

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-25830

(P2010-25830A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.

G 0 1 D 5/244 (2006.01)

F 1

G 0 1 D 5/244

F

テーマコード (参考)

2 F 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-189285 (P2008-189285)
 (22) 出願日 平成20年7月23日 (2008.7.23)

(71) 出願人 000000099
 株式会社 I H I
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号
 (74) 代理人 100097515
 弁理士 堀田 実
 (74) 代理人 100136548
 弁理士 仲宗根 康晴
 (74) 代理人 100136700
 弁理士 野村 俊博
 (72) 発明者 高濱 雄一
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
 社 I H I 内
 (72) 発明者 山口 真
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
 社 I H I 内

最終頁に続く

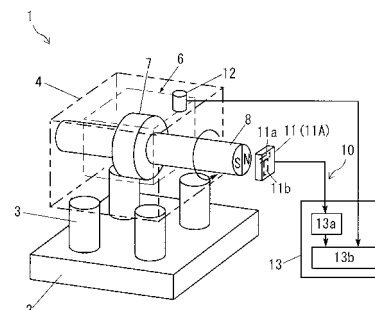
(54) 【発明の名称】 回転角度検出方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 A相信号とB相信号を適正に補正することで、回転角度を正確に検出することができる回転角度検出方法及び装置を提供する。

【解決手段】 回転体7を回転させてセンサ11により互いに位相が90°ずれた正弦波状のA相信号とB相信号を取得する。角度演算器13aにより、A相信号及びB相信号をそれぞれの信号の平均値が0となるように補正し、A相信号及びB相信号を振幅が互いに等しくなるように補正し、補正されたA相信号及びB相信号に基づいて回転体7の回転角度を演算する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

回転体を回転させて互いに位相が 90° ずれた正弦波状の A 相信号と B 相信号を取得し

、
A 相信号及び B 相信号をそれぞれの信号の平均値が 0 となるように補正し、

A 相信号及び B 相信号を振幅が互いに等しくなるように補正し、

補正された A 相信号及び B 相信号に基づいて回転体の回転角度を演算する、ことを特徴とする回転角度検出方法。

【請求項 2】

A 相信号及び B 相信号の振幅が等しくなるように補正する際に、

A 相信号を、A 相信号の標準偏差に 2 の平方根を乗算して得た値で除算し、

B 相信号を、B 相信号の標準偏差に 2 の平方根を乗算して得た値で除算する、請求項 1 記載の回転角度検出方法。

【請求項 3】

回転体の回転角度を検出する回転角度検出装置であって、

前記回転体が回転することで互いに位相が 90° ずれた正弦波状の A 相信号と B 相信号を生成するセンサと、

該センサからの信号を補正して回転体の角度を演算する角度演算器とを備え、

該角度演算器は、A 相信号及び B 相信号をそれぞれの信号の平均値が 0 となるように補正するとともに、A 相信号及び B 相信号を振幅が互いに等しくなるように補正し、補正された A 相信号及び B 相信号に基づいて回転体の回転角度を演算する、ことを特徴とする回転角度検出装置。

【請求項 4】

前記角度演算器は、A 相信号及び B 相信号の振幅が等しくなるように補正する際に、A 相信号を、A 相信号の標準偏差に 2 の平方根を乗算して得た値で除算し、B 相信号を、B 相信号の標準偏差に 2 の平方根を乗算して得た値で除算する、請求項 3 記載の回転角度検出装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、回転体の回転角度を検出する回転角度検出方法及び装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

例えば過給機などの高速回転機械の製造においては、製品の高速回転時のバランス性能を検査・修正するために、高速回転バランス試験を実施してアンバランス量を測定し、アンバランス修正を行う。従来のアンバランス修正方法と装置を開示するものとして、下記特許文献 1 がある。

