



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111114624 A

(43)申请公布日 2020.05.08

(21)申请号 201911029321.3

(22)申请日 2019.10.28

(30)优先权数据

2018-204091 2018.10.30 JP

(71)申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县丰田市

(72)发明人 高岛亨 中野友祐

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 吕琳 朴秀玉

(51)Int.Cl.

B62D 5/04(2006.01)

B62D 6/00(2006.01)

B62D 15/02(2006.01)

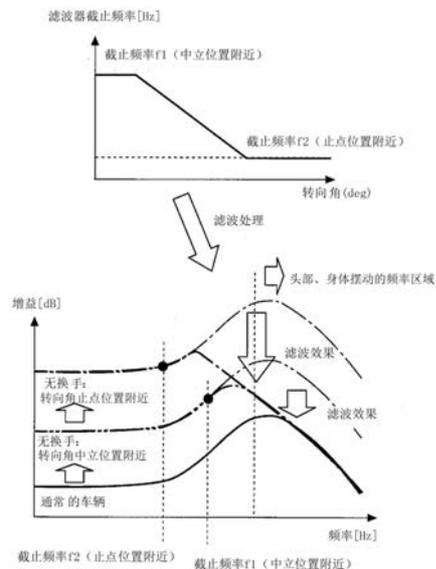
权利要求书2页 说明书11页 附图11页

(54)发明名称

转向系统及转向系统的控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种转向系统及转向系统的控制方法。转向系统被配置为第一转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比大于第二转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比,其中,所述第二转向角区域是与所述第一转向角区域相比转向角小的区域。无论是打轮操作还是回轮操作,转向系统的电子控制单元都使第一转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于第二转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度。



1. 一种转向系统,包括如下配置的电子控制单元:

使第一转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比大于第二转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比,所述第二转向角区域是与所述第一转向角区域相比转向角小的区域;以及

执行第一处理,在该第一处理中,无论是打轮操作还是回轮操作,都使所述第一转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于所述第二转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度。

2. 根据权利要求1所述的转向系统,其中,

所述转向系统被配置为转动角的变化量与转向角的变化量之比从所述第二转向角区域至所述第一转向角区域连续地变化,

所述电子控制单元被配置为在所述第一处理中使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度从所述第二转向角区域至所述第一转向角区域连续地变化。

3. 根据权利要求2所述的转向系统,其中,

所述转向系统被配置为转动角的变化量与转向角的变化量之比从所述第二转向角区域至所述第一转向角区域连续地变大,

所述电子控制单元被配置为在所述第一处理中使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度从所述第二转向角区域至所述第一转向角区域连续地变大。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的转向系统,其中,

所述转向系统被配置为第一车速区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比大于第二车速区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比,所述第二车速区域是与所述第一车速区域相比车速大的区域,

所述电子控制单元被配置为还执行第二处理,在该第二处理中,使所述第一车速区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于所述第二车速区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度。

5. 根据权利要求4所述的转向系统,其中,

所述转向系统被配置为转动角的变化量与转向角的变化量之比从所述第二车速区域至所述第一车速区域连续地变化,

所述电子控制单元被配置为在所述第二处理中使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度从所述第二车速区域至所述第一车速区域连续地变化。

6. 根据权利要求5所述的转向系统,其中,

所述转向系统被配置为转动角的变化量与转向角的变化量之比从所述第二车速区域至所述第一车速区域连续地变大,

所述电子控制单元被配置为在所述第二处理中使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度从所述第二车速区域至所述第一车速区域连续地变大。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的转向系统,还包括:

转向机构,不与转向构件机械性地连接而是通过转动马达使转向轮转动,其中,

所述电子控制单元被配置为执行:将所述转向构件的转向角转换为目标转动角的处理、使所述目标转动角通过低通滤波器而获得校正目标转动角的处理、以及按照所述校正目标转动角来控制所述转动马达的处理,

所述第一处理包括使所述第一转向角区域中所述低通滤波器的截止频率小于所述第二转向角区域中所述低通滤波器的截止频率的处理。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的转向系统,还包括:

转向机构,不与转向构件机械性地连接而是通过转动马达使转向轮转动,其中,

所述电子控制单元被配置为执行:将所述转向构件的转向角转换为目标转动角的处理、使所述目标转动角通过速率限制器而获得校正目标转动角的处理、以及按照所述校正目标转动角来控制所述转动马达的处理,

所述第一处理包括使所述第一转向角区域中所述速率限制器的限制比所述第二转向角区域中所述速率限制器的限制弱的处理。

9. 根据权利要求4至6中任一项所述的转向系统,还包括:

转向机构,不与转向构件机械性地连接而是通过转动马达使转向轮转动,其中,

所述电子控制单元被配置为执行:将所述转向构件的转向角转换为目标转动角的处理、使所述目标转动角通过低通滤波器而获得校正目标转动角的处理、以及按照所述校正目标转动角来控制所述转动马达的处理,

所述第二处理包括使所述第一车速区域中所述低通滤波器的截止频率小于所述第二车速区域中所述低通滤波器的截止频率的处理。

10. 根据权利要求4至6中任一项所述的转向系统,还包括:

转向机构,不与转向构件机械性地连接而是通过转动马达使转向轮转动,其中,

所述电子控制单元被配置为执行:将所述转向构件的转向角转换为目标转动角的处理、使所述目标转动角通过速率限制器而获得校正目标转动角的处理、以及按照所述校正目标转动角来控制所述转动马达的处理,

所述第二处理包括使所述第一车速区域中所述速率限制器的限制比所述第二车速区域中所述速率限制器的限制弱的处理。

11. 一种转向系统的控制方法,包括:

通过电子控制单元,使第一转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比大于第二转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比,所述第二转向角区域是与所述第一转向角区域相比转向角小的区域;以及

无论是打轮操作还是回轮操作,都通过所述电子控制单元使所述第一转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于所述第二转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度。

转向系统及转向系统的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种转动角的变化量与转向角的变化量之比可变的转向系统及转向系统的控制方法。

背景技术

[0002] 日本特开2004-306717公开了一种涉及不与方向盘机械性地连接而是通过转动马达使转向轮转动的线控转向方式的转向系统的技术。在日本特开2004-306717所公开的技术中,转向角区域被划分为三个区域,传动比被设为从接近中立位置的转向角区域向接近锁定位置的转向角区域依次变小。由此,上述技术能够无需换手握方向盘地使转向轮转动至最大转动角。

[0003] 在为了使转向轮转动至最大转动角而需要换手握方向盘的转向系统中,传动比是固定的,或者即使传动比是可变的,其变化量也甚微。但是,为了无需换手握持方向盘地使转向轮转动至最大转动角,不得不使某个转向角区域处的传动比小于通常的传动比。在上述技术中,使接近锁定位置的转向角区域处的传动比小于通常的传动比。

[0004] 接近锁定位置的转向角区域是方向转换、入库等时使用的区域,减小该区域处的传动比具有方向转换、入库等时的修正转向变得容易的优点。另一方面,当传动比变小时,转动角的变化量与转向角的变化量之比变大,因此,转动角的变化相对于转向角的变化变得急剧。在转动角的变化速度急剧的情况下,车辆的横向加速度的产生变得明显,乘坐者会感到不舒适。

发明内容

[0005] 本发明提供一种能够确保转动角对转向操作的响应性并且抑制乘坐者会感到不舒适那样的横向加速度的产生的转向系统及转向系统的控制方法。

[0006] 本发明的第一方案的转向系统包括电子控制单元。所述电子控制单元被配置为使第一转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比大于第二转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比。所述第二转向角区域是与所述第一转向角区域相比转向角小的区域。所述电子控制单元被配置为:执行第一处理,在该第一处理中,无论是打轮操作还是回轮操作,都使所述第一转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于所述第二转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度。

[0007] 根据如上述那样配置的转向系统,在通过驾驶者的转向操作而转动角能够以高频率变化的第一转向角区域中,使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大,由此,随着高频率操作而产生的横向加速度的增益减少。另一方面,在难以使转动角以高频率变化的第二转向角区域中,转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度被维持得相对较小,由此能够确保转动角对转向操作的响应性。

[0008] 需要说明的是,在第一转向角区域之中,转动角的变化量与转向角的变化量之比可以是固定的,也可以是接近第二转向角区域的一侧变小。在第二转向角区域中,转动角的

变化量与转向角的变化量之比可以是固定的,也可以是接近第一转向角区域的一侧变大。此外,在第一转向角区域中,转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度可以是固定的,也可以是接近第二转向角区域的一侧变小。在第二转向角区域中,转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度可以是固定的,也可以是接近第一转向角区域的一侧变大。

[0009] 可以是,所述转向系统被配置为转动角的变化量与转向角的变化量之比从所述第二转向角区域至所述第一转向角区域连续地变化。可以是,所述电子控制单元被配置为在所述第一处理中使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度从所述第二转向角区域至所述第一转向角区域连续地变化。可以是,所述转向系统被配置为转动角的变化量与转向角的变化量之比从第二转向角区域至第一转向角区域连续地变大。可以是,所述电子控制单元被配置为在第一处理中使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度从第二转向角区域至第一转向角区域连续地变大。

[0010] 根据如上述那样配置的转向系统,能够使转动角对转向操作的响应性从第二转向角区域至第一转向角区域或者从第一转向角区域至第二转向角区域平滑地变化,并且使随着高频率操作而产生的横向加速度的增益变化以使乘坐者不会感到不舒适。需要说明的是,可以是,在第二转向角区域与第一转向角区域之间包括转动角的变化量与转向角的变化量之比固定的区域。此外,可以是,在第二转向角区域与第一转向角区域之间包括转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度固定的区域。

[0011] 可以是,所述转向系统被配置为第一车速区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比大于第二车速区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比,所述第二车速区域是与所述第一车速区域相比车速大的区域。可以是,所述电子控制单元被配置为还执行第二处理,在该第二处理中,使所述第一车速区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于所述第二车速区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度。

