

(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2005-172794  
(P2005-172794A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO 1 L 5/00	GO 1 L 5/00	2 F O 5 1
F 1 6 C 19/18	F 1 6 C 19/18	3 J 1 0 1
F 1 6 C 19/52	F 1 6 C 19/52	
F 1 6 C 33/38	F 1 6 C 33/38	
F 1 6 C 33/58	F 1 6 C 33/58	
審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-247633 (P2004-247633)	(71) 出願人	000004204
(22) 出願日	平成16年8月27日 (2004.8.27)		日本精工株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2003-389753 (P2003-389753)		東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号
(32) 優先日	平成15年11月19日 (2003.11.19)	(74) 代理人	100087457
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		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
			神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
			日本精工株式会社内
		F ターム (参考)	2F051 AB01 AC01 BA07
			3J101 AA02 AA32 AA43 AA54 AA62
			BA22 BA54 BA64 FA23 FA26
			GA02 GA03

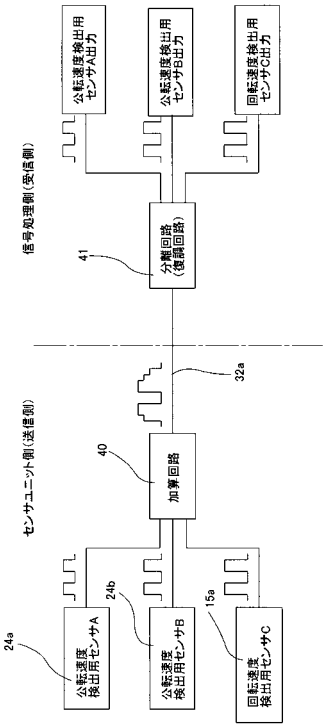
(54) 【発明の名称】 転がり軸受ユニットの荷重測定装置

(57) 【要約】

【課題】 回転輪と静止輪との間に加わる荷重を精度良く測定でき、軽量且つ低コストで、しかも信頼性の高い構造を実現する。

【解決手段】 1 対の公転速度検出用センサ 2 4 a、2 4 b の検出信号と、1 個の回転速度検出用センサ 1 5 a の検出信号とを、加算回路 4 0 により合成して、1 本の出力信号線 3 2 a に送り込む。そして、分離回路 4 1 により各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の信号に分離して、上記荷重を算出する。又、必要に応じて、上記加算回路 4 0 では、これら各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の信号に加えて既知の電圧を加算する。この場合には、これら各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の信号電圧が 0 の場合も、上記分離回路側で上記既知の電圧分を観察すれば、上記出力信号線 3 2 a を含むケーブルの断線の有無を判定できる。

【選択図】 図 1 0



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

使用時にも回転しない静止輪と、この静止輪と同心に配置されて使用時に回転する回転輪と、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ形成された静止側軌道と回転側軌道との間に、接触角を付与した状態で設けられた複数個の転動体と、この転動体の公転速度を検出する公転速度検出用センサと、この公転速度検出用センサ以外に、上記回転輪の回転速度に対応して変化する速度を検出する速度検出用センサと、この速度検出用センサの検出信号と上記公転速度検出用センサの検出信号とを合成して 1 本の出力信号線に送り込む合成回路と、この 1 本の出力信号線を通じて送られて来る上記速度検出用センサの検出信号と上記公転速度検出用センサの検出信号とを分離してこれら両センサの検出信号を取り出す分離回路と、この分離回路から送り込まれる上記速度検出用センサの検出信号と上記公転速度検出用センサの検出信号とに見合う信号に基づいて上記静止輪と上記回転輪との間に加わ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。

## 【請求項 2】

公転速度検出用センサと速度検出用センサとが何れも、公転速度或は回転輪の回転速度に応じて変化する速度に応じて電圧を変化させる電圧出力型のセンサであり、上記両センサと演算器を含む制御器とを、それぞれ 1 本ずつの出力信号線と電源線と接地線との、合計 3 本の線により結んでいる、請求項 1 に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

## 【請求項 3】

公転速度検出用センサと速度検出用センサとが何れも、公転速度或は回転輪の回転速度に応じて変化する速度に応じて電流を変化させる電流出力型のセンサであり、上記両センサと演算器を含む制御器とを、電源線と、出力信号線である電流線との、合計 2 本の線により結んでいる、請求項 1 に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

## 【請求項 4】

回転輪の回転速度に対応して変化する速度が、この回転輪自身の回転速度である、請求項 1 ～ 3 の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

## 【請求項 5】

静止側軌道と回転側軌道とが、静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ複数ずつ形成されていて、静止側軌道と回転側軌道との間にそれぞれ複数個ずつの転動体が、これら両列同士の間で接触角の方向を互いに逆にした状態で設けられており、回転輪の回転速度に対応して変化する速度が、何れかの列の転動体の公転速度である、請求項 1 ～ 3 の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

## 【請求項 6】

静止側軌道と回転側軌道とが、静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ複数ずつ形成されていて、静止側軌道と回転側軌道との間にそれぞれ複数個ずつの転動体が、これら両列同士の間で接触角の方向を互いに逆にした状態で設けられており、回転輪の回転速度に対応して変化する速度が、何れかの列の転動体の公転速度及び回転輪自身の回転速度である、請求項 1 ～ 3 の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

## 【請求項 7】

演算器を含む制御器に、出力信号線から送られて来る合成信号に基づいてこの出力信号線を含むケーブルの断線の有無を判定する判定回路を設け、この判定回路は、上記合成信号の電圧又は電流が、合成回路により速度検出用センサの検出信号に足し合わされる既知の電圧又は電流よりも小さい場合に、上記ケーブルに断線有りと信号を出力する機能を有する、請求項 1 ～ 6 の何れか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】

使用時にも回転しない静止輪と、この静止輪と同心に配置されて使用時に回転する回転輪と、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ複数ずつ形成された静止側軌道と回転側軌道との間に、これら両列同士の間で接触角の方向を互いに逆にした状態で設けられた複数個の転動体と、これら両列の転動体の公転速度を検出する 1 対の公転速

10

20

30

40

50

度検出用センサと、これら両公転速度検出用センサの検出信号を合成し、更に既知の電圧を足し合わせて１本の出力信号線に送り込む加算回路と、この１本の出力信号線を通じて送られて来る上記両公転速度検出用センサの検出信号を分離してこれら両公転速度検出用センサの検出信号を取り出す分離回路と、この分離回路から送り込まれる上記両公転速度検出用センサの検出信号に見合う信号に基づいて上記静止輪と上記回転輪との間に加わ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。

【請求項 9】

演算器は、一方の列の転動体の公転速度と他方の列の公転速度との比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する、請求項 8 に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

10

【請求項 10】

回転輪の回転速度を検出する回転速度検出用センサを備え、加算回路は、この回転速度検出用センサの検出信号と１対の公転速度検出用センサの検出信号とを合成するものであり、分離回路は、これら３個の速度検出用センサの検出信号を分離する機能を有するものである、請求項 8 に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【請求項 11】

複数の速度検出用センサが、M I D 基板と金属ベース基板とのうちから選択された三次元構造のプリント基板に実装されている、請求項 1、8、10 の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【請求項 12】

静止輪と回転輪とのうちの一方の軌道輪が外輪相当部材であり、他方の軌道輪が内輪相当部材であり、各転動体が玉であり、それぞれ特性を円周方向に関して交互に変化させた１対の公転速度検出用エンコーダが、これら各玉を保持した１対の保持器の互いに対向する側面に、これら両保持器と同心に支持固定されており、１対の公転速度検出用センサが、上記１対の公転速度検出用エンコーダ同士の間配置されており、これら両公転速度検出用センサの検出部が、上記両公転速度検出用エンコーダの互いに対向する側面に対向しており、上記内輪相当部材の外周面に形成された複列アンギュラ型の内輪軌道と上記外輪相当部材の内周面に形成された複列アンギュラ型の外輪軌道との間にそれぞれ複数個ずつ設けられた玉に、背面組み合わせ型の接触角が付与されている、請求項 8 ～ 11 の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

20

30

【請求項 13】

演算器は、一方の列の転動体の公転速度と他方の列の転動体の公転速度との和と、回転輪の回転速度との比に基づいて、この回転輪と静止輪との間に加わるラジアル荷重を算出する、請求項 10 ～ 12 の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【請求項 14】

演算器は、一方の列の転動体の公転速度と他方の列の転動体の公転速度との差と、回転輪の回転速度との比に基づいて、この回転輪と静止輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する、請求項 10 ～ 13 の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【請求項 15】

転がり軸受ユニットが、自動車の懸架装置に車輪を回転自在に支持する為のハブユニットである、請求項 1 ～ 14 の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

40

【請求項 16】

車体側に、出力信号線から送られて来る合成信号の電圧に基づいてこの出力信号線を含むケーブルの断線の有無を判定する判定回路を設け、この判定回路は、上記合成信号の電圧が加算回路により速度検出用センサの検出信号に足し合わされる既知の電圧よりも小さい場合に、上記ケーブルに断線有りとの信号を出力する機能を有する、請求項 15 に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【請求項 17】

速度検出用センサの検出信号の電圧の最大値を互いに異ならせる事により、互いに足し合わされた検出信号の分離を可能としており、上記速度検出用センサの検出信号に足し合

50

わされる既知の電圧は、これら速度検出用センサの検出信号のうち、その最大値が最も小さい検出信号の最大値よりも小さく、これら速度検出用センサの検出信号の最小値よりも大きい、請求項 8 ~ 16 の何れか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荷重測定装置は、例えば自動車、鉄道車両、各種搬送車等の移動体の車輪を支持する為の転がり軸受ユニットの改良に関し、この転がり軸受ユニットに負荷される荷重（ラジアル荷重とアキシアル荷重との一方又は双方）を測定し、上記移動体の運行の安定性確保を図る為に利用する。

10

【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、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装置が使用されている。この様な各種車両用走行安定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。

20

【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。この従来の第 1 例の荷重測定装置付転がり軸受ユニットは、ラジアル荷重を測定するもので、図 20 に示す様に構成している。懸架装置に支持される、静止輪であり外輪相当部材である外輪 1 の内径側に、車輪を結合固定する、回転輪であり内輪相当部材であるハブ 2 を支持している。このハブ 2 は、車輪を固定する為の回転側フランジ 3 をその外端部（車両への組み付け状態で幅方向外側となる端部）に有するハブ本体 4 と、このハブ本体 4 の内端部（車両への組み付け状態で幅方向中央側となる端部）に外嵌されてナット 5 により抑え付けられた内輪 6 とを備える。そして、上記外輪 1 の内周面に形成した、それぞれが静止側軌道である複列の外輪軌道 7、7 と、上記ハブ 2 の外周面に形成した、それぞれが回転側軌道である複列の内輪軌道 8、8 との間に、それぞれ複数個ずつの転動体 9 a、9 b を配置して、上記外輪 1 の内径側での上記ハブ 2 の回転を自在としている。

30

【0004】

上記外輪 1 の軸方向中間部で複列の外輪軌道 7、7 の間部分に、この外輪 1 を直径方向に貫通する取付孔 10 を、この外輪 1 の上端部にほぼ鉛直方向に形成している。そして、この取付孔 10 内に、荷重測定用のセンサである、円杆状（棒状）の変位センサ 11 を装着している。この変位センサ 11 は非接触式で、先端面（下端面）に設けた検出面は、ハブ 2 の軸方向中間部に外嵌固定したセンサリング 12 の外周面に近接対向させている。上記変位センサ 11 は、上記検出面と上記センサリング 12 の外周面との距離が変化した場合に、その変化量に対応した信号を出力する。

