



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114270133 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 01

(21) 申请号 202180002204.7

中村秀隆

(22) 申请日 2021.04.07

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(30) 优先权数据

2020-069997 2020.04.08 JP

2020-114168 2020.07.01 JP

2021-016704 2021.02.04 JP

代理人 邓毅 黄纶伟

(51) Int.Cl.

G01B 7/30 (2006.01)

B62D 5/04 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.08.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/014711 2021.04.07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/206110 JA 2021.10.14

(71) 申请人 日本精工株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 小林敬幸 铃木大 熊谷绅

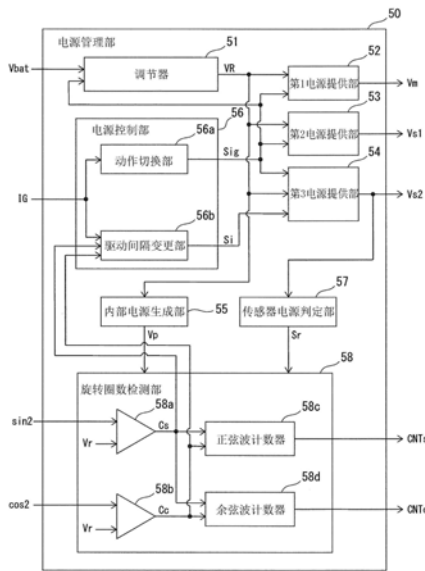
权利要求书2页 说明书32页 附图25页

(54) 发明名称

旋转角检测装置、电动助力转向装置以及电动助力转向装置的控制方法

(57) 摘要

电源控制部(56)将向传感器(32)间歇地提供电源而驱动传感器(32)的驱动间隔在未检测到正弦信号和余弦信号中的任何信号的变化(的情况下)设定为第1时间间隔(x秒),在仅检测到正弦信号和余弦信号中的任意一方的信号的变化(的情况下)设定为比第1时间间隔短的第2时间间隔((x-2.2)秒),在检测到正弦信号和余弦信号中的任意一方的信号的变化之后检测到另一方的信号的变化(的情况下)设定为比第2时间间隔短的第3时间间隔((x-4.4)秒)。



1. 一种马达的旋转角检测装置,其特征在于,

该马达的旋转角检测装置具有:

传感器,其输出传感器信号,该传感器信号包含与马达的马达旋转轴的旋转对应的正弦信号和余弦信号;

传感器电源提供部,其向所述传感器提供电源;

电源控制部,其对所述传感器电源提供部进行控制,使得在电源开关接通的情况下向所述传感器连续地提供电源,在所述电源开关断开的情况下向所述传感器间歇地提供电源;以及

传感器信号检测部,其检测所述正弦信号的变化和所述余弦信号的变化,

所述电源控制部针对向所述传感器间歇地提供电源而驱动所述传感器的驱动间隔,在未检测到所述正弦信号和所述余弦信号中的任何信号的变化变化的情况下将所述驱动间隔设定为第1时间间隔,在仅检测到所述正弦信号和所述余弦信号中的任意一方的信号的变化变化的情况下将所述驱动间隔设定为比所述第1时间间隔短的第2时间间隔,在检测到所述正弦信号和所述余弦信号中的所述任意一方的信号的变化之后检测到另一方的信号的变化变化的情况下将所述驱动间隔设定为比所述第2时间间隔短的第3时间间隔。

2. 根据权利要求1所述的旋转角检测装置,其特征在于,

在所述驱动间隔被设定为比所述第1时间间隔短的期间中,即使以规定的多次以上的次数向所述传感器间歇地提供电源,也未检测到所述正弦信号和所述余弦信号中的任何信号的变化变化的情况下,所述电源控制部将所述驱动间隔阶段性地延长到所述第1时间间隔。

3. 根据权利要求1或2所述的旋转角检测装置,其特征在于,

所述电源控制部通过缩短所述驱动间隔,来增大向所述传感器提供电源的期间的占空比。

4. 根据权利要求3所述的旋转角检测装置,其特征在于,

所述驱动间隔为所述第3时间间隔时的所述占空比为10%。

5. 根据权利要求3或4所述的旋转角检测装置,其特征在于,

所述驱动间隔为所述第1时间间隔时的所述占空比是所述驱动间隔为所述第3时间间隔时的所述占空比的1/3。

6. 根据权利要求1~5中的任意一项所述的旋转角检测装置,其特征在于,

所述电源控制部使在所述电源开关断开的情况下提供到所述传感器的电源的电压比所述电源开关接通的情况低。

7. 根据权利要求6所述的旋转角检测装置,其特征在于,

在所述电源开关断开的情况下提供到所述传感器的电源的电压为3.3V,在所述电源开关接通的情况下提供到所述传感器的电源的电压为5V。

8. 根据权利要求1~7中的任意一项所述的旋转角检测装置,其特征在于,

该旋转角检测装置具有:

第1传感器,其输出与所述马达旋转轴的旋转对应的第1传感器信号;

角度位置计算部,其基于所述第1传感器信号来计算表示所述马达旋转轴的角度位置的角度位置信息;

旋转圈数检测部,其基于从作为所述传感器的第2传感器输出的所述传感器信号来检

测所述马达旋转轴的旋转圈数,输出表示所述旋转圈数的旋转圈数信息;

旋转角计算部,其基于所述角度位置信息和所述旋转圈数信息来计算表示所述马达旋转轴的旋转角的旋转角信息;以及

电源提供部,其向所述第1传感器、所述角度位置计算部、所述旋转圈数检测部以及所述旋转角计算部提供电源,

所述电源控制部对所述电源提供部进行控制,使得在所述电源开关接通的情况下向所述第1传感器、所述角度位置计算部以及所述旋转角计算部提供电源,在所述电源开关断开的情况下停止向所述第1传感器、所述角度位置计算部以及所述旋转角计算部提供电源。

9. 一种电动助力转向装置,其特征在于,

该电动助力转向装置具有:

转矩传感器,其基于经由设置于车辆的转向轴的扭杆而连结的输入轴与输出轴的扭转角来检测施加于转向轴的转向转矩;

马达,其对所述车辆的转向机构赋予转向辅助力;

权利要求1~8中的任意一项所述的旋转角检测装置,其计算所述马达的马达旋转轴的旋转角信息;

马达控制部,其基于所述转向转矩对所述马达进行驱动控制;以及

转向角计算部,其基于所述扭转角、所述减速齿轮的减速比以及所述旋转角信息来计算所述输入轴的转向角。

10. 一种电动助力转向装置的控制方法,该控制方法是权利要求9所述的电动助力转向装置的控制方法,其特征在于,

基于所述转向角计算部计算出的所述转向角对由所述马达赋予的所述转向辅助力进行控制。

旋转角检测装置、电动助力转向装置以及电动助力转向装置的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及旋转角检测装置、电动助力转向装置以及电动助力转向装置的控制方法。

背景技术

[0002] 以往,提出了检测马达旋转轴的旋转角的传感器。并且,提出了监视电源开关断开的期间的马达的旋转轴的旋转圈数的技术。

[0003] 例如,在电动助力转向系统中,在作为电源开关的点火开关(主电源)断开而辅助功能停止的期间,有时也会因外力而使转向轴转动。因此,在点火开关断开的期间,也优选通过利用电池备份的电路来监视与转向轴连结的马达的旋转轴的旋转圈数。

[0004] 例如,在下述专利文献1中记载了如下技术:对电动转向马达的角度位置进行检测的MR(磁阻:Magnetic Resistance)传感器和对其输出信号进行处理的计数单元分别具有2个而进行冗余化,在作为电源开关的点火开关断开的期间,基于2个MR传感器各自输出的正弦信号和余弦信号,通过2个计数单元对电动转向马达的旋转圈数进行计数。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:欧洲专利第2050658号说明书

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 在专利文献1的技术中,有可能由于在点火开关断开的期间流过传感器的电流而导致消耗电力增加。

[0010] 本发明是鉴于这样的问题而完成的,其目的在于,在具有输出与马达旋转轴的旋转对应的信号的传感器的旋转角检测装置中,降低电源开关断开的期间的消耗电力。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 为了达成上述目的,本发明的一个方式的旋转角检测装置具有:传感器,其输出包含与马达的马达旋转轴的旋转对应的正弦信号和余弦信号的传感器信号;传感器电源提供部,其向传感器提供电源;电源控制部,其对传感器电源提供部进行控制,使得在电源开关接通的情况下向传感器连续地提供电源,在电源开关断开的情况下向传感器间歇地提供电源;以及传感器信号检测部,其检测正弦信号的变化和余弦信号的变化。

[0013] 电源控制部针对向传感器间歇地提供电源而驱动传感器的驱动间隔,在未检测到正弦信号和余弦信号中的任何信号的变化变化的情况下将该驱动间隔设定为第1时间间隔,在仅检测到正弦信号和余弦信号中的任意一方的信号的变化变化的情况下将该驱动间隔设定为比第1时间间隔短的第2时间间隔,在检测到正弦信号和余弦信号中的任意一方的信号的变化变化之后检测到另一方的信号的变化变化的情况下将该驱动间隔设定为比第2时间间隔短的第3

时间间隔。

[0014] 并且,本发明的其他方式的电动助力转向装置具有:转矩传感器,其基于经由设置于车辆的转向轴的扭杆而连结的输入轴与输出轴的扭转角来检测施加于转向轴的转向转矩;马达,其对车辆的转向机构赋予转向辅助力;上述旋转角检测装置,其计算马达的马达旋转轴的旋转角信息;马达控制部,其基于转向转矩对马达进行驱动控制;以及转向角计算部,其基于扭转角、减速齿轮的减速比以及旋转角信息来计算输入轴的转向角。

[0015] 并且,本发明的其他方式的电动助力转向装置的控制方法基于转向角计算部计算出的转向角对由马达赋予的转向辅助力进行控制。

[0016] 发明效果

[0017] 根据本发明,在具有输出与马达旋转轴的旋转对应的信号的传感器的旋转角检测装置中,能够降低电源开关断开的期间的消耗电力。

附图说明

[0018] 图1是示出实施方式的电动助力转向装置的一例的概要的结构图。

[0019] 图2是示出第1正弦信号、第1余弦信号、第2正弦信号以及第2余弦信号的一例的图。

[0020] 图3是示出传感器单元的一例的概略的分解图。

[0021] 图4是示出控制器的结构例的图。

[0022] 图5是第1实施方式的电源管理部的功能结构的一例的框图。

[0023] 图6的(a)~(d)是旋转圈数检测部的动作的一例的说明图,(e)是旋转圈数信息的一例的说明图。

[0024] 图7是微处理器的功能结构的一例的框图。

[0025] 图8的(a)是示出第1正弦信号SIN1和第1余弦信号COS1的图,(b)是示出角度位置信息 θ_1 的一例的图,(c)是示出马达旋转圈数 N_r 的图,(d)是示出旋转角信息 θ_m 的图。

[0026] 图9是辅助控制部的功能结构的一例的框图。

[0027] 图10的(a)是示出第2正弦信号SIN2和第2余弦信号COS2的图,(b)是示出比较器的阈值电压 V_r 有误差的情况的正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc的一例的图,(c)是示出计数合计值CNT的一例的图。

[0028] 图11的(a)是在没有旋转圈数信息校正部的情况下马达旋转圈数 N_r 可能产生的误差的说明图,(b)是旋转角信息 θ_m 可能产生的误差的说明图。

[0029] 图12是旋转圈数信息校正部的功能结构的一例的框图。

[0030] 图13的(a)是示出第1象限信号Q1和第2象限信号Q2的一例的图,(b)是示出第1象限信号Q1与第2象限信号Q2之间的差分的图,(c)是示出已校正计数合计值CNTa的一例的图,(d)是示出从已校正计数合计值CNTa计算出的马达旋转圈数 N_r 的图。

[0031] 图14是第2实施方式的电源管理部的功能结构的一例的框图。

[0032] 图15是在点火开关断开的期间检测到马达旋转轴的旋转的情况下的第2传感器的驱动间隔的控制的一例的说明图。

[0033] 图16是在点火开关断开的期间未检测到马达旋转轴的旋转的情况下的第2传感器的驱动间隔的控制的一例的说明图。

- [0034] 图17是驱动间隔指示信号所指示的驱动间隔的设定方法的一例的流程图。
- [0035] 图18是图17的旋转检测处理的一例的流程图。
- [0036] 图19的(a)是示出在点火开关断开的期间间歇地输出的第2传感器电源Vs2的一例的波形的图,(b)是示出(a)的第2传感器电源Vs2的1次间歇输出的波形的图。
- [0037] 图20是第3实施方式的电源管理部的功能结构的一例的框图。
- [0038] 图21是示出第4实施方式的传感器单元的电路结构的一例的概略的框图。
- [0039] 图22是示出第4实施方式的控制器的结构例的图。
- [0040] 图23是示出变形例的电动助力转向装置的一例的概要的结构图。
- [0041] 图24是示出变形例的电动助力转向装置的一例的概要的结构图。
- [0042] 图25是示出变形例的电动助力转向装置的一例的概要的结构图。

具体实施方式

[0043] 参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。另外,以下所示的本发明的实施方式例示了用于使本发明的技术思想具体化的装置、方法,本发明的技术的思想并不是将构成部件的结构、配置等确定为下述内容。本发明的技术的思想能够在权利要求书所记载的权利要求所规定的技术范围内施加各种变更。

[0044] (第1实施方式)

[0045] (结构)

[0046] 以下,对将实施方式的旋转角检测装置应用于以马达的旋转力对车辆的转向机构赋予转向辅助力(assist力)的电动助力转向装置(EPS:Electric Power Steering)中的情况的结构例进行说明。但是,本发明并不限定于应用在电动助力转向装置中的旋转角检测装置,能够广泛地应用于具有输出与马达旋转轴的旋转对应的信号的至少2个传感器的旋转角检测装置中。

[0047] 参照图1。方向盘1的柱轴(转向轴)2i和2o经由减速齿轮3、万向节4A和4B、齿轮齿条机构5而与转向车轮的横拉杆(tie rod)6连结。柱轴的输入轴2i和输出轴2o通过因输入轴2i与输出轴2o之间的旋转角的偏差而扭转的扭杆(未图示)而连结。

[0048] 转矩传感器10电磁地测定扭杆的扭转角作为方向盘1的转向转矩Th。

[0049] 并且,在柱轴的输出轴2o经由减速齿轮3连结有对方向盘1的转向力进行辅助的马达20。

[0050] 控制器40是对马达20进行驱动控制的电子控制单元(ECU:Electronic Control Unit)。从作为电源的电池14向控制器40提供电池电源Vbat,并且从作为电源开关的点火开关11向控制器40输入点火开关信号IG。

[0051] 控制器40基于转矩传感器10所检测出的转向转矩Th和车速传感器12所检测出的车速Vh,使用辅助映射等进行辅助指令的转向辅助指令值的运算,并基于运算出的转向辅助指令值向马达20提供驱动电流I。

[0052] 传感器单元30具有分别输出与马达20的马达旋转轴的旋转对应的传感器信号的2个传感器。

[0053] 传感器单元30的2个传感器分别独立地检测马达旋转轴的角度位置 θ ($\theta=0\sim 360$ [deg]),从一方的传感器向控制器40输出振幅A的第1正弦信号 $\sin 1=A\times \sin \theta+Voff1$ 和第1

余弦信号 $\cos 1 = A \times \cos \theta + V_{\text{off}1}$, 从另一方的传感器向控制器40输出振幅A的第2正弦信号 $\sin 2 = A \times \sin \theta + V_{\text{off}2}$ 和第2余弦信号 $\cos 2 = A \times \cos \theta + V_{\text{off}2}$ 。电压 $V_{\text{off}1}$ 和 $V_{\text{off}2}$ 是偏移(offset)电压(即, 第1正弦信号 $\sin 1$ 、第1余弦信号 $\cos 1$ 、第2正弦信号 $\sin 2$ 以及第2余弦信号 $\cos 2$ 的直流成分)。在图2中示出第1正弦信号 $\sin 1$ 、第1余弦信号 $\cos 1$ 、第2正弦信号 $\sin 2$ 以及第2余弦信号 $\cos 2$ 的一例。

[0054] 控制器40基于第1正弦信号 $\sin 1$ 、第1余弦信号 $\cos 1$ 、第2正弦信号 $\sin 2$ 以及第2余弦信号 $\cos 2$ 来运算马达20的马达旋转轴的旋转角 θ_m 。

[0055] 控制器40基于马达20的马达旋转轴的旋转角 θ_m 和减速齿轮3的齿轮比 R_g 来运算柱轴的输出轴2o的旋转角 θ_o 。控制器40基于旋转角 θ_o 和转向转矩 T_h 来运算柱轴的输入轴2i的旋转角 θ_i 即方向盘1的转向角 θ_s 。

[0056] 在这种结构的电动助力转向装置中, 利用转矩传感器10检测从方向盘1传递的驾驶员的方向盘操作引起的转向转矩 T_h , 基于转向转矩 t_h 和车速 V_h 计算的转向辅助指令值来驱动控制马达20, 作为驾驶员的方向盘操作的辅助力(转向辅助力)赋予给转向系统。

[0057] 图3是示出传感器单元30的一例的概略的分解图。传感器单元30具有磁体31和电路基板32。

[0058] 磁体31固定在马达20的马达旋转轴21的与输出端22相反的一侧的端部24, 具有沿着马达旋转轴21的周向排列的不同的磁极(S极和N极)。

[0059] 电路基板32具有第1传感器33和第2传感器34, 该第1传感器33和第2传感器34通过检测从磁体31产生的磁通, 分别输出与马达20的马达旋转轴21的旋转对应的第1传感器信号和第2传感器信号。

[0060] 从第1传感器33输出的第1传感器信号包含第1正弦信号 $\sin 1$ 和第1余弦信号 $\cos 1$ 。从第2传感器34输出的第2传感器信号包含第2正弦信号 $\sin 2$ 和第2余弦信号 $\cos 2$ 。

[0061] 第1传感器33和第2传感器34例如可以是检测磁通的MR传感器(例如TMR(Tunnel Magneto Resistance:隧道磁阻)传感器)。

[0062] 第1传感器33和第2传感器34接近与马达旋转轴21一起旋转的磁体31而配置, 通过检测从磁体31产生的磁通, 分别生成与马达旋转轴21的旋转对应的第1正弦信号 $\sin 1$ 和第1余弦信号 $\cos 1$ 以及第2正弦信号 $\sin 2$ 和第2余弦信号 $\cos 2$ 。

[0063] 传感器单元30形成为与控制器40分体的单元, 通过线束35与控制器40连接。控制器40将分别对第1传感器33和第2传感器34进行驱动的第1传感器电源 V_{s1} 和第2传感器电源 V_{s2} 经由线束35向传感器单元30提供。传感器单元30将第1传感器信号和第2传感器信号经由线束35向控制器40输出。线束35的长度例如可以是大约10cm。

[0064] 另外, 也可以将传感器单元30和控制器40形成为一体的单元。在该情况下, 也可以将第1传感器33和第2传感器34直接内置于控制器40, 将控制器40安装在马达20的与输出端22相反的一侧。

[0065] 另外, 传感器单元30的结构并不限于图3所示的结构。传感器单元30的第1传感器33和第2传感器34也可以是MR传感器以外的种类的传感器。第1传感器33只要是输出与马达旋转轴21的旋转对应的信号的传感器即可。第2传感器34只要是输出与马达旋转轴21的旋转对应的正弦信号和余弦信号的传感器即可。

[0066] 参照图4对控制器40的结构例进行说明。控制器40具有电源管理部50和微处理器

(MPU:Micro-Processing Unit) 60。

[0067] 电源管理部50从电池14接受电池电源Vbat的提供而进行传感器单元30和控制器40的电源管理。电源管理部50可以作为单一的集成电路(IC:Integrated Circuit)芯片来安装。电源管理部50例如可以是功率管理集成电路(Power Management Integrated Circuit)。

[0068] 电源管理部50基于点火开关信号IG,从由电池14提供的电力生成用于驱动第1传感器33的第1传感器电源Vs1、用于驱动第2传感器34的第2传感器电源Vs2、用于驱动MPU 60、控制器40等其他构成部件(以下有时表述为“MPU 60等”)的电源Vm。

[0069] 第1传感器电源Vs1、第2传感器电源Vs2以及电源Vm的电压例如可以是相同的电源电压Vcc1(未图示)。电源电压Vcc1例如可以是5[V]。

[0070] 电源管理部50在点火开关11接通的期间将第1传感器电源Vs1、第2传感器电源Vs2以及电源Vm分别提供到第1传感器33、第2传感器34以及MPU 60等。

[0071] 另一方面,电源管理部50在点火开关11断开的期间停止向第1传感器33和MPU60等提供第1传感器电源Vs1和电源Vm。向第2传感器34按照规定周期T间歇地提供第2传感器电源Vs2。在点火开关11断开的期间提供的第2传感器电源Vs2的电压也可以比在点火开关11接通的期间的电压Vcc1低。

[0072] 并且,电源管理部50基于第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2来检测马达旋转轴21的旋转圈数,生成表示旋转圈数的旋转圈数信息。旋转圈数信息包含对第2正弦信号sin2的符号的变化进行计数而得的正弦计数值CNTs和对第2余弦信号cos2的符号的变化进行计数而得的余弦计数值CNTc。正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc根据第2正弦信号sin2的符号与第2余弦信号cos2的符号的组合而变化。电源管理部50的详细内容在后面叙述。

[0073] MPU 60基于转矩传感器10所检测出的转向转矩Th和车速传感器12所检测出的车速Vh,使用辅助映射等进行辅助指令的转向辅助指令值的运算,从而对马达20的驱动电流I进行控制。

[0074] 并且,MPU 60基于第1正弦信号sin1和第1余弦信号cos1,计算表示马达旋转轴21的角度位置的角度位置信息 θ_1 。角度位置信息 θ_1 表示马达旋转轴21的旋转1周的角度范围内的角度位置($\theta_1=0\sim 360[\text{deg}]$)。

[0075] MPU 60基于电源管理部50所生成的旋转圈数信息(正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc)和角度位置信息 θ_1 ,计算表示马达旋转轴21的旋转角的旋转角信息 θ_m 。旋转角信息 θ_m 表示马达旋转轴21的旋转1周以上的多圈的角度范围内的旋转角。

[0076] 具体来说,由于在点火开关11断开的期间停止向MPU 60提供电源Vm,所以MPU 60停止动作。

[0077] 在点火开关11从断开变为接通的时刻,MPU 60从电源管理部50读出旋转圈数信息,并基于旋转圈数信息和角度位置信息 θ_1 来计算旋转角信息 θ_m 。

[0078] 在点火开关11接通的期间,MPU 60将点火开关11从断开变为接通的时刻以后的角度位置信息 θ_1 的角度变化累积在点火开关11从断开变为接通的时刻计算出的旋转角信息 θ_m 中,从而计算点火开关11从断开变为接通的时刻以后的旋转角信息 θ_m 。

[0079] MPU 60对旋转角信息 θ_m 乘以减速齿轮3的齿轮比Rg而计算柱轴的输出轴2o的旋转角 θ_o 。并且,基于转矩传感器10所检测出的转向转矩Th,计算设置于柱轴的扭杆的扭转角 θ

t,对输出轴2o的旋转角 θ_o 加上扭转角 θ_t 而计算柱轴的输入轴2i的旋转角 θ_i (方向盘1的转向角 θ_s)。

[0080] 控制器40也可以基于输出轴2o的旋转角 θ_o 、输入轴2i的旋转角 θ_i 的旋转角信息,对由马达20赋予给输出轴2o的转向辅助力进行控制。例如,控制器40可以基于旋转角信息来判定柱轴是否为端接触状态。在柱轴为端接触状态的情况下,控制器40也可以限制马达20的驱动电流I而以降低转向辅助力的方式进行校正。并且,控制器40也可以将输入轴2i的旋转角 θ_i 的旋转角信息用于判定输入轴2i是否为中立位置。

[0081] 并且,例如,控制器40也可以基于旋转角信息来判定方向盘1是偏转增加状态还是偏转返回状态。例如控制器40也可以基于柱轴的旋转角及其变化方向来判定是偏转增加状态还是偏转返回状态。并且,控制器40也可以基于柱轴的旋转角和转向转矩 T_h 来判定是偏转增加状态还是偏转返回状态。

[0082] 控制器40在偏转增加状态的情况下对驱动电流I进行增加校正而使转向辅助力增大,在偏转返回状态的情况下对驱动电流I进行减少校正而使转向辅助力减少。MPU 60的详细内容进一步在后面叙述。

[0083] 接着,参照图5对电源管理部50的功能结构的一例进行说明。电源管理部50具有调节器51、第1电源提供部52、第2电源提供部53、第3电源提供部54、电源控制部56以及旋转圈数检测部58。

[0084] 调节器51、第1电源提供部52、第2电源提供部53、第3电源提供部54以及电源控制部56是技术方案中记载的“电源提供部”的一例。

[0085] 调节器51从电池电源Vbat产生规定电压的调节器电源VR。调节器电源VR的电压例如是6V。第1电源提供部52、第2电源提供部53以及第3电源提供部54从调节器电源VR分别产生电源Vm、第1传感器电源Vs1以及第2传感器电源Vs2。

[0086] 也可以使电源Vm和第1传感器电源Vs1共通而将第1电源提供部52和第2电源提供部53作为单一的电源提供部。即,第1传感器33和MPU 60等也可以从1个或多个电源提供部被提供电源。

[0087] 电源控制部56基于点火开关信号IG,向第1电源提供部52、第2电源提供部53以及第3电源提供部54分别输出控制信号Sc1、Sc2以及Sc3,对第1电源提供部52、第2电源提供部53以及第3电源提供部54进行控制。

[0088] 在点火开关11接通的期间,电源控制部56使第1电源提供部52、第2电源提供部53以及第3电源提供部54分别产生电源Vm、第1传感器电源Vs1以及第2传感器电源Vs2。第1电源提供部52连续地向MPU 60等提供电源Vm。第2电源提供部53连续地向第1传感器33提供第1传感器电源Vs1。第3电源提供部54连续地向第2传感器34和旋转圈数检测部58提供第2传感器电源Vs2。因此,MPU 60等、第1传感器33、第2传感器34以及旋转圈数检测部58连续地进行动作。

