(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2007 年9 月20 日 (20.09.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/105367 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 5/00 (2006.01) *F16C 19/52* (2006.01)
B60B 35/18 (2006.01) *F16C 33/64* (2006.01)
F16C 19/18 (2006.01) *F16C 41/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/000184

(22) 国際出願日: 2007 年3 月8 日 (08.03.2007)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2006-062251 2006 年3 月8 日 (08.03.2006) JP
特願2006-227656 2006 年8 月24 日 (24.08.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ＮＴＮ株式会社 (NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 尾崎孝美 (OZAKI, Takayoshi) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP). 石河智海 (ISHIKAWA, Tomomi) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP). 西川健太郎 (NISHIKAWA, Kentarou) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP).

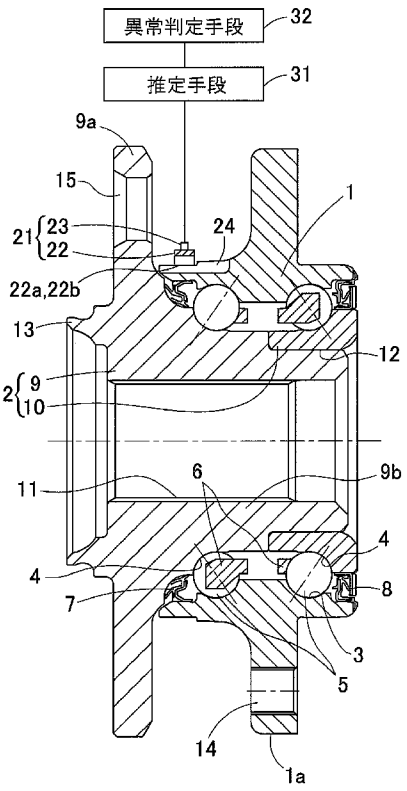
(74) 代理人: 杉本修司, 外(SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀１丁目１０番２号 肥後橋ニッタイビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK,

/続葉有/

(54) Title: BEARING FOR WHEEL WITH SENSOR

(54) 発明の名称: センサ付車輪用軸受



32 - ABNORMALITY JUDGEMENT MEANS
31 - ESTIMATING MEANS

(57) Abstract: A bearing for a wheel in which double-row rolling elements (3) are interposed between an outer member (1) and an inner member (2). A sensor unit (21) is fitted to either the outer member (1) or the inner member (2), which constitutes a fixed side member. The sensor unit (21) comprises a sensor-mounting member (22) and a strain sensor (23) mounted on the sensor-mounting member (22). The sensor-mounting member (22) includes fixed contact parts (22a, 22b) fixed to the outer member (1) at least two positions apart from each other in the circumferential direction. Axial extending cutouts (24) are formed in the outer member (1) at the corresponding positions between the fixed contact parts (22a, 22b) of the sensor-mounting member (22) adjacent to each other. The strain sensor (23) is disposed between the fixed contact parts (22a, 22b) adjacent to each other.

(57) 要約: 外方部材１と内方部材２の間に複列の転動体３を介在させた車輪用軸受において、前記外方部材１および内方部材２のうちの固定側部材にセンサユニット２１を取付ける。センサユニット２１は、センサ取付部材２２およびこのセンサ取付部材２２に取付けた歪みセンサ２３からなる。センサ取付部材２２は、外方部材１の円周方向に離れた少なくとも２箇所にそれぞれ固定される複数の接触固定部２２ａ，２２ｂを有する。外方部材１に、センサ取付部材２２の互いに隣接する接触固定部２２ａ，２２ｂ間に対応する位置で、軸方向に延びる切欠き２４を設ける。歪みセンサ２３は、隣接する接触固定部２２ａ，２２ｂ間に配置する。

WO 2007/105367 A1

MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明　細　書

センサ付車輪用軸受

技術分野

[0001] この発明は、車輪の軸受部にかかる荷重を検出する荷重センサを内蔵したセンサ付車輪用軸受に関する。

背景技術

[0002] 従来、自動車の安全走行のために、各車輪の回転速度を検出するセンサを車輪用軸受に設けたものがある。従来の一般的な自動車の走行安全性確保対策は、各部の車輪の回転速度を検出することで行われているが、車輪の回転速度だけでは十分でなく、その他のセンサ信号を用いてさらに安全面の制御が可能なことが求められている。

[0003] そこで、車両走行時に各車輪に作用する荷重から姿勢制御を図ることも考えられる。例えばコーナリングにおいては外側車輪に大きな荷重がかかり、また左右傾斜面走行では片側車輪に、ブレーキングにおいては前輪にそれぞれ荷重が片寄るなど、各車輪にかかる荷重は均等ではない。また、積載荷重不均等の場合にも各車輪にかかる荷重は不均等になる。このため、車輪にかかる荷重を随時検出できれば、その検出結果に基づき、事前にサスペンション等を制御することで、車両走行時の姿勢制御（コーナリング時のローリング防止、ブレーキング時の前輪沈み込み防止、積載荷重不均等による沈み込み防止等）を行うことが可能となる。しかし、車輪に作用する荷重を検出するセンサの適切な設置場所がなく、荷重検出による姿勢制御の実現が難しい。

[0004] また、今後ステアバイワイヤが導入されて、車軸とステアリングが機械的に結合しないシステムになってくると、車軸方向荷重を検出して運転手が握るハンドルに路面情報を伝達することが求められる。

[0005] このような要請に応えるものとして、車輪用軸受の外輪に歪みゲージを貼り付け、歪みを検出するようにした車輪用軸受が提案されている（例えば特

許文献１）。

特許文献1：特表２００３－５３０５６５号公報

[0006] 車輪用軸受の外輪は、転走面を有し、強度が求められる部品であって、塑性加工や、旋削加工、熱処理、研削加工などの複雑な工程を経て生産される軸受部品であるため、特許文献１のように外輪に歪みゲージを貼り付けるのでは、生産性が悪く、量産時のコストが高くなるという問題点がある。また、外輪の歪みを感度良く検出することが難しく、その検出結果を車両走行時の姿勢制御に利用した場合、制御の精度が問題となる。

発明の開示

[0007] この発明の目的は、車両にコンパクトに荷重検出用のセンサを設置できて、車輪にかかる荷重を感度良く検出でき、量産時のコストが安価となるセンサ付車輪用軸受を提供することである。

[0008] この発明のセンサ付車輪用軸受は、車体に対して車輪を回転自在に支持する車輪用軸受であって、複列の転走面が内周に形成された外方部材と、この外方部材の転走面と対向する転走面を形成した内方部材と、両転走面間に介在した複列の転動体とを備え、センサ取付部材およびこのセンサ取付部材に取付けられた歪みセンサからなるセンサユニットを、前記外方部材および内方部材のうちの固定側部材に取付け、前記センサ取付部材は、前記固定側部材の円周方向に離れた少なくとも２箇所にそれぞれ固定される複数の接触固定部を有し、このセンサ取付部材の互いに隣接する接触固定部間に対応する位置で、前記固定側部材に軸方向に延びる少なくとも１箇所の切欠きを設け、前記歪みセンサは隣接する前記接触固定部間で少なくとも１箇所に配置されている。前記切欠きは、車軸用軸受としての要求される剛性を保つ範囲内で、固定側部材の剛性を低下させるものとする。

[0009] 車両走行に伴い回転側部材に荷重が加わると、転動体を介して固定側部材が変形し、その変形はセンサユニットに歪みをもたらす。センサユニットに設けられた歪みセンサは、センサユニットの歪みを検出する。歪みと荷重の関係を予め実験やシミュレーションで求めておけば、歪みセンサの出力から

車輪にかかる荷重を検出することができる。また、この検出した荷重を自動車の車両制御に使用することが出来る。

この車輪用軸受は、センサ取付部材およびこのセンサ取付部材に取付けた歪みセンサからなるセンサユニットを固定側部材に取付ける構成としたため、荷重検出用のセンサを車両にコンパクトに設置できる。センサ取付部材は固定側部材に取付けられる簡易な部品であるため、これに歪みセンサを取付けることで、量産性に優れたものとでき、コスト低下が図れる。

また、センサ取付部材は、固定側部材の円周方向に離れた少なくとも２箇所にそれぞれ固定される複数の接触固定部を有し、このセンサ取付部材の互いに隣接する接触固定部間に対応する位置で、固定側部材に軸方向に延びる少なくとも１箇所の切欠きが設けられているため、固定側部材における切欠きの円周方向両側部分の剛性が低下し、この部分は他の部分よりも歪みが大きくなり、その大きな歪みがセンサ取付部材に伝わる。また、センサ取付部材は固定側部材に比べて薄肉な部材であるため歪みが集中し、固定側部材よりも大きな歪みが得られる。これらのことから、センサ取付部材における隣接する接触固定部間で少なくとも１箇所に配した歪みセンサで歪みを測定することにより、固定側部材の歪みを感度良く検出することができる。

[0010] 前記接触固定部の少なくとも１箇所が、前記固定側部材に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力によって、固定側部材の円周方向における他の箇所と比べてラジアル方向に大きく変形する円周方向箇所に取付けられているのが良い。

固定側部材は、円周方向の各部によって、上記外力や作用力によるラジアル方向の変形の程度が異なる。解析結果によると、タイヤと路面との接触点に作用する軸方向力による固定側部材のラジアル方向の変形は、反路面側である真上位置および路面側である真下位置で最も大きくなる。第１の接触固定部が、上記のような固定側部材における他の箇所と比べてラジアル方向に大きく変形する箇所に取付けられていると、センサ取付部材は、変形の少ない第２の接触固定部が支点となって、第１の接触固定部が固定側部材の大き

な変形に伴い大きく変形する。そのため、センサ取付部材の歪みセンサの取付部分がより一層大きな歪みを生じることになり、歪みセンサにより、固定側部材の歪みをさらに感度良く検出することができる。

[0011] 前記センサユニットは、固定側部材におけるアウトボード側部分、例えば固定側部材におけるアウトボード側の転走面よりもアウトボード側の位置に取付けるのが好ましい。

解析および試験結果によると、固定側部材のラジアル方向歪みおよび周方向歪みとも、前記外力あるいは作用力等の荷重の正負によって歪みに正負の方向性を持つのは、固定側部材におけるアウトボード側の部分のみであった。したがって、荷重の正負の方向を検出するには、センサユニットを固定側部材におけるアウトボード側の位置に配置することが必要である。

[0012] また、前記センサユニットは前記固定側部材の周面に設けるのが好ましい。

センサユニットは、固定側部材の周面および端面のいずれに取付けても良いが、周面に取付けた場合、センサ取付部材に固定側部材の変形が伝わり易く、固定側部材の歪みをより感度良く検出することができる。

[0013] 前記センサユニットは複数とすることができる。

複数のセンサユニットを固定側部材の複数箇所に設けると、固定側部材の各部の歪みを検出することができ、固定側部材の歪みに関するより詳細な情報が得られる。

[0014] 前記歪みセンサの出力によって、車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力、または車輪用軸受の予圧量を推定する推定手段を設けると良い。

推定手段によって得られる車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力、または車輪用軸受の予圧量を自動車の車両制御に使用することにより、きめ細かな車両制御が可能となる。

[0015] 前記センサ取付部材に温度センサを設けても良い。

車輪用軸受は使用中に温度が変化するため、その温度変化がセンサ取付部

材の歪み、または歪みセンサの動作に影響を及ぼす。また、周囲の環境温度の変化に対しても同様の影響を及ぼす。温度センサの出力により歪みセンサの温度特性を補正することで、精度の高い荷重検出を行なうことが可能となる。

[0016] 前記センサ取付部材に加速度センサおよび振動センサのうち少なくとも一つを設けても良い。

センサ取付部材に、歪みセンサの他に加速度センサ、振動センサ等の各種センサを取付けると、荷重と車輪用軸受の状態を１箇所で測定することができ、配線等を簡略なものとすることができる。

[0017] 前記歪みセンサは、前記センサ取付部材の表面に絶縁層を印刷および焼成によって形成し、前記絶縁層の上に電極および歪み測定用抵抗体を印刷および焼成によって形成したものとしても良い。

上記のように歪みセンサを形成すると、歪みセンサをセンサ取付部材に対して接着により固定する場合のように、経年変化による接着強度の低下がないため、センサユニットの信頼性を向上させることができる。また、加工が容易であるため、コストダウンを図れる。

[0018] 前記センサユニットの近傍で固定側部材に、前記歪みセンサの出力信号を処理するセンサ信号処理回路を有するセンサ信号処理回路ユニットを設けても良い。

センサユニットの近傍にセンサ信号処理回路ユニットを設けると、センサユニットからセンサ信号処理回路ユニットへの配線の手間が簡略化できる。また、車輪用軸受以外の場所にセンサ信号処理回路ユニットを設ける場合よりも、センサ信号処理回路ユニットをコンパクトに設置できる。

図面の簡単な説明

[0019] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施例の説明からより明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施例および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付のクレーム（請求の範囲）によっ

て定まる。添付図面において、複数の図面における同一の部品番号は、同一部分を示す。

[図1]この発明の第１実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図とその検出系の概念構成のブロック図とを組み合わせて示す図である。

[図2]同センサ付車輪用軸受の外方部材とセンサユニットとを示す正面図である。

[図3]（Ａ）は同センサユニットの平面図、（Ｂ）はその正面図である。

[図4]異なるセンサ付車輪用軸受の外方部材とセンサユニットとを示す正面図である。

[図5]さらに異なるセンサ付車輪用軸受の外方部材とセンサユニットとを示す正面図である。

[図6]この発明の第２実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の上半分を示す断面図である。

[図7]（Ａ）は同センサ付車輪用軸受のセンサユニットの平面図、（Ｂ）はそのVIIｂ－VIIｂ断面図である。

[図8]（Ａ）は異なるセンサユニットの平面図、（Ｂ）はその正面図である。

[図9]（Ａ）はさらに異なるセンサユニットの平面図、（Ｂ）はその正面図である。

[図10]さらに異なるセンサユニットの断面構造を示す図である。

[図11]この発明の第３実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図12]同センサ付車輪用軸受の外方部材とセンサユニットとを示す正面図である。

[図13]センサ信号処理回路ユニットの側面図である。

[図14]この発明の第１応用例にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図とその検出系の概念構成のブロック図とを組み合わせて示す図である。

[図15]同センサ付車輪用軸受の外方部材とセンサユニットとを示す正面図である。

[図16]（Ａ）は同センサユニットの正面図、（Ｂ）はその底面図、（Ｃ）は（Ａ）の要部の拡大正面図である。

[図17]この発明の第２応用例にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図18]同センサ付車輪用軸受の外方部材とセンサユニットとを示す正面図である。

[図19]この発明のさらに異なる実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の外方部材とセンサユニットとを示す正面図である。

