



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108291799 B

(45) 授权公告日 2021.07.09

(21) 申请号 201680067664.7

(22) 申请日 2016.05.31

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108291799 A

(43) 申请公布日 2018.07.17

(30) 优先权数据  
PCT/JP2015/083229 2015.11.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.05.18

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2016/065994 2016.05.31

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/090265 JA 2017.06.01

(73) 专利权人 三菱电机株式会社  
地址 日本东京

(72) 发明人 古川晃 川野佑 泷泽勇二

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100  
代理人 邓晔 张鑫

(51) Int.Cl.  
G01B 7/30 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 104296650 A, 2015.01.21  
US 2014225596 A1, 2014.08.14  
CN 103946673 A, 2014.07.23  
CN 104296650 A, 2015.01.21  
US 2015204696 A1, 2015.07.23  
CN 102072698 A, 2011.05.25

审查员 路晓明

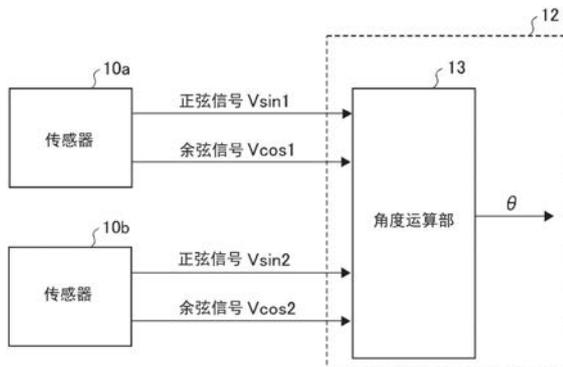
权利要求书2页 说明书13页 附图26页

(54) 发明名称

角度检测装置及电动助力转向装置

(57) 摘要

本发明的角度检测装置具有第一传感器(10a)及第二传感器(10b),其与以转轴(1)为中心与该转轴(1)一体旋转并产生用于检测旋转角度的角度检测用磁场的传感器磁体(2)相对,且配置在以转轴(1)为中心的圆周上相隔90[deg]的位置,输出与角度检测用磁场相对应的信号,还具备角度运算部(13),其使用来自第一传感器(10a)及第二传感器(10b)的信号来运算旋转角。



1. 一种角度检测装置,其特征在于,包括:

传感器磁体,该传感器磁体的内周与转轴的外周分离配置,以所述转轴为中心与该转轴一体旋转,并产生用于检测旋转角度的角度检测用磁场;

第一传感器及第二传感器,该第一传感器及第二传感器配置在以所述转轴为中心的圆周上角度相隔90[deg]的位置,并输出与所述角度检测用磁场相对应的信号;以及

角度运算部,该角度运算部使用来自所述第一传感器及所述第二传感器的信号来运算旋转角,

所述第一传感器的内部及所述第二传感器的内部分别内置有多个检测旋转磁场方向的桥,检测方向与所述旋转磁场方向相差90[deg]的桥的对为一组或两组。

2. 如权利要求1所述的角度检测装置,其特征在于,

所述第一传感器及所述第二传感器根据所述角度检测用磁场输出的信号是角度,所述角度运算部将所述第一传感器输出的角度与所述第二传感器输出的角度的平均设为旋转角。

3. 如权利要求1所述的角度检测装置,其特征在于,

所述第一传感器及所述第二传感器根据所述角度检测用磁场输出的信号是正弦信号与余弦信号,所述角度运算部将根据所述第一传感器输出的正弦信号与余弦信号计算得到的角度、以及根据所述第二传感器输出的正弦信号与余弦信号计算得到的角度的平均设为旋转角。

4. 如权利要求1所述的角度检测装置,其特征在于,

所述第一传感器及所述第二传感器根据所述角度检测用磁场输出的信号是正弦信号与余弦信号,所述角度运算部将根据所述第一传感器输出的正弦信号与所述第二传感器输出的正弦信号计算得到的角度、以及根据所述第一传感器输出的余弦信号与所述第二传感器输出的余弦信号计算得到的角度的平均设为旋转角。

5. 如权利要求1所述的角度检测装置,其特征在于,

所述第一传感器及所述第二传感器根据所述角度检测用磁场输出的信号是正弦信号与余弦信号,所述角度运算部根据校正后正弦信号与校正后余弦信号计算旋转角,其中,所述校正后正弦信号根据所述第一传感器输出的正弦信号的 $K_s$ 倍与所述第二传感器输出的余弦信号的 $K_c$ 倍的和或差而得到,所述校正后余弦信号根据所述第一传感器输出的余弦信号的 $K_c$ 倍与所述第二传感器输出的正弦信号的 $K_s$ 倍的和或差而得到。

6. 如权利要求5所述的角度检测装置,其特征在于,

与所述正弦信号或所述余弦信号相乘的增益 $K_s$ 或 $K_c$ 中的任一方为1,另一方是基于所述正弦信号与所述余弦信号的 $(2p+1)$ 次分量( $p$ 为自然数)之比的值。

7. 如权利要求5所述的角度检测装置,其特征在于,

所述角度运算部在将所述校正后正弦信号与所述校正后余弦信号的基波振幅之比乘以任意的信号之后来计算旋转角。

8. 如权利要求6所述的角度检测装置,其特征在于,

所述角度运算部在将所述校正后正弦信号与所述校正后余弦信号的基波振幅之比乘以任意的信号之后来计算旋转角。

9. 如权利要求1所述的角度检测装置,其特征在于,

所述第一传感器及所述第二传感器根据所述角度检测用磁场输出的信号是正弦信号与余弦信号,所述角度运算部根据校正后正弦信号与校正后余弦信号计算旋转角,其中,所述校正后正弦信号根据所述第一传感器输出的正弦信号与所述第二传感器输出的正弦信号之和而得到,所述校正后余弦信号根据所述第一传感器输出的余弦信号与所述第二传感器输出的余弦信号之和而得到。

10. 如权利要求3至8的任一项所述的角度检测装置,其特征在于,

所述角度运算部在所述传感器中的一方的所述余弦信号发生了故障时,根据正弦信号与相隔90[deg]的位置的正弦信号计算旋转角,或在所述传感器中的一方的所述正弦信号发生了故障时,根据余弦信号与相隔90[deg]的位置的余弦信号计算旋转角。

11. 如权利要求1至9的任一项所述的角度检测装置,其特征在于,

所述角度运算部对通过所述第一传感器及所述第二传感器的信号计算得到的所述旋转角校正 $4n$ 次( $n$ 为自然数)的角度误差,来计算 $m$ 次校正后( $m$ 为自然数)的旋转角。

12. 如权利要求3至9的任一项所述的角度检测装置,其特征在于,

所述角度运算部中,用于计算旋转角的正弦信号、余弦信号、校正后正弦信号或校正后余弦信号中的至少一个是对 $(2q-1)$ 次( $q$ 为自然数)的信号误差进行校正后得到的值。

13. 如权利要求12所述的角度检测装置,其特征在于,

所述角度运算部利用前一次的旋转角值对所述信号误差进行校正。

14. 如权利要求12所述的角度检测装置,其特征在于,

所述角度运算部利用基于前一次的旋转角值的推定旋转角对所述信号误差进行校正。

15. 如权利要求1至9的任一项所述的角度检测装置,其特征在于,

所述角度运算部在所述传感器中的一方发生了故障时根据另一方的传感器输出信息来计算旋转角,对所述旋转角校正 $2n$ 次( $n$ 为自然数)的角度误差,来计算 $m$ 次校正后( $m$ 为自然数)的旋转角。

16. 一种电动助力转向装置,其特征在于,包括:

权利要求1至15的任一项所述的角度检测装置;以及

产生用于辅助驾驶员的转向的辅助转矩的交流旋转电机。

## 角度检测装置及电动助力转向装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及角度检测装置及使用了该角度检测装置的电动助力转向装置。

### 背景技术

[0002] 作为以往的角度检测装置,具有如下结构的角度检测装置:在转轴端配置传感器磁体,在转轴上的轴向上以与传感器磁体相对的方式配置磁阻型的半导体传感器(例如参照专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利特开2013-7731号公报

### 发明内容

[0006] 发明所要解决的技术问题

[0007] 专利文献1所示的现有的检测旋转角度的角度检测装置是在转轴端配置传感器磁体,在转轴上的轴向上以与传感器磁体相对的方式配置磁阻型的半导体传感器的结构,在这样的使用半导体传感器(旋转传感器)的角度检测位置上传感器磁体的磁场大小固定,可获得空间性磁场失真较小的旋转磁场。磁阻型的半导体传感器中,利用偏置磁场增大电阻变化率,利用磁场的方向来检测旋转角度。因此,如专利文献1所示,在转轴端部利用传感器磁体与半导体传感器来检测角度的结构能通过大小固定且失真较小的旋转磁场来实现较高的角度检测精度,因此作为角度检测的方法,该方法是普遍且适当的。

[0008] 然而,上述那样的在转轴端部对角度进行检测的结构的角检测装置存在轴向的尺寸变长从而变得大型的问题。

[0009] 另一方面,在转轴周围配置传感器磁体,并在传感器磁体周围配置磁阻型的半导体传感器的情况下,存在空间性磁场失真变大,角度检测精度恶化的问题。

[0010] 本发明是为了解决上述技术问题而完成的,其目的在于提供一种能提高角度检测的精度而不会使结构变得大型的角度检测装置。

[0011] 解决技术问题的技术方案

[0012] 本发明的角度检测装置包括:传感器磁体,该传感器磁体以转轴为中心与该转轴一体旋转,并产生用于检测旋转角度的角度检测用磁场;第一传感器及第二传感器,该第一传感器及第二传感器在以转轴为中心的圆周上配置在角度相隔90[deg](度、以下同样)的位置,输出与角度检测用磁场相对应的信号;以及角度运算部,该角度运算部使用来自第一传感器及第二传感器的信号来运算旋转角。

[0013] 发明效果

[0014] 本发明的角度检测装置中,通过在角度相隔90[deg]的位置配置输出与角度检测用磁场相对应的信号的传感器,从而装置不会变得大型,还能降低空间性磁场失真即磁场的谐波分量及因此而产生的输出电压的谐波分量,由此能提高角度检测精度。

**附图说明**

[0015] 图1是表示本发明实施方式1所涉及的角度检测装置中的传感器磁体与传感器的相对位置的剖视图。

[0016] 图2是表示本发明实施方式1所涉及的角度检测装置中的传感器的配置关系的说明图。

[0017] 图3是表示本发明实施方式1所涉及的角度检测装置的传感器位置处的磁场的大小与方向的变化变化的说明图。

[0018] 图4是表示本发明实施方式1所涉及的角度检测装置中的传感器的输出信号的说明图。

[0019] 图5是用于说明传感器检测出的检测信号中的角度误差的说明图。

[0020] 图6是用于说明传感器检测出的检测信号中的角度误差的说明图。

[0021] 图7是用于说明传感器检测出的检测信号的说明图。

[0022] 图8是用于说明传感器检测出的检测信号中的角度误差的说明图。

[0023] 图9是用于说明传感器检测出的检测信号中的角度误差的说明图。

[0024] 图10是表示本发明实施方式1中的角度检测装置的框图。

[0025] 图11是表示本发明实施方式1中的角度检测装置的变形例的框图。

[0026] 图12是用于说明本发明实施方式1的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0027] 图13是用于说明本发明实施方式1的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0028] 图14是用于说明本发明实施方式2的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0029] 图15是用于说明本发明实施方式2的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0030] 图16是用于说明本发明实施方式2的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0031] 图17是表示本发明实施方式2所涉及的角度检测装置的变形例中的传感器的配置关系的说明图。

[0032] 图18是表示本发明实施方式2中的角度检测装置的变形例的框图。

[0033] 图19是用于说明本发明实施方式3的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0034] 图20是用于说明本发明实施方式3的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0035] 图21是用于说明本发明实施方式3的角度检测装置中的角度误差的校正的说明图。

[0036] 图22是用于说明本发明实施方式3的角度检测装置中的角度误差的校正的说明图。

[0037] 图23是用于说明本发明实施方式4的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0038] 图24是用于说明本发明实施方式4的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0039] 图25是用于说明本发明实施方式5的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0040] 图26是用于说明本发明实施方式5及实施方式6的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0041] 图27是用于说明本发明实施方式5及实施方式6的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0042] 图28是用于说明本发明实施方式6的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0043] 图29是用于说明本发明实施方式6的角度检测装置中的传感器的角度误差的说明图。

[0044] 图30是表示适用本发明所涉及的角度检测装置的实施方式8中的电动助力转向装置的结构图。

### 具体实施方式

[0045] 以下,基于附图,对本发明中的角度检测装置的各实施方式进行说明,在各图中,对于相同或相当构件、部位,标注相同符号来进行说明。

[0046] 实施方式1.

[0047] 图1是表示本实施方式1中的角度检测装置的结构剖视图。

[0048] 在永磁体电动机的转轴1的周围部分,传感器磁体2与对传感器磁体2进行固定的支架3一体固定于转轴1。

[0049] 传感器磁体2例如是注射成型粘结钕磁体,与支架3一体成形为环状。传感器磁体2通称为双面四极磁化,轴向上表面2a的一半分别被磁化为N极及S极,轴向下表面2b被磁化为与所述上表面2a相反的极。即,传感器磁体2所产生的磁场如箭头所示那样成为从N极沿着轴向流动、并从轴向流向S极的磁场分布。此处,对在轴向上被磁化了的磁体进行说明,但在半径方向等其他方向上被磁化了的磁体也能获得同样的作用效果。

[0050] 传感器磁体2经由非磁性材料或磁性材料的支架3利用压入等一体固定于转轴1,与转轴1的旋转同步进行旋转。为了减少磁性材料泄漏至转轴1的漏磁通,将传感器磁体2的内周与转轴1的外周分离配置。

[0051] 与传感器磁体2的所述上表面2a相对地配置有磁阻型的半导体传感器即传感器10a及安装有该传感器10a的基板11。省略构成角度检测装置的其他电子元器件、布线图案及安装孔等,仅图示主要部分。

[0052] 传感器10a检测与转轴1垂直的平面、即与基板11平行的方向上的旋转磁场方向。传感器10a内部内置有多个检测旋转磁场方向的桥,检测方向与旋转磁场方向相差90[deg]的桥的对为一组或两组。

[0053] CPU(Central Processing Unit:中央处理器)12基于由传感器10a获得的信号计算旋转角。例如,在本实施方式的角度检测装置搭载于无刷电动机等交流旋转电机的情况下,基于该旋转角进行控制。

[0054] 如图2所示,传感器由在基板11上配置于相对于转轴1位于同一半径的相隔90 [deg]的位置的传感器10a与传感器10b构成。传感器10b的结构与上述传感器10a相同。另外,图2中省略支架3、基板11及CPU来进行图示。

[0055] 图3示出在传感器10a的位置处、转轴1旋转一周时的旋转磁场方向的大小与方向的变化。将半径方向分量设为 $B_r$ ,将周向分量设为 $B_\theta$ 。此处,在一般的端部检测的情况下,磁场的大小固定,空间性磁场失真较小,因此成为1次的正弦波形状,但在外周检测的情况下,成为奇数次的谐波分量重叠于正弦波的空间性磁场分布。

[0056] 例如,对如下情况进行说明:传感器10a是以余弦信号 $V_{\cos 1}$ 输出半径方向分量 $B_r$ 、以正弦信号 $V_{\sin 1}$ 输出周向分量 $B_\theta$ 的传感器,传感器10b是以余弦信号 $V_{\cos 2}$ 输出半径方向分量 $B_r$ 、以正弦信号 $V_{\sin 2}$ 输出周向分量 $B_\theta$ 的传感器。另外,以下的说明中,也存在仅用 $V_{\sin}$ 、 $V_{\cos}$ 来表现正弦信号 $V_{\sin}$ 、余弦信号 $V_{\cos}$ 的地方。

[0057] 图4中将横轴作为旋转角来示出传感器10a的输出信号。

[0058] 余弦信号 $V_{\cos 1}$ 中,基波(图4所示的粗虚线)的振幅比信号(图4所示的细虚线)的振幅要大,正弦信号 $V_{\sin 1}$ 中,基波(图4所示的粗实线)的振幅比信号(图4所示的细实线)的振幅要小。若比较基波彼此,则 $V_{\cos 1}$ 与 $V_{\sin 1}$ 的基波振幅具有较大差异。即、基波的振幅比不是1,因此作为2次角度误差来呈现。此外,将原始信号与基波之差称为误差信号,但根据基波与原始信号的大小关系可知,旋转一周大小关系交换3次,因此信号误差主要是3次分量较大。此外, $V_{\cos 1}$ 所包含的3次分量相比 $V_{\sin 1}$ 所包含的3次分量相位大致提前了90 [deg],振幅基本相等,因此它们也作为2次角度误差来呈现。即,该情况下如图5所示基本成为2次角度误差。

[0059] 因基波振幅具有差异而引起的2次角度误差能通过对振幅进行校正来减少。利用将基波振幅的振幅比与 $V_{\sin 1}$ 相乘的结果和 $V_{\cos 1}$ 来计算出角度时的角度误差如图6所示,除了2次以外也大量出现4次的误差。这是由于根据基波的振幅比对原始信号乘上增益,从而3次以上的谐波分量的振幅比会产生偏差。