[0089] 在点火开关11断开的期间,电源控制部56停止第1电源提供部52和第2电源提供部53。即,停止电源Vm和第1传感器电源Vs1的产生。由此,第1传感器电源Vs1向第1传感器33的提供和电源Vm向MPU 60等的提供停止,第1传感器33和MPU 60等的动作停止。

[0090] 另一方面,电源控制部56使第3电源提供部54按照规定周期T间歇地产生第2传感器电源Vs2。由此,第2传感器电源Vs2被间歇地提供到第2传感器34和旋转圈数检测部58。第

2传感器34和旋转圈数检测部58按照规定周期T间歇地进行动作。电源控制部56也可以将点火开关11断开的期间的第2传感器电源Vs2的电压设定为比点火开关11接通的期间低。

[0091] 旋转圈数检测部58基于第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2,检测马达旋转轴21的旋转圈数,生成表示旋转圈数的旋转圈数信息(即正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc)。

[0092] 旋转圈数检测部58具有第1比较器58a、第2比较器58b、正弦计数器58c以及余弦计数器58d。

[0093] 第1比较器58a对第2正弦信号sin2和阈值电压Vr进行比较,生成表示第2正弦信号sin2的正负的符号的符号信号Cs。符号信号Cs在第2正弦信号sin2为阈值电压Vr以上的情况下具有值“1”,在第2正弦信号sin2小于阈值电压Vr的情况下具有值“0”。

[0094] 第2比较器58b对第2余弦信号cos2和阈值电压Vr进行比较,生成表示第2余弦信号cos2的正负的符号的符号信号Cc。符号信号Cc在第2余弦信号cos2为阈值电压Vr以上的情况下具有值“1”,在第2余弦信号cos2小于阈值电压Vr的情况下具有值“0”。

[0095] 由于第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2具有直流偏移成分Voff2,所以例如可以将阈值电压Vr设定为偏移电压Voff2。

[0096] 该符号信号Cs和Cc被输入到正弦计数器58c和余弦计数器58d。

[0097] 参照图6的(a)和图6的(b)。图6的(a)的虚线的波形表示第2正弦信号sin2的例子,实线的波形表示第2余弦信号cos2的例子。

[0098] 实施方式的第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2的振幅A是第2传感器电源Vs2的电压的2分之1(即 $Vs2/2$),直流成分偏移了第2传感器电源Vs2的电压的2分之1,在 $0[V] \sim$ 第2传感器电源Vs2的电压(即Vs2)的范围内变化。因此,将阈值电压Vr设定为第2传感器电源Vs2的电压的2分之1(即 $Vs2/2$)。

[0099] 从第1比较器58a输出的第2正弦信号sin2的符号信号Cs在马达旋转轴21的角度位置从 $0[deg]$ 到 $180[deg]$ 的范围内具有值“1”,在从 $180[deg]$ 到 $360[deg]$ 的范围内具有值“0”。

[0100] 从第2比较器58b输出的第2余弦信号cos2的符号信号Cc在马达旋转轴21的角度位置从 $0[deg]$ 到 $90[deg]$ 以及 $270[deg] \sim 360[deg]$ 的范围内具有值“1”,在从 $90[deg]$ 到 $270[deg]$ 的范围内具有值“0”。

[0101] 参照图5。正弦计数器58c和余弦计数器58d基于第2正弦信号sin2的符号信号Cs和第2余弦信号cos2的符号信号Cc,对第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2的符号的组合的变化进行计数,分别计算正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc。

[0102] 参照图6的(c)和图6的(d)。正弦计数器58c计算对第2正弦信号sin2的符号发生变化的次数进行计数而得的正弦计数值CNTs,余弦计数器58d计算对第2余弦信号cos2的符号发生变化的次数进行计数而得的余弦计数值CNTc。正弦计数器58c和余弦计数器58d将计算出的正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc存储在例如非易失性存储器(未图示)中。

[0103] 具体来说,在第2余弦信号cos2的符号信号Cc具有值“1”的期间,当第2正弦信号sin2的符号信号Cs的值从“0”变化为“1”时,正弦计数器58c使正弦计数值CNTs增加1个,当第2正弦信号sin2的符号信号Cs的值从“1”变化为“0”时,正弦计数器58c使正弦计数值CNTs减少1个。

[0104] 并且,在第2余弦信号cos2的符号信号Cc具有值“0”的期间,当第2正弦信号sin2的

符号信号Cs的值从“1”变化为“0”时,正弦计数器58c使正弦计数值CNTs增加1个,当第2正弦信号sin2的符号信号Cs的值从“0”变化为“1”时,正弦计数器58c使正弦计数值CNTs减少1个。

[0105] 在第2正弦信号sin2的符号信号Cs具有值“0”的期间,当第2余弦信号cos2的符号信号Cc的值从“0”变化为“1”时,余弦计数器58d使余弦计数值CNTc增加1个,当第2余弦信号cos2的符号信号Cc的值从“1”变化为“0”时,余弦计数器58d使余弦计数值CNTc减少1个。

[0106] 并且,在第2正弦信号sin2的符号信号Cs具有值“1”的期间,当第2余弦信号cos2的符号信号Cc的值从“1”变化为“0”时,余弦计数器58d使余弦计数值CNTc增加1个,当第2余弦信号cos2的符号信号Cc的值从“0”变化为“1”时,余弦计数器58d使余弦计数值CNTc减少1个。

[0107] 由此,当马达旋转轴21旋转1周时,正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc与旋转方向相应地各自增减2个。因此,正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc的和(以下有时表述为“计数合计值CNT”)如图6的(e)所示,每当马达旋转轴21旋转1周时便与旋转方向相应地增减4个。因此,正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc的组合或计数合计值CNT表示4分之1旋转单位的旋转圈数。因此,正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc的组合或计数合计值CNT表示马达旋转轴21的角度位置属于将马达旋转轴21的旋转范围分割成4份而得的4个象限中的哪个象限。

[0108] 另外,本实施方式的正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc是例示的,本发明的旋转圈数信息并不限定于正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc。旋转圈数信息只要是将n设为2以上的自然数并表示n分之1旋转单位的旋转圈数的旋转圈数信息即可。

[0109] 接着,参照图7对MPU 60的功能结构的一例进行说明。MPU 60具有角度位置计算部61、计数合计部62、旋转圈数信息校正部63、旋转圈数计算部64、扭转角计算部65、旋转角信息计算部66、诊断部67以及辅助控制部68。

[0110] 角度位置计算部61、计数合计部62、旋转圈数信息校正部63、旋转圈数计算部64、扭转角计算部65、旋转角信息计算部66、诊断部67、以及辅助控制部68的功能通过由MPU 60执行MPU 60或控制器40所具有的存储装置(例如非易失性存储器等)中储存的程序而实现。

[0111] 旋转角信息计算部66是技术方案中记载的“旋转角计算部”和“转向角计算部”的一例。辅助控制部68是技术方案中记载的“马达控制部”的一例。

[0112] 角度位置计算部61输入第1正弦信号sin1和第1余弦信号cos1,对这些信号所包含的误差(偏移、振幅差、相位差等)进行补偿。图8的(a)表示第1正弦信号sin1和第1余弦信号cos1的一例。角度位置计算部61基于补偿了误差后的第1正弦信号sin1和第1余弦信号cos1,计算表示马达旋转轴21旋转1周的角度范围内的角度位置的角度位置信息 θ_1 ($\theta_1=0\sim 360[\text{deg}]$)。在图8的(b)中示出角度位置信息 θ_1 的一例。

[0113] 例如,角度位置计算部61可以基于第1正弦信号sin1与第1余弦信号cos1的和($\cos 1+\sin 1$)及差($\cos 1-\sin 1$)来计算角度位置信息 θ_1 。

[0114] 同样,角度位置计算部61输入第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2,对误差进行补偿而计算表示马达旋转轴21旋转1周的角度范围内的角度位置的角度位置信息 θ_2 ($\theta_2=0\sim 360[\text{deg}]$)。

[0115] 参照图7。计数合计部62在开始向MPU 60提供电源Vm的时刻(即点火开关11从断开变为接通的时刻),从电源管理部50的正弦计数器58c和余弦计数器58d分别读出正弦计数

值CNTs和余弦计数值CNTc。计数合计部62将正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc相加而计算图6的(e)所示的计数合计值CNT。

[0116] 这里,由于第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2所包含的误差、比较器的阈值电压Vr的误差,有时在正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc中会产生误差。其结果是,有时在计数合计值CNT中也产生误差。

[0117] 参照图7。旋转圈数信息校正部63基于角度位置信息 θ_1 来校正计数合计值CNT,对计数合计值CNT产生的误差进行补偿。旋转圈数信息校正部63输出误差被补偿后的已校正计数合计值CNTa。旋转圈数信息校正部63的详细内容在后面叙述。

[0118] 旋转圈数计算部64计算将已校正计数合计值CNTa除以自然数n而得的商作为马达旋转轴21的旋转圈数Nr。自然数n是马达旋转轴21的每1圈旋转的计数合计值CNT的增减数,在本实施方式中,自然数n是“4”。在图8的(c)中示出旋转圈数Nr的一例。

[0119] 扭转角计算部65基于转矩传感器10所检测出的转向转矩Th来计算设置于柱轴的扭杆的扭转角 θ_t 。

[0120] 参照图7。旋转角信息计算部66在开始向MPU 60提供电源Vm的时刻(即点火开关11从断开变为接通的时刻),基于旋转圈数计算部64所计算出的旋转圈数Nr和角度位置计算部61所计算出的角度位置信息 θ_1 来计算马达旋转轴21的旋转1圈以上的多圈的角度范围内的旋转角信息 θ_m 。

[0121] 旋转角信息计算部66通过乘法器66a和加法器66b来计算旋转角信息 $\theta_m = (360 [\text{deg}] \times \text{旋转圈数Nr}) + \text{角度位置信息}\theta_1$ 。在图8的(d)中示出旋转角信息 θ_m 的一例。

[0122] 之后,在点火开关11接通的期间,旋转角信息计算部66将点火开关11从断开变为接通的时刻以后的角度位置信息 θ_1 的角度变化累积在点火开关11从断开变为接通的时刻计算出的旋转角信息 θ_m 上,计算点火开关11从断开变为接通的时刻以后的旋转角信息 θ_m 。

[0123] 参照图7。乘法器66c对旋转角信息 θ_m 乘以减速齿轮3的齿轮比Rg而计算柱轴的输出轴2o的旋转角 θ_o 。加法器66d对旋转角 θ_o 加上扭杆的扭转角 θ_t 而计算柱轴的输入轴2i的旋转角 θ_i (方向盘1的转向角 θ_s)。旋转角信息计算部66输出旋转角 θ_o 和旋转角 θ_i 的旋转角信息。

[0124] 输出轴2o的旋转角 θ_o 或输入轴2i的旋转角 θ_i 的旋转角信息能够用于在控制器40中判定柱轴是否为端接触状态、判定方向盘1是偏转增加状态还是偏转返回状态。控制器40也可以基于这些判定结果来控制由马达20赋予给输出轴2o的转向辅助力。并且,输入轴2i的旋转角 θ_i 的旋转角信息也可以用于判定输入轴2i是否为中立位置。

[0125] 诊断部67对基于第1正弦信号sin1和第1余弦信号cos1而计算出的角度位置信息 θ_1 和基于第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2而计算出的角度位置信息 θ_2 进行比较,判定在第1传感器33或第2传感器34产生的异常。例如,在角度位置信息 θ_1 与角度位置信息 θ_2 的差分为阈值以上的情况下,判定为在第1传感器33或第2传感器34产生了异常。

[0126] 并且,诊断部67基于正弦计数值CNTs与余弦计数值CNTc的差,判定在第2传感器34或旋转圈数检测部58产生的异常。例如,在正弦计数值CNTs与余弦计数值CNTc的差为2以上的情况下,判定为在第2传感器34或旋转圈数检测部58产生了异常。

[0127] 诊断部67向辅助控制部68输出表示判定结果的诊断信号Sd。

[0128] 辅助控制部68基于转矩传感器10所检测出的转向转矩Th和车速传感器12所检测

出的车速 V_h 来控制马达20的驱动电流 I 。

[0129] 在图9中示出辅助控制部68的功能结构的一例。转矩传感器10所检测出的转向转矩 T_h 和车速传感器12所检测出的车速 V_h 被输入到运算电流指令值 I_{ref1} 的电流指令值运算部71。电流指令值运算部71基于输入的转向转矩 T_h 和车速 V_h ,使用辅助映射等来运算作为提供到马达20的电流的控制目标值的电流指令值 I_{ref1} 。

[0130] 电流指令值 I_{ref1} 经由加法部72A输入到电流限制部73,被限制最大电流后的电流指令值 I_{refm} 输入到减法部72B,运算与被反馈的马达电流值 I_m 的偏差 $\Delta I (=I_{refm}-I_m)$,该偏差 ΔI 被输入到用于转向动作的特性改善的PI(比例积分)控制部75。由PI控制部75进行特性改善得到的电压控制指令值 V_{ref} 输入到PWM控制部76,进而经由作为驱动部的逆变器77对马达20进行PWM驱动。马达20的电流值 I_m 由马达电流检测器78检测,反馈到减法部72B。

[0131] 在加法部72A中加上来自补偿信号生成部74的补偿信号 CM ,通过加上补偿信号 CM 来进行转向系统系统的特性补偿,改善收敛性、惯性特性等。补偿信号生成部74利用加法部74-4将自动对准转矩(SAT)74-3和惯性74-2相加,并对其相加结果中进一步利用加法部74-5加上收敛性74-1,将加法部74-5的相加结果作为补偿信号 CM 。

[0132] 参照图7。辅助控制部68在基于从诊断部67输出的诊断信号 S_d 检测到异常的产生的情况下,进行马达20的驱动停止、警报输出等规定的异常应对处理。

[0133] 接着,对旋转圈数信息校正部63进行说明。如上所述,由于第2正弦信号 $\sin 2$ 和第2余弦信号 $\cos 2$ 中所包含的误差、比较器的阈值电压 V_r 的误差,有时从旋转圈数计算部64输出的计数合计值 CNT 会产生误差。

[0134] 以下,例示了比较器的阈值电压 V_r 存在误差的情况,对由于计数合计值 CNT 产生的误差进行说明。

[0135] 在图10的(a)中示出第2正弦信号 $\sin 2$ 和第2余弦信号 $\cos 2$ 以及第1比较器58a和第2比较器58b的阈值电压 V_r 的例子。虚线表示第2正弦信号 $\sin 2$,实线表示第2余弦信号 $\cos 2$,双点划线表示在第1比较器58a中与第2正弦信号 $\sin 2$ 进行比较的阈值电压 V_r ,单点划线表示在第2比较器58b中与第2余弦信号 $\cos 2$ 进行比较的阈值电压 V_r 。

[0136] 在该例子中,与第2正弦信号 $\sin 2$ 进行比较的阈值电压 V_r (双点划线)比设计值(理想值)低。

[0137] 其结果是,正弦计数值 CNT_s 和余弦计数值 CNT_c 如图10的(b)所示。虚线表示正弦计数值 CNT_s ,实线表示余弦计数值 CNT_c 。

[0138] 如图示那样,在马达旋转角度为180、360、540、720、900、1080、 $\cdots$ [deg]时应该产生的正弦计数值 CNT_s 的上升(下降)定时产生了偏差。

[0139] 其结果是,如图10的(c)所示,在计数合计值 CNT 的上升(下降)定时也产生偏差。如单点划线的包围线所示,在马达旋转角度为180、360、540、720、900、1080、 $\cdots$ [deg]时应该产生的计数合计值 CNT 的上升(下降)定时产生了偏差。

[0140] 这样,第2正弦信号 $\sin 2$ 和第2余弦信号 $\cos 2$ 中所包含的误差、比较器的阈值电压 V_r 的误差以计数合计值 CNT 的上升(下降)定时的偏差的形式使得计数合计值 CNT 产生误差。

[0141] 当计数合计值 CNT 的上升(下降)定时产生偏差时,如图11的(a)所示,旋转圈数计算部64计算出的马达旋转圈数 N_r 的上升定时(下降)偏离本来的定时。

[0142] 当使用该马达旋转圈数 N_r 计算旋转角信息 θ_m 时,如图11的(b)所示,在被单点划线

包围的部位错误地产生旋转圈数,在旋转角信息 θ_m 中产生误差。

[0143] 因此,旋转圈数信息校正部63对图10的(c)所示的计数合计值CNT的上升(下降)定时的偏差进行校正。

[0144] 参照图12。旋转圈数信息校正部63具有第1象限信息计算部63a、第2象限信息计算部63b、象限比较部63c以及校正部63d。

[0145] 第1象限信息计算部63a基于角度位置信息 θ_1 来计算第1象限信息Q1,该第1象限信息Q1表示马达旋转轴21的角度位置属于将马达旋转轴21的旋转范围按上述的自然数n进行分割而得的象限中的哪个象限。

[0146] 第2象限信息计算部63b基于作为旋转圈数信息的计数合计值CNT来计算第2象限信息Q2,该第2象限信息Q2表示马达旋转轴21的角度位置属于按上述的自然数n分割而得的象限中的哪个象限。

[0147] 如上所述,自然数n是马达旋转轴21的每旋转1圈的计数合计值CNT的增减数,在本实施方式中,自然数n为“4”。第1象限信息Q1和第2象限信息Q2表示马达旋转轴21的角度位置属于第1象限、第2象限、第3象限以及第4象限中的哪个象限。

[0148] 第1象限信息计算部63a可以对角度位置信息 θ_1 属于第1象限~第n象限各自的角度范围中的哪一个进行阈值判定,从而计算第1象限信息Q1。

[0149] 第2象限信息计算部63b可以计算将计数合计值CNT除以自然数n时的余数(求模: $CNT \bmod n$)作为第2象限信息Q2。

[0150] 在图13的(a)中示出第1象限信息Q1和第2象限信息Q2的一例。实线表示第1象限信息Q1,虚线表示第2象限信息Q2。由于图10的(c)所示的计数合计值CNT的上升(下降)定时的偏差,在单点划线所包围的部位,第1象限信息Q1与第2象限信息Q2产生了差。

[0151] 参照图12。象限比较部63c输出表示对第1象限信息Q1和第2象限信息Q2进行比较而得的比较结果的象限差。

[0152] 例如象限比较部63c可以如下式(1)那样计算从第2象限信息Q2表示象限的数中减去第1象限信息Q1表示象限的数而得的差作为象限差。

[0153] 象限差=Q2-Q1... (1)

[0154] 但是,在第2象限信息Q2表示第1象限且第1象限信息Q1表示第4象限的情况下,如下式(2)那样计算对减法结果加上4(即自然数n)而得的和作为象限差。

[0155] 象限差=Q2-Q1+4,其中,Q1=第4象限,Q2=第1象限... (2)

[0156] 并且,在第2象限信息Q2表示第4象限且第1象限信息Q1表示第1象限的情况下,如下式(3)那样计算从减法结果减去4(即自然数n)而得的差作为象限差。

[0157] 象限差=Q2-Q1-4,其中,Q1=第1象限,Q2=第4象限... (3)

[0158] 在图13的(b)中示出象限差的一例。根据图13的(a)的第1象限信息Q1和第2象限信息Q2,象限差具有“1”、“0”、“-1”中的任意的值。

[0159] 参照图12。校正部63d根据象限比较部63c所输出的象限差,对计数合计值CNT进行校正,计算出已校正计数合计值CNTa。

[0160] 例如校正部63d计算从计数合计值CNT减去象限差而得的差作为已校正计数合计值CNTa。

[0161] 图13的(c)示出从图10的(c)的计数合计值CNT减去图13的(b)的象限差而计算出

的已校正计数合计值CNTa。

[0162] 对图10的(c)和图13的(c)进行比较,可知马达旋转角度为180、360、540、720、900、1080、...[deg]时的上升(下降)定时的偏差得到了校正。

[0163] 当基于已校正计数合计值CNTa计算马达旋转圈数Nr时,如图13的(d)所示。图13的(d)的马达旋转圈数Nr为与图8的(c)的马达旋转圈数Nr同样的结果,可知误差得到了校正。

[0164] (动作)

[0165] 接着,对实施方式的马达控制装置的动作进行说明。

[0166] (1) 点火开关断开的期间

[0167] 电源管理部50的电源控制部56使第1电源提供部52和第2电源提供部53停止,仅使第3电源提供部54动作。此时,电源控制部56使第3电源提供部54按照规定周期T间歇地产生第2传感器电源Vs2。

[0168] 第2传感器电源Vs2间歇地被提供到第2传感器34和旋转圈数检测部58。第2传感器34和旋转圈数检测部58按照规定周期T间歇地动作。

[0169] 在旋转圈数检测部58动作的期间,正弦计数器58c根据第1比较器58a的输出使正弦计数值CNTs递增或递减。余弦计数器58d根据第2比较器58b的输出使余弦计数值CNTc递增或递减。

[0170] 这样,在点火开关11断开的期间,仅电源管理部50和第2传感器34继续动作,其他的MPU 60等和第1传感器33停止动作。

[0171] (2) 点火开关从断开变为接通的时刻

[0172] 电源控制部56开始第1电源提供部52和第2电源提供部53的动作。并且,电源控制部56使第1电源提供部52、第2电源提供部53以及第3电源提供部54连续地产生电源Vm、第1传感器电源Vs1、第2传感器电源Vs2。电源Vm、第1传感器电源Vs1、第2传感器电源Vs2开始连续地提供到MPU 60等、第1传感器33、第2传感器34以及旋转圈数检测部58。由此,在点火开关11接通的期间,MPU 60等、第1传感器33、第2传感器34以及旋转圈数检测部58连续地动作。

[0173] MPU 60的计数合计部62在点火开关11从断开变为接通的时刻,从正弦计数器58c和余弦计数器58d分别读出正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc并计算计数合计值CNT。

[0174] 旋转圈数信息校正部63对计数合计值CNT进行校正而输出已校正计数合计值CNTa,旋转圈数计算部64根据已校正计数合计值CNTa来计算马达旋转轴21的旋转圈数Nr。

[0175] 角度位置计算部61计算角度位置信息 θ_1 ,旋转角信息计算部66基于旋转圈数Nr和角度位置信息 θ_1 ,计算马达旋转轴21的旋转角信息 θ_m 。

[0176] (3) 点火开关接通的期间

[0177] 电源控制部56使第1电源提供部52、第2电源提供部53以及第3电源提供部54进行动作,连续地产生电源Vm、第1传感器电源Vs1、第2传感器电源Vs2。MPU60等、第1传感器33、第2传感器34以及旋转圈数检测部58连续地动作。

[0178] 旋转圈数检测部58定期地计测第1比较器58a和第2比较器58b的输出,通过使正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc递增或递减来持续保持正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc(即马达旋转圈数的当前值)。

[0179] 角度位置计算部61计算角度位置信息 θ_1 。旋转角信息计算部66将点火开关11从断

开变为接通的时刻以后的角度位置信息 θ_1 的角度变化累积在点火开关11从断开变为接通的时刻计算出的旋转角信息 θ_m 上,计算点火开关11从断开变为接通的时刻以后的旋转角信息 θ_m 。

[0180] 旋转角信息计算部66基于旋转角信息 θ_m 、减速齿轮3的齿轮比 R_g 以及扭杆的扭转角 θ_t ,计算柱轴的输出轴2o的旋转角 θ_o 和输入轴2i的旋转角 θ_i 。

[0181] 辅助控制部68基于转矩传感器10所检测出的转向转矩 T_h 和车速传感器12所检测出的车速 V_h 来控制马达20的驱动电流 I 。

[0182] 诊断部67对角度位置信息 θ_1 和角度位置信息 θ_2 进行比较,判定在第1传感器33或第2传感器34产生的异常。

[0183] 并且,诊断部67基于正弦计数值 CNT_s 与余弦计数值 CNT_c 的差,判定在第2传感器34或旋转圈数检测部58产生的异常。

[0184] 辅助控制部68在基于从诊断部67输出的诊断信号 S_d 检测到异常的产生的情况下,进行马达20的驱动停止、警报输出等规定的异常应对处理。

[0185] (第1实施方式的效果)

[0186] (1) 第1传感器33和第2传感器34分别输出与马达20的马达旋转轴21的旋转对应的第1传感器信号和第2传感器信号。角度位置计算部61基于第1传感器信号来计算表示马达旋转轴21的角度位置的角度位置信息。旋转圈数检测部58基于第2传感器信号来检测马达旋转轴21的旋转圈数并输出表示旋转圈数的旋转圈数信息。旋转角信息计算部66基于角度位置信息和旋转圈数信息来计算表示马达旋转轴21的旋转角的旋转角信息。

[0187] 调节器51、第1电源提供部52、第2电源提供部53、第3电源提供部54以及电源控制部56在电源开关接通的情况下向第1传感器33、第2传感器34、角度位置计算部61、旋转圈数检测部58以及旋转角信息计算部66提供电源,在电源开关断开的情况下停止向第1传感器33、角度位置计算部61以及旋转角信息计算部66的电源提供,向第2传感器34和旋转圈数检测部58提供电源。

[0188] 由此,在电源开关断开的期间下,能够停止第1传感器33以及处理其输出信号的角度位置计算部61和旋转角信息计算部66中的电力消耗。因此,能够降低电源开关断开的期间的消耗电力。

[0189] (2) 旋转圈数检测部58可以在电源开关断开的期间继续进行马达旋转轴21的旋转圈数的检测。旋转角信息计算部66可以基于在电源开关从断开变为接通的时刻由旋转圈数检测部58输出的旋转圈数信息和由角度位置计算部61计算的角度位置信息,计算旋转角信息。