[図20]この発明の第３応用例にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図21]同センサ付車輪用軸受の外方部材とセンサユニットとを示す正面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0020] この発明の第１の実施形態を図１ないし図３と共に説明する。この実施形態は、第３世代型の内輪回転タイプで、駆動輪支持用の車輪用軸受に適用したものである。なお、この明細書において、車両に取付けた状態で車両の車幅方向の外側寄りとなる側をアウトボード側と呼び、車両の中央寄りとなる側をインボード側と呼ぶ。

[0021] このセンサ付車輪用軸受は、内周に複列の転走面３を形成した外方部材１と、これら各転走面３に対向する転走面４を形成した内方部材２と、これら外方部材１および内方部材２の転走面３，４間に介在した複列の転動体５とで構成される。この車輪用軸受は、複列のアンギュラ玉軸受型とされていて、転動体５はボールからなり、各列毎に保持器６で保持されている。上記転走面３，４は断面円弧状であり、各転走面３，４は接触角が外向きとなるように形成されている。外方部材１と内方部材２との間の軸受空間の両端は、密封装置７，８によりそれぞれ密封されている。

[0022] 外方部材１は固定側部材となるものであって、車体の懸架装置（図示せず）におけるナックルに取付けるフランジ１ａを外周に有し、全体が一体の部品とされている。フランジ１ａには、周方向の複数箇所に車体取付孔１４が設けられている。

内方部材２は回転側部材となるものであって、車輪取付用のハブフランジ９ａを有するハブ輪９と、このハブ輪９の軸部９ｂのインボード側端の外周に嵌合した内輪１０とでなる。これらハブ輪９および内輪１０に、前記各列の転走面４が形成されている。ハブ輪９のインボード側端の外周には段差を持って小径となる内輪嵌合面１２が設けられ、この内輪嵌合面１２に内輪１０が嵌合している。ハブ輪９の中心には貫通孔１１が設けられている。ハブフランジ９ａには、周方向複数箇所にハブボルト（図示せず）の圧入孔１５が設けられている。ハブ輪９のハブフランジ９ａの根元部付近には、ホイールおよび制動部品（図示せず）を案内する円筒状のパイロット部１３がアウトボード側に突出している。

[0023] 外方部材１の外周のアウトボード側部分に、センサユニット２１が設けられている。センサユニット２１の軸方向位置は、詳しくはアウトボード側の転走面３よりもアウトボード側であり、さらに詳しくはアウトボード側の転走面３と外方部材１のアウトボード側端との軸方向ほぼ中間位置である。このセンサユニット２１は、外方部材１に取付けられるセンサ取付部材２２と、このセンサ取付部材２２に貼り付けられてセンサ取付部材２２の歪みを測定する歪みセンサ２３とでなる。

[0024] 図２および図３に示すように、センサ取付部材２２は、外方部材１の外周面に沿う周方向に細長い略円弧状であり、その両端部に円弧の内周側に張り出した接触固定部２２ａ，２２ｂが形成され、両固定接触部２２ａ，２２ｂ間が非接触の連結部２２ｆにより連結されている。この連結部２２ｆは、外方部材１の外周面に接触しないように固定接触部２２ａ，２２ｂの内周面よりも径方向外方に凹入している。連結部２２ｆの外周面は固定接触部材２２ａ，２２ｂの外周面と同一の円弧面上にあり、したがって、連結部２２ｆは、固定接触部２２ａ，２２ｂよりも薄く、つまり径方向の厚みが小さくなっている。歪みセンサ２３は、固定接触部２２ａ，２２ｂ間に対応する位置で、つまり非接触の連結部２２ｆ上で、その外周面に取り付けられ、一方の接触固定部２２ｂに近い位置に配置されている。この実施形態の場合、歪みセ

ンサ２３はセンサ取付部材２２に接着剤を用いて貼り付けられている。センサ取付部材２２の断面形状は、例えば矩形状とされるが、この他に各種の形状とすることができる。

[0025] このセンサユニット２１は、センサ取付部材２２の長手方向が外方部材１の周方向を向くように、センサ取付部材２２の接触固定部２２ａ，２２ｂによって外方部材１の外周に固定される。これら接触固定部２２ａ，２２ｂの外方部材１への固定は、例えば接着剤による接着等で行われる。センサユニット２１を外方部材１に取付けた状態において、センサ取付部材２２の接触固定部２２ａ，２２ｂ以外の箇所では、外方部材１の内周面との間に隙間を生じている。

[0026] ２箇所の接触固定部２２ａ，２２ｂのいずれか一方である第１の接触固定部２２ａは、外方部材１に作用する荷重により外方部材１がラジアル方向に最も大きく変形する周方向箇所で外方部材１に固定され、もう一方である第２の接触固定部２２ｂは、前記固定箇所よりもラジアル方向の変形が少ない箇所で固定される。この実施形態の場合、第１の接触固定部２２ａは、外方部材１の全周における真上の位置（反路面側位置）であり、第２の接触固定部２２ｂは、真上の位置から数十度、例えば３０度ないし４５度程度下方の位置である。また、この実施形態では、歪みセンサ２３から遠い側の接触固定部を第１の接触固定部２２ａとし、近い側の接触固定部を第２の接触固定部２２ｂとしている。

[0027] 上記センサユニット２１に対応して、外方部材１の外周面に軸方向に延びる切欠き２４が形成されている。この実施形態の切欠き２４は、アウトボード側の転走面３の軸方向位置から外方部材１のアウトボード側端に至る溝状とされている。この切欠き２４の周方向位置は、センサ取付部材２２の互いに隣接する接触固定部２２ａ，２２ｂの間とし、この実施形態では歪みセンサ２３と周方向同位相の位置とされている。切欠き２４は、車輪用軸受として要求される剛性を保つ範囲内で外方部材１の剛性を部分的に低下させるために設けられる。

[0028] 前記センサ取付部材２２は、外方部材１への固定により塑性変形を起こさない形状や材質とされている。また、センサ取付部材２２は、車輪用軸受に予想される最大の荷重が印加された場合でも、塑性変形を起こさない形状とする必要がある。上記の想定される最大の力は、車両故障につながらない走行において想定される最大の力である。センサ取付部材２２に塑性変形が生じると、外方部材１の変形がセンサ取付部材２２に正確に伝わらず、歪みの測定に影響を及ぼす。センサユニット２２を上記のようにすると、これを回避することができる。

[0029] センサユニット２１のセンサ取付部材２２は、例えばプレス加工により製作することができる。センサ取付部材２２をプレス加工品とすると、コストダウンが可能になる。

また、センサ取付部材２２は、金属粉末射出成形による焼結金属品としてもよい。金属粉末射出成形は、金属、金属間化合物等の成形技術の一つであり、金属粉末をバインダーと混練する工程、この混練物を用いて射出成形する工程、成形体の脱脂処理を行なう工程、成形体の焼結を行なう工程を含む。この金属粉末射出成形によれば、一般の粉末冶金に比べて焼結密度の高い焼結体が得られ、焼結金属品を高い寸法精度で製作することができ、また機械的強度も高いという利点がある。

[0030] 歪みセンサ２３としては、種々のものを使用することができる。例えば、歪みセンサ２３が金属箔ストレインゲージで構成されている場合、この金属箔ストレインゲージの耐久性を考慮すると、車輪用軸受に予想される最大の荷重が印加された場合でも、センサ取付部材２２における歪みセンサ２３取付部分の歪み量が１５００マイクロストレイン以下であることが好ましい。同様の理由から、歪みセンサ２３が半導体ストレインゲージで構成されている場合は、同歪み量が１０００マイクロストレイン以下であることが好ましい。また、歪みセンサ２３が厚膜式センサで構成されている場合は、同歪み量が１５００マイクロストレイン以下であることが好ましい。

[0031] 図１に示すように、歪みセンサ２３の出力を処理する手段として、推定手

段３１および異常判定手段３２が設けられている。これらの手段３１，３２は、この車輪用軸受の外方部材１等に取付けられた回路基板等に電子回路装置（図示せず）に設けられたものであっても、また自動車の電気制御ユニット（ＥＣＵ）に設けられたものであっても良い。

[0032] 上記構成の車輪用軸受の作用を説明する。ハブ輪９に荷重が印加されると、転動体５を介して外方部材１が変形し、その変形は外方部材１に取付けられたセンサ取付部材２２に伝わり、センサ取付部材２２が変形する。このセンサ取付部材２２の歪みを、歪センサ２３により測定する。この際、センサ取付部材２２は外方部材１におけるセンサ取付部材２２の固定箇所のラジアル方向の変形に従って変形する。外方部材１の外周面における一対の接触固定部２２ａ，２２ｂ間に対応する位置に、軸方向に延びる切欠き２４が設けられているため、外方部材１における切欠き２４の周方向両側部分の剛性が低下し、この部分は他の部分よりも歪みが大きくなり、その大きな歪みがセンサ取付部材２２に伝わる。また、センサ取付部材２２は外方部材１に比べて薄肉となっているため歪みが集中し、外方部材１よりも大きな歪みが得られる。これらのことから、センサ取付部材２２における非接触の連結部２２ｆに配した歪みセンサ２３でセンサ取付部材２２歪みを測定することにより、外方部材１の歪みを感度良く検出することができる。

[0033] センサ取付部材２２の２箇所の接触固定部２２ａ，２２ｂのうち、第１の接触固定部２２ａは、外方部材１に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力によって、外方部材１の他の箇所と比べてラジアル方向の変形が著しい箇所に取付けられていることが好ましい。外方部材１は、円周方向の各部によって、上記外力や作用力によるラジアル方向変形の程度が異なる。ＦＥＭ（有限要素法）解析の結果によると、タイヤと路面間の接触点に作用する軸方向荷重に対する外方部材１のラジアル方向の変形は、反路面側および路面側の位置、つまり鉛直方向の真上位置および真下位置が最も大きくなる。この実施形態では、外方部材１のラジアル方向の変形の最も大きな位置となる鉛直方向の真上位置に第１の接触固定部２２ａを配置したため、感度良く

、したがって精度良く、外方部材１の歪みを検出することができる。

すなわち、第１の接触固定部２２ａが外方部材１における他の箇所と比べてラジアル方向に大きく変形する箇所に取付けられていると、センサ取付部材２２は、変形の少ない第２の接触固定部２２ｂが支点となって、第１の接触固定部２２ａが外方部材１の大きな変形に伴い大きく変形する。そのため、センサ取付部材２２の歪みセンサ２３の取付位置がより一層大きな歪みを生じることになり、歪みセンサ２３により、外方部材１の歪みをより一層感度良く検出することができる。

[0034] この実施形態では、外方部材１の切欠き２４の位置を、センサ取付部材２２の２箇所の接触固定部２２ａ，２２ｂ間における第１の接触固定部２２ａから遠い側として、外方部材１のラジアル方向の変形が最も大きい鉛直方向の真上位置から遠ざけている。切欠き２４は、車輪用軸受として要求される剛性を保つ範囲内で設けられるが、外方部材１の強度を考慮すると、なるべく外方部材１における変形が大きい箇所、つまり大きな荷重を受ける箇所を避けて設けることが好ましいからである。

[0035] センサユニット２１を外方部材１に取付ける軸方向位置は、実施形態におけるように外方部材１のアウトボード側の転走面３よりもアウトボード側位置とするのが好ましい。これは、アウトボード側の転走面３よりもアウトボード側位置であると、荷重の方向に応じて歪みに正負の方向性が生じ、荷重の正逆の方向を検出することができるからである。

ＦＥＭ解析および試験結果によると、外方部材１のラジアル方向歪みおよび周方向歪みとも、前記外力あるいは作用力等の荷重の正負によって歪みに正負の方向性を持つのは、外方部材１における前記３箇所に区分した位置のうち、アウトボード側の部分のみであった。したがって、荷重の正負の方向を検出するには、センサユニット２１を外方部材１におけるアウトボード側の位置に配置することが必要である。

[0036] また、センサユニット２１は、この実施形態のように、外方部材１の周面に設けるのが好ましい。センサユニット２１は、固定側部材の周面および端

面のいずれに取付けても良いが、周面に取付けた場合、センサ取付部材に固定側部材の変形が伝わり易く、固定側部材の歪みをより感度良く検出することができる。

[0037] 荷重の方向や大きさによって歪みの変化が異なるため、予め歪みと荷重の関係を実験やシミュレーションにて求めておけば、車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力を算出することができる。前記推定手段３１は、このように実験やシミュレーションにより予め求めて設定しておいた歪みと荷重の関係から、歪センサ２３の出力により、車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力をそれぞれ算出する。前記異常判定手段３２は、推定手段３１により算出された車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力が許容値を超えたと判断される場合に、外部に異常信号を出力する。この異常信号を、自動車の車両制御に使用することができる。また、リアルタイムで車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力を出力すると、よりきめ細かな車両制御が可能となる。

[0038] また、車輪用軸受は内方部材２によって予圧が付加されるが、その予圧によってもセンサ取付部材２２は変形するため、予め歪みと予圧の関係を実験やシミュレーションにて求めておけば、車輪用軸受の予圧量を算出することができる。前記推定手段３１は、このように実験やシミュレーションにより予め求めて設定しておいた歪みと予圧の関係から、車輪用軸受の予圧量を算出する。これにより、車輪用軸受の予圧の状態を知ることが出来る。また、車輪用軸受の組立時に予圧の調整が容易になる。

[0039] この実施形態では、センサユニット２１を１箇所にだけ設けた構成としているが、例えば図４あるいは図５に示すように、センサユニット２１を２箇所以上に設けた構成としても良い。また図５に示すように、１つのセンサユニット２１につき接触固定部２２ａ，２２ｂ，２２ｂを３つ以上設け、歪みセンサ２３を非接触の連結部２２ｆに２箇所以上に配置し、それに対応させて外方部材１の２箇所以上に切欠２４を設けた構成としても良い。このようにセンサユニット２１を複数箇所に設けたり、１つのセンサユニット２１に

つき歪みセンサ２３を複数箇所に設けたりすると、より一層精度の高い荷重の検出が可能となる。

また、センサユニット２１を複数設ける場合、各センサユニット２１は、外方部材１の全周の象限（第１～第４象限）のうち互いに異なる象限に配置しても良い。これにより、異なる方向の荷重が検出できる。

[0040] 図６および図７は第２の実施形態を示す。この車輪用軸受は、センサ取付部材２２と外方部材１との固定をボルトを用いて行なうものである。図７に示すように、このセンサ取付部材２２は、全体形状は図３に示すセンサ取付部材２２と同じであり、第１の接触固定部２２ａおよび第２の接触固定部２２ｂに径方向のボルト挿通孔４０が形成されている。外方部材１には、前記ボルト挿通孔４０に対応する位置に、内周面に雌ねじが形成されたボルト螺着孔４１がそれぞれ形成されている。図６に示すように、センサユニット２１は、センサ取付部材２２のボルト挿通孔４０に外周側からボルト４２を挿通し、そのボルト４２の雄ねじ部４２ａをボルト螺着孔４１に螺着させることにより、外方部材１に固定される。

