

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年6月14日 (14.06.2007)

PCT

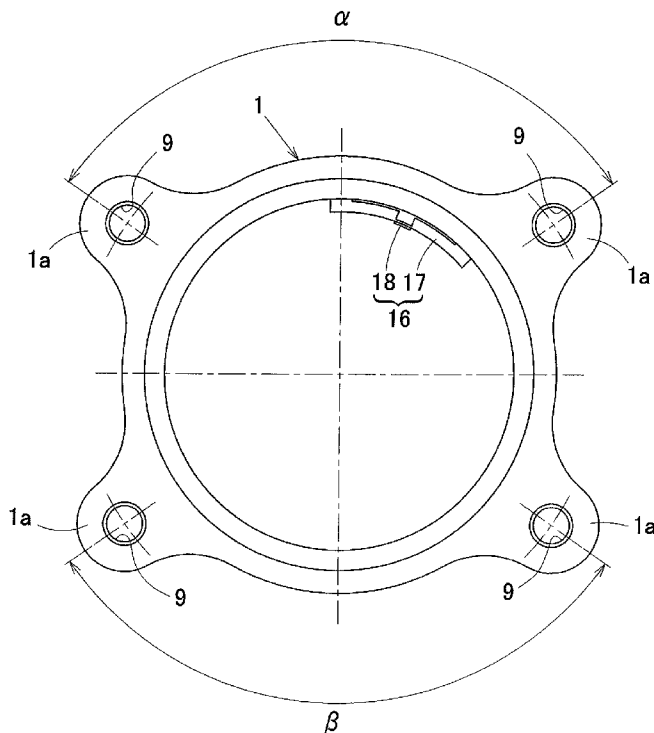
(10) 国際公開番号
WO 2007/066593 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 5/00 (2006.01) *F16C 19/52* (2006.01)
B60B 35/18 (2006.01) *F16C 41/00* (2006.01)
F16C 19/18 (2006.01) *G01D 5/245* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/324070
- (22) 国際出願日: 2006年12月1日 (01.12.2006)
- (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2005-354245 2005年12月8日 (08.12.2005) JP
 特願2005-358588 2005年12月13日 (13.12.2005) JP
 特願2005-358589 2005年12月13日 (13.12.2005) 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).

[続葉有]

(54) Title: SENSOR-EQUIPPED BEARING FOR WHEEL

(54) 発明の名称: センサ付車輪用軸受



(57) Abstract: A sensor-equipped bearing for a wheel, with which a load detection sensor can be compactly installed on a vehicle, that can detect a load on the wheel, and that can be mass-produced at low costs. The bearing has an outer member having double-row rolling surfaces on its inner surface, an inner member having formed on it rolling surfaces opposite the rolling surfaces of the outer member, and double-row rolling bodies interposed between the rolling surfaces of the inner and outer members. The bearing rotatably supports the wheel relative to a vehicle body. In the bearing, a sensor unit is attached to a stationary-side member out of the outer member and the inner member. The sensor unit is composed of a sensor installation plate and of a strain sensor or a displacement sensor that is attached to the sensor installation member, or alternatively, the sensor unit is composed of an installation member formed from a strain-inducing material and a detection coil that is attached to the installation member. The sensor installation member or the installation member formed from the strain-inducing material has at least two contact/fixation sections engaged to the stationary-side member. The strain sensor or the displacement sensor or the detection coil is placed at at least one portion between adjacent contact/fixation sections.

(57) 要約: 車両にコンパクトに荷重センサを設置できて、車輪にかかる荷重を検出でき、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。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

[続葉有]

WO 2007/066593 A1



(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, LV, LY, MA, MD, MG, MK, 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.

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, 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

(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,

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。

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、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、センサ取付部材とこのセンサ取付部材に取付けられた歪みセンサもしくは変位センサとからなる、または磁歪材で形成される取付部材とこの取付部材に取付けられた検出コイルと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または磁歪材で形成される取付部材は、前記固定側部材に対して少なくとも2箇所の接触固定部を有し、隣合う前記接触固定部の間で少なくとも1箇所に前記歪みセンサ、変位センサまたは検出コイルが配置されている。

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

発明の開示

- [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。そのため特許文献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。
- [0007] この発明の目的は、車両にコンパクトに荷重センサを設置できて、車輪にかかる荷重を検出でき、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] この発明の第1構成のセンサ付車輪用軸受は、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、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、センサ取付部材とこのセンサ取付部材に取付けられた歪みセンサもしくは変位センサとからなる、または磁歪材で形成される取付部材とこの取付部材に取付けられた検出コイルと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または磁歪材で形成される取付部材は、前記固定側部材に対して少なくとも2箇所の接触固定部を有し、隣合う前記接触固定部の間で少なくとも1箇所に前記歪みセンサ、変位センサまたは検出コイルが配置されている。例えば、外方部材が固定側部材、内方部材が回転側部材の場合、外方部材に前記センサユニットを取付ける。
- [0009] センサユニットが歪みセンサを有する場合、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等を検出することができる。
- センサユニットが変位センサを有する場合、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、その変位をセンサユニットの変位センサが検出する。固定側部材の変位と荷重との関係を予め実験やシミュレーションで求めておけば、変位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。

センサユニットが検出コイルを有する場合、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の取付部材に歪みをもたらす。センサユニットに設けられた検出コイルは、前記取付部材の逆磁歪効果を検出する。歪み(逆磁歪効果)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、検出コイルの出力から車輪にかかる荷重を検出することができる。

すなわち、前記歪みセンサ、変位センサまたは検出コイルの出力によって、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とができる。また、この検出した荷重等を自動車の車両制御に使用することができる。

このセンサ付車輪用軸受は、固定側部材に取付けられるセンサ取付部材に歪みセンサもしくは変位センサを取付けるので、または固定側部材に取付けられる磁歪材の取付部材に検出コイルを取付けるので、車両にコンパクトに荷重センサを設置できる。センサ取付部材や磁歪材の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、これに歪みセンサもしくは変位センサまたは検出コイルを取付けることで、量産性に優れたものとでき、コスト低下が図れる。

[0010] また、センサユニットが変位センサを有する場合、センサユニットのセンサ取付部材は、固定側部材に対して少なくとも2箇所の接触固定部を有し、隣合う接触固定部間で少なくとも1箇所に変位センサが配されているので、固定側部材の変形に伴い、センサ取付部材における変位センサの配置箇所でラジアル方向の変形が生じ、この変位を変位センサで検出することにより固定側部材の変位を精度良く検出することができる。

[0011] この発明の第2構成のセンサ付車輪用軸受は、前記第1構成のセンサ付車輪用軸受において、前記外方部材および内方部材のうちの固定側部材が有する車体への車体取付け孔のうち、路面側および/または反路面側の隣合う2つの車体取付け孔の位相差を 80° 以上とし、この隣合う2つの車体取付け孔の間に、前記センサ取付部材と前記歪みセンサとからなる前記センサユニットを取付け、前記センサ取付部材は、隣合う前記接触固定部の間で少なくとも1箇所に切欠部を有し、この切欠部に前

記歪みセンサが配置されている。前記位相差を 80° 以上としてその間にセンサユニットを取付ける車体取付け孔は、路面側の隣合う2個の車体取付け孔であっても良く、また反路面側の隣合う2個の車体取付け孔であっても良い。また、路面側および反路面側との両方における、隣合う2個の車体取付け孔の位相差を 80° 以上としても良い。

[0012] 一般的に、車輪用軸受はその性能確保のために、各部の剛性は高い。このため、固定側部材の歪みが小さく、センサユニットでのタイヤと路面間の作用力検出が難しい場合が多い。その点、この発明の第2構成にかかるセンサ付車輪用軸受は、固定側部材が有する車体への車体取付け孔のうち、路面側および／または反路面側の隣合う2つの車体取付け孔の位相差を 80° 以上とし、その 80° 以上の位相差とした車体取付け孔の間にセンサユニットを取付けるため、センサ取付部材の歪みが大きくなり、固定側部材のわずかな歪みもセンサユニットで検出可能となる。

また、センサユニットのセンサ取付部材は、固定側部材に対して少なくとも2箇所の接触固定部を有し、隣合う接触固定部の間で少なくとも1箇所に切欠部を有するものとされ、この切欠部に歪みセンサが配置されているので、センサ取付部材の歪みセンサの配置箇所が、その剛性の低下により、固定側部材よりも大きな歪みを生じ、固定側部材の歪みを精度良く検出することができる。

[0013] 前記第2構成において、前記固定側部材が外方部材であるものを、第3構成のセンサ付車輪用軸受とする。

[0014] この発明の第4構成のセンサ付車輪用軸受は、前記第1構成のセンサ付車輪用軸受において、前記センサユニットが前記磁歪材で形成される取付部材と前記検出コイルからなり、前記取付部材は、隣合う前記接触固定部の間で少なくとも1箇所に切欠部を有し、この切欠部に前記検出コイルが配置されている。

[0015] センサユニットの取付部材は、固定側部材に対して少なくとも2箇所の接触固定部を有し、隣合う接触固定部の間で少なくとも1箇所に切欠部を有するものとされ、この切欠部に検出コイルが配置されているので、取付部材の検出コイルの配置箇所、その剛性の低下により、固定側部材よりも大きな歪みが生じ、固定側部材の歪みを精度良く検出することができる。

[0016] 前記第4構成において、前記固定側部材が外方部材であるものを、第5構成のセンサ付車輪用軸受とする。

[0017] 前記第4構成において、前記取付部材の接触固定部のうち第1の接触固定部が、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り付けられていることが好ましい。これを第6構成のセンサ付車輪用軸受とする。

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り付けられていると、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、取付部材の検出コイルの取付部分でより一層大きな歪みが生じることになり、検出コイルにより、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。

[0018] 前記第6構成において、前記接触固定部のうちの第2の接触固定部は、第1の接触固定部とは、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生じるラジアル方向の歪みの方向が正逆異なる箇所とされていても良い。これを第7構成のセンサ付車輪用軸受とする。

第2の接触固定部と第1の接触固定部とが、固定側部材のラジアル方向の歪みの方向が正逆異なる箇所とされていると、両方向の歪みが加算されることになって、固定側部材の変形が取付部材により大きく伝わり、より一層大きな歪みを検出して、固定側部材の歪みを感度良く検出することができる。

[0019] この発明の第8構成のセンサ付車輪用軸受は、前記第1構成のセンサ付車輪用軸受において、前記センサユニットが前記センサ取付部材と前記変位センサとからなり、前記接触固定部が、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、固定側部材の他の箇所と比べてラジアル方向に変形しない箇所に取り付けられている。また、この構成において、変位センサは、上記外力や作用力によ

て、固定側部材の他の箇所と比べてラジアル方向に変形する箇所に取り付けられていることが好ましい。これを第9構成のセンサ付車輪用軸受とする。

固定側部材は、円周方向の各部によって、前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。センサ取付部材の接触固定部が、前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変形しない箇所に取り付けられ、変位センサが固定側部材の他の箇所と比べてラジアル方向に変形する箇所に取り付けられていると、固定側部材の変形に伴いセンサ取付部材における変位センサの取付部分がラジアル方向に大きく変形することになり、変位センサにより、固定側部材の変位をさらに感度良く検出することができる。

[0020] 前記第8構成において、前記固定側部材が外方部材であるものを、第10構成のセンサ付車輪用軸受とする。

図面の簡単な説明

[0021] 本発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態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、実施形態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、本発明の範囲を定めるために利用されるべきでない。本発明の範囲は添付のクレームによって定まる。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の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2]同車輪用軸受における外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

[図3A]同車輪用軸受におけるセンサユニットの側面図である。

[図3B]同センサユニットの背面図である。

[図4]同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合せて示す説明図である。

[図5]外方部材へのセンサユニットの配置の他の例をアウトボード側から見た正面図である。

[図6]外方部材へのセンサユニットの配置のさらに他の例をアウトボード側から見た正

面図である。

[図7]この発明の第2の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8]同車輪用軸受における外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

[図9]この発明の第3の実施形態に係るセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図10]同車輪用軸受における外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

[図11A]同車輪用軸受におけるセンサユニットの側面図である。

[図11B]同センサユニットの背面図である。

[図12]同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合せて示す説明図である。

[図13]この発明の第4の実施形態に係るセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図14]同車輪用軸受における外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

[図15]この発明の第5の実施形態に係るセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図16]同車輪用軸受における外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

[図17]この発明の第6の実施形態に係るセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図18]同車輪用軸受における外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

[図19]この発明の第7の実施形態に係るセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図20]同車輪用軸受における外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

[図21A]同車輪用軸受におけるセンサユニットの側面図である。

[図21B]同センサユニットの背面図である。

[図22]同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合せて示す説明図である。

[図23]この発明の第8の実施形態に係るセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図24]同車輪用軸受における外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

[図25]この発明の第9の実施形態に係るセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図26]同車輪用軸受における外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

[図27]この発明の第10の実施形態に係るセンサ付車輪用軸受の断面図である。

[図28]同車輪用軸受における外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0022] 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。

この車輪用軸受は、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おり、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。前記転走面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、密封手段7, 8によりそれぞれ密封されている。

[0023] 外方部材1は固定側部材となるものであって、車体の懸架装置を構成するナックル25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ねじ孔である車体取付け孔9が設けられている。外方部材1をアウトボード側から見た正面図を図2に示す。同図のように、車体取付け孔9のうち、反路面側の2つの車体取付け孔9の位相差 α および路面側の2つの車体取付け孔9の位相差 β は、共に 80° 以上とされている。前記フランジ1aのナックル25への固定は、ナックル25のボルト挿通孔25aを貫通し前記車体取付け孔9にねじ込まれるナックルボルト26により行われる。なお、フランジ1aの車体取付け孔9は単純なボルト挿通孔として、この車体取付け孔9を貫通したナックルボルト26にナットを螺合させることで、フランジ1aをナックル25に締め付け固定しても良い。

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10aを有するハブ輪10と、このハブ輪10の軸部10bのインボード側端の外周に嵌合した内輪11とでなる。これらハブ輪10および内輪11に、前記各列の転走面4が形成されている。ハブ輪10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11が嵌合している。ハブ輪10の中心には貫通孔13が設けられている。ハブフランジ10aには、周方向複数箇所にハブボルト(図示せず)の圧入孔14が設けられている。ハブ輪10のハブフランジ10a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15がアウトボード側に突出している。

[0024] 外方部材1のアウトボード側の端部における内周にはセンサユニット16が設けられている。このセンサユニット16の設置位置は、図2のように、 80° 以上の位相差 α となる反路面側の隣合う2つの車体取付け孔9の位相間、つまりこれら2つの車体取付け孔9で挟まれる周方向位置に相当する位置とされている。センサユニット16は、外方部材1の内周に固定されるセンサ取付部材17と、このセンサ取付部材17に貼り付けられてセンサ取付部材17の歪みを測定する歪みセンサ18とでなる。

[0025] センサ取付部材17は、図3A, 3Bに側面図および背面図で示すように、外方部材1に沿う周方向に細長い略円弧状とされ、その両端部に円弧の外周側および横幅方向に張り出した接触固定部17a, 17bが形成されている。また、センサ取付部材17の中央部には円弧の外周側に開口する切欠部17cが形成され、この切欠部17cの背面に位置する円弧の内周側の面に歪みセンサ18が貼り付けられている。センサ取付部材17の横断面形状は、例えば矩形状とされるが、この他の各種の形状とすることができる。

[0026] このセンサユニット16は、センサ取付部材17の接触固定部17a, 17bによって外方部材1に固定される。これら接触固定部17a, 17bの外方部材1への固定は、ボルトによる固定や、接着剤による接着等で行われる。センサ取付部材17の接触固定部17a, 17b以外の箇所では、外方部材1との間に隙間が生じている。

この第1実施形態の場合、図2のように一方の接触固定部17aが外方部材1の全周における真上の位置に位置し、もう一方の接触固定部17bが真上位置から周方向に数 10° 下方の位置に位置するように、センサユニット16が配置されている。外方部材1の全周における真上の位置は、外方部材1に作用する軸方向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箇所であり、また真上位置から周方向に数 10° 度下方の位置は、真上位置よりもラジアル方向の変形が少ない箇所である。

[0027] センサ取付部材17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の予想される最大値において、塑性変形しないものであることが好ましい。センサ取付部材17の材質としては、鋼材の他、銅、黄銅、アルミニウム等の金属材料を用い

