

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-315652  
(P2005-315652A)

(43) 公開日 平成17年11月10日(2005.11.10)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO1L 5/00	GO1L 5/00	2F051
B60B 35/16	B60B 35/16	3J101
F16C 19/18	F16C 19/18	
F16C 41/00	F16C 41/00	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-131943 (P2004-131943)	(71) 出願人	000102692 NTN株式会社 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
(22) 出願日	平成16年4月27日(2004.4.27)	(74) 代理人	100086793 弁理士 野田 雅士
		(74) 代理人	100087941 弁理士 杉本 修司
		(72) 発明者	小池 孝誌 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN 株式会社内
		(72) 発明者	石河 智海 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN 株式会社内
		Fターム(参考)	2F051 AA01 AB05 BA03 BA07 3J101 AA02 AA32 AA43 AA54 AA62 BA77 FA25 GA02 GA03

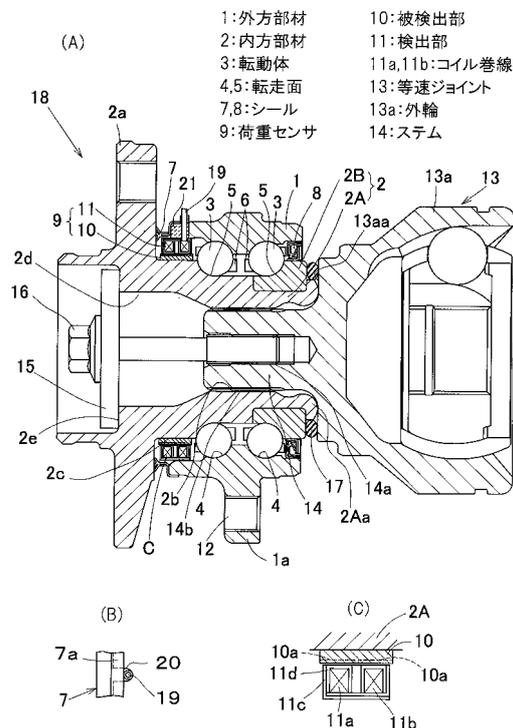
(54) 【発明の名称】 荷重センサ内蔵車輪用軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 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安定して検出できる荷重センサ内蔵車輪用軸受を提供する。

【解決手段】 複列の転走面4が内周面に形成された外方部材1と、この外方部材1の転走面4と対向する転走面5を形成した内方部材2とを設ける。対向する転走面4,5間に複列の転動体3を介在させて、車体に対して車輪を回転自在に支持する。外方部材1と内方部材2間の両側の密封装置7,8により密封された空間における、複列の転動体位置よりもアウトボード側位置に、磁歪変化を検出することで軸受に作用する荷重を検出する荷重センサ9を設ける。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 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が外周に形成された内方部材と、両転走面間に介在した複列の転動体と、外方部材と内方部材間の両端を密封する密封装置とを備え、車体に対して車輪を回転自在に支持する車輪用軸受装置において、

上記外方部材と内方部材間の両側の密封装置により密封された空間における、複列の転動体位置よりもアウトボード側位置に、磁歪変化を検出することで軸受に作用する荷重を検出する荷重センサを設けたことを特徴とする荷重センサ内蔵車輪用軸受装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 において、前記荷重センサが、内方部材に設けられた磁歪部からなる被検出部と、外方部材に設けられて前記被検出部の磁歪変化を検出する検出部とで構成され、前記磁歪部の存在する軸方向範囲に、内方部材の内径面と等速ジョイント外輪間で回転方向の荷重が作用する部分が生じないものとした荷重センサ内蔵車輪用軸受装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 において、前記荷重センサが、内方部材に設けられた磁歪部からなる被検出部と、外方部材に設けられて前記被検出部の磁歪変化を検出する検出部とで構成され、前記内方部材の内径面と等速ジョイント外輪の軸部とを分離自在に結合するスプライン結合部を有し、このスプライン結合部を前記磁歪部よりもインボード側に配置した荷重センサ内蔵車輪用軸受装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項において、磁歪部が Fe - Al 合金からなり、この磁歪部の表面に軸に対して略 45 度方向の溝が、円周方向に並んで複数形成され、前記検出部がコイルからなり、前記荷重センサがトルク値として荷重を検出するトルクセンサである荷重センサ内蔵車輪用軸受装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項において、前記内方部材が、等速ジョイント外輪の軸部とスプライン結合される内径孔を有し、この内径孔のアウトボード側端の孔径をスプライン形成部分の内径よりも大径とした荷重センサ内蔵車輪用軸受装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項において、2 つの転走面の中間に形成される内方部材と外方部材間の空間に、軸方向荷重を検出する軸方向荷重検出手段を内蔵した荷重センサ内蔵車輪用軸受装置。

## 【請求項 7】

請求項 6 において、軸方向荷重検出手段が、内方部材に配置した磁歪部と、これに対向して外方部材に配置された検出コイルとでなる磁歪センサである荷重センサ内蔵車輪用軸受装置。

