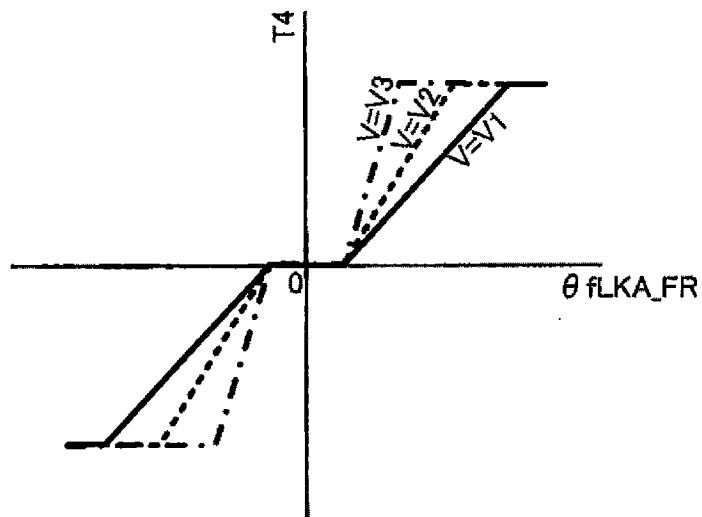


图 15

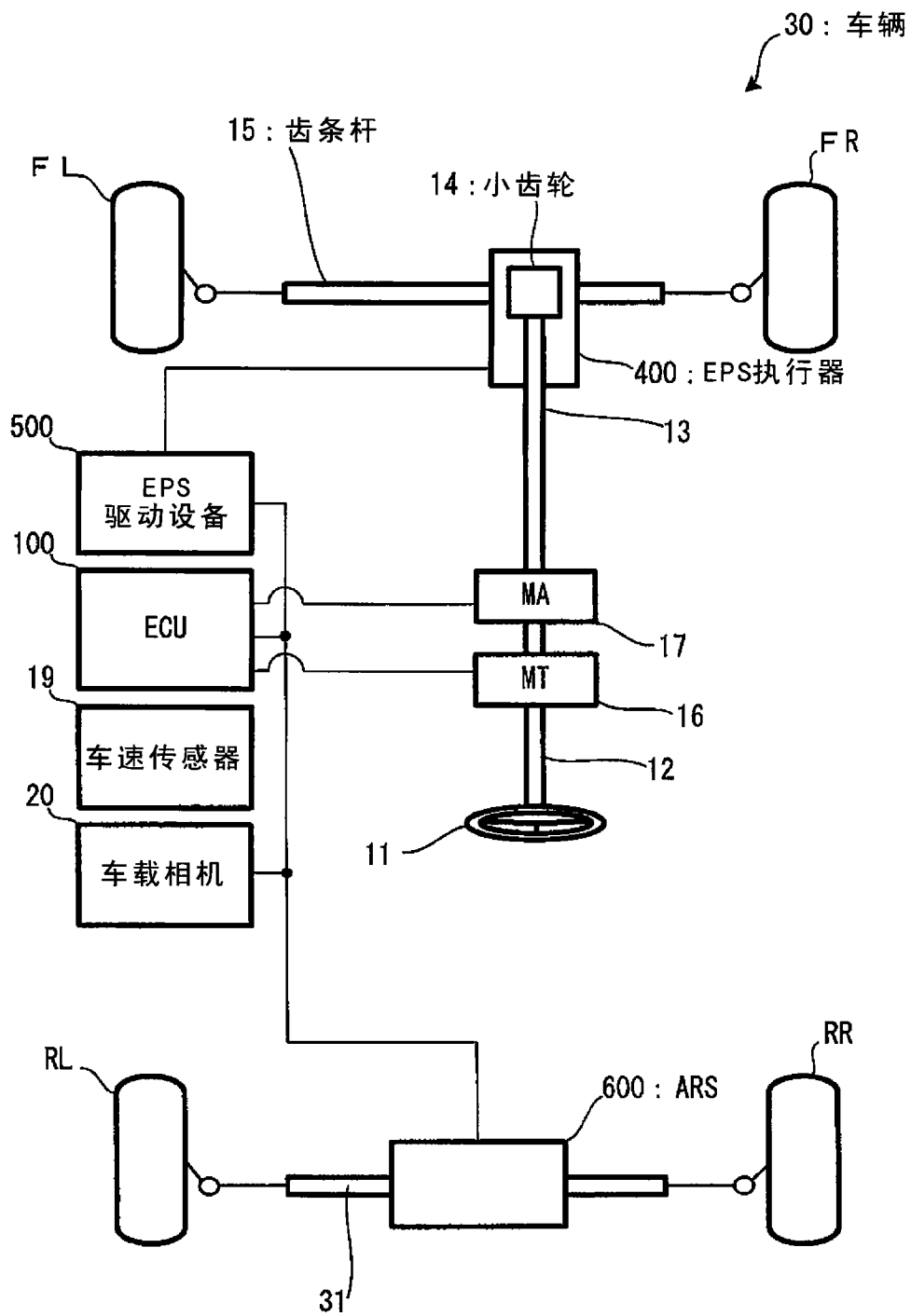


图 16

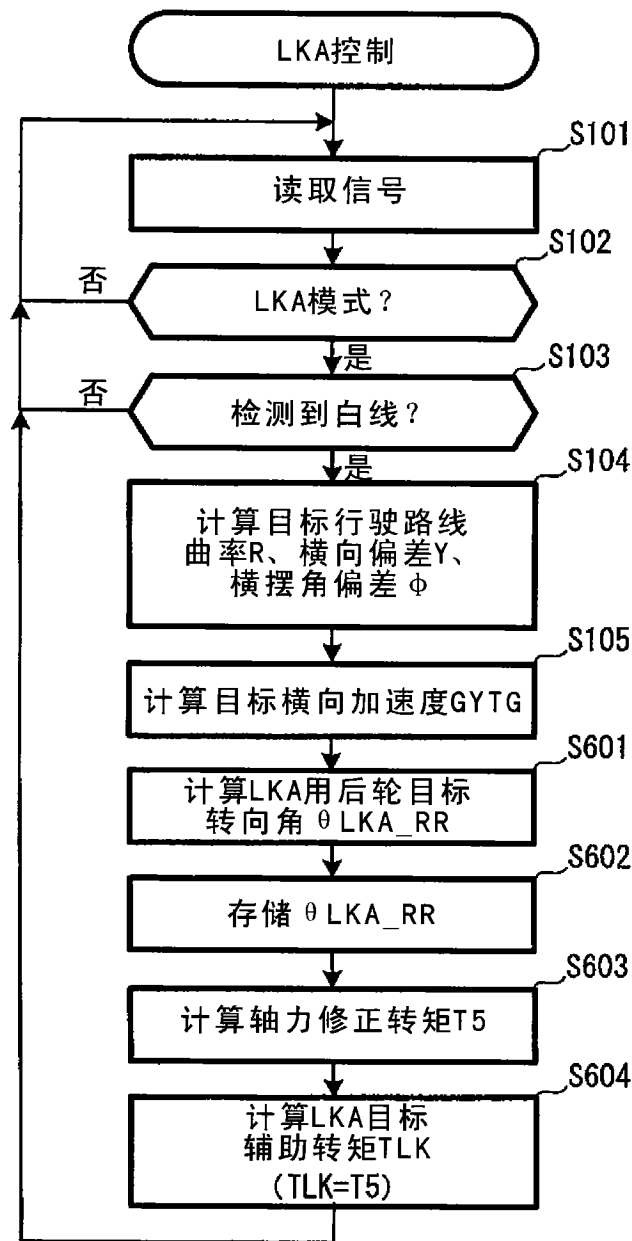