[0060] 另一方面,由于传感器10b相对于传感器10a位于相位提前了90 [deg]的位置,因此 $V_{\cos 2}$ 与 $V_{\sin 2}$ 如图7所示相对于图4的 $V_{\cos 1}$ 与 $V_{\sin 1}$ 分别提前了90 [deg]相位。此时,根据 $V_{\cos 2}$ 与 $V_{\sin 2}$ 计算出的角度所包含的误差如图8所示基本成为2次角度误差。

[0061] 若比较图5与图8,则如图8所示,最大的2次角度误差的相位相差180 [deg],通过求出传感器10a所获得的角度与传感器10b所获得的角度值的平均,能减少2次角度误差。即,主要成为图9所示那样 $(4n-2)$ 次分量( $n$ 为自然数)基本降低至零的4次角度误差,能降低至相对于分别单独使用传感器10a或传感器10b时的角度误差足够小的值。

[0062] 图10是表示本实施方式1中的角度检测装置的结构框图。传感器10a以余弦信号 $V_{\cos 1}$ 输出半径方向分量 $B_r$ ,以正弦信号 $V_{\sin 1}$ 输出周向分量 $B_\theta$ ,并且传感器10b以余弦信号 $V_{\cos 2}$ 输出半径方向分量 $B_r$ ,以正弦信号 $V_{\sin 2}$ 输出周向分量 $B_\theta$ 。位于CPU12内的角度运算部13基于从传感器10a及传感器10b获得的信号计算旋转角 $\theta$ 。

[0063] 例如,利用以下所示的步骤进行计算即可。如式(1)那样,根据 $V_{\cos 1}$ 及 $V_{\sin 1}$ 计算旋转角 $\theta_1$ 。

[0064] [数学式1]

$$[0065] \quad \theta_1 = \tan^{-1} \left( \frac{V_{\sin 1}}{V_{\cos 1}} \right) \dots (1)$$

[0066] 如式(2)那样,根据 $V_{\cos 2}$ 及 $V_{\sin 2}$ 计算旋转角 $\theta_2$ 。

[0067] [数学式2]

$$[0068] \quad \theta_2 = \tan^{-1} \left( \frac{V_{\sin 2}}{V_{\cos 2}} \right) \dots (2)$$

[0069] 如式(3)那样,根据旋转角 $\theta_1$ 和旋转角 $\theta_2$ 计算旋转角 $\theta$ 。

[0070] [数学式3]

$$[0071] \quad \theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \dots (3)$$

[0072] 此处,作为旋转角 $\theta_1$ 及旋转角 $\theta_2$ 的计算式,使用了单纯的反正切函数,但也可以使用预先设定的变换表格来计算。此外,在各个信号包含偏移误差等误差的情况下,使用以公知的方法进行校正后得到的值即可。

[0073] 另外,即使是不输出正弦信号与余弦信号而输出角度的传感器,只要是通过磁阻来检测角度的传感器,也可以如图11所示,采用设置检测旋转角 $\theta_1$ 与旋转角 $\theta_2$ 的传感器10aa、传感器10ba的结构,通过利用角度运算部13a如式(3)那样计算旋转角 $\theta$ ,可获得同样的效果。

[0074] 并且,可以设置对上述旋转角 $\theta$ 实施校正并利用式(4)计算一次校正后的旋转角 $\theta'$ 的角度运算部(未图示,为了方便也可以称为角度运算部13b)。由于使用由式(3)获得的旋转角 $\theta$ ,因此与以角度真值决定校正量的情况相比误差会叠加,但如图9所示,由于在减少了角度误差的状态下用于校正式,因此旋转角 $\theta$ 所包含的误差、校正系数 $k_4$ 及 $k_8$ 较微小,因而能获得期待的效果。由角度运算部13b获得的一次校正后的旋转角 $\theta'$ 所包含的角度误差能减少为图12所示那样的微小的值。此处,采用将初始相位设为 $0[\text{deg}]$ 的校正式,但也可以采用根据实际的误差分量来记入初始相位的校正式。

[0075] [数学式4]

$$[0076] \quad \theta' = \theta - k_4 \sin 4\theta + k_8 \sin 8\theta \dots (4)$$

[0077] 进一步地,在即使是由式(4)进行了校正后的一次校正后的旋转角 $\theta'$ 也无法获得期待的精度的情况下,可以利用一次校正后的旋转角 $\theta'$ 基于式(5)计算两次校正后的旋转角 $\theta''$ 。两次校正后的旋转角 $\theta''$ 所包含的角度误差如图13所示能减少为更为微小的值。此处,虽然实施了两次校正,但在原来的误差较大的情况下高次的误差分量会增大,为了降低最大振幅的次分量,可以进一步实施更多次数的校正。

[0078] [数学式5]

$$[0079] \quad \theta'' = \theta' - k_4 \sin 4\theta' + k_8 \sin 8\theta' \dots (5)$$

[0080] 另外,采用了针对4次及8次分量的校正式,但也可以采用针对进一步包含高次分量的 $4n$ 次分量( $n$ 为自然数)的校正式。此外,8次分量及更高次的分量与4次分量相比较小,因此可以采用对4次分量进行校正的公式。当然使用旋转角与角度误差的表格而非校正式也可获得同样的效果。

[0081] 另外,( $2q-1$ )次的信号误差叠加于 $V_{\cos 1}$ 、 $V_{\sin 1}$ 、 $V_{\cos 2}$ 、 $V_{\sin 2}$ 的情况较多,因此在

计算旋转角 $\theta_1$ 或旋转角 $\theta_2$ 时,也可以使用对这些次数分量误差进行校正后得到的值。信号误差由旋转角确定,因此能基于旋转角来决定校正量,但由于根据信号来计算旋转角,因此在校正信号的时刻无法计算旋转角。在低旋转区域中,由于与前一次计算出的旋转角的变化量较小,因此可以使用前一次的旋转角值来决定信号误差校正量。在校正高次分量的情况下,在高旋转区域中,与期待的信号误差校正量的偏差变大,因此可以使用基于前一次的旋转角值、转速及与前一次计算出的旋转角的变化量的推定旋转角来决定信号误差校正量。

[0082] 本实施方式中,包括:传感器磁体,该传感器磁体以转轴为中心与该转轴一体旋转,并产生用于检测旋转角度的角度检测用磁场;第一传感器及第二传感器,该第一传感器及第二传感器在以转轴为中心的圆周上配置于角度相隔90[deg]的位置,输出与角度检测用磁场相对应的信号;以及角度运算部,该角度运算部使用来自第一传感器及第二传感器的信号来运算旋转角。此外,第一传感器及第二传感器根据角度检测用磁场输出的信号是角度,角度运算部将第一传感器输出的角度与第二传感器输出的角度的平均作为旋转角。此外,第一传感器及第二传感器根据角度检测用磁场输出的信号是正弦信号与余弦信号,角度运算部将根据第一传感器输出的正弦信号与余弦信号计算得到的角度以及根据第二传感器输出的正弦信号与余弦信号计算得到的角度的平均作为旋转角。

[0083] 实施方式2.

[0084] 本实施方式2中,使用基于式(6)、式(7)来计算旋转角 $\theta$ 的角度运算部(未图示,为了方便也称为角度运算部13c),以取代示出实施方式1的图10的框图中的角度运算部13。

[0085] 若传感器10a输出的余弦信号 $V_{\cos 1}$ 及正弦信号 $V_{\sin 1}$ 进行近似,则能表现为式(7)那样。此处, $a_n$ 及 $d_n$ ( $n$ 为自然数)是正或0值。

[0086] [数学式6]

$$[0087] \begin{cases} V_{\cos 1} = a_1 \cos \theta - a_3 \cos 3\theta + a_5 \cos 5\theta - a_7 \cos 7\theta + \dots \\ V_{\sin 1} = d_1 \sin \theta - d_3 \sin 3\theta + d_5 \sin 5\theta - d_7 \sin 7\theta + \dots \end{cases} \dots (6)$$

[0088] 另一方面,若传感器10a输出的余弦信号 $V_{\cos 2}$ 及正弦信号 $V_{\sin 2}$ 进行近似,则能表现为式(7)那样。

[0089] [数学式7]

$$[0090] \begin{cases} V_{\cos 2} = -a_1 \sin \theta - a_3 \sin 3\theta - a_5 \sin 5\theta - a_7 \sin 7\theta + \dots \\ V_{\sin 2} = d_1 \cos \theta + d_3 \cos 3\theta + d_5 \cos 5\theta + d_7 \cos 7\theta + \dots \end{cases} \dots (7)$$

[0091] 即,在通过反正切函数计算检测角时,能使用 $V_{\sin 2}$ 来取代 $V_{\cos 1}$ 作为余弦信号,使用 $-V_{\cos 2}$ 来取代 $V_{\sin 1}$ 作为正弦信号。

[0092] 角度运算部13c中,根据 $V_{\cos 1}$ 与 $-V_{\cos 2}$ 计算旋转角 $\theta_1$ ,根据 $V_{\sin 1}$ 与 $V_{\sin 2}$ 计算旋转角 $\theta_2$ 。任意的组合均成为将基波包含在内且各次数分量的振幅相等的组合,因此不会出现 $(4n-2)$ 次的角度误差,旋转角 $\theta_1$ 所包含的角度误差如图14所示,旋转角 $\theta_2$ 所包含的角度误差如图15所示。最大的4次角度误差的相位相差180[deg],通过将两个的平均设为旋转角 $\theta$ ,能如图16所示那样减少角度误差。

[0093] 并且,与实施方式1同样地通过使用校正式来对旋转角 $\theta$ 计算一次校正后的旋转角 $\theta'$ 或两次校正后的旋转角 $\theta''$ ,从而可以获得能减少角度误差 $4n$ 次分量( $n$ 为自然数)这一以

往所没有的效果。

[0094] 另外,  $V_{\sin 1}$ 与 $V_{\cos 2}$ 、 $V_{\cos 1}$ 与 $V_{\sin 2}$ 是表示相同轴分量的值即可,因此也可以将传感器的检测部设为图17所示的配置。图18是表示使用了角度运算部13d的角度检测装置的变形例的框图,该角度运算部13d使用来自图17那样配置的传感器的信号来计算旋转角 $\theta$ 。如图18所示,传感器10ab由检测部100a与检测部100b构成,检测部100a输出正弦信号 $V_{\sin 1}$ ,检测部100b输出余弦信号 $-V_{\cos 1}$ 。传感器10bb由检测部100c与检测部100d构成,检测部100c输出余弦信号 $V_{\cos 2}$ ,检测部100b输出正弦信号 $-V_{\sin 2}$ 。使用这些信号由角度运算部13d来计算旋转角 $\theta$ 。

[0095] 另外,可以在利用基于前一次的旋转角值或推定旋转角的信号误差校正量对 $V_{\cos 1}$ 、 $V_{\sin 1}$ 、 $V_{\cos 2}$ 、 $V_{\sin 2}$ 所包含的 $(2q-1)$ 次信号误差进行校正之后,计算旋转角 $\theta_1$ 或旋转角 $\theta_2$ 。

[0096] 本实施方式中,第一传感器及第二传感器根据角度检测用磁场输出的信号是正弦信号与余弦信号,角度运算部将根据第一传感器输出的正弦信号与第二传感器输出的正弦信号计算出的角度以及根据第一传感器输出的余弦信号与第二传感器输出的余弦信号计算出的角度的平均作为旋转角。此外,角度运算部用于计算旋转角的正弦信号、余弦信号、校正后正弦信号、或校正后余弦信号中的至少一个是对 $(2q-1)$ 次( $q$ 是自然数)的信号误差进行校正后得到的值。此外,角度运算部利用前一次的旋转角值对信号误差进行校正。

[0097] 实施方式3.

[0098] 本实施方式中,使用基于式(9)来计算旋转角 $\theta$ 的角度运算部(未图示,为了方便也称为角度运算部13e)以取代图10的框图中的角度运算部13。

[0099] 在根据上述式(6)及式(7)利用反正切函数计算检测角时,可以使用 $V_{\cos 1}+V_{\sin 2}$ 来取代 $V_{\cos 1}$ 作为余弦信号,使用 $V_{\sin 1}-V_{\cos 2}$ 来取代 $V_{\sin 1}$ 作为正弦信号。

[0100] [数学式8]

$$[0101] \begin{cases} V_{\cos 1} + V_{\sin 2} = (a_1 + d_1)\cos\theta + (-a_3 + d_3)\cos 3\theta + (a_5 + d_5)\cos 5\theta + (-a_7 + d_7)\cos 7\theta + \dots \\ V_{\sin 1} - V_{\cos 2} = (a_1 + d_1)\sin\theta + (a_3 - d_3)\sin 3\theta + (a_5 + d_5)\sin 5\theta + (a_7 - d_7)\sin 7\theta + \dots \end{cases} \quad (8)$$

[0102] 根据式(8),任意的次数分量的振幅均相等,在将 $n$ 设为自然数时 $4n-1$ 次分量的信号误差出现在 $4n$ 次角度误差, $4n+1$ 次分量的信号误差出现在 $4n$ 次角度误差。

[0103] 角度运算部13e中,根据 $V_{\cos 1}+V_{\sin 2}$ 与 $V_{\sin 1}-V_{\cos 2}$ ,基于式(9)来计算 $\theta$ 。

[0104] [数学式9]

$$[0105] \theta = \tan^{-1} \left( \frac{V_{\sin 1} - V_{\cos 2}}{V_{\cos 1} + V_{\sin 2}} \right) \dots \quad (9)$$

[0106] 即,根据校正后正弦信号与校正后余弦信号计算出旋转角,从而能设为图19、图20那样的4次及8次分量的角度误差,能减少为相对于分别单独使用传感器10a或传感器10b时的角度误差足够小的值,其中,校正后正弦信号通过从由传感器10a获得的正弦信号减去由配置在提前了90[deg]相位的位置的传感器10b获得的余弦信号而得到,校正后余弦信号通过将由传感器10a获得的余弦信号加上由配置在提前了90[deg]相位的位置的传感器10b获得的正弦信号而得到。

[0107] 此处,作为校正后正弦信号与校正后余弦信号的基波振幅相等的情况进行了说

明,但在基波振幅不同的情况下,若在根据其振幅比进行校正之后进行使用,则当然可获得同样的效果。另外,也可以在根据对应的信号的基波振幅之比对来自传感器10a及传感器10b的输入信号进行校正之后,计算校正后正弦信号及校正后余弦信号。

[0108] 反正切函数利用表格等进行运算的情况较多,因此无需根据原始信号计算一次角度,可获得能降低相应的处理负荷这一以往所没有的效果。

[0109] 并且,可以与实施方式1同样地采用对旋转角 $\theta$ 使用式(4)或式(5)那样的校正式来计算旋转角 $\theta'$ 或旋转角 $\theta''$ 的角度运算部(未图示,为了方便也称为角度运算部13f)。通过使用角度运算部13f,在校正前的时刻如图19、图20所示,角度误差较小,因此如图21、图22所示,式(4)的校正效果显著。

[0110] 由此,通过对根据校正后正弦信号与校正后余弦信号计算得到的旋转角 $\theta$ 减去 $4n$ 次的校正函数来计算旋转角 $\theta'$ ,从而能获得减少为微小的角度误差这一以往所没有的效果,其中,校正后正弦信号通过从由传感器10a获得的正弦信号减去由配置在提前了90[deg]相位的位置的传感器10b获得的余弦信号而得到,校正后余弦信号通过将由传感器10a获得的余弦信号加上由配置在提前了90[deg]相位的位置的传感器10b获得的正弦信号而得到。

[0111] 另外,可以在利用基于前一次的旋转角值或推定旋转角的信号误差校正量对 $V\cos1+V\sin2$ 、 $V\sin1-V\cos2$ 所包含的 $(2q-1)$ 次信号误差进行校正之后,计算旋转角 $\theta$ 。

[0112] 另外, $V\sin1$ 与 $V\cos2$ , $V\cos1$ 与 $V\sin2$ 是表示相同轴分量的值即可,因此即使采用图17所示的配置,当然也可获得同样的效果。

[0113] 本实施方式中,角度运算部在将校正后正弦信号与校正后余弦信号的基波振幅之比乘以任意的信号之后来计算旋转角。此外,角度运算部利用基于前一次的旋转角值的推定旋转角对信号误差进行校正。

[0114] 实施方式4.