[0041] センサ取付部材２２と外方部材１との固定については、接着剤およびボルトのいずれを用いても良い。また、両者を併用してもよい。さらには、接着剤やボルトを用いず、溶接でセンサ取付部材２２と外方部材１とを固定しても良い。

これらの固定方法のいずれを採用した場合でも、センサ取付部材２２と外方部材１とを強固に固定することができる。そのため、センサ取付部材２２が外方部材１に対して位置ずれすることがなく、外方部材１の変形をセンサ取付部材２２に正確に伝えることが可能になる。

[0042] 図８はセンサユニットの異なる実施形態を示す。このセンサユニット２１は、歪みセンサ２３とは別に温度センサ２５が設けられている。なお、センサ取付部材２２の形状は図３に示すものと同じものと同じであり、歪みセンサ２３および温度センサ２５はセンサ取付部材２２の非接触の連結部２２ｆに取付けられている。温度センサ２５としては、例えば白金測温抵抗または

熱電対またはサーミスタを使用することができる。さらに、これら以外の温度を検出することが可能なセンサを使用することもできる。

[0043] このセンサユニット２１を設けた車軸用軸受も、歪みセンサ２３がセンサ取付部材２２の歪みを検出し、その歪みにより車輪に加わる荷重を測定する。ところで、車輪用軸受は使用中に温度が変化し、その温度変化がセンサ取付部材２２の歪み、または歪みセンサ２３の動作に影響を及ぼす。そこで、センサ取付部材２２に配置した温度センサ２５にてセンサ取付部材２２の温度を検出し、その検出した温度により歪みセンサ２３の出力を補正することにより、歪みセンサ２３の温度による影響を除去することができる。これにより、精度の高い荷重検出を行なうことが可能となる。

[0044] 図９はセンサユニットのさらに異なる実施形態を示す。このセンサユニット２１は、歪みセンサ２３とは別に各種センサ２６が設けられている。各種センサ２６は、加速度センサおよび振動センサのうちの少なくとも一つとする。なお、センサ取付部材２２の形状は図３に示すものと同じものと同じであり、歪みセンサ２３および各種センサ２６はセンサ取付部材２２の非接触の連結部２２ｆに取付けられている。

このように、センサ取付部材２２に歪みセンサ２３および各種センサ２６を取付けると、荷重と車輪用軸受の状態を１箇所で測定することができ、配線等を簡略なものとすることができる。

[0045] 図１０は前記各実施形態とは異なる方法で歪みセンサを形成したセンサユニットの構造を示す。このセンサユニット２１は、センサ取付部材２２の上に絶縁層５０が形成され、この絶縁層５０の表面の両側に対を成す電極５１，５２が形成され、これら電極５１，５２の間で前記絶縁層５０の上に歪みセンサとなる歪み測定用抵抗体５３が形成され、さらに電極５１，５２と歪み測定用抵抗体５３の上に保護膜５４を形成された構造となっている。

[0046] このセンサユニット２１の製造方法を次に示す。まず、ステンレス鋼等の金属材料で形成されたセンサ取付部材２２の表面にガラス等の絶縁材料を印刷、焼成して絶縁層５０を形成する。次に、絶縁層５０の表面に、導電性材

料を印刷、焼成して電極５１，５２を形成する。さらに、電極５１と電極５２との間に、抵抗体となる材料を印刷、焼成して歪み測定用抵抗体５３を形成する。さらに、これら電極５１，５２および歪み測定用抵抗体５３を保護するために、保護膜５４を形成する。

[0047] 通常、歪みセンサはセンサ取付部材２２に対して接着による固定が行なわれるが、この固定方法は、経年変化による接着強度の低下が歪みセンサの検出に影響を及ぼす可能性があり、またコストアップの原因ともなっている。これに対し、この実施形態のように、センサ取付部材２２の表面に絶縁層５０を印刷および焼成により形成し、この絶縁層５０の上に電極５１，５２および歪みセンサとなる歪み測定用抵抗体５３を印刷および焼成により形成したセンサユニット２１とすると、信頼性の向上とコストダウンを図ることが可能となる。

[0048] 図１１ないし図１３は第３の実施形態を示す。この車輪用軸受は、センサユニット２１に設けられた歪みセンサや前述の各センサ（温度センサ、加速度センサ、振動センサ）の出力を処理するためのセンサ信号処理回路ユニット６０を組み込んだものである。このセンサ信号処理回路ユニット６０は固定側部材である外方部材１の外周面に取付けられている。

[0049] センサ信号処理回路ユニット６０は、樹脂等で製作されたハウジング６１内に、ガラスエポキシ等で製作された回路基板６２を有し、その回路基板６２上には、前記歪みセンサ２３の出力信号を処理するオペアンプ、抵抗、マイコン等や歪みセンサ２３を駆動する電源用の電気・電子部品６３が配置されている。また、歪みセンサ２３の配線と回路基板６２とを接合する接合部６４を有している。また、外部からの電源供給や外部へセンサ信号処理回路によって処理された出力信号を出力するケーブル６５を有している。センサユニット２１に前述の各センサ（温度センサ、加速度センサ、振動センサ）が設けられている場合、センサ信号処理回路ユニット６０にはそれぞれのセンサに対応した回路基板６２、電気・電子部品６３、接合部６４、ケーブル６５等が設けられる。

[0050] 一般的には、車輪用軸受に設けられた各センサの出力を処理するセンサ信号処理回路ユニットは自動車の電気制御ユニット（ＥＣＵ）に設けられるが、この実施形態のように、車輪用軸受におけるセンサユニット２１の近傍にセンサ信号処理回路ユニット６０を設けることで、センサユニット２１からセンサ信号処理回路ユニット６０への配線の手間が簡略化でき、また車輪用軸受以外の場所にセンサ信号処理回路ユニット６０を設ける場合よりも、センサ信号処理回路ユニット６０をコンパクトに設置できる。

[0051] なお、前記各実施形態では、外方部材１が固定側部材である場合につき説明したが、この発明は、内方部材が固定側部材である車輪用軸受にも適用することができ、その場合、センサユニット２１は内方部材の内周となる周面に設ける。

また、前記各実施形態では第３世代型の車輪用軸受に適用した場合につき説明したが、この発明は、軸受部分とハブとが互いに独立した部品となる第１または第２世代型の車輪用軸受や、内方部材の一部が等速ジョイントの外輪で構成される第４世代型の車輪用軸受にも適用することができる。また、このセンサ付車輪用軸受は、従動輪用の車輪用軸受にも適用でき、さらに各世代形式のテーパころタイプの車輪用軸受にも適用することができる。

[0052] 以上で述べたこの発明の別の好ましい態様をまとめると、次のとおりである。

［第１態様］

この発明の第１態様に含まれるセンサ付車輪用軸受は、前記固定側部材に作用する外力、または前記タイヤと路面間に作用する作用力として、想定される最大の力が印加された状態においても、前記センサユニットのセンサ取付部材が塑性変形しないものとする。

上記の想定される最大の力は、車両故障につながらない走行において想定される最大の力である。センサユニットに塑性変形が生じると、固定側部材の変形がセンサユニットのセンサ取付部材に正確に伝わらず、歪みの測定に影響を及ぼす。センサユニットのセンサ取付部材が塑性変形しないものとす

ると、これを回避することができる。

［第２態様］

前記センサ取付部材はプレス加工品とする。

センサ取付部材をプレス加工により製作すると、加工が容易であり、コストダウンが可能になる。

［第３態様］

前記センサ取付部材は金属粉末射出成形による焼結金属とする。

センサ取付部材を金属粉末射出成形により製作すると、寸法精度の良いセンサ取付部材が得られる。

［第４態様］

前記センサ取付部材と前記固定側部材との固定は、ボルトおよび接着剤のいずれかを用いて行なうか、または両方を併用して行なうか、または溶接を用いて行なう。

ボルトおよび接着剤のいずれかの方法でセンサ取付部材と固定側部材とを固定すると、センサ取付部材を固定側部材に強固に固定することができる。そのため、センサ取付部材が固定側部材に対して位置ずれすることがなく、固定側部材の変形をセンサ取付部材に正確に伝えることが可能になる。

[0053] 次に、この発明の切り欠きを有していない応用例について説明する。この応用例も、図１４に示すように第３世代型の内輪回転タイプで、駆動輪支持用の車輪用軸受に適用したものであり、センサ取付部材２２を外方部材１の外周面に取り付けている。この応用例が第１実施形態（図１）と異なる点は、固定側部材における円周方向に離れた少なくとも２箇所にそれぞれ固定される複数の接触固定部２２ａ，２２ｂを配置し、これら複数の接触固定部２２ａ，２２ｂのうち少なくとも１箇所の接触固定部、例えば、ラジアル方向の変形が大きいほうの接触固定部に歪みセンサ２３を取り付けていることである。

[0054] まず、第１の応用例においては、図１５および図１６に示すように、センサ取付部材２２は、外方部材１の外周面に沿う周方向に細長い略円弧状とさ

れ、その両端および中央に円弧の内周側に張り出す接触固定部２２ａ，２２ｂ，２２ｃが形成されている。両端の接触固定部２２ａ，２２ｂは、図１６（Ｂ）から分かるように、横断面形状矩形で断面積が大きく、中央の接触固定部２２ｃは横断面形状円形で断面積が小さい。ここで、横断面形状とは、センサ取付部材２２と同心の円筒面Ｐ（図１６（Ａ））で切断した断面をいう。中央の接触固定部２２ｃは軸方向に貫通する貫通孔２７を有し、この貫通孔２７の上壁は連結部２２ｆと同一の肉厚ｔ１に設定されている。貫通孔２７の底壁２９の肉厚ｔ２は、肉厚ｔ１よりも小さく設定されており、底壁２９の周方向中央部に、径方向内側に突出して外方部材１の外周面に接触する接触脚２８が設けられている。この底壁２９が剛性の弱い弱化部となっている。一対の歪みセンサ２３は、このセンサ取付部材２２の中央の接触固定部２２ｃにおける接触脚２８から外れた位置で底壁（弱化部）２９の径方向外側面に取付けられている。この実施形態の場合、歪みセンサ２３は接着剤を用いて貼り付けられている。センサ取付部材２２の断面形状は、例えば矩形とされるが、この他に各種の形状とすることができる。一対の歪みセンサ２３は、接触脚２８の左右両側に１つずつ配置されているので、２つの歪みセンサ２３からの信号を重ねることにより、大きな歪み信号を得ることができる。一方の歪みセンサ２３を省略して、片方の歪みセンサ２３のみとしてもよい。

[0055] このセンサユニット２１は、センサ取付部材２２の長手方向が外方部材１の周方向を向くように、例えば接着剤による接着等によって、センサ取付部材２２の接触固定部２２ａ，２２ｂ，２２ｃで外方部材１の外周に固定される。その際、中央の接触固定部２２ｃが外方部材１の全周における真上の位置（反路面側位置）となり、両端の接触固定部２２ａ，２２ｂが真上の位置から数十度下方の位置となるように固定する。真上の位置は、外方部材１に作用する荷重により外方部材１がラジアル方向に最も大きく変形する周方向箇所であり、真上の位置から数十度下方に位置は、上記荷重により外方部材１がほとんど変形しない周方向箇所である。このことは、ＦＥＭ（有限要素

法）解析の結果から判明した。なお、センサユニット２１を外方部材１に取付けた状態において、センサ取付部材２２の接触固定部２２ａ，２２ｂ，２２ｃ以外の箇所では、外方部材１の内周面との間に隙間を生じている。また、接触固定部２２ｃに弱化部２９を設けているから、接触固定部２２ｃの歪がさらに大きくなり、それだけ歪みの検出精度が向上する。

図１６（Ｂ）の２点鎖線２２０に示すように、中央の接触固定部２２ｃは、両端の接触固定部２２ａ，２２ｂと同程度の大きさの横断面形状としてもよい。その場合、接触脚２８０の横断面形状は、軸方向に伸びる矩形とすることができる。また、接触脚２８は省略してもよい。

[0056] 前記センサ取付部材２２は、外方部材１への固定により塑性変形を起こさない形状や材質とされている。また、センサ取付部材２２は、車輪用軸受に予想される最大の荷重が印加された場合でも、塑性変形を起こさない形状とする必要がある。上記の想定される最大の力は、車両故障につながらない走行において想定される最大の力である。センサ取付部材２２を上記のようにするのは、センサ取付部材２２に塑性変形が生じると、外方部材１の変形がセンサ取付部材２２に正確に伝わらず、歪みの測定に影響を及ぼすためである。

[0057] 歪みセンサ２３としては、種々のものを使用することができる。例えば、歪みゲージ式センサ、光ファイバー式センサ、圧力式センサ、磁歪式センサ等を好適に使用できる。歪みセンサ２３が磁歪式センサである場合、センサ取付部材２２の材質はニッケル等の負の磁歪特性を有する磁歪材とする。

[0058] また、接触固定部２２ｃには弱化部２９を設けなくてもよく、その場合は、図１６（Ｂ）のように、中央の接触固定部２２ｃの横断面形状を、大きな歪が発生するように、両端の接触固定部２２ａ，２２ｂよりも十分小さくしておき、この接触固定部２２ｃの周面、例えば軸方向端面にセンサ２３を取り付ける。

[0059] 図１４に示すように、歪みセンサ２３の出力を処理する手段として、図１の第１実施形態と同様に、推定手段３１および異常判定手段３２が設けられ

ている。これらの手段３１，３２は、この車輪用軸受の外方部材１等に取付けられた回路基板等に電子回路装置（図示せず）に設けられたものであっても、また自動車の電気制御ユニット（ＥＣＵ）に設けられたものであっても良い。

[0060] 上記構成の車輪用軸受の作用を説明する。ハブ輪９に荷重が印加されると、転動体５を介して外方部材１が変形し、その変形は外方部材１に取付けられたセンサ取付部材２２に伝わり、センサ取付部材２２が変形する。このセンサ取付部材２２の歪みを、歪センサ２３により測定する。この際、センサ取付部材２２は外方部材１におけるセンサ取付部材２２の固定箇所のラジアル方向の変形に従って変形する。センサ取付部材２２の中央の接触固定部２２ｃが固定されている外方部材１の真上位置は、荷重により外方部材１がラジアル方向に最も大きく変形する周方向箇所であり、両端の接触固定部２２ａ，２２ｂが固定されている位置は、荷重により外方部材１がほとんど変形しない周方向箇所であるため、ラジアル方向の変形が小さい接触固定部２２ａ，２２ｂが支点となって、ラジアル方向の変形が大きい接触固定部２２ｃがより一層大きく変形する。また、中央の接触固定部２２ｃは両端の接触固定部２２ａ，２２ｂよりも剛性が弱いため、この部分は他の部分よりも歪みが大きく現れる。この接触固定部２２ｃの大きな歪みを歪みセンサ２３で測定することにより、外方部材１の歪みを感度良く検出することができる。