【0003】

図 5 は、下記特許文献 1 に開示されたアンバランス修正装置 40 の構成を示す図である。このアンバランス修正装置 40 は、過給機 41 用の修正装置として構成されており、振動台 42 の上にタービン車室取付板 43 を介して固定されたタービン車室 44 と、タービン車室取付板 43 に取り付けられた加速度センサ 45 と、過給機 41 のコンプレッサインペラ 46 の先端近傍に配置される回転検出器 47 と、加速度センサ 45 と回転検出器 47 からの検出信号に基づいてアンバランス量を演算する演算器 48 とを備える。

【0004】

上記のアンバランス修正装置 40 によりアンバランス修正を行う場合、タービン車室 44 に空気を導入して過給機 41 のタービンインペラ 49 を回転させることで、タービンインペラ 49、シャフト 50 及びコンプレッサインペラ 46 からなる過給機ロータを回転させ、アンバランス計測のための所定の回転速度に達したら、加速度センサ 45 で加速度（振動）を検出するとともに回転検出器 47 で回転角度を検出し、その検出信号に基づいて

10

20

30

40

50

演算器 48 により、アンバランス量を演算する。

【0005】

演算器 48 によりアンバランス量が算出されたら、このアンバランス量に基づいて、コンプレッサインペラ 46 の先端部に設けられたナット 51 の一部を除去加工することで、アンバランスを修正する。

【0006】

ところで、上記の回転検出器 47 として、磁気抵抗素子を用いた磁気センサが知られている（例えば非特許文献 1 を参照）。図 6 は磁気センサによる回転角度検出の原理を説明する模式図である。図 6（A）において、回転体 53 の回転軸 54 の端面は S 極と N 極に磁化されており、回転軸端面に対面する位置に磁気センサ 56 が配置される。磁気センサ 56 の検出面には、磁界によって抵抗値が変化する複数の磁気抵抗素子 56a、56b が、面内の一方向（X 方向とする）と X 方向に垂直な他の方向（Y 方向とする）にそれぞれ配置されている。

10

【0007】

磁化された軸が回転することで、図 6（B）に示すような 2 つの正弦波状の A 相信号と B 相信号が得られる。それぞれの信号は、位相が 90°ずれており、sin 信号と cos 信号として扱うことができる。A 相信号と B 相信号から $\sin \theta$ 、 $\cos \theta$ （ θ ：回転角度）のデータを取得し、下記の（1）式により回転角度を算出する。

$$\theta = \tan^{-1} (\sin \theta / \cos \theta) \cdots (1)$$

【0008】

20

【特許文献 1】特開 2002 - 39904 号公報

【非特許文献 1】インターネット URL http://www.internix.co.jp/publish/newsletter/nl88__pdf/nl88hamamatsu.pdf

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、実際の計測においては、回転体 53 ごとに着磁のばらつきがあり、また、磁気センサ 56 と計測対象（図示例では回転軸端面）との相対位置にばらつきがあることにより、図 6（B）に示すように、A 相信号と B 相信号にオフセット（振幅中心のずれ）及びゲイン（振幅 1 に対する大きさ）にばらつきがある。したがって、従来の回転角度検出方法では、上記のようにばらつきのある A 相信号と B 相信号に基づいて回転角度を算出するため、精度が悪いという問題がある。

30

【0010】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、A 相信号と B 相信号を適正に補正することで、回転角度を正確に検出することができる回転角度検出方法及び装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記の課題を解決するため、本発明の回転角度検出方法及び装置は、以下の技術的手段を採用する。

40

（1）本発明は、回転体を回転させて互いに位相が 90°ずれた正弦波状の A 相信号と B 相信号を取得し、A 相信号及び B 相信号をそれぞれの信号の平均値が 0 となるように補正し、A 相信号及び B 相信号を振幅が互いに等しくなるように補正し、補正された A 相信号及び B 相信号に基づいて回転体の回転角度を演算する、ことを特徴とする。

