

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00133358.5

[43] 公开日 2001 年 5 月 2 日

[11] 公开号 CN 1293133A

[22] 申请日 2000.10.19 [21] 申请号 00133358.5

[30] 优先权

[32] 1999.10.19 [33] JP [31] 296176/99

[71] 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 铃木彻 铃木善昭

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

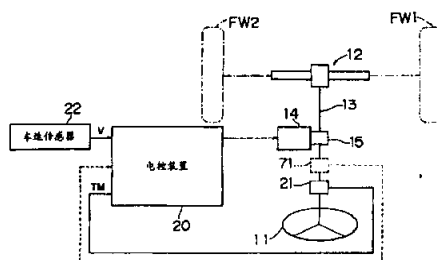
代理人 傅康

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图页数 5 页

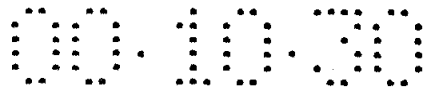
[54] 发明名称 车辆的电动转向机构

[57] 摘要

一种电动转向机构,包括一个向方向盘的转动操作施加辅助力的电动机(14)。在一个实施例中,由一个转向扭矩传感器(21)检测转向扭矩 T_M ,一个转换装置将这个转向扭矩 T_M 转换为电动机(14)的操作电流值 I^* 。一个旋转力控制装置(44)根据这个电流值 I^* ,控制电动机(14)的驱动。一个微分装置(51)能计算转向扭矩 T_M 的微分值。根据计算的微分值,这个惯性补偿控制量 T_M' 被添加到转向扭矩 T_M 中,因此减少了方向盘启动时的转向操纵负荷。同时转向速度也能被检测。该惯性补偿控制量 T_M' 能随检测的转向速度的增加而减少,因此避免了因转向速度的差异,而产生的不舒适转向路感。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1、一种车辆的电动转向机构，它向方向盘的转动操作施加一个辅助力，其特征在于它包括：

- 5 一个电动机（14），它将该辅助力施加到方向盘（11）的转动操作中；
 转向扭矩检测装置（21），它检测方向盘（11）的转向扭矩；
 惯性补偿控制量产生装置（52），它产生一个用于补偿电动机（14）的惯性力的惯性补偿控制量；
 转向速度检测装置（63，71，72），它检测所述方向盘（11）的转向速度；
10 校正装置（55，62），它根据检测到的转向速度，校正初始惯性补偿控制量；
 旋转力控制装置（42，43，44），它根据扭矩检测装置检测的转向扭矩和校正的惯性补偿控制量，控制电动机（14）的旋转力。

2、根据权利要求1所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，校正装置（55，62）校正惯性补偿控制量，以便使惯性补偿控制量随方向盘的检测的转向速度的
15 增加而减少。

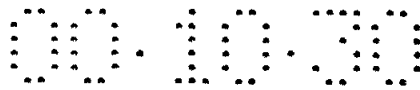
3、根据权利要求1或2所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，转向速度检测装置（63）根据电动机的接线端电压和驱动电流，计算方向盘的转向速度。

4、根据权利要求1或2所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，所述转向速度检测装置包括：

- 20 转向角度检测装置（71），它检测方向盘转动操作引起的转向角度；
 转向速度计算装置（72），它根据检测到的转向角度，计算方向盘（11）的转向速度。

5、一种车辆的电动转向机构，它向方向盘的转动操作施加一个辅助力，其特征在于它包括：

- 25 一个电动机（14），它将该辅助力施加到方向盘（11）的转动操作中；
 转向扭矩检测装置（21），它检测方向盘（11）的转向扭矩；
 惯性补偿控制量产生装置（52），它产生一个用于补偿电动机（14）的惯性力的惯性补偿控制量；
 旋转力控制装置（44），它根据检测到的转向扭矩和产生的惯性补偿控制量，
30 控制电动机的旋转力；



限制装置(53)，当检测到的转向扭矩和产生的惯性补偿控制量作用方向相反时，它限制惯性补偿控制量。

6、根据权利要求5所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，限制装置(53)，当转向扭矩的绝对值大于一个预定扭矩时，限制惯性补偿控制量。

5 7、根据权利要求5所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，限制装置(53)，当检测到的转向扭矩和产生的惯性补偿控制量作用方向相反时，限定该惯性补偿控制量为0。

8、根据权利要求5所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，限制装置(53)当检测到的转向扭矩和产生的惯性补偿控制量作用方向相反时，将该惯性补偿控制量限定在一个预定的上限和一个预定的下限间的范围内。

9、根据权利要求5至8所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，还包括禁止装置，根据车速禁止所述惯性补偿控制量的限制值。

10、根据权利要求1至9中任一权利要求所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，

15 该电动转向机构包括对检测到的转向扭矩求微分的微分装置(51)以及根据该微分值产生惯性补偿控制量的惯性补偿控制量产生装置(52)。

11、根据权利要求10所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，惯性补偿控制量随所述微分值的增加而减少。