[0115] 本实施方式中,使用基于式(11)来计算旋转角 $\theta$ 的角度运算部(未图示,为了方便也称为角度运算部13g)来取代图10的框图中的角度运算部13。

[0116]  $V\cos1+V\sin2$ 及 $V\sin1-V\cos2$ 所包含的信号误差中最大的是5次分量,但 $V\cos1$ 及 $V\sin1$ 的 $4n-1$ 次分量的信号误差( $a_3$ 与 $d_3$ 、 $a_7$ 与 $d_7$ 、……)具有差异,因此存在3次分量也较大的情况。

[0117] 角度运算部13g中,利用从传感器10a及传感器10b获得的信号,计算 $V\cos1+kV\sin2$ 与 $kV\sin1-V\cos2$ 。 $a$ 与 $d$ 的 $2n+1$ 次分量( $n$ 为自然数)之比相类似,因此例如 $k$ 由式(10)来提供。

[0118] [数学式10]

$$[0119] \quad k = \frac{a_3}{d_3} \cdots (10)$$

[0120] 并且,根据 $V\cos1+kV\sin2$ 与 $kV\sin1-V\cos2$ ,基于式(11)来计算旋转角 $\theta$ 。

[0121] [数学式11]

$$[0122] \quad \theta = \tan^{-1} \left( \frac{kV_{\sin 1} - V_{\cos 2}}{V_{\cos 1} + kV_{\sin 2}} \right) \cdots (11)$$

[0123] 即,根据校正后正弦信号与校正后余弦信号计算出旋转角,从而图23、图24那样的

大半能设为4次分量的角度误差,能减少为相对于分别单独使用传感器10a或传感器10b时的角度误差足够小的值,其中,校正后正弦信号通过从由传感器10a获得的正弦信号乘以3次分量之比而得的结果减去由配置在提前了90[deg]相位的位置的传感器10b获得的余弦信号而得到,校正后余弦信号通过将由传感器10a获得的余弦信号加上由配置在提前了90[deg]相位的位置的传感器10b获得的正弦信号乘以3次分量之比的结果而得到。此处乘上了3次分量之比,然而,使用3次以外的(2n+1)次分量之比也可获得同样的效果。

[0124] 反正切函数利用表格等进行运算的情况较多,因此无需根据原始信号计算一次角度,可获得能降低相应的处理负荷这一以往所没有的效果。

[0125] 并且,也可以与实施方式1同样地采用对旋转角 $\theta$ 进行校正的角度运算部(未图示,为了方便也称为角度运算部13h)。此处,通过使用角度运算部13h,从而调整振幅来计算旋转角以抵消4n-1次分量,因此角度误差的校正使用式(12)即可。然而,如图23、图24所示,4次振幅比实施方式3要大,因此在希望大幅减少角度误差的情况下,可以利用式(13)等进行多次校正。

[0126] [数学式12]

$$[0127] \quad \theta' = \theta - k_4 \sin 4\theta \cdots (12)$$

[0128] [数学式13]

$$[0129] \quad \theta'' = \theta - k_4 \sin 4\theta \cdots (13)$$

[0130] 由此,通过对根据校正后正弦信号与校正后余弦信号计算得到的旋转角 $\theta$ 减去4n次的校正函数来计算旋转角 $\theta'$ 或 $\theta''$ ,从而能获得减少为微小的角度误差这一以往所没有的效果,其中,校正后正弦信号通过从由传感器10a获得的正弦信号乘以3次分量之比而得的结果减去由配置在提前了90[deg]相位的位置的传感器10b获得的余弦信号而得到,校正后余弦信号通过将由传感器10a获得的余弦信号加上由配置在提前了90[deg]相位的位置的传感器10b获得的正弦信号乘以3次分量之比的结果而得到。

[0131] 另外,可以在利用基于前一次的旋转角值或推定旋转角的信号误差校正量对 $V\cos 1 + kV\sin 2 - kV\sin 1 - V\cos 2$ 所包含的(2q-1)次信号误差进行校正之后,计算旋转角 $\theta$ 。

[0132] 另外, $V\sin 1$ 与 $V\cos 2$ , $V\cos 1$ 与 $V\sin 2$ 是表示相同轴分量的值即可,因此即使采用图17所示的配置,当然也可获得同样的效果。

[0133] 本实施方式中,第一传感器及第二传感器根据角度检测用磁场输出的信号是正弦信号与余弦信号,角度运算部根据校正后正弦信号与校正后余弦信号计算旋转角,其中,校正后正弦信号根据第一传感器输出的正弦信号的 $K_s$ 倍与第二传感器输出的余弦信号的 $K_c$ 倍的和或差而得到,校正后余弦信号根据第一传感器输出的余弦信号的 $K_c$ 倍与第二传感器输出的正弦信号的 $K_s$ 倍的和或差而得到。此外,与正弦信号或余弦信号相乘的增益 $K_s$ 或 $K_c$ 中的任一方为1,另一方基于正弦信号与余弦信号的(2p+1)次分量(p为自然数)之比。

[0134] 实施方式5.

[0135] 在传感器10a或传感器10b中的一个因故障而无法获取的情况下,本实施方式中,使用考虑了针对旋转角 $\theta$ 的校正量来计算旋转角 $\theta$ 的角度运算部(未图示,为了方便也称为角度运算部13i),以取代图10的框图中的角度运算部13。此处,对传感器10b发生了故障的情况进行说明。

[0136] 由于无法获取传感器10b输出的信号,因此需要通过传感器10a输出的 $V\cos 1$ 及

Vsin1来计算旋转角 $\theta$ 。然而,Vcos1及Vsin1所包含的信号误差较大,因此根据这两个信号获得的角度所包含的误差也如图5所示那样较大。图5的横轴即旋转角为角度真值,在将能实际用于校正的通过检测获得的旋转角设为横轴的情况下,成为图25所示的失真形状。角度运算部13i中,作为校正表格具有图25的波形,对于根据Vcos1与Vsin1计算得到的旋转角 $\theta$ 计算校正量 $\delta$ 。通过从旋转角 $\theta$ 减去校正量 $\delta$ 来计算校正后的旋转角 $\theta'$ 。旋转角 $\theta'$ 所包含的角度误差如图26、图27所示,能减少为微小的值。

[0137] 此处,对正常时具备传感器10a与传感器10b,并且因故障而导致1个传感器无法使用的情况进行了说明,但在具备3个以上的传感器的角度检测装置中,因故障而导致不存在配置于相差90[deg]相位的位置的传感器组的情况下,可获得同样的效果。

[0138] 由此,在多个传感器中的一部分发生了故障时,在不存在配置于相差90[deg]相位的位置的传感器组的情况下,通过从根据由传感器10a获得的正弦信号及余弦信号计算出的旋转角 $\theta$ 减去由传感器磁体2与传感器10a的位置关系决定的角度误差来计算旋转角 $\theta'$ ,从而可获得能减少为微小的角度误差这一以往所没有的效果。

[0139] 另外,本实施方式5中利用校正表格进行了校正,但即使利用式(12)等那样的公式来进行校正,当然也可获得同样的效果。

[0140] 另外,可以在利用基于前一次的旋转角值或推定旋转角的信号误差校正量对Vcos1、Vsin1所包含的(2q-1)次信号误差进行校正之后,计算电角度 $\theta$ 。

[0141] 本实施方式中,角度运算部13i在传感器中的一方的余弦信号发生了故障时根据正弦信号与相隔90[deg]位置的正弦信号计算旋转角、或在传感器中的一方的正弦信号发生了故障时根据余弦信号与相隔90[deg]位置的余弦信号计算旋转角。此外,角度运算部在传感器中的一方发生了故障时根据另一方的传感器输出信息来计算旋转角,对旋转角校正2n次(n为自然数)的角度误差来计算m次校正后(m为自然数)的旋转角。

[0142] 实施方式6.

[0143] 在从传感器10a及传感器10b取得的4个信号中的一个因故障而无法获取的情况下,本实施方式中,使用考虑了针对旋转角 $\theta$ 的校正量来计算旋转角 $\theta$ 的角度运算部(未图示,为了方便也称为角度运算部13j),以取代图10的框图中的角度运算部13。此处,对传感器10b的正弦信号发生了故障的情况进行说明。

[0144] 需要通过传感器10a输出的Vcos1及Vsin1、传感器10b输出的Vcos2来计算旋转角。Vcos1与Vsin1的基波振幅差异较大,会产生非常大的2次角度误差。另一方面,Vcos2与Vcos1因搭载偏差等而存在较小的差异,但基波振幅基本相等,因此如图14所示那样能抑制2次角度误差。在实施校正的情况下,也是校正前的误差越小,越能确保校正后的精度,因此本实施方式的角度运算部13j中,对根据Vcos1与Vcos2计算得到的旋转角 $\theta$ 计算校正量 $\delta$ 。校正量 $\delta$ 通过校正表格或校正式来计算即可。通过从旋转角 $\theta$ 减去校正量 $\delta$ 来计算校正后的旋转角 $\theta'$ 。

[0145] 旋转角 $\theta'$ 所包含的角度误差如图28、图29所示,相对于使用传感器10a的两个信号计算出的图26、图27,能减少为更微小的值。

[0146] 此处,对从传感器10a及传感器10b取得的4个信号中的一个因故障而无法获取的情况进行了说明,但在具备3个以上的传感器的角度检测装置中因故障而无法获取一部分信号的情况下,通过使用配置于相差90[deg]相位的位置的正弦信号或余弦信号的组,可获

得同样的效果。

[0147] 由此,在多个传感器中的一部分发生了故障时,通过从根据配置于相差90[deg]相位的位置的正弦信号或余弦信号的组计算出的旋转角 $\theta$ 减去由传感器磁体2与传感器10a的位置关系决定的角度误差来计算旋转角 $\theta'$ ,从而可获得能减少为微小的角度误差这一以往所没有的效果。

[0148] 另外,本实施方式6中利用校正表格进行了校正,但利用式(12)等那样的公式来进行校正当然也可获得同样的效果。

[0149] 另外,可以在利用基于前一次的旋转角值或推定旋转角的信号误差校正量对 $V_{\cos 1}$ 、 $V_{\sin 1}$ 、 $V_{\cos 2}$ 、 $V_{\sin 2}$ 所包含的 $(2q-1)$ 次的信号误差进行校正之后,计算旋转角 $\theta$ 。

[0150] 另外, $V_{\sin 1}$ 与 $V_{\cos 2}$ 、 $V_{\cos 1}$ 与 $V_{\sin 2}$ 是表示相同轴分量的值即可,因此即使采用图17所示的配置,当然也可获得同样的效果。

[0151] 本实施方式中,角度运算部13j在传感器中的一方发生了故障时根据另一方的传感器输出信息来计算旋转角,对旋转角校正 $2n$ 次( $n$ 为自然数)的角度误差来计算 $m$ 次校正后( $m$ 为自然数)的旋转角。

[0152] 实施方式7.

[0153] 本实施方式中,使用基于式(9)来计算旋转角 $\theta$ 的角度运算部(未图示,为了方便也称为角度运算部13k)来取代图10的框图中的角度运算部13。

[0154] 在传感器磁体2的磁场失真较大的情况下,信号中出现式(6)及式(7)的项以外的偶数次分量。此时,传感器10a输出的余弦信号 $V_{\cos 1}$ 及正弦信号 $V_{\sin 1}$ 可由式(14)来表现,传感器10b输出的余弦信号 $V_{\cos 2}$ 及正弦信号 $V_{\sin 2}$ 可由式(15)来表现。

[0155] [数学式14]

$$[0156] \begin{cases} V_{\cos 1} = e_0 + e_1 \cos(\theta + \alpha_1) + e_2 \cos(2\theta + \alpha_2) + e_3 \cos(3\theta + \alpha_3) + e_4 \cos(4\theta + \alpha_4) + \dots \\ V_{\sin 1} = f_0 + f_1 \sin(\theta + \beta_1) + f_2 \sin(2\theta + \beta_2) + f_3 \sin(3\theta + \beta_3) + f_4 \sin(4\theta + \beta_4) + \dots \end{cases} \dots (14)$$

[0157] [数学式15]

$$[0158] \begin{cases} V_{\cos 2} = e_0 + e_1 \cos(\theta + \alpha_1 + 90) + e_2 \cos(2\theta + \alpha_2 + 180) + e_3 \cos(3\theta + \alpha_3 + 270) + e_4 \cos(4\theta + \alpha_4) + \dots \\ V_{\sin 2} = f_0 + f_1 \sin(\theta + \beta_1 + 90) + f_2 \sin(2\theta + \beta_2 + 180) + f_3 \sin(3\theta + \beta_3 + 270) + f_4 \sin(4\theta + \beta_4) + \dots \end{cases} \dots (15)$$

[0159] 传感器10a与传感器10b相差90[deg]相位,因此式(14)与式(15)中, $(4n+2)$ 次分量( $n$ 为整数)成为逆相位。由此,在通过反正切函数来计算检测角时,可以使用式(16)所示的 $V_{\cos 1} + V_{\cos 2}$ 来取代 $V_{\cos 1}$ 作为余弦信号,使用式(16)所示的 $V_{\sin 1} + V_{\sin 2}$ 来取代 $V_{\sin 1}$ 作为正弦信号。

[0160] [数学式16]

$$[0161] \begin{cases} V_{\cos 1} + V_{\cos 2} = 2e_0 + \sqrt{2}e_1 \cos(\theta + \alpha_1 + 45) + \sqrt{2}e_3 \cos(3\theta + \alpha_3 - 45) + 2e_4 \cos(4\theta + \alpha_4) + \dots \\ V_{\sin 1} + V_{\sin 2} = 2f_0 + \sqrt{2}f_1 \sin(\theta + \beta_1 + 45) + \sqrt{2}f_3 \sin(3\theta + \beta_3 - 45) + 2f_4 \sin(4\theta + \beta_4) + \dots \end{cases} \dots (16)$$

[0162]  $n$ 次角度误差因 $n-1$ 次与 $n+1$ 次的信号误差而产生。式(16)中,因传感器磁体2的磁场失真的影响而出现的2次信号误差通过取信号和而抵消,此外,4次信号误差与基波振幅的比率增加为 $\sqrt{2}$ 倍。若比较2次信号误差与4次信号误差,则大多数情况下4次分量较小,因此2次分量的抵消效果更好。即,通过使用式(16)那样的信号和进行计算,从而能减少3次角度误差。

[0163] 角度运算部13k中,根据式(16)所示的 $V_{\cos 1} + V_{\cos 2}$ 与 $V_{\sin 1} + V_{\sin 2}$ ,基于式(17)来

计算 $\theta$ 。

[0164] [数学式17]

$$[0165] \quad \theta = \tan^{-1} \left( \frac{V_{\sin 1} + V_{\sin 2}}{V_{\cos 1} + V_{\cos 2}} \right) \dots (17)$$

[0166] 即,根据校正后正弦信号与校正后余弦信号计算出旋转角,从而相对于分别单独使用传感器10a或传感器10b时的角度误差,能将因传感器磁体2的磁场失真等的影响而产生的3次角度误差减少为足够小的值,其中,校正后正弦信号通过将由传感器10a获得的正弦信号加上由配置在提前了90[deg]相位的位置的传感器10b获得的正弦信号而得到,校正后余弦信号通过将由传感器10a获得的余弦信号加上由配置在提前了90[deg]相位的位置的传感器10b获得的余弦信号而得到。

[0167] 式(17)中,作为校正后正弦信号与校正后余弦信号的基波振幅之比较小的情况进行了说明,但在基波振幅不同的情况下,若在根据其振幅比进行校正之后进行使用,则当然可获得同样的效果。另外,也可以在根据对应的信号的基波振幅之比对来自传感器10a及传感器10b的输入信号进行校正之后,计算校正后正弦信号及校正后余弦信号。

[0168] 反正切函数利用表格等进行运算的情况较多,因此无需根据原始信号计算一次角度,可获得能降低相应的处理负荷这一以往所没有的效果。并且,与其他实施方式同样地,当然可通过对旋转角 $\theta$ 进行进一步的校正,来使校正效果更为显著。

[0169] 实施方式8.

[0170] 上述实施方式中对角度检测装置进行了说明,但也可适用于包括该角度检测装置及产生用于辅助驾驶员的转向的辅助转矩的交流旋转电机的电动助力转向装置中。

[0171] 图30是表示本发明实施方式8中的电动助力转向装置的结构图。图30中,电动助力转向设有方向盘101、转向轴102、齿轮齿条机构103、车轮104、105、交流旋转电机106、减速齿轮107、角度检测装置108、转矩传感器109、电源(电池)110、车速传感器111、及控制装置112。

[0172] 图30中,由未图示的驾驶员施加于方向盘101的转向转矩通过转矩传感器109的扭力杆、转向轴102,经由齿轮齿条机构103传递到齿条,使车轮104、105转向。

[0173] 交流旋转电机106经由减速齿轮107与转向轴102相连接。由交流旋转电机106产生的输出转矩经由减速齿轮107传递到转向轴102,以减轻转向时驾驶员施加的转向转矩。该交流旋转电机106例如使用永磁体型同步旋转电机、励磁绕组型同步旋转电机,感应电机等。

[0174] 转矩传感器109检测驾驶员通过转动方向盘101而施加于扭力杆的转向转矩。通过该转向转矩,扭力杆中产生与转向转矩大致成比例的扭转,因此检测该扭转角,并换算为转向转矩信号 $\tau_0$ 。车速传感器111输出检测出车辆的行驶速度的信号即车速 $V_x$ 。

[0175] 此外,角度检测装置108是上述实施方式中的任一个,安装于交流旋转电机106的转轴,输出交流旋转电机106的旋转角。

[0176] 控制装置112根据转矩传感器109检测出的转向转矩信号 $\tau_0$ 、由角度检测装置108获得的旋转角 $\theta$ 、由车速传感器111检测出的车速,来决定与交流旋转电机106输出的输出转矩相当的电流指令的方向与大小,并基于电流指令控制从电源110流至交流旋转电机106的电流,以使交流旋转电机106产生该输出转矩。

[0177] 在这种装置中,在超过额定转速的高旋转区域中,为了提高输出,大多使用弱磁控制。该情况下,若存在旋转 $n$ 次( $n$ 为自然数)的角度误差 $\delta$ ,则产生使用电流绝对值 $I$ 、电流相位角 $\beta$ 、转矩常数 $K_t$ 、 $d$ 轴电流 $I_d$ 以式(18)来表示的振幅的转矩脉动。

