

(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2005-291457

(P2005-291457A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.⁷

F16C 33/32
F16C 19/18
F16C 33/58
F16C 41/00
G01L 5/00

F1

F16C 33/32
F16C 19/18
F16C 33/58
F16C 41/00
G01L 5/00

テーマコード(参考)

2F051
3J101

K

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-110889 (P2004-110889)
(22) 出願日 平成16年4月5日(2004.4.5)

(71) 出願人 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 滝澤 岳史
神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内
Fターム(参考) 2F051 AA01 AB00 BA07
3J101 AA02 AA32 AA43 AA54 AA62
BA01 BA77 FA60 GA03

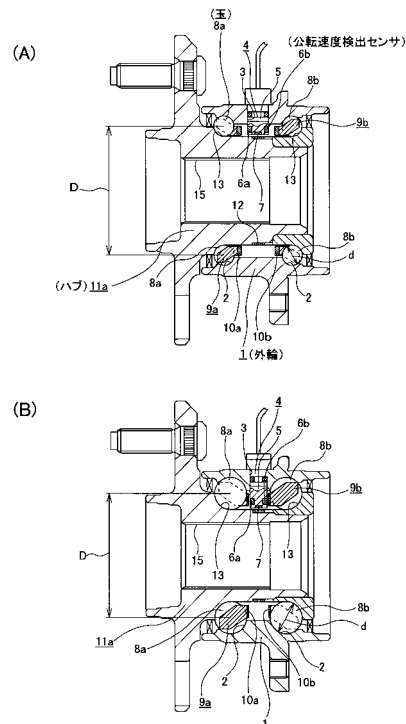
(54) 【発明の名称】 玉軸受ユニット

(57) 【要約】

【課題】 荷重の変動に基づく各玉8a、8bの公転速度の変化を大きくできて、この荷重の測定精度を十分に確保できる玉軸受ユニットを実現する。

【解決手段】 各公転速度検出用センサ6a、6bにより、上記各玉8a、8bの公転速度を検出する。そして、この公転速度により、外輪1とハブ11aとの間に加わる荷重を求める。上記各玉8a、8bの直径dとピッチ円直径Dとの比d/Dを0.12~0.4の範囲に規制し、荷重変動に伴う公転速度変動を大きくする事で、上記課題を解決する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内周面に外輪軌道を有する外輪相当部材と、この外輪相当部材の内径側にこの外輪相当部材と同心に配置された、外周面に内輪軌道を有する内輪相当部材と、この内輪軌道と上記外輪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玉と、これら各玉の公転速度を検出する公転速度検出用センサとを備え、これら各玉の直径とこれら各玉のピッチ円直径との比を $0.12 \sim 0.4$ の範囲に規制した玉軸受ユニット。

【請求項 2】

外輪相当部材の内周面に設けられた複列の外輪軌道と、内輪相当部材の外周面に設けられた複列の内輪軌道との間に、両列毎に複数個ずつの玉が、両列同士の間で接触角の方向を互いに逆にして設けられており、これら両列の玉の公転速度を検出する為に、1対の公転速度検出用センサが設けられている、請求項 1 に記載した玉軸受ユニット。

10

【請求項 3】

外輪相当部材の内周面に設けられた複列の外輪軌道と、内輪相当部材の外周面に設けられた複列の内輪軌道との間に、両列毎に複数個ずつの玉が、両列同士の間で接触角の方向を互いに逆にして設けられており、これら両列の玉の公転速度の差を検出する為に、単一の公転速度検出用センサが、これら両列の玉同士の間で設けられている、請求項 1 に記載した玉軸受ユニット。

【請求項 4】

公転速度検出用センサの検出信号を、外輪相当部材と内輪相当部材との間に加わる荷重を算出する為の演算器に向けて送り出す、請求項 1 ~ 3 の何れかに記載した玉軸受ユニット。

20

【請求項 5】

外輪相当部材と内輪相当部材とのうちで使用時に回転する部材である回転輪に車輪を支持固定し、同じく使用時にも回転しない部材である静止輪を懸架装置に支持固定する、請求項 1 ~ 4 の何れかに記載した玉軸受ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明に係る玉軸受ユニットは、外輪相当部材の内周面に設けた外輪軌道と、内輪相当部材の外周面に設けた内輪軌道との間に設けた複数個の玉の公転速度を検出するものである。そして、検出した公転速度を、上記外輪相当部材と上記内輪相当部材との間に加わる荷重（ラジアル荷重とアキシアル荷重との一方又は双方）を求める為に利用し、更にこの求め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。

30

【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。

40

【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により、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

50

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グージを設け、このストレング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。

10

【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。

20

【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である転がり軸受ユニットを構成する1対の列の玉(転動体)の公転速度に基づいて、この転がり軸受ユニットに加わるラジアル荷重又はアキシアル荷重を測定する、転がり軸受ユニットの荷重測定装置に関する発明(先発明)を行なった(特願2003-171715号、172483号、特願2004-7655号)。図5は、この先発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置を示している。