【0012】

（2）上記の回転角度検出方法において、A 相信号及び B 相信号の振幅が等しくなるように補正する際に、A 相信号を、A 相信号の標準偏差に 2 の平方根を乗算して得た値で除算し、B 相信号を、B 相信号の標準偏差に 2 の平方根を乗算して得た値で除算する。

【0013】

50

(3) また、本発明は、回転体の回転角度を検出する回転角度検出装置であって、前記回転体が回転することで互いに位相が90°ずれた正弦波状のA相信号とB相信号を生成するセンサと、該センサからの信号を補正して回転体の角度を演算する角度演算器とを備え、該角度演算器は、A相信号及びB相信号をそれぞれの信号の平均値が0となるように補正するとともに、A相信号及びB相信号を振幅が互いに等しくなるように補正し、補正されたA相信号及びB相信号に基づいて回転体の回転角度を演算する、ことを特徴とする。

【0014】

(4) 上記の回転角度検出装置において、前記角度演算器は、A相信号及びB相信号の振幅が等しくなるように補正する際に、A相信号を、A相信号の標準偏差に2の平方根を乗算して得た値で除算し、B相信号を、B相信号の標準偏差に2の平方根を乗算して得た値

10

【発明の効果】

【0015】

上記の本発明の方法及び装置によれば、A相信号及びB相信号をそれぞれの信号の平均値が0となるように補正することで、A相信号とB相信号のオフセットがゼロとなる。また、A相信号及びB相信号を振幅が互いに等しくなるように補正することで、A相信号とB相信号のゲインが同じになる。そして、オフセット補正・ゲイン補正をしたA相信号とB相信号を使用して演算することで、正確な回転角度を算出することができる。

【0016】

また、A相信号及びB相信号の振幅が等しくなるように補正する際に、例えばデータの最小値と最大値を使用して算出すると、特異なデータがあった場合にその影響を受けやすいが、本発明では、A相信号とB相信号のそれぞれの標準偏差を用いて算出することにより、特異なデータがあった場合でもその影響を受けにくい。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の好ましい実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

【0018】

図1は、本発明の第実施形態にかかる回転角度検出装置10の構成を示す図である。以下では、回転角度検出方法及び装置10を、回転体7のアンバランス量を計測するアンバランス計測装置1に適用した例について説明するが、本発明はこれに限定されず、他の回転体の回転角度検出において広く適用することが可能である。

30

【0019】

アンバランス計測装置1は、床面などに固定されたベース2と、ベース2上に固定されバネとして機能する棒状の複数(図示例で4本)のバネ部材3と、バネ部材3の上部にて固定及び支持されたマウント4と、振動を検出する振動センサ12と、回転体7に近接して配置されたセンサ11と、回転体7のアンバランス量を演算する演算装置13とを備える。

【0020】

バネ部材3の本数及びバネ定数は、バネ部材3の材質(硬さ)やアンバランス計測を行う周波数(回転数)に応じて適切な数及び値に設定される。

40

マウント4は、回転体7を備えた回転機械6を装着し、しっかりと固定できるように構成されている。アンバランス計測の対象となる回転機械6は、例えば、過給機、圧縮機、タービン、モータなどである。

【0021】

アンバランス計測を行う際の回転体7の回転駆動は、図示しない外部駆動装置で行う場合と、回転機械6自体が備えるモータ等の駆動源で行う場合とがある。

【0022】

振動センサ12は、図示例ではマウント4に取り付けられているが、回転機械6に取り付けることも可能である。振動センサ12は、従来のアンバランス計測において用いられ

50

ていたのと同様に、振動を検出できる各種センサであればよく、例えば、加速度センサ、速度センサ、変位センサを単独で、あるいは組み合わせて用いることが可能である。

【0023】

図1の構成例において、センサ11は磁気センサ11Aであり、回転体7の回転軸8の端面はS極とN極に磁化されており、回転軸端面に対面する位置に磁気センサ11Aが配置される。磁気センサ11Aの検出面には、磁界によって抵抗値が変化する複数の磁気抵抗素子11a、11bが、面内の一方向(X方向とする)とX方向に垂直な他の方向(Y方向とする)にそれぞれ配置されている。この構成により、回転体7が回転することで互いに位相が90°ずれた正弦波状のA相信号とB相信号が生成される。

