(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4821331号
(P4821331)

(45)発行日　平成23年11月24日(2011.11.24)　(24)登録日　平成23年9月16日(2011.9.16)

(51)Int.Cl.			F I		
G01L	5/00	(2006.01)	G01L	5/00	K
G01B	7/00	(2006.01)	G01B	7/00	101M
G01B	7/30	(2006.01)	G01B	7/30	M
G01D	5/244	(2006.01)	G01D	5/244	B
G01D	5/245	(2006.01)	G01D	5/245	110M

請求項の数 10　(全 20 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2006-11880(P2006-11880)
(22)出願日　平成18年1月20日(2006.1.20)
(65)公開番号　特開2006-226999(P2006-226999A)
(43)公開日　平成18年8月31日(2006.8.31)
審査請求日　平成20年11月26日(2008.11.26)
(31)優先権主張番号　特願2005-15397(P2005-15397)
(32)優先日　平成17年1月24日(2005.1.24)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎１丁目６番３号
(74)代理人　100087457
弁理士　小山　武男
(74)代理人　100120190
弁理士　中井　俊
(74)代理人　100056833
弁理士　小山　欽造
(72)発明者　小野　浩一郎
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目５番５０号
日本精工株式会社内
(72)発明者　田中　一宇
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目５番５０号
日本精工株式会社内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】転がり軸受ユニットの変位測定装置及び転がり軸受ユニットの荷重測定装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
転がり軸受ユニットと変位測定装置とを備え、
このうちの転がり軸受ユニットは、使用状態でも回転しない静止側軌道輪と、使用状態で回転する回転側軌道輪と、これら静止側軌道輪と回転側軌道輪との互いに対向する周面に存在する静止側軌道と回転側軌道との間に設けられた複数個の転動体とを備えたものであり、
上記変位測定装置は、上記回転側軌道輪と共に回転する部分にこの回転側軌道輪と同心に設けられた、その特性を円周方向に関して交互に変化させると共に、この変化の位相を、測定すべき変位の方向に対応して漸次変化させている第一の被検出部と、検出部をこの第一の被検出部に対向させた状態で回転しない部分に支持され、この第一の被検出部の特性変化に対応してその出力信号を変化させる第一のセンサと、上記回転側軌道輪と共に回転する部分にこの回転側軌道輪と同心に設けられた、その特性を円周方向に関して交互に、上記第一の被検出部と同じピッチで変化させると共に、上記測定すべき変位の方向に対応する位相の変化状態を上記第一の被検出部と異ならせた第二の被検出部と、検出部をこの第二の被検出部に対向させた状態で回転しない部分に支持され、この第二の被検出部の特性変化に対応してその出力信号を変化させる第二のセンサと、この第二のセンサの出力信号と上記第一のセンサの出力信号とに基づいて、上記静止側軌道輪と上記回転側軌道輪との相対変位量を算出する演算器とを備えた
転がり軸受ユニットの変位測定装置であって、

上記演算器は、上記第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差とこれら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差との両方の位相差に基づいて、上記静止側軌道輪と上記回転側軌道輪との相対変位量を算出する機能を有するものである

転がり軸受ユニットの変位測定装置。

【請求項２】

演算器は、第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差に関する値と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差に関する値とに就いて、Ｎ＝２の移動平均を施し、この移動平均により得られた、上記両センサの出力信号同士の間に存在する位相差に関する値を用いて、静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位量を算出する、請求項１に記載した転がり軸受ユニットの変位測定装置。

【請求項３】

演算器は、第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差に関する第一の値と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差に関する第二の値とに就いて、これら第一、第二の値同士の間で生じる変動を除去するローパスフィルタ若しくはノッチフィルタによる処理を施し、このフィルタ処理により得られた上記両センサの出力信号同士の間に存在する位相差に関する値を用いて、静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位量を算出する、請求項１に記載した転がり軸受ユニットの変位測定装置。

【請求項４】

第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差と、何れかのセンサの出力信号の周期とを、単一のカウンタにより測定する、請求項１～３の何れか１項に記載した転がり軸受ユニットの変位測定装置。

【請求項５】

第一の被検出部に第一のセンサの検出部が対向する位相と、第二の被検出部に第二のセンサの検出部が対向する位相とを、これら両被検出部の特性変化のピッチの１／４分だけずらせている、請求項４に記載した転がり軸受ユニットの変位測定装置。

【請求項６】

転がり軸受ユニットと荷重測定装置とを備え、

このうちの転がり軸受ユニットは、使用状態でも回転しない静止側軌道輪と、使用状態で回転する回転側軌道輪と、これら静止側軌道輪と回転側軌道輪との互いに対向する周面に存在する静止側軌道と回転側軌道との間に設けられた複数個の転動体とを備えたものであり、

上記荷重測定装置は、上記回転側軌道輪と共に回転する部分にこの回転側軌道輪と同心に設けられた、その特性を円周方向に関して交互に変化させると共に、この変化の位相を、測定すべき荷重の方向に対応して漸次変化させている第一の被検出部と、検出部をこの第一の被検出部に対向させた状態で回転しない部分に支持され、この第一の被検出部の特性変化に対応してその出力信号を変化させる第一のセンサと、上記回転側軌道輪と共に回転する部分にこの回転側軌道輪と同心に設けられた、その特性を円周方向に関して交互に、上記第一の被検出部と同じピッチで変化させると共に、上記測定すべき荷重の方向に対応する位相の変化状態を上記第一の被検出部と異ならせた第二の被検出部と、検出部をこの第二の被検出部に対向させた状態で回転しない部分に支持され、この第二の被検出部の特性変化に対応してその出力信号を変化させる第二のセンサと、この第二のセンサの出力信号と上記第一のセンサの出力信号とに基づいて、上記静止側軌道輪と上記回転側軌道輪との間に作用する荷重を算出する演算器とを備えた

転がり軸受ユニットの荷重測定装置であって、

上記演算器は、上記第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差とこれら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差との両方の位相差に基づいて、上記静止側軌道輪と上記回転側軌道輪との間に作用する荷重を算出する機能を有す

るものである
転がり軸受ユニットの荷重測定装置。
【請求項７】
演算器は、第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差に関する値と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差に関する値とに就いて、Ｎ＝２の移動平均を施し、この移動平均により得られた、上記両センサの出力信号同士の間に存在する位相差に関する値を用いて、静止側軌道輪と回転側軌道輪との間に作用する荷重を算出する、請求項６に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。
【請求項８】
演算器は、第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差に関する第一の値と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差に関する第二の値とに就いて、これら第一、第二の値同士の間で生じる変動を除去するローパスフィルタ若しくはノッチフィルタによる処理を施し、このフィルタ処理により得られた上記両センサの出力信号同士の間に存在する位相差に関する値を用いて、静止側軌道輪と回転側軌道輪との間に作用する荷重を算出する、請求項６に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。
【請求項９】
第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差と、何れかのセンサの出力信号の周期とを、単一のカウンタにより測定する、請求項６～８の何れか１項に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。
【請求項１０】
第一の被検出部に第一のセンサの検出部が対向する位相と、第二の被検出部に第二のセンサの検出部が対向する位相とを、これら両被検出部の特性変化のピッチの１／４分だけずらせている、請求項９に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明に係る転がり軸受ユニットの変位測定装置及び転がり軸受ユニットの荷重測定装置は、複数個の転動体を介して相対回転自在に組み合わされた静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位量、延てはこれら両軌道輪同士の間に加わる荷重（ラジアル方向の変位量とアキシアル方向の変位量との一方又は双方）を検出するものである。そして、検出した荷重を表す信号を、自動車等の車両の走行安定性確保を図る為に利用する。
【背景技術】
【０００２】
例えば自動車の車輪は懸架装置に対し、複列アンギュラ型の玉軸受ユニット等の転がり軸受ユニットにより回転自在に支持する。又、自動車の走行安定性を確保する為に、例えば非特許文献１に記載されている様な、アンチロックブレーキシステム（ＡＢＳ）やトラクションコントロールシステム（ＴＣＳ）、更には、ビークルスタビリティコントロールシステム（ＶＳＣ）等の車両用走行安定化装置が使用されている。この様な各種車両用走行安定化装置を制御する為には、車輪の回転速度、車体に加わる各方向の加速度等の信号が必要になる。そして、より高度の制御を行なう為には、車輪を介して上記転がり軸受ユニットに加わる荷重（ラジアル荷重とアキシアル荷重との一方又は双方）の大きさを知る事が好ましい場合がある。
【０００３】
この様な事情に鑑みて、特許文献１には、ラジアル荷重を測定自在な、荷重測定装置付転がり軸受ユニットが記載されている。この従来構造の第１例の場合には、非接触式の変位センサで、回転しない外輪と、この外輪の内径側で回転するハブとの径方向に関する変位を測定する事により、これら外輪とハブとの間に加わるラジアル荷重を求める様にしている。求めたラジアル荷重は、ＡＢＳを適正に制御する他、積載状態の不良を運転者に知