[0012] 根据如上述那样配置的转向系统,在通过驾驶者的转向操作而转动角能够以高频率变化的第一车速区域中,使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大,由此,随着高频率操作而产生的横向加速度的增益减少。另一方面,在难以使转动角以高频率变化的第二车速区域中,转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度被维持得相对较小,由此能够确保转动角对转向操作的响应性。

[0013] 需要说明的是,在第一车速区域中,转动角的变化量与转向角的变化量之比可以是固定的,也可以是接近第二车速区域的一侧变小。在第二车速区域中,转动角的变化量与转向角的变化量之比可以是固定的,也可以是接近第一车速区域的一侧变大。此外,在第一车速区域中,转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度可以是固定的,也可以是接近第二车速区域的一侧变小。在第二车速区域中,转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度可以是固定的,也可以是接近第一车速区域的一侧变大。

[0014] 可以是,所述转向系统被配置为转动角的变化量与转向角的变化量之比从所述第二车速区域至所述第一车速区域连续地变化。可以是,所述电子控制单元被配置为在所述第二处理中使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度从所述第二车速区域至所述第一车速区域连续地变化。可以是,所述转向系统被配置为转动角的变化量与转向角的变化量之比从所述第二车速区域至所述第一车速区域连续地变大。可以是,所述电子控制单元被配置为在所述第二处理中使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度从所述第

二车速区域至所述第一车速区域连续地变大。

[0015] 根据如上述那样配置的转向系统,能够使转动角对转向操作的响应性从第二车速区域至第一车速区域或者从第一车速区域至第二车速区域平滑地变化,并且使随着高频率操作而产生的横向加速度的增益变化以使乘坐者不会感到不舒适。需要说明的是,可以是,在第二车速区域与第一车速区域之间包括转动角的变化量与转向角的变化量之比固定的区域。此外,可以是,在第二车速区域与第一车速区域之间包括转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度固定的区域。

[0016] 可以是,所述转向系统包括:转向机构,不与转向构件机械性地连接而是通过转动马达使转向轮转动。

[0017] 可以是,在所述转向系统中具备所述转向机构的情况下,所述电子控制单元被配置为执行:将所述转向构件的转向角转换为目标转动角的处理、使所述目标转动角通过低通滤波器而获得校正目标转动角的处理、以及按照所述校正目标转动角来控制所述转动马达的处理。可以是,所述第一处理包括使所述第一转向角区域中所述低通滤波器的截止频率小于所述第二转向角区域中所述低通滤波器的截止频率的处理。可以是,所述第二处理包括使所述第一车速区域中所述低通滤波器的截止频率小于所述第二车速区域中所述低通滤波器的截止频率的处理。

[0018] 根据如上述那样配置的转向系统,能够通过低通滤波器使转动角的变化相对于转向角的变化延迟,能够通过截止频率使其延迟程度变化。具体而言,能够通过减小低通滤波器的截止频率来使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度变大。

[0019] 此外,可以是,在所述转向系统具备所述转向机构的情况下,所述电子控制单元被配置为执行:将所述转向构件的转向角转换为目标转动角的处理、使所述目标转动角通过速率限制器(rate limiter)而获得校正目标转动角的处理、以及按照所述校正目标转动角来控制转动马达的处理。可以是,所述第一处理包括使所述第一转向角区域中所述速率限制器的限制比所述第二转向角区域中所述速率限制器的限制弱的处理。可以是,所述第二处理包括使所述第一车速区域中所述速率限制器的限制比所述第二车速区域中所述速率限制器的限制弱的处理。

[0020] 根据如上述那样配置的转向系统,能够通过速率限制器使转动角的变化相对于转向角的变化延迟,能够通过速率限制器的限制的强度使其延迟程度变化。具体而言,能够通过减弱速率限制器的限制来使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度变大。

[0021] 本发明的第二方案的转向系统的控制方法包括:通过电子控制单元,使第一转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比大于第二转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比;以及无论是打轮操作还是回轮操作,都通过所述电子控制单元使所述第一转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于所述第二转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度。所述第二转向角区域是与所述第一转向角区域相比转向角小的区域。

[0022] 如上所述,根据上述转向系统及转向系统的控制方法,能够确保转动角对转向操作的响应性并且抑制乘坐者会感到不舒适那样的横向加速度的产生。

附图说明

[0023] 下面参照附图,对本发明的示例性实施例的特征、优点以及技术和工业意义进行说明,在附图中相同的附图标记表示相同的元件,其中,

[0024] 图1是表示本发明的实施方式的转向系统的构成的图。

[0025] 图2是表示实施方式的转向系统的控制装置的功能的图。

[0026] 图3是表示实施方式的转向角与转动角的关系的图。

[0027] 图4是表示实施方式的转向角与传动比的关系的图。

[0028] 图5是表示实施方式的转向角与低通滤波器的截止频率的关系的图。

[0029] 图6是表示转向频率与传动比与横向加速度的增益的关系的图。

[0030] 图7是表示应用了实施方式的滤波处理的情况下的转向频率与传动比与横向加速度的增益的关系的图。

[0031] 图8是表示实施方式的车速与传动比的关系的图。

[0032] 图9是表示实施方式的转向角与车速与传动比的关系的图。

[0033] 图10是表示实施方式的转向角与车速与低通滤波器的截止频率的关系的图。

[0034] 图11是表示针对需要换手握方向盘的转向系统中的周期性的转向操作的转向角、转动角、横摆角速度(yaw rate)以及横向加速度的波形的图。

[0035] 图12是表示针对实施方式的转向系统中的中立位置附近的周期性的转向操作的转向角、转动角、横摆角速度以及横向加速度的波形的图。

[0036] 图13是表示针对实施方式的转向系统中的止点位置附近的周期性的转向操作的转向角、转动角、横摆角速度以及横向加速度的波形的图。

[0037] 图14是表示本发明的其他实施方式的转向系统的控制装置的功能的图。

[0038] 图15是表示其他实施方式的转向角与速率限制器的限制的强度的关系的图。

[0039] 图16是表示其他实施方式的转向角与车速与速率限制器的限制的强度的关系的图。

具体实施方式

[0040] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。不过,在以下所示的实施方式中提及各要素的个数、数量、量、范围等数的情况下,除了特别明示的情况、原理上明显被确定为该数的情况以外,本发明并不限于此提及的数。此外,除了特别明示的情况、原理上明显被确定的情况以外,在以下所示的实施方式中所说明的构造、步骤等并不一定是本发明所必需的。

[0041] 1. 转向系统的构成

[0042] 图1是表示本发明的实施方式的转向系统2的构成的图。转向系统2具备转向机构20和控制装置(电子控制单元)4。

[0043] 转向机构20是能够不与方向盘28机械性地连接而是通过转动马达24使转向轮25转动的线控转向方式的转向机构。方向盘28是供由驾驶者执行的转向操作输入的转向构件。方向盘28经由转向轴21与反作用力马达23连结。反作用力马达23将与转向轮25的转动角对应的反作用力赋予方向盘28。根据设置于转动马达24的附近的未图示的转动角传感器的信号计算出转向轮25的转动角。在转向轴21装配有输出与方向盘28的旋转角度即转向角

对应的信号的转向角传感器22。

[0044] 转动马达24经由未图示的减速机构装配于齿条轴26。齿条轴26不与转向轴21机械性地连结。转向轮25经由横拉杆(tie rod) 27与齿条轴26连结。使转动马达24旋转来使齿条轴26沿其轴向进行直线运动,由此,经由横拉杆27变更转向轮25的转动角。

[0045] 控制装置4被配置为通过控制向转动马达24供给的马达电流来控制从转动马达24赋予齿条轴26的用于转动控制的转矩。计测与转动控制关联的物理量的各种传感器直接或者经由在车辆内构建的通信网络与控制装置4连接。在这样的传感器中至少包括转向角传感器22和车速传感器10。

[0046] 控制装置4是具有至少一个处理器6和至少一个存储器8的电子控制单元(ECU)。在存储器8中存储有包括用于转动控制的映射图的各种数据、各种程序。处理器6从存储器8读出程序并执行,由此,在控制装置4中实现与转动控制有关的各种功能。

[0047] 2. 控制装置所具备的功能

[0048] 图2是方便地说明本发明的实施方式的转向系统的控制装置4的构成的图。在由控制装置4实现的转动控制中,从转向角传感器22的信号获得的转向角和从车速传感器10的信号获得的车速被用作输入。在图2中用功能框描绘了与转动控制有关的控制装置4的功能。如图2中用功能框所描绘的那样,控制装置4具备:转换部31、滤波处理部32、传动比确定部33以及截止频率确定部34。控制装置4所具备的这些功能部31、32、33、34与在控制装置4的存储器8中存储的程序或者其一部分对应。从存储器8读出程序并通过处理器6来执行程序,由此,这些功能部31、32、33、34的功能由控制装置4实现。以下,对各功能部31、32、33、34的功能进行说明。

[0049] 转换部31将从转向角传感器22的信号获得的转向角转换为目标转动角。目标转动角是通过转动马达24的控制而应该实现的转动角的目标值。不过,在此计算出的目标转动角并非被直接提供给转动马达24。由后述的滤波处理部32校正后的目标转动角,即校正目标转动角被提供给转动马达24。

[0050] 在转向角向目标转动角的转换中,使用了由传动比确定部33确定的传动比。由于转向机构20为线控转向方式,因此,方向盘28和转向轮25未经由齿轮机构进行连接。但是,在本说明书中,为了方便,将转向角的变化量与转动角的变化量之比称为传动比(转向传动比)。传动比越小,转动角的变化量与转向角的变化量之比越大,因此,对于由驾驶者执行的对方方向盘28的操作,转动角会更迅速地变化。