40

【0005】

上述の様に構成する従来の荷重測定装置付転がり軸受ユニットの場合には、上記変位センサ 11 の検出信号に基づいて、転がり軸受ユニットに加わる荷重を求める事ができる。即ち、車両の懸架装置に支持した上記外輪 1 は、この車両の重量により下方に押されるのに対して、車輪を支持固定したハブ 2 は、そのままの位置に止まろうとする。この為、上記重量が高む程、上記外輪 1 やハブ 2、並びに転動体 9 a、9 b の弾性変形に基づいて、これら外輪 1 の中心とハブ 2 の中心とのずれが大きくなる。そして、この外輪 1 の上端部に設けた、上記変位センサ 11 の検出面と上記センサリング 12 の外周面との距離は、上記重量が高む程短くなる。そこで、上記変位センサ 11 の検出信号を制御器に送れば、予

50

め実験等により求めた関係式或はマップ等から、当該変位センサ 11 を組み込んだ転がり軸受ユニットに加わるラジアル荷重を求める事ができる。この様にして求めた、各転がり軸受ユニットに加わる荷重に基づいて、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。

#### 【0006】

尚、図 20 に示した従来構造は、上記転がり軸受ユニットに加わる荷重に加えて、上記ハブ 2 の回転速度も検出自在としている。この為に、前記内輪 6 の内端部にセンサロータ 13 を外嵌固定すると共に、上記外輪 1 の内端開口部に被着したカバー 14 に回転速度検出用センサ 15 を支持している。そして、この回転速度検出用センサ 15 の検知部を、上記センサロータ 13 の被検出部に、検出隙間を介して対向させている。

10

#### 【0007】

上述の様な回転速度検出装置を組み込んだ転がり軸受ユニットの使用時、車輪を固定したハブ 2 と共に上記センサロータ 13 が回転し、このセンサロータ 13 の被検知部が上記回転速度検出用センサ 15 の検知部の近傍を走行すると、この回転速度検出用センサ 15 の出力が変化する。この様にして回転速度検出用センサ 15 の出力が変化する周波数は、上記車輪の回転数に比例する。従って、この回転速度検出用センサ 15 の検出信号を図示しない制御器に送れば、ABS や TCS を適切に制御できる。

#### 【0008】

上述の様な従来構造の第 1 例の荷重測定装置付転がり軸受ユニットは、転がり軸受ユニットに加わるラジアル荷重を測定する為のものであるが、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も、特許文献 2 等に記載されて、従来から知られている。図 21 は、この特許文献 2 に記載された、アキシアル荷重を測定する為の荷重測定装置付転がり軸受ユニットを示している。この従来構造の第 2 例の場合、回転輪であり内輪相当部材であるハブ 2 a の外端部外周面に、車輪を支持する為の回転側フランジ 3 a を固設している。又、静止輪であり外輪相当部材である外輪 1 a の外周面に、この外輪 1 a を懸架装置を構成するナックル 16 に支持固定する為の、固定側フランジ 17 を固設している。そして、上記外輪 1 a の内周面に形成した複列の外輪軌道 7、7 と、上記ハブ 2 a の外周面に形成した複列の内輪軌道 8、8 との間に、それぞれ複数個ずつの転動体 9 a、9 b を転動自在に設ける事により、上記外輪 1 a の内径側に上記ハブ 2 a を回転自在に支持している。

20

30

#### 【0009】

更に、上記固定側フランジ 17 の内側面複数個所で、この固定側フランジ 17 を上記ナックル 16 に結合する為のボルト 18 を螺合する為のねじ孔 19 を囲む部分に、それぞれ荷重センサ 20 を添設している。上記外輪 1 a を上記ナックル 16 に支持固定した状態でこれら各荷重センサ 20 は、このナックル 16 の外側面と上記固定側フランジ 17 の内側面との間で挟持される。

#### 【0010】

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、図示しない車輪と上記ナックル 16 との間にアキシアル荷重が加わると、上記ナックル 16 の外側面と上記固定側フランジ 17 の内側面とが、上記各荷重センサ 20 を、軸方向両面から強く押し付け合う。従って、これら各荷重センサ 20 の測定値を合計する事で、上記車輪と上記ナックル 16 との間に加わるアキシアル荷重を求める事ができる。又、図示はしないが、特許文献 3 には、一部の剛性を低くした外輪相当部材の振動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。

40

#### 【0011】

前述の図 20 に示した従来構造の第 1 例の場合、変位センサ 11 により、外輪 1 とハブ 2 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 11 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

50

られない。

【 0 0 1 2 】

又、上述の図 2 1 に示した従来構造の第 2 例の場合、ナックル 1 6 に対し外輪 1 a を支持固定する為のボルト 1 8 と同数だけ、荷重センサ 2 0 を設ける必要がある。この為、荷重センサ 2 0 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。

【 0 0 1 3 】

この様な事情に鑑みて本発明者等は先に、複列アンギュラ型玉軸受である転がり軸受ユニットを構成する 1 対の列の転動体（玉）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を行なった（特願 2 0 0 4 - 7 6 5 5 号 = 第一の先発明）。この先発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置の場合、上記両列の転動体の公転速度を求めるのに、これら両列の転動体を保持した保持器の回転速度を検出する事が、この公転速度を高分解能で求める面から有効である。又、片列の転動体の公転速度とハブの回転速度とから、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就いても、特願 2 0 0 3 - 1 2 0 0 7 2 号（= 第二の先発明）に開示されている。

【 0 0 1 4 】

上記各先発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置を実施する場合には、複数の速度検出用センサの検出信号の取り出しを効率良く行なう構造の実現が望まれる。即ち、上記第一の先発明の様に、上記両列の転動体の公転速度に基づいて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為には、少なくとも（回転輪の回転速度が一定の場合でも）速度検出用センサが 2 個必要になる。更に、回転輪の回転速度が変動する場合に、この変動に拘らず上記各荷重を測定する為には、この回転輪の回転速度を測定する為の速度検出用センサを含めて、合計 3 個の速度検出用センサが必要になる。又、上記第二の先発明の様に、片列の転動体の公転速度とハブの回転速度とから、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場合でも、それぞれ 1 個ずつの公転速度検出用センサと回転速度検出用センサとの、2 個の速度検出用センサが必要になる。

【 0 0 1 5 】

この様に複数個の速度検出用センサの出力信号を互いに独立したケーブル（電源線、グラウンド線、出力信号を送る出力信号線等を束ねた線）により送る場合、図 2 2（A）、図 2 3（A）に示す様に、これら各速度検出用センサ（公転速度検出用センサ A 及び B、回転速度検出用センサ C）の検出信号を、それぞれ専用のケーブルにより演算器に送る事も考えられる。尚、図 2 2 は、各速度検出用センサの検出信号を電圧出力として送る場合を、図 2 3 は同じく検出信号を電流出力として送る場合を、それぞれ示している。但し、この場合には、上記ケーブルが複数本必要となる為、材料費、組み付け工数の増大によりコストが嵩むだけでなく、重量の増大により、走行安定性や燃費性能を中心とする、自動車の走行性能を悪化させる原因となる為、好ましくない場合がある。又、図 2 2（B）、図 2 3（B）に示す様に、電源線、出力信号線等の複数の線を 1 本のケーブル内に束ねても、このケーブルが太くなる等、上述した場合と同様に好ましくない。又、図 2 2（C）、図 2 3（C）に示す様に、電源線や接地線（グラウンド線）をセンサユニット内で接続する場合でも、上記速度検出用センサの数だけ出力信号を送る出力信号線が必要である為、上述の場合と同様の不都合を生じる。これに対して、上記各速度検出用センサの検出信号を合成（重畳）して 1 本の出力信号線で上記演算器に送り、この演算器でこれら各速度検出用センサの検出信号に分離すれば、上記ケーブルの使用本数を削減できるだけでなく、このケーブル内の出力信号線の本数も低減できる。そして、材料費、組み付け工数の削減によりコストを低減できる他、重量の低減により、走行安定性や燃費性能を中心とする、自

10

20

30

40

50

動車の走行性能の向上も図れる。

【 0 0 1 6 】

複数の信号を重畳して送信し、受信側で分離する技術として従来から、F M波の様な、変調と復調とを行なう技術が知られている。但し、自動車の車輪支持用転がり軸受ユニットに組み込むセンサユニットの如く、設置スペースが極く限られた部分に、変調器を組み込む事は現実的ではない。そこで、上記センサユニットの如く限られた設置空間内で上記各速度検出用センサの検出信号を合成（重畳）して出力信号線を1本にしたケーブルで上記演算器に送り、この演算器でこれら各速度検出用センサの検出信号に分離する事が考えられる。この場合に、転がり軸受ユニットの荷重測定装置の信頼性を向上させる為には、上記1本の出力信号線を含むケーブルが切断された事を、車体側に設けた制御器で検知可能にする事が好ましい。特許文献4には、複数のセンサを検出信号を合成して1本の信号線により送る発明、並びにこの信号線の断線を検知する信号合成技術に関する発明が記載されている。但し、上記特許文献4には、この信号合成技術を転がり軸受ユニットに加わる荷重を測定する為の構造に適用する事に就いては記載されていない。

10

【 0 0 1 7 】

【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

【特許文献4】特開2001-43475号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 8 】

本発明は、上述の様な事情に鑑みて、少なくとも1個の公転速度検出用センサと、他の公転速度検出用センサ或は回転速度検出用センサとを含む複数の速度検出用センサの信号を合成して出力信号線を1本にしたケーブルにより送る構造を実現すると共に、必要に応じて、この1本の出力信号線を含むケーブルが切断された事を車体側に設けた制御器で検知可能な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】

【 0 0 1 9 】

本発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置は、静止輪と、回転輪と、複数個の転動体と、公転速度検出用センサ及び速度検出用センサ（請求項8に記載した発明の場合には1対の公転速度検出用センサ）と、合成回路（請求項8に記載した発明の場合には加算回路）と、分離回路と、演算器とを備える。

30

このうちの静止輪は、使用時にも回転しない。

又、上記回転輪は、この静止輪と同心に配置されて使用時に回転する。

又、上記各転動体は、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ（請求項8に記載した発明の場合には複列ずつ）形成された静止側軌道と回転側軌道との間に、接触角を付与した状態で（請求項8に記載した発明の場合には両列同士の間で接触角の方向を互いに逆にした状態で）設けられている。

又、公転速度検出用センサ及び速度検出用センサのうち、公転速度検出用センサは上記転動体の公転速度を、上記速度検出用センサは、この公転速度検出用センサ以外に、上記回転輪の回転速度に対応して変化する速度を（請求項8に記載した発明の場合には上記両公転速度検出用センサは、上記両列の転動体の公転速度を）、それぞれ検出する。

40

又、上記加算回路は、上記速度検出用センサの検出信号と上記公転速度検出用センサの検出信号とを合成して（請求項8に記載した発明の場合には、上記両公転速度検出用センサの検出信号を合成し、更に既知の電圧を足し合わせて）1本の出力信号線に送り込む。

又、上記分離回路は、この1本の出力信号線を通じて送られて来る、上記速度検出用センサの検出信号と上記公転速度検出用センサの検出信号とを分離して、これら両センサの検出信号を（請求項8に記載した発明の場合には、上記両公転速度検出用センサの検出信号を分離して、これら両公転速度検出用センサの検出信号を）取り出す。

50

更に、上記演算器は、上記分離回路から送り込まれる、上記速度検出用センサの検出信号と上記公転速度検出用センサの検出信号とに見合う信号に基づいて（請求項 8 に記載した発明の場合には、上記両公転速度検出用センサの検出信号に見合う信号に基づいて）、上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重を算出する。

