



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110546464 A

(43)申请公布日 2019.12.06

(21)申请号 201880027347.1

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

(22)申请日 2018.04.11

务所(普通合伙) 11277

(30)优先权数据

代理人 刘新宇

2017-086378 2017.04.25 JP

(51)Int.Cl.

G01D 5/244(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.10.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/015299 2018.04.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/198779 JA 2018.11.01

(71)申请人 日本精工株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 桑原昌树 大平和广

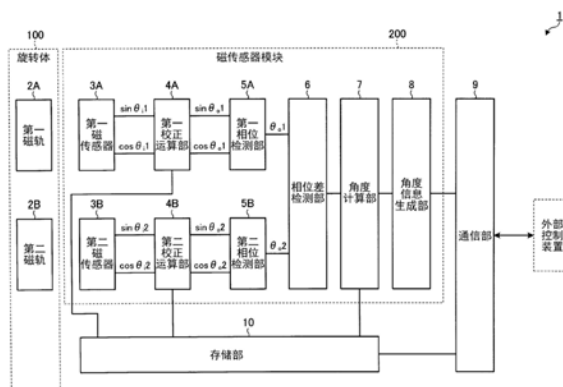
权利要求书4页 说明书25页 附图22页

(54)发明名称

旋转角度检测装置和旋转角度检测方法

(57)摘要

提供一种能够以高精度检测旋转角度的旋转角度检测装置和旋转角度检测方法。旋转角度检测装置具有对设置于旋转体的多个磁轨的磁场分别进行探测来输出各磁轨的sin信号和cos信号的多个磁传感器部,旋转角度检测装置基于事先设定的磁传感器校正信息来将sin信号和cos信号校正为校正sin信号和校正cos信号,其中,该磁传感器校正信息用于使磁传感器部与旋转体的旋转角相应地输出的sin信号的值接近磁传感器部的基准的sin信号的值,或者使传感器部与旋转体的旋转角相应地输出的cos信号的值接近磁传感器部的基准的cos信号的值。



1. 一种旋转角度检测装置,具备:

旋转体,其具有多个磁轨,各所述磁轨是由包括N极和S极的磁极对等间隔地排列成环状而成的,所述多个磁轨排列成同心的环状,所述多个磁轨的磁极对数互不相同;

多个磁传感器部,各所述磁传感器部探测1个所述磁轨的磁场来输出sin信号和cos信号;

存储部,其存储事先设定的磁传感器校正信息,所述磁传感器校正信息用于使所述磁传感器部与所述旋转体的旋转角相应地输出的所述sin信号的值接近该磁传感器部的基准的sin信号的值,或者使所述磁传感器部与所述旋转体的旋转角相应地输出的所述cos信号的值接近该磁传感器部的基准的cos信号的值;

校正运算部,其基于所述磁传感器校正信息来将所述sin信号和所述cos信号校正为校正sin信号和校正cos信号;

相位检测部,其计算所述校正sin信号和所述校正cos信号的相位;

相位差检测部,其计算多个所述相位的相位差;以及

角度计算部,其将所述相位差变换为绝对角度。

2. 根据权利要求1所述的旋转角度检测装置,其特征在于,

将所述sin信号的平均值设为 $V_{\sin ave}$,将所述cos信号的平均值设为 $V_{\cos ave}$,将输入的信号值设为 $\sin\theta_i$ 、 $\cos\theta_i$,将输出的信号值设为 $\sin\theta'$ 、 $\cos\theta'$,所述 $V_{\sin ave}$ 和所述 $V_{\cos ave}$ 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,

所述校正运算部使用下述式(1)来运算所述 $\sin\theta'$,并且使用下述式(2)来运算所述 $\cos\theta'$,

[数1]

$$\sin\theta' = \sin\theta_i - V_{\sin ave} \cdots (1)$$

[数2]

$$\cos\theta' = \cos\theta_i - V_{\cos ave} \cdots (2)。$$

3. 根据权利要求1所述的旋转角度检测装置,其特征在于,

将所述sin信号的最大值设为 $V_{\sin max}$,将所述sin信号的最小值设为 $V_{\sin min}$,将所述cos信号的最大值设为 $V_{\cos max}$,将所述cos信号的最小值设为 $V_{\cos min}$,将输入的信号值设为 $\sin\theta_i$ 、 $\cos\theta_i$,将输出的信号值设为 $\sin\theta'$ 、 $\cos\theta'$,所述 $V_{\sin max}$ 、所述 $V_{\sin min}$ 、所述 $V_{\cos max}$ 以及所述 $V_{\cos min}$ 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,

所述校正运算部使用下述式(3)来运算所述 $\sin\theta'$,并且使用下述式(4)来运算所述 $\cos\theta'$,

[数3]

$$\sin\theta' = \sin\theta_i / (|V_{\sin max} - V_{\sin min}| / 2) \cdots (3)$$

[数4]

$$\cos\theta' = \cos\theta_i / (|V_{\cos max} - V_{\cos min}| / 2) \cdots (4)。$$

4. 根据权利要求1所述的旋转角度检测装置,其特征在于,

将所述sin信号的平均值设为 $V_{\sin ave}$,将所述cos信号的平均值设为 $V_{\cos ave}$,将所述sin信号的最大值设为 $V_{\sin max}$,将所述sin信号的最小值设为 $V_{\sin min}$,将所述cos信号的最大值设为 $V_{\cos max}$,将所述cos信号的最小值设为 $V_{\cos min}$,将输入的信号值设为 $\sin\theta_i$ 、 \cos

θ_i , 将输出的信号值设为 $\sin\theta'$ 、 $\cos\theta'$, 所述 V_{\sinave} 、所述 V_{\cosave} 、所述 V_{\sinmax} 、所述 V_{\sinmin} 、所述 V_{\cosmax} 以及所述 V_{\cosmin} 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,

所述校正运算部使用下述式 (5) 和下述式 (7) 来运算所述 $\sin\theta'$, 并且使用下述式 (6) 和下述式 (8) 来运算所述 $\cos\theta'$,

[数5]

$$\sin\theta'' = \sin\theta_i - V_{\sinave} \cdots (5)$$

[数6]

$$\cos\theta'' = \cos\theta_i - V_{\cosave} \cdots (6)$$

[数7]

$$\sin\theta' = \sin\theta'' / (|V_{\sinmax} - V_{\sinmin}| / 2) \cdots (7)$$

[数8]

$$\cos\theta' = \cos\theta'' / (|V_{\cosmax} - V_{\cosmin}| / 2) \cdots (8)。$$

5. 根据权利要求2~4中的任一项所述的旋转角度检测装置, 其特征在于,

将所述 \sin 信号的输出相位与所述 \cos 信号的输出相位之间的传感器相位误差设为 θ_{ic} , 将输入的信号值设为 $\sin\theta'$ 、 $\cos(\theta' + \theta_{ic})$, 将输出的信号值设为 $\sin\theta_o$ 、 $\cos\theta_o$, 所述 θ_{ic} 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,

所述校正运算部使用下述式 (9) 来运算所述 $\sin\theta_o$, 并且使用下述式 (10) 来运算所述 $\cos\theta_o$,

[数9]

$$\sin\theta_o = \sin\theta' \cdots (9)$$

[数10]

$$\cos\theta_o = (\cos(\theta' + \theta_{ic}) + \sin\theta' \times \sin\theta_{ic}) / \cos\theta_{ic} \cdots (10)。$$

6. 根据权利要求2~4中的任一项所述的旋转角度检测装置, 其特征在于,

将所述 \sin 信号的输出相位与所述 \cos 信号的输出相位之间的传感器相位误差设为 θ_{ic} , 将输入的信号值设为 $\sin(\theta' + \theta_{ic})$ 、 $\cos\theta'$, 将输出的信号值设为 $\sin\theta_o$ 、 $\cos\theta_o$, 所述 θ_{ic} 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,

所述校正运算部使用下述式 (11) 来运算所述 $\cos\theta_o$, 并且使用下述式 (12) 来运算所述 $\sin\theta_o$,

[数11]

$$\cos\theta_o = \cos\theta' \cdots (11)$$

[数12]

$$\sin\theta_o = (\sin(\theta' + \theta_{ic}) + \cos\theta' \times \cos\theta_{ic}) / \sin\theta_{ic} \cdots (12)。$$

7. 根据权利要求2~4中的任一项所述的旋转角度检测装置, 其特征在于,

将输入的信号值设为 $\sin\theta'$ 、 $\cos\theta'$, 将输出的信号值设为 $\sin\theta_o$ 、 $\cos\theta_o$,

所述校正运算部使用下述式 (13) 来运算所述 $\sin\theta_o$, 并且使用下述式 (14) 来运算所述 $\cos\theta_o$,

[数13]

$$\sin\theta_o = \sin\theta' / (1 - (1 - \sin^2\theta' + \cos^2\theta') / 2) \cdots (13)$$

[数14]

$$\cos\theta_o = \cos\theta' / (1 - (1 - \sin^2\theta' + \cos^2\theta') / 2) \cdots (14)。$$

8. 根据权利要求2~4中的任一项所述的旋转角度检测装置,其特征在于,

将所述sin信号的输出相位与所述cos信号的输出相位之间的传感器相位误差设为 θ_{ic} ,将输入的信号值设为 $\sin\theta'$ 、 $\cos(\theta' + \theta_{ic})$,将输出的信号值设为 $\sin\theta_o$ 、 $\cos\theta_o$,所述 θ_{ic} 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,

所述校正运算部使用下述式(15)和下述式(17)来运算所述 $\sin\theta_o$,并且使用下述式(16)和下述式(18)来运算所述 $\cos\theta_o$,

[数15]

$$\sin\theta_o' = \sin\theta' \cdots (15)$$

[数16]

$$\cos\theta_o' = (\cos(\theta' + \theta_{ic}) + \sin\theta' \times \sin\theta_{ic}) / \cos\theta_{ic} \cdots (16)$$

[数17]

$$\sin\theta_o = \sin\theta_o' / (1 - (1 - \sin^2\theta_o' + \cos^2\theta_o') / 2) \cdots (17)$$

[数18]

$$\cos\theta_o = \cos\theta_o' / (1 - (1 - \sin^2\theta_o' + \cos^2\theta_o') / 2) \cdots (18)。$$

9. 根据权利要求2~4中的任一项所述的旋转角度检测装置,其特征在于,

将所述sin信号的输出相位与所述cos信号的输出相位之间的传感器相位误差设为 θ_{ic} ,将输入的信号值设为 $\sin(\theta' + \theta_{ic})$ 、 $\cos\theta'$,将输出的信号值设为 $\sin\theta_o$ 、 $\cos\theta_o$,所述 θ_{ic} 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,

所述校正运算部使用下述式(19)和下述式(21)来运算所述 $\sin\theta_o$,并且使用下述式(20)和下述式(22)来运算所述 $\cos\theta_o$,

[数19]

$$\sin\theta_o' = (\sin(\theta' + \theta_{ic}) + \cos\theta' \times \cos\theta_{ic}) / \sin\theta_{ic} \cdots (19)$$

[数20]

$$\cos\theta_o' = \cos\theta' \cdots (20)$$

[数21]

$$\sin\theta_o = \sin\theta_o' / (1 - (1 - \sin^2\theta_o' + \cos^2\theta_o') / 2) \cdots (21)$$

[数22]

$$\cos\theta_o = \cos\theta_o' / (1 - (1 - \sin^2\theta_o' + \cos^2\theta_o') / 2) \cdots (22)。$$

10. 根据权利要求1~9中的任一项所述的旋转角度检测装置,其特征在于,所述多个磁轨在所述旋转体的轴向上的一个端面被磁化。

11. 根据权利要求1~10中的任一项所述的旋转角度检测装置,其特征在于,所述多个磁轨包括:

第一磁轨;

第二磁轨,其设置于所述第一磁轨的外周;以及

第三磁轨,其设置于所述第一磁轨的内周,

所述旋转角度检测装置具备:

第一磁传感器模块,其包括探测所述第一磁轨的磁场的所述磁传感器以及探测所述第二磁轨的磁场的所述磁传感器;以及

第二磁传感器模块,其包括探测所述第一磁轨的磁场的所述磁传感器以及探测所述第三磁轨的磁场的所述磁传感器。

12. 根据权利要求11所述的旋转角度检测装置,其特征在于,

所述第一磁传感器模块和所述第二磁传感器模块以在所述旋转体的周向上错开的方式配置。

13. 一种旋转角度检测方法,具有以下步骤:

信号校正步骤,基于事先设定的磁传感器校正信息,来将多个磁传感器部与旋转体的旋转角相应地输出的sin信号和cos信号校正为校正sin信号和校正cos信号,所述旋转体具有多个磁轨,各磁轨是由包括N极和S极的磁极对等间隔地排列成环状而成的,所述多个磁轨排列成同心的环状,所述多个磁轨的磁极对数互不相同,各所述磁传感器部探测1个所述磁轨的磁场来输出所述sin信号和所述cos信号,所述磁传感器校正信息用于使所述磁传感器部与旋转体的旋转角相应地输出的所述sin信号的值接近该磁传感器部的基准的sin信号的值,或者使所述磁传感器部与所述旋转体的旋转角相应地输出的所述cos信号的值接近该磁传感器部的基准的cos信号的值;

相位计算步骤,计算所述校正sin信号和所述校正cos信号的相位;

相位差计算步骤,计算多个所述相位的相位差;以及

绝对角度计算步骤,将所述相位差变换为绝对角度。

旋转角度检测装置和旋转角度检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种旋转角度检测装置和旋转角度检测方法。

背景技术

[0002] 对作为旋转角度检测对象的相对角度、绝对角度进行检测的旋转角度检测装置被使用于电动助力转向装置等汽车驱动用电动机。另外,还考虑应用于需要进行旋转控制的各种设备中所使用的轴承。例如,专利文献1中记载了一种将旋转角度检测装置嵌入为一体的带旋转角度检测装置的轴承。专利文献1中记载的旋转角度检测装置具备:旋转体,其形成有多个磁轨,各磁轨是由等间隔地排列的磁极排列成环状而成的,多个磁轨设置成同心的环状,多个磁轨的磁极数互不相同;以及多个磁传感器,其对这些各磁轨的磁场分别进行检测,其中,将旋转体设置在汽车驱动用电动机的转子的旋转轴或者与该旋转轴一体地进行旋转的构件处,从而对汽车驱动用电动机的转子角度进行检测。由此,不会使汽车驱动用电动机的轴向尺寸增加,能够紧凑地嵌入旋转角度检测装置。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利第5671255号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 为了控制电动助力转向装置等汽车驱动用电动机,需要高精度的转子角度信息,但是想到了以下情况:由于磁传感器的物理位置的误差、旋转体的偏心等而导致检测值包含误差。

[0008] 本发明是鉴于上述的问题而完成的,其目的在于提供一种能够以高精度检测旋转角度的旋转角度检测装置和旋转角度检测方法。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 为了实现上述的目的,本发明的一个方式所涉及的旋转角度检测装置具备:旋转体,其具有多个磁轨,各所述磁轨是由包括N极和S极的磁极对等间隔地排列成环状而成的,所述多个磁轨排列成同心的环状,所述多个磁轨的磁极对数互不相同;多个磁传感器部,各所述磁传感器部探测1个所述磁轨的磁场来输出sin信号和cos信号;存储部,其存储事先设定的磁传感器校正信息,所述磁传感器校正信息用于使所述磁传感器部与所述旋转体的旋转角相应地输出的所述sin信号的值接近该磁传感器部的基准的sin信号的值,或者使所述磁传感器部与所述旋转体的旋转角相应地输出的所述cos信号的值接近该磁传感器部的基准的cos信号的值;校正运算部,其基于所述磁传感器校正信息来将所述sin信号和所述cos信号校正为校正sin信号和校正cos信号;相位检测部,其计算所述校正sin信号和所述校正cos信号的相位;相位差检测部,其计算多个所述相位的相位差;以及角度计算部,其将所述相位差变换为绝对角度。

[0011] 由此,旋转角度检测装置能够实时地校正在相位检测部中计算磁传感器的检测相位之前的sin信号和cos信号。另外,使用基于预先设定的已知的磁传感器校正信息对sin信号和cos信号进行校正所得到的校正sin信号和校正cos信号来计算相位,因此旋转体的绝对角度的检测精度提高。因而,旋转角度检测装置能够以高精度检测旋转体的绝对角度。

[0012] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,所述多个磁轨包括磁极对数P(P是自然数)的第一磁轨以及磁极对数P-1或P+1的第二磁轨。

[0013] 由此,能够检测旋转体整周中的绝对角度。

[0014] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,在将所述第一磁轨的磁极对数设为 $n \times Q$ (n, Q 是正的自然数)时,所述多个磁轨还包括磁极对数 $n \times (Q-1)$ 或 $n \times (Q+1)$ 的第三磁轨。

[0015] 由此,能够进一步检测将旋转体的整周 n 分割所得到的各区间中的绝对角度,能够提高旋转体的绝对角度检测的可靠性。

[0016] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,将所述sin信号的平均值设为 $V_{\sin ave}$,将所述cos信号的平均值设为 $V_{\cos ave}$,将输入的信号值设为 $\sin\theta_i, \cos\theta_i$,将输出的信号值设为 $\sin\theta', \cos\theta'$,所述 $V_{\sin ave}$ 和所述 $V_{\cos ave}$ 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,所述校正运算部使用下述式(1)来运算所述 $\sin\theta'$,并且使用下述式(2)来运算所述 $\cos\theta'$ 。

[0017] [数1]

$$[0018] \quad \sin\theta' = \sin\theta_i - V_{\sin ave} \cdots (1)$$

[0019] [数2]

$$[0020] \quad \cos\theta' = \cos\theta_i - V_{\cos ave} \cdots (2)$$

[0021] 由此,sin信号和cos信号的偏置电压被标准化,因此旋转体的绝对角度的检测精度提高。

[0022] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,将所述sin信号的最大值设为 $V_{\sin max}$,将所述sin信号的最小值设为 $V_{\sin min}$,将所述cos信号的最大值设为 $V_{\cos max}$,将所述cos信号的最小值设为 $V_{\cos min}$,将输入的信号值设为 $\sin\theta_i, \cos\theta_i$,将输出的信号值设为 $\sin\theta', \cos\theta'$,所述 $V_{\sin max}$ 、所述 $V_{\sin min}$ 、所述 $V_{\cos max}$ 以及所述 $V_{\cos min}$ 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,所述校正运算部使用下述式(3)来运算所述 $\sin\theta'$,并且使用下述式(4)来运算所述 $\cos\theta'$ 。

[0023] [数3]

$$[0024] \quad \sin\theta' = \sin\theta_i / (|V_{\sin max} - V_{\sin min}| / 2) \cdots (3)$$

[0025] [数4]

$$[0026] \quad \cos\theta' = \cos\theta_i / (|V_{\cos max} - V_{\cos min}| / 2) \cdots (4)$$

[0027] 由此,sin信号和cos信号的振幅被标准化,因此旋转体的绝对角度的检测精度提高。

[0028] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,将所述sin信号的平均值设为 $V_{\sin ave}$,将所述cos信号的平均值设为 $V_{\cos ave}$,将所述sin信号的最大值设为 $V_{\sin max}$,将所述sin信号的最小值设为 $V_{\sin min}$,将所述cos信号的最大值设为 $V_{\cos max}$,将所述cos信号的最小值设为 $V_{\cos min}$,将输入的信号值设为 $\sin\theta_i, \cos\theta_i$,将输出的信号值设为 $\sin\theta', \cos$

θ' , 所述 $V_{\sin ave}$ 、所述 $V_{\cos ave}$ 、所述 $V_{\sin max}$ 、所述 $V_{\sin min}$ 、所述 $V_{\cos max}$ 以及所述 $V_{\cos min}$ 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中, 所述校正运算部使用下述式(5)和下述式(7)来运算所述 $\sin\theta'$, 并且使用下述式(6)和下述式(8)来运算所述 $\cos\theta'$ 。

[0029] [数5]

$$[0030] \quad \sin\theta'' = \sin\theta_i - V_{\sin ave} \cdots (5)$$

[0031] [数6]

$$[0032] \quad \cos\theta'' = \cos\theta_i - V_{\cos ave} \cdots (6)$$

[0033] [数7]

$$[0034] \quad \sin\theta' = \sin\theta'' / (|V_{\sin max} - V_{\sin min}| / 2) \cdots (7)$$

[0035] [数8]

$$[0036] \quad \cos\theta' = \cos\theta'' / (|V_{\cos max} - V_{\cos min}| / 2) \cdots (8)$$

[0037] 由此, \sin 信号和 \cos 信号的偏置电压和振幅这两方均被标准化, 因此旋转体的绝对角度的检测精度提高。

[0038] 作为旋转角度检测装置的期望方式, 优选的是, 将所述 \sin 信号的输出相位与所述 \cos 信号的输出相位之间的传感器相位误差设为 θ_{ic} , 将输入的信号值设为 $\sin\theta'$ 、 $\cos(\theta' + \theta_{ic})$, 将输出的信号值设为 $\sin\theta_o$ 、 $\cos\theta_o$, 所述 θ_{ic} 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中, 所述校正运算部使用下述式(9)来运算所述 $\sin\theta_o$, 并且使用下述式(10)来运算所述 $\cos\theta_o$ 。

[0039] [数9]

$$[0040] \quad \sin\theta_o = \sin\theta' \cdots (9)$$

[0041] [数10]

$$[0042] \quad \cos\theta_o = (\cos(\theta' + \theta_{ic}) + \sin\theta' \times \sin\theta_{ic}) / \cos\theta_{ic} \cdots (10)$$

[0043] \sin 信号的输出相位与 \cos 信号的输出相位之间的传感器相位误差能够使用预先在旋转角度检测装置的出厂检查时等测定出的已知的值。另外, 旋转角度检测装置能够使用(10)式来容易地进行以 \sin 信号为基准的 \cos 信号的相位的校正运算。因此, 旋转角度检测装置运算旋转体的绝对角度的速度提高。

[0044] 作为旋转角度检测装置的期望方式, 优选的是, 将所述 \sin 信号的输出相位与所述 \cos 信号的输出相位之间的传感器相位误差设为 θ_{ic} , 将输入的信号值设为 $\sin(\theta' + \theta_{ic})$ 、 $\cos\theta'$, 将输出的信号值设为 $\sin\theta_o$ 、 $\cos\theta_o$, 所述 θ_{ic} 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中, 所述校正运算部使用下述式(11)来运算所述 $\cos\theta_o$, 并且使用下述式(12)来运算所述 $\sin\theta_o$ 。

[0045] [数11]

$$[0046] \quad \cos\theta_o = \cos\theta' \cdots (11)$$

[0047] [数12]

$$[0048] \quad \sin\theta_o = (\sin(\theta' + \theta_{ic}) + \cos\theta' \times \cos\theta_{ic}) / \sin\theta_{ic} \cdots (12)$$

[0049] \sin 信号的输出相位与 \cos 信号的输出相位之间的传感器相位误差能够使用预先在旋转角度检测装置的出厂检查时等测定出的已知的值。另外, 旋转角度检测装置能够使用(12)式来容易地进行以 \cos 信号为基准的 \sin 信号的相位的校正运算。因此, 旋转角度检测装置运算旋转体的绝对角度的速度提高。

[0050] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,将输入的信号值设为 $\sin\theta'$ 、 $\cos\theta'$,将输出的信号值设为 $\sin\theta_o$ 、 $\cos\theta_o$,所述校正运算部使用下述式(13)来运算所述 $\sin\theta'$,并且使用下述式(14)来运算所述 $\cos\theta_o$ 。