ることができる。

- [0028] なお、インボード側の密封手段8は、外方部材1の内周面に取付けられた芯金付きのゴム等の弾性体からなるシール8aと、内輪10の外周面に取付けられて前記シール8aが接触するスリング8bとでなり、スリング8bに、円周方向に交互に磁極を有する多極磁石からなる回転検出用の磁気エンコーダ19が設けられている。磁気エンコーダ19に対向して、外方部材1に磁気センサ20が取付けられる。
- [0029] 図4に示すように、センサユニット16の出力を処理する手段として、外力計算手段21、路面作用力計算手段22、軸受予圧量計算手段23、および異常判定手段24が設けられている。これら各手段21～24は、この車輪用軸受の外方部材1等に取り付けられた回路基板等の電子回路装置(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。
- [0030] 前記構成のセンサ付車輪用軸受の作用を説明する。ハブ輪10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の内周に取り付けられたセンサ取付部材17に伝わり、センサ取付部材17が変形する。このセンサ取付部材17の歪みを、歪みセンサ18により測定する。この際、センサ取付部材17は外方部材1におけるセンサ取付部材17の固定箇所のラジアル方向の変形に従って変形するが、センサ取付部材17はラジアル方向に最も大きく変形する個所に取り付けられているので、センサ取付部材17の歪みが大きくなり、固定側部材である外方部材1のわずかな歪みもセンサユニット16で検出できる。さらに、センサ取付部材17には切欠部17cが設けられ、この切欠部17cの箇所の剛性が低下しているため、外方部材1の歪みよりも大きな歪みがセンサ取付部材17に現れることとなり、より一層外方部材1のわずかな歪みを歪みセンサ18で正確に検出することができる。
- [0031] 一般的に、車輪用軸受はその性能確保のために、各部の剛性は高い。このため、外方部材1の歪みが小さく、センサユニット16でのタイヤと路面間の作用力検出が難しい場合が多い。その点、この第1実施形態では、外方部材1が有する各車体取付け孔9のうち、路面側の隣合う2つの車体取付け孔9の位相差 α を 80° 以上とし、この2つの車体取付け孔9の間にセンサユニット16を取付けたため、センサ取付部材17の歪みが大きくなり、外方部材1のわずかな歪みもセンサユニット16で検出可能とな

る。

[0032] また、センサ取付部材17の2箇所接触固定部17a、17bのうち、一方の接触固定部17aが、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箇所である全周における真上の位置に位置し、もう一方の接触固定部17bが、真上位置よりもラジアル方向の変形が少ない真上位置から周方向に数10° 下方の位置に位置しているため、接触固定部17bを支点にして接触固定部17aが大きく変形するときに、センサ取付部材17の歪みセンサ18の取付部分で一層大きな歪みが生じることとなり、歪みセンサ18によって外方部材1の歪みを感度良く検出することができる。

[0033] このようにして検出される歪みの値から、車輪用軸受に作用する外力等を検出することができる。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。外力演算手段21および路面作用力計算手段22は、それぞれ、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、歪みセンサ18の出力により、車輪用軸受に作用する外力およびタイヤと路面間の作用力をそれぞれ算出する。

[0034] 異常判定手段24は、このように算出し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、設定された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、外力計算手段21および路面作用力計算手段22により、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、よりきめ細やかな車両制御が可能となる。

[0035] また、車輪用軸受には内輪11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17は変形する。このため、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できる。軸受予圧量計算手段23は、前記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、歪みセンサ18の出力により、軸受予圧量を出力する。また、軸受予圧量計算手段23から出力される予圧量を用いることで、車輪用軸受の組立

時における予圧の調整が容易になる。

[0036] 前記した第1実施形態では、外方部材1の反路面側の隣合う2つの車体取付け孔9の位相差 α となる位相間における内周にセンサユニット16を配置しているが、外方部材1の路面側の隣合う2つの車体取付け孔9の位相差 β となる位相間における内周にセンサユニット16を配置しても良い。

さらには、図5のように、反路面側の隣合う2つの車体取付け孔9の位相差 α となる位相間における内周、および路面側の隣合う2つの車体取付け孔9の位相差 β となる位相間における内周の両方に、センサユニット16をそれぞれ配置しても良い。

また、図5における各センサユニット16を、図6に示すように3箇所接触固定部17a、17b、17dと、各接触固定部17a、17b、17d間の中央部における円弧の外周側に開口する切欠部17c、17eとを有する構造のものとしても良い。

また、センサユニット16は、図7および図8に示す第2実施形態のように、外方部材1の外周に配置しても良い。この場合、センサ取付部材17の接触固定部17a、17bは、円弧の内周側および横幅方向に張り出して形成され、切欠部17cは円弧の内周側に開口するように形成される。

第1、第2のいずれの実施形態についても、センサ取付部材17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。

[0037] 次に、この発明の第3の実施形態を図9ないし図11と共に説明する。この実施形態も、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、ここでも、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。

この車輪用軸受は、内周に複列の転走面103を形成した外方部材101と、これら各転走面103に対向する転走面104を形成した内方部材102と、これら外方部材101および内方部材102の転走面103、104間に介在した複列の転動体105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おり、転動体105はボールからなり、各列毎に保持器106で保持されている。前記転走面103、104は断面円弧状であり、各転走面103、104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101と内方部材102との間の軸受空間の両端は、密封手段107, 108によりそれぞれ密封されている。

[0038] 外方部材101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101aを外周に有し、全体が一体の部品とされている。フランジ101aには、周方向の複数箇所に車体取付孔109が設けられている。

内方部材102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110aを有するハブ輪110と、このハブ輪110の軸部110bのインボード側端の外周に嵌合した内輪111とでなる。これらハブ輪110および内輪111に、前記各列の転走面104が形成されている。ハブ輪110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112が設けられ、この内輪嵌合面112に内輪111が嵌合している。ハブ輪110の中心には貫通孔113が設けられている。ハブフランジ110aには、周方向複数箇所にハブボルト(図示せず)の圧入孔114が設けられている。ハブ輪110のハブフランジ110a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115がアウトボード側に突出している。

[0039] 外方部材101のアウトボード側端の外周面に、センサユニット116が設けられている。センサユニット116の軸方向位置は、外方部材101におけるアウトボード側の転走面104よりもアウトボード側で、アウトボード側の密封手段107よりもインボード側の位置とされる。外方部材101をアウトボード側から見た正面図を図10に示す。同図のように、前記センサユニット116は、磁歪材で形成され外方部材101の外周面に固定される取付部材117と、この取付部材117に取付けられて取付部材117の逆磁歪効果を測定する検出コイル118とでなる。

[0040] 取付部材117は、固定により塑性変形を起こさない形状や材質とされる。この第3実施形態では、取付部材117は、図11A, 11Bに側面図および背面図で示すように、外方部材101に沿う周方向に細長い略円弧状とされ、その両端部に円弧の内周側および横幅方向に張り出した接触固定部117a, 117bが形成されている。また、取付部材117の中央部には円弧の内周側に開口する切欠部117cが形成され、この切欠部117cに巻回した状態で検出コイル118が取付けられている。取付部材117の横断面形状は、例えば矩形状とされるが、この他の各種の形状とすることができる。

[0041] このセンサユニット116は、取付部材117の長手方向が外方部材101の周方向を向くように、取付部材117の接触固定部117a, 117bによって外方部材101の外周面に固定される。これら接触固定部117a, 117bの外方部材101への固定は、ボルトによる固定や、接着剤による接着等で行われる。取付部材117の接触固定部117a, 117b以外の箇所では、外方部材101の外周面との間に隙間が生じている。

この第3実施形態の場合、図10のように両接触固定部117a, 117bのうち的一方である第1の接触固定部117aが、外方部材1の全周における真上の位置(反路面側位置)に位置し、第2の接触固定部117bが真上位置から周方向に数10° 下方の位置に位置するように、センサユニット116が配置されている。外方部材101の全周における真上の位置は、外方部材101に作用する軸方向荷重により外方部材101がラジアル方向に最も大きく変形する箇所であり、また真上位置から周方向に数10° 度下方の位置は、真上位置よりもラジアル方向の変形が少ない箇所である。

[0042] 取付部材117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の予想される最大値において、塑性変形しないものであることが好ましい。塑性変形が生じると、外方部材101の変形が取付部材117に正確に伝わらず、逆磁歪効果の測定に影響を及ぼすためである。取付部材117の材質としては数種類あるが、負の磁歪定数をもつNi等が感度良く測定するうえで好適である。また、取付部材117の材質を外方部材101と同じ材質とした場合には、温度による検出精度の影響をより小さくすることができる。

[0043] なお、インボード側の密封手段108は、外方部材1の内周面に取付けられた芯金付きのゴム等の弾性体からなるシール108aと、内輪10の外周面に取付けられて前記シール108aが接触するスリング108bとでなり、スリング108bに、円周方向に交互に磁極を有する多極磁石からなる回転検出用の磁気エンコーダ119が設けられている。磁気エンコーダ119に対向して、外方部材101に磁気センサ(図示せず)が取付けられる。

[0044] 図12に示すように、センサユニット116の出力を処理する手段として、外力計算手段121、路面作用力計算手段122、軸受予圧量計算手段123、および異常判定手段124が設けられている。これら各手段121~124は、この車輪用軸受の外方部材1

01等に取り付けられた回路基板等の電子回路装置(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。

[0045] 前記構成のセンサ付車輪用軸受の作用を説明する。ハブ輪110に荷重が印加されると、転動体105を介して外方部材1が変形し、その変形は外方部材101の外周に取り付けられた取付部材117に伝わり、取付部材117が変形する。この取付部材117の切欠部117cの逆磁歪効果を、検出コイル118により測定する。この際、取付部材117は外方部材101における取付部材117の固定箇所のラジアル方向の変形に従って変形するが、取付部材117はラジアル方向に最も大きく変形する個所に取り付けられているので、取付部材117の歪みが大きくなり、固定側部材である外方部材101のわずかな歪みもセンサユニット116で検出できる。さらに、取付部材117は円弧状であり、かつ切欠部117cが設けられており、この切欠部117cの箇所の剛性が低下しているため、外方部材101の歪みよりも大きな歪みが取付部材117に現れることとなり、外方部材101の歪みをより大きな逆磁歪効果として測定することができる。

[0046] また、取付部材117の2箇所の接触固定部117a, 117bのうち、第1の接触固定部117aが、外方部材101に作用する荷重により外方部材101がラジアル方向に最も大きく変形する箇所である全周における真上の位置に位置し、第2の接触固定部117bが、真上位置よりもラジアル方向の変形が少ない真上位置から周方向に数10°下方の位置に位置しているため、第2の接触固定部117bを支点にして第1の接触固定部117aが大きく変形するとき、取付部材117における検出コイル118の取付部分で一層大きな歪みが生じることとなり、検出コイル118によって外方部材101の歪みをより大きな逆磁歪効果として測定することができる。

[0047] なお、前記接触固定部117a, 117bのうちの第2の接触固定部117bは、第1の接触固定部117aとは、外方部材101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生じるラジアル方向の歪みの方向が正逆異なる箇所としても良い。例えば、外方部材101の真横位置(路面側位置から90°上方の位置)よりも上側の位置と、真横位置よりも下側(路面側に近い位置)とでは、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101のラジアル方向の変形の方向が、正逆異なる方向となる。第1の接触固定部117aが外方部材101の真上位置(反路面側位置)の

場合、第2の接触固定部117bを外方部材101の真横位置よりも下側位置とすると、両接触固定部117a, 117bにおける外方部材101の変形の方法は正逆異なる方向となる。このように、第2の接触固定部117bと第1の接触固定部117aとが外方部材101のラジアル方向の歪みの方向が正逆異なる箇所とされていると、両側の歪みが加算されることとなって、外方部材101の変形が取付部材117により大きく伝わり、より一層大きな歪みを検出して、外方部材101の歪みをさらに感度良く検出することができる。

[0048] センサユニット116を外方部材101に取付ける軸方向位置は、第3実施形態におけるように外方部材101のアウトボード側の転走面103よりもアウトボード側位置としても、両列の転走面103, 103間の位置としても、またインボード側の転走面103よりもインボード側位置としても良いが、アウトボード側の転走面103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逆の方向性が生じ、荷重の正逆の方向を検出することができる。

FEM解析および試験結果によると、外方部材101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101における前記103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116を外方部材101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。

センサユニット116をアウトボード側位置に取付ける場合は、真上位置の周方向の両側で歪みの方向が正負逆になるため、第1の接触固定部117aと第2の接触固定部117bとを真上位置の両側に配置することによっても、感度良く歪みを検出することができる。

[0049] このようにして測定される逆磁歪効果の値から、車軸用軸受に作用する外力等を検出することができる。荷重の方向や大きさによって逆磁歪効果の変化が異なるため、予め逆磁歪効果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。外力演算手段121および路面作用力計算手段122は、それぞれ、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逆磁歪効果と荷重の関係から、検出コイル118の出力により、車輪用軸受に作用する外力およびタイヤと路面間の作用力をそれぞれ算出する。

[0050] 異常判定手段124は、このように算出し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、設定された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、外力計算手段121および路面作用力計算手段122により、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、よりきめ細やかな車両制御が可能となる。

[0051] また、車輪用軸受には内輪111によって予圧が付加されるが、その予圧によっても取付部材117は変形する。このため、予め逆磁歪効果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できる。軸受予圧量計算手段123は、前記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逆磁歪効果と予圧の関係から、検出コイル118の出力により、軸受予圧量を出力する。また、軸受予圧量計算手段123から出力される予圧量を用いることで、車輪用軸受の組立時における予圧の調整が容易になる。

[0052] 前記した第3実施形態では、外方部材101の反路面側の外周面にセンサユニット116を配置しているが、外方部材101の路面側の外周面にセンサユニット116を配置しても良い。

さらには、図13および図14の第4実施形態のように、外方部材101の反路面側の外周面、および路面側の外周面の両方に、センサユニット116をそれぞれ配置しても良い。このように、センサユニット116を2箇所以上設けることで、より精度の高い荷重の検出が可能となる。

また、図13および図14における各センサユニット116を、図15および図16に示す第5実施形態のように3箇所の接触固定部117a、117b、117dと、各接触固定117a、117b、117d間の中央部における円弧の外周側に開口する切欠部117c、117eとを有する構造のものとしても良い。スペース上の理由等により複数のセンサユニット116を設置することが困難な場合、取付部材117をこのような構造とすることにより、容

易に複数のセンサユニット116を設置することができ、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16は、図17および図18に示す第6実施形態のように、外方部材101の内周面に配置しても良い。この場合、取付部材117の接触固定部117a, 117bは、円弧の外周側および横幅方向に張り出して形成され、切欠部117cは円弧の外周側に開口するように形成される。

第3～第6のいずれの実施形態についても、取付部材117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。

[0053] 次に、この発明の第7の実施形態を図19ないし図21と共に説明する。この実施形態も、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、ここでも、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。

この車輪用軸受は、内周に複列の転走面203を形成した外方部材201と、これら各転走面203に対向する転走面204を形成した内方部材202と、これら外方部材201および内方部材202の転走面203, 204間に介在した複列の転動体205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おり、転動体205はボールからなり、各列毎に保持器206で保持されている。前記転走面203, 204は断面円弧状であり、各転走面203, 204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201と内方部材202との間の軸受空間の両端は、密封手段207, 208によりそれぞれ密封されている。

[0054] 外方部材201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201aを外周に有し、全体が一体の部品とされている。フランジ201aには、周方向の複数箇所に車体取付孔209が設けられている。

内方部材202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210aを有するハブ輪210と、このハブ輪210の軸部210bのインボード側端の外周に嵌合した内輪211とでなる。これらハブ輪210および内輪211に、前記各列の転走面204が形成されている。ハブ輪210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212が設けられ、この内輪嵌合面212に内輪211が嵌合している。ハブ輪210の中心には貫通孔213が設けられている。ハブフランジ210aには、周方向複数箇所にハブボルト(図示せず)の圧入孔214が設けられている。ハブ輪210のハブフランジ210a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215がアウトボード側に突出している。

[0055] 外方部材201のアウトボード側端の外周面に、センサユニット216が設けられている。センサユニット216の軸方向位置は、外方部材201におけるアウトボード側の転走面204よりもアウトボード側で、アウトボード側の密封手段207よりもインボード側の位置とされる。外方部材201をアウトボード側から見た正面図を図20に示す。同図のように、前記センサユニット216は、外方部材201の外周面に固定されるセンサ取付部材217と、このセンサ取付部材217に取付けられてセンサ取付部材217と固定側部材との相対変位を測定する変位センサ218とでなる。変位センサ218には、渦電流式、磁気式、光学式、超音波式、接触式などのセンサを用いることができる。

[0056] センサ取付部材217は、固定により塑性変形を起こさない形状や材質とされる。この第7実施形態では、センサ取付部材217は、図21A, 21Bに側面図および背面図で示すように、外方部材201に沿う周方向に細長い略円弧状とされ、その両端部に円弧の内周側および横幅方向に張り出した接触固定部217a, 217bが形成されている。このセンサ取付部材217の中央部に、変位センサ218が径方向に貫通した状態で取付けられている。センサ取付部材217の横断面形状は、例えば矩形状とされるが、この他の各種の形状とすることができる。

