

(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2007-238092

(P2007-238092A)

(43) 公開日 平成19年9月20日(2007.9.20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B60K 7/00 (2006.01)	B60K 7/00	3D235
F16C 19/18 (2006.01)	F16C 19/18	3J017
F16C 33/64 (2006.01)	F16C 33/64	3J101
F16C 43/08 (2006.01)	F16C 43/08	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-85374 (P2007-85374)
 (22) 出願日 平成19年3月28日 (2007.3.28)
 (62) 分割の表示 特願2006-63152 (P2006-63152)
 の分割
 原出願日 平成18年3月8日 (2006.3.8)

(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
 (74) 代理人 100091409
 弁理士 伊藤 英彦
 (74) 代理人 100096792
 弁理士 森下 八郎
 (74) 代理人 100091395
 弁理士 吉田 博由
 (72) 発明者 鈴木 稔
 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN
 株式会社内

最終頁に続く

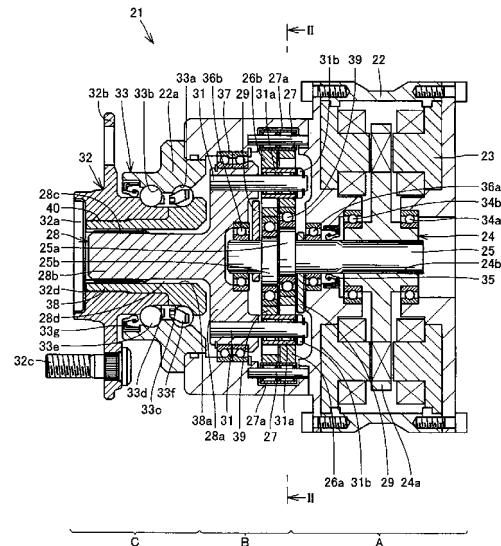
(54) 【発明の名称】 インホイールモータ駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 小型軽量で耐久性に優れ信頼性の高いインホイールモータ駆動装置を提供する。

【解決手段】 インホイールモータ駆動装置21は、ケーシング22と、モータ部Aと、減速部Bと、車輪ハブ32と、車輪ハブ32をケーシング22に対して回転自在に支持する車輪ハブ軸受33とを備える。車輪ハブ軸受33は、内径面に第1外側軌道面33aおよび第2外側軌道面33bを有する外方部材22aと、外径面に第1外側軌道面33aに対向する第1内側軌道面33cを有する内方部材38と、外径面に第2外側軌道面33bに対向する第2内側軌道面33dを有する車輪ハブ32と、第1外側軌道面33aと第1内側軌道面33cとの間、および第2外側軌道面33bと第2内側軌道面33dとの間にそれぞれ複数個配置される転動体としての玉33eとを含む。そして、車輪ハブ32と内方部材38とは、拡径加締めによって固定される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ケーシングと、
モータ側回転部材を回転駆動するモータ部と、
前記モータ側回転部材の回転を減速して車輪側回転部材に伝達する減速部と、
前記車輪側回転部材に固定連結された車輪ハブと、
前記車輪ハブを前記ケーシングに対して回転自在に支持する車輪ハブ軸受とを備え、
前記車輪ハブ軸受は、
内径面に第 1 外側軌道面および第 2 外側軌道面を有する外方部材と、
外径面に前記第 1 外側軌道面に対向する第 1 内側軌道面を有する内方部材と、
外径面に前記第 2 外側軌道面に対向する第 2 内側軌道面を有する前記車輪ハブと、
前記第 1 外側軌道面と前記第 1 内側軌道面との間、および前記第 2 外側軌道面と前記第
2 内側軌道面との間にそれぞれ複数個配置される転動体とを含み、
前記車輪ハブと前記内方部材とは、拡径加締めによって固定される、インホイールモ
ータ駆動装置。

10

【請求項 2】

前記車輪側回転部材は、
前記減速部側に配置されるフランジ部および前記車輪ハブ側に配置される軸部を含み、
前記フランジ部は、軸受によって前記ケーシングに対して回転自在に支持されている、
請求項 1 に記載のインホイールモータ駆動装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電動モータの出力軸と車輪のハブとを減速機を介して同軸上に連結したイン
ホイールモータ駆動装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来インホイールモータ駆動装置は、例えば、特開 2001-32914 号公報（特
許文献 1）に記載されている。同公報に記載されているインホイールモータ駆動装置は、
駆動力を発生させるモータと、モータの回転を減速して駆動輪に伝達する減速機と、駆動
輪を回転自在に保持する車輪ハブとを備える。

30

【0003】

減速機としては、入力軸に設けられた太陽歯車と、ケーシングに固定された内歯車と、
太陽歯車と内歯車との間に配置され、出力軸に連結される遊星歯車とを備える遊星歯車機
構を採用している。また、遊星歯車機構を直列に 2 個配置して減速比を高めている。

【0004】

車輪ハブは、減速機の出力軸に固定連結され、車輪ハブ軸受によってケーシングに対
して回転自在に支持されている。車輪ハブ軸受は、車輪ハブおよび出力軸に固定された内輪
と、ケーシングの内径面に嵌合する外輪と、内輪および外輪の間に配置される複数の転動
体と、複数の転動体を保持する保持器とを備える複列の転がり軸受である。

40

【0005】

上記構成のインホイールモータ駆動装置を採用した電気自動車は、車体内にドライブユ
ニットのための空間を確保する必要がないので車内有効スペースが増えること、およびデ
ファレンシャル装置等の伝動系による効率低下や重量増がない利点を有する旨が記載され
ている。