[0190] 由此,即使在电源开关断开的期间因外力等而使马达旋转轴21旋转,在电源开关从断开变为接通的时刻,也能够计算多圈的角度范围内的马达旋转轴21的旋转角。

[0191] (3) 第1象限信息计算部63a基于角度位置信息来计算第1象限信息,该第1象限信息表示马达旋转轴21的角度位置属于将马达旋转轴21的旋转范围进行 n 分割而得的象限中的哪个象限(n 为2以上的自然数)。第2象限信息计算部63b基于表示 n 分之1旋转单位的旋转圈数的旋转圈数信息来计算第2象限信息,该第2象限信息表示马达旋转轴21的角度位置属于将马达旋转轴21的旋转范围进行 n 分割而得的象限中的哪个象限。校正部63d根据第1象限信息与第2象限信息的比较结果来校正旋转圈数信息。

[0192] 校正部63d可以通过从旋转圈数信息减去由第2象限信息减去第1象限信息得到的差分来校正旋转圈数信息。

[0193] 由此,即使基于第2传感器信号计算出的旋转圈数信息产生误差,也能够根据基于第1传感器信号计算出的角度位置信息对旋转圈数信息的误差进行校正。其结果是,能够提高旋转角信息的精度。

[0194] (4) 上述自然数 n 是4,第2传感器信号是与马达旋转轴21的旋转对应的第2正弦信号 $\sin 2$ 和第2余弦信号 $\cos 2$,旋转圈数检测部58可以基于第2正弦信号 $\sin 2$ 和第2余弦信号 $\cos 2$ 的符号的组合的变化来检测旋转圈数。

[0195] 由此,使用输出与马达旋转轴21的旋转对应的正弦信号和余弦信号的传感器,能够检测表示4分之1旋转单位的旋转圈数的旋转圈数。

[0196] (5) 并且,实施方式的电动助力转向装置具有:转矩传感器10,其基于经由设置于车辆的转向轴的扭杆而连结的输入轴2i与输出轴2o的扭转角来检测施加于转向轴的转向转矩;马达20,其经由减速齿轮3与输出轴2o连结并对转向轴赋予转向辅助力;旋转角信息计算部66,其计算马达20的马达旋转轴21的旋转角信息;以及辅助控制部68,其基于转向转矩对马达20进行驱动控制。旋转角信息计算部66基于扭转角、减速齿轮3的减速比以及旋转角信息来计算输入轴2i的转向角。

[0197] 由此,能够使用马达20的马达旋转轴21的旋转角信息来检测转向轴的转向角,不用设置检测转向轴的转向角的角度传感器。例如,也可以基于旋转角信息计算部66计算出的转向角对由马达20赋予给转向轴的转向辅助力进行控制。

[0198] (第2实施方式)

[0199] 接着,对第2实施方式的电源管理部50进行说明。除了第1传感器电源 V_{s1} 、第2传感器电源 V_{s2} 以及电源 V_m 之外,第2实施方式的电源管理部50还基于点火开关信号IG,从由电池14提供的电力生成用于对电源管理部50内部的数字逻辑电路进行驱动的内部电源 V_p (参照图14)。

[0200] 在点火开关11接通的期间,电源管理部50与第1实施方式同样地向MPU 60等提供电源 V_m 。

[0201] 并且,在点火开关11接通的期间,电源管理部50向第1传感器33和第2传感器34分别提供第1传感器电源 V_{s1} 和第2传感器电源 V_{s2} 。点火开关11接通的期间的第1传感器电源 V_{s1} 和第2传感器电源 V_{s2} 的电压例如可以是相同的电源电压 V_{cc1} (例如 $V_{cc1}=5[V]$)。

[0202] 并且,无论点火开关11是接通还是断开,电源管理部50都向电源管理部50内部的逻辑电路连续地提供内部电源 V_p 。

[0203] 另一方面,在点火开关11断开的期间,电源管理部50停止向第1传感器33和MPU 60等提供第1传感器电源 V_{s1} 和电源 V_m 。向第2传感器34间歇地提供第2传感器电源 V_{s2} 。

[0204] 例如,在点火开关11断开的期间被间歇地提供的第2传感器电源 V_{s2} 的电压可以是比电源电压 V_{cc1} 低的电源电压 V_{cc2} 。例如,电源电压 V_{cc2} 可以是3.3[V]。

[0205] 参照图6的(a)和图6的(b)。如上所述,阈值电压 V_r 被设定为第2传感器电源 V_{s2} 的电压的2分之1(即 $V_{s2}/2$)。因此,例如可以在点火开关11接通且第2传感器电源 V_{s2} 为5[V]的情况下,阈值电压 V_r 被设定为2.5[V],在点火开关11断开且第2传感器电源 V_{s2} 为3.3[V]的情况下,阈值电压 V_r 被设定为1.65[V]。

[0206] 图14是第2实施方式的电源管理部50的功能结构的一例的框图。对与第1实施方式的电源管理部50的结构要素同样的结构要素标注相同的参照标号。第2实施方式的电源管理部50具有内部电源生成部55和传感器电源判定部57。

[0207] 第3电源提供部54是“传感器电源提供部”的一例。第1电源提供部52、第2电源提供部53以及内部电源生成部55是技术方案中记载的“电源提供部”的一例。

[0208] 电源控制部56基于点火开关信号IG来生成动作切换信号Sig,并向调节器51、第1电源提供部52、第2电源提供部53以及第3电源提供部54输出。

[0209] 动作切换信号Sig根据点火开关11是接通还是断开而具有不同的值。

[0210] 即,动作切换信号Sig表示点火开关11是接通还是断开。例如,表示点火开关11接通的值可以是“1”,表示点火开关11断开的值可以是“0”。

[0211] 并且,电源控制部56生成驱动间隔指示信号Si并向第3电源提供部54输出。驱动间隔指示信号Si是指示在点火开关11断开的期间向第2传感器间歇地提供电源的间隔(即驱动第2传感器34的驱动间隔)的信号。电源控制部56的详细内容在后面叙述。

[0212] 调节器51从电池电源Vbat产生规定电压的调节器电源VR。第1电源提供部52、第2电源提供部53、第3电源提供部54以及内部电源生成部55从该调节器电源VR分别产生电源Vm、第1传感器电源Vs1、第2传感器电源Vs2、内部电源Vp。

[0213] 调节器51根据动作切换信号Sig来切换调节器电源VR的电压。例如,动作切换信号Sig的值为“1”的期间(即点火开关11接通的期间)的调节器电源VR的电压可以为6[V],动作切换信号Sig值的为“0”的期间(即点火开关11断开的期间)的调节器电源VR的电压可以为4[V]。

[0214] 第1电源提供部52在动作切换信号Sig的值为“1”的期间连续地向MPU 60等提供电源Vm。

[0215] 并且,在动作切换信号Sig的值为“1”的期间,第2电源提供部53连续地向第1传感器33提供第1传感器电源Vs1,第3电源提供部54连续地向第2传感器34提供第2传感器电源Vs2。

[0216] 其结果是,在点火开关11接通的期间,MPU 60等、第1传感器33、第2传感器34连续地动作。并且,此时的第1传感器电源Vs1和第2传感器电源Vs2的电压是电源电压Vcc1。

[0217] 另一方面,在动作切换信号Sig的值为“0”的期间(即点火开关11断开的期间),第1电源提供部52和第2电源提供部53停止电源Vm和第1传感器电源Vs1的生成。由此,第1传感器电源Vs1向第1传感器33的提供和电源Vm向MPU 60等的提供停止,第1传感器33和MPU 60等的动作停止。

[0218] 第3电源提供部54在动作切换信号Sig的值为“0”的期间,生成比电源电压Vcc1低的电源电压Vcc2的第2传感器电源Vs2。并且,第3电源提供部54在动作切换信号Sig的值为“0”的期间,按照驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔间歇地生成第2传感器电源Vs2。

[0219] 其结果是,比电源电压Vcc1低的电源电压Vcc2的第2传感器电源Vs2被间歇地提供到第2传感器34,第2传感器34间歇地进行动作。

[0220] 无论动作切换信号Sig的值是“1”还是“0”(无论点火开关11接通还是断开),内部电源生成部55都向旋转圈数检测部58提供内部电源Vp。

[0221] 传感器电源判定部57在点火开关11断开的期间(即间歇地生成第2传感器电源Vs2

的期间),判定第2传感器电源Vs2是否被提供到第2传感器34。传感器电源判定部57生成用于使旋转圈数检测部58在第2传感器电源Vs2被提供到第2传感器34的定时动作的起动信号Sr。起动信号Sr的值例如在提供第2传感器电源Vs2的期间间歇地为“1”,在未提供第2传感器电源Vs2的期间为“0”。

[0222] 旋转圈数检测部58在点火开关11接通的期间连续地动作,在点火开关11断开的期间,旋转圈数检测部58在来自传感器电源判定部57的起动信号Sr的值为“1”时(即第2传感器电源Vs2被提供到第2传感器34时)进行动作。即,旋转圈数检测部58间歇地动作。

[0223] 旋转圈数检测部58的第1比较器58a和第2比较器58b在点火开关11断开的期间间歇地动作,根据第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2与阈值电压Vr的比较结果使符号信号Cs和Cc发生变化。在第2传感器电源Vs2未被提供到第2传感器34的期间,通过内部电源Vp维持符号信号Cs和Cc的输出。正弦计数器58c和余弦计数器58d以内部电源Vp为电源进行动作,并分别计算正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc。

[0224] 接着,对电源控制部56进一步进行说明。如上所述,电源控制部56通过生成动作切换信号Sig和驱动间隔指示信号Si,对调节器51、第1电源提供部52、第2电源提供部53以及第3电源提供部54进行控制。电源控制部56具有动作切换部56a和驱动间隔变更部56b。

[0225] 动作切换部56a基于点火开关信号IG来生成动作切换信号Sig。

[0226] 驱动间隔变更部56b基于是否检测到马达旋转轴21的旋转来生成驱动间隔指示信号Si。如上所述,驱动间隔指示信号Si指示对第2传感器34间歇地进行驱动的驱动间隔。

[0227] 驱动间隔变更部56b根据是否检测到马达旋转轴21的旋转而使驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔伸缩。

[0228] 具体来说,在检测到马达旋转轴21的旋转时,驱动间隔变更部56b将驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔从规定的最大间隔x缩短,然后在不再检测到马达旋转轴21的旋转时,将驱动间隔延长到最大间隔x。最大间隔x是“第1时间间隔”的一例。

[0229] 这样,通过缩短在检测到马达旋转轴21的旋转时对第2传感器34间歇驱动的驱动间隔,能够防止正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc的计数遗漏。

[0230] 例如,驱动间隔变更部56b可以根据是否检测到第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2的变化来生成驱动间隔指示信号Si。

[0231] 具体来说,驱动间隔变更部56b基于作为第1比较器58a的输出的第2正弦信号sin2的符号信号Cs和作为第2比较器58b的输出的第2余弦信号cos2的符号信号Cc的变化来生成驱动间隔指示信号Si。

[0232] 即,驱动间隔变更部56b在符号信号Cs和Cc产生了变化时将驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔从最大间隔x缩短。

[0233] 之后,在符号信号Cs和Cc不再产生变化时,驱动间隔变更部56b将驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔延长到最大间隔x。

[0234] 例如,也可以是,即使向第2传感器34以规定的多个次数间歇地提供电源,也未检测到符号信号Cs和Cc中的任何信号的变化,驱动间隔变更部56b开始延长驱动间隔。

[0235] 驱动间隔变更部56b也可以检测符号信号Cs和Cc中的一方的信号的变化,之后在检测到符号信号Cs和Cc中的另一方的信号的变化时,阶段性地缩短驱动间隔指示信号Si所

指示的驱动间隔。

[0236] 例如,在检测到符号信号Cs和Cc中的一方的变化时,驱动间隔变更部56b将驱动间隔缩短规定长度T1,之后在检测到另一方的信号的变化时进一步将驱动时间缩短规定长度T1。即,缩短量以T1、 $(2 \times T1)$ 这样阶段性地变化。

[0237] 通过这样阶段性地缩短驱动间隔,能够抑制因驱动间隔缩短而引起的消耗电力的增加,并且能够防止正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc的计数遗漏。

[0238] 参照图15的(a)~图15的(c),对在点火开关11断开的期间检测到马达旋转轴21的旋转的情况的第2传感器34的驱动间隔的控制的一例进行说明。图15的(a)示出了规定长度T1为2.2[毫秒]的例子。

[0239] 最初的驱动间隔为最大间隔x,当如参照符号100所示那样符号信号Cs从“0”变化为“1”时,从最大间隔x缩短为 $(x-2.2)$ [毫秒]。

[0240] 之后,当如参照符号101所示那样符号信号Cc从“0”变化为“1”时,从 $(x-2.2)$ [毫秒]缩短为 $(x-4.4)$ [毫秒]。

[0241] 例如,当将最大间隔x设为6.6[毫秒]时,驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔从6.6[毫秒]阶段性地缩短为4.4[毫秒]、2.2[毫秒]。

[0242] 当驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔缩短到规定的最小间隔时,即使检测到符号信号Cs和Cc的变化,驱动间隔变更部56b也禁止将驱动间隔缩短到比最小间隔短的值。例如,在图15的(a)的例子中,最小间隔可以是 $(x-4.4)$ [毫秒]。在图15的(a)的例子中,如果最大间隔x是6.6[毫秒],则最小间隔是2.2[毫秒]。

[0243] 并且,向第2传感器34提供第2传感器电源Vs2的期间(即驱动第2传感器34的期间)的时间宽度w可以是固定的。时间宽度w例如可以是220[μ秒]。

[0244] 在时间宽度w固定的情况下,驱动间隔为最大间隔6.6[毫秒]时的第2传感器34的驱动期间的占空比与为最小间隔2.2[毫秒]时相比为1/3。

[0245] 并且,时间宽度w为220[μ秒]且驱动间隔为最小间隔2.2[毫秒]的情况下的占空比为10%。

[0246] 另外,在符号信号Cs和Cc中的一方的信号发生了变化之后,在之后符号信号Cs和Cc中的另一方的信号发生变化之前,有时符号信号Cs和Cc中的一方的信号再次发生变化。

[0247] 在图15的(b)和图15的(c)的例子中,在如参照符号100所示那样符号信号Cs从“0”变化为“1”之后,有时符号信号Cc不从“0”变化为“1”,而是符号信号Cs再次从“1”恢复为“0”。

[0248] 这样的现象例如在马达旋转轴21旋转而符号信号Cs和Cc中的一方的信号发生了变化之后,马达旋转轴21未向相同的旋转方向旋转90度以上而是向相反方向旋转的情况下产生的。

[0249] 在这样的情况下,由于马达旋转轴21没有快速地旋转,所以即使不大幅地缩短驱动间隔,正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc的计数遗漏的可能性也较小。

[0250] 因此,驱动间隔变更部56b也可以构成为,在符号信号Cs和Cc中的一方的信号发生变化之后,在之后符号信号Cs和Cc中的另一方的信号发生变化之前,即使符号信号Cs和Cc中的一方的信号再次发生变化,也不缩短驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔。

[0251] 例如,当检测到符号信号Cs的变化时,驱动间隔变更部56b存储表示符号信号Cs发

生了变化的符号信号Cs的变化历史。

[0252] 在存储有符号信号Cs的变化历史的状态下,即使检测到符号信号Cs的变化,驱动间隔变更部56b也不阶段性地缩短驱动间隔。相反,在未存储符号信号Cs的变化历史的状态下,当检测到符号信号Cs的变化时,驱动间隔变更部56b缩短驱动间隔,并存储符号信号Cs的变化历史。

[0253] 并且,在存储有符号信号Cs的变化历史的状态下,当检测到符号信号Cc的变化时,驱动间隔变更部56b缩短驱动间隔,存储符号信号Cc的变化历史。此时,驱动间隔变更部56b将变化历史重置为未存储符号信号Cs的变化的状态。

[0254] 在存储有符号信号Cc的变化历史的状态下,即使检测到符号信号Cc的变化,驱动间隔变更部56b也不阶段性地缩短驱动间隔。

[0255] 相反,在未存储符号信号Cc的变化历史的状态下,当检测到符号信号Cc的变化时,驱动间隔变更部56b缩短驱动间隔,并存储符号信号Cc的变化历史。

[0256] 在存储有符号信号Cc的变化历史的状态下,当检测到符号信号Cs的变化时,驱动间隔变更部56b缩短驱动间隔,并存储符号信号Cs的变化历史。并且,将变化历史重置为未存储符号信号Cc的变化的状态。

[0257] 符号信号Cs和Cc的变化历史例如在驱动间隔变更部56b由逻辑电路等以硬件方式实现的情况下,可以通过触发器电路等进行存储。

[0258] 在驱动间隔变更部56b以软件方式实现的情况下,也可以通过标志变量等存储符号信号Cs和Cc的变化历史。

[0259] 接着,对在点火开关11断开的期间未检测到马达旋转轴21的旋转的情况的驱动间隔变更部56b的动作进行说明。

[0260] 如上所述,驱动间隔变更部56b在驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔被缩短之后,在符号信号Cs和Cc不再产生变化时,将驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔延长到最大间隔x。

[0261] 具体来说,在即使以规定的多个次数间歇地向第2传感器34提供电源提供也未检测到符号信号Cs和Cc中的任何信号的变化变化的情况下,将驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔延长到最大间隔x。

[0262] 因此,驱动间隔变更部56b从最后检测到符号信号Cs和Cc中的任意方的信号的变化起对间歇地向第2传感器34提供电源的次数的电源提供计数CNT_r进行计数。

[0263] 即,在每次间歇地向第2传感器34提供电源时,驱动间隔变更部56b使电源提供计数CNT_r各增加1,当检测到符号信号Cs和Cc中的任意方的信号的变化时,将电源提供计数CNT_r重置为0。

[0264] 驱动间隔变更部56b判定电源提供计数CNT_r是否为规定的计数阈值C_{th}以上。在电源提供计数CNT_r为规定的计数阈值C_{th}以上的情况下,每当电源提供计数CNT_r增加1个时,驱动间隔变更部56b使驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔延长规定长度T₂。规定长度T₂可以比上述规定长度T₁短,也可以与规定长度T₁相同。

[0265] 并且,此时,驱动间隔变更部56b将变化历史重置为未存储符号信号Cs、Cc的变化的状态。

[0266] 驱动间隔变更部56b持续进行驱动间隔的延长直到驱动间隔达到最大间隔x,当驱

动间隔达到最大间隔 x 时,停止驱动间隔的延长。

[0267] 参照图16的(a)~图16的(d),对在点火开关11断开的期间未检测到马达旋转轴21的旋转的情况的第2传感器34的驱动间隔的控制的一例进行说明。在图16的(a)~图16的(d)的例子中,计数阈值 C_{th} 是4,规定长度 T_2 是1.1[毫秒]。

[0268] 现在,如图16的(a)所示,设想最初驱动间隔指示信号 S_i 所指示的驱动间隔缩短到 $(x-4.4)$ [毫秒]的情况。

[0269] 当如参照符号102所示那样符号信号 C_s 发生变化时,驱动间隔变更部56b将电源提供计数 CN_{Tr} 重置为0。之后,当未检测到符号信号 C_s 和 C_c 中的任何信号的信号的变化时,在每次间歇地向第2传感器34提供电源时,驱动间隔变更部56b使电源提供计数 CN_{Tr} 一个个地增加。

[0270] 驱动间隔变更部56b判定电源提供计数 CN_{Tr} 是否为计数阈值 C_{th} 即4以上。

[0271] 当电源提供计数 CN_{Tr} 达到4时,驱动间隔变更部56b将驱动间隔指示信号 S_i 所指示的驱动间隔延长规定长度 T_2 即1.1[毫秒]。由此,驱动间隔从 $(x-4.4)$ [毫秒]向 $(x-3.3)$ [毫秒]延长。

[0272] 之后,每当电源提供计数 CN_{Tr} 增加1个时,驱动间隔变更部56b便将驱动间隔延长1.1[毫秒]。

[0273] 之后,当驱动间隔指示信号 S_i 所指示的驱动间隔延长到最大间隔 x 时,驱动间隔变更部56b停止驱动间隔的延长。

[0274] 另外,上述的规定长度 T_1 、 T_2 、驱动间隔的最大间隔 x 和最小间隔以及计数阈值 C_{th} 的数值例只不过是例示的,本发明并不限于上述的数值例。规定长度 T_1 、最大间隔 x 以及最小间隔的值可以根据实际的装置结构适当设定。

[0275] 并且,在检测到符号信号 C_s 或 C_c 的变化时,在若将驱动间隔缩短规定长度 T_1 则驱动间隔变得比最小间隔短的情况下,驱动间隔变更部56b可以使驱动间隔的缩短量比规定长度 T_1 短。同样,在未检测到符号信号 C_s 或 C_c 的变化的情况下,在若将驱动间隔延长规定长度 T_2 则驱动间隔变得比最大间隔 x 长的情况下,可以使驱动间隔的延长量比规定长度 T_2 短。

[0276] 例如在如上述那样规定长度 T_1 是2.2[毫秒]且最小间隔是 $(x-4.4)$ [毫秒]的情况下,设想在驱动间隔的延长中途在驱动间隔为 $(x-3.3)$ [毫秒]的定时检测到符号信号 C_s 或 C_c 的变化的情况。

[0277] 此时,若将驱动间隔缩短规定长度 T_1 ,则驱动间隔变为 $(x-5.5)$ [毫秒],比最小间隔 $(x-4.4)$ [毫秒]短。因此,驱动间隔变更部56b将驱动间隔缩短比规定长度 $T_1=2.2$ [毫秒]短的1.1[毫秒],从而将驱动间隔设定为最小间隔 $(x-4.4)$ [毫秒]。

[0278] 参照图17,对驱动间隔指示信号 S_i 所指示的驱动间隔的设定方法的一例进行说明。

[0279] 在步骤S1中,传感器电源判定部57判定是否检测到第2传感器电源 V_{s2} 的电压的上升。在检测到第2传感器电源 V_{s2} 的电压的上升的情况下(步骤S1:是),处理进入步骤S2。在未检测到第2传感器电源 V_{s2} 的电压的上升的情况下(步骤S1:否),处理结束。在该情况下,驱动间隔不发生变化。

[0280] 在步骤S2中,传感器电源判定部57生成起动信号 S_r 并向旋转圈数检测部58输出。在通过起动信号 S_r 而起动的旋转圈数检测部58内,第1比较器58a和第2比较器58b输出第2

正弦信号 $\sin 2$ 的符号信号Cs和第2余弦信号 $\cos 2$ 的符号信号Cc。

[0281] 驱动间隔变更部56b执行旋转检测处理,基于符号信号Cs和Cc来判定是否检测到马达旋转轴21的旋转。

[0282] 参照图18,对步骤S2中的旋转检测处理的一例进行说明。

[0283] 在步骤S20中,驱动间隔变更部56b判定符号信号Cs是否发生了变化。在符号信号Cs发生了变化的情况下(步骤S20:是),处理进入步骤S21。在符号信号Cs未发生变化的情况下(步骤S20:否),处理进入步骤S25。

[0284] 在步骤S21中,驱动间隔变更部56b判定是否存在表示符号信号Cs发生了变化的符号信号Cs的变化历史。在存在变化历史的情况下(步骤S21:是),处理进入步骤S24。在不存在变化历史的情况下(步骤S21:N),处理进入步骤S22。

[0285] 在步骤S22中,驱动间隔变更部56b存储表示符号信号Cs发生了变化的符号信号Cs的变化历史。并且,将表示符号信号Cc发生了变化的变化历史重置为未存储符号信号Cc的变化的状态。

[0286] 在步骤S23中,驱动间隔变更部56b判定为检测到马达旋转轴21的旋转而结束旋转检测处理。

[0287] 另一方面,当在步骤S21中判定为不存在变化历史的情况下(步骤S21:否),驱动间隔变更部56b在步骤S24中判定为未检测到马达旋转轴21的旋转而结束旋转检测处理。

[0288] 当在步骤S20中符号信号Cs未发生变化的情况下(步骤S20:否),驱动间隔变更部56b在步骤S25中判定符号信号Cc是否发生了变化。

[0289] 在符号信号Cc发生了变化的情况下(步骤S25:是),处理进入步骤S26。在符号信号Cc未发生变化的情况下(步骤S25:否),处理进入步骤S24。在该情况下,驱动间隔变更部56b判定为未检测到马达旋转轴21的旋转而结束旋转检测处理。

[0290] 在步骤S26中,驱动间隔变更部56b判定是否存在表示符号信号Cc发生了变化的符号信号Cs的变化历史。

[0291] 在存在变化历史的情况下(步骤S26:是),处理进入步骤S24。在该情况下,驱动间隔变更部56b判定为未检测到马达旋转轴21的旋转而结束旋转检测处理。

[0292] 在不存在符号信号Cs的变化历史的情况下(步骤S26:否),处理进入步骤S27。

[0293] 在步骤S27中,驱动间隔变更部56b存储表示符号信号Cc发生了变化的符号信号Cc的变化历史。并且,将表示符号信号Cs发生了变化的变化历史重置为未存储符号信号Cs的变化的状态。

[0294] 在步骤S28中,驱动间隔变更部56b判定为检测到马达旋转轴21的旋转而结束旋转检测处理。

[0295] 参照图17。在检测到马达旋转轴21的旋转的情况下(步骤S3:是),处理进入步骤S4。在未检测到马达旋转轴21的旋转的情况下(步骤S3:否),处理进入步骤S7。

[0296] 在步骤S4中,驱动间隔变更部56b将对间歇地向第2传感器34提供电源的次数进行计数的电源提供计数CNT_r重置。

[0297] 在步骤S5中,驱动间隔变更部56b判定驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔是否已经是最小间隔。在驱动间隔是最小间隔的情况下(步骤S5:是),处理结束。在该情况下,驱动间隔不发生变化。

[0298] 在驱动间隔不是最小间隔的情况下(步骤S5:否),处理进入步骤S6。

[0299] 在步骤S6中,驱动间隔变更部56b缩短驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔。之后,处理结束。

[0300] 当在步骤S3中未检测到马达旋转轴21的旋转的情况下(步骤S3:否),驱动间隔变更部56b在步骤S7中判定驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔是否为最大间隔x。在驱动间隔是最大间隔x的情况下(步骤S7:是),处理结束。在该情况下,驱动间隔不发生变化。