[0057] このセンサユニット216は、センサ取付部材217の長手方向が外方部材201の周方向を向くように、センサ取付部材217の接触固定部217a, 217bによって外方部材201の外周面に固定される。これら接触固定部217a, 217bの外方部材201への固定は、ボルトによる固定や、接着剤による接着等で行われる。センサ取付部材217の接触固定部217a, 217b以外の箇所では、外方部材201の外周面との間に隙間が生じている。

この第7実施形態の場合、図20のように両接触固定部217a, 217bが、外方部材201の全周における真上の位置(反路面側位置)から左右の周方向に数10° 下方の

位置にそれぞれ位置し、センサ取付部材217における変位センサ218の配置箇所が前記真上位置に位置するように、センサユニット216が配置されている。外方部材201の全周における真上の位置は、外方部材201に作用する軸方向荷重により外方部材201がラジアル方向に最も大きく変形する箇所であり、また真上位置から周方向に数10° 度下方の位置は、真上位置よりもラジアル方向の変形が少ない箇所である。

- [0058] センサ取付部材217は、外方部材201に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力の予想される最大値においても、塑性変形しないものであることが好ましい。塑性変形が生じると、外方部材201の変形がセンサ取付部材217に正確に伝わらず、変位センサ218による外方部材201の変位測定に影響を及ぼすためである。また、センサ取付部材217の材質を外方部材201と同じ材質とした場合には、温度による検出精度の影響をより小さくすることができる。
- [0059] なお、インボード側の密封手段208は、外方部材201の内周面に取付けられた芯金付きのゴム等の弾性体からなるシール208aと、内輪210の外周面に取付けられて前記シール208aが接触するスリング208bとでなり、スリング208bに、円周方向に交互に磁極を有する多極磁石からなる回転検出用の磁気エンコーダ219が設けられている。磁気エンコーダ219に対向して、外方部材201に磁気センサ(図示せず)が取付けられる。
- [0060] 図22に示すように、センサユニット216の出力を処理する手段として、外力計算手段221、路面作用力計算手段222、軸受予圧量計算手段223、および異常判定手段224が設けられている。これら各手段221~224は、この車輪用軸受の外方部材201等に取り付けられた回路基板等の電子回路装置(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。
- [0061] 前記構成のセンサ付車輪用軸受の作用を説明する。ハブ輪210に荷重が印加されると、転動体205を介して外方部材201が変形し、その変形は外方部材201の外周に取り付けられたセンサ取付部材217に伝わり、センサ取付部材217が変形する。これにより外方部材201とセンサ取付部材217との径方向距離が変化し、この距離変化を変位センサ218により測定する。この際、外方部材201におけるセンサ取付部

材217の各接触固定部217a, 217bの固定箇所(真上位置から左右の周方向に数10° 下方に偏った各位置)ではラジアル方向に変形しないが、変位センサ218の配置部分に対向する真上位置ではラジアル方向に大きく変形するので、その変形に伴い外方部材201の外周面とセンサ取付部材217における変位センサ218の配置箇所との径方向距離が大きく変化することになり、固定側部材である外方部材201のわずかな歪みもセンサユニット216で検出できる。

[0062] センサユニット216を外方部材201に取付ける軸方向位置は、第7実施形態におけるように外方部材201のアウトボード側の転走面203よりもアウトボード側位置としても、両列の転走面203, 203間の位置としても、またインボード側の転走面203よりもインボード側位置としても良いが、アウトボード側の転走面203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逆の方向性が生じ、荷重の正逆の方向を検出することができる。

FEM解析および試験結果によると、外方部材201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201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216を外方部材201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。

[0063] このようにして測定される外方部材201の変位(外方部材201とセンサ取付部材217との径方向距離)の値から、車軸用軸受に作用する外力等を検出することができる。荷重の方向や大きさによって前記変位量が異なるため、予め変位量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。外力演算手段221および路面作用力計算手段222は、それぞれ、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変位量と荷重の関係から、変位センサ218の出力により、車輪用軸受に作用する外力およびタイヤと路面間の作用力をそれぞれ算出する。

[0064] 異常判定手段224は、このように算出し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、設定された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、外力計算手段221および路面作用力計算手段222により、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、よりきめ細やかな車両制御が可能となる。

[0065] また、車輪用軸受には内輪211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217は変形する。このため、予め前記変位量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できる。軸受予圧量計算手段223は、前記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変位量と予圧の関係から、変位センサ218の出力により、軸受予圧量を出力する。また、軸受予圧量計算手段223から出力される予圧量を用いることで、車輪用軸受の組立時における予圧の調整が容易になる。

[0066] 前記した第7実施形態では、外方部材201の反路面側の外周面にセンサユニット216を配置しているが、外方部材201の路面側の外周面にセンサユニット216を配置しても良い。

さらには、図23および図24の第8実施形態のように、ラジアル方向の変形の度合いが異なる外方部材201の反路面側の外周面、および路面側の外周面の両方に、センサユニット216をそれぞれ配置しても良い。このように、センサユニット216を2箇所以上設けることにより、精度の高い荷重の検出が可能となる。

また、図23および図24における各センサユニット216を、図25および図26に示す第9実施形態のように3箇所の接触固定部217a、217b、217cを有するセンサ取付部材217と、各接触固定部217a、217b、217c間の中央部にそれぞれ取付けた2つの変位センサ218とで構成しても良い。スペース上の理由等により複数のセンサユニット216を設置することが困難な場合、センサ取付部材217をこのような構造とすることにより、容易に複数のセンサユニット216を設置することができ、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216は、図27および図28に示す第10実施形態のように、外方部材201の内周面に配置しても良い。この場合、センサ取付部材17の接触固定部217a、217bは、円弧の外周側および横幅方向に張り出して形成される。

第7～第10のいずれの実施形態についても、センサ取付部材217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。

[0067] 前記各実施形態は、外方部材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、前記センサ取付部材17, 217、取付部材117は内方部材の外周または内周となる周面に取付ける。

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。

[0068] 前記第4～第7構成のセンサ付車輪用軸受および前記第1、第8、第9構成のセンサ付車輪用軸受を基本として、本発明の実施形態となり得る構成を以下にまとめる。

[0069] [第11構成] 前記第4構成から第7構成までのいずれか一構成において、前記センサユニットは複数であるセンサ付車輪用軸受。

[0070] つまり、前記センサユニットは複数としても良い。センサユニットが複数であると、固定側部材の複数箇所の歪みが複数の検出コイルによって検出され、その複数の検出コイルの出力から車輪にかかる荷重等を検出することになるので、車輪にかかる荷重等の検出精度が向上する。

[0071] [第12構成] 前記第4構成から第7構成および第11構成のいずれか一構成において、前記センサユニットは、前記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配置したセンサ付車輪用軸受。

[0072] つまり、前記センサユニットは、前記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配置するのが好ましい。

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。

[0073] [第13構成] 前記第12構成において、前記センサユニットは前記固定側部材の周面に取付けたセンサ付車輪用軸受。

[0074] つまり、前記センサユニットは前記固定側部材の周面に取付けるのが好ましい。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、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。

[0075] [第14構成] 前記第13構成において、前記センサユニットは前記固定側部材の内周面に取付け、前記センサユニットよりもアウトボード側に、前記外方部材と内方部材間の軸受空間を密封する密封手段を設けたセンサ付車輪用軸受。

[0076] つまり、センサユニットを固定側部材の内周側の周面に取付ける場合、前記センサユニットよりもアウトボード側に、前記外方部材と内方部材間の軸受空間を密封する密封手段を設けるのが好ましい。

センサユニットを固定側部材の内周側の周面に取付ける場合に、センサユニットよりもアウトボード側に軸受空間の密封用の密封手段を設けると、センサユニットが泥水等の影響を受けずに済み、またセンサユニット専用の密封手段を設けることが不要となる。

[0077] [第15構成] 前記第4構成から第7構成および第11構成から第14構成のいずれか一構成において、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の予想される最大値において、前記取付部材は塑性変形しないものであるセンサ付車輪用軸受。

[0078] つまり、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の予想される最大値において、前記取付部材は塑性変形しないものであることが好ましい。

塑性変形が生じると固定側部材の変形が取付部材に正確に伝わらず、歪み測定に影響を与えるが、前記外力、作用力の予想される最大値において塑性変形しないものであると、固定側部材の変形が取付部材に正確に伝わり、固定側部材の歪みを

精度良く検出することができる。

- [0079] [第16構成] 前記第4構成から第7構成および第11構成から第15構成のいずれか一構成において、前記取付部材の材質が、Ni等の負の磁歪定数を持つ磁歪材であるセンサ付車輪用軸受。
- [0080] つまり、前記取付部材の材質は、磁歪材であれば良く種々のものを用いることができるが、Ni等の負の磁歪定数を持つ磁歪材であることが好ましい。負の磁歪定数を持つ磁歪材であると、歪みを感度良く検出することができる。
- [0081] [第17構成] 前記第1構成において、前記センサユニットが前記センサ取付部材と前記変位センサとからなるセンサ付車輪用軸受。
- [0082] [第18構成] 前記第17構成、第8構成および第9構成のいずれか一構成において、前記センサユニットは複数であるセンサ付車輪用軸受。
- [0083] つまり、前記センサユニットは複数としても良い。センサユニットが複数であると、固定側部材の複数箇所の変位が複数の変位センサによって検出され、その複数の変位センサの出力から車輪にかかる荷重等を検出することになるので、車輪にかかる荷重等の検出精度が向上する。
- [0084] [第19構成] 前記第17構成、第8構成、第9構成および第18構成のいずれか一構成において、前記センサユニットは固定側部材のアウトボード側部分に配置したセンサ付車輪用軸受。
- [0085] つまり、前記センサユニットは、前記固定側部材のアウトボード側部分に配するのが好ましい。
- 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部分に配することが必要である。
- [0086] [第20構成] 前記第19構成において、前記センサユニットは前記固定側部材の周面に設けたセンサ付車輪用軸受。
- [0087] つまり、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設けても良いが、周面に設けた場合、センサ取付部材に固定側部材の変形が伝わり易く、固定側部材の変位をより感度良く検出することができる。

[0088] [第21構成] 前記第17構成、第8構成、第9構成および第18構成から第20構成のいずれか一構成において、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想定される最大の作用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は塑性変形しないものであるセンサ付車輪用軸受。

[0089] つまり、前記固定側部材に作用する外力、またはタイヤと路面間に作用する想定される最大の作用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は塑性変形しないものであることが好ましい。

塑性変形が生じると固定側部材の変形がセンサ取付部材に正確に伝わらず、変位センサによる変位検出に影響を与えるが、前記外力、作用力の予想される最大値において塑性変形しないものであると、固定側部材の変形がセンサ取付部材に正確に伝わり、固定側部材の変位を精度良く検出することができる。

[0090] [第22構成] 前記第17構成、第8構成、第9構成および第18構成から第21構成のいずれか一構成において、変位センサが渦電流式センサ、磁気式センサ、光学式センサ、接触式センサ、および超音波式センサのうちのいずれかであるセンサ付車輪用軸受。

[0091] つまり、変位センサとしては、渦電流式、磁気式、光学式、接触式、超音波式などのセンサを用いることができる。

請求の範囲

- [1] 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、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、
- センサ取付部材とこのセンサ取付部材に取付けられた歪みセンサもしくは変位センサとからなる、または磁歪材で形成される取付部材とこの取付部材に取付けられた検出コイルと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または磁歪材で形成される取付部材は、前記固定側部材に対して少なくとも2箇所の接触固定部を有し、隣合う前記接触固定部の間で少なくとも1箇所に前記歪みセンサ、変位センサまたは検出コイルが配置されたセンサ付車輪用軸受。
- [2] 請求項1において、
- 前記外方部材および内方部材のうちの固定側部材が有する車体への車体取付け孔のうち、路面側および／または反路面側の隣合う2つの車体取付け孔の位相差を 80° 以上とし、この隣合う2つの車体取付け孔の間に、前記センサ取付部材と前記歪みセンサとからなる前記センサユニットを取付け、前記センサ取付部材は、隣合う前記接触固定部の間で少なくとも1箇所に切欠部を有し、この切欠部に前記歪みセンサが配置されたセンサ付車輪用軸受。
- [3] 請求項2において、
- 前記固定側部材が外方部材であ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が前記磁歪材で形成される取付部材と前記検出コイルとからなり、前記取付部材は、隣合う前記接触固定部の間で少なくとも1箇所に切欠部を有し、この切欠部に前記検出コイルが配置されたセンサ付車輪用軸受。
- [5] 請求項4において、
- 前記固定側部材が外方部材であるセンサ付車輪用軸受。
- [6] 請求項4において、
- 前記センサ取付部材の前記接触固定部のうち第1の接触固定部が、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り付けられているセンサ付車輪用軸受。

[7] 請求項6において、

前記接触固定部のうちの第2の接触固定部は、第1の接触固定部とは、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生じるラジアル方向歪みの方向が正逆異なる箇所としたセンサ付車輪用軸受。

[8] 請求項1において、

前記センサユニットが前記センサ取付部材と前記変位センサとからなり、

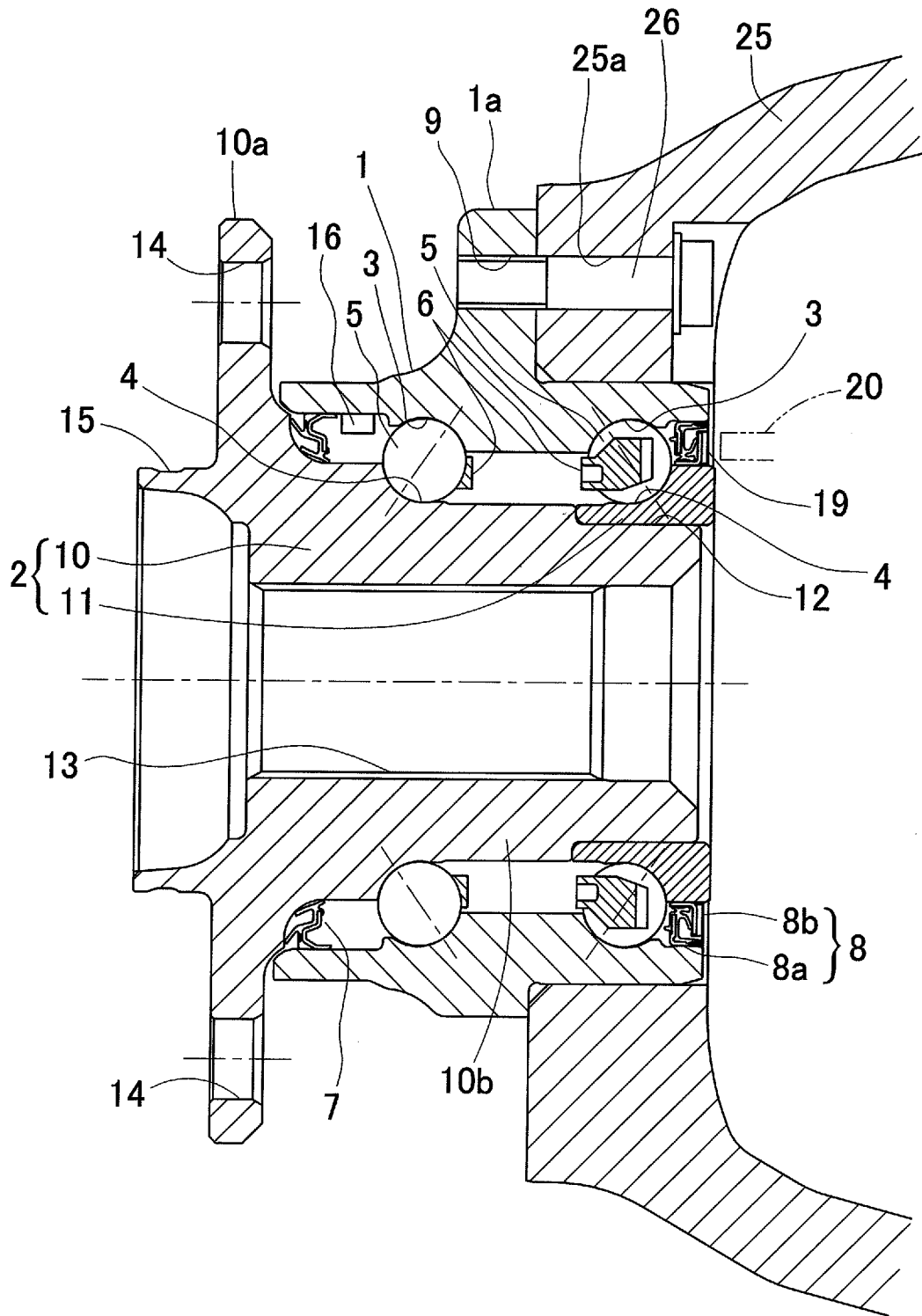
前記接触固定部が、前記固定側部材に作用する外力、またはタイヤと路面間の作用力によって、固定側部材の他の箇所と比べてラジアル方向に変形しない箇所に取り付けられているセンサ付車輪用軸受。