20 12、根据权利要求1至9任一权利要求所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，

该电动转向机构包括一个角加速度检测装置，检测方向盘的角加速度；并且，惯性补偿控制量产生装置(52)，根据检测到的角加速度，产生惯性补偿控制量。

25 13、根据权利要求1至9任一权利要求所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，

该电动转向机构包括一个角速度检测装置，检测电动机旋转角速度；并且，惯性补偿控制量产生装置(52)，根据检测到的旋转角速度，产生惯性补偿控制量。

30 14、根据权利要求1至9任一权利要求所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，

该电动转向机构包括计算装置，计算电动机的惯性力；并且，惯性补偿控制量产生装置（52），根据计算的的惯性力，产生惯性补偿控制量。

15、根据权利要求1至14任一权利要求所述的车辆的电动转向机构，其特征在于，该电动转向机构包括：

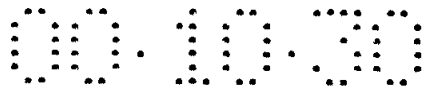
5 转换装置（43），将检测到的转向扭矩转换成一个操作电流值，以控制输给电动机的电流量；

加法装置（42），将产生的惯性补偿控制量添加至提供给转换装置的转向扭矩中。

16、根据权利要求1至14任一权利要求所述的车辆的电动转向机构，其特征
10 在于，该电动转向机构包括：

转换装置（43），将检测到的转向扭矩转换成一个操作电流值，以控制输给电动机的电流量；

加法装置（45），将补偿电流值加到操作电流值中，其中补偿电流值是基于产生的惯性补偿控制量的电流值，而操作电流值是由转换装置转换的。



说明书

车辆的电动转向机构

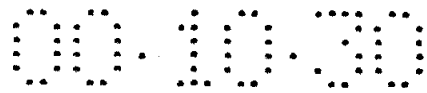
5 本发明涉及车辆的电动转向机构，即通过电动机的旋转工作辅助方向盘的转向操纵。

一种车辆的电动转向机构已在专利号为10-157636的日本专利公开公报中披露，它根据检测到的转向扭矩，通过控制一个电动机的旋转力，对方向盘的转动操作施加辅助力。这个机构起补偿不足辅助力的作用，或起补偿由于摩擦引起的
10 转向扭矩不足的作用，其中，不足辅助力是由方向盘的转动操作开始时电动机的惯性力引起的。这种补偿是这样实现的，即向将要供给的转向扭矩中添加控制量，该控制量相当于转向扭矩的微分值。

在上述电动转向机构中，方向盘转动的越快，电动机提供的转向辅助力增加的越大，这是由转向扭矩的微分值增长而引起的。因此，驾驶员接收到对应于不同的转向操作的反作用力，而转向操作取决于方向盘是在低速还是在高速转动。
15 驾驶员接收到的这种转向反作用力的差异使驾驶员的转向路感变坏。方向盘的反向旋转操作可以产生如下一种情形，即表示转向扭矩和转向扭矩微分值的两个控制量具有相反的符号，并作用在相反的方向上。因此驾驶员不会感觉到这种反作用力，感觉到这是一种方向盘的正常转向，或者该被操作的方向盘可以快速地回
20 到原始位置。同样在这种情况下，不能获得好的转向路感。

本发明是考虑到现有技术的上述缺陷而作出的。发明的一个目的是提供一种使驾驶员具有好的转向路感的电动转向机构。根据本发明的第一方面的电动转向机构配备有一个电动机，一个转向扭矩检测装置，一个惯性补偿控制量产生装置，
25 和一个旋转力的控制装置，其中，电动机能向一个方向盘的转动操作提供辅助力，而转向扭矩检测装置检测转向扭矩，惯性补偿控制量产生装置产生一个惯性补偿控制量，以抵销电动机的惯性力，旋转力的控制装置根据检测到的转向扭矩和校正的初始惯性补偿控制量控制电动机的旋转力。还配备有一个检测方向盘的转向速度的转向速度检测装置，和一个根据检测到的方向盘的转向速度而校正初始惯性补偿控制量的校正装置。

30 根据发明的第一方面，校正装置根据由转向速度检测装置检测出的方向盘的



转向速度校正初始惯性补偿控制量，以抵销电动机的惯性力。这个校正装置，例如，能校正初始的惯性补偿控制量，这样能随着方向盘的检测到的转向速度的增长来降低惯性补偿控制量。这解决了由于方向盘转速变化而引起的转向路感下降的问题，并能使驾驶员保持好的转向路感。

5 在上述实例中，方向盘的转向速度可以根据一个检测方向盘之旋转角度的传感器的输出来检测到，该传感器固定在转向轴上。另一方面，也可以根据与方向盘一体旋转的电动机的接线端电压和驱动电流的计算，来获得转向速度。采用这个方法，可以省去上述传感器，因此降低了生产电动转向机构的成本。

10 根据本发明的第二方面的电动转向机构包括一个限制装置，当检测到转向扭矩和惯性补偿控制量作用方向相反时，该装置对惯性补偿控制量进行限制。根据本发明的这个方面，转向扭矩和惯性补偿控制量在方向盘反向操作时不会彼此抵销。因此，驾驶员不会觉得方向盘的转向操作的反作用力不足，并且方向盘的迅速回位的运动也被阻止，因此能使驾驶员保持好的转向路感。

15 发明的上述和其它目的，特性和优点将通过下面的说明，并参照附图变得更加清楚，附图中同一数字表示同一部件，其中：

图1是一个根据本发明的一个实施例的电动转向机构的结构示意图；

图2是一个图1所示电控装置的详细的方框图；

图3是一个操作扭矩和操作电流值间的关系的图线表达式；

图4是一个转向扭矩的微分值和惯性补偿控制量间的关系的图线表达式；

20 图5是一个车速和车速增量间的关系的图线表达式；

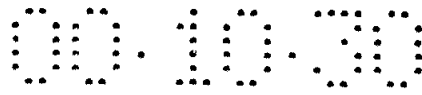
图6是一个转向速度（电动机转动的角速度）和转向速度增量间的关系的曲线；

图7是一个图1所示的电控装置的一个变型实例的详细方框图；

25 本发明的一个实施例将参照附图进行说明。图1示意地表示了一个根据这个实施例的车辆的电动转向机构。

该电动转向机构配备有一个固定在转向轴13上的电动机14，转向轴13通过一个齿条齿轮机构12将方向盘11的转动操作传给左右前轮FW1，FW2。这个电动机14是一个直流电动机，并根据转动方向向方向盘11的转动操作施加一个辅助力。电动机的旋转通过一个减速器15传输到转向轴13。

