

(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2007-132526

(P2007-132526A)

(43) 公開日 平成19年5月31日(2007.5.31)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F 1 6 C 19/18 (2006.01)</b>	F 1 6 C 19/18	3 J 1 0 1
<b>F 1 6 C 33/58 (2006.01)</b>	F 1 6 C 33/58	
<b>F 1 6 C 33/32 (2006.01)</b>	F 1 6 C 33/32	
<b>B 6 0 B 35/02 (2006.01)</b>	B 6 0 B 35/02 L	
<b>B 6 0 B 35/18 (2006.01)</b>	B 6 0 B 35/18 A	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)		

(21) 出願番号	特願2007-31599 (P2007-31599)	(71) 出願人	000102692
(22) 出願日	平成19年2月13日 (2007.2.13)		N T N株式会社
(62) 分割の表示	特願2006-206097 (P2006-206097) の分割	(74) 代理人	100086793 弁理士 野田 雅士
原出願日	平成17年5月12日 (2005.5.12)	(74) 代理人	100087941 弁理士 杉本 修司
		(72) 発明者	服部 直志 静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N 株式会社内
		(72) 発明者	小森 和雄 静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N 株式会社内
		Fターム(参考)	3J101 AA02 AA32 AA43 AA54 AA62 BA53 BA54 BA55 GA03

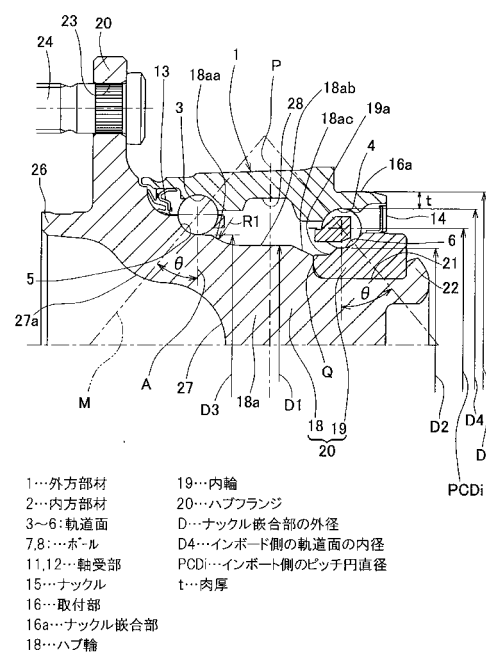
(54) 【発明の名称】 車輪用軸受装置

## (57) 【要約】

【課題】 アウトボード側部分の剛性を高めると共に、インボード側部分においても、限られた軸受径で剛性の向上を図り、かつ転動疲労寿命が確保できる車輪用軸受装置を提供する。

【解決手段】 外方部材1と内方部材2の対向する軌道面3～6間に複列のボール7, 8が介在する。内方部材2は、車輪取付用のハブフランジ20をアウトボード側端に有するハブ輪18と、そのインボード側端に嵌合した内輪19とでなる。アウトボード側列L oのボール7のピッチ円直径PCDoを、インボード側列L iのボール8のピッチ円直径PCDiよりも大きくする。アウトボード側列L oのボール個数をインボード側列L iよりも多くする。外方部材1のナックル嵌合部16aの外径Dに対するインボード側列L iのピッチ円直径PCDiの割合(PCDi/D)を、  
 $0.66 \leq (PCDi/D) \leq 0.80$ 、とする。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

インボード側端の外周に車体の懸架装置におけるナックルを嵌合させるナックル嵌合部を有し内周に複列の軌道面が設けられてインボード側の軌道面の全体または一部が前記ナックル嵌合部の設けられた軸方向範囲に重なる外方部材と、前記各軌道面に対向する複列の軌道面を外周に有しアウトボード側端の外周に車輪取付用のハブフランジを有する内方部材と、対向する軌道面間に介在したボールとを備えた車輪用軸受装置において、

アウトボード側のボール列のピッチ円直径を、インボード側のボール列のピッチ円直径よりも大きくし、アウトボード側列のボール個数をインボード側列のボール個数よりも多くし、

前記外方部材の前記ナックル嵌合部の外径  $D$  に対するインボード側のボール列のピッチ円直径  $P C D i$  の割合  $(P C D i / D)$  を、

$$0.66 \leq (P C D i / D) \leq 0.80$$

としたことを特徴とする車輪用軸受装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 において、前記内方部材が、前記ハブフランジをアウトボード側端に有しインボード側端に段差部状に小径となる内輪嵌合面を有するハブ輪と、このハブ輪の前記内輪嵌合面に嵌合した内輪とでなる車輪用軸受装置。

## 【請求項 3】

インボード側端の外周に車体の懸架装置におけるナックルを嵌合させるナックル嵌合部を有し内周に複列の軌道面が設けられてインボード側の軌道面の全体または一部が前記ナックル嵌合部の設けられた軸方向範囲に重なる外方部材と、前記各軌道面に対向する複列の軌道面を外周に有しアウトボード側端の外周に車輪取付用のハブフランジを有する内方部材と、対向する軌道面間に介在したボールとを備えた車輪用軸受装置において、

前記外方部材のインボード側の軌道面の内径を、前記ナックル嵌合部とこの軌道面間の必要肉厚が得られる最大径とし、インボード側列のボールを、所定の転動疲労寿命が得られる最小径とし、

