



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107848573 B

(45)授权公告日 2019.12.13

(21)申请号 201680038231.9

(22)申请日 2016.06.09

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107848573 A

(43)申请公布日 2018.03.27

(30)优先权数据  
2015-130565 2015.06.30 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.12.28

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2016/067155 2016.06.09

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02017/002570 JA 2017.01.05

(73)专利权人 日立汽车系统株式会社  
地址 日本茨城县

(72)发明人 伊藤贵广 前田健太 山野和也  
中岫泰仁

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 范胜杰 文志

(51)Int.Cl.  
B62D 6/00(2006.01)  
B62D 5/04(2006.01)  
B62D 101/00(2006.01)  
B62D 111/00(2006.01)  
B62D 113/00(2006.01)  
B62D 119/00(2006.01)  
B62D 137/00(2006.01)

(56)对比文件  
JP H08337181 A,1996.12.24,  
JP 2007326453 A,2007.12.20,  
JP 2014234146 A,2014.12.15,  
US 2015012179 A1,2015.01.08,  
CN 1962340 A,2007.05.16,

审查员 徐妍

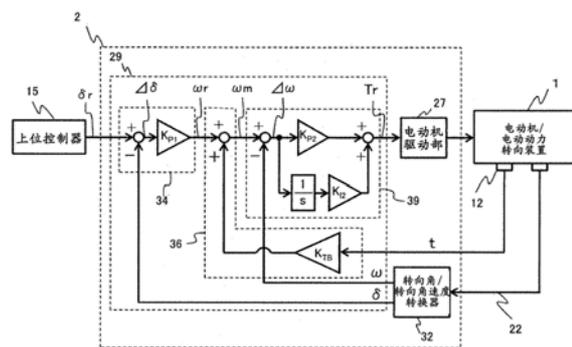
权利要求书2页 说明书11页 附图20页

(54)发明名称

动力转向装置的控制装置以及动力转向装置

(57)摘要

本发明的课题在于提供一种不产生驾驶者不希望的自动转向解除的动力转向装置的控制装置。本发明的控制动力转向装置的动作的控制装置选择辅助控制(28)和自动转向控制(29)中的某个控制,该辅助控制基于通过操作方向盘而输入的转向转矩对转向力进行辅助,该自动转向控制基于转向角指令值对转向轮的转向角进行控制,当在选择了所述自动转向控制(29)的状态下所述转向转矩超过了预定的阈值时,解除该自动转向控制(29)并且选择所述辅助控制(28),根据通过所述自动转向控制(29)而进行的转向而引起的所述转向转矩的增加量来设定转向角速度指令值,从而进行对所述自动转向控制(28)的解除进行抑制的解除抑制控制。



CN 107848573 B

1. 一种控制装置,其选择辅助控制和自动转向控制中的某一个控制来控制动力转向装置的动作,所述辅助控制基于通过操作方向盘而输入的转向转矩对转向力进行辅助,该自动转向控制基于转向角指令值对转向轮的转向角进行控制,其特征在于,

当在选择了所述自动转向控制的状态下所述转向转矩超过了预定的阈值时,解除该自动转向控制并选择所述辅助控制,

根据通过所述自动转向控制进行的转向而引起的所述转向转矩的增加量来设定转向角速度指令值,由此进行对所述自动转向控制的解除进行抑制的解除抑制控制,

设定所述转向角速度指令值,使得随着通过所述自动转向控制进行的转向而引起的所述转向转矩的增加,根据所述转向轮的实际转向角与转向角指令值之间的差即转向角差计算出的针对目标转向角速度的修正量变大。

2. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

随着通过所述自动转向控制进行的转向而引起的所述转向转矩的减小,进行使所述转向角速度指令值接近所述目标转向角速度的控制。

3. 根据权利要求2所述的控制装置,其特征在于,

进行使所述转向角速度指令值接近所述目标转向角速度的控制,使得所述转向转矩不超过预定的阈值。

4. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

通过基于所述转向转矩的反馈控制来求出所述转向角速度指令值。

5. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

具有转向角速度控制部,

该转向角速度控制部基于所述转向角速度指令值来运算对所述转向轮的转向角进行控制的电动机的输出转矩指令值。

6. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

通过设置在所述方向盘和所述转向轮之间的转矩检测单元检测所述转向转矩。

7. 根据权利要求6所述的控制装置,其特征在于,

所述解除抑制控制还通过所述转矩检测单元来控制所述转向轮侧的转向角速度。

8. 根据权利要求7所述的控制装置,其特征在于,

所述控制装置运算对所述转向轮的转向角进行控制的电动机的输出转矩,

基于检测所述电动机的旋转角的旋转角传感器的输出来控制所述转向轮侧的所述转向角速度。

9. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

在所述转向轮的目标转向角与实际转向角之间的差为预定值以上时,进行所述解除抑制控制。

10. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

在对所述转向轮的转向角进行控制的电动机中流过的电流为预定值以上时,进行所述解除抑制控制。

11. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

在所述转向轮的转向角速度为预定值以上时,进行所述解除抑制控制。

12. 一种动力转向装置,其通过辅助控制和自动转向控制中的某个控制来进行动作,所

述辅助控制基于通过操作方向盘而输入的转向转矩对转向力进行辅助,所述自动转向控制基于转向角指令值对转向轮的转向角进行控制,其特征在于,

当正在进行所述自动转向控制的状态下所述转向转矩超过了预定的阈值时,解除该自动转向控制并选择所述辅助控制,

根据通过所述自动转向控制进行的转向而引起的所述转向转矩的增加量来设定转向角速度指令值,由此进行对所述自动转向控制的解除进行抑制的解除抑制控制,

设定所述转向角速度指令值,使得随着通过所述自动转向控制进行的转向而引起的所述转向转矩的增加,根据所述转向轮的实际转向角与转向角指令值之间的差即转向角差计算出的针对目标转向角速度的修正量变大。

13. 根据权利要求12所述的动力转向装置,其特征在于,

随着通过所述自动转向控制进行的转向而引起的所述转向转矩的减小,进行使所述转向角速度指令值接近所述目标转向角速度的控制。

14. 根据权利要求12所述的动力转向装置,其特征在于,

通过基于所述转向转矩的反馈控制来求出所述转向角速度指令值。

15. 根据权利要求12所述的动力转向装置,其特征在于,

具有转向角速度控制部,

该转向角速度控制部基于所述转向角速度指令值来运算对所述转向轮的转向角进行控制的电动机的输出转矩指令值。

16. 根据权利要求12所述的动力转向装置,其特征在于,

通过设置在所述方向盘和所述转向轮之间的转矩检测单元检测所述转向转矩。

17. 根据权利要求16所述的动力转向装置,其特征在于,

所述解除抑制控制还通过所述转矩检测单元控制所述转向轮侧的转向角速度。

18. 根据权利要求17所述的动力转向装置,其特征在于,

所述控制装置运算对所述转向轮的转向角进行控制的电动机的输出转矩,

基于检测所述电动机的旋转角的旋转角传感器的输出来控制所述转向轮侧的所述转向角速度。

## 动力转向装置的控制装置以及动力转向装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及进行自动转向的动力转向装置的控制装置以及动力转向装置。

### 背景技术

[0002] 动力转向装置等转向装置的控制装置具备：基于车辆的运转状态，对具备电动机等的执行器进行控制从而向驾驶者的转向力赋予转向辅助力的辅助模式、基于上位控制器的指令值生成目标转向角，控制执行器从而自动调整转向轮转向角的自动转向模式。在这样的转向装置中，具有在自动转向中由转矩传感器检测出的驾驶者的转向转矩成为预定值（阈值）以上时，从自动转向切换为辅助的特征（例如，参照下述专利文献1）。

[0003] 另外，具有一种转向装置，其为了抑制自动转向中的方向盘振动而检测在扭力杆产生的扭转角，基于扭转角和扭转角微分值计算电动机的电流指令值来控制电动机（例如，参照下述专利文献2）。

[0004] 另外，还提出了一种转向角装置，其对目标转向角进行修正使得自动转向中的目标转向角的角加速度成为限制值以下，并且基于转向角的信息控制电动机，使得转向角跟随修正后的目标转向角（例如，参照专利文献3）。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1：日本特开平4-55168号公报

[0008] 专利文献2：日本特开2003-237607号公报

[0009] 专利文献3：国际公开第2011/152214号

### 发明内容

[0010] 发明要解决的问题

[0011] 但是，在通过自动转向进行停车时，为了实现顺畅的停车，要求以较大的转向角进行高速转向，但是在使用专利文献1记载的转向装置时，相比由电动机驱动的扭力杆靠向轮胎一侧为高速动作，与此相对，由于方向盘的惯性力使得相比扭力杆靠向方向盘一侧的动作慢。因此，在小齿轮的旋转角度和方向盘的旋转角度之间产生差（扭转角），即使驾驶者未转向，基于扭转角而计算出的转向转矩也上升。当超过了自动转向模式转移到辅助模式的阈值转矩，有可能违反驾驶者的意图，解除自动运转而转移到辅助模式。

[0012] 另外，在专利文献2记载的转向装置中，在低速或者微小量的转向的情况下，虽然能够抑制方向盘的振动，但是在像停车时的自动转向那样进行大转向角的高速转向时，有可能产生电动机电流值的急剧变化。由于损害方向盘动作的顺畅性，有可能使驾驶者感到不安，或者难以将扭转角抑制得足够小。

[0013] 另外，专利文献3记载的转向装置为了使转向角加速度不超过限制值，必须根据动力转向装置的动力学来设定用于生成目标转向角的限制值，但是此时必须考虑部件的单体偏差和温度导致的粘性阻力的变化等。因此，在假定最能够产生扭力杆扭转的条件来设定

转向角加速度限制值时,在不产生扭力杆扭转的动作环境/状态下,尽管能够以更高的加速度进行动作进行高速转向,但是却以更低的速度进行转向。

[0014] 本发明鉴于上述课题而作出的,其目的在于提供一种在自动转向中进行大转向角的高速转向时,对驾驶者不希望的自动转向解除的产生进行抑制的动力转向装置的控制装置以及动力转向装置。

[0015] 用于解决课题的手段

[0016] 为了达成上述目的,本发明的动力转向装置的控制装置以及动力转向装置选择辅助控制和自动转向控制中的某个控制,辅助控制基于通过操作方向盘而输入的转向转矩对转向力进行辅助,所述自动转向控制基于转向角指令值对转向轮的转向角进行控制,在选择了所述自动转向控制的状态下,当所述转向转矩超过了预定的阈值时,解除该自动转向控制并选择所述辅助控制,根据通过所述自动转向控制进行的转向引起的所述转向转矩的增加量来设定转向角速度指令值,由此进行对所述自动转向控制的解除进行抑制的解除抑制控制。

[0017] 发明效果

[0018] 本发明的动力转向装置的控制装置当在自动转向过程中在连接方向盘的输入轴与针对转向机构的输出轴之间设置的扭力杆产生扭转角(转向转矩)的情况下,通过修正目标转向角速度的目标速度修正器对目标转向角速度进行修正,从而能够以不违背驾驶者的意愿不解除自动转向的方式对动力转向装置进行操作。转向角速度和转向转矩因动力转向装置的动作状态、轮胎所设置的路面的状态等进行变化,因此通过对这些转向角速度、转向转矩进行反馈,进行跟踪修正后的目标转向角速度的控制,由此能够进行考虑了动力转向装置的动作环境和状态的自动转向中的转向转矩产生抑制控制。因此,根据本发明,在自动转向过程中需要大转向角的高速转向时,不会产生驾驶者不希望的自动运转的解除。

## 附图说明

[0019] 图1是表示动力转向装置1以及控制装置2的结构的概略图。

[0020] 图2是表示实施方式1的动力转向装置1的控制装置2的结构的概略图。

[0021] 图3是表示实施方式1的控制选择器30的处理的流程图。

[0022] 图4是表示实施方式1的自动转向运算电路29的结构的概略图。

[0023] 图5是表示实施方式1的自动转向运算装置29的处理的流程图。

[0024] 图6是表示实施方式1的目标速度修正器36的处理的流程图。

[0025] 图7是表示实施方式1的自动转向运算装置29的控制系统的结构例的框图。

[0026] 图8表示向控制装置2输入了阶梯状的目标转向角时的转向转矩的输出例子。

[0027] 图9是表示实施方式1的控制装置2的效果的控制结果的一例。

[0028] 图10是比较例的动力转向装置1的动作的一例。

[0029] 图11是实施方式1的动力转向装置1的动作的一例。

[0030] 图12是表示实施方式2的动力转向装置1的控制装置2的结构的概略图。

[0031] 图13是表示实施方式2的自动转向运算电路29的结构的概略图。

[0032] 图14是表示实施方式3的自动转向运算电路29的结构的概略图。

[0033] 图15是表示实施方式3的目标速度修正器34的处理的流程图。

- [0034] 图16是表示实施方式4的自动转向运算电路29的结构的概略图。
- [0035] 图17是表示实施方式4的目标速度修正器34的处理的流程图。
- [0036] 图18是表示实施方式5的自动转向运算电路29的结构的概略图。
- [0037] 图19是表示实施方式5的目标速度修正器34的处理的流程图。
- [0038] 图20是表示具备动力转向装置1的车辆的结构的概略图。

## 具体实施方式

[0039] 图1是表示动力转向装置的控制装置2和具备该控制装置2的动力转向装置1的概略图。动力转向装置1大体由控制装置2以及转向机构3构成。

[0040] 转向机构3具有：方向盘4、转向轴5、小齿轮轴6、齿条轴7。在齿条轴7上经由减速机构8连接有电动机9。当驾驶者操作方向盘4时，旋转经由转向轴5传递到小齿轮轴6。小齿轮轴6的旋转运动被转换成齿条轴7的直动运动。由此，使连结在齿条轴7的两端的左右的转向轮10、11转向。在齿条轴7形成有与小齿轮轴6啮合的齿条齿。齿条轴7通过齿条和小齿轮的机构将旋转转换为直线运动。

[0041] 在转向轴5和小齿轮轴6之间设置有转矩传感器12。转矩传感器12基于未图示的扭力杆的扭转角来输出转向转矩。扭力杆配置在转向轴5和小齿轮轴6的连接部。

[0042] 关于与电动机9相连接的减速机构8，例如在图1中使用通过安装在电动机9的输出轴的皮带轮13驱动的滚珠丝杠14。通过该结构，将电动机9的转矩转换成齿条轴7的平移方向力。另外，关于减速机构8，还可以使用与方向盘4的输入同样地使用齿条和小齿轮的结构、或者通过空心电动机等直接驱动滚珠丝杠的螺母的结构等。