30 一个电控装置20与电动机14电连接，以便于根据转向扭矩传感器21和车速传



感器22检测的输出来控制电动机的旋转操作。转向扭矩传感器21固定在转向轴13上并检测转向扭矩（转向反作用力） T_M ，在方向盘11的转向操纵过程中，该转向扭矩作用在方向盘11和转向轴13上。当顺时针旋转方向盘11时，方向盘11和转向轴13上产生的转向扭矩 T_M 将是一个正数。同时，当逆时针旋转方向盘11时，方向盘11和转向轴13上产生的转向扭矩 T_M 将是一个负数。车速传感器22检测车速 V 。

参照图2。电控装置20包括一个驱动电动机14的驱动电路30，和一个控制驱动电路30的控制电路单元40。该驱动电路30形成一个桥式电路，它由四个开关元件31至34构成，其形式如一个FET式。开关元件31，32的一对对向接线端中的一个经分流电阻35与蓄电池36的正电压接线端（+）相连。蓄电池36的负电压接线端（-）接地。开关元件33，34的一对对向接线端中的一个经分流电阻37接地。开关31至34的另一接线端分别与电动机14的两端相连。

控制电路单元40形成一个微型计算器和其外围电路，并且在接收到蓄电池36供应的电能时启动。这个控制电路单元40由图2中的功能方框图表示出，其能通过编程实现各种所述的功能。

转向扭矩传感器21检测的转向扭矩 T_M 通过相位补偿部分41，加法器部分42和一个扭矩-操作电流值转换部分43输入到一个驱动控制部分44。这个相位补偿部分41用于防止由于振动而造成的转向系统工作不稳定，它使元件的相位在预定的频率段（如在约10至30Hz）内提前，该预定的频率段包含在信号指示的转向扭矩 T_M 中。这个扭矩-操作电流值部分43依据车辆传感器22检测的车速 V 的特性，利用换算表或运算处理，将一个输入的操作扭矩 T_M^* 转换成一个输出的操作电流值 I^* 。参照图3的表，上面的转换特性被设定成这样，即操作电流值 I^* 随着输入操作扭矩 T_M^* 的增加而增加，并随它的减少而减少。

驱动控制部分44计算 $I^* - I_m$ ，即操作电流值 I^* 和电流检测部分65（下面将说明）检测的电动机14的驱动电流 I_m 间的差值，这个差值被输入用以反馈控制。利用这个计算的差值 $I^* - I_m$ ，形成了一个基于PID控制的控制信号。这个驱动控制部分44具有一个脉冲宽度调制（PWM）功能，它根据开关元件31至34的控制信号是被转向开/关，进而输出脉冲宽度调制的脉冲串信号。这个等同于操作电流值 I^* 的驱动电流 I_m 被施加到电动机14上，从而产生等同于操作扭矩 T_M^* 的扭矩。当开关元件31，34被控制开/关时，通常，电动机14旋转以辅助方向盘11的顺时针转向。当开关元件32，34被控制开/关时，电动机14反向旋转，从而用于辅助方向盘11逆时针

转向。

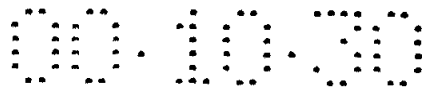
一个加法器部分42接收相位补偿转向扭矩 TM 以及抵销电动机14之惯性力的惯性补偿控制量 TM' 。加法器部分42输出转向扭矩 TM 和惯性补偿控制量 TM' 的和，即 $TM+TM'$ ，把这个值当作操作扭矩 TM^* 。

5 通过一个微分部分51和一个控制量确定部分52产生这个惯性补偿控制量 TM' ，该值经一个控制部分53和乘法器部分54，55输送到加法器部分42。微分部分51对来自于转向扭矩传感器21的转向扭矩 TM 求微分，并输出微分值 dTM/dt 。控制量确定部分52利用换算表或运算处理将这个输入的微分值 dTM/dt 转换成输出的惯性补偿控制量 TM' 。参照图4所示的表，转换特性设置成惯性补偿控制量 TM' 能
10 随输入的微分值 dTM/dt 的增加而增加。

限制部分53根据来自于限制状况判断部分56的判断结果，限制来自于控制量确定部分52的惯性补偿控制量 TM' 。当转向扭矩 TM 和惯性补偿控制量 TM' 作用方向相反时，这个限制状况判断部分56通过向限制部分53输出一个限制操作信号，限制惯性补偿控制量 TM' 。即，当转向扭矩 TM 大于一个正的预定值 TM_0 ，并且惯
15 性补偿控制值 TM 为负时，或者当转向扭矩 TM 小于一个负的预定值 TM_0 ，并且惯性补偿控制值 TM 为正时，限制状况判断部分56输出限制操作信号。限制部分53通过向乘法器部分54输入限制操作信号“0”而限制惯性补偿控制量 TM' 。当没有输入限制操作信号时，输入的惯性补偿控制量 TM' 被直接输送给乘法器部分54。