【特許文献 1】特開 2001-32914 号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

上記公報に記載されているインホイールモータ駆動装置を電気自動車に搭載した場合に

50

において、電気自動車の旋回や急加減速等によって車輪ハブにラジアル荷重やモーメント荷重が負荷されると、車輪ハブが偏心したり傾いたりする。

【0007】

ここで、出力軸は一方側端部が減速機に接続され、他方側端部が車輪ハブに固定連結されているので、車輪ハブの傾きに伴って、出力軸も偏心や傾き等の内部変形を生じる。これは、遊星歯車機構の円滑な回転を阻害するばかりでなく、各歯車間に過大な荷重が負荷されることによる構成部品の破損等が発生する恐れがある。

【0008】

そこで、本発明の目的は、小型軽量で耐久性に優れ、信頼性の高いインホイールモータ駆動装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明に係るインホイールモータ駆動装置は、ケーシングと、モータ側回転部材を回転駆動するモータ部と、モータ側回転部材の回転を減速して車輪側回転部材に伝達する減速部と、車輪側回転部材に固定連結された車輪ハブと、車輪ハブをケーシングに対して回転自在に支持する車輪ハブ軸受とを備える。車輪ハブ軸受は、内径面に第1外側軌道面および第2外側軌道面を有する外方部材と、外径面に第1外側軌道面に対向する第1内側軌道面を有する内方部材と、外径面に第2外側軌道面に対向する第2内側軌道面を有する車輪ハブと、第1外側軌道面と第1内側軌道面との間、および第2外側軌道面と第2内側軌道面との間にそれぞれ複数個配置される転動体とを含む。そして、車輪ハブと内方部材とは、拡径加締めによって固定される。

【0010】

上記方法で内方部材と車輪ハブとを固定連結することにより、嵌め合いで固定する場合と比較して、結合強度を大幅に高めることができる。これにより、車輪ハブを安定して保持することが可能となる。

【0011】

この発明に係るインホイールモータ駆動装置は、ケーシングと、モータ側回転部材を回転駆動するモータ部と、モータ側回転部材の回転を減速して車輪側回転部材に伝達する減速部と、車輪側回転部材に固定連結された車輪ハブとを備える。車輪側回転部材は、減速部側に配置されるフランジ部および車輪ハブ側に配置される軸部を含み、フランジ部は、軸受によってケーシングに対して回転自在に支持されている。

【0012】

上記構成とすることにより、車輪ハブに負荷されるラジアル荷重やモーメント荷重によって車輪側回転部材が傾くのを防止することができる。その結果、減速部の円滑な作動を維持した信頼性の高いインホイールモータ駆動装置を得ることができる。

【0013】

好ましくは、インホイールモータ駆動装置は、車輪ハブをケーシングに対して回転自在に支持する車輪ハブ軸受をさらに有し、車輪ハブ軸受および車輪ハブ軸受の内径面に挿通される車輪側回転部材の間には、車輪ハブ軸受と車輪側回転部材とを固定連結する嵌合部と、車輪ハブ軸受の内径面と車輪側回転部材の外径面との間に径方向の隙間が形成される隙間部とが設けられている。

【0014】

さらに好ましくは、インホイールモータ駆動装置は、車輪ハブを前記ケーシングに対して回転自在に支持する車輪ハブ軸受と、車輪ハブ軸受および車輪ハブ軸受の内径面に嵌合する車輪側回転部材の間で、角度変位および軸方向変位を許容しつつ車輪側回転部材の回転を車輪ハブに伝達する継手とをさらに備える。

【0015】

上記構成は、車輪ハブの傾きが車輪側回転部材に伝わらない構造であるので、減速部の回転不良や破損等のトラブルを防止して、さらに信頼性の高いインホイールモータ駆動装置を得ることができる。なお、本明細書中「継手」とは、動力を伝達するために2つの部

10

20

30

40

50

材を接続する機械要素、またはその方法を指すものとする。

【0016】

一実施形態として、減速部は、モータ側回転部材に設けられた太陽歯車と、ケーシングに固定された内歯車と、車輪側回転部材に回転自在に保持され、太陽歯車および内歯車の間に配置される複数の遊星歯車とを含む。

【0017】

他の実施形態として、モータ側回転部材は偏心部をさらに有し、減速部は、偏心部に回転自在に保持されて、モータ側回転部材の回転に伴ってその回転軸心を中心とする公転運動を行う公転部材と、公転部材の外周部に係合して公転部材の自転運動を生じさせる外周係合部材と、公転部材の自転運動を、モータ側回転部材の回転軸心を中心とする回転運動に変換して車輪側回転部材に伝達する運動変換機構とを含む。

10

【0018】

上記構成のような、コンパクトで高減速比が得られる減速機構を採用することによって、モータ部が低トルクであっても、駆動輪に十分なトルクを伝達することが可能となる。その結果、軽量で小型のインホイールモータ駆動装置を得ることができる。

【発明の効果】

【0019】

この発明によれば、低トルクのモータを採用した場合でも駆動輪に十分なトルクを伝達可能なインホイールモータ駆動装置を得ることができる。また、車輪ハブの傾きに伴って車輪側回転部材が傾くのを防止可能な構造とすることによって、減速部の回転不良や破損等のトラブルを防止して、耐久性に優れ、信頼性の高いインホイールモータ駆動装置を得ることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図4および図5を参照して、この発明の一実施形態に係るインホイールモータ駆動装置を備えた電気自動車11を説明する。なお、図4は電気自動車11の平面図であって、図5は電気自動車11を後方から見た図である。

【0021】

図4を参照して、電気自動車11は、シャーシ12と、操舵輪としての前輪13と、駆動輪としての後輪14と、左右の後輪14それぞれに駆動力を伝達するインホイールモータ駆動装置15とを備える。図5を参照して、後輪14は、シャーシ12のホイールハウジング12aの内部に収容され、懸架装置(サスペンション)12bを介してシャーシ12の下部に固定されている。