らせる為に利用する。

【０００４】

又、特許文献２には、転がり軸受ユニットに加わるアキシアル荷重を測定する構造が記載されている。この特許文献２に記載された従来構造の第２例の場合、外輪の外周面に設けた固定側フランジの内側面複数個所で、この固定側フランジをナックルに結合する為のボルトを螺合する為のねじ孔を囲む部分に、それぞれ荷重センサを添設している。上記外輪を上記ナックルに支持固定した状態でこれら各荷重センサは、このナックルの外側面と上記固定側フランジの内側面との間で挟持される。この様な従来構造の第２例の転がり軸受ユニットの荷重測定装置の場合、車輪と上記ナックルとの間に加わるアキシアル荷重は、上記各荷重センサにより測定される。更に、特許文献３には、一部の剛性を低くした外輪相当部材に動的歪みを検出する為のストレンゲージを設け、このストレンゲージが検出する転動体の通過周波数から転動体の公転速度を求め、更に、転がり軸受に加わるアキシアル荷重を測定する方法が記載されている。

【０００５】

前述の特許文献１に記載された従来構造の第１例の場合、変位センサにより、外輪とハブとの径方向に関する変位を測定する事で、転がり軸受ユニットに加わる荷重を測定する。但し、この径方向に関する変位量は僅かである為、この荷重を精度良く求める為には、上記変位センサとして、高精度のものを使用する必要がある。高精度の非接触式センサは高価である為、荷重測定装置付転がり軸受ユニット全体としてコストが嵩む事が避けられない。

【０００６】

又、特許文献２に記載された従来構造の第２例の場合、ナックルに対し外輪を支持固定する為のボルトと同数だけ、荷重センサを設ける必要がある。この為、荷重センサ自体が高価である事と相まって、転がり軸受ユニットの荷重測定装置全体としてのコストが相当に嵩む事が避けられない。又、特許文献３に記載された方法は、外輪相当部材の一部の剛性を低くする必要があり、この外輪相当部材の耐久性確保が難しくなる可能性がある他、十分な測定精度を得る事が難しいと考えられる。

【０００７】

この様な事情に鑑みて本発明者等は先に、複列アンギュラ型の玉軸受ユニットを構成する回転側軌道輪にエンコーダを、この回転側軌道輪と同心に支持固定し、このエンコーダの被検出面の変位を検出する事で、この回転側軌道輪と静止側軌道輪との相対変位量を測定し、更にこの相対変位量に基づいてこれら両軌道輪同士の間に加わる荷重を求める発明（先発明）を行なった（特願２００５－１４７６４２号）。図１～４は、この様な先発明に係る構造の第１例を示している。この先発明の第１例の転がり軸受ユニットの荷重測定装置は、車輪支持用転がり軸受ユニット１と、回転速度検出装置としての機能を兼ね備えた、荷重測定装置２とを備える。

【０００８】

このうちの車輪支持用転がり軸受ユニット１は、図１に示す様に、外輪３と、ハブ４と、転動体５、５とを備える。このうちの外輪３は、使用状態で懸架装置に支持固定される静止側軌道輪であって、内周面に複列の外輪軌道６、６を、外周面にこの懸架装置に結合する為の外向フランジ状の取付部７を、それぞれ有する。又、上記ハブ４は、使用状態で車輪を支持固定してこの車輪と共に回転する回転側軌道輪であって、ハブ本体８と内輪９とを組み合わせ固定して成る。この様なハブ４は、外周面の軸方向外端部（懸架装置への組み付け状態で車体の幅方向外側となる端部）に車輪を支持固定する為のフランジ１０を、軸方向中間部及び内輪９の外周面に複列の内輪軌道１１、１１を、それぞれ設けている。上記各転動体５、５は、これら各内輪軌道１１、１１と上記各外輪軌道６、６との間にそれぞれ複数個ずつ、互いに逆方向の（背面組み合わせ型の）接触角を付与した状態で転動自在に設けて、上記外輪３の内径側に上記ハブ４を、この外輪３と同心に回転自在に支持している。

【０００９】

一方、上記荷重測定装置２を構成する為に、上記外輪３の一部に１対のセンサ１２ａ、１２ｂを、上記ハブ４の回転方向に関する位相を一致させ、且つ、このハブ４の軸方向にずらせた状態で配置している。そして、上記両センサ１２ａ、１２ｂの検出部を、上記ハブ４の中間部に外嵌固定したエンコーダ１３の外周面に近接対向させている。このエンコーダ１３は、磁性金属板により円筒状に形成されたもので、幅方向片半部と他半部とに、それぞれスリット状の透孔１４ａ、１４ｂを、それぞれ上記エンコーダ１３の中心軸の方向に対し傾斜させた状態で、円周方向に関して等間隔に形成している。幅方向片半部の透孔１４ａ、１４ａの傾斜方向と、他半部の透孔１４ｂ、１４ｂの傾斜方向とは互いに逆で、傾斜角度は互いに等しい。又、上記外輪３と上記ハブ４との間にアキシアル荷重が作用していない状態（中立状態）で、上記両列の透孔１４ａ、１４ｂの間に存在するリム部１５が、上記両センサ１２ａ、１２ｂの検出部の丁度中央位置に存在する。本例の場合、上記エンコーダ１３の軸方向片半部で上記各透孔１４ａ、１４ａを形成した部分が特許請求の範囲に記載した第一の被検出部に、同じく軸方向他半部で上記各透孔１４ｂ、１４ｂを形成した部分が同じく第二の被検出部に、それぞれ対応する。

【００１０】

上述の様に構成する先発明の荷重測定装置の第１例の場合、上記中立状態では、上記両センサ１２ａ、１２ｂの検出信号の位相が互いに一致する。これに対して、上記外輪３と上記ハブ４との間にアキシアル荷重が作用すると、これら外輪３とハブ４とが軸方向に相対変位する結果、上記１対のセンサ１２ａ、１２ｂの検出信号の位相がずれる。そこで、このずれの方向及び大きさ（実際の場合には、上記両センサ１２ａ、１２ｂの検出信号の１周期に対するずれの大きさの比）に基づいて、上記アキシアル荷重の方向及び大きさを求められる。尚、上記ハブ４の回転速度は、何れかのセンサ１２ａ（１２ｂ）の検出信号の周期或いは周波数に基づいて求められる。

【００１１】

次に、図３～４は、先発明に係る構造の第２例を示している。この先発明の第２例の場合には、ハブ４の内端部に外嵌固定した内輪９の内端部に、図４に示す様なエンコーダ１３ａの基端部を外嵌して、このエンコーダ１３ａを上記ハブ４に対し、このハブ４と同心に支持固定している。このエンコーダ１３ａは、磁性金属板製で、先半部に設けた円筒状部に、それぞれが「く」字形でスリット状の透孔１４ｃ、１４ｃを、円周方向に関して等間隔に形成している。又、外輪３の内端部に嵌合固定したカバー１６に支持したセンサホルダ１７内に１対のセンサを、軸方向に離隔した状態で保持している。そして、これら両センサの検出部を、上記エンコーダ１３ａの内周面に近接対向させている。本例の場合、このエンコーダ１３ａの先半部の軸方向片半部で上記各透孔１４ｃ、１４ｃの先半部を形成した部分が特許請求の範囲に記載した第一の被検出部に、同じく軸方向他半部で上記各透孔１４ｃ、１４ｃの基半部を形成した部分が同じく第二の被検出部に、それぞれ対応する。

【００１２】

上述の様な先発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置の第２例の場合も、アキシアル荷重に基づいてハブ４と外輪３とが軸方向に相対変位すると、上記１対のセンサの検出信号の位相がずれる。そこで、このずれの大きさに基づいて、上記相対変位の大きさ、更には上記アキシアル荷重の大きさを求められる。尚、上記ハブ４の回転速度は、何れかのセンサの検出信号に基づいて求められる。

【００１３】

尚、上述の先発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置の第１～２例は何れも、エンコーダ１３、１３ａとして単なる磁性材製のものを使用し、センサの側に永久磁石を組み込む事を意図している。これに対して、前記特願２００５－１４７６４２号には、永久磁石製のエンコーダを使用し、センサの側の永久磁石を省略する構造に就いても記載されている。又、エンコーダの被検出部を軸方向側面に設け、径方向に離隔して配置した１対のセンサの検出部をこの被検出部に対向させる事で、転がり軸受ユニットに加わるラジアル荷重を測定できる。何れの場合でも、エンコーダの被検出面が円周方向に関して変化するパ