[0301] 在驱动间隔不是最大间隔x的情况下(步骤S7:否),处理进入步骤S8。

[0302] 在步骤S8中,驱动间隔变更部56b判定电源提供计数CNT_r是否为计数阈值C_{th}以上。

[0303] 在电源提供计数CNT_r为计数阈值C_{th}以上的情况下(步骤S8:是),处理进入步骤S10。在电源提供计数CNT_r不是计数阈值C_{th}以上的情况下(步骤S8:N),处理进入步骤S9。在该情况下驱动间隔不发生变化。

[0304] 在步骤S9中,驱动间隔变更部56b使电源提供计数CNT_r增加1个。之后,处理结束。

[0305] 当在步骤S8中电源提供计数CNT_r为计数阈值C_{th}以上的情况下(步骤S8:是),驱动间隔变更部56b在步骤S10中延长驱动间隔指示信号Si所指示的驱动间隔。

[0306] 在步骤S11中,驱动间隔变更部56b将变化历史重置为未存储符号信号Cs、Cc的变化状态。之后,经过步骤S9,处理结束。

[0307] (第2实施方式的效果)

[0308] (1) 第2传感器34输出包含与马达20的马达旋转轴21的旋转对应的正弦信号和余弦信号的第2传感器信号。第3电源提供部54向第2传感器34提供第2传感器电源Vs₂。电源控制部56对第3电源提供部54进行控制,使得在点火开关11接通的情况下向第2传感器34连续地提供第2传感器电源Vs₂,在点火开关11断开的情况下向第2传感器34间歇地提供第2传感器电源Vs₂。第1比较器58a和第2比较器58b检测正弦信号的变化和余弦信号的变化。

[0309] 电源控制部56将向第2传感器34间歇地提供第2传感器电源Vs₂而驱动第2传感器34的驱动间隔在未检测到正弦信号和余弦信号中的任何信号的变化时设定为第1时间间隔,在仅检测到正弦信号和余弦信号中的任意一方的信号的情况下设定为比第1时间间隔短的第2时间间隔,在检测到正弦信号和余弦信号中的任意一方的信号的变化之后检测到另一方的信号的变化时设定为比第2时间间隔短的第3时间间隔。

[0310] 这样,由于在点火开关11断开的情况下间歇地对第2传感器34进行驱动,所以能够降低作为电源开关的点火开关11断开的期间的消耗电力。

[0311] 此外,由于根据第2传感器34的输出信号的变化来缩短第2传感器34的驱动间隔,所以能够防止马达旋转轴21的旋转的检测遗漏。

[0312] 此外,由于根据第2传感器34的输出信号的变化来阶段性地缩短驱动间隔,所以能够抑制消耗电力的增加,并且能够防止马达旋转轴21的旋转的检测遗漏。

[0313] (2) 在驱动间隔被设定为比第1时间间隔短的期间中,即使以规定的多次以上的次数间歇地提供第2传感器电源Vs₂,也未检测到正弦信号和余弦信号中的任何信号的变化时,电源控制部56也可以将驱动间隔阶段性地延长到第1时间间隔。

[0314] 这样,由于在未检测到正弦信号和余弦信号的情况下延长驱动间隔,所以能够降低消耗电力。

[0315] 并且,由于阶段性地延长驱动间隔,所以能够抑制消耗电力的增加,并且能够防止马达旋转轴21的旋转的检测遗漏。

[0316] (3) 电源控制部56可以通过缩短驱动间隔来增大向第2传感器34提供第2传感器电源Vs2的期间的占空比。

[0317] 例如,驱动间隔为第3时间间隔时的占空比可以是10%。

[0318] 并且,例如驱动间隔为第1时间间隔时的占空比也可以是驱动间隔为第3时间间隔时的占空比的1/3。

[0319] 由此,能够降低点火开关11断开的期间的消耗电力。

[0320] (4) 电源控制部56也可以将在点火开关11断开的情况下提供到传感器的第2传感器电源Vs2的电压降低到比点火开关11接通的情况低。

[0321] 例如,点火开关11断开的情况的第2传感器电源Vs2的电压可以是3.3V,点火开关11接通的情况的第2传感器电源Vs2的电压可以是5V。

[0322] 由此,能够降低点火开关11断开的期间的消耗电力。

[0323] (5) 第1传感器33输出与马达20的马达旋转轴21的旋转对应的第1传感器信号。角度位置计算部61基于第1传感器信号来计算表示马达旋转轴21的角度位置的角度位置信息。旋转圈数检测部58基于第2传感器信号来检测马达旋转轴21的旋转圈数并输出表示旋转圈数的旋转圈数信息。旋转角信息计算部66基于角度位置信息和旋转圈数信息来计算表示马达旋转轴21的旋转角的旋转角信息。

[0324] 第2电源提供部53、第1电源提供部52以及内部电源生成部55向第1传感器33、角度位置计算部61、旋转圈数检测部58以及旋转角信息计算部66提供电源。电源控制部56可以对第2电源提供部53和第1电源提供部52进行控制,使得在点火开关11接通的情况下向第1传感器33、角度位置计算部61以及旋转角信息计算部66提供电源,在点火开关11断开的情况下停止向第1传感器33、角度位置计算部61以及旋转角信息计算部66提供电源。

[0325] 由此,在点火开关11断开的期间,能够停止第1传感器33以及对第1传感器33的输出信号进行处理的角度位置计算部61和旋转角信息计算部66中的电力消耗。因此,能够降低电源开关断开的期间的消耗电力。

[0326] (第3实施方式)

[0327] 接着,对第3实施方式的电源管理部50进行说明。与第2实施方式同样,电源管理部50在点火开关11接通的期间向MPU 60等提供电源Vm。

[0328] 并且,电源管理部50向第1传感器33和第2传感器34分别提供第1传感器电源Vs1和第2传感器电源Vs2。在点火开关11接通的期间,电源管理部50提供连续的电力作为第1传感器电源Vs1和第2传感器电源Vs2。点火开关11接通的期间的第1传感器电源Vs1和第2传感器电源Vs2的电压例如可以是相同的电源电压Vcc1(例如 $V_{cc1}=5[V]$)。

[0329] 并且,在点火开关11接通的期间,电源管理部50对电源管理部50内部的数字逻辑电路提供作为连续的电力的内部电源Vp。例如,点火开关11接通的期间的内部电源Vp的电压可以是相同的电源电压Vcc1。即,内部电源Vp的电压可以是与第2传感器电源Vs2相等的电压。

[0330] 在点火开关11接通的期间作为第2传感器电源Vs2和内部电源Vp来提供的连续的电力是“第1电力”的一例。

[0331] 另一方面,在点火开关11断开的期间,电源管理部50停止向第1传感器33提供第1传感器电源Vs1和向MPU 60等提供电源Vm。

[0332] 并且,在点火开关11断开的期间,电源管理部50将间歇的电力作为第2传感器电源Vs2向第2传感器34提供。

[0333] 例如,在点火开关11断开的期间间歇地提供的第2传感器电源Vs2的电压可以是比电源电压Vcc1低的电源电压Vcc2。例如,电源电压Vcc2可以是3.3[V]。

[0334] 在点火开关11断开的期间作为第2传感器电源Vs2来提供的间歇的电力是“第2电力”的一例。

[0335] 图19的(a)示出在点火开关11断开的期间间歇地输出的第2传感器电源Vs2的一例的波形。

[0336] 在点火开关11断开的情况下,第2传感器电源Vs2的电压在以输出周期T到来的时间宽度Wt的间歇输出期间为电源电压Vcc2,在间歇输出期间以外的期间为“0”。与第2实施方式同样,电源管理部50可以动态地变更输出周期T。输出周期T例如可以是2.2毫秒~6.6毫秒。

[0337] 图19的(b)是示出第2传感器电源Vs2的1次间歇输出的波形的图。间歇地输出第2传感器电源Vs2的1次输出期间的时间宽度Wt是待机期间Pw、空闲期间Pi以及采样期间Ps的合计。

[0338] 待机期间Pw是为了避免在第2传感器电源Vs2的间歇输出刚开始后产生的电压变动对第2传感器34的第2传感器信号造成的影响而禁止第2传感器信号的采样的期间。待机期间Pw例如可以是固定值,也可以是能够在电源管理部50中编程的任意的值。

[0339] 空闲期间Pi及采样期间Ps的期间长度是能够在电源管理部50中编程的任意的值。采样期间Ps被指定为在点火开关11断开的情况下电源管理部50进行第2传感器34的第2传感器信号的采样的期间。

[0340] 空闲期间Pi的期间长度能够编程为指定采样期间Ps的开始时期,采样期间Ps的期间长度能够编程为指定第2传感器电源Vs2的间歇输出的结束时期。

[0341] 第2传感器电源Vs2的间歇输出的时间宽度Wt的长度会影响在点火开关11断开的期间流过传感器单元30和控制器40的暗电流。即,会影响点火开关11断开的期间的传感器单元30和控制器40的消耗电力。时间宽度Wt越长,暗电流和消耗电力越大,时间宽度Wt越短,越节约暗电流和消耗电力。

[0342] 另一方面,当缩短空闲期间Pi和采样期间Ps时,难以高精度地对从被间歇地驱动的第2传感器34输出的第2传感器信号进行采样。

[0343] 例如,当第2传感器电源Vs2的提供开始时,控制器40从第2传感器34接收的第2传感器信号的电压以某时间常数从“0”变化至与施加到第2传感器34的磁通对应的值。第2传感器信号的时间常数例如由第2传感器34自身的电气特性、线束35、输入电路的阻抗等决定。因此,当空闲期间Pi过小时,则有可能对比原本的第2传感器信号小的信号进行采样。

[0344] 因此,第2传感器电源Vs2的1次间歇输出的时间宽度Wt优选根据点火开关11断开的期间的传感器单元30和控制器40所容许的消耗电流(暗电流)来设定。例如,第2传感器电源Vs2的1次间歇输出的时间宽度Wt可以是220微秒以下。

[0345] 并且,第2传感器电源Vs2的1次间歇输出的时间宽度Wt优选根据在点火开关11断

开的期间开始了间歇提供第2传感器电源Vs2时的第2传感器信号的时间常数来设定。

[0346] 例如,以在第2传感器电源Vs2的输出开始后经过100微秒时第2传感器信号充分变大的方式(例如,以上升至连续地提供第2传感器电源Vs2的情况下的第2传感器信号的99%左右的大小的方式)进行设计是现实的。因此,例如第2传感器电源Vs2的1次间歇输出的时间宽度Wt可以是100微秒以上。

[0347] 在点火开关11断开的期间,电源管理部50也提供连续的电力作为内部电源Vp。即,无论点火开关11是接通还是断开,电源管理部50都提供连续的电力作为内部电源Vp。

[0348] 但是,在点火开关11断开的期间,电源管理部50提供具有比点火开关11接通的期间的电压低的电压的内部电源Vp。

[0349] 例如,点火开关11断开的期间的内部电源Vp的电压也可以与点火开关11断开的期间的第2传感器电源Vs2的电压即电源电压Vcc2相等。

[0350] 在点火开关11断开的期间作为内部电源Vp来提供的连续的电力是“第3电力”的一例。

[0351] 接着,参照图20对电源管理部50的功能结构的一例进行说明。对与第1实施方式的电源管理部50的结构要素相同的结构要素标注相同的参照标号。

[0352] 电源控制部56基于点火开关信号IG来生成动作切换信号Sig,并向调节器51、第1电源提供部52、第2电源提供部53以及第3电源提供部54输出。

[0353] 并且,电源控制部56将表示在点火开关11断开的期间第2传感器电源Vs2的间歇输出期间的开始时期的、周期T的定时信号St输出到第3电源提供部54和旋转圈数检测部58。

[0354] 调节器51从电池电源Vbat产生规定电压的调节器电源VR。第1电源提供部52和第2电源提供部53从该调节器电源VR产生电源Vm和第1传感器电源Vs1。并且,第3电源提供部54从调节器电源VR产生第2传感器电源Vs2和内部电源Vp。

[0355] 调节器51根据动作切换信号Sig来切换调节器电源VR的电压。

[0356] 例如,也可以使动作切换信号Sig的值为“0”的期间(即点火开关11断开的期间)的调节器电源VR的电压比动作切换信号Sig的值为“1”的期间(即点火开关11接通的期间)的调节器电源VR的电压低。由此,能够使点火开关11断开的期间的第2传感器电源Vs2和内部电源Vp的电压比点火开关11接通的期间的电压低。

[0357] 例如,动作切换信号Sig的值为“1”的期间的调节器电源VR的电压可以是6[V],动作切换信号Sig的值为“0”的期间的调节器电源VR的电压可以是4[V]。

[0358] 第1电源提供部52在动作切换信号Sig的值为“1”的期间向MPU 60等提供连续的电力作为电源Vm,第2电源提供部53向第1传感器33提供连续的电力作为第1传感器电源Vs1。

[0359] 并且,在动作切换信号Sig的值为“1”的期间,第3电源提供部54向第2传感器34和旋转圈数检测部58提供连续的电力作为第2传感器电源Vs2,并向旋转圈数检测部58提供连续的电力作为内部电源Vp。

[0360] 其结果是,在点火开关11接通的期间,MPU 60等、第1传感器33、第2传感器34连续地动作。并且,此时的第1传感器电源Vs1、第2传感器电源Vs2以及内部电源Vp的电压是电源电压Vcc1。

[0361] 另一方面,在动作切换信号Sig的值为“0”的期间(即点火开关11断开的期间),第1电源提供部52和第2电源提供部53停止电源Vm和第1传感器电源Vs1的生成。由此,第1传感

器电源Vs1向第1传感器33的提供和电源Vm向MPU 60等的提供停止,第1传感器33和MPU 60等的动作停止。

[0362] 第3电源提供部54在动作切换信号Sig的值为“0”的期间输出具有电源电压Vcc2的间歇的电力作为第2传感器电源Vs2。

[0363] 其结果是,比电源电压Vcc1低的电源电压Vcc2的第2传感器电源Vs2被间歇地提供到第2传感器34,第2传感器34间歇地进行动作。

[0364] 第3电源提供部54在基于从电源控制部56输出的定时信号St的定时间歇地输出第2传感器电源Vs2。并且,第3电源提供部54根据待机期间Pw以及预先编程在电源管理部50中的空闲期间Pi和采样期间Ps,设定第2传感器电源Vs2的1次间歇输出的时间宽度Wt。

[0365] 并且,第3电源提供部54在动作切换信号Sig的值为“0”的期间生成具有电源电压Vcc2的连续的电力作为内部电源Vp。例如,第3电源提供部54也可以从调节器电源VR生成具有电源电压Vcc2的连续的共用电力,将共用电力直接作为内部电源Vp来输出,另一方面,对共用电力进行开关而生成第2传感器电源Vs2。

[0366] 在点火开关11接通的期间,旋转圈数检测部58以比第2传感器电源Vs2的间歇输出周期T短的规定的采样周期生成旋转圈数信息。在点火开关11断开的期间,在以间歇输出周期T向第2传感器34提供第2传感器电源Vs2时,旋转圈数检测部58间歇地生成旋转圈数信息。

[0367] 第1比较器58a将第2传感器电源Vs2作为电源进行动作,对第2正弦信号sin2和阈值电压Vr进行比较,并生成表示第2正弦信号sin2的正负的符号的符号信号Cs。符号信号Cs在第2正弦信号sin2为阈值电压Vr以上的情况下具有逻辑值“1”,在第2正弦信号sin2小于阈值电压Vr的情况下具有逻辑值“0”。

[0368] 阈值电压Vr可以基于第2传感器电源Vs2的电压来设定。例如,旋转圈数检测部58也可以具有对第2传感器电源Vs2或调节器电源VR的电压进行分压而生成阈值电压Vr的分压电阻。

[0369] 例如,在点火开关11接通且第2传感器电源Vs2为5[V]的情况下阈值电压Vr被设定为2.5[V],在点火开关11断开且第2传感器电源Vs2为3.3[V]的情况下阈值电压Vr被设定为1.65[V]。

[0370] 第2比较器58b将第2传感器电源Vs2作为电源进行动作,对第2余弦信号cos2和阈值电压Vr进行比较,并生成表示第2余弦信号cos2的正负的符号的符号信号Cc。符号信号Cc在第2余弦信号cos2为阈值电压Vr以上的情况下具有逻辑值“1”,在第2余弦信号cos2小于阈值电压Vr的情况下具有逻辑值“0”。

[0371] 并且,在点火开关11断开的期间,在从基于电源控制部56所输出的周期T的定时信号St、待机期间Pw以及在电源管理部50中预先编程的空闲期间Pi而确定的开始时期起开始的采样期间Ps内,第1比较器58a和第2比较器58b取得第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2。由此,第1比较器58a和第2比较器58b在点火开关11断开的期间间歇地进行动作,根据第2正弦信号sin2和第2余弦信号cos2与阈值电压Vr的比较结果使符号信号Cs和Cc发生变化。

[0372] 正弦计数器58c和余弦计数器58d将内部电源Vp作为电源进行动作,分别计算正弦计数值CNTs和余弦计数值CNTc。

[0373] 与第2实施方式同样,电源管理部50可以动态地变更点火开关11断开的期间的第2传感器电源 V_{s2} 的间歇输出周期 T 。例如,在点火开关11断开的期间马达旋转轴21旋转的情况下,之后马达旋转轴21进一步快速地旋转,旋转圈数检测部58有可能无法正确地检测马达旋转轴21的旋转。另一方面,在马达旋转轴21持续停止的期间,能够通过延长间歇输出周期 T 来降低消耗电力。

[0374] 因此,例如,电源管理部50在检测到第2正弦信号 $\sin 2$ 和第2余弦信号 $\cos 2$ 的任意一方的变化的情况下,可以缩短间歇输出周期 T 。并且,电源管理部50在第2正弦信号 $\sin 2$ 和第2余弦信号 $\cos 2$ 的不变期间继续的情况下可以延长间歇输出周期 T 。

[0375] 另外,参照图19的(a)、图19的(b)以及图20说明的电源管理部50的结构例具有:第1电源提供部52,其向MPU 60等提供电源 V_m ;以及第2电源提供部53,其向第1传感器33提供第1传感器电源 V_{s1} ,但本发明并不限于这样的结构。只要电源 V_m 和第1传感器电源 V_{s1} 在点火开关11接通的情况下被提供,在点火开关11断开的情况停止提供,则也可以从电源管理部50以外的结构要素提供。

[0376] (第3实施方式的效果)

[0377] (1) 第3实施方式的旋转角检测装置具有:第1传感器33,其在点火开关11接通的情况下被提供电源,输出与马达20的马达旋转轴21的旋转对应的第1传感器信号,并且在点火开关11断开的情况下电源的提供被停止;角度位置计算部61,其在点火开关11接通的情况下被提供电源,基于第1传感器信号来计算表示马达旋转轴21的角度位置的角度位置信息,并且在点火开关11断开的情况下电源的提供被停止;第2传感器34,其输出包含与马达旋转轴21的旋转对应的正弦信号和余弦信号的第2传感器信号;电源管理部50,其在点火开关11接通的情况下向第2传感器34提供连续的第1电力,在点火开关11断开的情况下向第2传感器34提供具有比第1电力小的电压的间歇的第2电力,并且基于第2传感器信号输出表示马达旋转轴的旋转圈数的旋转圈数信息;以及旋转角信息计算部66,其在点火开关11接通的情况下被提供电源,基于角度位置信息和旋转圈数信息来计算表示马达旋转轴21的旋转角的旋转角信息,并且在点火开关11断开的情况下电源的提供被停止。

[0378] 电源管理部50具有:第3电源提供部54,其生成第1电力和第2电力;比较器58a、58b,其在点火开关11接通的情况下将从第3电源提供部54提供的第1电力作为电源进行动作并对基于第1电力的电压的第1基准电压和第2传感器信号进行比较,在点火开关11断开的情况下将从第3电源提供部54提供的第2电力作为电源进行动作并对基于第2电力的电压的第2基准电压和第2传感器信号进行比较;以及计数器58c、58d,其通过对比较器58a、58b的输出进行计数来检测马达旋转轴的旋转圈数。

[0379] 这样,在点火开关11断开的情况下间歇地驱动第2传感器34和比较器58a、58b,并且降低它们的电源电压,因此能够降低点火开关11断开的期间的消耗电力。

[0380] 此外,通过在间歇地输出第2传感器34的电源的电源管理部50中设置取得被间歇地驱动的第2传感器34的第2传感器信号的比较器58a、58b,容易使比较器58a、58b的动作与第2传感器34的间歇驱动同步。

[0381] 并且,通过以相同的电源驱动比较器58a、58b和第2传感器34,并基于第2传感器34的电源的电压来设定与第2传感器信号比较的基准电压,即使随着点火开关11的接通断开而切换向第2传感器34的电源电压,也能够取得比较器58a、58b的正常的输出。

[0382] (2) 第3电源提供部54可以在点火开关11接通的情况下将第1电力作为电源向计数器58c、58d提供,在点火开关11断开的情况下生成具有与第2电力相等的电压的连续的电力即第3电力并作为电源向计数器58c、58d提供。

[0383] 由于在点火开关11断开的情况下降低计数器58c、58d的电源电压,所以能够降低点火开关11断开的期间的消耗电力。

[0384] (3) 电源管理部50可以具有调节器51,该调节器51在点火开关11接通的情况下从外部电源生成具有第1调节器电压的连续的电力即第4电力,并且在点火开关11断开的情况下从外部电源生成具有比第1调节器电压低的第2调节器电压的连续的电力即第5电力,第3电源提供部54从第4电力生成第1电力,从第5电力生成第2电力和第3电力。

[0385] 由此,通过切换来自调节器51的输出电压,能够切换第3电源提供部54的输出电压。

[0386] (4) 也可以将比较器58a、58b和第3电源提供部54设置在单一的集成电路芯片内。

[0387] 由此,容易使比较器58a、58b的动作与第2传感器34的间歇驱动同步。

[0388] (5) 第2电力的1次间歇输出的时间宽度 W_t 也可以根据在点火开关11断开的情况下旋转角检测装置所容许的消耗电流来设定。由此,能够降低点火开关11断开的期间的消耗电力。

[0389] (6) 第2电力的1次间歇输出的时间宽度 W_t 也可以根据提供间歇的第2电力时的第2传感器信号的时间常数来设定。由此,能够防止由于时间宽度 W_t 过小而对比原本的第2传感器信号小的信号进行采样的情况。

[0390] (7) 第2电力的1次间歇输出的时间宽度例如可以是220微秒以下。由此,能够降低点火开关11断开的期间的消耗电力。

[0391] (第4实施方式)

[0392] 接着,对第4实施方式的传感器单元30和控制器40进行说明。电源管理部50在点火开关11断开的期间向第2传感器34提供间歇的电力作为第2传感器电源 V_{s2} ,但传感器单元30作为与控制器40分体的单元而形成,当经由线束35向第2传感器34提供间歇的第2传感器电源 V_{s2} 时,有时在刚上升后过渡电流流动而电源电压变得不稳定,或者成为电磁噪声的产生源。因此,在点火开关11断开的期间,从第2传感器34得到的第2传感器信号有可能变得不稳定。

[0393] 因此,在第4实施方式的传感器单元30和控制器40中,在第2传感器电源 V_{s2} 的电源线上设置旁路电容器、去耦电容器。旁路电容器主要起到将比较高的频率的噪声成分释放到地面的功能,去耦电容器主要起到吸收比较低的频率的电压变动而使电源系统稳定化的作用,但也存在用同一电容器起到双方的功能的情况。

[0394] 图21是示出第4实施方式的传感器单元30的电路结构的一例的概略的框图。传感器单元30具有第1传感器33、第2传感器34、第1放大器36、第2放大器37、第1偏移电压输出电路38、第2偏移电压输出电路39以及分压电阻 R_{d11} 、 R_{d12} 、 R_{d21} 、 R_{d22} 。

[0395] 传感器单元30侧的第1传感器电源 V_{s1} 的第1传感器电源线 $VL1$ 和第2传感器电源 V_{s2} 的第2传感器电源线 $VL2$ 与线束35侧的第1传感器电源线 $VL1$ 和第2传感器电源线 $VL2$ 连接,从控制器40分别被提供第1传感器电源 V_{s1} 和第2传感器电源 V_{s2} 。并且,传感器单元30侧的第1传感器接地线 $GND1$ 和第2传感器接地线 $GND2$ 经由线束35侧的接地线 GND 而与控制器40

侧的接地线(未图示)连接。

[0396] 第2传感器34具有磁阻元件Rs21、Rs22、Rs23及Rs24的电桥电路34a和磁阻元件Rc21、Rc22、Rc23及Rc24的电桥电路34b。

[0397] 磁阻元件Rs21、Rs22、Rs23及Rs24的管脚层的磁化方向与磁阻元件Rc21、Rc22、Rc23及Rc24的管脚层的磁化方向错开90°。

[0398] 当向经由电源端子V2SIN与第2传感器电源线VL2连接的磁阻元件Rs21和Rs22的连接点与经由地端子G2SIN与第2传感器接地线GND2连接的磁阻元件Rs23和Rs24的连接点之间提供第2传感器电源Vs2时,从与中点电位点连接的输出端子SIN2P和SIN2N输出表示与马达旋转轴21的旋转对应的正弦成分的差动正弦信号Ss2p和Ss2n。

[0399] 并且,当向经由电源端子V2COS与第2传感器电源线VL2连接的磁阻元件Rc21和Rc22的连接点与经由地端子G2COS与第2传感器接地线GND2连接的磁阻元件Rc23和Rc24的连接点之间提供第2传感器电源Vs2时,从与中点电位点连接的输出端子COS2P和COS2N输出表示与马达旋转轴21的旋转对应的正弦成分的差动余弦信号Sc2p和Sc2n。

[0400] 第1传感器33具有与第2传感器34相同的结构,电源端子V1SIN和V1COS分别与电源端子V2SIN和V2COS对应,地端子G1SIN和G1COS分别与地端子G2SIN和G2COS对应,输出端子SIN1N、SIN1P、COS1N以及COS1P分别与输出端子SIN2N、SIN2P、COS2N以及COS2P对应,差动正弦信号Ss1p和Ss1n分别与差动正弦信号Ss2p和Ss2n对应,差动余弦信号Sc1p和Sc1n分别与差动余弦信号Sc2p和Sc2n对应。