[0178] [数学式18]

$$[0179] \quad K_t I \delta \sin \beta \approx K_t |I_d| \delta \cdots (18)$$

[0180] 即,在流过 $d$ 轴电流时产生与角度误差成比例的转矩脉动,因此会造成驾驶员的不适感。在包括本实施方式的角度检测装置及产生用于辅助驾驶员的转向的辅助转矩的所述交流旋转电机的电动助力转向装置中,可获得能减少与角度误差成比例的转矩脉动这一以往所没有的效果。

[0181] 本发明在其发明的范围内可以对各实施方式进行自由组合,也能对各实施方式适当地进行变形、省略。

[0182] 标号说明

[0183] 1转轴、2传感器磁体、10a传感器、10b传感器、10aa传感器、10ab传感器、10ba传感器、10bb传感器、12CPU、13角度运算部。

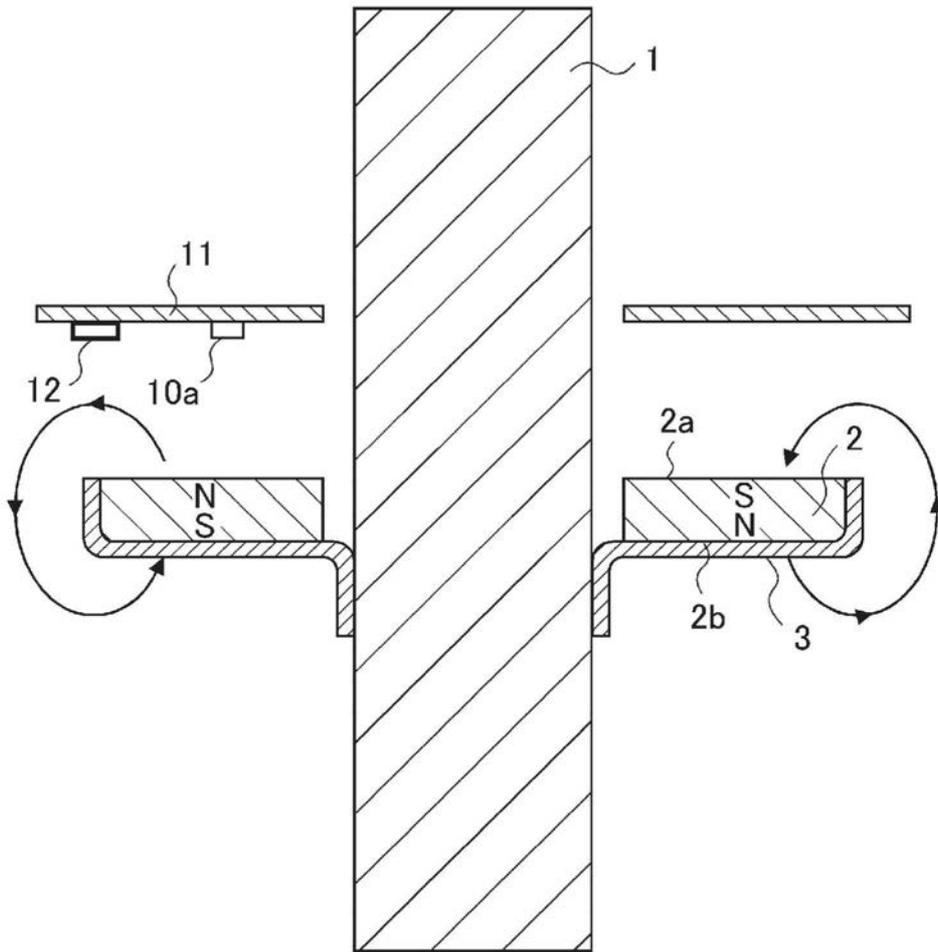


图1

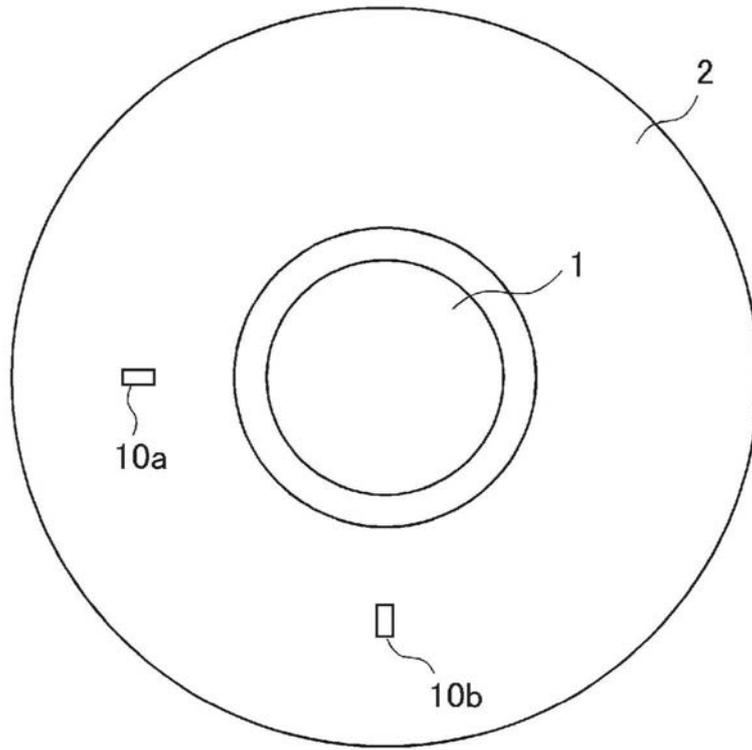


图2

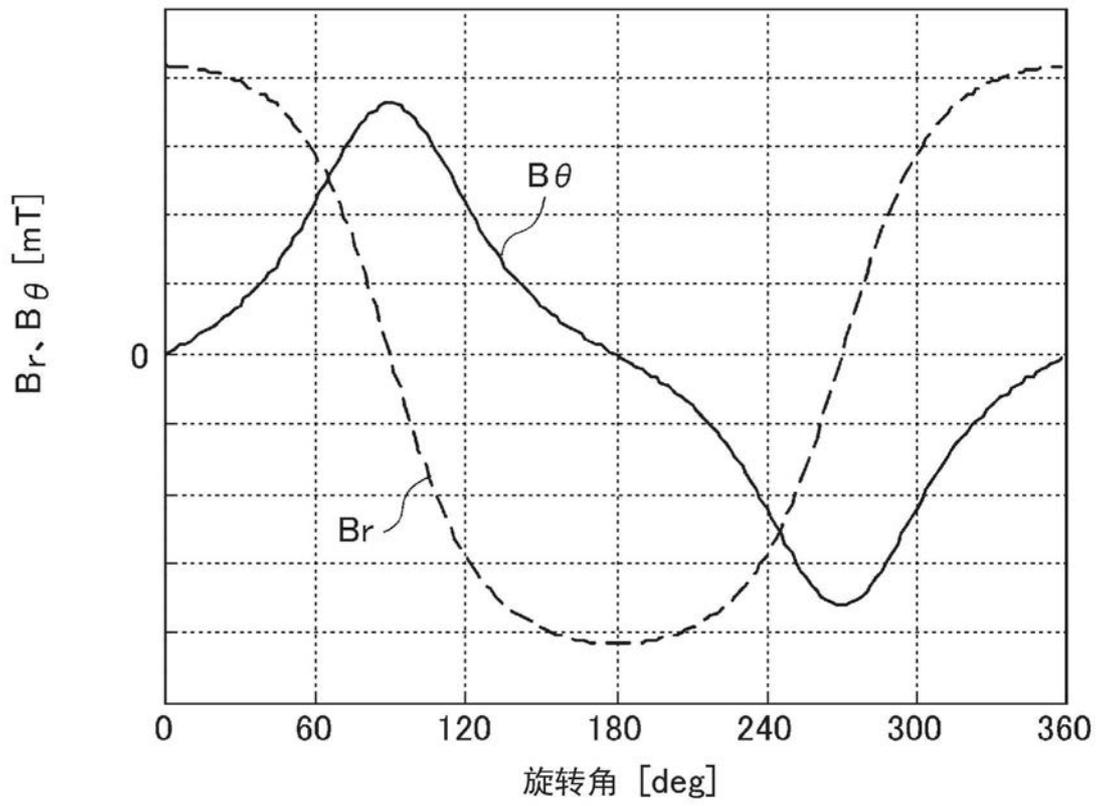


图3

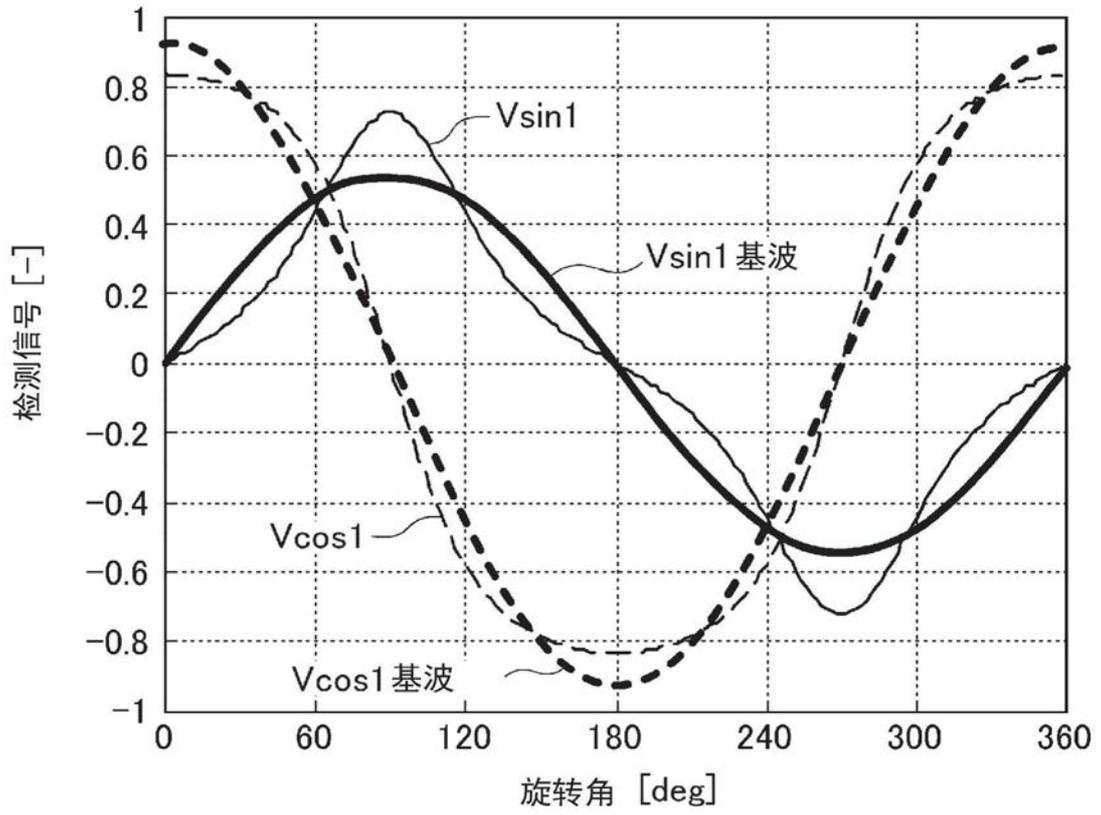


图4

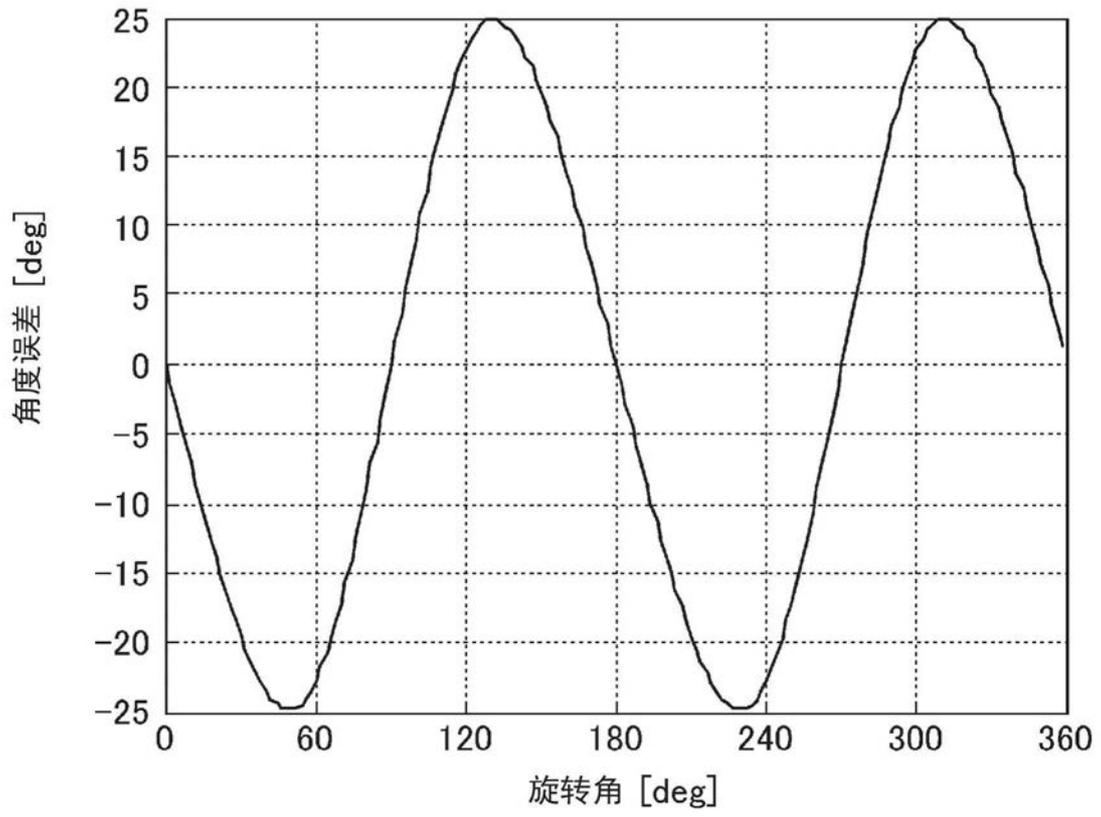


图5

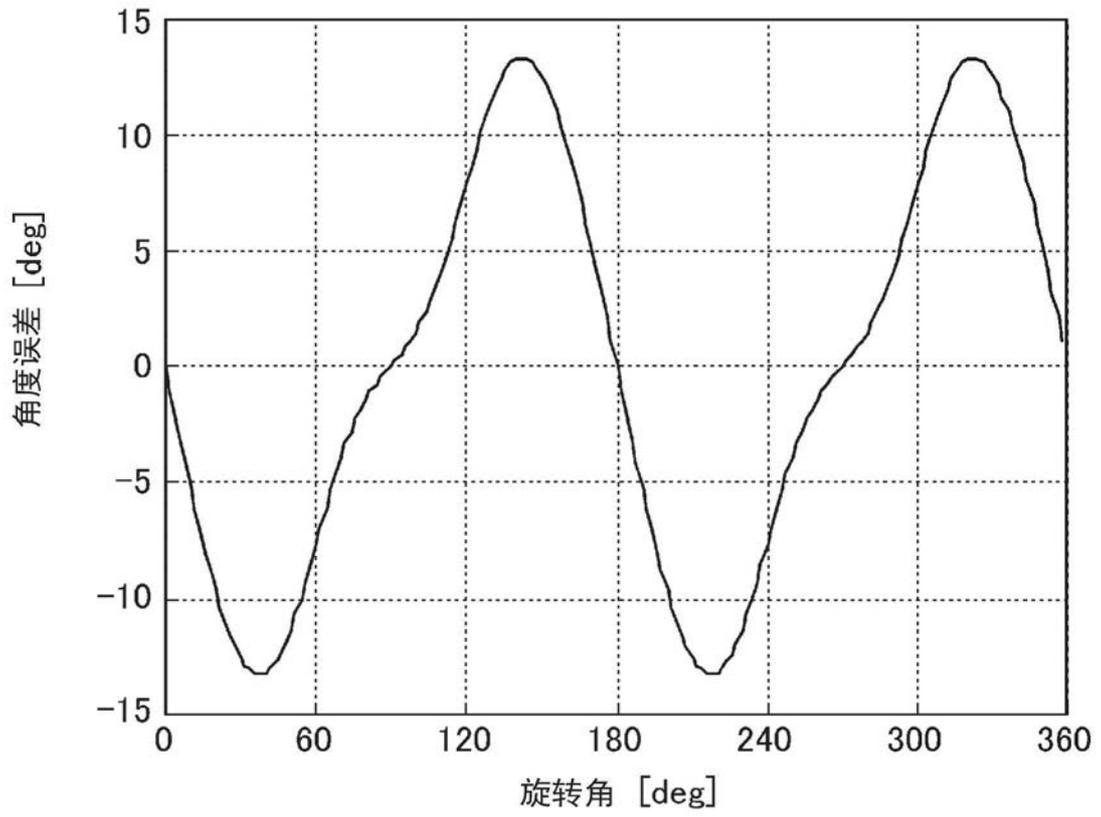


图6

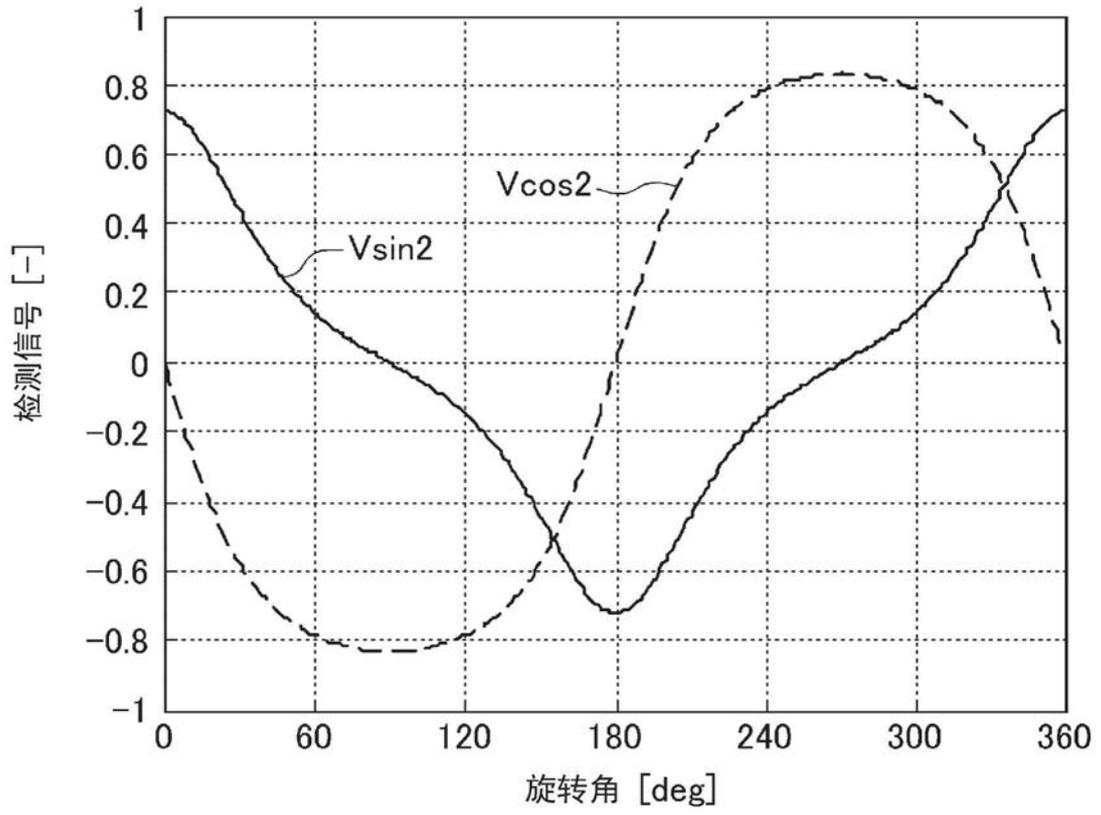


图7