[0051] [数13]

$$[0052] \quad \sin\theta_o = \sin\theta' / (1 - (1 - \sin^2\theta' + \cos^2\theta') / 2) \cdots (13)$$

[0053] [数14]

$$[0054] \quad \cos\theta_o = \cos\theta' / (1 - (1 - \sin^2\theta' + \cos^2\theta') / 2) \cdots (14)$$

[0055] 旋转角度检测装置能够使用(13)式和(14)式来容易地进行抑制 \sin 信号和 \cos 信号的周期性振幅变动的校正运算。因此,旋转角度检测装置运算旋转体的绝对角度的速度提高。

[0056] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,将所述 \sin 信号的输出相位与所述 \cos 信号的输出相位之间的传感器相位误差设为 θ_{ic} ,将输入的信号值设为 $\sin\theta'$ 、 $\cos(\theta' + \theta_{ic})$,将输出的信号值设为 $\sin\theta_o$ 、 $\cos\theta_o$,所述 θ_{ic} 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,所述校正运算部使用下述式(15)和下述式(17)来运算所述 $\sin\theta_o$,并且使用下述式(16)和下述式(18)来运算所述 $\cos\theta_o$ 。

[0057] [数15]

$$[0058] \quad \sin\theta_o' = \sin\theta' \cdots (15)$$

[0059] [数16]

$$[0060] \quad \cos\theta_o' = (\cos(\theta' + \theta_{ic}) + \sin\theta' \times \sin\theta_{ic}) / \cos\theta_{ic} \cdots (16)$$

[0061] [数17]

$$[0062] \quad \sin\theta_o = \sin\theta_o' / (1 - (1 - \sin^2\theta_o' + \cos^2\theta_o') / 2) \cdots (17)$$

[0063] [数18]

$$[0064] \quad \cos\theta_o = \cos\theta_o' / (1 - (1 - \sin^2\theta_o' + \cos^2\theta_o') / 2) \cdots (18)$$

[0065] 由此,能够使用(15)式、(16)式、(17)式以及(18)式来容易地进行以 \sin 信号为基准的 \cos 信号的相位的校正运算以及抑制 \sin 信号和 \cos 信号的周期性振幅变动的校正运算这两方。

[0066] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,将所述 \sin 信号的输出相位与所述 \cos 信号的输出相位之间的传感器相位误差设为 θ_{ic} ,将输入的信号值设为 $\sin(\theta' + \theta_{ic})$ 、 $\cos\theta'$,将输出的信号值设为 $\sin\theta_o$ 、 $\cos\theta_o$,所述 θ_{ic} 作为所述磁传感器校正信息存储在所述存储部中,所述校正运算部使用下述式(19)和下述式(21)来运算所述 $\sin\theta_o$,并且使用下述式(20)和下述式(22)来运算所述 $\cos\theta_o$ 。

[0067] [数19]

$$[0068] \quad \sin\theta_o' = (\sin(\theta' + \theta_{ic}) + \cos\theta' \times \cos\theta_{ic}) / \sin\theta_{ic} \cdots (19)$$

[0069] [数20]

$$[0070] \quad \cos\theta_o' = \cos\theta' \cdots (20)$$

[0071] [数21]

$$[0072] \quad \sin\theta_o = \sin\theta_o' / (1 - (1 - \sin^2\theta_o' + \cos^2\theta_o') / 2) \cdots (21)$$

[0073] [数22]

$$[0074] \quad \cos\theta_o = \cos\theta_o' / (1 - (1 - \sin^2\theta_o' + \cos^2\theta_o') / 2) \cdots (22)$$

[0075] 由此,能够使用(19)式、(20)式、(21)式以及(22)式来容易地进行以cos信号为基准的sin信号的相位的校正运算以及抑制sin信号和cos信号的周期性振幅变动的校正运算这两方。

[0076] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,所述多个磁轨在所述旋转体的轴向上的一个端面被磁化。

[0077] 通过设为这种结构,能够使旋转角度检测装置在轴向上变薄,另外,能够使中空孔变大。由此,能够扩大旋转角度检测装置的应用范围,例如应用于内轮旋转型、外轮旋转型的轴承或者应用于在中空孔中布设设备的线缆的构造等。另外,能够提高应用旋转角度检测装置的设备的设计的自由度。另外,也可以在旋转体的侧面进行磁化。在该情况下,能够使旋转角度检测装置在径向上变小。

[0078] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,具有角度信息生成部,所述角度信息生成部生成包含所述绝对角度的绝对角度信息,所述旋转角度检测装置具备至少1个以上的IC芯片,其中,2个所述磁传感器部、2个所述校正运算部、2个所述相位检测部、所述相位差检测部、角度计算部以及所述角度信息生成部集成在1个所述IC芯片上。

[0079] 由此,能够实现构成旋转角度检测装置的部件数量的减少、磁传感器之间的位置精度的提高、制造成本和组装成本的减少等,从而能够实现小型且廉价的旋转角度检测装置。

[0080] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,具有通信部,所述通信部将所述绝对角度信息变换为规定的信号后输出,所述IC芯片还具有所述通信部。

[0081] 由此,能够实现旋转角度检测装置的进一步的小型化和低成本化。

[0082] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,所述IC芯片还具有所述存储部。

[0083] 由此,能够使旋转角度检测装置更进一步小型化和低成本化。

[0084] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,具有:第一通信部,其将所述绝对角度信息变换为规定的信号后输出;以及第二通信部,其将所述规定的信号变换为规定的通信协议,所述IC芯片还具有所述第一通信部。

[0085] 由此,能够实现旋转角度检测装置的进一步的小型化和低成本化。

[0086] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,所述IC芯片还具有所述存储部。

[0087] 由此,能够使旋转角度检测装置更进一步小型化和低成本化。

[0088] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,所述多个磁轨包括:第一磁轨;第二磁轨,其设置于所述第一磁轨的外周;以及第三磁轨,其设置于所述第一磁轨的内周,所述旋转角度检测装置具备:第一磁传感器模块,其包括探测所述第一磁轨的磁场的所述磁传感器以及探测所述第二磁轨的磁场的所述磁传感器;以及第二磁传感器模块,其包括探测所述第一磁轨的磁场的所述磁传感器以及探测所述第三磁轨的磁场的所述磁传感器。

[0089] 由此,能够提高旋转角度检测装置的位置检测精度,与此相伴地,能够有助于提高各种设备的旋转控制性能。

[0090] 作为旋转角度检测装置的期望方式,优选的是,所述第一磁传感器模块和所述第二磁传感器模块以在所述旋转体的周向上错开的方式配置。

[0091] 由此,能够使第一磁轨的径向的宽度变小。因此,能够使旋转体的中空孔的直径变大,能够提高应用旋转角度检测装置的设备的设计的自由度。

[0092] 为了达到上述的目的,本发明的一个方式所涉及的旋转角度检测方法具有以下步骤:信号校正步骤,基于事先设定的磁传感器校正信息,来将多个磁传感器部与旋转体的旋转角相应地输出的sin信号和cos信号校正为校正sin信号和校正cos信号,所述旋转体具有多个磁轨,各磁轨是由包括N极和S极的磁极对等间隔地排列成环状而成的,所述多个磁轨排列成同心的环状,所述多个磁轨的磁极对数互不相同,各所述磁传感器部探测1个所述磁轨的磁场来输出所述sin信号和所述cos信号,所述磁传感器校正信息用于使所述磁传感器部与旋转体的旋转角相应地输出的所述sin信号的值接近该磁传感器部的基准的sin信号的值,或者使所述磁传感器部与所述旋转体的旋转角相应地输出的所述cos信号的值接近该磁传感器部的基准的cos信号的值;相位计算步骤,计算所述校正sin信号和所述校正cos信号的相位;相位差计算步骤,计算多个所述相位的相位差;以及绝对角度计算步骤,将所述相位差变换为绝对角度。

[0093] 由此,能够实时地校正在计算磁传感器的检测相位之前的sin信号和cos信号。另外,使用基于预先设定的已知的磁传感器校正信息对sin信号和cos信号进行校正所得到的校正sin信号和校正cos信号来计算相位,因此旋转体的绝对角度的检测精度提高。因而,能够以高精度检测旋转体的绝对角度。

[0094] 发明的效果

[0095] 根据本发明,能够提供能够以高精度检测旋转角度的旋转角度检测装置。

附图说明

[0096] 图1是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测装置的一例的图。

[0097] 图2是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测装置的旋转体的一例的图。

[0098] 图3是示出图2所示的旋转体的各磁轨的一例的图。

[0099] 图4是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测装置的磁传感器模块的配置例的图。

[0100] 图5是实施方式1所涉及的旋转角度检测装置的图4所示的IV-IV截面图。

[0101] 图6是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测装置各磁传感器的一例的图。

[0102] 图7是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测装置各部波形例的图。

[0103] 图8是示出实施方式1所涉及的校正运算部的功能块的一例的图。

[0104] 图9是示出实施方式1所涉及的标准化处理部的控制块的一例的图。

[0105] 图10是示出图9所示的标准化处理部中的标准化动作的一例的图。

[0106] 图11是示出实施方式1所涉及的标准化处理部的控制块的不同于图9的一例的图。

[0107] 图12是示出图11所示的标准化处理部中的标准化动作的一例的图。

[0108] 图13是示出实施方式1所涉及的标准化处理部具备偏置电压校正部和振幅校正部这两方的控制块的一例的图。

[0109] 图14是示出实施方式1所涉及的传感器相位校正部中的校正对象的一例的图。

[0110] 图15是示出实施方式1所涉及的传感器相位校正部的控制块的一例的图。

[0111] 图16是示出图15所示的传感器相位校正部中的相位校正动作的一例的图。

[0112] 图17是示出实施方式1所涉及的传感器相位校正部中的校正对象的不同于图14的一例的图。

[0113] 图18是示出实施方式1所涉及的传感器相位校正部的不同于图15的控制块的一例

的图。

[0114] 图19是示出图18所示的传感器相位校正部中的相位校正动作的一例的图。

[0115] 图20是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测方法的具体过程的一例的图。

[0116] 图21是示出实施方式2所涉及的校正运算部的功能块的一例的图。

[0117] 图22是示出实施方式2所涉及的振幅变动抑制部的控制块的一例的图。

[0118] 图23是示出实施方式3所涉及的校正运算部的功能块的一例的图。

[0119] 图24是示出实施方式1所涉及的校正运算部具备传感器相位校正部和振幅变动抑制部这两方的控制块的一例的图。

[0120] 图25是示出实施方式1所涉及的校正运算部具备传感器相位校正部和振幅变动抑制部这两方的控制块的不同于图24的一例的图。

[0121] 图26是示出实施方式4所涉及的旋转角度检测装置的旋转体的一例的图。

[0122] 图27是示出图26所示的旋转体的各磁轨的一例的图。

[0123] 图28是示出实施方式4所涉及的旋转角度检测装置的磁传感器模块的配置例的图。

[0124] 图29是实施方式4所涉及的旋转角度检测装置的图28所示的IV'-IV' 截面图。

[0125] 图30是示出实施方式5所涉及的旋转角度检测装置的磁传感器模块的配置例的图。

[0126] 图31是示出磁传感器模块的第一变形例的图。

[0127] 图32是用于说明提供电源时的磁传感器模块的动作的流程图。

[0128] 图33是示出磁传感器模块的第二变形例的图。

[0129] 图34是示出磁传感器模块的第三变形例的图。

[0130] 图35是示出磁传感器模块的第四变形例的图。

具体实施方式

[0131] 下面,参照附图来详细说明用于实施发明的方式(下面称为实施方式)。此外,本发明不限于下述的实施方式。另外,下述实施方式中的结构要素包括本领域技术人员能够容易地设想到的结构要素、实质上相同的结构要素、所谓的等同范围的结构要素。并且,下述实施方式中公开的结构要素能够适当组合。

[0132] (实施方式1)

[0133] <旋转角度检测装置的结构>

[0134] 图1是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测装置的一例的图。如图1所示,实施方式1所涉及的旋转角度检测装置1具备:具有第一磁轨2A和第二磁轨2B的旋转体100、磁传感器模块200、通信部9以及存储部10。

[0135] 磁传感器模块200具备第一磁传感器3A、第一校正运算部4A、第一相位检测部5A、第二磁传感器3B、第二校正运算部4B、第二相位检测部5B、相位差检测部6、角度计算部7以及角度信息生成部8。

[0136] 在本实施方式中,磁传感器模块200例如集成在1个IC芯片上。由此,能够实现构成旋转角度检测装置1的部件数量的减少、第一磁传感器3A与第二磁传感器3B之间的位置精度的提高、制造成本和组装成本的减少等,从而能够实现小型且廉价的旋转角度检测装置

1。此外,磁传感器模块200例如也可以包括通信部9和存储部10。由此,能够实现旋转角度检测装置1的进一步的小型化和低成本化。

[0137] 图2是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测装置的旋转体的一例的图。

[0138] 图3是示出图2所示的旋转体的各磁轨的一例的图。图4是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测装置的磁传感器模块的配置例的图。图5是实施方式1所涉及的旋转角度检测装置的图4所示的IV-IV截面图。图6是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测装置的各磁传感器的一例的图。

[0139] 如图2或图3所示,实施方式1的旋转体100被设置成第一磁轨2A与第二磁轨2B沿径向排列成以旋转体100的旋转轴X为轴心的同心的环状,其中,第一磁轨2A是由包括N极和S极的磁极对2A1等间隔地排列而成的,第二磁轨2B是磁极对2B1等间隔地排列而成的。实施方式1的第一磁轨2A和第二磁轨2B例如是通过将旋转体100的轴向上的一个端面沿周向等间隔地交替磁化为N极和S极而得到的。

[0140] 具体地说,在第一磁轨2A和第二磁轨2B中,不同的磁极沿周向交替地均等配置,例如,使图中阴影部分为N极、非阴影部分为S极。

[0141] 在图3所示的例子中,第一磁轨2A具有32对磁极对2A1。另外,第二磁轨2B具有31对磁极对2B1。即,在将第一磁轨2A的磁极对2A1的数量设为P(P是自然数)时,第二磁轨2B的磁极对2B1的数量为P-1。

[0142] 能够根据所需的磁通密度来利用例如钕磁铁、铁氧体磁铁、钕钴磁铁等构成旋转体100。

[0143] 在本实施方式中,为第一磁轨2A和第二磁轨2B在旋转体100的轴向上的一个端面被磁化的轴向型的结构。通过设为这种结构,能够使旋转角度检测装置1在轴向上变薄,另外,能够使中空孔变大。由此,能够扩大实施方式1所涉及的旋转角度检测装置1的应用范围,例如,应用于内轮旋转型、外轮旋转型的轴承或者应用于在中空孔中布设设备的线缆的构造等。另外,能够提高应用实施方式1所涉及的旋转角度检测装置1的设备的设计的自由度。

[0144] 如图4和图5所示,实施方式1的磁传感器模块200被设置成在轴向方向上隔着间隙来与设置有第一磁轨2A和第二磁轨2B的旋转体100相向。

[0145] 更具体地说,磁传感器模块200的第一磁传感器3A与第一磁轨2A相向,探测第一磁轨2A的磁场。磁传感器模块200的第二磁传感器3B与第二磁轨2B相向,探测第二磁轨2B的磁场。

[0146] 磁传感器模块200被设置于不与旋转体100同步旋转的固定部位。

[0147] 如图6所示,第一磁传感器3A具备在磁极对2A1的排列方向上分离地配置的2个磁传感器元件3A1、3A2,其中,将第一磁轨2A的1个磁极对2A1的间距作为1个周期来看,2个磁传感器元件3A1、3A2具有以电角度而言 90° 的相位差。另外,第二磁传感器3B具备在磁极对2B1的排列方向上分离地配置的2个磁传感器元件3B1、3B2,其中,将第二磁轨2B的1个磁极对2B1的间距作为1个周期来看,2个磁传感器元件3B1、3B2具有以电角度而言 90° 的相位差。

[0148] 作为磁传感器元件3A1、3A2和磁传感器元件3B1、3B2,例如能够使用霍尔元件、磁阻效应(MR(Magneto Resistance effect))传感器等磁传感器元件。

[0149] 第一磁传感器3A输出与磁极对2A1内的相位相应的第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 和第一cos

信号 $\cos\theta_{i1}$ 。

[0150] 另外,第二磁传感器3B输出与磁极对2B1内的相位相应的第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 和第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$ 。

[0151] 如图1所示,从第一磁传感器3A输出的第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 和第一cos信号 $\cos\theta_{i1}$ 被输入到第一校正运算部4A。另外,从第二磁传感器3B输出的第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 和第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$ 被输入到第二校正运算部4B。

[0152] 第一校正运算部4A对所输入的第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 和第一cos信号 $\cos\theta_{i1}$ 进行后述的校正运算处理,输出第一校正sin信号 $\sin\theta_{o1}$ 和第一校正cos信号 $\cos\theta_{o1}$ 。另外,第二校正运算部4B对第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 和第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$ 进行后述的校正运算处理,输出第二校正sin信号 $\sin\theta_{o2}$ 和第二校正cos信号 $\cos\theta_{o2}$ 。第一校正运算部4A和第二校正运算部4B的校正运算处理的详情在后面叙述。

[0153] 图7是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测装置的各部波形例的图。图7的(a)示出了第一磁轨2A的磁极图案的一例,图7的(b)示出了第二磁轨2B的磁极图案的一例。图7的(c)示出了第一相位检测部5A的输入信号波形,图7的(d)示出了第二相位检测部5B的输入信号波形。图7的(e)示出了由第一相位检测部5A输出的检测相位信号波形,图7的(f)示出了由第二相位检测部5B输出的检测相位信号波形。图7的(g)示出了由相位差检测部6输出的相位差信号波形。

[0154] 在图7所示的例子中,示出了第二磁轨2B的2个磁极对2B1与由第一磁轨2A的3个磁极对2A1形成的a点至b点的区间对应的例子。即,在a点和b点处,第一磁传感器3A的检测信号的相位与第二磁传感器3B的检测信号的相位一致。在该情况下,能够检测出以a点为基准的到b点为止的任意位置处的绝对角度。这样,能够检测出第一磁传感器3A的检测信号的相位与第二磁传感器3B的检测信号的相位一致的2个点之间的绝对角度。

[0155] 在图3所示的例子中,将第一磁轨2A的磁极对2A1的数量设为32($P=32$),将第二磁轨2B的磁极对2B1的数量设为31($P-1=31$),在A点处第一磁轨2A的磁极相位与第二磁轨2B的磁极相位一致。即,磁传感器模块200能够将第一磁传感器3A的检测信号的相位与第二磁传感器3B的检测信号的相位一致的A点作为原点位置来检测出旋转体100的整周上的绝对角度。

[0156] 此外,第一磁轨2A的磁极对2A1的数量与第二磁轨2B的磁极对2B1的数量之间的关系不限于图3所示的例子,例如也可以是以下结构:在将第一磁轨2A的磁极对2A1的数量设为P时,使第二磁轨2B的磁极对2B1的数量为P+1。

[0157] 第一相位检测部5A基于图7的(c)中例示的输入信号来输出图7的(e)中例示的检测相位信号。具体地说,第一相位检测部5A基于作为第一校正运算部4A的输出的第一校正sin信号 $\sin\theta_{o1}$ 和第一校正cos信号 $\cos\theta_{o1}$ 来计算磁极对2A1内的相位($\theta_{o1}=\arctan(\sin\theta_{o1}/\cos\theta_{o1})$)。

[0158] 第二相位检测部5B基于图7的(d)中例示的输入信号来输出图7的(f)中例示的检测相位信号。具体地说,第二相位检测部5B基于作为第二校正运算部4B的输出的第二校正sin信号 $\sin\theta_{o2}$ 和第二校正cos信号 $\cos\theta_{o2}$ 来计算磁极对2B1内的相位($\theta_{o2}=\arctan(\sin\theta_{o2}/\cos\theta_{o2})$)。

[0159] 相位差检测部6基于从第一相位检测部5A和第二相位检测部5B输出的各检测相位

信号来输出图7的(g)中例示的相位差信号。

[0160] 角度计算部7进行以下处理:按照预先设定的计算参数来将由相位差检测部6求出的相位差换算为绝对角度。角度计算部7所使用的计算参数存储在存储部10中。

[0161] 并且,在本实施方式中,在角度计算部7的后级设置有角度信息生成部8。

[0162] 角度信息生成部8例如生成由相位彼此相差90度的A相信号和B相信号以及表示原点位置的Z相信号构成的ABZ相信号,来作为包含由角度计算部7计算出的绝对角度的信息(下面也称为“绝对角度信息”)。此外,作为A相信号和B相信号,例如只要使用作为第一校正运算部4A的输出的第一校正sin信号和第一校正cos信号、作为第二校正运算部4B的输出的第二校正sin信号和第二校正cos信号中的任1组信号即可。

[0163] 通信部9将角度信息生成部8所生成的绝对角度信息变换为规定的信号(例如,ABZ相信号、并行信号、串行数据、模拟电压、PWM调制信号等)后输出到外部控制装置。

[0164] 通过像这样构成为输出变换为规定的信号后的绝对角度信息,能够减少与外部控制装置之间的电连接线的条数。

[0165] 此外,也可以是以下方式:例如从外部控制装置对通信部9输入绝对角度信息的输出请求信号。在该情况下,也可以设为以下结构:旋转角度检测装置1响应于绝对角度信息的输出请求信号来进行动作,从通信部9输出绝对角度信息。

[0166] 在存储部10中,除了存储有角度计算部7所使用的计算参数以外,还存储有旋转角度检测装置1的动作所需的信息,如第一磁轨2A的磁极对2A1的数(P)、第二磁轨2B的磁极对2B1的数(P+1)、后述的第一校正运算部4A所使用的第一磁传感器校正信息、后述的第二校正运算部4B所使用的第二磁传感器校正信息、绝对角度基准位置等。作为存储部10,例如例示了非易失性存储器。

[0167] 在本实施方式中,作为第一磁传感器校正信息和第二磁传感器校正信息而在第一校正运算部4A和第二校正运算部4B中使用的参数、运算式存储在存储部10中。

[0168] 在第一校正运算部4A中使用的参数、运算式包括用于校正第一磁传感器3A的检测信号即第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 和第一cos信号 $\cos\theta_{i1}$ 的信息。作为第一磁传感器校正信息,设定有用于使第一磁传感器3A的检测信号接近预先设想的第一磁传感器3A的基准的sin信号的值或cos信号的值参数、运算式。

[0169] 另外,在第二校正运算部4B中使用的参数、运算式包括用于校正第二磁传感器3B的检测信号即第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 和第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$ 的信息。作为第二磁传感器校正信息,设定有用于使第二磁传感器3B的检测信号接近预先设想的第二磁传感器3B的基准的sin信号的值或cos信号的值参数、运算式。

[0170] 此外,存储部10中存储的各种参数、信息例如也可以构成为能够从外部控制装置经由通信部9进行更新。由此,能够进行与旋转角度检测装置1的使用状况相应的设定。

[0171] <校正运算部的结构和动作>

[0172] 第一磁轨2A和第二磁轨2B、第一磁传感器3A和第二磁传感器3B、第一校正运算部4A和第二校正运算部4B分别为同样的结构和动作,因此在下面的说明中,也将第一磁轨2A和第二磁轨2B称为“磁轨2”、将第一磁传感器3A和第二磁传感器3B称为“磁传感器3”、将第一校正运算部4A和第二校正运算部4B称为“校正运算部4”、将第一磁传感器校正信息和第二磁传感器校正信息称为“磁传感器校正信息”。