[0401] 第2放大器37通过对差动正弦信号Ss2p和Ss2n进行放大并赋予从第2偏移电压输出电路39输出的偏移电压Voff2而输出第2正弦信号sin2。并且,通过对差动余弦信号Sc2p和Sc2n进行放大并赋予偏移电压Voff2而输出第2余弦信号cos2。第2放大器37具有:差动放大器37a,其非反相输入端子和反相输入端子分别被输入差动正弦信号Ss2p和Ss2n;以及差动放大器37b,其非反相输入端子和反相输入端子分别被输入差动余弦信号Sc2p和Sc2n。

[0402] 第2偏移电压输出电路39将偏移电压Voff2施加到该差动放大器37a和37b的非反相输入端子。

[0403] 第2偏移电压输出电路39例如可以是电压跟随器电路,该电压跟随器电路具有放大器39a,该放大器39a的非反相输入端子被输入通过分压电阻Rd21和Rd22对第2传感器电源Vs2进行分压而得的分压电压。例如,可以使分压电阻Rd21和Rd22的电阻值相等,将第2传感器电源Vs2以1比1分压。在该情况下,偏移电压Voff2为第2传感器电源Vs2的电压的2分之1 ($V_{s2}/2$)。

[0404] 第1放大器36和第1偏移电压电路38具有与第2放大器37和第2偏移电压电路39相同的结构。

[0405] 第1放大器36通过对差动正弦信号Ss1p和Ss1n进行放大并赋予从第1偏移电压输出电路38输出的偏移电压Voff1而输出第1正弦信号sin1。并且,通过对差动余弦信号Sc1p和Sc1n进行放大并赋予偏移电压Voff1而输出第1余弦信号cos1。

[0406] 第1偏移电压输出电路38例如可以是输入通过分压电阻Rd11和Rd12对第1传感器电源Vs1进行分压而得的分压电压的电压跟随器电路。偏移电压Voff1例如可以是第1传感器电源Vs1的电压的2分之1 ($V_{s1}/2$)。

[0407] 第1正弦信号sin1、第1余弦信号cos1、第2正弦信号sin2、第2余弦信号cos2经由线

束35向控制器40传送。

[0408] 在本发明中,在连续地提供第2传感器电源Vs2的点火开关11接通的情况和间歇地提供第2传感器电源Vs2的点火开关11断开的情况这两个情况下,要求(1)第2传感器34侧的电源稳定性;(2)良好的EMC (Electromagnetic Compatibility) 特性;(3)点火开关11断开时的暗电流的降低。

[0409] 从电源稳定性的观点出发,优选大容量的去耦电容器。另一方面,在间歇地提供第2传感器电源Vs2的点火开关11断开的情况下,从高速的信号的上和暗电流降低的观点出发,优选小容量的旁路电容器。并且,从EMC特性的观点出发,优选在高频区域发挥功能的旁路电容器。

[0410] 发明人等通过反复模拟,发现了通过在接下来的3处(1)~(3)设置旁路电容器、去耦电容器,可得到稳定的第2传感器信号。

[0411] (1) 第2偏移电压输出电路39的输入端子

[0412] 通过将第2偏移电压输出电路39的输入端子和第2传感器接地线GND2连接起来的方式(即以将分压电阻Rd21、Rd22的连接点和第2传感器接地线GND2连接起来的方式)设置去耦电容器C12,在间歇地提供第2传感器电源Vs2的情况下,即使对第2传感器电源Vs2进行开关,其过渡电流所产生的电源的电压变动也被由分压电阻Rd21和去耦电容器C12形成的低通滤波器阻断,第2传感器信号的直流成分的变动被抑制。其结果是,能够提高第2传感器信号的稳定性。

[0413] (2) 接近第2传感器34的位置

[0414] 通过在接近第2传感器34的位置处设置将第2传感器电源线VL2和第2传感器接地线GND2连接起来的旁路电容器C23和C24,能够抑制因第2传感器电源Vs2的开关产生的电磁噪声对第2传感器34造成的影响,其结果是,能够提高第2传感器信号的稳定性。

[0415] (3) 接近电源管理部50的位置

[0416] 通过在接近电源管理部50的位置处设置将线束35的第2传感器电源线VL2和接地线GND连接起来的去耦电容器C32(参照图22),能够抑制在第2传感器电源Vs2被开关时产生的电源的电压变动进入到线束35,能够使线束35所提供的电源稳定化。并且,能够降低从线束35产生的噪声。

[0417] 另外,即使在点火开关11接通的情况(即连续地提供第2传感器电源Vs2的情况)下,通过在上述3处(1)~(3)连接旁路电容器、去耦电容器,也能够抑制来自外部的噪声对第2传感器34带来的影响,因此能够提高第2传感器信号的稳定性。

[0418] 与第2传感器电源Vs2的第2传感器电源线VL2同样,也可以针对第1传感器电源Vs1的第1传感器电源线VL1设置旁路电容器、去耦电容器。在本实施方式中,设置将第1偏移电压输出电路38的输入端子和第1传感器接地线GND1连接起来的去耦电容器C11(参照图21)。

[0419] 并且,在接近第1传感器33的位置处设置将第1传感器电源线VL1和第1传感器接地线GND1连接起来的旁路电容器C21和C22。

[0420] 并且,在接近电源管理部50的位置处设置将线束35的第1传感器电源线VL1和接地线GND连接起来的去耦电容器C31(参照图22)。

[0421] 此外,也可以在接近与线束35连接的连接器的位置处设置应对静电放电浪涌(ESD)用的旁路电容器Ce1和应对ESD用的旁路电容器Ce2,该旁路电容器Ce1连接传感器单

元30侧的第1传感器电源线VL1和第1传感器接地线GND1,该旁路电容器Ce2连接传感器单元30侧的第2传感器电源线VL2和第2传感器接地线GND2。

[0422] (第4实施方式的效果)

[0423] (1) 实施方式的旋转角检测装置具有:传感器单元30,其输出第1传感器信号和第2传感器信号,该第1传感器信号包含与马达20的马达旋转轴21的旋转对应的正弦信号和余弦信号,该第2传感器信号包含与马达旋转轴21的旋转对应的正弦信号和余弦信号;控制器40,其向传感器单元30提供电源并且基于第1传感器信号和第2传感器信号来计算表示马达旋转轴21的旋转角的旋转角信息;以及线束35,其连接控制器40和传感器单元30,从控制器40向传感器单元30传送电源,从传感器单元30向控制器40传送第1传感器信号和第2传感器信号。

[0424] 传感器单元30具有:第1传感器33,其被经由线束35从控制器40提供的第1传感器电源Vs1驱动,输出与马达旋转轴21的旋转对应的正弦信号和余弦信号;第1放大器36,其对第1传感器33的输出信号进行放大而作为第1传感器信号输出;第2传感器34,其被作为电源经由线束35从控制器40提供的第2传感器电源Vs2驱动,输出与马达旋转轴21的旋转对应的正弦信号和余弦信号;第2放大器37,其对第2传感器34的输出信号进行放大而作为第2传感器信号输出;第1分压电阻Rd11和Rd12以及第2分压电阻Rd21和Rd22,其分别对经由线束35从控制器40提供的第1传感器电源Vs1和第2传感器电源Vs2的电压进行分压;第1偏移电压输出电路38和第2偏移电压输出电路39,其分别从第1分压电阻Rd11和Rd12的连接点以及第2分压电阻Rd21和Rd22的连接点被输入分压电压,对第1放大器36和第2放大器37赋予偏移电压;以及去耦电容器C12,其连接第2偏移电压输出电路39的输入端子和地。

[0425] 控制器40具有电源管理部50,该电源管理部50在电源开关接通的情况下提供连续的电力作为第1传感器电源Vs1和第2传感器电源Vs2,在电源开关断开的情况下停止第1传感器电源Vs1的提供并且提供间歇的电力作为第2传感器电源Vs2。

[0426] 通过设置这样的去耦电容器C12,在间歇地提供第2传感器电源Vs2的情况下,即使对第2传感器电源Vs2进行开关,其过渡电流所产生的电源的电压变动也被由分压电阻Rd21和去耦电容器C12形成的低通滤波器阻断,第2传感器信号的直流成分的变动被抑制。其结果是,能够提高第2传感器信号的稳定性。

[0427] (2) 传感器单元30也可以在接近第2传感器34的位置处具有将第2传感器电源Vs2的电源线和地连接起来的旁路电容器C23和C24。

[0428] 通过设置这样的旁路电容器C23和C24,能够抑制因第2传感器电源Vs2的开关产生的电磁噪声对第2传感器34造成的影响,其结果是,能够提高第2传感器信号的稳定性。

[0429] (3) 控制器40也可以在接近电源管理部50的位置处具有将线束35的第2传感器电源Vs2的电源线和地连接起来的去耦电容器C32。

[0430] 通过设置这样的去耦电容器C32,能够抑制在第2传感器电源Vs2被开关时产生的电源的电压变动进入线束35,能够使由线束35提供的电源稳定化。并且,能够降低从线束35产生的噪声。

[0431] (4) 传感器单元30也可以在接近第1传感器33的位置处具有将第1传感器电源Vs1的电源线和地连接起来的旁路电容器C21和C22。

[0432] 通过设置这样的旁路电容器C21和C22,能够抑制因第1传感器电源Vs1的开关产生

的电磁噪声对第1传感器33造成的影响,其结果是,能够提高第1传感器信号的稳定性。

[0433] 另外,也可以适当组合上述第1实施方式~第4实施方式的结构。例如,第3实施方式的电源管理部50的电源控制部56也可以按照与第2实施方式的电源控制部56同样的结构和方法来变更驱动第2传感器34的驱动间隔。

[0434] 并且,例如与第3实施方式同样,第2实施方式的比较器58a、58b可以在点火开关11接通的情况下将从第3电源提供部54提供的连续的第2传感器电源Vs2作为电源进行动作并对基于第2传感器电源Vs2的电压的阈值电压Vr和第2传感器信号进行比较,在点火开关11断开的情况下将从第3电源提供部54提供的间歇的第2传感器电源Vs2作为电源进行动作并对基于第2传感器电源Vs2的电压的阈值电压Vr和第2传感器信号进行比较,正弦计数器58c和余弦计数器58d将内部电源Vp作为电源进行动作。

[0435] 并且,例如也可以对第1实施方式~第3实施方式的传感器单元30以及控制器40设置与第4实施方式同样的旁路电容器。

[0436] (变形例)

[0437] 在以上说明中,记载了将本发明的旋转角检测装置应用于所谓的被称为上游辅助方式的柱辅助方式的电动助力转向装置的例子,但本发明的旋转角检测装置也可以应用于所谓的下游辅助方式的电动助力转向装置。以下,作为下游辅助方式的电动助力转向装置的例子,对在单小齿轮辅助方式、齿条辅助方式、双小齿轮辅助方式的电动助力转向装置中应用本发明的旋转角检测装置的结构例进行说明。

[0438] 另外,在下游辅助方式的情况下,为了防水对策,马达20、传感器单元30、控制器40可以不是分体的,而是如图23~图25的虚线所示那样成为一体构造的MCU(Motor Control Unit:马达控制单元)。在该情况下,作为上述第1传感器33和第2传感器34的传感器IC可以内置于控制器40的电路基板。

[0439] 图23示出在单小齿轮辅助方式的电动助力转向装置中应用本发明的旋转角检测装置的结构例。代替柱轴2i和2o以及将它们连结起来的扭杆(未图示)而具有柱轴2。方向盘1经由柱轴2与中间轴的一方的万向节4A连结。并且,在另一方的万向节4B连结有扭杆(未图示)的输入侧轴4C。

[0440] 齿轮齿条机构5具有小齿轮轴5A、小齿轮5B以及齿条杆5C。输入侧轴4C和齿轮齿条机构5通过因输入侧轴4C与齿轮齿条机构5之间的旋转角的偏差而扭转的扭杆(未图示)而连结。转矩传感器10电磁地测定扭杆的扭转角作为方向盘1的转向转矩Th。

[0441] 在小齿轮轴5A处经由减速齿轮3连结有辅助方向盘1的转向力的马达20,传感器单元30与上述实施方式同样地计算马达20的马达旋转轴的旋转角信息。

[0442] 图24示出在齿条辅助方式的电动助力转向装置中应用本发明的旋转角检测装置的结构例。在齿条杆5C的外周面形成螺旋槽(未图示),与此同样的引线的螺旋槽(未图示)也形成于螺母7A的内周面。通过在由这些螺旋槽形成的滚动路径配置多个滚动体而形成滚珠丝杠。

[0443] 在与辅助方向盘1的转向力的马达20的旋转轴20a连结的驱动带轮7B和与螺母7A连结的从动带轮7C上卷绕有带7D,旋转轴20a的旋转运动被转换为齿条杆5C的直行运动。传感器单元30与上述实施方式同样地计算马达20的马达旋转轴的旋转角信息。

[0444] 图25示出在双小齿轮辅助方式的电动助力转向装置中应用本发明的旋转角检测

装置的结构例。双小齿轮辅助方式的电动助力转向装置除了具有小齿轮轴5A和小齿轮5B之外,具有第2小齿轮轴8A和第2小齿轮8B,齿条杆5C具有与小齿轮5B啮合的第1齿条齿(未图示)和与第2小齿轮8B啮合的第2齿条齿(未图示)。

[0445] 在第2小齿轮轴8A处经由减速齿轮3联结有辅助方向盘1的转向力的马达20,传感器单元30与上述实施方式同样地计算马达20的马达旋转轴的旋转角信息。

[0446] 标号说明

[0447] 1:方向盘;2i:柱轴(输入轴);2o:柱轴(输出轴);3:减速齿轮;4A、4B:万向节;5:齿轮齿条机构;6:横拉杆;10:转矩传感器;11:点火开关(电源开关);12:车速传感器;14:电池;20:马达;30:传感器单元;33:第1传感器;34:第2传感器;35:线束;36:第1放大器;37:第2放大器;38:第1偏移电压输出电路;39:第2偏移电压输出电路;40:控制器;50:电源管理部;51:调节器;52:第1电源提供部;53:第2电源提供部;54:第3电源提供部;55:内部电源生成部;56:电源控制部;57:传感器电源判定部;58:旋转圈数检测部;58a:第1比较器;58b:第2比较器;58c:正弦计数器;58d:余弦计数器;60:微处理器;61:角度位置计算部;62:计数合计部;63:旋转圈数信息校正部;63a:第1象限信息计算部;63b:第2象限信息计算部;63c:象限比较部;63d:校正部;64:旋转圈数计算部;65:角计算部;66:旋转角信息计算部;66a、66c:乘法器;66b、66d:加法器;67:诊断部;68:辅助控制部;C11、C12、C31、C32:去耦电容器;C21~C24、Ce1、Ce2:旁路电容器。