ターンは、検出すべき荷重の作用方向に一致する、この被検出面の幅方向に関して連続的に変化している。

【００１４】

何れにしても、上述の様な先発明に係る転がり軸受ユニットの荷重測定装置により求めた荷重（ラジアル荷重とアキシアル荷重との一方又は双方）は、路面と車輪（タイヤ）との接触面で生じている荷重と等価である。従って、上記求めた荷重に基づいて車両の走行状態を安定化させる為の制御を行なえば、車両の姿勢が不安定になる事を予防する為のフィードフォワード制御が可能になる等、車両の走行安定性確保の為の高度な制御が可能になる。

【００１５】

上述の様な先発明に係る転がり軸受ユニットの荷重測定装置により、前記外輪３等の静止側軌道輪と、前記ハブ４等の回転側軌道輪との間の相対変位量を求め、更にこれら両軌道輪同士の間に加わる荷重を求める為には、上記両軌道輪同士の相対変位量と、前記１対のセンサ１２ａ、１２ｂの検出信号同士の間の位相差とを、正確に（精度良く）対応させなければならない。即ち、先発明に係る転がり軸受ユニットの荷重測定装置により検出すべき荷重に基づく、上記両軌道輪同士の相対変位量は、数十～百数十μｍ程度と、非常に微小である。この様な微小変位に伴う、上記１対のセンサ１２ａ、１２ｂの検出信号同士の間の位相差も小さい為、上記相対変位量、延ては上記荷重を正確に求める為には、この位相差を精度良く検出する必要がある。

【００１６】

この為に、上記各センサ１２ａ、１２ｂ並びに前記エンコーダ１３、１３ａの、加工精度及び組み付け精度を確保する他、フィルタリング処理によって誤差を除去する事が重要である。この場合に行なうフィルタリング処理としては、例えば、次の(a)(b)に示した処理が考えられる。

(a) 前記各透孔１４ａ、１４ｂ、１４ｃのピッチ誤差（或いは永久磁石製エンコーダの場合に於ける、Ｓ極とＮ極との着磁ピッチの誤差）の影響を除去する為のローパスフィルタ処理。

(b) 上記エンコーダ１３、１３ａの幾何中心と回転中心とのずれに基づく、上記各透孔１４ａ、１４ｂ、１４ｃを形成した被検出部の振れ回り運動の影響を除去する、適応フィルタやノッチフィルタによる、回転一次の誤差成分を除去する為の処理。

【００１７】

上述の様なフィルタリング処理により、上記各センサ１２ａ、１２ｂ並びに上記エンコーダ１３、１３ａの、加工誤差或いは組み付け誤差に基づく、上記相対変位量の測定、延ては上記荷重の測定に関して生じる誤差に就いては、実用上問題ない程度に小さくできる。但し、上記各センサ１２ａ、１２ｂの出力信号の波形自体に問題があると、上記(a)(b)に示す様なフィルタリング処理では、上記相対変位量の測定、延ては上記荷重の測定に関して生じる誤差をなくす事はできない。例えば、回転側軌道輪の回転を磁気的に検出する構造、即ち、磁性材製のエンコーダと永久磁石及び磁気検出素子を備えたセンサとを組み合わせた構造、或いは永久磁石製のエンコーダと磁気検出素子を備えたセンサとを組み合わせた構造の場合には、外部磁界等の影響で、このセンサの出力信号の波形が歪む可能性がある。そして、歪んだ場合には、上記(a)(b)に示す様なフィルタリング処理だけでは、上記相対変位量や上記荷重を正確には測定できなくなる。この点に就いて、図５～６を参照しつつ説明する。

【００１８】

上述の様な磁気検出式の構造の場合、各センサに組み込んだ磁気検出素子の特性変化に対応する（波形整形処理を施さない、生のままの）出力信号は、図５に示す様な正弦波状に変化するアナログ信号となる。この様なアナログ信号は、ハーネスを送る間に劣化し易いだけでなく、そのままでは処理しにくい。この為、上記各センサに付属した波形整形回路（ＩＣ）により、図６の（Ａ）に示す様なディジタル信号（矩形波）に変換してから、車体側等、車輪支持用転がり軸受ユニット１（図１、３参照）から離れた部分に設置した

制御器に送る。この様な波形整形回路による処理の際に、上記生のままの出力信号の電位が、外部磁界の影響等により本来の電位に比べてずれる（オフセットする）と、上記波形整形回路による処理によって得られるディジタル信号のデューティ比（高電位継続時間／１周期）が、上記エンコーダの被検出部の特性変化に対応する（本来あるべき）デューティ比からずれてしまう。

【００１９】

例えば、エンコーダの被検出部に、Ｓ極とＮ極とが交互に且つ等ピッチで配置されていた場合（或いは、前述の図４に示す様に、透孔１４ｃ、１４ｃの円周方向に関する幅と、円周方向に隣り合う透孔１４ｃ、１４ｃ同士の間の柱部１８、１８の円周方向に関する幅とが同じである場合）、この被検出部に対向したセンサの生のままの出力信号の電位は、外部磁界等の外乱の影響を受けない限り、図５の（Ａ）に示す様に、中立点（例えば電位０）を境として、両側に同じ振幅で振れる（変化する）。ところが、上記車輪支持用転がり軸受ユニット１を構成する外輪３或いはハブ４（図１、３参照）が磁気を帯びている等により、外部磁界の影響を受けた場合には、上記センサの生のままの出力信号（アナログ信号）の電位が、図５の（Ｂ）に示す様にオフセットする。即ち、中立点を境とする振幅（片振幅）が、片側と他側とで異なってしまう。

【００２０】

一方、上記波形整形回路による、上記アナログ信号を上記ディジタル信号に変換する為の処理は、上記中立点をスレッシュレベルに設定して行なう。具体的には、上記アナログ信号の電位がこの中立点の電位よりも高い場合には、上記ディジタル信号の電位を高電位とし、上記アナログ信号の電位がこの中立点の電位よりも低い場合には、上記ディジタル信号の電位を低電位とする。従って、上記図５の（Ａ）に示す様な本来の（外乱の影響を受けていない）アナログ信号を処理して得られるディジタル信号の波形が、図６の（Ａ）の上段に鎖線で示す様な、デューティ比が０．５の矩形波であるのに対し、上記図５の（Ｂ）に示す様な、外乱の影響を受けてオフセットしたアナログ信号を処理して得られるディジタル信号の波形は、図６の（Ａ）の上段に実線で示す様な、デューティ比が０．５よりも小さい矩形波となる。この様な、外乱の影響によるデューティ比の変化は、位相差を検出すべき１対のセンサに関して等しく表れる訳ではない。この為、上記ディジタル信号の立ち上がりの瞬間（低電位から高電位に移る瞬間）同士の間の時間差、或いはこのディジタル信号の降下の瞬間（高電位から低電位に移る瞬間）同士の間の時間差からは、上記位相差を正確に求める事はできない。

【００２１】

例えば、上記１対のセンサのうち、一方のセンサの検出信号が外乱の影響を受けて図５の（Ｂ）及び図６の（Ａ）の上段の実線に示す様に歪み（デューティ比が変化し）、他方のセンサの検出信号が外乱の影響を受けずに、図５の（Ａ）及び図６の（Ａ）の下段に示す様な本来の形状であった場合に就いて説明する。この説明は、静止側軌道輪と回転側軌道輪との間に相対変位が存在しない場合に、上記１対のセンサの検出信号同士の間に、上記エンコーダの被検出部の位相変化の１／２ピッチ分の位相差が存在すると仮定して行なう。尚、上記相対変位が存在しない場合に、上記両センサの検出信号同士の間に位相差が存在しない様にする事も可能である。この様な、上記両軌道輪同士の間の相対変位と、上記両センサの検出信号同士の間の位相差との関係は、エンコーダに設けた第一、第二の被検出部同士の間の位相差の有無や、静止側軌道輪に対する上記両センサの設置位置との関係で、自由に設定できる。

【００２２】

先ず、上記１対のセンサから得られる、図６の（Ａ）に示す様な２種類のディジタル信号に関して、下段のディジタル信号が立ち上がる瞬間と、上段のディジタル信号が降下する瞬間との間の時間差に基づいて、上記位相差を求める場合に就いて説明する。上記図６の（Ａ）の下段に示した出力信号の立ち上がりの瞬間と降下する瞬間とである、(1) ～(8) の８個所のうち、立ち上がりの瞬間である(1) (3) (5) (7) の４個所の点を基準として（位相差判定の時間帯の終了時刻として）上記時間差を求め、上記両センサの検出信号同

士の間の位相差を求める場合に就いて考える。すると、図６の（Ａ）の上段に鎖線で示した、上記外乱の影響を受けない場合には、図６の（Ｂ）に「○」印で示した様に、位相差は０となる。これに対して、この図６の（Ａ）の上段に実線で示した、上記外乱の影響を受けた場合には、この図６の（Ｂ）に「●」印で示した様に、（０．２程度の）位相差が存在すると判定される。デューティ比が０．５よりも大きくなった場合には、逆方向にずれる。

