

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5158861号
(P5158861)

(45) 発行日 平成25年3月6日(2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月21日(2012.12.21)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 6 H 57/04 (2010.01)	F 1 6 H 57/04 E
H O 2 K 7/116 (2006.01)	F 1 6 H 57/04 G
	F 1 6 H 57/04 K
	H O 2 K 7/116

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-61215 (P2008-61215)	(73) 特許権者	000102692
(22) 出願日	平成20年3月11日 (2008.3.11)		NTN株式会社
(65) 公開番号	特開2009-216190 (P2009-216190A)		大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
(43) 公開日	平成21年9月24日 (2009.9.24)	(73) 特許権者	000002082
審査請求日	平成23年2月28日 (2011.2.28)		スズキ株式会社
			静岡県浜松市南区高塚町300番地
		(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	山本 憲
			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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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、
 前記モータ部および前記減速部を保持するケーシングと、
 前記車輪側回転部材に固定連結された車輪ハブと、
 前記減速部に潤滑油を供給する減速部潤滑機構とを備え、
 前記減速部潤滑機構は、
 前記モータ側回転部材の内部に設けられる潤滑油路と、
 前記潤滑油路から前記モータ側回転部材の外径面に向かって延びる潤滑油供給口と、
 前記ケーシングに設けられ、前記減速部から潤滑油を排出する潤滑油排出口と、
 前記ケーシングの内部を通して前記潤滑油排出口と前記潤滑油路とを接続し、前記潤滑油排出口から排出された潤滑油を前記潤滑油路に還流する循環油路と、
 前記ケーシングの内部の前記循環油路に接する位置に設けられて、前記循環油路を通過する潤滑油を冷却する冷却水路と、
 前記循環油路および前記冷却水路の互いに接する位置に配置され、両者を分離する仕切り部材とを含む、インホイールモータ駆動装置。

【請求項2】

前記仕切り部材は、前記ケーシングを構成する材料より熱伝導率の高い材料で形成されている、請求項1に記載のインホイールモータ駆動装置。

【請求項 3】

前記循環油路は、前記ケーシングの内部を軸方向に往復している、請求項 1 または 2 に記載のインホイールモータ駆動装置。

【請求項 4】

前記減速部潤滑機構は、前記ケーシング内に配置され、前記車輪側回転部材の回転を利用して潤滑油を循環させる回転ポンプをさらに備える、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のインホイールモータ駆動装置。

【請求項 5】

前記回転ポンプは、

外径面にサイクロイド曲線で構成される歯形を有し、前記車輪側回転部材と一体回転するインナーロータと、

内径面にサイクロイド曲線で構成される歯形を有し、前記ケーシングに回転自在に支持されて前記インナーロータの回転中心と異なる点を中心として回転するアウターロータとを備えるサイクロイドポンプである、請求項 4 に記載のインホイールモータ駆動装置。

【請求項 6】

前記モータ側回転部材は、偏心部を有し、

前記減速部は、

前記偏心部を挿通する貫通孔を有し、前記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、

前記ケーシングに固定され、前記公転部材の外周部に係合して前記公転部材の自転運動を生じさせる外周係合部材と、

前記車輪側回転部材に設けられた内ピン、および前記公転部材に形成され、前記内ピンの外径より所定分だけ径が大きく前記内ピンを受入れる穴を有し、前記公転部材の自転運動を前記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前記車輪側回転部材に伝達する運動変換機構とを含む、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のインホイールモータ駆動装置。

【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】

従来のインホイールモータ駆動装置 101 は、例えば、特開 2006 - 258289 号公報（特許文献 1）に記載されている。図 10 を参照して、インホイールモータ駆動装置 101 は、車体に取り付けられるケーシング 102 の内部に駆動力を発生させるモータ部 103 と、車輪に接続される車輪ハブ軸受部 104 と、モータ部 103 の回転を減速して車輪ハブ軸受部 104 に伝達する減速部 105 とを備える。

【0003】

上記構成のインホイールモータ駆動装置 101 において、装置のコンパクト化の観点からモータ部 103 には低トルクで高回転のモータが採用される。一方、車輪ハブ軸受部 104 には、車輪を駆動するために大きなトルクが必要となる。そこで、減速部 105 には、コンパクトで高い減速比が得られるサイクロイド減速機が採用されることがある。

【0004】

また、従来のサイクロイド減速機を適用した減速部 105 は、偏心部 106a, 106b を有するモータ側回転部材 106 と、偏心部 106a, 106b に配置される曲線板 107a, 107b と、曲線板 107a, 107b をモータ側回転部材 106 に対して回転自在に支持する転がり軸受 111 と、曲線板 107a, 107b の外周面に係合して曲線板 107a, 107b に自転運動を生じさせる複数の外ピン 108 と、曲線板 107a,

10

20

30

40

50

107bの自転運動を車輪側回転部材110に伝達する複数の内ピン109とを含む。

【特許文献1】特開2006-258289号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記構成のインホイールモータ駆動装置101において、減速部105の内部には潤滑油が封入されており、曲線板107a, 107bと外ピン108および内ピン109との接触部分や転がり軸受111の軌道面等に供給される。

【0006】

このとき、減速部105の摩擦損失、モータ部104の鉄損、攪拌抵抗等によって潤滑油が高温となり、潤滑性能が低下する。その結果、インホイールモータ駆動装置101の耐久性を低下させるおそれがある。