乘法器部分54将从限制部分53提供的惯性补偿控制量 TM' 和车速增量 G_v 相
20 乘并将积输出，其中车速增量来自于一个增量操作部分61。增量操作部分61通过利用换算表或运算处理，输出车速增量 G_v ，而增量 G_v 根据车速传感器2检测的车速 V 变化。参照图5，例如，车速增量 G_v 的特征是其在低车速时，随车速 V 的增长而增长，在中速和高速范围内随车速的增长而减少。

乘法器部分55将乘法器部分54提供的惯性补偿控制量 TM' ，和增量操作部分
25 62输出的转向车速增量 G_w 相乘。增量操作部分62从转向速度操作部分63接收转向速度 ω ，并通过换算表或运算处理输出转向速度增量 G_w ，该增量 G_w 根据转向速度 ω 的绝对值 $|\omega|$ 而变化。转向速度增量 G_w 的特征是，例如，如图6所示随转向速度 ω 的增加而增加。转向速度 ω 指方向盘11的转速，它等同于电动机14的旋转角速度，其中电动机与方向盘11一体的转动。转向速度的操作部分63通过进行下
30 面方程式的运算，来计算出方向盘11的转向速度（电动机14的旋转角速度），该



方程式是利用电动机14接线端的电压 V_m 和驱动电流 I_m 进行计算的,

$$\omega = (V_m - R_m \times I_m) / K \quad (1)$$

5 上面的方程式(1)是用来获得直流电动机的旋转角速度的,但它没有考虑自感应(因为通常都将它忽略),其中 R_m 和 K 是取决于电动机的常数。

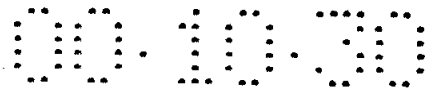
电压检测部分64和电流检测部分65与转向速度操作部分63相连,这样能检测接线端间的电压和驱动电流 I_m ,从而进行上面的方程式(1)的运算。电压检测部分64接收电动机14的两个接线端的电压,并通过检测电动机14接线端间的电压
10 而输出这个电压信号,如上面所述该信号是电压差信号。电流检测部分65在分流电阻37的两个接线端接收电压,并根据这个输入电压,计算驱动电流 I_m 。

下面说明上述结构的实施例的工作过程。相应于驾驶员旋转方向盘的操作,方向盘11和转向轴13上产生转向扭矩 T_M (转向反作用力)。然后转向扭矩传感器21检测到这个转向扭矩 T_M 。该转向扭矩 T_M 经由相位补偿部分41和加法器部分
15 42,以操作扭矩 T_M^* 提供给扭矩-操作电流值转换部分43。这个扭矩操作电流值转换部分43的特征是它根据车速 V 改变输入的操作扭矩 T_M^* ,并转换成操作电流值 I^* (图3)。这个转换的操作电流值 I^* 输送到驱动控制部分44。然后驱动控制部分44根据操作电流值 I^* 和电流检测部分65检测的驱动电流值 I_m ,通过对开关元件31至34的开/关控制,向电动机14提供等于操作电流值 I^* 的驱动电流 I_m 。

20 结果,电动机14使转向轴13以一个等于操作扭矩 T_M^* 的扭矩转动。因此,驾驶员旋转方向盘的操作能根据检测到的转向扭矩 T_M 被助力。这使驾驶员能感觉到适当的转向反作用力,而转动方向盘11,进而使左右前轮 $FW1$, $FW2$ 转动。

在这个例子中,由于扭矩-操作电流值转换装置43被设置成其操作电流值 I^* 是随车速 V 的增加而减少的,这样电动机14的转向辅助力在低车速变大,在高车速时变小。因此,方向盘11甚至在低车速时,也能顺利地转动。同时,在高的运行速度时也能平稳地转动。
25

在转向辅助控制中,惯性补偿控制量 T_M' 在加法器部分42中加到转向扭转 T_M 中。这个惯性补偿控制量 T_M' 通过微分部分51和控制量确定部分52被确定,并被设定成随转向扭矩 T_M 的微分值 dT_M/dt 的增加而增加。甚至当电动机的惯性力大
30 时,或在方向盘11的转动开始时各部分间的摩擦力大的情况下,转向反作用力也



能被减少。这使驾驶员能平稳地开始方向盘11的转动操纵。

增加到转向扭矩 T_M 上的惯性补偿控制量 T_M' 是通过增量操作部分62和乘法器部分55进行校正的，这样惯性补偿控制量 T_M' 随着方向盘11的转向速度 ω 的绝对值 $|\omega|$ 的增加而变小。这样一来，即使由于快速转动方向盘11而使转向扭矩 T_M 的微分值 dT_M/dt 变大，也可阻止惯性补偿控制量 T_M' 的增加。这使得感受到适宜的转向反作用力的驾驶员以一种与方向盘11的低转向操作相同的方式进行方向盘11的转动操作。结果，防止了由于方向盘11的旋转速度而引起的转向感觉的恶化，因此能使驾驶员保持良好的转向感觉。

在这种情形中，转向速度操作部分63利用电压检测部分64检测的电动机14的接线端间电压 V_m 和电流检测部分65检测的电动机14的驱动电流 I_m ，计算方向盘的转向速度 ω （电动机14的旋转角速度）。由于省去了检测方向盘11的实际转角和旋转角速度的传感器，所以生产这个实施例的电动转向机构的成本降低了。

