(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106170432 B
(45)授权公告日 2019.01.01

(21)申请号 201580019166.0

(22)申请日 2015.03.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106170432 A

(43)申请公布日 2016.11.30

(30)优先权数据
2014-091416 2014.04.25 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.10.11

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/058263 2015.03.19

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/163051 JA 2015.10.29

(73)专利权人 三菱电机株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 远藤雅也 池田英俊 金原义彦 北野弘明

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 李鹏宇

(51)Int.Cl.
*B62D 6/00*(2006.01)
*B62D 101/00*(2006.01)
*B62D 113/00*(2006.01)
*B62D 117/00*(2006.01)
*B62D 119/00*(2006.01)
*B62D 137/00*(2006.01)

(56)对比文件
US 2013060427 A1,2013.03.07,说明书第109-340段及附图1-13.
US 2010292896 A1,2010.11.18,全文.
US 2011112724 A1,2011.05.12,全文.
US 2008167780 A1,2008.07.10,全文.

审查员 焦文

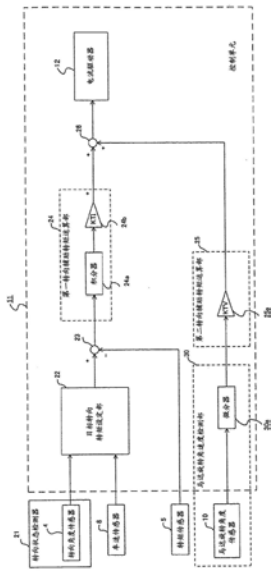
权利要求书2页 说明书10页 附图18页

(54)发明名称

转向控制装置及其转向辅助转矩控制方法

(57)摘要

本发明提供一种转向控制装置及其转向辅助转矩控制方法，在驾驶员握住转向盘进行转向的情况下，能够通过使转向转矩跟随目标转向转矩来实现顺畅的转向，并且当放开转向盘时，能够调节为方向盘以适当的速度返回中间点，从而在转向时和放开时能够兼顾良好的转向感。根据作为第一转向辅助转矩与第二转向辅助转矩之和的马达转向辅助转矩对马达进行控制，所述第一转向辅助转矩与目标转向转矩和转向转矩的偏差的积分值成比例，所述第二转向辅助转矩与马达旋转角速度成比例，当转向盘返回中间点时所述第二转向辅助转矩作用向抑制转向盘的返回速度的方向。



CN 106170432 B

1.一种转向控制装置,其特征在于,具有:

转向转矩检测部,所述转向转矩检测部对作用于转向轴的转向转矩进行检测;

目标转向转矩设定部,所述目标转向转矩设定部对目标转向转矩进行设定;

第一转向辅助转矩运算部,所述第一转向辅助转矩运算部对第一转向辅助转矩进行运算,所述第一转向辅助转矩与所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差的积分值成比例;

马达旋转角速度检测部,所述马达旋转角速度检测部对向转向轴施加转向辅助转矩的马达的旋转角速度进行检测;

第二转向辅助转矩运算部,所述第二转向辅助转矩运算部对第二转向辅助转矩进行运算,所述第二转向辅助转矩与所述马达的旋转角速度成比例,当转向盘返回中间点时在抑制转向盘的返回速度的方向上发挥作用;

加法部,所述加法部根据所述第一转向辅助转矩与所述第二转向辅助转矩的和对所述马达的马达转向辅助转矩进行运算;以及

电流驱动器,所述电流驱动器对所述马达的电流进行控制,以便所述马达的所述转向辅助转矩与运算出来的所述马达转向辅助转矩匹配。

2.根据权利要求1所述的转向控制装置,其特征在于,

所述转向控制装置具有第三转向辅助转矩运算部,所述第三转向辅助转矩运算部对与所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差成比例的第三转向辅助转矩进行运算,

所述加法部根据所述第一转向辅助转矩、所述第二转向辅助转矩以及所述第三转向辅助转矩的和对所述马达转向辅助转矩进行运算。

3.根据权利要求2所述的转向控制装置,其特征在于,所述第三转向辅助转矩运算部对所述第三转向辅助转矩进行运算,所述第三转向辅助转矩与将修正增益乘以利用所述目标转向转矩设定部设定的所述目标转向转矩所得的值和所述转向转矩的偏差成比例。

4.根据权利要求1所述的转向控制装置,其特征在于,具有对车辆的车速进行检测的车速检测部,所述第一转向辅助转矩通过将所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差的积分值乘以积分控制增益而得,所述第二转向辅助转矩通过将所述马达的旋转角速度乘以速度控制增益而得,根据所述车速检测部检测出的车速改变所述增益中的一个以上。

5.根据权利要求1所述的转向控制装置,其特征在于,所述第一转向辅助转矩通过将所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差的积分值乘以积分控制增益而得,所述第二转向辅助转矩通过将所述马达的旋转角速度乘以速度控制增益而得,根据所述马达的旋转角速度改变所述增益中的一个以上。

6.根据权利要求1所述的转向控制装置,其特征在于,所述第一转向辅助转矩通过将所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差的积分值乘以积分控制增益而得,所述第二转向辅助转矩通过将所述马达的旋转角速度乘以速度控制增益而得,根据所述转向转矩改变所述增益中的一个以上。

7.根据权利要求2或3所述的转向控制装置,其特征在于,具有对车辆的车速进行检测的车速检测部,所述第一转向辅助转矩通过将所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差的积分值乘以积分控制增益而得,所述第二转向辅助转矩通过将所述马达的旋转角速度乘以速度控制增益而得,所述第三转向辅助转矩通过将所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差乘以比例控制增益而得,根据所述车速检测部检测出的车速改变所述增益中的一个以

上。

8.根据权利要求2或3所述的转向控制装置，其特征在于，所述第一转向辅助转矩通过将所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差的积分值乘以积分控制增益而得，所述第二转向辅助转矩通过将所述马达的旋转角速度乘以速度控制增益而得，所述第三转向辅助转矩通过将所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差乘以比例控制增益而得，根据所述马达的旋转角速度改变所述增益中的一个以上。

9.根据权利要求2或3所述的转向控制装置，其特征在于，所述第一转向辅助转矩通过将所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差的积分值乘以积分控制增益而得，所述第二转向辅助转矩通过将所述马达的旋转角速度乘以速度控制增益而得，所述第三转向辅助转矩通过将所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差乘以比例控制增益而得，根据所述转向转矩改变所述增益中的一个以上。

10.根据权利要求2或3所述的转向控制装置，其特征在于，

所述转向控制装置具有：转向角度速度检测部，所述转向角度速度检测部对转向盘的转向角速度进行检测；以及第四转向辅助转矩运算部，所述第四转向辅助转矩运算部对与所述转向角速度成比例的第四转向辅助转矩进行运算，

所述加法部根据所述第一转向辅助转矩、所述第二转向辅助转矩、所述第三转向辅助转矩以及第四转向辅助转矩的和对所述马达转向辅助转矩进行运算。

11.根据权利要求2或3所述的转向控制装置，其特征在于，具有：

转向转矩微分值检测部，所述转向转矩微分值检测部求出所述转向转矩的微分值；

低通滤波器，所述低通滤波器从所述转向转矩微分值提取包含驾驶员的转向频率在内的已设定的频率分量；以及

第五转向辅助转矩运算部，所述第五转向辅助转矩运算部对与提取的频率分量的转向转矩微分值成比例的第五转向辅助转矩进行运算，

所述加法部根据所述第一转向辅助转矩、所述第二转向辅助转矩、所述第三转向辅助转矩以及第五转向辅助转矩的和对所述马达转向辅助转矩进行运算。

12.一种转向控制装置中的转向辅助转矩控制方法，其特征在于，在所述转向控制装置中，根据已设定的目标转向转矩与检测出的转向转矩的偏差来设定向转向轴施加转向辅助转矩的马达的转向辅助转矩，根据将第一转向辅助转矩和第二转向辅助转矩相加的值来设定所述马达的转向辅助转矩，所述第一转向辅助转矩与所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差的积分值成比例，所述第二转向辅助转矩与所述马达的旋转角速度成比例，当转向盘返回中间点时在抑制转向盘的返回速度的方向上发挥作用。

# 转向控制装置及其转向辅助转矩控制方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及一种转向控制装置等，所述转向控制装置通过利用马达产生转向辅助转矩来调节驾驶员的转向转矩。

## 背景技术

[0002] 在以往的转向控制装置中，提出了如下转向控制装置，具有对转向器的转向转矩进行检测的转向转矩检测机构、根据转向状况设定目标转向转矩的目标转向转矩设定机构，并且产生马达的转向辅助转矩，以便转向转矩检测机构检测出的转向转矩跟随利用目标转向转矩设定机构设定的目标转向转矩(例如专利文献1、2)。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开平5-301575号公报(图1)

[0006] 专利文献2：日本特开2002-120743号公报(图10)

## 发明内容

[0007] 发明所要解决的课题

[0008] 这样的转向控制装置是根据利用目标转向转矩设定机构设定的目标转向转矩与利用转向转矩检测机构检测的转向转矩的偏差设定马达的转向辅助转矩的转向控制装置，但是由于仅假设驾驶员稳住转向盘进行转向的情况而设计，因此存在当驾驶员的手从转向盘放开的放开状态下转向盘不能返回中间点或者反而过度返回这样的课题。

[0009] 本发明是为了解决上述那样的问题而完成的，其目的是提供一种转向控制装置等，在驾驶员握住转向盘进行转向的情况下能够通过使转向转矩跟随目标转向转矩来实现顺畅的转向，并且当放开转向盘时能够使转向器以适当的速度返回中间点，从而能够兼顾转向时和放开时的良好的转向感。

[0010] 用于解决课题的方案

[0011] 本发明的转向控制装置具有：马达，所述马达向转向轴施加转向辅助转矩；转向转矩检测部，所述转向转矩检测部对作用于所述转向轴的转向转矩进行检测；目标转向转矩设定部，所述目标转向转矩设定部对目标转向转矩进行设定；第一转向辅助转矩运算部，所述第一转向辅助转矩运算部对第一转向辅助转矩进行运算，所述第一转向辅助转矩与所述目标转向转矩和所述转向转矩的偏差的积分值成比例；马达旋转角速度检测部，所述马达旋转角速度检测部对所述马达的旋转角速度进行检测；第二转向辅助转矩运算部，所述第二转向辅助转矩运算部对第二转向辅助转矩进行运算，所述第二转向辅助转矩与所述马达的旋转角速度成比例，当转向盘返回中间点时作用向抑制转向盘的返回速度的方向；加法部，所述加法部根据所述第一转向辅助转矩与所述第二转向辅助转矩的和对所述马达的马达转向辅助转矩进行运算；以及电流驱动器，所述电流驱动器对所述马达的电流进行控制，以便所述马达的所述转向辅助转矩与运算出来的所述马达转向辅助转矩匹配。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明，在驾驶员握住转向盘进行转向的情况下，能够通过使转向转矩跟随目标转向转矩来实现顺畅的转向，并且当放开转向盘时，转向转矩以适度的跟随偏差跟随目标转向转矩，能够使转向盘以适当的速度返回中间点，从而能够兼顾转向时和放开时的良好的转向感。

## 附图说明

[0014] 图1是表示基于本发明的一实施方式的转向控制装置的结构图。

[0015] 图2是表示基于本发明的实施方式1的转向控制装置的主要部分的结构的框图。

[0016] 图3是表示基于本发明的实施方式1的转向控制装置的主要部分的动作的流程图。

[0017] 图4是表示基于本发明的实施方式1的转向控制装置的由驾驶员对转向盘进行转向时的转向角度与路面反作用力转矩以及目标转向转矩的关系的图。

[0018] 图5是表示基于本发明的实施方式1的转向控制装置的驾驶员放开转向盘时的转向角度与转向转矩的关系的图。

[0019] 图6是表示基于本发明的实施方式2的转向控制装置的主要部分的框图。

[0020] 图7是表示基于本发明的实施方式2的转向控制装置的主要部分的动作的流程图。

[0021] 图8是表示基于本发明的实施方式3的转向控制装置的主要部分的框图。

[0022] 图9是表示基于本发明的实施方式3的转向控制装置的主要部分的动作的流程图。

[0023] 图10是表示基于本发明的实施方式4的转向控制装置的主要部分的框图。

[0024] 图11是表示基于本发明的实施方式5的转向控制装置的主要部分的框图。

[0025] 图12是表示基于本发明的实施方式6的转向控制装置的主要部分的框图。

[0026] 图13是用于说明基于本发明的实施方式1的转向控制装置的驾驶员放开转向盘时的转向角度的动作的图。

[0027] 图14是用于说明基于本发明的实施方式2的转向控制装置的驾驶员放开转向盘时的转向角度的动作的图。

[0028] 图15是用于说明基于本发明的实施方式3的转向控制装置的转向转矩的响应性的图。

[0029] 图16是表示基于本发明的实施方式4至实施方式6的转向控制装置的驾驶员放开转向盘时的转向角度与转向转矩的关系的图。

[0030] 图17是表示基于本发明的实施方式7的转向控制装置的主要部分的框图。

[0031] 图18是表示基于本发明的实施方式7的转向控制装置的主要部分的动作的流程图。

[0032] 图19是表示基于本发明的实施方式8的转向控制装置的主要部分的框图。

[0033] 图20是表示基于本发明的实施方式8转向控制装置的主要部分的动作的流程图。

## 具体实施方式

[0034] 以下，使用附图并按照各实施方式对基于本发明的转向控制装置等进行说明。另外，在各实施方式中，用相同附图标记表示相同或者相当部分，并省略重复的说明。

[0035] 实施方式1.