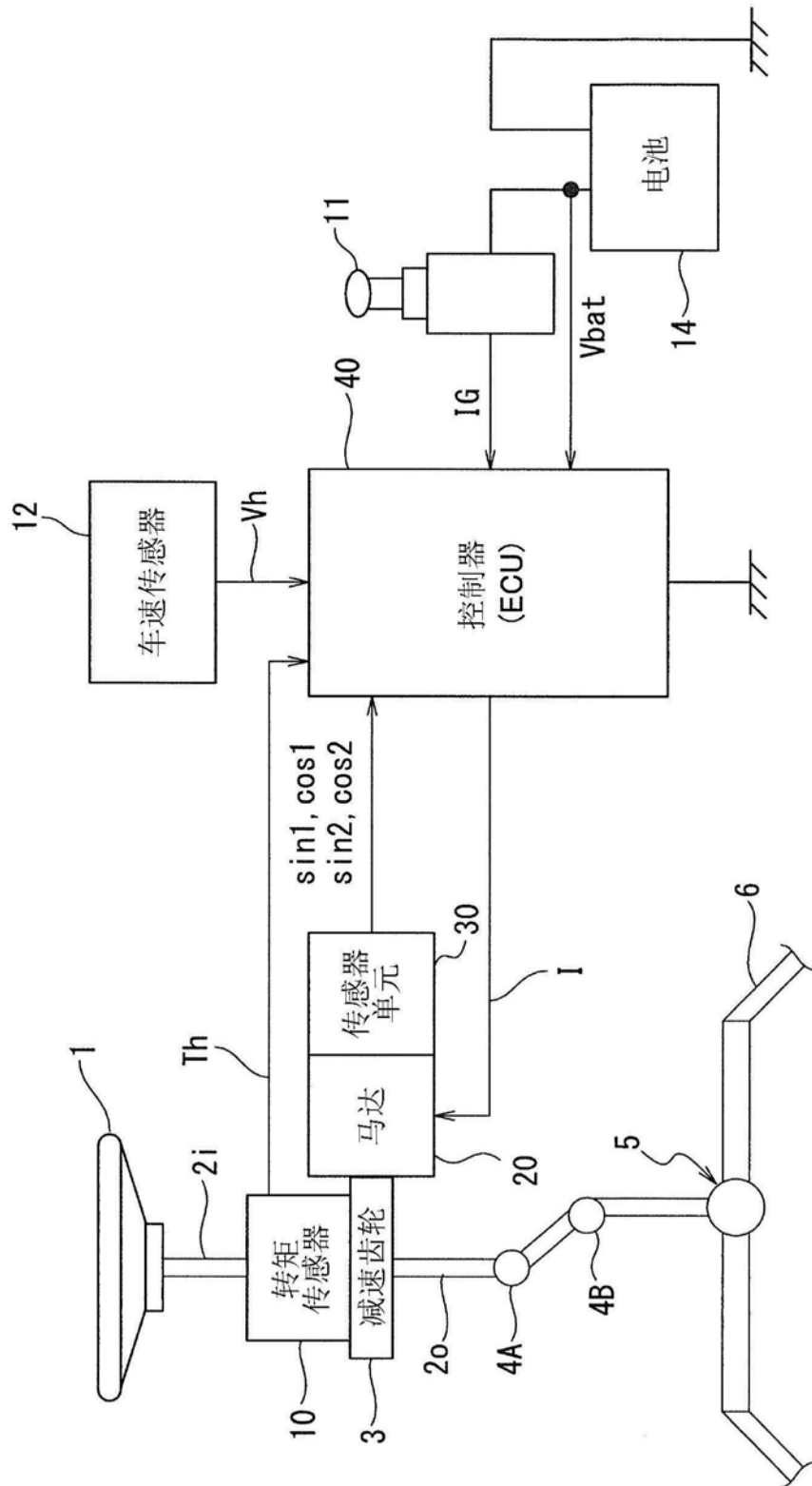


图1

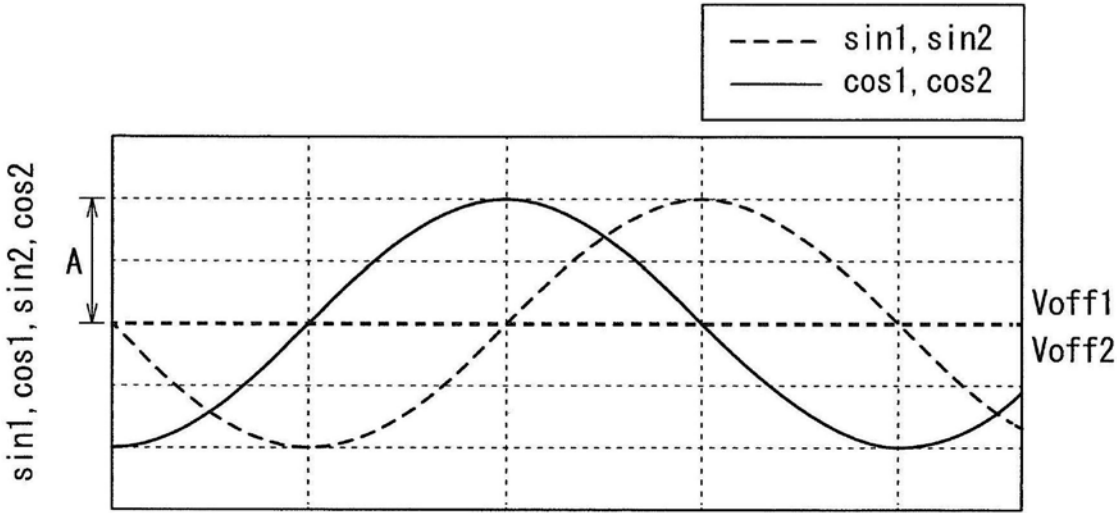


图2

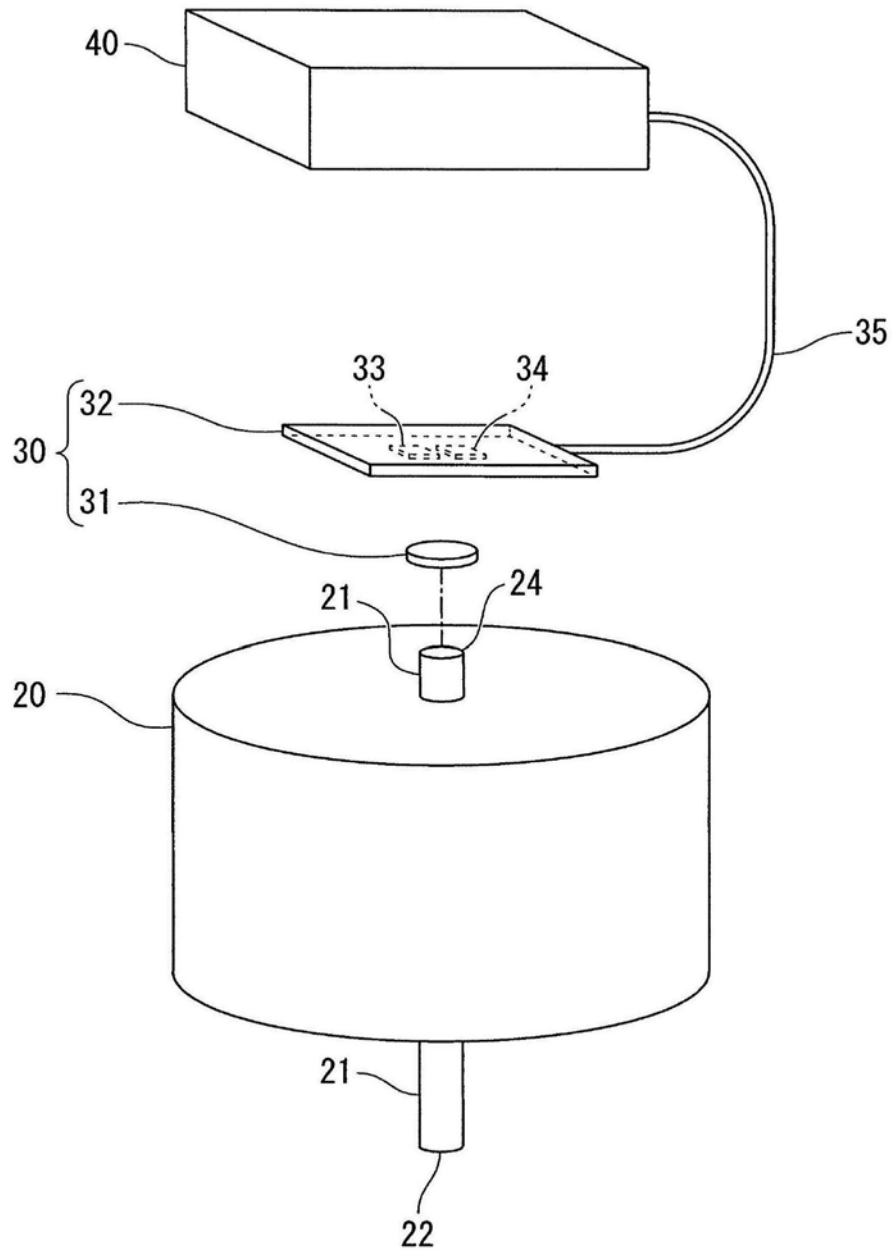


图3

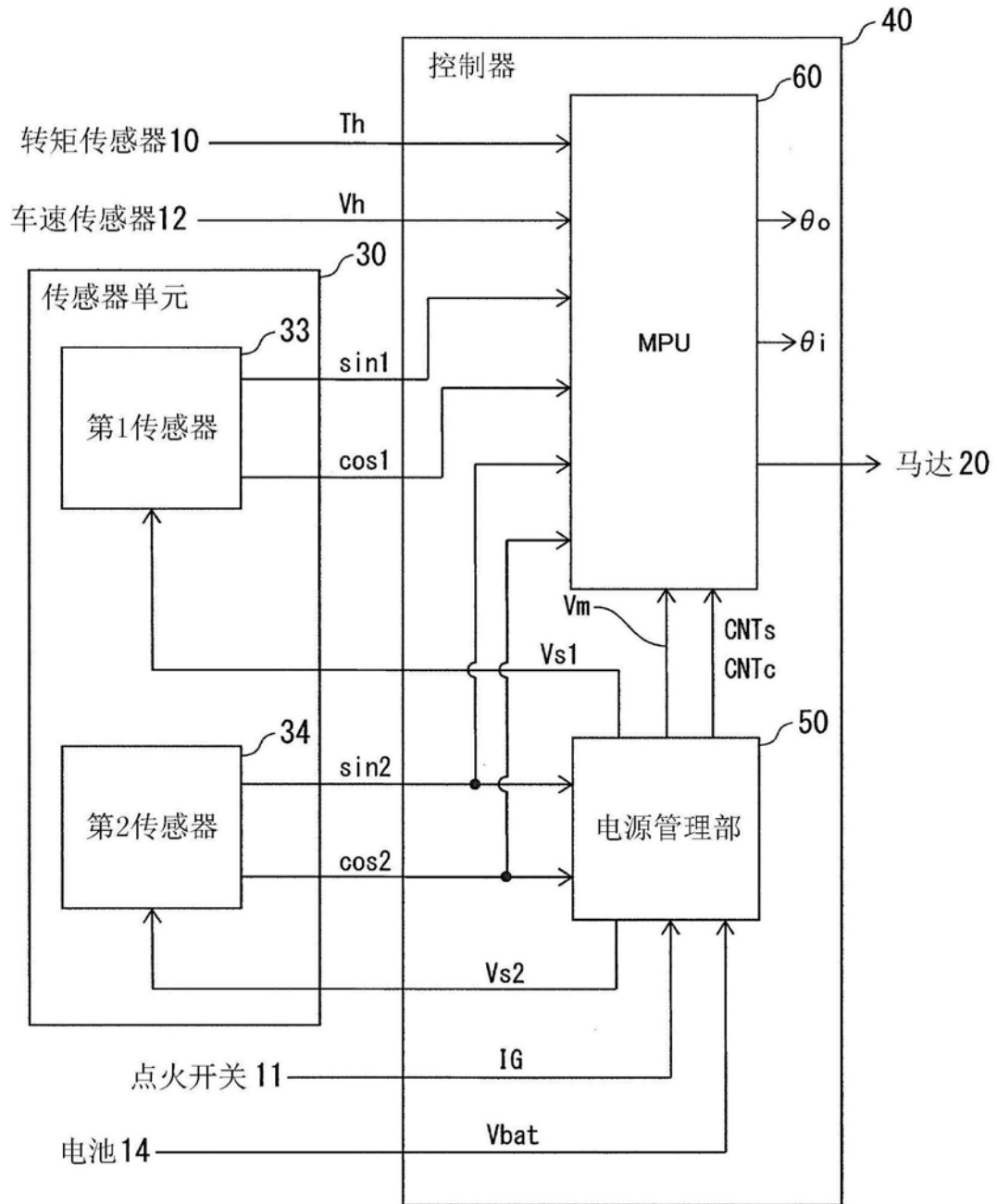


图4

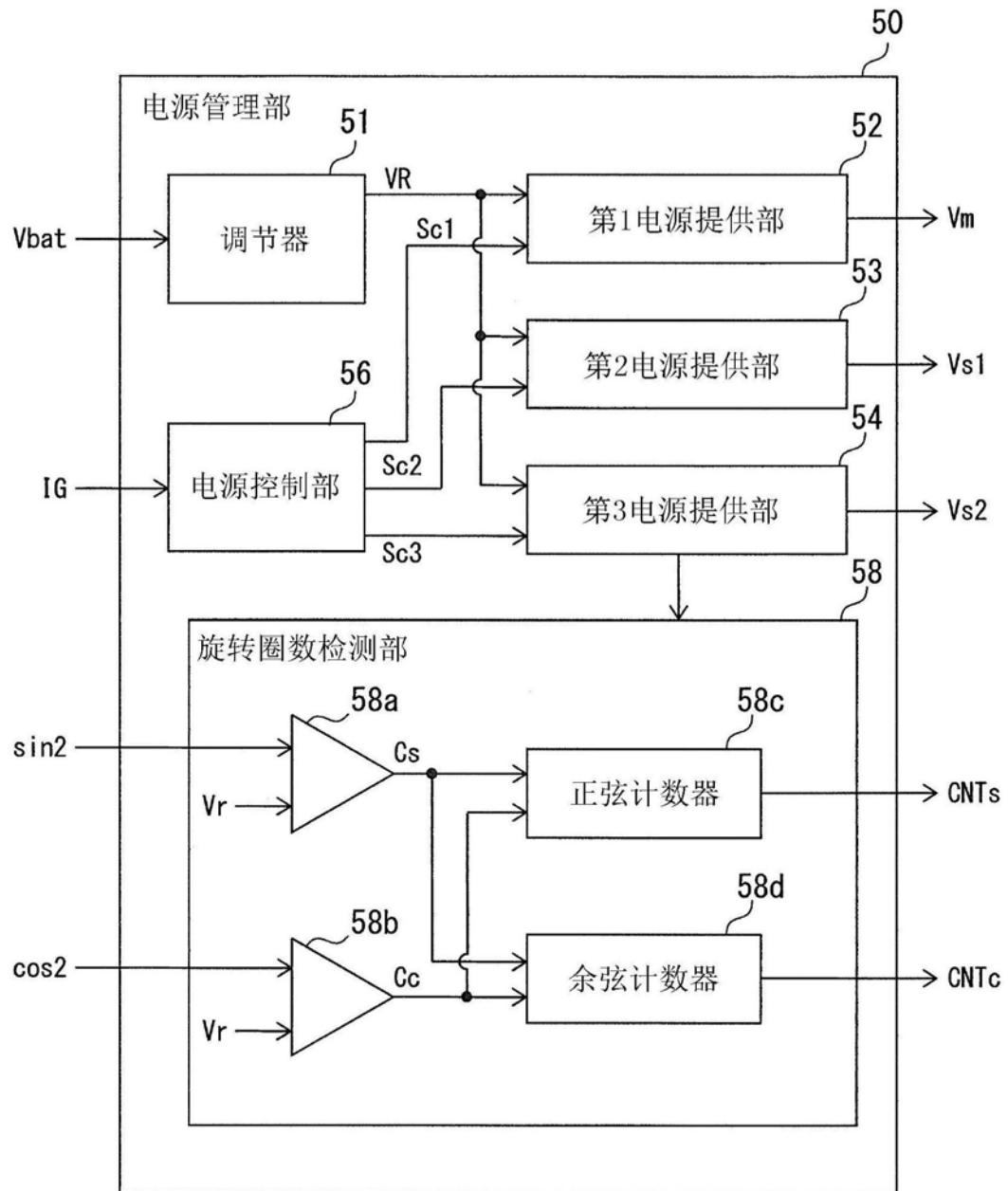


图5

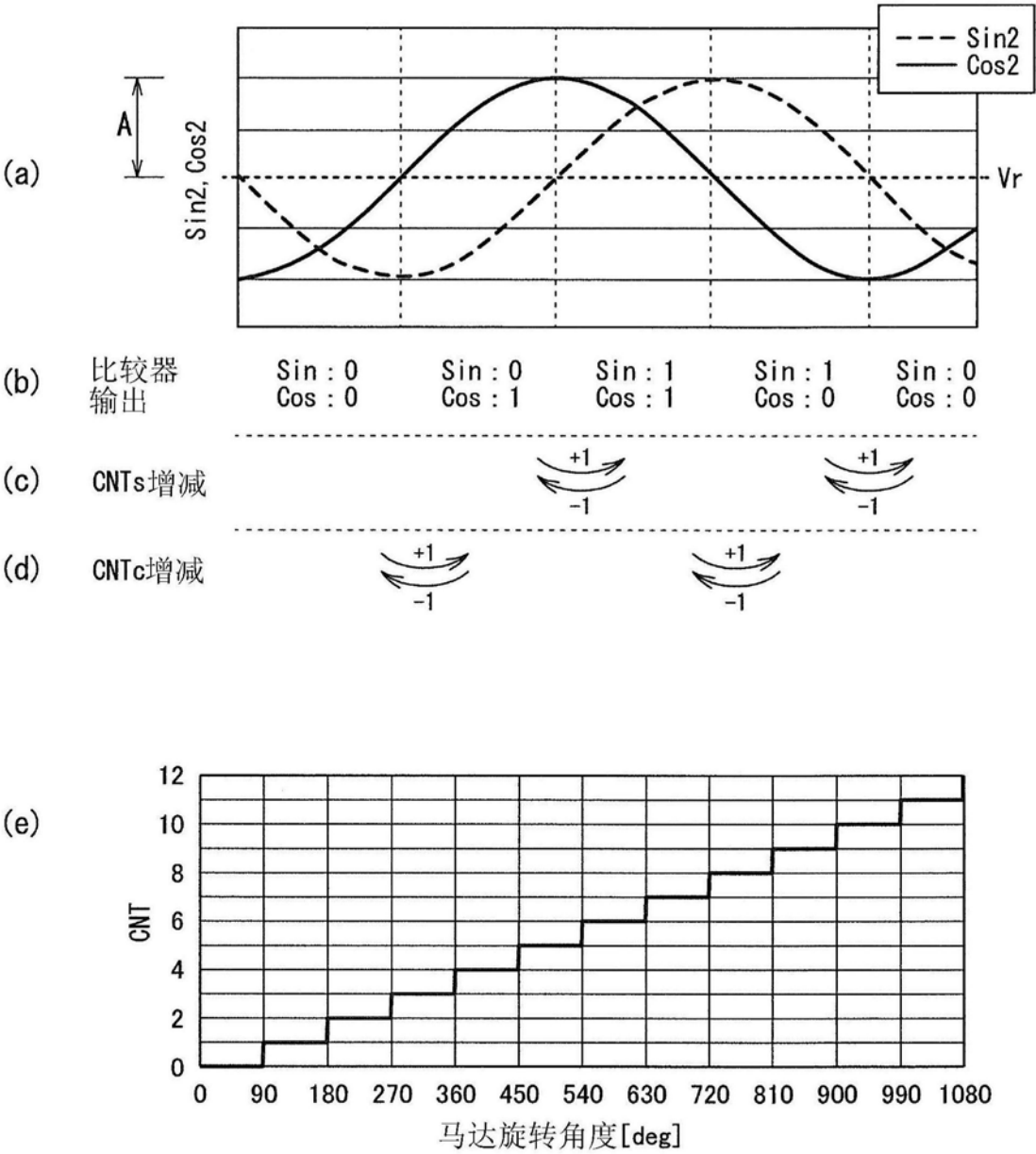


图6

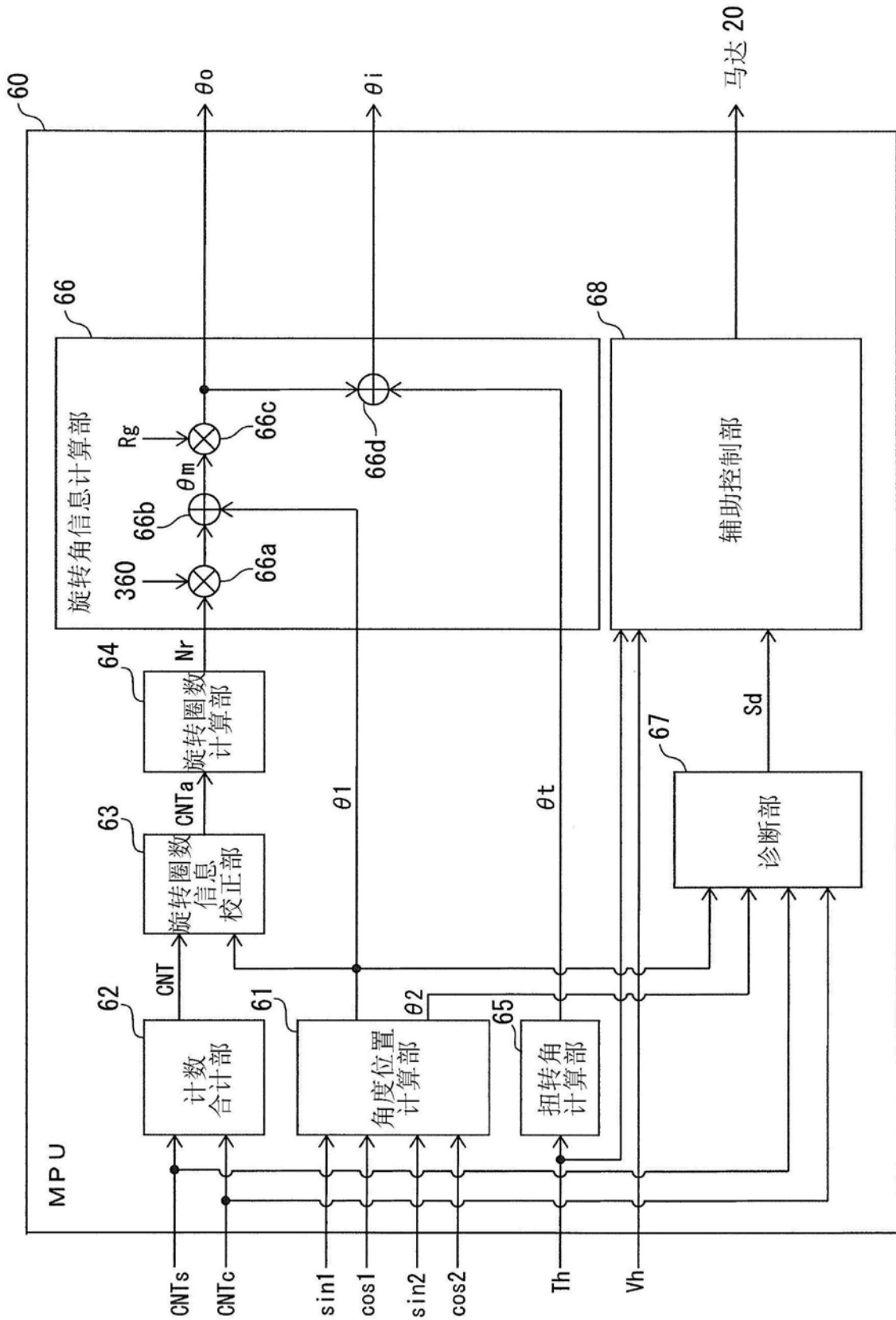


图7

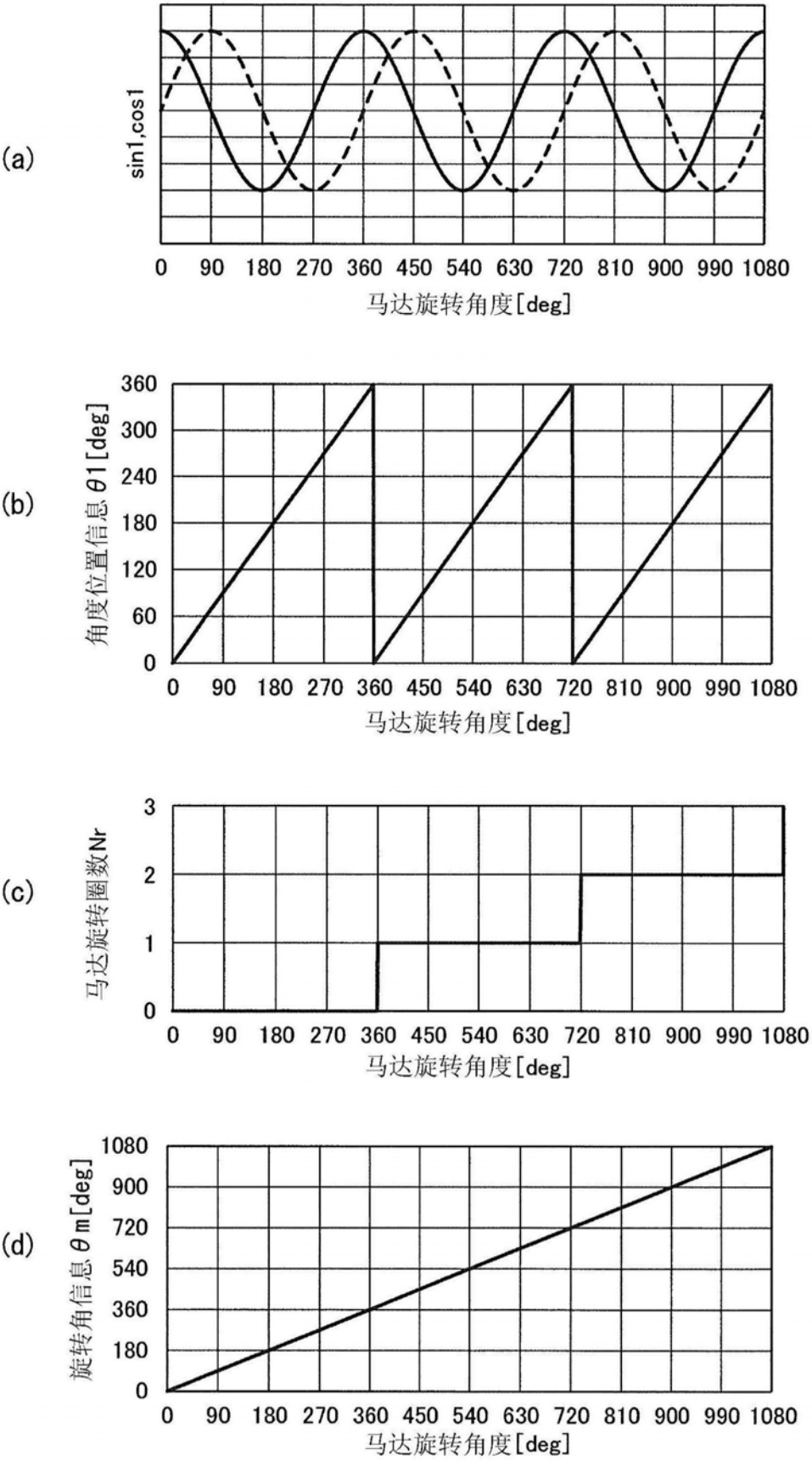


图8