30

【0008】

この先発明に係る構造の場合、外輪1(外輪相当部材)の軸方向中間部で複列の外輪軌道2、2の間部分に形成した取付孔3にセンサユニット4を挿通し、このセンサユニット4の先端部5を、上記外輪1の内周面から突出させている。この先端部5には、1対の公転速度検出用センサ6a、6bと、1個の回転速度検出用センサ7とを設けている。

40

【0009】

そして、このうちの各公転速度検出用センサ6a、6bの検出部を、複列に配置された各玉8a、8bを回転自在に保持した各保持器9a、9bに設けた、公転速度検出用エンコーダ10a、10bに近接対向させて、上記各玉8a、8bの公転速度を検出自在としている。又、上記回転速度検出用センサ7の検出部を、内輪相当部材であるハブ11の中間部に外嵌固定した回転速度検出用エンコーダ12に近接対向させて、このハブ11の回転速度を検出自在としている。この様な構成を有する先発明に係る転がり軸受ユニットの荷重測定装置によれば、上記ハブ11の回転速度の変動に拘らず、上記外輪1とこのハブ11との間に加わる荷重(ラジアル荷重及びスラスト荷重)を求められる。

【0010】

50

即ち、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の場合、図示しない演算器が、上記各センサ 6 a、6 b、7 から送り込まれる検出信号に基づいて、前記外輪 1 と上記ハブ 1 1 との間に加わるラジアル荷重とアキシアル荷重とのうちの一方又は双方の荷重を算出する。例えば、このラジアル荷重を求める場合に上記演算器は、上記各公転速度検出用センサ 6 a、6 b が検出する上記各列の玉 8 a、8 b の公転速度の和を求め、この和と、上記回転速度検出用センサ 7 が検出する上記ハブ 1 1 の回転速度との比に基づいて、上記ラジアル荷重を算出する。又、上記アキシアル荷重は、上記各公転速度検出用センサ 6 a、6 b が検出する上記各列の玉 8 a、8 b の公転速度の差を求め、この差と、上記回転速度検出用センサ 7 が検出する上記ハブ 1 1 の回転速度との比に基づいて算出する。或は、上記各列の玉 8 a、8 b の公転速度の比によっても、上記アキシアル荷重を求められる。この点に就いて、図 6 を参照しつつ説明する。尚、以下の説明は、アキシアル荷重 F_y が加わらない状態での、上記各列の玉 8 a、8 b の接触角 α_a 、 α_b が互いに同じであるとして行なう。

10

【0011】

図 6 は、上述の図 5 に示した車輪支持用の転がり軸受ユニットを模式化し、荷重の作用状態を示したものである。複列の内輪軌道 1 3、1 3 と複列の外輪軌道 2、2 との間に複列に配置された玉 8 a、8 b には予圧 F_0 、 F_0 を付与している。又、使用時に上記転がり軸受ユニットには、車体の重量等により、ラジアル荷重 F_z が加わる。更に、旋回走行時に加わる遠心力等により、アキシアル荷重 F_y が加わる。これら予圧 F_0 、 F_0 、ラジアル荷重 F_z 、アキシアル荷重 F_y は、何れも上記各玉 8 a、8 b の接触角 (α_a 、 α_b) に影響を及ぼす。そして、この接触角 α_a 、 α_b が変化すると、これら各玉 8 a、8 b の公転速度 n_c が変化する。これら各玉 8 a、8 b のピッチ円直径を D とし、これら各玉 8 a、8 b の直径を d とし、上記両内輪軌道 1 3、1 3 を設けたハブ 1 1 の回転速度を n_i とし、上記両外輪軌道 2、2 を設けた外輪 1 の回転速度を n_o とすると、上記公転速度 n_c は、次の (1) 式で表される。

20

$$n_c = \{ 1 - (d \cdot \cos \alpha / D) \cdot (n_i / 2) \} + \{ 1 + (d \cdot \cos \alpha / D) \cdot (n_o / 2) \} \quad (1)$$

【0012】

この (1) 式から明らかな通り、上記各玉 8 a、8 b の公転速度 n_c は、これら各玉 8 a、8 b の接触角 (α_a 、 α_b) の変化に応じて変化するが、上述した様にこの接触角 α_a 、 α_b は、上記ラジアル荷重 F_z 及び上記アキシアル荷重 F_y に応じて変化する。従って上記公転速度 n_c は、これらラジアル荷重 F_z 及びアキシアル荷重 F_y に応じて変化する。本例の場合、上記ハブ 1 1 が回転し、上記外輪 1 が回転しない為、具体的には、上記ラジアル荷重 F_z に関しては、図 7 に示す様に、大きくなる程上記公転速度 n_c が遅くなる。又、上記アキシアル荷重 F_y に関しては、図 8 に示す様に、このアキシアル荷重 F_y を支承する列の公転速度が速くなり、このアキシアル荷重 F_y を支承しない列の公転速度が遅くなる。従って、この公転速度 n_c に基づいて、上記ラジアル荷重 F_z 及びアキシアル荷重 F_y を求められる事になる。