アウトボード側のボール列のピッチ円直径を、インボード側のボール列のピッチ円直径よりも大きくし、アウトボード側列のボール個数をインボード側列のボール個数よりも多くしたことを特徴とする車輪用軸受装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は自動車等における車輪用軸受装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

自動車の車輪は、懸架装置に車輪用軸受装置を介して回転自在に支持される。車輪用軸受装置に要求される機能としては、負荷容量や剛性の高いことが挙げられる。また自動車部品は、燃費向上等のために、軽量化が強く求められており、車輪用軸受装置においても軽量化が求められる。

従来一般的な車輪用軸受装置は、負荷容量については満足できるが、車両旋回時の剛性が必ずしも十分とは言えない場合がある。また、自動車の安定した走行のために、車両旋回時の軸受剛性の向上が必要とされる。

車輪用軸受装置は、複列軸受が用いられており、直進時の車重は、複列軸受の中央に作用するように設計されている。しかし、車両の旋回時には、タイヤにかかる横力により、ハブフランジを傾けるようにモーメント荷重が発生する。そのため、複列のうちのアウトボード側列付近の剛性を高めることが求められる。

## 【0003】

アウトボード側列の剛性を高めるものとしては、例えば図 7 に示すように、複列のボール列  $L_o$ 、 $L_i$  のうち、アウトボード側列  $L_o$  のボール 7 の  $P C D$  (ピッチ円直径) を、

10

20

30

40

50

インボード側列  $L_i$  の転動体 8 の  $PCD$  よりも大きくしたものが提案されている（例えば、特許文献 1）。同特許文献 1 には、他の実施形態として、 $PCD$  を変える代わりに、アウトボード側列  $L_o$  のボール 7 の個数をインボード側列  $L_i$  のボール 8 の個数よりも多くすることなども提案されている。

【特許文献 1】特開 2003 - 232343 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に示されようように、アウトボード側列  $L_o$  の  $PCD$  をインボード側列  $L_i$  の  $PCD$  よりも大きくすることや、アウトボード側列  $L_o$  のボール個数を増やすことは、アウトボード側の剛性の向上には優れた手法である。また、両列とも  $PCD$  の増大やボール個数の増加を図るものと異なり、軸受装置全体の寸法、重量が増加することが回避される。

10

しかし、インボード側においても、安定した走行のためには軸受剛性を高めることが望まれる。インボード側では、周辺との関係で軸受寸法が制限されることが多く、軸受剛性を高めることが難しい。特に、内輪回転の車輪用軸受装置では、軌道面を内周に形成した外方部材をナックルの内径面に嵌合させて取付けることになるため、限られたナックル内径に対して、剛性を上げることが必要となる。

【0005】

この発明の目的は、アウトボード側部分の剛性を高めると共に、インボード側部分においても、限られた軸受径で剛性の向上を図り、かつ転動疲労寿命が確保できる車輪用軸受装置を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明における第 1 の発明の車輪用軸受装置は、インボード側端の外周に車体の懸架装置におけるナックルを嵌合させるナックル嵌合部を有し内周に複列の軌道面が設けられてインボード側の軌道面の全体または一部が前記ナックル嵌合部の設けられた軸方向範囲に重なる外方部材と、前記各軌道面に対向する複列の軌道面を外周に有しアウトボード側端の外周に車輪取付用のハブフランジを有する内方部材と、対向する軌道面間に介在したボールとを備えた車輪用軸受装置において、

30

アウトボード側のボール列のピッチ円直径を、インボード側のボール列のピッチ円直径よりも大きくし、アウトボード側列のボール個数をインボード側列のボール個数よりも多くし、

前記外方部材の前記ナックル嵌合部の外径  $D$  に対するインボード側のボール列のピッチ円直径  $PCDi$  の割合  $(PCDi / D)$  を、

$$0.66 \leq (PCDi / D) \leq 0.80$$

としたことを特徴とする。

【0007】

この構成によると、アウトボード側のボール列のピッチ円直径を、インボード側のボール列のピッチ円直径よりも大きくしたため、軸受装置のアウトボード側部分の剛性を向上させることができる。また、アウトボード側列のボール個数をインボード側列のボール個数よりも多くしたことで、アウトボード側部分の剛性を一層向上させることができる。

40

この発明は、このようにアウトボード側の剛性を向上させた上で、外方部材の前記ナックル嵌合部の外径  $D$  に対するインボード側のボール列のピッチ円直径  $PCDi$  の割合  $(PCDi / D)$  を、

$$0.66 \leq (PCDi / D) \leq 0.80$$

としたため、インボード側における剛性の向上、転動疲労寿命の確保が得られる。

【0008】

すなわち、外方部材のナックル嵌合部の外径  $D$  は、軸受設計上で要求寸法として定まった値となる。そのため、このナックル嵌合部外径  $D$  に対して、剛性の向上、転動疲労寿命