[0043] 向上位控制器15输入来自自动运转开关(SW)的信号、从车辆中设置的相机、传感器、地图信息等得到的车辆状态信号等，上述自动运转开关(SW)是驾驶者在选择自动转向的控制时操作的开关。当驾驶者对自动转向开关进行操作来选择自动运转下的车辆控制时，基于车辆状态信号生成车辆的路径，为了将其实现，向动力转向装置1的控制装置2输出执行自动转向控制的自动转向标志19和向动力转向装置1要求的目标转向角20。

[0044] 控制装置2具备输入端子16和输出端子17。另外，控制装置2连接电源18。在控制装置2的输入端子16例如输入自动转向标志19、目标转向角20、转向转矩值21、电动机旋转角/旋转速度22、车速等车辆状态信号23。另外，从控制装置2的输出端子17输出由控制装置2运算的电动机控制电流24、向上位控制器15传递动力转向装置1的操作状态的信号25等。

[0045] 以下，参照附图对本发明的动力转向装置1的控制装置2以及动力转向装置1的实施方式进行说明。另外，在各图中对同一要素标记同一符号，并省略重复的说明。

[0046] (第1实施方式)

[0047] 图2表示第1实施方式的控制装置2的结构的概略。如图2所示，控制装置2由请求转矩生成部26以及具有电动机控制电路和电动机驱动电路的电动机驱动部27构成。控制装置2由来自电源18的电力供给进行驱动。

[0048] 在图2中，请求转矩生成部26由以下构成：辅助运算电路28、自动转向运算电路29、控制选择器30。辅助运算电路28运算辅助模式下的向电动机9的请求转矩，辅助模式是对驾驶者的转向进行辅助的模式。自动转向运算电路29运算自动转向模式下的向电动机9的请求转矩，该自动转向模式是使转向角自动与目标转向角20一致的模式。控制选择器30基于

上位控制器15的自动转向标志19的值对辅助模式或自动转向模式的请求转矩进行选择。

[0049] 在本实施方式中,始终计算辅助模式和自动转向模式这两者的请求转矩,并通过控制选择器30选择其中的某一个。但是,也可以构成为事先通过控制选择器30选择了模式,仅进行辅助模式或自动转向模式中的哪一方的运算。

[0050] 图3是表示控制选择器30的动作的流程图。控制选择器30读取从上位控制器15输出的自动转向标志19,判断选择了自动转向和辅助中的哪一个控制(步骤S1)。例如,在图3中,在自动转向标志19的值为1时进入步骤S3,在除此以外的情况下选择辅助运算电路的运算结果来作为请求转矩31(步骤S6)。

[0051] 在进入步骤S3的情况下,读入转向转矩21,判定转向转矩21与转向转矩阈值的大小。另外,可以参考平时的驾驶者的转向转矩等来决定转向转矩阈值。当判断为转向转矩21小于转向转矩阈值时,作为未产生基于驾驶者的意图的转向转矩21,选择自动转向运算电路的运算结果作为请求转矩31(步骤S5)。另一方面,在判断为转向转矩21为阈值以上时,作为产生了基于驾驶者的意图的转向转矩21,选择辅助运算电路的运算结果来作为请求转矩31(步骤S6)。

[0052] 在图3的流程图所示的本实施方式中,在转向转矩21即使一瞬间超过阈值的情况下,也将辅助运算电路的运算结果作为请求转矩。但是,为了排除转矩传感器的噪声的影响等,例如可以在控制装置2的多次采样中转向转矩21始终超过阈值的情况、或者在对转向转矩21实施滤波且滤波后的值超过了阈值的情况下,将辅助运算电路的运算结果作为请求转矩31。

[0053] 对图2所示的辅助运算电路28的运算处理进行说明。辅助运算电路28根据驾驶者对方向盘4进行转向而产生的转向转矩21的大小来决定针对电动机9的请求转矩31。此时,可以构成为使用车速等车辆状态信息23,根据车速来改变向齿条轴7赋予的辅助力。

[0054] 电动机驱动部27通过电动机控制电路运算为了实现请求转矩值31而需要的电动机目标电流值。电动机驱动部27基于该运算结果进行控制/输出,对电动机驱动电路进行操作,使得流过电动机的电动机电流24与目标电流值一致。在辅助模式时,通过实现请求转矩31的电动机转矩,经由减速机构8向齿条轴7赋予平移方向力,辅助驾驶者能够以小的转向转矩进行操作。

[0055] 图4是表示自动转向运算电路29的结构概略图。自动转向运算电路29具有:转向角/转向角速度转换器32、目标速度运算器34、目标速度修正器36、请求转矩运算器39。转向角/转向角速度转换器32将电动机旋转角/角速度的信号转换为实际转向角/实际转向角速度。目标速度运算器34基于目标转向角20和实际转向角33来运算动力转向装置1的目标转向角速度35。目标速度修正器36基于转向转矩21对目标转向角速度35进行修正,运算修正目标转向角速度37。请求转矩运算器39基于修正目标转向角速度37和实际转向角速度38,运算对于电动机9的请求转矩31。

[0056] 图5是表示自动转向运算器29的运算处理的流程图。当开始了控制时,目标速度运算器34读入由上位控制器15计算出的转向角目标值 $\delta_r$ (目标转向角20)(步骤S101)。接着,读入由转向角/转向角速度转换器32运算出的实际转向角 $\delta$ (实际转向角33)(S102),计算转向角差 $\Delta\delta$ (=目标转向角 $\delta_r$ -实际转向角 $\delta$ )(S103)。接着,目标速度运算器34基于转向角差 $\Delta\delta$ 运算目标转向角速度 $\omega_r$ (目标转向角速度35)(步骤S104)。接着,目标速度修正器36

读取转向转矩21(步骤S105),对目标转向角速度 $\omega_r$ (目标转向角速度35)进行修正来进行自动转向解除抑制控制(步骤S106)。在步骤S10中,运算修正目标转向角速度37。自动转向解除抑制控制在后面详述。接着,请求转矩运算器39读入由转向角/转向角速度转换器32运算出的实际转向角速度 $\omega$ (实际转向角速度38)(步骤S107)。在步骤S108中,计算转向角速度差 $\Delta\omega$ (=目标转向角速度 $\omega_r$ -实际转向角速度 $\omega$ )。请求转矩运算器39使用该转向角速度差 $\Delta\omega$ ,运算针对电动机9的请求转矩 $T_r$ (请求转矩31)(步骤S109)。将请求转矩 $T_r$ 经由控制选择器30输出到电动机驱动部27。

[0057] 之后,如在辅助模式的说明中叙述的那样,通过电动机控制电路运算为了实现请求转矩值31所需的电动机目标电流值,基于运算结果进行控制,操作电动机驱动电路使得流过电动机的电动机电流24与目标电流值一致。通过该操作,电动机9进行驱动,经由减速机构8向齿条轴7施加平移方向力,使动力转向装置1与目标转向角一致。

[0058] 图6是表示目标速度修正器36的处理的流程图。目标速度修正器36基于在图5的步骤S105中读取的转向转矩21,对转向转矩量的增加进行判断(步骤S201)。

[0059] 在转向转矩21增加的情况下,对目标转向角速度 $\omega_r$ 的增加进行判断(步骤S202)。在目标转向角速度 $\omega_r$ 增加的情况下,对目标转向角速度进行减小修正(附加减小的修正量)(步骤S203)。在目标转向角速度 $\omega_r$ 减小的情况下,对目标转向角速度 $\omega_r$ 进行增加修正(附加增加的修正量)(步骤S204)。例如,根据转向转矩的大小来计算修正量,可以设为产生的转向转矩越大使修正量越大。

[0060] 另外,当在步骤S201中判定为转向转矩21减小的情况下,降低目标转向角速度的修正量(在没有修正量时不变更目标转向角速度)(步骤S205)。

[0061] 图7以框图形式来表示在图5以及图6中以流程图形式表示的自动转向的运算。其中,s表示拉普拉斯算子。另外, $K_{P1}$ 表示比例增益。另外,根据从电动机9中设置的旋转角传感器输出的电动机旋转角以及电动机角速度,从转向角/转向角速度转换器32输出实际转向角 $\delta$ 以及实际转向角速度 $\omega$ 。图7的目标速度运算器34通过下式(1)运算目标转向角速度 $\omega_r$ 。

[0062] [数1]

$$[0063] \quad \omega_r = K_{P1} \Delta \delta = K_{P1} (\delta_r - \delta) \cdots (1)$$

[0064] 另外,目标速度修正器36通过式(2)对目标转向角速度 $\omega_r$ 进行修正,使其成为修正目标转向角速度 $\omega_m$ 。

[0065] [数2]

$$[0066] \quad \omega_m = \omega_r + K_{TB}t \cdots (2)$$

[0067] 在此, $K_{TB}$ 表示增益,t表示转向转矩, $K_{TB}t$ 为修正量。在此,使式(2)为对于转向角速度的符号产生相反符号的转向转矩。通过式(2)如图6的流程图那样进行目标转向角速度的修正。即,当转向转矩量t变大时,式(2)的第二项的 $K_{TB}t$ 变大,由于转向角速度与转向转矩的符号相反,因此在目标转向角速度增加的情况下( $\omega_r > 0$ ) $K_{TB}t$ 变为负值,进行使目标转向角速度减小的修正。相反,在目标转向角速度减小的情况下( $\omega_r < 0$ ) $K_{TB}t$ 变为正值,进行使目标转向角速度减小的修正。另外,在转向转矩量t减小的情况下,降低 $K_{TB}t$ 修正量。

[0068] 另外,图7中的目标速度修正器36记载为在增益后对目标速度 $\omega_r$ 进行加法运算,但是考虑到检测出转向转矩时的符号的方向有时也设定为减法运算。

[0069] 请求转矩运算器39通过式(3)运算请求转矩Tr。在此,  $K_{P2}$ 表示比例增益,  $K_{I2}$ 表示积分增益。

[0070] [数3]

$$[0071] \quad Tr = \left( K_{P2} + \frac{K_{I2}}{s} \right) \Delta \omega = \left( K_{P2} + \frac{K_{I2}}{s} \right) (\omega_m - \omega) \quad \dots (3)$$

[0072] 图8表示向控制装置2输入了阶梯状的目标转向角67时产生的动力转向装置1的转向转矩68的输出例。在此, 将阶梯状的目标转向角67的阶梯前后的转向角差设为  $\Delta \delta_s$ , 将此时产生的转向转矩最大值的大小设为  $t_{max}$ 。

[0073] 图9表示使横轴为阶梯前后的转向角差  $\Delta \delta_s$  且使纵轴为此时的转向转矩最大值的大小  $t_{max}$  时的  $t_{max}$  和  $\Delta \delta_s$  的关系。在图9中, 实线70表示具备本实施方式的控制装置2的动力转向装置1的举动。虚线69作为比较例表示不具备本实施方式的控制装置2的动力转向装置1的举动。

[0074] 若参照虚线69, 伴随阶梯状输入前后的转向角差  $\Delta \delta_s$  的增加, 通过电动机9使转向轮10、11侧比小齿轮轴6更快地动作。因此, 由于方向盘4的惯性力而使动作延迟的转向轴5与小齿轮轴6的角度差变大, 产生的转向转矩最大值的大小  $t_{max}$  变大。

[0075] 另一方面, 如实线70所示, 具备本实施方式的控制装置2的动力转向装置1随着阶梯状输入前后的转向角差  $\Delta \delta_s$  变大, 转向转矩最大值的大小  $t_{max}$  的变化变小。  $t_{max}$  的变化量能够通过增益  $K_{TB}$  进行调整, 特别是在以动力转向装置1要求的最大的转向角速度进行转向时, 在图9的图表中以低于坐标71 ( $\Delta \delta_{max}$ ,  $t_{lim}$ ) 的方式来设计  $K_{TB}$  即可。在此,  $\Delta \delta_{max}$  是在控制装置2的一次的控制周期中变化的转向角差,  $t_{lim}$  是自动转向解除的转向转矩阈值40。

[0076] 具有此种结构的动力转向装置1中的控制装置2能够对动作进行控制, 使得在自动转向过程中动力转向装置的转向转矩21不会超过自动转向解除的转向转矩阈值40。

[0077] 图10作为比较例表示不具备本实施方式的控制装置2的动力转向装置1的动作的一例。在图10中表示了上位控制器15在自动停车等自动转向中, 以比较大的转向角速度自动转向到某一转向角时的转向角的时间变化41、目标转向角速度的时间变化42、转向转矩的时间变化43。另外, 设为在图10所示的动作中即使超过转向转矩阈值也不解除自动转向。

[0078] 转向角的时间变化41的虚线44表示由上位控制器15生成的目标转向角。实线45表示相对于虚线44的目标转向角, 作为进行控制的结果的不具备本实施方式的控制装置2的动力转向装置1的实际转向角。另外, 实线46表示相对于虚线44的目标转向角的目标转向角速度的时间变化。小齿轮轴6几乎按照该目标转向角速度的时间变化42的实线46进行动作, 但是经由扭力杆、转向轴5连接的方向盘4因惯性力而动作延迟。因此, 扭力杆发生扭转, 如转向转矩的时间变化43的实线47所示, 即使没有驾驶者的操作也会产生转向转矩。该实线47所示的是以比较大的转向角速度进行转向的情况, 可知在启动和停止紧后产生大的转向转矩, 该转向转矩超过了虚线所示的自动转向解除的转向转矩阈值40。因此, 在实际的自动转向的控制中, 在由于启动转向转矩超过了自动转向解除的转向转矩阈值40的时间点从自动转向转移至辅助。

[0079] 与此相对, 图11表示具备本实施方式的控制装置2的动力转向装置1的动作的一例。在图11中分别表示了转向角的时间变化48、目标转向角速度的时间变化49、转向转矩的时间变化50。图11的上位控制器15向控制装置2赋予与图10相同的转向角目标值。

[0080] 在转向角的时间变化48中,虚线51表示由上位控制器15赋予的目标转向角,实线52表示基于控制装置2的控制的动力转向装置1的实际转向角。目标转向角速度的时间变化49中所示的虚线54表示由控制装置2的目标速度运算器34运算的目标转向角速度35,实线53表示由目标速度修正器36运算的修正目标转向角速度37。转向转矩的时间变化50中所示的实线55表示通过本实施方式的控制装置2驱动的动力转向装置1的转矩传感器12检测出的转向转矩,虚线40表示与图10相同的自动转向解除的转向转矩阈值。