[9] 請求項8において、前記変位センサが、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、固定側部材の他の箇所と比べてラジアル方向に変形する箇所に取り付けられているセンサ付車輪用軸受。

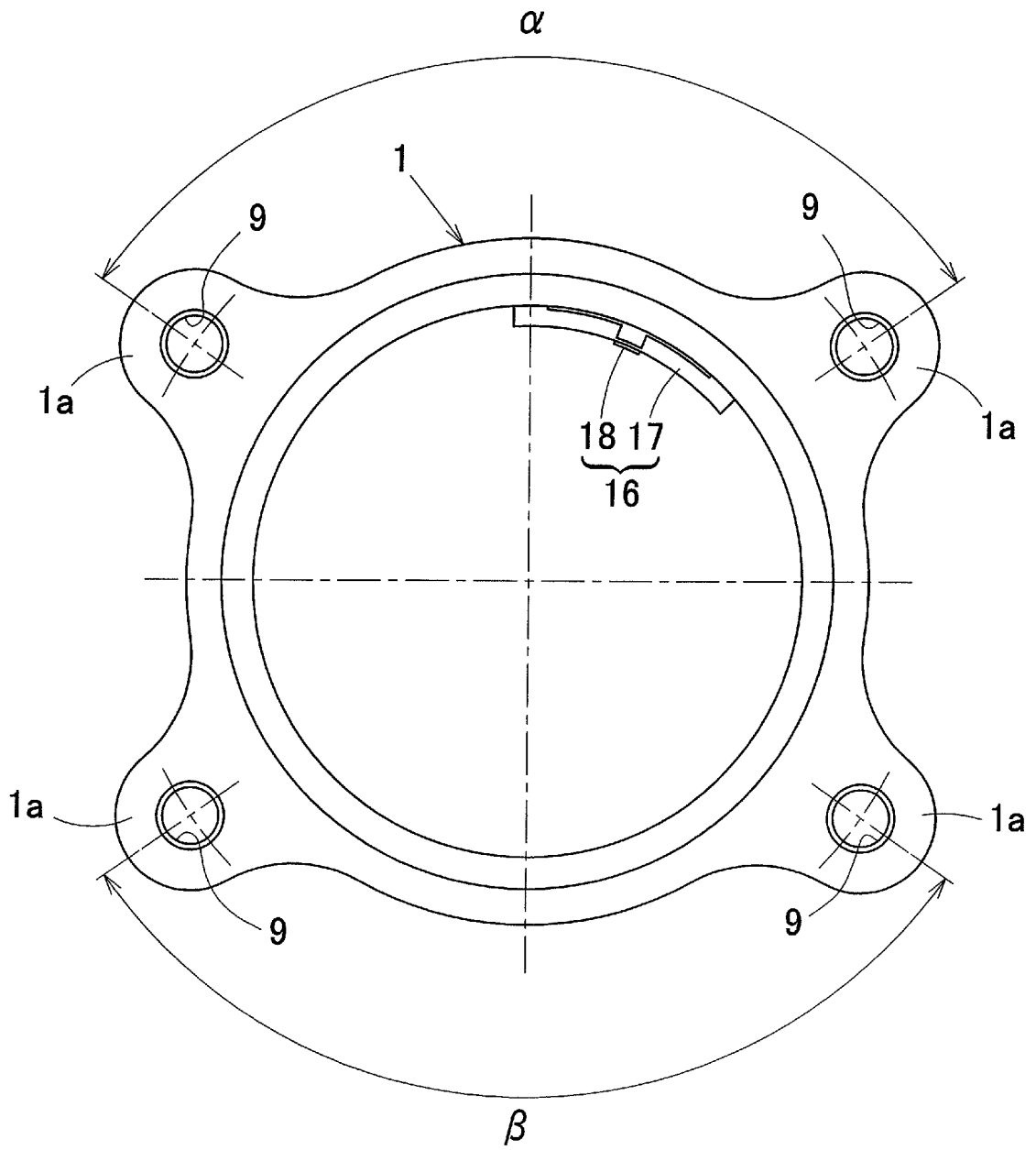
[10] 請求項8において、

前記固定側部材が外方部材であるセンサ付車輪用軸受。

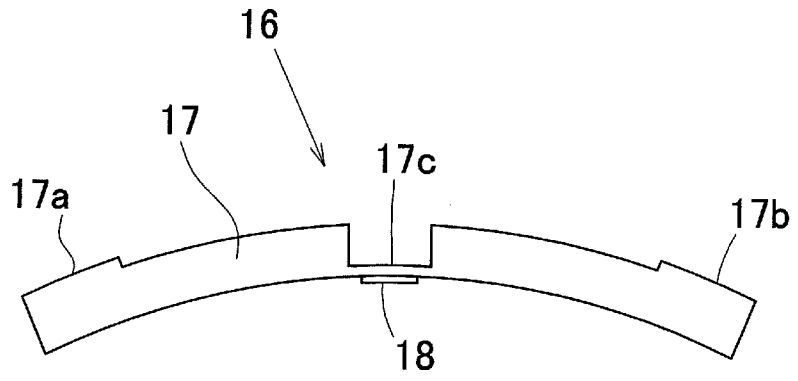
[図1]



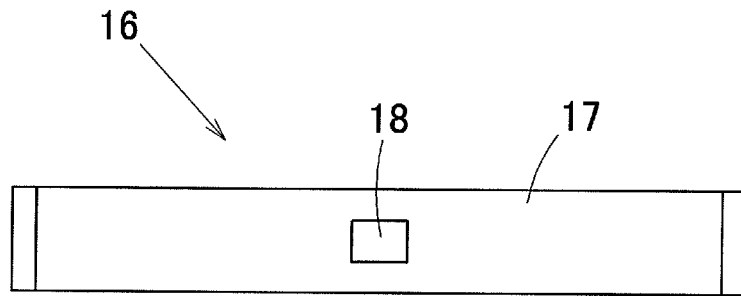
[図2]



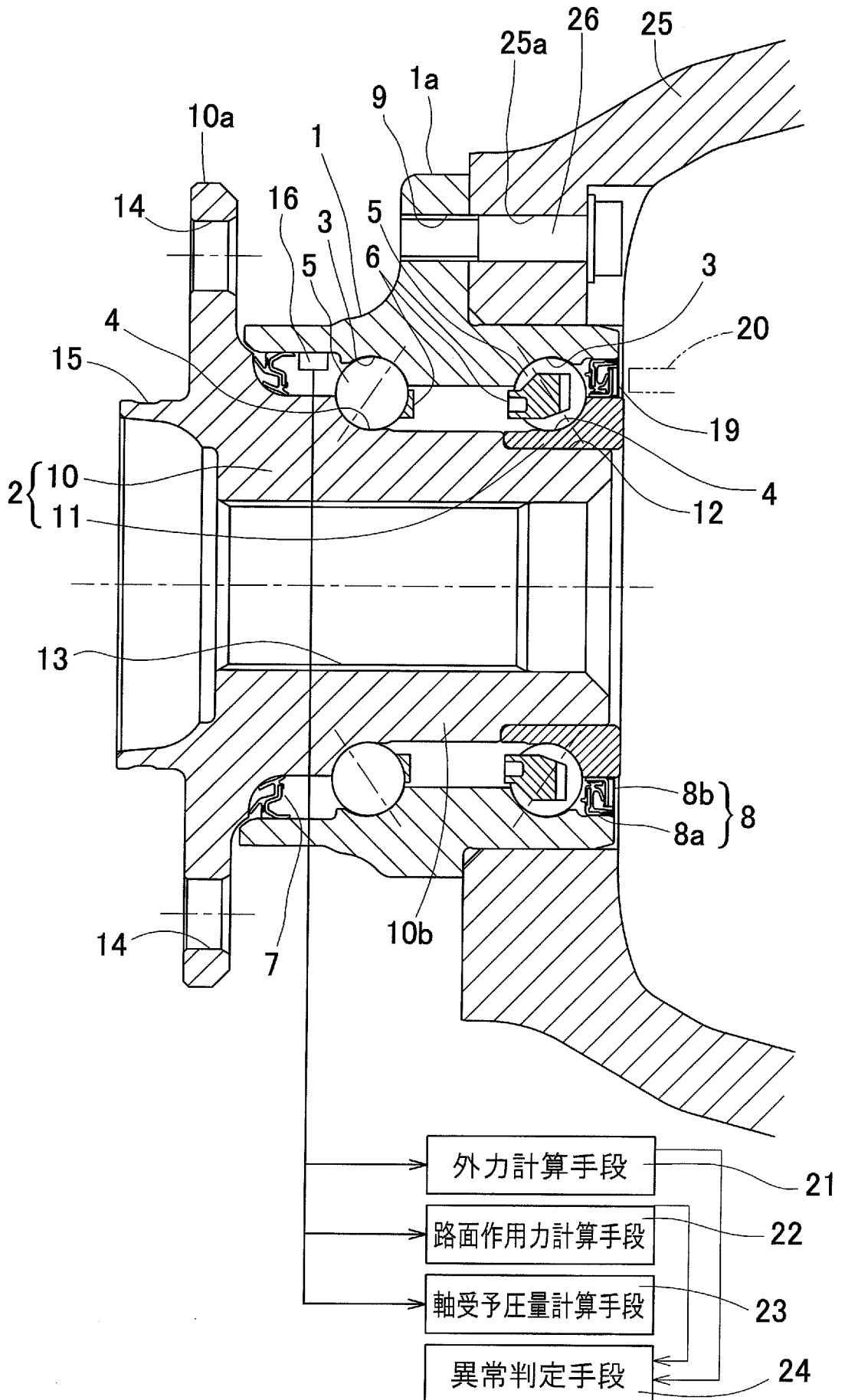
[図3A]



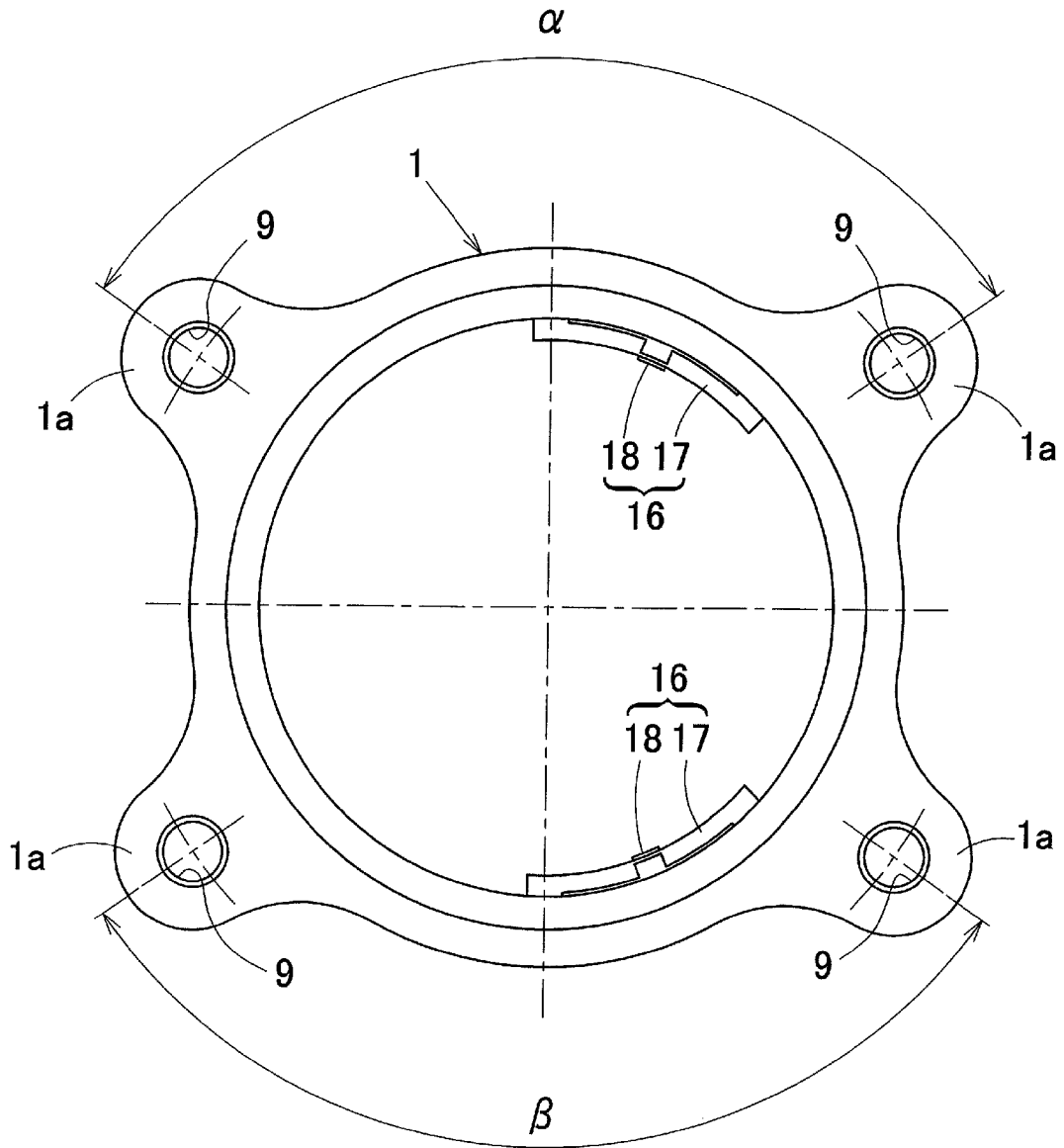
[図3B]



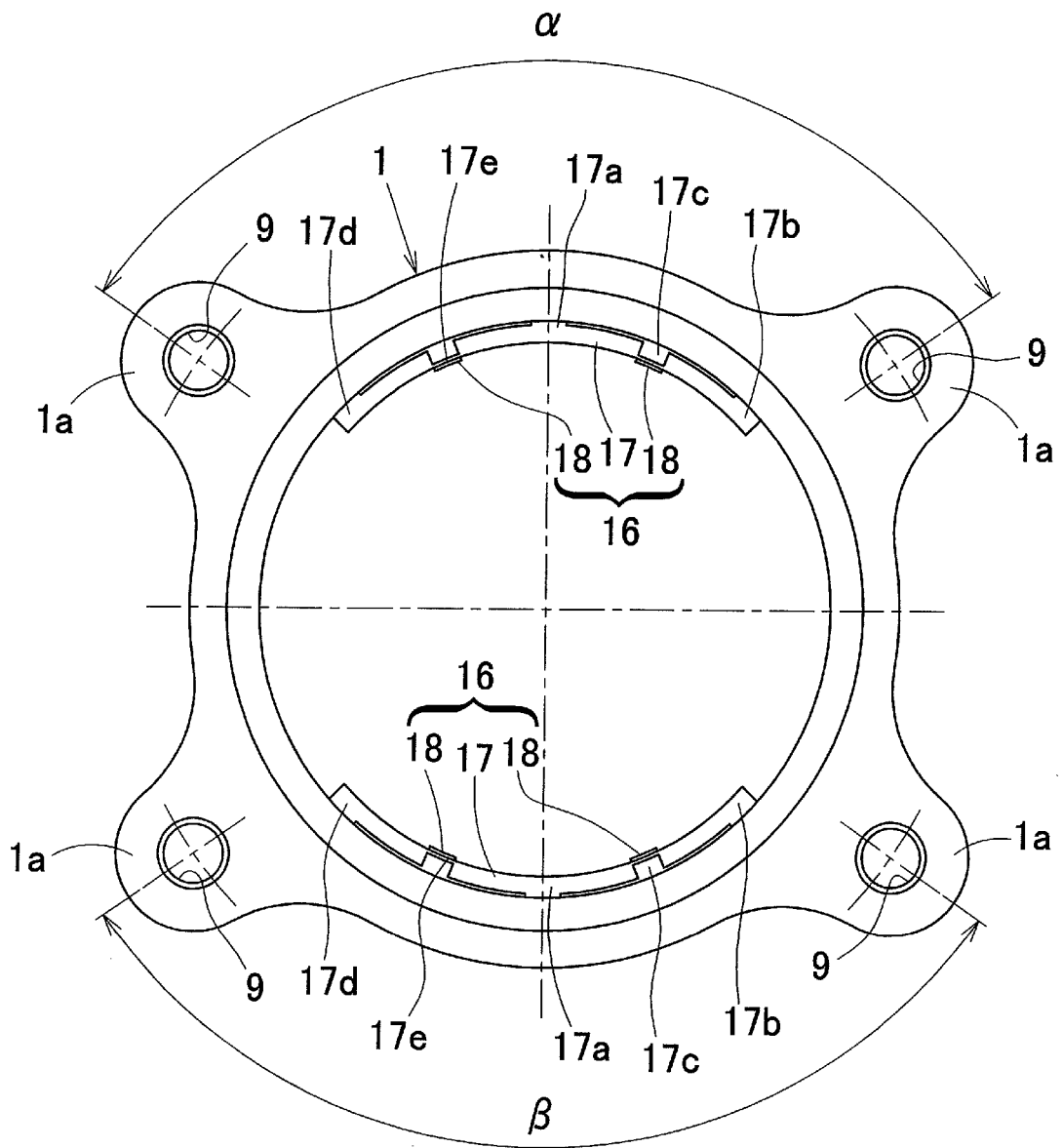
[図4]