[0036] 图1是表示基于本发明的一实施方式的转向控制装置的结构图。左右转向轮3与连结于转向盘1的转向轴2的旋转相应地转动。在转向盘1配置有对转向角度进行检测的转向角度传感器4。在转向轴2还配置有作为转向转矩检测部的转矩传感器5，对作用于转向轴2的转向转矩进行检测。马达6借助减速机构7与转向轴2连结，能够将马达6所产生的转向辅助转矩施加于转向轴2。利用作为车速检测部的车速传感器8对车辆的车速进行检测。并且，利用电流传感器9对流过马达6的电流进行检测。利用马达旋转角度传感器10对马达6的旋转角度进行检测。

[0037] 控制单元11对马达6所产生的转向辅助转矩进行运算，对产生转向辅助转矩所需的马达6的电流进行控制，具有设置有包含ROM、RAM的存储器(省略图示)的微型计算机(图2的控制单元11内除了电流驱动器12以外的部分)和驱动马达电流的电流驱动器12(参照图2)。

[0038] 接着，用表示主要部分的结构的图2的框图和表示主要部分的动作的图3的流程图，对作为本发明的主要部分的控制单元11中的转向辅助转矩的运算进行说明。另外，以设定时间的控制周期反复执行流程图所示的动作。

[0039] 在步骤S1中，作为对与车辆的横向运动相关的状态量进行检测的转向状态检测器21，利用转向角度传感器4检测转向角度。

[0040] 利用车速传感器8检测车速。

[0041] 利用转矩传感器5检测转向转矩。

[0042] 利用马达旋转角度传感器10检测马达旋转角度。在马达旋转角速度检测部30中，利用微分器30a对马达旋转角度传感器10检测出的马达旋转角度进行微分，从而运算马达旋转角速度。

[0043] 在步骤S2中，在目标转向转矩设定部22中根据检测出的转向角度和车速运算第一目标转向转矩。

[0044] 在步骤S3中，在减法器23中对利用目标转向转矩设定部22设定的目标转向转矩与转矩传感器5检测出的转向转矩的偏差进行运算。

[0045] 在步骤S4中，在第一转向辅助转矩运算部24中，在利用积分器24a对目标转向转矩与转向转矩的偏差进行积分之后，利用乘法器24b乘以积分控制增益KTI，从而运算第一转向辅助转矩。

[0046] 在步骤S5中，在第二转向辅助转矩运算部25中利用乘法器25a将速度控制增益KTV乘以马达旋转角速度，从而运算第二转向辅助转矩。

[0047] 在步骤S6中，在作为加法部的加法器26中将第一转向辅助转矩和第二转向辅助转矩相加，作为对马达6进行控制的马达转向辅助转矩(以下，简称为转向辅助转矩)。

[0048] 在步骤S7中，在电流驱动器12中驱动马达6的电流，以便马达6产生马达转向辅助转矩，即按照求出的马达转向辅助转矩控制并驱动马达6的电流。

[0049] 接着，对以这样的方式构成的转向控制装置的效果进行说明。

[0050] 在车辆的转向控制装置中，需要考虑驾驶员握住转向盘1进行转向的状态和驾驶员放开转向盘1的放开状态这两种状态。

[0051] 例如，在车速低(慢)的行驶中，在转向轮3与路面之间产生的路面反作用力转矩要使转向盘1返回中间点，但是若路面反作用力转矩小于转向机构内在的摩擦，则转向盘1不

能够返回中间点。

[0052] 在图4中示出了基于本发明的实施方式1的转向控制装置的由驾驶员对转向盘进行转向时的转向角度SA与路面反作用力转矩RCT以及目标转向转矩TST的关系。

[0053] 在图4中，T表示转矩，SA表示转向角度，RCT表示路面反作用力转矩，TST表示目标转向转矩，SCR表示转向反作用力转矩。

[0054] 在图4中，用虚线表示在像这样的车速低(慢)的行驶时，驾驶员对转向盘1进行转向时的转向角度SA与路面反作用力转矩RCT的关系。由于路面反作用力转矩变化相对于转向角度变化的倾斜小，因此即使驾驶员对转向盘1进行转向，也不会传递转向反作用力转矩SCT。在产生马达6的转向辅助转矩以便转矩传感器5检测出的转向转矩跟随利用目标转向转矩设定部22设定的在图4中用实线表示的目标转向转矩TST的转向控制装置中，通过如图4所示那样设定目标转向转矩，能够利用转向辅助转矩产生转向反作用力转矩，向驾驶员传递转向时的手感，从而能够提高反作用力感。

[0055] 但是，在如上述专利文献1记载的根据转向辅助转矩比例控制分量、转向辅助转矩积分控制分量以及转向辅助转矩微分控制分量的和对转向辅助转矩进行运算的转向控制装置中，当驾驶员稳住转向盘时，驾驶员的转向转矩通过转向辅助转矩积分控制分量跟随目标转向转矩，驾驶员能够获得适度的反作用力感，但是即使在放开的情况下，转向转矩也通过转向辅助转矩积分控制分量跟随目标转向转矩，因此存在转向盘过于返回中间点、导致返回速度过大的担忧，其中，转向辅助转矩比例控制分量将比例控制增益乘以利用目标转向转矩设定机构设定的目标转向转矩与利用转向转矩检测机构检测出的转向转矩的偏差而得，转向辅助转矩积分控制分量对偏差进行积分并乘以积分控制增益而得，转向辅助转矩微分控制分量对偏差进行微分并乘以微分控制增益而得。

[0056] 在图5中示出基于本发明的实施方式1的转向控制装置的驾驶员放开转向盘时的转向角度与转向转矩的关系。A表示本申请的动作轨迹，B表示专利文献1的轨迹，C表示专利文献2的轨迹。并且，在图13中示出本申请发明和现有技术的转向角度的动作。

[0057] 即，如图5所示，当驾驶员在放开点HP放开转向盘时，由于驾驶员没有稳住转向盘，因此为了使利用转矩传感器5检测的转向转矩跟随目标转向转矩TST，需要使马达6朝向中间点方向加速从而利用作用于转向盘的惯性力矩来产生利用转矩传感器5检测的转向转矩，导致使转向盘返回中间点的方向的转向辅助转矩过大。其结果是，如图13中用粗虚线所示，转向盘1过于返回中间点，返回速度过大。另外，在这样的放开的稳定状态下根据偏差的微分运算的微分控制分量的值变小，因此针对返回速度过大没有改善效果。并且，还存在偏差的微分容易产生干扰、或者在马达6与转矩传感器5的位置分离的情况下难以确保控制的稳定性的课题。

[0058] 并且，在如上述专利文献2记载的根据转向辅助转矩比例控制分量、转向辅助转矩微分控制分量以及马达速度控制分量的和运算转向辅助转矩的情况下，由于不存在转向辅助转矩积分控制分量，因此即使在驾驶员握住转向盘时，转向转矩也不跟随目标转向转矩，驾驶员无法获得适度的反作用力感，其中，转向辅助转矩比例控制分量将比例控制增益乘以利用目标转向转矩设定机构设定的目标转向转矩与利用转向转矩检测机构检测出的转向转矩的偏差而得，转向辅助转矩微分控制分量对偏差进行微分并乘以微分控制增益而得，马达速度控制分量将速度控制增益乘以马达旋转角速度而得。并且，在放开的情况下，

由于不存在积分控制分量，因此转向辅助转矩小，如图5的C所示，转向转矩几乎为零。其结果是，如图13的虚线所示，由于通过转向辅助转矩产生的返回转矩小，因此存在转向盘不返回中间点、或者返回速度过小的担忧。

[0059] 在基于本实施方式1的转向控制装置中，由于包含转向辅助转矩积分控制分量(第一转向辅助转矩)，因此在握住转向盘1时，驾驶员的转向转矩跟随目标转向转矩，驾驶员能够获得适当的反作用力感。在放开的情况下，如图5的A所示，能够通过将速度控制增益乘以马达旋转角速度所得的马达速度控制分量(第二转向辅助转矩)将转向转矩调节为目标转向转矩与零之间的值，其结果是，如图13的细实线所示，能够抑制转向盘1的返回速度。即，能够使转向转矩维持一定适度的跟随误差来跟随目标转向转矩。其结果是，在驾驶员握住转向盘进行转向的情况下，能够通过转向转矩跟随目标转向转矩来实现顺畅的转向，并且在放开转向盘时，能够使方向盘以适当的速度返回中间点，从而能够兼顾转向时和放开时的转向感。并且，通过使用马达速度控制分量(第二转向辅助转矩)，即使在马达6与转矩传感器5的位置分离的情况下也能够确保控制的稳定性，由于不需要目标转向转矩的微分，因此能够抑制干扰从而实现顺畅且稳定的转向。

[0060] 另外，第一转向辅助转矩运算部24还包括减法器23。

[0061] 实施方式2.

[0062] 接着，用表示主要部分的结构的图6的框图和表示主要部分的动作的图7的流程图，针对实施方式2说明作为本发明的主要部分的控制单元11中的转向辅助转矩的运算。

[0063] 实施方式2与实施方式1的不同点在于，追加了图6所示的第三转向辅助转矩运算部27。在图7所示的流程图中，在步骤S26中，在转向辅助转矩运算部27中利用乘法器27a将比例控制增益KTP乘以目标转向转矩与转向转矩的偏差来运算第三转向辅助转矩。在步骤S27中，在加法器26中将第一转向辅助转矩、第二转向辅助转矩以及第三转向辅助转矩相加作为马达转向辅助转矩。

[0064] 通过该结构，在获得实施方式1所示的效果的同时，由于转向辅助转矩比例控制分量(第三转向辅助转矩)的响应性比转向辅助转矩积分控制分量(第一转向辅助转矩)的响应性快，因此与实施方式1相比，能够加快跟随响应性，从而能够降低过冲。其结果是，在驾驶员握住转向盘1进行转向时，转向转矩能够稳定地跟随目标转向转矩从而实现更加顺畅的转向。

[0065] 图14示出实施方式1和实施方式2的驾驶员放开转向盘时的转向角度的动作，由于用粗实线表示的实施方式2的使转向转矩跟随目标转向转矩的跟随响应性比用细实线表示的实施方式1的跟随响应性快，因此能够加快返回的响应性并且降低返回中间点之后的过冲量。

[0066] 另外，第三转向辅助转矩运算部27与第一转向辅助转矩运算部24共有减法器23。

[0067] 实施方式3.

[0068] 接着，用表示主要部分的结构的图8的框图和表示主要部分的动作的图9的流程图，针对实施方式3说明作为本发明的主要部分的控制单元11中的转向辅助转矩的运算。

[0069] 实施方式3与实施方式2的不同点在于，在图8所示的第三转向辅助转矩运算部27中使用的转向转矩偏差的运算处理不同。在图9所示的流程图中，在步骤S36中，在乘法器28中将修正增益α乘以第一目标转向转矩来运算第二目标转向转矩。α是0以上且小于1的值，

目标转向转矩2是小于目标转向转矩的值。

[0070] 然后，在步骤S37中，在减法器29中对目标转向转矩2与转矩传感器5检测出的转向转矩的偏差进行运算。在步骤S38中，在乘法器27a中将比例控制增益KTP乘以目标转向转矩2与转向转矩的偏差来运算第三转向辅助转矩。

[0071] 然后，在步骤S27中，在加法器26中将第一转向辅助转矩、第二转向辅助转矩以及第三转向辅助转矩相加作为马达转向辅助转矩。

[0072] 通过该结构，能够在获得实施方式1所示的效果的同时使转向转矩跟随目标转向转矩的跟随响应性比实施方式1所示的结构快，并且能够比实施方式2所示的结构进一步降低过冲。

[0073] 在图15中示出在步骤上改变目标转向转矩时的实施方式2和实施方式3中的转向转矩的响应性。与上侧的实施方式2的情况相比，下侧的实施方式3的情况更能降低过冲。另外，实施方式2、3的结构均能确认转向转矩跟随目标转向转矩。其结果是，当驾驶员握住转向盘进行转向时，转向转矩能够稳定地跟随目标转向转矩而实现更加顺畅的转向。而且，即使改变α，抑制从转向轮3输入的路面干扰转矩的性能也不会改变，因此能够在与实施方式2同等地维持抑制路面干扰转矩的性能的状态下调节过冲。其结果是，能够适当地调节驾驶员对转向盘进行转向时的转向转矩的目标转向转矩跟随性，进而降低转向转矩通过转向轮3利用轮距获取并产生的路面干扰转矩产生的变化，从而能够获得更加顺畅的转向。

[0074] 并且，在应用于具备能够任意改变转向盘1的转向角度与转向轮3的转向角度的关系的机构的转向系统的情况下，转向系统存在通过改变转向轮的转向角度而发生变化的路面反作用力转矩作为干扰转矩传递至驾驶员的担忧，但根据本实施方式的结构，能够降低转向转矩相对于干扰转矩的变化，从而能够获得更加顺畅的转向。

[0075] 实施方式4.

[0076] 接着，用表示主要部分的结构的图10的框图，针对实施方式4说明作为本发明的主要部分的控制单元11中的转向辅助转矩的运算。

[0077] 在本实施方式中，积分控制增益KTI、速度控制增益KTV、比例控制增益KTP以及修正增益α相对于车速变化。

[0078] 通过该结构，能够对应根据车速变化的路面反作用力转矩的特性设定适当的控制增益，并能够使转向转矩按照车速稳定且以高的响应性跟随目标转向转矩，从而能够实现顺畅的转向。而且，在放开转向盘时，能够使转向盘以适当的速度返回中间点，从而能够兼顾转向时和放开时的转向感。

[0079] 例如，由于在低车速下路面反作用力转矩小，因此转向盘不易返回中间点，由于在高车速下路面反作用力转矩大，因此转向盘以过大的返回速度返回。由此，在高车速下能够比在低车速下更小地设定积分控制增益KTI的绝对值。或者，在高车速下比在低车速下更大地设定速度控制增益KTV的绝对值。减小增益的绝对值意味着减小该控制分量的影响度。其结果是，能够如用虚线的积分控制增益KTI→大、积分控制增益KTI→小所示，对与图5对应的图16的上述实施方式时的动作轨迹A调节返回速度，从而能够提高在低车速下放开转向盘时的返回中间点的返回速度，并且能够抑制在高车速下返回中间点的返回速度。

[0080] 而且，在根据车速改变积分控制增益KTI或速度控制增益KTV的情况下，比例控制增益KTP和修正增益α也根据车速改变，由此能够适当地调节跟随响应性和过冲量。

[0081] 另外，无需使所有增益相对于车速变化，也可以使各增益中的至少一个以上相对于车速变化。

[0082] 实施方式5.