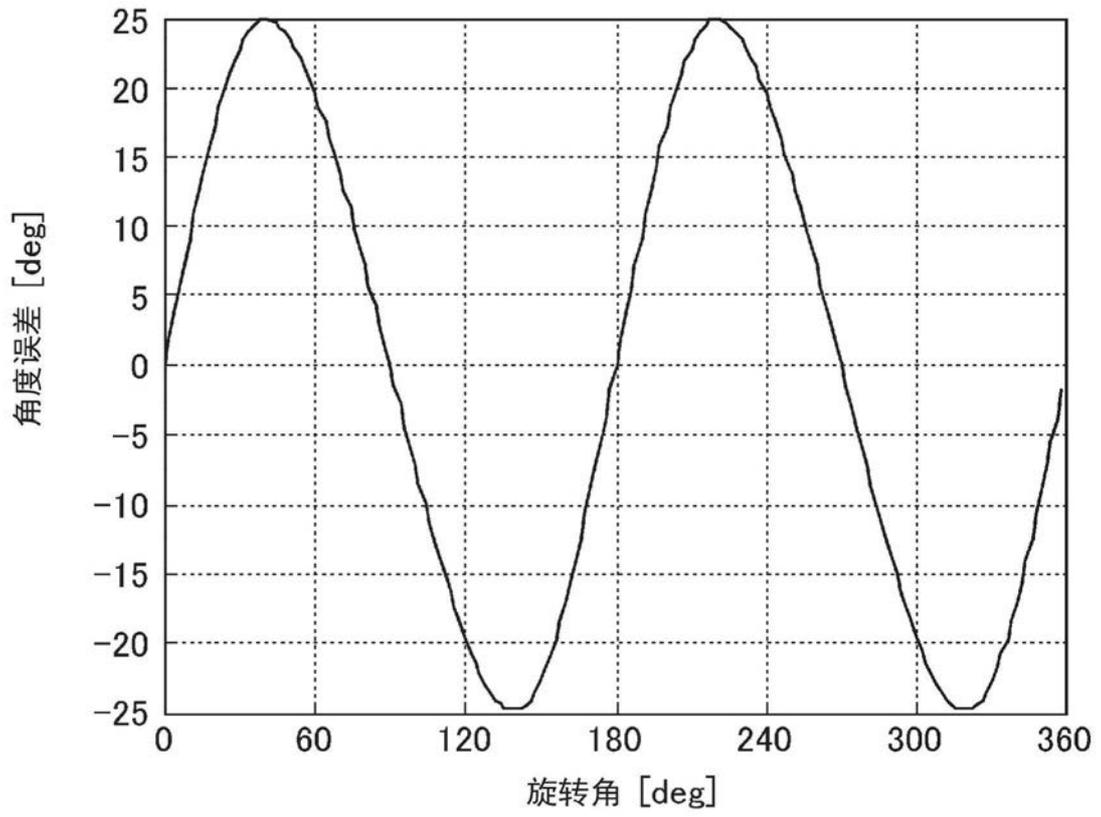


图8

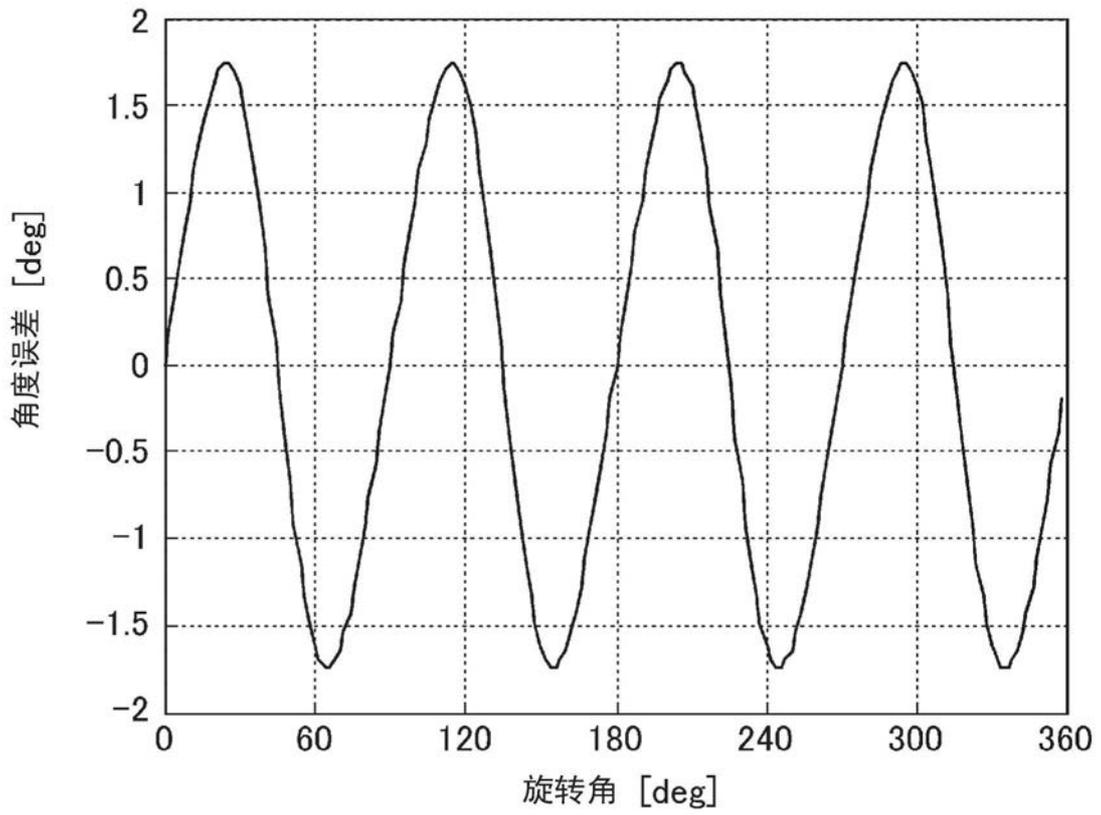


图9

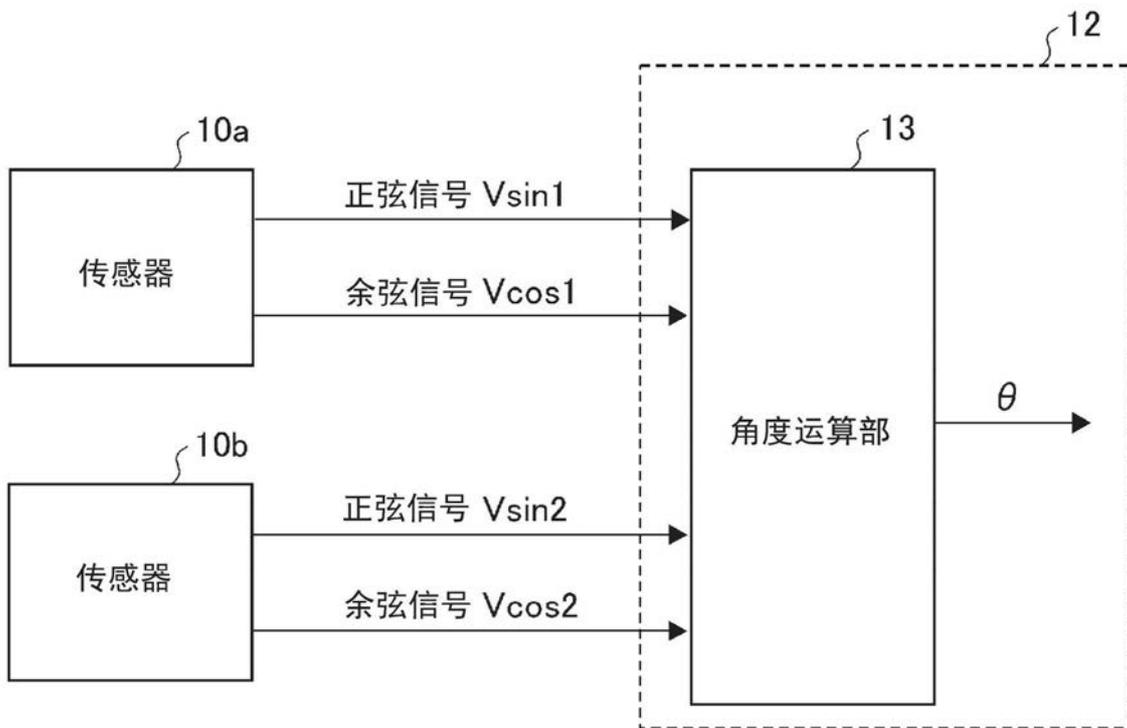


图10

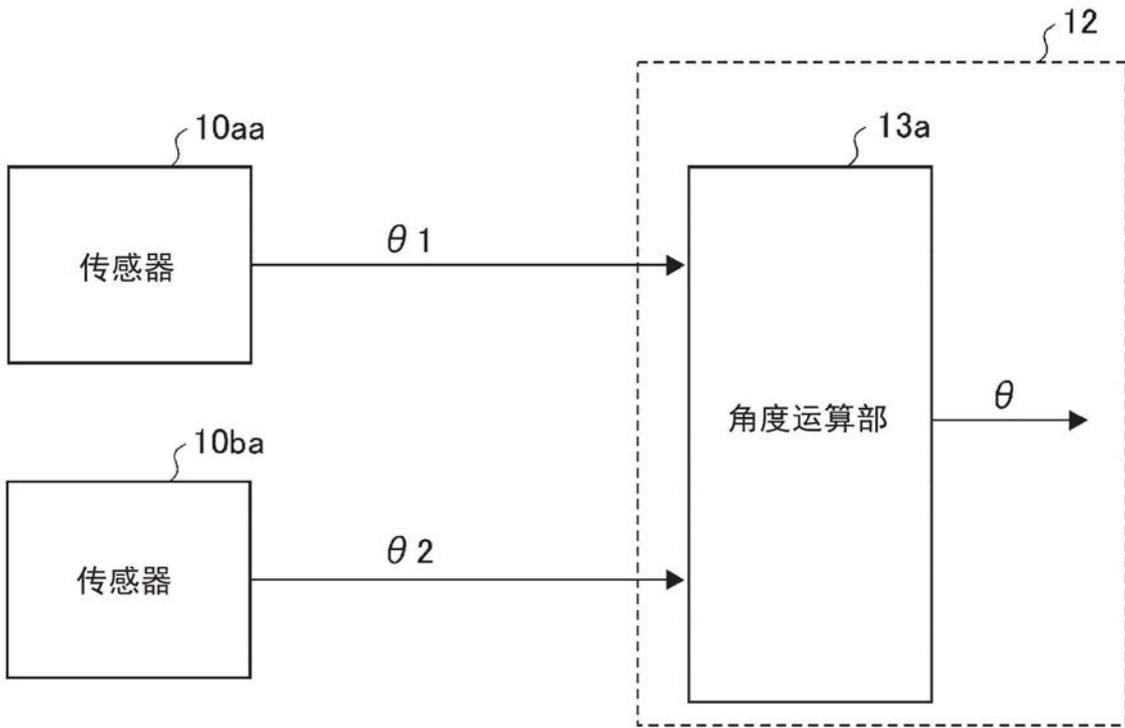


图11

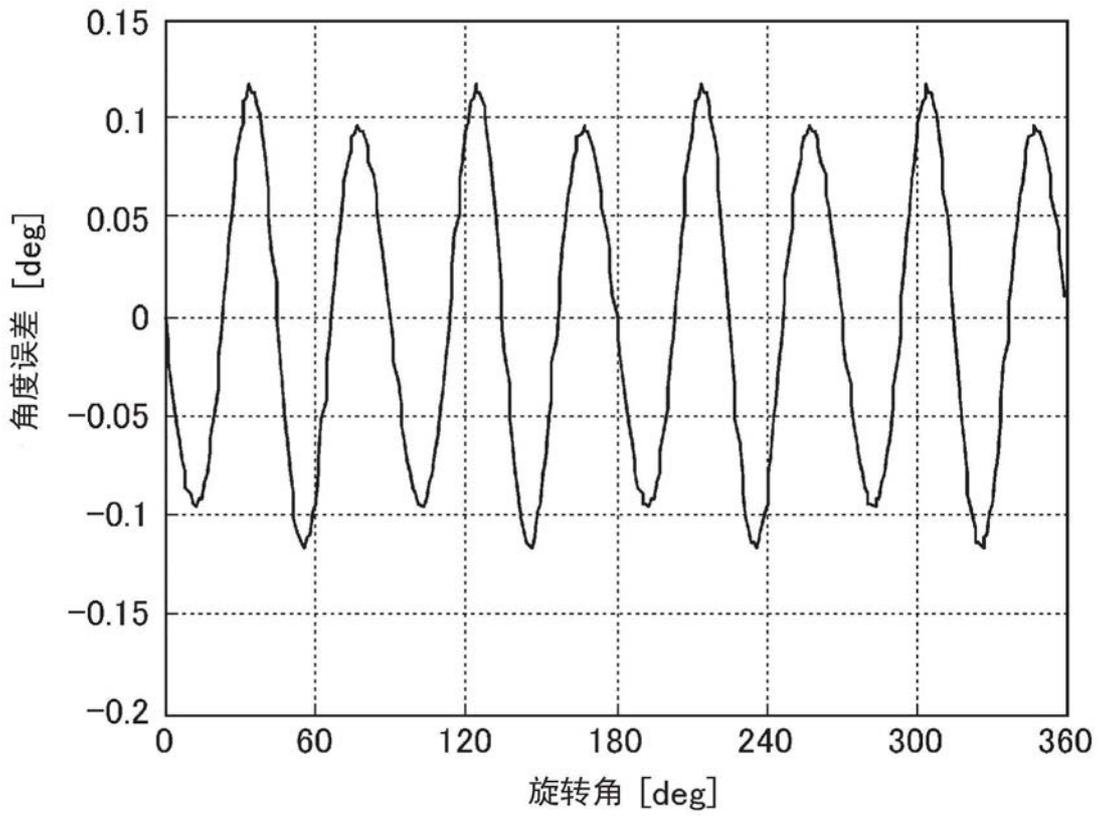


图12

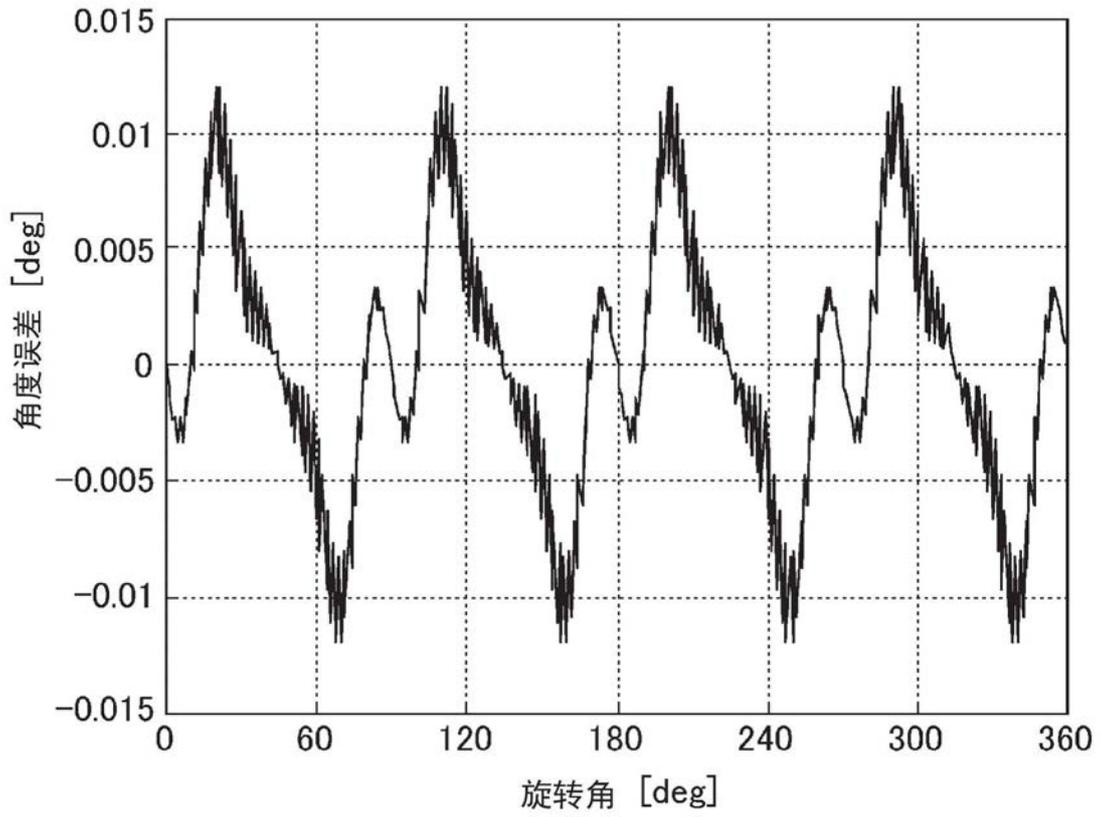


图13

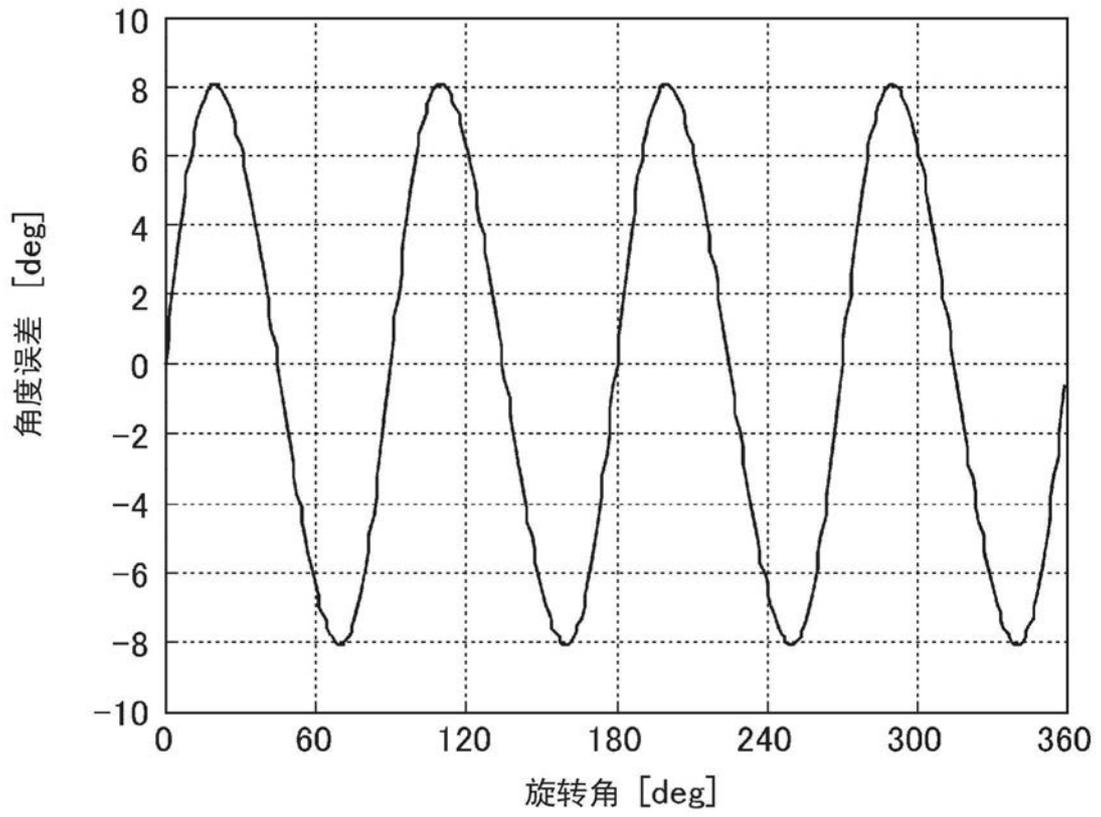


图14

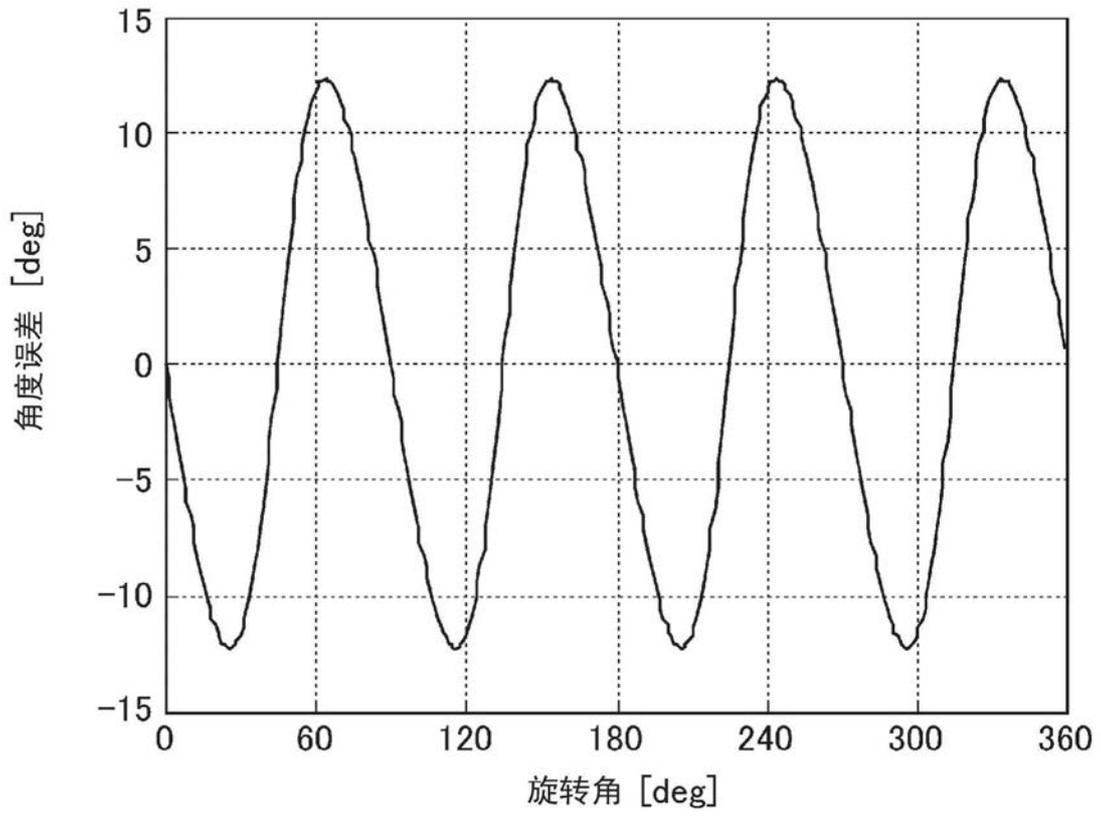