[0173] 图8是示出实施方式1所涉及的校正运算部的功能块的一例的图。如图8所示,校正运算部4具备标准化处理部41和传感器相位校正部42。

[0174] 从磁传感器3输出的sin信号 $\sin\theta_i$ 和cos信号 $\cos\theta_i$ 被输入到校正运算部4。另外,校正运算部4从存储部10获取要在标准化处理部41和传感器相位校正部42中应用的磁传感器校正信息。

[0175] 标准化处理部41将从磁传感器3输出的sin信号 $\sin\theta_i$ 和cos信号 $\cos\theta_i$ 进行标准化后将标准化sin信号 $\sin\theta'$ 和标准化cos信号 $\cos\theta'$ 输出到传感器相位校正部42。

[0176] 传感器相位校正部42对标准化sin信号 $\sin\theta'$ 和标准化cos信号 $\cos\theta'$ 的相位进行校正后输出校正sin信号 $\sin\theta_0$ 和校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。

[0177] 接着,说明实施方式1所涉及的校正运算部4的各结构部。

[0178] 首先,说明实施方式1所涉及的标准化处理部41。图9是示出实施方式1所涉及的标准化处理部的控制块的一例的图。图10是示出图9所示的标准化处理部中的标准化动作的一例的图。

[0179] 在图9所示的例子中,标准化处理部41具备偏置电压校正部411。另外,在图10所示的例子中,以虚线示出sin信号 $\sin\theta_i$ (cos信号 $\cos\theta_i$),以实线示出标准化sin信号 $\sin\theta'$ (标准化cos信号 $\cos\theta'$)。

[0180] 在图9和图10所示的例子中,设想了偏置电压与磁传感器3的检测信号重叠的情况。

[0181] 在图9所示的偏置电压校正部411中,预先设定有作为磁传感器3的检测信号的sin信号(cos信号)的平均值 $V_{\sin ave}$ ($V_{\cos ave}$)来作为磁传感器校正信息,该平均值 $V_{\sin ave}$ ($V_{\cos ave}$)是存储在存储部10中的。此外,平均值 $V_{\sin ave}$ 例如既可以是磁轨2的电角度而言规定周期的sin信号的平均值,也可以是任意的1个周期的sin信号的平均值。另外,平均值 $V_{\cos ave}$ 例如既可以是磁轨2的电角度而言规定周期的cos信号的平均值,也可以是任意的1个周期的cos信号的平均值。这些sin信号(cos信号)的平均值 $V_{\sin ave}$ ($V_{\cos ave}$)例如也可以是在旋转角度检测装置1的出厂检查时测定出的值。

[0182] 在图9所示的例子中,偏置电压校正部411使用作为磁传感器3的检测信号的sin信号的平均值 $V_{\sin ave}$ 来将sin信号 $\sin\theta_i$ 的偏置电压进行标准化。具体地说,从sin信号 $\sin\theta_i$ 减去 $V_{\sin ave}$ 、即通过下述式(1)来计算出标准化sin信号 $\sin\theta'$ 。

[0183] [数1]

$$[0184] \quad \sin\theta' = \sin\theta_i - V_{\sin ave} \cdots (1)$$

[0185] 上述式(1)作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图9所示的偏置电压校正部411中。偏置电压校正部411使用该上述式(1)来将sin信号 $\sin\theta_i$ 的偏置电压进行标准化,由此输出图10中实线所示的标准化sin信号 $\sin\theta'$ 。

[0186] 另外,在图9所示的例子中,偏置电压校正部411使用作为磁传感器3的检测信号的cos信号的平均值 $V_{\cos ave}$ 来将cos信号 $\cos\theta_i$ 的偏置电压进行标准化。具体地说,从cos信号 $\cos\theta_i$ 减去 $V_{\cos ave}$ 、即通过下述式(2)来计算出标准化cos信号 $\cos\theta'$ 。

[0187] [数2]

$$[0188] \quad \cos\theta' = \cos\theta_i - V_{\cos ave} \cdots (2)$$

[0189] 上述式(2)作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图9所示的

偏置电压校正部411中。偏置电压校正部411使用该上述式(2)来将cos信号 $\cos\theta_i$ 的偏置电压进行标准化,由此示出图10中实线所示的标准化cos信号 $\cos\theta'$ 。

[0190] 图11是示出实施方式1所涉及的标准化处理部的控制块的不同于图9的一例的图。图12是示出图11所示的标准化处理部中的标准化动作的一例的图。在图11所示的例子中,标准化处理部41具备振幅校正部412。另外,在图12所示的例子中,以虚线示出sin信号 $\sin\theta_i$ (cos信号 $\cos\theta_i$),以实线示出标准化sin信号 $\sin\theta'$ (标准化cos信号 $\cos\theta'$)。

[0191] 在图11和图12所示的例子中,设想了磁传感器3的检测信号存在输出振幅的偏差的情况。

[0192] 在图11所示的振幅校正部412中,预先设定有作为磁传感器3的检测信号的sin信号(cos信号)的最大值 $V_{\sin\max}$ ($V_{\cos\max}$)和最小值 $V_{\sin\min}$ ($V_{\cos\min}$)来作为磁传感器校正信息,该最大值 $V_{\sin\max}$ ($V_{\cos\max}$)和最小值 $V_{\sin\min}$ ($V_{\cos\min}$)是存储在存储部10中的。此外,sin信号的最大值 $V_{\sin\max}$ 例如既可以是以磁轨2的电角度而言规定周期的各周期中的sin信号的最大值的平均值,也可以是任意的1个周期的sin信号的最大值。另外,sin信号的最小值 $V_{\sin\min}$ 例如既可以是以磁轨2的电角度而言规定周期的各周期中的sin信号的最小值的平均值,也可以是任意的1个周期的sin信号的最小值。另外,cos信号的最大值 $V_{\cos\max}$ 例如既可以是以磁轨2的电角度而言规定周期的各周期中的cos信号的最大值的平均值,也可以是任意的1个周期的cos信号的最大值。另外,cos信号的最小值 $V_{\cos\min}$ 例如既可以是以磁轨2的电角度而言规定周期的各周期中的cos信号的最小值的平均值,也可以是任意的1个周期的cos信号的最小值。这些sin信号(cos信号)的最大值 $V_{\sin\max}$ ($V_{\cos\max}$)和最小值 $V_{\sin\min}$ ($V_{\cos\min}$)例如也可以是在旋转角度检测装置1的出厂检查时测定出的值。

[0193] 在图11所示的例子中,振幅校正部412使用sin信号的最大值 $V_{\sin\max}$ 和最小值 $V_{\sin\min}$ 来将sin信号 $\sin\theta_i$ 的振幅进行标准化。具体地说,将sin信号 $\sin\theta_i$ 除以用从 $V_{\sin\max}$ 减去 $V_{\sin\min}$ 所得到的值的绝对值除以2所得到的值、即通过下述式(3)来计算标准化sin信号 $\sin\theta'$ 。

[0194] [数3]

$$[0195] \quad \sin\theta' = \sin\theta_i / (|V_{\sin\max} - V_{\sin\min}| / 2) \cdots (3)$$

[0196] 上述式(3)作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图11所示的振幅校正部412中。振幅校正部412使用该上述式(3)来将sin信号 $\sin\theta_i$ 的振幅进行标准化,由此输出图12中实线所示的振幅被标准化后的标准化sin信号 $\sin\theta'$ 。

[0197] 另外,在图11所示的例子中,振幅校正部412使用cos信号的最大值 $V_{\cos\max}$ 和最小值 $V_{\cos\min}$ 来将cos信号 $\cos\theta_i$ 的振幅进行标准化。具体地说,将cos信号 $\cos\theta_i$ 除以用从 $V_{\cos\max}$ 减去 $V_{\cos\min}$ 所得到的值的绝对值除以2所得到的值、即通过下述式(4)来计算标准化cos信号 $\cos\theta'$ 。

[0198] [数4]

$$[0199] \quad \cos\theta' = \cos\theta_i / (|V_{\cos\max} - V_{\cos\min}| / 2) \cdots (4)$$

[0200] 上述式(4)作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图11所示的振幅校正部412中。振幅校正部412使用该上述式(4)来将cos信号 $\cos\theta_i$ 的振幅进行标准化,由此输出图12中实线所示的振幅被标准化后的标准化cos信号 $\cos\theta'$ 。

[0201] 此外,在上述的例子中,为了便于说明,对标准化处理部41中包括的偏置电压校正

部411和振幅校正部412个别地进行了说明,但是标准化处理部41优选为具备偏置电压校正部411和振幅校正部412这两方的结构。图13是示出实施方式1所涉及的标准化处理部具备偏置电压校正部和振幅校正部这两方的控制块的一例的图。

[0202] 在图13所示的例子中,偏置电压校正部411使用作为磁传感器3的检测信号的sin信号的平均值 $V_{\sin ave}$ 来将sin信号 $\sin\theta_i$ 的偏置电压进行标准化。具体地说,从sin信号 $\sin\theta_i$ 减去 $V_{\sin ave}$ 、即通过下述式(5)来计算标准化sin信号 $\sin\theta''$ 。

[0203] [数5]

$$[0204] \quad \sin\theta'' = \sin\theta_i - V_{\sin ave} \cdots (5)$$

[0205] 上述式(5)作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图13所示的偏置电压校正部411中。偏置电压校正部411使用该上述式(5)来将sin信号 $\sin\theta_i$ 的偏置电压进行标准化。

[0206] 另外,在图13所示的例子中,偏置电压校正部411使用作为磁传感器3的检测信号的cos信号的平均值 $V_{\cos ave}$ 来将cos信号 $\cos\theta_i$ 的偏置电压进行标准化。具体地说,从cos信号 $\cos\theta_i$ 减去 $V_{\cos ave}$ 、即通过下述式(6)来计算标准化cos信号 $\cos\theta''$ 。

[0207] [数6]

$$[0208] \quad \cos\theta'' = \cos\theta_i - V_{\cos ave} \cdots (6)$$

[0209] 上述式(6)作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图13所示的偏置电压校正部411中。偏置电压校正部411使用该上述式(6)来将cos信号 $\cos\theta_i$ 的偏置电压进行标准化。

[0210] 在图13所示的例子中,振幅校正部412使用sin信号的最大值 $V_{\sin max}$ 和最小值 $V_{\sin min}$ 来将标准化sin信号 $\sin\theta''$ 的振幅进行标准化。具体地说,将标准化sin信号 $\sin\theta''$ 除以用从 $V_{\sin max}$ 减去 $V_{\sin min}$ 所得到的值的绝对值除以2所得到的值、即通过下述式(7)来计算标准化sin信号 $\sin\theta'$ 。

[0211] [数7]

$$[0212] \quad \sin\theta' = \sin\theta'' / (|V_{\sin max} - V_{\sin min}| / 2) \cdots (7)$$

[0213] 上述式(7)作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图13所示的振幅校正部412中。振幅校正部412使用该上述式(7)来将标准化sin信号 $\sin\theta''$ 的振幅进行标准化。

[0214] 另外,在图13所示的例子中,振幅校正部412使用cos信号的最大值 $V_{\cos max}$ 和最小值 $V_{\cos min}$ 来将标准化cos信号 $\cos\theta''$ 的振幅进行标准化。具体地说,将标准化cos信号 $\cos\theta''$ 除以用从 $V_{\cos max}$ 减去 $V_{\cos min}$ 所得到的值的绝对值除以2所得到的值、即通过下述式(8)来计算标准化cos信号 $\cos\theta'$ 。

[0215] [数8]

$$[0216] \quad \cos\theta' = \cos\theta'' / (|V_{\cos max} - V_{\cos min}| / 2) \cdots (8)$$

[0217] 上述式(8)作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图13所示的振幅校正部412中。振幅校正部412使用该上述式(8)来将标准化cos信号 $\cos\theta''$ 的振幅进行标准化。

[0218] 即,在图13所示的例子中,在偏置电压校正部411中,首先,计算出将sin信号 $\sin\theta_i$ 和cos信号 $\cos\theta_i$ 的偏置电压进行标准化所得到的标准化sin信号 $\sin\theta''$ 和标准化cos信号

$\cos\theta''$ ，在振幅校正部412中，计算出将标准化sin信号 $\sin\theta''$ 和标准化cos信号 $\cos\theta''$ 的振幅进行标准化所得到的标准化sin信号 $\sin\theta'$ 和标准化cos信号 $\cos\theta'$ 。由此，能够得到sin信号 $\sin\theta_i$ 和cos信号 $\cos\theta_i$ 的偏置电压和振幅这两方均被标准化的标准化sin信号 $\sin\theta'$ 和标准化cos信号 $\cos\theta'$ 。

[0219] 接着，说明实施方式1所涉及的传感器相位校正部42。图14是示出实施方式1所涉及的传感器相位校正部中的校正对象的一例的图。

[0220] 如上所述，设为以下结构：第一磁传感器3A的磁传感器元件3A1与磁传感器元件3A2在磁极对2A1的排列方向上分离地配置，将第一磁轨2A的1个磁极对2A1的间距作为1个周期来看，第一磁传感器3A的磁传感器元件3A1与磁传感器元件3A2具有以电角度而言 90° 的相位差，第二磁传感器3B的磁传感器元件3B1与磁传感器元件3B2在磁极对2B1的排列方向上分离地配置，将第二磁轨2B的1个磁极对2B1的间距作为1个周期来看，第二磁传感器3B的磁传感器元件3B1与磁传感器元件3B2具有以电角度而言 90° 的相位差，在本实施方式中，设想了以下情况：磁传感器元件3A1 (3B1) 的输出相位与磁传感器元件3A2 (3B2) 的输出相位之间包含误差(下面称为“传感器相位误差”) θ_{ic} 。作为这种设想，例如想到了设置于磁轨2的各磁极的间隔存在偏差的情况、或者磁传感器3在磁轨2上的径向位置在旋转体100旋转一圈的过程中发生变动的情况、如旋转体100的旋转轴X发生偏心的情况等。

[0221] 在图14和下面的图15、图16所示的例子中，示出了以磁传感器元件3A1 (3B1) 为基准来对磁传感器元件3A2 (3B2) 的输出相位进行校正的例子。

[0222] 图15是示出实施方式1所涉及的传感器相位校正部的控制块的一例的图。图16是示出图15所示的传感器相位校正部中的相位校正动作的一例的图。在图16所示的例子中，以虚线示出标准化cos信号 $\cos\theta'$ ，以实线示出校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。

[0223] 在图15所示的传感器相位校正部42中，预先设定有磁传感器元件3A1 (3B1) 的输出相位与磁传感器元件3A2 (3B2) 的输出相位之间的传感器相位误差 θ_{ic} 来作为第一磁传感器校正信息(第二磁传感器校正信息)，该传感器相位误差 θ_{ic} 是存储在存储部10中的。该传感器相位误差 θ_{ic} 例如也可以是在旋转角度检测装置1的出厂检查时测定出的值。

[0224] 在图15所示的例子中，传感器相位校正部42使用传感器相位误差 θ_{ic} 来以标准化sin信号 $\sin\theta'$ 为基准对标准化cos信号 $\cos\theta'$ 的相位进行校正。另一方面，在传感器相位校正部42中，不对作为基准的标准化sin信号 $\sin\theta'$ 进行校正。即，传感器相位校正部42中的校正sin信号 $\sin\theta_0$ 能够表示为下述式(9)。

[0225] [数9]

$$[0226] \quad \sin\theta_0 = \sin\theta' \cdots (9)$$

[0227] 另一方面，校正cos信号 $\cos\theta_0$ 由下述式(10)来表示。

[0228] [数10]

$$[0229] \quad \cos\theta_0 = (\cos(\theta' + \theta_{ic}) + \sin\theta' \times \sin\theta_{ic}) / \cos\theta_{ic} \cdots (10)$$

[0230] 传感器相位校正部42通过上述式(10)来计算出校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。下面，也将上述式(10)称为“第一相位校正运算式”。

[0231] 上述式(10)、即第一相位校正运算式作为第一磁传感器校正信息(第二磁传感器校正信息)预先存储在存储部10中并被设定到图15所示的传感器相位校正部42中。传感器相位校正部42使用该上述式(10)、即第一相位校正运算式来对标准化cos信号 $\cos\theta'$ 的相位

进行校正,由此输出图16中实线所示的校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。

[0232] 图17是示出实施方式1所涉及的传感器相位校正部中的校正对象的不同于图14的一例的图。

[0233] 在图17和下面的图18、图19所示的例子中,示出了以磁传感器元件3A2 (3B2) 为基准来对磁传感器元件3A1 (3B1) 的输出相位进行校正的例子。

[0234] 图18是示出实施方式1所涉及的传感器相位校正部的不同于图15的控制块的一例的图。图19是示出图18所示的传感器相位校正部中的相位校正动作的一例的图。在图19所示的例子中,以虚线示出标准化sin信号 $\sin\theta'$,以实线示出校正sin信号 $\sin\theta_0$ 。

[0235] 在图18所示的传感器相位校正部42a中,预先设定有磁传感器元件3A1 (3B1) 的输出相位与磁传感器元件3A2 (3B2) 的输出相位之间的传感器相位误差 θ_{ic} 来作为第一磁传感器校正信息(第二磁传感器校正信息),该传感器相位误差 θ_{ic} 是存储在存储部10中的。该传感器相位误差 θ_{ic} 例如也可以是在旋转角度检测装置1的出厂检查时测定出的值。

[0236] 在图18所示的例子中,传感器相位校正部42a使用传感器相位误差 θ_{ic} 来以标准化cos信号 $\cos\theta'$ 为基准对标准化sin信号 $\sin\theta'$ 的相位进行校正。另一方面,在传感器相位校正部42a中,不对作为基准的标准化cos信号 $\cos\theta'$ 进行校正。即,传感器相位校正部42a中的校正cos信号 $\cos\theta_0$ 能够表示为下述式(11)。

[0237] [数11]

$$[0238] \quad \cos\theta_0 = \cos\theta' \cdots (11)$$

[0239] 另一方面,校正sin信号 $\sin\theta_0$ 由下述式(12)来表示。

[0240] [数12]

$$[0241] \quad \sin\theta_0 = (\sin(\theta' + \theta_{ic}) + \cos\theta' \times \cos\theta_{ic}) / \sin\theta_{ic} \cdots (12)$$

[0242] 传感器相位校正部42通过上述式(12)来计算出校正sin信号 $\sin\theta_0$ 。下面,也将上述式(12)称为“第二相位校正运算式”。

[0243] 上述式(12)、即第二相位校正运算式作为第一磁传感器校正信息(第二磁传感器校正信息)预先存储在存储部10中并被设定到图18所示的传感器相位校正部42a中。传感器相位校正部42a使用该上述式(12)、即第二相位校正运算式来对标准化sin信号 $\sin\theta'$ 的相位进行校正,由此输出图19中实线所示的校正sin信号 $\sin\theta_0$ 。

[0244] 第一校正运算部4A通过具有传感器相位校正部42或传感器相位校正部42a,能够对第一磁传感器3A的输出相位进行校正。另外,第二校正运算部4B通过具有传感器相位校正部42或传感器相位校正部42a,能够对第二磁传感器3B的输出相位进行校正。

[0245] 接着,说明实施方式1所涉及的旋转角度检测方法的具体过程。图20是示出实施方式1所涉及的旋转角度检测方法的具体过程的一例的图。

[0246] 首先,第一校正运算部4A基于第一磁传感器校正信息来将第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 和第一cos信号 $\cos\theta_{i1}$ 校正为第一校正sin信号 $\sin\theta_{o1}$ 和第一校正cos信号 $\cos\theta_{o1}$,第二校正运算部4B基于第二磁传感器校正信息来将第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 和第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$ 校正为第二校正sin信号 $\sin\theta_{o2}$ 和第二校正cos信号 $\cos\theta_{o2}$ (步骤S101)。

[0247] 接着,第一相位检测部5A计算出第一校正sin信号 $\sin\theta_{o1}$ 和第一校正cos信号 $\cos\theta_{o1}$ 的相位,第二相位检测部5B计算出第二校正sin信号 $\sin\theta_{o2}$ 和第二校正cos信号 $\cos\theta_{o2}$ 的相位(步骤S102)。

[0248] 接着,相位差检测部6基于第一磁传感器3A的检测相位和第二磁传感器3B的检测相位来计算出第一磁传感器3A与第二磁传感器3B的相位差(步骤S103)。

[0249] 然后,角度计算部7将从相位差检测部6输出的相位差变换为绝对角度(步骤S104)。

[0250] 如以上所说明的那样,实施方式1所涉及的旋转角度检测装置1具备:旋转体100,其被设置成第一磁轨2A和第二磁轨2B沿径向排列成以旋转轴X为轴心的同心的环状,该第一磁轨2A是由包括N极和S极的磁极对2A1等间隔地排列而成的,该第二磁轨2B是由磁极对2B1等间隔地排列而成的,在将第一磁轨2A的磁极对2A1的数量设为P(P是自然数)时,使第二磁轨2B的磁极对2B1的数量为P-1或P+1;第一磁传感器3A,其探测第一磁轨2A的磁场来输出第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 和第一cos信号 $\cos\theta_{i1}$;第二磁传感器3B,其探测第二磁轨2B的磁场来输出第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 和第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$;存储部10,其存储事先设定的第一磁传感器校正信息和事先设定的第二磁传感器校正信息,该第一磁传感器校正信息用于使第一磁传感器3A与第一磁轨2A的旋转角相应地输出的第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 的值接近第一磁传感器3A的基准的sin信号的值、或者使第一磁传感器3A与第一磁轨2A的旋转角相应地输出的第一cos信号 $\cos\theta_{i1}$ 的值接近第一磁传感器3A的基准的cos信号的值,该第二磁传感器校正信息用于使第二磁传感器3B与第二磁轨2B的旋转角相应地输出的第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 的值接近第二磁传感器3B的基准的sin信号的值、或者使第二磁传感器3B与第二磁轨2B的旋转角相应地输出的第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$ 的值接近第二磁传感器3B的基准的cos信号的值;第一校正运算部4A,其基于第一磁传感器校正信息来将第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 和第一cos信号 $\cos\theta_{i1}$ 校正为第一校正sin信号 $\sin\theta_{o1}$ 和第一校正cos信号 $\cos\theta_{o1}$;第二校正运算部4B,其基于第二磁传感器校正信息来将第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 和第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$ 校正为第二校正sin信号 $\sin\theta_{o2}$ 和第二校正cos信号 $\cos\theta_{o2}$;第一相位检测部5A,其计算出第一校正sin信号 $\sin\theta_{o1}$ 和第一校正cos信号 $\cos\theta_{o1}$ 的相位;第二相位检测部5B,其计算出第二校正sin信号 $\sin\theta_{o2}$ 和第二校正cos信号 $\cos\theta_{o2}$ 的相位;相位差检测部6,其基于第一磁传感器3A的检测相位和第二磁传感器3B的检测相位来计算出第一磁传感器3A与第二磁传感器3B的相位差;以及角度计算部7,其将该相位差变换为绝对角度。

[0251] 由此,旋转角度检测装置1能够实时地校正在第一相位检测部5A和第二相位检测部5B中计算相位之前的sin信号和cos信号。另外,使用基于预先设定的已知的磁传感器校正信息对sin信号和cos信号进行校正所得到的校正sin信号和校正cos信号来计算相位,因此旋转体100的绝对角度的检测精度提高。因而,本实施方式所涉及的旋转角度检测装置1能够以高精度检测旋转体100的绝对角度。