【0007】

そこで、この発明の目的は、潤滑油の温度を適切な状態に保つことによって、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提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係るインホイールモータ駆動装置は、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、モータ部および減速部を保持するケーシングと、車輪側回転部材に固定連結された車輪ハブと、減速部に潤滑油を供給する減速部潤滑機構とを備える。そして、減速部潤滑機構は、モータ側回転部材の内部に設けられる潤滑油路と、潤滑油路からモータ側回転部材の外径面に向かって延びる潤滑油供給口と、ケーシングに設けられ、減速部から潤滑油を排出する潤滑油排出口と、ケーシングの内部を通過して潤滑油排出口と潤滑油路とを接続し、潤滑油排出口から排出された潤滑油を潤滑油路に還流する循環油路と、ケーシングの内部の循環油路に接する位置に設けられて、循環油路を通過する潤滑油を冷却する冷却水路と、循環油路および冷却水路の互いに接する位置に配置され、両者を分離する仕切り部材とを含む。

【0009】

上記構成のように、循環油路を通過する潤滑油を冷却して減速部に還流することにより、減速部の温度上昇を抑制することができる。その結果、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。

【0010】

好ましくは、仕切り部材は、ケーシングを構成する材料より熱伝導率の高い材料で形成されている。これにより、潤滑油の冷却効率が向上する。なお、具体的な材料としては、例えば、黄銅、銅、アルミニウム等の非鉄金属が挙げられる。

【0011】

好ましくは、循環油路は、ケーシングの内部を軸方向に往復している。これにより、潤滑油を十分に冷却してから潤滑油路に還流することができる。

【0012】

好ましくは、減速部潤滑機構は、ケーシング内に配置され、車輪側回転部材の回転を利用して潤滑油を循環させる回転ポンプをさらに備える。回転ポンプによって強制的に潤滑油を循環させることにより、減速部の全域にさらに安定して潤滑油を供給することができる。

【0013】

一実施形態として、回転ポンプは、外径面にサイクロイド曲線で構成される歯形を有し、車輪側回転部材と一体回転するインナーロータと、内径面にサイクロイド曲線で構成される歯形を有し、ケーシングに回転自在に支持されてインナーロータの回転中心と異なる点を中心として回転する OUTERロータとを備えるサイクロイドポンプである。

【0014】

好ましくは、モータ側回転部材は偏心部を有する。そして、減速部は、偏心部を挿通す

10

20

30

40

50

る貫通孔を有し、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、ケーシングに固定され、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、車輪側回転部材に設けられた内ピン、および公転部材に形成され、内ピンの外径より所定分だけ径が大きく内ピンを受入れる穴を有し、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。

【 0 0 1 5 】

上記構成のような、いわゆるサイクロイド減速機を採用することにより、コンパクトで高減速比を得ることができる。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 1 6 】

この発明によれば、潤滑油を冷却して潤滑油路に還流することにより、減速部の温度上昇を抑制することができる。その結果、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。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 7 】

図 1 ~ 図 9 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 2 1 について説明する。

【 0 0 1 8 】

図 8 は、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 2 1 を採用した電気自動車 1 1 の概略図であって、図 9 は、電気自動車 1 1 を後方から見た概略図である。図 8 を参照して、電気自動車 1 1 は、シャーシ 1 2 と、操舵輪としての前輪 1 3 と、駆動輪としての後輪 1 4 と、左右の後輪 1 4 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 2 1 とを備える。図 9 を参照して、後輪 1 4 は、シャーシ 1 2 のホイールハウジング 1 2 a の内部に收容され、懸架装置 (サスペンション) 1 2 b を介してシャーシ 1 2 の下部に固定されている。

20

【 0 0 1 9 】

懸架装置 1 2 b は、左右に伸びるサスペンションアームによって後輪 1 4 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を含むストラットによって、後輪 1 4 が地面から受ける振動を吸収してシャーシ 1 2 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 1 2 b 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。

30

【 0 0 2 0 】

この電気自動車 1 1 は、ホイールハウジング 1 2 a 内部に、左右の後輪 1 4 それぞれを駆動するインホイールモータ駆動装置 2 1 を設けることによって、シャーシ 1 2 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。

40

【 0 0 2 1 】

一方、この電気自動車 1 1 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 2 1 の小型化が求められる。そこで、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 2 1 を採用する。

【 0 0 2 2 】

図 1 ~ 図 7 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 2 1 を説明する。なお、図 1 はインホイールモータ駆動装置 2 1 の概略断面図、図 2 は図 1 の I I - I I における断面図、図 3 は偏心部 2 5 a , 2 5 b 周辺の拡大図、図 4 は図 1 の I V - I V における断面図、図 5 は図 1 の V - V における断面図、図 6 は図 1 の V I - V I

50

における断面図、図 7 は回転ポンプ 5 1 の断面図である。

【 0 0 2 3 】

まず、図 1 を参照して、車両減速部の一例としてのインホイールモータ駆動装置 2 1 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 1 4 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 2 2 に収納されて、図 9 に示すように電気自動車 1 1 のホイールハウジング 1 2 a 内に取り付けられる。

【 0 0 2 4 】

モータ部 A は、ケーシング 2 2 に固定されるステータ 2 3 と、ステータ 2 3 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 2 4 と、ロータ 2 4 の内側に固定連 10
結されてロータ 2 4 と一体回転するモータ側回転部材 2 5 とを備えるラジアルギャップモータである。ロータ 2 4 は、フランジ形状のロータ部 2 4 a と円筒形状の中空部 2 4 b とを有し、転がり軸受 3 6 a , 3 6 b によってケーシング 2 2 に対して回転自在に支持されている。

【 0 0 2 5 】

モータ側回転部材 2 5 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 2 5 a , 2 5 b を有する。このモータ側回転部材 2 5 は、ロータ 2 4 の中空部 2 4 b に嵌合固定されて、ロータ 2 4 と一体回転する。さらに、2 つの偏心部 2 5 a , 2 5 b は、偏心運動による遠心力を互いに打ち消し合うために、1 8 0 ° 位相を変えて設けられている。 20