[0083] 接着，用表示主要部分的结构的图11的框图，针对实施方式5说明作为本发明的主要部分的控制单元11中的转向辅助转矩的运算。

[0084] 在本实施方式中，积分控制增益KTI、速度控制增益KTV、比例控制增益KTP以及修正增益α相对于马达旋转角速度变化。另外，如图11所示，在本实施方式中，将对马达旋转角度传感器10检测出的马达旋转角度进行微分所得的值用作马达旋转角速度，但是也可以根据对转向角度传感器4检测出的转向角度进行微分所得的转向角速度运算马达旋转角速度。

[0085] 通过该结构，能够利用马达旋转角速度或转向角速度设定适当的控制增益，并且转向转矩能够根据马达旋转角速度或转向角速度稳定且以高的响应性跟随目标转向转矩，从而实现顺畅的转向，并且在放开转向盘时，能够调节为方向盘以适度的速度返回中间点，从而能够获得可兼顾转向时和放开时的转向感的转向控制装置。

[0086] 例如，如上所述，能够如图16所示那样调节返回速度，在返回中间点的返回速度过大的情况下，即，在马达旋转角速度过大的情况下，在高马达旋转角速度下能够比在低马达旋转角速度下更小地设定积分控制增益KTI的绝对值。或者，在高马达旋转角速度下比在低马达旋转角速度下更大地设定速度控制增益KTV的绝对值。其结果是，能够在返回中间点的返回速度过大的情况下抑制返回速度。

[0087] 而且，在根据马达旋转角速度改变积分控制增益KTI和速度控制增益KTV的情况下，比例控制增益KTP和修正增益α也根据马达旋转角速度改变，由此能够适当地调节跟随响应性和过冲量。

[0088] 另外，无需使所有增益在马达旋转角速度下变化，也可以使各增益中的至少一个以上在马达旋转角速度下变化。

[0089] 实施方式6.

[0090] 接着，用表示主要部分的结构的图12的框图，针对实施方式6说明作为本发明的主要部分的控制单元11中的转向辅助转矩的运算。

[0091] 在本实施方式中，积分控制增益KTI、速度控制增益KTV、比例控制增益KTP以及修正增益α相对于转向转矩变化。

[0092] 通过该结构，能够根据转向转矩设定适当的增益，转向转矩能够根据转向转矩稳定且以高的响应性跟随目标转向转矩，从而实现顺畅的转向，并且在放开转向盘时，能够使转向盘以适度的速度返回中间点，从而能够获得可兼顾转向时和放开时的转向感的转向控制装置。

[0093] 例如，如上所述，能够如图16所示那样调节返回速度，在转向转矩大的情况下，能够判断为驾驶员对转向盘进行转向的状况，因此在高转向转矩下比在低转向转矩下更大地设定积分控制增益KTI的绝对值。或者，在低转向转矩下比在高转向转矩下更大地设定速度控制增益KTV的绝对值。其结果是，在能够判断为驾驶员对转向盘进行转向的状况的情况下，确保转向转矩跟随目标转向转矩的跟随性，能够在返回中间点的返回速度过大的情况下抑制返回速度。

[0094] 并且，能够通过根据转向转矩改变比例控制增益KTP和修正增益α而适当地调节跟随响应性和过冲量。例如，在中间点附近转向转矩小的区域，通过减小修正增益α来抑制过冲，在转向转矩大的区域，通过增大修正增益α来提高转向转矩跟随目标转矩的跟随性。

[0095] 另外，无需使所有增益随着转向转矩变化，也可以使各增益中的至少一个以上随着转向转矩变化。

[0096] 并且，在本实施方式中，对是否为驾驶员以转向转矩的大小对转向盘进行转向的状况进行了判断，但是也可以设为如下结构：多重利用转向转矩、转向角速度以及转向角度等判断驾驶员的转向状态，并根据该转向状态改变各增益。其结果是，在能够判断为驾驶员对转向盘进行转向的状况的情况下，确保转向转矩跟随目标转向转矩的跟随性，在返回中间点的返回速度过大的情况下，能够抑制返回速度，能够在返回中间点的返回速度过小的情况下增加返回速度。

[0097] 另外，各实施方式设为根据转向角度和车速来设定目标转向转矩的结构，但是并不限定于该结构。作为对与车辆的横向运动相关的状态量进行检测的转向状态检测器21，除了利用转向角度传感器4以外，还可以利用转矩传感器5、车辆的偏航率传感器、横向加速度传感器、路面反作用力转矩等。

[0098] 实施方式7.

[0099] 接着，用表示主要部分的结构的图17的框图和表示主要部分的动作的图18的流程图，针对实施方式7说明作为本发明的主要部分的控制单元11中的转向辅助转矩的运算。

[0100] 实施方式7与实施方式2以及实施方式3的不同点在于，追加了图17所示的第四转向辅助转矩运算部32。在图18所示的流程图中，在步骤S40中，在转向角速度检测部31中利用微分器31a对转向角度传感器4检测出的转向角度进行微分来运算转向角速度。而且，利用低通滤波器LPF对转向角速度进行低通滤波处理。在此，低通滤波器的截止频率设定为能够提取包含驾驶员的转向频率在内的已设定的频率分量的值。一般情况下，驾驶员的临界转向频率为5Hz以下，转向轴的共振频率为十几Hz左右，因此截止频率设定为大于0且为10Hz以下的值。在步骤S41中，在第四转向辅助转矩运算部32中，将速度控制增益KTV2乘以低通滤波处理后的转向角速度来运算第四转向辅助转矩。另外，速度控制增益KTV2的符号与速度控制增益KTV的符号相反。在步骤S42中，在加法器26中将第一转向辅助转矩、第二转向辅助转矩、第三转向辅助转矩以及第四转向辅助转矩相加作为马达转向辅助转矩。

[0101] 通过该结构，除了能够实现实施方式2以及实施方式3记载的效果之外，在驾驶员进行高频转向、例如急剧的车道变换转向的情况下，也能够改善转向转矩跟随目标转向转矩的跟随性，实现更加顺畅的转向。

[0102] 即，在驾驶员对转向盘1进行高频转向的情况下，转矩传感器5因高频转向产生的扭转变大，并作为干扰作用于转向控制装置，因此转向转矩跟随目标转向转矩的跟随性下降，驾驶员在转向时感觉到阻力。通过本实施方式所示的结构，能够降低在驾驶员的高频转向中产生的干扰的影响，即使在高频转向中，也能够改善转向转矩跟随目标转向转矩的跟随性，实现顺畅的转向。

[0103] 并且，转向角速度包含驾驶员的转向频率分量，通过进行降低转向轴的共振频率分量的低通滤波处理，能够消除因微分产生的干扰的影响，而且防止以共振频率振荡，因此能够不使控制系统的稳定性劣化地实现顺畅的转向。

[0104] 另外，转向状态检测部21和微分器31a构成转向角速度检测部31。

[0105] 实施方式8.

[0106] 接着，用表示主要部分的结构的图19的框图和表示主要部分的动作的图20的流程图，针对实施方式8说明作为本发明的主要部分的控制单元11中的转向辅助转矩的运算。

[0107] 实施方式8与实施方式7的不同点在于，在图19所示的第五转向辅助转矩运算部33中不使用转向角速度，而是使用转向转矩的微分值。在图20所示的流程图中，在步骤S43中，在转向转矩微分值检测部34中利用微分器34a对转矩传感器5检测出的转向转矩进行微分来运算转向转矩微分值。而且，利用低通滤波器LPF对转向转矩微分值进行低通滤波处理。在此，低通滤波器的截止频率设定为能够提取包含驾驶员的转向频率在内的已设定的频率分量的值。一般情况下，驾驶员的临界转向频率为5Hz以下，转向轴的共振频率为十几Hz左右，因此截止频率设定为大于0且10Hz以下的值。在步骤S44中，在第五转向辅助转矩运算部33中将转矩微分值增益KTD乘以低通滤波处理后的转向转矩微分值来运算第五转向辅助转矩。在步骤S45中，在加法器26中将第一转向辅助转矩、第二转向辅助转矩、第三转向辅助转矩以及第五转向辅助转矩相加作为马达转向辅助转矩。

[0108] 通过该结构，与实施方式7相同，即使在驾驶员进行了高频转向的情况下，也能够改善转向转矩跟随目标转向转矩的跟随性，实现更加顺畅的转向。并且，转向转矩微分值包含驾驶员的转向频率分量，通过进行降低转向轴的共振频率分量的低通滤波处理，能够消除因微分产生的干扰的影响，而且由于防止以共振频率振荡，因此能够不使控制系统的稳定性劣化地实现顺畅的转向。

[0109] 另外，通过实施方式8的结构对获得与实施方式7相同的效果的方面进行说明。当将转向角速度设为dθh，将马达旋转角速度设为dθm，将转向转矩微分值设为dTs，将转矩传感器5的转矩常数设为Ks，将减速机构7的减速比设为R时，成立下述算式(1)的关系。

[0110] $d\theta h = d\theta m/R + dTs/Ks \quad (1)$

[0111] 上述算式(1)意味着根据马达旋转角速度dθm、转向转矩微分值dTs推断转向角速度的情况。即，通过使用利用算式(1)运算出的转向角速度推断值来代替实施方式7的转向角速度，能够获得与实施方式7相同的效果。尤其是算式(1)右边的第1项起到与第二转向辅助转矩同等的作用，因此能够通过将修正微分值增益KTD乘以转向转矩微分值dTs来运算第五转向辅助转矩，从而获得与实施方式7相同的效果。

[0112] 并且，在留下算式(1)右边的第1项的情况下，基于算式(1)右边的第1项的第五转向辅助转矩的分量与第二转向辅助转矩的和成为与进行高通滤波或一阶超前滤波处理而得的马达旋转角速度成比例的转向辅助转矩。也就是说，即使在第二转向辅助转矩的运算中使用的马达旋转角速度使用进行高通滤波或一阶超前滤波处理而得的马达旋转角速度，也能够获得与实施方式7相同的效果。

[0113] 另外，转矩微分值增益KTD的符号与速度控制增益KTV的符号相反。并且，通过设为如下：

[0114] $|KTD| \leq |KTV \times R/Ks|$，

[0115] 能够不使控制系统的稳定性劣化地实现顺畅的转向。

[0116] 另外，转矩传感器5和微分器34a构成转向转矩微分值检测部34。

[0117] 并且，本发明并不限定于上述各实施方式，包括这些可能的所有组合在内，能够获

得各实施方式中所示的效果。

[0118] 工业上的可利用性

[0119] 基于本发明的转向控制装置及其转向辅助转矩控制方法能够应用于各种领域的转向控制装置。

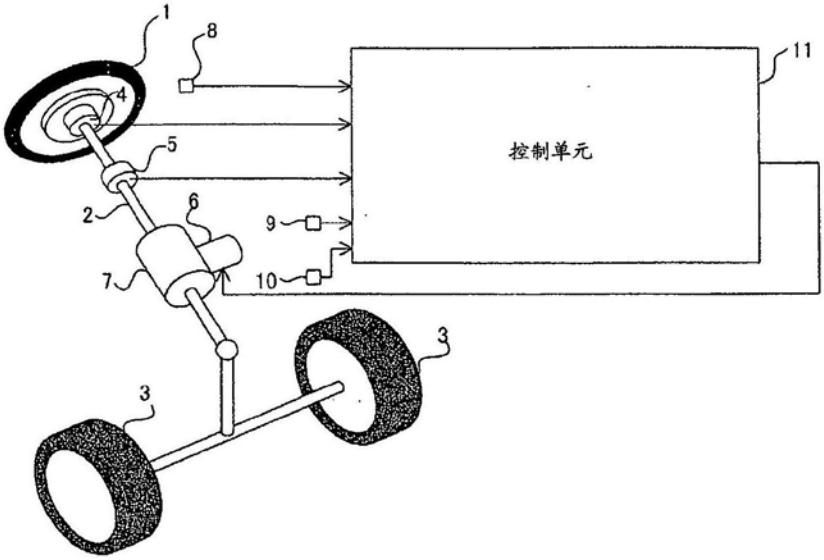



图1

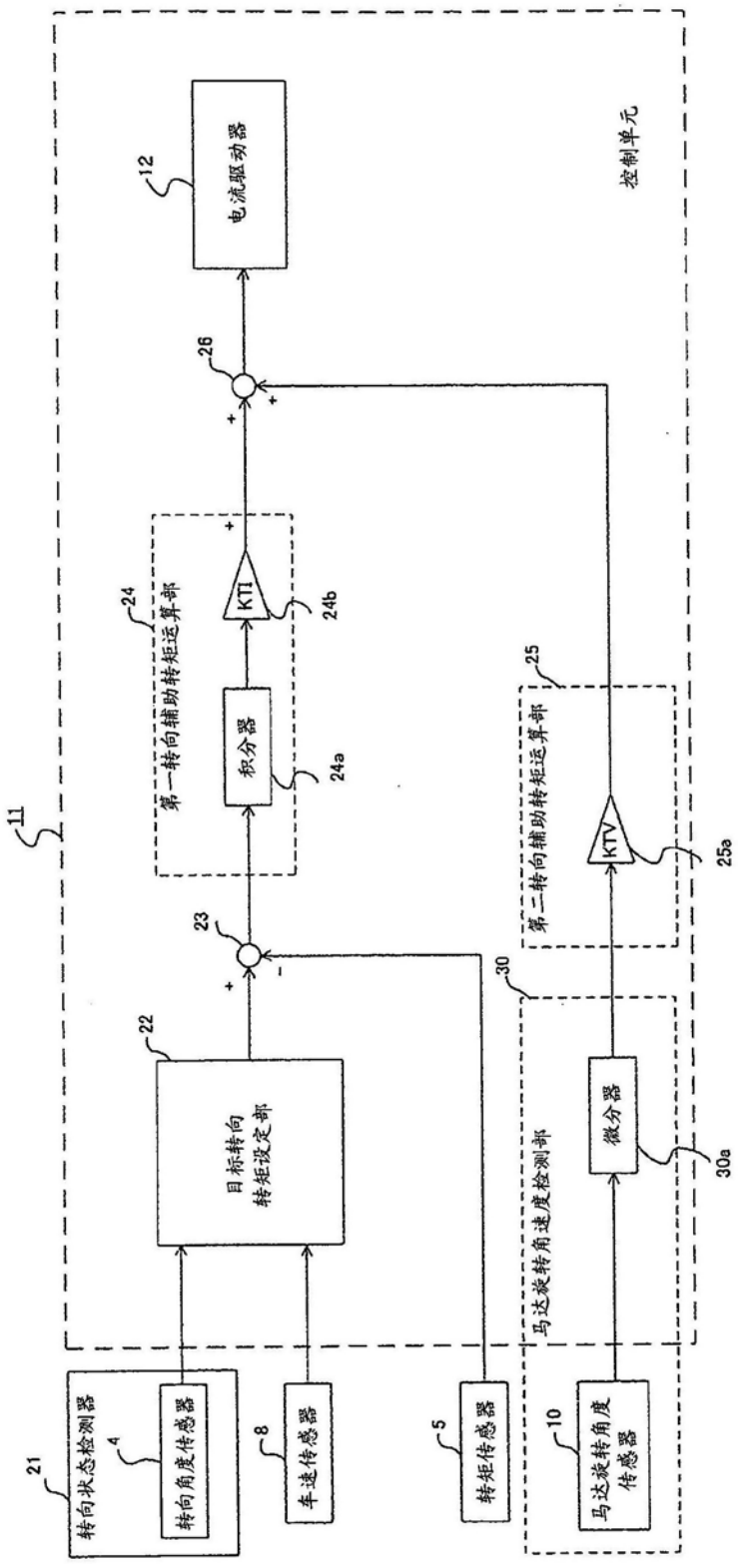

控制单元
11
电流驱动器
12
26
第一转向辅助转矩运算部
24
KTi
24b
积分器
24a
第二转向辅助转矩运算部
25
KTV
25a
23
目标转向
转矩设定部
22
马达旋转角速度检测部
30
微分器
30a
转向状态检测器
21
转向角度传感器
4
车速传感器
8
转矩传感器
5
马达旋转角度
传感器
10