## 【請求項 8】

請求項 7 において、軸方向荷重検出手段における磁歪部が Fe - Al 合金からなり、この磁歪部の表面に、複数の軸方向溝が形成された部分とこの軸方向溝が形成されない部分とがあり、これらの溝の形成された部分と形成されない部分にそれぞれ対向する 2 つの検出コイルが外方部材に配置され、溝が形成されない部分側の検出コイルを温度補償用に用いた荷重センサ内蔵車輪用軸受装置。

## 【請求項 9】

請求項 1 において、前記荷重センサが、内方部材に設けられた磁歪部からなる被検出部と、外方部材に設けられて前記被検出部の磁歪変化を検出する検出部とで構成され、前記内方部材が炭素鋼からなり、前記磁歪部が Fe - Al 合金からなり、前記内方部材と前記磁歪部とを溶接接合した荷重センサ内蔵車輪用軸受装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

10

20

30

40

50

## 【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車輪用軸受装置に関する。

## 【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装置に設けたものがある。このような車輪用軸受装置において、温度センサ、振動センサ等のセンサを設置し、回転速度の他に、自動車の運行に役立つ他の状態を検出できるようにしたものも提案されている（例えば特許文献1, 2）。特許文献1に開示された車輪用軸受では、回転側である内方部材の外周面の2列の転走面間に回転センサの被検出部が設けられると共に、この被検出部に対向してその回転を検出する回転センサの検出部が固定側である外方部材に設けられている。

10

## 【0003】

また、特許文献2に開示された車輪用軸受装置では、回転側である内方部材の外周面の2列の転走面間にトルクセンサの被検出部を構成するコイルと圧電素子が設けられると共に、トルクセンサの検出部が固定側である外方部材に設けられている。この検出部は、内輪のねじりによる変位によって圧電素子が電位差を発生するが、この電位差に伴ってコイルに発生する磁界を検出するものとされる。

【特許文献1】特開2002-340922号公報

【特許文献2】特開2003-207402号公報

20

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

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での制御を可能とすることが求められている。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偏るなど、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。

30

## 【0005】

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。

## 【0006】

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。

40

## 【0007】

また、特許文献2に示したトルクセンサを内蔵した車輪用軸受では、等速ジョイントとの結合に用いられるスプライン結合の影響には触れられていない。特許文献2では、内方部材の外周面の2列の転走面の列間にトルクを検出するセンサが配置されており、そのセンサ位置に対応する内方部材内周面にスプラインを設けた構造になっている。エンジンからの駆動力は等速ジョイントによって車輪用軸受に伝達されるが、等速ジョイントと車輪用軸受との結合にはスプライン結合が一般的に用いられている。スプライン結合にガタがあるとトルク出力のヒステリシスが増加する。また、このガタを詰めるために等速ジョイント側のスプラインには数度の角度が付けられ、車輪用軸受に設けられたスプラインに嵌合する際にはこの擦れによりガタを減らすことが可能となる。

50

## 【0008】

しかし、スプラインの捩れる方向と一致したトルク伝達の場合にはセンサ部にトルクに比例した歪が生じるが、逆方向のトルク伝達の場合にはこの捩れが緩む方向に働き、センサ部にトルクが正確に伝わらず感度が低下したり直線性が崩れたりする。また、スプライン結合は接触部が不定であり、場合によってはトルクセンサを通り越してトルクが伝達される場合もありうる。

## 【0009】

この発明の目的は、このような課題を解消し、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安定して検出できる荷重センサ内蔵車輪用軸受を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

この発明の荷重センサ内蔵車輪用軸受装置は、複列の転走面が内周面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、外方部材と内方部材間の両端を密封する密封装置とを備え、車体に対して車輪を回転自在に支持する車輪用軸受装置において、上記外方部材と内方部材間の両側の密封装置により密封された空間における、複列の転動体位置よりもアウトボード側位置に、磁歪変化を検出することで軸受に作用する荷重を検出する荷重センサを設けたことを特徴とする。

この構成によると、車輪用軸受装置において、複列の転動体位置よりもアウトボード側位置に荷重センサを設けたため、車両にコンパクトに荷重センサを設置することができる。複列の転動体位置よりもアウトボード側位置は、内方部材の内径面と等速ジョイント外輪間で回転方向の荷重が直接に作用しないか、または作用が生じ難い箇所であるため、トルク検出の外乱要因が少なく、この位置に荷重センサを設置することで、エンジンから車輪に伝達されるトルク、あるいはタイヤにかかる進行方向荷重から生じるトルクを安定して正確に検出できる。また、荷重センサは、軸受の密封装置による密封空間に配置するため、塵埃や塩泥水の侵入から保護され、別途に荷重センサの保護専用の密封手段を設けることが不要となる。

## 【0011】

この発明において、前記荷重センサが、内方部材に設けられた磁歪部からなる被検出部と、外方部材に設けられて前記被検出部の磁歪変化を検出する検出部とで構成され、前記磁歪部の存在する軸方向範囲に、内方部材の内径面と等速ジョイント外輪間で回転方向の荷重が作用する部分が生じないものとしても良い。

このように、内方部材の内径面と等速ジョイント外輪間で回転方向の荷重が作用する部分が生じない箇所に被検出部を配置した場合、外乱が生じ難く、等速ジョイントからのトルクが被検出部に正確に伝達される。そのため、車輪にかかる荷重をより正確に検出することができる。