[0051] 转向角和车速被输入至传动比确定部33。传动比确定部33基于这些输入信息来确定传动比。关于与转向角的关系,传动比确定部33以规定的第二转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比大于规定的第二转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比的方式针对转向角确定传动比。第一转向角区域和第二转向角区域均包含于从方向盘28的中立位置(转向角为零度的位置)起到止点位置(转向角最大的位置,也称为锁定位置)为止的转向角区域,第二转向角区域是与第一转向角区域相比转向角小的区域,就是说,是接近中立位置的区域。针对转向角的传动比的设定的详细情况以及具体例在后文加以记述。

[0052] 此外,关于与车速的关系,传动比确定部33根据车速使传动比变化。不过,传动比确定部33使车速与传动比的关系依赖于转向角。例如,在转向角位于中立位置附近的情况

下,以规定的第一车速区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比大于规定的第二车速区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比的方式针对车速确定传动比。第一车速区域和第二车速区域均包含于从车辆的停止速度起到最高速度为止的车速区域,第二车速区域是与第一车速区域相比车速大的区域,就是说,是接近最高速度的区域。针对车速的传动比的设定的详细情况以及具体例在后文加以记述。

[0053] 滤波处理部32使由转换部31获得的目标转动角通过低通滤波器,将由低通滤波器处理后的目标转动角作为校正目标转动角输出。由低通滤波器产生的衰减效果既对由打轮操作产生的目标转动角的变化起作用,也对由回轮操作产生的目标转动角的变化起作用。打轮操作是指使方向盘28向止点位置一侧旋转的操作,回轮操作是指使方向盘28向中立位置一侧旋转的操作。

[0054] 向转动马达24提供用于实现校正目标转动角的马达电流。按照由低通滤波器处理后的校正目标转动角来控制转动马达24,由此,转动角的变化相对于转向角的变化产生延迟。其延迟程度依赖于低通滤波器的截止频率。

[0055] 低通滤波器的截止频率由截止频率确定部34确定。转向角和车速被输入至截止频率确定部34。截止频率确定部34通过基于这些输入信息的第一处理和第二处理来确定截止频率。

[0056] 截止频率确定部34根据转向角使截止频率变化。不过,截止频率是针对转向角而确定的,不依赖于使转向角增大的打轮操作还是使转向角减小的回轮操作。截止频率确定部34以第一转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于第二转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度的方式减小截止频率。这是由截止频率确定部34执行的第一处理。针对转向角的截止频率的设定的详细情况以及具体例在后文加以记述。

[0057] 此外,截止频率确定部34根据车速使截止频率变化。不过,截止频率确定部34使车速与截止频率的关系依赖于转向角。例如,在转向角位于中立位置附近的情况下,以第一车速区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于第二车速区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度的方式减小截止频率。这是由截止频率确定部34执行的第二处理。针对车速的截止频率的设定的详细情况以及具体例在后文加以记述。

[0058] 3. 针对转向角的传动比的设定

[0059] 在此,使用附图对针对转向角的传动比的设定进行详细说明。图3是表示通过控制装置4实现的转向角与转动角的关系的图。图3中所示的无换手转向角的意思是指驾驶员能够无换手地对方向盘28进行转向的最大转向角。具体而言,最大转向角在左右各自的方向上为约150度至170度的角度。若以减轻驾驶者的负担和提高驾驶性能为目标,则优选驾驶员能够无换手地对方向盘28进行转向。不过,在该情况下,要求在方向盘28被转向至最大转向角时,转向轮25转动至最大转动角。就是说,要求驾驶员能够无换手地对方向盘28进行转向的最大转向角为方向盘28的止点位置。

[0060] 图中的虚线示出了在从中立位置起到止点位置为止的整个转向角区域中,根据在中立位置附近能够获得最优的转向特性的传动比来使传动比固定的情况下的转向角与转动角的关系。在该情况下,在将方向盘28转向至止点位置时的最终转动角不满足所需的最大转动角。但是,在以最终转动角与最大转动角一致的方式设定了固定传动比的情况下,中

立位置附近的转向特性变得敏感,可能会损害驾驶性能。

[0061] 因此,如图中实线所示,传动比确定部33以转动角的变化量与转向角的变化量之比从中立位置至止点位置单调增加的方式确定针对转向角的传动比。就是说,以在接近中立位置的转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比变小,在接近止点位置的转向角区域中转动角的变化量与转向角的变化量之比变大的方式,根据转向角来确定传动比。其中,在图3中转向角与转动角的关系是用折弯成两段的折线表示,但这仅是说明用的图而不表示实际的关系。

[0062] 图4是表示由控制装置4实现的转向角与传动比的关系的图。传动比确定部33使用规定了图4所示的关系的映射图或函数,根据转向角来确定传动比。具体而言,传动比确定部33使方向盘28的止点位置处的传动比小于中立位置处的传动比,并且与转向角的增大相应地使传动比从中立位置至止点位置单调减小。在此所说的单调减小的意思是广义上的单调减小,也可以存在传动比固定的转向角区域。在图4所示的例子中,以转动角的变化量与转向角的变化量之比从中立位置至止点位置连续地变大的方式使传动比从中立位置至止点位置连续地变小。不过,在中立位置附近和止点位置附近设有与转向角无关地使传动比固定的区域。

[0063] 4. 针对转向角的截止频率的设定

[0064] 接着,使用附图对针对转向角的截止频率的设定进行详细说明。图5是表示由控制装置4实现的转向角与截止频率的关系的图。截止频率确定部34使用规定了图5所示的关系的映射图或函数,根据转向角来确定截止频率。具体而言,截止频率确定部34使方向盘28的止点位置处的截止频率小于中立位置处的截止频率,并且与转向角的增大相应地使截止频率从中立位置至止点位置单调减小。在此所说的单调减小的意思是广义上的单调减小,也可以存在截止频率固定的转向角区域。在图5所示的例子中,以转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度从中立位置至止点位置连续地变大的方式使截止频率从中立位置至止点位置连续地变小。不过,在中立位置附近和止点位置附近设有与转向角无关地使截止频率固定的区域。

[0065] 在此,对通过针对转向角如上述那样设定截止频率而得到的作用进行说明。首先,车速越高,由转向操作产生的横向加速度的增益越大。不过,例如即使为10~20km/h左右的低速,若转向频率变高,则横向加速度的增益也会变大。特别是低速时,虽然稳态下的横向加速度的增益较低,但横向加速度的增益对转向频率的变化的灵敏度高,横向加速度的增益与稳态时相比大幅增大。

[0066] 此外,在车速为低速(例如10~20km/h左右)的情况下,在某个频率区域中横向加速度的相位比横摆角速度的相位提前。在横向加速度的相位比横摆角速度的相位提前,在车辆转弯之前产生横向加速度,乘坐者的头部、身体会摆动。即使头部、身体因横向加速度而摆动,如果伴有车辆的转弯,则乘坐者能够意识到其原因,因此难以感到不舒适(或不舒服)。但是,在车辆转弯之前头部、身体摆动的情况下,会与乘坐者的感觉产生偏差,因此,乘坐者容易感到不舒适。所产生的横向加速度越大,此不舒适感越强烈。因此,在车辆低速行驶时以高频被转向的情况下,会在车辆转弯之前产生比稳态时大的横向加速度,因此,乘坐者特别容易感到不舒适。

[0067] 图6是表示没有应用本实施方式的滤波处理的情况下的转向频率与传动比与横向

加速度的增益的关系的图。图6中的通常的车辆的意思是具有为了使转向轮转动至最大转动角而需要换手握方向盘的转向系统的车辆。驾驶者能够无换手地对方向盘28进行转向的车辆传动比普遍被设定为低于通常的车辆的传动比。此外,止点位置附近的传动比低于中立位置附近的传动比。

[0068] 传动比越低,转动角的变化量与转向角的变化量之比越大。因此,对于由转向操作产生的横向加速度的增益而言,能够无换手地进行转向的车辆的横向加速度的增益大于通常的车辆的横向加速度的增益,在转向角位于止点位置附近的情况下,该横向加速度的增益特别大。在着眼于乘坐者的头部、身体摆动的频率区域的情况下,能够无换手地进行转向的车辆的横向加速度的增益大于通常的车辆的横向加速度的增益。所以,与通常的车辆相比,在能够无换手地进行转向的车辆的情况下,乘坐者的头部、身体更强烈地摆动,因此,乘坐者感到不舒适的可能性高。特别是,在转向角位于止点位置附近的情况下,横向加速度的增益变得最大,因此,乘坐者感到不舒适的可能性变得更加明显。

[0069] 图7是表示应用了本实施方式的滤波处理的情况下的转向频率与传动比与横向加速度的增益的关系的图。在本实施方式中,对目标转动角实施由低通滤波器实现的滤波处理,按照校正目标转动角来控制转动马达24。由此,转动角的变化相对于转向角的变化产生延迟。其结果是,在低通滤波器的截止频率以上的频率区域中,随着转向频率变高,转动角的振幅变小,随着频率变高,由转向操作产生的横向加速度的增益也变小。

[0070] 由截止频率确定部34根据转向角确定的截止频率被设为在整个转向角区域中低于乘坐者的头部、身体摆动的频率区域的频率。而且,如使用图5所说明的那样,止点位置附近的截止频率被设为小于中立位置附近的截止频率。由此,在以相同的转向频率进行比较的情况下,止点位置附近的由低通滤波器得到的横向加速度的增益的减少效果大于中立位置附近的该增益的减少效果。其结果是,如图7所示,即使在能够无换手地进行转向的车辆中,也能够使乘坐者的头部、身体摆动的频率区域内的横向加速度的增益减少至与通常的车辆同等的水平。

[0071] 5. 针对车速的传动比的设定

[0072] 接着,使用附图对针对车速的传动比的设定进行详细说明。图8是表示由控制装置4实现的车速与传动比的关系的图。图中所示的比较例的VGRS的意思是非线控转向方式的机械式传动比可变转向机构。虽然比较例的VGRS也能够根据车速使传动比变化,但其可变幅度不大。对此,本实施方式的转向机构20为线控转向方式,因此,与比较例的VGRS相比,能够使传动比大幅地变化。