【0024】

なお、センサ11としては、磁気センサ11Aを使用する上記の構成に代えて、回転体7が回転することで互いに位相が90°ずれた正弦波状のA相信号とB相信号が生成される限りで、他の形態のセンサを使用してもよい。

【0025】

演算装置13は、角度演算器13aと、アンバランス量演算器13bとを備える。角度演算器13aは、センサ11からの信号を補正して回転体7の角度を演算する。本発明の回転角度検出装置10は、上記のセンサ11と角度演算器13aとにより構成されている。

【0026】

ここで、センサ11により生成されたA相信号とB相信号が図2に示すような波形であったとする。この場合、A相信号とB相信号にオフセット(振幅中心のずれ)及びゲイン(振幅1に対する大きさ)にばらつきがある。これは、回転体7ごとの着磁のばらつきや、センサ11と計測対象(図示例では回転軸端面)との相対位置にばらつきに起因するものである。このようにばらつきのあるA相信号とB相信号をそのまま使用して回転角度を算出すると、精度が悪くなる。

【0027】

そこで、本発明では、角度演算器13aにより、A相信号とB相信号について以下に説明するオフセット補正とゲイン補正を行い、補正されたA相信号及びB相信号に基づいて回転体7の回転角度を演算する。

【0028】

オフセット補正では、A相信号及びB相信号をそれぞれの信号の平均値が0となるように補正する。具体的には、A相信号のオフセット補正では、A相信号から、A相信号の平均値(DC成分)を減算する。また、B相信号のオフセット補正では、B相信号から、B相信号の平均値(DC成分)を減算する。

【0029】

ゲイン補正では、A相信号及びB相信号を振幅が互いに等しくなるように補正する。ゲイン補正の一例として、データの最小値と最大値を使用して振幅を算出し、算出した振幅でデータを除算すれば、A相信号、B相信号ともに振幅を1に補正することができる。しかし、ゲイン補正では、以下に説明するように、A相信号とB相信号のそれぞれの標準偏差を用いて算出するのが好ましい。

【0030】

データが $x_i = A \sin \theta_i$ のサイン波の場合、ゲイン補正をするには振幅Aでデータを除算すれば振幅1のサイン波に補正できる。よって、振幅Aを算出するために、標準偏差sを求める。

x_i の標準偏差sは、下記の[数1]によって求めることができる。

【0031】

10

20

30

40

【数 1】

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots (2)$$

$x_i = A \sin \theta_i$ の場合

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \int_0^n (A \sin \theta - (A \sin \theta \text{ の平均}))^2 d\theta} \quad \dots (3)$$

10

$(A \sin \theta \text{ の平均}) = 0$ なので

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \int_0^n (A \sin \theta)^2 d\theta} = \sqrt{\frac{A^2}{n}} \times \sqrt{\int_0^n (\sin \theta)^2 d\theta} \quad \dots (4)$$

ここで

$$\int_0^n (\sin \theta)^2 d\theta = \int_0^n \frac{1 - \cos 2\theta}{2} d\theta \quad \dots (5)$$

20

$n \rightarrow \infty$ のとき、 $\int_0^n \frac{\cos 2\theta}{2} d\theta = 0$ となるので、

$$\int_0^n (\sin \theta)^2 d\theta = \frac{1}{2} [\theta]_0^n = \frac{n}{2} \quad \dots (6)$$

30

$$\therefore s = \sqrt{\frac{A^2}{n}} \times \sqrt{\frac{n}{2}} = \frac{A}{\sqrt{2}} \quad \dots (7)$$