## 【0012】

この発明において、前記荷重センサが、内方部材に設けられた磁歪部からなる被検出部と、外方部材に設けられて前記被検出部の磁歪変化を検出する検出部とで構成され、前記内方部材の内径面と等速ジョイント外輪の軸部とを分離自在に結合するスプライン結合部を有する場合に、このスプライン結合部を前記磁歪部よりもインボード側に配置しても良い。

この構成の場合、等速ジョイントと内方部材とのスプライン結合部が磁歪部からなる被検出部の軸方向位置から外れるので、スプライン結合部で生じるトルク検出の外乱要因が伝わり難く、等速ジョイントからのトルクが被検出部に正確に伝達される。そのため、車輪にかかる荷重をより正確に検出できる。

## 【0013】

この発明において、磁歪部がFe-Al合金からなり、この磁歪部の表面に軸に対して略45度方向の溝が、円周方向に並んで複数形成され、前記検出部がコイルからなり、前

10

20

30

40

50

記荷重センサがトルク値として荷重を検出するトルクセンサであっても良い。

上記の略45度方向の溝が設けられていると、被検出部の表面に略45度方向のせん断応力が働く。2列の溝の傾斜方向が逆であると、2列の溝に沿った方向に引張、圧縮の異なる応力が作用する。これら逆特性の応力変化を検出部のコイルで検出し、その差動増幅を取れば、トルク検出が可能になる。また磁歪部がFe-Al合金であると、優れた磁歪特性が得られる。

#### 【0014】

この発明において、前記内方部材が、等速ジョイント外輪の軸部とスプライン結合される内径孔を有し、この内径孔のアウトボード側端の孔径をスプライン形成部分の内径よりも大径としても良い。この構成の場合、荷重センサの被検出部である磁歪部に作用する応力が増して、センサ感度を高めることができる。

10

#### 【0015】

この発明において、2つの転走面の中間に形成される内方部材と外方部材間の空間に、軸方向荷重を検出する軸方向荷重検出手段を内蔵しても良い。

このように軸方向荷重検出手段を付加すると、荷重センサが検出したトルクの値から車輪に加わる進行方向荷重と軸方向荷重の2方向荷重を同時に検出することが可能となる。そのため、自動車の走行案内制御や、ステアバイワイヤシステムでの路面情報伝達にも応用が可能となる。荷重センサは、複列の転動体よりもアウトボード側に配置されるため、複列の転動体の間を利用して軸方向荷重検出手段を配置することで、これら荷重センサおよび軸方向荷重検出手段の両方を、余裕空間に効率良く配置できる。軸方向の荷重の検出は、内方部材の内径面と等速ジョイント外輪間で回転方向の荷重に影響され難いため、荷重センサおよび軸方向荷重検出手段の両方を設置する場合に、軸方向荷重検出手段を複列の転動体間に配置することが検出精度の上で好ましい。

20

#### 【0016】

前記軸方向荷重検出手段は、内方部材に配置した磁歪部と、これに対向して外方部材に配置された検出コイルとでなる磁歪センサであっても良い。磁歪センサによると、内方部材に作用する応力から、軸方向荷重の検出が行える。

#### 【0017】

前記軸方向荷重検出手段は、磁歪部がFe-Al合金からなり、この磁歪部の表面に、複数の軸方向溝が形成された部分とこの軸方向溝が形成されない部分とがあっても良い。これらの溝の形成された部分と形成されない部分にそれぞれ対向する2つの検出コイルを外方部材に配置し、溝が形成されない部分側の検出コイルを温度補償用に用いても良い。

30

内方部材に圧縮または引張荷重が作用したときに、軸方向溝が形成される部分に対向する検出コイルの方が感度が良い。また、軸方向溝が形成されない部分にも検出コイルを設けることで、温度補償が行える。車輪用軸受の置かれる温度環境は、寒冷地から高温地帯まであって温度範囲が広い。そのため、温度補償を行うことで、軸方向荷重検出の信頼性が高められる。

#### 【0018】

この発明の荷重センサ内蔵車輪用軸受装置において、前記荷重センサが、内方部材に設けられた磁歪部からなる被検出部と、外方部材に設けられて前記被検出部の磁歪変化を検出する検出部とで構成され、前記内方部材が炭素鋼からなり、前記磁歪部がFe-Al合金からなり、前記内方部材と前記磁歪部とを溶接接合したものとしても良い。

40

#### 【発明の効果】

#### 【0019】

この発明の荷重センサ内蔵車輪用軸受装置は、複列の転走面が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が形成された内方部材と、両転走面間に介在した複列の転動体と、外方部材と内方部材間の両端を密封する密封装置とを備え、車体に対して車輪を回転自在に支持する車輪用軸受装置において、上記外方部材と内方部材間の両側の密封装置により密封された空間における、複列の転動体位置よりもアウトボード側位置に、磁歪変化を検出することで軸受に作用する荷重を検出する荷重センサを設けたため、

50

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安定して検出することができる。

【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。この実施形態の荷重センサ内蔵車輪用軸受装置は、第3世代型の内輪回転タイプで、かつ駆動輪支持用の車輪用軸受に適用した例である。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。図1(A)では、左側がアウトボード側、右側がインボード側となる。