50

の確保を図ることが必要となる。

上記ピッチ円直径  $PCDi$  は、インボード側の軌道面の内径  $D_4$  からボール径  $d$  を差し引いた値であり、ボール径  $d$  が小さいほど、ボール中心が軌道面の内面に近づき、 $PCDi$  の値が軌道面内径  $D_4$  の値に近づくことになる。ここで、インボード側軌道面は、ナックル嵌合部の内周に位置するため、ナックル嵌合部の外径  $D$  が一定であって、外方部材における軌道面外周の必要最低肉厚  $t$  を確保できる範囲で可能な限り大きな値すると、軌道面内径  $D_4$  は、 $D_4 = D - 2 \times t$  であり、一定の値となる。

軌道面内径  $D_4$  が一定であると、 $PCDi (= D_4 - d)$  の値は、ボール径  $d$  に依存することになる。ナックル嵌合部外径  $D$  が一定と考えると、 $PCDi / D$  の値は、ボール径  $d$  に依存することになり、ボール径が小さいほど、 $PCDi / D$  の値が大きくなる。

ボール径  $d$  を小さくした場合、ボール個数を増やすことができ、それだけ支持点が増加するため、軸受剛性が高くなる。そのため剛性向上の点からは、ボール径が小さいほど好ましい。

ナックル嵌合部外径  $D$  が一定であり、軌道面外周の必要肉厚  $t$  が一定であるとして、つまり軌道面内径  $D_4$  が一定であるとして、 $PCDi / D$  の変化による剛性、転動疲労寿命の関係を解析により求めた。その結果、 $PCDi / D$  が 0.66 未満であると、車輪用軸受装置として剛性の向上にならず、また  $PCDi / D$  が 0.80 よりも大きいと、車輪用軸受装置として転動疲労寿命が不足することが分かった。

0.66 (  $PCDi / D$  ) 0.80

の範囲とすることで、剛性の向上の図りながら転動疲労寿命を確保することができる。

【0009】

従来の車輪用軸受装置は、いずれも ( $PCDi / D$ ) が 0.66 よりも小さくて、ナックル嵌合部外径  $D$  に対してボール径が大きく、転動疲労寿命の点で余裕のある設計となっており、剛性が不足している。この発明は、このような従来の問題を解消し、剛性と転動疲労寿命の関係の最適化を図るものである。

この発明の車輪用軸受装置は、このようにアウトボード側およびインボード側の荷重条件に応じ、アウトボード側部分の剛性を高めると共に、インボード側部分においても、限られた軸受径で剛性の向上が得られ、かつ転動疲労寿命が確保できるものとなる。

【0010】

この発明において、前記内方部材が、前記ハブフランジをアウトボード側端に有しインボード側端に段差部状に小径となる内輪嵌合面を有するハブ輪と、このハブ輪の前記内輪嵌合面に嵌合した内輪とでなるものとしても良い。

このような内方部材がハブ輪および内輪で構成される車輪用軸受装置の場合に、この発明の上記各利点が効果的に発揮される。

【0011】

この発明における第2の発明の車輪用軸受装置は、インボード側端の外周に車体の懸架装置におけるナックルを嵌合させるナックル嵌合部を有し内周に複列の軌道面が設けられてインボード側の軌道面の全体または一部が前記ナックル嵌合部の設けられた軸方向範囲に重なる外方部材と、前記各軌道面に対向する複列の軌道面を外周に有しアウトボード側端の外周に車輪取付用のハブフランジを有する内方部材と、対向する軌道面間に介在したボールとを備えた車輪用軸受装置において、

前記外方部材のインボード側の軌道面の内径を、前記ナックル嵌合部とこの軌道面間の必要肉厚が得られる最大径とし、インボード側列のボールを、所定の軸受寿命が得られる最小径とし、

アウトボード側のボール列のピッチ円直径を、インボード側のボール列のピッチ円直径よりも大きくし、アウトボード側列のボール個数をインボード側列のボール個数よりも多くしたことを特徴とする。

【0012】

この構成によると、外方部材のインボード側の軌道面の内径を、前記ナックル嵌合部と軌道面間の必要肉厚が得られる最大径とし、インボード側列のボールを、所定の転動疲労

10

20

30

40

50

寿命が得られる最小径としたため、限られたナックル嵌合部の外径に対して、剛性および転動疲労寿命が得られる最適な各部の寸法関係とできる。また、アウトボード側のボール列のピッチ円直径を、インボード側のボール列のピッチ円直径よりも大きくし、アウトボード側列のボール個数をインボード側列のボール個数よりも多くしたため、アウトボード側部分の剛性を高めることができる。

【発明の効果】

【0013】

この発明の車輪用軸受装置は、インボード側端の外周に車体の懸架装置におけるナックルを嵌合させるナックル嵌合部を有し内周に複列の軌道面が設けられてインボード側の軌道面の全体または一部が前記ナックル嵌合部の設けられた軸方向範囲に重なる外方部材と、前記各軌道面に対向する複列の軌道面を外周に有しアウトボード側端の外周に車輪取付用のハブフランジを有する内方部材と、対向する軌道面間に介在したボールとを備えた車輪用軸受装置において、アウトボード側のボール列のピッチ円直径を、インボード側のボール列のピッチ円直径よりも大きくし、アウトボード側列のボール個数をインボード側列のボール個数よりも多くし、前記外方部材の前記ナックル嵌合部の外径  $D$  に対するインボード側のボール列のピッチ円直径  $PCDi$  の割合  $(PCDi/D)$  を、 $0.66 < (PCDi/D) < 0.80$ 、としたため、アウトボード側部分の剛性を高めると共に、インボード側部分においても、限られた軸受径で剛性の向上を図り、かつ転動疲労寿命が確保できる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0014】