30

【0013】

但し、上記公転速度 n_c の変化に結び付く上記接触角 α は、上記ラジアル荷重 F_z と上記アキシアル荷重 F_y とが互いに関連しつつ変化するだけでなく、上記予圧 F_0 、 F_0 によっても変化する。又、上記公転速度 n_c は、上記ハブ 1 1 の回転速度 n_i に比例して変化する。尚、上記図 7 中、実線イは、ラジアル荷重 F_z を支承する割合の大きい側の玉 8 b、8 b に関する、破線ロは同じくラジアル荷重 F_z を支承する割合の小さい側の玉 8 a、8 a に関する、それぞれの公転速度 (とハブ 1 1 の回転速度との比) とラジアル荷重 F_z との関係を示している。又、上記図 8 中、破線ハは、上記アキシアル荷重 F_y とこのアキシアル荷重 F_y を支承する列の玉 8 a、8 a の公転速度との関係を、実線ニは、このアキシアル荷重 F_y とこのアキシアル荷重 F_y を支承しない列の玉 8 b、8 b の公転速度との関係を、それぞれ示している。この様な図 7、8 から、上記各列の玉 8 a、8 b の公転速度 n_c に基づいて、上記ラジアル荷重 F_z 及びアキシアル荷重 F_y を求められる事が分

40

50

かる。

【0014】

但し、上記公転速度 n_c の変化に結びつく上記接触角 θ は、上述した様に、上記ラジアル荷重 F_z と上記アキシアル荷重 F_y とが互いに関連しつつ変化するだけでなく、上記予圧 F_0 、 F_0 によっても変化する。又、上記公転速度 n_c は、上記ハブ11の回転速度 n_i に比例して変化する。この為、これらラジアル荷重 F_z 、アキシアル荷重 F_y 、予圧 F_0 、 F_0 、ハブ11の回転速度 n_i を総て関連させて考えなければ、上記公転速度 n_c から上記ラジアル荷重 F_z や上記アキシアル荷重 F_y を求める事はできない。このうちの予圧 F_0 、 F_0 は、運転状態に応じて変化するものではないので、初期設定等によりその影響を排除する事は容易である。これに対して上記ラジアル荷重 F_z 、アキシアル荷重 F_y 、ハブ11の回転速度 n_i は、運転状態に応じて絶えず変化するもので、初期設定等によりその影響を排除する事はできない。

10

【0015】

この様な事情に鑑みて先発明では、前述した様に、ラジアル荷重 F_z を求める場合には、前記各公転速度検出用センサ6a、6bが検出する各列の玉8a、8bの公転速度の和を求める事により、上記アキシアル荷重 F_y の影響を少なくしている。又、アキシアル荷重 F_y を求める場合には、上記各列の玉8a、8bの公転速度の差を求める事で、上記ラジアル荷重 F_z の影響を少なくしている。更に、何れの場合でも、上記和又は差と、前記回転速度検出用センサ7が検出する上記ハブ11の回転速度 n_i との比に基づいて上記ラジアル荷重 F_z 又は上記アキシアル荷重 F_y を算出する事により、上記ハブ11の回転速度 n_i の影響を排除している。尚、上記アキシアル荷重 F_y を、上記各列の玉8a、8bの公転速度の比に基づいて算出する場合には、上記ハブ11の回転速度 n_i は、必ずしも必要ではない。

20

【0016】

尚、上記各公転速度検出用センサ6a、6bの信号に基づいて上記ラジアル荷重 F_z とアキシアル荷重 F_y とのうち的一方又は双方の荷重を算出する方法は、他にも各種存在するが、この様な方法に就いては、前述の特願2003-171715号、172483号、特願2004-7655号に詳しく説明されているし、本発明の要旨とも関係しないので、詳しい説明は省略する。

【0017】

又、図5に示した構造は、上記各公転速度検出用センサ6a、6bと上記回転速度検出用センサ7とを、単一のセンサユニット4の先端部5に保持した構造であるが、これら各センサ6a、6b、7は、別々に設置しても良い。又、例えば、図9に示す様に、1対の公転速度検出用センサ6a、6bを、センサユニット4aの先端部5aに保持し、回転速度検出用センサ7aを、外輪1の内端部に嵌合固定したカバー14に保持しても良い。この場合、回転速度検出用エンコーダ12aは、ハブ11の内端部に嵌合固定する。

30

【0018】

何れにしても、上述の様な転がり軸受ユニットの荷重測定装置により測定した荷重（ラジアル荷重とアキシアル荷重と的一方又は双方）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、上記測定し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えば、車両の姿勢が不安定になる事を予防できて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。

40

【0019】

ところで、上述の様な先発明に係る転がり軸受ユニットである玉軸受ユニットの荷重測定装置を実施する場合、次の様な点に留意する必要がある。即ち、前記ラジアル荷重 F_z 又は上記アキシアル荷重 F_y を、前記各列の玉8a、8bの公転速度 n_c の変化に基づいて求める為、これら各荷重 F_z 、 F_y の測定精度を向上させる為には、これら各荷重 F_z 、 F_y の変動に基づく、上記公転速度 n_c の変化が大きい方が望ましい。これに対して、荷重測定装置を組み込む玉軸受ユニットの仕様によっては、上記各荷重 F_z 、 F_y の変動に拘らず、上記公転速度 n_c が僅かしか変化をしない場合がある。この様な場合には、上