【００２３】

次に、上記１対のセンサから得られる、図７の（Ａ）に示す様な２種類のディジタル信号に関して、下段のディジタル信号が降下する瞬間と、上段のディジタル信号が降下する瞬間との間の時間差に基づいて、上記位相差を求める場合に就いて説明する。上記図７の（Ａ）の下段に示した、出力信号が立ち上がる瞬間と降下する瞬間とである(1) ～(8) の８個所のうち、降下する瞬間である(2) (4) (6) (8) の４個所の点を基準として上記時間差を求め、上記両センサの検出信号同士の間の位相差を求める場合に就いて考える。すると、図７の（Ａ）の上段に鎖線で示した、上記外乱の影響を受けない場合には、図７の（Ｂ）に「○」印で示した様に、位相差は０．５となる。これに対して、この図７の（Ａ）の上段に実線で示した、上記外乱の影響を受けた場合には、この図７の（Ｂ）に「●」印で示した様に、０．５よりも小さい（０．３程度の）位相差が存在すると判定される。デューティ比が０．５よりも大きくなった場合には、やはり逆方向にずれる。

【００２４】

図６～７に示した何れの場合でも、外乱に基づくアナログ信号のオフセットにより、１対のセンサの検出信号同士の間の位相差が、実際に静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位に伴って生じる位相差と異なる、誤差を含んだ値となる。この様な誤差を含んだ位相差に基づいて演算を行なっても、上記相対変位、延てはこの相対変位に関連する、上記静止側軌道輪と上記回転側軌道輪との間に加わる荷重を正確に求める事はできなくなる。車両の走行安定性を高度に図る為には、この荷重の測定精度を高める必要があり、上記位相差に関して、外乱に基づく誤差が入り込むのを防止する技術が求められる。

【００２５】

【特許文献１】特開２００１－２１５７７号公報

【特許文献２】特開平３－２０９０１６号公報

【特許文献３】特公昭６２－３３６５号公報

【非特許文献１】青山元男著、「レッドバッジスーパー図解シリーズ／クルマの最新メカがわかる本」、ｐ．１３８－１３９、ｐ．１４６－１４９、株式会社三推社／株式会社講談社、平成１３年１２月２０日

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００２６】

本発明は、上述の様な事情に鑑みて、外部磁界等の外乱によりセンサのデューティ比が変化した場合でも、転がり軸受ユニットを構成する静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位量、延てはこれら両軌道輪同士の間に加わる荷重を正確に求められる転がり軸受ユニットの変位測定装置及び転がり軸受ユニットの荷重測定装置を実現すべく発明したものである。

【課題を解決するための手段】

【００２７】

本発明の対象となる転がり軸受ユニットの変位測定装置及び転がり軸受ユニットの荷重測定装置は、転がり軸受ユニットと変位測定装置又は荷重測定装置とを備える。

このうちの転がり軸受ユニットは、使用状態でも回転しない静止側軌道輪と、使用状態で回転する回転側軌道輪と、これら静止側軌道輪と回転側軌道輪との互いに対向する周面に存在する静止側軌道と回転側軌道との間に接触角を付与された状態で設けられた複数個の転動体とを備える。

又、上記変位測定装置又は荷重測定装置は、第一の被検出部と、第一のセンサと、第二

の被検出部と、第二のセンサと、演算器とを備える。
このうちの第一の被検出部は、上記回転側軌道輪と共に回転する部分にこの回転側軌道輪と同心に設けられており、その特性を円周方向に関して交互に変化させると共に、この変化の位相を、測定すべき変位又は荷重の方向に対応して漸次変化させている。
又、上記第一のセンサは、検出部を上記第一の被検出部に対向させた状態で、上記静止側軌道輪等の回転しない部分に支持されており、この第一の被検出部の特性変化に対応して、その出力信号を変化させる。
又、上記第二の被検出部は、上記回転側軌道輪と共に回転する部分にこの回転側軌道輪と同心に設けられており、その特性を円周方向に関して交互に、上記第一の被検出部と同じピッチで変化させると共に、上記測定すべき変位又は荷重の方向に対応する位相の変化状態を上記第一の被検出部と異ならせている。この為に上記第二の被検出部の変化の位相を、測定すべき変位又は荷重の方向に対応して、上記第一の被検出部と逆方向に同じ角度で漸次変化させるか、或いは、この方向に対応して変化させない。
又、上記第二のセンサは、検出部を上記第二の被検出部に対向させた状態で、上記静止側軌道輪等の回転しない部分に支持されており、この第二の被検出部の特性変化に対応して、その出力信号を変化させる。
又、上記演算器は、上記第二のセンサの出力信号と上記第一のセンサの出力信号とに基づいて、上記静止側軌道輪と上記回転側軌道輪との相対変位量、又は、これら静止側軌道輪と回転側軌道輪との間に作用する荷重を算出する。
更に、本発明の転がり軸受ユニットの変位測定装置及び荷重測定装置の場合には、上記演算器は、上記第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差とこれら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差との両方の位相差に基づいて、上記静止側軌道輪と上記回転側軌道輪との相対変位量又は荷重を算出する機能を有する。
【発明の効果】
【００２８】
上述の様に構成する本発明の転がり軸受ユニットの変位測定装置及び荷重測定装置は、前述した先発明に係る転がり軸受ユニットの荷重測定装置と同様に、第一、第二のセンサの出力信号同士の間の位相差に基づいて、転がり軸受ユニットを構成する静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位量、延ては、この転がり軸受ユニットが負荷する荷重を測定できる。
更に、本発明の転がり軸受ユニットの変位測定装置及び荷重測定装置の場合には、外部磁界等の外乱によりセンサのデューティ比が変化した場合でも、転がり軸受ユニットを構成する静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位量、延てはこれら両軌道輪同士の間に加わる荷重を正確に求められる。
即ち、上記各センサの出力信号のデューティ比が変化する場合、当該出力信号が立ち上がる瞬間が前後すると同時に、この出力信号が降下する瞬間が、立ち上がる瞬間と逆方向に、同じだけ前後する。従って、この出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差との両方の位相差に基づいて、上記相対変位量、延ては上記静止側軌道輪と上記回転側軌道輪との間に作用する荷重を求めれば、上記外乱によるデューティ比の変化による影響をなくせる。
尚、上記回転側軌道輪と静止側軌道輪との間に作用する荷重を求める為には、必ずしもこれら回転側軌道輪と静止側軌道輪との相対変位量を求める必要はない。即ち、請求項６に記載した様に、演算器に、第一、第二のセンサの出力信号に基づいて、上記静止側軌道輪と上記回転側軌道輪との間に作用する荷重を直接（上記相対変位量を求める過程を経る事なく）算出する機能を持たせる事もできる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２９】
本発明を実施する場合に、例えば請求項２、７に記載した様に、演算器は、第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差に関する値と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差に関する値とに就いて、Ｎ＝２の移動平均を

施す。そして、この移動平均により得られた、上記両センサの出力信号同士の間に存在する位相差に関する値を用いて、静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位量、又は、これら静止側軌道輪と回転側軌道輪との間に作用する荷重を算出する。

Ｎ＝２の移動平均を施した場合、外乱に基づくデューティ比の変動により、上記出力信号が立ち上がる瞬間の時間的遅れ又は時間的進みと、この出力信号が降下する瞬間の時間的進み又は時間的遅れとが足し合わされる。これら立ち上がる瞬間の時間的遅れ又は時間的進みと、この出力信号が降下する瞬間の時間的進み又は時間的遅れとは、前述の図６、７の（Ａ）の上段の実線と鎖線とを見れば明らかな通り、絶対値が同じで正負が逆である。従って、上記移動平均を施す事により、時間的遅れを殆ど生じない程度の簡単な計算で、上記外乱に基づくデューティ比の変動の影響をなくせる。

【００３０】

或いは、請求項３、８に記載した様に、演算器は、第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差に関する第一の値と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差に関する第二の値とに就いて、これら第一、第二の値同士の間で生じる変動を除去するローパスフィルタ若しくはノッチフィルタによる処理を施す。そして、このフィルタ処理により得られた上記両センサの出力信号同士の間に存在する位相差に関する値を用いて、静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位量、又は、これら静止側軌道輪と回転側軌道輪との間に作用する荷重を算出する。

上記第一の値と上記第二の値とは、上記外乱に基づくデューティ比の変動の影響がない場合に得られる真の値を中心として両側に振れる（真の値を中央値として正弦波状に変化する）。従って、上記ローパスフィルタ若しくはノッチフィルタによる処理によって上記両側への振れの影響を除去すれば、時間的遅れを僅少に抑えつつ、上記外乱に基づくデューティ比の変動の影響をなくせる。