[0081] 如图11所示,从时间56到时间60的目标转向角51开始增加的区间,如实线52所示,实际转向角进行变化。此时,相对于小齿轮轴6的旋转,相比扭力杆靠向方向盘4一侧延迟动作,因此扭力杆扭转,如实线55所示转向转矩进行变动。

[0082] 在从时间56到时间57的区间,实线55的转向转矩量正在增大。通过转矩传感器12检测该转向转矩量,将通过目标速度修正器36的运算如实线53在该区间中所示那样使目标转向角速度降低后的值作为修正目标转向角速度。结果,与图10相比,启动的转向转矩的峰值变小。

[0083] 从时间57到时间58的区间,如实线55所示转向转矩量正在减少,因此如实线53所示,降低目标转向角速度的修正量来使修正目标转向角速度变大。

[0084] 从时间58到时间59的区间,如实线55所示转向转矩量再次增大。在该区间中,目标转向角速度正在减小,所以通过添加修正量设为使目标转向角速度增加的修正转向角速度,降低速度变化。

[0085] 在从时间59到时间60的区间,实线55的转向转矩的大小变小,因此减低修正量,之后生成与目标转向角速度一致的修正目标转向角速度。作为这些控制的结果,能够很快地抑制由于在动力转向装置1启动时产生的扭力杆的扭转而产生的转向转矩的振动。

[0086] 另外,从时间60到时间61,因为未产生转向转矩,所以不修正目标转向角速度(目标转向角速度和修正目标转向角速度一致),因此以恒定速度进行转向。

[0087] 从时间61到时间65相当于从转向状态转移到停止状态的制动区间。

[0088] 从时间61到时间62,目标转向角不增加,对动力转向装置1的转向进行制动。此时,转向轴5侧的旋转速度的降低赶不上小齿轮轴6的旋转速度的降低,扭力杆扭转,从时间61到时间62的区间如实线55所示产生转向转矩。

[0089] 从时间61到时间62的区间,实线55的转向转矩量正在增大,通过转矩传感器12检测该转向转矩量。在该区间转向角速度减小,因此通过目标速度修正器36的运算生成对目标转向角速度相加修正量后的修正目标转向角速度,降低转向角速度的变化。结果,把实线55所示的制动时产生的转向转矩的峰值抑制得较小。

[0090] 从时间62到时间63的区间,如实线55所示转向转矩量减少,因此如实线53所示降低目标转向角速度的修正量来增大修正目标转向角速度。

[0091] 从时间63到时间64的区间,转向转矩量再次增大。在该区间中目标转向角速度正在增加,因此生成从目标转向角速度减去修正量后的修正目标转向角。

[0092] 从时间64到时间65的区间,由于实线55的转向转矩量变小因此降低修正量,之后生成与目标转向角速度一致的修正目标转向角速度。通过这些控制,能够与启动时同样地快速抑制转向转矩的振动。

[0093] 通过本实施方式的控制装置2驱动的动力转向装置1如图9所示对目标转向角速度

进行修正,以不超过转向转矩阈值40的方式驱动动力转向装置1。因此,能够抑制转向转矩的产生量,即使以较高的转向角速度进行转向也不会出现驾驶者不希望的自动运转的解除。

[0094] 另外,本实施方式的控制装置2在转向角的加速时、制动时产生转向转矩时根据转向转矩的大小决定修正量来抑制速度变化,相反在转向转矩减少时减小修正量来增加速度变化。因此,能够以转向转矩不超过转向转矩阈值的最大的速度进行自动转向,能够实现顺畅的自动停车。

[0095] 另外,在本实施方式中,构成为反馈由转矩传感器测定出的转向转矩来决定修正量,因此能够进行与因使用环境等而变化的实际的动力转向装置1的动作状况相匹配的修正。因此,能够吸收部件的个体差异或温度导致的粘性阻力的变化来实现控制。

[0096] 并且,具有用于修正目标转向角速度实现修正后的目标转向角速度的请求转矩运算器,因此在根据电动机旋转角速度计算出的转向角速度的反馈值中还包含有动力转向装置1的状态、路面状态的信息,所以能够进行与实际使用环境相符的控制。

[0097] 另外,修正转向角速度并且之后具有请求转矩运算器,因此能够运算请求转矩从而将修正后的转向角速度与实际转向角速度平滑地连接,因此即使在以比较大的转向角速度进行转向的情况下也能够抑制方向盘的振动。

[0098] 另外,在用于说明本实施方式的图1中,为了运算请求转矩,从安装在电动机的传感器取得要输入的转向角速度,但如果是小齿轮轴6旋转传感器或齿条轴7行程传感器等相比构成转矩传感器12的扭力杆更靠向转向轮一侧安装的能够检测与电动机9连结的部分的移动量、移动速度的传感器,能够得到大致相同的效果。

[0099] 另外,在图1表示了本实施方式的控制装置2从上位控制器15取得目标转向角,但即使是不具有上位控制器15,基于自动转向开关或车辆状态等信息在控制装置2内生成目标转向角的结构,也能够得到同样的效果。

[0100] 另外,在本实施方式中,说明了使用转矩传感器12检测出的转向转矩来修正目标转向角速度的结构,但即使为在相比扭力杆靠向方向盘4一侧设置旋转角传感器,使用该旋转角传感器求出在扭力杆中产生的扭转角,基于扭转角来修正目标转向角速度的结构,也能够得到同样的效果。

[0101] (第2实施方式)

[0102] 接着,对第2实施方式的动力转向装置的控制装置以及动力转向进行说明。本实施方式的动力转向装置1以及控制装置的基本结构与图1相同,因而省略说明。

[0103] 图12表示本实施方式的控制装置2的结构概要。与表示第1实施方式的结构图2相比,不同之处在于,不向自动转向运算电路29输入转向转矩。除此之外的结构与图2相同,因而省略说明。

[0104] 图13表示本实施方式的自动转向运算电路29的概略。在图13中,与用于表示第1实施方式的自动转向运算电路29的图4相比,不同之处在于具有扭转角推定器201,将推定扭转角202输入到目标速度修正器。对于共通的结构省略说明。

[0105] 扭转角推定器201使用以下的式(4)对扭转角进行推定。以下所示的式(4)表示围绕转向轴的运动方程式。另外,将相比扭力杆靠向方向盘4侧的惯性设为 $J$ ,将围绕转向轴6的衰减系数设为 $C_c$ ,将扭力杆的刚性设为 $K_T$ ,将扭力杆的扭转粘性设为 $C_T$ 。

[0106] [数4]

$$[0107] \quad J\ddot{\theta} + C_T(\dot{\theta} - \dot{\delta}) + C_C\dot{\theta} + K_T(\theta - \delta) = 0 \quad \dots (4)$$

[0108] 将式(4)进行拉普拉斯变换得到式(5)。

[0109] [数5]

$$[0110] \quad \frac{Y}{X} = \frac{sC_T + K_T}{Js^2 + (C_T + C_C)s + K_T} \quad \dots (5)$$

[0111] 在此,X表示 $\delta$ 的拉普拉斯变换,Y表示 $\theta$ 的拉普拉斯变换。式(5)相当于从小齿轮轴侧的转向角到围绕转向轴的旋转角的传递函数。另外,若将扭转角的拉普拉斯变换设为Z,则扭转角相对于小齿轮轴的转向角的传递函数为式(6)。

[0112] [数6]

$$[0113] \quad \frac{Z}{X} = \frac{Y - X}{X} = \frac{-Js^2 - C_Cs}{Js^2 + (C_T + C_C)s + K_T} \quad \dots (6)$$

[0114] 使用式(6)表示的传递函数,根据从电动机旋转角计算出的小齿轮轴旋转角来对扭力杆的推定扭转角202进行运算。

[0115] 如在第1实施方式中所述那样,即使通过检测转向轴的旋转角的传感器对扭转角进行测定,使用该扭转角来取代转向转矩,也能够通过目标速度修正器36得到大致相同的修正效果。因此,即使使用本实施方式所示的推定扭转角202来修正目标转向角速度,也能够执行大致相同的自动转向解除抑制控制。

[0116] (第3实施方式)

[0117] 图14是表示第3实施方式的自动转向运算电路29的结构。与第1实施方式的不同之处在于,将目标转向角20和实际转向角33输入到目标速度修正器36。除此以外的部分与图4相同因而省略说明。

[0118] 图15是表示本实施方式的自动转向运算电路29的目标速度修正器36的处理的流程图。图15的流程图与第1实施方式的图6所示的流程图大致相同,但是步骤S301不同。在步骤S301中,仅在目标转向角与实际转向角之差大于阈值角度 $\delta_{th}$ 的情况下转移到步骤S201,进行目标转向角速度的修正。在目标转向角与实际转向角之差小于阈值角度 $\delta_{th}$ 的情况下,不进行目标转向角速度的修正,维持由目标速度运算器34运算出的目标转向角速度。在此,可以将阈值角度 $\theta_{th}$ 设定为比通过实验等得到的预计转向转矩超过阈值40的值小的值。

[0119] 使用本实施方式所示的控制装置2的动力转向装置1在被赋予了转向转矩成为较小的值的目标转向角的情况下,不进行修正,从而能够更快地进行转向。另一方面,在被赋予了成为较大的转向转矩的目标转向角时,执行自动转向解除抑制控制,从而控制动力转向装置1使得不产生驾驶者不希望的自动转向的解除。

[0120] (第4实施方式)

[0121] 图16是表示第4实施方式的自动转向运算电路29的结构的概略图。与第1实施方式不同点在于,将电动机电流值401输入到目标速度修正器36。除此以外的部分与第1实施方式的图4相同因此省略说明。

[0122] 图17是表示本实施方式的自动转向运算电路29中的目标速度修正器36的处理的

流程图。图17的流程图与第1实施方式的图6所示的流程图大致相同,但是步骤S401不同。在步骤S401中,仅在电动机电流值401的大小大于阈值电流值 $I_{th}$ 的情况下转移到步骤S201,进行目标转向角速度的修正。在电动机电流值401小于 $I_{th}$ 的情况下,不进行目标转向角速度的修正,维持由目标速度运算器34运算出的目标转向角速度。在此,可以将阈值电流值 $I_{th}$ 设定为比通过实验等得到的预计转向转矩超过阈值40的值小的值。

[0123] 使用了本实施方式中表示的控制装置2的动力转向装置1在被赋予了转向转矩成为较小的值的目标转向角的情况下不进行修正,从而能够更快地进行转向。另一方面,在被赋予了成为较大的转向转矩的目标转向角时,执行自动转向解除抑制控制,控制动力转向装置1使得不产生驾驶者不希望的自动转向的解除。

[0124] (第5实施方式)

[0125] 图18是表示第5实施方式的自动转向运算电路29的结构概略图。与第1实施方式不同之处在于,将实际转向角速度38输入到目标速度修正器36。除此之外的部分与图4相同因而省略说明。

[0126] 图19是表示本实施方式的自动转向运算电路29的目标速度修正器36的处理的流程图。图19的流程图与第1实施方式1的图6表示的流程图大致相同,但是步骤S501不同。在步骤S501中,仅在实际转向角速度38的大小大于阈值转向角速度 $\omega_{th}$ 的情况下转移到步骤S201,进行目标转向角速度的修正。在实际转向角速度38小于 $\omega_{th}$ 的情况下,不进行目标转向角速度的修正,维持由目标速度运算器34运算出的目标转向角速度。在此,可以将阈值转向角速度 $\omega_{th}$ 设定为比通过实验等得到的预计转向转矩超过阈值40的值小的值。

[0127] 使用本实施方式所示的控制装置2的动力转向装置1,在被赋予了转向转矩成为较小的值的目标转向角的情况下不进行修正,能够更快地进行转向。另一方面,在被赋予了成为较大的转向转矩的目标转向角的情况下,执行自动转向解除抑制控制,控制动力转向装置1使得不产生驾驶者不希望的自动转向的解除。

[0128] (第6实施方式)

[0129] 图20表示作为本发明的第6实施方式的具备本发明的动力转向装置的控制装置以及动力转向装置的车辆601。车辆601具备:发动机或行驶电动机602、减速装置603以及发动机控制装置604、动力转向装置1以及控制装置2、制动装置605以及制动装置的控制装置606、车载地图信息呈现装置607、GPS608、相机、声纳、激光雷达等传感器609、前后反向和横向加速度传感器以及偏航率传感器611、车速传感器612、进行车辆的运动控制的上位控制器15、CAN等车内LAN613。

[0130] 本实施方式的车辆601基于通过车载地图信息呈现装置607、GPS608得到的车辆601的位置信息、从相机、声纳、激光雷达等传感器609、前后方向和横向加速度传感器以及偏航率传感器611、车速传感器612得到的车辆运动、车辆周围的信息,通过上位控制器15生成车辆601的目标轨道。上位控制器15为了达成目标轨道,将目标速度输出到控制装置604,将目标转向角输出到控制装置2,将目标制动力输出到控制装置606。

[0131] 本实施方式的车辆601具备从第1到第6实施方式说明的电动动力转向装置1。因此,例如,当需要在狭窄的空间进行自动停车时所需要的大转向角回转时,从上位控制器请求大转向角的高速转向的目标转向角,但是此时不会产生驾驶者不希望的自动转向的解除。

## [0132] 符号说明

[0133] 1…动力转向装置,2…控制装置,3…转向机构,4…齿轮,5…转向轴,6…小齿轮轴,7…齿条轴,8…减速机构,9…电动机,10、11…转向轮,12…转矩传感器,13…皮带轮,14…滚珠丝杠,15…上位控制器,16…输入端子,17…输出端子,18…电源,19…自动转向标志,20…目标转向角,21…转向转矩值,22…电动机旋转角、角速度,23…车辆状态信号,24…电动机控制电流值,25…操作状态信号,26…请求转矩生成部,27…电动机驱动部,28…辅助运算电路,29…自动转向运算电路,30…控制选择器,31…请求转矩,32…转向角/转向角速度转换器,33…实际转向角,34…目标速度运算器,35…目标转向角速度,36…目标速度修正器,37…修正目标转向角速度,38…实际转向角速度,39…请求转矩运算器,40…转向转矩阈值,41、48…转向角的时间变化,42、49…目标转向角速度的时间变化,43、50…转向转矩的时间变化,44、51…由上位控制器15生成的目标转向角 $\delta_r$ ,45、52…实际转向角 $\delta$ ,46、54…目标转向角速度 $\omega_r$ ,47、55…转向转矩,53…修正目标转向角速度 $\omega_m$ 。