[0061] センサユニット２１を外方部材１に取付ける軸方向位置は、この応用例におけるように、外方部材１のアウトボード側の転走面３よりもアウトボード側位置とするのが好ましい。これは、アウトボード側の転走面３よりもアウトボード側位置であると、荷重の方向に応じて歪みに正負の方向性が生じ、荷重の正逆の方向を検出することができるからである。

ＦＥＭ解析および試験結果によると、外方部材１のラジアル方向歪みおよび周方向歪みとも、前記外力あるいは作用力等の荷重の正負によって歪みに正負の方向性を持つのは、外方部材１におけるアウトボード側の部分のみであった。したがって、荷重の正負の方向を検出するには、センサユニット２

１を外方部材１におけるアウトボード側の位置に配置することが必要である。

[0062] また、センサユニット２１は、この応用例のように、外方部材１の周面に設けるのが好ましい。センサユニット２１は、固定側部材の周面および端面のいずれに取付けても良いが、周面に取付けた場合、センサ取付部材に固定側部材の変形が伝わり易く、固定側部材の歪みをより感度良く検出することができる。

[0063] 荷重の方向や大きさによって歪みの変化が異なるため、予め歪みと荷重の関係を実験やシミュレーションにて求めておけば、車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力を算出することができる。前記推定手段３１は、このように実験やシミュレーションにより予め求めて設定しておいた歪みと荷重の関係から、歪センサ２３の出力により、車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力をそれぞれ算出する。前記異常判定手段３２は、推定手段３１により算出された車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力が許容値を超えたと判断される場合に、外部に異常信号を出力する。この異常信号を、自動車の車両制御に使用することができる。また、リアルタイムで車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力を出力すると、よりきめ細かな車両制御が可能となる。

[0064] また、車輪用軸受は内方部材２によって予圧が付加されるが、その予圧によってもセンサ取付部材２２は変形するため、予め歪みと予圧の関係を実験やシミュレーションにて求めておけば、車輪用軸受の予圧の状態を知ることが出来る。前記推定手段３１は、実験やシミュレーションにより予め求めて設定しておいた歪みと予圧の関係から、歪センサ２３の出力により、車輪用軸受の予圧を算出する。このように予圧の状態が分かれば、車輪用軸受の組立時に予圧の調整が容易になる。

[0065] この応用例では、センサユニット２１を１箇所にだけ設けた構成としているが、例えば図１７および図１８に示すように、センサユニット２１を２箇所以上に設けた構成としても良い。例えば２箇所に設ける場合、歪みセンサ

２３が取付けられる接触固定部２２ｃの外方部材１への固定箇所は、それぞれ外方部材１に作用する荷重により外方部材１がラジアル方向に最も大きく変形する周方向箇所である真上の位置および真下の位置とするのが良い。このようにセンサユニット２１を２箇所以上に設けると、より一層精度の高い荷重の検出が可能となる。

[0066] 接触固定部２２ｃは、歪が大きくなるように、両端の接触固定部２２ａ，２２ｂよりも横断面形状が大幅に小さくなっており、接触固定部２２ｃの周面の一部を形成する軸方向端面にセンサ２３が取り付けられている。

[0067] 図１９は第２の応用例を示す。全体断面図は図１７と同一であるので、省略する。この応用例は、１つセンサユニット２１に歪みセンサ２３を２個設けたものである。センサユニット２１のセンサ取付部材２２は，５箇所の接触固定部２２ａ～２２ｅを有し、このうち両端と中央の接触固定部２２ａ，２２ｂ，２２ｃは断面積が大きく、これら接触固定部の間に位置する接触固定部２２ｄ、２２ｅは断面積が小さくしてある。この応用例の場合、接触固定部２２ｄ、２２ｅが弱化部となる。そして、この弱化部である接触固定部２２ｄ、２２ｅに歪みセンサ２３がそれぞれ取付けられている。このように、１つのセンサユニット２１に複数の歪みセンサ２３を設けると、精度の高い荷重の検出が可能となる。この場合も、センサユニット２１を外方部材１の２箇所以上に設けることができる。

[0068] また、スペース上の理由等により、センサユニット２１を外方部材１の外周に設けるのが困難な場合は、図２０および図２１に示すように、センサユニット２１を外方部材１の内周に設けても良い。

[0069] なお、前記各応用例では、外方部材１が固定側部材である場合につき説明したが、この発明は、内方部材２が固定側部材である車輪用軸受にも適用することができ、その場合、センサユニット２１は内方部材２の周面に設ける。

また、前記各応用例では第３世代型の車輪用軸受に適用した場合につき説明したが、この発明は、軸受部分とハブとが互いに独立した部品となる第１

または第２世代型の車輪用軸受や、内方部材の一部が等速ジョイントの外輪で構成される第４世代型の車輪用軸受にも適用することができる。また、このセンサ付車輪用軸受は、従動輪用の車輪用軸受にも適用でき、さらに各世代形式のテーパころタイプの車輪用軸受にも適用することができる。

[0070] 図１７～２１の各応用例において、中央の接触固定部２２ｃに図１６（Ｃ）と同様な弱化部２９を設けてもよく、その場合、接触固定部２２ｃの横断面形状を大きくして、例えば両端の接触固定部２２ａ，２２ｂと同程度とすることができる。また、接触固定部２２ｃの横断面形状は、図１６（Ｂ）に示した円形としてもよい。

[0071] 図１４～２１に示したこの発明の応用例は、次の態様１）～１３）を含む。

[0072] 応用態様１）

車体に対して車輪を回転自在に支持する車輪用軸受であって、複列の転走面が内周に形成された外方部材と、この外方部材の転走面と対向する転走面を形成した内方部材と、両転走面間に介在した複列の転動体と、前記外方部材と内方部材の端部を密封する密封装置とを備え、センサ取付部材およびこのセンサ取付部材に取付けられた歪みセンサからなり、前記外方部材および内方部材のうちの固定側部材に取付けられるセンサユニットと、このセンサユニットの歪みセンサの出力によって、車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力、または車輪用軸受の予圧量を推定する推定手段とを設け、前記センサ取付部材は、前記固定側部材の円周方向に離れた少なくとも２箇所にそれぞれ固定される複数の接触固定部を有し、これら複数の接触固定部のうち少なくとも１箇所の接触固定部に前記歪みセンサを取付けている。

[0073] 車両走行に伴い回転側部材に荷重が加わると、転動体を介して固定側部材が変形し、その変形はセンサユニットに歪みをもたらす。センサユニットに設けられた歪みセンサは、センサユニットの歪みを検出する。推定手段は、上記歪みセンサの出力によって、車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力、または車輪用軸受の予圧量を推定する。このようにして

得られた各推定値を自動車の車両制御に使用することにより、きめ細かな車両制御が可能となる。

[0074] 固定側部材は、円周方向の各部によって、上記外力や作用力によるラジアル方向の変形の程度が異なる。解析結果によると、タイヤ路面との接触点に作用する軸方向力による固定側部材のラジアル方向の変形は、反路面側である真上位置および路面側である真下位置で最も大きくなる。このため、固定側部材の円周方向に離れた少なくとも２箇所にセンサ取付部材の接触固定部が位置していると、これらの接触固定部には異なる程度のラジアル方向の変形をもたらすことができる。センサ取付部材は、ラジアル方向の変形が小さい接触固定部が支点となって、ラジアル方向の変形が大きい接触固定部がより大きく変形する。したがって、ラジアル方向の変形が大きい接触固定部に歪みセンサを取付けておけば、この歪みセンサにより、固定側部材の歪みを感度良く検出することができる。

[0075] この車輪用軸受は、センサ取付部材およびこのセンサ取付部材に取付けた歪みセンサからなるセンサユニットを固定側部材に取付ける構成としたため、荷重検出用のセンサを車両にコンパクトに設置できる。センサ取付部材は固定側部材に取付けられる簡易な部品であるため、これに歪みセンサを取付けることで、量産性に優れたものとでき、コスト低下が図れる。

[0076] 応用態様２）

前記応用態様１において、前記センサ取付部材の複数の接触固定部のうち前記歪みセンサが取付けられる接触固定部は、他の接触固定部よりも横断面形状を小さくしている。

横断面形状を小さくした接触固定部には他の接触固定部よりも大きな歪みが現れる。この大きな歪みを歪みセンサが検出するため、固定側部材の歪みをより一層感度良く検出することができる。また、接触固定部にセンサを設けることで、最も大きく変形する周方向箇所である真上またはその近傍にセンサを配置でき、さらに一層検出精度をあげることができる。

[0077] 応用態様３）

前記応用態様１において、前記歪みセンサが取付けられた前記接触固定部の前記固定側部材への固定箇所は、車輪用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力によって、固定側部材の円周方向における他の箇所と比べてラジアル方向に大きく変形する円周方向箇所である。

前述したように、ラジアル方向の変形が大きい接触固定部に歪みセンサを取付けておけば、この歪みセンサにより、固定側部材の歪みを感度良く検出することができるからである。

[0078] 応用態様４）

前記応用態様１において、前記センサユニットは複数とする。

複数のセンサユニットを固定側部材の複数箇所に設けると、固定側部材の各部の歪みを検出することができ、固定側部材の歪みに関するより詳細な情報が得られる。

[0079] 応用態様５）

前記応用態様１において、前記センサユニットは、固定側部材におけるアウトボード側部分、例えば固定側部材におけるアウトボード側の転走面よりもアウトボード側の位置に取付ける。

解析および試験結果によると、固定側部材のラジアル方向歪みおよび周方向歪みとも、前記外力あるいは作用力等の荷重の正負によって歪みに正負の方向性を持つのは、固定側部材におけるアウトボード側の部分のみであった。したがって、荷重の正負の方向を検出するには、センサユニットを固定側部材におけるアウトボード側の位置に配置することが必要である。

[0080] 応用態様６）

前記応用態様１において、前記センサユニットは前記固定側部材の周面に設ける。

センサユニットは、固定側部材の周面および端面のいずれに取付けても良いが、周面に取付けた場合、センサ取付部材に固定側部材の変形が伝わり易く、固定側部材の歪みをより感度良く検出することができる。

[0081] 応用態様７）

前記応用態様１において、前記固定側部材に作用する外力、または前記タイヤと路面間に作用する作用力として、想定される最大の力が印加された状態においても、前記センサユニットのセンサ取付部材が塑性変形しないものとする。上記の想定される最大の力は、車両故障につながらない走行において想定される最大の力である。

センサユニットに塑性変形が生じると、固定側部材の変形がセンサユニットのセンサ取付部材に正確に伝わらず、歪みの測定に影響を及ぼす。これを避けるために、センサ取付部材が塑性変形しないものとするのである。

[0082] 応用態様８）

前記応用態様１において、前記歪みセンサは、歪みゲージ式センサ、光ファイバー式センサ、圧力式センサ、および磁歪式センサのいずれかとする。

歪みセンサが磁歪式センサである場合、前記センサ取付部材の材質はニッケル等の負の磁歪特性を有する磁歪材とする。

[0083] 応用態様９）

前記応用態様１において、前記固定側部材が外方部材とする。その場合、センサユニットを外方部材に取付ける。

[0084] 応用態様１０）

前記応用態様１において、前記歪センサが圧力式センサである。

[0085] 応用態様１１）

前記応用態様１において、前記歪センサが磁歪式センサである。

[0086] 応用態様１２）

前記応用態様１１において、前記センサ取付部材の材質がニッケル等の負の磁歪特性を有する磁歪材である。

[0087] 応用態様１３）

前記応用態様１において、前記固定側部材が外方部材である。

[0088] 応用態様１４）

前記応用態様１において、前記少なくとも１箇所の接触固定部が弱化部を有し、この弱化部に前記歪みセンサが取付けられている。

[0089] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施例を説明したが、当業者であれば、本件明細書を見て、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易に想定するであろう。例えば、変形を検出するセンサを実施例と異なるものを使用するなどである。

したがって、そのような変更および修正は、添付クレームから定まるこの発明の範囲内のものと解釈される。

請求の範囲

[1] 車体に対して車輪を回転自在に支持する車輪用軸受であって、

複列の転走面が内周に形成された外方部材と、この外方部材の転走面と対向する転走面を形成した内方部材と、両転走面間に介在した複列の転動体とを備え、

センサ取付部材およびこのセンサ取付部材に取付けられた歪みセンサからなるセンサユニットを、前記外方部材および内方部材のうちの固定側部材に取付け、

前記センサ取付部材は、前記固定側部材の円周方向に離れた少なくとも２箇所にそれぞれ固定される複数の接触固定部を有し、

前記センサ取付部材の互いに隣接する接触固定部間に対応する位置で、前記固定側部材に軸方向に延びる少なくとも１箇所の切欠きを設け、

前記歪みセンサは隣接する前記接触固定部間で少なくとも１箇所に配置されている、

センサ付車輪用軸受。

[2] 請求項１において、前記接触固定部の少なくとも１箇所が、前記固定側部材に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力によって、固定側部材の円周方向における他の箇所と比べてラジアル方向に大きく変形する円周方向箇所に取付けられているセンサ付車輪用軸受。

[3] 請求項１において、前記センサユニットは、固定側部材におけるアウトボード側部分に取付けられているセンサ付車輪用軸受。

[4] 請求項１において、前記センサユニットは前記固定側部材の周面に設けられているセンサ付車輪用軸受。

[5] 請求項１において、前記センサユニットは複数であるセンサ付車輪用軸受。

[6] 請求項１において、前記歪みセンサの出力によって、車両用軸受に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力、または車両用軸受の予圧量を推定する推定手段を設けたセンサ付車輪用軸受。