[0252] 另外,在校正运算部4(第一校正运算部4A、第二校正运算部4B)中,作为第一磁传感器3A(第二磁传感器3B)的检测信号的sin信号的平均值 $V_{\sin ave}$ 以及cos信号的平均值 $V_{\cos ave}$ 预先作为第一磁传感器校正信息(第二磁传感器校正信息)存储在存储部10中,偏置电压校正部411使用sin信号的平均值 $V_{\sin ave}$ 来校正sin信号,使用cos信号的平均值 $V_{\cos ave}$ 来校正cos信号。由此,能够将sin信号和cos信号的偏置电压进行标准化。

[0253] 另外,在校正运算部4(第一校正运算部4A、第二校正运算部4B)中,作为第一磁传感器3A(第二磁传感器3B)的检测信号的sin信号的最大值 $V_{\sin max}$ 、sin信号的最小值 $V_{\sin min}$ 、cos信号的最大值 $V_{\cos max}$ 以及cos信号的最小值 $V_{\cos min}$ 预先作为第一磁传感器

校正信息(第二磁传感器校正信息)存储在存储部10中,振幅校正部412使用sin信号的最大值 $V_{\sin\max}$ 和最小值 $V_{\sin\min}$ 来校正sin信号,使用cos信号的最大值 $V_{\cos\max}$ 和最小值 $V_{\cos\min}$ 来校正cos信号。由此,能够将sin信号和cos信号的振幅进行标准化。

[0254] 另外,在校正运算部4(第一校正运算部4A、第二校正运算部4B)中,通过具备偏置电压校正部411和振幅校正部412这两方,能够将sin信号和cos信号的偏置电压和振幅这两方进行标准化。

[0255] 另外,在校正运算部4(第一校正运算部4A、第二校正运算部4B)中,第一磁传感器3A(第二磁传感器3B)中的磁传感器元件3A1(3B1)的输出相位与磁传感器元件3A2(3B2)的输出相位之间的传感器相位误差 θ_{ic} 和第一相位校正运算式预先作为第一磁传感器校正信息(第二磁传感器校正信息)存储在存储部10中,传感器相位校正部42使用传感器相位误差 θ_{ic} 和第一相位校正运算式来校正cos信号。由此,能够以磁传感器元件3A1(3B1)为基准来对磁传感器元件3A2(3B2)的输出相位进行校正。或者,第一磁传感器3A(第二磁传感器3B)中的磁传感器元件3A1(3B1)的输出相位与磁传感器元件3A2(3B2)的输出相位之间的传感器相位误差 θ_{ic} 和第二相位校正运算式预先作为第一磁传感器校正信息(第二磁传感器校正信息)存储在存储部10中,传感器相位校正部42a使用传感器相位误差 θ_{ic} 和第二相位校正运算式来对sin信号进行校正。由此,能够以磁传感器元件3A2(3B2)为基准来对磁传感器元件3A1(3B1)的输出相位进行校正。

[0256] 由此,能够提高旋转角度检测装置的位置检测精度,与此相伴地,能够有助于提高各种设备的旋转控制性能。

[0257] 另外,实施方式1所涉及的旋转角度检测方法具有以下步骤:基于事先设定的第一磁传感器校正信息,来将第一磁传感器3A与第一磁轨2A的旋转角相应地输出的第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 和第一cos信号 $\cos\theta_{i1}$ 校正为第一校正sin信号 $\sin\theta_{o1}$ 和第一校正cos信号 $\cos\theta_{o1}$,该第一磁轨2A是由包括N极和S极的磁极对2A1等间隔地排列而成的,该第一磁传感器3A探测第一磁轨2A的磁场来输出第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 和第一cos信号 $\cos\theta_{i1}$,该第一磁传感器校正信息用于使第一磁传感器3A与第一磁轨2A的旋转角相应地输出的第一sin信号 $\sin\theta_{i1}$ 的值接近第一磁传感器3A的基准的sin信号的值、或者使第一磁传感器3A与第一磁轨2A的旋转角相应地输出的第一cos信号 $\cos\theta_{i1}$ 的值接近第一磁传感器3A的基准的cos信号的值(信号校正步骤);基于事先设定的第二磁传感器校正信息,来将第二磁传感器3B与第二磁轨2B的旋转角相应地输出的第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 和第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$ 校正为第二校正sin信号 $\sin\theta_{o2}$ 和第二校正cos信号 $\cos\theta_{o2}$,该第二磁轨2B是由磁极对2B1等间隔地排列而成的,该第二磁传感器3B探测第二磁轨2B的磁场来输出第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 和第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$,该第二磁传感器校正信息用于使第二磁传感器3B与第二磁轨2B的旋转角相应地输出的第二sin信号 $\sin\theta_{i2}$ 的值接近第二磁传感器3B的基准的sin信号的值、或者使第二磁传感器3B与第二磁轨2B的旋转角相应地输出的第二cos信号 $\cos\theta_{i2}$ 的值接近第二磁传感器3B的基准的cos信号的值(信号校正步骤);计算第一校正sin信号 $\sin\theta_{o1}$ 和第一校正cos信号 $\cos\theta_{o1}$ 的相位(相位计算步骤);计算第二校正sin信号 $\sin\theta_{o2}$ 和第二校正cos信号 $\cos\theta_{o2}$ 的相位(相位计算步骤);基于第一磁传感器3A的检测相位和第二磁传感器3B的检测相位来计算第一磁传感器3A与第二磁传感器3B的相位差(相位差计算步骤);以及将该相位差变换为绝对角度(绝对角度计算步骤)。

[0258] 由此,能够实时地校正第一相位检测部5A和第二相位检测部5B中计算相位之前的sin信号和cos信号。另外,使用基于预先设定的已知的磁传感器校正信息对sin信号和cos信号进行校正所得到的校正sin信号和校正cos信号来计算相位,因此旋转体100的绝对角度的检测精度提高。因而,利用本实施方式所涉及的旋转角度检测方法,能够以高精度检测旋转体100的绝对角度。

[0259] 此外,在上述的实施方式1中,示出了设为第一磁轨2A和第二磁轨2B在旋转体100的轴向的一个端面被磁化的轴向型的结构的例子,但是不限于此,例如,也可以是第一磁轨2A和第二磁轨2B在旋转体100的外周面被磁化并设置成沿轴向排列的径向型的结构。

[0260] (实施方式2)

[0261] 实施方式2所涉及的旋转角度检测装置的结构、旋转体、磁轨、磁传感器模块的配置等与上述的实施方式1相同,因此在此省略说明。另外,对与上述实施方式1中说明的结构要素相同的结构要素标注相同的标记,省略重复的说明。另外,在下面的说明中,也将第一磁轨2A和第二磁轨2B称为“磁轨2”、将第一磁传感器3A和第二磁传感器3B称为“磁传感器3”、将第一校正运算部4A和第二校正运算部4B称为“校正运算部4a”、将第一磁传感器校正信息和第二磁传感器校正信息称为“磁传感器校正信息”。

[0262] 图21是示出实施方式2所涉及的校正运算部的功能块的一例的图。如图21所示,实施方式2所涉及的校正运算部4a具备在实施方式1中说明的标准化处理部41和振幅变动抑制部43。

[0263] 从磁传感器3输出的sin信号 $\sin\theta_i$ 和cos信号 $\cos\theta_i$ 被输入到校正运算部4a。另外,校正运算部4a从存储部10获取要在标准化处理部41和振幅变动抑制部43中应用的磁传感器校正信息。

[0264] 标准化处理部41将从磁传感器3输出的sin信号 $\sin\theta_i$ 和cos信号 $\cos\theta_i$ 进行标准化后将标准化sin信号 $\sin\theta'$ 和标准化cos信号 $\cos\theta'$ 输出到传感器相位校正部42。

[0265] 振幅变动抑制部43对标准化sin信号 $\sin\theta'$ 和标准化cos信号 $\cos\theta'$ 的振幅变动进行校正后输出校正sin信号 $\sin\theta_0$ 和校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。

[0266] 图22是示出实施方式2所涉及的振幅变动抑制部的控制块的一例的图。标准化处理部41的控制块与实施方式1相同,因此在此省略说明。

[0267] 在本实施方式中,设想了磁传感器3的输出振幅发生变动的情况。作为这种设想,例如想到了旋转体100的设置磁轨2的轴向面不平滑的情况,或者磁传感器3与磁轨2之间的轴向距离在旋转体100旋转一圈的过程中发生变动的情况、如旋转体100的旋转轴X倾斜的情况等。

[0268] 图22所示的振幅变动抑制部43通过下述式(13)来计算校正sin信号 $\sin\theta_0$ 。下面,也将下述式(13)称为“第一振幅变动校正运算式”。

[0269] [数13]

$$[0270] \quad \sin\theta_0 = \sin\theta' / (1 - (1 - \sin^2\theta' + \cos^2\theta') / 2) \cdots (13)$$

[0271] 上述式(13)、即第一振幅变动校正运算式作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图22所示的振幅变动抑制部43中。振幅变动抑制部43使用该上述式(13)、即第一振幅变动校正运算式,来运算并输出对标准化sin信号 $\sin\theta'$ 的周期性振幅变动进行抑制后得到的校正sin信号 $\sin\theta_0$ 。

[0272] 另外,图22所示的振幅变动抑制部43通过下述式(14)来计算出校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。下面,也将下述式(14)称为“第二振幅变动校正运算式”。

[0273] [数14]

$$[0274] \quad \cos\theta_0 = \cos\theta' / (1 - (1 - \sin^2\theta' + \cos^2\theta') / 2) \cdots (14)$$

[0275] 上述式(14)、即第二振幅变动校正运算式作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图22所示的振幅变动抑制部43中。振幅变动抑制部43使用该上述式(14)、即第二振幅变动校正运算式,来运算并输出对标准化cos信号 $\cos\theta'$ 的周期性振幅变动进行抑制后得到的校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。

[0276] 第一校正运算部4A通过具有振幅变动抑制部43,能够对第一磁传感器3A的输出振幅的变动进行校正。另外,第二校正运算部4B通过具有振幅变动抑制部43,能够对第二磁传感器3B的输出振幅的变动进行校正。

[0277] 如以上所说明的那样,在校正运算部4a(第一校正运算部4A、第二校正运算部4B)中,第一振幅变动校正运算式和第二振幅变动校正运算式预先作为第一传感器校正信息存储在存储部10中,振幅变动抑制部43使用第一振幅变动校正运算式和第二振幅变动校正运算式来对sin信号和cos信号进行校正。由此,能够对第一磁传感器3A(第二磁传感器3B)的输出振幅的变动进行校正。

[0278] 由此,能够提高旋转角度检测装置的位置检测精度,与此相伴第,能够有助于提高各种设备的旋转控制性能。

[0279] (实施方式3)

[0280] 实施方式3所涉及的旋转角度检测装置的结构、旋转体、磁轨、磁传感器模块的配置等与上述的实施方式1、2相同,因此在此省略说明。另外,对与上述实施方式1、2中说明的结构要素相同的结构要素标注相同的标记,省略重复的说明。另外,在下面的说明中,也将第一磁轨2A和第二磁轨2B称为“磁轨2”、将第一磁传感器3A和第二磁传感器3B称为“磁传感器3”、将第一校正运算部4A和第二校正运算部4B称为“校正运算部4b”、将第一磁传感器校正信息和第二磁传感器校正信息称为“磁传感器校正信息”。

[0281] 图23是示出实施方式3所涉及的校正运算部的功能块的一例的图。图24是示出实施方式1所涉及的校正运算部具备传感器相位校正部和振幅变动抑制部这两方的控制块的一例的图。图25是实施方式1所涉及的校正运算部具备传感器相位校正部和振幅变动抑制部这两方的控制块的不同于图24的一例的图。

[0282] 如图23至图25所示,实施方式3所涉及的校正运算部4b具备在实施方式1中说明的标准化处理部41和传感器相位校正部42(或传感器相位校正部42a)以及在实施方式2中说明的振幅变动抑制部43。

[0283] 从磁传感器3输出的sin信号 $\sin\theta_i$ 和cos信号 $\cos\theta_i$ 被输入到校正运算部4b。另外,校正运算部4b从存储部10获取要在标准化处理部41和振幅变动抑制部43中应用的磁传感器校正信息。

[0284] 标准化处理部41将从磁传感器3输出的sin信号 $\sin\theta_i$ 和cos信号 $\cos\theta_i$ 进行标准化后将标准化sin信号 $\sin\theta'$ 和标准化cos信号 $\cos\theta'$ 输出到传感器相位校正部42、42a。

[0285] 传感器相位校正部42、42a对标准化sin信号 $\sin\theta'$ 或标准化cos信号 $\cos\theta'$ 的相位进行校正后输出校正sin信号 $\sin\theta_0'$ 和校正cos信号 $\cos\theta_0'$ 。

[0286] 在图24所示的传感器相位校正部42中,不对作为基准的标准化sin信号 $\sin\theta'$ 进行校正。即,传感器相位校正部42中的校正sin信号 $\sin\theta_0'$ 能够表示为下述式(15)。

[0287] [数15]

$$[0288] \sin\theta_0' = \sin\theta' \cdots (15)$$

[0289] 图24所示的传感器相位校正部42通过下述式(16)来计算校正cos信号 $\cos\theta_0'$ 。下面,也将下述式(16)与上述式(10)同样地称为“第一相位校正运算式”。

[0290] [数16]

$$[0291] \cos\theta_0' = (\cos(\theta' + \theta_{ic}) + \sin\theta' \times \sin\theta_{ic}) / \cos\theta_{ic} \cdots (16)$$

[0292] 上述式(16)、即第一相位校正运算式作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图24所示的传感器相位校正部42中。传感器相位校正部42使用该上述式(16)、即第一相位校正运算式,来运算并输出对标准化cos信号 $\cos\theta'$ 的相位进行校正后得到的校正cos信号 $\cos\theta_0'$ 。

[0293] 振幅变动抑制部43对校正sin信号 $\sin\theta_0'$ 和校正cos信号 $\cos\theta_0'$ 的振幅变动进行校正后输出校正sin信号 $\sin\theta_0$ 和校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。

[0294] 具体地说,图24所示的振幅变动抑制部43通过下述式(17)来计算校正sin信号 $\sin\theta_0$ 。下面,也将下述式(17)与上述式(13)同样地称为“第一振幅变动校正运算式”。

[0295] [数17]

$$[0296] \sin\theta_0 = \sin\theta_0' / (1 - (1 - \sin^2\theta_0' + \cos^2\theta_0') / 2) \cdots (17)$$

[0297] 上述式(17)、即第一振幅变动校正运算式作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图24所示的振幅变动抑制部43中。振幅变动抑制部43使用该上述式(17)、即第一振幅变动校正运算式,来运算并输出对校正sin信号 $\sin\theta_0'$ 的周期性振幅变动进行抑制后得到的校正sin信号 $\sin\theta_0$ 。

[0298] 另外,图24所示的振幅变动抑制部43通过下述式(18)来计算校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。下面,也将下述式(18)与上述式(14)同样地称为“第二振幅变动校正运算式”。

[0299] [数18]

$$[0300] \cos\theta_0 = \cos\theta_0' / (1 - (1 - \sin^2\theta_0' + \cos^2\theta_0') / 2) \cdots (18)$$

[0301] 上述式(18)、即第二振幅变动校正运算式作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图24所示的振幅变动抑制部43中。振幅变动抑制部43使用该上述式(18)、即第二振幅变动校正运算式,来运算并输出对校正cos信号 $\cos\theta_0'$ 的周期性振幅变动进行抑制后得到的校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。

[0302] 图25所示的传感器相位校正部42a通过下述式(19)来计算校正sin信号 $\sin\theta_0'$ 。下面,也将下述式(19)与上述式(12)同样地称为“第二相位校正运算式”。

[0303] [数19]

$$[0304] \sin\theta_0' = (\sin(\theta' + \theta_{ic}) + \cos\theta' \times \cos\theta_{ic}) / \sin\theta_{ic} \cdots (19)$$

[0305] 上述式(19)、即第二相位校正运算式作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图25所示的传感器相位校正部42a中。传感器相位校正部42a使用该上述式(19)、即第二相位校正运算式,来运算并输出对标准化sin信号 $\sin\theta'$ 的相位进行校正后得到的校正sin信号 $\sin\theta_0'$ 。

[0306] 另外,在图25所示的传感器相位校正部42a中,不对作为基准的标准化cos信号 \cos

θ' 进行校正。即,传感器相位校正部42a中的校正cos信号 $\cos\theta_0'$ 能够表示为下述式(20)。

[0307] [数20]

$$[0308] \quad \cos\theta_0' = \cos\theta' \cdots (20)$$

[0309] 振幅变动抑制部43对校正sin信号 $\sin\theta_0'$ 和校正cos信号 $\cos\theta_0'$ 的振幅变动进行校正后输出校正sin信号 $\sin\theta_0$ 和校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。

[0310] 具体地说,图25所示的振幅变动抑制部43通过下述式(21)来计算出校正sin信号 $\sin\theta_0$ 。下面,也将下述式(21)与上述式(13)、(17)同样地称为“第一振幅变动校正运算式”。

[0311] [数21]

$$[0312] \quad \sin\theta_0 = \sin\theta_0' / (1 - (1 - \sin^2\theta_0' + \cos^2\theta_0') / 2) \cdots (21)$$

[0313] 上述式(21)、即第一振幅变动校正运算式作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图25所示的振幅变动抑制部43中。振幅变动抑制部43使用该上述式(21)、即第一振幅变动校正运算式,来运算并输出对校正sin信号 $\sin\theta_0'$ 的周期性振幅变动进行抑制后得到的校正sin信号 $\sin\theta_0$ 。

[0314] 另外,图25所示的振幅变动抑制部43通过下述式(22)来计算出校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。下面,也将下述式(22)与上述式(14)、(18)同样地称为“第二振幅变动校正运算式”。

[0315] [数22]

$$[0316] \quad \cos\theta_0 = \cos\theta_0' / (1 - (1 - \sin^2\theta_0' + \cos^2\theta_0') / 2) \cdots (22)$$

[0317] 上述式(22)、即第二振幅变动校正运算式作为磁传感器校正信息预先存储在存储部10中并被设定到图25所示的振幅变动抑制部43中。振幅变动抑制部43使用该上述式(22)、即第二振幅变动校正运算式,来运算并输出对校正cos信号 $\cos\theta_0'$ 的周期性振幅变动进行抑制后得到的校正cos信号 $\cos\theta_0$ 。

[0318] 第一校正运算部4A通过具有在实施方式1中说明的传感器相位校正部42或传感器相位校正部42a以及在实施方式2中说明的振幅变动抑制部43这两方,能够对第一磁传感器3A的输出相位和输出振幅的变动这两方进行校正。另外,第二校正运算部4B通过具有在实施方式1中说明的传感器相位校正部42或传感器相位校正部42a以及在实施方式2中说明的振幅变动抑制部43这两方,能够对第二磁传感器3B的输出相位和输出振幅的变动这两方进行校正。

[0319] 如以上所说明的那样,在校正运算部4b(第一校正运算部4A、第二校正运算部4B)中,具备传感器相位校正部42或传感器相位校正部42a以及振幅变动抑制部43这两方。因此,能够对第一磁传感器3A(第二磁传感器3B)的输出相位和输出振幅的变动这两方进行校正,能够比实施方式1、2更高精度地检测旋转体100的绝对角度。

[0320] 由此,相比于实施方式1、2能够提高旋转角度检测装置的位置检测精度,与此相伴地,能够比实施方式1、2更有助于提高各种设备的旋转控制性能。

[0321] (实施方式4)

[0322] 图26是示出实施方式4所涉及的旋转角度检测装置的旋转体的一例的图。

[0323] 图27是示出图26所示的旋转体的各磁轨的一例的图。图28是示出实施方式4所涉及的旋转角度检测装置的磁传感器模块的配置例的图。图29是实施方式4所涉及的旋转角度检测装置的图28所示的IV'-IV'截面图。

[0324] 如图26和图27所示,实施方式4所涉及的旋转角度检测装置1a的旋转体100a除了

实施方式1的结构以外还具有第三磁轨2C,该第三磁轨2C是由磁极对2C1等间隔地排列而成的。

[0325] 在图27所示的例子中,第三磁轨2C具有28对磁极对2C1。

[0326] 此外,在本实施方式中,为第一磁轨2A、第二磁轨2B以及第三磁轨2C设置于旋转体100a的轴向的一个端面的轴向型的结构,但是不限于此,例如,也可以是第一磁轨2A、第二磁轨2B以及第三磁轨2C以沿轴向排列的方式设置于旋转体100a的外周面的径向型的结构。

[0327] 如图28和图29所示,在实施方式4中,2个第一磁传感器模块200a和第二磁传感器模块200b被设置成沿旋转体100a的径向排列。这2个第一磁传感器模块200a和第二磁传感器模块200b具有与在实施方式1、2、3中说明的磁传感器模块200实质上相同的结构和功能。

[0328] 第一磁传感器模块200a和第二磁传感器模块200b被设置成在轴向方向上隔着间隙来与设置有第一磁轨2A、第二磁轨2B以及第三磁轨2C的旋转体100a相向。

[0329] 更具体地说,第一磁传感器模块200a的第一磁传感器3A与第一磁轨2A相向,探测第一磁轨2A的磁场。第一磁传感器模块200a的第二磁传感器3B与第二磁轨2B相向,探测第二磁轨2B的磁场。另外,第二磁传感器模块200b的第一磁传感器3A与第一磁轨2A相向,探测第一磁轨2A的磁场。第二磁传感器模块200b的第二磁传感器3B与第三磁轨2C相向,探测第三磁轨2C的磁场。

[0330] 第一磁传感器模块200a和第二磁传感器模块200b被设置于不与旋转体100a同步旋转的固定部位。

[0331] 在图27所示的例子中,将第一磁轨2A的磁极对2A1的数量设为32 ($P=32$ 、 P 是自然数),将第二磁轨2B的磁极对2B1的数量设为31 ($P-1=31$),在A点处第一磁轨2A的磁极相位与第二磁轨2B的磁极相位一致。即,第一磁传感器模块200a能够将第一磁传感器3A的检测信号的相位与第二磁传感器3B的检测信号的相位一致的A点作为原点位置来检测出旋转体100a的整周上的绝对角度。

[0332] 此外,第一磁轨2A的磁极对2A1的数量与第二磁轨2B的磁极对2B1的数量之间的关系不限于上述,例如也可以是以下结构:在将第一磁轨2A的磁极对2A1的数量设为 P 时,使第二磁轨2B的磁极对2B1的数量为 $P+1$ 。

[0333] 另外,在图27所示的例子中,将第一磁轨2A的磁极对2A1的数量设为32 ($=4 \times 8$),将第三磁轨2C的磁极对2C1的数量设为28 ($=4 \times 7$),在沿周向对旋转体100a进行4分割的A点、B点、C点、D点的各点处第一磁轨2A的磁极相位与第三磁轨2C的磁极相位一致。即,第二磁传感器模块200b能够将第一磁传感器3A的检测信号的相位与第二磁传感器3B的检测信号的相位一致的A点、B点、C点、D点的各点作为原点位置来检测出将旋转体100a的整周4分割成所得到的各区间中的绝对角度。