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、かつ従動輪支持用の車輪用軸受装置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外側寄りとなる側をアウトボード側と言い、車両の中央寄りとなる側をインボード側と呼ぶ。

【0015】

この車輪用軸受装置は、内周に複列の軌道面3, 4を形成した外方部材1と、これら各軌道面3, 4に対向する軌道面5, 6を外周に形成した内方部材2と、これら外方部材1および内方部材2の対向する軌道面3, 5間および軌道面4, 6間に介在した複列のボール7, 8とで構成される。この車輪用軸受装置は、複列のアンギュラ玉軸受型とされており、ボール7, 8はボールからなり、各列毎に保持器9, 10で保持されている。上記各軌道面3~6は断面円弧状であり、これら軌道面3~6は、接触角が背面合わせとなるように形成されている。すなわち、各列  $L_o, L_i$  の軸受部11, 12がアンギュラ玉軸受とされ、背面合わせとされている。外方部材1と内方部材2との間の軸受空間におけるアウトボード側端はシール13で密閉され、インボード側端は軸受端面の全体を覆うキャップ(図示せず)により密閉される。内方部材2のインボード側端に外周には、回転速度検出用の磁気エンコーダ14が取付けられている。

30

【0016】

外方部材1は、固定側の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15に取付ける取付部16として、ナックル15を嵌合させるナックル嵌合部16aおよび車体固定フランジ16bが設けられている。ナックル嵌合部16aは、外方部材1のインボード側端に設けられ、車体固定フランジ16bは、ナックル嵌合部16aに隣接して設けられている。車体固定フランジ16bは、円周方向の複数箇所に部分的に設けられていて、ねじ孔からなるボルト挿通孔17を有し、ナックルに挿通された固定ボルト(図示せず)をボルト挿通孔17にねじ込むことで、ナックル15にこの車輪用軸受装置が固定される。ボルト挿通孔17をねじ孔とする代わりに、ナットを用いても良い。

40

ナックル嵌合部16aは、外方部材1における他の部分よりも小径とされており、このナックル嵌合部16aのある軸方向位置に外方部材1のインボード側の軌道面4が位置している。

【0017】

50

内方部材 2 は、回転側の部材となるものであって、ハブ輪 18 と内輪 19 とでなり、ハブ輪 18 にアウトボード側の軌道面 5 が、内輪 19 にインボード側の軌道面 6 がそれぞれ形成されている。ハブ輪 18 は、軸部 18 a のアウトボード側端の外周に車輪取付用のハブフランジ 20 を有し、軸部 18 a のインボード側端の外周に段差部状に小径となる内輪嵌合面 21 を有している。内輪 19 は、ハブ輪 18 の内輪嵌合面 21 に嵌合し、ハブ輪 18 の加締部 22 によってハブ輪 18 に固定されている。加締部 22 は、ハブ輪 18 のインボード側端に延出させた円筒状部分を外径側へローリング加締等で加締めることで形成される。

#### 【0018】

ハブフランジ 20 は、円周方向の複数箇所にボルト挿通孔 23 を有し、ボルト 24 がボルト挿通孔 23 に圧入されている。ハブフランジ 20 のアウトボード側の側面に、ブレーキディスクとホイール（いずれも図示せず）とが重ねられ、上記ボルト 24 にねじ込んだナット（図示せず）により固定される。ハブフランジ 20 は、全周に連続しているが、円周方向の複数箇所におけるボルト挿通孔 23 の周辺部が放射状に延びる厚肉部 20 a（図 3）とされ、隣合う厚肉部 20 a の間の薄肉部に、軽量化のためのくり抜き孔 25 が設けられている。

#### 【0019】

ハブフランジ 20 のアウトボード側の側面における基端には、前記ブレーキディスクおよびホイールの内径面を案内するためのパイロット部 26 が突出している。パイロット部 26 は、ハブ輪 18 の正面に設けられた肉盗み用の正面凹部 27 の形成により、円筒状とされている。

#### 【0020】

両列のボール 7, 8 の列  $L_o$ ,  $L_i$  の寸法関係は、アウトボード側のボール列  $L_o$  のボール 7 のピッチ円直径  $PCDo$  を、インボード側のボール列  $L_i$  のボール 8 のピッチ円直径  $PCDi$  よりも大きくしてあるため、アウトボード側列  $L_o$  のボール 7 の個数を、インボード側列のボール 8 の個数よりも多く配置することを可能としている。例えば、アウトボード側列  $L_o$  のボール個数を 19 個、インボード側列  $L_i$  のボール個数を 17 個としている。両列  $L_o$ ,  $L_i$  の接触角は、互いに同じとし、例えば 40 度としている。

#### 【0021】

ハブ輪 18 の軸部 18 a の外周形状は、両ボール列  $L_o$ ,  $L_i$  間の中央位置 P における外径  $D_1$  を、インボード側の軌道面 6 の溝底径である最小径  $D_2$  よりも大きくしている。上記中央位置 P は、両列  $L_o$ ,  $L_i$  のボールスパン W の中央となる位置である。内輪 19 がハブ輪 18 の内輪嵌合面 21 の端部に突き合わされる位置 Q は、上記中央位置 P よりもインボード側である。