図1(A)において、この車輪用軸受18は、内周に複列の転走面4を有する外方部材1と、これら転走面4にそれぞれ対向する転走面5を外周に有する内方部材2と、これら複列の転走面4,5間に介在させた複列の転動体3とを備える。この車輪用軸受は、複列のアンギュラ玉軸受とされており、上記各転走面4,5は断面円弧状であり、各転走面4,5は接触角が背面合わせとなるように形成されている。転動体3はボールからなり、各列毎に保持器6で保持されている。

10

【0021】

外方部材1は固定側の部材となるものであって、図1(A)のようにナックル(図示せず)に固定するための車体取付フランジ1aを外周に有し、全体が一体の部材とされている。前記車体取付フランジ1aは、車体(図示せず)に設置されたナックルに周方向複数箇所のボルト(図示せず)で締結される。車体取付フランジ1aのボルト挿入孔12はねじ加工されており、上記ボルトはナックルに設けられた貫通孔を貫通して、ボルト挿入孔12に先端の雄ねじ部分が螺合する。なお、ボルト挿入孔12をねじ孔とする代わりに、単にボルトが挿通される孔とし、ナット(図示せず)でボルトを締め付けるようにしても良い。

20

【0022】

内方部材2は回転側の部材となるものであって、車輪取付フランジ2aを外周に有するハブ輪2Aと、このハブ輪2Aのインボード側の端部外径面に嵌合した別体の内輪2Bとからなる。ハブ輪2Aには等速ジョイント13の外輪13aが連結されている。ハブ輪2Aおよび内輪2Bに、各列の転走面5がそれぞれ形成される。ハブ輪2A内には、等速ジョイント13の外輪13aに一体に形成されたステム14が挿通され、ワッシャ15を介してボルト16を、前記ステム14の中央に設けられたタップ孔14aに螺合させることで、等速ジョイント外輪13aがハブ輪2Aに連結される。すなわち、前記ワッシャ15は、ハブ輪2Aの内径面におけるアウトボード側に形成された段差面2eに当接するように配置され、このワッシャ15に挿通されるボルト16を前記ステム14のタップ孔14aに螺合させることで、等速ジョイント外輪13aがハブ輪2Aに対してアウトボード側に押し付けられて連結される。

30

【0023】

ハブ輪2Aの内径面のうち、車輪取付フランジ2aに対応する位置よりもインボード側にはスプライン溝2bが形成されており、このスプライン溝2bにステム14の外周面に形成されたスプライン溝14bがスプライン嵌合する。内輪2Bは、ハブ輪2Aのインボード側端部に設けられた加締部2Aaにより、ハブ輪2Aに対して軸方向に締め付け固定される。内外の部材2,1間に形成される環状空間のアウトボード側およびインボード側の各開口端部は、それぞれ密封装置である接触式のシール7,8で密封されている。また、等速ジョイント外輪13aにおけるハブ輪2Aとの接合面13aaと、この接合面13aaに対向する前記内輪2Bの幅面との間にはリング17が介挿され、これによりスプライン溝2b,14bの結合部に水分や異物が入ることを防止している。

40

【0024】

車輪用軸受18の複列の転走面4,5よりもアウトボード側の環状空間には、荷重センサ9が配置されている。この荷重センサ9は、被検出部10と、被検出部10の磁歪変化を検出する検出部11とからなる。被検出部10は、内方部材2に形成される2列の転走

50

面 5 よりもアウトボード側であって、車輪取付フランジ 2 a と車輪取付フランジ 2 a に近い側の転走面 5 とに挟まれたハブ輪 2 A の外径部 2 c に、磁歪材からなる被検出部 1 0 が固着されている。

#### 【 0 0 2 5 】

前記被検出部 1 0 としては、磁歪材である Fe - Al 合金からなるリング状部材が用いられ、ハブ輪 2 A の外径面に溶接あるいは拡散接合される。被検出部 1 0 として Fe - Al 合金を固着したハブ輪 2 A は、焼入れ処理を施した後で、Fe - Al 合金の表面を研削してから表面をショットピーニングすることにより、残留応力を高めるようにしても良い。被検出部 1 0 の表層には、図 2 に示すように軸方向に対して  $\pm 45$  度の傾斜角度をなす複数条の傾斜溝 1 0 a が円周方向に並べて 2 列形成されている。その傾斜溝 1 0 a の溝深さは 0 . 1 mm から 0 . 5 mm 程度にすることが好ましい。

10

#### 【 0 0 2 6 】

検出部 1 1 は、被検出部 1 0 に対して径方向に対向するように外方部材 1 の内径面に圧入等によって固着される。この検出部 1 1 は、図 1 ( C ) に拡大断面図で示すように、コイル巻線 1 1 a , 1 1 b とヨーク 1 1 c からなり、被検出部 1 0 の各列の傾斜溝 1 0 a にコイル巻線 1 1 a , 1 1 b の各 1 つがそれぞれ対向している。なお各コイル巻線 1 1 a , 1 1 b は、樹脂からなるボビン 1 1 d に巻いた状態でヨーク 1 1 c 内に組み込まれている。検出部 1 1 からはケーブル 1 9 が引き出されるが、図 1 ( B ) に平面図で示すように、外方部材 1 のアウトボード側端に設けた U 字状切り欠き 2 0 の位置にケーブル 1 9 を合わせてから検出部 1 1 を圧入することで、ケーブル 1 9 に邪魔されることなく検出部 1 1 を