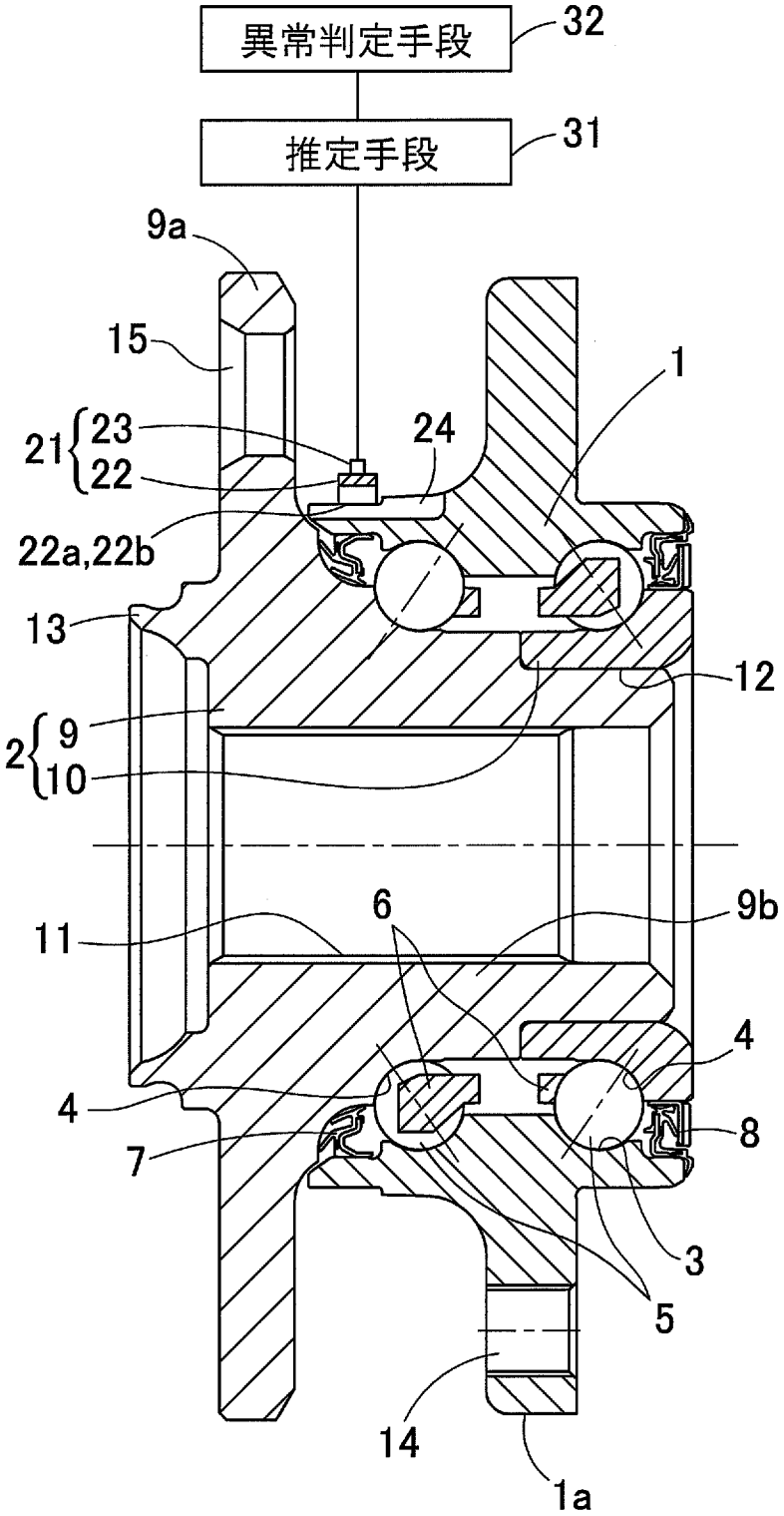
[7] 請求項１において、前記センサ取付部材に温度センサを設けたセンサ付車輪用軸受。

[8] 請求項１において、前記センサ取付部材に加速度センサおよび振動センサのうち少なくとも一つを設けたセンサ付車輪用軸受。

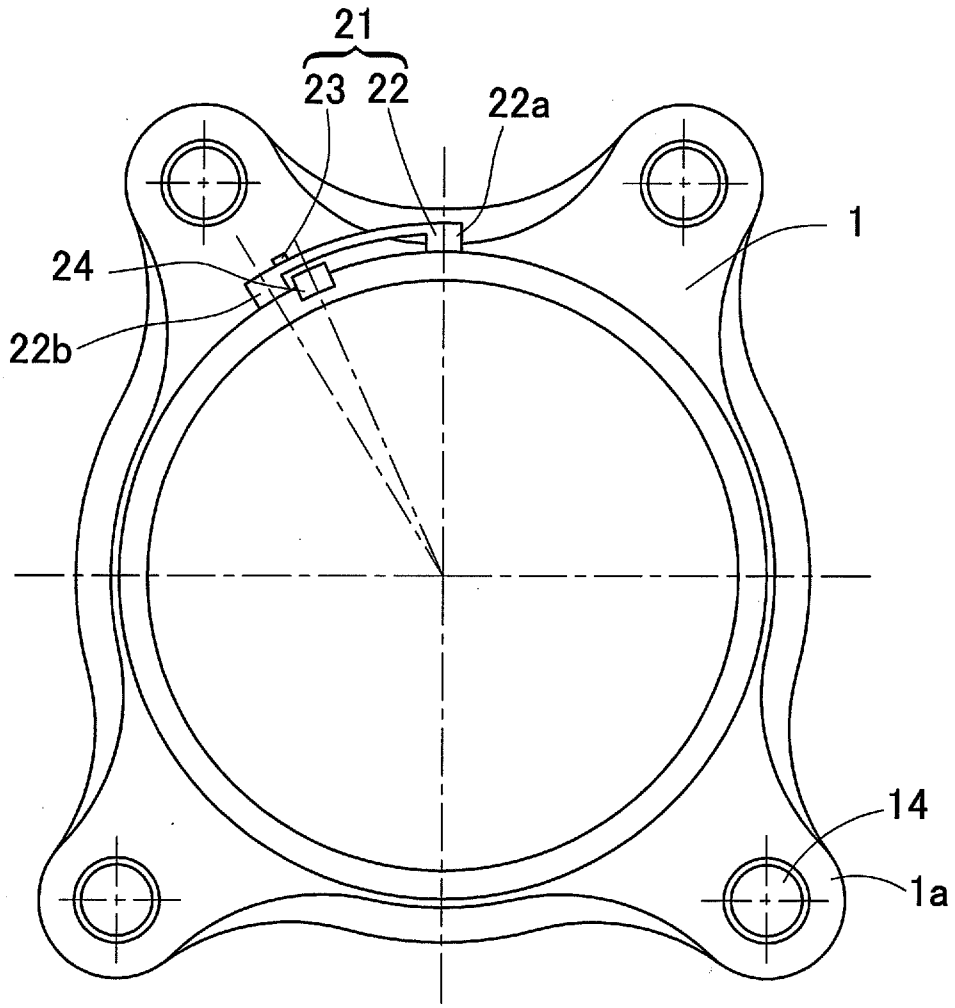
[9] 請求項１において、前記歪みセンサは、前記センサ取付部材の表面に絶縁層を印刷および焼成によって形成し、前記絶縁層の上に電極および歪み測定用抵抗体を印刷および焼成によって形成したものであるセンサ付車輪用軸受。

[10] 請求項１において、前記センサユニットの近傍で固定側部材に、前記歪みセンサの出力信号を処理するセンサ信号処理回路を有するセンサ信号処理回路ユニットが取り付けられているセンサ付車輪用軸受。

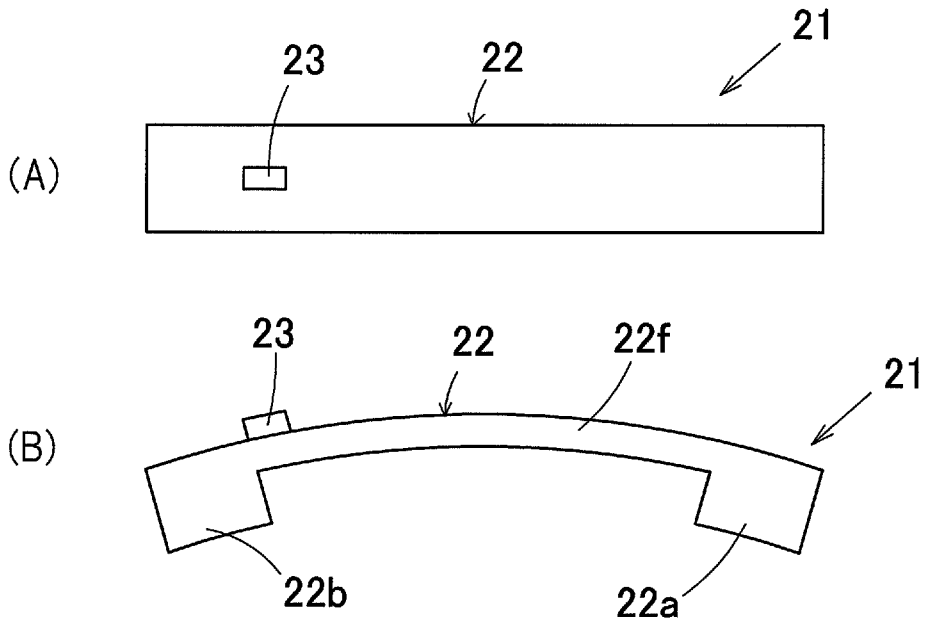
[図1]


異常判定手段
32
推定手段
31
9a
15
1
21
23
22
24
22a,22b
13
12
2
9
10
11
6
9b
4
4
8
7
3
5
14
1a

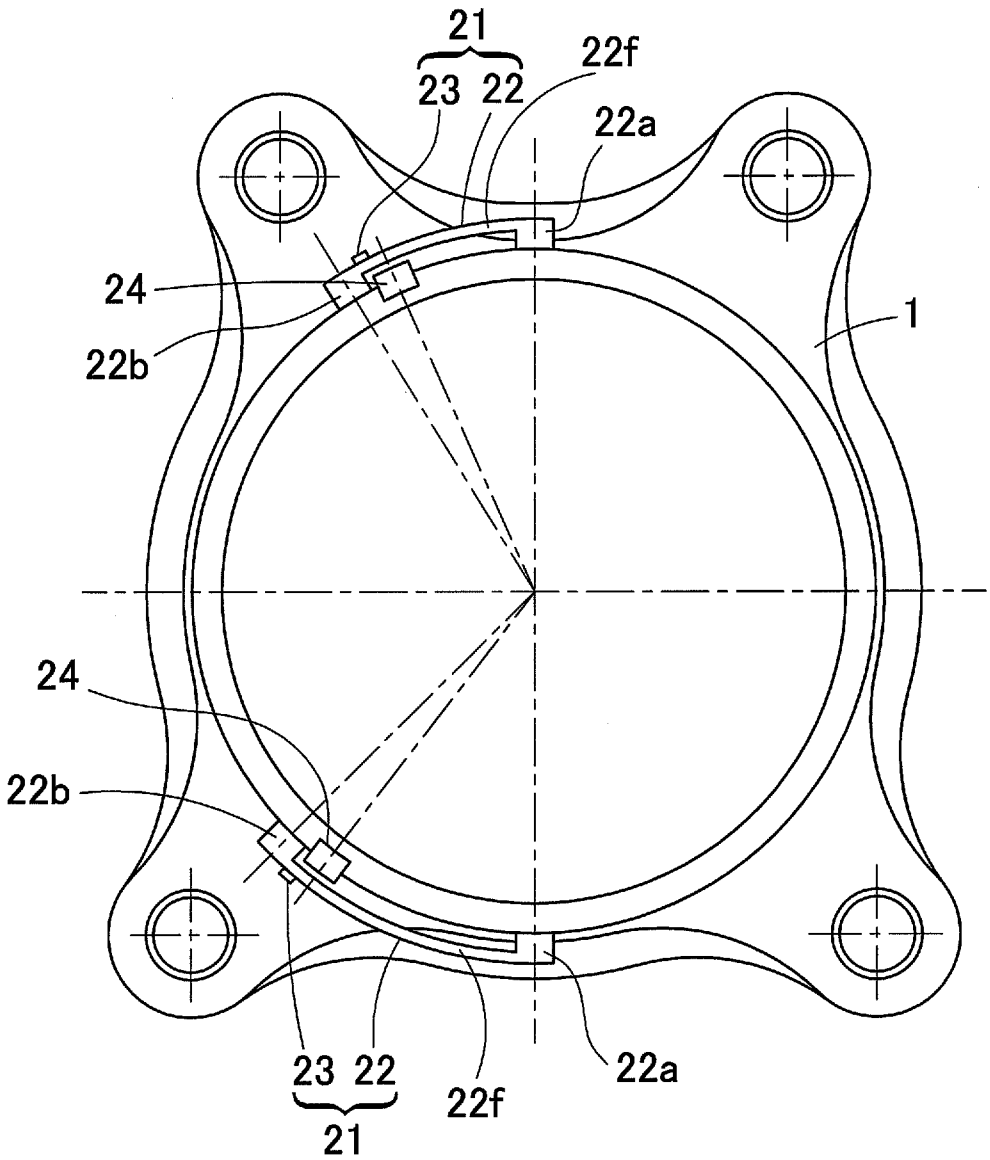
[図2]



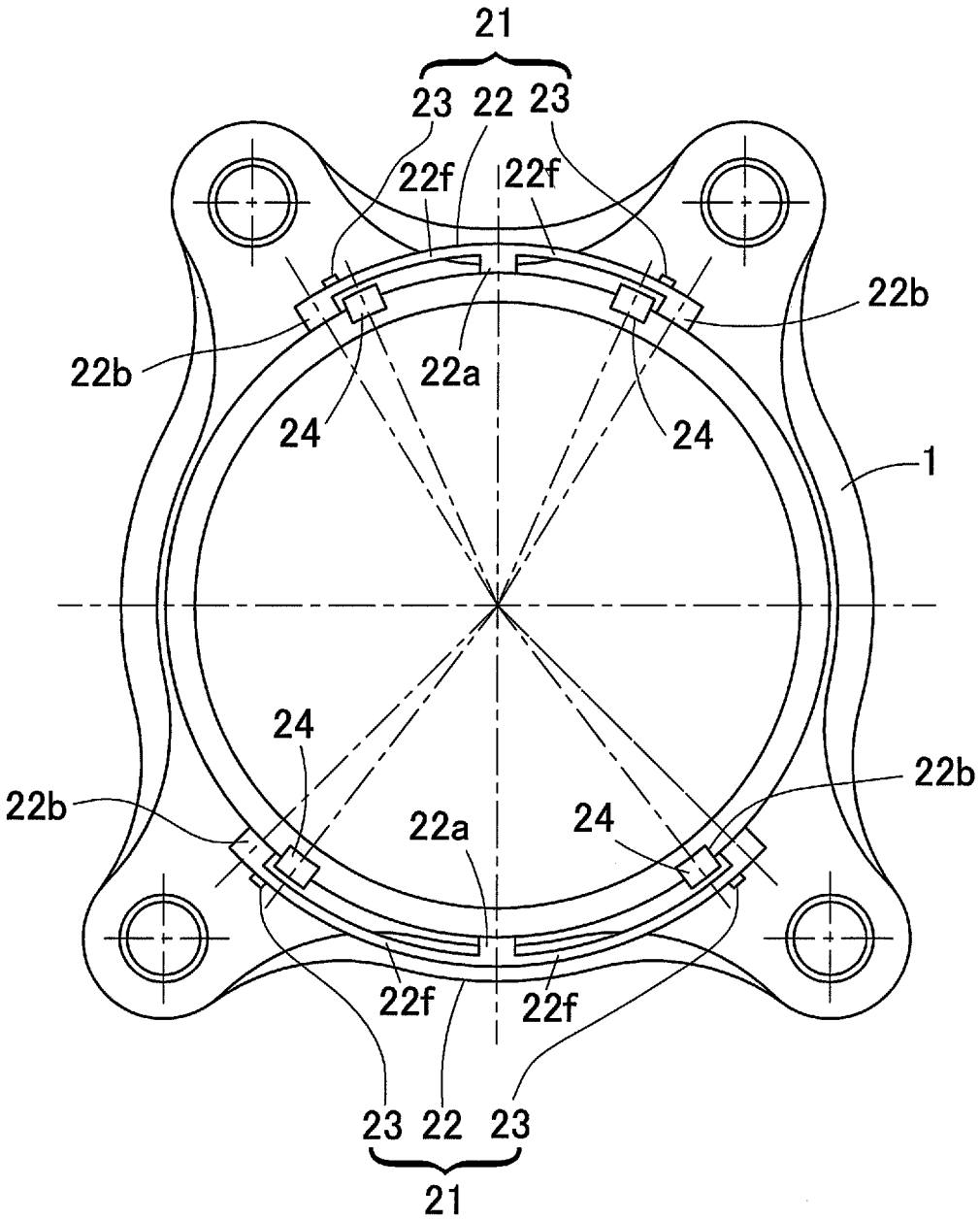
[図3]