【 0 0 2 6 】

減速部 B は、偏心部 2 5 a , 2 5 b に回転自在に保持される公転部材としての曲線板 2 6 a , 2 6 b と、ケーシング 2 2 上の固定位置に保持され、曲線板 2 6 a , 2 6 b 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 2 7 と、曲線板 2 6 a , 2 6 b の自転運動を車輪側回転部材 2 8 に伝達する運動変換機構と、偏心部 2 5 a , 2 5 b に隣接する位置にカウンタウェイト 2 9 とを備える。また、減速部 B には、減速部 B に潤滑油を供給する減速部潤滑機構が設けられている。

【 0 0 2 7 】

車輪側回転部材 2 8 は、フランジ部 2 8 a と軸部 2 8 b とを有する。フランジ部 2 8 a の端面には、車輪側回転部材 2 8 の回転軸心を中心とする円周上の等間隔に内ピン 3 1 を 30
固定する穴が形成されている。また、軸部 2 8 b は車輪ハブ 3 2 に嵌合固定され、減速部 B の出力を車輪 1 4 に伝達する。

【 0 0 2 8 】

図 2 および図 3 を参照して、曲線板 2 6 a 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 3 0 a , 3 0 b を有する。貫通孔 3 0 a は、曲線板 2 6 a 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 3 1 を受入れる。また、貫通孔 3 0 b は、曲線板 2 6 a の中心に設けられており、偏心部 2 5 a に嵌合する。

【 0 0 2 9 】

曲線板 2 6 a は、転がり軸受 4 1 によって偏心部 2 5 a に対して回転自在に支持されている。図 3 を参照して、この転がり軸受 4 1 は、偏心部 2 5 a の外径面に嵌合し、その外径面に内側軌道面 4 2 a を有する内輪部材 4 2 と、曲線板 2 6 a の貫通孔 3 0 b の内径面に直接形成された外側軌道面 4 3 と、内側軌道面 4 2 a および外側軌道面 4 3 の間に配置される複数の円筒ころ 4 4 と、隣接する円筒ころ 4 4 の間隔を保持する保持器 (図示省略) とを備える円筒ころ軸受である。また、内輪部材 4 2 は、内側軌道面 4 2 a の軸方向両端部から径方向外側に突出する鏝部 4 2 b を有する。 40

【 0 0 3 0 】

外ピン 2 7 は、モータ側回転部材 2 5 の回転軸心を中心とする円周軌道の上に等間隔に設けられる。曲線板 2 6 a , 2 6 b が公転運動すると、曲線形状の波形と外ピン 2 7 とが係合して、曲線板 2 6 a , 2 6 b に自転運動を生じさせる。ここで、外ピン 2 7 は、針状こ 50

る軸受 27a 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。これにより、曲線板 26a, 26b との間の接触抵抗を低減することができる。

【0031】

カウンタウエイト 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不釣り合い慣性偶力を打ち消すために、各偏心部 25a, 25b に隣接する位置に偏心部と 180° 位相を変えて配置される。

【0032】

ここで、図 3 を参照して、2 枚の曲線板 26a, 26b 間の中心点を G とすると、図 3 の中心点 G の右側について、中心点 G と曲線板 26a の中心との距離を L_1 、曲線板 26a、転がり軸受 41、および偏心部 25a の質量の和を m_1 、曲線板 26a の重心の回転軸心からの偏心量を e_1 とし、中心点 G とカウンタウエイト 29 との距離を L_2 、カウンタウエイト 29 の質量を m_2 、カウンタウエイト 29 の重心の回転軸心からの偏心量を e_2 とすると、 $L_1 \times m_1 \times e_1 = L_2 \times m_2 \times e_2$ を満たす関係となっている。また、図 3 の中心点 G の左側の曲線板 26b とカウンタウエイト 29 との間にも同様の関係が成立する。

10

【0033】

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、その軸方向一方側端部が車輪側回転部材 28 に固定されている。また、曲線板 26a, 26b との摩擦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。

20

【0034】

また、内ピン 31 の軸方向端部には、スタビライザ 31b が設けられている。スタビライザ 31b は、円環形状の円環部 31c と、円環部 31c の内径面から軸方向に伸びる円筒部 31d とを含む。複数の内ピン 31 の軸方向他方側端部は、円環部 31c にボルトによって締結されている。曲線板 26a, 26b から一部の内ピン 31 に負荷される荷重はスタビライザ 31b を介して全ての内ピン 31 によって支持されるため、内ピン 31 に作用する応力を低減させ耐久性を向上させることができる。

30

【0035】

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」を指す。以下同じ。）より所定分大きく設定されている。

【0036】

減速部潤滑機構は、減速部 B に潤滑油を供給するものであって、潤滑油路 25c と、潤滑油給油口 25d と、潤滑油排出口 22b と、潤滑油貯留部 22d と、回転ポンプ 51 と、循環油路 45 とを備える。

【0037】

潤滑油路 25c は、モータ側回転部材 25 の内部を軸線方向に沿って延びている。また、潤滑油供給口 25d は、潤滑油路 25c からモータ側回転部材 25 の外径面に向かって延びている。なお、この実施形態において、潤滑油供給口 25d は、偏心部 25a, 25b に設けられている。

40

【0038】

また、減速部 B の位置におけるケーシング 22 の少なくとも 1 箇所には、減速部 B 内部の潤滑油を排出する潤滑油排出口 22b が設けられている。また、潤滑油排出口 22b と潤滑油路 25c とを接続する循環油路 45 がケーシング 22 の内部に設けられている。そして、潤滑油排出口 22b から排出された潤滑油は、循環油路 45 を経由して潤滑油路 25c に還流する。