図 2 に拡大して示すように、ハブ輪 18 の軸部 18 a の両ボール列  $L_o$ ,  $L_i$  の間の部分は、詳しくは、次の形状寸法とされている。アウトボード側の軌道面 5 は、ボール中心で最小径  $D_3$  となっており、この最小径  $D_3$  の部分がボール中心よりも若干（ボール径の数分の一程度）インボード側に延びている。ハブ輪軸部 18 a の外径面は、軌道面 5 のインボード側に隣接する部分が、インボード側へ小径となる断面円弧状の第 1 の径変化部分 18 a a とされ、この径変化部分 18 a a から外径一定の直軸部分 18 a b に続き、直軸部分 18 a b からインボード側が小径となるテーパ状の第 2 の径変化部分 18 a c を介して、前記段差部状の内輪嵌合面 21 に続いている。直軸部分 18 a b の外径が、上記中央位置 P における外径  $D_1$  となる。

#### 【0022】

第 1 の径変化部分 18 a a の断面の円弧状曲線における曲率半径  $R_1$  は、軌道面 5 の断面の曲率半径よりも大きくされ、例えば 2 倍程度の寸法とされている。寸法例で示すと、軌道面 5 の溝曲率半径が 10 mm である場合、径変化部分 18 a a の曲率半径  $R_1$  は 20 mm 程度とされる。

内輪 19 は、軌道面 6 よりもアウトボード側の部分が、軌道面 6 の溝底径である最小径  $D_2$  よりもさらに小径となる小径化部 19 a とされ、ハブ輪 18 の内輪嵌合面 21 の端面

の外径、つまり第2の径変化部分18acの最小径は、内輪小径化部19aの端部の径と略同じ寸法とされている。なお、内輪小径化部19aは、必ずしも設けなくても良いが、その場合でも、ハブ輪19の直軸部分18abの外径D1は、内輪19の最小径D2よりも大きくされる。

#### 【0023】

ハブ輪18における前記正面凹部27の深さは、ハブ輪18側のボール7の中心の軸方向位置Aよりも深いものとされている。この正面凹部27の深さは、この実施形態では、ハブ輪軸部18aの第1の径変化部分18aaの最小径部の付近、つまり直軸部分18abの端部付近までの深さとされている。正面凹部27の断面形状は、底側へ次第に小径となる形状とされ、また接触角 $\theta$ を成す直線Mの付近が、正面凹部27の内側へ盛り上がる盛り上がり部27aとなる形状とされている。 10

#### 【0024】

外方部材の内径面における両列Lo, Liの軌道面3, 4の間には、円周溝からなる肉盗み部28が設けられている。肉盗み部28は、両軌道面3, 4の間の軸方向寸法の半分の程度の軸方向幅とされ、その深さは、アウトボード側の軌道面3の溝底と同程度とされている。

#### 【0025】

インボード側列Liの寸法関係を説明すると、ボール列Liのピッチ円直径PCDiに対するボール径(ボールの直径)dの割合( $d/PCDi$ )を、

$$0.14 \leq (d/PCDi) \leq 0.25$$

20

としている。

#### 【0026】

また、外方部材1のナックル嵌合部16aの外径Dに対するインボード側ボール列Liのピッチ円直径PCDiの割合( $PCDi/D$ )を、

$$0.66 \leq (PCDi/D) \leq 0.80$$

としている。

#### 【0027】

さらに、インボード側列Liについては、外方部材1のインボード側の軌道面4の内径D4を、ナックル嵌合部16aと軌道面4間の肉厚tとして必要肉厚が得られる範囲で最大径とし、インボード側列Liのボール8を、所定の転動疲労寿命が得られる最小径としている。肉厚tの最小必要肉厚は、小型車から大型車に渡り、一般乗用車の車輪用軸受装置では、ナックル嵌合部16aの外径Dにかかわらず、例えば4mm程度である。 30

外方部材1は、両列Lo, Liの軌道面3, 4およびナックル嵌合部16aが焼入れ処理されていて、これらの焼入れ処理の必要上からも、上記肉厚tの最小肉厚が定まる。

#### 【0028】

この構成の車輪用軸受装置によると、アウトボード側列Loのピッチ円直径PCDoをインボード側列Liのピッチ円直径PCDiよりも大きくしたため、アウトボード側部分の軸受剛性が向上する。ボール7, 8の個数についても、アウトボード側列Loの個数を多くしたため、アウトボード側部分の軸受剛性がより一層向上する。

#### 【0029】

40

このようにアウトボード側の剛性を向上させた上で、インボード側のボール列Liのピッチ円直径PCDiに対するボール径dの割合( $d/PCDi$ )を、

$$0.14 \leq (d/PCDi) \leq 0.25$$

としたため、インボード側における剛性の向上、転動疲労寿命の確保が得られる。

#### 【0030】

すなわち、ピッチ円直径PCDiが同じである場合、ボール径dを小さくしてボール個数を増やすことにより、支持点が増加して軸受剛性が高くなる。剛性向上の点からは、ボール径が小さいほど好ましい。しかし、ボール径が小さくなるに従い、転動疲労寿命が低下する。ピッチ円直径PCDiとボール径dの関係をFEM解析(有限要素法による解析)による求めた結果、 $d/PCDi$ が0.2よりも大きいと、車輪用軸受装置として剛性 50