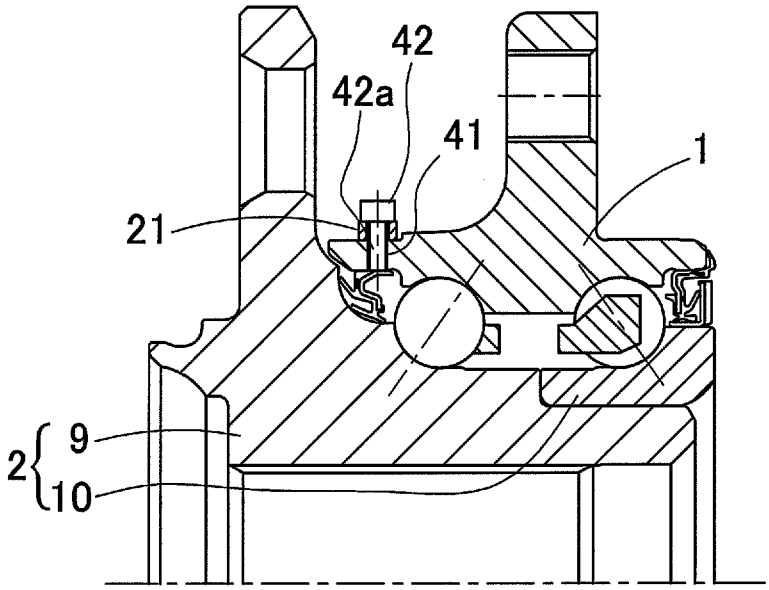
[図4]



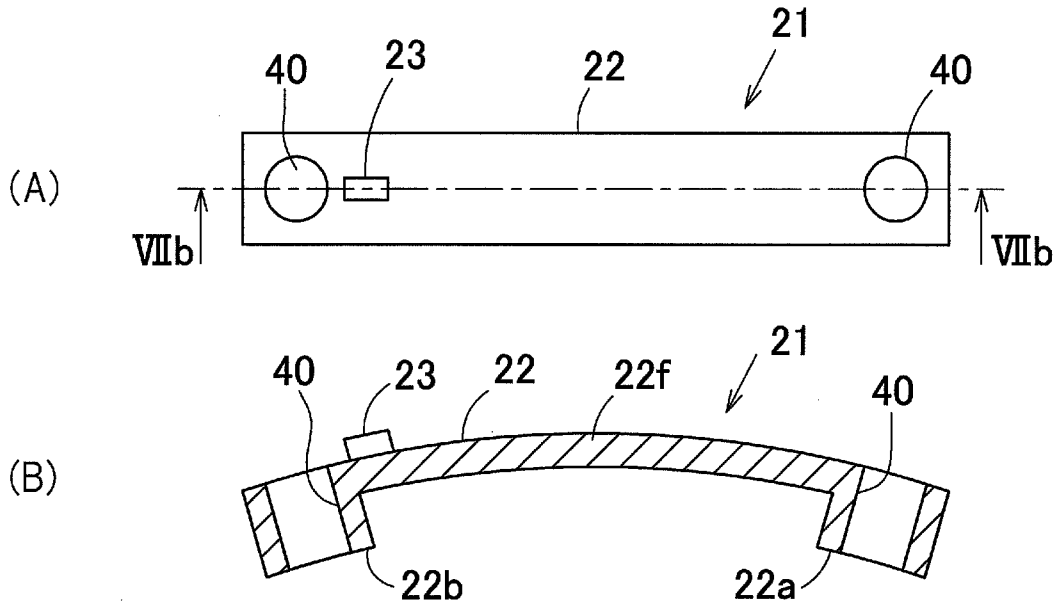
[図5]


21
23 22 23
22f 22f
22b
22b
22a
24
24
1
24
22b
22b
22a
24
22f
22f
23 22 23
21

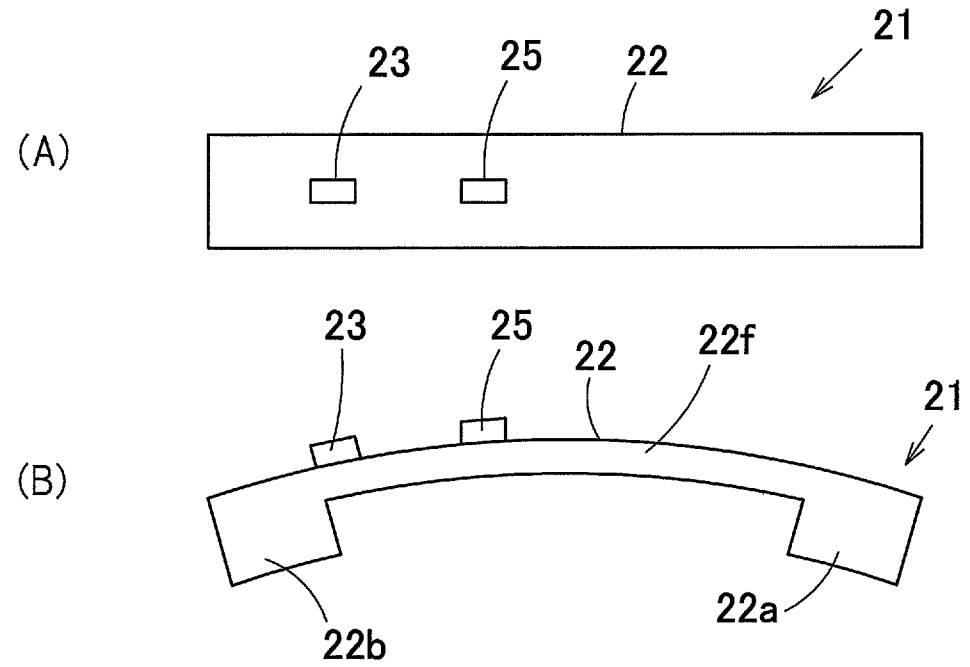
[図6]


42
42a
41
1
21
2
9
10

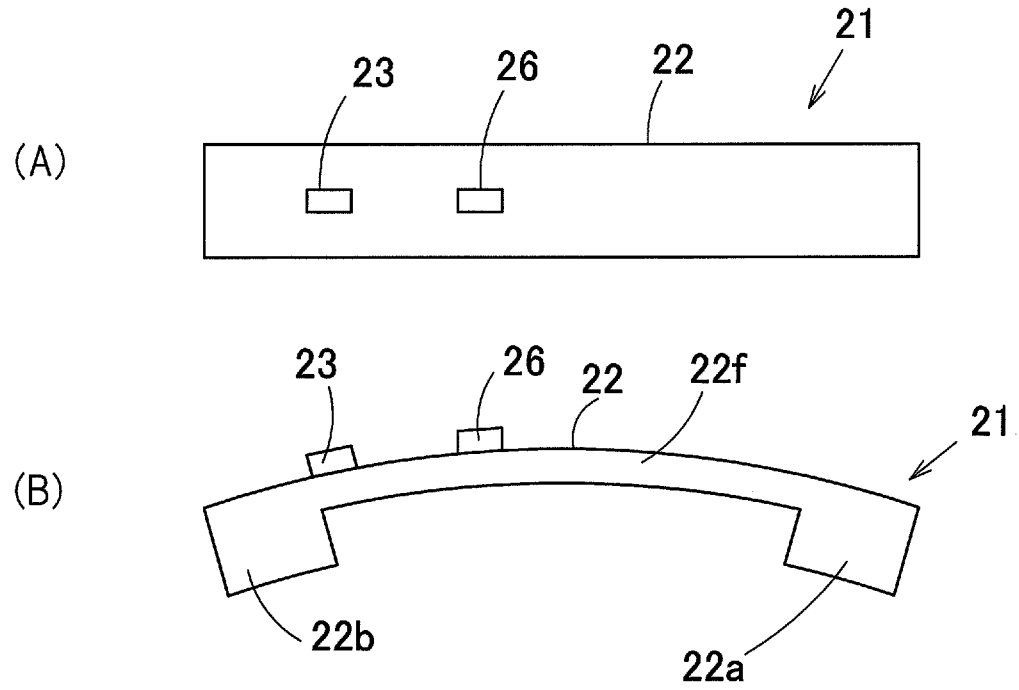
[図7]


(A)
21
40
23
22
40
VIIb
VIIb
(B)
21
40
23
22
22f
40
22b
22a

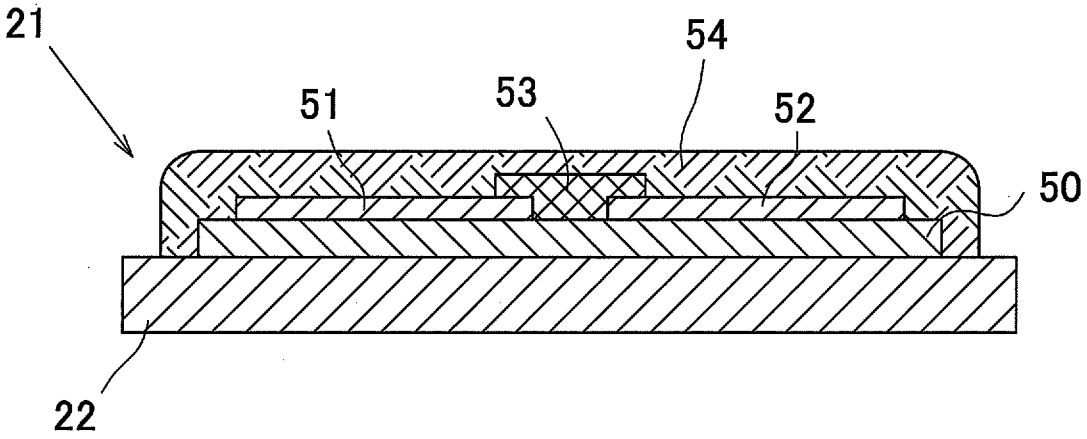
[図8]


(A)
23
25
22
21
(B)
23
25
22
22f
21
22b
22a

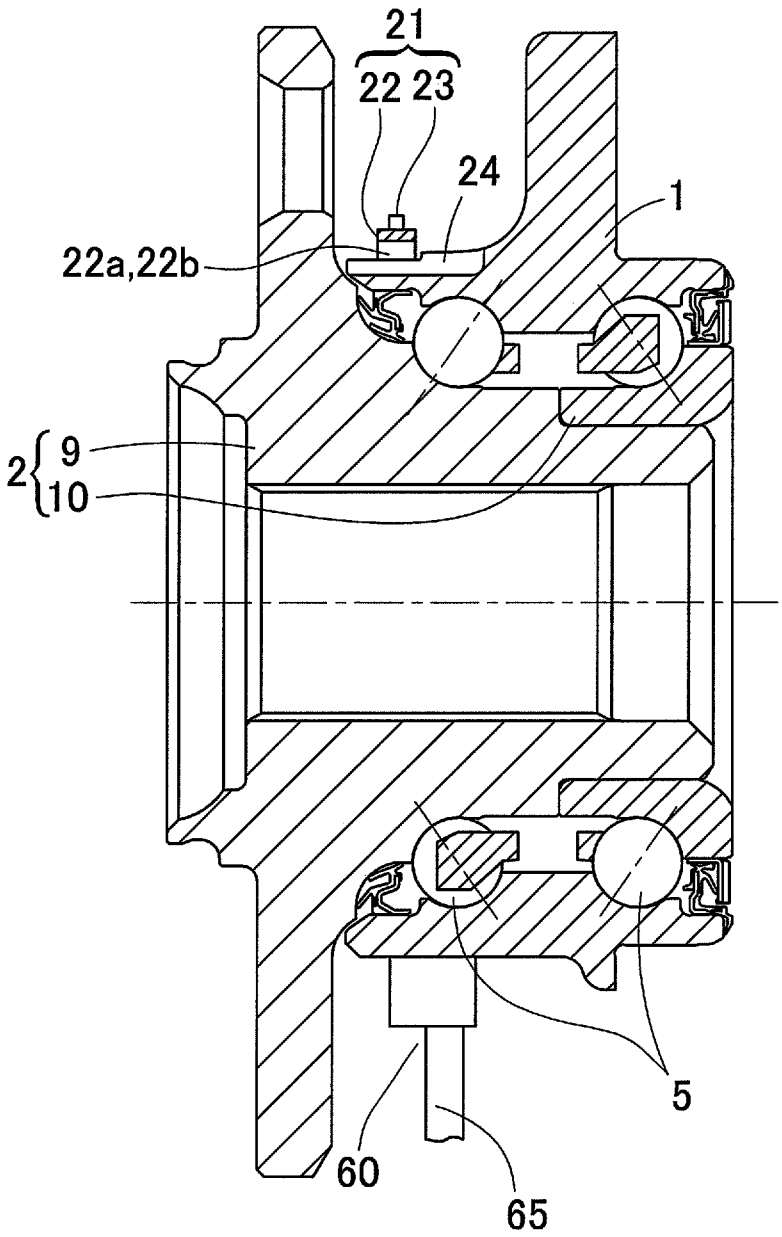
[図9]