【0039】

50

循環油路 4 5 は、ケーシング 2 2 の内部を軸方向に延びる油路 4 6 a ~ 4 6 y (総称して「軸方向油路 4 6」という) と、軸方向油路 4 6 の軸方向両端部に接続されて円周方向に延びる油路 4 7 a ~ 4 7 f (総称して「周方向油路 4 7」という) と、周方向油路 4 7 a , 4 7 f に接続されて径方向に延びる油路 4 8 a , 4 8 b (総称して「径方向油路 4 8」という) とで構成される。

【 0 0 4 0 】

軸方向油路 4 6 は、潤滑油が一方方向 (図 1 中の左から右) に流れる第 1 の軸方向油路 4 6 a ~ 4 6 e , 4 6 k ~ 4 6 o , 4 6 u ~ 4 6 y と、潤滑油が他方方向 (図 1 中の右から左) に流れる第 2 の軸方向油路 4 6 f ~ 4 6 j , 4 6 p ~ 4 6 t に分類される。つまり、循環油路 4 5 は、ケーシング 2 2 の内部を軸方向に往復している。

10

【 0 0 4 1 】

周方向油路 4 7 は、軸方向油路 4 6 同士、または軸方向油路 4 6 と径方向油路 4 8 とを接続する。具体的には、周方向油路 4 7 a は、径方向油路 4 8 a から流出した潤滑油を軸方向油路 4 6 a ~ 4 6 e に分配する。同様に、周方向油路 4 7 b は軸方向油路 4 6 a ~ 4 6 e から流出した潤滑油を軸方向油路 4 6 f ~ 4 6 j に、周方向油路 4 7 c は軸方向油路 4 6 f ~ 4 6 j から流出した潤滑油を軸方向油路 4 6 k ~ 4 6 o に、周方向油路 4 7 d は軸方向油路 4 6 k ~ 4 6 o から流出した潤滑油を軸方向油路 4 6 p ~ 4 6 t に、周方向油路 4 7 e は軸方向油路 4 6 p ~ 4 6 t から流出した潤滑油を軸方向油路 4 6 u ~ 4 6 y に分配する。さらに、周方向油路 4 7 f は、軸方向油路 4 6 u ~ 4 6 y から流出した潤滑油を径方向油路 4 8 b に供給する。

20

【 0 0 4 2 】

径方向油路 4 8 a は回転ポンプ 5 1 から圧送された潤滑油を周方向油路 4 7 a に、径方向油路 4 8 b は周方向油路 4 7 f から流出した潤滑油を循環油路 2 5 c に供給する。

【 0 0 4 3 】

ここで、潤滑油排出口 2 2 b と循環油路 4 5 との間には、回転ポンプ 5 1 が設けられており、潤滑油を強制的に循環させている。図 7 を参照して、回転ポンプ 5 1 は、車輪側回転部材 2 8 の回転を利用して回転するインナーロータ 5 2 と、インナーロータ 5 2 の回転に伴って従動回転するアウターロータ 5 3 と、ポンプ室 5 4 と、潤滑油排出口 2 2 b に連通する吸入口 5 5 と、循環油路 2 2 c に連通する吐出口 5 6 とを備えるサイクロイドポンプである。

30

【 0 0 4 4 】

インナーロータ 5 2 は、外径面にサイクロイド曲線で構成される歯形を有する。具体的には、歯先部分 5 2 a の形状がエピサイクロイド曲線、歯溝部分 5 2 b の形状がハイポサイクロイド曲線となっている。このインナーロータ 5 2 は、スタビライザ 3 1 b の円筒部 3 1 d の外径面に嵌合して内ピン 3 1 (車輪側回転部材 2 8) と一体回転する。

【 0 0 4 5 】

アウターロータ 5 3 は、内径面にサイクロイド曲線で構成される歯形を有する。具体的には、歯先部分 5 3 a の形状がハイポサイクロイド曲線、歯溝部分 5 3 b の形状がエピサイクロイド曲線となっている。このアウターロータ 5 3 は、ケーシング 2 2 に回転自在に支持されている。

40

【 0 0 4 6 】

インナーロータ 5 2 は、回転中心 c 1 を中心として回転する。一方、アウターロータ 5 3 は、インナーロータの回転中心 c 1 と異なる回転中心 c 2 を中心として回転する。また、インナーロータ 5 2 の歯数を n とすると、アウターロータ 5 3 の歯数は (n + 1) となる。なお、この実施形態においては、n = 5 としている。

【 0 0 4 7 】

インナーロータ 5 2 とアウターロータ 5 3 との間の空間には、複数のポンプ室 5 4 が設けられている。そして、インナーロータ 5 2 が車輪側回転部材 2 8 の回転を利用して回転すると、アウターロータ 5 3 は従動回転する。このとき、インナーロータ 5 2 およびアウターロータ 5 3 はそれぞれ異なる回転中心 c 1 , c 2 を中心として回転するので、ポンプ

50

室 5 4 の容積は連続的に変化する。これにより、吸入口 5 5 から流入した潤滑油が吐出口 5 6 から径方向油路 4 8 a に圧送される。

【 0 0 4 8 】

なお、上記構成の回転ポンプ 5 1 の回転中にインナーロータ 5 2 が傾くと、ポンプ室 5 4 の容積が変化して潤滑油を適切に圧送することができなかつたり、インナーロータ 5 2 とアウターロータ 5 3 とが接触して破損したりするおそれがある。そこで、図 1 を参照して、インナーロータ 5 2 には、段付部 5 2 c が設けられている。この段付部 5 2 c は、その外径面（案内面）がケーシング 2 2 の内径面に当接して、車輪 1 4 からのラジアル荷重によってインナーロータ 5 2 が傾くのを防止している。