【発明の効果】

【0020】

上述の様に構成する本発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置によれば、転動体の公転速度と、この公転速度以外で、回転輪の回転速度に対応して変化する速度とを（請求項 8 に記載した発明の場合には、両列の転動体の公転速度を）検出する事により、上記転がり軸受ユニットに負荷される荷重を測定できる。即ち、玉軸受の如き転がり軸受ユニットに荷重が負荷されると、転動体（玉）の接触角が変化し、この転動体の公転速度が変化する。そこで、この公転速度の変化を検出すれば、静止輪と回転輪との間に作用する荷重を求められる。

10

【0021】

又、本発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置によれば、公転速度センサと速度検出用センサとを（請求項 8 に記載した発明の場合には、1 対の公転速度検出用センサを含めた複数の速度検出用センサを）使用するにも拘らず、ケーブルの使用本数を、各速度検出用センサ毎に必要とするケーブルの合計本数よりも少なく抑えられる。しかも、速度検出用センサの検出信号を合成（重畳）して 1 本の出力信号線で送る為、上記ケーブル内の電線の数も削減できる。この為、転がり軸受ユニットの荷重測定装置の組立作業の容易化、重量並びに製造コストの低減を図れる。

20

【0022】

更に、本発明のうちで、請求項 8 に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置によれば、総ての速度検出用センサが検出信号を発していない場合でも、加算回路から上記出力信号線に、少なくとも既知の電圧分の信号が送り込まれる。従って、分離回路を設けた、この信号を受け取る側で、この既知の電圧分の信号が送られて来るか否かを見れば、上記出力信号線を含むケーブルが断線しているか否かを判定できる。

【0023】

即ち、上記加算器が、上記各速度検出用センサの検出信号を合成したものに、更に既知の電圧（ $V_{ref}$ ）を足し合わせているので、加算器から上記出力信号線に送り込まれる合成信号は、仮に総ての速度検出用センサの出力が 0 であっても、 $V_{ref}$  なる既知の電圧を有する。但し、上記出力信号線を含むケーブルが断線した場合には、この出力信号から上記分離回路側には何らの信号も送り出されなくなる（信号電圧が 0 V となる）。又、上記ケーブル内の電源線及び接地線（グランド線）が断線した場合も、信号電圧が 0 V となる。従って、この分離回路側で上記出力信号線を通じて送られてくる信号の有無（電圧が 0 であるか否か）を判定すれば、上記各速度検出用センサの検出信号の状態に関係なく、何れの瞬間に於いても、上記出力信号線、電源線、接地線を含む上記ケーブルが断線しているか否かを確実に判断できる。この結果、上記各速度検出用センサを組み込んだ転がり軸受ユニットの荷重測定装置の信頼性を更に向上できる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0024】

本発明のうちの請求項 1 に記載した発明を実施する場合に、例えば、請求項 2 に記載した様に、公転速度検出用センサと速度検出用センサとを何れも、公転速度或は回転輪の回転速度に応じて変化する速度に応じて電圧を変化させる電圧出力型のセンサとする。そして、上記両センサと、演算器を含む制御器とを、それぞれ 1 本ずつの出力信号線と電源線と接地線との、合計 3 本の線により結ぶ。

この様に構成すれば、検出信号の合成と分離とを簡単な回路で行なえて、しかも検出信号を得る為の線の数を少なく抑えられる。

【0025】

或は、請求項 3 に記載した様に、公転速度検出用センサと速度検出用センサとを何れも

50



、公転速度或は回転輪の回転速度に応じて変化する速度に応じて電流を変化させる電流出力型のセンサとする。そして、上記両センサと演算器を含む制御器とを、電源線と、出力信号線である電流線との、合計 2 本の線により結ぶ。

この様に構成すれば、検出信号の合成と分離とを行なう為の回路が多少複雑にはなるが、検出信号を得る為の線の数より少なくできる。

【0026】

尚、回転輪の回転速度に対応して変化する速度は、例えば、請求項 4 に記載した様に、この回転輪自身の回転速度とする。

或は、請求項 5、6 に記載した様に、静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ複列ずつ形成された静止側軌道と回転側軌道との間にそれぞれ複数個ずつの転動体を、これら両列同士の間で接触角の方向を互いに逆にした状態で設ける。そして、回転輪の回転速度に対応して変化する速度を、請求項 5 に記載した様に、何れかの列の転動体の公転速度とするか、請求項 6 に記載した様に、何れかの列の転動体の公転速度及び回転輪自身の回転速度とする。

【0027】

又、好ましくは、請求項 7 に記載した様に、演算器を含む制御器に、出力信号線から送られて来る合成信号に基づいてこの出力信号線を含むケーブルの断線の有無を判定する判定回路を設ける。そして、この判定回路に、上記合成信号の電圧又は電流が合成回路により速度検出用センサの検出信号に足し合わされる既知の電圧又は電流よりも小さい場合に、上記ケーブルに断線有りとの信号を出力する機能を持たせる。

この様に構成すれば、請求項 8 に記載した発明の場合と同様に、出力信号線を含むケーブルが断線しているか否かを判定して、荷重測定装置の信頼性を確保できる。

【0028】

又、請求項 8 に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項 9 に記載した様に、演算器は、一方の列の転動体の公転速度と他方の列の公転速度との比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する。

この様に構成すれば、上記回転輪の回転速度の変化に拘らず、転がり軸受ユニットに加わるアキシャル荷重を求められる。

【0029】

又、請求項 8 に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項 10 に記載した様に、上記回転輪の回転速度を検出する回転速度検出用センサを備える。そして、加算回路は、この回転速度検出用センサの検出信号と 1 対の公転速度検出用センサの検出信号とを合成するものとする。又、分離回路は、これら 3 個の速度検出用センサの検出信号を分離する機能を有するものとする。

この様に構成すれば、転がり軸受ユニットに負荷される荷重をより精度良く測定でき、組立作業の容易化、重量並びに製造コストの低減を図れ、しかも出力信号線等を含むケーブルの断線の有無を確実に判定できる構造を実現できる。

【0030】

上述の様な請求項 10 に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項 11 に記載した様に、複数個の速度検出用センサを、M I D ( Molded Interconnection Device ) 基板と金属ベース基板とのうちから選択された三次元構造のプリント基板に実装する。

この様に構成すれば、上記各速度検出用センサの組み付け作業の容易化と、これら各速度検出用センサの組み付け部分の信頼性向上と、ケーブル内の出力信号線の削減による重量並びにコストの低減とを図れる。

【0031】

上記 M I D 基板とは、合成樹脂等の絶縁材製の射出成形品の表面に、電気線路及び電極を形成した三次元電気回路である。この様な M I D 基板は、従来の二次元回路を多層化したものとは異なり、成形品と電気回路とを一体化したものであり、この電気回路の配置を所望通りにできる等、自由度の大きい製品設計が可能である。従って、M I D 基板に 1 対の公転速度検出用センサを実装すれば、これら両公転速度検出用センサの組み付け作業、

10

20

30

40

50

ケーブルとの接続作業が容易になる他、これら両公転速度検出用センサ同士の間での出力信号線、電源線、接地線等の共通化も容易に行なえる。又、これら出力信号線等を含むケーブルの取り出しはセンサユニットから直接ケーブルを出し、その先端に接続用コネクタを設けても良いが、上記 M I D 基板にコネクタも一体的に設ければ、更なる組立工数の低減や防水性の向上を図れる。

#### 【 0 0 3 2 】

又、金属ベース基板は、鋼板等の金属板の表面に絶縁層を設け、この絶縁層の表面に電気線路及び電極を形成したものである。この様な金属ベース基板は、加工性が良好で、折り曲げ等の機械加工を施す事により、立体配線板（３次元基板）として使用できる。従って、上記 M I D 基板と同様に、電気回路の配置を所望通りにできる等、自由度の大きい製品設計が可能であり、M I D 基板を使用した場合と同様に、両公転速度検出用センサの組み付け作業、ケーブルとの接続作業が容易になる他、これら両公転速度検出用センサ同士の間での出力信号線、電源線、接地線等の共通化も容易に行なえる。しかも、上記金属ベース基板の場合は、熱伝導性が良好である為、電子部品の発熱による昇温を抑える事ができる。又、上記各公転速度検出用センサが、磁気変化に基づいて両列の転動体の公転速度を検出するものである場合、金属ベース基板を使用する事により、これら両列同士の間で磁気の干渉が生じる事を防止（電磁シールド性を確保）して、上記公転速度検出に関する信頼性の向上を図れる。金属ベース基板の材料は、亜鉛メッキ鋼板等の鉄系金属、アルミニウム、銅、ステンレス鋼等の何れも採用可能である。但し、磁気検知式の公転速度検出用センサを使用する場合には、上記磁気の干渉防止の面から、亜鉛メッキ鋼板等の鉄系金属製の基板を使用する事が好ましい。

#### 【 0 0 3 3 】

又、好ましくは、請求項 1 2 に記載した様に、静止輪と回転輪とのうちの一方の軌道輪を外輪相当部材とし、他方の軌道輪を内輪相当部材とし、各転動体を玉とする。そして、それぞれ特性を円周方向に関して交互に変化させた 1 対の公転速度検出用エンコーダを、上記各玉を保持した 1 対の保持器の互いに対向する側面に、これら両保持器と同心に支持固定する。又、1 対の公転速度検出用センサを、上記 1 対の公転速度検出用エンコーダ同士の間配置して、これら両公転速度検出用センサの検出部を、上記両公転速度検出用エンコーダの互いに対向する側面に対向させる。更に、上記内輪相当部材の外周面に形成された複列アンギュラ型の内輪軌道と上記外輪相当部材の内周面に形成された複列アンギュラ型の外輪軌道との間にそれぞれ複数個ずつ設けられた玉に、背面組み合わせ型の接触角を付与する。

この様に構成すれば、1 対の公転速度検出用センサの配置を効率良く行なって、転がり軸受ユニットの荷重測定装置全体としてのコンパクト化を図れる。

#### 【 0 0 3 4 】

そして、上記演算器は、一方の列の転動体の公転速度と他方の列の転動体の公転速度との和と、上記回転輪の回転速度との比に基づいて、上記静止輪と上記回転輪との間に加わるラジアル荷重を算出する（請求項 1 3 に記載した発明の場合）か、一方の列の転動体の公転速度と他方の列の転動体の公転速度との差と、上記回転輪の回転速度との比に基づいて、上記静止輪と上記回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する（請求項 1 4 に記載した発明の場合）。

この様に構成すれば、上記回転輪の回転速度の変動に拘らず、転がり軸受ユニットに加わる荷重（ラジアル荷重及びスラスト荷重）を、より正確に求められる。

#### 【 0 0 3 5 】

又、請求項 8 に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項 1 5 に記載した様に、転がり軸受ユニットを、自動車の懸架装置に車輪を回転自在に支持する為のハブユニットとする。

この様に構成すれば、自動車の車輪に加わる荷重を精度良く検出して、この自動車の走行安定性を確保する為の制御を効果的に行なえる。

又、この様な請求項 1 5 に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項 1 6 に記

載した様に、車体側に、出力信号線から送られて来る合成信号の電圧に基づいてこの出力信号線を含むケーブルの断線の有無を判定する判定回路を設ける。そして、この判定回路は、上記合成信号の電圧が加算回路により速度検出用センサの検出信号に足し合わされる既知の電圧よりも小さい場合に、上記ケーブルに断線有りとの信号を出力する機能を有する。

この様に構成すれば、上記ケーブルの断線の有無を効果的に判定できる。

#### 【0036】

更に、請求項8に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項17に記載した様に、上記速度検出用センサの検出信号の電圧の最大値を互いに異ならせる事により、互いに足し合わされた検出信号の分離を可能とする。そして、上記速度検出用センサの検出信号に足し合わされる既知の電圧は、これら速度検出用センサの検出信号のうち、その最大値が最も小さい検出信号の最大値よりも小さく、これら速度検出用センサの検出信号の最小値（後述するLOW時の出力値）よりも大きくする。