20

#### 【 0 0 2 7 】

なお、U 字状切り欠き 2 0 を封止するために、U 字状切り欠き 2 0 の形状に合わせた弾性部材 2 1 (たとえばゴム材) にケーブル 1 9 を挿貫させた後、この弾性部材 2 1 が U 字状切り欠き 2 0 に差し込まれる。U 字状切り欠き 2 0 の部分の密封性をより高めるために、さらに接着剤や熱固着による方法を用いても良い。この処理の後で、シール 7 の金属環 7 a (図 1 ( B )) が外方部材 1 の外周に圧入固着される。これにより、U 字状切り欠き 2 0 の上にシール金属環 7 a の一部が重なることになり、U 字状切り欠き 2 0 の防水性を高めることができる。なお、弾性部材 2 1 を、その表面が外方部材 1 の外径面からはみ出す厚みとすることにより、防水効果をより一層高めることができる。さらに他の防水対策として、シール 7 の金属環 7 a と外方部材 1 との接触部にゴム等の弾性部材を全周に渡って介在させても良い。

30

#### 【 0 0 2 8 】

ハブ輪 2 A の内径面における前記スプライン結合部よりもアウトボード側の内径部 2 d は、スプライン溝 2 b の形成部内径よりも大径とすることで、被検出部 1 0 が固着されるハブ輪 2 A の剛性を強度に影響しない範囲で低減させている。この構造により、磁歪材からなる被検出部 1 0 にかかるせん断応力が増して、荷重センサ 9 の感度向上を図ることができる。

#### 【 0 0 2 9 】

荷重センサ 9 はトルクセンサとして機能する。ハブ輪 2 A に加わる擦れトルクにより、磁歪材からなる被検出部 1 0 の表面には 45 度方向のせん断応力が働き、2 列の傾斜溝 1 0 a に沿った方向には引張、圧縮の異なる応力がかかり、その応力変化を対向する検出部 1 1 のコイル巻線 1 1 a , 1 1 b で磁気抵抗変化として捉えることによりトルクが検出可能である。図 3 に、その検出部 1 1 の検出回路例を示す。この検出回路は、コイル巻線 1 1 a と抵抗とからなる第 1 の直列回路 2 2 と、コイル巻線 1 1 b と抵抗とからなる第 2 の直列回路部 2 3 とを並列に接続したものからなり、第 1 の直列回路部 2 2 とこれに並列に接続される第 2 の直列回路部 2 3 とに、発信器 2 4 から数十 kHz の交流電圧が印加される。

40

#### 【 0 0 3 0 】

第 1 のコイル巻線 1 1 a にかかる分割電圧は、整流器 2 5 およびローパスフィルタ 2 6

50

で直流電圧に変換されて差動増幅器 27 の第 1 入力端子に入力される。また、第 2 のコイル巻線 11b にかかる分割電圧も、別の整流器 25 およびローパスフィルタ 26 で直流電圧に変換されて、差動増幅器 27 の第 2 入力端子に入力される。差動増幅器 27 はこれら 2 入力の差分を増幅して出力する。この出力はハブ輪 2A にかかるトルクを検出したものとなる。トルクの値とタイヤ半径が分かれば、タイヤにかかる進行方向荷重を容易に算出できる。

#### 【0031】

上記検出回路による電気的な処理は、外方部材 1 に設けた回路基板（図示せず）上で処理するか、ナックル（図示せず）に回路基板を固定して処理をしても良い。さらには、この回路基板を、自動車の ECU 側に内蔵することも可能である。このようにして検出回路で処理されたトルク情報は、図示しない送信手段によって車体側の受信手段にワイヤレスで送信することも可能である。この場合、検出回路を実装した回路基板への電力供給もワイヤレスで行うことも可能である。

10

#### 【0032】

図 1 を参照して、この車輪用軸受装置におけるトルク伝達経路を説明する。エンジンからの駆動力は、等速ジョイントステム 14 のスプライン溝 14b とハブ輪 2A の内径面のスプライン溝 2b との結合部を経て車輪取付フランジ 2a に伝達され、最終的にはタイヤが駆動される。等速ジョイント 13 と車輪用軸受 18 との結合はスプライン結合が一般的であり、スプライン結合部はハブ輪 2A の内径部の車輪取付フランジ 2a に対応する位置まで延びているのが従来の場合の構造である。

20

#### 【0033】

これに対して、この実施例では、ハブ輪 2A の内径部の前記被検出部 10 に対応する位置にはスプライン結合部が無く、軸方向におけるスプライン結合部の位置と車輪取付フランジ 2a の位置との間に被検出部 10 を配置した構造とされているので、エンジンの駆動力伝達に伴い磁歪材からなる被検出部 10 に捩れが確実に伝達される。その結果、荷重センサ 9 は、ヒステリシスが少なく、かつ直線性のあるトルク検出出力を得ることが可能となる。スプライン結合の隙間を詰めるため、スプラインに数度の角度を付けて隙間を無くすことが行われる場合もあるが、この実施例では、スプライン結合部の捩れる方向と逆向きのトルクを伝達する場合であってもセンサ出力の直線性は確保される。