【 0 0 4 9 】

さらに、潤滑油排出口 2 2 b と回転ポンプ 5 1 との間には、潤滑油を一時的に貯留する潤滑油貯留部 2 2 d が設けられている。これにより、高速回転時には、回転ポンプ 5 1 によって排出しきれない潤滑油を一時的に潤滑油貯留部 2 2 d に貯留しておくことができる。その結果、減速部 B のトルク損失の増加を防止することができる。一方、低速回転時には、潤滑油排出口 2 2 b に到達する潤滑油量が少なくなっても、潤滑油貯留部 2 2 d に貯留されている潤滑油を潤滑油路 2 5 c に還流することができる。その結果、減速部 B に安定して潤滑油を供給することができる。

【 0 0 5 0 】

なお、減速部 B 内部の潤滑油は、遠心力に加えて重力によって外側に移動する。したがって、潤滑油貯留部 2 2 d がインホイールモータ駆動装置 2 1 の下部に位置するように、電気自動車 1 1 に取り付けるのが望ましい。

【 0 0 5 1 】

さらに、減速部潤滑機構は、循環油路 4 5 を通過する潤滑油を冷却する冷却手段をさらに有する。この実施形態における冷却手段は、ケーシング 2 2 に設けられた冷却水路 2 2 e と、冷却水路 2 2 e 内の空気を排出する空気抜きプラグ 2 2 f とを含む。なお、これらの冷却手段は、潤滑油のみならず、モータ部 A の冷却にも寄与する。

【 0 0 5 2 】

冷却水路 2 2 e は、ケーシング 2 2 の内部の径方向油路 4 6 に接する位置に設けられている。そして、径方向油路 4 6 と冷却水路 2 2 e との間には、両者を分離する仕切り部材 4 9 が配置されている。仕切り部材 4 9 は、円筒状部材であって、ケーシング 2 2 を構成する材料より熱伝導率の高い材料で形成されている。具体的には、黄銅、銅、アルミニウム等が該当する。空気抜きプラグ 2 2 f は、冷却水路 2 2 e 中に含まれる空気を外部に排出する。これにより、冷却水路 2 2 e には空気溜りが無くなり、冷却効率が向上する。

【 0 0 5 3 】

上記構成の減速部 B における潤滑油の流れを説明する。まず、潤滑油路 2 5 c を流れる潤滑油は、モータ側回転部材 2 5 の回転に伴う遠心力によって潤滑油供給口 2 5 d および内輪部材 4 2 を貫通する開口部 4 2 c から減速部 B に流出する。

【 0 0 5 4 】

減速部 B 内部の潤滑油にはさらに遠心力が作用するので、内側軌道面 4 2 a、外側軌道面 4 3、曲線板 2 6 a、2 6 b と内ピン 3 1 との当接部分、および曲線板 2 6 a、2 6 b と外ピン 2 7 との当接部分等を潤滑しながら径方向外側に移動する。

【 0 0 5 5 】

ケーシング 2 2 の内壁面に到達した潤滑油は、潤滑油排出口 2 2 b から排出されて潤滑油貯留部 2 2 d に貯留される。潤滑油貯留部 2 2 d に貯留された潤滑油は、ケーシング 2 2 内の流路を通過して吸入口 5 5 から回転ポンプ 5 1 に供給され、吐出口 5 6 から循環油路 4 5 に圧送される。

【 0 0 5 6 】

吐出口 5 6 から排出された潤滑油は、径方向油路 4 8 a を経由し、周方向油路 4 7 a で複数の軸方向油路 4 6 a ~ 4 6 e に分配される。次に、軸方向油路 4 6 a ~ 4 6 e を通過（図 1 中の左から右）した潤滑油は、周方向油路 4 7 b で複数の軸方向油路 4 6 f ~ 4 6

10

20

30

40

50

j に分配される。同様に、軸方向油路 4 6 f ~ 4 6 j (図 1 中の右から左)、周方向油路 4 7 c、軸方向油路 4 6 k ~ 4 6 o (図 1 中の左から右)、周方向油路 4 7 d、軸方向油路 4 6 p ~ 4 6 t (図 1 中の右から左)、周方向油路 4 7 e、軸方向油路 4 6 u ~ 4 6 y (図 1 中の左から右)、周方向油路 4 7 f、および径方向油路 4 8 b を経由して潤滑油路 2 5 c に還流する。

【 0 0 5 7 】

ここで、潤滑油排出口 2 2 b からの潤滑油の排出量は、モータ側回転部材 2 5 の回転数に比例して多くなる。一方、インナーロータ 5 2 は車輪側回転部材 2 8 と一体回転するので、回転ポンプ 5 1 の排出量は、車輪側回転部材 2 8 の回転数に比例して多くなる。また、潤滑油排出口 2 2 b から減速部 B に供給される潤滑油量は、回転ポンプ 5 1 の排出量に比例して多くなる。すなわち、減速部 B への潤滑油の供給量および排出量は、いずれもインホイールモータ駆動装置 2 1 の回転数によって変化するので、常にスムーズに潤滑油を循環させることができる。

10

【 0 0 5 8 】

さらに、循環油路 4 5 を流れる潤滑油の一部は、ケーシング 2 2 とモータ側回転部材 2 5 との間から転がり軸受 3 6 a を潤滑すると共に、モータ部 A を冷却する冷却液としても機能する。また、転がり軸受 3 6 b は、回転ポンプ 5 1 の段付部 5 2 c とケーシング 2 2 の間からの潤滑油により潤滑される。

【 0 0 5 9 】

このように、モータ側回転部材 2 5 から減速部 B に潤滑油を供給することにより、モータ側回転部材 2 5 周辺の潤滑油量不足を解消することができる。また、回転ポンプ 5 1 によって強制的に潤滑油を排出することによって、攪拌抵抗を抑えて減速部 B のトルク損失を低減することができる。さらに、回転ポンプ 5 1 をケーシング 2 2 内に配置することによって、インホイールモータ駆動装置 2 1 全体としての大型化を防止することができる。