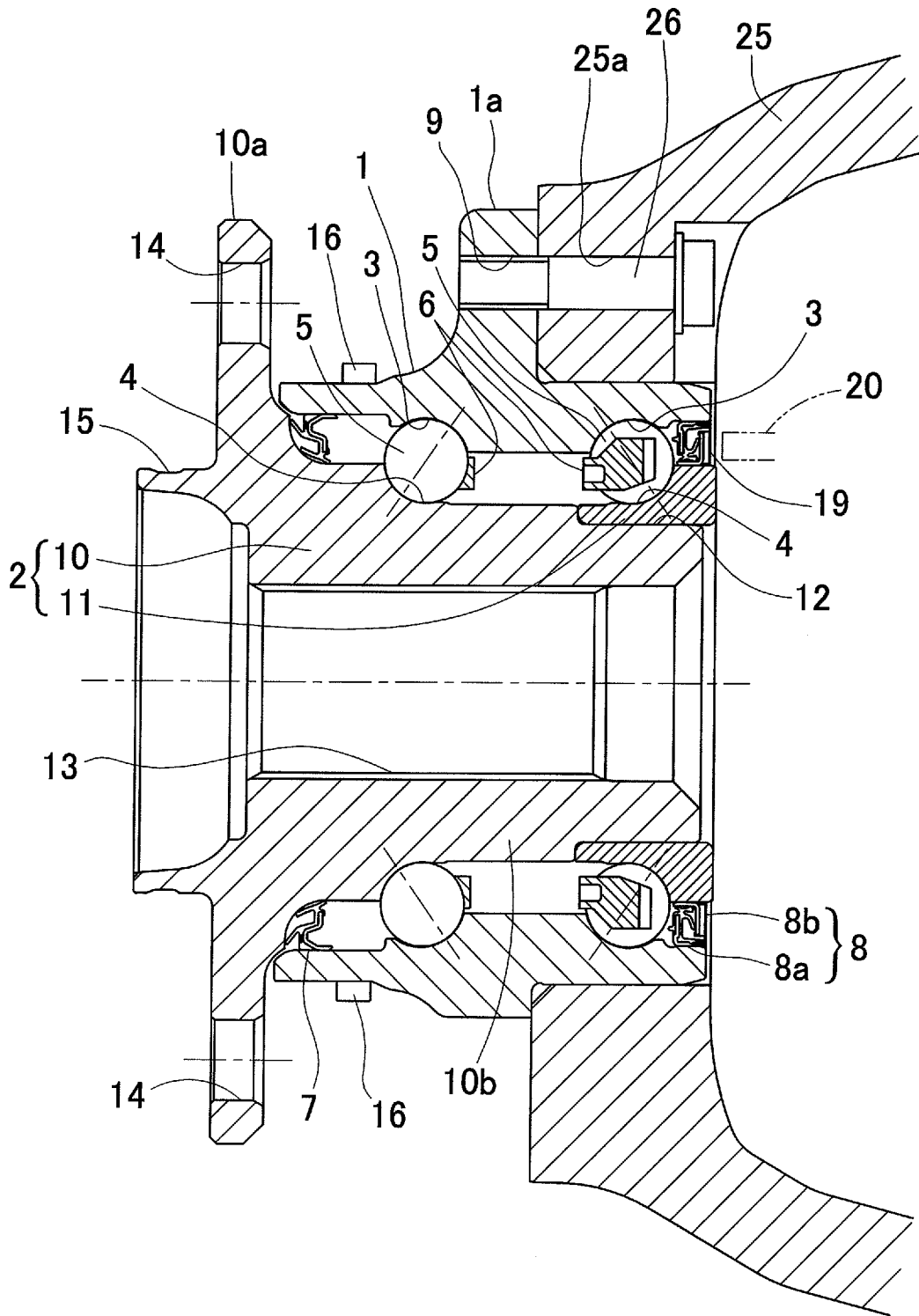
[図5]



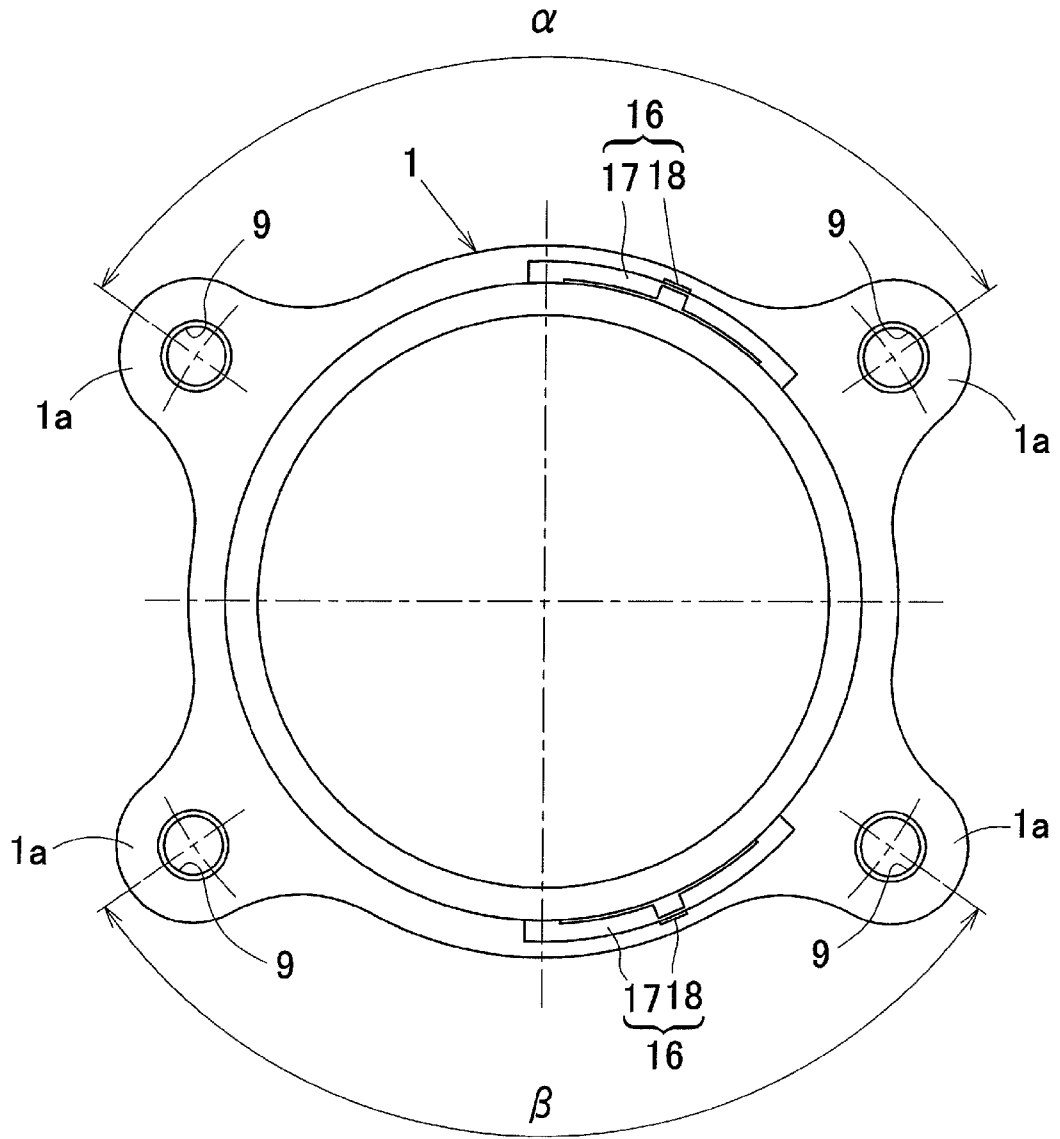
[図6]



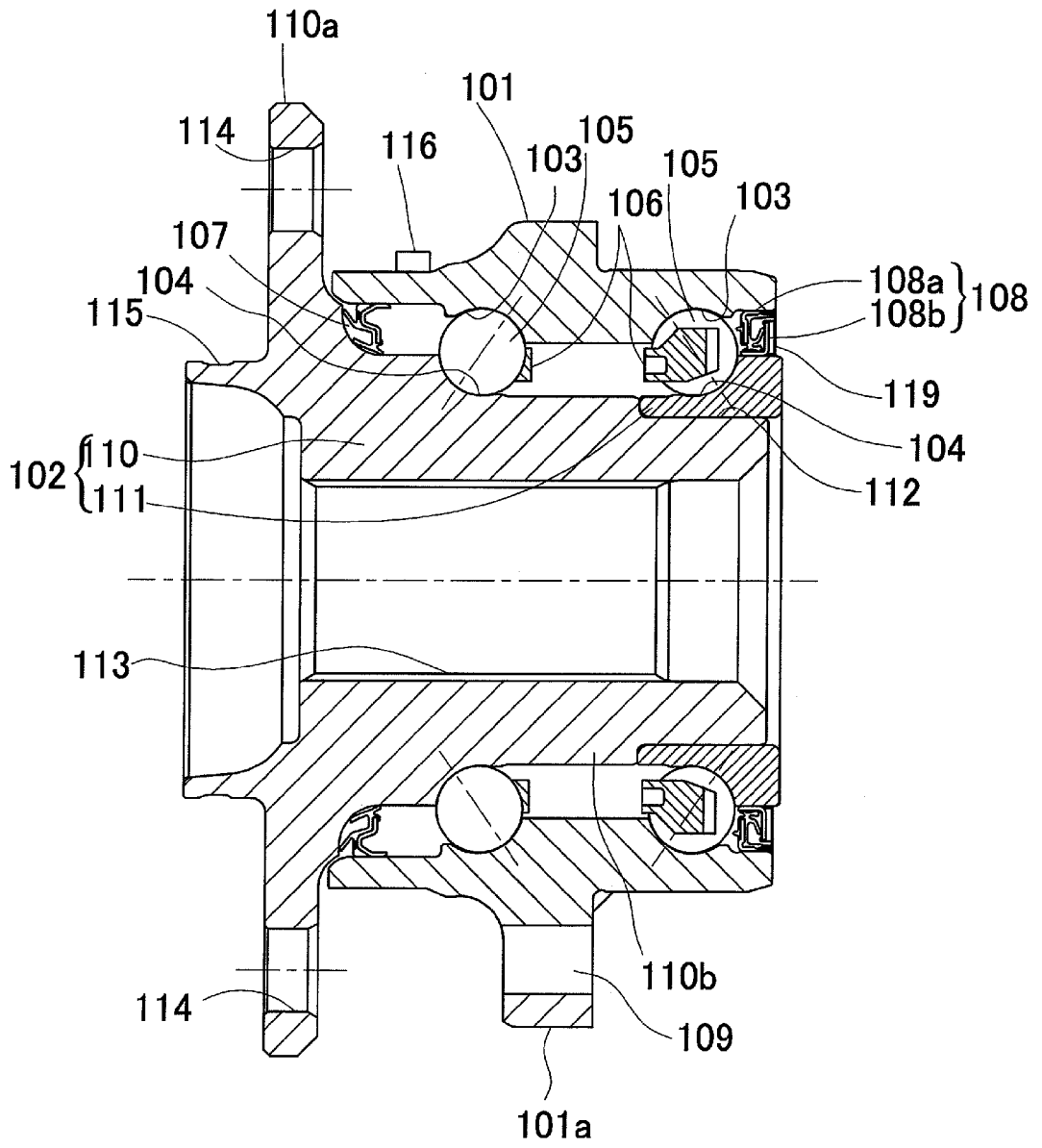
[図7]



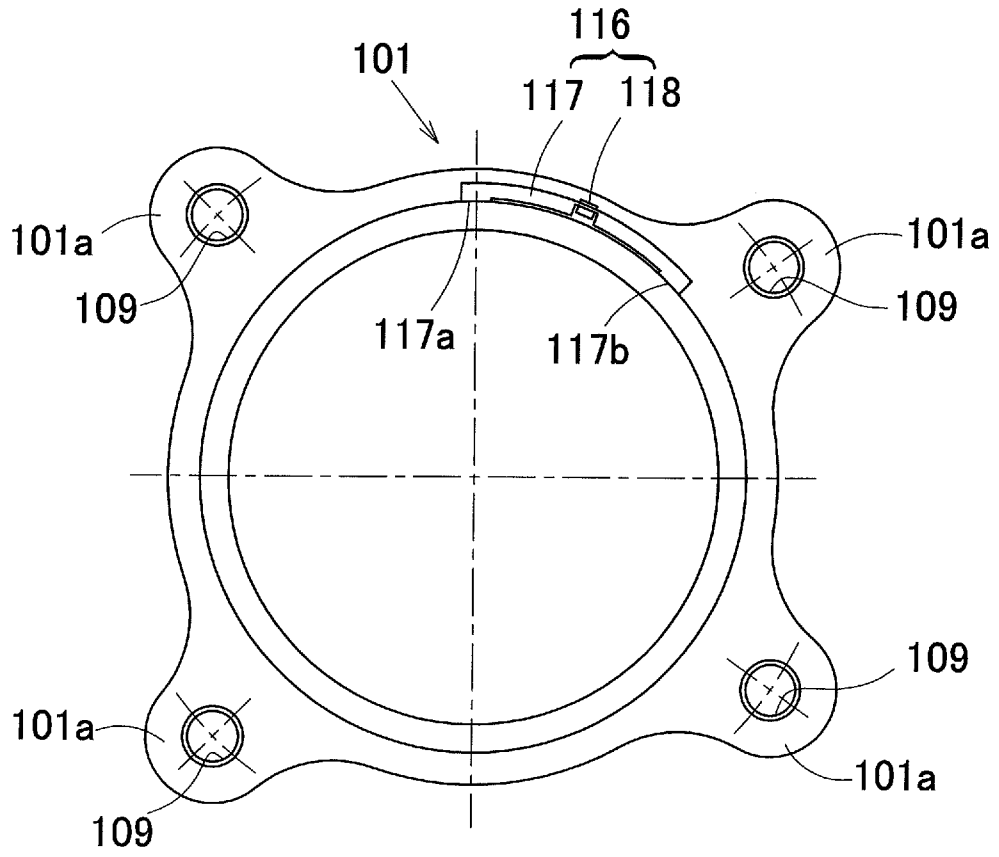
[図8]



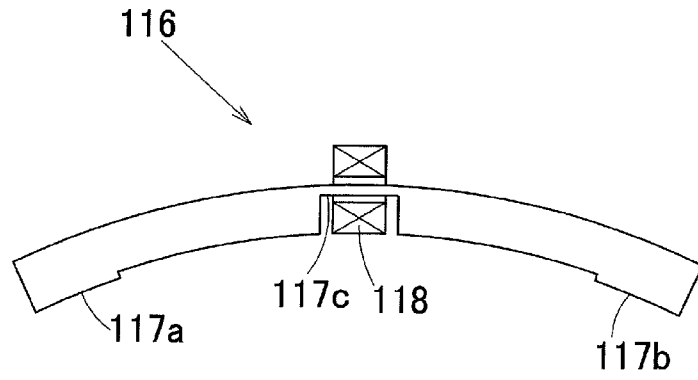
[図9]



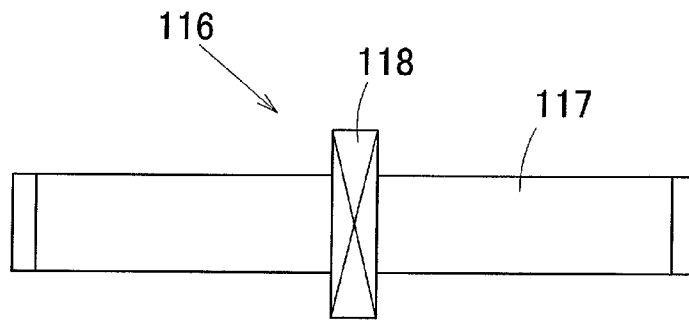
[図10]