[0334] 当使图27所示的第一磁轨2A的磁极对2A1的数量与第三磁轨2C的磁极对2C1的数量之间的关系一般化时,如果设为使第一磁轨2A的磁极对2A1的数量为 $n \times Q$ (n 、 Q 是自然数)、使第三磁轨2C的磁极对2C1的数量为 $n \times (Q-1)$ 、在将旋转体100a沿周向 n 分割的各点处第一磁轨2A的磁极相位与第三磁轨2C的磁极相位一致的结构,则第二磁传感器模块200b能够将第一磁传感器3A的检测信号的相位与第二磁传感器3B的检测信号的相位一致的各点作为原点位置来检测出将旋转体100a的整周 n 分割所得到的各区间中的绝对角度。

[0335] 此外,第一磁轨2A的磁极对2A1的数量与第三磁轨2C的磁极对2C1的数量之间关系

不限于上述,例如,也可以是以下结构:在将第一磁轨2A的磁极对2A1的数量设为 $n \times Q$ 时,使第三磁轨2C的磁极对2C1的数量为 $n \times (Q+1)$ 。

[0336] 通过像这样对于检测旋转体100a的整周上的绝对角度的结构追加检测将旋转体100a的整周 n 分割所得到的各区间中的绝对角度的结构,能够提高旋转体100a的绝对角度检测的可靠性。

[0337] 如以上所说明的那样,实施方式4所涉及的旋转角度检测装置1a还具备以旋转轴X为轴心的第三磁轨2C,在将第一磁轨2A的磁极对2A1的数量设为 $n \times Q$ (n, Q 是自然数)时,使第三磁轨2C的磁极对2C1的数量为 $n \times (Q-1)$ 或 $n \times (Q+1)$,具备第一磁传感器模块200a和第二磁传感器模块200b,该第一磁传感器模块200a探测第一磁轨2A的磁场和第二磁轨2B的磁场,检测旋转体100a的整周上的绝对角度,该第二磁传感器模块200b探测第一磁轨2A的磁场和第三磁轨2C的磁场,检测将旋转体100a的整周 n 分割所得到的各区间中的绝对角度。

[0338] 由此,能够提高旋转体100a的绝对角度检测的可靠性。

[0339] 另外,通过使第一磁传感器模块200a和第二磁传感器模块200b与实施方式1、2、3同样地为具备校正运算部4、4a、4b(第一校正运算部4A、第二校正运算部4B)的结构,能够高精度地检测旋转体100a的绝对角度。

[0340] 由此,能够提高旋转角度检测装置的位置检测精度,与此相伴地,能够有助于提高各种设备的旋转控制性能。

[0341] (实施方式5)

[0342] 图30是示出实施方式5所涉及的旋转角度检测装置的磁传感器模块的配置例的图。

[0343] 在本实施方式中,实施方式5所涉及的旋转角度检测装置1b的旋转体100b与实施方式4所涉及的旋转角度检测装置1a的旋转体100a同样地具有第一磁轨2A、第二磁轨2B以及第三磁轨2C。

[0344] 在本实施方式中,第一磁轨2A的磁极对数、第二磁轨2B的磁极对数以及第三磁轨2C的磁极对数与实施方式4相同。

[0345] 即,与实施方式4同样地,第一磁传感器模块200a能够将第一磁传感器3A的检测信号的相位与第二磁传感器3B的检测信号的相位一致的A点作为原点位置来检测旋转体100b的整周上的绝对角度(参照图27)。

[0346] 另外,与实施方式4同样地,当使第一磁轨2A的磁极对2A1的数量与第三磁轨2C的磁极对2C1的数量之间的关系一般化时,如果设为使第一磁轨2A的磁极对2A1的数量为 $n \times Q$ (n, Q 是自然数)、使第三磁轨2C的磁极对2C1的数量为 $n \times (Q-1)$ 、在将旋转体100a沿周向 n 分割的各点处第一磁轨2A的磁极相位与第三磁轨2C的磁极相位一致的结构,则第二磁传感器模块200b能够将第一磁传感器3A的检测信号的相位与第二磁传感器3B的检测信号的相位一致的各点作为原点位置来检测出将旋转体100b的整周 n 分割所得到的各区间中的绝对角度。

[0347] 此外,第一磁轨2A的磁极对2A1的数量与第三磁轨2C的磁极对2C1的数量之间的关系也同实施方式4同样地不限于上述,例如,也可以是以下结构:在将第一磁轨2A的磁极对2A1的数量设为 $n \times Q$ 时,使第三磁轨2C的磁极对2C1的数量为 $n \times (Q+1)$ 。

[0348] 在实施方式4中,示出了第一磁传感器模块200a和第二磁传感器模块200b被设置

成沿旋转体100a的径向排列的例子(参照图28)。在该情况下,探测第一磁轨2A的磁场的、第一磁传感器模块200a的第一磁传感器3A和第二磁传感器模块200b的第一磁传感器3A沿旋转体100a的径向排列,因此需要使第一磁轨2A的径向上的宽度比第二磁轨2B和第三磁轨2C的径向上的宽度大。

[0349] 在本实施方式中,如图30所示,第一磁传感器模块200a和第二磁传感器模块200b以在旋转体100b的周向上错开角度 θ 的方式配置。由此,第一磁传感器模块200a的第一磁传感器3A和第二磁传感器模块200b的第一磁传感器3A变为在旋转体100b的周向上排列,因此,能够使第一磁轨2A的径向上的宽度 $W1$ 小于实施方式4。具体地说,例如,能够使第一磁轨2A的径向上的宽度 $W1$ 与第二磁轨2B的径向上的宽度 $W2$ 、第三磁轨2C的径向上的宽度 $W3$ 等同($W1 \approx W2 \approx W3$)。因此,相比于实施方式4,能够使旋转体100b的中空孔的直径 Φ 变大。由此,相比于实施方式4,能够提高应用实施方式5所涉及的旋转角度检测装置1b的设备的设计的自由度。

[0350] 如以上所说明的那样,实施方式5所涉及的旋转角度检测装置1b的第一磁传感器模块200a和第二磁传感器模块200b以在旋转体100b的周向上错开角度 θ 的方式配置。由此,能够使第一磁轨2A的径向上的宽度 $W1$ 小于实施方式4。因此,相比于实施方式4,能够使旋转体100b的中空孔的直径 Φ 变大,相比于实施方式4,能够提高应用实施方式5所涉及的旋转角度检测装置1b的设备的设计的自由度。

[0351] 下面,说明旋转角度检测装置的磁传感器模块的变形例。此外,在下面的说明中,对与上述实施方式1至实施方式3中说明的结构要素相同的结构要素,标注相同的标记或者省略标记来省略重复的说明。

[0352] 图31是示出磁传感器模块的第一变形例的图。在图1中例示的旋转角度检测装置1中,示出了具有集成在1个IC芯片上的磁传感器模块200以及设置于IC芯片外的通信部9和存储部10的例子。与此相对,在图31中例示的旋转角度检测装置1A中,示出了磁传感器模块200、通信部9以及存储部10集成在1个IC芯片上的例子。

[0353] 具体地说,磁传感器模块200具备第一磁传感器3A、第一校正运算部4A、第一相位检测部5A、第二磁传感器3B、第二校正运算部4B、第二相位检测部5B、相位差检测部6、角度计算部7、角度信息生成部8、处理部11以及RAM 12。

[0354] 处理部11在被提供电源的情况下,从存储部10读出各种信息,将读出的各种信息保存到RAM 12。各种信息是旋转角度检测装置1的动作所需的信息,如角度计算部7所使用的计算参数、第一磁轨2A的磁极对2A1的数量(P)、第二磁轨2B的磁极对2B1的数量(P+1)、第一校正运算部4A所使用的第一磁传感器校正信息、第二校正运算部4B所使用的第二磁传感器校正信息、绝对角度基准位置等。

[0355] 角度计算部7从RAM 12读出计算参数等。第一校正运算部4A从RAM 12读出第一磁传感器校正信息等。第二校正运算部4B从RAM 12读出第二磁传感器校正信息等。因此,磁传感器模块200的角度计算部7、第一校正运算部4A以及第二校正运算部4B的存取距离变短,能够高速地进行信息的读写处理。

[0356] 在此,说明在磁传感器模块200中被提供电源时的动作。图32是用于说明被提供电源时的磁传感器模块200的运动的流程图。

[0357] 在步骤S201中,处理部11在被提供电源时访问存储部10,从存储部10读出各种信

息。

[0358] 在步骤S202中,处理部11将读出的各种信息保存到RAM 12。

[0359] 图33是示出磁传感器模块的第二变形例的图。在图33中例示的旋转角度检测装置1B中,示出了磁传感器模块200和通信部9集成在1个IC芯片上的例子。

[0360] 图34是示出磁传感器模块的第三变形例的图。图35是示出磁传感器模块的第四变形例的图。在图34中例示的转角度检测装置1C和图35中例示的旋转角度检测装置1D中,示出了具有第一通信部9A和第二通信部9B的例子,该第一通信部9A将角度信息生成部8所生成的绝对角度信息变换为规定的信号(例如,ABZ相信号、并行信号、串行数据、模拟电压、PWM调制信号等)后输出,该第二通信部9B将从该第一通信部9A输出的规定的信号变换为外部控制装置能够识别的规定的通信协议。

[0361] 在图34中例示的旋转角度检测装置1C中,示出了磁传感器模块200、第一通信部9A以及存储部10集成在1个IC芯片上的例子。

[0362] 在图35中例示的旋转角度检测装置1D中,示出了磁传感器模块200和第一通信部9A集成在1个IC芯片上的例子。

[0363] 在集成在1个IC芯片上时,可以是图1、图31至图35中的任一个方式。

[0364] 附图标记说明

[0365] 1、1a、1A、1B、1C、1D: 旋转角度检测装置; 2: 磁轨; 2A: 第一磁轨; 2A1: 磁极对; 2B: 第二磁轨; 2B1: 磁极对; 2C: 第三磁轨; 2C1: 磁极对; 3: 磁传感器; 3A: 第一磁传感器; 3A1、3A2: 磁传感器元件; 3B: 第二磁传感器; 3B1、3B2: 磁传感器元件; 4: 校正运算部; 4A: 第一校正运算部; 4B: 第二校正运算部; 5A: 第一相位检测部; 5B: 第二相位检测部; 6: 相位差检测部; 7: 角度计算部; 8: 角度信息生成部; 9: 通信部; 9A: 第一通信部; 9B: 第二通信部; 10: 存储部; 11: 处理部; 12: RAM; 41: 标准化处理部; 42、42a: 传感器相位校正部; 43: 振幅变动抑制部; 100、100a: 旋转体; 200: 磁传感器模块; 200a: 第一磁传感器模块; 200b: 第二磁传感器模块; 411: 偏置电压校正部; 412: 振幅校正部。