50

記各荷重 F_z 、 F_y の測定精度を十分に確保する事が難しくなる。

【0020】

【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】

10

【0021】

本発明は、上述の様な事情に鑑み、荷重の変動に基づく各玉の公転速度の変化を大きくできて、この荷重の測定精度を十分に確保できる玉軸受ユニット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】

【0022】

本発明の玉軸受ユニットは、外輪相当部材と、内輪相当部材と、複数個の玉と、公転速度検出用センサとを備える。

このうちの外輪相当部材は、内周面に外輪軌道を有する。

又、上記内輪相当部材は、上記外輪相当部材の内径側にこの外輪相当部材と同心に配置されたもので、外周面に内輪軌道を有する。

20

又、上記各玉は、この内輪軌道と上記外輪軌道との間に、接触角を付与された状態で設けられている。

又、上記公転速度検出用センサは、上記各玉の公転速度を検出するものである。

更に、本発明の玉軸受ユニットは、これら各玉の直径とこれら各玉のピッチ円直径との比を、 $0.12 \sim 0.4$ の範囲に規制している。

【発明の効果】

【0023】

上述の様に構成する本発明の玉軸受ユニットの使用時には、公転速度検出用センサの検出信号を演算器に送る。すると、この演算器は、各玉の公転速度の変動に基づいて、外輪相当部材と内輪相当部材との間に作用する荷重を算出する。即ち、玉軸受の如き玉軸受ユニットに荷重が負荷されると、玉の接触角が変化し、これら各玉の公転速度が変化する。そこで、この公転速度を検出すれば、外輪相当部材と内輪相当部材との間に作用する荷重を求められる。

30

特に、本発明の玉軸受ユニットの場合には、各玉の直径と各玉のピッチ円直径との比を $0.12 \sim 0.4$ の範囲に規制した事に伴い、荷重の変動に基づく各玉の公転速度の変化を大きくできる。この為、この荷重の測定精度を十分に確保できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

本発明を実施する場合に好ましくは、請求項2、3に記載した様に、外輪相当部材の内周面に設けられた複列の外輪軌道と、内輪相当部材の外周面に設けられた複列の内輪軌道との間に、両列毎に複数個ずつの玉を、両列同士の間で接触角の方向を互いに逆にして設ける。

40

そして、請求項2に記載した発明の場合には、上記両列の玉の公転速度を検出する為に、1対の公転速度検出用センサを設ける。

この様な構造を採用すれば、上記外輪相当部材と上記内輪相当部材との間に加わるラジアル荷重及びアキシアル荷重を正確に求められる。

【0025】

これに対して、請求項3に記載した発明の場合には、上記両列の玉の公転速度の差を検出する為に、単一の公転速度検出用センサを、これら両列の玉同士の間で設ける。この場

50

合に使用する公転速度検出用センサとしては、ホール素子、ホールIC、MR素子、GMR素子等、磁束の密度や方向に応じて特性を変化させる磁気検出素子を検出部に組み込んだものを使用する。又、上記各列の玉を保持した保持器の互いに対向する側面に、永久磁石製或は磁性材製の公転速度検出用エンコーダを設置する。この様に構成すれば、上記両列の玉の公転速度に差が存在する場合に、上記単一の公転速度検出用センサの検出信号の振幅が変化する(うねりが生じる)。このうねりの周期は、上記公転速度の差が大きくなる程短くなるので、上記単一の公転速度検出用センサにより上記両列の玉の公転速度の差を検出できる。この様な構造は、上記アキシャル荷重を求める事には適当であるが、上記ラジアル荷重を求める為には適当ではない。従って、上記請求項3に記載した発明は、アキシャル荷重を求める為の構造を、小型且つ低コストで実現する場合に適切である。

10

【0026】

又、本発明の玉軸受ユニットを使用する場合には、請求項4に記載した様に、公転速度検出用センサの検出信号を、外輪相当部材と内輪相当部材との間に加わる荷重を算出する為の演算器に向けて送り出す。

そして、好ましくは、請求項5に記載した様に、上記外輪相当部材と上記内輪相当部材とのうちで使用時に回転する部材である回転輪に車輪を支持固定し、同じく使用時にも回転しない部材である静止輪を懸架装置に支持固定する。

この様に構成すれば、車輪と懸架装置との間に加わる荷重を求めて、ABS、TCS、VSC等の車両用走行安定化装置の制御を適切に行なえる。

【実施例】

20

【0027】

本発明の効果を確認する為に行なった、シミュレーション並びに考察に就いて説明する。このシミュレーション及び考察は、図1に示す様な複列アンギュラ型の玉軸受ユニットを構成する、複列に配置された各玉8a、8bの直径dとこれら各玉のピッチ円直径Dとの比 d/D が、アキシャル荷重 F_y の変動に伴う上記各玉8a、8bの公転速度 n_c の変動に及ぼす影響を知り、上記比 d/D の適正範囲を知る為に行なった。図1中の(A)は上記比 d/D が比較的小さい(0.15)玉軸受ユニットを、同じく(B)はこの比 d/D が比較的大きい(0.25)玉軸受ユニットを、それぞれ示している。尚、図1に示した玉軸受ユニットは、駆動輪(FF車の前輪、FR車、RR車、MR車の後輪、4WD車の全車輪)用の玉軸受ユニットである為、従動輪(FF車の後輪、FR車、RR車、MR車の前輪)用の玉軸受ユニットである、前述の図5、9に示した構造と異なり、ハブ11aの中心部にスプライン孔15を設けている。但し、この様な玉軸受の構造の相違は、本発明の要旨には何ら関係するものではない。