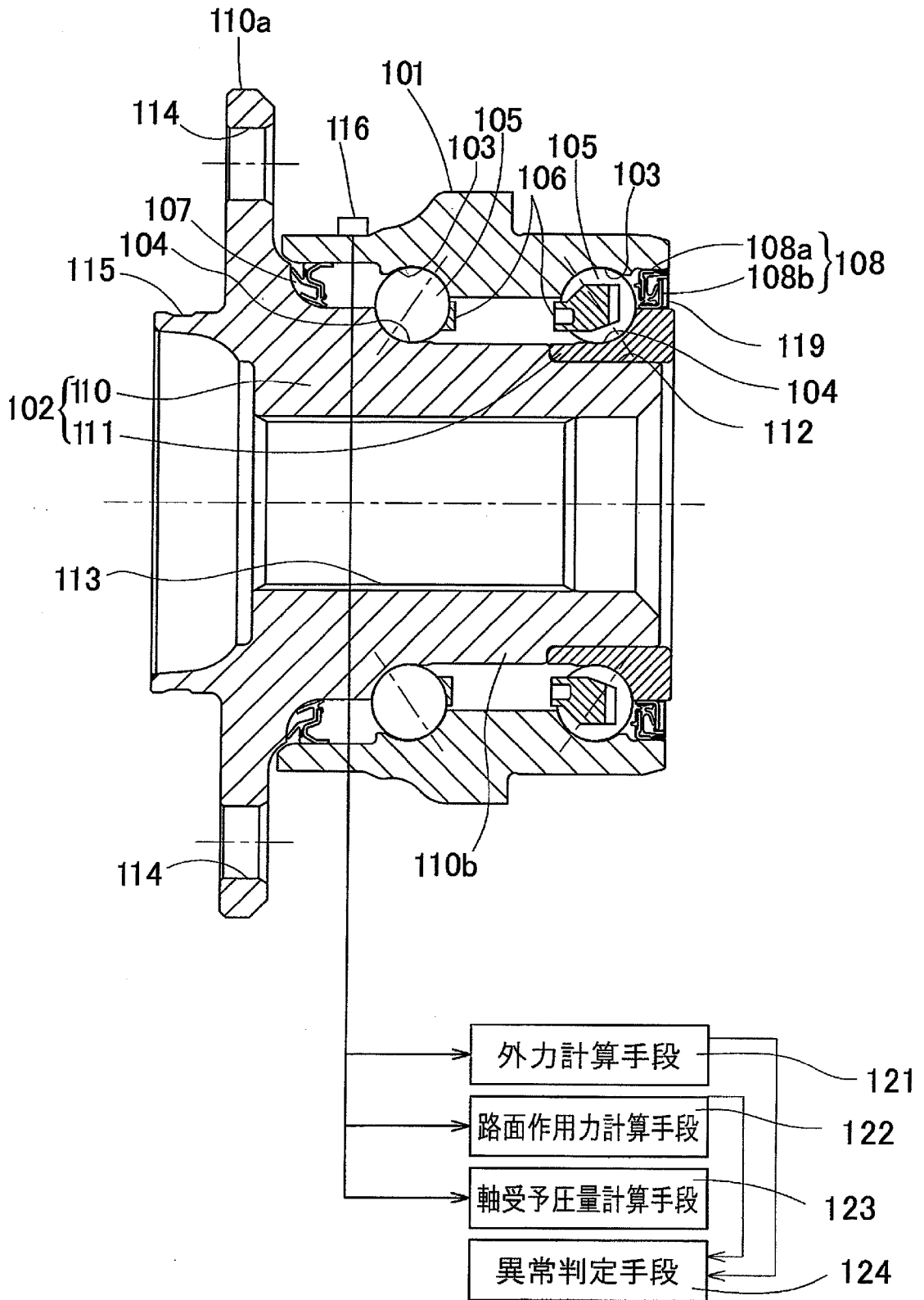
[図11A]



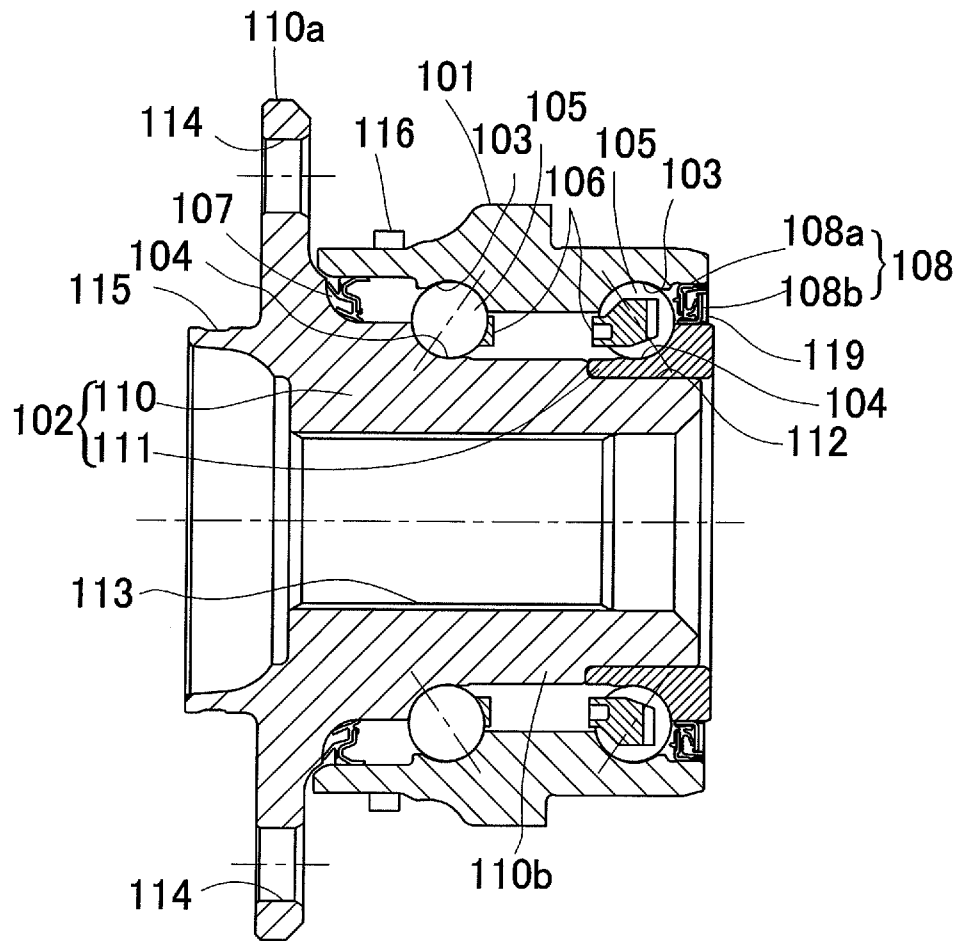
[図11B]



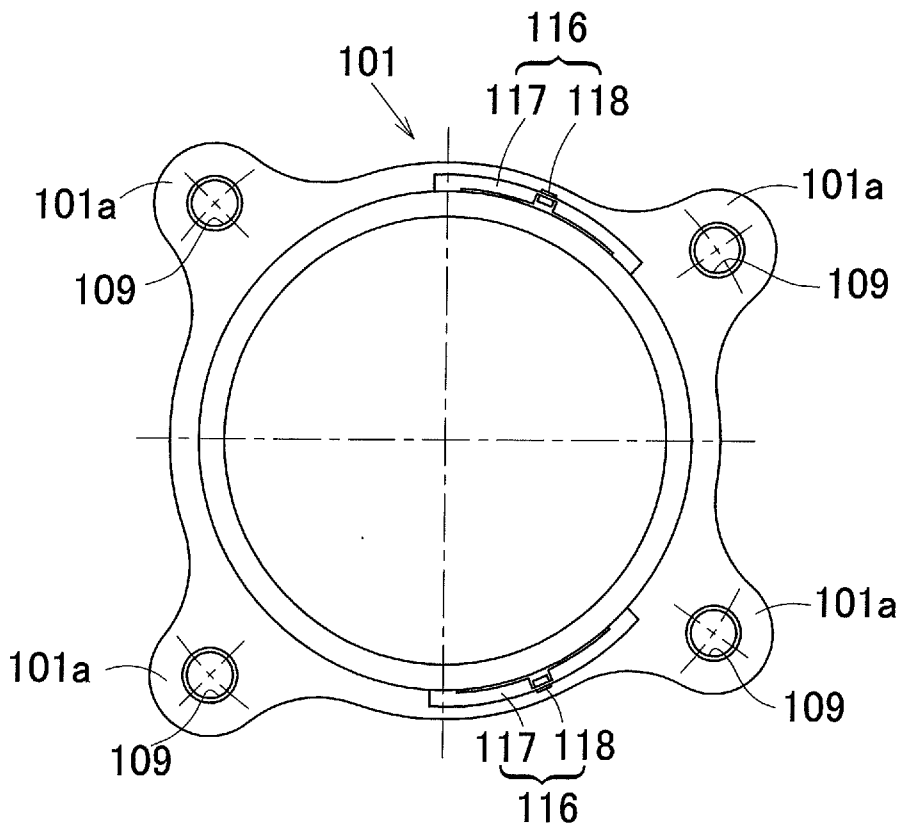
[図12]



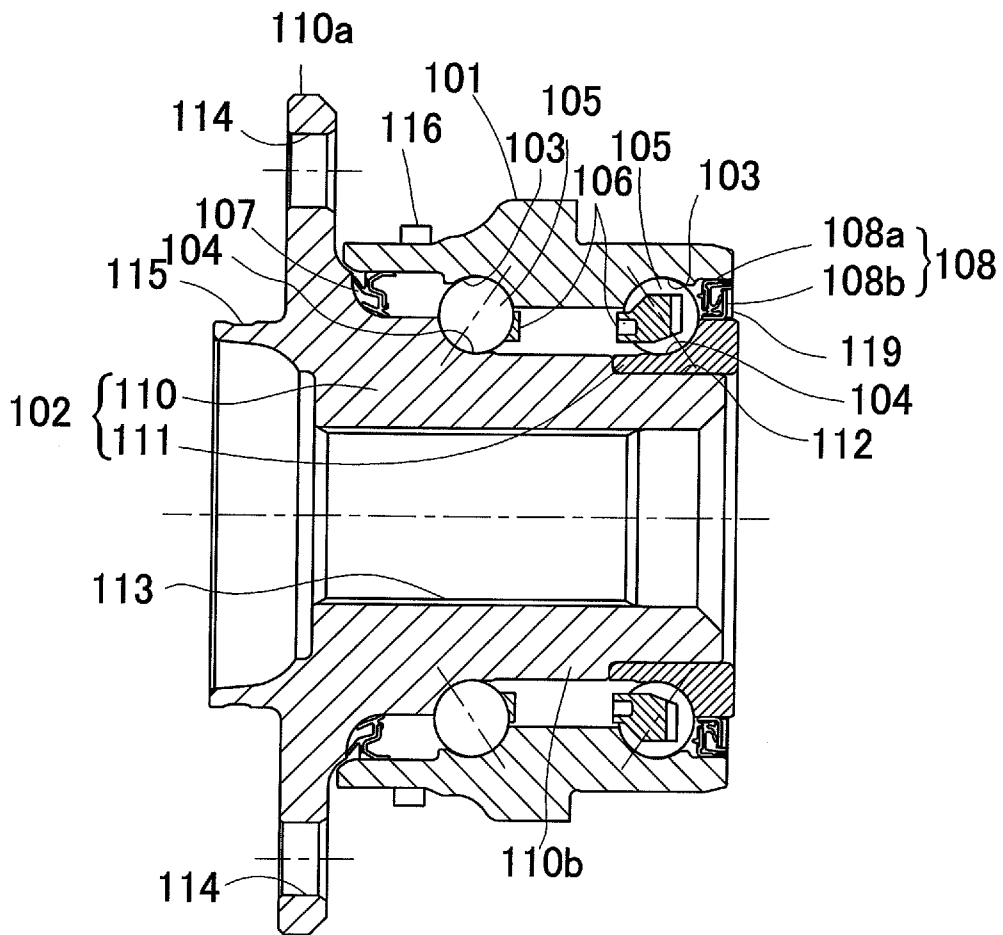
[図13]



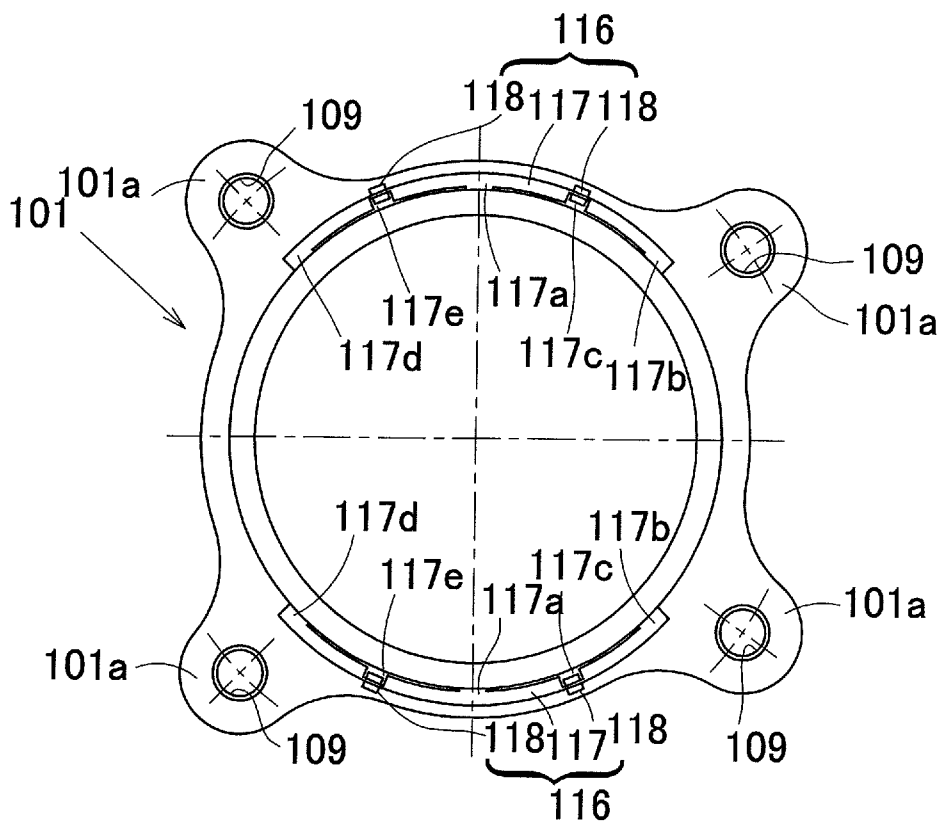
[図14]



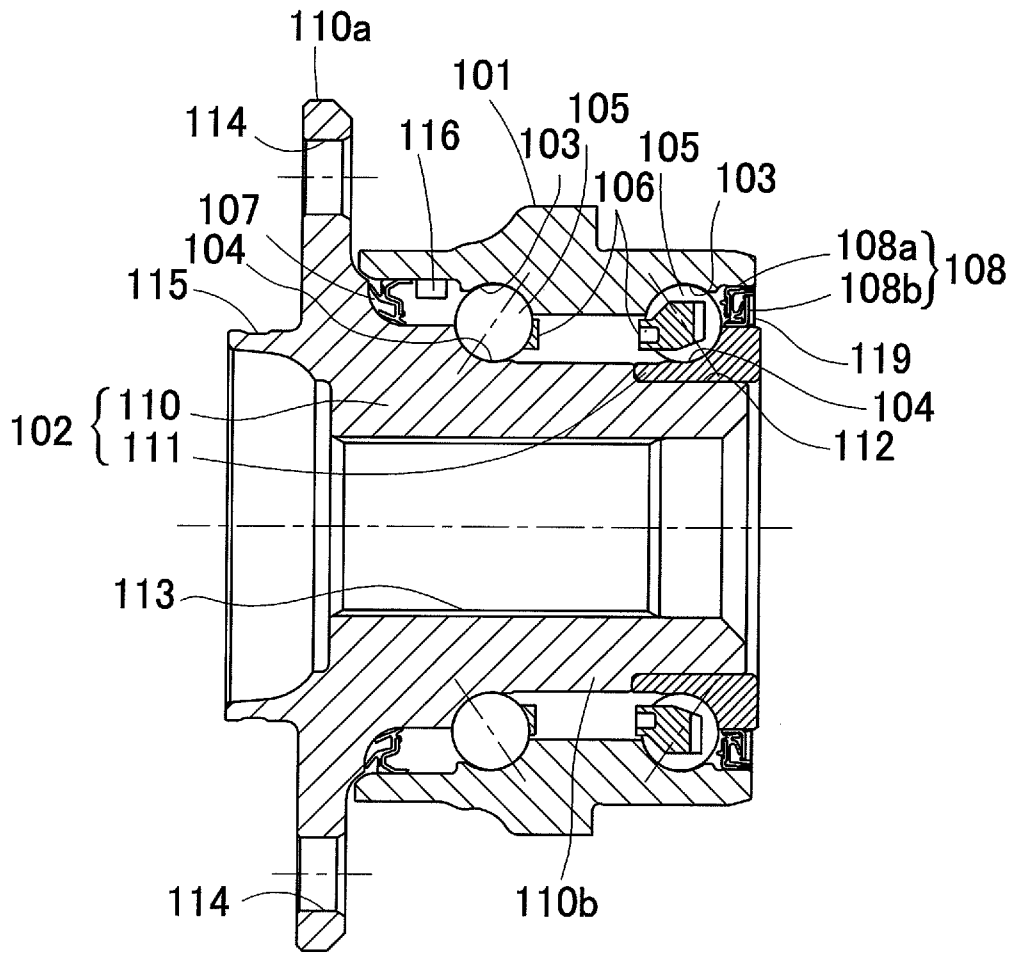
[図15]