【0032】

よって、 $A = s \times (2 \text{ の平方根})$ である。したがって、データを、標準偏差 $\times (2 \text{ の平方根})$ で除算することで、振幅 1 のサイン波にゲイン補正することができる。具体的には、角度演算器 13a により、A 相信号を、A 相信号の標準偏差に 2 の平方根を乗算して得た値で除算し、B 相信号を、B 相信号の標準偏差に 2 の平方根を乗算して得た値で除算する。

40

【0033】

上記のようにオフセット補正及びゲイン補正をすることにより、図 3 に示すような補正された A 相信号と B 相信号が得られる。

角度演算器 13a は、補正された A 相信号及び B 相信号に基づいて回転体 7 の回転角度を演算する。A 相信号と B 相信号は、位相が 90° ずれており、 $\sin$ 信号と $\cos$ 信号として扱うことができる。A 相信号と B 相信号から $\sin \theta$ 、 $\cos \theta$ (θ : 回転角度) のデータを取得し、下記の (8) 式により回転角度を算出する。

$$\theta = \tan^{-1} (\sin \theta / \cos \theta) \quad \dots (8)$$

【0034】

50

アンバランス量演算器 13 b は、角度演算器 13 a で算出された回転角度と、振動センサ 12 からの信号に基づいて、回転体 7 のアンバランス量を算出する。

【0035】

上述した本発明の回転角度検出方法及び装置 10 によれば、A 相信号及び B 相信号をそれぞれの信号の平均値が 0 となるように補正することで、A 相信号と B 相信号のオフセットがゼロとなる。また、A 相信号及び B 相信号を振幅が互いに等しくなるように補正することで、A 相信号と B 相信号のゲインが同じになる。そして、オフセット補正・ゲイン補正をした A 相信号と B 相信号を使用して演算することで、正確な回転角度を算出することができる。

【0036】

また、A 相信号及び B 相信号の振幅が等しくなるように補正する際に、例えばデータの最小値と最大値を使用して算出すると、特異なデータがあった場合にその影響を受けやすいが、上述したように A 相信号と B 相信号のそれぞれの標準偏差を用いて算出することにより、特異なデータがあった場合でもその影響を受けにくい。

【0037】

図 4 に、標準偏差を用いてサイン波 S1 を振幅 1 のサイン波 S2 に補正した例を示す。図 4 に示すように、サイン波 S1 の 2 箇所のデータにはサイン波と異なるデータが含まれているが、振幅 1 のサイン波 S2 に補正できていることが分かる。

なお、ゲイン補正において、A 相信号及び B 相信号の振幅が等しくなれば、補正後の振幅は必ずしも 1 でなくてもよい。

【0038】

上記において、本発明の実施形態について説明を行ったが、上記に開示された本発明の実施の形態は、あくまで例示であって、本発明の範囲はこれら発明の実施の形態に限定されない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図 1】本発明の第実施形態にかかる回転角度検出装置の構成を示す図である。

【図 2】センサにより生成された A 相信号と B 相信号の波形の一例を示す図である。

【図 3】角度演算器により補正された A 相信号と B 相信号の波形の一例を示す図である。

【図 4】標準偏差を用いてサイン波 S1 を振幅 1 のサイン波 S2 に補正した例を示す図である。

【図 5】特許文献 1 に開示されたアンバランス計測装置の構成図である。

【図 6】磁気センサによる回転角度検出の原理を説明する模式図である。

【符号の説明】

【0040】

- 1 アンバランス計測装置
- 2 ベース
- 3 バネ部材
- 4 マウント
- 6 回転機械
- 7 回転体
- 8 軸
- 10 回転角度検出装置
- 11 センサ
- 11A 磁気センサ
- 11a、11b 磁気抵抗素子
- 12 振動センサ
- 13 演算装置
- 13a 角度演算器