20

【 0 0 6 0 】

また、ケーシング 2 2 の内部を軸方向に往復 (この実施形態では 2 . 5 往復) する循環油路 4 5 を設けることによって、冷却水路 2 2 e と接する機会が増加する。その結果、潤滑油を十分に冷却してから径方向油路 4 8 b に還流することができる。なお、循環油路 4 5 の往復回数 (2 . 5 往復) や軸方向油路 4 6 の本数 (2 5 本) は、任意に設定することが可能である。また、冷却水路 2 2 e には、水に限らずあらゆる冷却液を流すことができる。

30

【 0 0 6 1 】

車輪ハブ軸受部 C は、車輪側回転部材 2 8 に固定連結された車輪ハブ 3 2 と、車輪ハブ 3 2 をケーシング 2 2 に対して回転自在に保持する車輪ハブ軸受 3 3 とを備える。車輪ハブ 3 2 は、円筒形状の中空部 3 2 a とフランジ部 3 2 b とを有する。フランジ部 3 2 b にはボルト 3 2 c によって駆動輪 1 4 が固定連結される。また、車輪側回転部材 2 8 の軸部 2 8 b の外径面にはスプラインおよび雄ねじが形成されている。また、車輪ハブ 3 2 の中空部 3 2 a の内径面にはスプライン穴が形成されている。そして、車輪ハブ 3 2 の内径面に車輪側回転部材 2 8 を螺合し、先端をナット 3 2 d でとめることによって、両者を締結している。

40

【 0 0 6 2 】

車輪ハブ軸受 3 3 は、車輪ハブ 3 2 の外径面に嵌合固定される内輪 3 3 a と、ケーシング 2 2 の内径面に嵌合固定される外輪 3 3 b と、内輪 3 3 a および外輪 3 3 b の間に配置される転動体としての複数の玉 3 3 c と、隣接する玉 3 3 c の間隔を保持する保持器 3 3 d と、車輪ハブ軸受 3 3 の軸方向両端部を密封する密封部材 3 3 e とを備える複列アンギュラ玉軸受である。

【 0 0 6 3 】

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。

【 0 0 6 4 】

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

50

る電磁力を受けて、永久磁石または磁性体によって構成されるロータ24が回転する。これにより、ロータ24に接続されたモータ側回転部材25が回転すると、曲線板26a, 26bはモータ側回転部材25の回転軸心を中心として公転運動する。このとき、外ピン27が、曲線板26a, 26bの曲線形状の波形と係合して、曲線板26a, 26bをモータ側回転部材25の回転とは逆向きに自転運動させる。

【0065】

貫通孔30aに挿通する内ピン31は、曲線板26a, 26bの自転運動に伴って貫通孔30aの内壁面と当接する。これにより、曲線板26a, 26bの公転運動が内ピン31に伝わらず、曲線板26a, 26b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。

10

【0066】

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。

【0067】

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26a, 26b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。

【0068】

20

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に針状ころ軸受27a, 31aを設けたことにより、曲線板26a, 26bとの間の摩擦抵抗が低減されるので、減速部Bの伝達効率が向上する。

【0069】

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。

【0070】

30

また、上記の実施形態においては、潤滑油供給口25dを偏心部25a, 25bに設けた例を示したが、これに限ることなく、モータ側回転部材25の任意の位置に設けることができる。ただし、転がり軸受41に安定して潤滑油を供給する観点からは、潤滑油供給口25dは偏心部25a, 25bに設けるのが望ましい。

【0071】

また、上記の実施形態においては、回転ポンプ51を車輪側回転部材28の回転を利用して駆動した例を示したが、回転ポンプ51はモータ側回転部材25の回転を利用して駆動することもできる。しかし、モータ側回転部材25の回転数は車輪側回転部材28と比較して大きい(上記の実施形態では11倍)ので、回転ポンプ51の耐久性が低下するおそれがある。また、車輪側回転部材28に接続しても十分な排出量を確保することができる。これらの観点から、回転ポンプ51は車輪側回転部材28の回転を利用して駆動するのが望ましい。

40

【0072】

また、上記の実施形態においては、回転ポンプ51としてサイクロイドポンプの例を示したが、これに限ることなく、車輪側回転部材28の回転を利用して駆動するあらゆる回転型ポンプを採用することができる。さらには、回転ポンプ51を省略して、遠心力のみによって潤滑油を循環させるようにしてもよい。

【0073】

また、上記の実施形態においては、減速部Bの曲線板26a, 26b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

50

3枚設ける場合は、120°位相を変えて設けるとよい。

【0074】

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26a, 26bに設けられた貫通孔30a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、車輪側回転部材に形成された穴とで構成される運動変換機構であってもよい。

【0075】

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。

10

【0076】

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。

【0077】

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をロックするパーキングブレーキであってもよい。

20

【0078】

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。

30

【0079】

また、上記の実施形態において、曲線板26a, 26bを支持する軸受として円筒ころ軸受の例を示したが、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。

【0080】

ただし、深溝玉軸受は、円筒ころ軸受と比較して許容限界回転数は高い反面、負荷容量が低い。そのため、必要な負荷容量を得るためには、大型の深溝玉軸受を採用しなければならない。したがって、インホイールモータ駆動装置21のコンパクト化の観点からは、転がり軸受41には円筒ころ軸受が好適である。

40

【0081】

また、上記の各実施形態においては、モータ部Aにラジ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とを備えるアキシアルギャップモータであってもよい。

【0082】

50

また、上記の各実施形態においては、減速部 B にサイクロイド減速機構を採用したインホイールモータ駆動装置 21 の例を示したが、これに限ることなく、任意の減速機構を採用することができる。例えば、遊星歯車減速機構や平行軸歯車減速機構等が該当する。