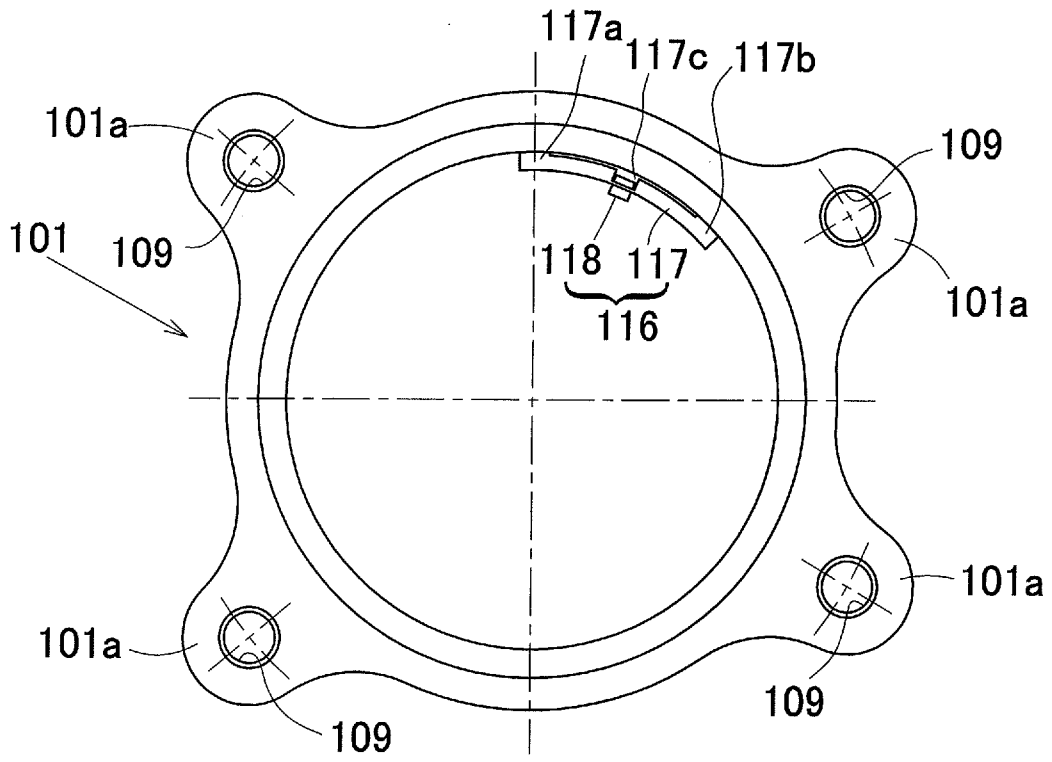
[図16]



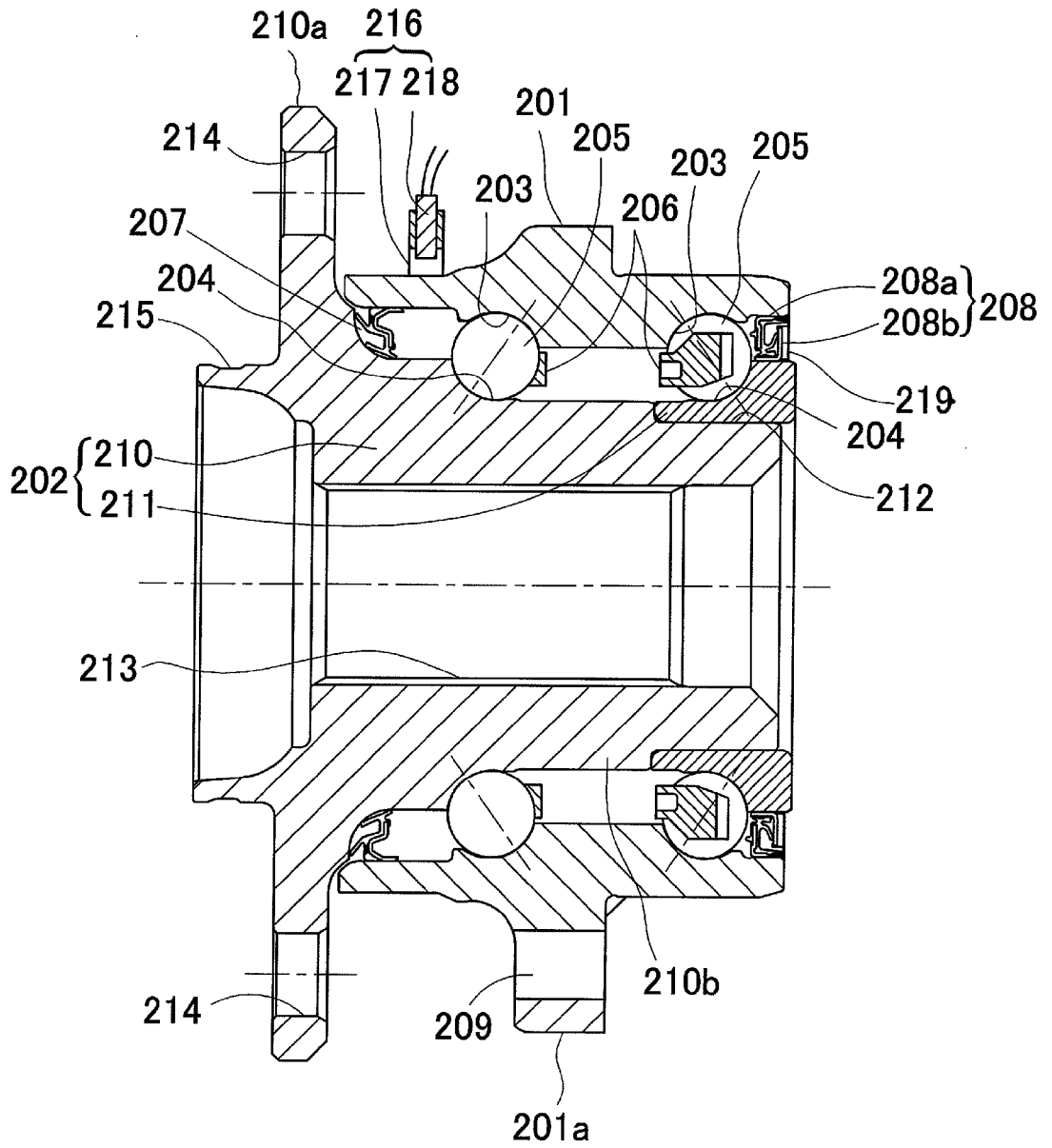
[図17]



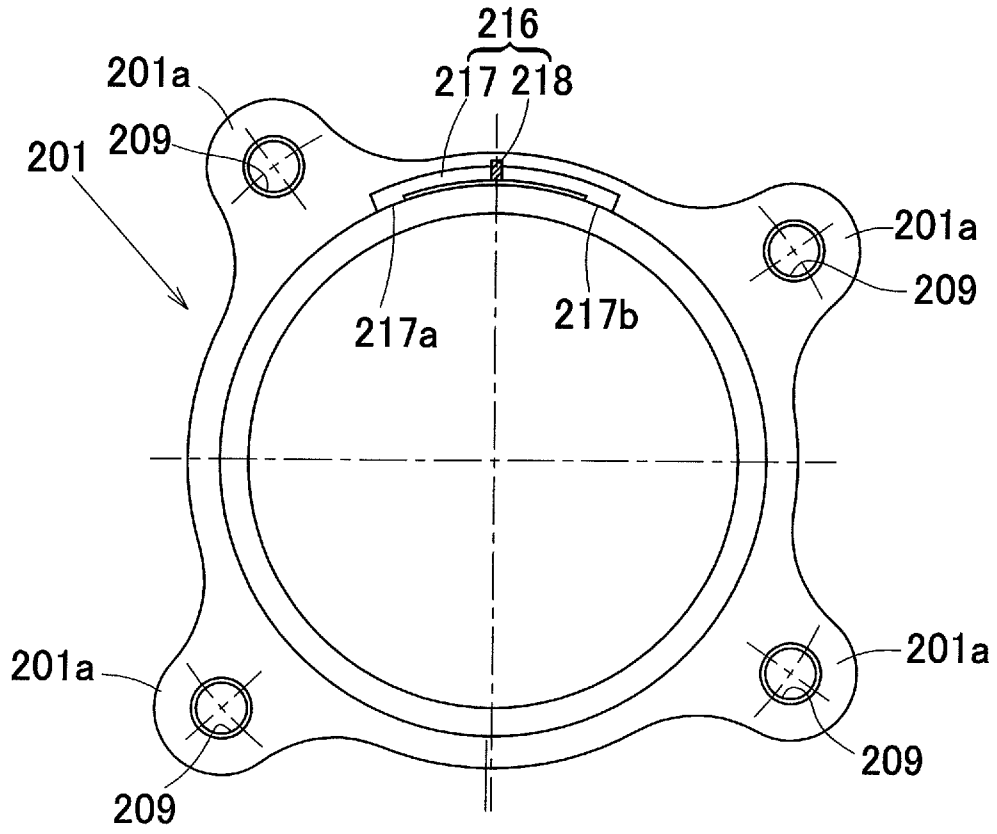
[図18]



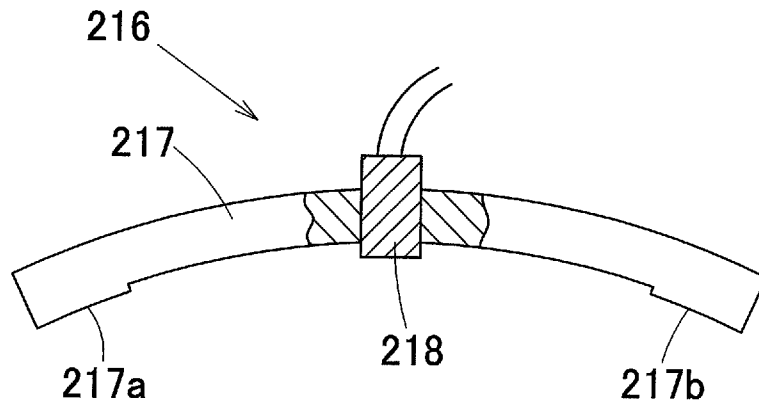
[図19]



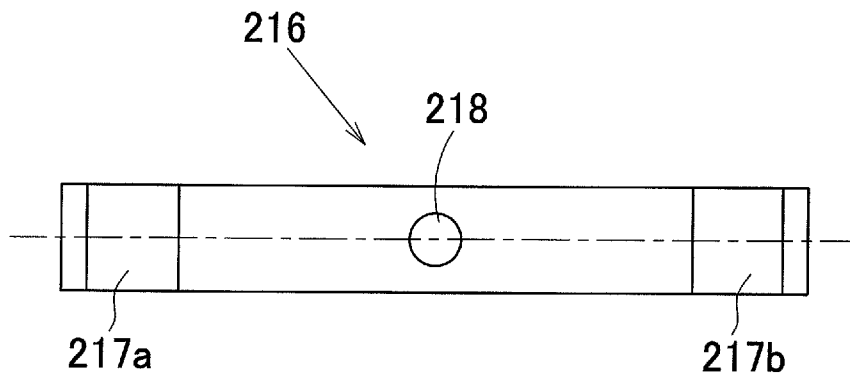
[図20]



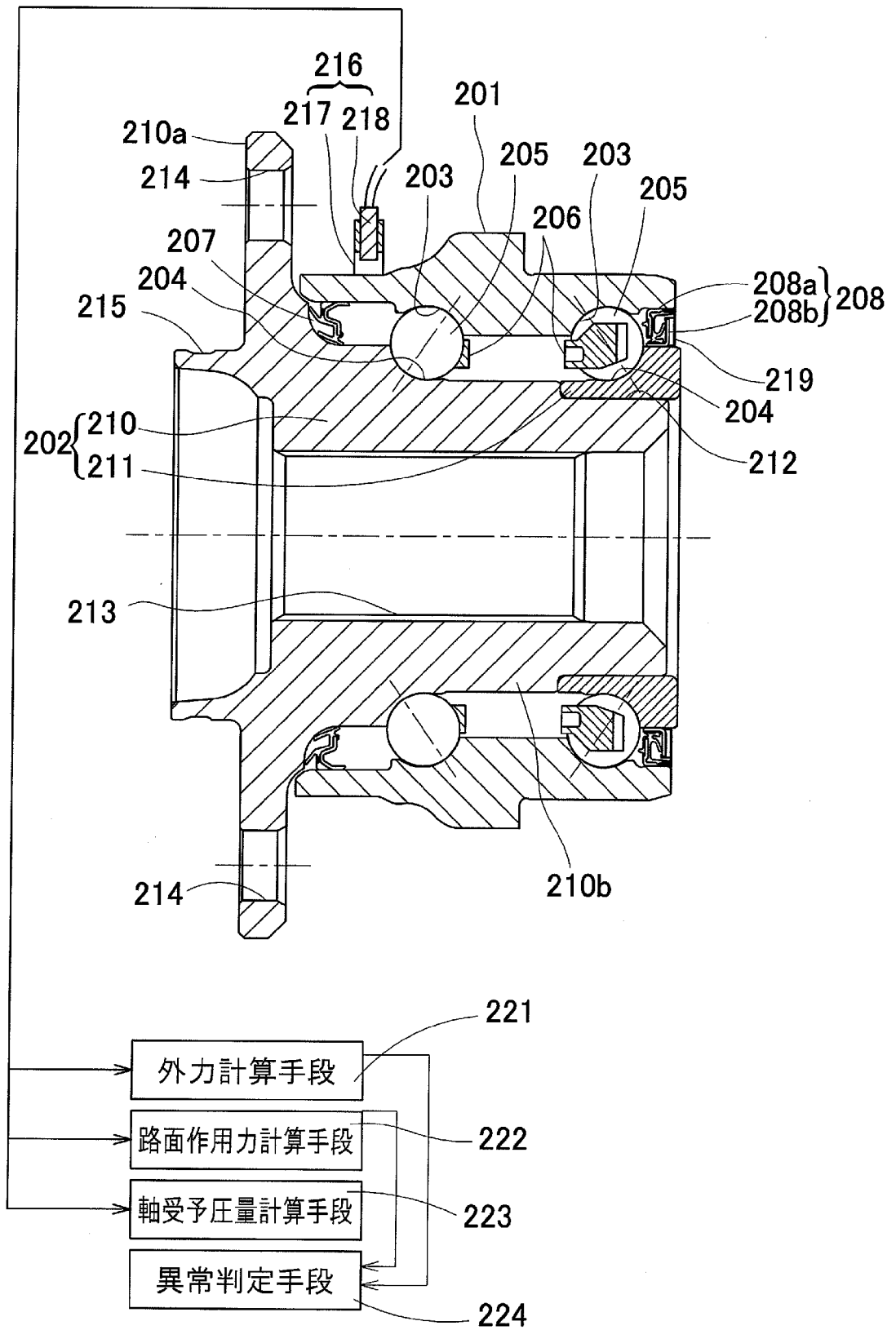
[図21A]



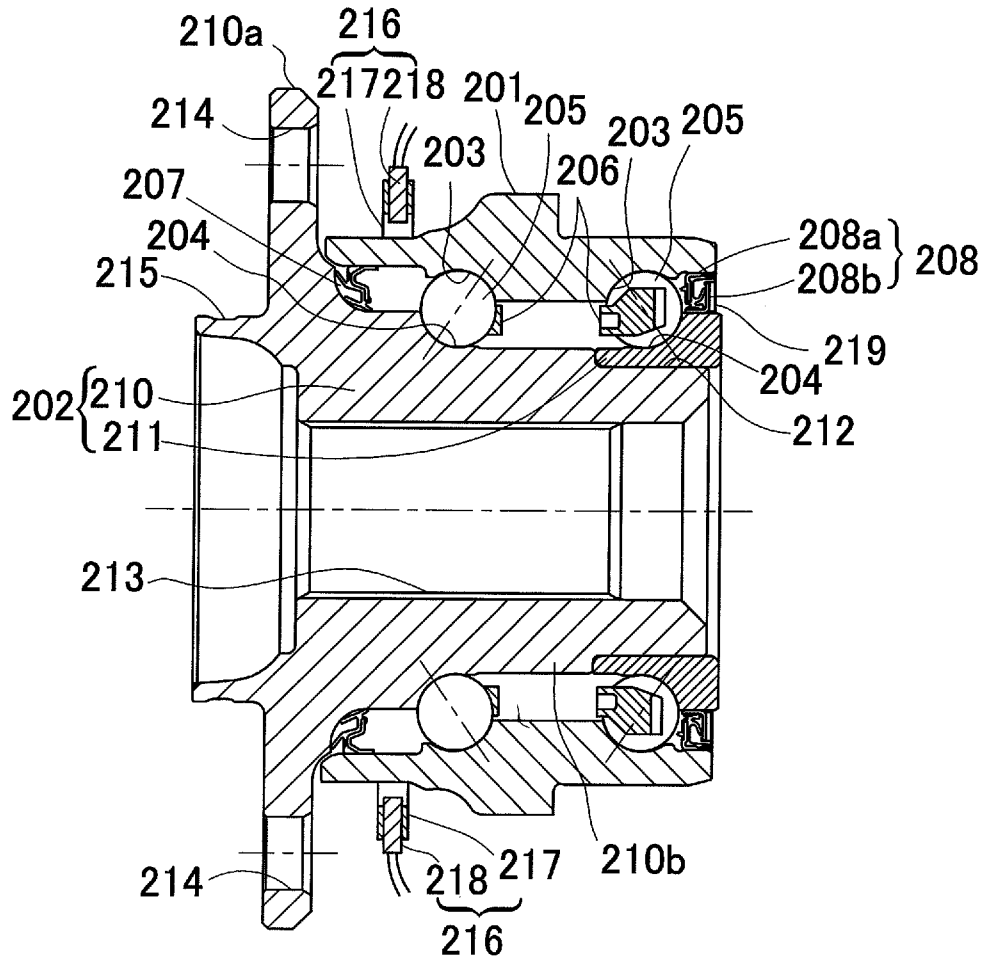
[図21B]