图2

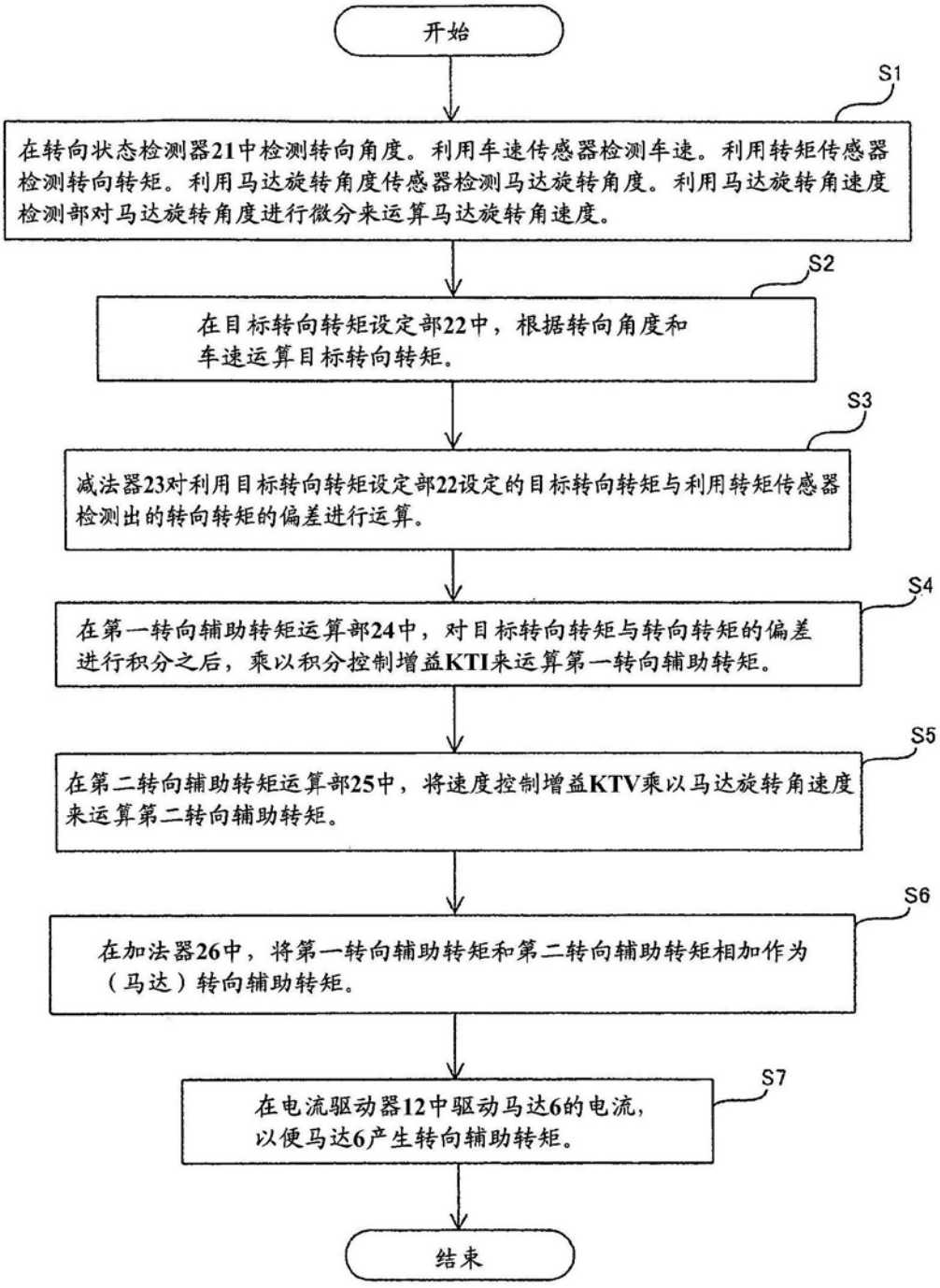

开始
S1
在转向状态检测器21中检测转向角度。利用车速传感器检测车速。利用转矩传感器检测转向转矩。利用马达旋转角度传感器检测马达旋转角度。利用马达旋转角速度检测部对马达旋转角度进行微分来运算马达旋转角速度。
S2
在目标转向转矩设定部22中，根据转向角度和车速运算目标转向转矩。
S3
减法器23对利用目标转向转矩设定部22设定的目标转向转矩与利用转矩传感器检测出的转向转矩的偏差进行运算。
S4
在第一转向辅助转矩运算部24中，对目标转向转矩与转向转矩的偏差进行积分之后，乘以积分控制增益KTI来运算第一转向辅助转矩。
S5
在第二转向辅助转矩运算部25中，将速度控制增益KTV乘以马达旋转角速度来运算第二转向辅助转矩。
S6
在加法器26中，将第一转向辅助转矩和第二转向辅助转矩相加作为（马达）转向辅助转矩。
S7
在电流驱动器12中驱动马达6的电流，以便马达6产生转向辅助转矩。
结束

图3

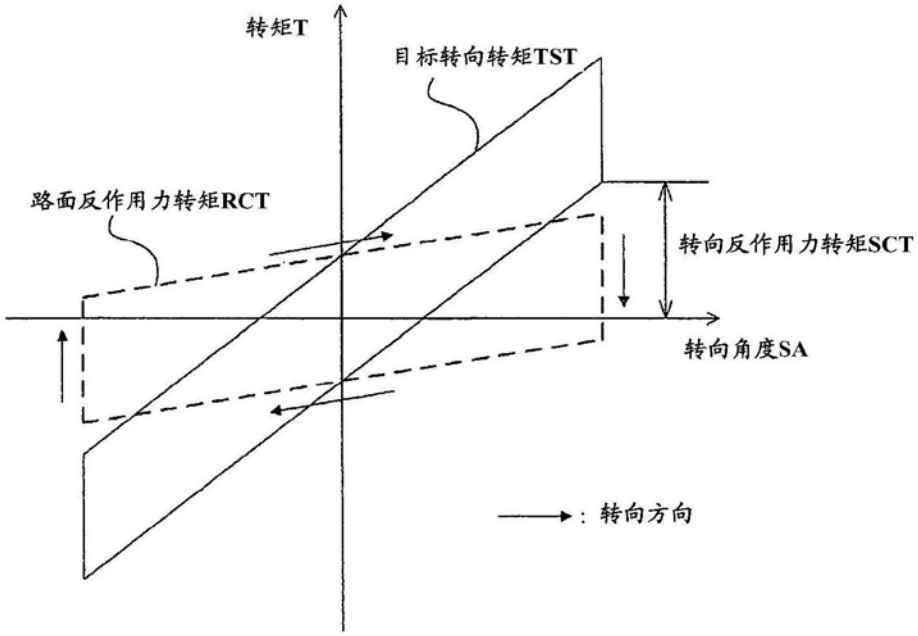

转矩T
目标转向转矩TST
路面反作用力转矩RCT
转向反作用力转矩SCT
转向角度SA
：转向方向

图4

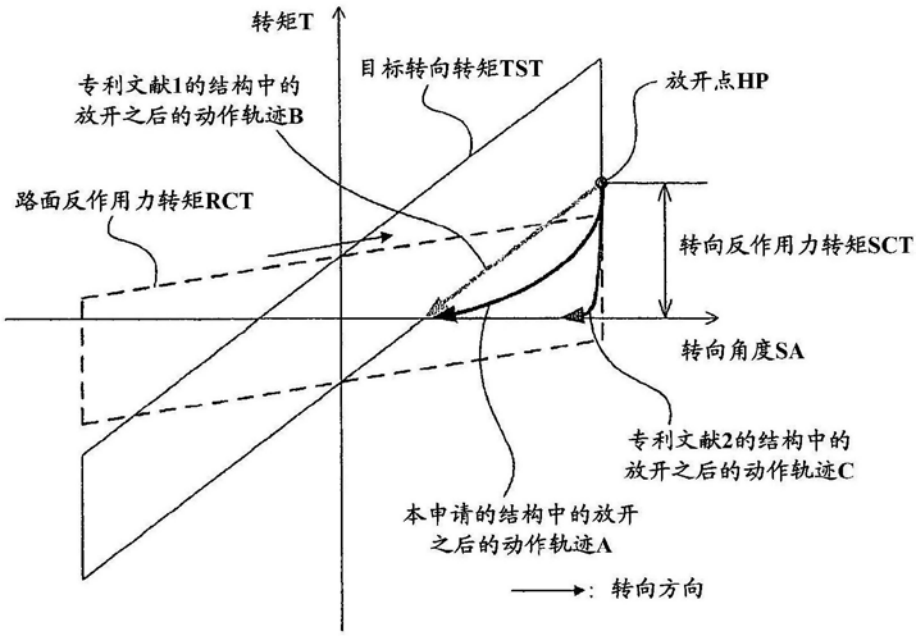

转矩T
目标转向转矩TST
专利文献1的结构中的
放开之后的动作轨迹B
放开点HP
路面反作用力转矩RCT
转向反作用力转矩SCT
转向角度SA
专利文献2的结构中的
放开之后的动作轨迹C
本申请的结构中的放开
之后的动作轨迹A
：转向方向

图5

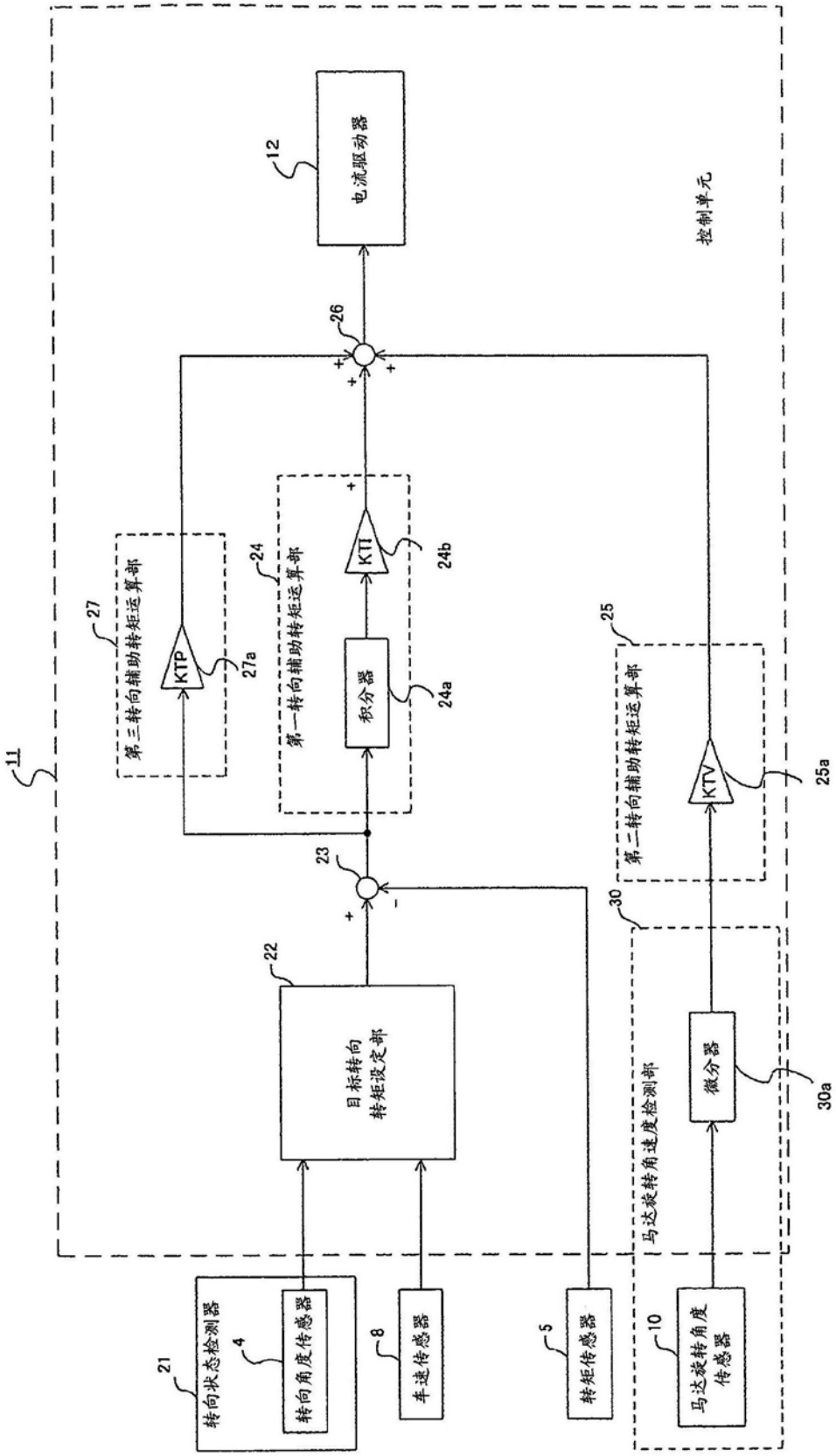

11
控制单元
12
电流驱动器
26
24
第一转向辅助转矩运算部
KTI
24b
积分器
24a
27
第三转向辅助转矩运算部
KTP
27a
25
第二转向辅助转矩运算部
KTV
25a
23
22
目标转向
转矩设定部
30
马达旋转角速度检测部
微分器
30a
21
转向状态检测器
4
转向角度传感器
8
车速传感器
5
转矩传感器
10
马达旋转角度
传感器