の向上にならず、また  $d / PCDi$  が 0.14 未満であると、車輪用軸受装置として転動疲労寿命が不足することが分かった。

0.14 ( $d / PCDi$ ) 0.25 の範囲とすることで、剛性の向上の図りながら転動疲労寿命を確保することができる。

なお、軸受サイズによっては、 $d / PCDi$  の値が上記範囲内のものでも剛性が上がらないものもあるが、当該範囲であれば軸受サイズを適宜選択することによって剛性アップを図ることができる。

#### 【0031】

従来の車輪用軸受装置は、 $PCDi$  に対してボール径が大きく、転動疲労寿命の点で余裕のある設計となっており、剛性が不足している。この実施形態は、このような従来の問題を解消し、剛性と転動疲労寿命の関係の最適化を図るものである。 10

アウトボード側については、 $PCD$  を大きくしてあるため、 $d / PCD$  の値はインボード側よりも小さくなる。しかしアウトボード側は、 $PCD$  が大きくなる分、余裕があり、必要な転動疲労寿命が確保される。

#### 【0032】

また、この実施形態では、外方部材 1 のナックル嵌合部 16a の外径  $D$  に対するインボード側のボール列  $Li$  のピッチ円直径  $PCDi$  の割合 ( $PCDi / D$ ) を、

$$0.66 \leq (PCDi / D) \leq 0.80$$

としたため、インボード側における剛性の向上、転動疲労寿命の確保が得られる。

#### 【0033】

すなわち、外方部材 1 のナックル嵌合部 16a の外径  $D$  は、軸受設計上で要求寸法として定まった値となる。そのため、このナックル嵌合部外径  $D$  に対して、剛性の向上、転動疲労寿命の確保を図ることが必要となる。 20

上記ピッチ円直径  $PCDi$  は、インボード側の軌道面 4 の内径  $D4$  からボール径  $d$  を差し引いた値であり、ボール径  $d$  が小さいほど、ボール中心が軌道面 4 の内面に近づき、 $PCDi$  の値が軌道面内径  $D4$  の値に近づくことになる。ここで、インボード側軌道面 4 はナックル嵌合部 16a の内周に位置するため、ナックル嵌合部 16a の外径  $D$  が一定であって、外方部材 1 における軌道面外周の肉厚  $t$  につき必要最低肉厚を確保できる範囲で可能な限り大きな値すると、軌道面内径  $D4$  は、 $D4 = D - 2 \times t$  であり、一定の値となる。上記のように肉厚  $t$  の必要最低厚さは、例えば 4 mm 程度となる。 30

軌道面内径  $D4$  が一定であると、 $PCDi (= D4 - d)$  の値は、ボール径  $d$  に依存することになる。ナックル嵌合部外径  $D$  も一定と考えると、 $PCDi / D$  の値は、ボール径  $d$  に依存することになり、ボール径が小さいほど、 $PCDi / D$  の値が大きくなる。

ボール径  $d$  を小さくした場合、ボール個数を増やすことができ、それだけ支持点が増加するため、軸受剛性が高くなる。そのため剛性向上の点からは、ボール径が小さいほど好ましい。

ナックル嵌合部外径  $D$  が一定であり、軌道面外周の必要肉厚  $t$  が一定であるとして、つまり軌道面内径  $D4$  が一定であるとして、 $PCDi / D$  の変化による剛性、転動疲労寿命の関係を FEM 解析により求めた。その結果、 $PCDi / D$  が 0.66 未満であると、車輪用軸受装置として剛性の向上にならず、また  $PCDi / D$  が 0.80 よりも大きいと、車輪用軸受装置として転動疲労寿命が不足することが分かった。 40

$$0.66 \leq (PCDi / D) \leq 0.80$$

の範囲とすることで、剛性の向上の図りながら転動疲労寿命を確保することができる。

#### 【0034】

インボード側につき、 $PCDi / D$  の値と剛性との関係を検討すると、図 5 に示す結果が得られた。剛性は JIS B 1519 に記載された基本静定格荷重から導き出されるものです。

同図によると、 $PCDi / D$  の値が 0.66 ~ 0.80 の範囲では、剛性がほぼ一定であるが、0.66 未満になる付近で剛性が急に低下し、 $PCDi / D$  がさらに小さくなっても、剛性は低下した値で一定になっている。これより、 $PCDi / D$  の値が 0.66 未満 50



になると、剛性アップにはならないことがわかる。 $PCDi/D$ の値が0.80を超える場合は、剛性の点では問題がないが、上述のように転動疲労寿命が確保できず、好ましくない。

なお、軸受サイズによっては、 $PCDi/D$ の値が上記範囲内のものでも剛性が上がらないものもあるが、当該範囲であれば軸受サイズを適宜選択することによって剛性アップを図ることができる。

#### 【0035】

従来の車輪用軸受装置は、ナックル嵌合部外径 $D$ に対してボール径が大きく、転動疲労寿命の点で余裕のある設計となっており、剛性が不足している。この実施形態は、このような従来の問題を解消し、剛性と転動疲労寿命の関係の最適化を図るものである。