30

【0022】

懸架装置12bは、左右に伸びるサスペンションアームによって後輪14を支持すると共に、コイルスプリングとショックアブソーバとを含むストラットによって、後輪14が地面から受ける振動を吸収してシャーシ12の振動を抑制する。さらに、左右のサスペンションアームの連結部分には、旋回時等に車体の傾きを抑制するスタビライザーが設けられる。なお、懸架装置12bは、路面の凹凸に対する追従性を向上し、駆動輪の駆動力を効率良く路面に伝達するために、左右の車輪を独立して上下させることができる独立懸架式とするのが望ましい。

40

【0023】

この電気自動車11は、ホイールハウジング12a内部に、左右の後輪14それぞれを駆動するインホイールモータ駆動装置15を設けることによって、シャーシ12上にモータ、ドライブシャフト、およびデファレンシャルギヤ機構等を設ける必要がなくなるので、客室スペースを広く確保でき、かつ、左右の駆動輪の回転をそれぞれ制御することができるという利点を備えている。

【0024】

一方、この電気自動車11の走行安定性を向上するために、ばね下重量を抑える必要がある。また、さらに広い客室スペースを確保するために、インホイールモータ駆動装置1

50

5の小型化が求められる。そこで、インホイールモータ駆動装置15として、図1に示すようなこの発明の一実施形態に係るインホイールモータ駆動装置21を採用する。

【0025】

図1～図3を参照して、この発明の一実施形態に係るインホイールモータ駆動装置21を説明する。なお、図1はインホイールモータ駆動装置21の概略断面図であって、図2は図1のI I - I Iにおける断面図、図3は図1の偏心部25a, 25b周辺の拡大図である。

【0026】

まず、図1を参照して、インホイールモータ駆動装置21は、駆動力を発生させるモータ部Aと、モータ部Aの回転を減速して出力する減速部Bと、減速部Bからの出力を駆動輪14に伝える車輪ハブ軸受部Cとを備え、モータ部Aと減速部Bとはケーシング22に収納されて、図5に示すように電気自動車11のホイールハウジング12a内に取り付けられる。

10

【0027】

モータ部Aは、ケーシング22に固定されるステータ23と、ステータ23の内側に軸方向の隙間を空けて対向する位置に配置されるロータ24と、ロータ24の内側に固定連結されてロータ24と一体回転するモータ側回転部材25とを備えるアキシアルギャップモータである。また、モータ部Aの減速部Bと反対側の端面には、モータ部Aの内部への塵埃の混入等を防止するために密封部材(図示せず)が設けられている。

【0028】

ロータ24は、フランジ形状のロータ部24aと円筒形状の中空部24bとを有し、転がり軸受34a, 34bによってケーシング22に対して回転自在に支持されている。また、ケーシング22とロータ24との間には、減速部Bに封入された潤滑剤のモータ部Aへの侵入を防止するために密封部材35が設けられている。

20

【0029】

モータ側回転部材25は、モータ部Aの駆動力を減速部Bに伝達するためにモータ部Aから減速部Bにかけて配置され、減速部B内に偏心部25a, 25bを有する。このモータ側回転部材25は、一端がロータ24と嵌合すると共に、減速部Bの両端で転がり軸受36a, 36bによって支持される。さらに、2つの偏心部25a, 25bは、偏心運動による遠心力を互いに打ち消し合うために、180°位相を変えて設けられている。

30

【0030】

減速部Bは、偏心部25a, 25bに回転自在に保持される公転部材としての曲線板26a, 26bと、ケーシング22上の固定位置に保持され、曲線板26a, 26bの外周部に係合する外周係合部材としての複数の外ピン27と、曲線板26a, 26bの自転運動を車輪側回転部材28に伝達する運動変換機構と、カウンタウェイト29とを備える。

【0031】

車輪側回転部材28は、フランジ部28aと軸部28bとを有する。フランジ部28aの端面には、車輪側回転部材28の回転軸心を中心とする円周上の等間隔に内ピン31を固定する穴を有し、中空部28bの外径面が車輪ハブ軸受33の内径面と嵌合する。

【0032】

また、フランジ部28aの外径面には複列のアンギュラ玉軸受37が配置されて、車輪側回転部材28をケーシング22に対して回転自在に支持している。これにより、車輪側回転部材28が減速部Bと車輪ハブ軸受部Cとにのみ連結されている場合と比較して、車輪ハブ32の傾きに伴う車輪側回転部材28の傾きを抑制することが可能となる。

40

【0033】

図2を参照して、曲線板26aは、外周部にエピトロコイド等のトロコイド系曲線で構成される複数の波形を有し、一方側端面から他方側端面に貫通する複数の貫通孔30a, 30bを有する。貫通孔30aは、曲線板26aの自転軸心を中心とする円周上に等間隔に複数個設けられており、後述する内ピン31を受け入れる。また、貫通孔30bは、曲線板26aの中心に設けられており、偏心部25aを挿通する。

50

【0034】

曲線板26aは、転がり軸受39によって偏心部25aに対して回転自在に支持されている。この転がり軸受39は、偏心部25aに嵌合し、外径面に内側軌道面を有する内輪39aと、貫通孔30bの内壁面に嵌合し、内径面に外側軌道面を有する外輪39bと、内輪39aおよび外輪39bの間に配置された複数の転動体としての玉39cと、複数の玉39cを保持する保持器(図示せず)とを備える深溝玉軸受である。

【0035】

外ピン27は、モータ側回転部材25の回転軸心を中心とする円周軌道上に等間隔に設けられる。これは、曲線板26a, 26bの公転軌道と一致するので、曲線板26a, 26bが公転運動すると、曲線形状の波形と外ピン27とが係合して、曲線板26a, 26bに自転運動を生じさせる。また、曲線板26a, 26bとの接触抵抗を低減するために、曲線板26a, 26bの外周面に当接する位置に針状ころ軸受27aを有する。

10

【0036】

カウンタウェイト29は、円板状で、中心から外れた位置にモータ側回転部材25と嵌合する貫通孔を有し、曲線板26a, 26bの回転によって生じる偶力を打ち消すために、各偏心部25a, 25bの外側に偏心部と180°位相を変えて配置される。