30

【0028】

図1に示した構造にしる、図5、9に示した構造にしる、上記各玉8a、8bの直径dとこれら各玉のピッチ円直径Dとの比 d/D が異なると、アキシャル荷重 F_y の変動に伴って、上記各玉8a、8bの公転速度 n_c が変動する程度が異なる。図2は、アキシャル荷重 F_y と、これら各列の玉8a、8bの公転速度 n_c 同士の比との関係を示している。この様な図2中、実線イは上記比 d/D が0.1である場合の、破線ロは同じく0.25である場合の、鎖線ハは同じく0.4である場合の、それぞれ上記アキシャル荷重 F_y と上記各列の公転速度 n_c 同士の比との関係を示している。尚、図2は、外輪1及び上記ハブ11aを中炭素鋼製とし、上記各玉8a、8bを軸受鋼製とした場合に就いて示している。

40

【0029】

この様な図2から明らかな通り、上記各玉8a、8bの直径dとこれら各玉のピッチ円直径Dとの比 d/D を大きくすれば、上記アキシャル荷重 F_y の変動に伴う、上記各列の玉8a、8bの公転速度 n_c (同士の比)の変動を大きくできる。図3は、これら各玉8a、8bの直径dとピッチ円直径Dとの比 d/D が、上記アキシャル荷重 F_y の変動に伴うこれら各列の玉8a、8bの公転速度 n_c (同士の比)の変動に及ぼす影響を示している。この図3中の横軸は上記比 d/D を表している。又、縦軸は上記アキシャル荷重 F_y

50

の変動に伴って上記各列の玉 8 a、8 b の公転速度 n 。同士の比が変動する程度で、上記図 2 の各線イ ~ ハの勾配の程度である。具体的には、上記アキシャル荷重 F_y が 7000 N 変化した場合に、上記公転速度 n 。同士の比が変動する割合 (ポイント [%]) である。例えば、上記比 d/D が 0.1 の場合、上記アキシャル荷重 F_y が 7000 N 変化すると、上記公転速度 n 。同士の比が凡そ 1 ポイント [%] 変動する事を表している。

【0030】

上述の様な図 2、3 から明らかな通り、上記アキシャル荷重 F_y の変動に基づく上記各玉 8 a、8 b の公転速度の変化を大きくし、このアキシャル荷重 F_y の測定精度を向上させる為には、上記比 d/D を大きくすれば良い。逆に言えば、この比 d/D が小さ過ぎた場合には、上記アキシャル荷重 F_y の測定精度を十分に確保できない。但し、上記比 d/D を大きくすべく、上記各玉 8 a、8 b の直径 d を大きくし過ぎると、玉軸受ユニット全体が大きくなったり (外輪 1 の外径を大きくする場合)、この外輪 1 やハブ 11 a の肉厚が小さくなり過ぎて、これら外輪 1 やハブ 11 a の耐久性が損なわれる可能性を生じる。又、上記比 d/D を大きくすべく、上記ピッチ円直径 D を小さくすると、モーメント荷重に対する剛性や転がり疲れ寿命が低下する可能性を生じる。従って、上記比 d/D は、むやみに大きくする事はできない。

10

【0031】

そこで本発明者は、上記玉軸受ユニット本来の機能を確保しつつ、上記各玉 8 a、8 b の公転速度 n 。の変化を大きくし、このアキシャル荷重 F_y の測定精度を確保できる範囲を知る為の考察を行なった。

20

先ず、本発明を ABS、TCS、VSC 等の車両用走行安定化装置の制御に利用する事を考慮した場合、車両の走行状態を安定させる為には、上記アキシャル荷重 F_y を検出する分解能は、1000 N 程度、好ましくは 500 N 程度に抑える必要がある。分解能がこれよりも悪い (1000 N よりも大きな分解能でしか測定できない) と、走行安定性確保の為の制御に上記アキシャル荷重 F_y を利用する意味がなくなる。又、この制御にこのアキシャル荷重 F_y を利用する場合、このアキシャル荷重 F_y の測定範囲に関しては、-1000 N ~ 6000 N 程度 (フルスケールを 7000 N 程度) は必要である。