图6

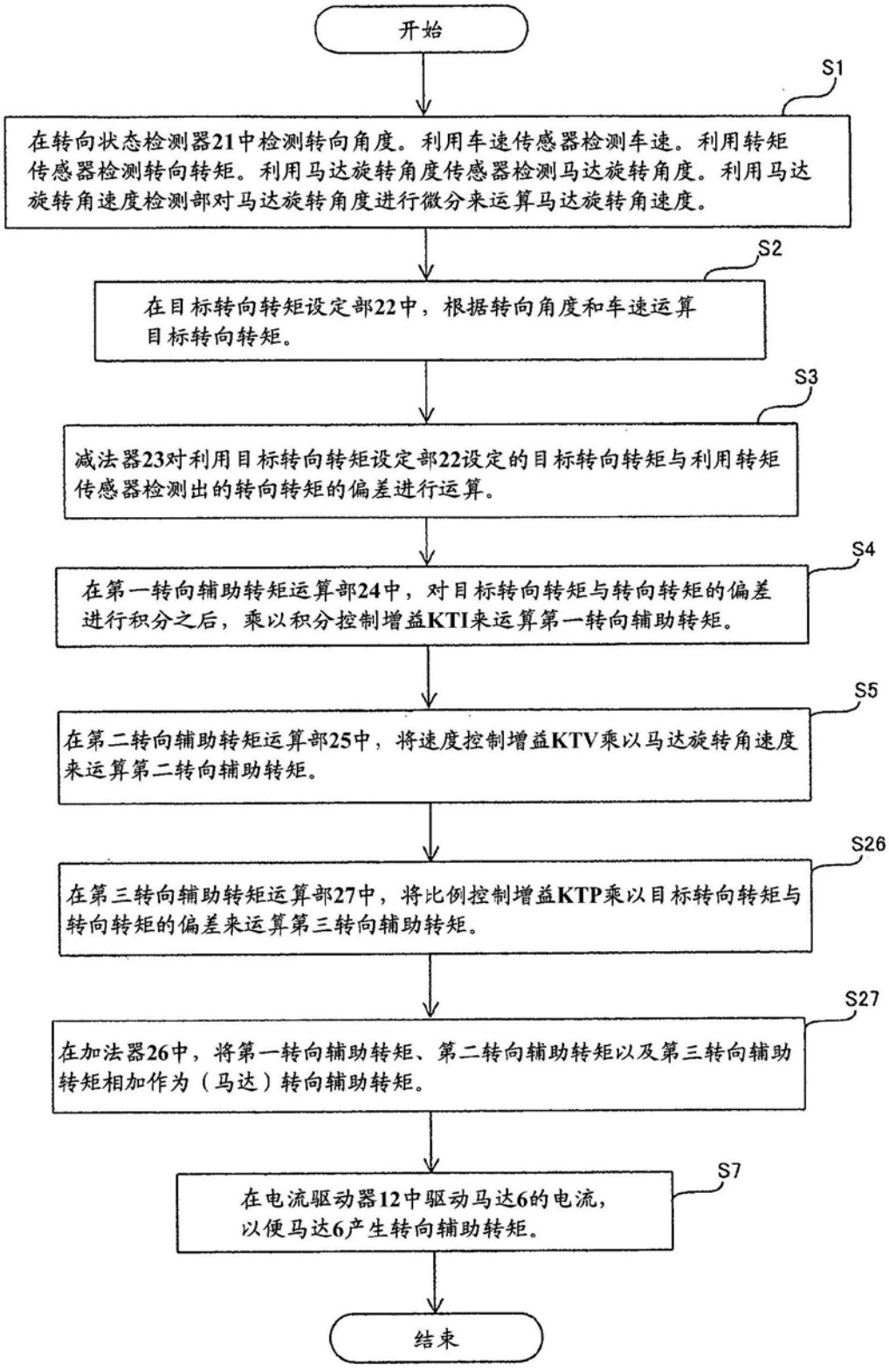

开始
S1
在转向状态检测器21中检测转向角度。利用车速传感器检测车速。利用转矩传感器检测转向转矩。利用马达旋转角度传感器检测马达旋转角度。利用马达旋转角速度检测部对马达旋转角度进行微分来运算马达旋转角速度。
S2
在目标转向转矩设定部22中，根据转向角度和车速运算目标转向转矩。
S3
减法器23对利用目标转向转矩设定部22设定的目标转向转矩与利用转矩传感器检测出的转向转矩的偏差进行运算。
S4
在第一转向辅助转矩运算部24中，对目标转向转矩与转向转矩的偏差进行积分之后，乘以积分控制增益KTI来运算第一转向辅助转矩。
S5
在第二转向辅助转矩运算部25中，将速度控制增益KTV乘以马达旋转角速度来运算第二转向辅助转矩。
S26
在第三转向辅助转矩运算部27中，将比例控制增益KTP乘以目标转向转矩与转向转矩的偏差来运算第三转向辅助转矩。
S27
在加法器26中，将第一转向辅助转矩、第二转向辅助转矩以及第三转向辅助转矩相加作为（马达）转向辅助转矩。
S7
在电流驱动器12中驱动马达6的电流，以便马达6产生转向辅助转矩。
结束

图7

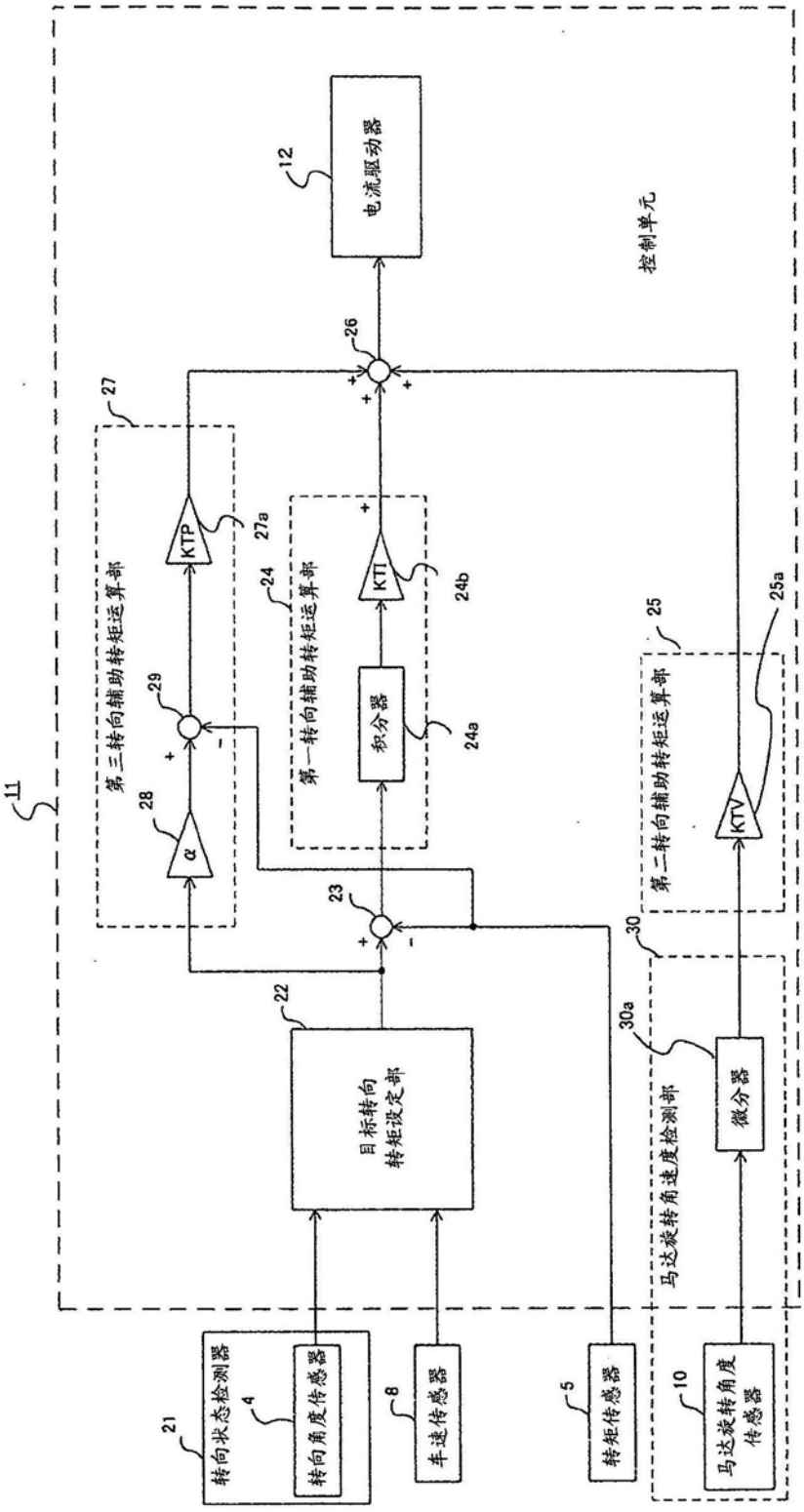

11
控制单元
12
电流驱动器
26
27
第三转向辅助转矩运算部
KTP
27a
24
第一转向辅助转矩运算部
KTI
24b
积分器
24a
29
28
α
23
25
第二转向辅助转矩运算部
KTV
25a
30
30a
马达旋转角速度检测部
微分器
22
目标转向
转矩设定部
21
转向状态检测器
4
转向角度传感器
8
车速传感器
5
转矩传感器
10
马达旋转角度
传感器

图8

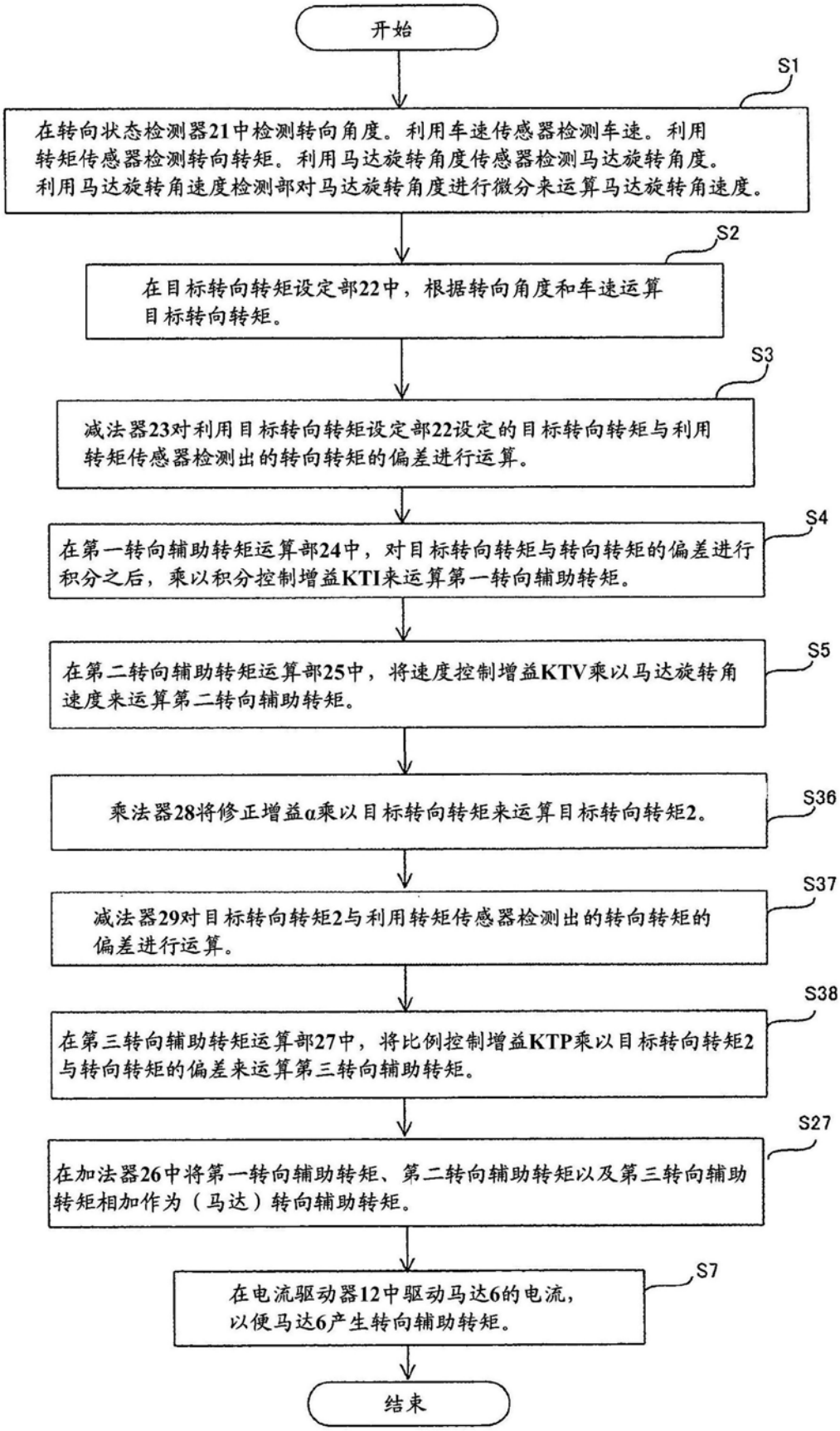

开始
S1
在转向状态检测器21中检测转向角度。利用车速传感器检测车速。利用转矩传感器检测转向转矩。利用马达旋转角度传感器检测马达旋转角度。利用马达旋转角速度检测部对马达旋转角度进行微分来运算马达旋转角速度。
S2
在目标转向转矩设定部22中，根据转向角度和车速运算目标转向转矩。
S3
减法器23对利用目标转向转矩设定部22设定的目标转向转矩与利用转矩传感器检测出的转向转矩的偏差进行运算。
S4
在第一转向辅助转矩运算部24中，对目标转向转矩与转向转矩的偏差进行积分之后，乘以积分控制增益KTI来运算第一转向辅助转矩。
S5
在第二转向辅助转矩运算部25中，将速度控制增益KTV乘以马达旋转角速度来运算第二转向辅助转矩。
S36
乘法器28将修正增益α乘以目标转向转矩来运算目标转向转矩2。
S37
减法器29对目标转向转矩2与利用转矩传感器检测出的转向转矩的偏差进行运算。
S38
在第三转向辅助转矩运算部27中，将比例控制增益KTP乘以目标转向转矩2与转向转矩的偏差来运算第三转向辅助转矩。
S27
在加法器26中将第一转向辅助转矩、第二转向辅助转矩以及第三转向辅助转矩相加作为（马达）转向辅助转矩。
S7
在电流驱动器12中驱动马达6的电流，以便马达6产生转向辅助转矩。
结束