增加到转向扭矩 T_M 上惯性补偿控制量 T_M' 由车速传感器22，增量操作部分61和乘法器部分54进行校正，这样能在低车速范围内随车速 V 的增加而增加。同时也被校正成在中、高车速范围内能随车速 V 的增加而减少。这个校正使驾驶员在低车速时能平稳地执行方向盘11的转向操作，而在中、高车速范围内在感觉到适宜的转向反作用力的同时，执行方向盘11的转向操作。

当转向扭矩 T_M 和惯性补偿控制量 T_M' 作用方向相反时，从控制量确定部分52输出的惯性补偿控制量 T_M' 能由控制部分53和限制条件判定部分56限制为“0”。这个限制值能防止转向扭矩 T_M 和惯性补偿控制量 T_M' ，在反向转向操作过程中彼此抵销。因此，驾驶员能以一种与正常转向操作相同的方式接收对应于方向盘11的转向操作的反作用力，因此，保持了优良的转向感觉。

在上述实施例中，从乘法器部分55输出的惯性补偿控制量 T_M' 在加法器部分42被增加到输送至扭矩-操作转换部分43的转向扭矩 T_M 上，该加法部分42处于转换部分43之前的一个步骤上。作为选择，如图7所示，可以构造成这样，即将加法器部分45放置在扭矩操作电流转换部分43的下一步骤上，这样来自于乘法器部分55的惯性补偿控制量 T_M' 被添加到操作电流值 I^* 上，而该操作电流值 I^* 是从转换部分43输出的。在这个情形中，惯性补偿控制量 T_M' 相当于转向扭矩 T_M 。最好，设置一个扭矩电流转换部分46，将惯性补偿控制量 T_M' 转换成一个相应于操作电流值 I^* 的惯性补偿控制量 I^* ，这样惯性补偿控制量 T_M' 能以一种方式影响电动机14的

速度控制，这种方式与上一实施例相同。需要时，来自于车速传感器22的车速V输入到扭矩-电流转换部分46，这样能根据车速V来改变转换特性。在上述变型的例子中，扭矩-电流转换部分46可以用控制量确定部分52替换，通过控制量确定部分52确定相应于操作电流值I*的惯性补偿控制量I*。

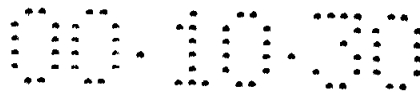
5 在这个实施例中，转向速度操作部分63利用电动机14接线端间的电压和驱动电流Im，通过操作获得一个方向盘11的转向速度ω（电动机14的旋转角速度）。但是，如图1和2的虚线所示，转向速度操作部分63可以用一个转向角度传感器71替换，将它放置在转向轴13上，检测它的旋转角度。传感器71检测的旋转角度由微分部分72求微分，该微分部分72布置在控制电路单元40内，而用于检测方向盘11
10 的转向速度。转向角度传感器71可以用一个转向速度传感器替换，该转向速度传感器放置在转向轴13上，以直接检测转向轴13的旋转角速度，这样省去了对微分部分72的需要。

 在本实施例中，惯性补偿控制量TM'根据转向扭矩传感器21检测的转向扭矩而被确定。但是，这个惯性补偿控制量TM'可以根据电动机14的旋转角加速度ω'而确定。在这种情形中，如图2的虚线所示，来自于转向速度操作部分63或来自于
15 微分部分72的电动机14的旋转角速度ω（方向盘11的转向速度）通过这个微分部分73求微分。然后惯性力确定部分74确定旋转角加速度ω'（=dw/dt），再通过进行方程式（2）所示的运算，确定电动机14的惯性力Fm。

20
$$F_m = I_m \times \omega' \quad (2)$$

 其中Im指电动机14的惯性力矩。在这种情形中，惯性力Fm施加到控制量确定部分52，该控制量确定部分52用惯性力Fm替代上面的转向扭矩TM的微分值dTM/dt，进而输出惯性补偿控制量TM'。通过这个运算，惯性补偿控制量TM'的
25 微分结果预计与上述实施例的结果相似。

 在上述实施例中，当转向扭矩TM和惯性补偿控制量TM'作用方向相反时，从限制部分53的输出值被限制为“0”。另一方面，输出值可以限制成一个预定的下限值，和一个不是“0”的上限值。即当限制条件判断部分56判定上述的限制条件成立时，从控制量确定部分52输出的惯性补偿控制量TM'被截止，以便能在下
30 限值和上限值间的范围内输出惯性补偿控制量TM'。否则，从控制量确定部分52



输出的惯性补偿控制量 TM' 可以直接输出。在这个情形中，预计可获得的结果与通过惯性补偿控制量 TM' 的限制值获得的结果相同。

在本实施例中，惯性补偿控制量 TM' 的限制值被设定在一个任意车速 V 处。另一方面，限制值可以只在车速 V 是在预定车速范围内被设定。例如，在车辆停止或车速相当低的状态下，如果与方向盘的正常转动操作相比，方向盘的转动操作是反向的，在这个过程中，驾驶员几乎不能感觉到由转向力而产生的反作用力。因此，除车辆停止或在相当低的速度下运行，即低于一个预定速度的下运行外，惯性补偿控制量 TM' 才被限制。当驾驶车辆时，来自转向操作的十分不自然的感
5 觉只能在较高速度范围内感觉到，因此惯性补偿控制量 TM' 可以只限制在车速高于一个预定车速范围内。
10