この様に構成すれば、上記速度検出用センサの検出信号の合成及び分離と、上記ケーブルの断線の有無の判定とを、容易且つ確実にこなせる。

#### 【0037】

即ち、上記各速度検出用センサの検出部に一般的に使用されるホールICやMR素子等の磁気検出素子の出力方式は、オープンコレクタ（オープンドレイン）出力が多く、そのLOW時の出力（トランジスタ又はFETがON状態での出力）は、僅かながら電圧（出力飽和電圧）を有する（センサによって異なるが、通常0.1V程度）。この出力飽和電圧は、ばらつきがあり、使用環境によっても異なる。従って、上記既知の電圧（ $V_{ref}$ ）は、例えば0.2V程度以上と、出力飽和電圧よりも確実に大きくして、断線検出の精度を高くする事が好ましい。この様にすれば、上記ケーブルの断線の有無を確実に判定できる。これに対して、上記既知の電圧（ $V_{ref}$ ）が低すぎると、上記LOW時の出力とあまり変わらず、この既知の電圧 $V_{ref}$ を加える事の意味が薄れる。具体的には、断線していない場合にも断線していると判断する等、断線有無の判断に関して誤動作の危険を生じる。但し、上記既知の電圧 $V_{ref}$ は、上述の様に、それぞれの信号を合成する複数の速度検出用センサのうち、その最大値が最も小さい検出信号の最大値よりも小さく設定する。上記既知の電圧 $V_{ref}$ この最大値以上にすると、合成した複数の信号を分離する事が難しくなる。

#### 【実施例】

#### 【0038】

図1～19は、本発明の実施例を示している。本実施例は、自動車の従動輪（FR車、RR車、MD車の前輪、FF車の後輪）を支持する為の転がり軸受ユニットに加わる荷重（ラジアル荷重及びアキシアル荷重）を測定する為の転がり軸受ユニットの荷重測定装置に本発明を適用した場合に就いて示している。この転がり軸受ユニット自体の構成及び作用は、前述の図20に示した従来構造と同様であるから、同等部分には同一符号を付して重複する説明を省略若しくは簡略にし、以下、本例の特徴部分を中心に説明する。

#### 【0039】

回転輪であり内輪相当部材であるハブ2の外周面に形成した、それぞれが回転側軌道である複列アンギュラ型の内輪軌道8、8と、静止輪であり外輪相当部材である外輪1の内周面に形成した、それぞれが静止側軌道である複列アンギュラ型の外輪軌道7、7との間に、それぞれ転動体（玉）9a、9bを複列（2列）に分けて、各列毎にそれぞれ複数個ずつ、保持器21a、21bにより保持した状態で転動自在に設ける事により、上記外輪1の内径側に上記ハブ2を、回転自在に支持している。この状態で上記各列の転動体9a、9bには、互いに逆方向で、且つ、同じ大きさの接触角 $\alpha$ 、 $\beta$ （図2、9）が付与されて、背面組み合わせ型の、複列アンギュラ型玉軸受を構成する。上記各列の転動体9a、9bには、使用時に加わるアキシアル荷重によって喪失する事が無い程度に十分な予圧を付与している。この様な転がり軸受ユニットの使用時には、上記外輪1を懸架装置に支持固定し、上記ハブ2の回転側フランジ3に制動用のディスクと車輪のホイールとを支

持固定する。

【0040】

上述の様な転がり軸受ユニットを構成する上記外輪1の軸方向中間部で上記複列の外輪軌道7、7の間部分に取付孔10aを、この外輪1を径方向に貫通する状態で形成している。そして、この取付孔10aにセンサユニット22を、上記外輪1の径方向外方から内方に挿通し、このセンサユニット22の先端部に設けた検出部23を、上記外輪1の内周面から突出させている。この検出部23には、1対の公転速度検出用センサ24a、24bと、1個の回転速度検出用センサ15aとを設けている。

【0041】

このうちの各公転速度検出用センサ24a、24bは、上記複列に配置された転動体9a、9bの公転速度を測定する為のもので、上記検出部23のうち、上記ハブ2の軸方向（図1～2の左右方向）に関する両側面に、それぞれの検出面を配置している。本例の場合、上記各公転速度検出用センサ24a、24bは、上記複列に配置された各転動体9a、9bの公転速度を、前記各保持器21a、21bの回転速度として検出する。この為に本例の場合には、これら各保持器21a、21bを構成するリム部25、25を、互いに対向する側に配置している。そして、これら各リム部25、25の互いに対向する面に、それぞれが円輪状である公転速度検出用エンコーダ26a、26bを、全周に互り添着支持している。これら各エンコーダ26a、26bの被検出面の特性は、円周方向に関して交互に且つ等間隔で変化させて、上記各保持器21a、21bの回転速度を上記各公転速度検出用センサ24a、24bにより検出自在としている。

10

20

【0042】

この為に、これら各公転速度検出用センサ24a、24bの検出面を、上記各公転速度検出用エンコーダ26a、26bの被検出面である、互いに対向する面に近接対向させている。尚、これら各公転速度検出用エンコーダ26a、26bの被検出面と上記各公転速度検出用センサ24a、24bの検出面との距離（検出隙間）は、上記各保持器21a、21bのポケットの内面と上記各転動体9a、9bの転動面との間の隙間であるポケット隙間よりも大きく、2mm以下とする事が好ましい。上記検出隙間がポケット隙間以下になると、上記各保持器21a、21bがこのポケット隙間分変位した場合に、上記被検出面と上記検出面とが擦れ合う可能性を生じる為、好ましくない。反対に、上記検出隙間が2mmを越えると、上記各公転速度検出用センサ24a、24bにより上記各公転速度検出用エンコーダ26a、26bの回転を正確に測定する事が難しくなる。

30

【0043】

一方、前記回転速度検出用センサ15aは、回転輪である前記ハブ2の回転速度を測定する為のもので、上記検出部23の先端面、即ち、上記外輪1の径方向内端面に、その検出面を配置している。又、上記ハブ2の中間部で前記複列の内輪軌道8、8同士の間、円筒状の回転速度検出用エンコーダ27を外嵌固定している。上記回転速度検出用センサ15aの検出面は、この回転速度検出用エンコーダ27の被検出面である、外周面に対向させている。この回転速度検出用エンコーダ27の被検出面の特性は、円周方向に関して交互に且つ等間隔で変化させて、上記ハブ2の回転速度を上記回転速度検出用センサ15aにより検出自在としている。上記回転速度検出用エンコーダ27の外周面と上記回転速度検出用センサ15aの検出面との間の測定隙間に関しても、2mm以下に抑える。

40

【0044】

尚、上記各エンコーダ26a、26b、27としては、従来からABSやTCSの制御用の信号を得るべく、車輪の回転速度を検出する為に利用していた各種構造のものを使用できる。例えば、上記各エンコーダ26a、26b、27として、図3に示す様に、被検出面（側面又は外周面）にN極とS極とを交互に且つ等間隔に配置した、多極磁石製のものが、好ましく使用できる。但し、単なる磁性材製のエンコーダや、光学的特性を円周方向に互って交互に且つ等間隔に変化させたものも、（光学式の回転速度検出用センサと組み合わせる事で）使用可能である。上記各エンコーダ26a、26b、27として何れの構造を使用した場合でも、各回転速度検出用センサの検出信号は、回転速度に比例した周

50

波数で変化する。

【0045】

本実施例の場合には、上記各公転速度検出用エンコーダ26a、26bとして、被検出面である軸方向側面にS極とN極とを交互に且つ等間隔で配置した、円輪状の永久磁石を使用している。この様な各公転速度検出用エンコーダ26a、26bは、別途造られた上記各保持器21a、21bのリム部25、25の側面に接着により結合固定したり、或はこれら各保持器21a、21bを射出成形する際にキャビティ内に上記各公転速度検出用エンコーダ26a、26bをセットしておく事で、インサート成形する。何れの方法を採用するかは、コスト及び要求される結合強度等に応じて選択する。尚、永久磁石から発生する磁束密度を大きくする為に、上記リム部25、25の側面と上記各公転速度検出用エンコーダ26a、26aの側面との間に磁性体を設けても良い。

10

【0046】

又、何れも回転速度を検出するセンサである、上記各公転速度検出用センサ24a、24b及び上記回転速度検出用センサ15aとしては、磁気式の回転速度検出用センサが、好ましく使用できる。又、この磁気式の回転速度検出用センサとしては、ホール素子、ホールIC、磁気抵抗素子(MR素子、GMR素子)、MI素子等の磁気検出素子を組み込んだアクティブ型のものが、好ましく使用できる。又、この様な磁気検出素子は、ICパッケージ化する事が好ましいが、この場合のICパッケージは、SMTでもリード型でも良い。この様な磁気検出素子を組み込んだアクティブ型の回転速度検出用センサを構成するには、例えば、この磁気検出素子の一側面を、直接又は磁性材製のステータを介して永久磁石の着磁方向一端面に突き当て(磁性材製のエンコーダを使用する場合)、上記磁気検出素子の他側面を、直接又は磁性材製のステータを介して、上記各エンコーダ26a、26b、27の被検出面に対向させる。尚、本例の場合、永久磁石製のエンコーダを使用するので、センサ側の永久磁石は不要である。

20

【0047】

上記各エンコーダ26a、26b、27として何れの型式のものを採用し、上記各センサ24a、24b、15aとして何れの型式のものを採用するかに拘らず、本実施例の場合には、これら各センサ24a、24b、15aを、図4~8に示す様に、MID基板28に実装している。このMID基板28は、合成樹脂を射出成形する事により全体をコ字形として一体に造られたもので、間隔をあけて互いに平行に配置された1対の基板部29a、29bと、これら両基板部29a、29bの一端縁同士を互いに連結する連結部30とを備える。この様なMID基板28のうち、上記両基板部29a、29b及びこの連結部30の表面を含めた部分の表面には、銅等の金属箔により、電気線路及び電極を形成して、三次元電気回路を構成している。

30

【0048】

上記各センサ24a、24b、15aのうち、1対の公転速度検出用センサ24a、24bは、上記両基板部29a、29bの外側面(互いに反対側の側面)の一端寄り部分に実装している。又、回転速度検出用センサ15aも、上記連結部30の外側面(上記両基板部29a、29bの折れ曲がり方向とは逆側の面)の中央部に実装している。即ち、上記各センサ24a、24b、15a毎に複数の端子を、上記電気線路の一部にハンダ付する事で、これら各センサ24a、24b、15aを上記MID基板28に結合固定している。又、これら各センサ24a、24b、15aの端子と導通した上記各電気線路の端部は、一方(図4、5の右方)の基板部29bの他端部(図4~6の上端部)に達している。更に、この基板部29bの他端部及び上記各電気線路の端部の互いに整合する部分には、この基板部29bの厚さ方向に貫通する貫通孔(スルーホール)31、31を、複数個(図示の例では3個)形成している。

40

【0049】

この様な貫通孔31、31には、上記各センサ24a、24b、15aに電力を供給したり、或はこれら各センサ24a、24b、15aの検出信号を取り出す為の、複数本(図示の例では3本)の電線32、32aの導線の端部を挿通している。そして、これら各

50

電線 3 2、3 2 a の導線の端部と上記各電気線路の端部とをハンダ付する事で、上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a への電力供給と、これら各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の検出信号の取り出しとを自在としている。尚、図示の例では、これら各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の検出信号の取り出す為の電線である出力信号線 3 2 a を 1 本、これら各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a への電力供給を行なう為の電線 3 2 である電源線を 1 本、共通のグランド線となる電線 3 2 を 1 本、それぞれ設けている。又、これら各電線 3 2、3 2 a は、上記 M I D 基板 2 8 の中央側から取り出して、これら各電線 3 2、3 2 a がこの M I D 基板 2 8 から（図 5 の右方に）はみ出さない様にしている。