【0037】

ここで、曲線板26a, 26bとカウンタウェイト29とは、図3に示すように、2枚の曲線板26a, 26b間の中心点をGとし、中心点Gと各曲線板26a, 26b中心との距離をL1、中心点Gと各カウンタウェイト29との距離をL2とし、中心点Gより右側の曲線板26aおよびカウンタウェイト29の質量をm1、中心点Gより左側の曲線板26bおよびカウンタウェイト29の質量をm2とし、これらの重心の回転軸心からの偏心量をそれぞれ1、2とすると、 $L1 \times m1 \times 1 = L2 \times m2 \times 2$ を満たす関係となっている。

20

【0038】

運動変換機構は、車輪側回転部材28に保持された複数の内ピン31と曲線板26a, 26bに設けられた貫通孔30aとで構成される。内ピン31は、車輪側回転部材28の回転軸心を中心とする円周軌道上に等間隔に設けられており、一端が車輪側回転部材28に固定され、他端には貫通孔30aからの抜けを防止する抜け止め部31bが設けられている。また、曲線板26a, 26bとの接触抵抗を低減するために、曲線板26a, 26bの貫通孔30aの内壁面に当接する位置に針状ころ軸受31aが設けられている。一方、貫通孔30aは、複数の内ピン31それぞれに対応する位置に設けられ、貫通孔30aの内径寸法は、内ピン31の外径寸法(針状ころ軸受31aを含む最大外径)より所定分大きく設定されている。

30

【0039】

なお、内ピン31の外径寸法は貫通孔30aの内径寸法より小さく、内ピン31と貫通孔30aの内周面とは接触状態と非接触状態とを繰り返しながら回転するので、モータ部Aの回転を円滑に駆動輪14に伝達する観点からは、内ピン31を複数設けることが望ましい。

【0040】

車輪ハブ軸受部Cは、車輪側回転部材28に固定連結された車輪ハブ32と、車輪ハブ32をケーシング22に対して回転自在に保持する車輪ハブ軸受33とを備える。車輪ハブ32は、円筒形状の中空部32aとフランジ部32bとを有する。フランジ部32bにはボルト32cによって駆動輪14(図示省略)が固定連結される。また、中空部32aの開口部分には、インホイールモータ駆動装置21の内部への塵埃の混入等を防止するために密封部材32dが設けられている。

40

【0041】

車輪ハブ軸受33は、転動体としての玉33eを採用する複列のアンギュラ玉軸受である。玉33eの軌道面としては、第1外側軌道面33a(図中右側)および第2外側軌道面33b(図中左側)とが外方部材22aの内径面に設けられており、第1外側軌道面3

50

3 a に対向する第 1 内側軌道面 3 3 c が内方部材 3 8 の外径面に、第 2 外側軌道面 3 3 b に対向する第 2 内側軌道面 3 3 d が車輪ハブ 3 2 の外径面にそれぞれ設けられている。そして、玉 3 3 e は、第 1 外側軌道面 3 3 a と第 1 内側軌道面 3 3 c との間、および第 2 外側軌道面 3 3 b と第 2 内側軌道面 3 3 d との間にそれぞれ複数個配置される。また、車輪ハブ軸受 3 3 は、左右の列の玉 3 3 e それぞれを保持する保持器 3 3 f と、軸受内部に封入されたグリース等の潤滑剤の漏洩や、外部からの塵埃の混入を防止する密封部材 3 3 g とを含む。

【0042】

内方部材 3 8 は中空部 3 8 a を有する略円筒形状の部材であって、車輪ハブ 3 2 の中空部 3 2 a に嵌合し、中空部 3 8 a に車輪側回転部材 2 8 の軸部 2 8 b を受け入れる。車輪ハブ 3 2 と内方部材 3 8 とは、拡径加締めによって固定される。「拡径加締め」とは、インホイールモータ駆動装置 2 1 を固定した状態で、内方部材 3 8 の中空部 3 8 a の内径より僅かに大きい外径を有する加締め治具（図示せず）を中空部 3 8 a に圧入することにより、塑性結合部 4 0 で内方部材 3 8 と車輪ハブ 3 2 とを塑性結合させる。上記方法で内方部材 3 8 と車輪ハブ 3 2 とを固定連結することにより、嵌め合いで固定する場合と比較して、結合強度を大幅に高めることができる。これにより、車輪ハブ 3 2 を安定して保持することが可能となる。

10

【0043】

一方、車輪側回転部材 2 8 と内方部材 3 8 とは、嵌合部 2 8 c においてセレーション嵌合される。具体的には、内方部材 3 8 の内径面に、軸方向に伸びる山部を円周方向等間隔に配置し、隣接する山部の間に谷部を形成する。同様に車輪側回転部材 2 8 の軸部 2 8 b の外径面にも、内方部材 3 8 の山部を受け入れる谷部と、内方部材 3 8 の谷部に対応する山部を形成する。そして、車輪側回転部材 2 8 の山部と内方部材 3 8 の山部とが噛合うように両者を嵌合させる。

20

【0044】

上記構成とすることにより、車輪側回転部材 2 8 の回転を確実に車輪ハブ 3 2 に伝達することが可能となる。なお、車輪側回転部材 2 8 および内方部材 3 8 の山部および谷部が形成されていない隙間部 2 8 d（図中、嵌合部 2 8 c の右側）では、車輪側回転部材 2 8 と内方部材 3 8 との間に山部の高さに相当する径方向の隙間が形成される。この実施形態においては、嵌合部 2 8 c を車輪ハブ軸受 C 側、隙間部 2 8 d を減速部 B 側に配置している。