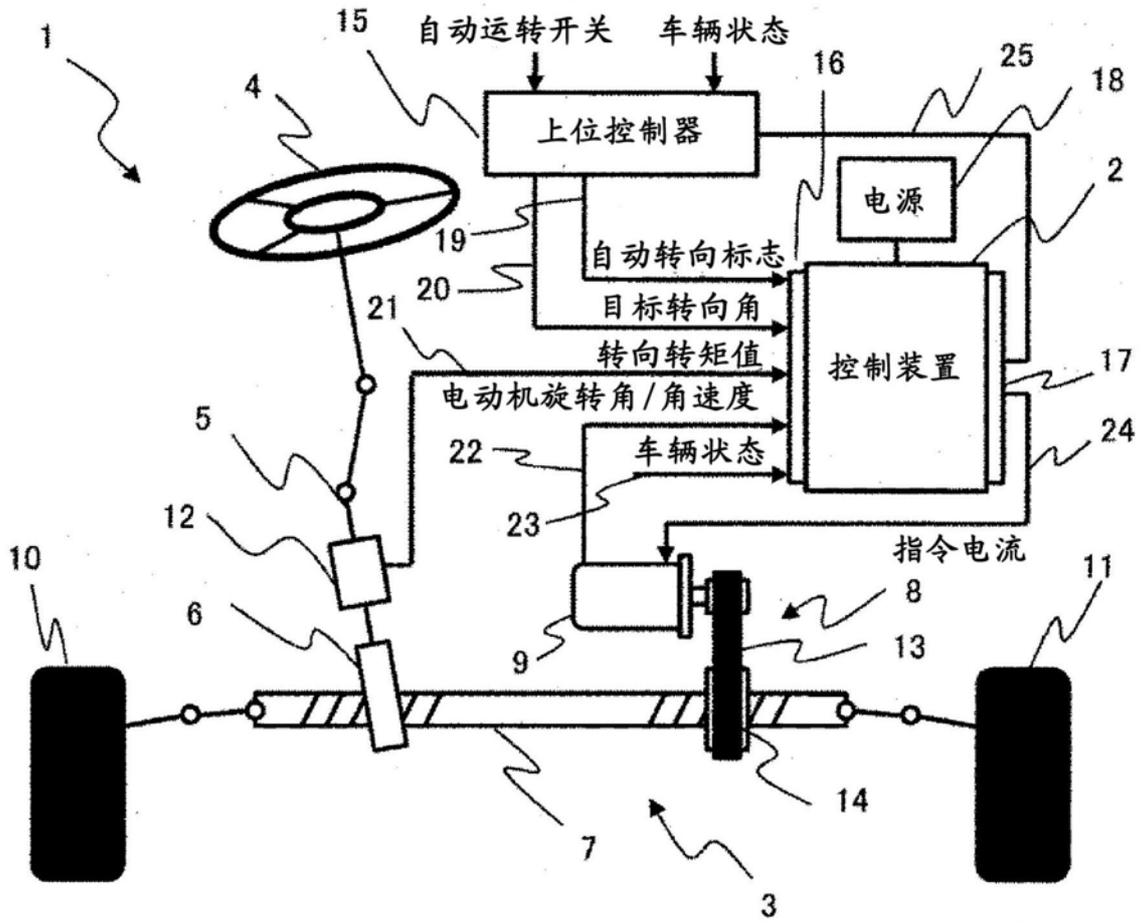


图1

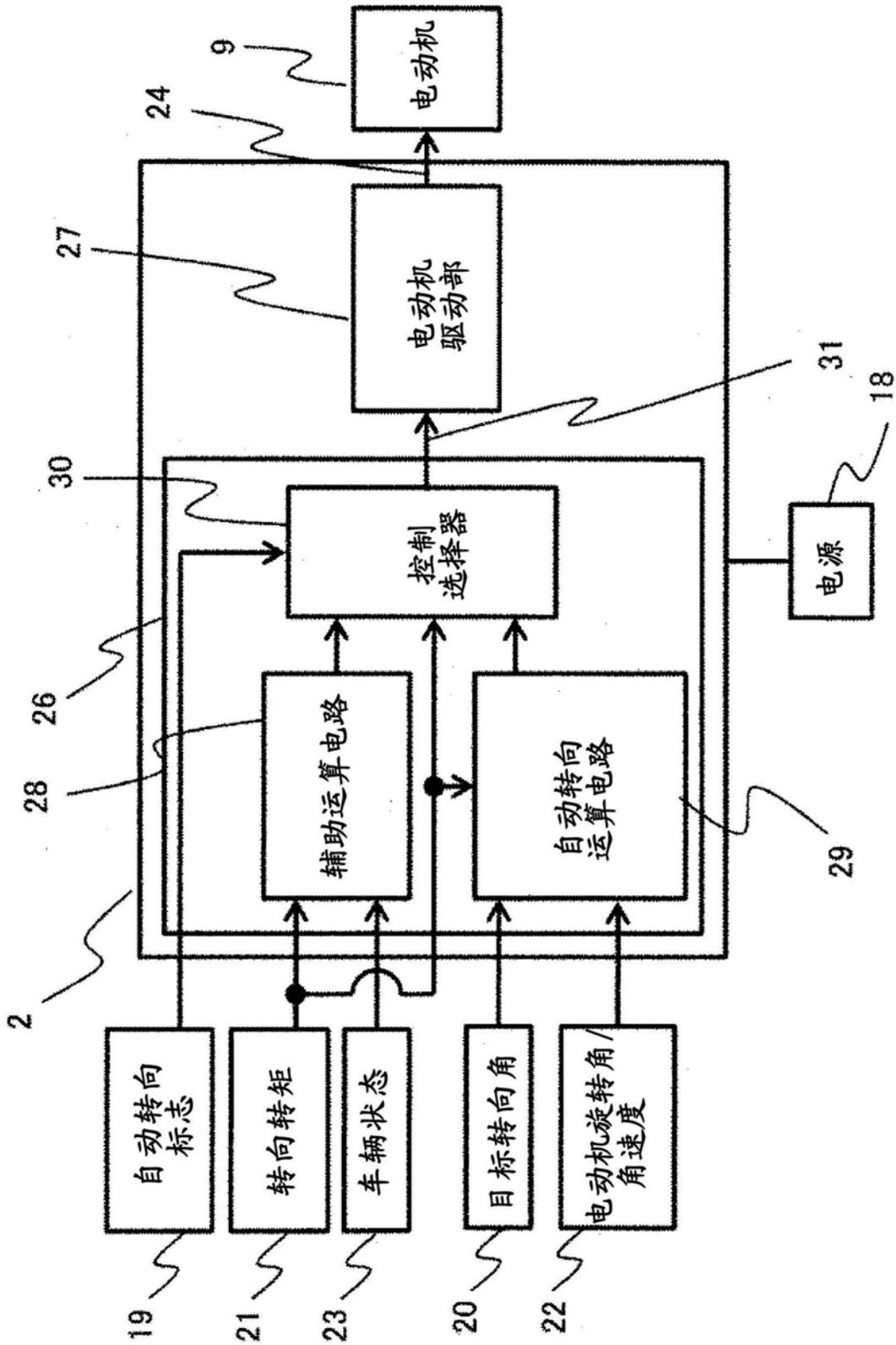


图2

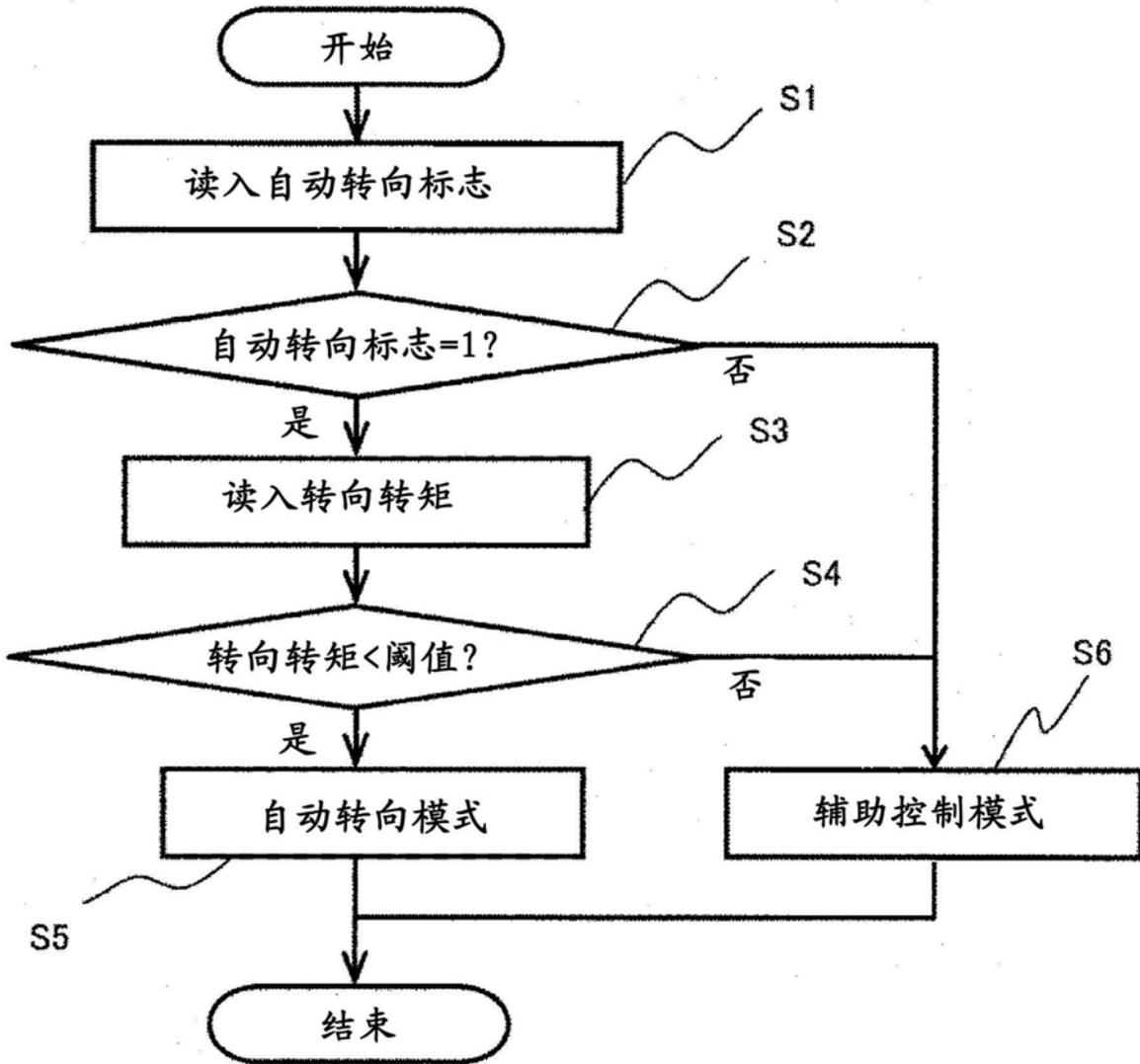


图3

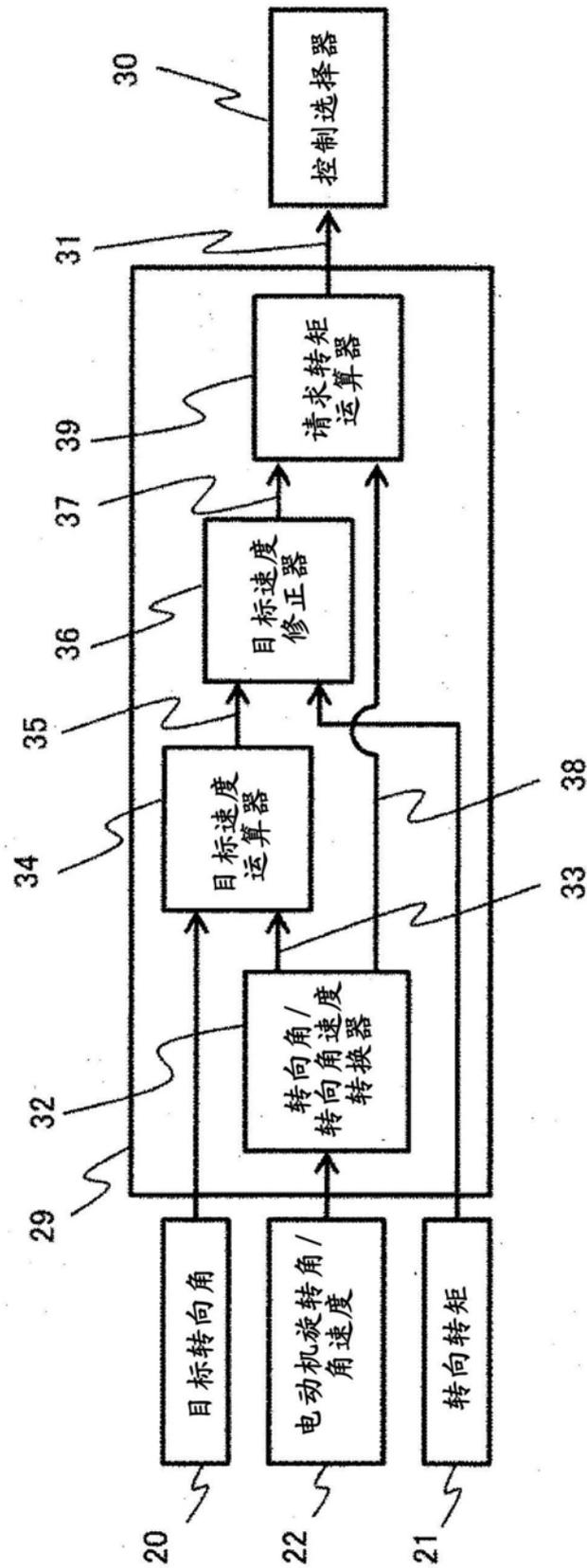


图4

