

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6295064号
(P6295064)

(45) 発行日 平成30年3月14日(2018.3.14)

(24) 登録日 平成30年2月23日(2018.2.23)

(51) Int.Cl. F I
B 6 2 M 6/50 (2010.01) B 6 2 M 6/50
B 6 2 M 6/70 (2010.01) B 6 2 M 6/70

請求項の数 9 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2013-239246 (P2013-239246)	(73) 特許権者	000010076
(22) 出願日	平成25年11月19日(2013.11.19)		ヤマハ発動機株式会社
(65) 公開番号	特開2014-139065 (P2014-139065A)		静岡県磐田市新貝2500番地
(43) 公開日	平成26年7月31日(2014.7.31)	(74) 代理人	100104444
審査請求日	平成28年10月18日(2016.10.18)		弁理士 上羽 秀敏
(31) 優先権主張番号	特願2012-275111 (P2012-275111)	(74) 代理人	100112715
(32) 優先日	平成24年12月17日(2012.12.17)		弁理士 松山 隆夫
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100125704
			弁理士 坂根 剛
		(74) 代理人	100120662
			弁理士 川上 桂子
		(74) 代理人	100171767
			弁理士 吉永 元貴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動ユニット及び電動補助自転車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動補助自転車に用いられる駆動ユニットであって、
 ハウジングと、
 前記ハウジングを貫通して配置されるクランクシャフトと、
 前記ハウジング内に配置され、前記クランクシャフトに発生するトルクを検出する磁歪式のトルク検出装置と、
 前記トルク検出装置を含み、前記クランクシャフトと同軸上に配置され且つ前記クランクシャフトとともに回転する回転部材と、
 前記ハウジング内に配置され、前記クランクシャフトの回転を検出する回転検出装置とを備え、
 前記回転部材は、
 前記回転部材の軸方向一方の端部に配置され、前記ハウジング内で前記クランクシャフトに連結される連結軸部と、
 前記回転部材の軸方向他方の端部に配置され、駆動スプロケットが取り付けられる出力軸部とを含み、
 前記回転検出装置は、
 前記回転部材に設けられ、前記ハウジング内において前記クランクシャフトの中心軸線周りに位置する被検出部と、
 前記被検出部が前記回転部材とともに回転することを検出する検出部とを含み、

10

20

前記被検出部は、前記クランクシャフトの軸方向で、前記トルク検出装置とは異なる位置に設けられ、

前記トルク検出装置は、前記連結軸部に取り付けられており、

前記ハウジングは、前記クランクシャフトの軸方向で重ね合わせられる第1ハウジング部及び第2ハウジング部を含み、

前記被検出部の少なくとも一部は、第1ハウジング部と第2ハウジング部との重ね合わせ面よりも前記駆動スプロケット側に位置する、駆動ユニット。

【請求項2】

電動補助自転車に用いられる駆動ユニットであって、

ハウジングと、

前記ハウジングを貫通して配置されるクランクシャフトと、

前記ハウジング内に配置され、前記クランクシャフトに発生するトルクを検出する磁歪式のトルク検出装置と、

前記トルク検出装置を含み、前記クランクシャフトと同軸上に配置され且つ前記クランクシャフトとともに回転する回転部材と、

前記ハウジング内に配置され、前記クランクシャフトの回転を検出する回転検出装置とを備え、

前記回転部材は、

前記回転部材の軸方向一方の端部に配置され、前記ハウジング内で前記クランクシャフトに連結される連結軸部と、

前記回転部材の軸方向他方の端部に配置され、駆動スプロケットが取り付けられる出力軸部とを含み、

前記回転検出装置は、

前記回転部材に設けられ、前記ハウジング内において前記クランクシャフトの中心軸線周りに位置する被検出部と、

前記被検出部が前記回転部材とともに回転することを検出する検出部とを含み、

前記被検出部は、前記クランクシャフトの軸方向で、前記トルク検出装置とは異なる位置に設けられ、

前記回転部材は、

前記トルク検出装置よりも前記駆動スプロケットの近くに配置され、前記駆動スプロケットを前記クランクシャフトの中心軸線周りで第1の方向に回転させる回転力を前記駆動スプロケットに伝達し、前記駆動スプロケットを前記第1の方向とは反対の方向に回転させる回転力を前記駆動スプロケットに伝達しないワンウェイクラッチをさらに含み、