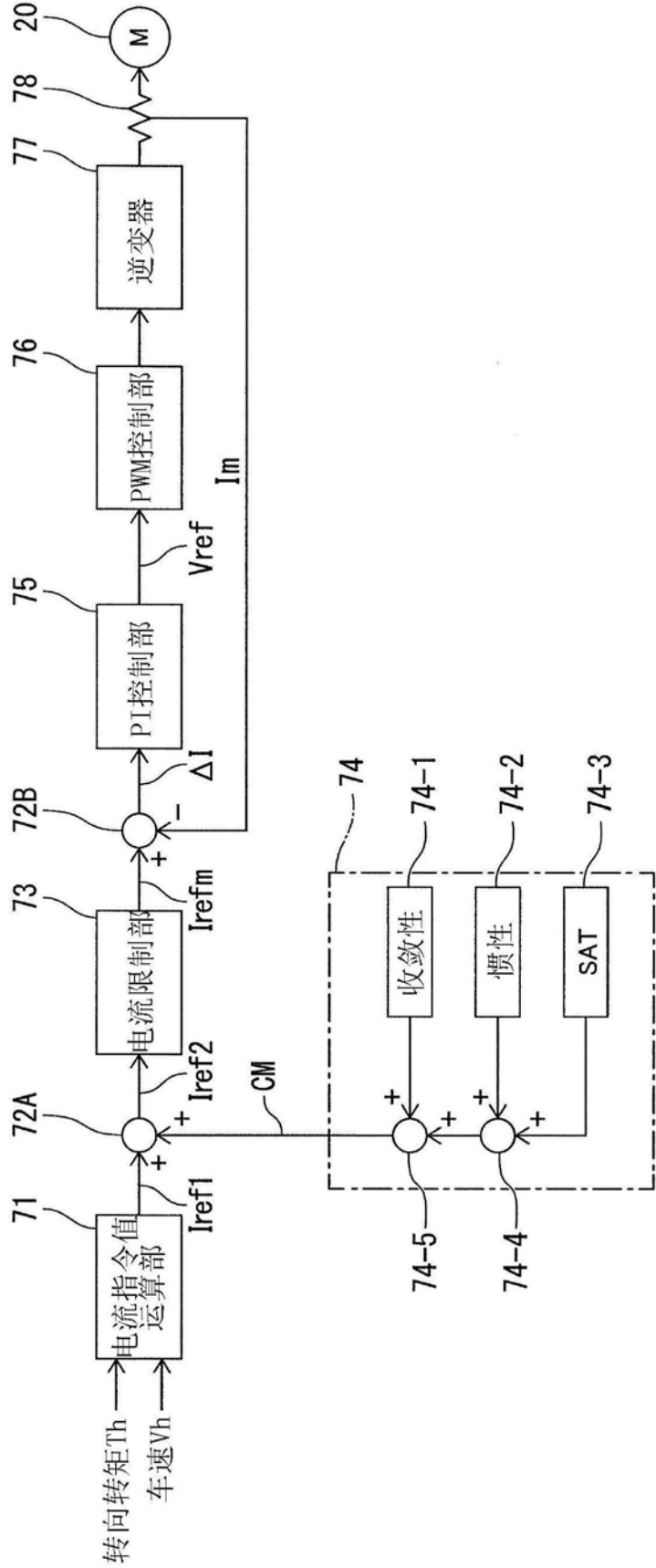


图9

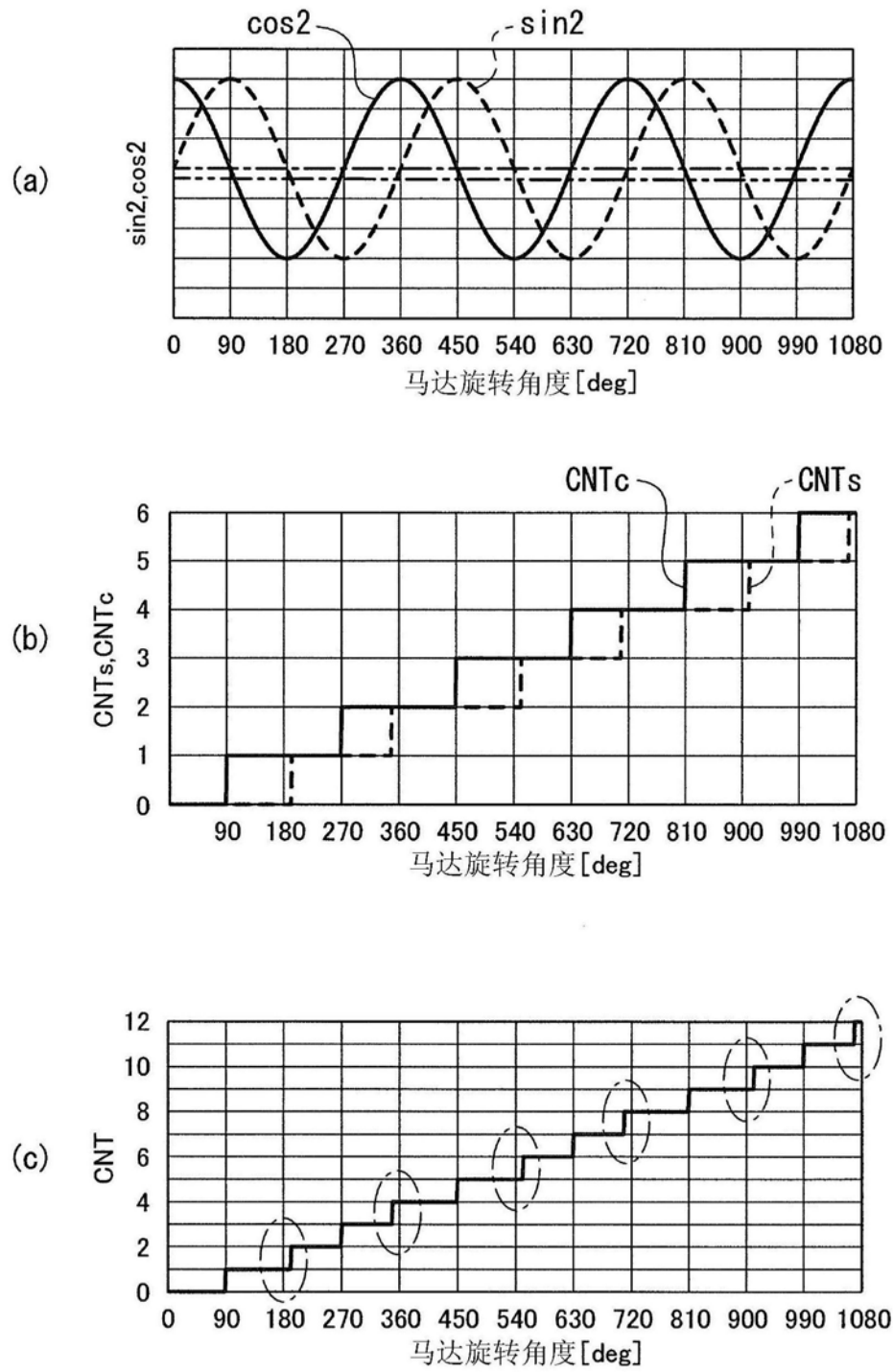


图10

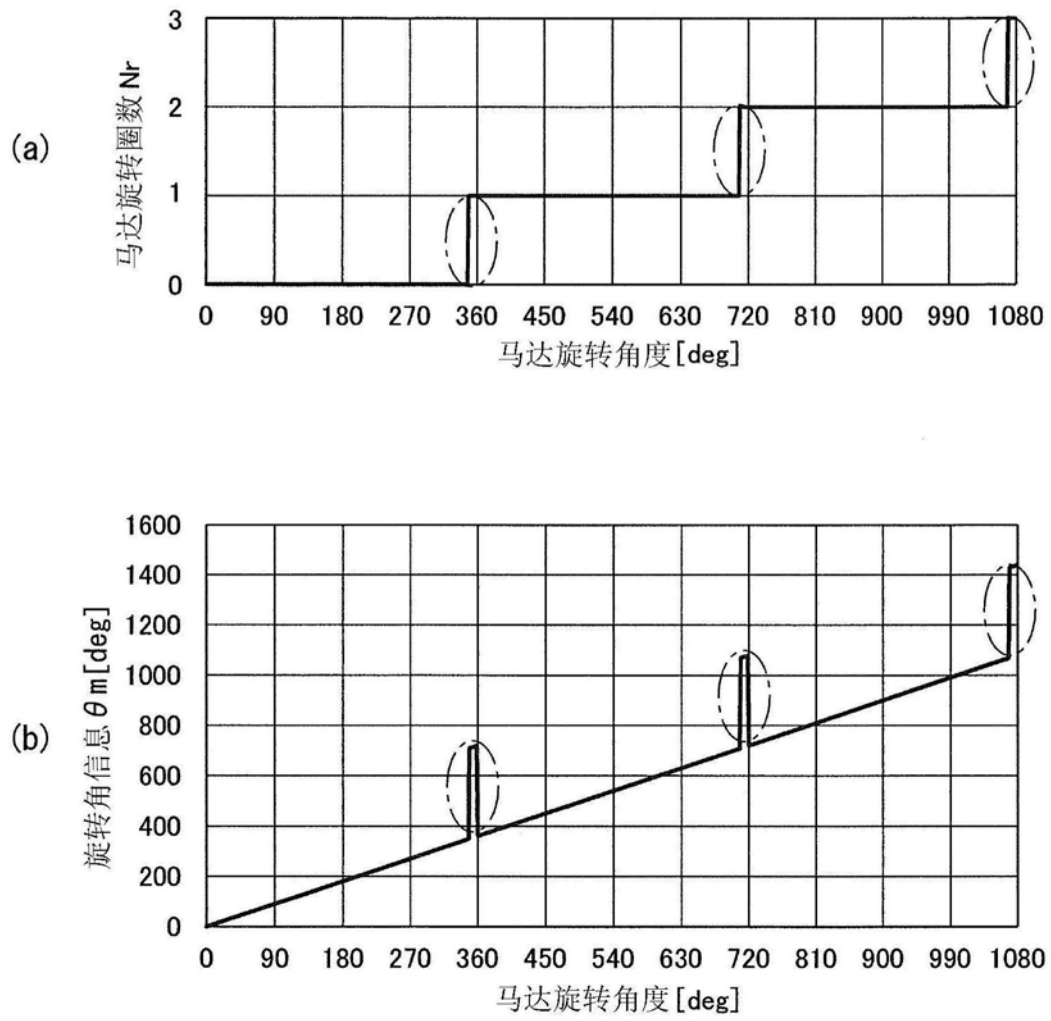


图11

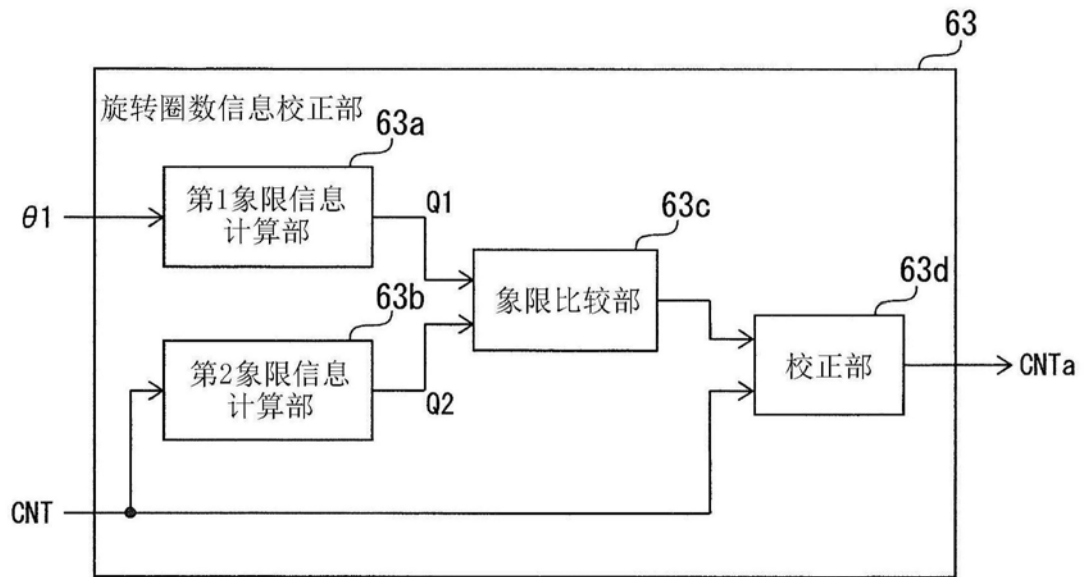


图12

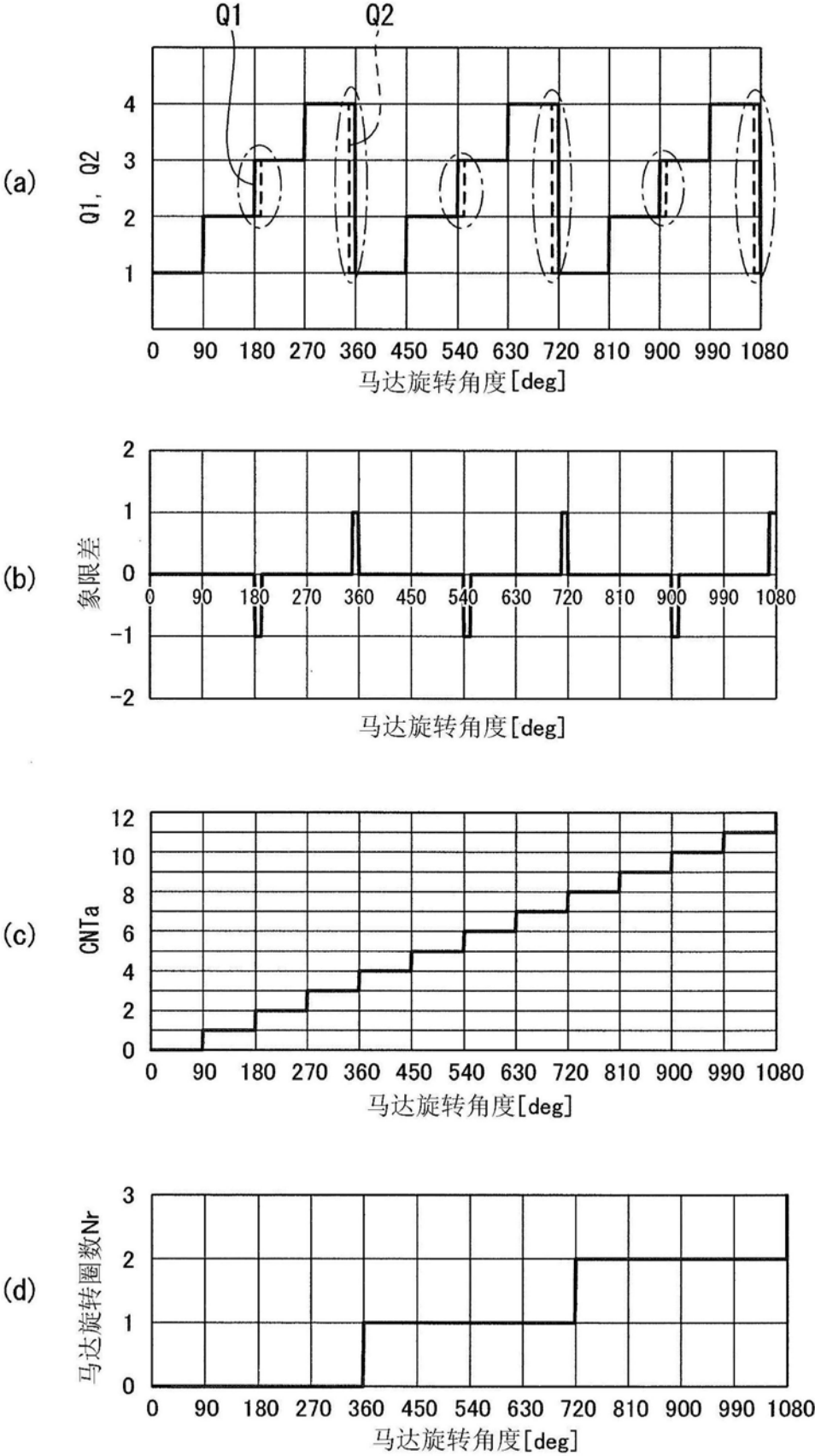


图13

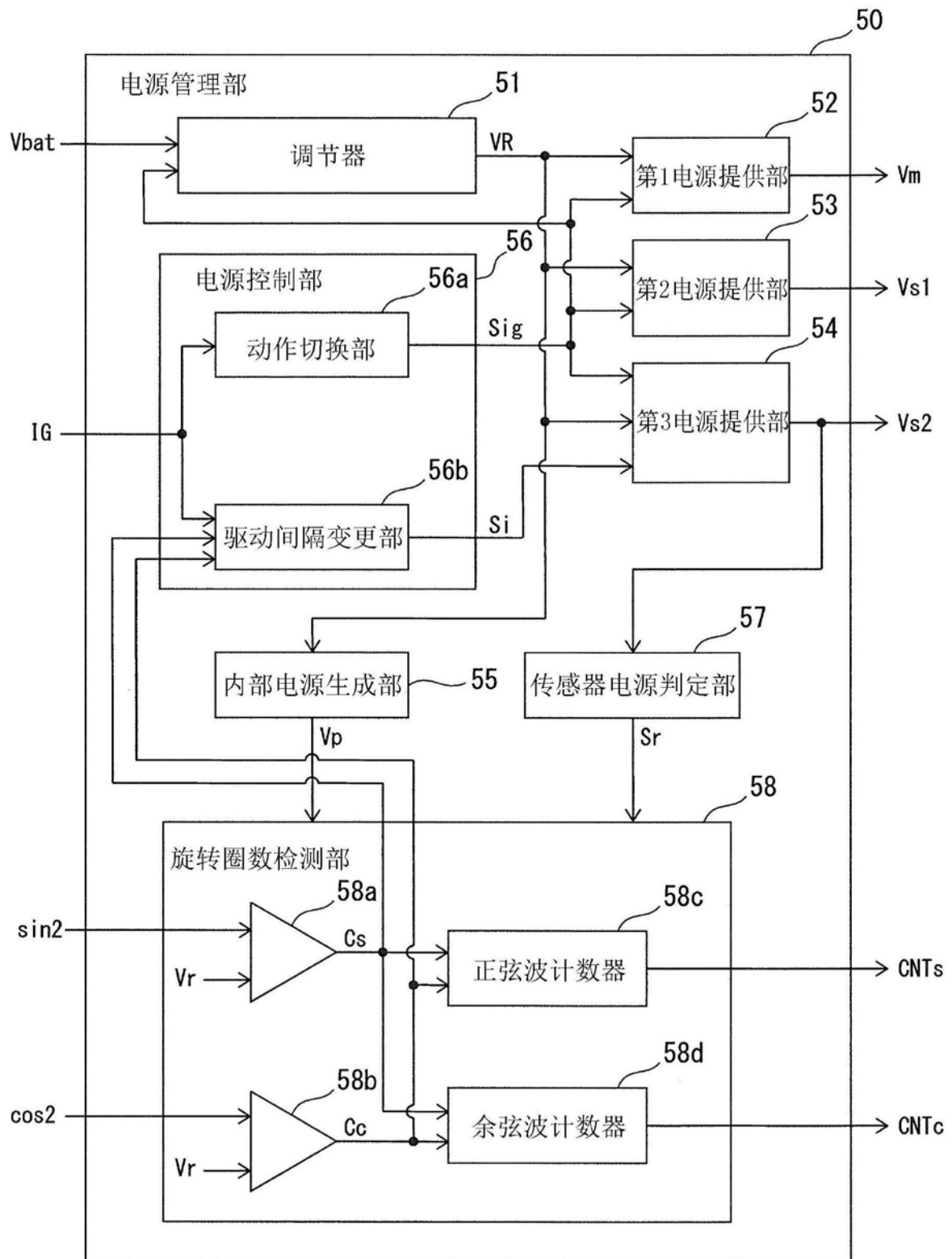


图14

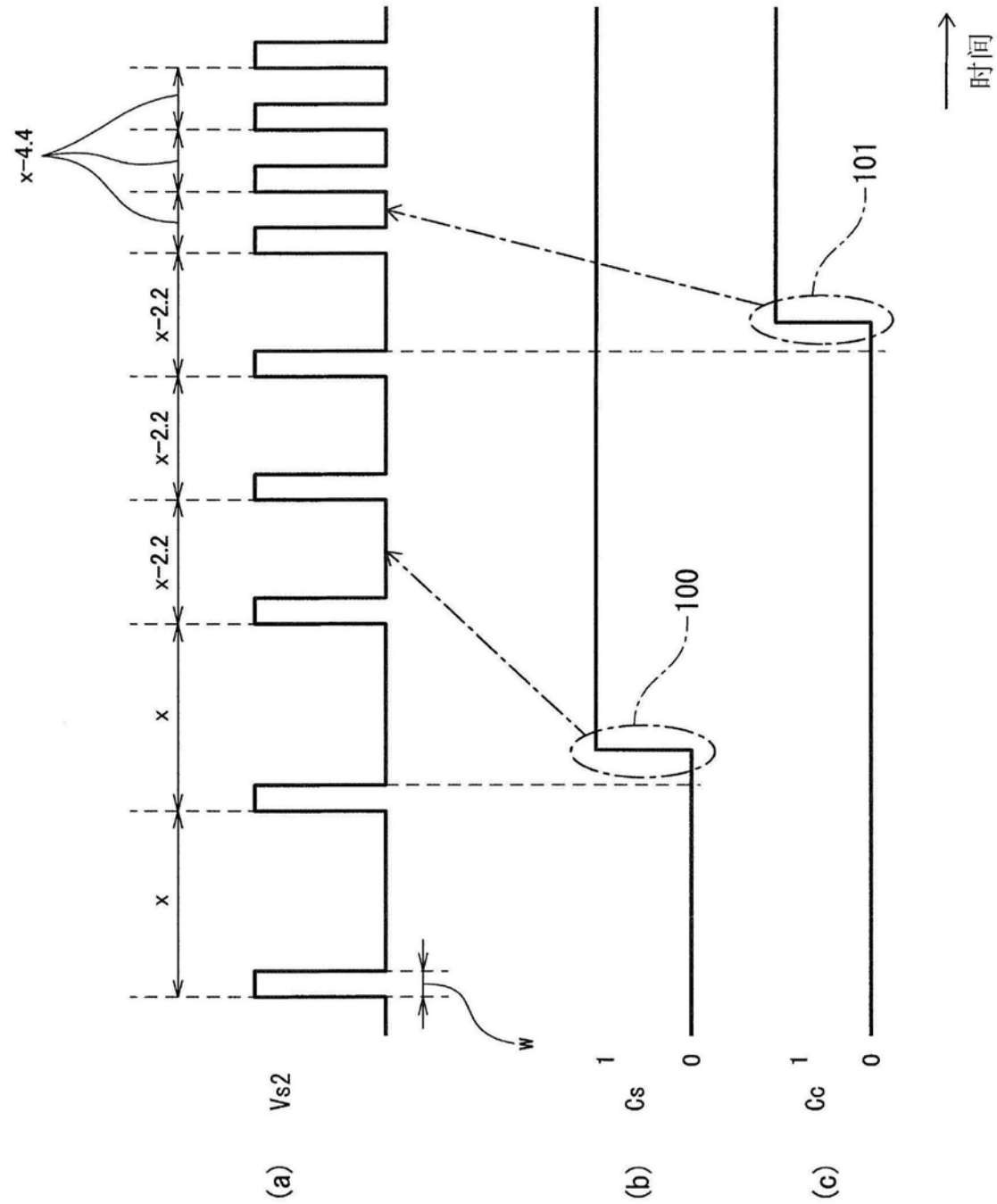


图15

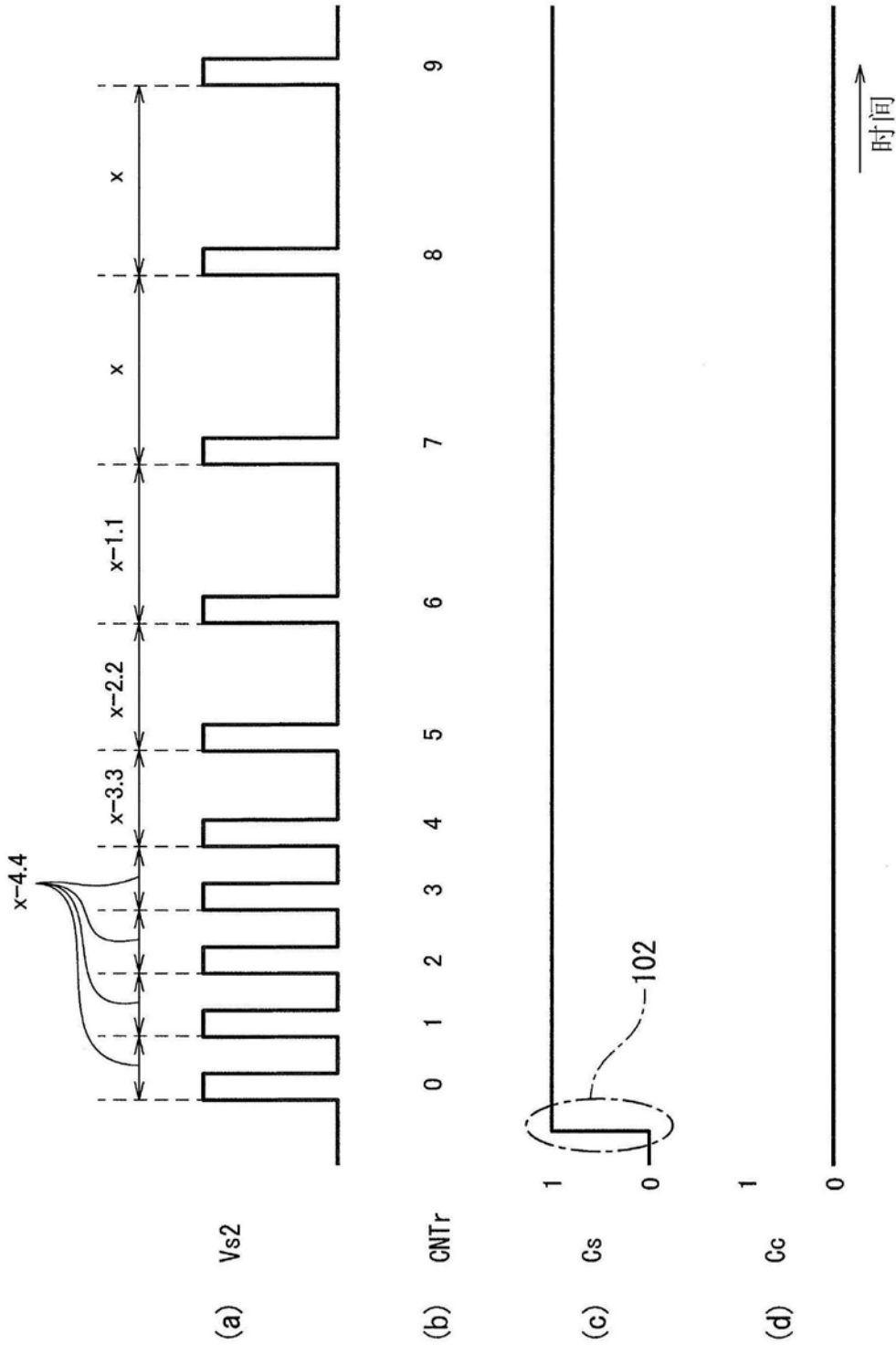


图16

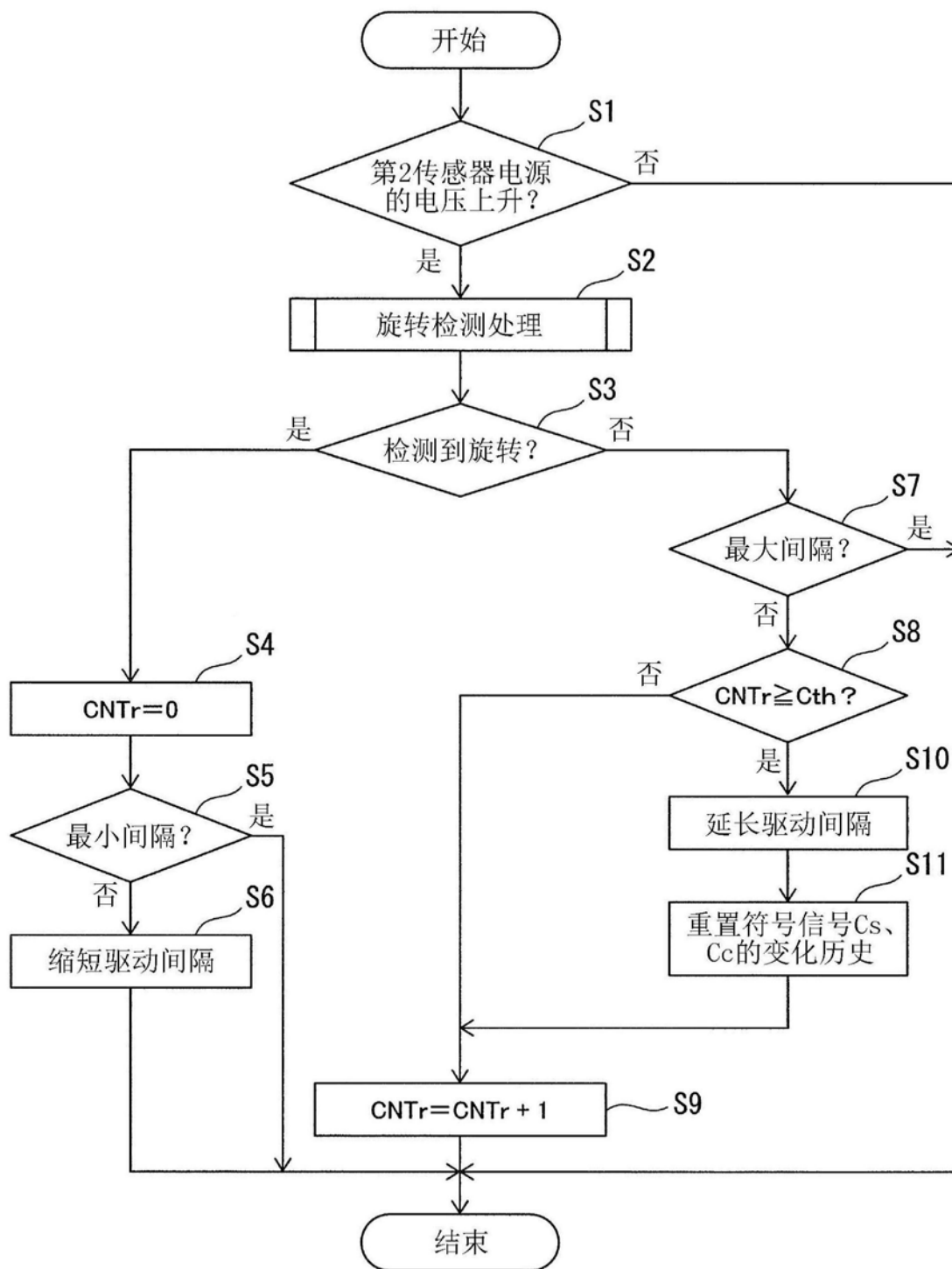