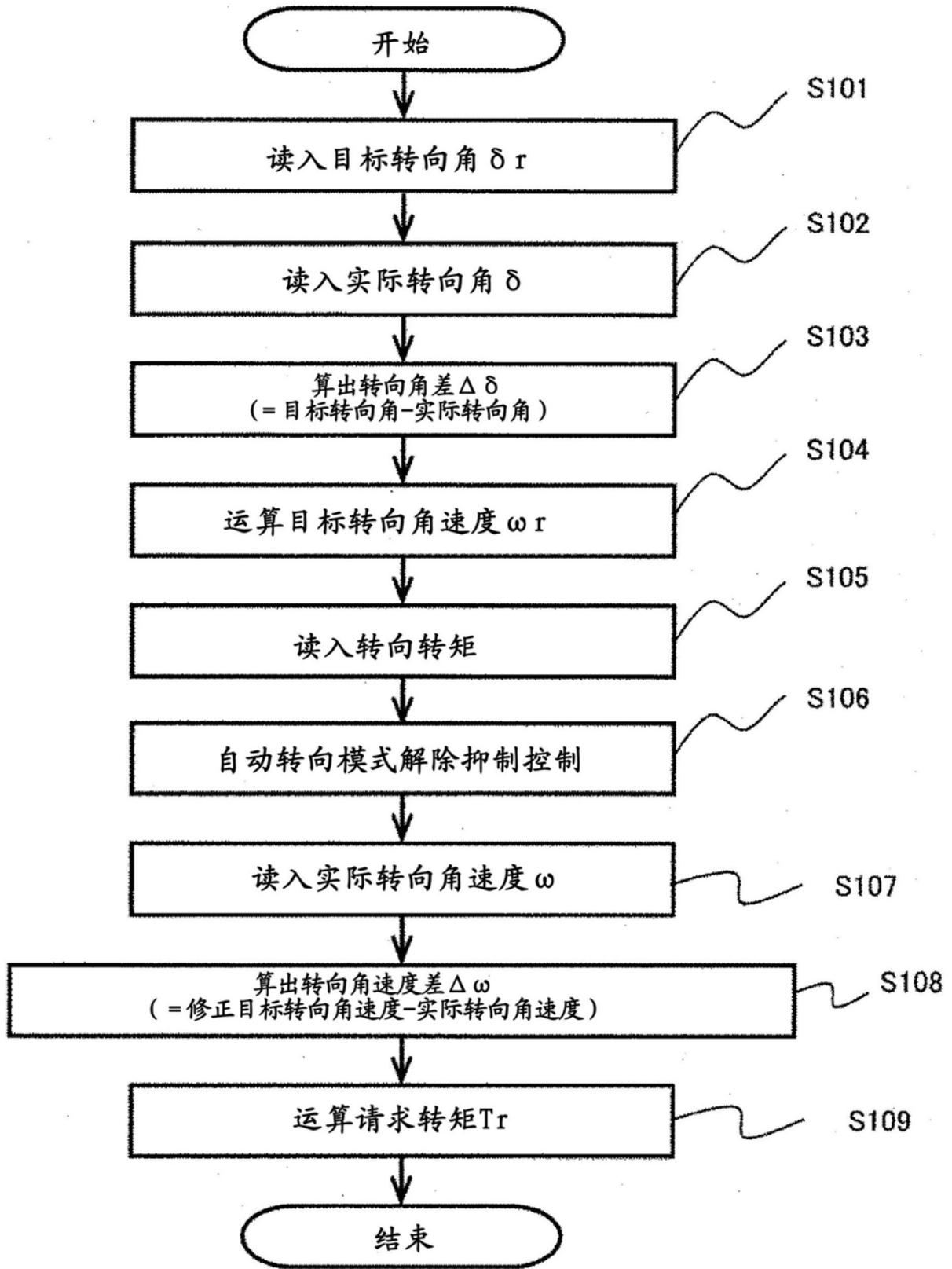


图5

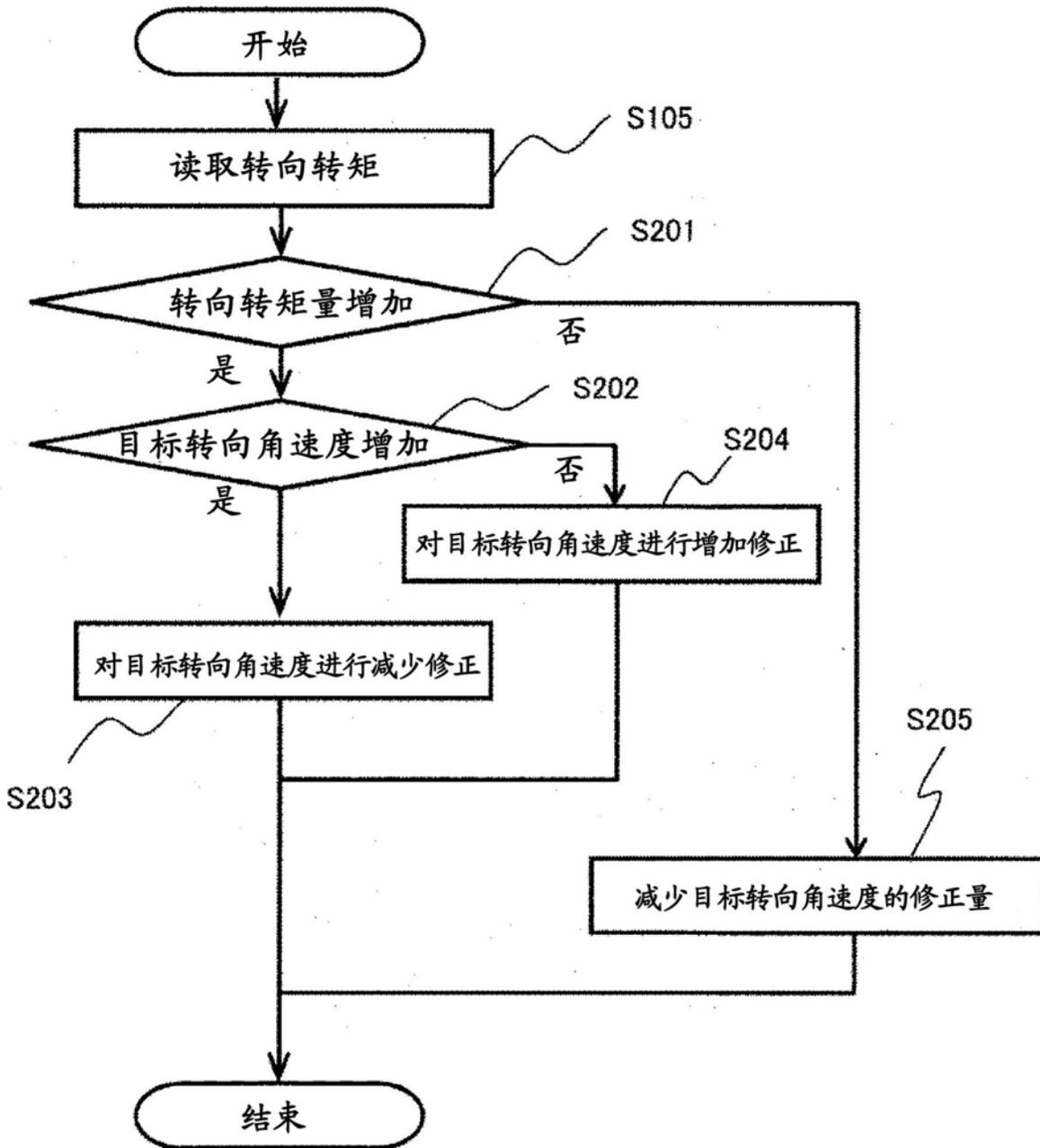


图6

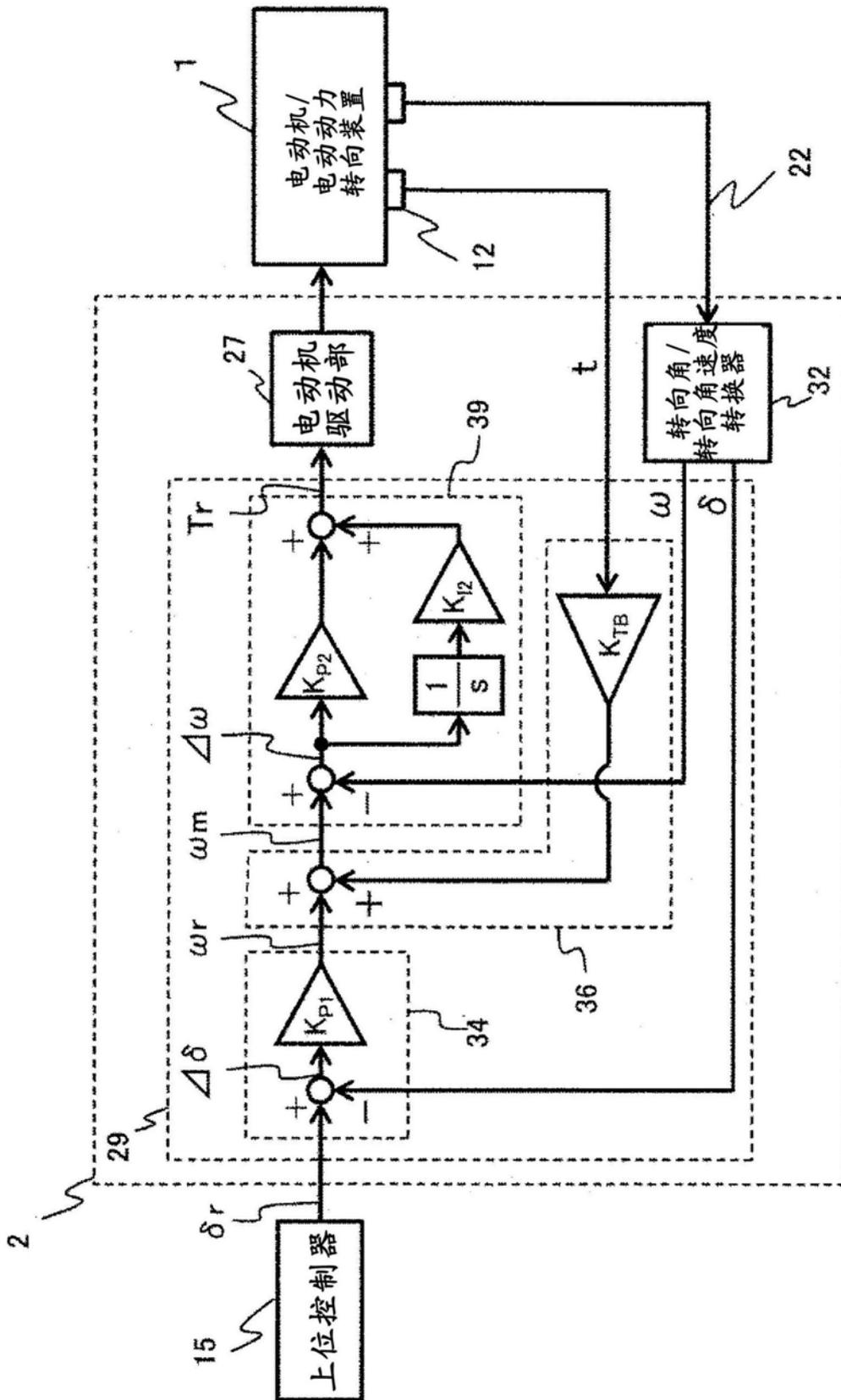


图7

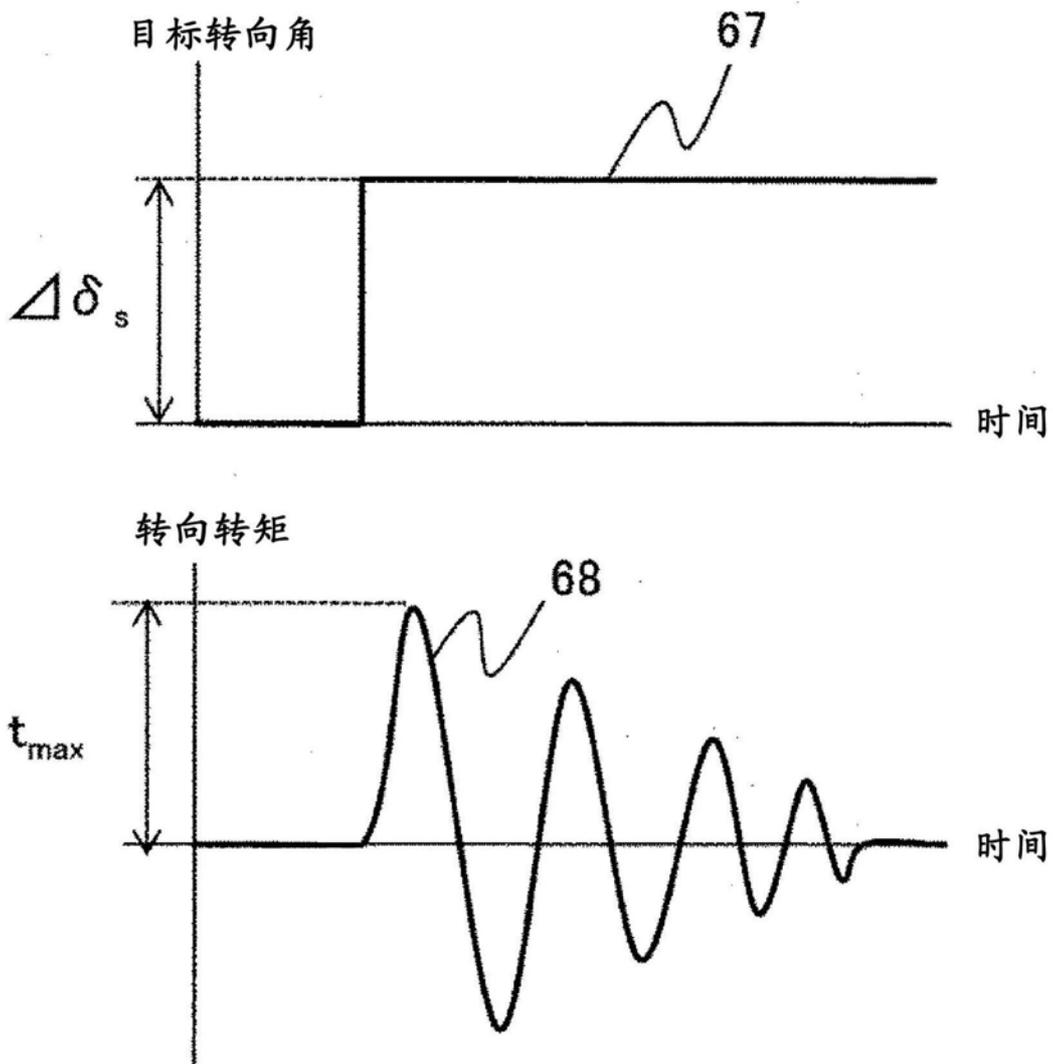


图8