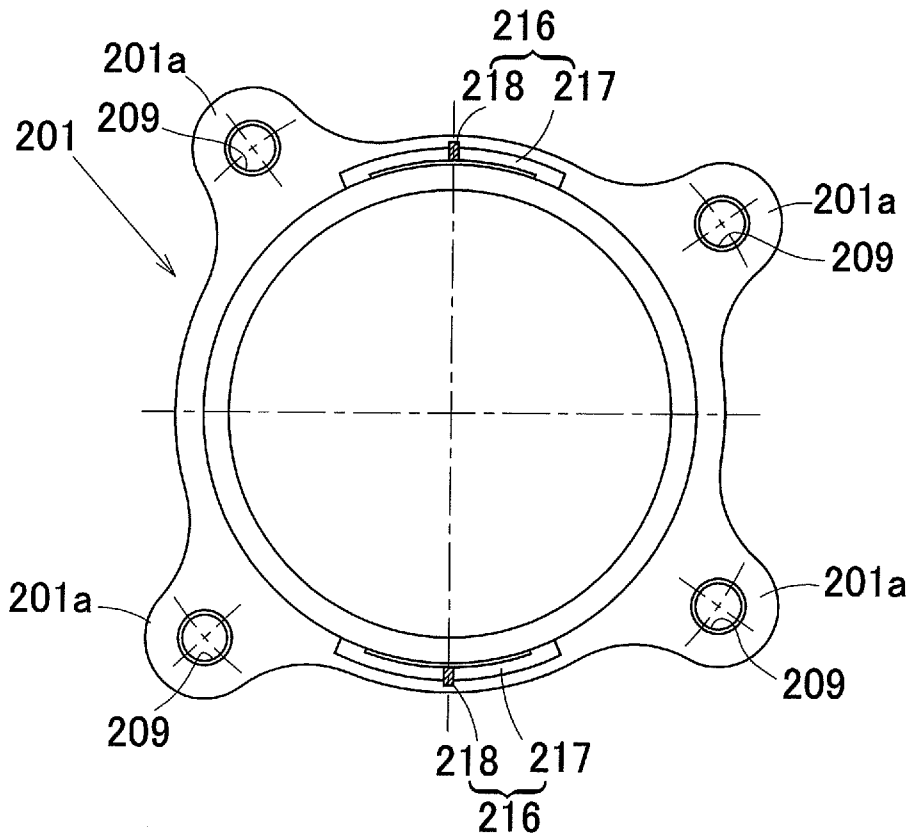
[図22]



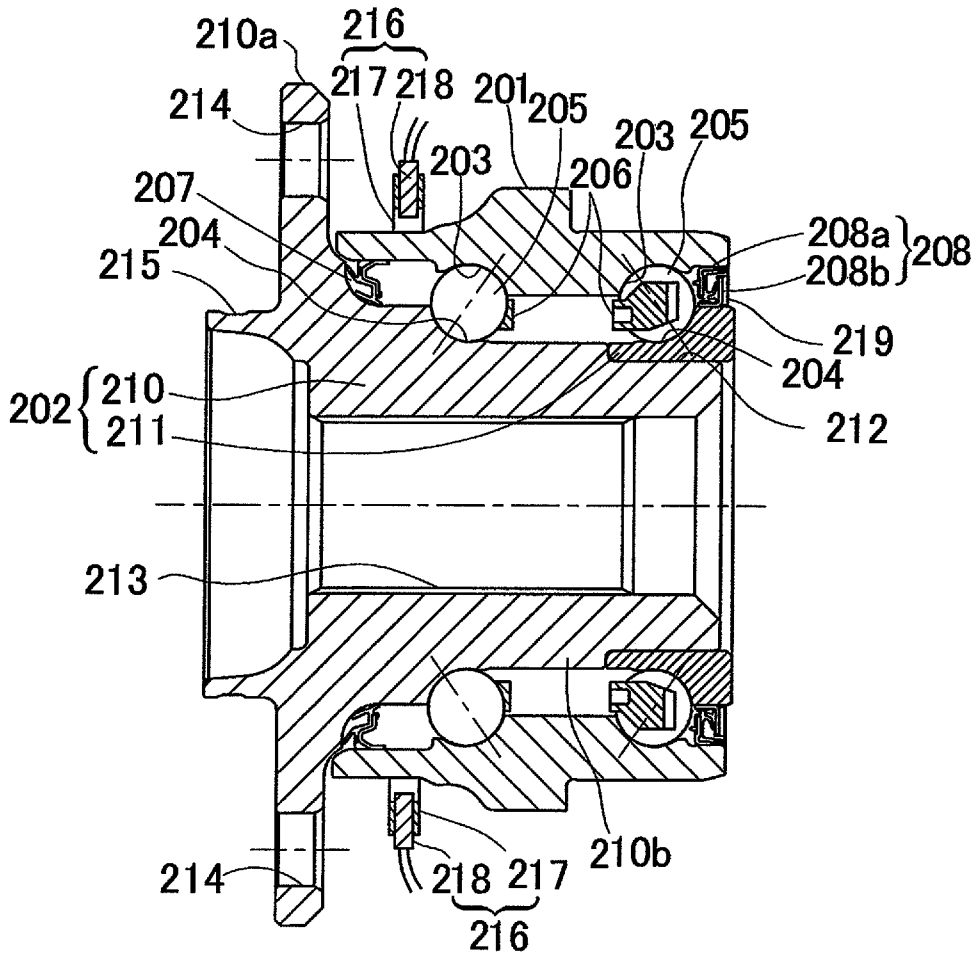
[図23]



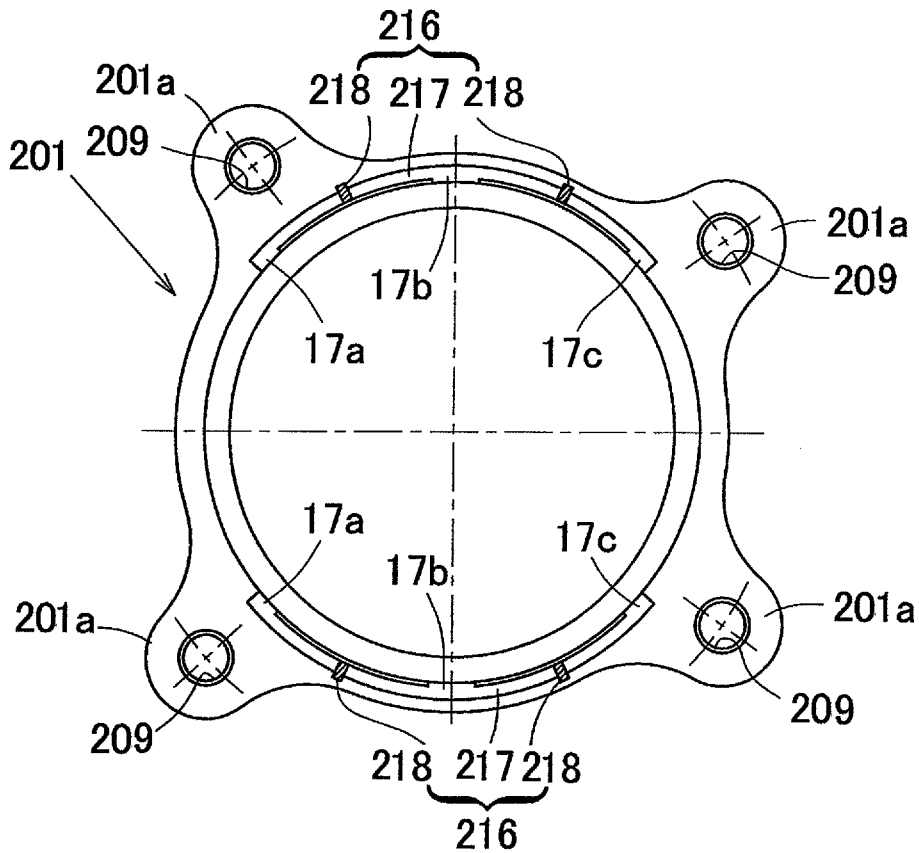
[図24]



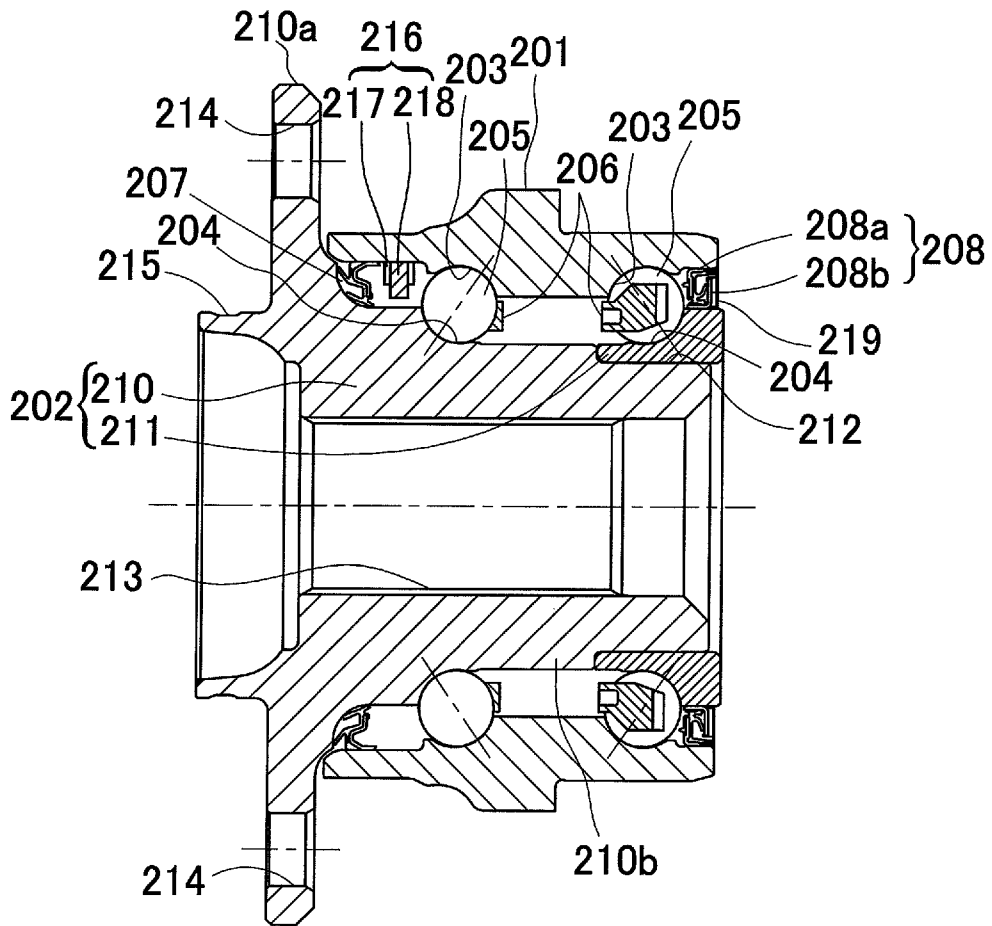
[図25]



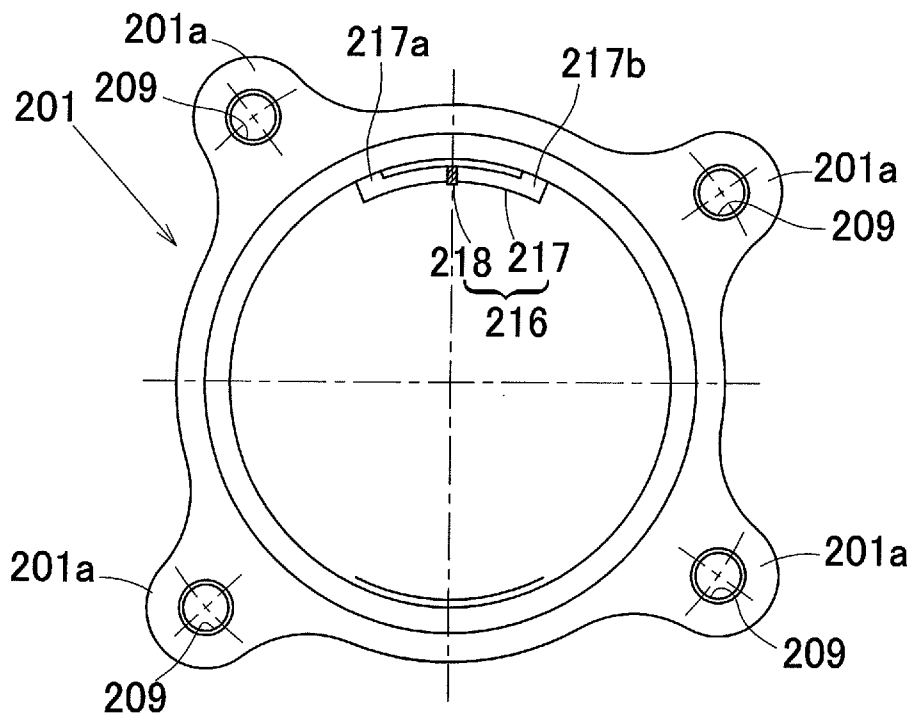
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/324070

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, F16C41/00(2006.01) i, G01D5/245(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, F16C41/00, G01D5/245

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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.
X Y	JP 2004-3601 A (NSK Ltd.), 08 January, 2004 (08.01.04), Par. Nos. [0018] to [0020]; Figs. 1 to 5 & US 2003/0218548 A1 Par. Nos. [0042] to [0044]; Figs. 1 to 5 & CN 1455233 A	1 2-10
Y	JP 2004-360782 A (Toyoda Machine Works, Ltd.), 24 December, 2004 (24.12.04), Par. No. [0041]; Fig. 2 (Family: none)	2-3

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
19 December, 2006 (19.12.06)

Date of mailing of the international search report
09 January, 2007 (09.01.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/324070

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2004/018273 A1 (Koyo Seiko Co., Ltd.), 04 March, 2004 (04.03.04), Page 10, lines 5 to 9; Fig. 3 & EP 1518769 A1 Par. No. [0056]; Fig. 3 & US 2005/0222740 A1	4-10
Y	JP 2531492 Y2 (NOK Kabushiki Kaisha), 02 April, 1997 (02.04.97), Par. Nos. [0010] to [0011]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	4-7
Y	JP 2004-198247 A (NSK Ltd.), 15 July, 2004 (15.07.04), Par. No. [0024]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	8-10

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, F16C41/00(2006.01)i, G01D5/245(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, F16C41/00, G01D5/245

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	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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
X Y	JP 2004-3601 A (日本精工株式会社) 2004.01.08, 【0018】-【0020】, 第1-5図 & US 2003/0218548 A1, [0042]-[0044], 第1-5図 & CN 1455233 A	1 2-10
Y	JP 2004-360782 A (豊田工機株式会社) 2004.12.24, 【0041】, 第2図 (ファミリーなし)	2-3

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

19.12.2006

国際調査報告の発送日

09.01.2007

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 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)

松浦 久夫

2F

9613

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 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
Y	WO 2004/018273 A1 (光洋精工株式会社) 2004.03.04, 第10頁第5-9行, 第3図 & EP 1518769 A1, [0056], 第3図 & US 2005/0222740 A1	4-10
Y	JP 2531492 Y2 (エヌオーケー株式会社) 1997.04.02, 【0010】 - 【0011】, 第1-2図 (ファミリーなし)	4-7
Y	JP 2004-198247 A (日本精工株式会社) 2004.07.15, 【0024】, 第1-2図 (ファミリーなし)	8-10