图9

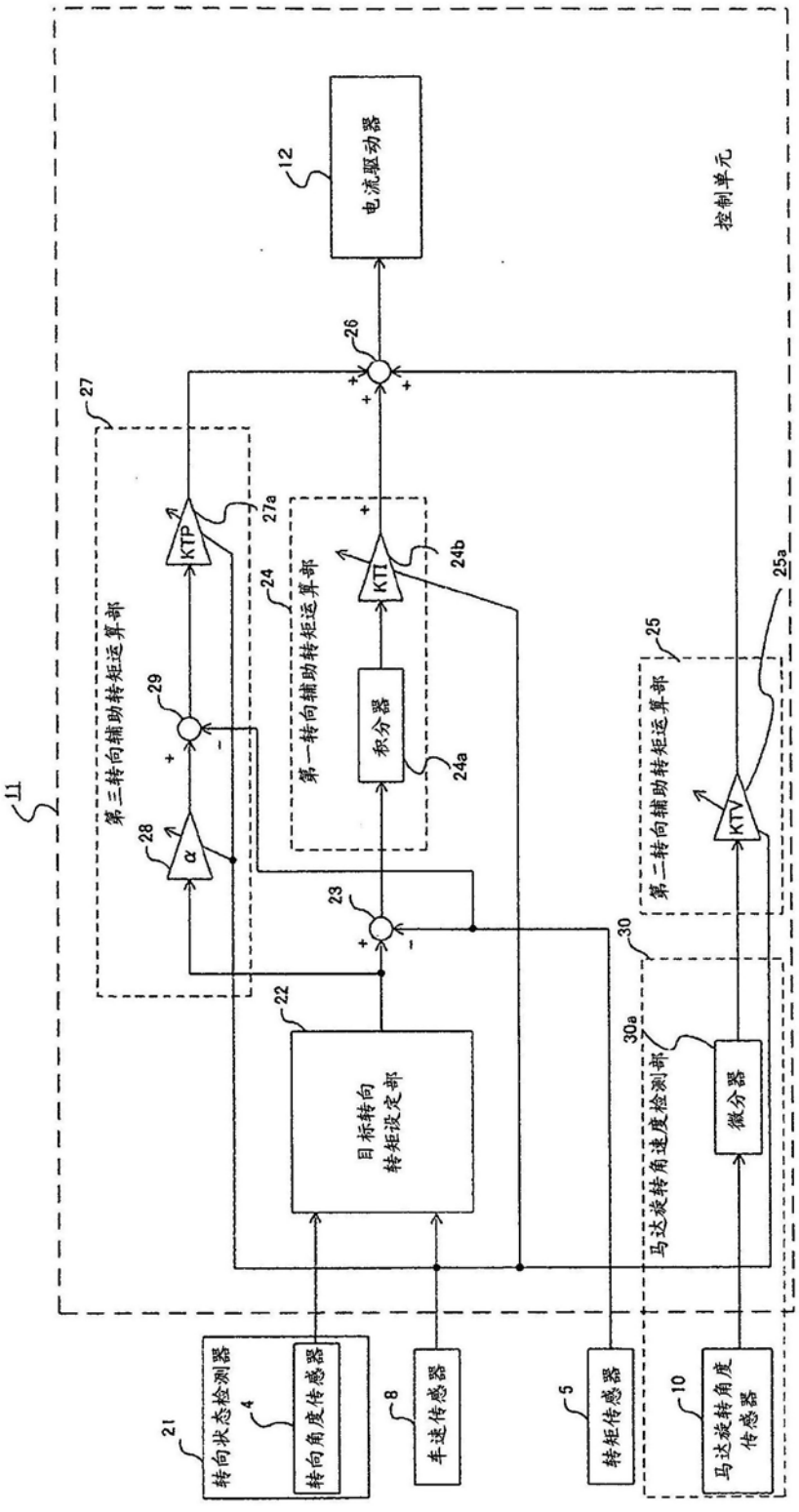

控制单元
11
电流驱动器
12
26
27
第三转向辅助转矩运算部
KTP
27a
第一转向辅助转矩运算部
24
KTI
24b
积分器
24a
29
28
α
23
25
第二转向辅助转矩运算部
KTV
25a
30
马达旋转角速度检测部
30a
微分器
22
目标转向
转矩设定部
转向状态检测器
21
转向角度传感器
4
车速传感器
8
转矩传感器
5
马达旋转角度
传感器
10

图10

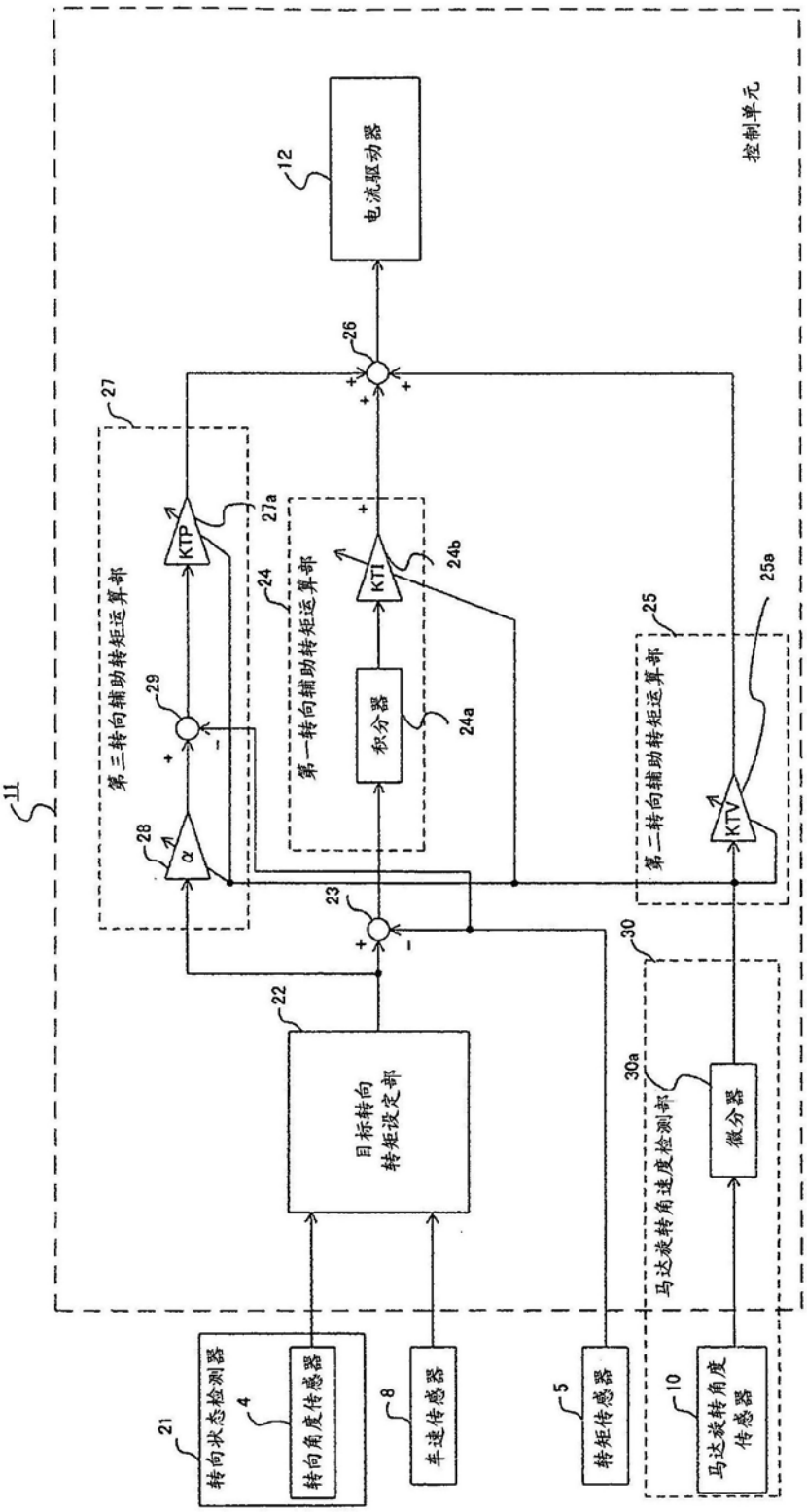

控制单元
11
电流驱动器
12
26
27
第三转向辅助转矩运算部
KTP
27a
第一转向辅助转矩运算部
KTI
24b
24
积分器
24a
29
28
α
25
第二转向辅助转矩运算部
25a
KTV
23
22
目标转向
转矩设定部
30
30a
马达旋转角速度检测部
微分器
转向状态检测器
21
4
转向角度传感器
8
车速传感器
5
转矩传感器
10
马达旋转角度
传感器

图11

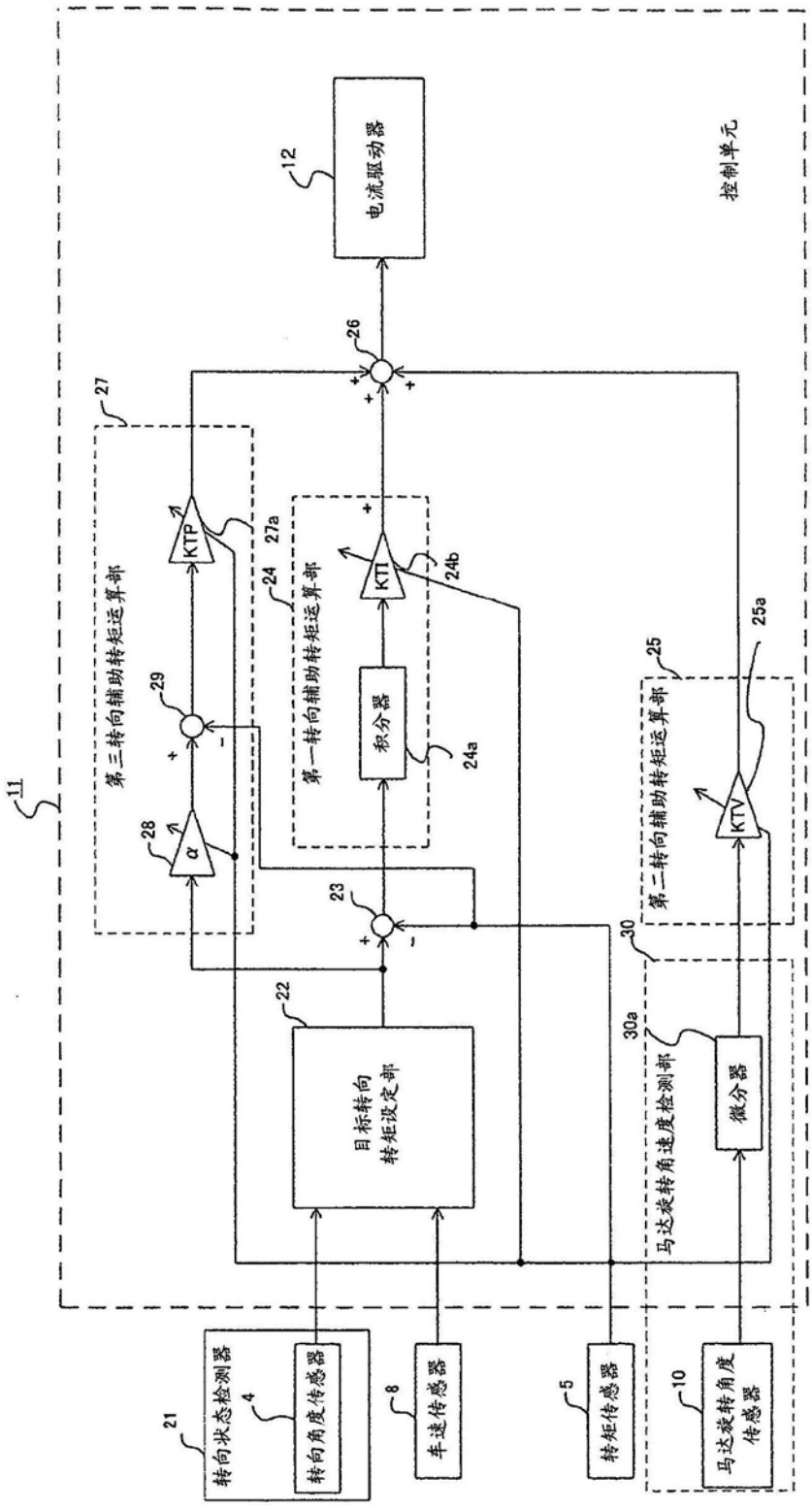

11
控制单元
12
电流驱动器
26
27
第三转向辅助转矩运算部
KTP
27a
24
第一转向辅助转矩运算部
KTI
24b
积分器
24a
29
28
α
23
22
目标转向
转矩设定部
25
第二转向辅助转矩运算部
25a
KTV
30
30a
马达旋转角速度检测部
微分器
21
转向状态检测器
4
转向角度传感器
8
车速传感器
5
转矩传感器
10
马达旋转角度
传感器