【0032】

一方、上記アキシャル荷重 F_y を検出する際には、公転速度検出用センサ 6 a、6 b の検出誤差が存在する。例えば、これら両公転速度検出用センサ 6 a、6 b を、前述の様な磁気検出素子を組み込んだアクティブ型の磁気センサとした場合、これら両公転速度検出用センサ 6 a、6 b の検出誤差は 0.2 % 程度考慮する必要がある。上記アキシャル荷重 F_y の分解能がこの検出誤差よりも大きい (悪い) 場合には、上記アキシャル荷重 F_y による制御の信頼性を十分に確保できなくなる可能性がある。例えば、このアキシャル荷重 F_y の大きさを上記フルスケールの中で複数の階層 (例えば 7 又は 14 の階層) に分けて判定し、その時に生じているアキシャル荷重 F_y が属する階層に応じて ABS、TCS、VSC 等の車両用走行安定化装置の制御を行なう場合に、実際に作用しているアキシャル荷重 F_y が属する階層と、演算器が算出したアキシャル荷重 F_y の属する階層とが、2 段階以上ずれる可能性を生じる。このアキシャル荷重 F_y を検出する分解能を、上述した様な 1000 N 程度、好ましくは 500 N 程度にすれば、上述の様な 2 段階以上のずれを生じさせずに済む。そして、この様な 2 段階以上のずれを生じさせない為には、上記アキシャル荷重 F_y が 1000 N (好ましくは 500 N) 変動した場合に、上記各列の玉 8 a、8 b の公転速度 n 。同士の比が 0.2 ポイント [%] 以上変動する構造とする必要がある。この場合に、上述した測定の全範囲 (-1000 N ~ 6000 N、フルスケール: 7000 N) では、上記各列の玉 8 a、8 b の公転速度 n 。同士の比が 1.4 ポイント [%] 以上変動する事が必要となる { 0.2 ポイント \times (7000 N / 1000 N) = 1.4 ポイント }。尚、1 段階のずれは、実際に作用しているアキシャル荷重 F_y が、階層分けの境界近傍に存在する可能性を考慮すれば、上記検出誤差が僅かでも存在する限り、なくす事はできない。

30

40

【0033】

50

この様な前提で図3を見れば、上記各玉8a、8bの直径dとこれら各玉のピッチ円直径Dとの比 d/D を0.12以上にする必要がある事が分かる。即ち、上記図3の縦軸が1.4ポイントとなる上記比 d/D の値をこの図3の横軸から読み取れば、上記0.12なる値が導き出せる。又、アキシャル荷重 F_y の分解能を、より好ましい値である500Nにする為には、上記比 d/D を0.2以上にすれば良い事も、上記図3から分かる。即ち、この比 d/D が0.2である場合、上記7000Nなるフルスケールの範囲で、上記各列の玉8a、8bの公転速度 n 。同士の比が、2.8ポイント[%]変動する。この為、上記アキシャル荷重を500N程度の分解能で測定できる。

【0034】

更に、上記比 d/D が0.4である場合、上記7000Nなるフルスケールの範囲で、上記各玉8a、8bの公転速度 n 。が凡そ6ポイント[%]変動する。この為、上記アキシャル荷重 F_y を230N程度の分解能で測定できる。上記比 d/D を0.4よりも大きくすれば、このアキシャル荷重 F_y の分解能をより良好にできる。但し、この分解能を上記230Nよりも良好にする必要性が乏しいだけでなく、上記比 d/D を0.4よりも大きくすべく、上記各玉8a、8bの直径dを大きくしたり、これら各玉のピッチ円直径Dを小さくしたりすると、玉軸受ユニット本来の性能が損なわれる。これに対して本願発明の場合には、上記比 d/D を0.12~0.4としたので、上記玉軸受ユニット本来の性能を確保しつつ、上記アキシャル荷重 F_y の測定精度を十分に確保できる。

10

【0035】

尚、より好ましくは、上記比 d/D を0.2~0.3の範囲に規制する。この比 d/D をこの様に規制すれば、玉軸受ユニットの大型化や外輪1及びハブ11aの肉厚の過度の低下を防止しつつ、上記アキシャル荷重 F_y の測定精度向上を図れる。

20

尚、前記図1に示した2例の玉軸受ユニットのうち、(A)に示した構造は、上記比 d/D が0.15であり、7000Nなるフルスケールの範囲での、上記各列の玉8a、8bの公転速度 n 。同士の比の変化は2ポイント、分解能700Nである。

又、(B)に示した構造は、上記比 d/D が0.25であり、7000Nなるフルスケールの範囲での、上記各列の玉8a、8bの公転速度 n 。同士の比の変化は3.5ポイント、分解能400Nである。

【0036】

上記アキシャル荷重 F_y の変動に伴って上記各列の玉8a、8bの公転速度 n 。同士の比が変化する程度は、上述した様に、上記各玉8a、8bの直径dとこれら各玉のピッチ円直径Dとの比 d/D を大きくする事で大きくできる。但し、上記公転速度 n 。が変化する程度は、上記各玉8a、8bの直径dと、外輪1の内周面に形成した外輪軌道2、2並びにハブ11aの外周面に形成した内輪軌道13、13の断面の曲率半径 r との比(r/d)によっても調節できる。即ち、上記変化する程度は、図4に示す様に、この比 r/d を変える事により、この変化する程度のリニアリティ(直線性)やゲインを変化させる事ができる。実際の場合、上記比 r/d は0.505~0.6の範囲で調節できる。上記図4中、実線イはこの比 r/d が標準(中程度の値)の場合を、破線ロは同じく大きい場合を、鎖線ハは同じく小さい場合を、それぞれ示している。上記比 r/d を上記範囲内でどのような値とするかは、必要とするリニアリティ(直線性)、ゲイン(勾配)、アキシャル荷重 F_y を測定可能とする範囲等に応じて設計的に定める。