【００３１】

又、本発明を実施する場合に好ましくは、請求項４、９に記載した様に、上記第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差と、何れかのセンサの出力信号の周期とを、単一のカウンタにより測定する。

この様に構成すれば、制御器を含む、転がり軸受ユニットの変位測定装置及び転がり軸受ユニットの荷重測定装置の電気回路部分の構成を簡略化して、コスト低減を図れる。

更に、上述の様な請求項４、９に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項５、１０に記載した様に、第一の被検出部に対する第一のセンサの検出部が対向する位相と、第二の被検出部に対する第二のセンサの検出部が対向する位相とを、これら両被検出部の特性変化のピッチの１／４分だけずらせる。

転がり軸受ユニットを構成する静止側軌道輪と回転側軌道輪とが、荷重に基づいて上記１／４ピッチ分に見合う程変位する事はない。又、デューティ比の変動に基づいて、ディジタル信号の立ち上がりの瞬間と降下の瞬間とが、上記１／４ピッチ分に見合う程変動する事はない（それほどピッチの細かいエンコーダは、非現実的である）。従って、上述の様に構成すれば、単一のカウンタを使用した場合でも、何れのセンサの信号が先に変化したかを正確に把握して、上記両軌道輪同士の間の相対変位、延てはこれら両軌道輪同士の間に加わる荷重を正確に求められる。

【実施例１】

【００３２】

図８～９は、請求項１、２、６、７に対応する、本発明の実施例１を示している。これら図８～９の（Ａ）は、(1) ～(8) の８個所の点の意味を含めて、前述の図６～７の（Ａ）と同じ図面であるから、重複する説明は省略する。

本発明の場合、上記８個所の点の総てで、上記図８～９の（Ａ）に示した、１対のセンサの出力信号同士の間に存在する位相差を求める為の処理を行なう。即ち、(1)(3)(5)(7) の４点では、下段に示した第一のセンサの出力信号が立ち上がる瞬間と、上段に示した第二のセンサの出力信号が立ち上がる瞬間との間の位相差を求める。又、(2)(4)(6)(8)の４

点では、下段に示した第一のセンサの出力信号が降下する瞬間と、上段に示した第二のセンサの出力信号が降下する瞬間との間の位相差を求める。

【００３３】

上記図８～９の上段に鎖線で示した様に、第二のセンサの出力信号中に、外乱に基づくアナログ信号のオフセットによるデューティ比の変動の影響がない場合には、(1) ～(8) の８個所の総ての点で、図８の（Ｂ）に「○」印で示す様に、正確な位相差に関する値である、０．５ピッチなる値を得られる。

これに対して、上記図８～９の上段に実線で示した様に、第二のセンサの出力信号中に、外乱に基づくアナログ信号のオフセットによるデューティ比の変動の影響が存在する場合には、(1) ～(8) の８個所の総ての点で、図８の（Ｂ）に「●」印で示す様に、正確な位相差に関する値からずれる。この場合に、(1)(3)(5)(7)の４点と、(2)(4)(6)(8)の４点とで、ずれの方向が逆になり、ずれの大きさ（絶対値）は、互いに同じとなる。

【００３４】

先ず、上記第一のセンサの出力信号が立ち上がる瞬間と上記第二のセンサの出力信号が立ち上がる瞬間との間の位相差を求める、(1)(3)(5)(7)の４点に関しては、求められた位相差が（０．３程度と）実際よりも小さく（或いは逆に大きく）なる。これに対して、上記第一のセンサの出力信号が降下する瞬間と上記第二のセンサの出力信号が降下する瞬間との間の位相差を求める(2)(4)(6)(8)の４点では、求められた位相差が（０．７程度と）実際よりも大きく（或いは逆に小さく）なる。

【００３５】

この様な図８の（Ｂ）から明らかな通り、上記第一のセンサの出力信号が立ち上がる瞬間と上記第二のセンサの出力信号が立ち上がる瞬間との間の位相差のみ、或いは、上記第一のセンサの出力信号が降下する瞬間と上記第二のセンサの出力信号が降下する瞬間との間の位相差のみでは、外乱によるデューティ比の変化による影響をそのまま受ける。この為、静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位量、延てはこれら両軌道輪同士の間に加わる荷重を正確に求める事はできない。

【００３６】

一方、前述の図５から明らかな通り、アナログ信号のオフセットに基づいてディジタル信号のデューティ比が変動する場合、このディジタル信号が立ち上がるタイミングと降下するタイミングとが、逆方向に同じだけずれる。従って、上記第一のセンサの出力信号が立ち上がる瞬間と上記第二のセンサの出力信号が立ち上がる瞬間との間の位相差と、上記第一のセンサの出力信号が降下する瞬間と上記第二のセンサの出力信号が降下する瞬間との間の位相差とを足し合わせれば、上記デューティ比の変動の影響をなくせる。即ち、上記(1) ～(8) の８点毎にそれぞれ求めた位相差に関するデータを、隣り合う点同士の間で合計して１／２にする、Ｎ＝２の移動平均を得る処理を行なえば、図９の（Ｂ）に「●」印で示す様に、上記デューティ比の変動に拘らず、上記位相差に関して正確な値を求められる。そして、この｛図９の（Ｂ）に「●」印で表した｝位相差に基づいて、静止側軌道輪と回転側軌道輪との相対変位量、延てはこれら両軌道輪同士の間に加わる荷重を正確に求められる。

【実施例２】

【００３７】

図１０は、請求項１、４、５、６、９、１０に対応する、本発明の実施例２を示している。本実施例は、第一、第二の両センサの検出信号の周期及び位相差を求める為のカウンタ（クロックパルスの計数器）を１個で済ませる事を考慮したものである。即ち、例えば自動車の車輪支持用転がり軸受ユニットの様に、回転側軌道輪の回転速度が変化する転がり軸受ユニットで本発明を実施する場合には、第一、第二の両センサの検出信号同士の間の位相差（立ち上がりの瞬間同士の間の位相差及び降下する瞬間同士の間の位相差）を求める他、何れか一方のセンサの出力信号の周期を求める必要がある。そして、回転側軌道輪と固定側軌道輪との間の相対変位量、或いはこれら両軌道輪同士の間に作用する荷重は、この周期に対する上記位相差（立ち上がりの瞬間同士の間の位相差と降下する瞬間同士

の間の位相差との平均値）の比（位相差／周期）に基づいて求める。尚、この周期は、上記変位量或いは上記荷重を求める他、上記回転側軌道輪の回転速度を求める為にも利用する場合がある。

【００３８】

この様に、周期と位相差とを求める場合に、周期を求める為のカウンタと、位相差を求める為のカウンタとを別々に設ける事も考えられるが、部品点数の増大による設置スペースの増大とコスト上昇とを招く。この様な不都合を解消する為には、上記第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間の位相差と、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間の位相差と、何れかのセンサの周期とを、単一のカウンタにより測定する事が望ましい。但し、両センサの出力信号同士の間の位相差を考えずに、上記２種類の位相差と上記周期とを単一のカウンタにより測定しようとした場合、上記第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間の前後関係、或いは、これら両センサの出力信号が降下する瞬間の前後関係が分からなくなる可能性がある。そして、分からなくなった場合には、上記位相差の方向及び大きさを特定できなくなって、上記回転側軌道輪と固定側軌道輪との間の相対変位量、延ては、これら両軌道輪同士の間に作用する荷重を求められなくなる。

【００３９】

この様な事情に鑑みて本実施例の場合には、第一の被検出部に対する第一のセンサの検出部が対向する位相と、第二の被検出部に対する第二のセンサの検出部が対向する位相とを、これら両被検出部の特性変化のピッチの１／４分だけずらせている。そして、上記回転側軌道輪と固定側軌道輪との相対変位、及び、外乱によるデューティ比の変動に拘らず、上記位相差の方向及び大きさを確実に特定できる様にしている。以下、上記ピッチの１／４分だけずらせる事で、これら位相差の方向及び大きさを確実に特定できる理由に就いて、図１０を参照しつつ説明する。

【００４０】

先ず、図１０の（Ａ）は、上記回転側軌道輪と固定側軌道輪との間に荷重が加わらず、これら両軌道輪同士が相対変位していないが、上段に示した第二のセンサの出力信号のデューティ比が、外乱の影響により変化している（標準値である０．５よりも小さくなっている）状態を示している。この状態でも、鎖線で示した、上記外乱の影響を受けていない標準状態と、実線で示すこの外乱の影響を受けた状態との間で、上記第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間同士の間、及び、これら両センサの出力信号が降下する瞬間同士の間で、前後関係が逆転する事はない。