前記ワンウェイクラッチは、前記連結軸部とともに回転する駆動部材と、前記出力軸部とともに回転する従動部材と、を含み、

前記被検出部は、前記クランクシャフトの軸方向で、前記トルク検出装置に対して前記ワンウェイクラッチとは反対側の前記連結軸部に配置される、駆動ユニット。

【請求項3】

請求項2に記載の駆動ユニットであって、

前記被検出部は、前記連結軸部の外周面に直接取り付けられる、駆動ユニット。

【請求項4】

請求項2または3に記載の駆動ユニットであって、

前記検出部は、前記クランクシャフトの中心軸線と平行に延び、前記ハウジングに取り付けられた支持部材を介して前記ハウジングに取り付けられる、駆動ユニット。

【請求項5】

電動補助自転車に用いられる駆動ユニットであって、

ハウジングと、

前記ハウジングを貫通して配置されるクランクシャフトと、

前記ハウジング内に配置され、前記クランクシャフトに発生するトルクを検出する磁歪式のトルク検出装置と、

10

20

30

40

50

前記トルク検出装置を含み、前記クランクシャフトと同軸上に配置され且つ前記クランクシャフトとともに回転する回転部材と、

前記ハウジング内に配置され、前記クランクシャフトの回転を検出する回転検出装置とを備え、

前記回転部材は、

前記回転部材の軸方向一方の端部に配置され、前記ハウジング内で前記クランクシャフトに連結される連結軸部と、

前記回転部材の軸方向他方の端部に配置され、駆動プロケットが取り付けられる出力軸部とを含み、

前記回転検出装置は、

前記回転部材に設けられ、前記ハウジング内において前記クランクシャフトの中心軸線周りに位置する被検出部と、

前記被検出部が前記回転部材とともに回転することを検出する検出部とを含み、

前記被検出部は、前記クランクシャフトの軸方向で、前記トルク検出装置とは異なる位置に設けられ、

前記回転部材は、

前記トルク検出装置よりも前記駆動プロケットの近くに配置され、前記駆動プロケットを前記クランクシャフトの中心軸線周りで第1の方向に回転させる回転力を前記駆動プロケットに伝達し、前記駆動プロケットを前記第1の方向とは反対の方向に回転させる回転力を前記駆動プロケットに伝達しないワンウェイクラッチをさらに含み、

前記トルク検出装置は、前記連結軸部に対して相対回転する取付軸部と、前記取付軸部の外周面に配置されるコイルと、前記連結軸部とともに回転しないように前記ハウジングに取り付けられるシールドを含み、

前記検出部は、前記シールドに取り付けられる、駆動ユニット。

【請求項6】

請求項5に記載の駆動ユニットであって、

前記被検出部は、前記クランクシャフトの軸方向で、前記トルク検出装置とは異なる位置に取り付けられる、駆動ユニット。

【請求項7】

請求項5または6に記載の駆動ユニットであって、

前記被検出部は、前記連結軸部に取り付けられる、駆動ユニット。

【請求項8】

請求項5から7の何れか1項に記載の駆動ユニットであって、

前記ハウジングは、前記クランクシャフトの軸方向で重ね合わせられる第1ハウジング部及び第2ハウジング部を含み、

前記被検出部は、前記トルク検出装置よりも、前記第1ハウジング部と前記第2ハウジング部との重ね合わせ面の近くに配置される、駆動ユニット。

【請求項9】

請求項1～8の何れか1項に記載の駆動ユニットを備える電動補助自転車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動補助自転車に用いられる駆動ユニット及び当該駆動ユニットを備える電動補助自転車に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、運転者がペダルを漕ぐ力（以下、踏力と称する）を電動モータの駆動力によってアシストする電動補助自転車が提案されている。電動補助自転車は、トルク検出装置を備える。トルク検出装置は、運転者がペダルを漕ぐときにクランクシャフトに発生するトルクを検出する。電動補助自転車においては、予め定められた基準値以上のトルクが一定期