#### 【0050】

上述の様にして上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a を実装した、上記 M I D 基板 2 8 は、図 5、6 に示す様に、合成樹脂製のホルダ 3 3 の先端部分に包埋支持して、前記センサユニット 2 2 とする。このセンサユニット 2 2 は、前記取付孔 1 0 a を通じて前記外輪 1 内に挿入される挿入部 3 4 と、この挿入部 3 4 の基端部（図 5、6 の上端部）に設けられた取付フランジ 3 5 と、この取付フランジ 3 5 の外側面（上記挿入部 3 4 と逆側の面で、図 5、6 の上面）中央部に設けられた取り出し部 3 6 とを備える。そして、この取り出し部 3 6 から、1 本のケーブル 3 7 を取り出している。このケーブル 3 7 は、図 1 3 に示す様に、信号取り出し用の 1 本の出力信号線 3 2 a と電力供給用の 2 本の電線 3 2、3 2（電源線及び接地線）を含む、複数本の電線 3 2、3 2 a を束ねたものである。上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a と、上記ケーブル 3 7 を構成する、信号取り出し用の 1 本の出力信号線 3 2 a との間には、後述する加算回路 4 0 を設けて、この 1 本の出力信号線 3 2 a に、合成信号を送り込む様にしている。又、上記取付フランジ 3 5 の四隅部には、この取付フランジ 3 5 を上記外輪 1 の外周面に固定する為のねじを挿通する為の通孔 3 8、3 8 を形成している。

#### 【0051】

尚、上記挿入部 3 4 の断面形状は、図 8 に示す様に、互いに平行な 1 対の平坦面 3 9、3 9 の両端縁同士を凸曲面で連続させた、小判形としている。そして、上記 1 対の公転速度検出用センサ 2 4 a、2 4 b の検出部を、上記各平坦面 3 9、3 9 部分に配置している。この構成により、上記挿入部 3 4 中に包埋した上記各公転速度検出用センサ 2 4 a、2 4 b の検出部を、前記各公転速度検出用エンコーダ 2 6 a、2 6 b の被検出面に近接対向させられる様にしている。尚、前記両基板部 2 9 a、2 9 b の両端縁部は、外側面に向かう程互いの間隔が狭くなる方向に傾斜させて、これら両基板部 2 9 a、2 9 b の外側面の幅寸法が必要以上に大きくならない様にしている。そして、これら両基板部 2 9 a、2 9 b が、上記ホルダ 3 3 中に完全に包埋される様にしている。

#### 【0052】

上述の様なセンサユニット 2 2 を含んで構成する、本実施例の転がり軸受ユニットの荷重測定装置の場合、上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の検出信号は、図 1 0 に示す様に、1 本の出力信号線（電線）3 2 a により、車体側に送る様に構成している。即ち、上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の検出信号を、図 1 5 に示す様に、電圧の（デジタル的な）変化によるものとし、これら各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の検出信号を加算回路 4 0 で合成し一つの信号としてから前記 1 本の出力信号線 3 2 a に送り込み、受信側である演算器にまで送る。そして、この演算器側で、合成された信号を分離回路（復調回路）4 1 で、上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の元の検出信号に戻す。この様に、上記加算回路 4 0 でこれら各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の信号出力を合成する場合に、これら各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の信号出力の電圧レベルを適切に変えれば、合成して一つになった信号から、元の検出信号を取り出す事が可能になる。

#### 【0053】

自動車の車輪支持用転がり軸受ユニットに組み込むセンサユニット 2 2 の様に、（昇圧用の変圧器等、余分な機器を組み込めない）限られたスペースに設置する事を考慮しつつ、電圧の変化として表される複数種類（本実施例の場合には 3 種類）の検出信号を合成した後、これを元の検出信号の形への分離を可能にする為には、上記各センサ 2 4 a、2 4

b、15 a の出力電圧を、次の条件(a)(b)を何れも満たす様に規制する必要がある。

(a) 上記複数種類の検出信号のうちから選択した1乃至複数種類の電圧の合計値が、何れの組み合わせを採用した場合でも互いに異なる事。

(b) 上記各センサ24 a、24 b、15 a の出力電圧の総合計が、供給電圧以下である事。

#### 【0054】

この条件で、上記各センサ24 a、24 b、15 a の出力電圧の組み合わせに就いて考えてみる。上記(b)に関して、例えば、一般的な乗用車の供給電圧は、バッテリーの12 Vであり、場合によっては9 V程度まで電圧降下する事を考慮する必要がある。このような条件の下では、一方の公転速度検出用センサ24 aの出力電圧(A出力)を2 Vとし、他

10

#### 【0055】

【表1】

出力の組み合わせ	出力合計電圧(V)
A出力	2
B出力	3
C出力	4
A出力+B出力	5
A出力+C出力	6
B出力+C出力	7
A出力+B出力+C出力	9

20

#### 【0056】

この表1に示す様に、上記各センサ24 a、24 b、15 a の出力電圧の組み合わせを、2 V、3 V、4 Vとすれば、これら各センサ24 a、24 b、15 a の出力を合成して1本の出力信号線32 aにより送信した後、これら各センサ24 a、24 b、15 a 毎の検出信号に分離(復調)する事が可能になる。又、総ての出力電圧を合計した最大電圧も9 Vであるので、バッテリーでの使用も可能である。尚、上記各センサ24 a、24 b、

30

#### 【0057】

上記各センサ24 a、24 b、15 a の出力電圧を変える為の手段は特に問わないが、これら各センサ24 a、24 b、15 a が磁気検知式のセンサである場合には、出力はオープンコレクタ(ドレイン)出力が多い事に鑑みて、出力のプルアップ抵抗に接続する電圧を変える事が考えられる。例えば供給電圧が12 Vである場合は、図11に示す様に、抵抗による分圧比で、上記各センサ24 a、24 b、15 a の出力電圧を変える事ができる。即ち、上記図11に示す様に、供給電圧 $V_{cc}$ である12 Vを、それぞれ抵抗によって1:2、1:3、1:5(抵抗を表すRの前の数字は、抵抗値の比例値を表している)に分圧すれば、上記各センサ24 a、24 b、15 a の出力電圧は、それぞれ4 V、3 V、2 Vになる。この場合、供給電圧 $V_{cc}$ が変動すると上記各センサ24 a、24 b、15 a の検出信号の電圧も変化してしまうので、上記供給電圧 $V_{cc}$ の情報を信号処理側(受信側である演算器側)に与えて、前記分離回路(復調回路)41の検出電圧設定を変える必要がある。又、上記各センサ24 a、24 b、15 a の出力電圧を変える為に、抵抗による分圧比を使わずに、定電圧レギュレータ、ツェナーダイオード等でそれぞれに対応する定電圧を作っても良い。或は、これら定電圧レギュレータ、ツェナーダイオード等で基準電圧となる定電圧を発生させて抵抗で分圧しても良い。

40

50

## 【0058】

又、上記加算回路40では、上記各センサ24a、24b、15aの出力電圧を合成すると共に、既知の電圧 $V_{ref}$  (0.2V)を、合成した信号に加算する。この様に、上記各センサ24a、24b、15aの出力電圧を合成すると共に既知の電圧 $V_{ref}$ を加算する為の加算回路40の1例を、図12に示す。この加算回路40では、抵抗Rの値を総て同じにする事により、 $V_{out} = V_1 + V_2 + V_3 + V_{ref}$ で表される出力電圧 $V_{out}$ を得られる。又、単電源用オペアンプを使用し、非反転加算回路にする事で、それぞれが磁気センサである、上記各センサ24a、24b、15aと同じ単電源での使用が可能である。従って、センサユニット22に電力を供給する為の電線32は、上記加算回路40と上記各センサ24a、24b、15aとを合わせて、1本だけで済む。

10

## 【0059】

この様な加算回路40を使用して複数の出力電圧を合成した例を、図14~15に示す。このうちの図14は、二つの出力電圧を合成(加算)した例を、図15は三つの出力電圧を合成(加算)した例を、それぞれ示している。各図の最も下の線図が合成した信号を、他の線図が単独の信号を、それぞれ示している。又、図14、15の最も下の線図のうち、破線イは、上記各センサ24a、24b、15aの出力電圧を合成したのみで、上記既知の電圧 $V_{ref}$ を加算していない信号を、同じく実線ロは、この既知の電圧 $V_{ref}$ を加算した信号を、それぞれ表している。この様な、上記図14、15の最も下の線図から、合成した信号が、各単独信号の履歴を残している事が分かる。尚、上記各センサ24a、24b、15aの出力電圧を合成して上記既知の電圧 $V_{ref}$ を加算する為の加算回路は、複数種類(図示の例では3種類)の、互いに異なった出力電圧を加算して上記既知の電圧 $V_{ref}$ を加算できれば良く、上記図11に示した構造に限定されるものではない。

20

## 【0060】

更に、図16に、分離回路(復調回路)41の構成の1例を示している。この分離回路41は、前記表1に示した様な、3個のセンサ24a、24b、15aに関する各単独の出力電圧3種類と、それぞれの合計値4種類との、合計7種類の電圧を、7個の比較器A~Gで(各比較器に設定した閾値との大小関係を)判定する様に構成している。そして、これら7個の比較器A~Gの判定結果に基づいて、上記各センサ24a、24b、15aに関する各単独の出力電圧(前記A出力、B出力、C出力)に分離、即ち、元の検出信号に復調する。尚、上記各センサ24a、24b、15aの信号は、単に変化の周期を知る為のものであり、電圧値が制御に影響するものではないので、上記既知の電圧 $V_{ref}$ の存在は、特に影響を受けるものではない。但し、何らかの理由で、この既知の電圧 $V_{ref}$ の存在が邪魔になるのであれば、上記分離回路41に送り込む前に合成信号から除く(減じる)か、或はこの分離回路41で分離してから除く事もできる。

30

## 【0061】

上記各センサ24a、24b、15aの出力を、上記表1に記載した様に、それぞれ2V、3V、4Vとした場合、上記各比較器A~Gをそれぞれウインドコンパレータで構成する。そして、これら各比較器A~Gが通過させる電圧値は、比較器Aに就いては1.6V~2.4V、比較器Bに就いては2.6V~3.4V、比較器Cに就いては3.6V~4.4V、比較器Dに就いては4.6V~5.4V、比較器Eに就いては5.6V~6.4V、比較器Fに就いては6.6V~7.4V、比較器Gに就いては8.6V~9.4Vに、それぞれ設定する。尚、上記既知の電圧 $V_{ref}$ を上記分離回路41に送り込む前に合成信号から除かない場合には、上記通過電圧は、それぞれ上記既知の電圧 $V_{ref}$ 分(例えば0.2V)ずつ高く設定する。又、上記各比較器A~Gの後段にOR回路42a、42b、42cを3個接続し、これら各比較器A~Gを通過した出力電圧を、上記各センサ24a、24b、15aに関する各単独の出力電圧(前記A出力、B出力、C出力)に分離する。この様な各OR回路42a、42b、42cは、上記各比較器A~Gで比較検出する電圧にあわせて、これら各比較器A~Gの出力と結線される。このうち、A出力を取り出す為のOR回路42aは、比較器A、D、E、Gと、B出力を取り出す為のOR回路42bは、比較器B、D、F、Gと、C出力を取り出す為のOR回路42cは、比較器C、