30

#### 【0034】

このように、この実施形態の荷重センサ内蔵車輪用軸受装置では、外方部材 1 と内方部材 2 間の両側のシール 7, 8 により密封された空間における、複列の転動体 3 の位置よりもアウトボード側位置に、磁歪変化を検出することで軸受に作用する荷重を検出する荷重センサ 9 を設けたため、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安定して検出できる。特に、荷重センサ 9 を構成する磁歪材からなる被検出部 10 の存在する軸方向範囲（ハブ輪 2A の内径面のうち大径部 2d に相当する軸方向範囲）に、内方部材 2 の内径面と等速ジョイント外輪 13a 間で回転方向の荷重が作用する部分（スプライン結合部）が生じないものとしているので、等速ジョイント 13 からのトルクが被検出部 10 に正確に伝達され、車輪にかかる荷重をより正確に検出できる。

40

#### 【0035】

図 4 は、この発明の他の実施形態を示す。この実施形態の荷重センサ内蔵車輪用軸受装置は、図 1 ~ 図 3 に示した第 1 の実施形態において、ボルト 16 の緩み止め機構を追加したものである。このボルト緩み止め機構は、図 4 (A) の矢印 A 方向から見た部分破断正面図を示す図 4 (B) のように、ボルト頭部 16a に嵌合する多角形の筒部 28a を有する断面 L 字状の座金 28 と、軸方向に向けてハブ輪 2A の段差面 2e に突設された係合ピン 29 とを有する。座金 28 のフランジ部 28b の周縁に形成された複数の U 字状切り欠き 28c の 1 つに、前記係合ピン 29 を係合させることにより、ボルト 16 の緩みを防止するように構成されている。ボルト頭部 16a には、これに嵌合する座金 28 の筒部 28a に跨がって径方向に先割りピン 30 を挿通させることで、ボルト頭部 16a からの座金 28 の抜脱防止が図られている。その他の構成は第 1 の実施形態の場合と同じである。

50

## 【0036】

図5は、この発明のさらに他の実施形態を示す。この実施形態の荷重センサ内蔵車輪用軸受装置は、図1～図3に示した第1の実施形態において、ハブ輪2Aの内径面におけるアウトボード側の径部2dに、等速ジョイント13のステム14をハブ輪2Aから抜く場合を考慮してタップ31を成形したものである。その他の構成は第1の実施形態の場合と同じである。

## 【0037】

図6および図7は、この発明のさらに他の実施形態を示す。この実施形態の荷重センサ内蔵車輪用軸受装置は、図1～図3に示した第1の実施形態において、車輪取付フランジ2aに隣接した位置に設けた荷重センサ9とは別に、複列の転走面5, 5に挟まれる空間に軸方向荷重を検出する軸方向荷重検出手段39を配置したものである。この軸方向荷重検出手段39は、磁歪材からなり内方部材2の外径面に設けられる被検出部40と、この被検出部40に対して径方向に対向する外方部材1の内径面に設けられる検出部41とからなる磁歪センサである。被検出部40は、内方部材2に形成される2列の転走面5, 5で挟まれた中間位置のハブ輪2Aの外径面に固着されている。被検出部40としては、Fe-A1合金からなるリング状部材が用いられ、ハブ輪2Aの外径面に圧入後、溶接あるいは拡散接合される。ハブ輪2Aの外径面のうち、被検出部40であるFe-A1合金の固着部と転走面5を含めた範囲は、焼入れ処理を施し、さらにその後Fe-A1合金の表面を研削してから表面をショットピーニングすることにより、残留応力を高めるようにしても良い。

10

20

## 【0038】

上記被検出部40の一側部の表層には、図7に部分破断側面図で示すように、軸方向に向けた複数条の溝40aが円周方向に並べて1列形成されている。被検出部40の他側部の表層は溝を形成していない磁歪表面部40bとされている。前記軸方向溝40aの溝深さは0.1mmから0.5mm程度にすることが好ましい。上記検出部41は、2つのコイル巻線41a, 41bとヨーク41cとでなり、これら両コイル巻線41a, 41bの各1つが軸方向溝40aと磁歪表面部40bのそれぞれに対向するようにコイル巻線41a, 41bが配置される。なお、各コイル巻線41a, 41bは樹脂からなるポピン41dに巻いてからヨーク41c内に組込んである。検出部41からはケーブル49が引き出されるが、このケーブル49は外方部材1に設けられた径方向の貫通孔36から軸受外に引き出され、その貫通孔36はゴムなどの弾性部材37で封止して防水が図られる。

30

## 【0039】

この実施形態の荷重センサ内蔵車輪用軸受装置では、ハブ輪2Aを軸方向に圧縮または引張する荷重が加わると、ハブ輪2Aに設けられた軸方向荷重検出手段39の被検出部40に引張力(または圧縮力)が働く。この時、検出部41のコイル巻線41a, 41bの磁気抵抗は、引張、圧縮の力の大きさにより変化するが、被検出部40の軸方向溝40aに対向するコイル巻線41aの方が別のコイル巻線41bよりも感度が良い。低感度側のコイル巻線41bは温度補償用として機能する。