[0073] 传动比确定部33使用规定了图8所示的关系的映射图或函数,根据车速来确定传动比。具体而言,传动比确定部33使低速区域中的传动比小于高速区域中的传动比,并且与车速的下降相应地使传动比从高速区域至低速区域单调减小。在此所说的单调减小的意思是广义上的单调减小,也可以存在传动比固定的车速区域。在图8所示的例子中,以转动角的变化量与转向角的变化量之比从高速区域至低速区域连续地变大的方式使传动比从高速区域至低速区域连续地减小。根据这样的传动比的设定,在中高速区域中能够确保车辆的稳定性,在低速区域中能够期待车辆的操纵性的提高和轻快的转向。

[0074] 此外,传动比确定部33根据转向角来使车速与传动比的关系变化。图9是表示由控制装置4实现的转向角与车速与传动比的关系的图。在图9中,用虚线描绘出车速为高速(例

如80km/h左右)的情况下的转向角与车速与传动比的关系,用实线描绘出车速为低速(例如10~20km/h)的情况下的转向角与车速与传动比的关系,用单点划线描绘出车速为极低速(例如6km/h左右)的情况下的转向角与车速与传动比的关系。

[0075] 如图9所示,在转向角位于中立位置附近时,车速高的情况下的传动比被设定为大于车速低的情况下的传动比。前述的图8所示的车速与传动比的关系是转向角位于中立位置附近时的关系。另一方面,在转向角位于止点位置附近时,传动比与车速的关系相反,车速高的情况下的传动比被设定为小于车速低的情况下的传动比。因此,从中立位置至止点位置,车速高的情况下的传动比的变化量与转向角的变化量之比被设定为大于车速低的情况下的传动比的变化量与转向角的变化量之比。通过在中立位置附近和止点位置附近使车速与传动比的关系相反,能够与车速无关地通过从中立位置起到止点位置为止的转向使转向轮25转动至最大转动角。就是说,无论在哪个车速区域中,驾驶者都能够无换手地对方向盘28进行转向。

[0076] 6. 针对车速的截止频率的设定

[0077] 接着,使用附图对针对车速的截止频率的设定进行详细说明。截止频率确定部34使用映射图或函数,根据车速来确定截止频率。例如,在中立位置附近,使低速区域中的截止频率小于高速区域中的截止频率,并且与车速的下降相应地使截止频率从高速区域至低速区域单调减小。其中,在此所说的单调减小的意思是广义上的单调减小,也可以存在截止频率固定的车速区域。

[0078] 根据上述的设定,在转动角能够通过驾驶者的转向操作而以高频率变化的低速区域中,截止频率被设得小,由此,转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度变大。由此,随着高频率操作而产生的横向加速度的增益减少。另一方面,在难以使转动角以高频率变化的高速区域中,截止频率被设得大,由此,转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度被维持得相对较小。由此,会确保转动角对转向操作的响应性。

[0079] 此外,截止频率确定部34根据转向角使车速与截止频率的关系变化。图10是表示由控制装置4实现的转向角与车速与截止频率的关系的图。在图10中,用虚线描绘出车速为高速(例如80km/h左右)的情况下的转向角与车速与截止频率的关系,用实线描绘出车速为低速(例如10~20km/h)的情况下的转向角与车速与截止频率的关系,用单点划线描绘出车速为极低速(例如6km/h左右)的情况下的转向角与车速与截止频率的关系。

[0080] 如图10所示,在转向角位于中立位置附近时,车速高的情况下的截止频率被设定为大于车速低的情况下的截止频率。另一方面,在转向角位于止点位置附近时,车速与截止频率的关系相反,车速高的情况下的截止频率被设定为小于车速低的情况下的截止频率。因此,从中立位置至止点位置,车速高的情况下的截止频率的变化量与转向角的变化量之比被设定为大于车速低的情况下的截止频率的变化量与转向角的变化量之比。就是说,截止频率确定部34使截止频率相对于车速和转向角以与传动比相对于车速和转向角的变化相同的倾向变化。

[0081] 7. 转动控制的效果

[0082] 最后,以上述内容对由控制装置4执行的转动控制的效果进行说明。在车速为低速的情况下,在某个频率以上的频率区域中,横向加速度的增益变大,并且横向加速度的相位比横摆角速度的相位提前。如前所述,乘坐者对于在这样的条件下产生的横向加速度特别

容易感到不舒适。

[0083] 但是,在本实施方式中,从转向角转换的目标转动角通过低通滤波器。然后,按照因滤波效果而衰减的校正目标转动角来控制转动马达24,由此,如图7所示,头部、身体摆动的频率区域中的横向加速度的增益减少。由此,会抑制在车辆转弯之前头部、身体摆动,乘坐者不容易感到不舒适。

[0084] 图11、图12以及图13是表示针对周期性转向操作的转向角、转动角、横摆角速度以及横向加速度的波形的图。其中,图11示出需要换手握方向盘的转向系统的波形,与此相对,图12和图13示出本实施方式的转向系统2的波形。特别是,图12示出由中立位置附近的周期性的转向操作获得的波形,图13示出由止点位置附近的周期性的转向操作获得的波形。图11所示的情况的传动比为需要换手的转向系统的通常的传动比。图12所示的情况的传动比和图13所示的情况的传动比是比通常的传动比小的传动比。其中,在图12所示的情况的传动比和图13所示的情况的传动比中,图13所示的情况的传动比更小。

[0085] 在图11、图12以及图13中,最上部所示的转向角的波形是共同的。但是,因传动比的不同,根据本实施方式的转向系统2,能够产生比需要换手的转向系统的横摆角速度大的横摆角速度。就是说,根据本实施方式的转向系统2,能够使横摆角速度增大来使转弯性能提高。

[0086] 此外,根据本实施方式的转向系统2,实施由低通滤波器执行的处理,由此,无论是打轮操作还是回轮操作,都能使转动角的变化相对于转向角的变化延迟。特别是,通过针对转向角的截止频率的设定,在传动比小且转动角的变化量与转向角的变化量之比变大的止点位置附近,无论是打轮操作还是回轮操作,都能使转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于中立位置附近的转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度。

[0087] 其结果是,根据本实施方式的转向系统2,在中立位置附近和止点位置附近双方,无论是打轮操作还是回轮操作,都能够将由转向操作而产生的横向加速度的增益抑制到与由通常的传动比产生的横向加速度相同的增益。特别是,在车辆转弯之前头部、身体摆动的频率区域中,能够显著地抑制横向加速度的增益。

[0088] 8. 其他实施方式

[0089] 图14是方便地说明本发明的其他实施方式的转向系统的控制装置40的构成的图。在图14中,用功能框描绘出与转动控制有关的控制装置40的功能。如图14中用功能框描绘的那样,控制装置40包括:转换部31、速率限制器处理部42、传动比确定部33以及限制强度确定部44。转换部31和传动比确定部33的功能如前所述,因此在此省略其说明。

[0090] 速率限制器处理部42使由转换部31获得的目标转动角通过速率限制器。速率限制器限制目标转动角的每一个控制周期的变化量,将被限制后的目标转动角作为校正目标转动角输出。速率限制器被设计为其变化量限制效果既对因打轮操作而产生的目标转动角的变化起作用,也对因回轮操作而产生的目标转动角的变化起作用。按照通过速率限制器限制变化量所得的校正目标转动角来控制转动马达24,由此,在转动角的变化相对于转向角的变化产生延迟。其延迟程度依赖于速率限制器的限制的强度。

[0091] 速率限制器的限制的强度的意思是由速率限制器限制的变化量的大小。速率限制器的限制越强,每一个控制周期的目标转动角的变化量被抑制得越小。速率限制器的限制的强度通过限制强度确定部44来确定。转向角和车速被输入至限制强度确定部44。限制强

度确定部44通过基于这些输入信息的第一处理和第二处理来确定速率限制器的限制的强度。

[0092] 关于与转向角的关系,限制强度确定部44根据转向角使速率限制器的限制的强度变化。不过,限制的强度是相对于转向角确定的,并不依赖于使转向角增大的打轮操作还是使转向角减小的回轮操作。限制强度确定部44以第一转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于第二转向角区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度的方式减弱速率限制器的限制。这是由限制强度确定部44执行的第一处理。

[0093] 图15是表示由控制装置40实现的转向角与速率限制器的限制的强度的关系的图。限制强度确定部44使用规定了图15所示的关系的映射图或函数,根据转向角来确定速率限制器的限制的强度。具体而言,限制强度确定部44使方向盘28的止点位置处的限制的强度比中立位置处的限制的强度弱,并且与转向角的增大相应地使限制的强度从中立位置至止点位置单调减弱。在此所说的单调减弱的意思是广义上的单调减弱,也可以存在速率限制器的限制的强度固定的转向角区域。

[0094] 此外,关于与车速的关系,限制强度确定部44根据车速使速率限制器的限制的强度变化。不过,限制强度确定部44使车速与速率限制器的限制的强度的关系依赖于转向角。例如,在转向角位于中立位置附近的情况下,以第一车速区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度大于第二车速区域中转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度的方式减弱速率限制器的限制。这是由限制强度确定部44执行的第二处理。

[0095] 图16是表示由控制装置40实现的转向角与车速与速率限制器的限制的强度的关系的图。在图16中,用虚线描绘出车速为高速的情况下的关系,用实线描绘出车速为低速的情况下的关系,用单点划线描绘出车速为极低速的情况下的关系。在转向角位于中立位置附近时,车速低的情况下的速率限制器的限制被设定为比车速高的情况下的速率限制器的限制的强度弱。另一方面,在转向角位于止点位置附近时,速率限制器的限制的强度与车速的关系相反,车速高的情况下的速率限制器的限制的强度被设定为比车速低的情况下的速率限制器的限制的强度弱。限制强度确定部44使速率限制器的限制的强度相对于车速和转向角以与传动比相对于车速和转向角的变化相反的倾向变化。