40

50



E、F、Gと、それぞれ接続している。

【0062】

逆に言えば、例えばA出力とB出力とが合計された信号を通過させる比較器Dは、これらA信号に対応するOR回路42aとB信号に対応するOR回路42bとに、A出力とC出力とが合計された信号を通過させる比較器Eは、これらA信号に対応するOR回路42aとC信号に対応するOR回路42cとに、それぞれ接続する。例えば、A信号とB信号とがHIGH出力（電圧が高い状態）になると、前記加算回路40から送り出される出力は5Vとなり、上記比較器Dの出力が（HIGH又はLOWに）変化する。そして、この比較器Dの出力がOR回路42a、42bに送られ、対応するA信号とB信号とが（HIGH又はLOWに）変化し、元の信号に復調できる。尚、上記加算回路40で合成された信号を元の信号に戻す為の分離回路は、図16に示す様な構造に限定されるものではない。例えば、デジタル回路で行っても、或はCPUを用いても良い。

【0063】

上述の様に、上記加算回路40で合成し、前記1本の出力信号線32aで車体側に送られてから前記分離回路42により分離された、前記各センサ24a、24b、15aの検出信号は、図示しない演算器に入力する。そして、この演算器が、これら各センサ24a、24b、15aから送り込まれる検出信号に基づいて、前記外輪1と前記ハブ2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24a、24bが検出する各列の転動体9a、9b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15aが検出する上記ハブ2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24a、24bが検出する各列の転動体9a、9bの公転速度の比に基づいて、又は、これら各列の転動体9a、9b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15aが検出する上記ハブ2の回転速度との比に基づいて算出する。この点に就いて、図9を参照しつつ説明する。尚、以下の説明は、アキシアル荷重 $F_a$ が加わらない状態での、上記各列の転動体9a、9bの接触角 $\alpha_a$ 、 $\alpha_b$ が互いに同じであるとして行なう。

【0064】

図9は、前述の図1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8、8と複列の外輪軌道7、7との間に複列に配置された転動体9a、9b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 $F_r$ 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 $F_a$ が加わる。これら予圧 $F_0$ 、 $F_0$ 、ラジアル荷重 $F_r$ 、アキシアル荷重 $F_a$ は、何れも上記各転動体9a、9bの接触角（ $\alpha_a$ 、 $\alpha_b$ ）に影響を及ぼす。そして、この接触角 $\alpha_a$ 、 $\alpha_b$ が変化すると、これら各転動体9a、9bの公転速度 $n_c$ が変化する。これら各転動体9a、9bのピッチ円直径をDとし、これら各転動体9a、9bの直径をdとし、上記各内輪軌道8、8を設けたハブ2の回転速度を $n_i$ とし、上記各外輪軌道7、7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。

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

【0065】

この(1)式から明らかな通り、上記各転動体9a、9bの公転速度 $n_c$ は、これら各転動体9a、9bの接触角（ $\alpha_a$ 、 $\alpha_b$ ）の変化に応じて変化するが、上述した様にこの接触角 $\alpha_a$ 、 $\alpha_b$ は、上記ラジアル荷重 $F_r$ 及び上記アキシアル荷重 $F_a$ 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 $F_r$ 及びアキシアル荷重 $F_a$ に応じて変化する。本例の場合、上記ハブ2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 $F_r$ に関しては、大きくなる程上記公転速度 $n_c$ が遅くなる。又、アキシアル荷重 $F_a$ に関しては、このアキシアル荷重 $F_a$ 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 $F_a$ 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  $F_r$  及びアキシアル荷重  $F_a$  を求められる事になる。

【0066】

但し、上記公転速度  $n_c$  の変化に結びつく上記接触角 は、上記ラジアル荷重  $F_r$  と上記アキシアル荷重  $F_a$  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2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  $F_r$ 、上記アキシアル荷重  $F_a$ 、予圧  $F_0$ 、 $F_0$ 、ハブ2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  $n_c$  を正確に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  $F_r$ 、アキシアル荷重  $F_a$ 、ハブ2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

【0067】

このような事情に鑑みて本実施例の場合には、前述した様に、ラジアル荷重  $F_r$  を求める場合には、前記各公転速度検出用センサ24a、24bが検出する各列の転動体9a、9bの公転速度の和を求める事で、上記アキシアル荷重  $F_a$  の影響を少なくしている。又、アキシアル荷重  $F_a$  を求める場合には、上記各列の転動体9a、9bの公転速度の差を求める事で、上記ラジアル荷重  $F_r$  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15aが検出する上記ハブ2の回転速度  $n_i$  との比に基づいて上記ラジアル荷重  $F_r$  又は上記アキシアル荷重  $F_a$  を算出する事により、上記ハブ2の回転速度  $n_i$  の影響を排除している。但し、上記アキシアル荷重  $F_a$  を、上記各列の転動体9a、9bの公転速度の比に基づいて算出する場合には、上記ハブ2の回転速度  $n_i$  は、必ずしも必要ではない。

20

【0068】

本実施例の場合には、前述の様に、1対の公転速度検出用センサ24a、24bと1個の回転速度検出用センサ15aとの、合計3個の速度検出用センサ24a、24b、15aを使用するにも拘らず、懸架装置側（ばね下）に設けるユニットと、車体側（ばね上）に設けるユニットとの間に設けるケーブル37内の出力信号線32aの本数を1本のみに抑えている。この為、転がり軸受ユニットの荷重測定装置の組立作業の容易化、重量並びに製造コストの低減を図れる。

30

【0069】

更に、本実施例の場合には、総ての速度検出用センサ24a、24b、15aが検出信号を発していない場合でも、前記加算回路40から上記出力信号線32aに、少なくとも前記既知の電圧  $V_{ref}$  分の信号が送り込まれる。従って、前記分離回路41を設けた、この信号を受け取る側で、上記既知の電圧  $V_{ref}$  分の信号が送られて来るか否かを見れば、上記出力信号線32aを含むケーブル37が断線しているか否かを判定できる。この為、転がり軸受ユニットの荷重測定装置の信頼性の向上を図れる。尚、速度検出用センサ24a、24b、15aの出力飽和電圧は、構造により多少異なるが、通常0.1V程度である。この出力飽和電圧を利用する事により、上記出力信号線32a内に送り込む信号に上記既知の電圧  $V_{ref}$  分を加算しなくても、この出力信号線32aを含むケーブル37の断線の有無を判定する事は、理論的には可能である。但し、上記出力飽和電圧は、この断線の有無を判定する為には低く過ぎて、誤動作の危険性がある。この為本実施例の場合には、確実に断線を検出すべく、上記出力信号線32a内に送り込む信号に、上記出力飽和電圧よりも大きい、上記既知の電圧  $V_{ref}$  分を加算している。そして、上記速度検出用センサ24a、24b、15aの出力が総てLOWの場合にも、上記出力信号線32aに、上記既知の電圧  $V_{ref}$  (0.2V以上)を送り込む様にしている。

40

【0070】

尚、この既知の電圧  $V_{ref}$  として好ましくは、0.5V～1V、或は、0.5V以上で、最も出力の小さな速度検出用センサの出力電圧の最大値（HIGH時の出力電圧）の1/2以下にする事が、断線検出の誤動作を防止する面からは好ましい。

50

又、荷重測定装置が測定した荷重を利用して、走行安定性確保の為の制御を行なう場合、上記出力信号線 3 2 a を含むケーブル 3 7 が断線していると判定した場合には、この制御を停止して通常の走行状態とする。同時に、ダッシュボードに設置した警告灯を点灯させる等により、運転者に修理を促す為の警報を発する。

#### 【0071】

尚、上記各公転速度検出用センサ 2 4 a、2 4 b（及び回転速度検出用センサ 1 5 a）の信号に基づいて上記ラジアル荷重  $F_r$  とアキシアル荷重  $F_a$  とのうちの一方又は双方の荷重を算出する方法は、前述した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 2 0 0 4 - 7 6 5 5 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。

10

又、上述の説明は、上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a を実装する為の三次元構造のプリント基板として M I D 基板を使用した場合に就いて行なったが、このプリント基板として金属ベース基板を使用する場合も、同様に構成できる。

#### 【0072】

尚、上述の説明は、断線検知の為、前記図 1 2 に示した前記加算回路 4 0 により、前記出力信号線 3 2 a に前記既知の電圧  $V_{ref}$  分の信号を送り込む様にしているが、断線検知機能が不要であれば、図 1 7 に示す様な、単に前記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の出力電圧  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  を合成する（ $V_{out} = V_1 + V_2 + V_3$  を得る）だけの加算回路 4 0 a を使用する事もできる。この加算回路 4 0 a により得られる出力電圧  $V_{out}$  は、前記図 1 5 の破線イのようになる。

20

#### 【0073】

又、上述の説明は、上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の検出信号を電圧出力として送る場合に就いて行なったが、前述の図 2 3 に示す様な、検出信号を電流出力として送る場合にも適用できる。この場合には、出力信号線（電流出力線）1 本と電源線 1 本とでケーブルを構成できる。この為、電圧出力の場合に比べて、線の本数をより低減できる。即ち、電圧出力の場合、実際には、図 1 8 に示す様に、加算回路 4 0 と分離回路 4 1 との間に、電源線と接地線と出力信号線との、3 本の電線 3 2、3 2 a が必要になる。これに対して、電流出力の場合には、図 1 9 に示す様に、加算回路 4 0 b と分離回路 4 1 a との間に、電源線と電流線との 2 本の電線 3 2、3 2 a を設けるのみで足りる。この為、電線の本数のより一層の低減が可能になる。

30

#### 【0074】

この様に、上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の検出信号を電流出力とする場合は、例えば、これら各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の検出信号の組み合わせを、次の表 2 の様にする。この表 2 は、前記表 1 に示した出力信号の組み合わせで、電圧 1 V に対して電流 2 m A としたものである。尚、センサの出力を電流出力とする場合、その値は 4 m A ~ 2 0 m A の範囲に納める事が一般的である。そこで、上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の検出信号の出力が総て LOW である（0 V に基づく電流に近い。トランジスタ又は F E T の場合には ON 時の電流である。）場合に合成信号の電流値が 4 m A となり、上記各センサ 2 4 a、2 4 b、1 5 a の検出信号の出力が総て HIGH である（プルアップした電圧に基づく電流に近い。トランジスタ又は F E T の場合には OFF 時の電流である。）場合に 2 0 m A となる様に電圧を調整しても良い。この場合に電流検出抵抗を 5 0 0  $\Omega$  として電圧に変換し、分離回路（復調回路）4 1 に入力すれば、電圧出力と同じ電圧値を得られる。又、断線検知の為に断線検知用電流を流す事が好ましいが、省略する事も可能である。

40

#### 【0075】

【表 2】

出力の組み合わせ	出力電流(mA)
A出力	4
B出力	6
C出力	8
A出力+B出力	10
A出力+C出力	12
B出力+C出力	14
A出力+B出力+C出力	18

## 【産業上の利用可能性】

10

## 【0076】

本発明は、実施例に示した様な、自動車の車輪を支持する転がり軸受ユニットに加わる荷重を測定する為の転がり軸受ユニットの荷重測定装置に限らず、工作機械、産業機械等、各種回転機械装置に作用する荷重を求める為に利用できる。

又、本発明は、三次元構造を有するプリント基板と組み合わせて実施する事が、センサを設置した各種機械装置の低コスト化、小型・軽量化を図る面から好ましいが、三次元構造を有するプリント基板とは別に実施する事もできる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0077】