图 17

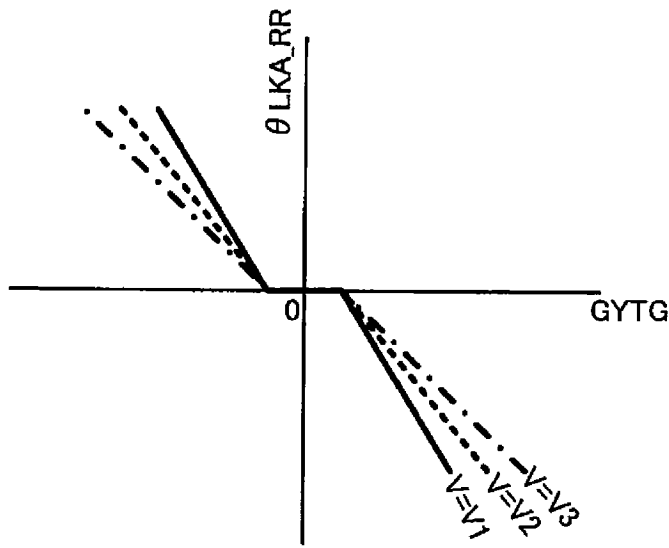


图 18

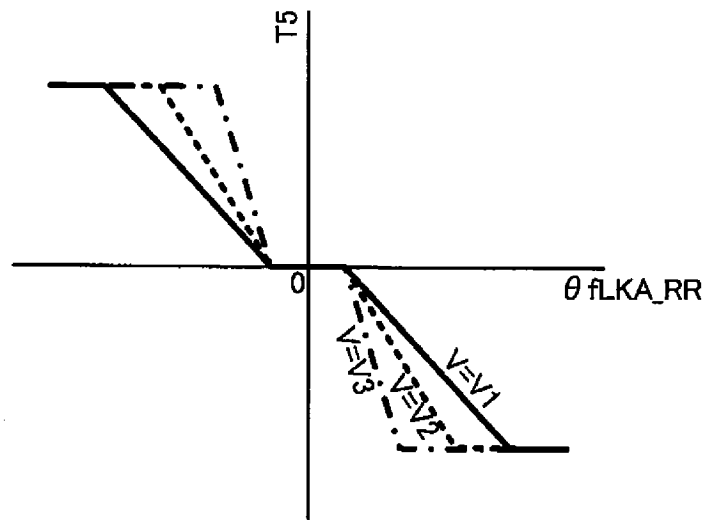


图 19