(A)
23
26
22
21
(B)
23
26
22
22f
21
22b
22a

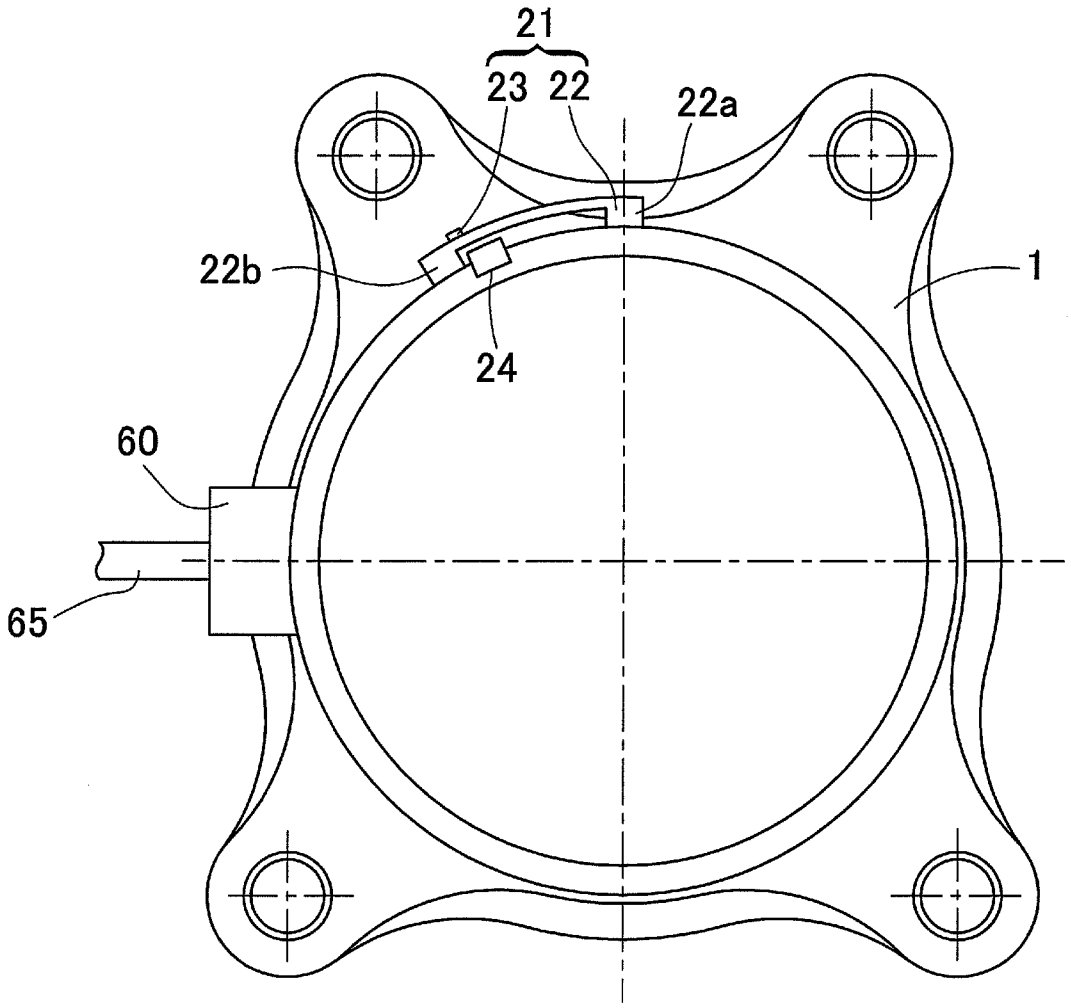
[図10]



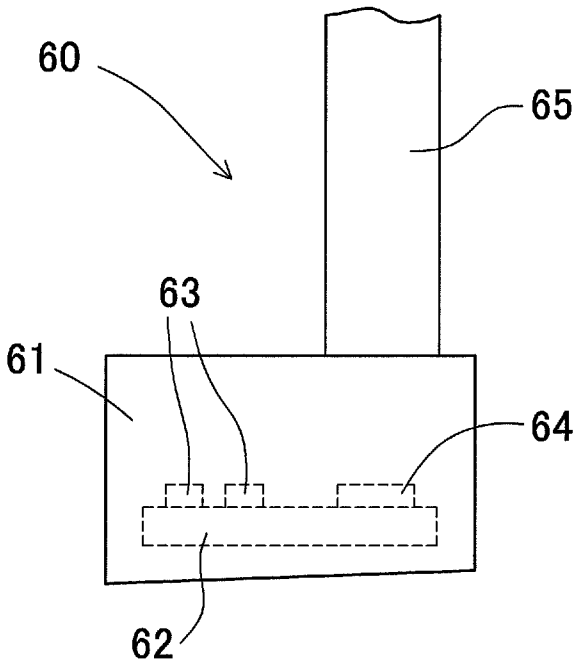
[図11]



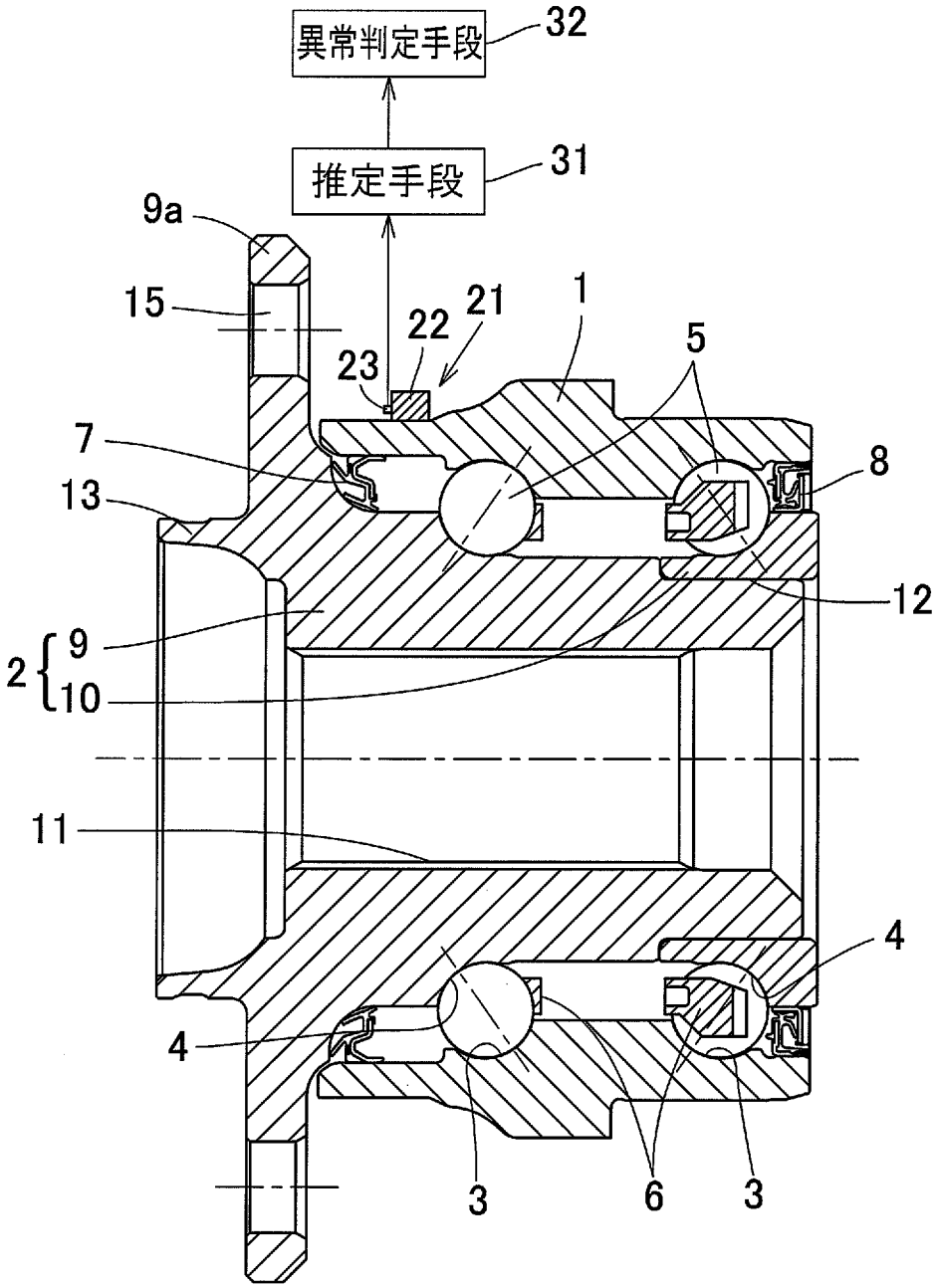
[図12]



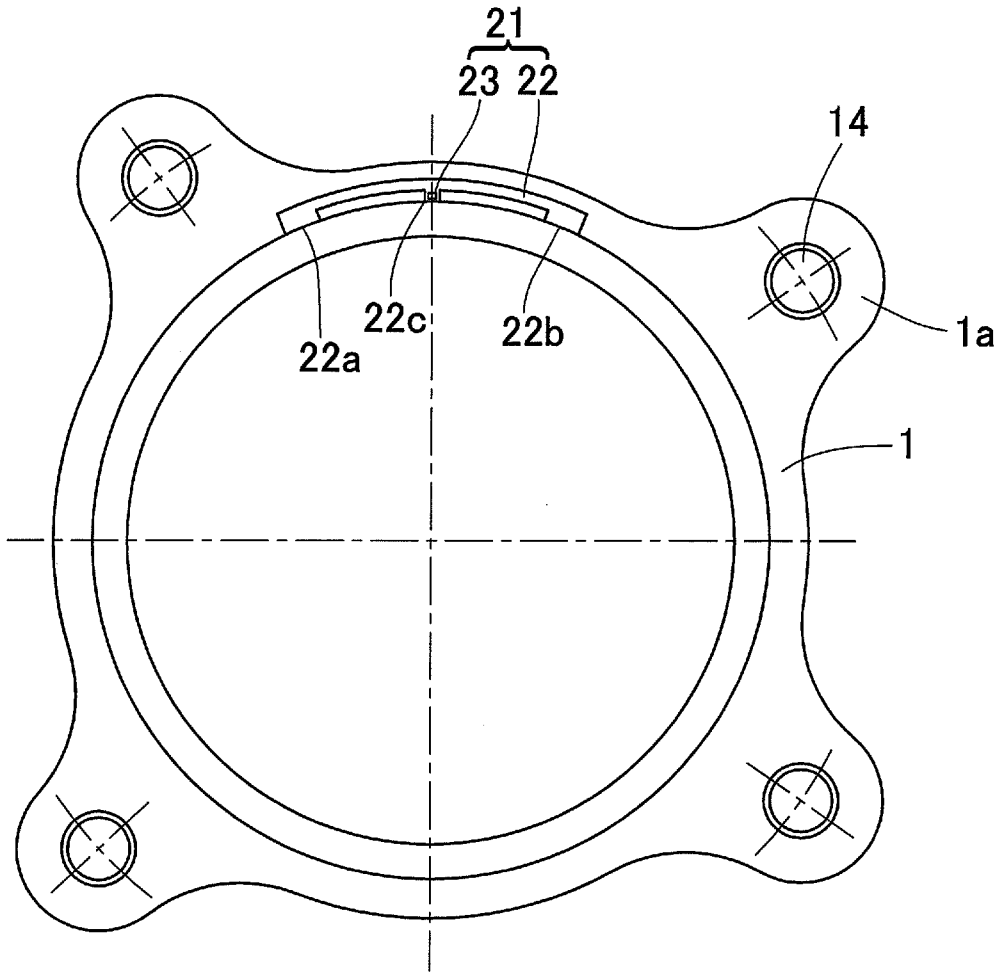
[図13]



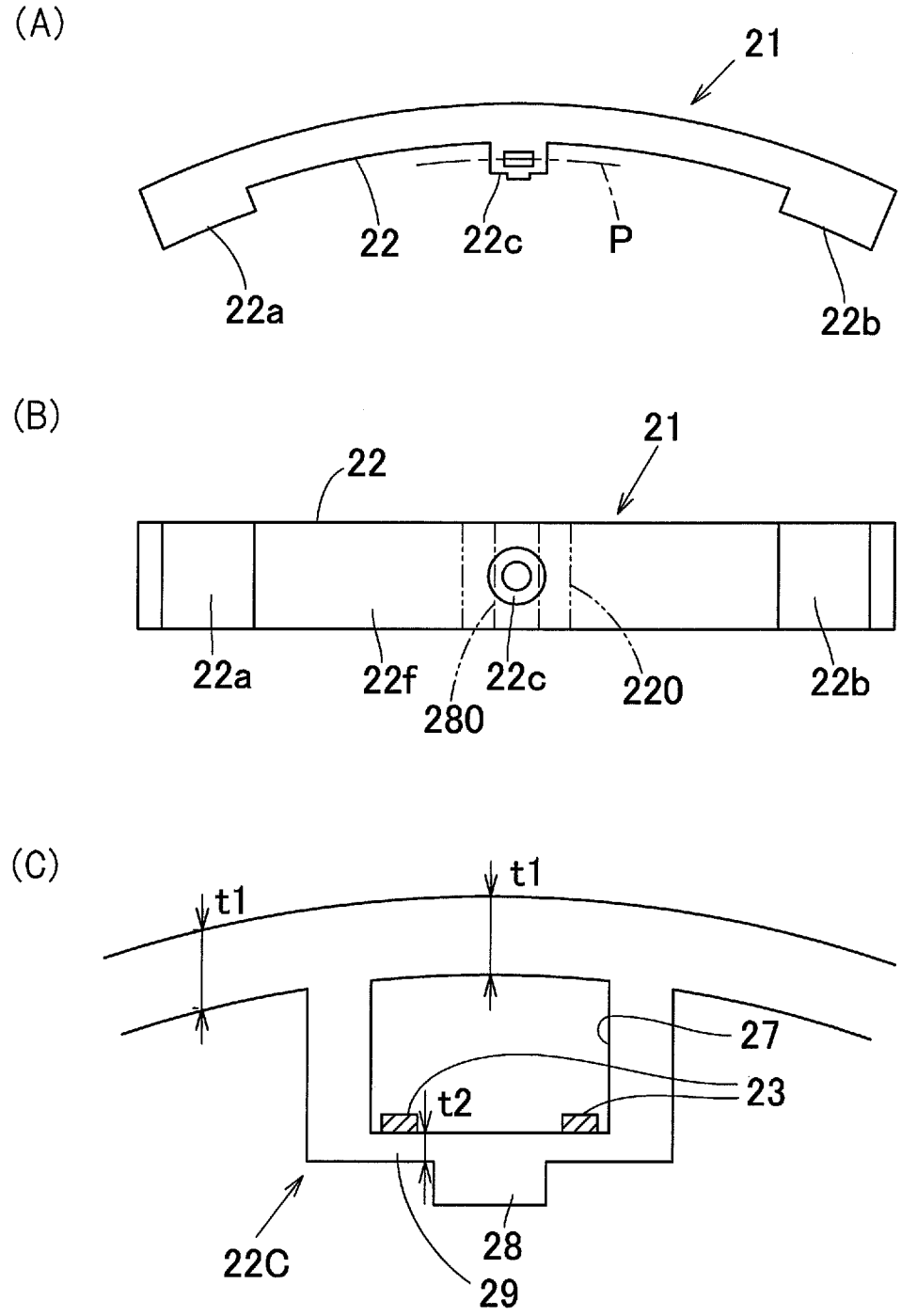
[図14]