【図1】本発明の実施例を示す、荷重測定用の回転検出装置を組み込んだ転がり軸受ユニットの断面図。 20

【図2】図1のA部拡大図。

【図3】保持器及び転動体と、エンコーダと、回転検出センサとを取り出して図2の上方から見た状態で示す模式図。

【図4】MID基板の斜視図。

【図5】センサユニットを取り出して示す部分切断側面図。

【図6】図5の右方から見た部分切断面図。

【図7】図6の上方から見た図。

【図8】図6のB-B断面図。

【図9】回転速度に基づいて荷重を測定できる理由を説明する為の、転がり軸受ユニットの模式図。 30

【図10】複数のセンサの検出信号をまとめて送る装置のブロック図。

【図11】複数のセンサの出力電圧を変える部分の回路図。

【図12】複数のセンサの出力電圧及び既知の電圧を合成する為の加算回路の回路図。

【図13】センサユニットの配線図。

【図14】複数のセンサの出力電圧を合成した状態の第1例を示す線図。

【図15】同第2例を示す線図。

【図16】複数のセンサの出力電圧を合成した信号を分離する為の分離回路の回路図。

【図17】複数のセンサの出力電圧のみを合成する為の加算回路の回路図。

【図18】複数のセンサの検出信号をまとめて送る装置に関し、各センサを電圧出力とした場合に、加算回路と分離回路との間に実際に必要となる電線の数を示す為のブロック図。 40

【図19】同じく各センサを電流出力とした場合に、加算回路と分離回路との間に実際に必要となる電線の数を示す為のブロック図。

【図20】従来から知られている、ラジアル荷重測定用のセンサを組み込んだ転がり軸受ユニットの断面図。

【図21】従来から知られている、アキシアル荷重測定用のセンサを組み込んだ転がり軸受ユニットの断面図。

【図22】センサの検出信号を電圧出力として送る場合のセンサユニットの配線図。

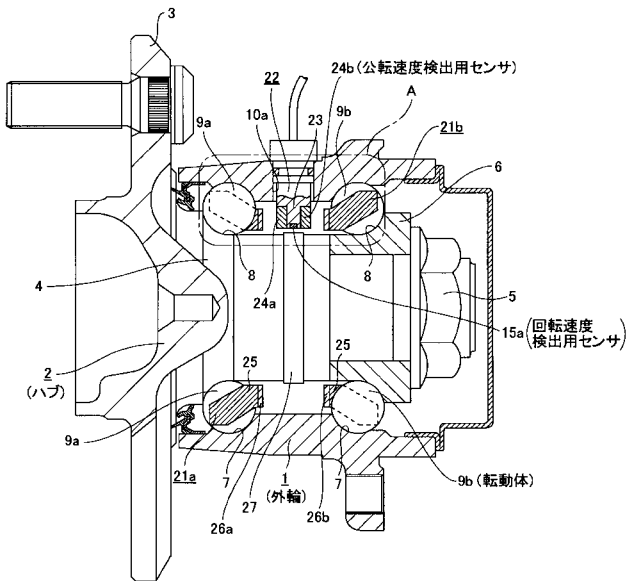
【図23】センサの検出信号を電流出力として送る場合のセンサユニットの配線図。 50

## 【符号の説明】

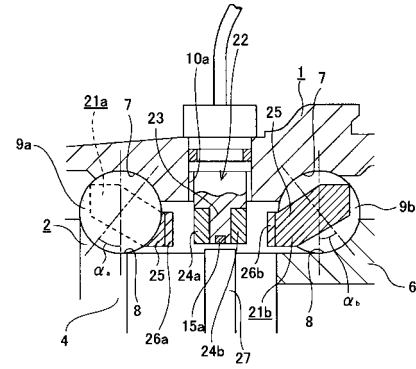
## 【0078】

1、1 a	外輪	
2、2 a	ハブ	
3、3 a	回転側フランジ	
4	ハブ本体	
5	ナット	
6	内輪	
7	外輪軌道	
8	内輪軌道	10
9 a、9 b	転動体	
10、10 a	取付孔	
11	変位センサ	
12	センサリング	
13	センサロータ	
14	カバー	
15、15 a	回転速度検出用センサ	
16	ナックル	
17	固定側フランジ	
18	ボルト	20
19	ねじ孔	
20	荷重センサ	
21 a、21 b	保持器	
22	センサユニット	
23	検出部	
24 a、24 b	公転速度検出用センサ	
25	リム部	
26 a、26 b	公転速度検出用エンコーダ	
27	回転速度検出用エンコーダ	
28	M I D 基板	30
29 a、29 b	基板部	
30	連結部	
31	貫通孔	
32	電線	
32 a	出力信号線（電線）	
33	ホルダ	
34	挿入部	
35	取付フランジ	
36	取り出し部	
37	ケーブル	40
38	通孔	
39	平坦面	
40、40 a、40 b	加算回路	
41、41 a	分離回路	
42 a、42 b、42 c	O R 回路	