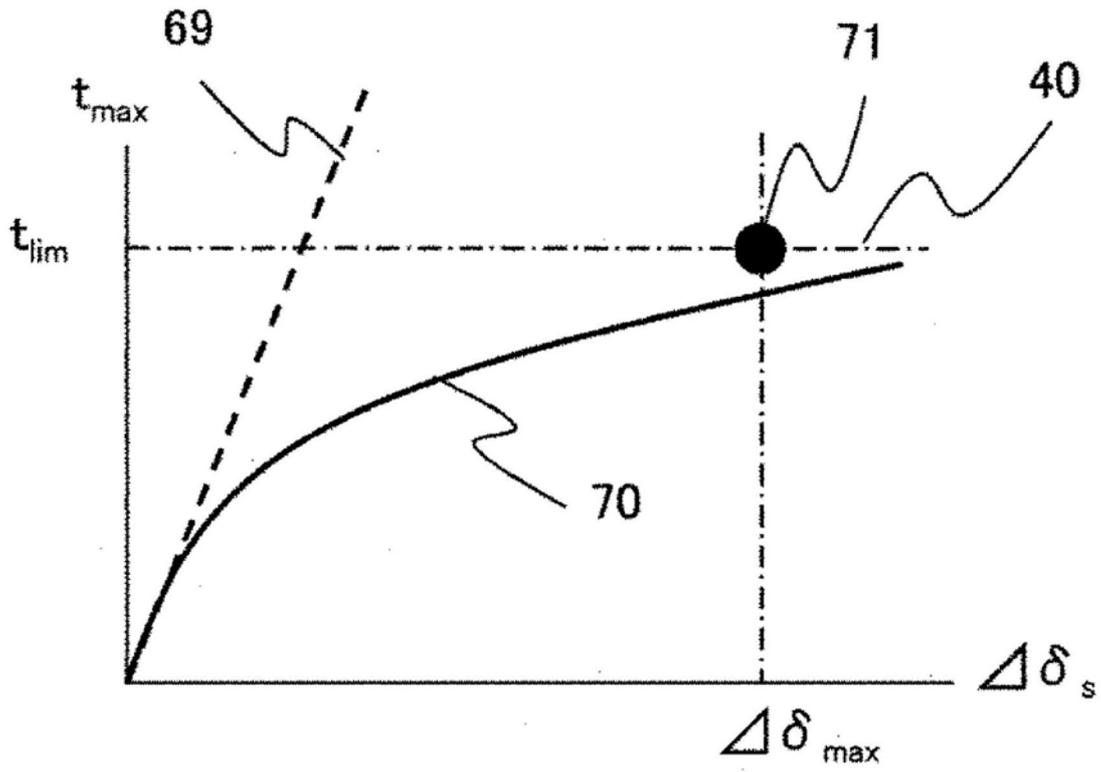


图9

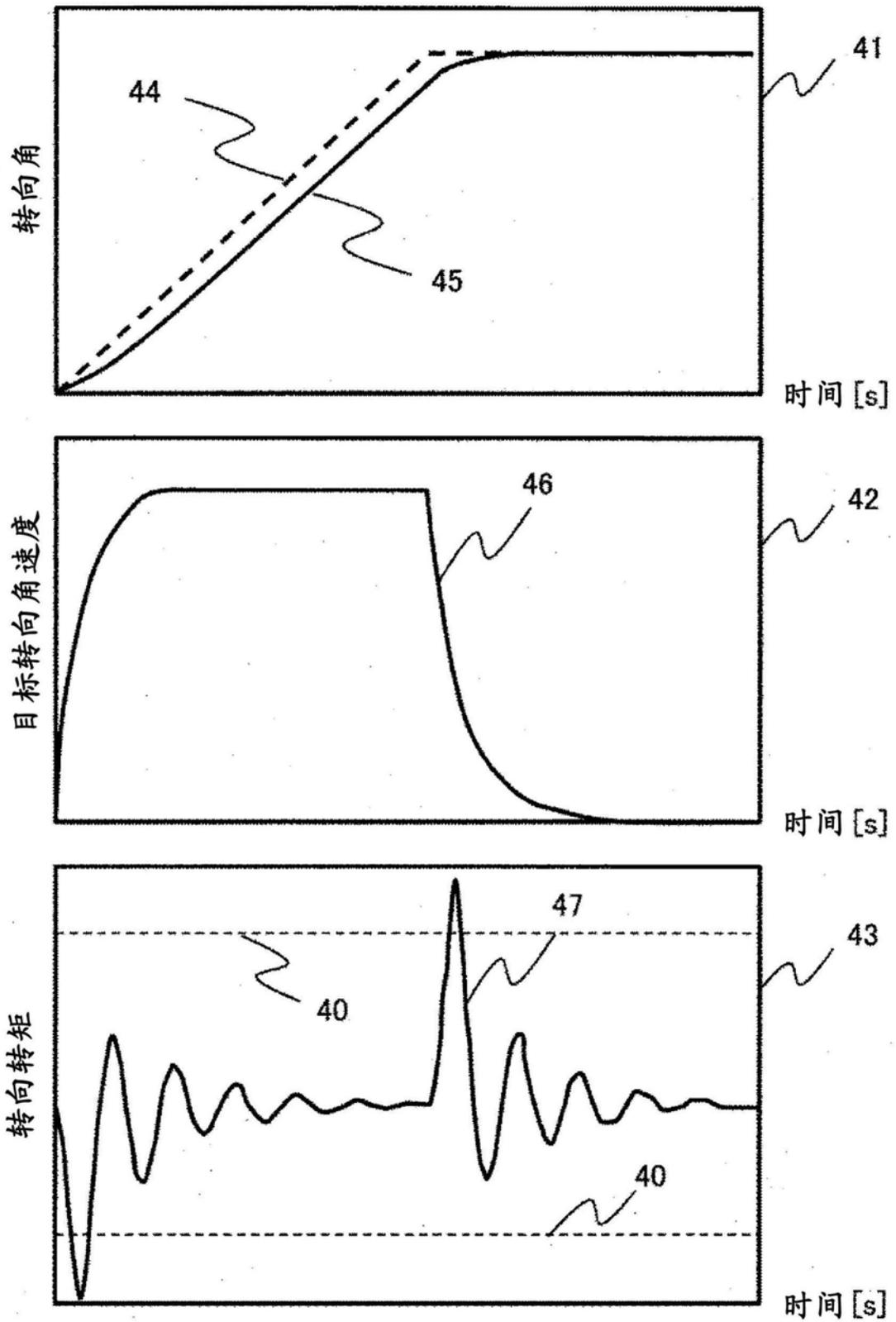


图10

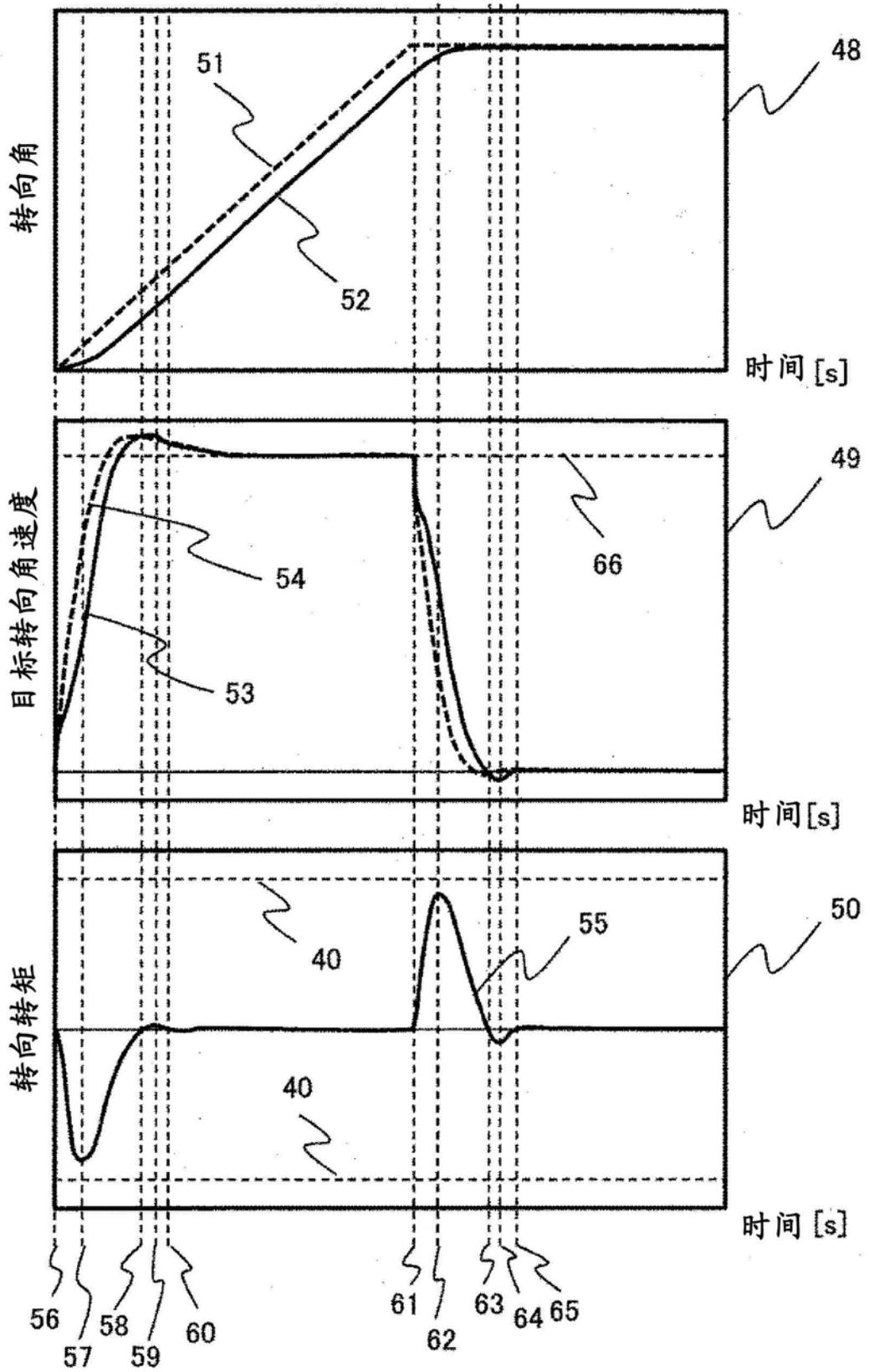


图11

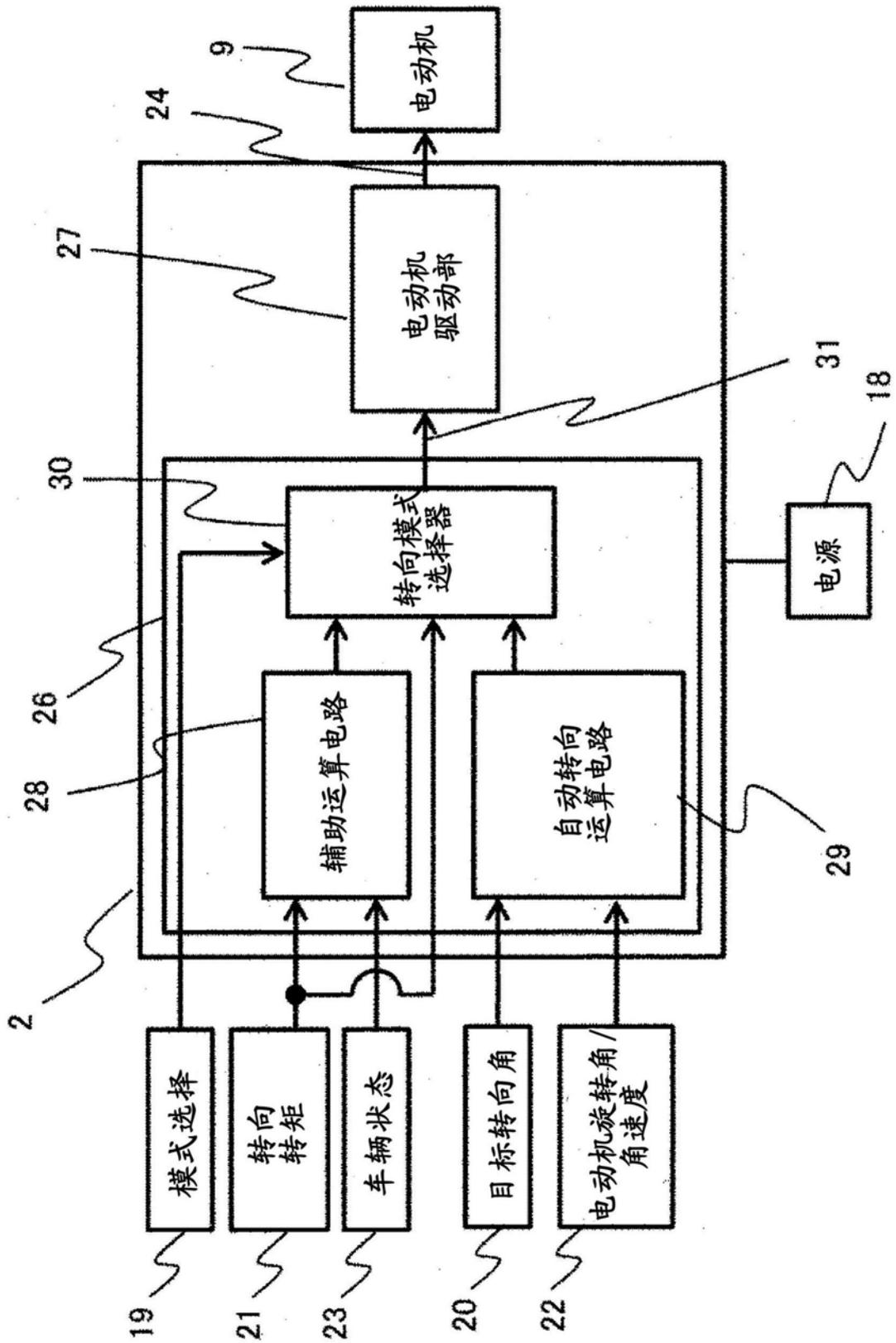


图12