30

【0045】

この隙間を所定量確保することにより、車輪ハブ 3 2 が傾いても内方部材 3 8 が車輪側回転部材 2 8 に接触せず、車輪ハブ 3 2 の傾きが車輪側回転部材 2 8 に伝わるのを防止することができる。ただし、隙間部 2 8 d に形成される径方向隙間が大きすぎると、車輪側回転部材 2 8 および内方部材 3 8 に形成された山部が破損する恐れがあるので、山部に十分な強度を確保できる範囲内で隙間量を決定する。

【0046】

上記構成のインホイールモータ駆動装置 2 1 の作動原理を詳しく説明する。

【0047】

モータ部 A は、例えば、ステータ 2 3 のコイルに交流電流を供給することによって生じる電磁力を受けて、永久磁石または直流電磁石によって構成されるロータ 2 4 が回転する。このとき、コイルに高周波数の電圧を印加する程、ロータ 2 4 は高速回転する。

40

【0048】

これにより、ロータ 2 4 に接続されたモータ側回転部材 2 5 が回転すると、曲線板 2 6 a , 2 6 b はモータ側回転部材 2 5 の回転軸心を中心として公転運動する。このとき、内ピン 2 7 が、曲線板 2 6 a , 2 6 b の曲線形状の波形と係合して、曲線板 2 6 a , 2 6 b をモータ側回転部材 2 5 の回転とは逆向きに自転運動させる。

【0049】

貫通孔 3 0 a に挿通する内ピン 3 1 は、曲線板 2 6 a , 2 6 b の自転運動に伴って貫通

50

孔 30 a の内壁面と当接する。このとき、貫通孔 30 a の内径寸法は、内ピン 31 の外径寸法より大きく設定されているので、内ピン 31 と貫通孔 30 a の内壁面とは、接触状態と非接触状態とを繰り返しながら相互に運動する。これにより、曲線板 26 a , 26 b の公転運動が内ピン 31 に伝わらず、曲線板 26 a , 26 b の自転運動のみが車輪側回転部材 28 を介して車輪ハブ軸受部 C に伝達される

このとき、モータ側回転部材 25 の回転が減速部 B によって減速されて車輪側回転部材 28 に伝達されるので、低トルク、高回転型のモータ部 A を採用した場合でも、駆動輪 14 に必要なトルクを伝達することが可能となる。

【0050】

なお、上記構成の減速部 B の減速比は、外ピン 27 の数を Z_A 、曲線板 26 a , 26 b の波形の数を Z_B とすると、 $(Z_A - Z_B) / Z_B$ で算出される。図 2 に示す実施形態では、 $Z_A = 12$ 、 $Z_B = 11$ であるので、減速比は $1 / 11$ と、非常に大きな減速比を得ることができる。

【0051】

このように、多段構成とすることなく大きな減速比を得ることができる減速部 B を採用することにより、コンパクトで高減速比のインホイールモータ駆動装置 21 を得ることができる。また、外ピン 27 および内ピン 31 の曲線板 26 a , 26 b に当接する位置に針状ころ軸受 27 a , 31 a を設けたことにより、接触抵抗が低減されるので、減速部 B の伝達効率が向上する。

【0052】

さらに、車輪ハブ 32 の傾きが車輪側回転部材 28 に伝わりにくい構造とすることにより、減速部 B の回転不良や破損等のトラブルを防止した信頼性の高いインホイールモータ駆動装置 21 を得ることができる。

【0053】

上記の実施形態に係るインホイールモータ駆動装置 21 を電気自動車 11 に採用することにより、ばね下重量を抑えることができる。その結果、走行安定性に優れた電気自動車 11 を得ることができる。

【0054】

なお、曲線板 26 a , 26 b は、外ピン 27 と係合しながら高速で公転運動するので、曲線板 26 a , 26 b を支持する転がり軸受 39 には大きなラジアル荷重が負荷される。しかし、減速部 B 内部の限られたスペースでは、十分な負荷容量を備えた転がり軸受 39 を配置できない可能性がある。また、この問題は、近年の電気自動車 11 のコンパクト化の要求に伴ってさらに顕著となる。

【0055】

そこで、転がり軸受 39 の外側軌道面を曲線板 26 a , 26 b の貫通孔 30 b の内壁面に設けることにより、外輪 39 b を省略することができる。その結果、内側軌道面および外側軌道面の間の隙間が大きくなるので、径の大きな玉 39 c を採用したり、玉 39 c の数を増加したりすることができる。これにより、転がり軸受 39 全体の大きさを変化させることなく負荷容量を向上することができるので、耐久性に優れ、信頼性の高いインホイールモータ駆動装置を得ることができる。また、部品点数の削減による製品コストの低減効果も期待できる。

【0056】

上述した実施形態では、減速部 B の曲線板 26 a , 26 b を 180° 位相を変えて 2 枚設けたが、この曲線板の枚数は任意に設定することができ、例えば、曲線板を 3 枚設ける場合は、 120° 位相を変えて設けるとよい。

【0057】

また、上記の実施形態における運動変換機構は、車輪側回転部材 28 に固定された内ピン 31 と、曲線板 26 a , 26 b に設けられた貫通孔 30 a とで構成される例を示したが、これに限ることなく、減速部 B の回転を車輪ハブ 32 に伝達可能な任意の構成とすることができる。例えば、曲線板に固定された内ピンと、出力部材に形成された穴とで構成さ

10

20

30

40

50

れる運動変換機構であってもよい。

【0058】

なお、上記の実施形態における作動の説明は、各部材の回転に着目して行ったが、実際にはトルクを含む動力がモータ部Aから駆動輪に伝達される。したがって、上述のように減速された動力は高トルクに変換されたものとなっている。

【0059】

また、上記の実施形態における作動の説明では、モータ部Aに電力を供給してモータ部Aを駆動させ、モータ部Aからの動力を駆動輪14に伝達させたが、これとは逆に、車両が減速したり坂を下ったりするようなときは、駆動輪14側からの動力を減速部Bで高回転低トルクの回転に変換してモータ部Aに伝達し、モータ部Aで発電しても良い。さらに、ここで発電した電力は、バッテリーに蓄電しておき、後でモータ部Aを駆動させたり、車両に備えられた他の電動機器等の作動に用いてもよい。