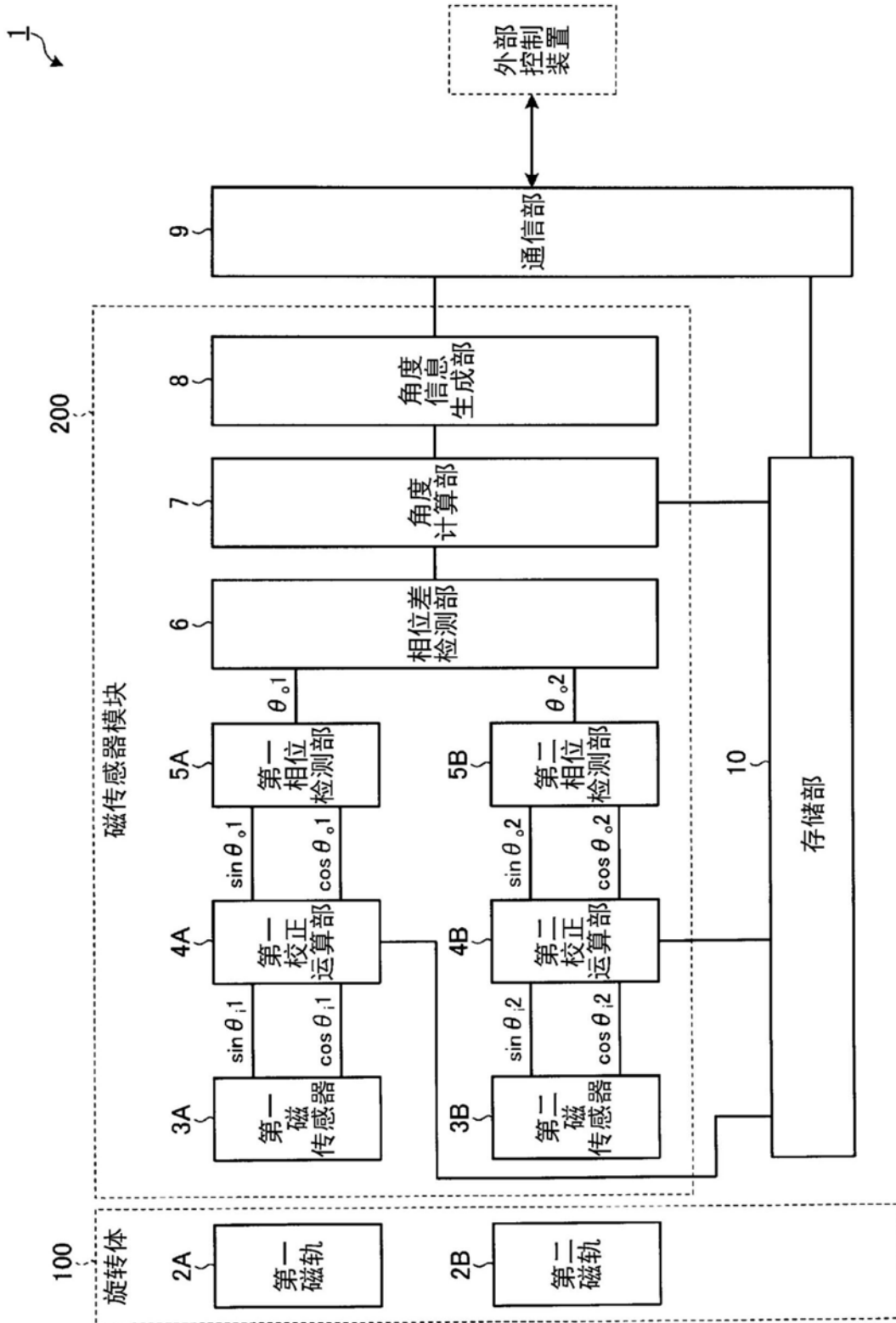


图1

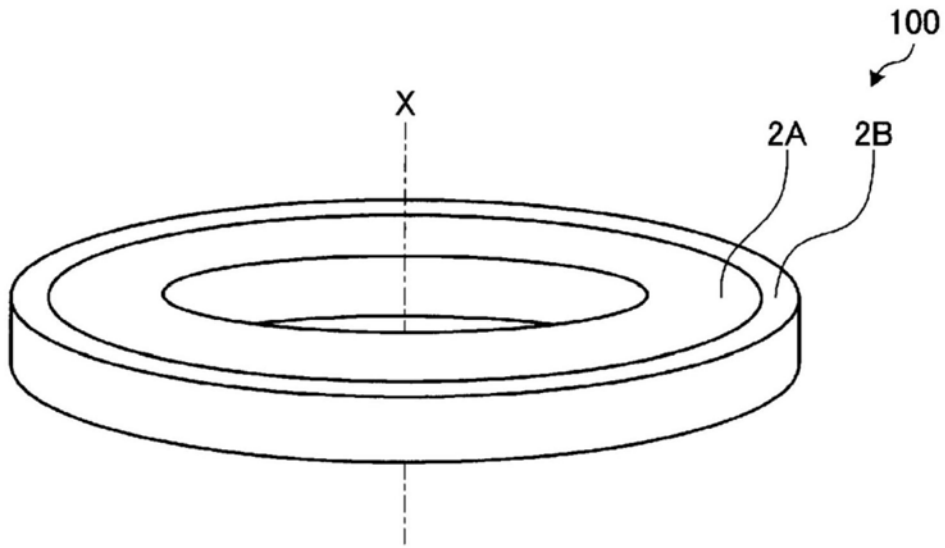


图2

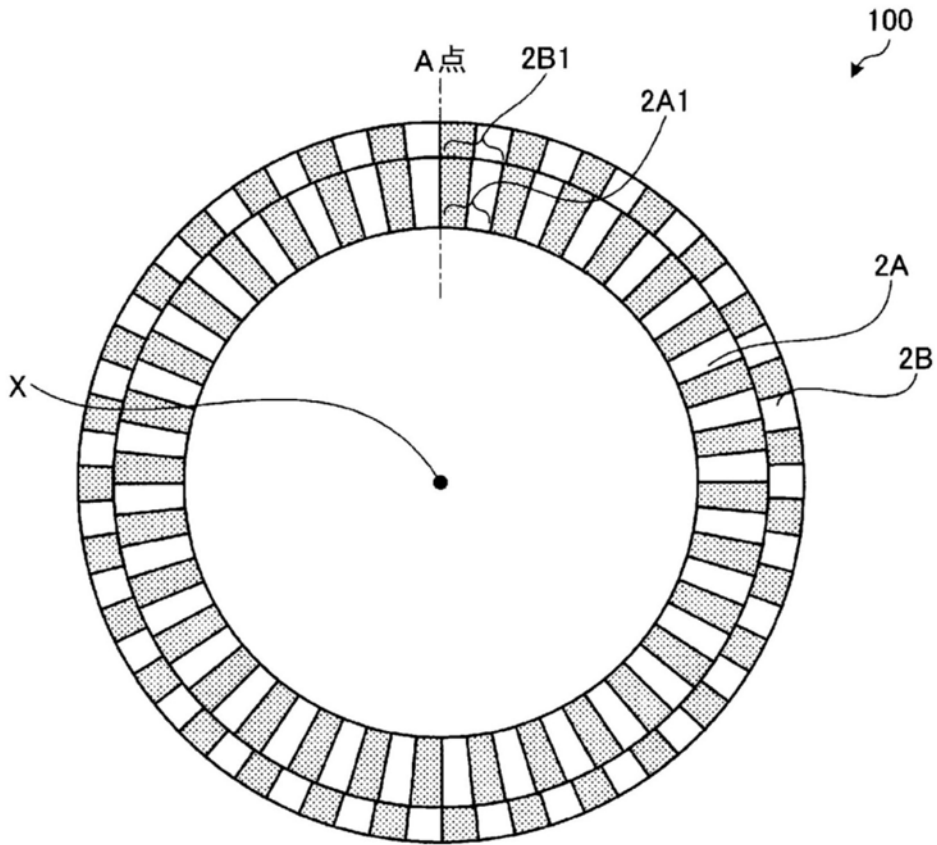


图3

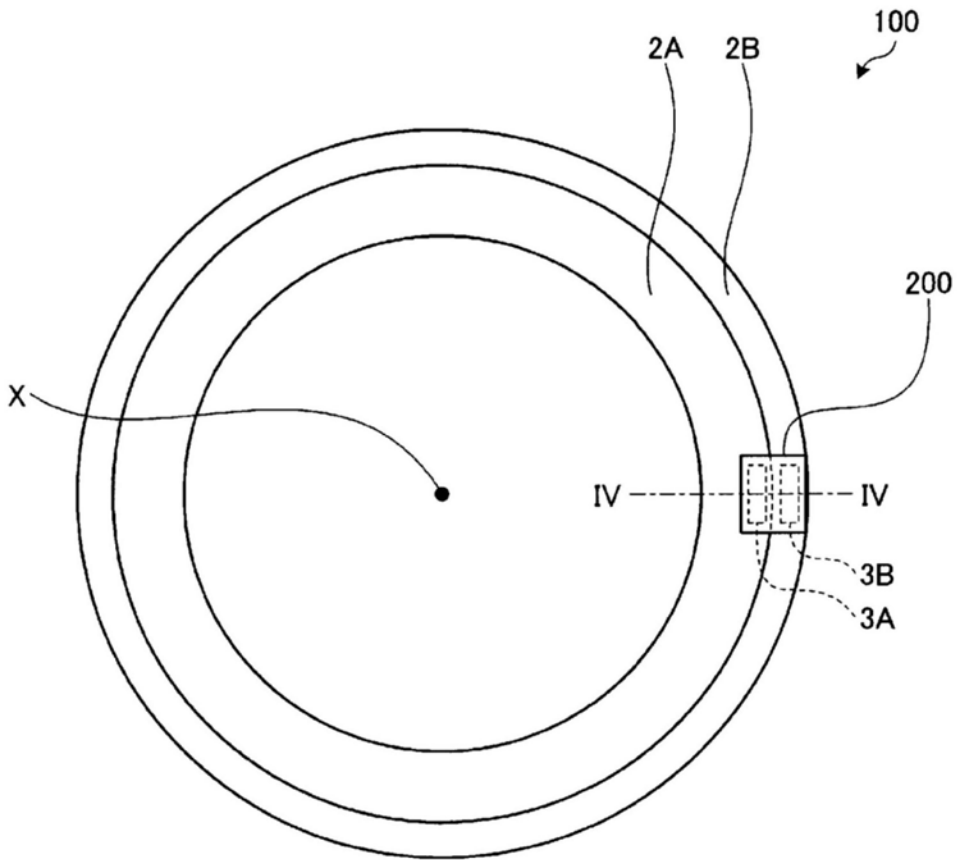


图4

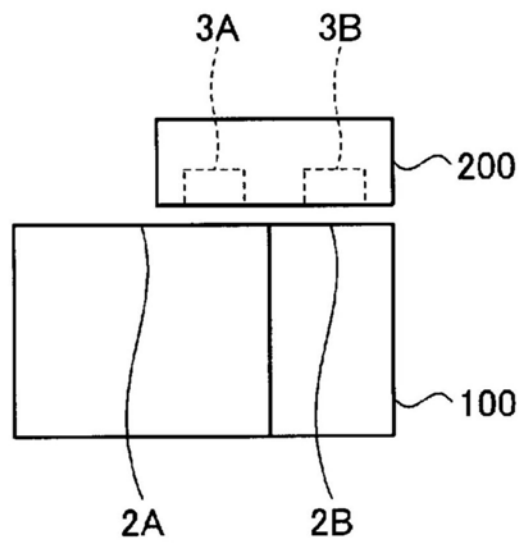


图5

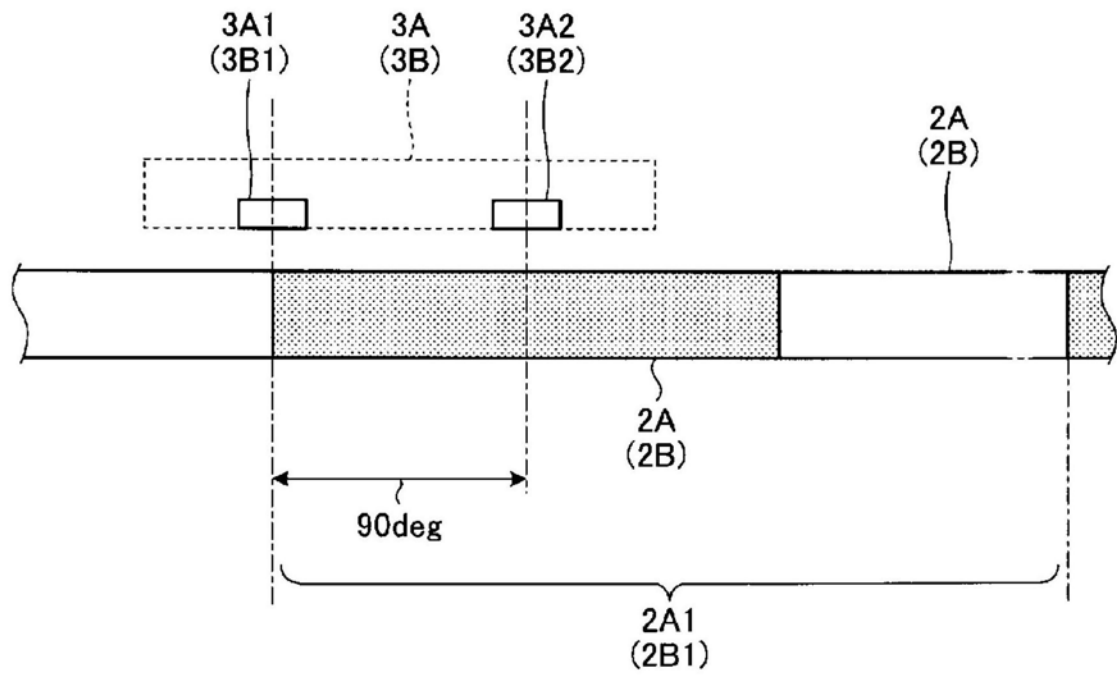


图6

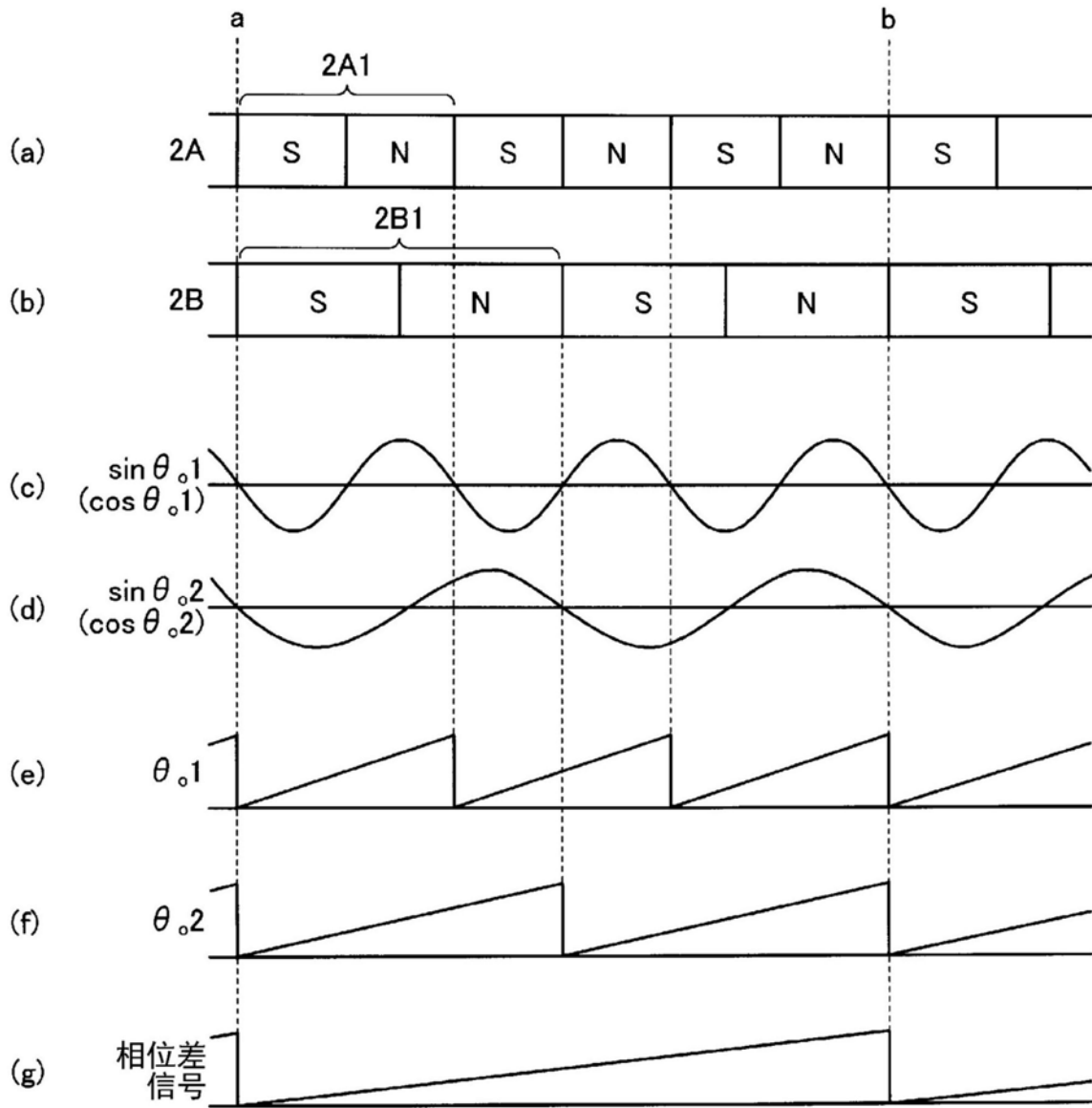


图7

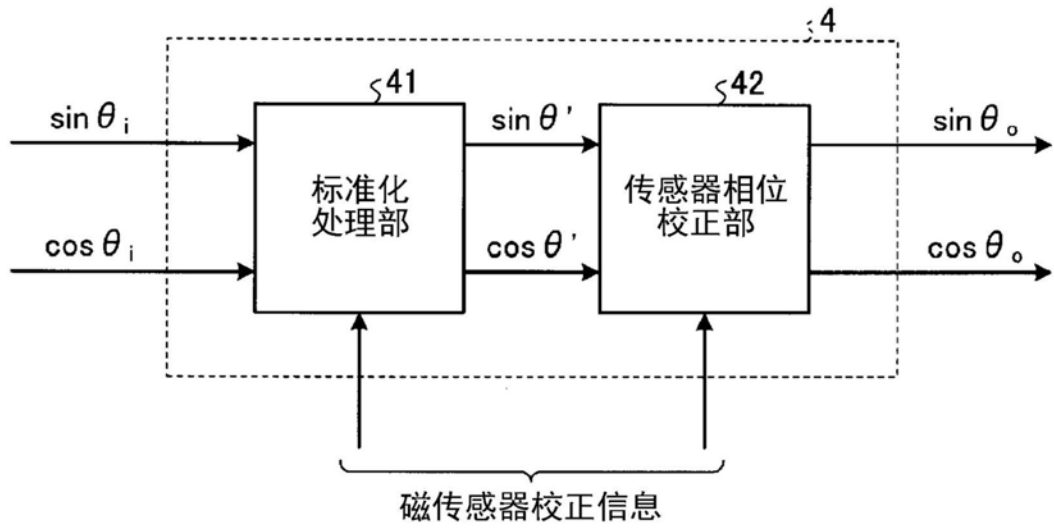


图8

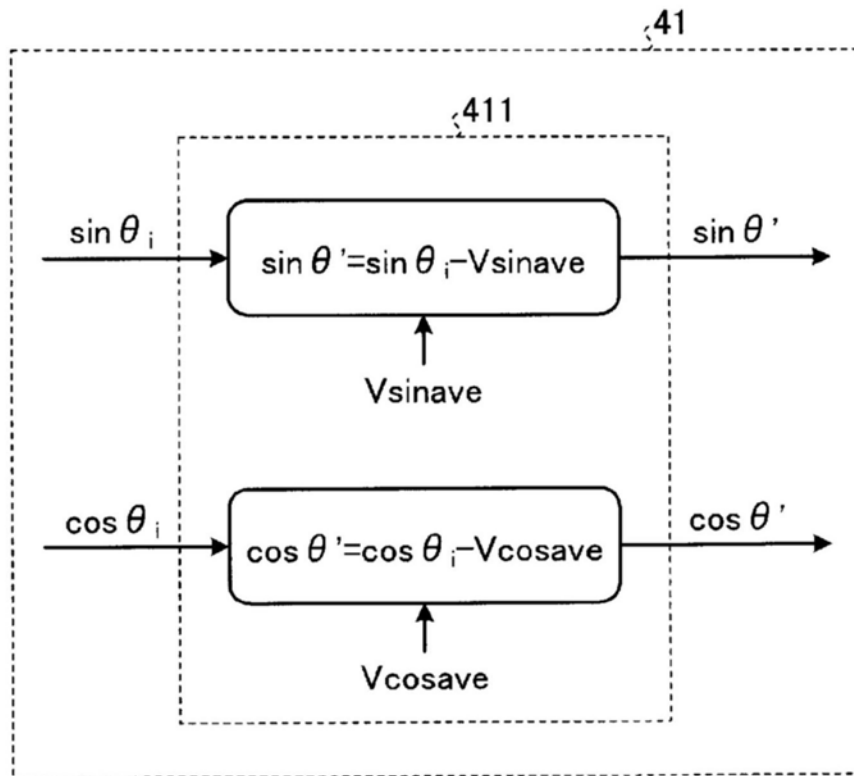


图9

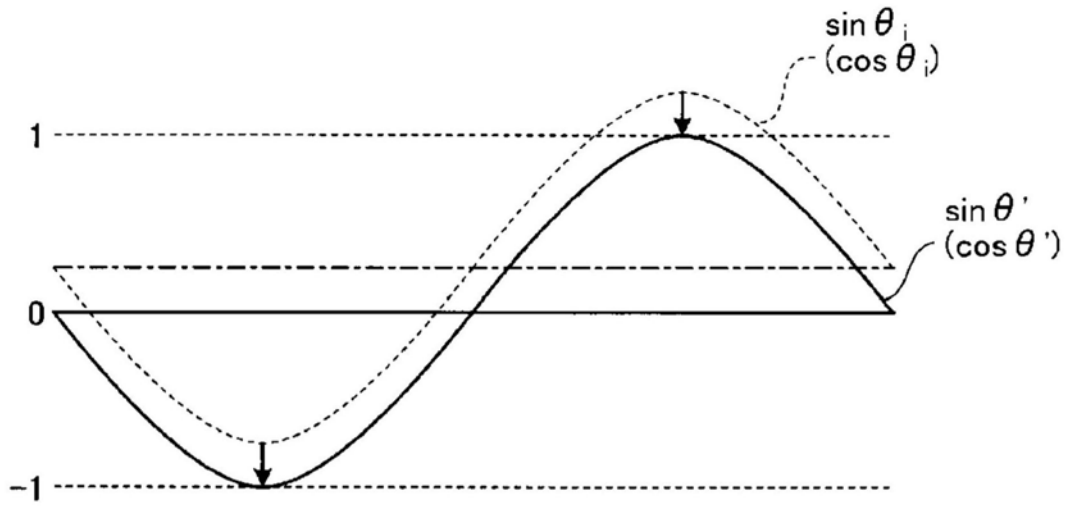


图10

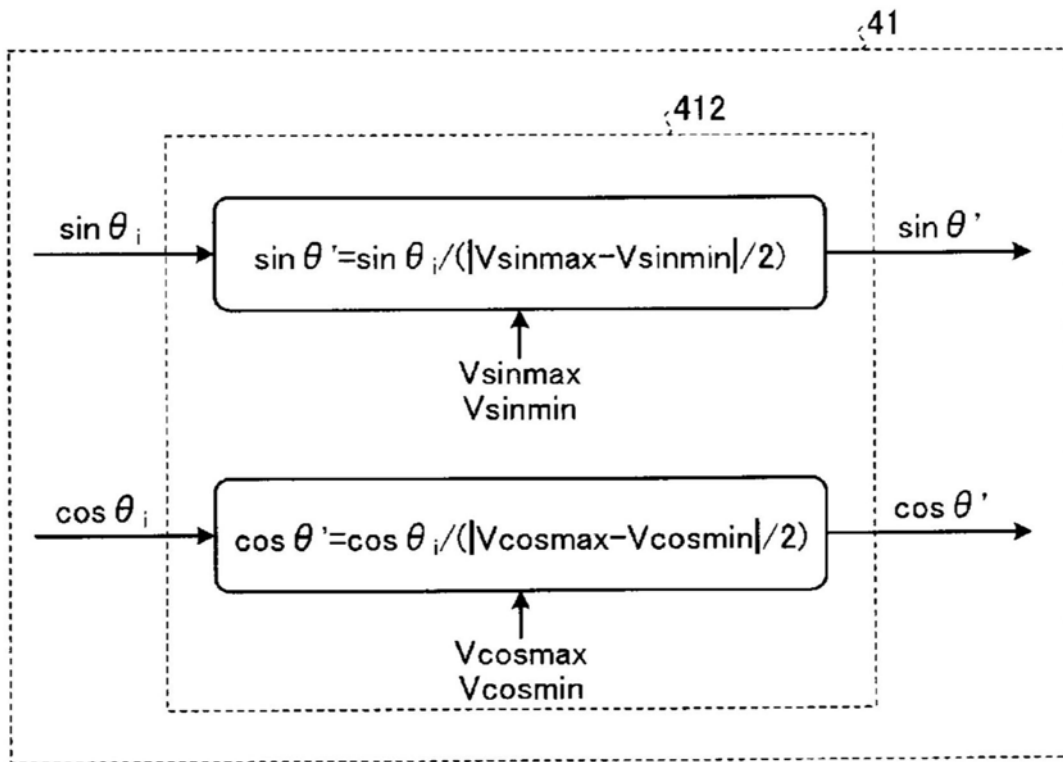


图11

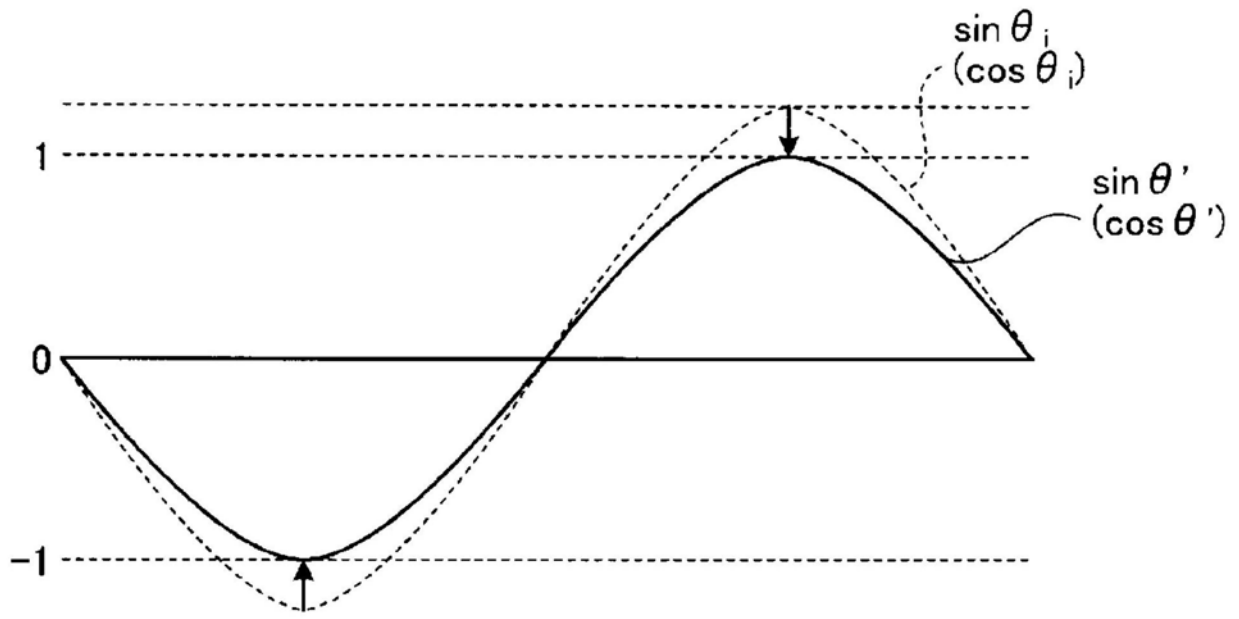