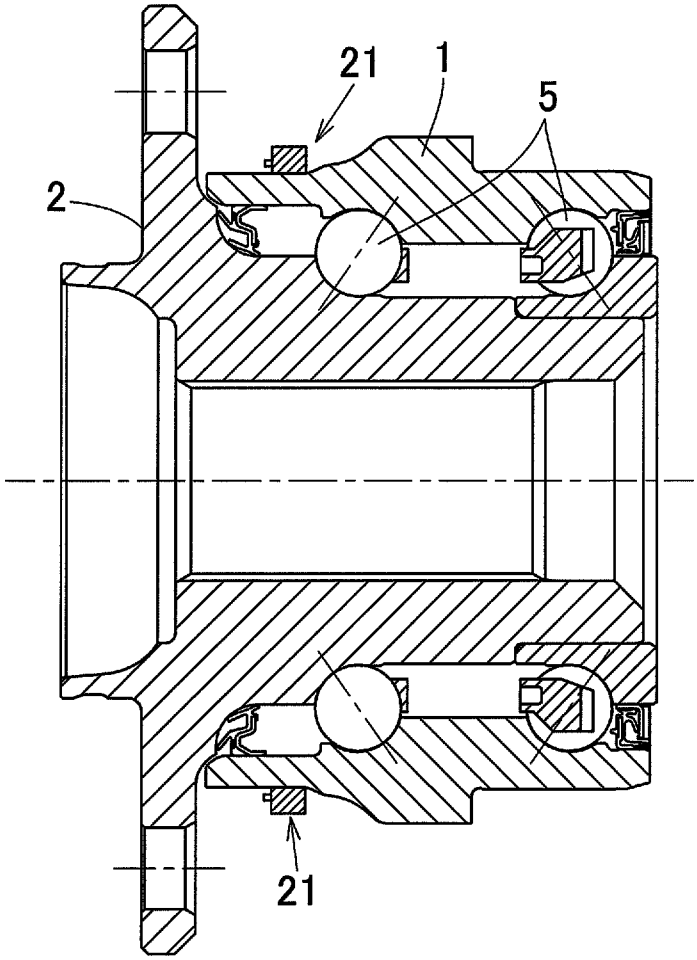
[図15]



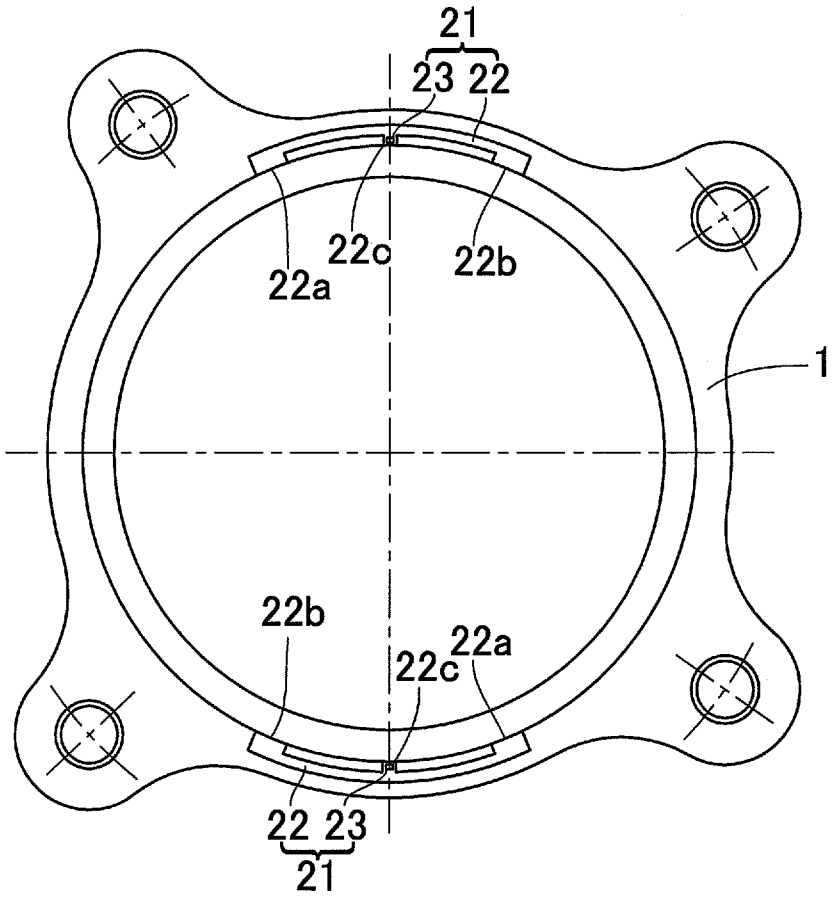
[図16]


(A)
21
22
22c
P
22a
22b
(B)
21
22
22a
22f
280
22c
220
22b
(C)
t1
t1
27
23
t2
22C
28
29

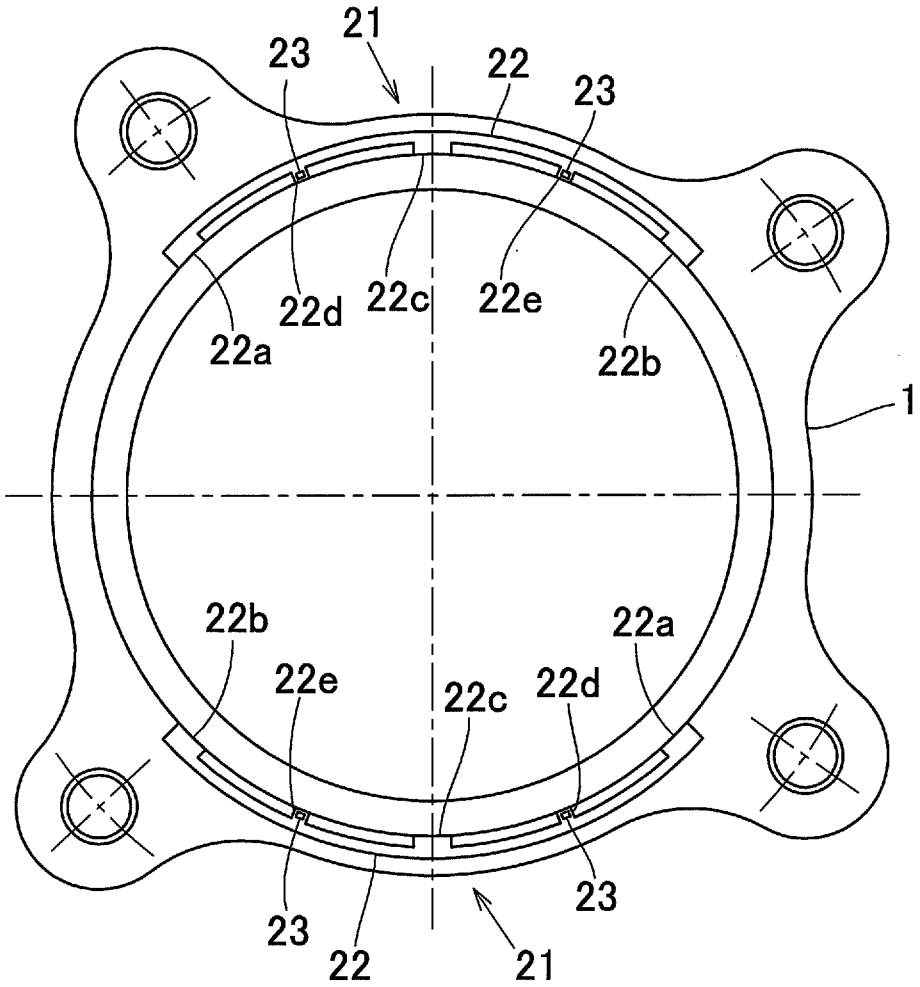
[図17]



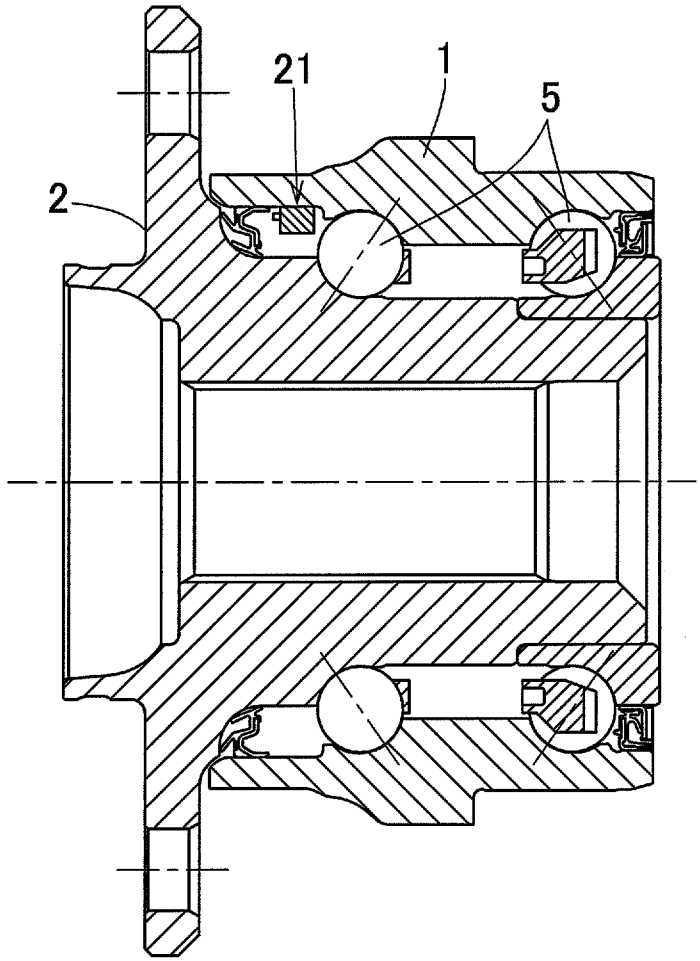
[図18]



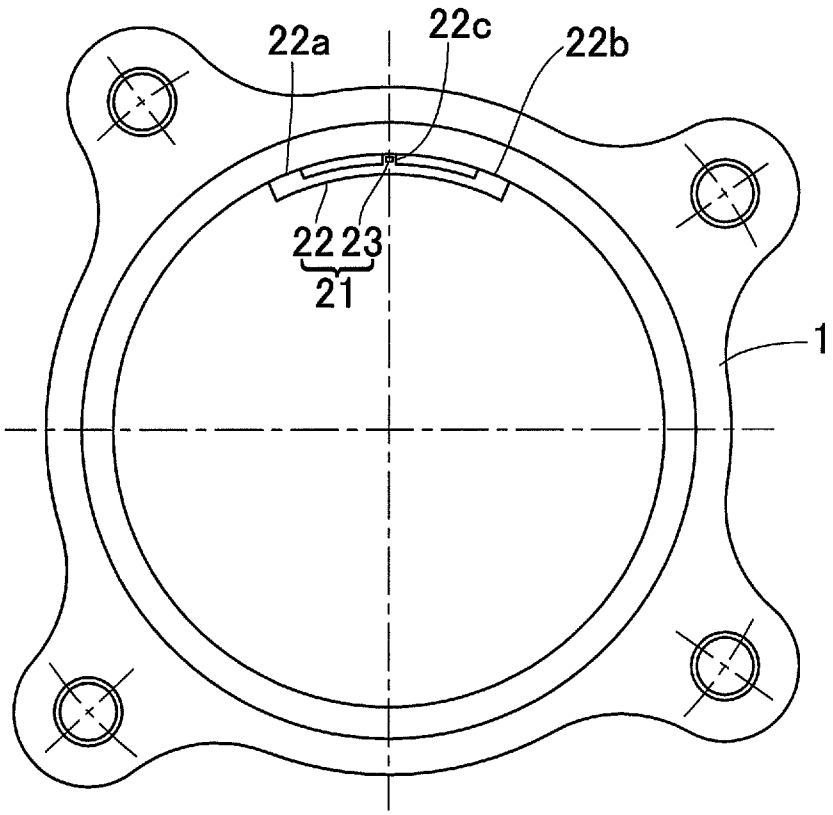
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/000184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01L5/00(2006.01)i, *B60B35/18*(2006.01)i, *F16C19/18*(2006.01)i, *F16C19/52*(2006.01)i, *F16C33/64*(2006.01)i, *F16C41/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01L5/00, B60B35/18, F16C19/18, F16C19/52, F16C33/64, F16C41/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-3601 A (NSK Ltd.), 08 January, 2004 (08.01.04), Full text; all drawings & US 2003/0218548 A1 & CN 1455233 A	1-10
A	JP 2003-336653 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 28 November, 2003 (28.11.03), Full text; all drawings & EP 1506883 A1 & US 2005/0016296 A1 & WO 03/097381 A1	1-10
E,A	JP 2007-71280 A (NTN Corp.), 22 March, 2007 (22.03.07), Par. Nos. [0041] to [0043]; Figs. 26 to 28 (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 April, 2007 (26.04.07)	15 May, 2007 (15.05.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００７／０００１８４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L5/00(2006.01)i, B60B35/18(2006.01)i, F16C19/18(2006.01)i, F16C19/52(2006.01)i, F16C33/64(2006.01)i, F16C41/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L5/00, B60B35/18, F16C19/18, F16C19/52, F16C33/64, F16C41/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP ２００４－３６０１ A(日本精工株式会社) ２００４．０１．０８，全文，全図 & US 2003/0218548 A1 & CN 1455233 A	1-10
A	JP ２００３－３３６６５３ A (光洋精工株式会社) ２００３．１１．２８，全文，全図 & EP 1506883 A1 & US 2005/0016296 A1 & WO 03/097381 A1	1-10
E,A	JP ２００７－７１２８０ A(ＮＴＮ株式会社) ２００７．０３．２２，【００４１】－【００４３】，第２６－２８図　(ファミリーなし)	1-10

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２６．０４．２００７	国際調査報告の発送日 １５．０５．２００７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｆ　９６１３ 松浦　久夫 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６