30

40

【0037】

又、上記各玉8a、8bの接触角を、インナー側(車体側)とアウトター側(タイヤ側)とで互いに異ならせると、高荷重側の公転速度の変化が大きくなり、荷重を測定可能な範囲を、より高荷重まで広げられる。この場合、上記接触角は、20°~50°で変更可能である。

又、上記各玉8a、8bに付与している予圧を変える事によっても、リニアリティ(直線性)やゲイン特性を変える事ができる。この場合に上記予圧は、980N~9800N(100kgf~1000kgf)の範囲で変更可能である。

尚、上述の様な、上記アキシャル荷重 F_y の変動に伴って上記各玉8a、8bの公転速

50

度 n 。が変化する程度を変える方法は、それぞれ単独で採用しても、組み合わせて採用しても良い。

又、本発明を実施する場合、図示の様に、両列の玉 8 a、8 b に関して直径 d とピッチ円直径 D との比 d/D を大きくするだけでなく、片側の列の比 d/D のみを大きくすることもできる。又、複列玉軸受ユニットに限らず、単列の玉軸受ユニットにも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の効果を確認する為のシミュレーションに使用した玉軸受ユニットの2例を示す断面図。

【図2】アキシアル荷重と各列の各玉の公転速度同士の比との関係を、各玉の直径とこれら各玉のピッチ円直径との比が互いに異なる3種類の試料毎に示す線図。 10

【図3】各玉の直径とこれら各玉のピッチ円直径との比の相違が、アキシアル荷重の変動に伴うこれら各列の玉の公転速度の比の変動に及ぼす影響を示す線図。

【図4】外輪軌道及び内輪軌道の断面の曲率半径の相違が、アキシアル荷重の変動に伴うこれら各列の玉の公転速度の比の変動に及ぼす影響を示す線図。

【図5】先発明に係る転がり軸受ユニットの荷重測定装置の第1例の断面図。

【図6】先発明により荷重を求められる理由を説明する為の模式図。

【図7】同じく、各列の公転速度とハブの回転速度との比と、ラジアル荷重との関係を示す線図。

【図8】同じく、各列の公転速度とハブの回転速度との比と、アキシアル荷重との関係を示す線図。 20

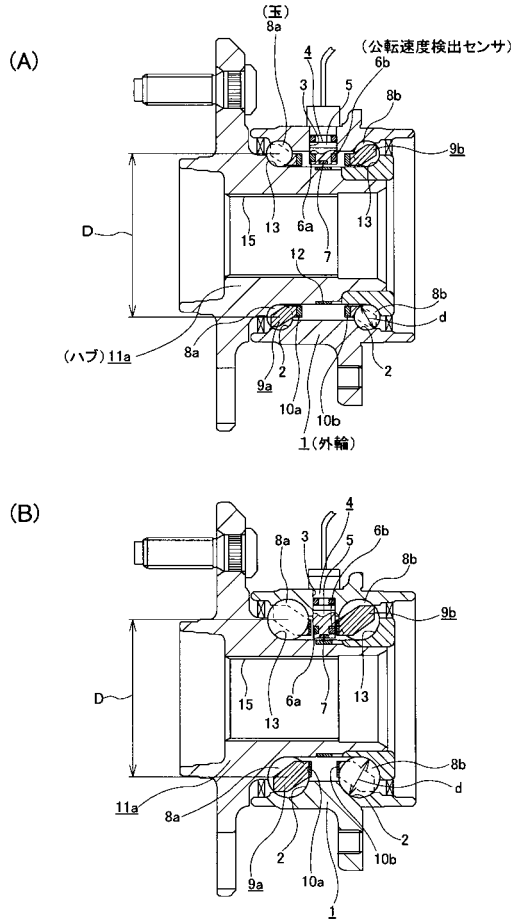
【図9】先発明に係る転がり軸受ユニットの荷重測定装置の第2例の断面図。

【符号の説明】

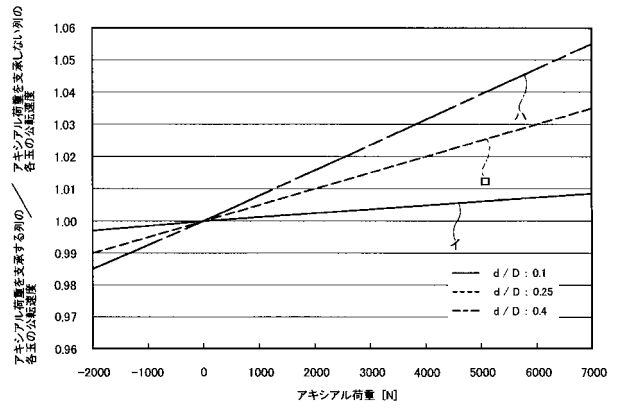
【0039】

- 1 外輪
- 2 外輪軌道
- 3 取付孔
- 4、4 a センサユニット
- 5、5 a 先端部
- 6 a、6 b 公転速度検出用センサ
- 7、7 a 回転速度検出用センサ
- 8 a、8 b 玉
- 9 a、9 b 保持器
- 10 a、10 b 公転速度検出用エンコーダ
- 11、11 a ハブ
- 12、12 a 回転速度検出用エンコーダ
- 13 内輪軌道
- 14 カバー
- 15 スプライン孔