在例解的实施例中，控制电路单元40作为一个可编程的通用计算机来进行工作。本领域技术人员可以理解到这个控制电路单元可使用一个单个的专用的集成电路（如ASIC），该集成电路具有一个整体的，系统高度控制的主的或中央处理器区，和专用的分离区，分离区用于在中央处理器区的控制下，执行各种不同的
15 特定的计算，功能和其它的流程。这个控制电路单元也可以是许多单独专用的或可编程集成的或其它电子电路或装置（如，硬连线的电子或逻辑电路，如单元件电路，或可编程的逻辑装置，如PLDs, PLAs, PAL或类似物）。控制电路单元的执行可以利用一个适当编程的通用计算机来完成，如一个微处理器，微控制器或其它处理装置（CPU或MPU），可以单独使用，也可以与一个或多个外围（如集
20 成电路）数据和信号处理装置配置在一起。总之，任何一个能执行这里所述的程序的装置都能被用作控制电路单元。一个分布处理的构造能用作最大数据/信号处理量和速度。

在参照最佳实施例，已经对发明作出说明的同时，本发明也可以理解为不仅限于已公开的实施例和结构。相反，本发明包括各种变型和等同的布置。另外，
25 发明公开的各种元件可以有不同的组合和配置，这只是示例性的，其它的组合和配置，包括更多、更少或只有一个实施例，也是落在本发明的精神和范围之内。