10

#### 【0036】

また、この実施形態では、さらに次のようにアウトボード側の剛性向上が達成される。すなわち、両ボール列 $Lo$ 、 $Li$ 間の中央位置 $P$ におけるハブ輪18の外径 $D1$ を、インボード側列 $Li$ の軌道面6の最小径 $D2$ よりも大きくしたため、軸受装置に作用する車両走行時のモーメント荷重に対して、ハブ輪18の剛性を高めることができる。従来の軸受装置は、いずれも両ボール列間のハブ輪外径が、インボード側列の軌道面の溝底径に合わされているが、この部分のハブ輪外径 $D1$ を大きくすることが、剛性向上に大きく寄与する。軸受装置における各部の大径化や厚肉化は、剛性増につながるが、FEM解析（有限要素法による解析）の結果、両ボール列 $Lo$ 、 $Li$ の間のハブ輪18の外径を増加することが、上記モーメント荷重に対する剛性向上に効率的であることが分かった。したがって、この部分の外径 $D1$ を増大させることで、軸受装置の他の部分の肉を削り、重量増加を伴うことなく、剛性向上を達成することができる。

20

#### 【0037】

軸受装置の肉を削る構成としては、外方部材1の内径面における両列 $Lo$ 、 $Li$ の軌道面3、4の間に、円周溝からなる肉盗み部28を設けている。

解析によると、外方部材1の内径面における両列 $Lo$ 、 $Li$ の軌道面3、4の間の部分は、軸受剛性に対する影響が小さく、上記肉盗み部28を内径面に設けても、剛性低下への影響が殆どない。したがって、ハブ輪1の両ボール列 $Lo$ 、 $Li$ 間の中間の外径 $D1$ を大きくし、外方部材1に上記肉盗み部28を設けることで、重量増加を伴うことなく、アウトボード側の軸受剛性を高めることができる。

30

#### 【0038】

また、この実施形態では、アウトボード側列 $Lo$ のピッチ円直径 $PCDo$ を大きくしたため、これに伴い、上記のように両ボール列 $Lo$ 、 $Li$ 間の中央位置 $P$ におけるハブ輪外径 $D1$ を大きくする設計が容易となる。すなわち、ハブ輪18の両ボール列 $Lo$ 、 $Li$ 間の部分を、インボード側列 $Li$ の軌道面6の溝底径 $D2$ よりも大きくしても、アウトボード側列 $Lo$ の軌道面溝底径 $D3$ よりは小さくできるため、アウトボード側列 $Lo$ であるハブ輪軌道面5へのボール7の組み込み性を阻害することがない。

#### 【0039】

ハブ輪18の軸受部18aの外径面形状については、ハブ輪18の軌道面5のインボード側に隣接する部分を、軌道面5の最小径 $D3$ よりも小径となる径変化部分18aaとしているため、ハブ輪18の外径が小さくなることで、ハブ輪18が軽量化される。この場合に、急激な外径変化があると、ハブ輪18のアウトボード側部分の剛性低下を招くが、次第に小径となる断面円弧状の径変化部分18aaとし、断面の曲率半径 $R1$ を軌道面5の曲率半径よりも大きくしたため、ハブ輪18のアウトボード側部分の剛性を高めながら、重量増を回避することができる。

40

#### 【0040】

また、ハブ輪18のアウトボード側の端面に設けられる正面凹部27を、ハブ輪18側のボール7の中心の軸方向位置 $A$ よりも深くしたため、正面凹部27により肉を盗む量を多くできて、より軽量化することができる。正面凹部27を設けても、ハブ輪18の剛性低下への影響は小さく、この実施形態のようにハブ輪18の両ボール列 $Lo$ 、 $Li$ 間の中

50

間の外径  $D_1$  を大きくした場合は、正面凹部 27 を上記のように深くしても、剛性が確保できる。これによっても、重量増加を抑えながら、アウトボード側の軸受剛性を高めることができる。正面凹部 27 の形状は、この例では、接触角  $\theta$  を成す直線 M の付近が、正面凹部 27 の内側へ盛り上がる盛り上がり部 27a となる形状とされているため、正面凹部 27 の内径をできるだけ大きくしてより軽量化を進めながら、必要な剛性を確保することができる。

#### 【0041】

図 6 は、この発明の他の実施形態を示す。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装置に適用したものである。この車輪用軸受装置は、図 1 ないし図 3 と共に説明した第 1 の実施形態において、内方部材 2 におけるハブ輪 18 の中心部に駆動軸結合孔 31 を貫通して設けたものである。駆動軸結合孔 31 は、等速ジョイント（図示せず）の一方の継手部材となる外輪のステム部を貫通させる孔であり、内径面に、上記ステム部のスプラインと噛み合うスプライン溝 31a が形成されている。正面凹部 27A は、上記ステム部の先端の雄ねじ部分にねじ込むナット（図示せず）が収められる座ぐり部として設けられている。内輪 19 のハブ輪 18 への固定は、上記ナットの締め付けにより、等速ジョイント外輪の一部を内輪 19 の幅面に押し付けることで行われる。また、外方部材 1 と内方部材 2 との間の軸受空間におけるインボード側端はシール 32 で密閉され、上記磁気エンコーダ 14 が、シール 32 におけるスリングを兼用している。この実施形態におけるその他の構成は、第 1 の実施形態と同様である。