图15

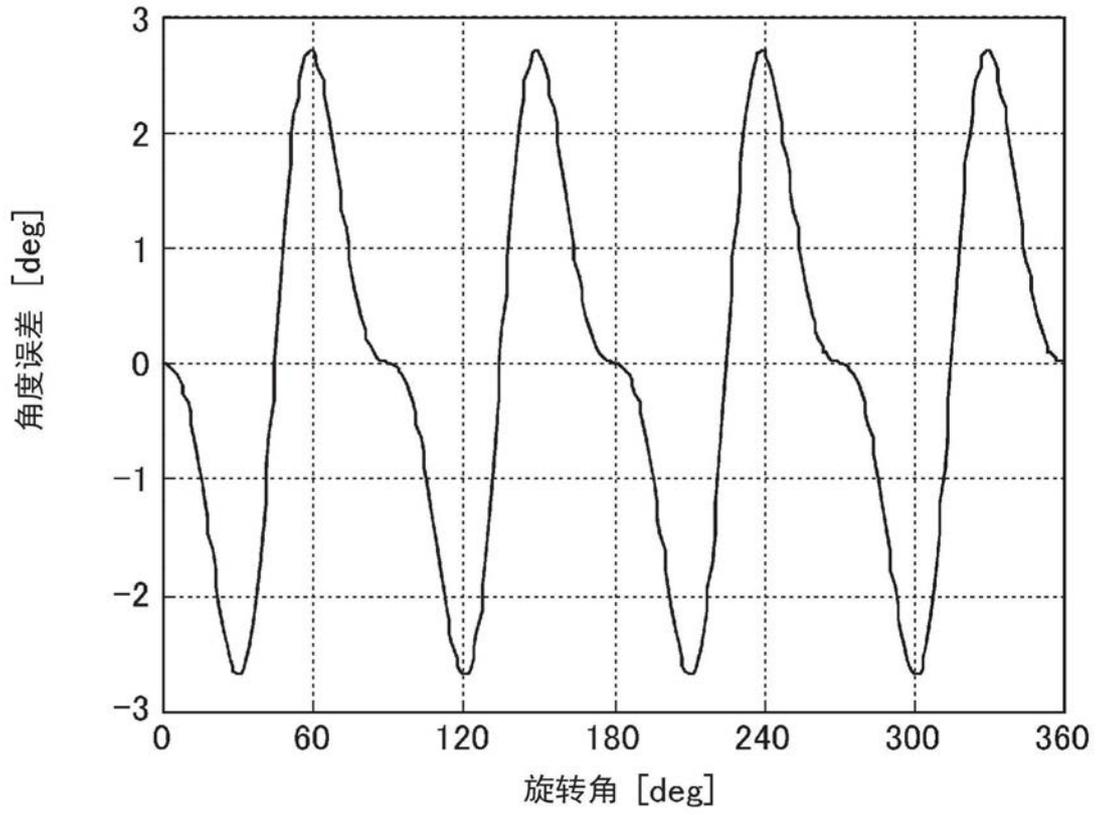


图16

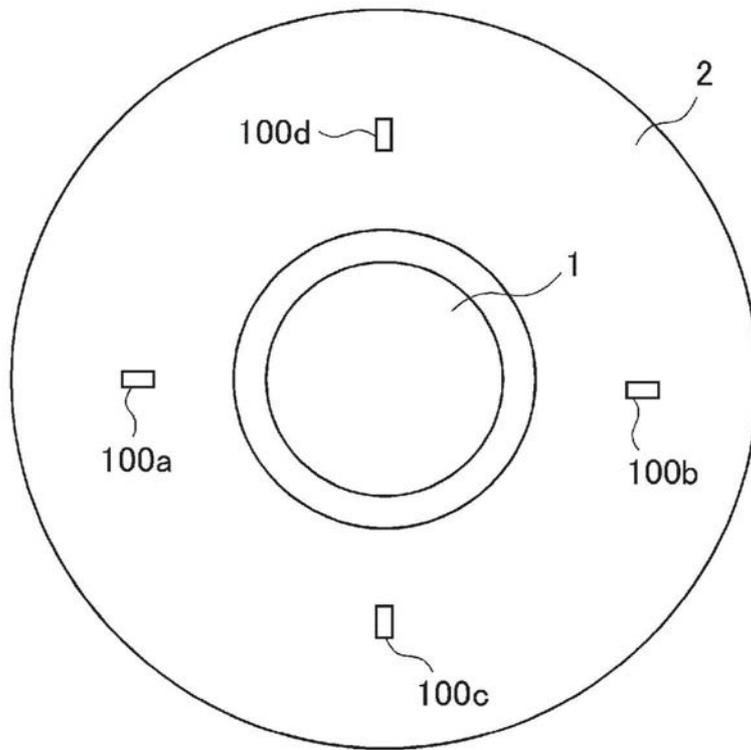


图17

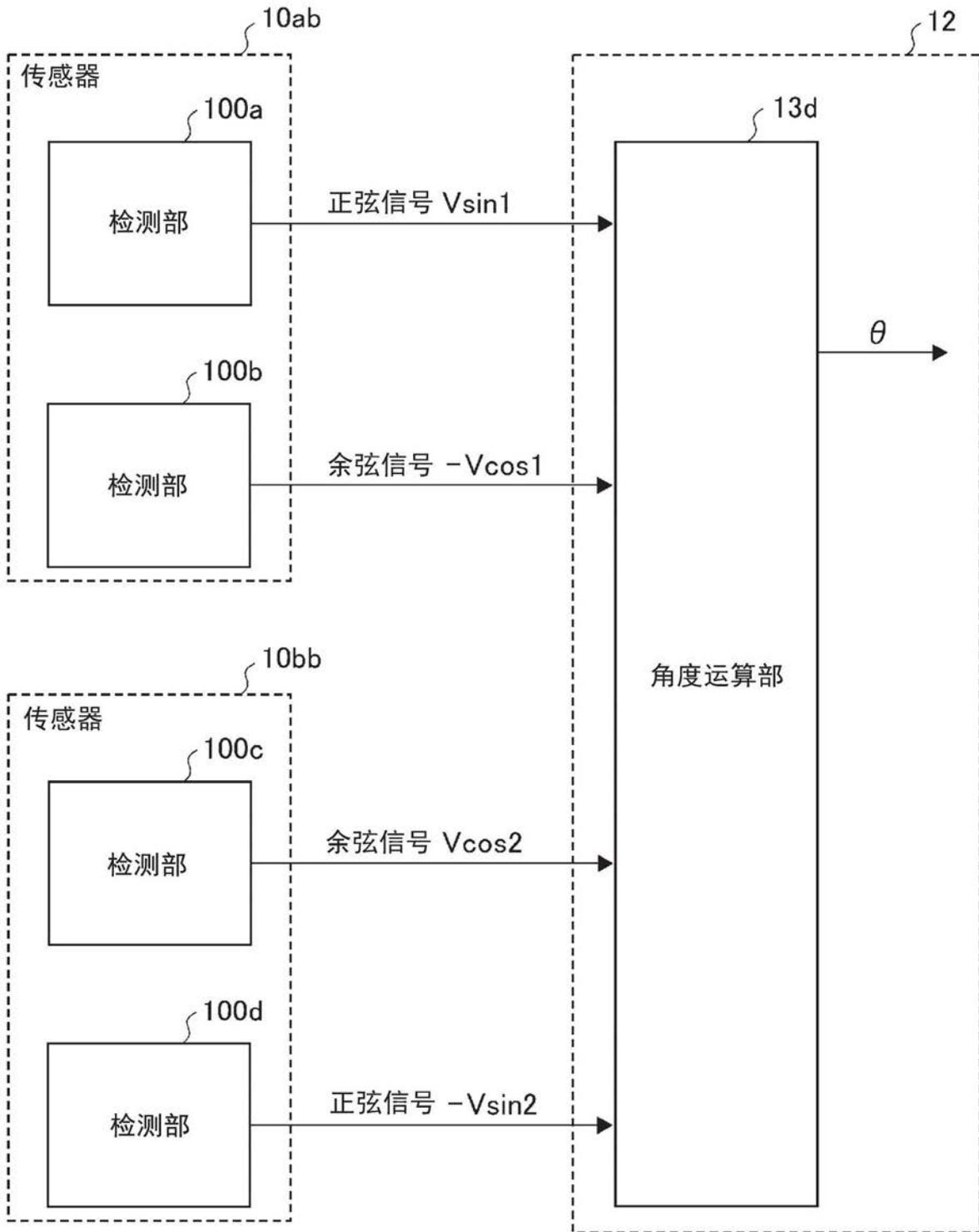


图18

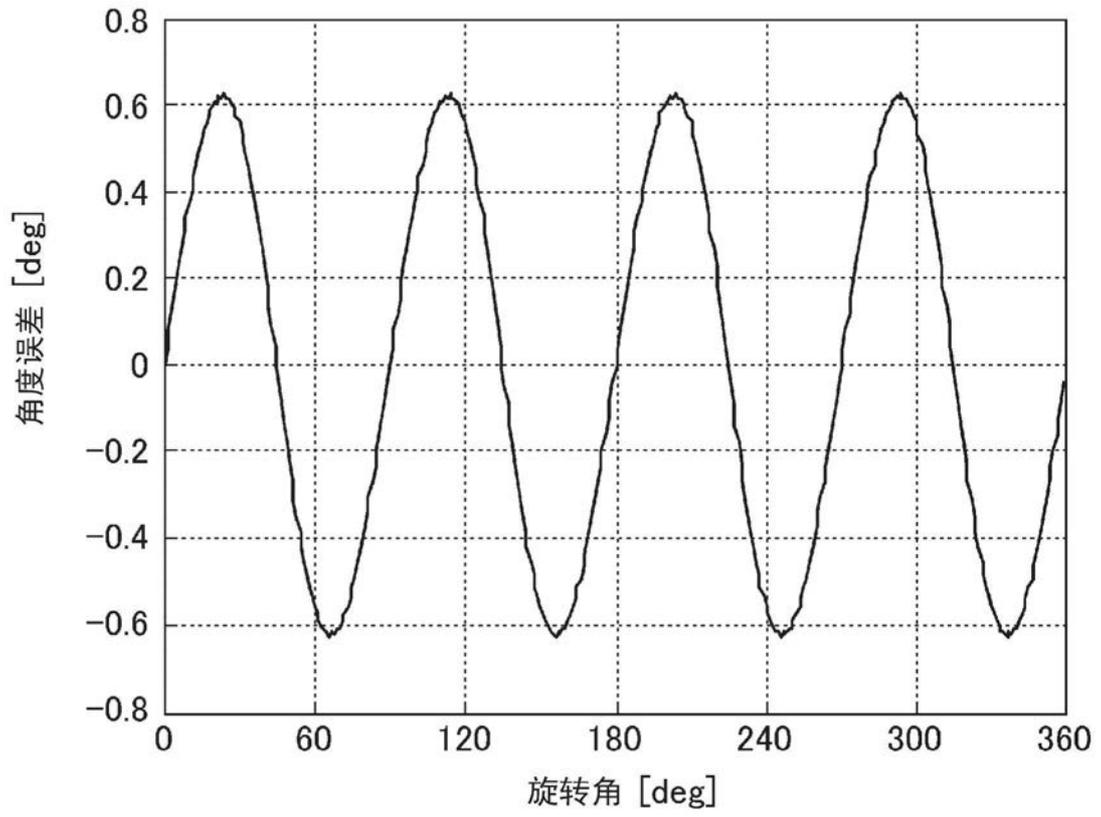


图19

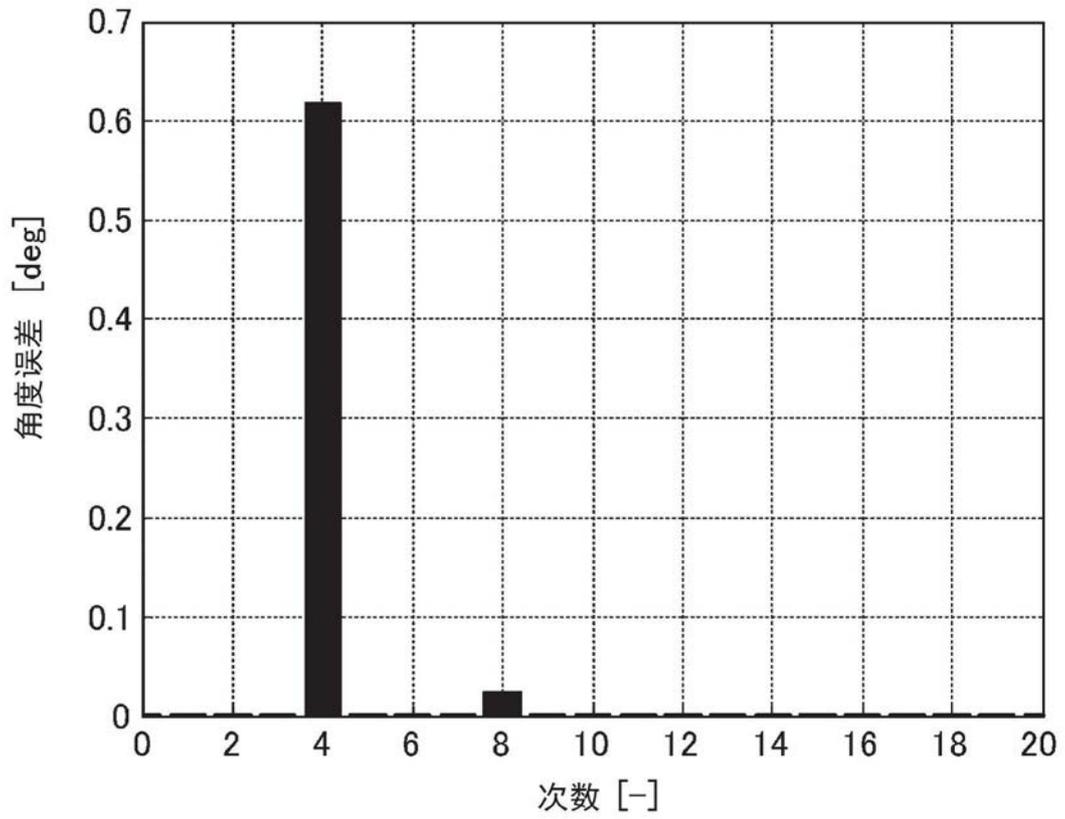


图20

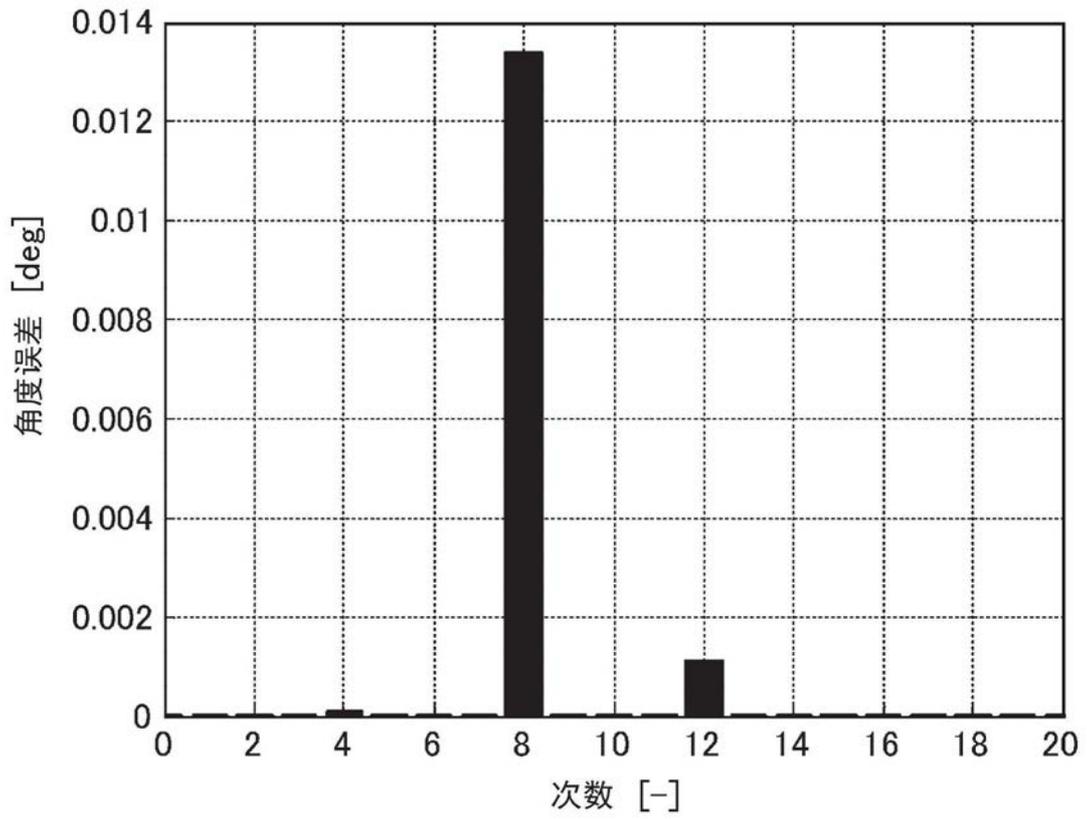


图21

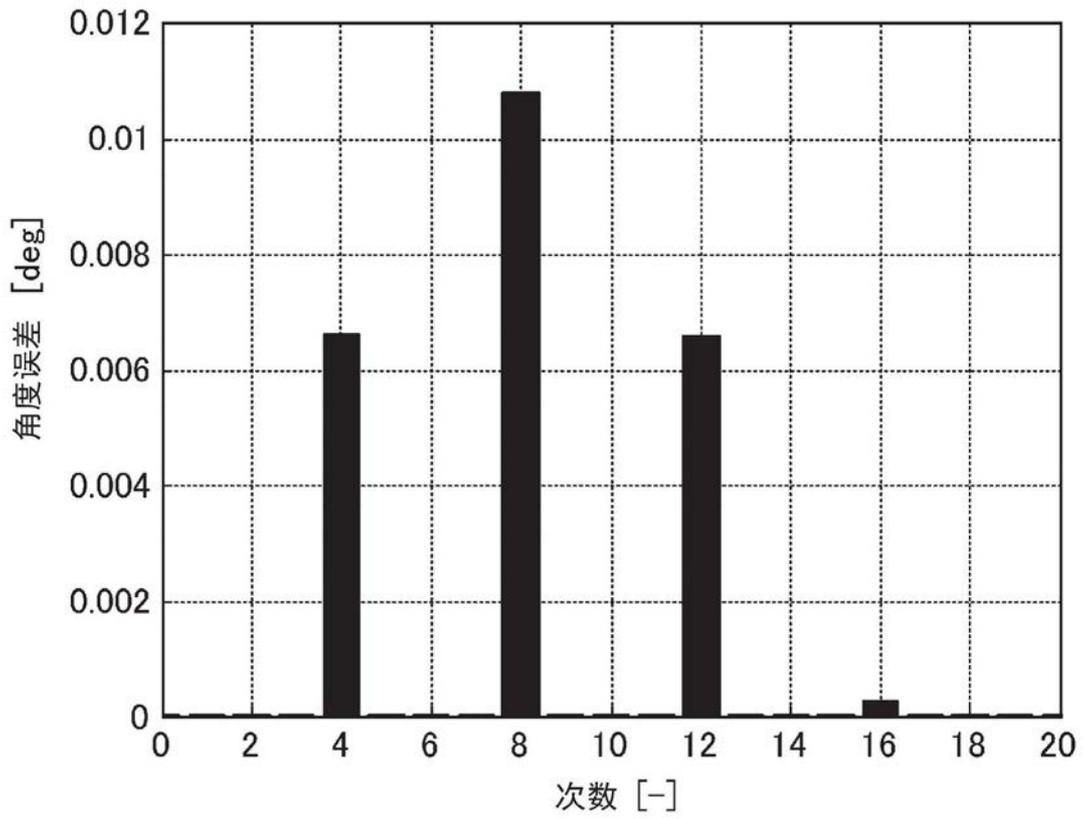


图22