10

20

30

40

50

間継続して発生すると、踏力を電動モータの駆動力によってアシストする。

【0003】

ところで、電動補助自転車においては、トルク検出装置の他に、クランクシャフトの回転を検出する回転検出装置を備えるものがある。例えば、特開平8-58670号公報には、踏力検出手段と、クランク軸回転数センサとを備える電動補助自転車が開示されている。踏力検出手段は、踏力によるねじれを軸方向の変位に変換するトルク-変位変換手段と、変位に応じた電気信号を出力するストロークセンサとで構成される。トルク-変位変換手段は、クランク軸と一体に回転するスライダインナの端面に形成した凸状のカム面と、駆動部材の端面に形成した凹状のカム面とを係合させて構成している。クランク軸回転数センサは、クランク軸とトーシヨンバーの頭部とを結合するカラーの外周に形成された歯部を光学的もしくは磁氣的に検出して検出パルスを出力する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平8-58670号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述のように、電動補助自転車においては、踏力を電動モータの駆動力によってアシストする。運転者のペダリングに応じたアシストを行うためには、例えば、トルク検出装置の他に回転検出装置を設けるとともに、当該回転検出装置の検出分解能を向上させることが考えられる。

20

【0006】

上記公報において、クランク軸回転数センサの検出分解能を向上させるには、歯部の数を多くする必要がある。しかしながら、上記公報では、クランク軸とトーシヨンバーの頭部とを結合するカラーに歯部が形成されている。そのため、歯部の数を多くして、検出分解能を向上させることは難しい。

【0007】

本発明の目的は、電動補助自転車に用いられ、トルク検出装置の他に回転検出装置を備える駆動ユニットにおいて、回転検出装置の検出分解能を向上させることである。

30

【0008】

また、本発明は、上記駆動ユニットを備える電動補助自転車を提供することも、目的とする。

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

【0009】

本発明の駆動ユニットは、電動補助自転車に用いられ、ハウジング、クランクシャフト、磁歪式のトルク検出装置、回転部材及び磁気式の回転検出装置を備える。

【0010】

クランクシャフトは、ハウジングを貫通して配置される。トルク検出装置は、ハウジング内に配置され、クランクシャフトに発生するトルクを検出する。回転部材は、トルク検出装置を含み、クランクシャフトと同軸上に配置され且つクランクシャフトとともに回転する。回転検出装置は、ハウジング内に配置され、クランクシャフトの回転を検出する。

40

【0011】

回転部材は、連結軸部及び出力軸部を含む。連結軸部は、回転部材の軸方向一方の端部に配置され、ハウジング内でクランクシャフトに連結される。出力軸部は、回転部材の軸方向他方の端部に配置され、駆動スプロケットが取り付けられる。

【0012】

回転検出装置は、被検出部及び検出部を含む。被検出部は、回転部材に設けられ、ハウジング内においてクランクシャフトの中心軸線周りに位置する。検出部は、被検出部が回転部材とともに回転することを検出する。被検出部は、クランクシャフトの軸方向で、ト

50

ルク検出装置とは異なる位置に設けられる。

【 0 0 1 3 】

本発明の駆動ユニットによれば、回転検出装置の検出分解能を向上させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態による電動補助自転車の概略構成を示す右側面図である。

【 図 2 】 駆動ユニット及び従動スプロケットの概略構成を示す図である。

【 図 3 】 図 2 における I I I - I I I 断面図である。

10

【 図 4 】 クランクシャフトが挿入された回転部材の側面図である。

【 図 5 】 クランクシャフトが挿入された回転部材の断面図である。

【 図 6 】 図 5 の一部を拡大して示す断面図である。

【 図 7 】 本発明の第 2 の実施形態による電動補助自転車が備える駆動ユニットを示す断面図である。

【 図 8 】 図 7 の一部を拡大して示す断面図である。

【 図 9 】 本発明の第 3 の実施形態による電動補助自転車が備える駆動ユニットを示す断面図である。

【 図 1 0 】 図 9 の一部を拡大して示す断面図である。

【 図 1 1 】 本発明の第 4 の実施形態による電動補助自転車が備える駆動ユニットを示す断面図である。

20

【 図 1 2 】 図 1 1 の一部を拡大して示す断面図である。

【 図 1 3 】 本発明の第 5 の実施形態による電動補助自転車が備える駆動ユニットを示す断面図である。

【 図 1 4 】 図 1 3 の一部を拡大して示す断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態に係る駆動ユニット及び電動補助自転車について説明する。図中、同一又は相当部分には、同一符号を付して、その部材についての説明は繰り返さない。また、各図中の構成部材の寸法は、実際の構成部材の寸法及び各構成部材の寸法比率等を忠実に表したのではない。なお、以下の説明において、前方、後方、左方及び右方は、サドル 1 8 に着座し且つハンドル 1 6 を握った状態の運転者から見た前方、後方、左方及び右方を意味する。