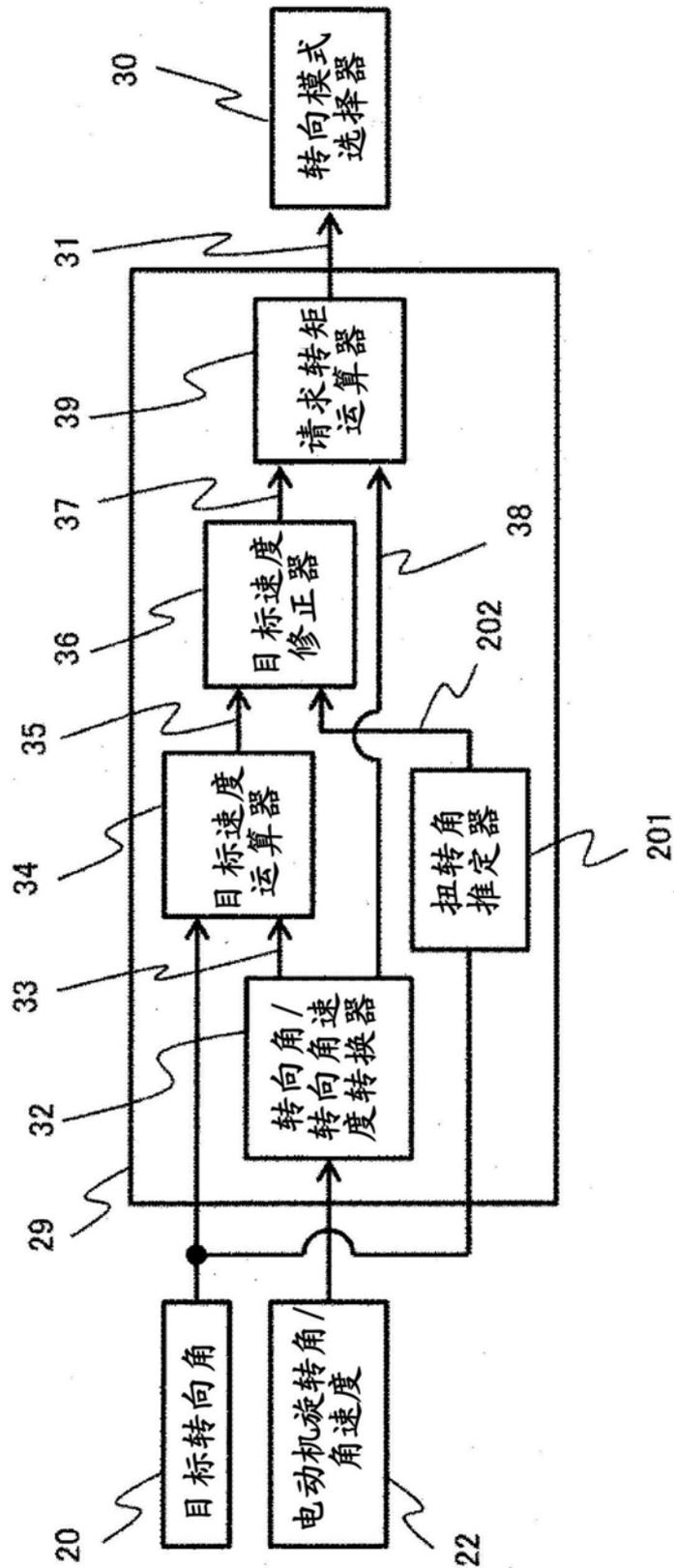


图13

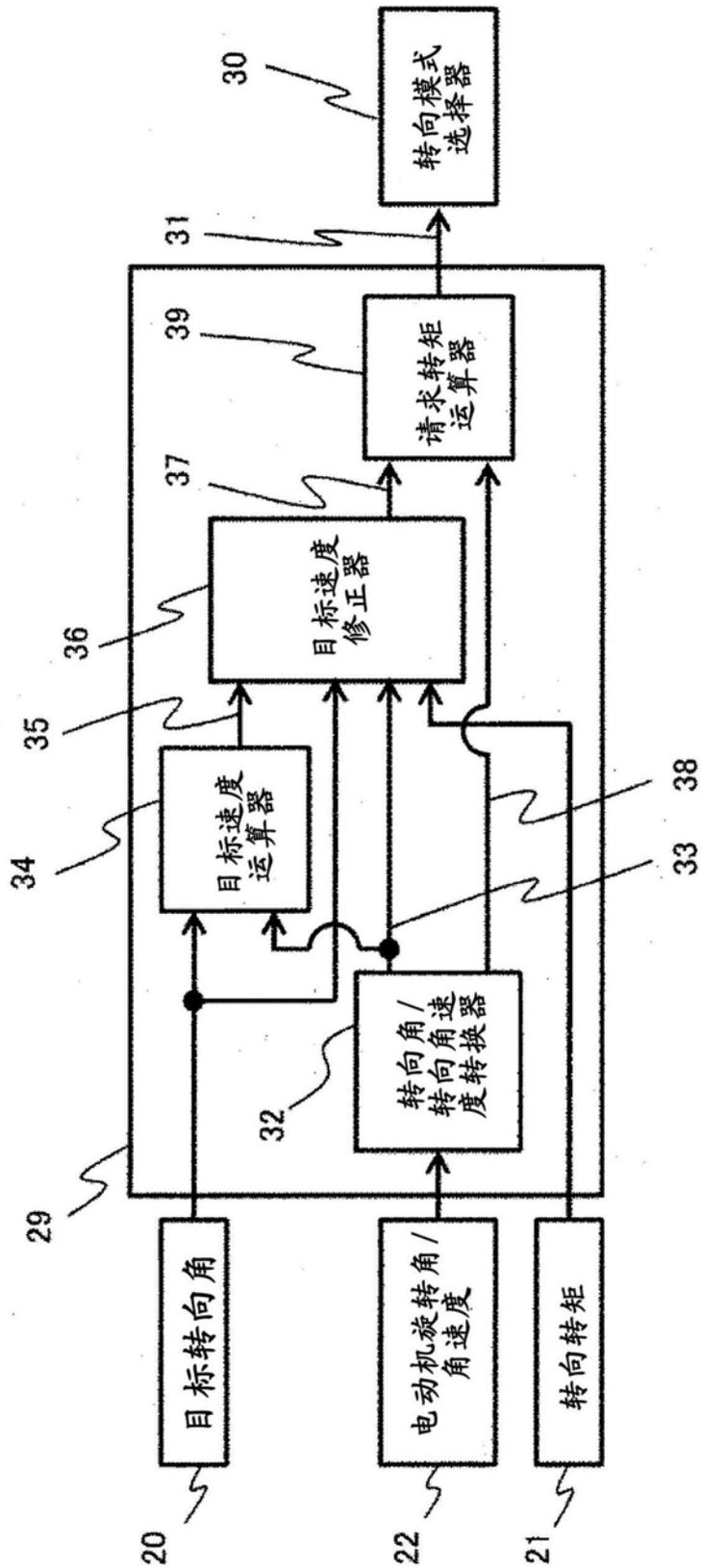


图14

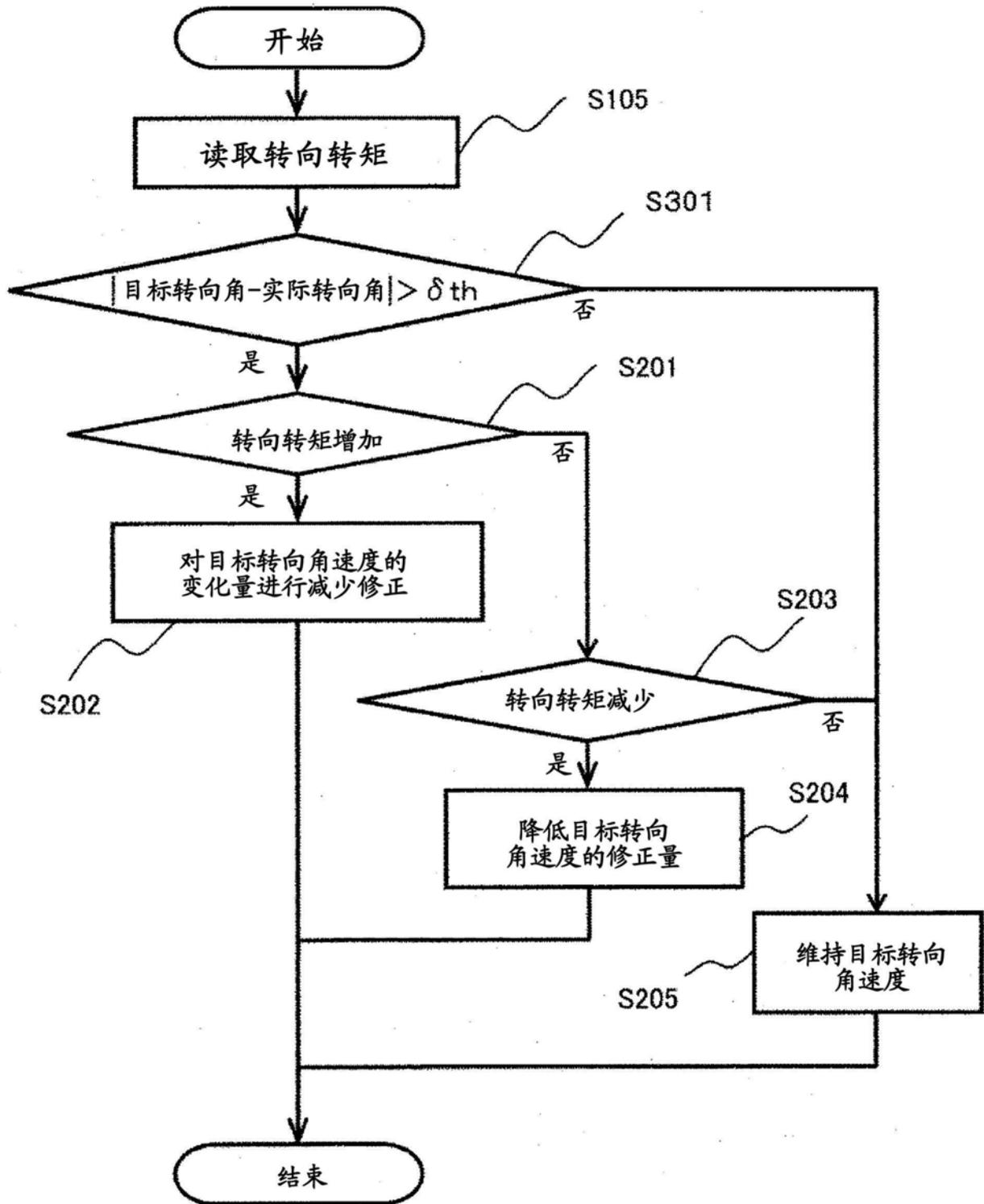


图15

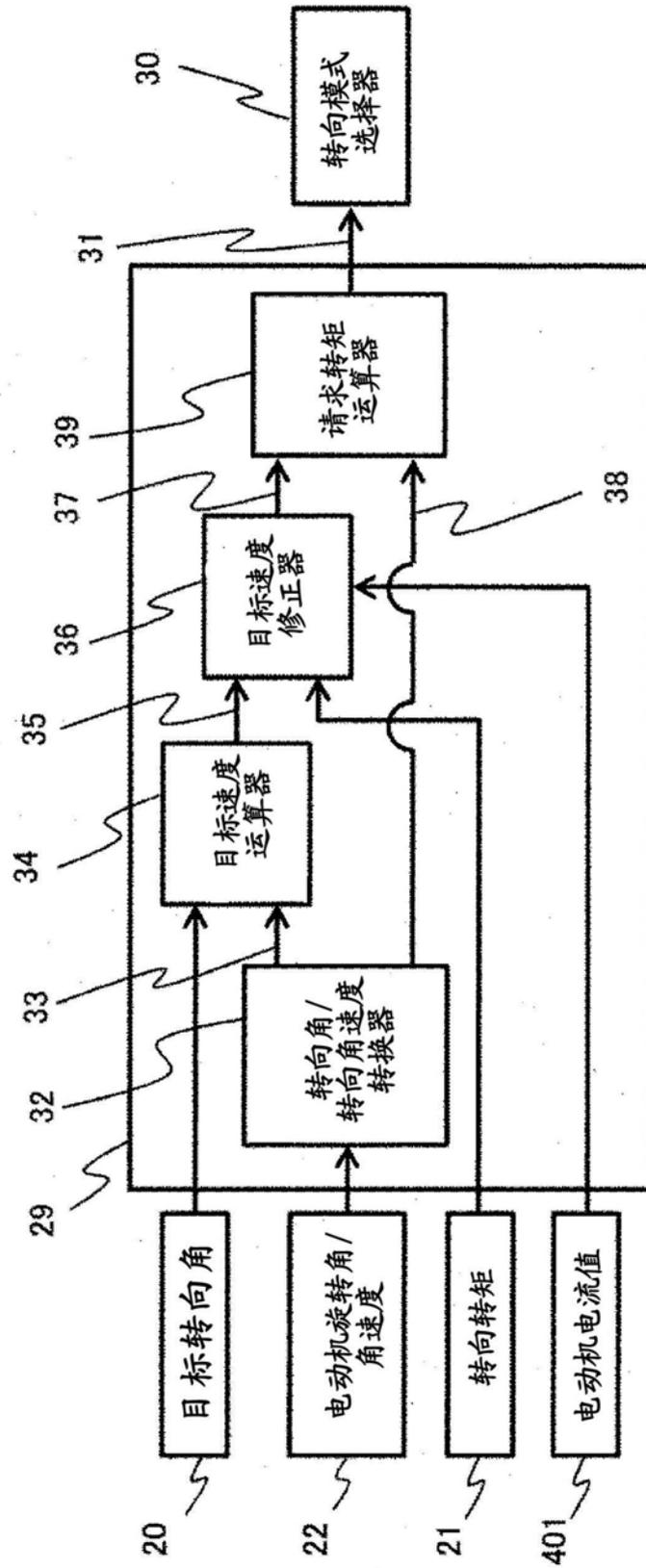


图16