说明书附图

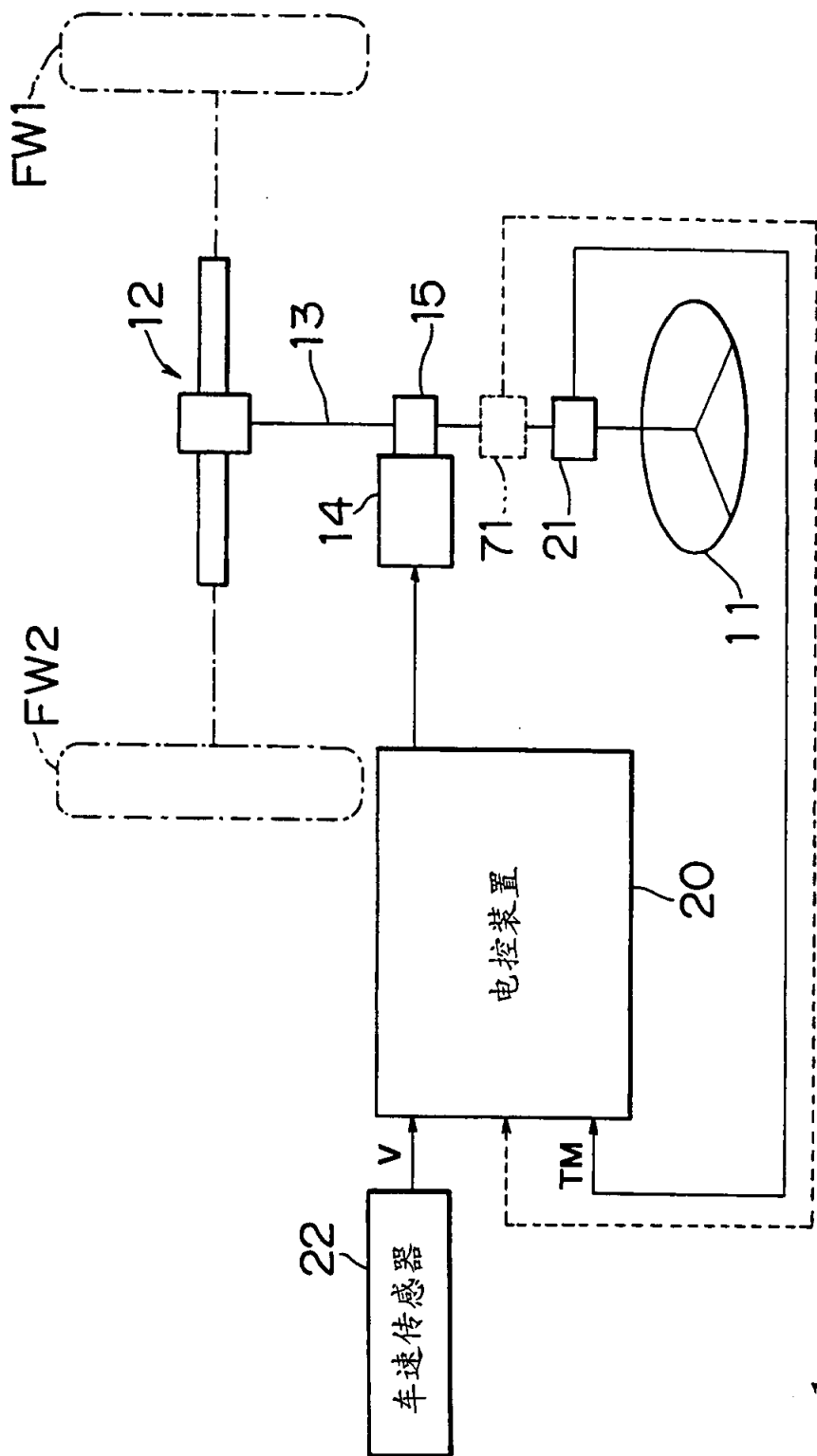


图 1

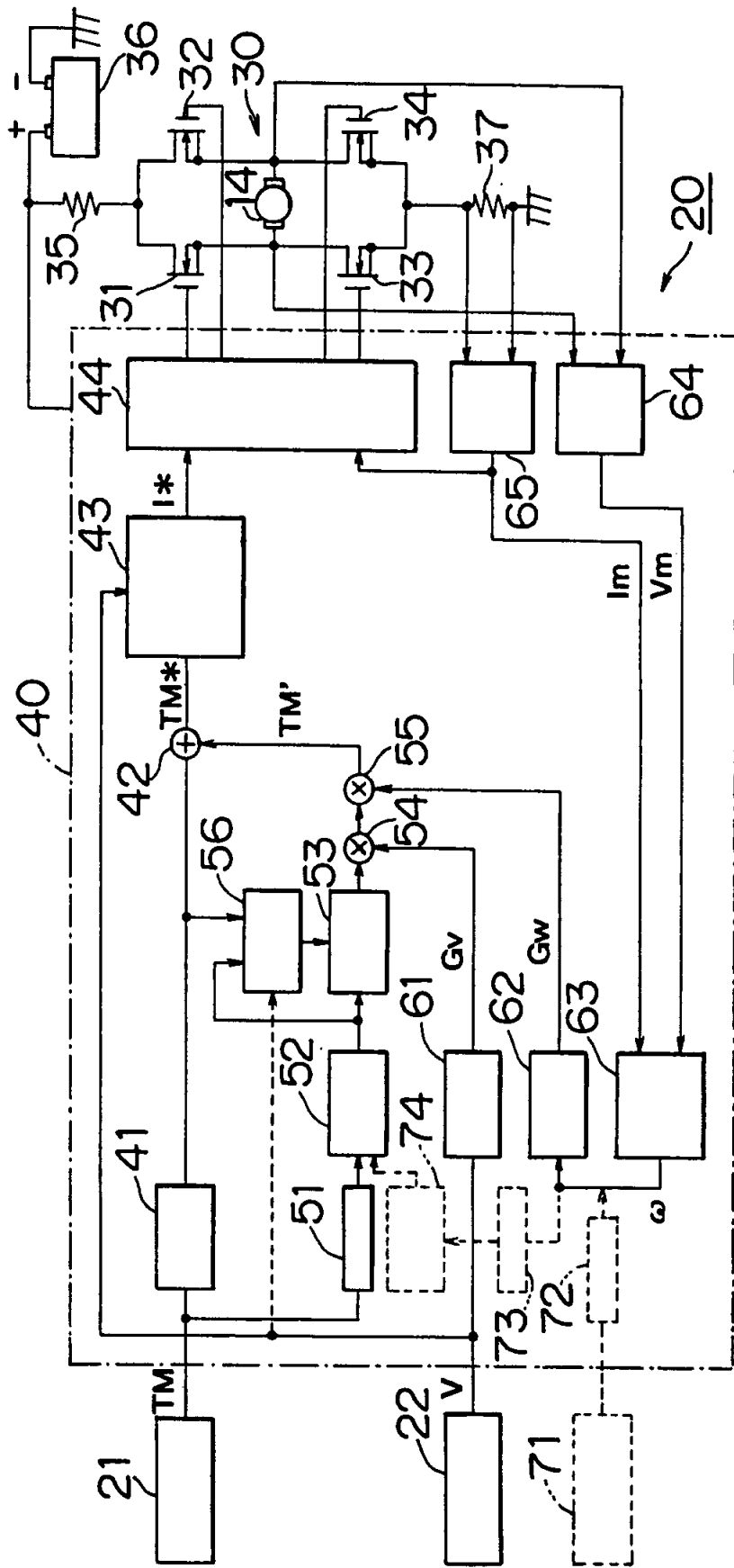


图 2

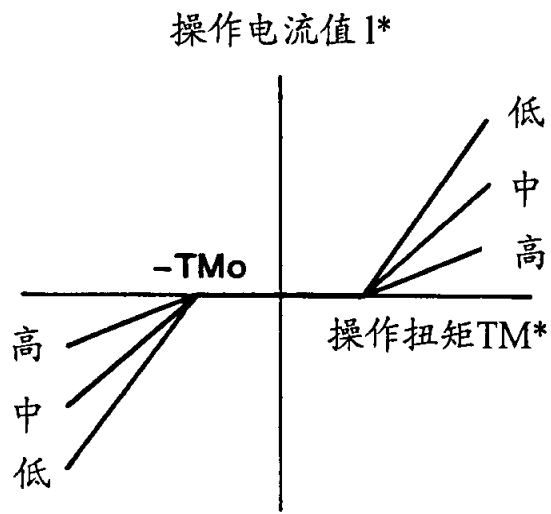


图 3