图12

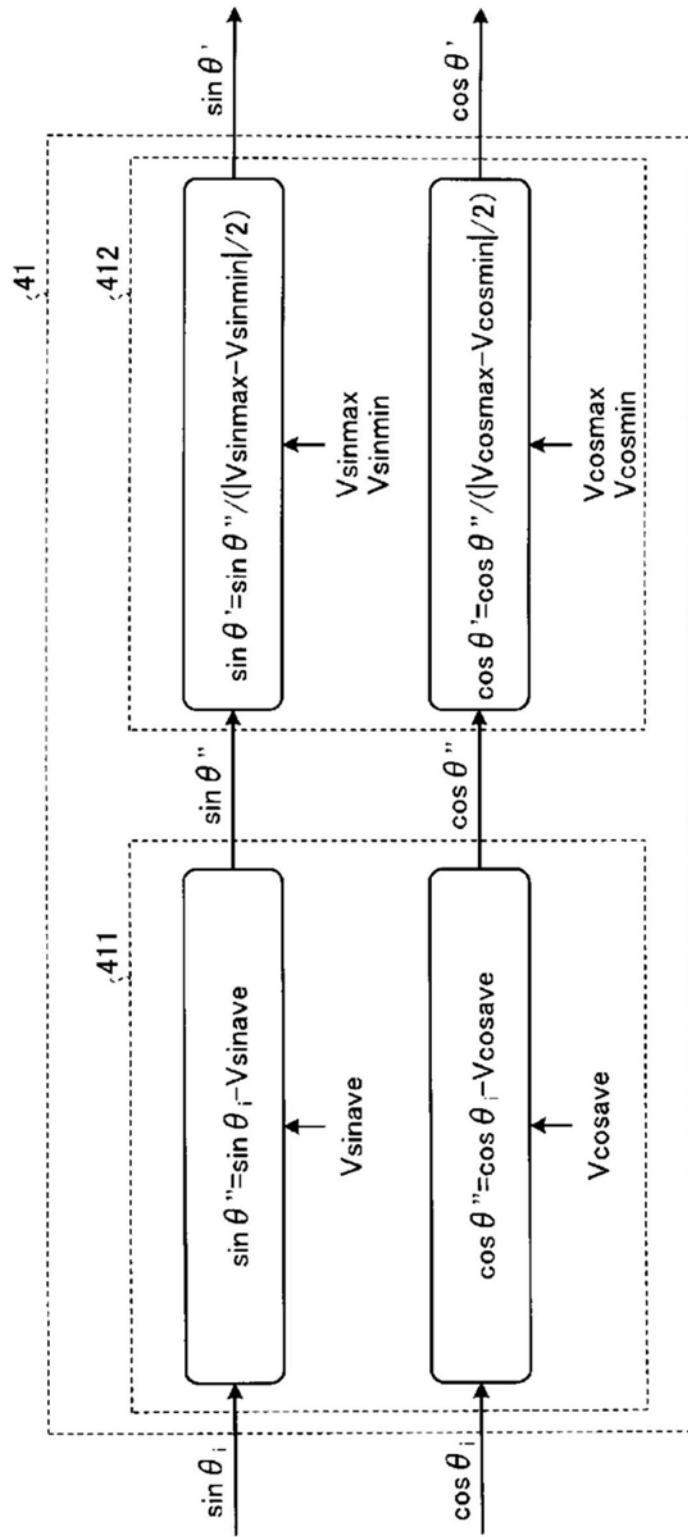


图13

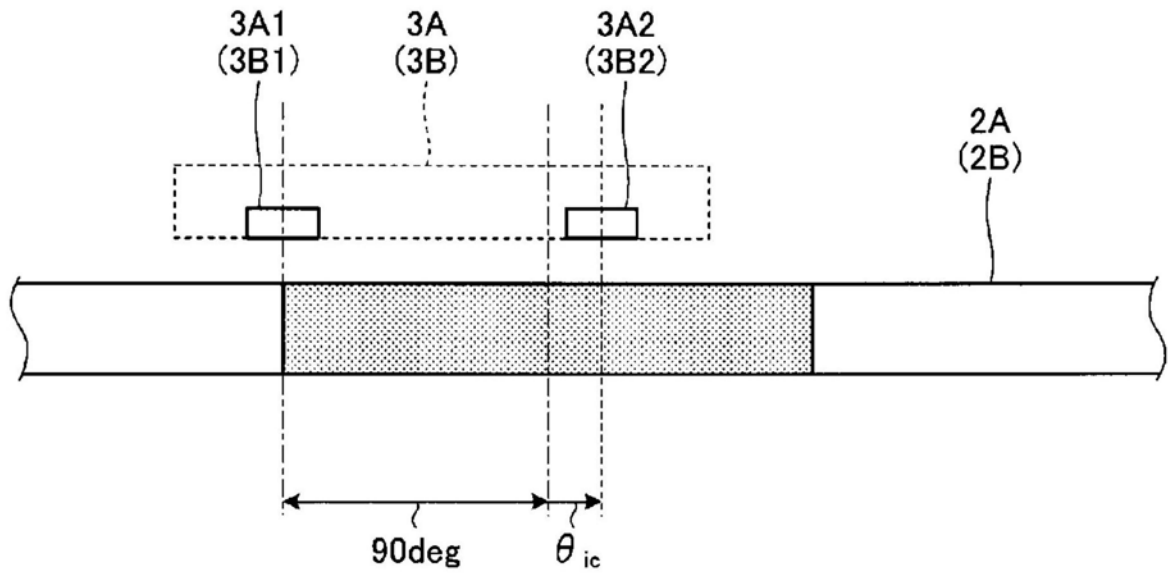


图14

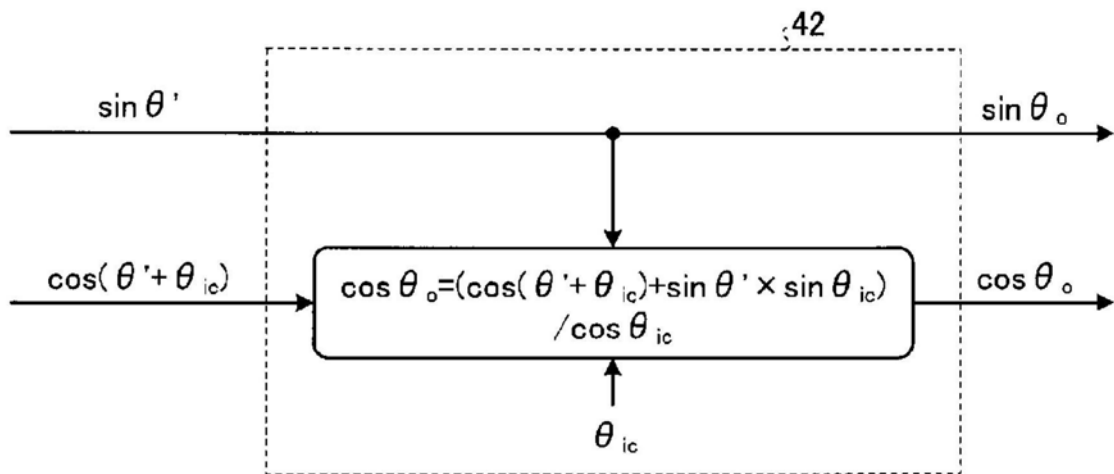


图15

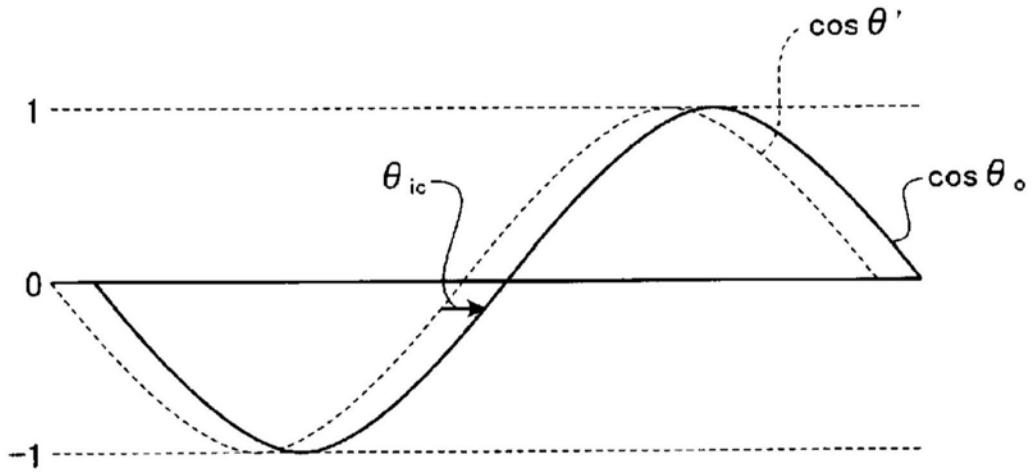


图16

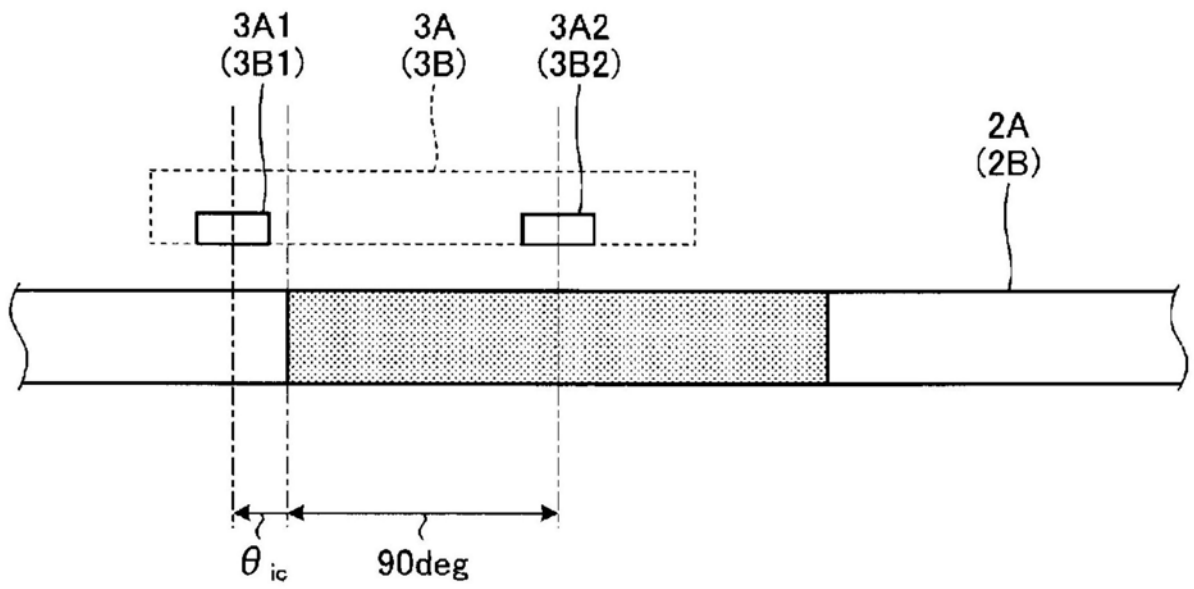


图17

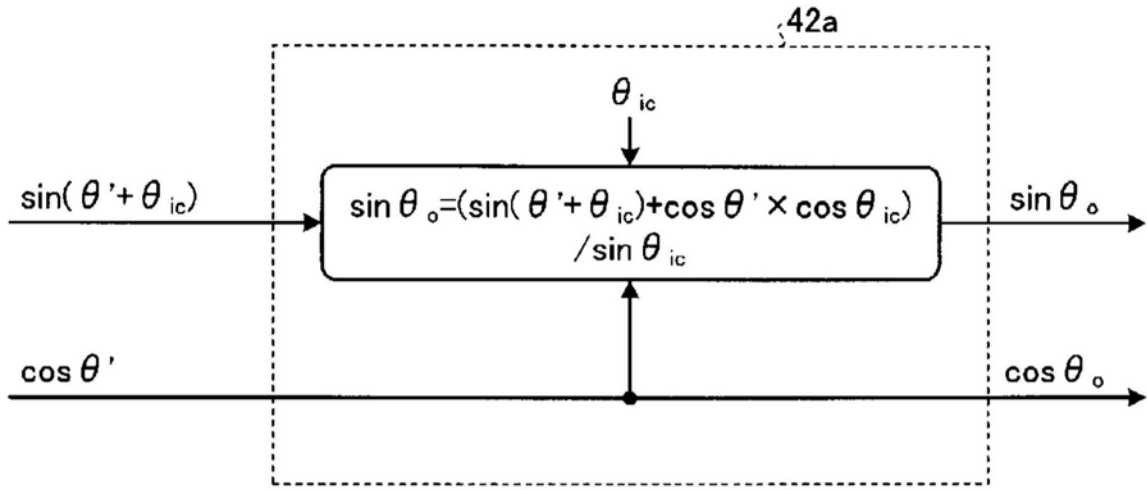


图18

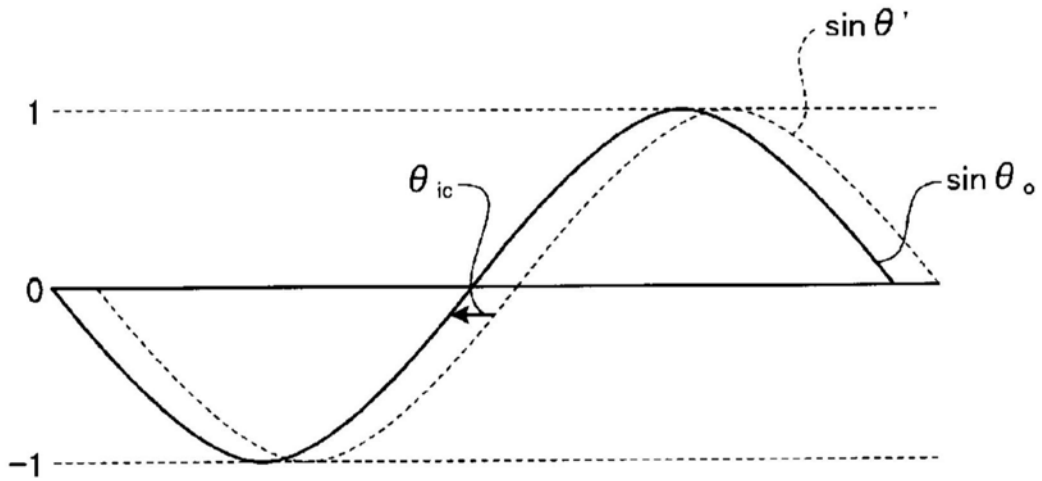


图19

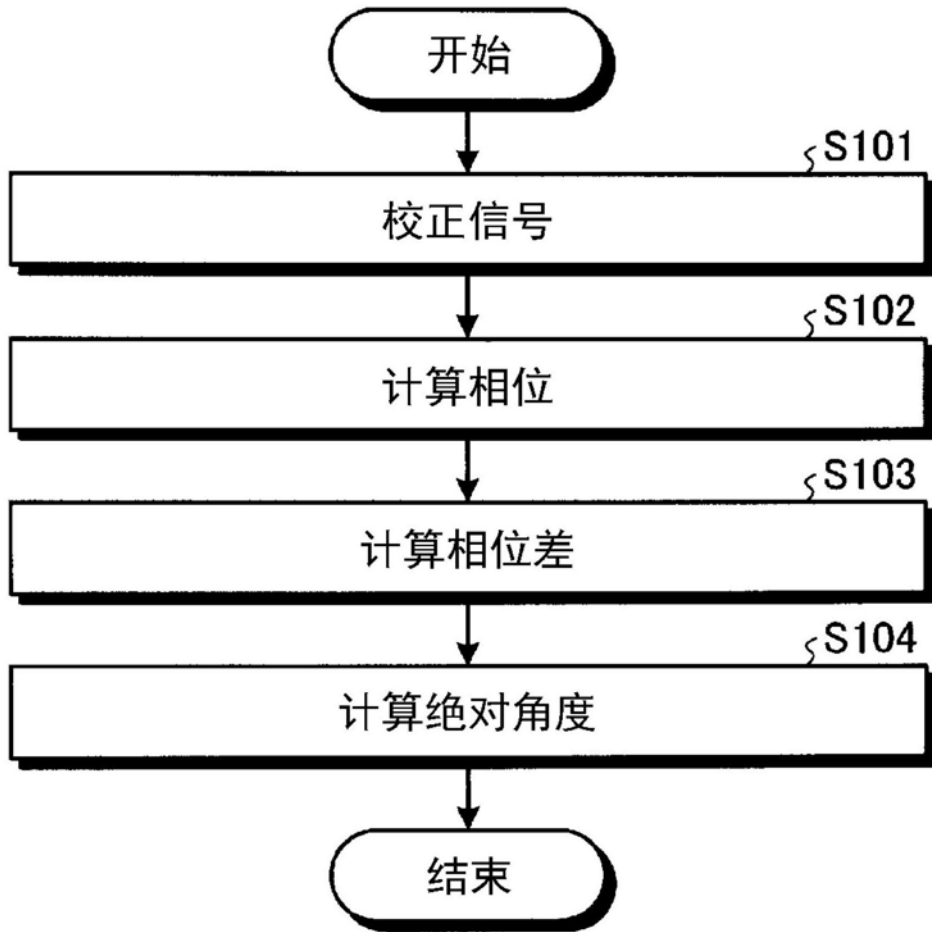


图20

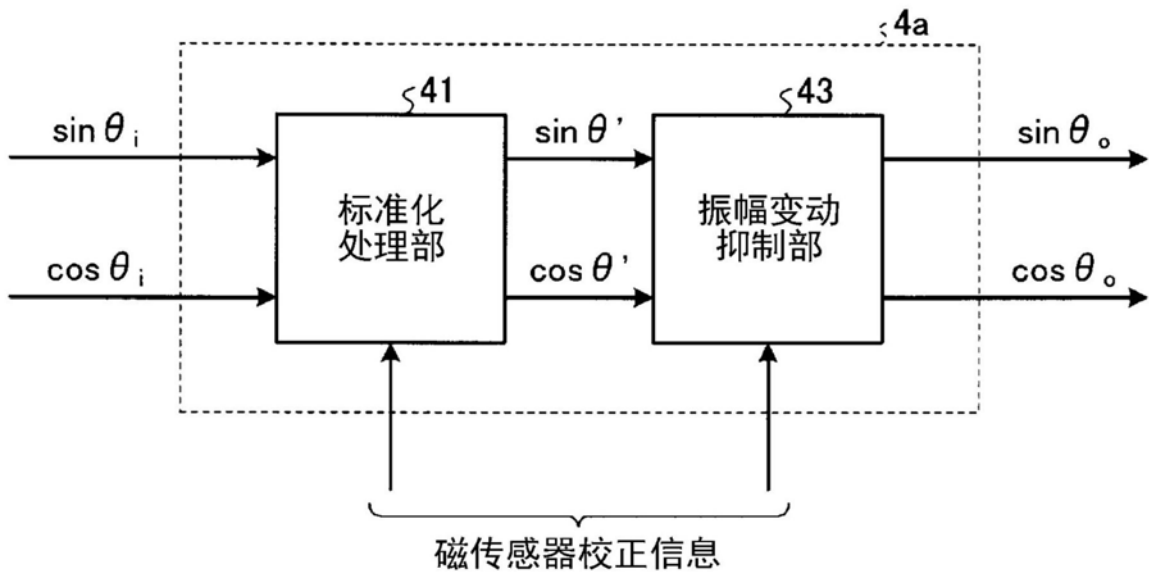


图21

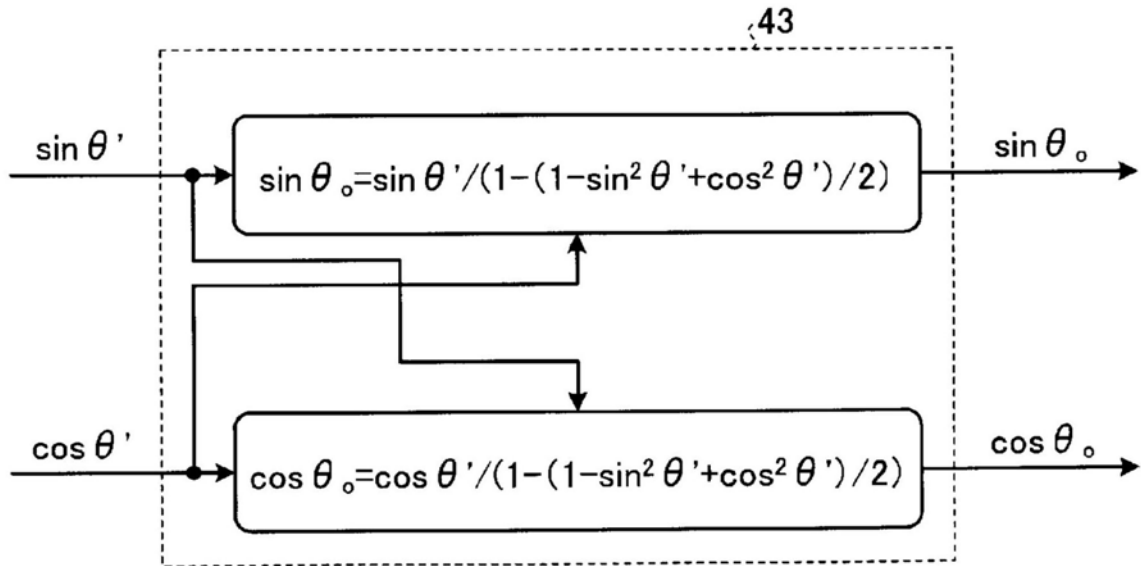


图22

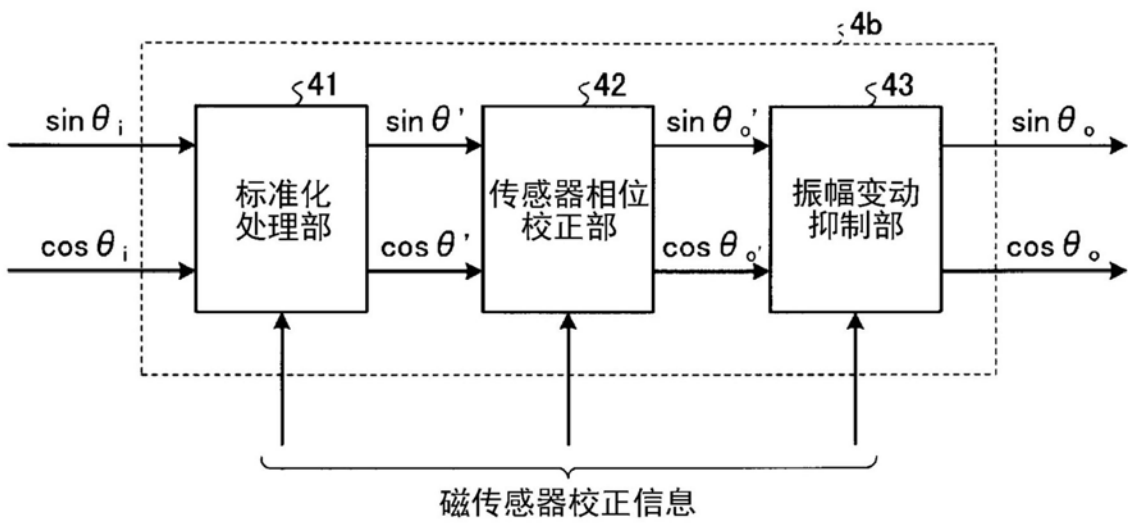


图23