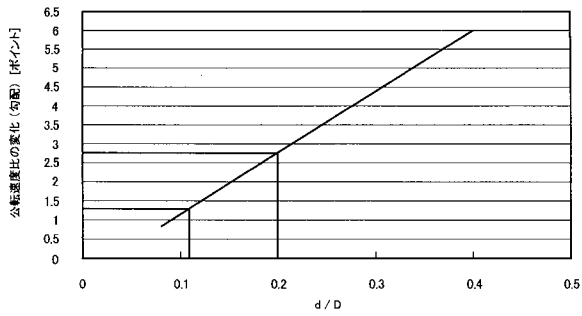
【 図 1 】



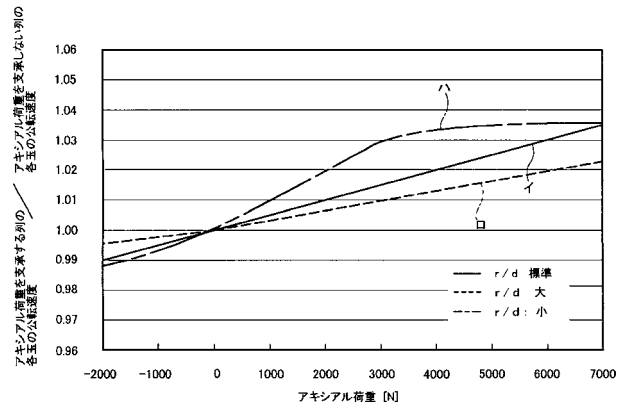
【 図 2 】



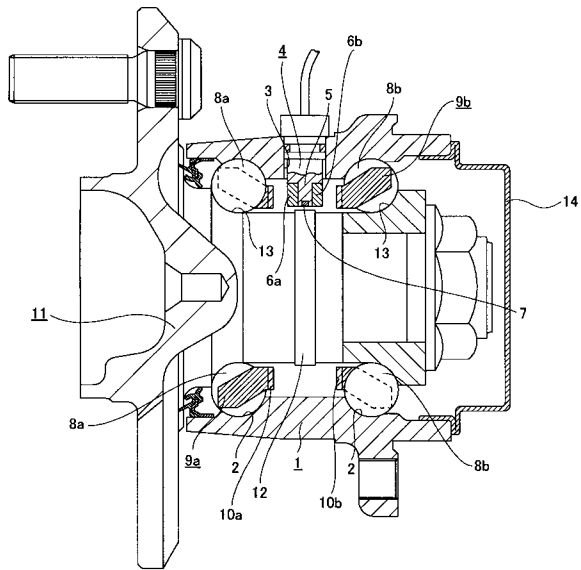
【 図 3 】



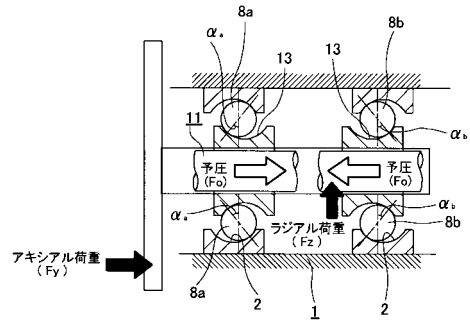
【 図 4 】



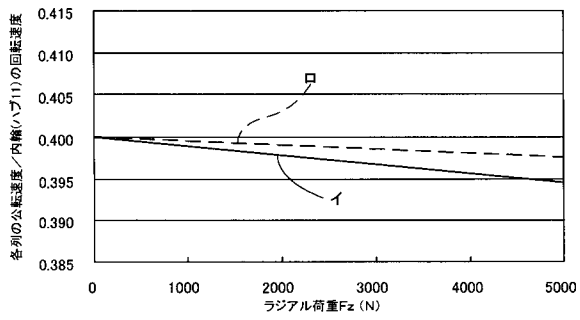
【 図 5 】



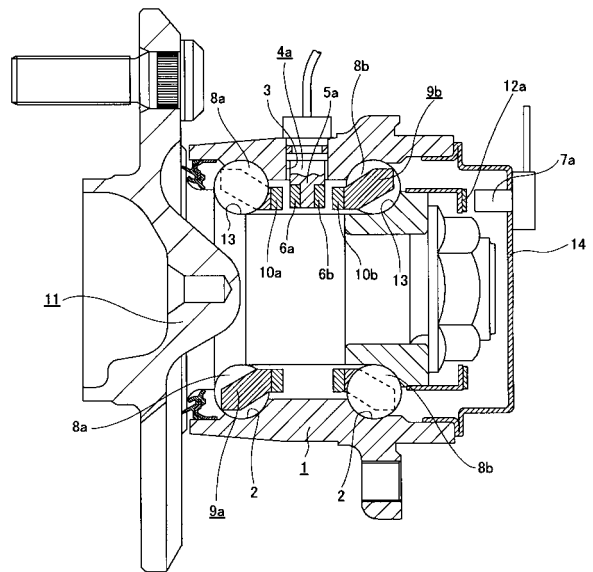
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 8 】