[0096] 根据控制装置40所具有的上述功能,在转动角能够通过驾驶者的转向操作而以高频率变化的第一转向角区域中,减弱速率限制器的限制,由此,能够增大转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度,减少随着高频率操作而产生的横向加速度的增益。另一方面,在难以使转动角以高频率变化的第二转向角区域中,增强速率限制器的限制,由此,能够将转动角的变化相对于转向角的变化延迟程度维持得相对较小,确保转动角对转向操作的响应性。就是说,能够确保转动角对转向操作的响应性,并且抑制乘坐者会感到不舒适那样的横向加速度的产生。

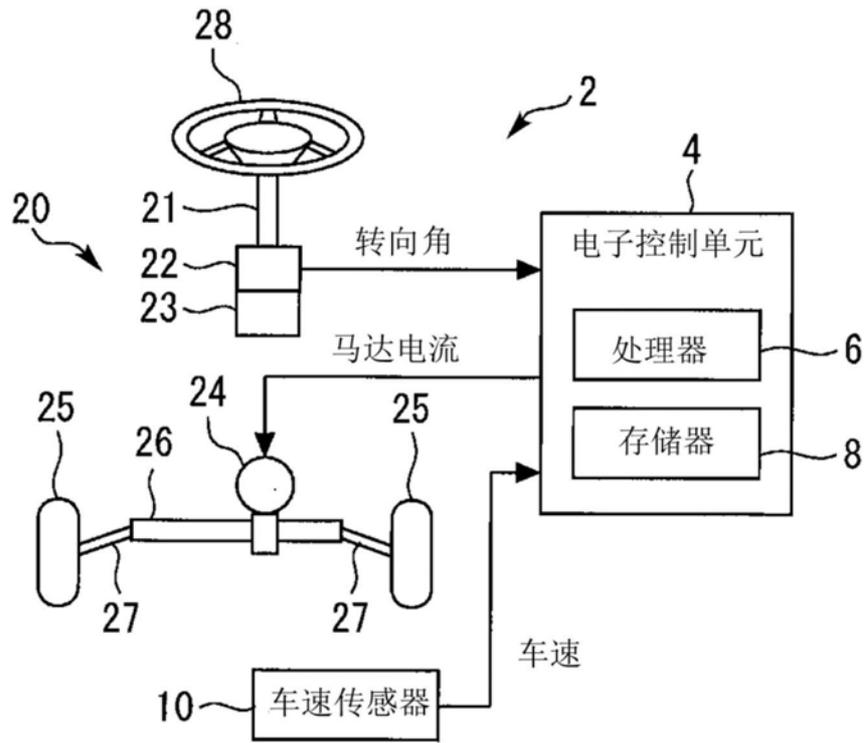


图1

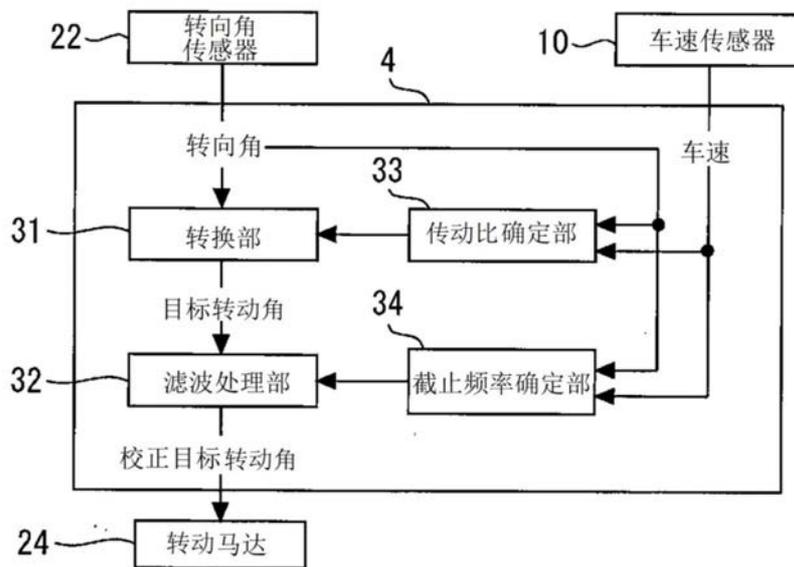


图2

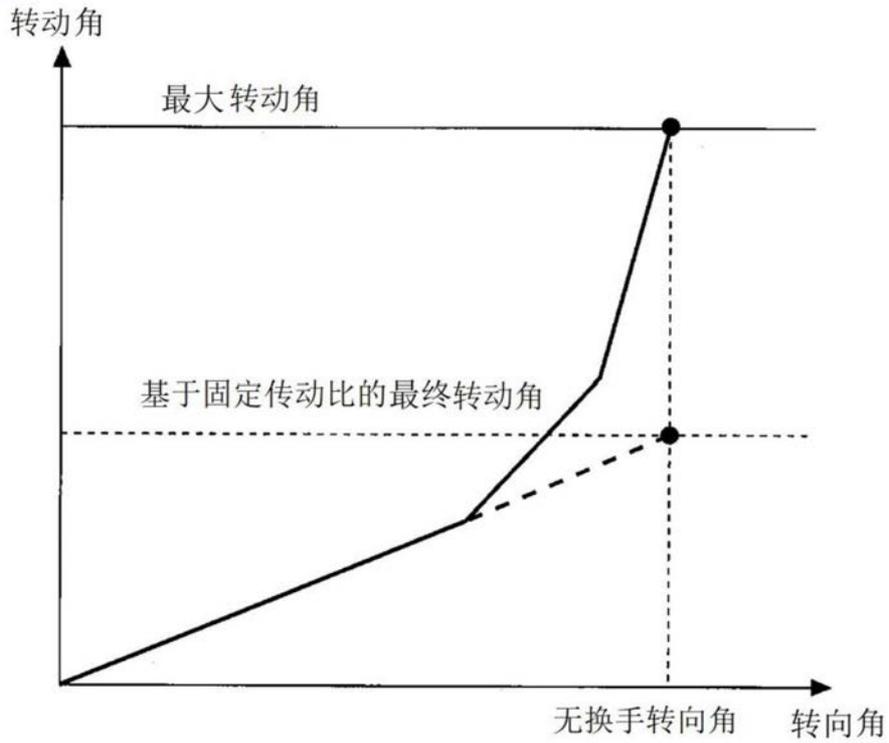


图3

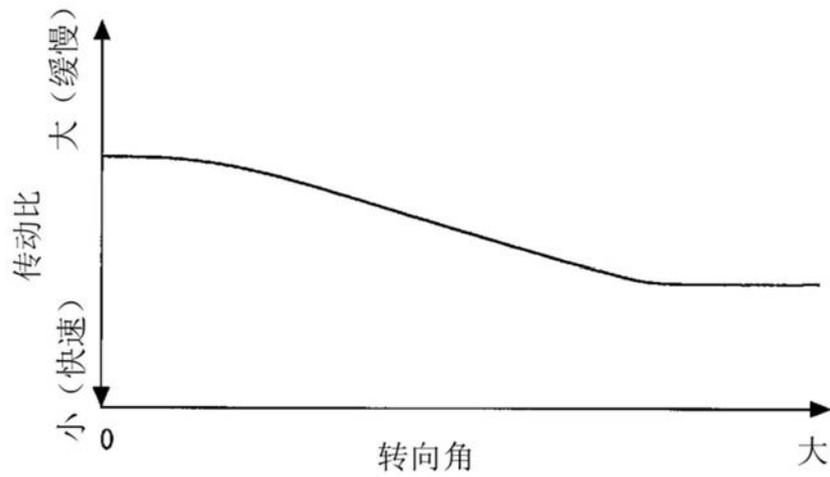


图4

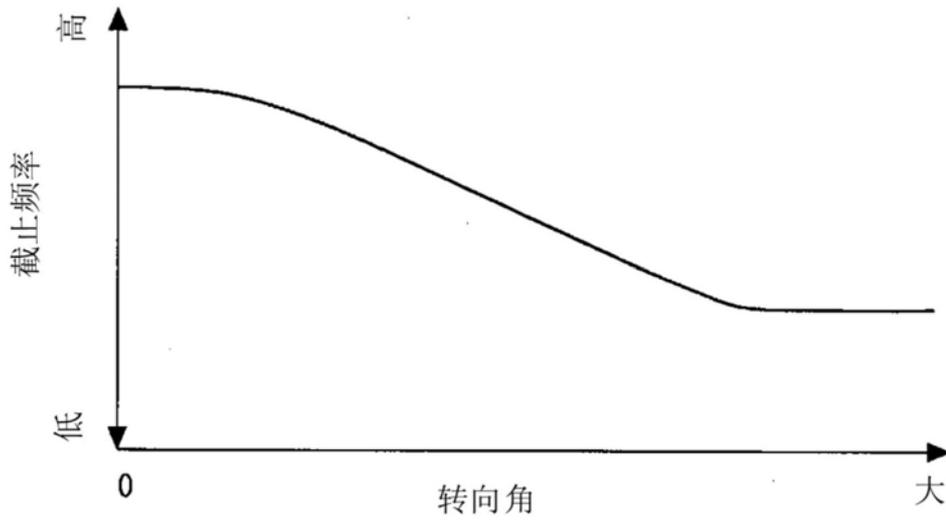


图5