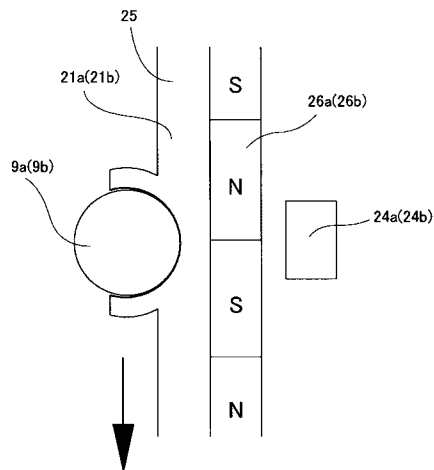
【図 1】



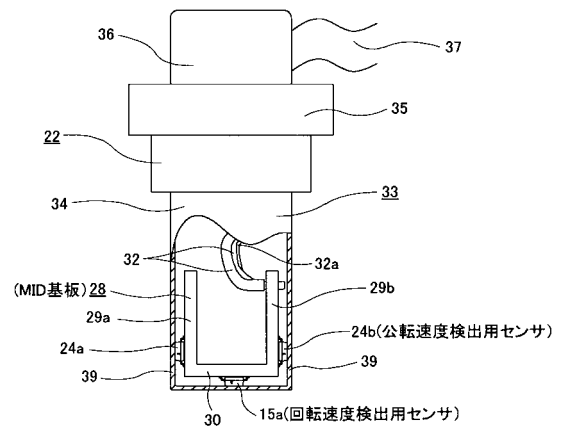
【図 2】



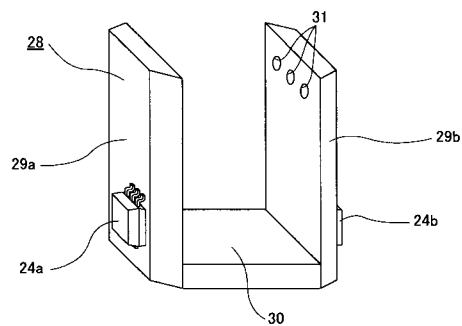
【図 3】



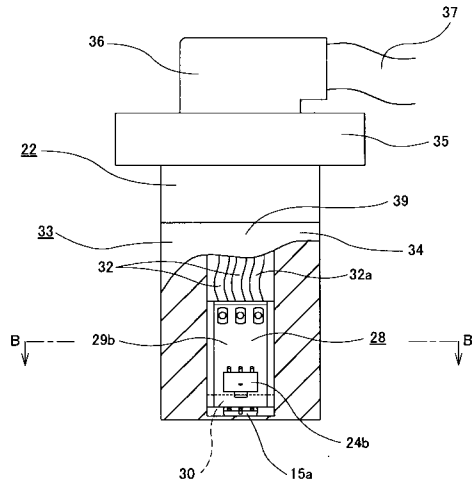
【図 5】



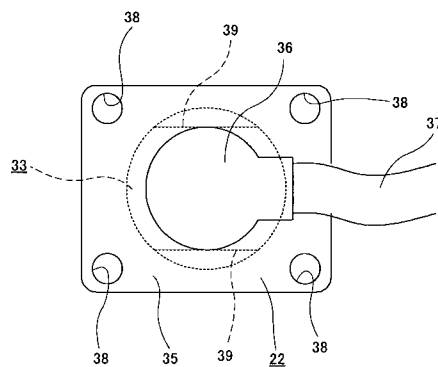
【図 4】



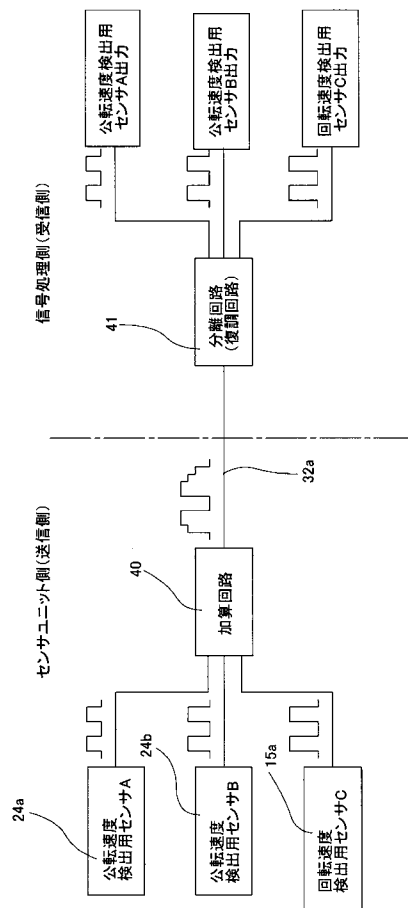
【図 6】



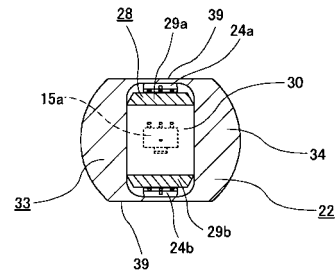
【図 7】



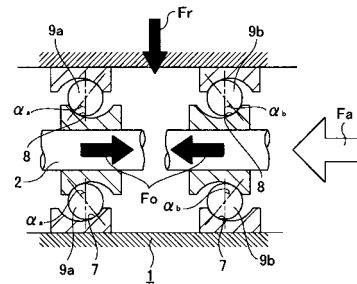
【図 10】



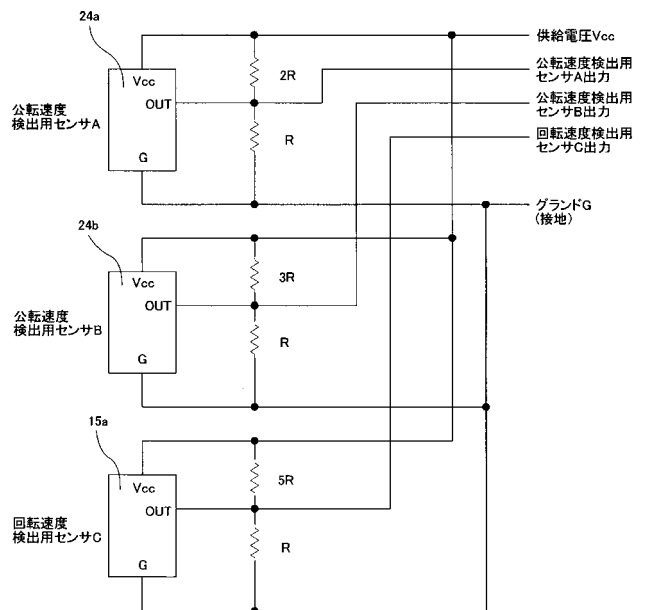
【図 8】



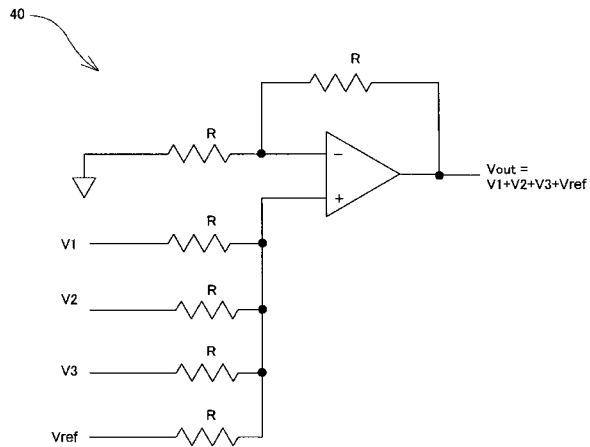
【図 9】



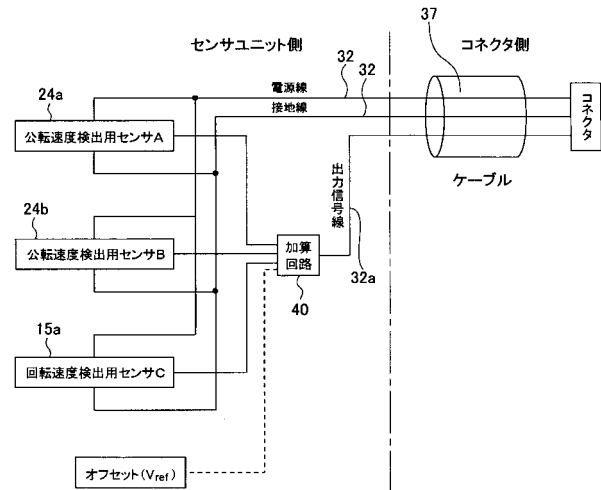
【図 11】



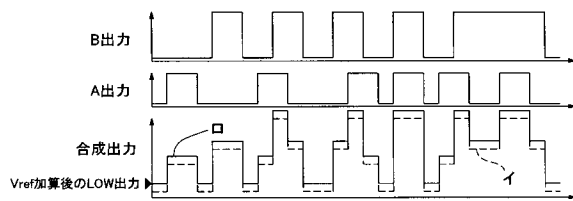
【図 1 2】



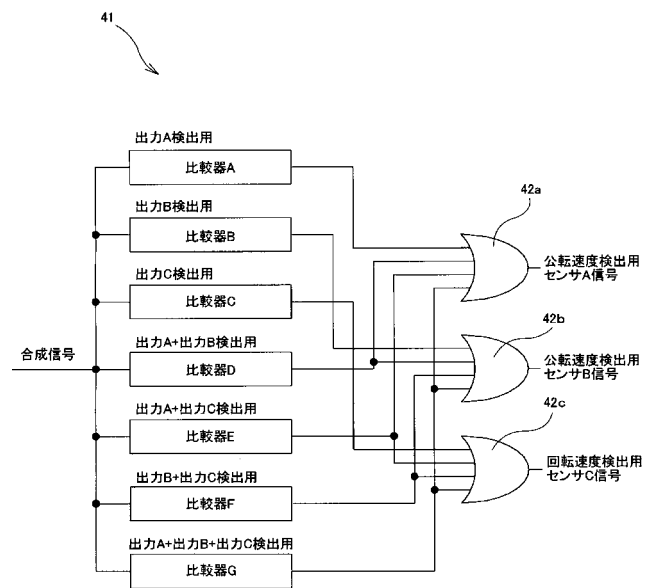
【図 1 3】



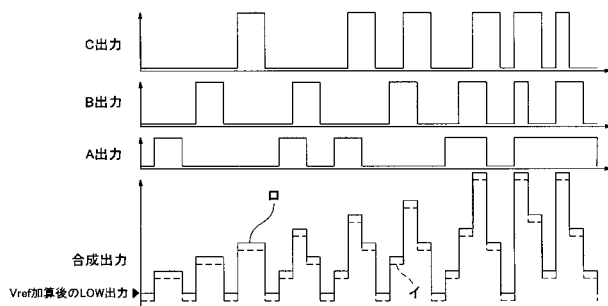
【図 1 4】



【図 1 6】

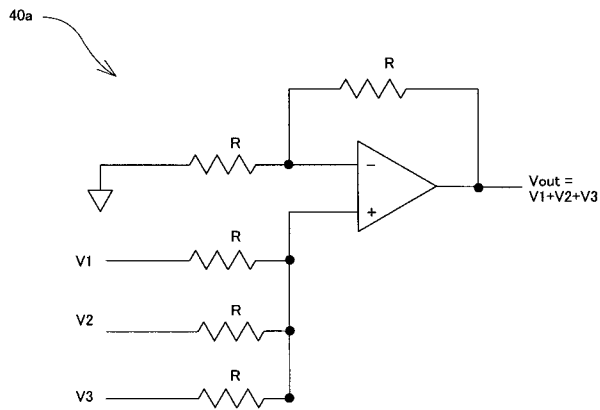


【図 1 5】

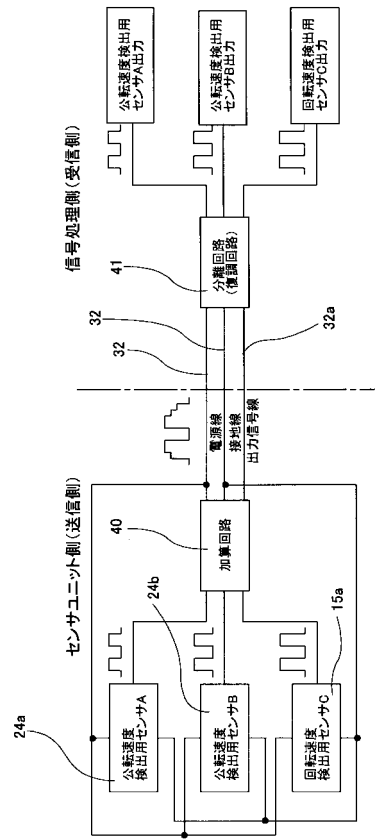




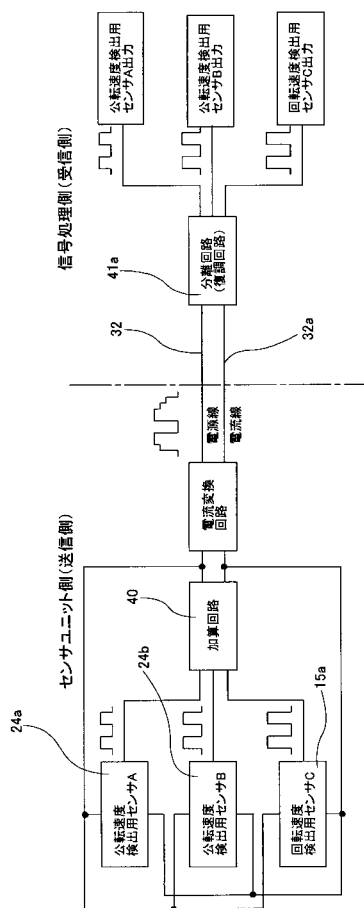
【図 17】



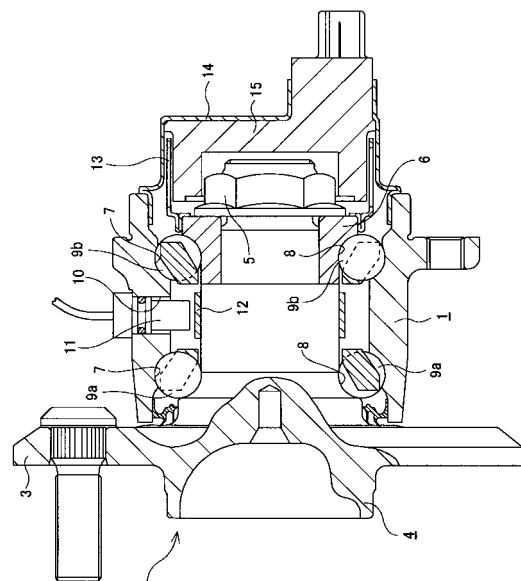
【図 18】



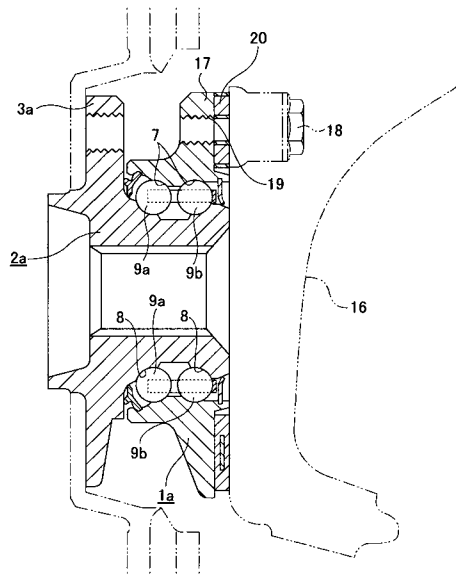
【図 19】



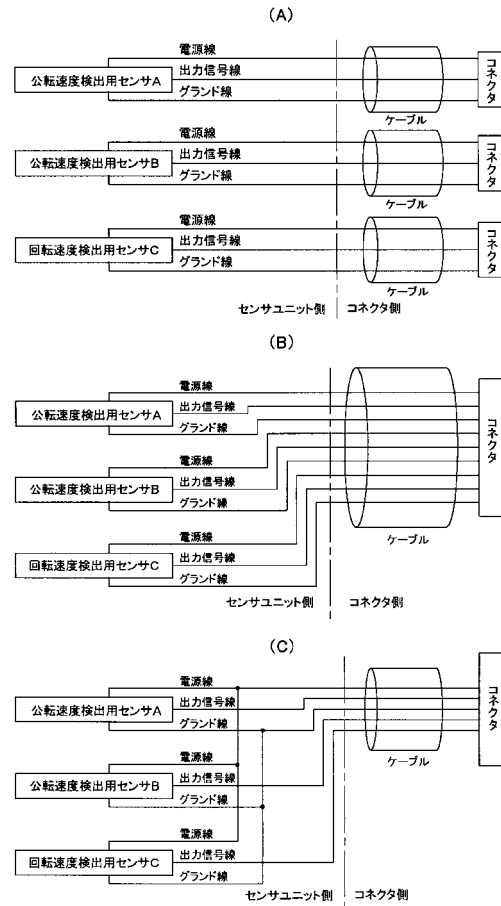
【図 20】



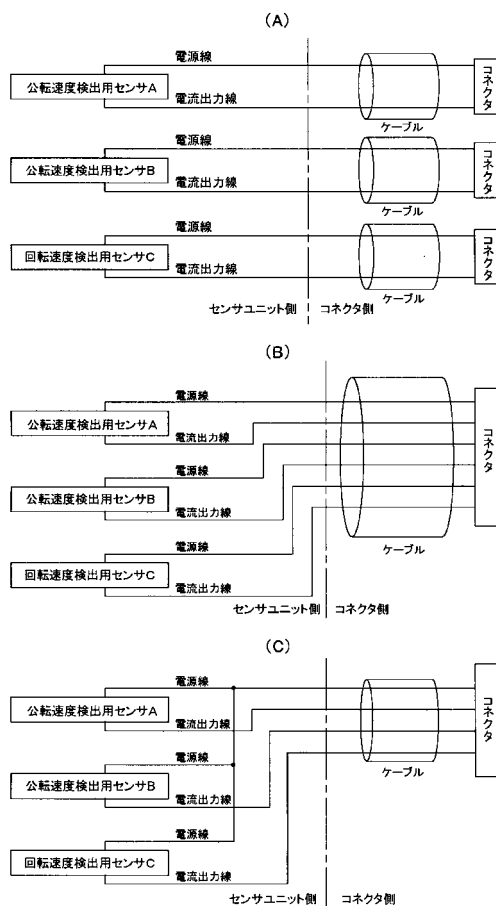
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



---

フロントページの続き(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 1 6 C 41/00

G 0 1 L 5/16

G 0 1 L 5/20

F I

F 1 6 C 41/00

G 0 1 L 5/16

G 0 1 L 5/20

テーマコード(参考)