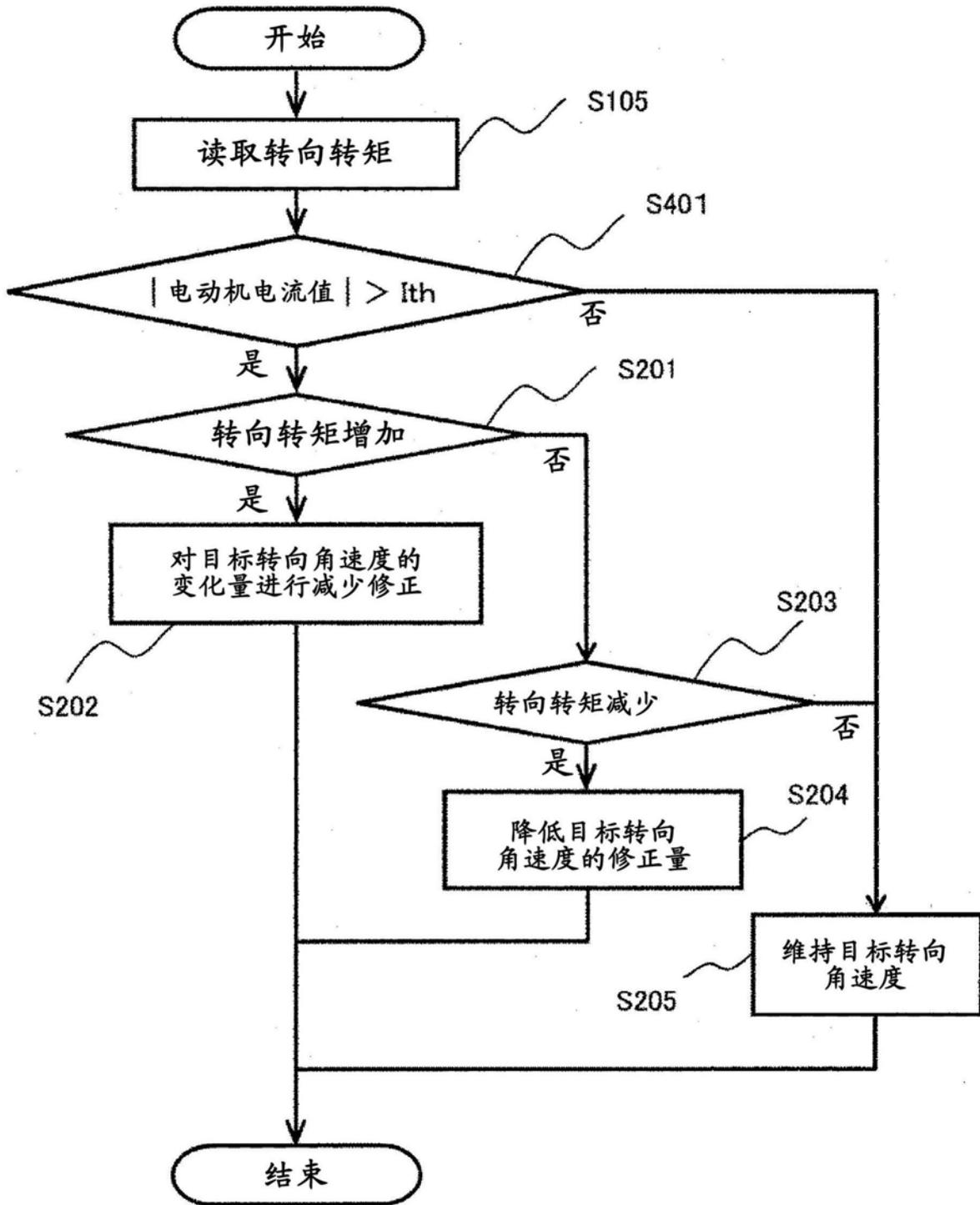


图17

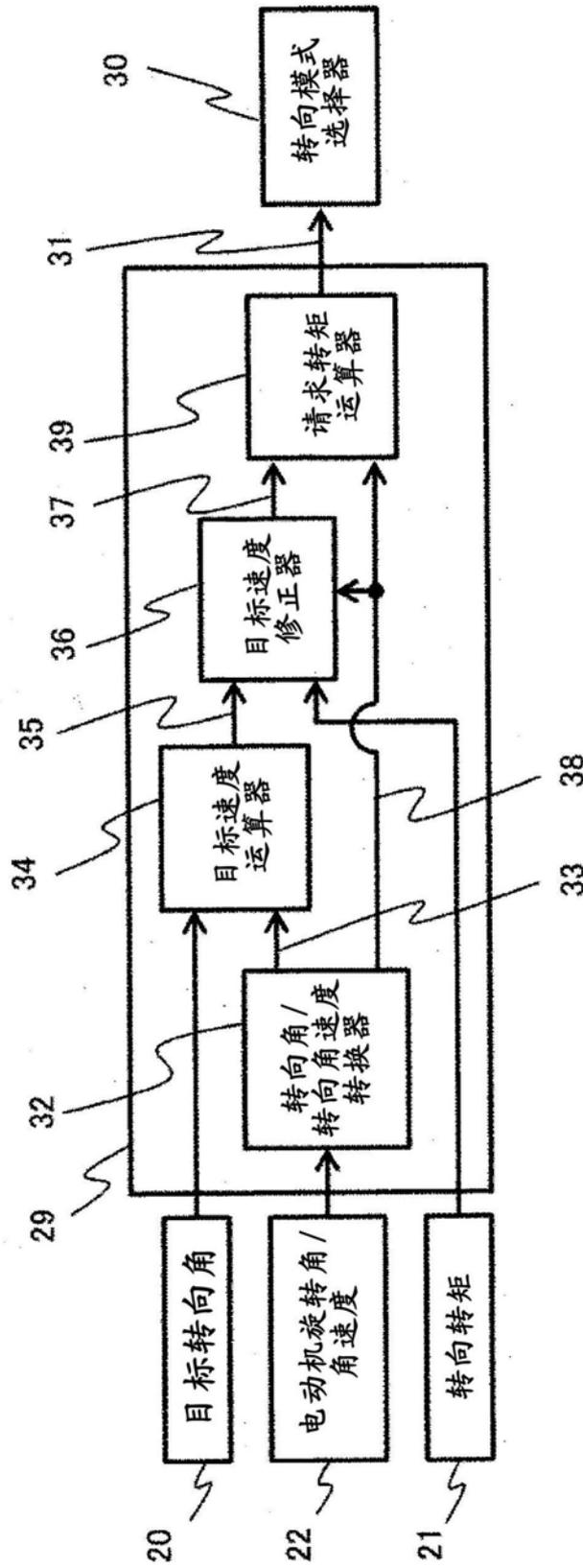


图18

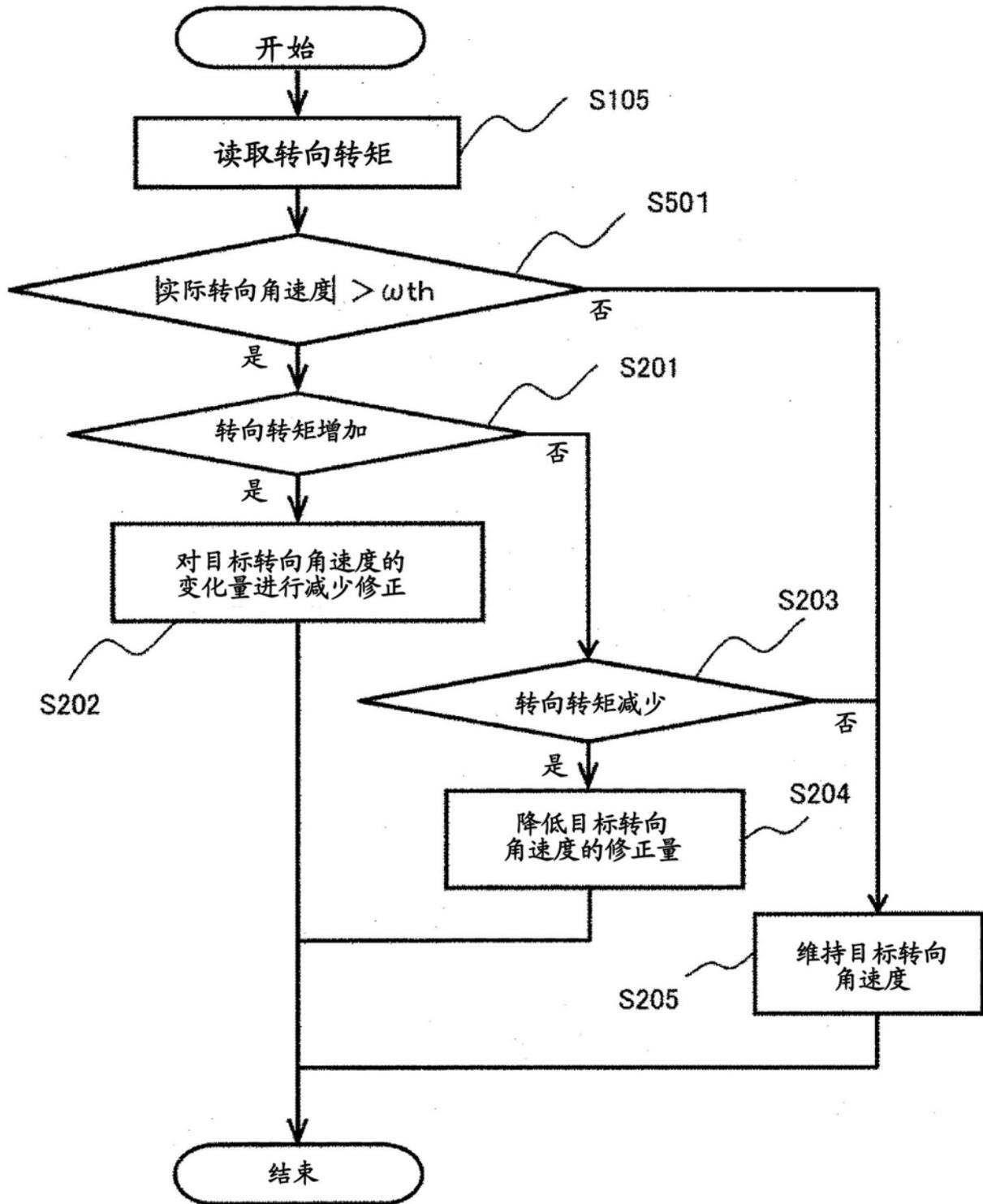


图19

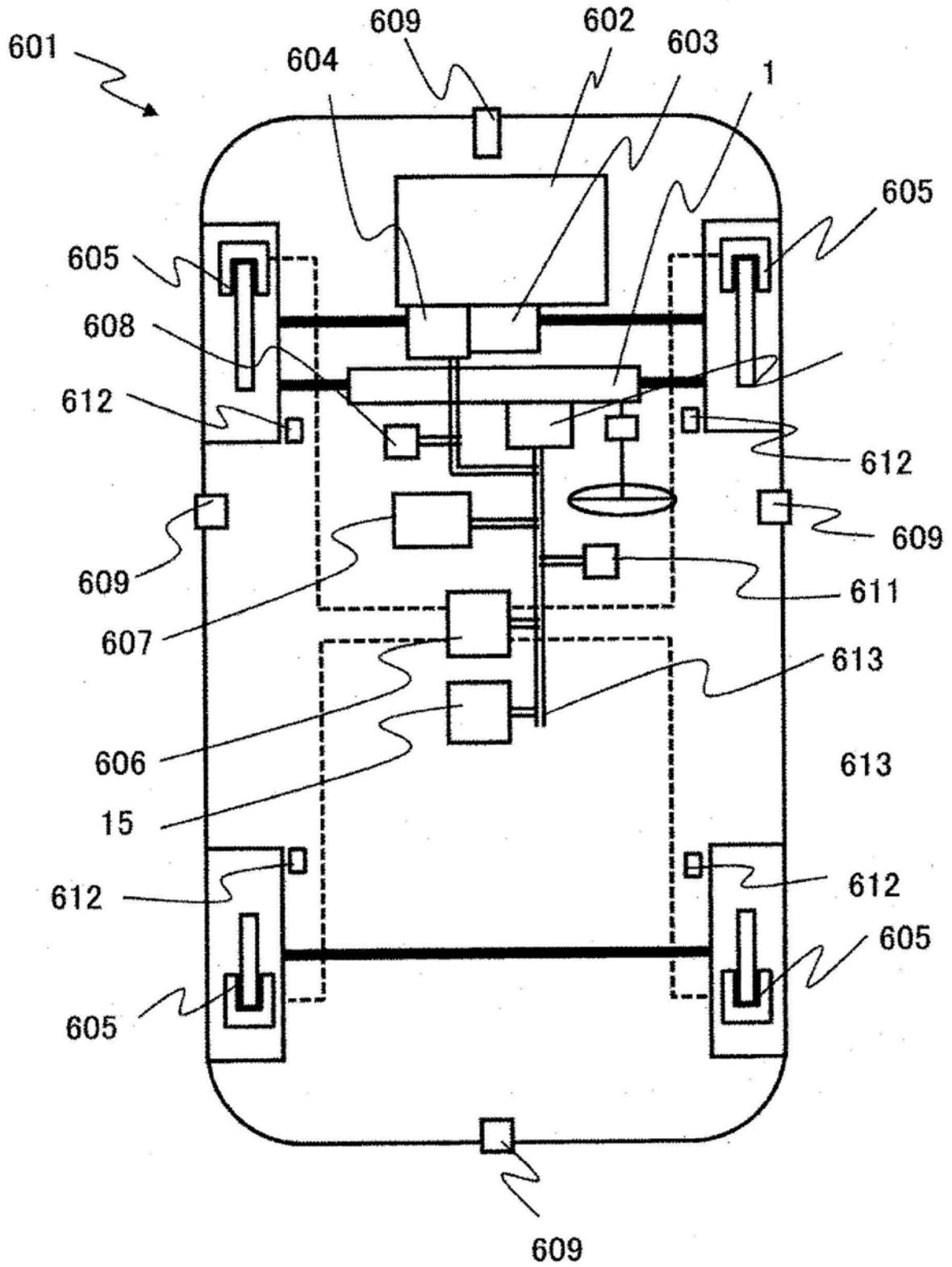


图20