10

20

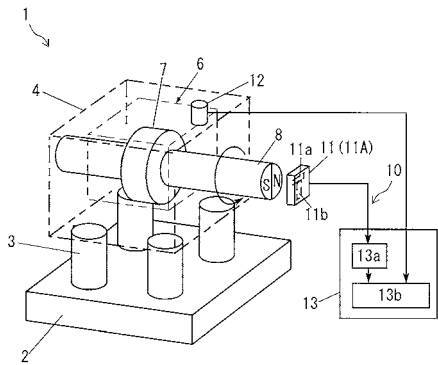
30

40

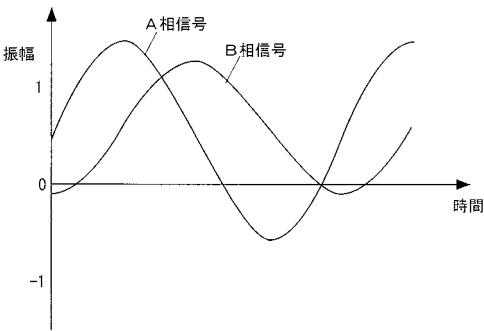
50

1 3 b アンバランス量演算器

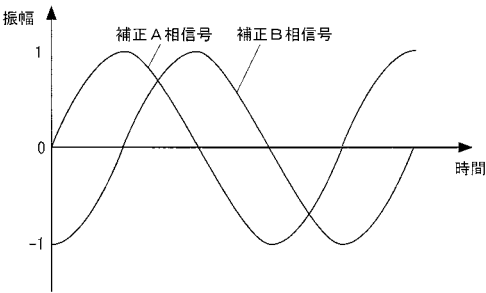
【 図 1 】



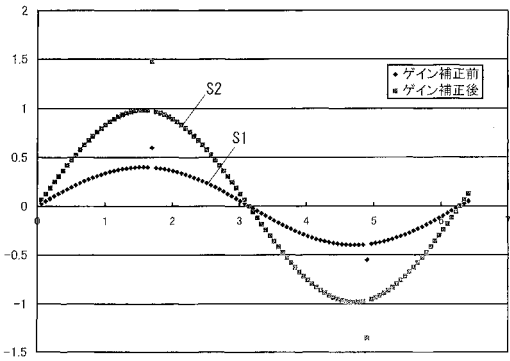
【 図 2 】



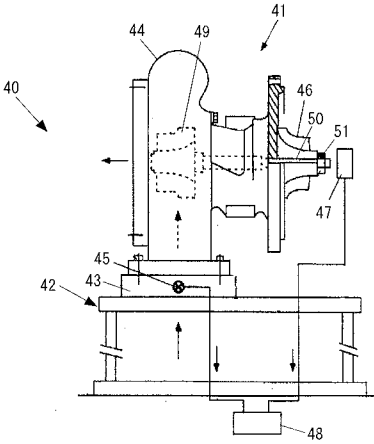
【 図 3 】



【 図 4 】

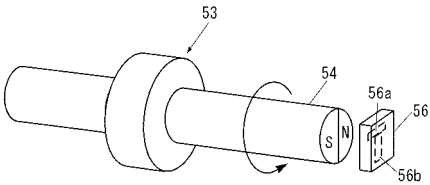


【 図 5 】

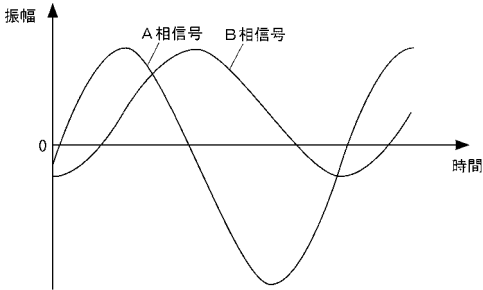


【 図 6 】

(A)



(B)



フロントページの続き

- (72)発明者 寺内 強
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内
- (72)発明者 武井 伸郎
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内
- (72)発明者 中村 寿夫
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内
- Fターム(参考) 2F077 AA12 JJ01 JJ09 UU20