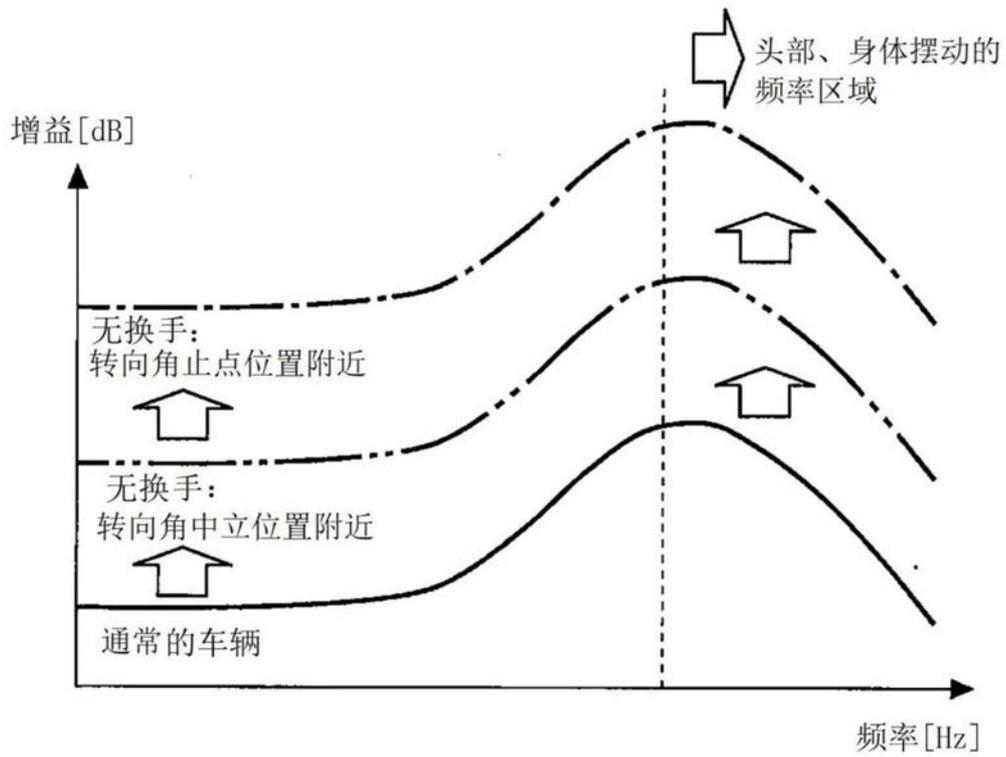


图6

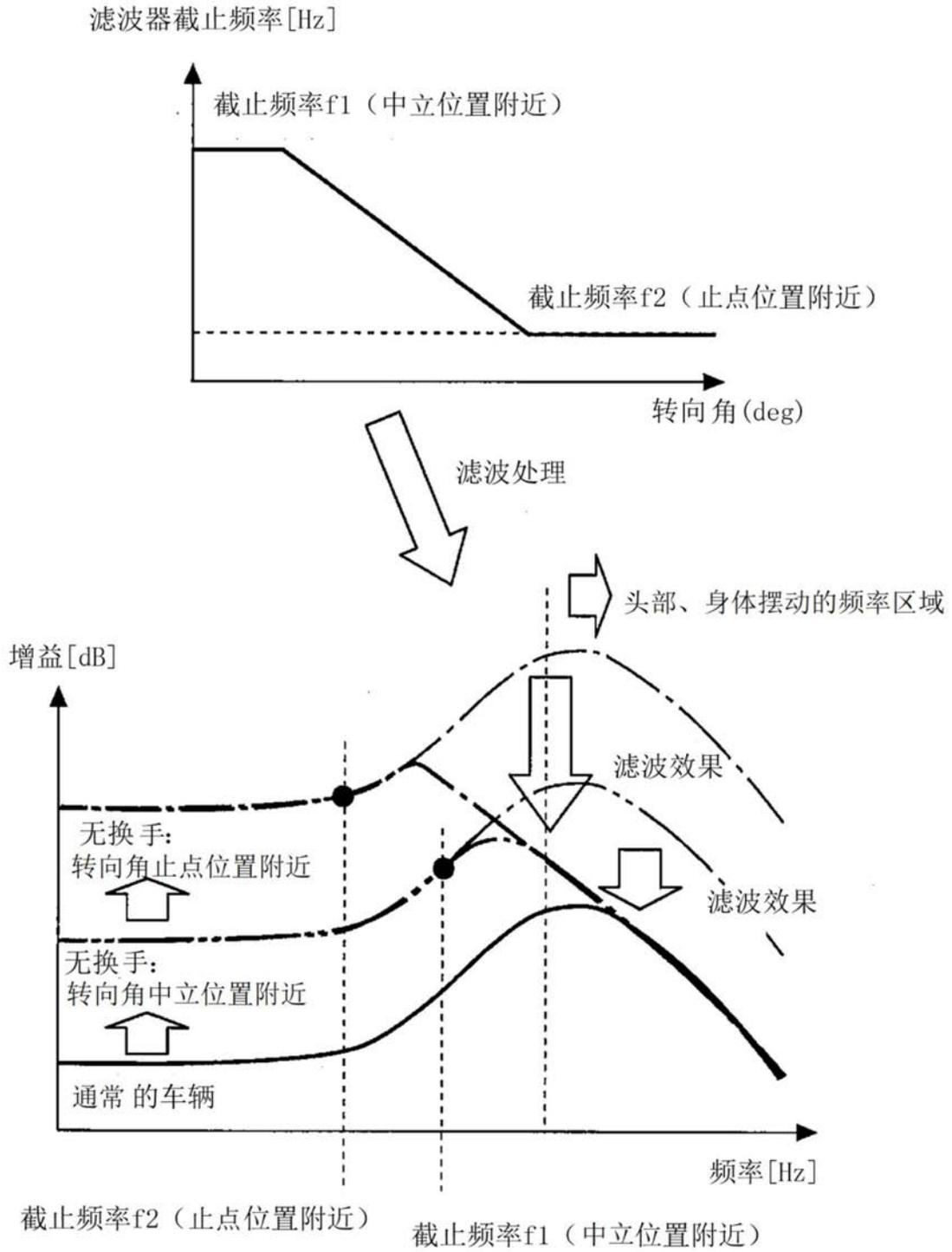


图7

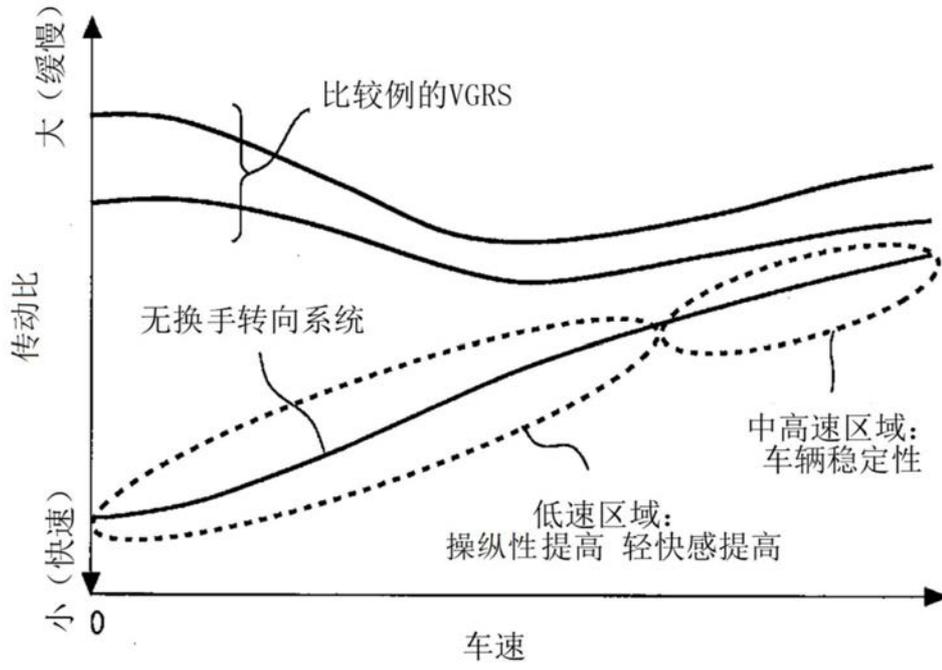


图8

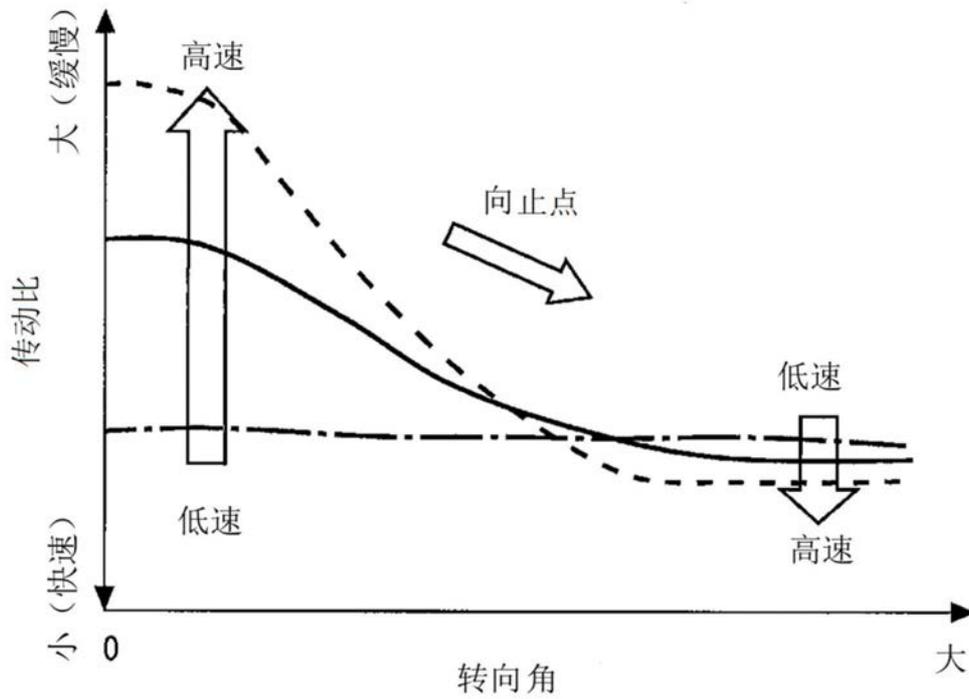


图9

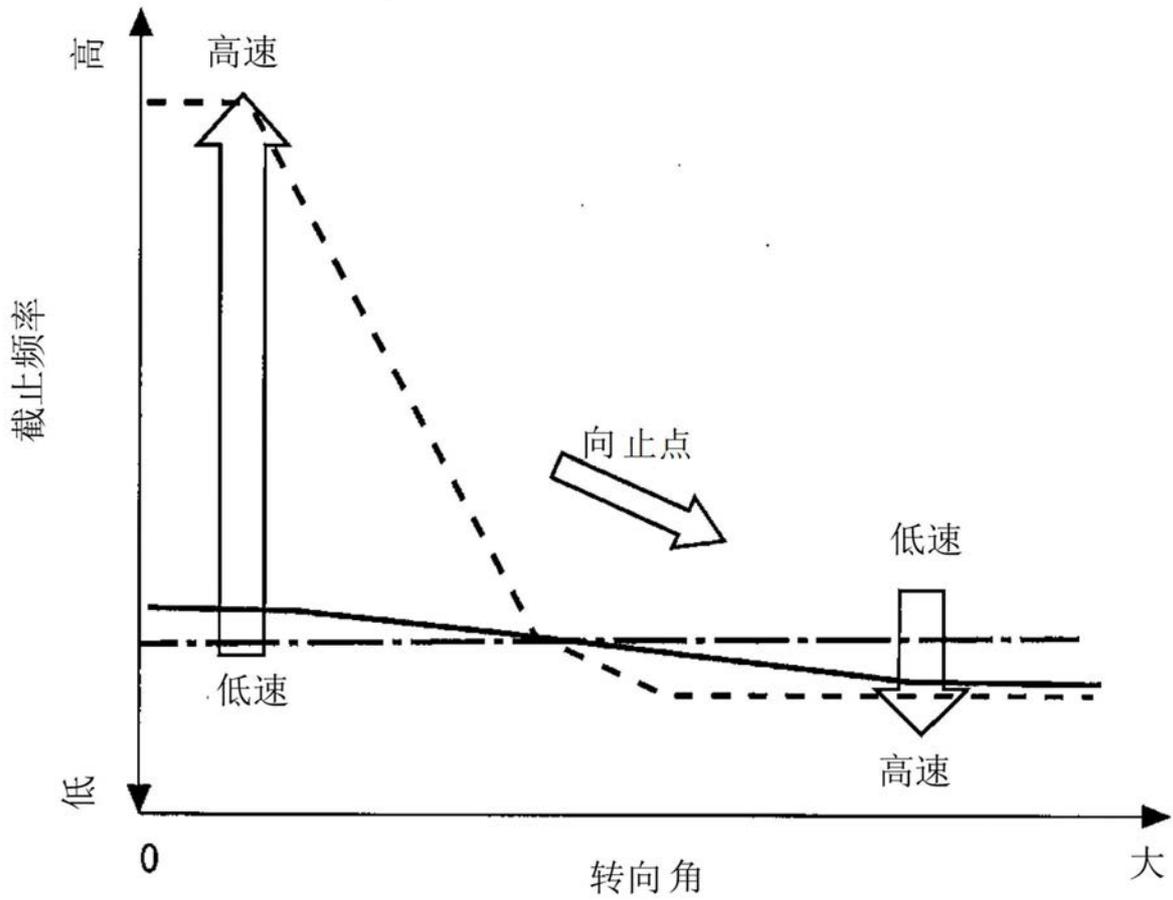


图10

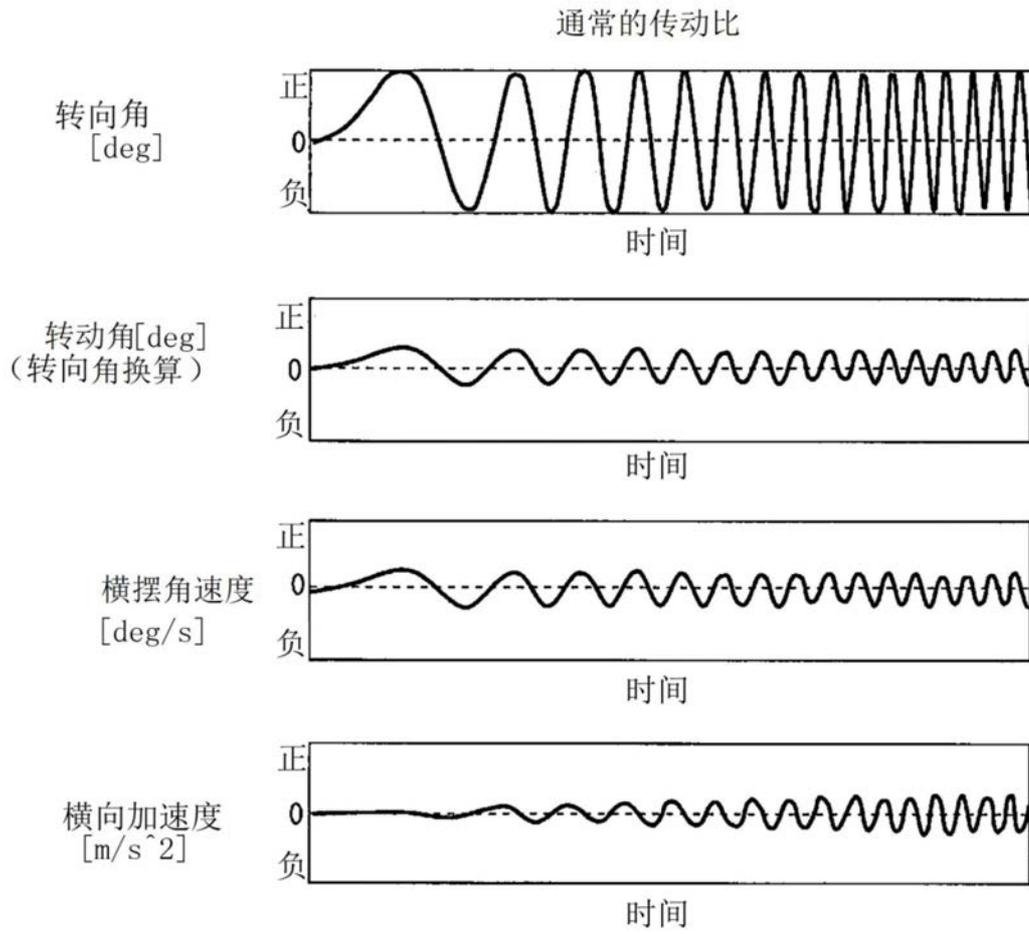