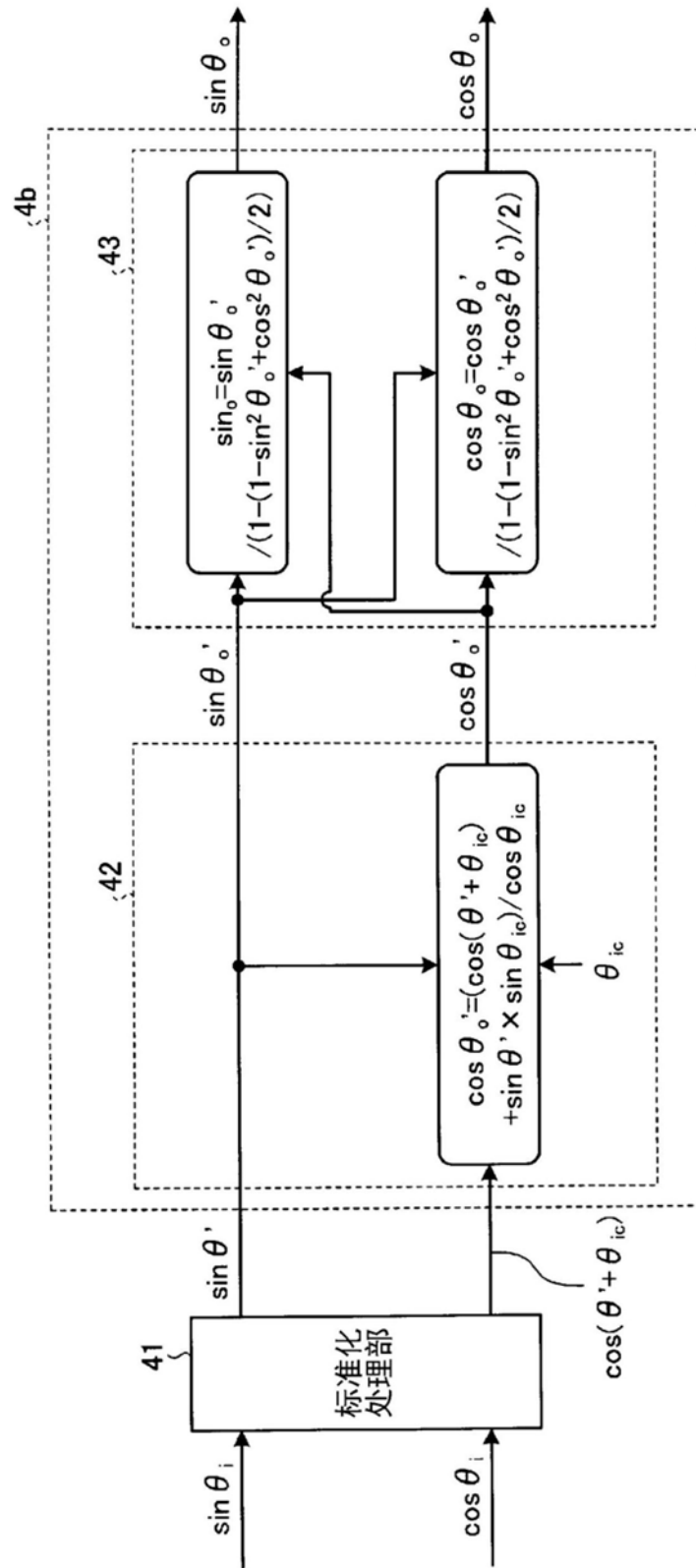


图24

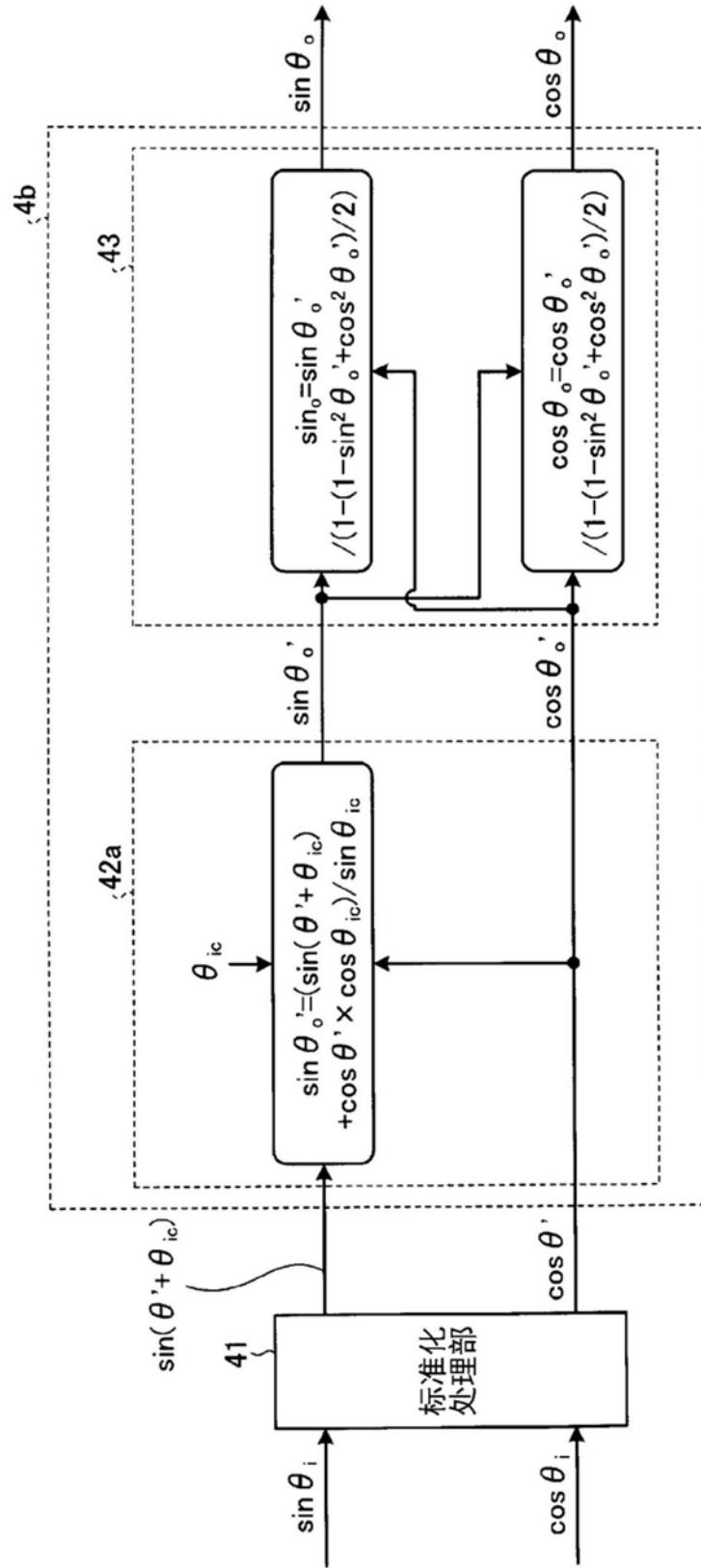


图25

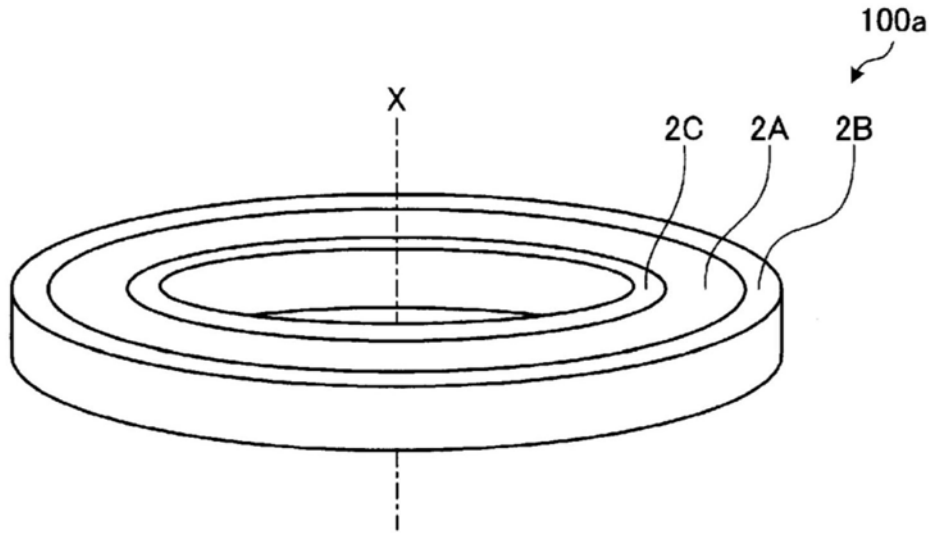


图26

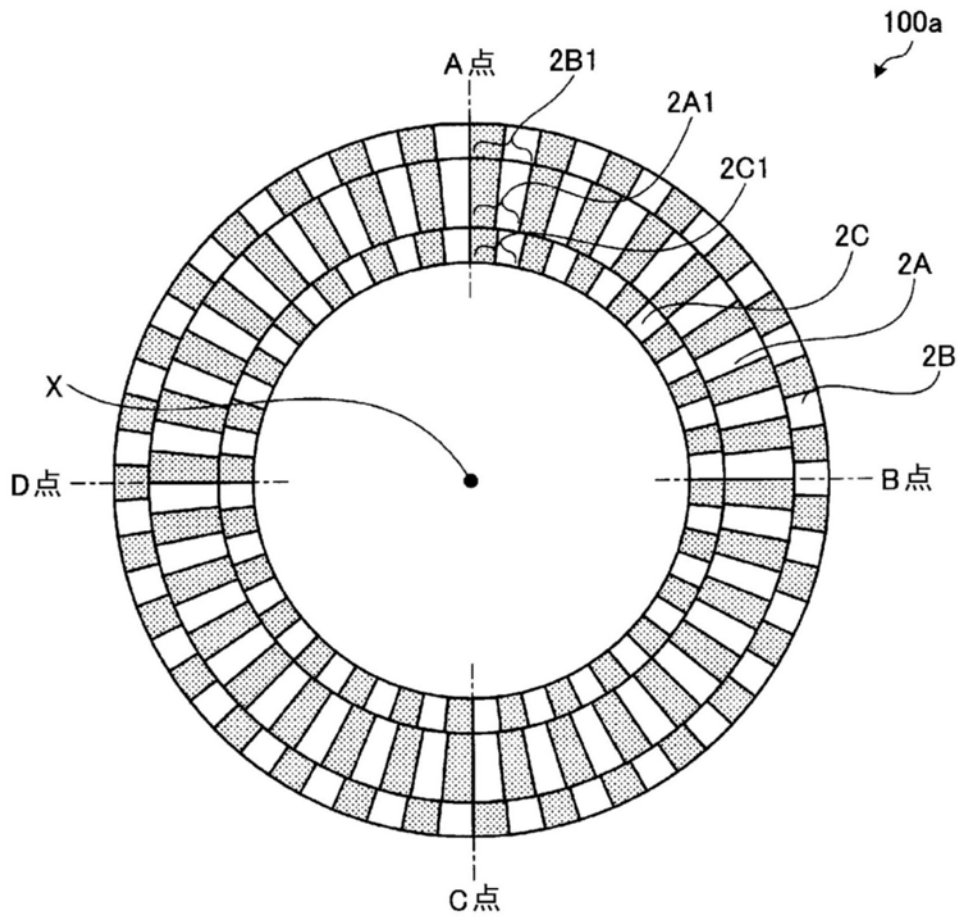


图27

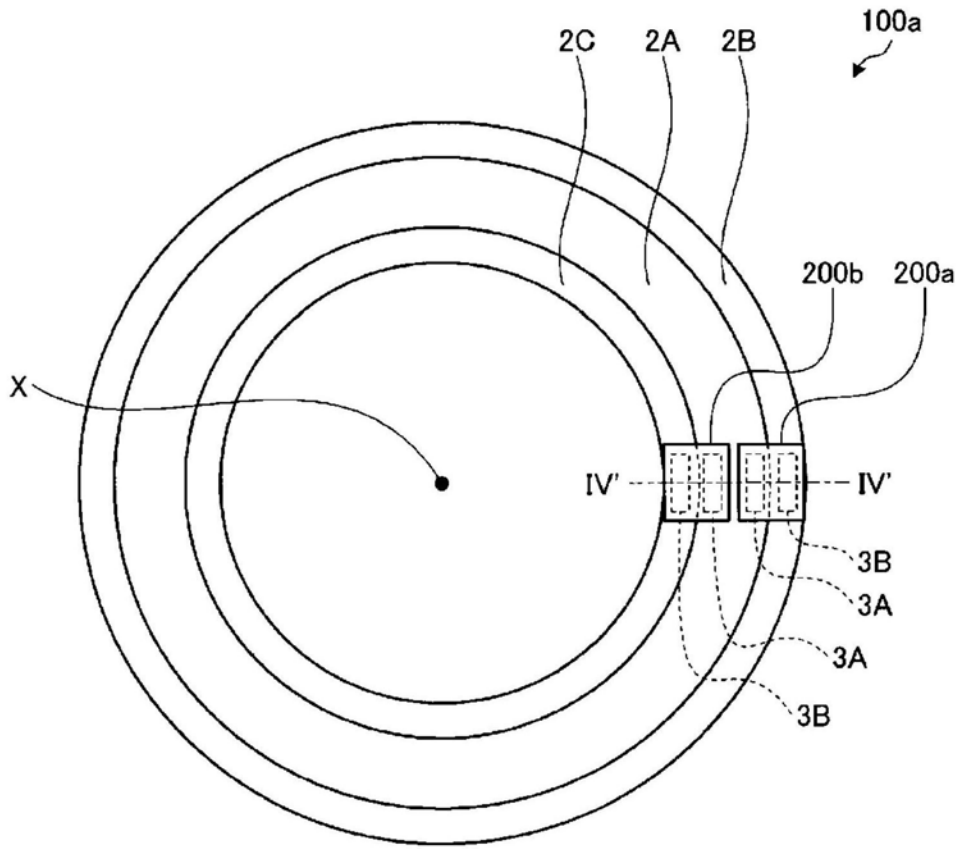


图28

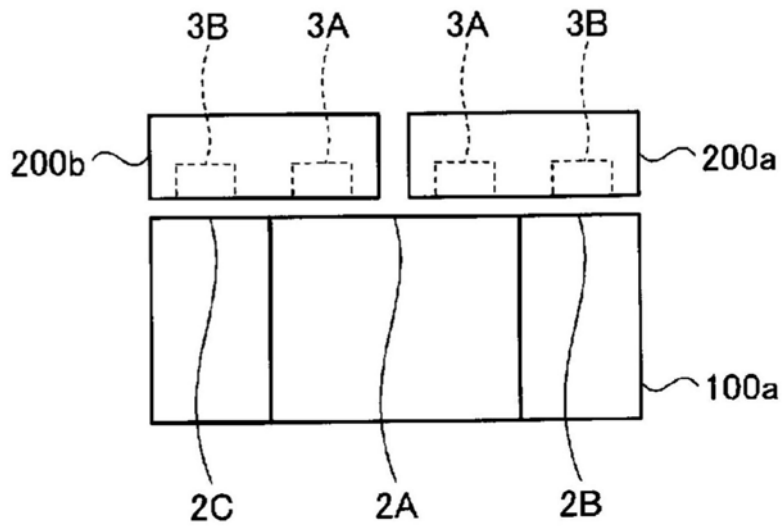


图29

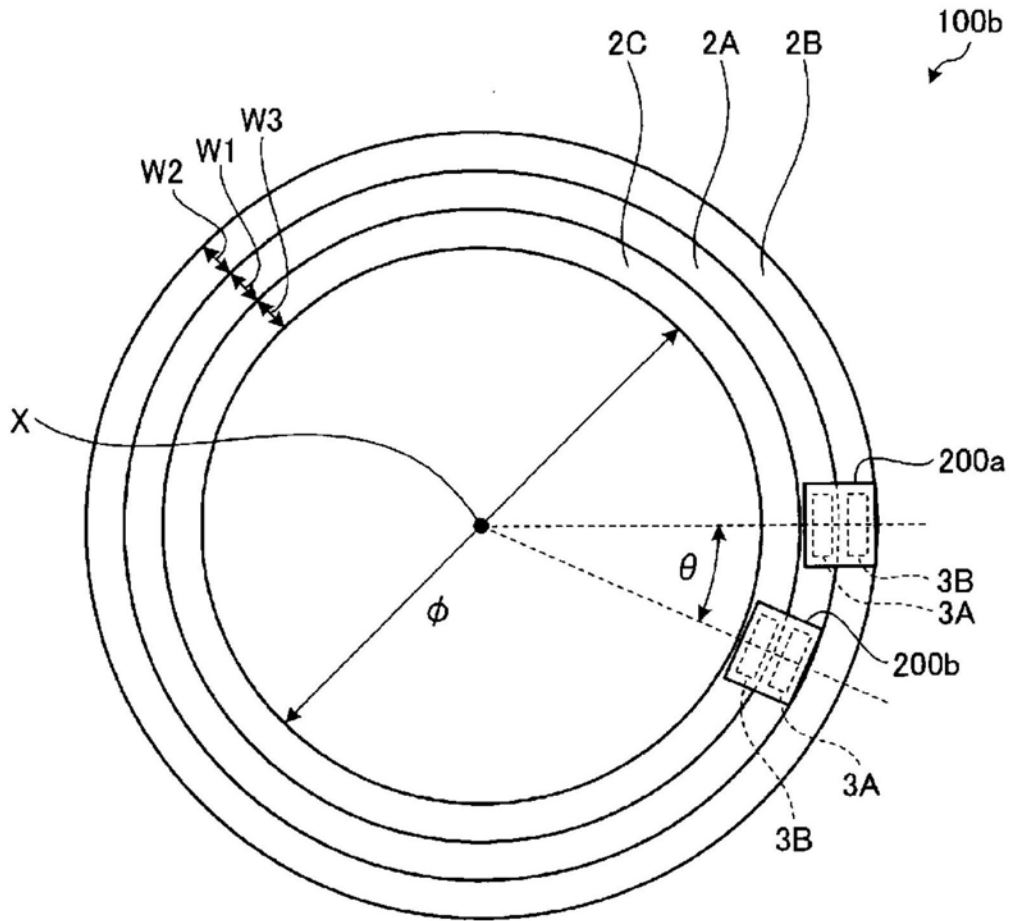


图30

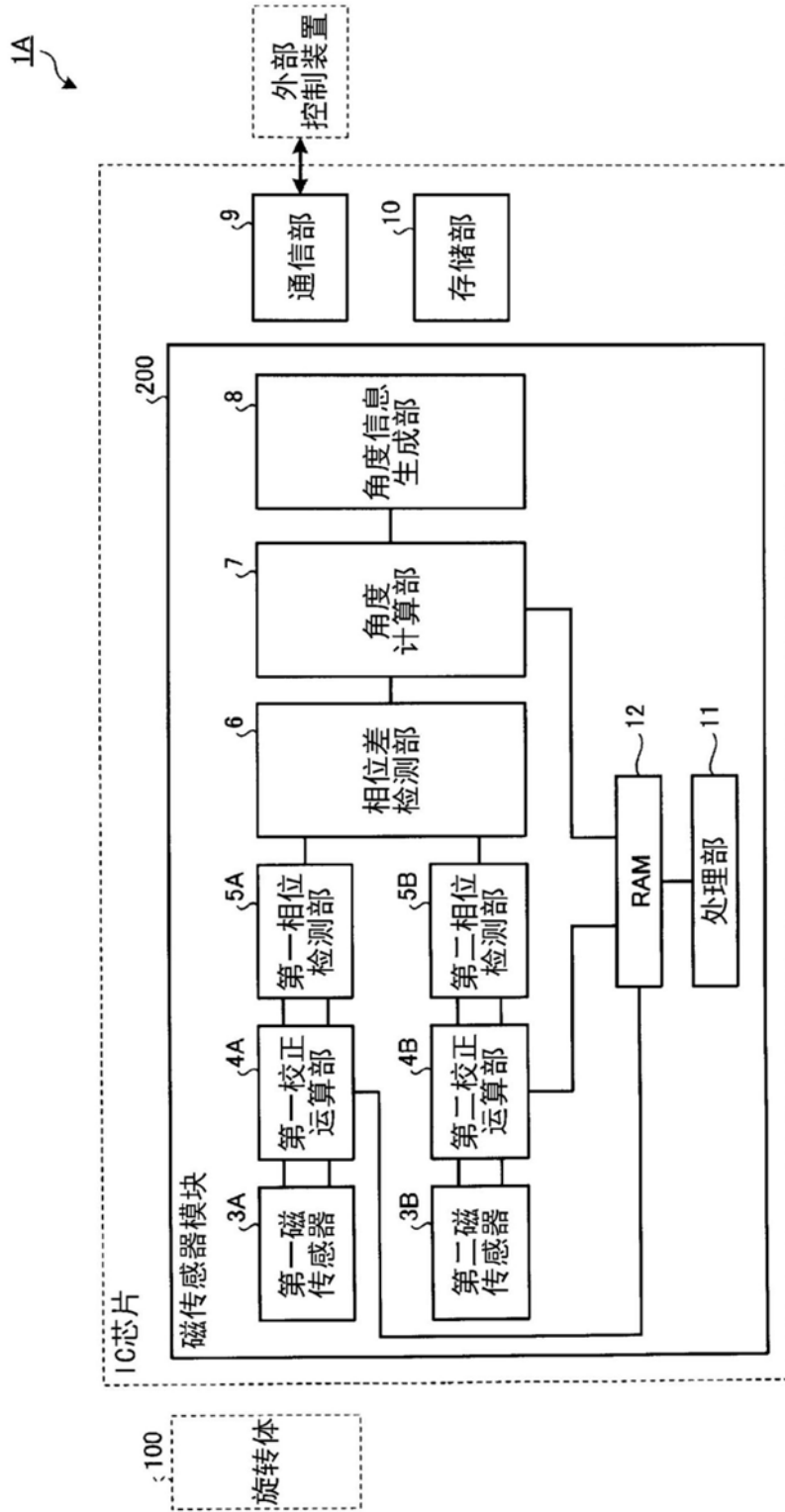


图31

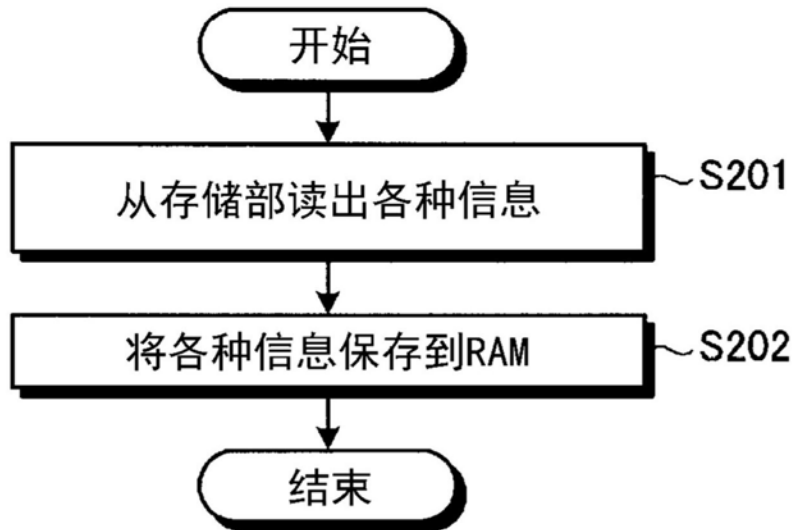


图32

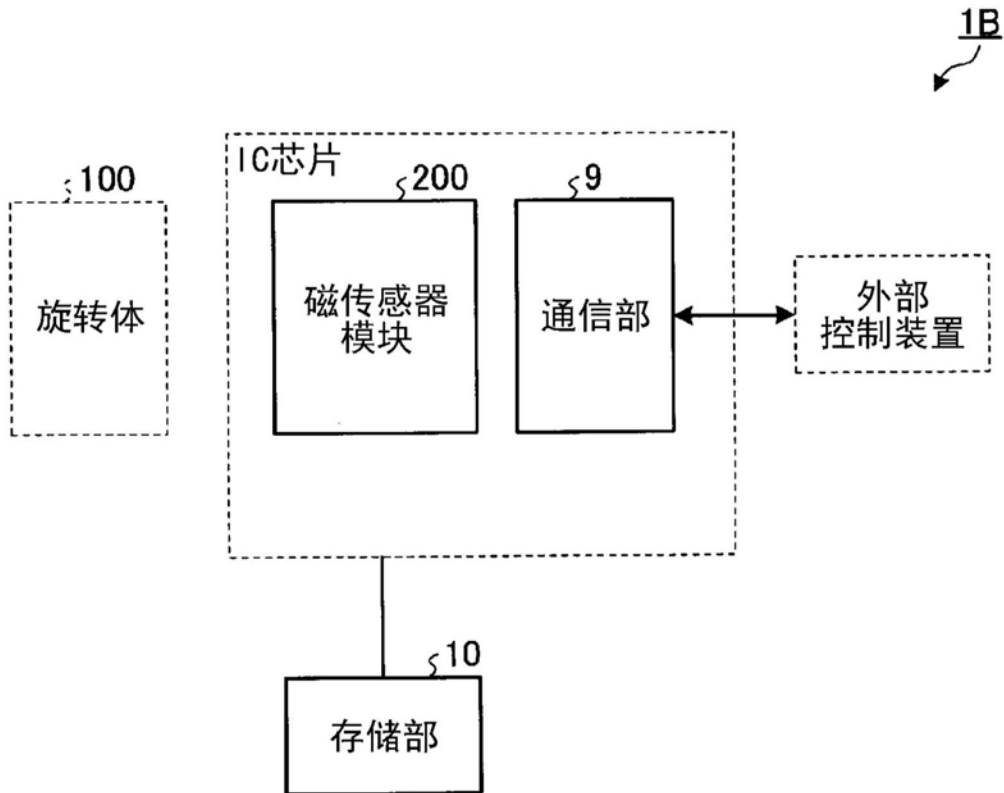


图33

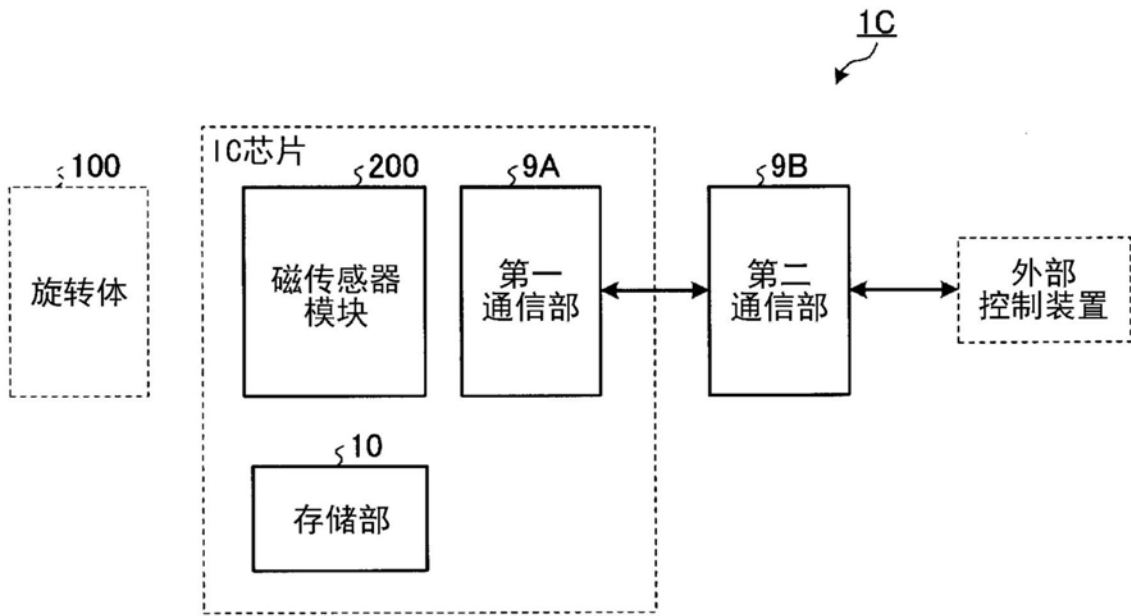


图34

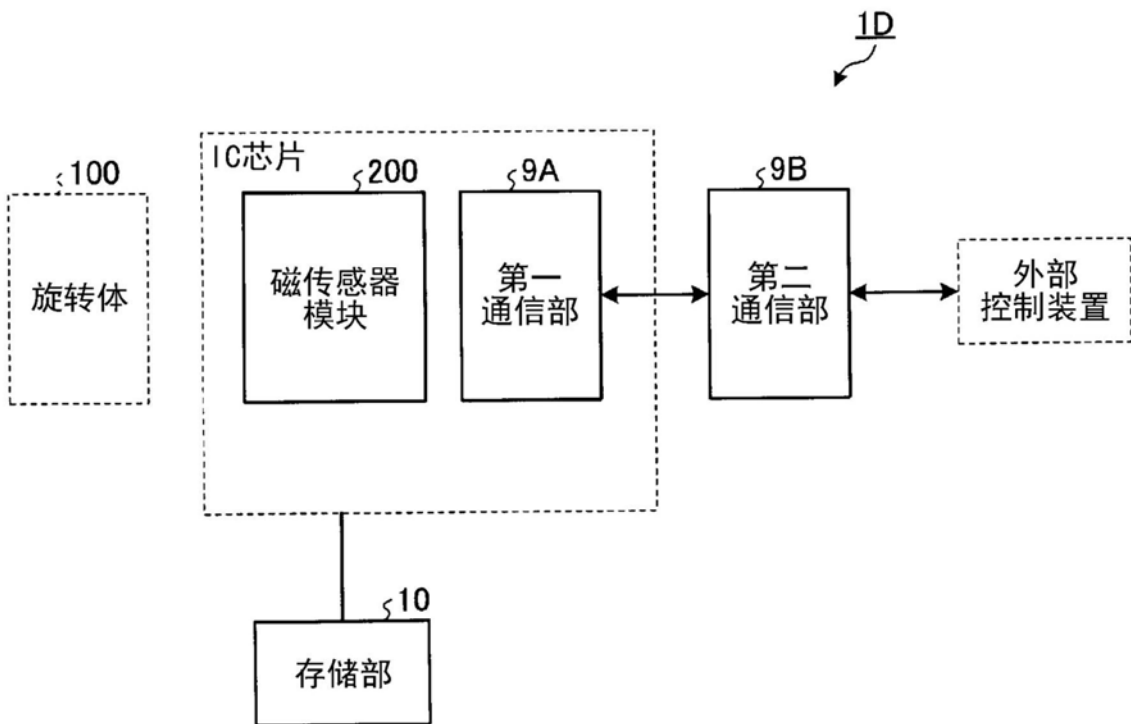


图35