10

【0060】

さらに、上記の実施形態の構成にブレーキを加えることもできる。例えば、図1の構成において、ケーシング22を軸方向に延長してロータ24の図中右側に空間を形成し、ロータ24と一体的に回転する回転部材と、ケーシング22に回転不能にかつ軸方向に移動可能なピストンと、このピストンを作動させるシリンダとを配置して、車両停止時にピストンと回転部材とを嵌合させてロータ24をロックするものとするパーキングブレーキであってもよい。

【0061】

または、ロータ24と一体的に回転する回転部材の一部に形成されたフランジおよびケーシング22側に設置された摩擦板をケーシング22側に設置されたシリンダで挟むディスクブレーキであってもよい。さらに、この回転部材の一部にドラムを形成すると共に、ケーシング22側にブレーキシューを固定し、摩擦係合およびセルフエンゲージ作用で回転部材をロックするドラムブレーキを用いることができる。

20

【0062】

また、上記の実施形態において、減速部Bにはサイクロイド減速機を採用した例を示したが、これに限ることなく、任意の減速機構を適用することが可能である。例えば、図6を参照して、図1に示すインホイールモータ駆動装置21が採用する減速部Bの他の実施形態を説明する。なお、モータ部Aおよび車輪ハブ軸受部Cの構成は同様であるので、図示および説明は省略する。

30

【0063】

図6を参照して、減速部B'は、ケーシング41内に配置され、モータ側回転部材42の回転を減速して車輪側回転部材43に伝達する。この減速部B'は、モータ側回転部材42に形成された太陽歯車44と、ケーシング41に形成された内歯車45と、太陽歯車44および内歯車45の間に配置され、遊星キャリア軸47に針状ころ軸受48を介して回転自在に支持される複数の遊星歯車46とを備える遊星歯車機構である。

【0064】

車輪側回転部材43は、フランジ部43aと軸部43bとを有し、フランジ部43aは、遊星キャリア軸47を受け入れる穴を複数有する。また、フランジ部43aの外径面は、複列のアンギュラ玉軸受49によってケーシング41に対して回転自在に保持されている。また、軸部43bは車輪ハブ軸受部C(図示省略)に連結される。

40

【0065】

上記構成の減速部B'の作動原理を説明する。

【0066】

まず、モータ側回転部材42の回転に伴って太陽歯車44が回転する。このとき、遊星歯車46は太陽歯車44と内歯車45の双方に噛合しているので、モータ側回転部材42の回転方向と逆方向に自転運動すると共に、モータ側回転部材42の回転方向と同一方向に公転運動する。

【0067】

50

この遊星歯車 4 6 の公転運動が遊星キャリア軸 4 7 を介して減速部 B' の出力となり、車輪ハブ軸受部 C に伝達される。このとき、太陽歯車 4 4 の歯数を n_1 、内歯車 4 5 の歯数を n_2 とすると、モータ側回転部材 4 2 の回転は、数式 1 で表される減速比 r で減速されて車輪側回転部材 4 3 に伝達される。なお、減速比 r は、歯車の強度等の観点から $1/3 \sim 1/6$ 程度に設定される。

【0068】

【数 1】

$$r = \frac{1}{\frac{n_2}{n_1} + 1}$$

10

【0069】

なお、上記の実施形態においては、モータ側回転部材 4 2 と太陽歯車 4 4 とを一体形成した例を示したが、これに限ることなく、モータ側回転部材 4 2 と太陽歯車 4 4 とをそれぞれ別々に形成して、太陽歯車 4 4 を嵌め合い等によってモータ側回転部材 4 2 の所定位置に固定してもよい。同様に、内歯車 4 5 をケーシング 4 1 の内径面に直接形成した例を示したが、これに限ることなく、独立して形成した内歯車 4 5 をケーシング 4 1 に嵌め込む等してもよい。

【0070】

また、上記の実施形態において、車輪側回転部材 2 8 と内方部材 3 8 とは、セレーション嵌合させた例を示したが、これに限ることなく、任意の連結構造を適用することが可能である。例えば、車輪側回転部材 2 8 と内方部材 3 8 とをスプライン嵌合させてもよいし、車輪側回転部材 2 8 と内方部材 3 8 との間に継手を配置してもよい。

20

【0071】

例えば、図 7 および図 8 を参照して、図 1 に示した車輪側回転部材 2 8 と内方部材 3 8 との連結構造の他の実施形態を説明する。なお、基本構成は、図 1 に示す実施形態と同様であるので図示および説明は省略し、相違点を中心に説明する。

【0072】

図 7 および図 8 を参照して、内方部材 5 1 と車輪側回転部材 5 2 とは、角度変位および軸方向変位を許容しつつ車輪側回転部材 4 2 の回転を車輪ハブ軸受部 C に伝達する摺動式等速自在継手によって連結されている。

30

【0073】

内方部材 5 1 は、内径面 5 1 a に車輪側回転部材 5 2 を挿通する空間を有すると共に、4 箇所軸方向に延びるトラック溝 5 1 b を有する。また、トラック溝 5 1 b の側壁 5 1 c は、曲面形状である。

【0074】

摺動式等速自在継手の構成要素は、スパイダー 5 3 と、内ローラ 5 4 と、外ローラ 5 5 とを含む。スパイダー 5 3 は、車輪側回転部材 5 2 に嵌合し、4 箇所に径方向外側に突出してトラック溝 5 1 b に収容されるジャーナル 5 3 a を有する。内ローラ 5 4 は、各ジャーナル 5 3 a に嵌合固定され、外径面は曲面形状である。外ローラ 5 5 は、トラック溝 5 1 b の側壁 5 1 c に当接する曲面形状の外径面と、内ローラ 5 4 の外径面に当接する円筒形状の内径面とを有する。なお、外ローラ 5 5 の外径面の曲率は、トラック溝 5 1 b の側壁 5 1 c の曲率と一致する。