【００４１】

次に、図１０の（Ｂ）は、上記両軌道輪同士の間に荷重が加わって、これら両軌道輪同士が相対変位し、上記第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間、及び、これら両センサの出力信号が降下する瞬間がずれた場合に就いて示している。前述の図１～４に示した先発明の説明から明らかな通り、この場合には、一方のセンサの出力信号の位相が、上記荷重の大きさに見合っただけ進むと同時に、他方のセンサの位相が、同じだけ遅れる。この様な場合でも、上記荷重に基づく出力信号の位相のずれは限られたものである為、上記第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間との間、及び、これら両センサの出力信号が降下する瞬間との間で、前後関係が逆転する事はない。

【００４２】

要するに、上記両軌道輪同士が荷重に基づいて変位する程度は、前述した通り僅かであり、上記両センサの出力信号の位相がずれる程度は、上記１／４ピッチ分よりも遥かに小さい。従って、上記外乱に基づくデューティ比の変動の方向と、上記両軌道輪同士の荷重による変位に基づく位相変化の方向とが一致しても、上記第一、第二の両センサの出力信号が立ち上がる瞬間、及び、これら両センサの出力信号が降下する瞬間が、上記１／４ピッチ分に見合う程変位する事はない。この為、前述の様に単一のカウンタによって上記両センサの出力信号が立ち上がる瞬間及び降下する瞬間を観察しても、各瞬間の前後方向を正しく判定できる。そして、上記両センサの出力信号同士の間の位相差の方向及び大きさ

を確実に特定して、上記両軌道輪同士の相対変位量、延ては、これら両軌道輪同士の間に加わる荷重を正確に求められる。この為、制御器を含む、転がり軸受ユニットの変位測定装置及び転がり軸受ユニットの荷重測定装置の電気回路部分の構成を簡略化して、コスト低減を図れる。

【産業上の利用可能性】

【００４３】

上述の実施例２に示す様な、第一、第二のセンサの出力信号同士の間の位相を、荷重による変位が発生していない標準状態で所定量ずらせる事により、上記両センサの出力信号が立ち上がる瞬間と降下する瞬間とを単一のカウンタで測定可能とする技術は、本発明とは別の態様で実施する事もできる。即ち、エンコーダと１対のセンサとを備えた、転がり軸受ユニットの変位測定装置又は転がり軸受ユニットの荷重測定装置が、光学式等の外乱の影響を受けにくい構造である場合、或いは、外乱の影響を受ける可能性のある磁気式の場合でも、磁気遮蔽構造を施して外乱の影響をなくす場合も考えられる。この様な構造の場合でも、第一、第二のセンサの出力信号が立ち上がる瞬間と降下する瞬間とを単一のカウンタで測定可能にすれば、制御器を含む、転がり軸受ユニットの変位測定装置又は転がり軸受ユニットの荷重測定装置の電気回路部分の構成を簡略化して、コスト低減を図れる。この点に就いて、図１１～１５を参照しつつ説明する。

【００４４】

先ず、図１１は、第一、第二のセンサの出力信号同士の間の位相を、鎖線で示す標準状態で一致させた場合に就いて示している。そして、図１１の（Ａ）は、回転側軌道輪と静止側軌道輪とが所定方向に変位し、上段に示した出力信号の位相が遅れ、下段に示した出力信号の位相が進んだ状態に就いて示している。又、図１１の（Ｂ）は、上記回転側軌道輪と上記静止側軌道輪とが上記（Ａ）の場合とは逆方向に変位し、上段に示した出力信号の位相が進み、下段に示した出力信号の位相が遅れた状態に就いて示している。この様な図１１の（Ａ）（Ｂ）の記載から明らかな通り、上記両センサの出力信号同士の間の位相を標準状態で一致させると、荷重の作用方向によって、何れのセンサの出力信号が先に立ち上がる（或いは降下する）かが変わってしまう。

【００４５】

従って、上記両センサの出力信号が立ち上がる瞬間と降下する瞬間とを単一のカウンタで測定した場合には、位相差の大きさ（絶対値）を求める事はできても、方向を求める事はできない。又、上記両センサの出力信号の周期を求める事もできず、位相差と周期との比である位相差比（位相差／周期）も求められなくなる。この様な場合に、位相差の方向及び位相差比を測定しようとすれば、カウンタを２個用意し、一方のカウンタで一方のパルス周期を検出し、もう一方のカウンタで位相差を検出しなければならず、部品点数の増大による設置スペースの増大とコスト上昇とを招く。

【００４６】

これに対して、図１２に示す様に、第一、第二のセンサの出力信号同士の間の位相を、標準状態で、これら両センサの出力信号の周期（エンコーダに設けた第一、第二の被検出部の特性変化のピッチ）の１／４ピッチ分｛図１２の（Ａ）｝、或いは１／２ピッチ分｛図１２の（Ｂ）｝ずらせれば、上記回転側軌道輪と上記静止側軌道輪との相対変位に拘らず、荷重の作用方向によって、何れのセンサの出力信号が先に立ち上がる（或いは降下する）かが変わる事はなくなる。要するに、何れか一方のセンサの出力信号の立ち上がり（或いは降下）と、他方のセンサの出力信号の立ち上がり（或いは降下）とが、常に同じ順序で出現し、上記相対変位（更には外乱によるデューティ比の変動）により、順序が変わる事がなくなる。この点に関し、場合毎に就いて、以下に説明する。

【００４７】

先ず、図１３は、第一、第二のセンサの出力信号同士の間の位相を、鎖線で示す標準状態で、１／４ピッチ分ずらせた場合に就いて示している。そして、図１３の（Ａ）は、回転側軌道輪と静止側軌道輪とが所定方向に変位し、上段に示した出力信号の位相が遅れ、下段に示した出力信号の位相が進んだ状態に就いて示している。又、図１３の（Ｂ）は、

上記回転側軌道輪と上記静止側軌道輪とが上記（Ａ）の場合とは逆方向に変位し、上段に示した出力信号の位相が進み、下段に示した出力信号の位相が遅れた状態に就いて示している。この様な図１３の（Ａ）（Ｂ）の記載から明らかな通り、上記両センサの出力信号同士の間の位相を標準状態で１／４ピッチ分ずらせると、荷重の作用方向に拘らず、何れのセンサの出力信号が先に立ち上がる（或いは降下する）かが変わる事はない。

【００４８】

次に、図１４は、第一、第二のセンサの出力信号同士の間の位相を、鎖線で示す標準状態で、１／２ピッチ分ずらせた場合に就いて示している。そして、図１４の（Ａ）は、回転側軌道輪と静止側軌道輪とが所定方向に変位し、上段に示した出力信号の位相が遅れ、下段に示した出力信号の位相が進んだ状態に就いて示している。又、図１４の（Ｂ）は、上記回転側軌道輪と上記静止側軌道輪とが上記（Ａ）の場合とは逆方向に変位し、上段に示した出力信号の位相が進み、下段に示した出力信号の位相が遅れた状態に就いて示している。この様な図１４の（Ａ）（Ｂ）の記載から明らかな通り、上記両センサの出力信号同士の間の位相を標準状態で１／２ピッチ分ずらせた場合でも、荷重の作用方向に拘らず、何れのセンサの出力信号が先に立ち上がる（或いは降下する）かが変わる事はない。

【００４９】

尚、本例の様に、上記位相を標準状態で１／２ピッチ分ずらせる構造の場合には、上記両軌道輪同士の間の変位を求める為に、上記両センサの出力信号の変化のタイミングを測定するのは、これら両センサの出力信号の立ち上がり（或いは降下）の瞬間に就いてのみ行なう。先に説明した本発明の様に、立ち上がりと降下との両方の瞬間を測定するには不向きである。両方の瞬間を測定する場合には、前述した通り、１／４ピッチ分ずらせる。

【００５０】

次に、図１５は、第一、第二のセンサの出力信号同士の間の位相を、鎖線で示す標準状態で、１／２ピッチ分ずらせ、且つ、一方のセンサの｛図１５の（Ａ）（Ｂ）の上段に示した｝出力信号のデューティ比が、外乱により変動した場合に就いて示している。そして、図１５の（Ａ）は、回転側軌道輪と静止側軌道輪とが所定方向に変位し、上段に示した出力信号の位相が遅れ、下段に示した出力信号の位相が進んだ状態に就いて示している。又、図１５の（Ｂ）は、上記回転側軌道輪と上記静止側軌道輪とが上記（Ａ）の場合とは逆方向に変位し、上段に示した出力信号の位相が進み、下段に示した出力信号の位相が遅れた状態に就いて示している。この様な図１５の（Ａ）（Ｂ）の記載から明らかな通り、上記両センサの出力信号同士の間の位相を標準状態で１／２ピッチ分ずらせた場合でも、前述の図１０に示した本発明の実施例２の場合と同様に、荷重の作用方向及び外乱によるデューティ比の変動に拘らず、何れのセンサの出力信号が先に立ち上がる（或いは降下する）かが変わる事はない。