图12

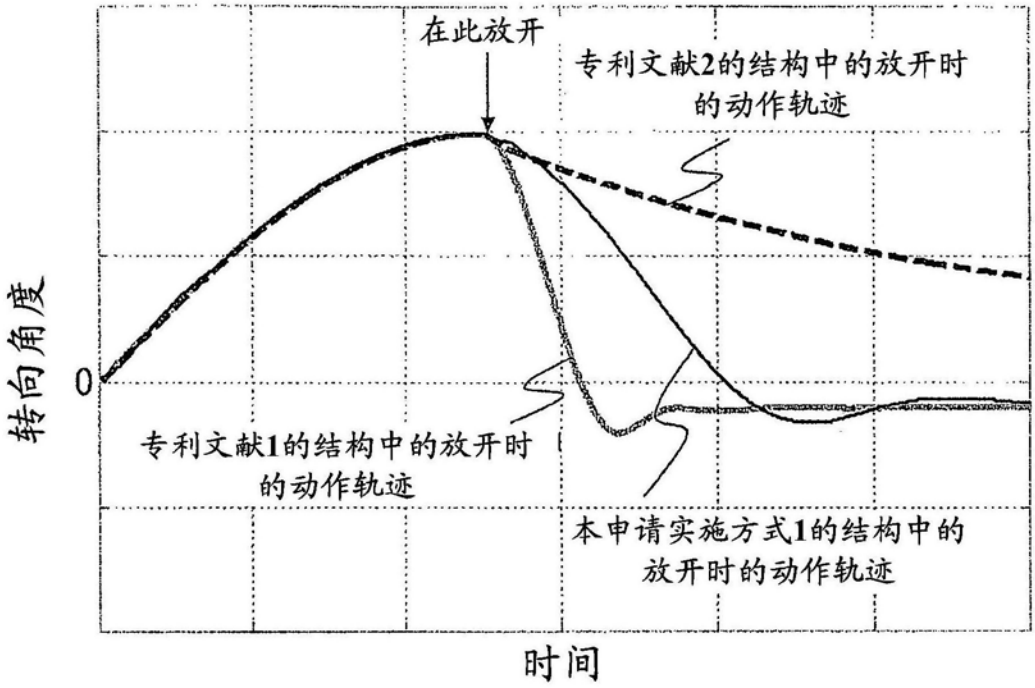

在此放开
专利文献2的结构中的放开时的动作轨迹
转向角度
0
专利文献1的结构中的放开时的动作轨迹
本申请实施方式1的结构中的放开时的动作轨迹
时间

图13

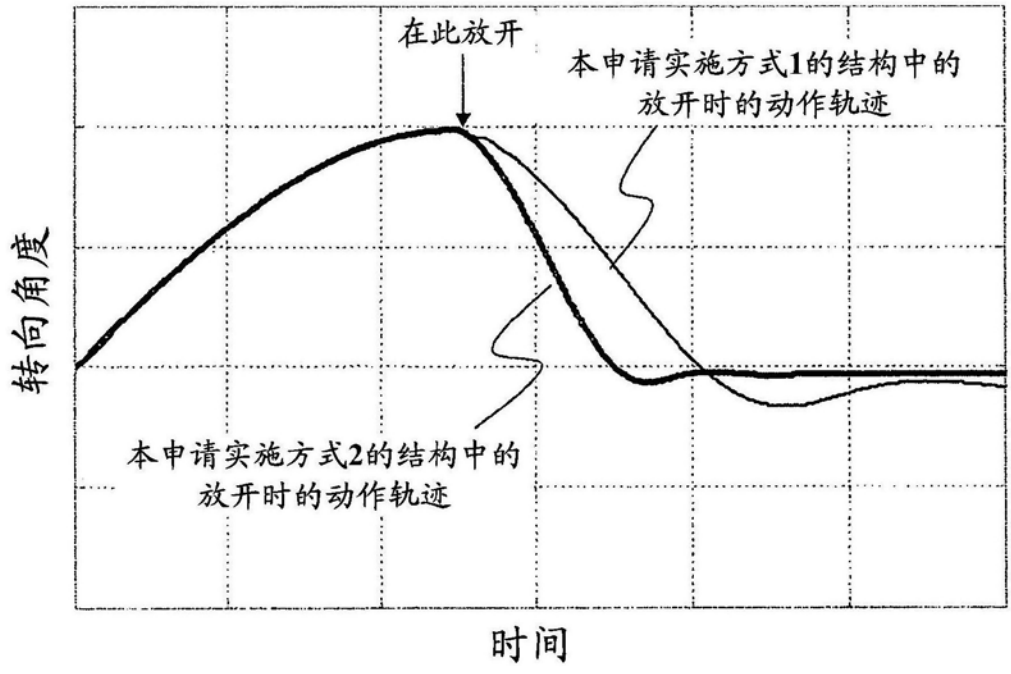

在此放开
本申请实施方式1的结构中的放开时的动作轨迹
转向角度
本申请实施方式2的结构中的放开时的动作轨迹
时间

图14

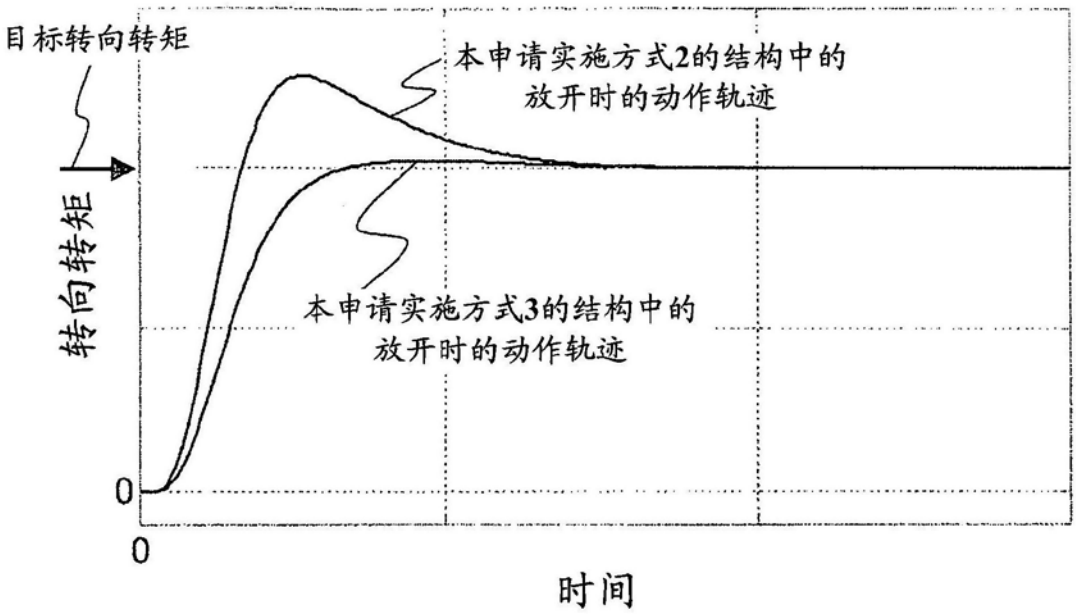

目标转向转矩
本申请实施方式2的结构中的
放开时的动作轨迹
本申请实施方式3的结构中的
放开时的动作轨迹
转向转矩
0
0
时间

图15

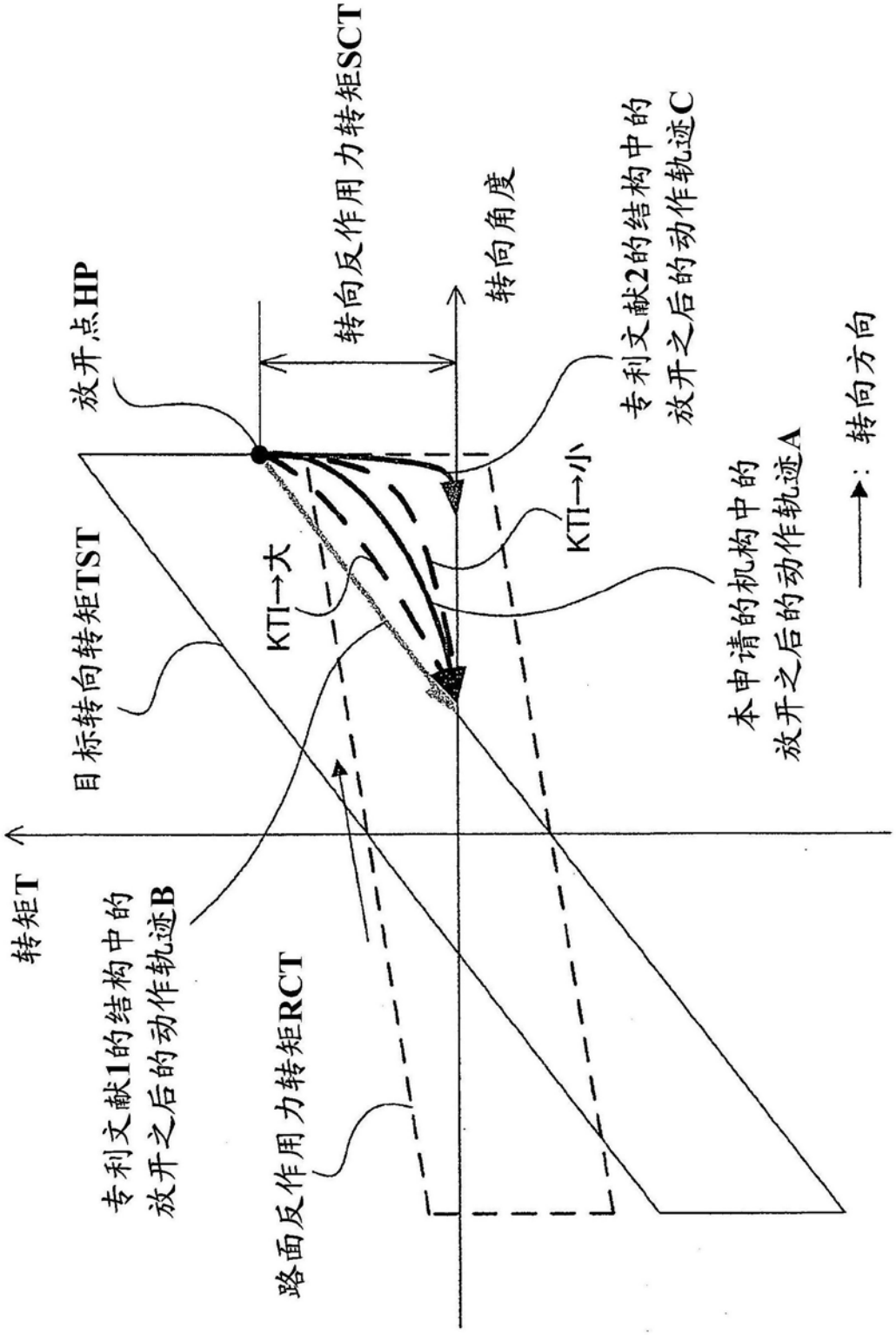

转矩T
放开点HP
目标转向转矩TST
转向反作用力转矩SCT
转向角度
KTI→大
KTI→小
专利文献2的结构中的
放开之后的动作轨迹C
本申请的机构中的
放开之后的动作轨迹A
专利文献1的结构中的
放开之后的动作轨迹B
路面反作用力转矩RCT
：转向方向

图16

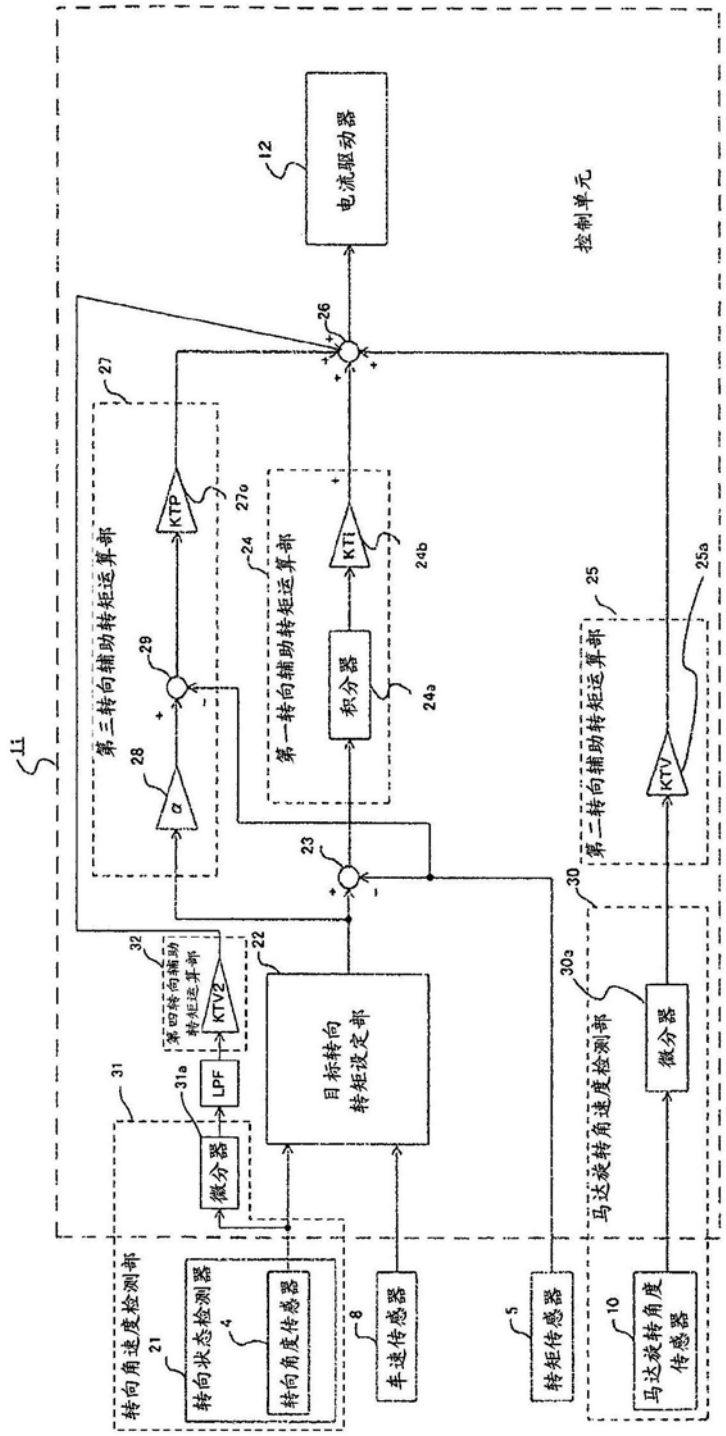

11
控制单元
12
电流驱动器
26
27
第三转向辅助转矩运算部
27a
KTP
24
第一转向辅助转矩运算部
24b
KTi
积分器
24a
25
第二转向辅助转矩运算部
25a
KTV
29
28
α
23
30
30a
马达旋转角速度检测部
微分器
马达旋转角度传感器
10
32
第四转向辅助转矩运算部
KTV2
22
目标转向转矩设定部
31
31a
LPF
微分器
转向角速度检测部
21
转向状态检测器
4
转向角度传感器
车速传感器
8
转矩传感器
5