【0083】

さらに、図 8 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。

【0084】

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】

【0085】

【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を示す図である。

【図 2】図 1 の I I - I I における断面図である。

【図 3】図 1 の偏心部周辺の拡大図である。

【図 4】図 1 の I V - I V における断面図である。

【図 5】図 1 の V - V における断面図である。

【図 6】図 1 の V I - V I における断面図である。

【図 7】図 1 の回転ポンプの断面図である。

【図 8】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 9】図 8 の電気自動車の後方断面図である。

【図 10】従来のインホイールモータ駆動装置を示す図である。

【符号の説明】

【0086】

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、21, 101 インホイールモータ駆動装置、22, 102 ケーシング、22a 外方部材、22b 潤滑油排出口、22d 潤滑油貯留部、22e 冷却水路、22f 空気抜きプラグ、23 ステータ、24 ロータ、24a ロータ部、28a, 32b フランジ部、24b, 32a 中空部、28b 軸部、25, 106 モータ側回転部材、25a, 25b, 106a, 106b 偏心部、25c 潤滑油路、25d 潤滑油供給口、26a, 26b, 107a, 107b 曲線板、27, 108 外ピン、27a, 31a 針状ころ軸受、28, 110 車輪側回転部材、29 カウンタウェイト、30a, 30b 貫通孔、31, 109 内ピン、31b スタビライザ、31c 円環部、31d 円筒部、32 車輪ハブ、32d ナット、33 車輪ハブ軸受、33a 内輪、33b 外輪、33c 玉、33d 保持器、33e 密封部材、42a 内側軌道面、42b 鏢部、42c 開口部、43 外側軌道面、36a, 36b, 41, 111 転がり軸受、42 内輪部材、44 円筒ころ、45 循環油路、46a ~ 46y 軸方向油路、47a ~ 47f 周方向油路、48a, 48b 径方向油路、49 仕切り部材、51 回転ポンプ、52 インナーロータ、52a, 53a 歯先部分、52b, 53b 歯溝部分、52c 段付部、54 ポンプ室、55 吸入口、56 吐出口。