このように駆動輪支持用の車輪用軸受装置に適用した場合も、上記実施形態と同様に、軸受重量の増加を抑えながら、アウトボード側部分の剛性を高めることのできるなどの各効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0042】

【図 1】この発明の一実施形態にかかる車輪用軸受装置の断面図である。

【図 2】同軸受装置の部分拡大断面図である。

【図 3】同車輪用軸受装置をインボード側から見た側面図である。

【図 4】ピッチ円直径  $PCDi$  に対するボール径  $d$  の割合（ $d / PCDi$ ）と剛性の関係の試験結果を示すグラフである。

【図 5】ナックル嵌合部の外径  $D$  に対するピッチ円直径  $PCDi$  の割合（ $PCDi / D$ ）と剛性の関係を示すグラフである。

【図 6】この発明の他の実施形態にかかる車輪用軸受装置の断面図である。

【図 7】従来例の断面図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0043】

1 ... 外方部材

2 ... 内方部材

3 ~ 6 ... 軌道面

7, 8 ... ボール

11, 12 ... 軸受部

15 ... ナックル

16 ... 取付部

16a ... ナックル嵌合部

18 ... ハブ輪

18a ... ハブ輪の軸部

18aa ... 径変化部分

18ab ... 直軸部分

19 ... 内輪

20 ... ハブフランジ

27 ... 正面凹部

10

20

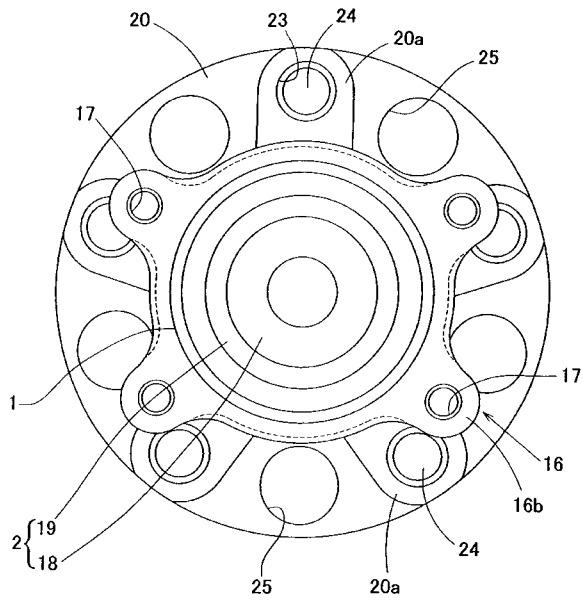
30

40

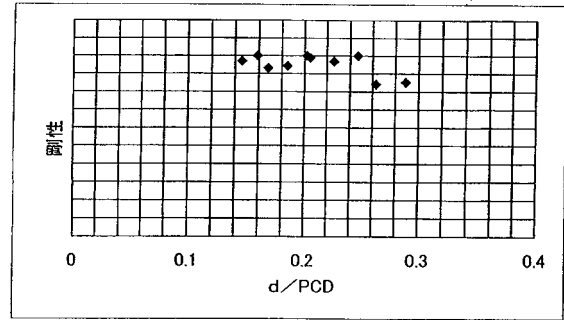
50



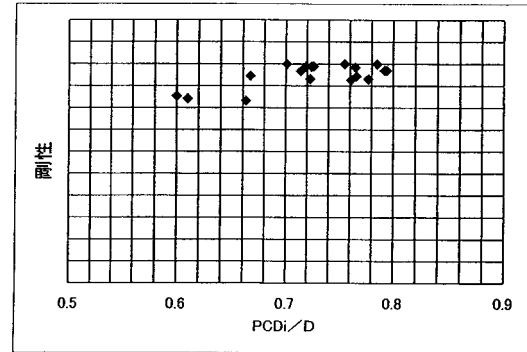
【図 3】



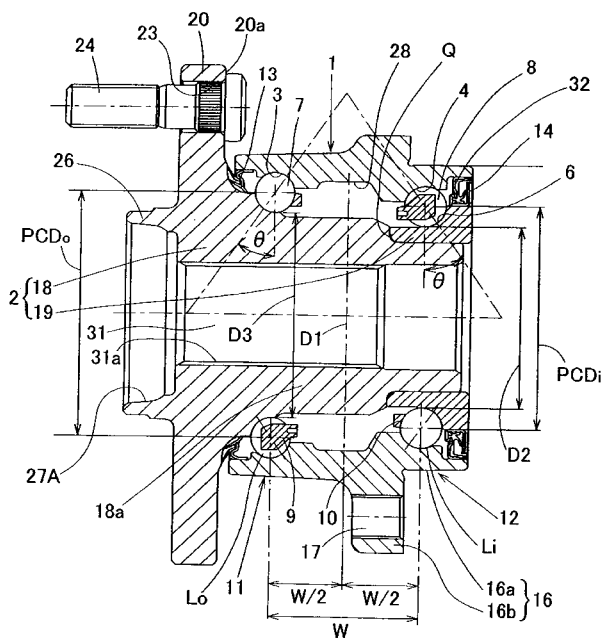
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