【００５１】

尚、第一、第二のセンサの出力信号同士の間の位相を１／４ピッチ分、或いは１／２ピッチ分ずらせる為の構造は、特に問わない。エンコーダに設ける第一、第二の被検出部の位相を円周方向にずらせても、上記両センサの設置位置を円周方向にずらせても、更には、第一、第二の被検出部の位相及び上記両センサの設置位置を円周方向にずらせても良い。何れにしても、何れか一方のセンサの出力信号の立ち上がり（或いは降下）と、他方のセンサの出力信号の立ち上がり（或いは降下）とが、常に同じ順序で出現する為、単一のカウンタにより上記両センサの出力信号の立ち上がり（或いは降下）のタイミングを測定しても、これら両センサの出力信号同士の間の位相差の方向及び大きさ（位相差比）を正確に求められる。そして、上記回転側軌道輪と上記静止側軌道輪との相対変位量、延てはこれら両軌道輪同士の間に加わる荷重を正確に求められる。

【図面の簡単な説明】

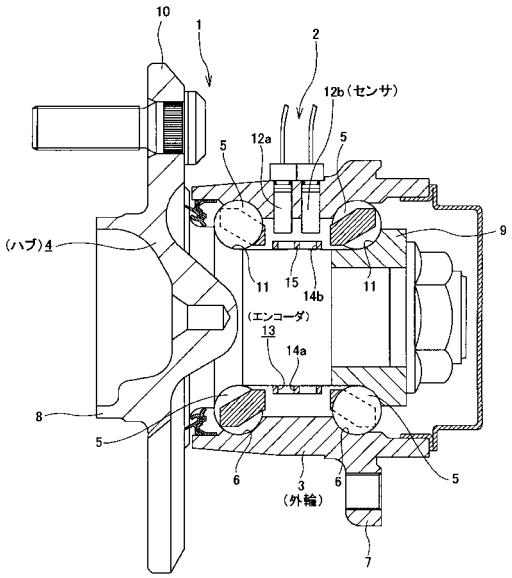
【００５２】

【図１】本発明の対象ともなる、先発明に係る変位測定装置付転がり軸受ユニットの第１例を示す断面図。

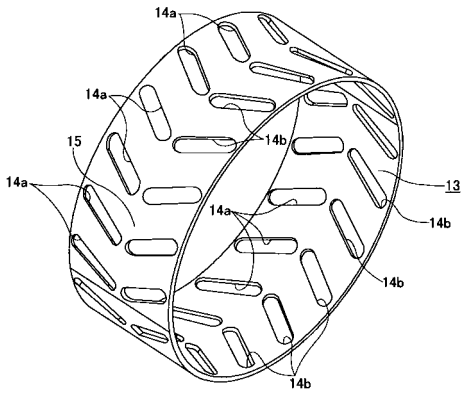
【図２】この第１例に組み込むエンコーダの斜視図。

【図３】同じく、本発明の対象ともなる、先発明に係る荷重測定装置付転がり軸受ユニットの第２例の断面図。
【図４】この第２例に組み込むエンコーダの断面図。
【図５】外部磁界等の外乱により、センサのアナログ出力信号がオフセットする状態を示す線図。
【図６】このアナログ出力信号がオフセットする事に伴って、波形整形回路で処理されたディジタル出力信号のデューティ比が変動した状態を示す線図、及び、この変動に伴って求められた位相差比に誤差が出る状態の第１例を示すグラフ。
【図７】同第２例を示す、線図及びグラフ。
【図８】本発明の実施例１を説明する為、ディジタル信号の立ち上がりの瞬間と降下の瞬間との両方で位相差を求める状態を示す、線図及びグラフ。
【図９】本発明の実施例１を説明する為、ディジタル信号の立ち上がりの瞬間と降下の瞬間との両方で求めた位相差に、Ｎ＝２の移動平均を施した状態を示す、線図及びグラフ。
【図１０】本発明の実施例２を説明する為、両センサの出力信号の位相を１／４ピッチ分だけずらせ、外乱に基づきデューティ比が変動した状態、及び、更に荷重を支承した状態を示す線図。
【図１１】両センサの出力信号の位相を一致させた場合に、異なる方向の荷重を支承する事でこれら両出力信号が変化するタイミングがずれる事を説明する為の線図。
【図１２】両センサの出力信号の位相を１／２分又は１／４分ずらせた場合に、これら両センサの出力信号が変化するタイミングが規則的になる事を説明する為の線図。
【図１３】両センサの出力信号の位相を１／４分ずらせた場合に、荷重の作用方向に拘らず、これら両センサの出力信号が変化するタイミングが変わらない事を説明する為の線図。
【図１４】両センサの出力信号の位相を１／２分ずらせた場合に、荷重の作用方向に拘らず、これら両センサの出力信号が変化するタイミングが変わらない事を説明する為の線図。
【図１５】両センサの出力信号の位相を１／２分ずらせた場合に、荷重の作用方向及び外乱に基づくデューティ比の変動に拘らず、上記両センサの出力信号が変化するタイミングが変わらない事を説明する為の線図。
【符号の説明】
【００５３】
１　車輪支持用転がり軸受ユニット
２　荷重測定装置
３　外輪
４　ハブ
５　転動体
６　外輪軌道
７　取付部
８　ハブ本体
９　内輪
１０　フランジ
１１　内輪軌道
１２ａ、１２ｂ　センサ
１３、１３ａ　エンコーダ
１４ａ、１４ｂ、１４ｃ　透孔
１５　リム部
１６　カバー
１７　センサホルダ
１８　柱部

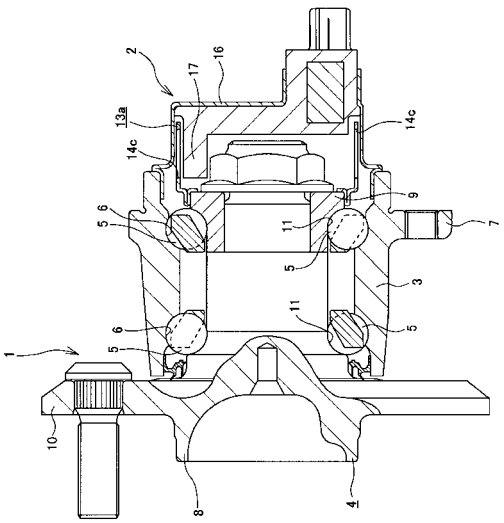
【図１】


10
1
2
12b（センサ）
12a
5
5
9
(ハブ)4
11
15
14b
11
(エンコーダ)
13
14a
8
5
6
3
(外輪)
6
5
7

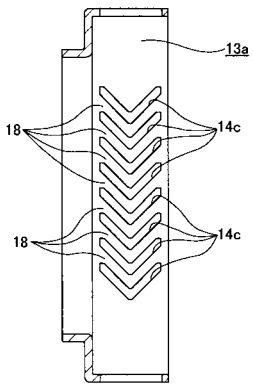
【図２】


14a
14a
15
14b
13
14a
14b
14a
14b
14b

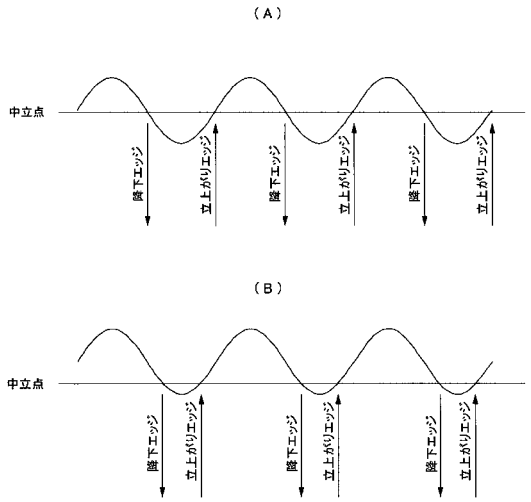
【図３】


2
17
16
13a
14c
14c
9
5
6
11
7
5
3
11
6
5
1
10
8
4

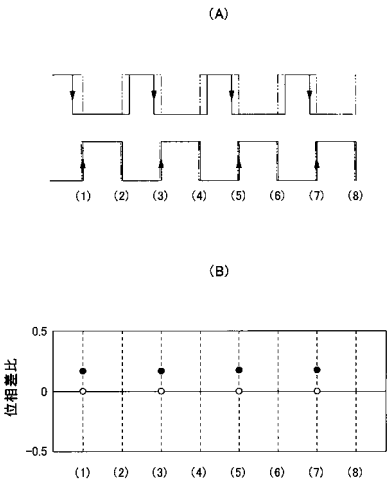
【図４】


13a
18
14c
18
14c

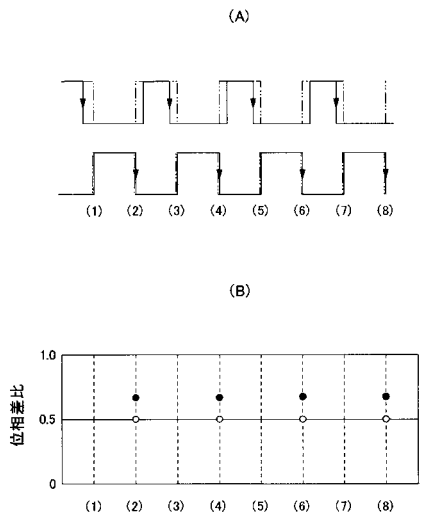
【図５】


（Ａ）
中立点
降下エッジ
立上がりエッジ
降下エッジ
立上がりエッジ
降下エッジ
立上がりエッジ
（Ｂ）
中立点
降下エッジ
立上がりエッジ
降下エッジ
立上がりエッジ
降下エッジ
立上がりエッジ