图17

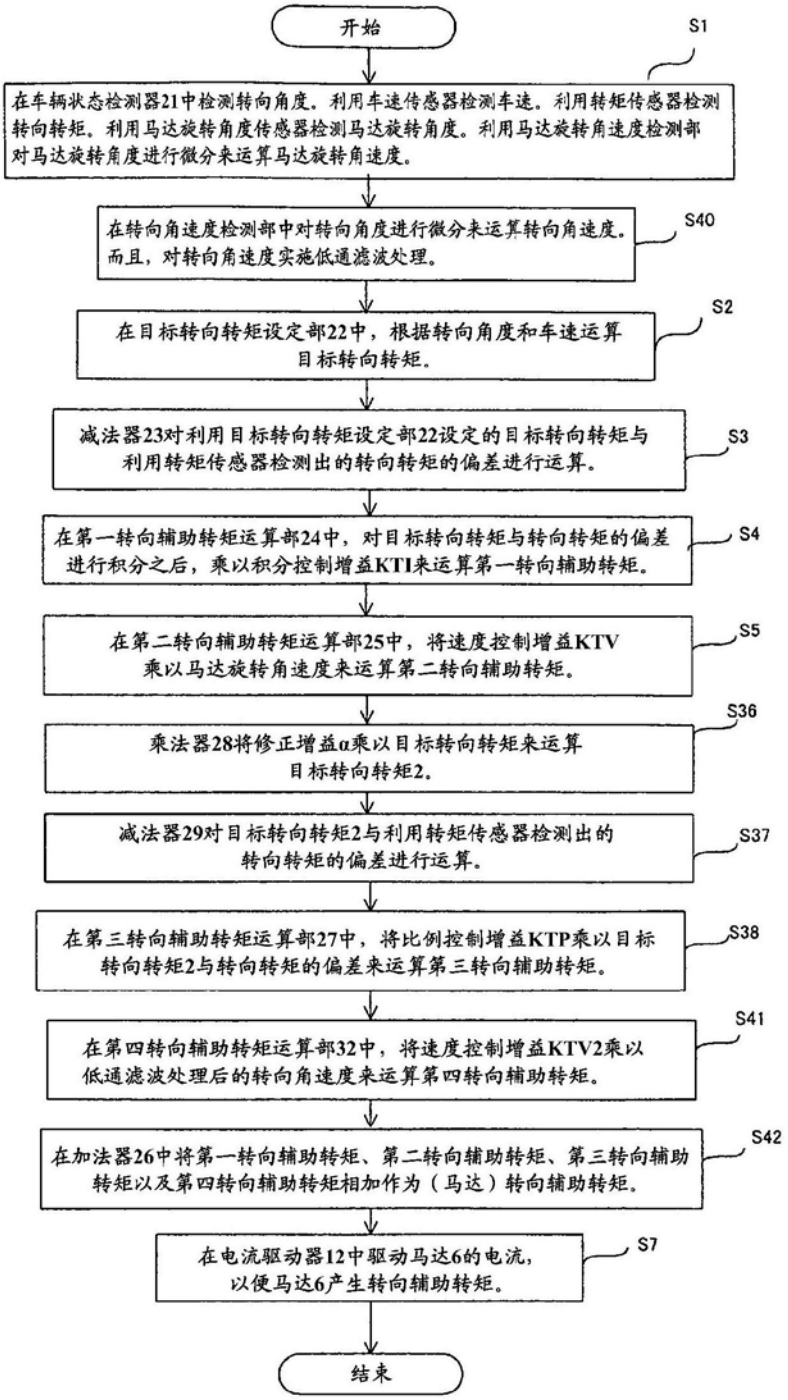

开始
S1
在车辆状态检测器21中检测转向角度。利用车速传感器检测车速。利用转矩传感器检测转向转矩。利用马达旋转角度传感器检测马达旋转角度。利用马达旋转角速度检测部对马达旋转角度进行微分来运算马达旋转角速度。
S40
在转向角速度检测部中对转向角度进行微分来运算转向角速度。而且，对转向角速度实施低通滤波处理。
S2
在目标转向转矩设定部22中，根据转向角度和车速运算目标转向转矩。
S3
减法器23对利用目标转向转矩设定部22设定的目标转向转矩与利用转矩传感器检测出的转向转矩的偏差进行运算。
S4
在第一转向辅助转矩运算部24中，对目标转向转矩与转向转矩的偏差进行积分之后，乘以积分控制增益KTI来运算第一转向辅助转矩。
S5
在第二转向辅助转矩运算部25中，将速度控制增益KTV乘以马达旋转角速度来运算第二转向辅助转矩。
S36
乘法器28将修正增益α乘以目标转向转矩来运算目标转向转矩2。
S37
减法器29对目标转向转矩2与利用转矩传感器检测出的转向转矩的偏差进行运算。
S38
在第三转向辅助转矩运算部27中，将比例控制增益KTP乘以目标转向转矩2与转向转矩的偏差来运算第三转向辅助转矩。
S41
在第四转向辅助转矩运算部32中，将速度控制增益KTV2乘以低通滤波处理后的转向角速度来运算第四转向辅助转矩。
S42
在加法器26中将第一转向辅助转矩、第二转向辅助转矩、第三转向辅助转矩以及第四转向辅助转矩相加作为（马达）转向辅助转矩。
S7
在电流驱动器12中驱动马达6的电流，以便马达6产生转向辅助转矩。
结束

图18

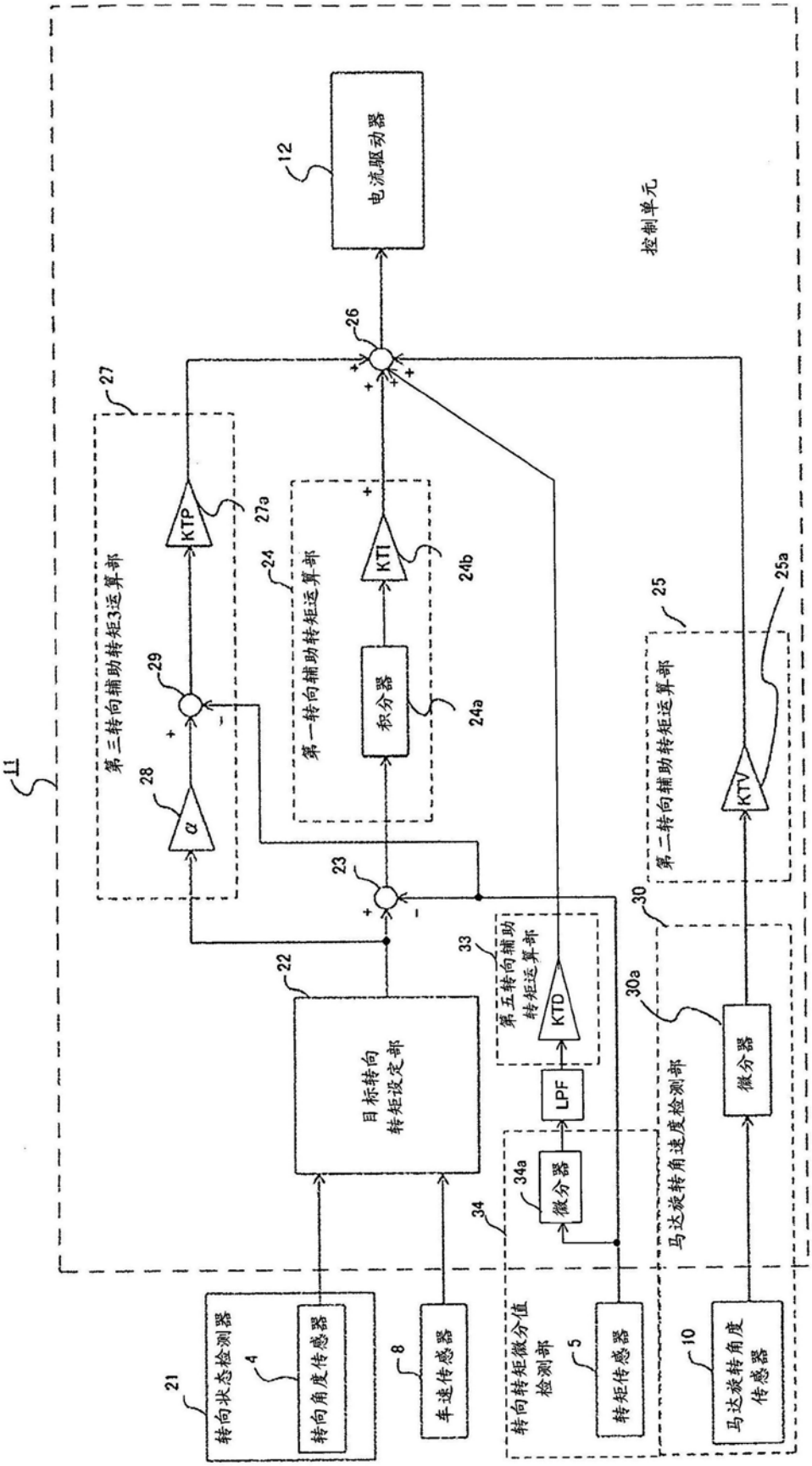

11
控制单元
12
电流驱动器
26
27
第三转向辅助转矩3运算部
27a
KTP
24
第一转向辅助转矩运算部
24b
KTI
24a
积分器
29
28
α
23
22
目标转向
转矩设定部
33
第五转向辅助
转矩运算部
KTD
LPF
34a
微分器
34
转向转矩微分值
检测部
30
第二转向辅助转矩运算部
25
25a
KTV
30a
马达旋转角速度检测部
微分器
21
转向状态检测器
4
转向角度传感器
8
车速传感器
5
转矩传感器
10
马达旋转角度
传感器

图19

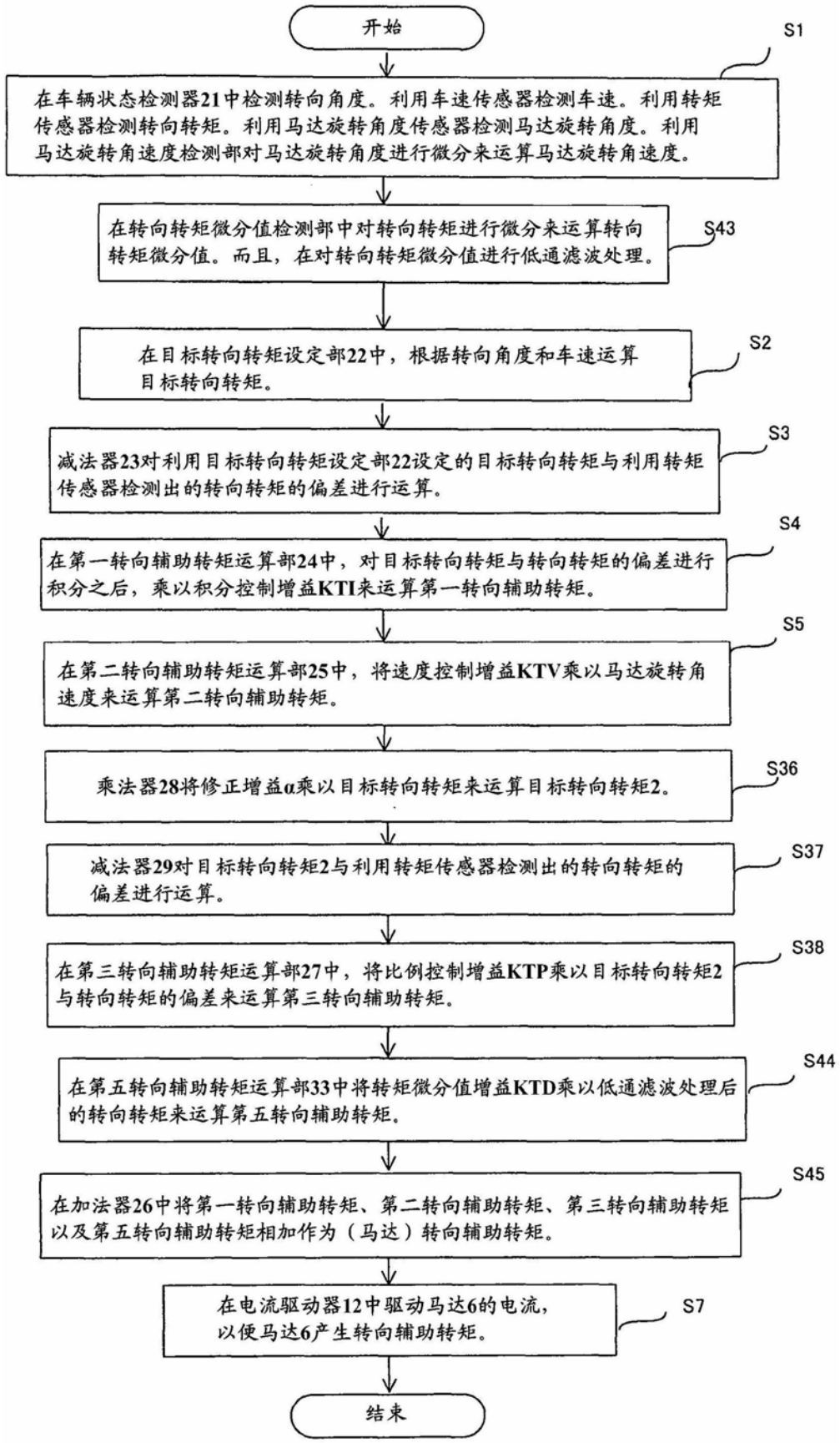

开始
S1
在车辆状态检测器21中检测转向角度。利用车速传感器检测车速。利用转矩传感器检测转向转矩。利用马达旋转角度传感器检测马达旋转角度。利用马达旋转角速度检测部对马达旋转角度进行微分来运算马达旋转角速度。
在转向转矩微分值检测部中对转向转矩进行微分来运算转向转矩微分值。而且，在对转向转矩微分值进行低通滤波处理。
S43
在目标转向转矩设定部22中，根据转向角度和车速运算目标转向转矩。
S2
减法器23对利用目标转向转矩设定部22设定的目标转向转矩与利用转矩传感器检测出的转向转矩的偏差进行运算。
S3
在第一转向辅助转矩运算部24中，对目标转向转矩与转向转矩的偏差进行积分之后，乘以积分控制增益KTI来运算第一转向辅助转矩。
S4
在第二转向辅助转矩运算部25中，将速度控制增益KTV乘以马达旋转角速度来运算第二转向辅助转矩。
S5
乘法器28将修正增益α乘以目标转向转矩来运算目标转向转矩2。
S36
减法器29对目标转向转矩2与利用转矩传感器检测出的转向转矩的偏差进行运算。
S37
在第三转向辅助转矩运算部27中，将比例控制增益KTP乘以目标转向转矩2与转向转矩的偏差来运算第三转向辅助转矩。
S38
在第五转向辅助转矩运算部33中将转矩微分值增益KTD乘以低通滤波处理后的转向转矩来运算第五转向辅助转矩。
S44
在加法器26中将第一转向辅助转矩、第二转向辅助转矩、第三转向辅助转矩以及第五转向辅助转矩相加作为（马达）转向辅助转矩。
S45
在电流驱动器12中驱动马达6的电流，以便马达6产生转向辅助转矩。
S7
结束

图20