40

【0075】

上記構成の摺動式等速自在継手は、内ローラ 5 4 が外ローラ 5 5 に対して傾くことができ、外ローラ 5 5 がトラック溝 5 1 b に沿って軸方向に移動可能で、さらに、外ローラ 5 5 がトラック溝 5 1 b に対して傾くことができる。これにより、内方部材 5 1 と車輪側回転部材 5 2 との間で、角度変位および軸方向変位を許容しつつ車輪側回転部材 4 2 の回転を車輪ハブ軸受部 C に伝達する。したがって、車輪ハブ軸受部 C の傾きが車輪側回転部材 5 2 に伝わるのを防止することができる。

50

【0076】

また、上記の実施形態においては、車輪ハブ32と内方部材38とは、拡径加締めによって固定連結した例を示したが、これに限ることなく、任意の方法で固定連結することができる。

【0077】

また、上記の実施形態において、車輪側回転部材28, 43を支持する軸受37, 49にはアンギュラ玉軸受を採用した例を示したが、これに限ることなく、例えば、すべり軸受、円筒ころ軸受、円錐ころ軸受、針状ころ軸受、自動調心ころ軸受、深溝玉軸受、アンギュラ玉軸受、4点接触玉軸受等、すべり軸受であるか転がり軸受であるかを問わず、転動体がころであるか玉であるかを問わず、さらには複列か単列かを問わず、あらゆる軸受を適用することができる。また、その他の場所に配置される軸受についても、同様に任意の形態の軸受を採用することができる。

10

【0078】

また、上記の各実施形態においては、モータ部Aにアキシアルギャップモータを採用した例を示したが、これに限ることなく、任意の構成のモータを適用可能である。例えばケーシングに固定されるステータと、ステータの内側に径方向の隙間を空けて対向する位置に配置されるロータとを備えるラジアルギャップモータであってもよい。

【0079】

さらに、図4に示した電気自動車11は、後輪14を駆動輪とした例を示したが、これに限ることなく、前輪13を駆動輪としてもよく、4輪駆動車であってもよい。なお、本明細書中で「電気自動車」とは、電力から駆動力を得る全ての自動車を含む概念であり、例えば、ハイブリッドカー等をも含むものとして理解すべきである。

20

【0080】

以上、図面を参照してこの発明の実施形態を説明したが、この発明は、図示した実施形態のものに限定されない。図示した実施形態に対して、この発明と同一の範囲内において、あるいは均等の範囲内において、種々の修正や変形を加えることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】この発明の一実施形態に係るインホイールモータ駆動装置の概略断面図である。

【図2】図1のII-IIにおける断面図である。

30

【図3】図1の偏心部周辺の拡大図である。

【図4】図1のインホイールモータ駆動装置を有する電気自動車の平面図である。

【図5】図4の電気自動車の後方断面図である。

【図6】図1に示す減速部の他の実施形態を示す図である。

【図7】摺動式等速自在継手の軸と垂直な方向での断面図である。

【図8】図7のVII-VIIにおける断面図である。

【符号の説明】

【0082】

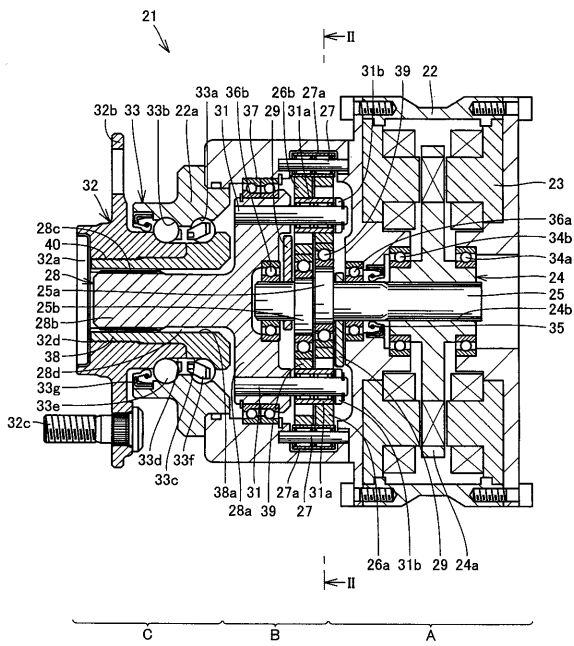
11 電気自動車、12 シャーシ、12a ホイールハウジング、12b 懸架装置、13 前輪、14 後輪、15, 21 インホイールモータ駆動装置、22, 41 ケーシング、22a 外方部材、23 ステータ、24 ロータ、24a, 28a, 32b, 43a フランジ部、24b, 32a, 38a 中空部、28b, 43b 軸部、28c 嵌合部、28d 隙間部、25, 42 モータ側回転部材、25a, 25b 偏心部、26a, 26b 曲線板、27 外ピン、27a, 31a, 48 針状ころ軸受、28, 43, 52 車輪側回転部材、29 カウンタウェイト、30a, 30b 貫通孔、31 内ピン、32d, 33g, 34, 36 密封部材、33 車輪ハブ軸受、33a 第1外側軌道面、33b 第2外側軌道面、33c 第1内側軌道面、33d 第2内側軌道面、33e, 39c 玉、33f 保持器、34a, 34b, 36a, 36b, 37, 39, 49 転がり軸受、39a 内輪、39b 外輪、38, 51 内方部材、51a 内径面、51b トラック溝、51c 側壁、40 塑性結合部、44 太陽歯車、4