各コイル巻線41a, 41bの検出出力を、図3に示す検出回路と同じ回路で処理を行えば、軸方向荷重の検出が可能となる。ここで得られる荷重センサ9や軸方向荷重検出手段39の出力を情報として取込めば、自動車の走行案内制御やステアバイワイヤシステムでの路面情報伝達にも応用が可能となる。

40

## 【0040】

なお、上記各実施形態では、荷重センサ9, 39を構成する被検出部10, 40の磁歪材としてFe-A1合金を用いる場合を例示したが、これ以外にハブ輪2Aの表層にAlを拡散してFe-A1合金としても良い。Alを金属表層に拡散させる方法として、ハブ輪2AとAl粉末を入れた密閉容器を900前後に加熱することが行われる。この場合のAl拡散深さは、処理方法・時間によって変えることもできるが、数十μmから100μm程度の範囲で処理される。上記Al拡散処理は、ハブ輪2Aの母材である構造用鋼に次第に濃度が濃くなるように傾斜的にAlを拡散分布させて行う。これにより、ハブ輪2

50

Aの機械的強度を低下させることなく、磁歪特性の高い磁歪拡散層のFe-Al合金を得ることができる。

【0041】

Alを傾斜的な濃度となるように表面から分布させるために、Alは高温雰囲気下で表面から拡散させる。これにより、ハブ輪2Aの母材である鋼材に、表面から中心方向へ緩やかなカーブの濃度曲線を描きながら、次第にAlの濃度が薄くなる層を形成することが可能である。この傾斜的な濃度の拡散層は、肉盛溶射の場合のようなポアのない均一な合金層に形成され、疲労による早期亀裂の発生が大幅に抑制される。また、熱処理時の割れも発生しない。

【0042】

また、Fe-Al合金のバルク材から作成された磁歪材であれば、脆いために加工性が低下するが、上記の拡散処理によると、ハブ輪2Aの機械加工終了後にAlの拡散処理を行うことから、通常の鋼材と同じ加工性を有し、生産性が著しく向上する。そのため低コストにできる。Fe-Alクラッド鋼を使用する場合には、母材となる炭素鋼部を削除したFe-Al合金層のみを被検出部10, 40としてハブ輪2Aに固着しても良い。この場合、Fe-Al合金と炭素鋼からなるハブ輪2Aとの溶接性が良いので、かえって好都合である。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】(A)はこの発明の第1の実施形態にかかる荷重センサ内蔵車輪用軸受装置の断面図、(B)は同軸受装置の一部平面図、(C)は(A)におけるC部の拡大図である。

【図2】同軸受装置の一部破断側面図である。

【図3】同軸受装置における荷重センサの検出回路の概略構成図である。

【図4】(A)はこの発明の他の実施形態にかかる荷重センサ内蔵車輪用軸受装置の断面図、(B)は(A)における矢印A側から見た一部破断正面図である。

【図5】この発明のさらに他の実施形態にかかる荷重センサ内蔵車輪用軸受装置の断面図である。

【図6】この発明のさらに他の実施形態にかかる荷重センサ内蔵車輪用軸受装置の断面図である。

【図7】同軸受装置の一部破断側面図である。

【符号の説明】

【0044】

- 1 ... 外方部材
- 2 ... 内方部材
- 3 ... 転動体
- 4, 5 ... 転走面
- 7, 8 ... シール(密封装置)
- 9 ... 荷重センサ
- 10 ... 被検出部
- 10a ... 傾斜溝
- 11a, 11b ... コイル巻線
- 13 ... 等速ジョイント
- 13a ... 外輪
- 39 ... 軸方向荷重検出手段
- 40 ... 被検出部(磁歪部)
- 40a ... 軸方向溝
- 40b ... 磁歪表面部
- 41 ... 検出部