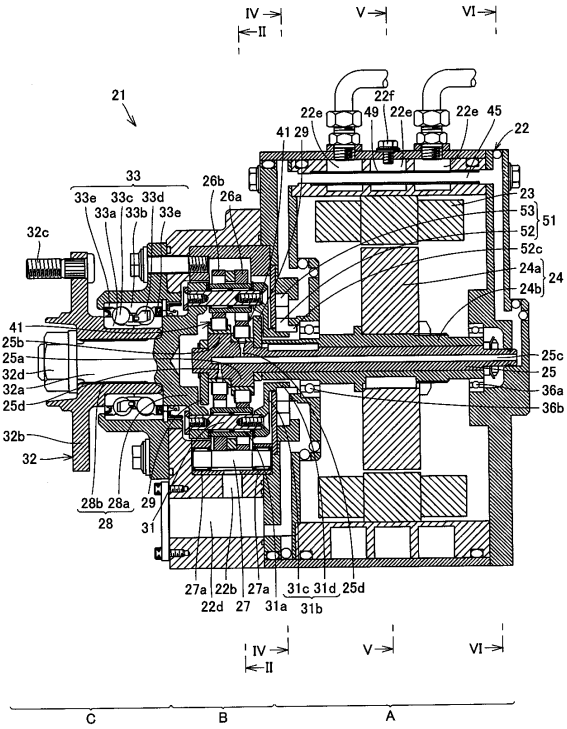
10

20

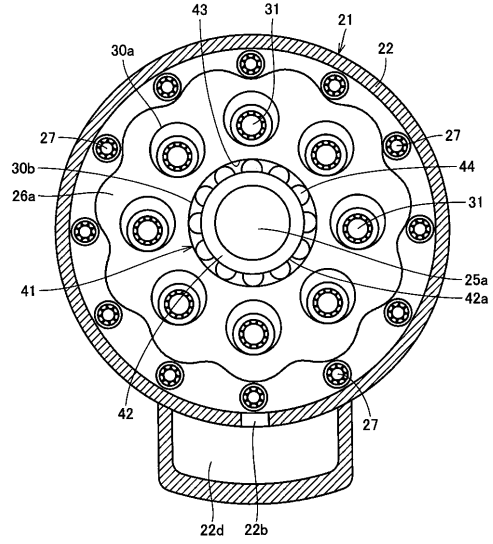
30

40

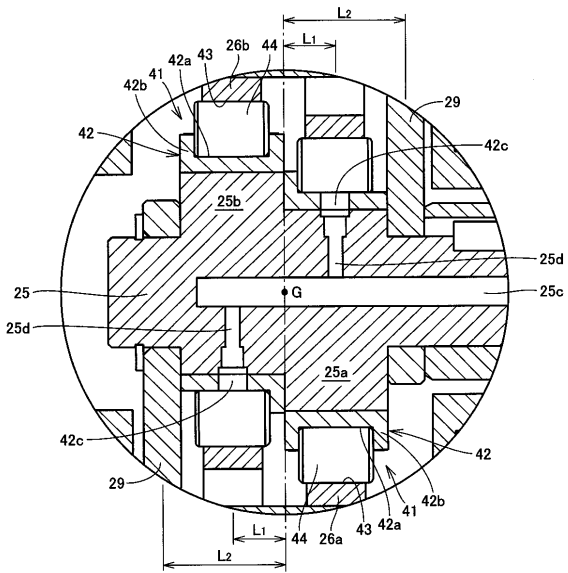
【図1】



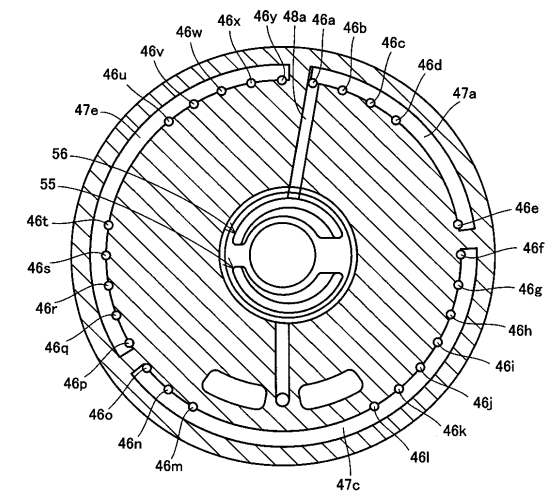
【図2】



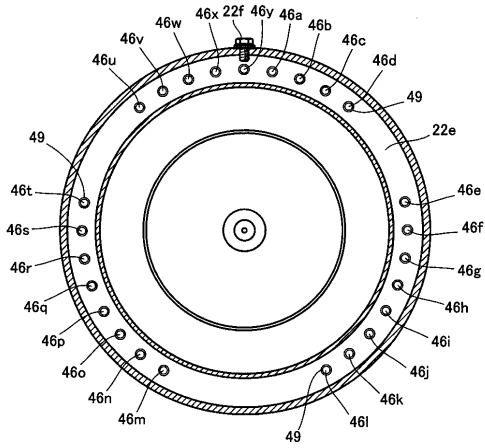
【図3】



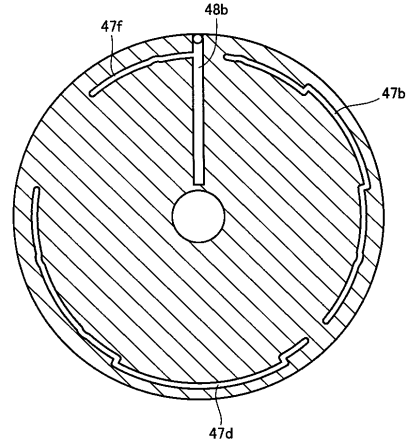
【図4】



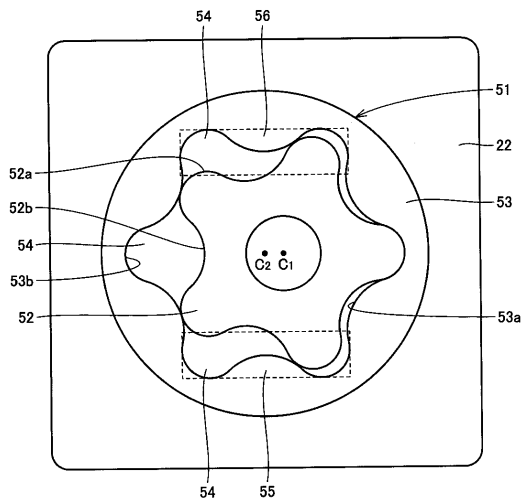
【図5】



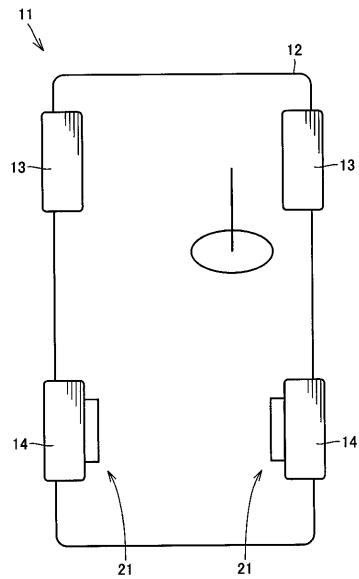
【図6】



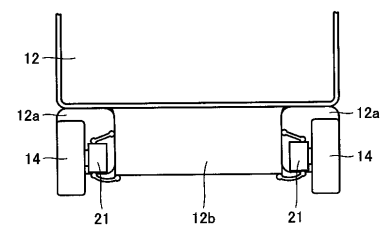
【図7】



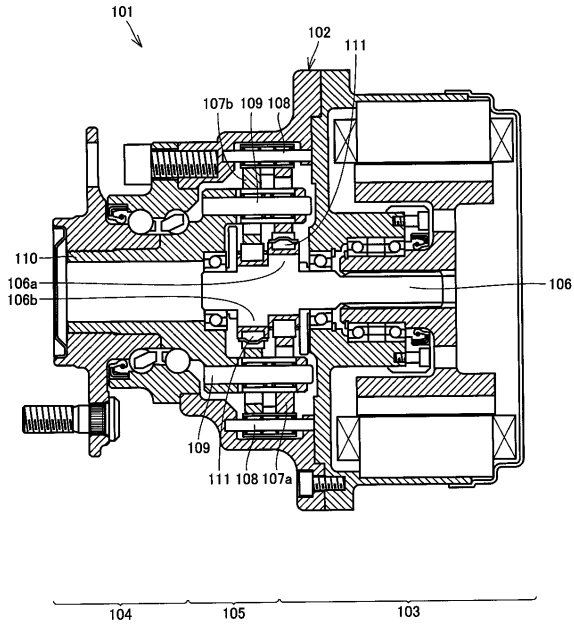
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 牧野 智昭
静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内
- (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
- (72)発明者 飯尾 能將
静岡県浜松市南区高塚町300番地 スズキ株式会社内

審査官 小林 忠志

- (56)参考文献 特開2007-237927(JP,A)
特開2003-247628(JP,A)
特開2007-120510(JP,A)
実開平02-074645(JP,U)
特開2005-067416(JP,A)
特開2006-336702(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 57/00 - 57/12
F16H 1/28 - 1/48
F16H 48/00 - 48/42
H02K 7/00 - 7/20