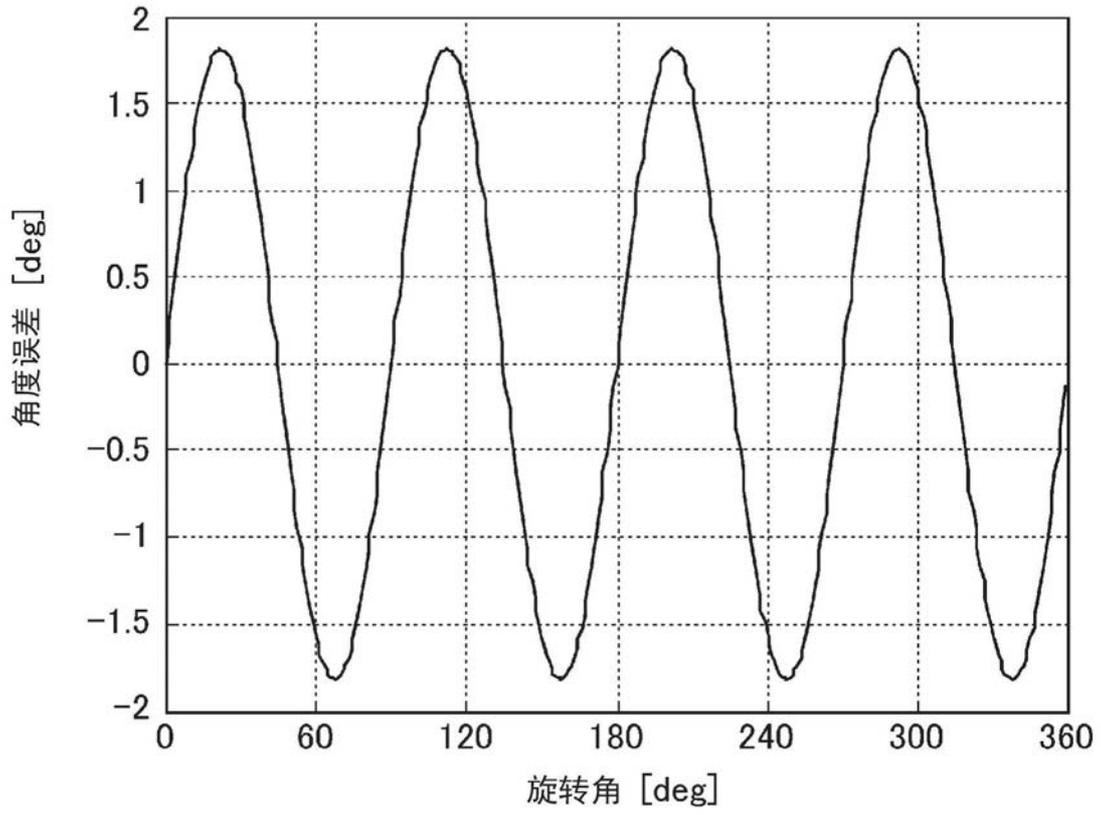


图23

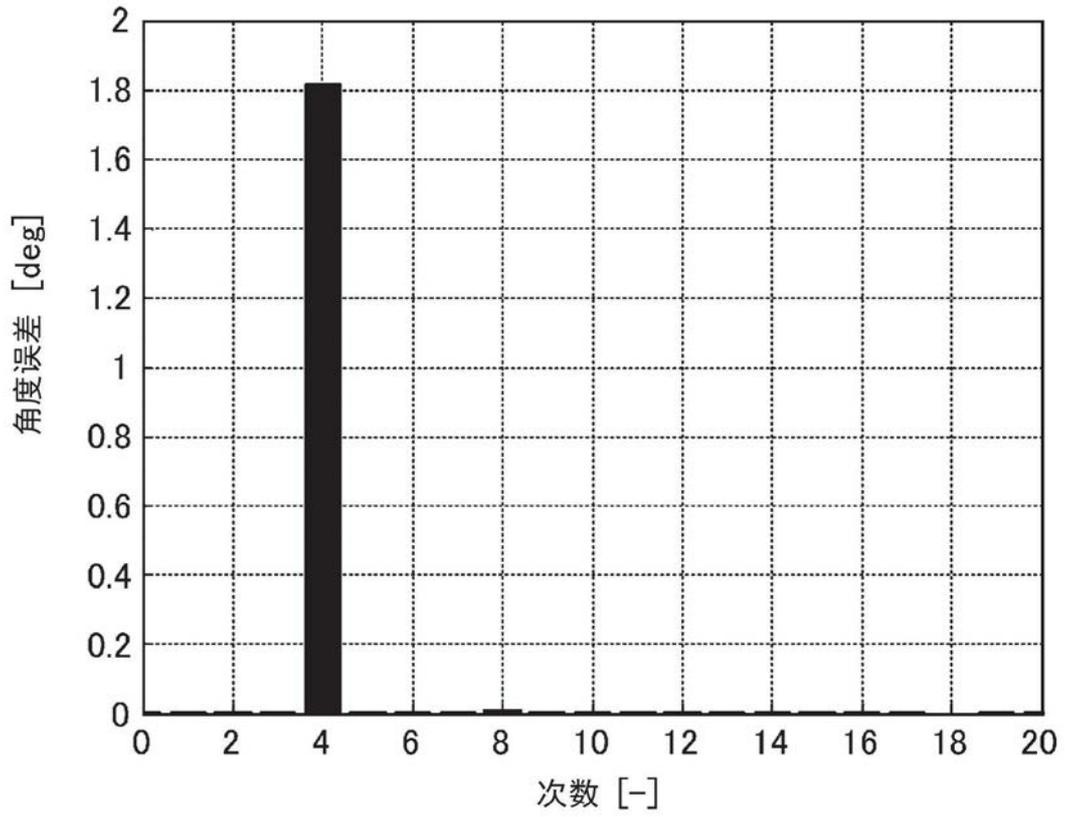


图24

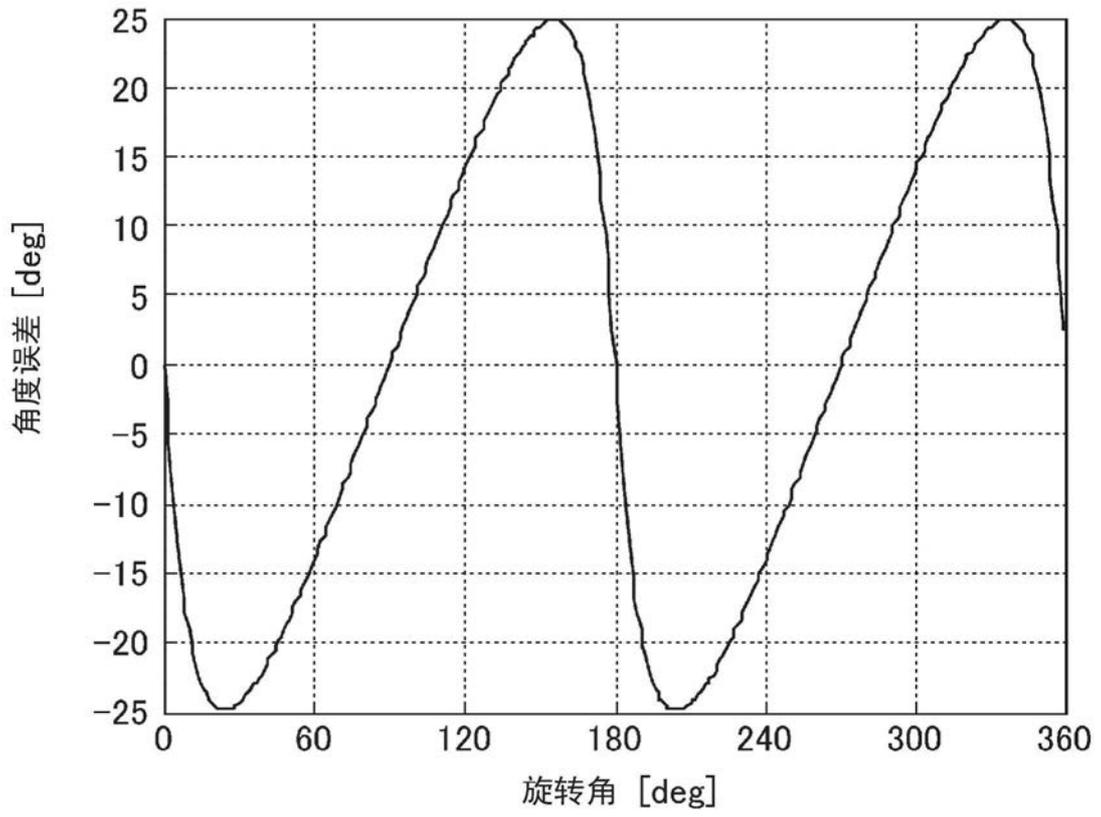


图25

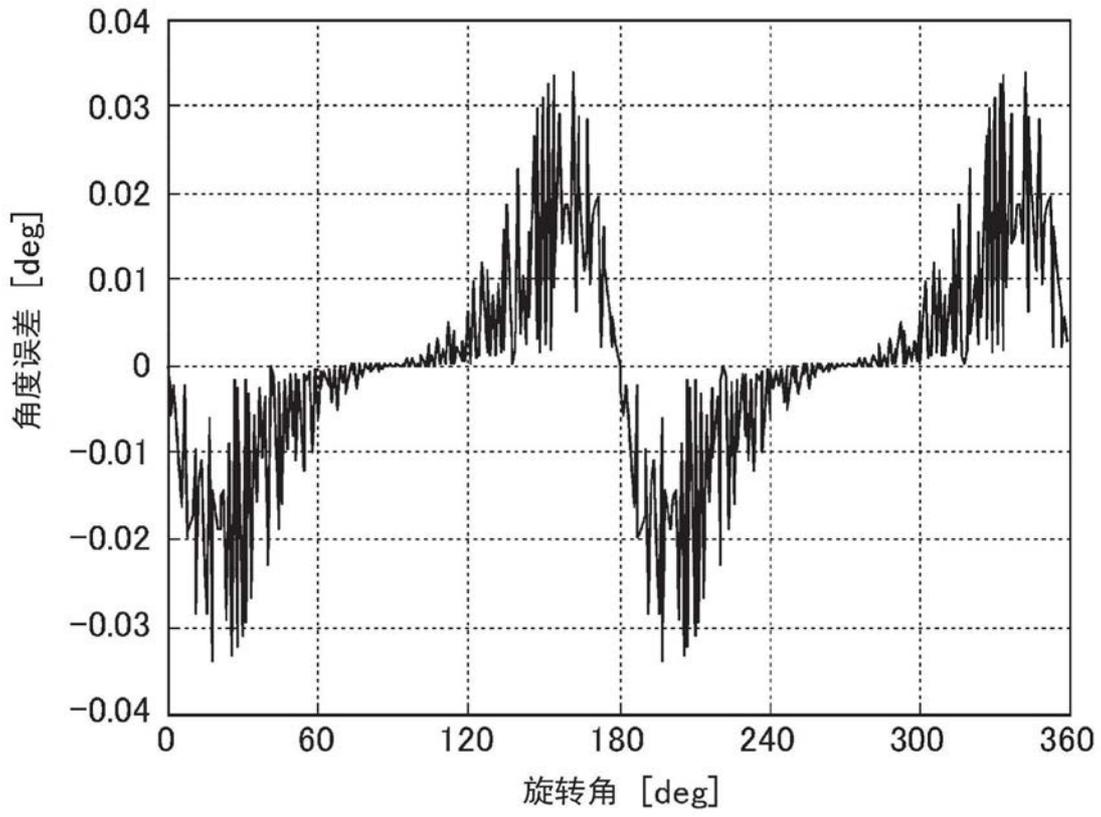


图26

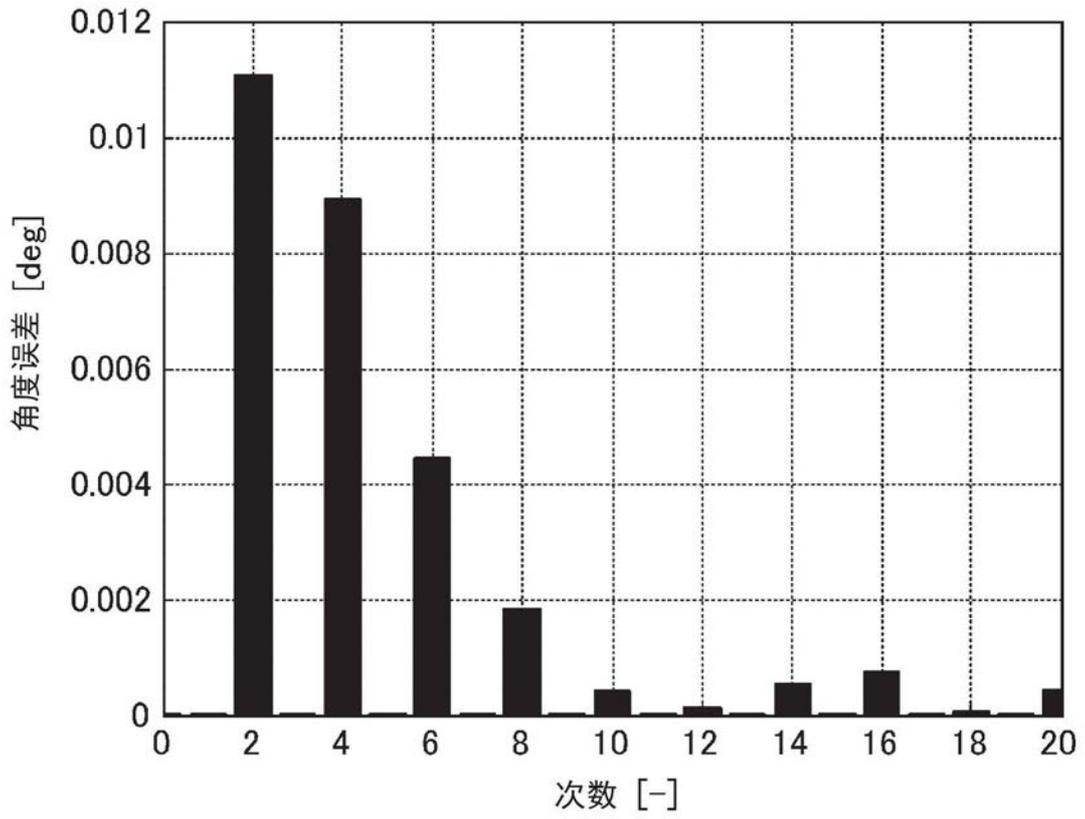


图27

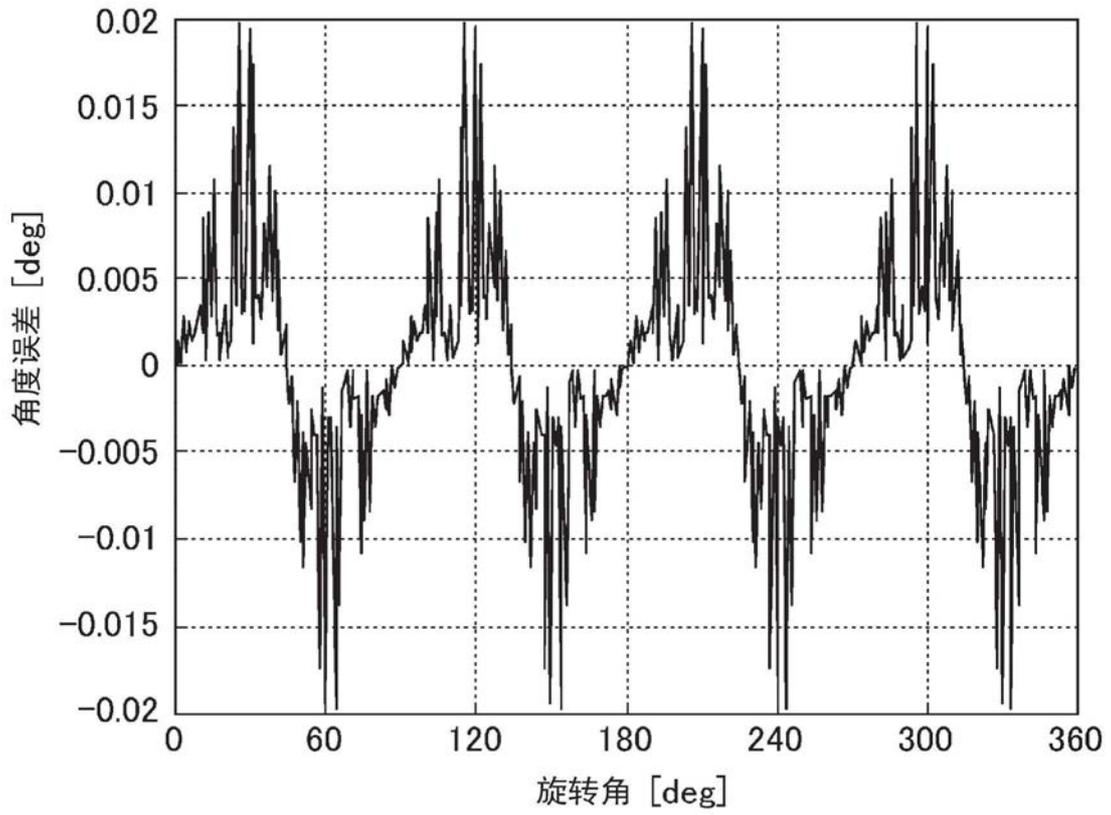


图28

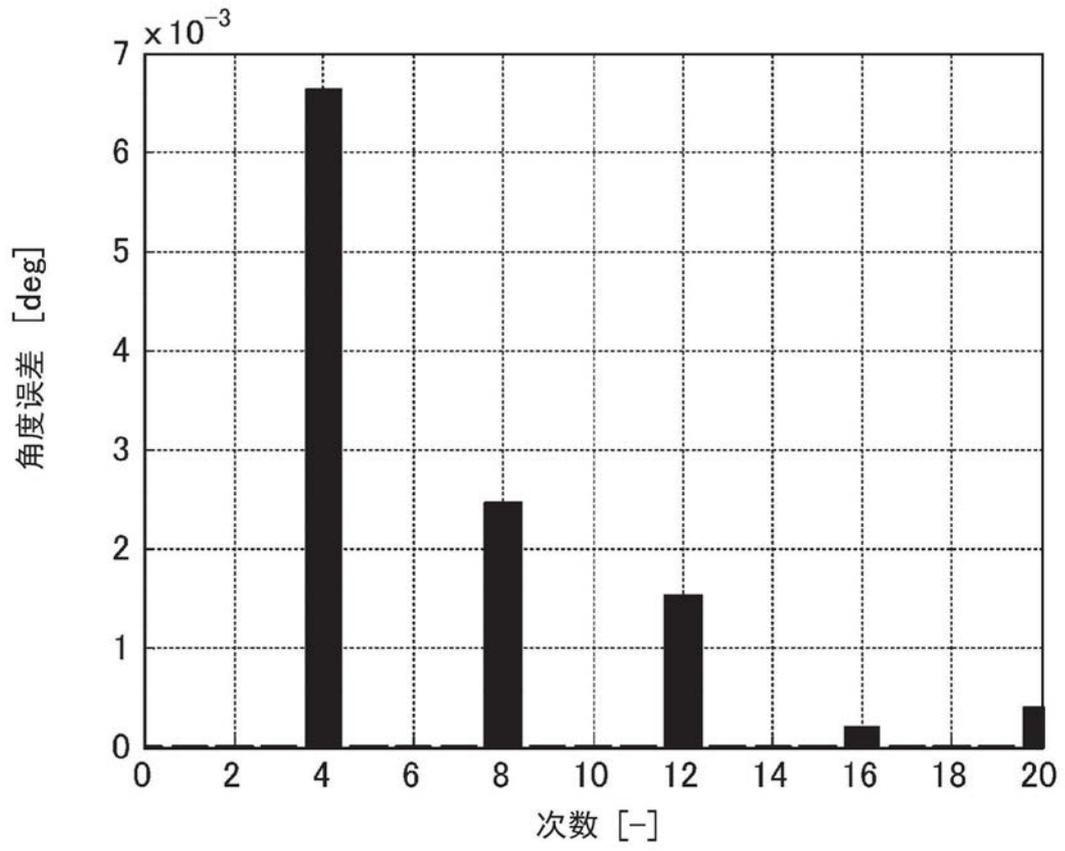


图29

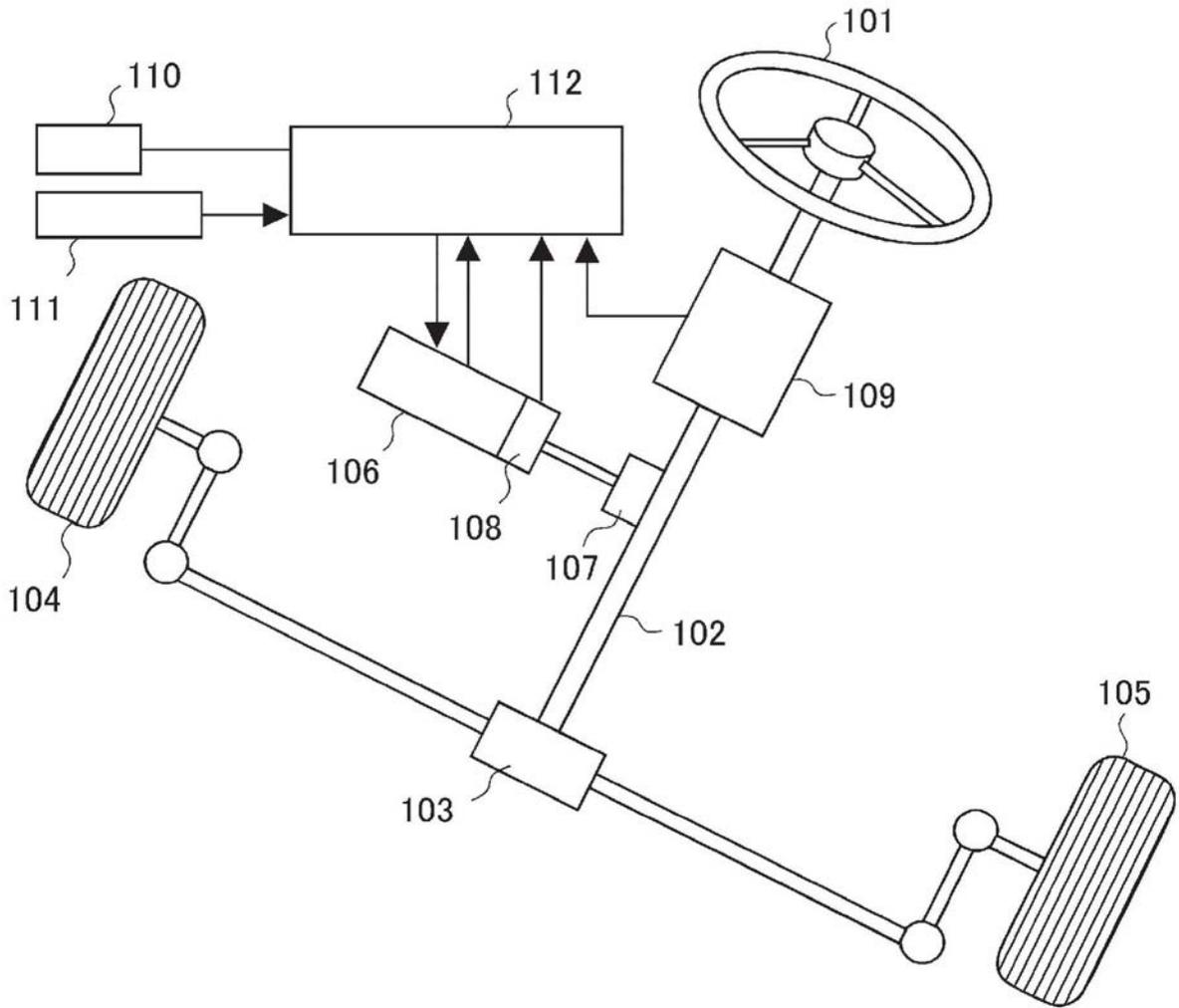


图30