30

【 0 0 1 6 】

[第 1 の実施形態]

図 1 及び図 2 を参照しながら、本発明の第 1 の実施形態による電動補助自転車 1 0 について説明する。図 1 は、電動補助自転車 1 0 の概略構成を示す右側面図である。図 2 は、電動補助自転車 1 0 が備える駆動ユニット 5 0 及び従動スプロケット 2 6 の概略構成を示す図である。

【 0 0 1 7 】

40

[電動補助自転車の全体構成]

図 1 に示すように、電動補助自転車 1 0 は、車体フレーム 1 2、前輪 1 4 F、後輪 1 4 R、ハンドル 1 6、サドル 1 8 及び駆動ユニット 5 0 を備える。

【 0 0 1 8 】

車体フレーム 1 2 は、ヘッドパイプ 1 2 A、ダウンフレーム 1 2 B、シートフレーム 1 2 C、ブラケット 1 2 D (図 2 参照)、一对のチェーンステイ 1 2 E 及び一对のシートステイ 1 2 F を含む。

【 0 0 1 9 】

ヘッドパイプ 1 2 A は、電動補助自転車 1 0 の前部に配置され、上下方向に延びる。ヘッドパイプ 1 2 A には、ステム 2 0 が回転自在に挿入される。ステム 2 0 の上端には、ハ

50

ンドル 18 が固定される。ステム 20 の下端には、フロントフォーク 22 が固定される。フロントフォーク 22 の下端には、前輪 14 F が回転可能に取り付けられる。

【 0020 】

ダウンフレーム 12 B は、ヘッドパイプ 12 A の後方に配置され、前後方向に延びる。ダウンフレーム 12 B の前端は、ヘッドパイプ 12 A に接続される。ダウンフレーム 12 B の後端は、上下方向に延びるシートフレーム 12 C の下端部に接続される。

【 0021 】

シートフレーム 12 C には、シートパイプ 24 が挿入される。シートパイプ 24 の上端には、サドル 18 が取り付けられる。

【 0022 】

図 2 に示すように、ブラケット 12 D は、シートフレーム 12 C の後方に取り付けられる。ブラケット 12 D の後方には、一对のチェーンステイ 12 E が取り付けられる。

【 0023 】

図 1 に示すように、一对のチェーンステイ 12 E は、それぞれ、前後方向に延びる。一对のチェーンステイ 12 E の間には、後輪 14 R が配置される。各チェーンステイ 12 E の後端において、後輪 14 R が回転可能に取り付けられる。後輪 14 R の右側には、従動スプロケット 26 が配置される。従動スプロケット 26 は、図示しないワンウェイクラッチを介して、後輪 14 R に連結される。

【 0024 】

一对のシートステイ 12 F は、それぞれ、前後方向に延びる。各シートステイ 12 F の前端は、シートフレーム 12 C の上端部に接続される。後輪 14 R よりも右側に配置されるシートステイ 12 F の後端は、後輪 14 R よりも右側に配置されるチェーンステイ 12 E の後端に接続される。後輪 14 R よりも左側に配置されるシートステイ 12 F の後端は、後輪 14 R よりも左側に配置されるチェーンステイ 12 E の後端に接続される。

【 0025 】

図 2 に示すように、ブラケット 12 D には、複数の締結金具 28 により、駆動ユニット 50 が固定される。駆動ユニット 50 の詳細については、後述する。

【 0026 】

図 1 及び図 2 に示すように、駆動ユニット 50 が備える駆動スプロケット 58 及び従動スプロケット 26 には、無端状のチェーン 30 が巻き掛けられる。