图17

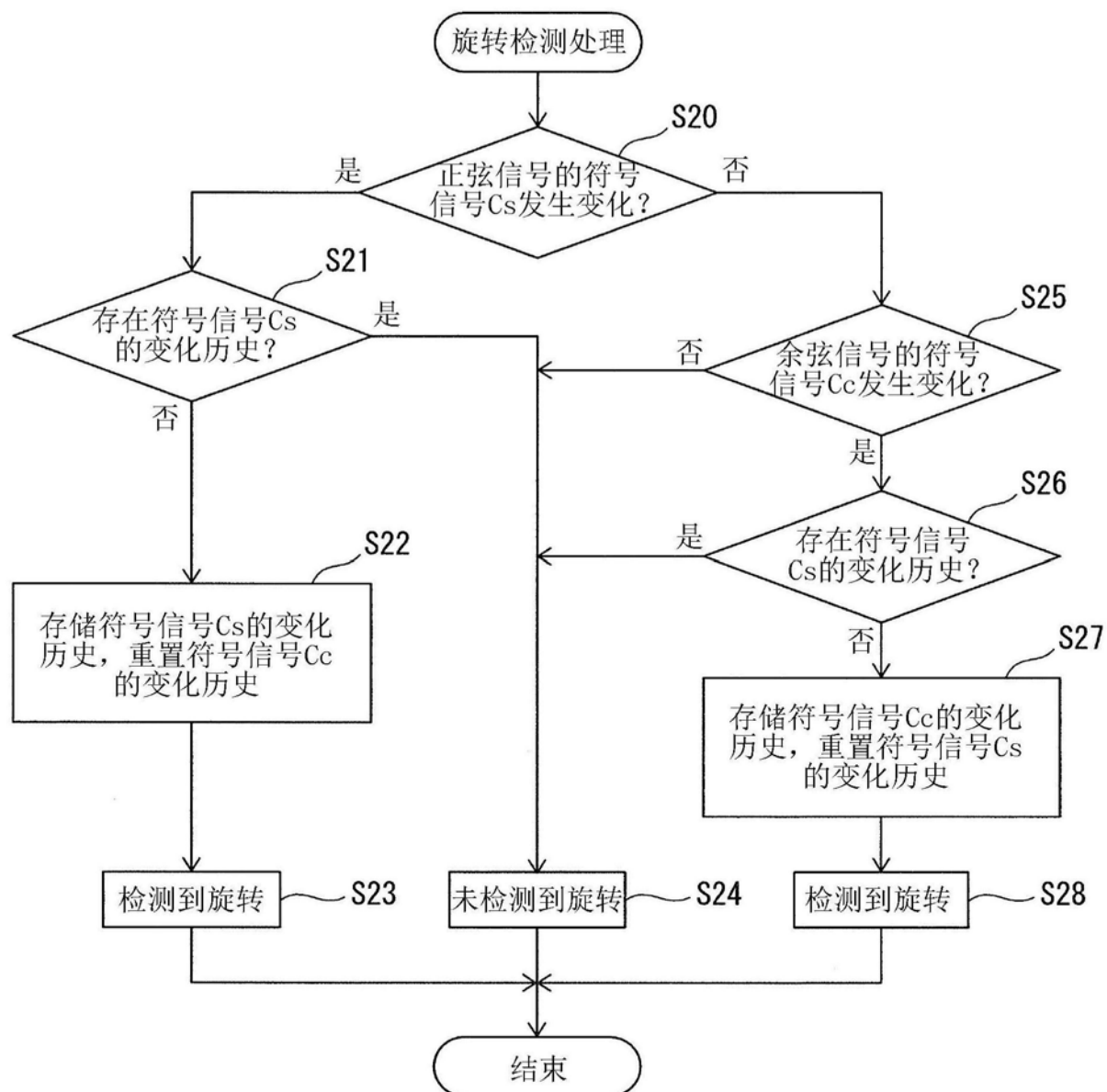


图18

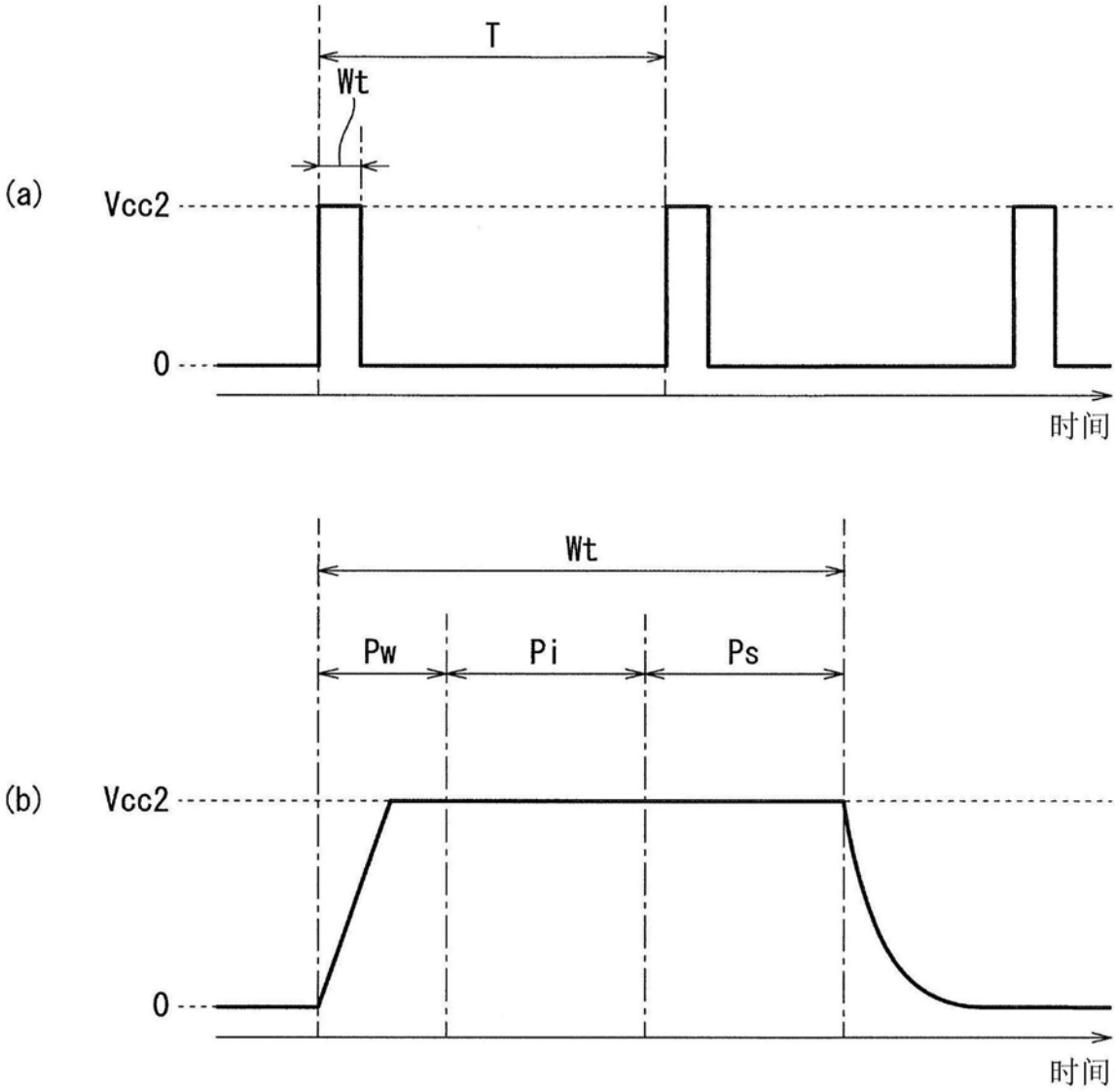


图19

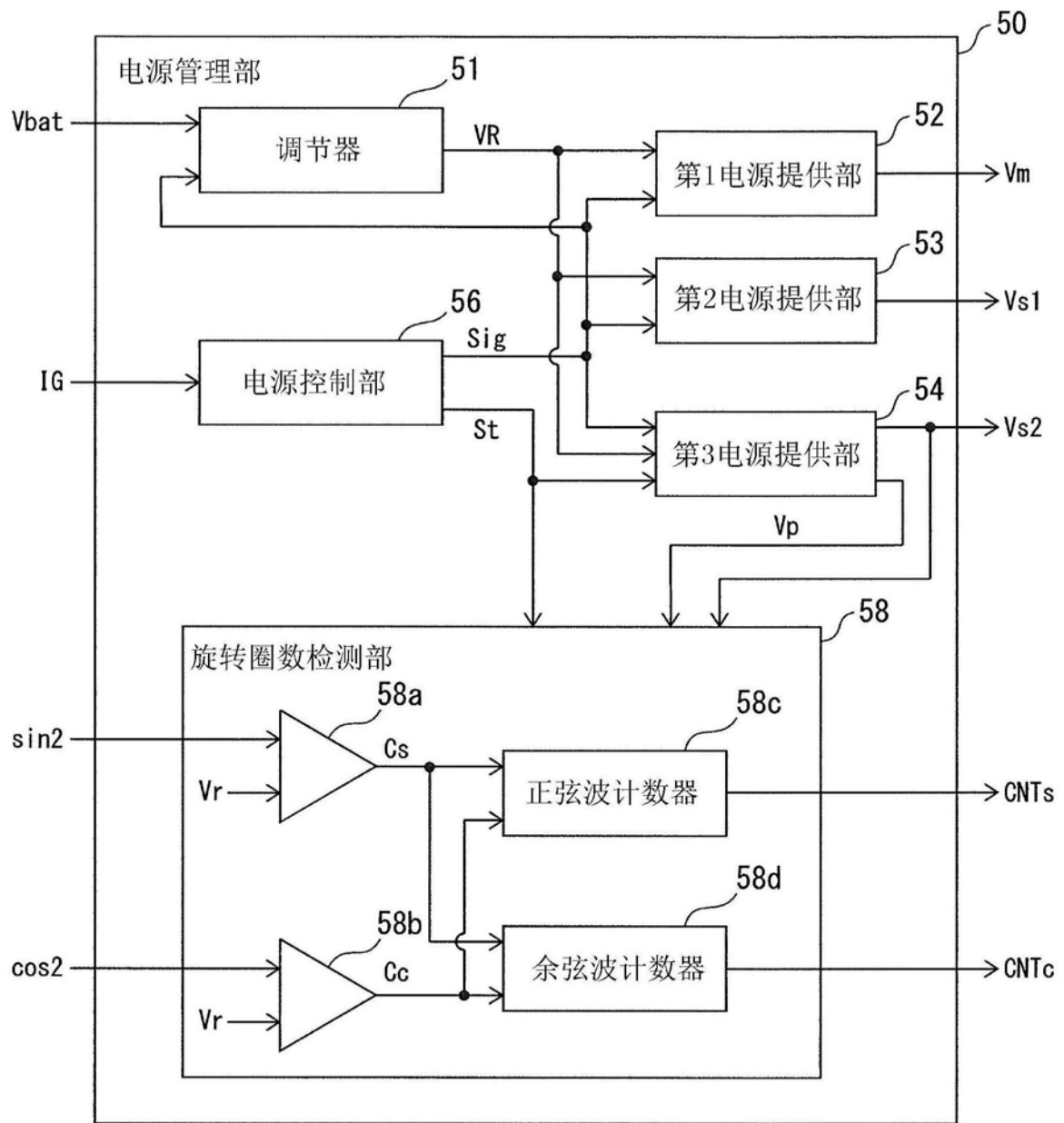


图20

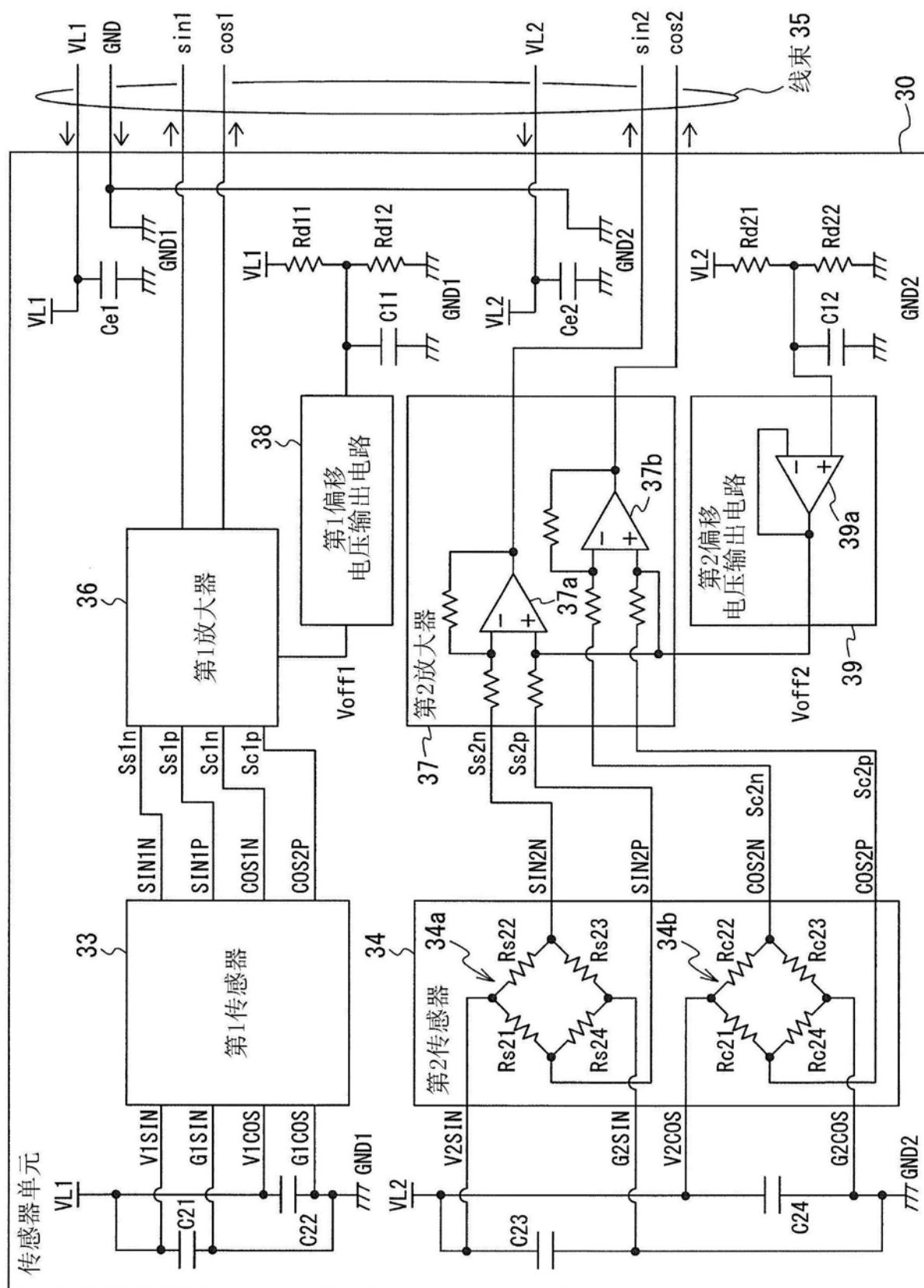


图21

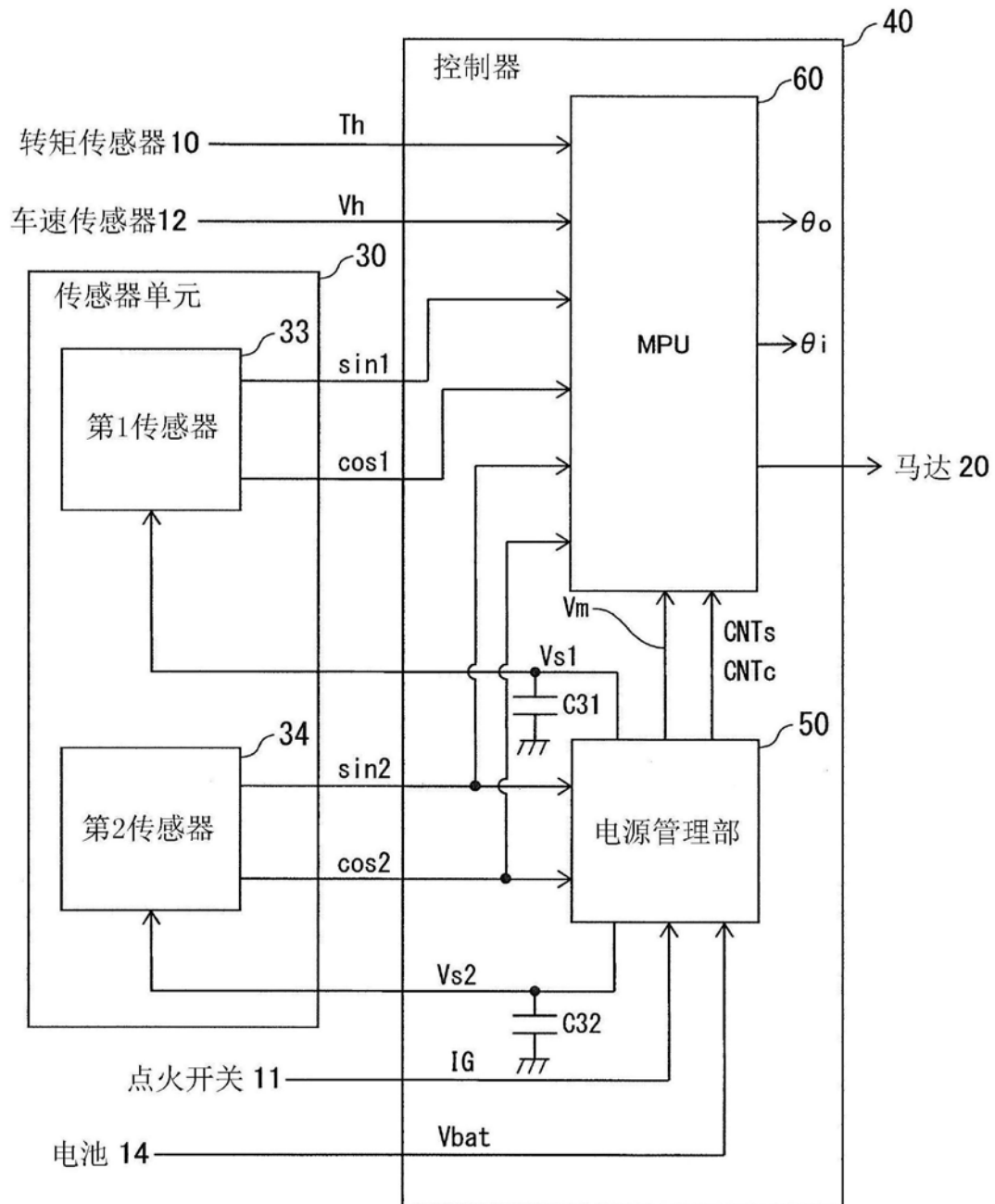


图22

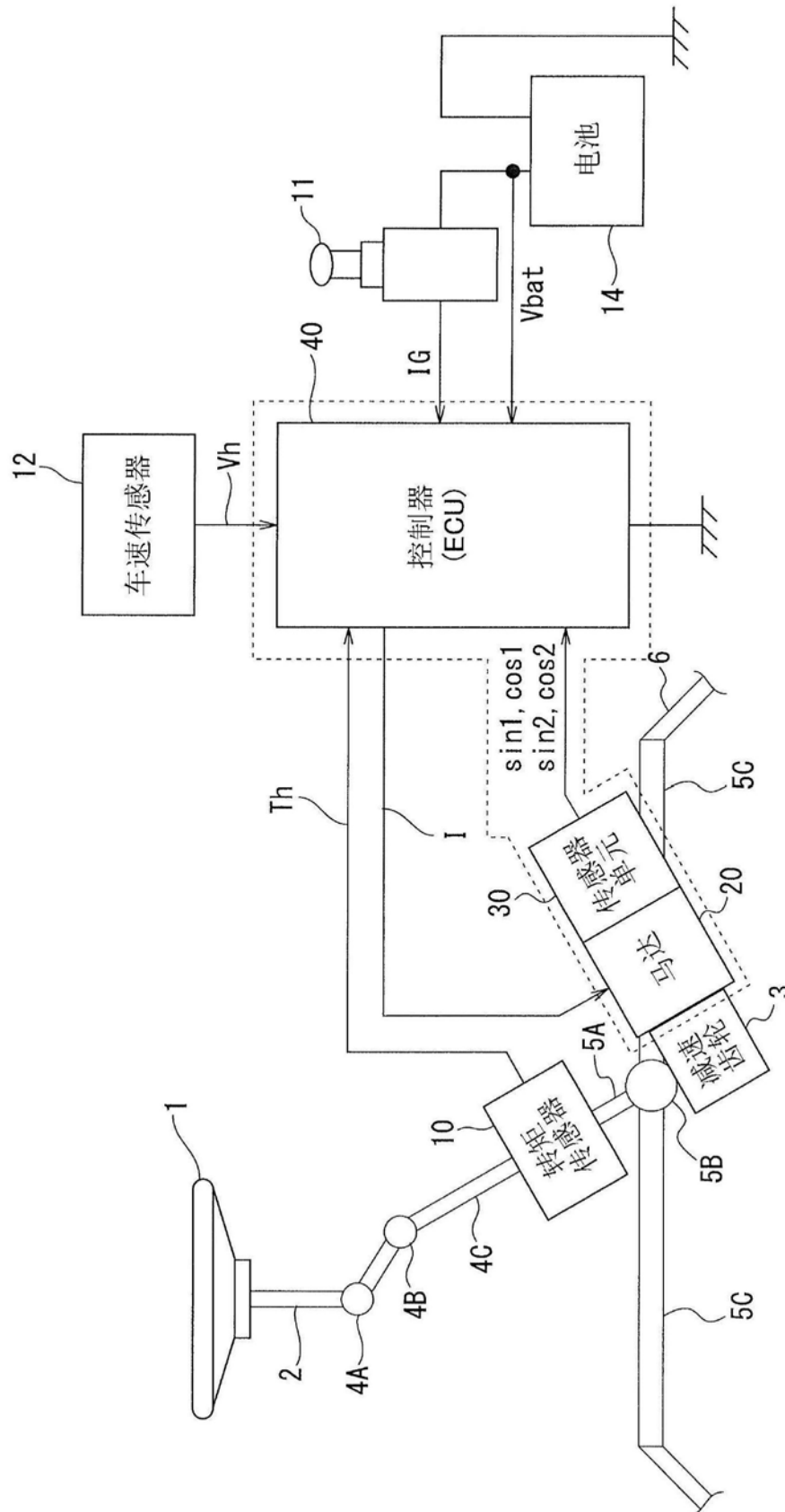


图23

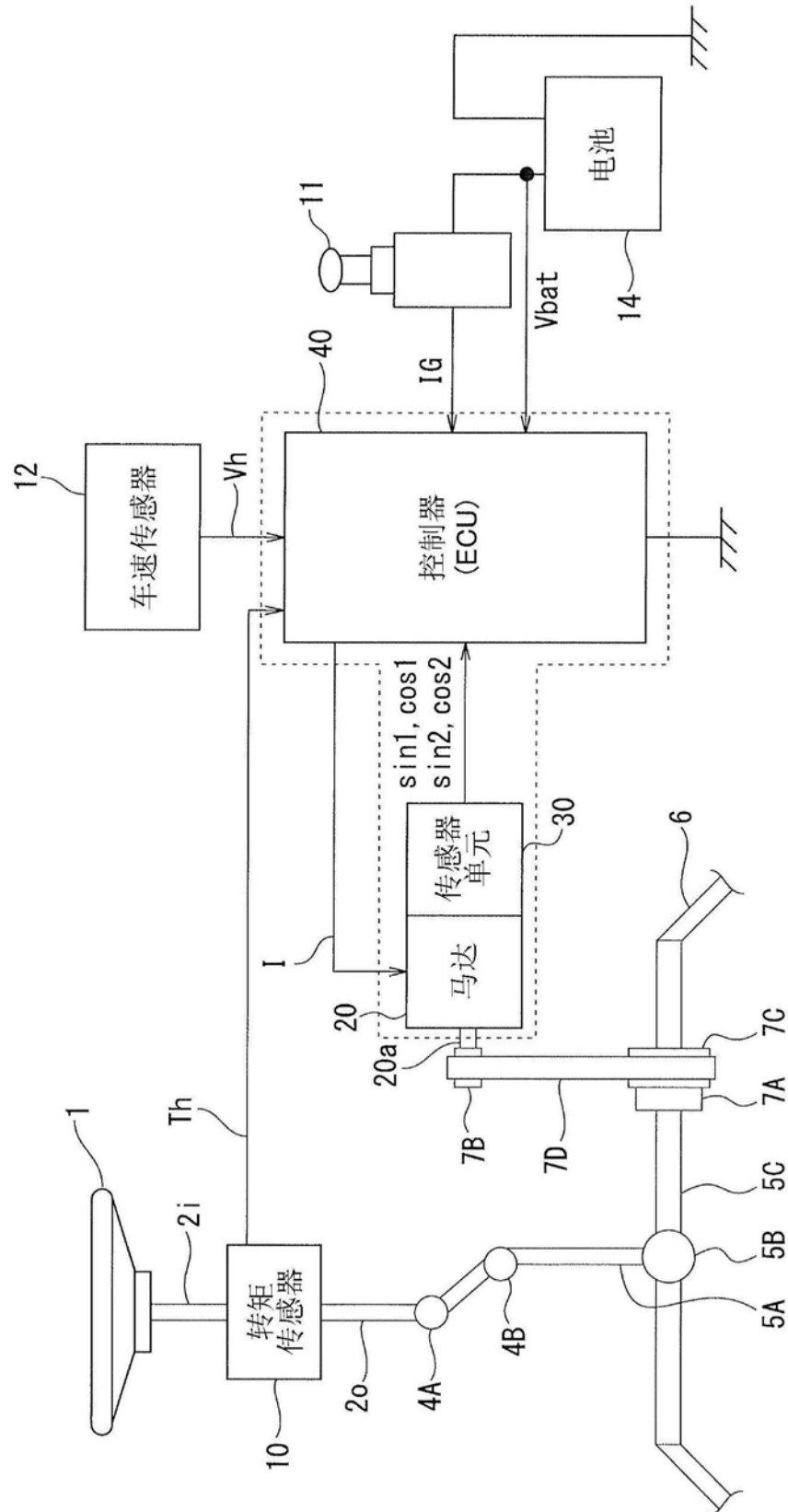


图24

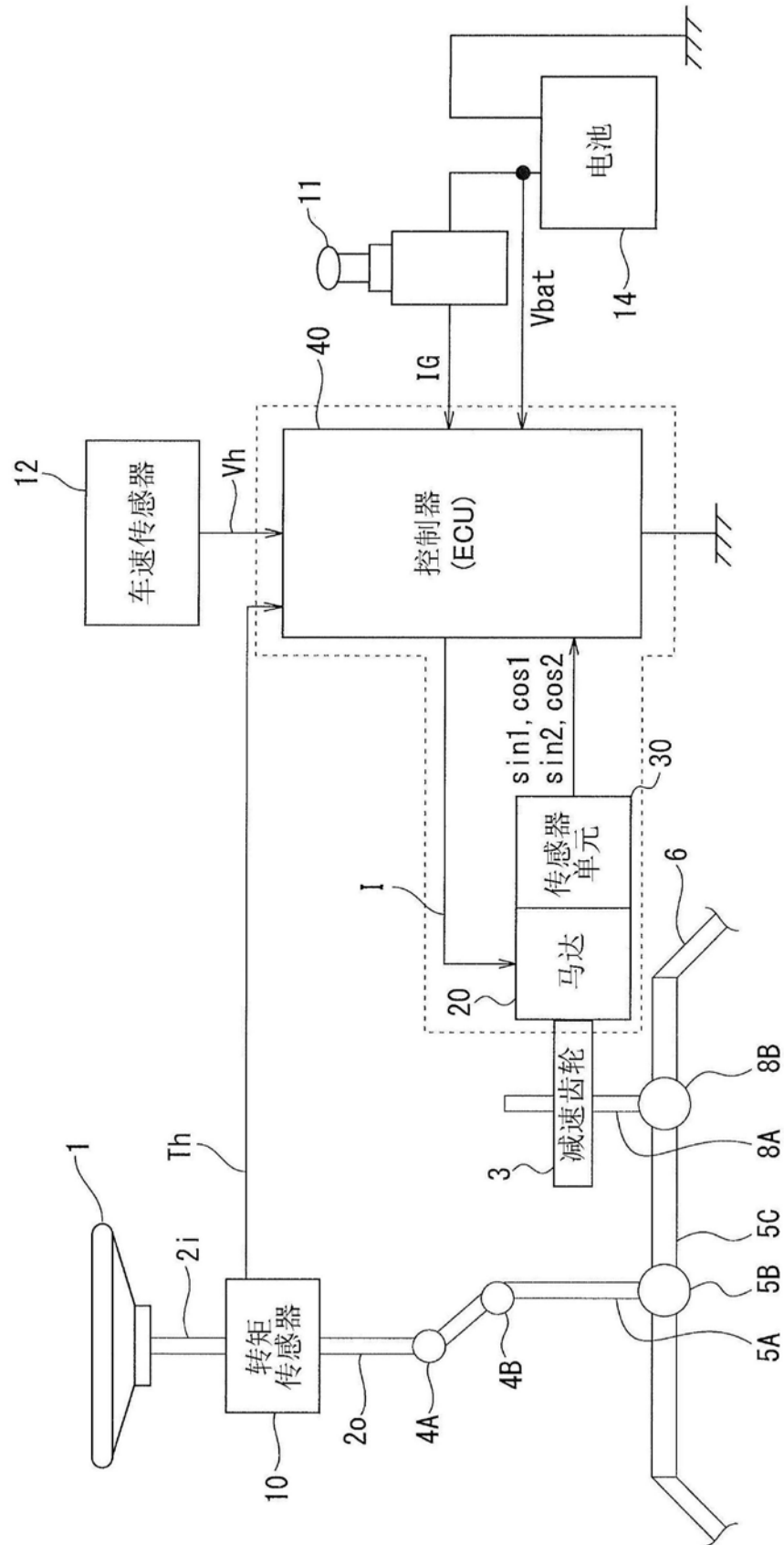


图25