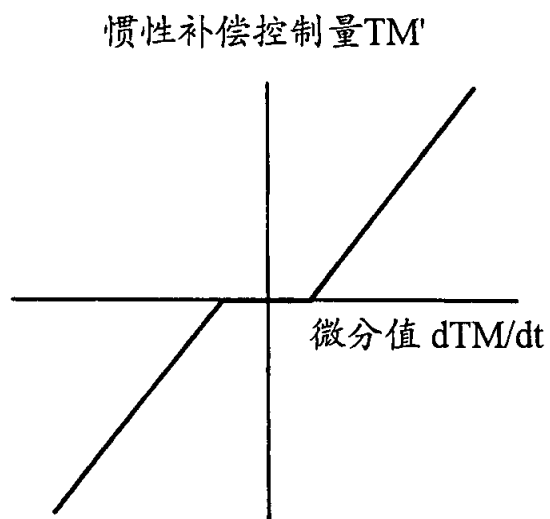


图 4

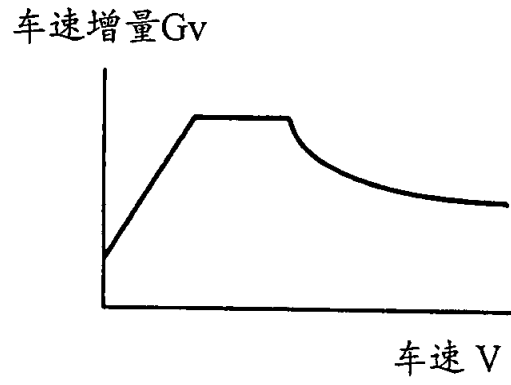


图 5

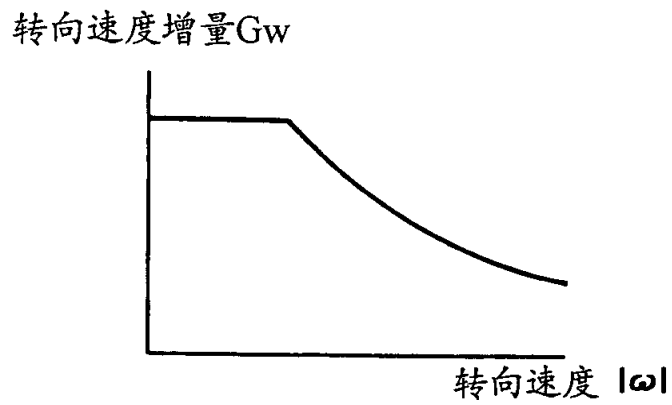


图 6

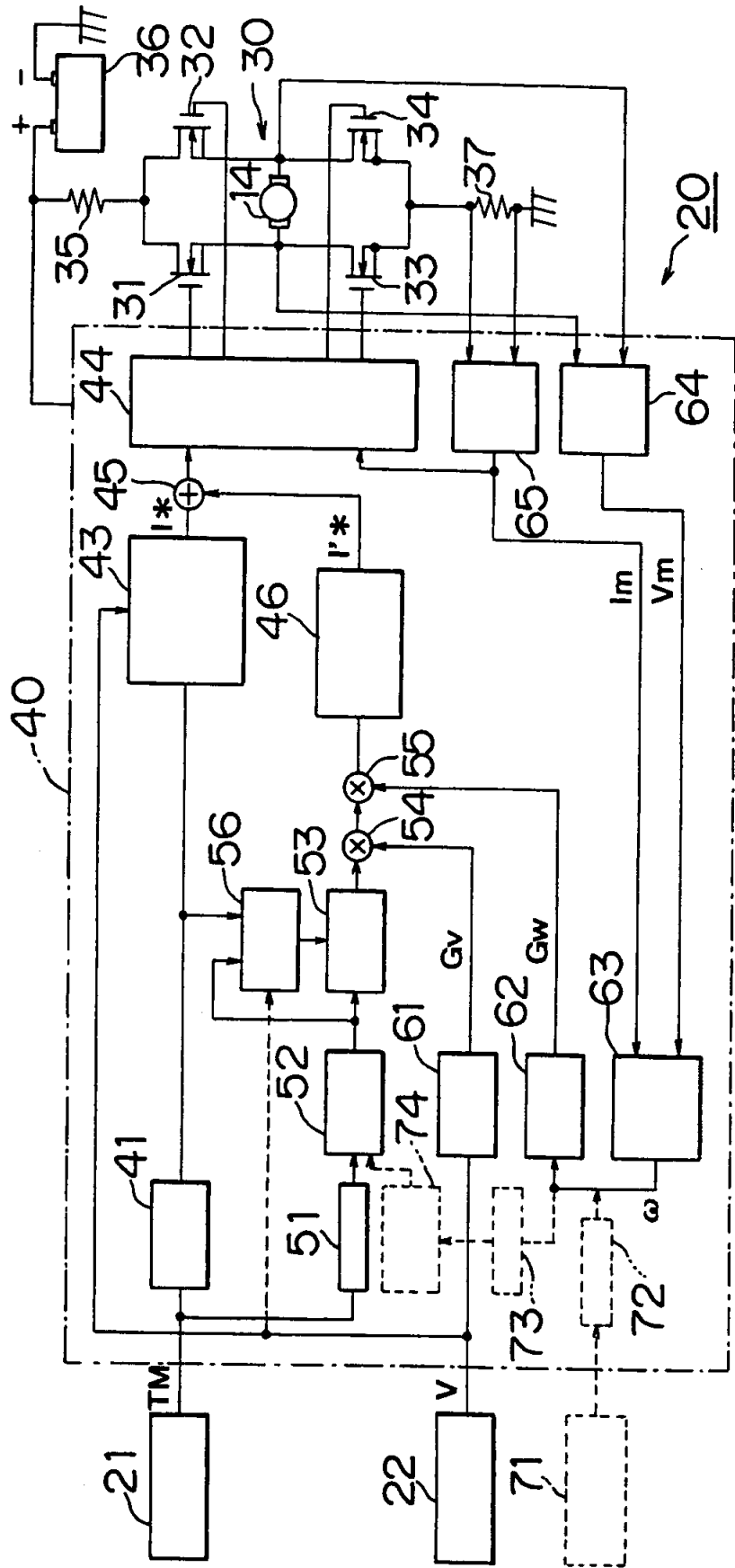


图 7