【 0027 】

図 1 に示すように、車体フレーム 12 には、チェーンカバー 32 が取り付けられる。チェーンカバー 32 は、駆動ユニット 50 及びチェーン 30 を覆う。チェーンカバー 32 は、メインカバー 32 A 及びサブカバー 32 B を含む。メインカバー 32 A は、駆動スプロケットを右側から覆い、且つ、前後方向に延びる。サブカバー 32 B は、駆動ユニット 50 の後部を右側から覆う。

【 0028 】

図 1 に示すように、駆動ユニット 50 が備えるクランクシャフト 54 の軸方向一端にはクランクアーム 34 R の一端部が取り付けられ、軸方向他端にはクランクアーム 34 L の一端部が取り付けられる。クランクアーム 34 R の他端部にはペダル 36 R が取り付けられ、クランクアーム 34 L の他端部には、ペダル 36 L が取り付けられる。

【 0029 】

図 1 に示すように、シートフレーム 12 C の後方には、駆動ユニット 50 の電動モータ (図 3 参照) に電力を供給するバッテリーユニット 38 が配置される。バッテリーユニット 38 は、バッテリー及び制御部を備える。バッテリーは、充放電可能な充電電池である。制御部は、バッテリーの充放電を制御するとともに、バッテリーの出力電流及び残量等を監視する。

【 0030 】

[駆動ユニット]

続いて、図 3 を参照しながら、駆動ユニット 50 について説明する。図 3 は、駆動ユニット 50 の概略構成を示す縦断面図であって、図 2 における I I I - I I I 断面図である

10

20

30

40

50

。

【0031】

駆動ユニット50は、ハウジング52、クランクシャフト54、回転部材56、駆動力発生部60、補助スプロケット62及びチェーンテンシヨナ64を備える。

【0032】

ハウジング52は、第1ハウジング部52A及び第2ハウジング部52Bを含む。第1ハウジング部52Aと第2ハウジング部52Bは、左右方向から組み付けられ、複数の締結金具66により、互いに固定される。ハウジング52は、複数の締結金具28により、ブラケット12Dに取り付けられる。

【0033】

ハウジング52について、もう少し詳しく説明する。第1ハウジング部52Aは、重ね合わせ面53Aを有する。第2ハウジング部52Bは、重ね合わせ面53Bを有する。重ね合わせ面53A及び重ね合わせ面53Bは、それぞれ、クランクシャフト54の軸方向に対して垂直な面である。第1ハウジング部52Aと第2ハウジング部52Bとが組み付けられた状態では、重ね合わせ面53Aと重ね合わせ面53Bとが重ね合わせられる。つまり、第1ハウジング部52Aと第2ハウジング部52Bは、クランクシャフト54の軸方向で重ね合わせられる。

【0034】

第1ハウジング部52A及び第2ハウジング部52Bは、それぞれ、鋳造により成形される。本実施形態では、第1ハウジング部52A及び第2ハウジング部52Bは、それぞれ、ダイキャストにより成形される。

【0035】

クランクシャフト54は、ハウジング52の前端部において、ハウジング52を左右方向に貫通して配置される。クランクシャフト54は、第1軸受68L及び第2軸受68Rにより、回転可能に支持される。第1軸受68Lは、回転部材56よりもクランクシャフト54の軸方向一端側（左端側）に配置され、第1ハウジング部52に固定される。第2軸受68Rは、第1軸受68Lよりもクランクシャフト54の軸方向他端側（右端側）に配置され、第2ハウジング部52Bに固定される。

【0036】

ここで、本実施形態では、第1ハウジング部52A及び第2ハウジング部52Bが、それぞれ、ダイキャストにより成形される。そのため、第1ハウジング部52Aにおいて第1軸受68Lを支持する部分の近くには、型抜きを容易にするための勾配55Aが形成され、第2ハウジング部52Bにおいて第2軸受68Rを支持する部分の近くには、型抜きを容易にするための勾配55Bが形成される。

【0037】

クランクシャフト54は、回転部材56を貫通して配置される。駆動スプロケット58は、ハウジング52の外側であって且つハウジング52よりも右側に配置され、回転部材56とともに回転する。回転部材56の詳細については、後述する。

【0038】

駆動力発生部60は、ハウジング52内でクランクシャフト54よりも後方に配置される。駆動力発生部60は、電動モータ60A及び出力部材60Bを含む。

【0039】

電動モータ60Aは、図示しない制御装置から出力される制御信号に基づいて、電動補助自転車10の走行をアシストするための補助駆動力を発生する。また、電動モータ60Aは、運転者が選択するアシストモードに応じて、補助駆動力を変化させる。