图11

无换手 中立位置附近

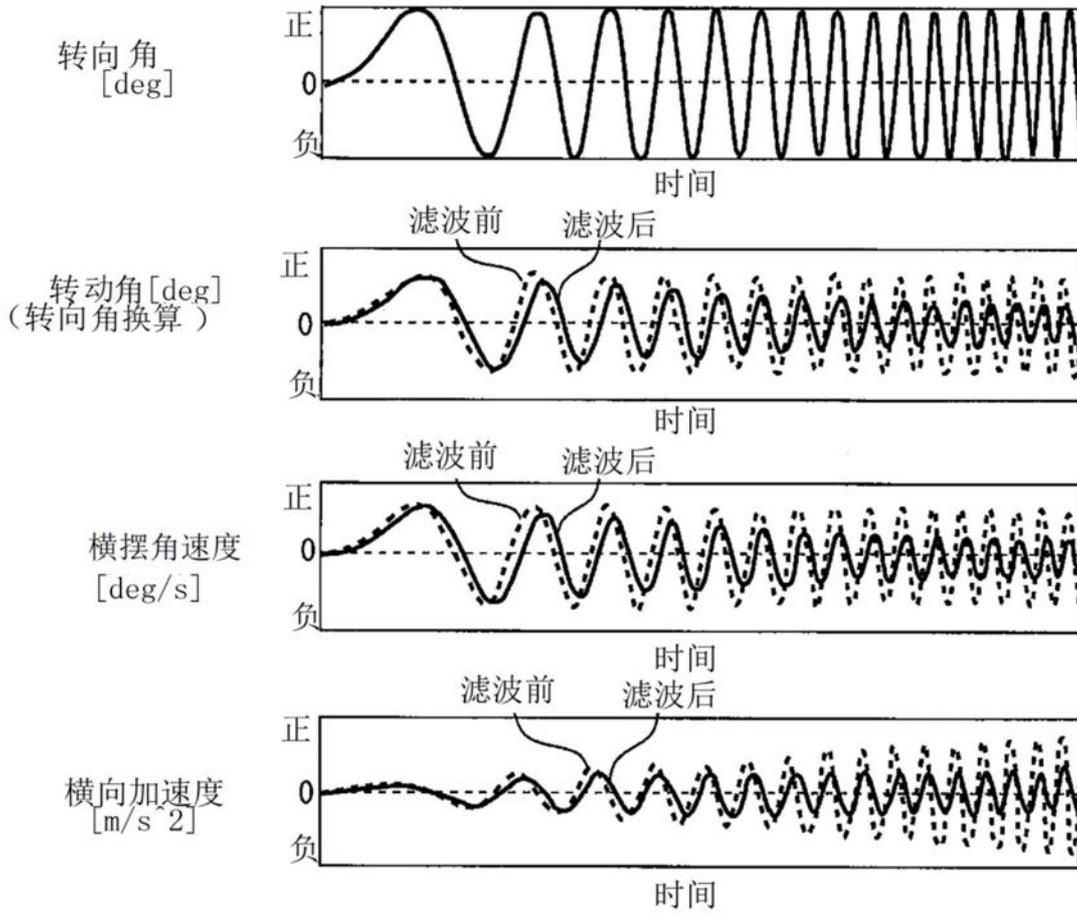


图12

无换手 止点位置附近

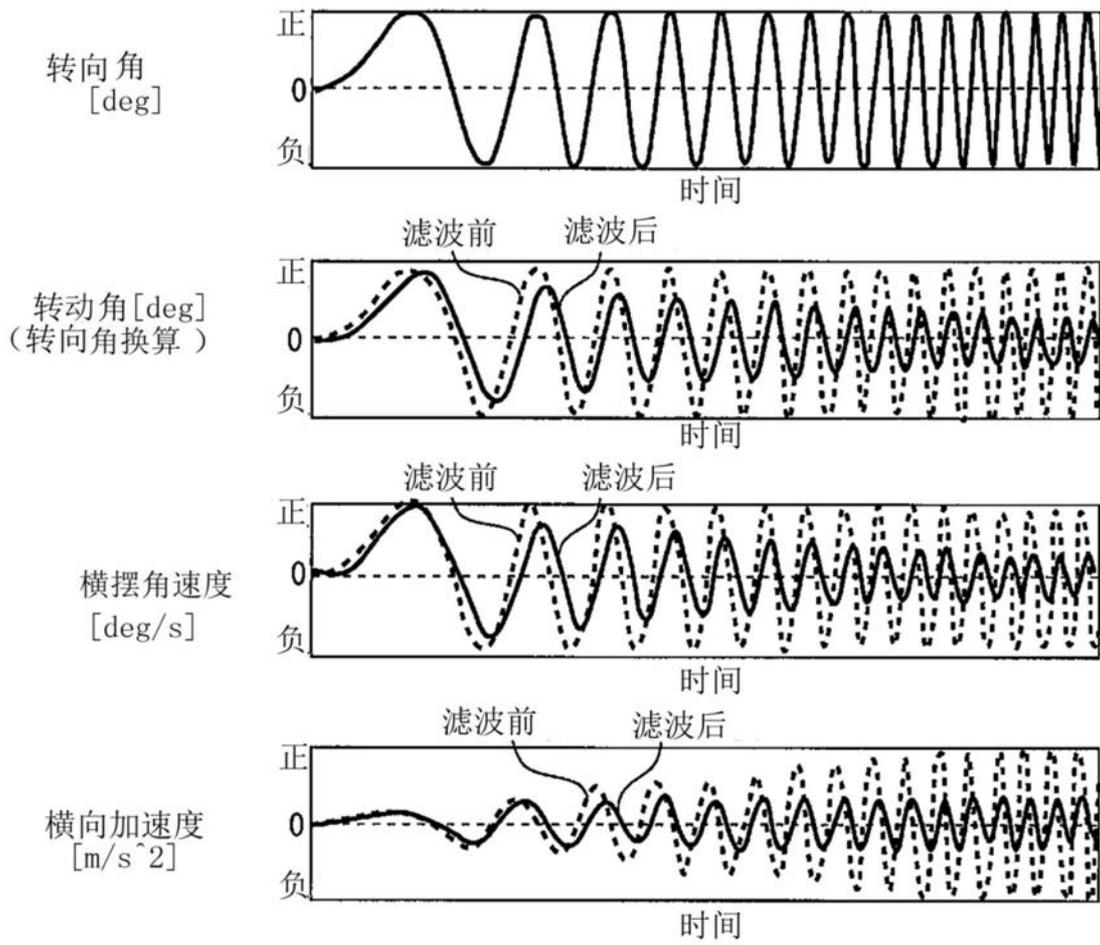


图13

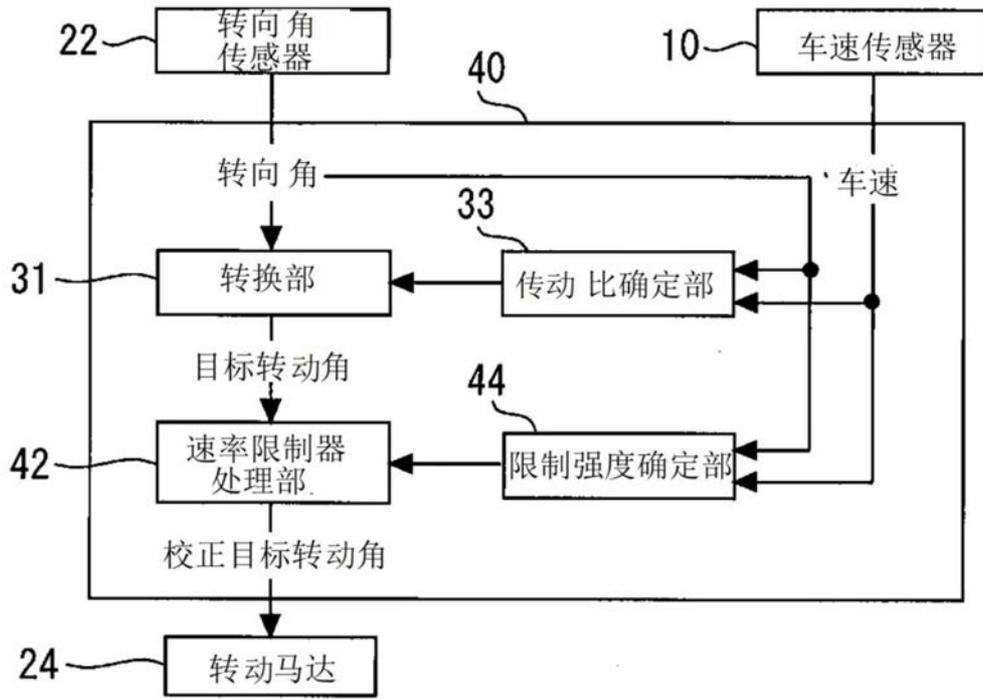


图14

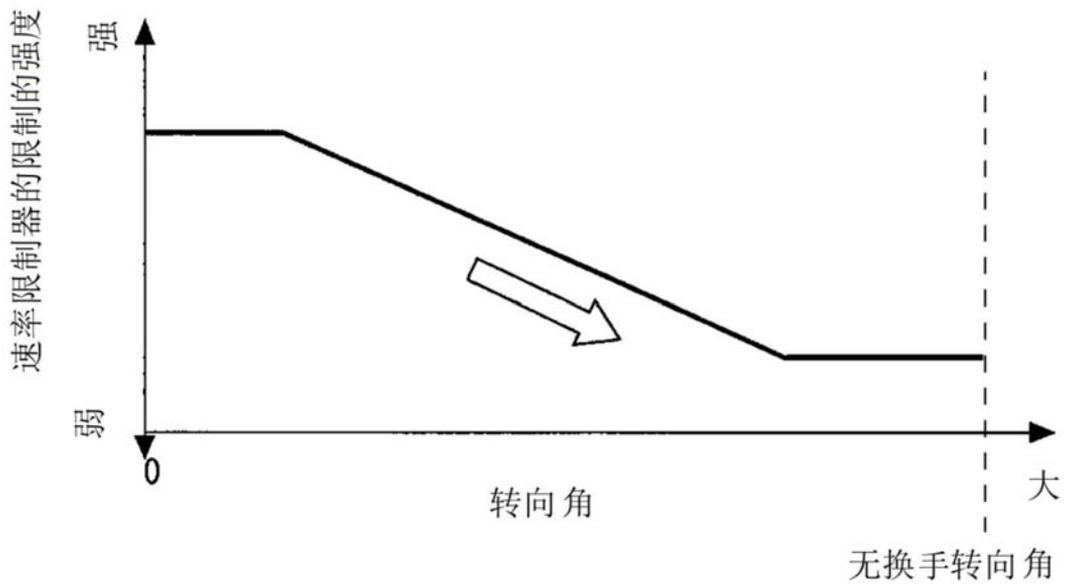


图15

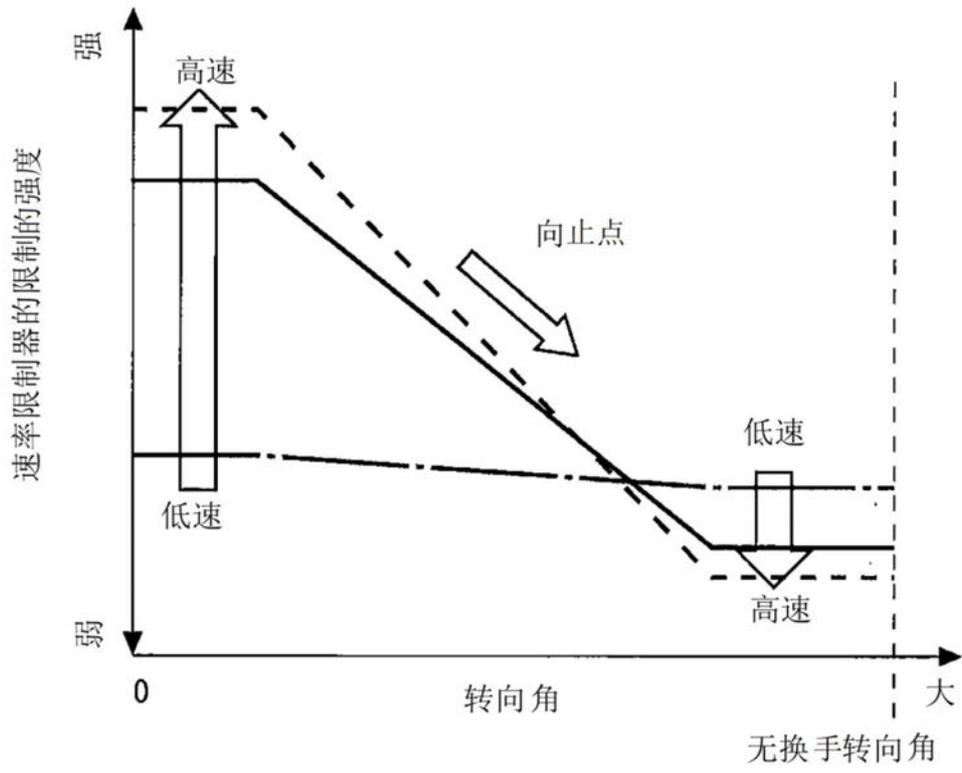


图16