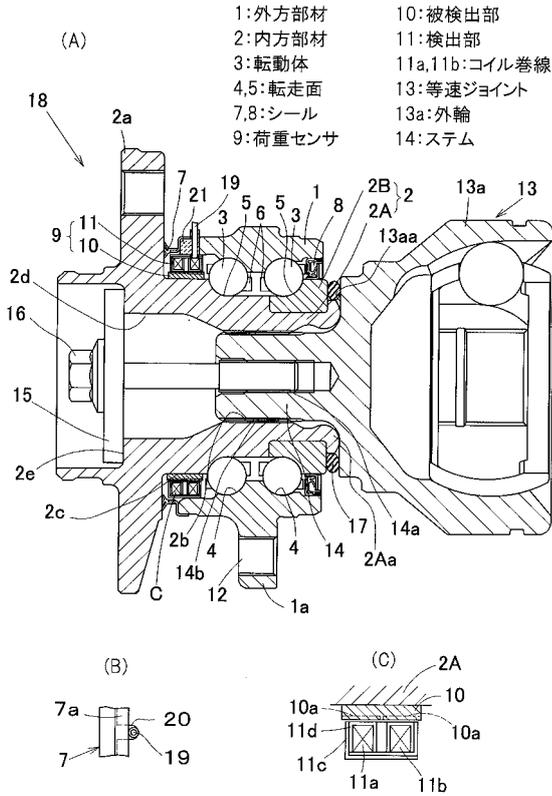
10

20

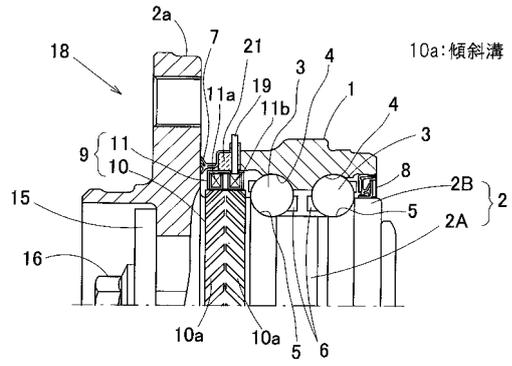
30

40

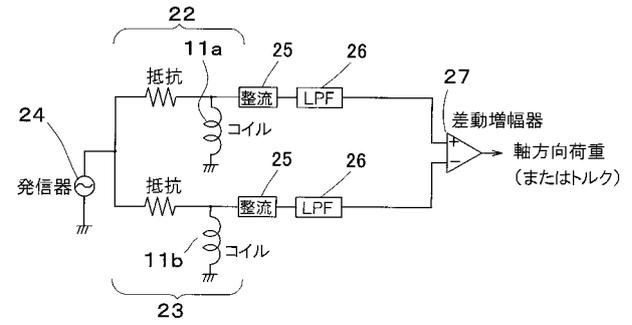
【図1】



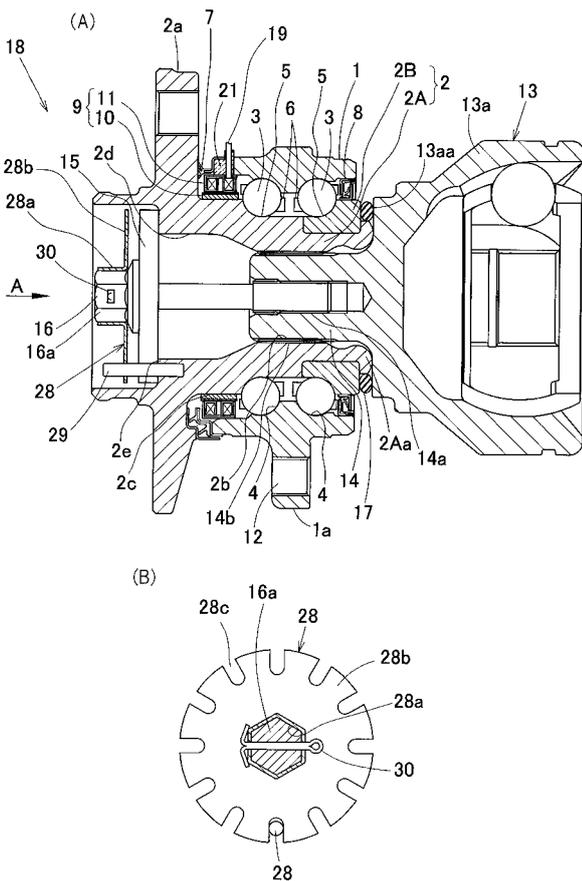
【図2】



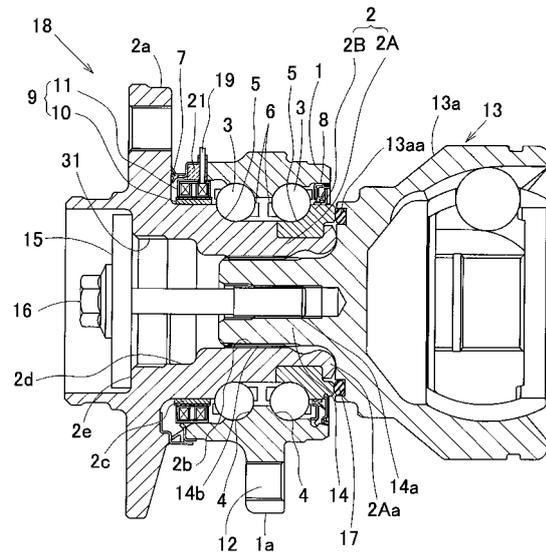
【図3】



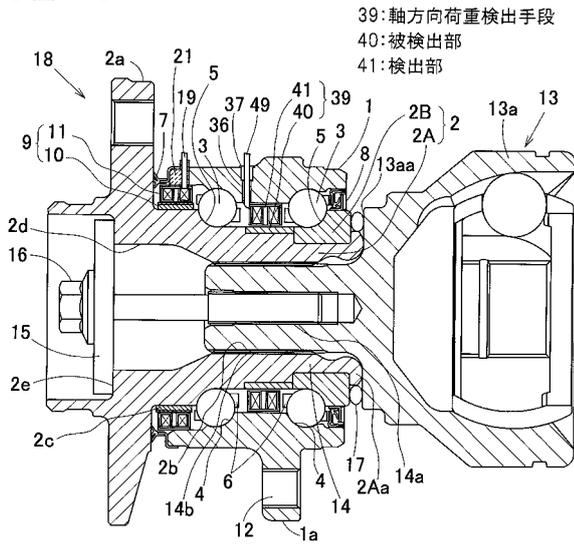
【図4】



【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】