40

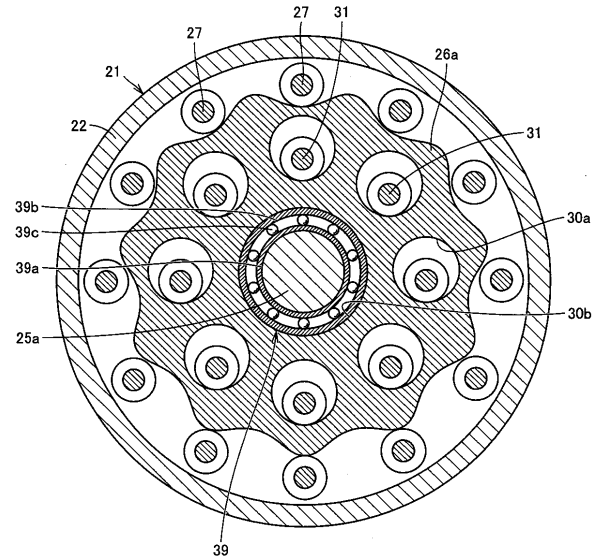
50

5 内歯車、46 遊星歯車、47 遊星キャリア軸、48 針状ころ軸受、53 スパイダー、53a ジャーナル、54 内ローラ、55 外ローラ。

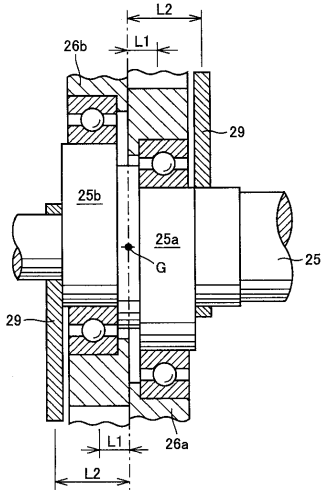
【図1】



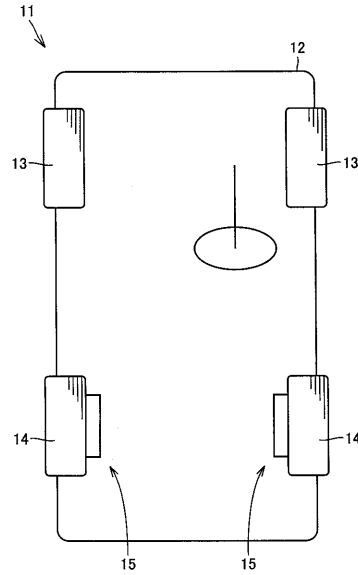
【図2】



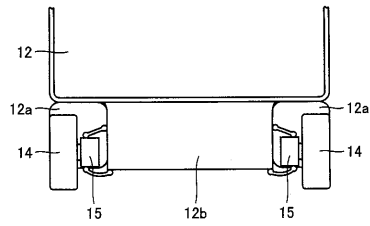
【 図 3 】



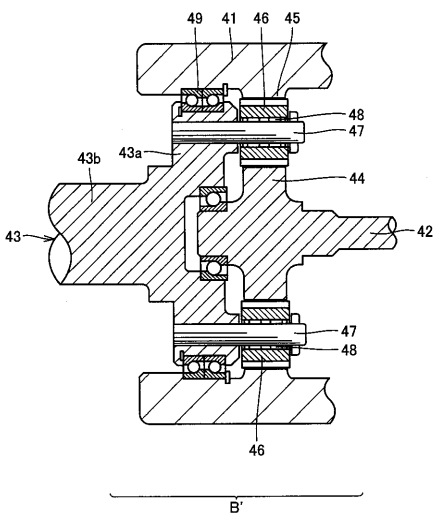
【 図 4 】



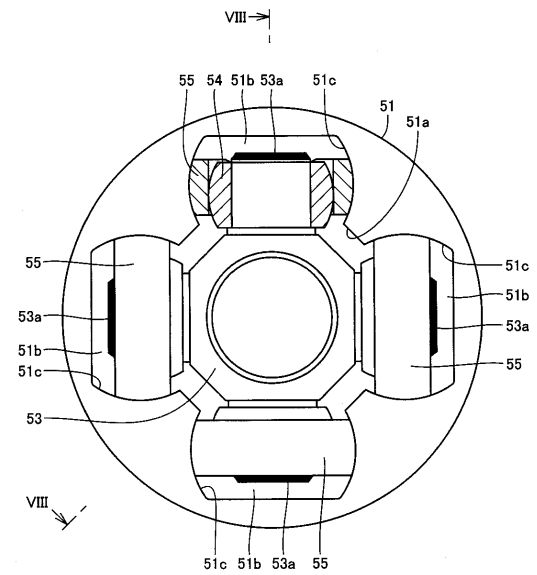
【 図 5 】



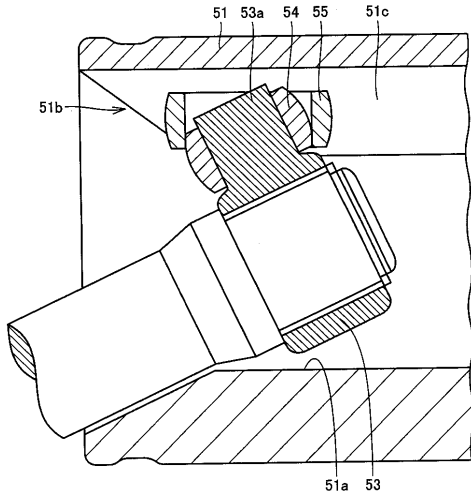
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3D235 AA01 BB17 BB18 BB19 BB25 BB26 BB28 CC44 FF16 GA02
GA12 GA13 GA22 GA27 GA62 GA69 GB04 GB05 GB07 GB13
GB14 GB22 GB35 HH03 HH06 HH51 HH53
3J017 HA02
3J101 AA03 AA32 AA43 AA54 BA53 BA56 DA09 FA31 FA51 FA53
GA02