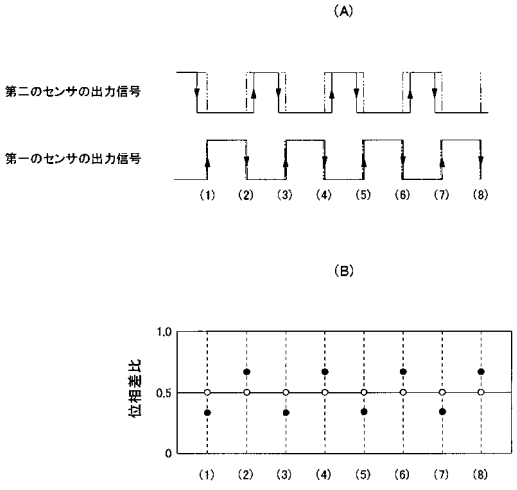
【図６】


(A)
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)
(B)
位相差比
0.5
0
-0.5
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

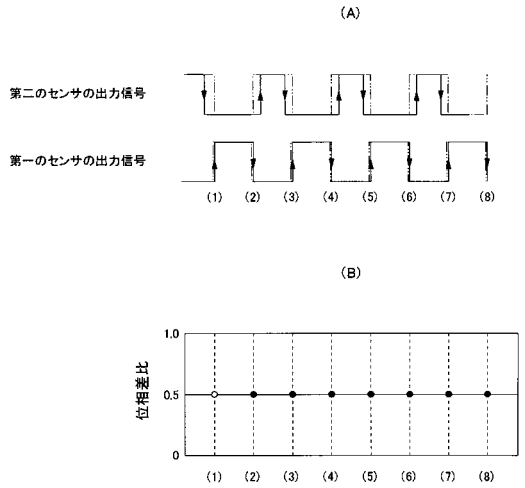
【図７】


(A)
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)
(B)
位相差比
1.0
0.5
0
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

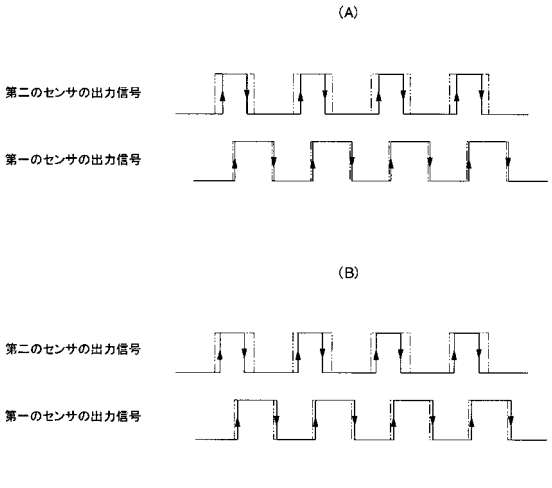
【図８】


(A)
第二のセンサの出力信号
第一のセンサの出力信号
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)
(B)
位相差比
1.0
0.5
0
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

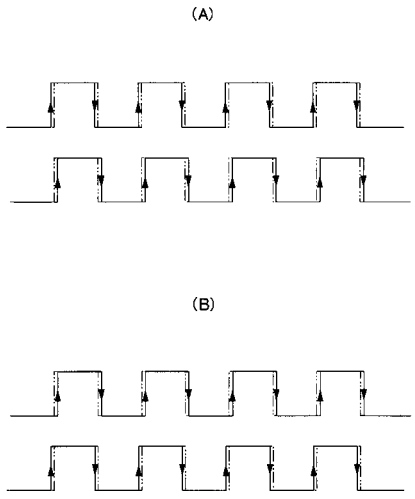
【図９】



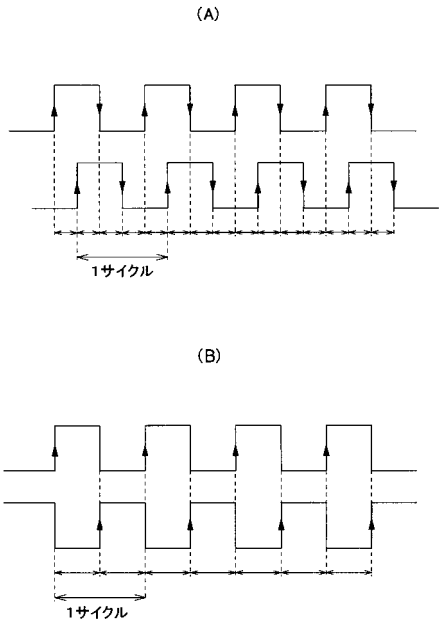
【図１０】



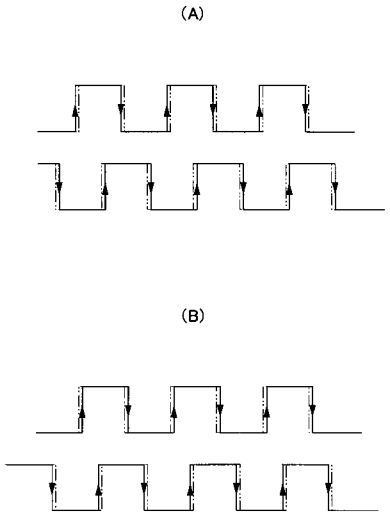
【図１１】



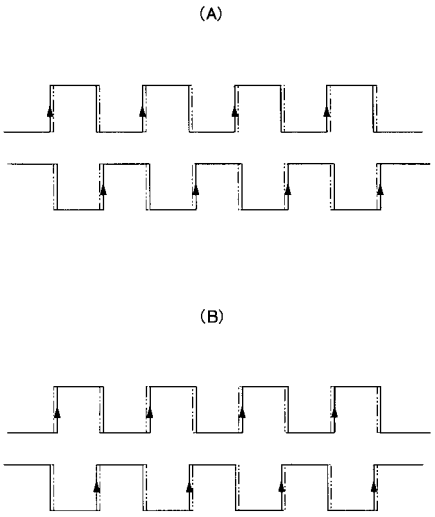
【図１２】



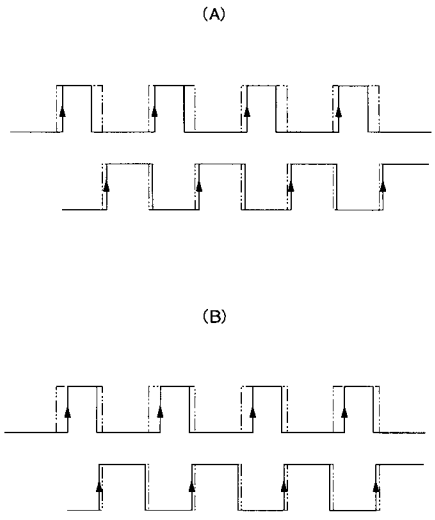
【図１３】



【図１４】



【図１５】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI		
F16C	***41/00***	***(2006.01)***	F16C	41/00	
F16C	***19/18***	***(2006.01)***	F16C	19/18	
B60B	***35/18***	***(2006.01)***	B60B	35/18	A
G01P	*3/488*	*(2006.01)*	G01P	3/488	Z

審査官　公文代　康祐

(56)参考文献　特開２００４－３２５１３４（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－００３９１８（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３４０５７９（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２７１１８０（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０７７１５９（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０４８２１６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｇ０１Ｌ	５／００
Ｇ０１Ｐ	３／４８８
Ｇ０１Ｄ	５／２４４
Ｇ０１Ｄ	５／２４５
Ｇ０１Ｂ	７／００
Ｇ０１Ｂ	７／３０
Ｂ６０Ｂ	３５／１８
Ｆ１６Ｃ	１９／１８
Ｆ１６Ｃ	４１／００