【0040】

電動モータ60Aは、ステータ70、ロータ72及び回転軸74を備える。ステータ70は、第1ハウジング部52Aに固定される。第1ハウジング部52Aには、電動モータ60Aを左側から覆うカバー76が取り付けられる。ロータ72は、ステータ70の内側に配置される。回転軸74は、ロータ72を貫通して配置され、ロータ72に固定される

10

20

30

40

50

。回転軸 7 4 は、軸受 7 8 L , 7 8 R により、回転可能に支持される。軸受 7 8 L は、ロータ 7 2 よりも軸方向一端側（左端側）に配置され、カバー 7 6 に固定される。軸受 7 8 R は、ロータ 7 2 よりも軸方向他端側（右端側）に配置され、第 1 ハウジング部 5 2 A に固定される。回転軸 7 4 の軸方向他端部には、ギア 7 4 A が形成される。

【 0 0 4 1 】

出力部材 6 0 B は、ハウジング 5 2 内でクランクシャフト 5 4 よりも後方に配置される。出力部材 6 0 B は、出力軸 8 0 及び出力ギア 8 2 を備える。

【 0 0 4 2 】

出力軸 8 0 は、回転軸 7 4 よりも後方に配置される。出力軸 8 0 は、軸受 8 4 L , 8 4 R により、回転可能に支持される。軸受 8 4 L は、出力軸 8 0 の軸方向一端（左端）に配置され、第 1 ハウジング部 5 2 A に固定される。軸受 8 4 R は、軸受 8 4 L よりも出力軸 8 0 の軸方向他端側（右端側）に配置され、第 2 ハウジング部 5 2 B に固定される。

10

【 0 0 4 3 】

出力軸 8 0 は、出力ギア 8 2 を貫通して配置される。出力ギア 8 2 は、軸受 8 4 L と軸受 8 4 R との間に配置される。出力ギア 8 2 は、ギア 7 4 A と噛み合う。これにより、電動モータ 6 0 A で発生した補助駆動力が回転軸 7 4 から出力ギア 8 2 に伝達される。その結果、出力ギア 8 2 が回転する。ここで、回転軸 6 4 は、前転する方向に回転する。その結果、出力ギア 8 2 は後転する。

【 0 0 4 4 】

出力軸 8 0 と出力ギア 8 2 との間には、ラチェット機構 8 6 が設けられる。その結果、出力ギア 8 2 の後転方向の回転力は出力軸 8 0 に伝達されるが、出力ギア 8 2 の前転方向の回転力は出力軸 8 0 に伝達されない。

20

【 0 0 4 5 】

補助スプロケット 6 2 は、出力軸 8 0 の軸方向他端部に固定され、ハウジング 5 2 の外側であって且つハウジング 5 2 よりも右側に配置される。電動モータ 6 0 A で発生した補助駆動力は、出力軸 8 0 から補助スプロケット 6 2 に伝達される。その結果、補助スプロケット 6 2 が後転する。

【 0 0 4 6 】

チェーンテンシヨナ 6 4 は、第 2 ハウジング部 5 2 B の右側面の後端部に配置される。図 2 に示すように、チェーンテンシヨナ 6 4 の一端は、引張ばね 8 8 を介して、第 2 ハウジング部 5 2 B に取り付けられる。チェーンテンシヨナ 6 4 の他端は、支持ボルト 9 0 により、第 2 ハウジング部 5 2 B に対して回転可能に取り付けられる。チェーンテンシヨナ 6 4 には、支持ボルト 6 4 A に対して回転可能なテンションスプロケット 6 4 B が設けられている。テンションスプロケット 6 4 B には、チェーン 3 0 が巻き掛けられている。チェーン 3 0 は、テンションスプロケット 6 4 B を後方に押す。そのため、チェーン 3 0 には、適度な張力が付与される。

30

【 0 0 4 7 】

[回転部材]

続いて、図 4 ~ 図 6 を参照しながら、回転部材 5 6 について説明する。図 4 は、クランクシャフト 5 4 が挿入された回転部材 5 6 の側面図である。図 5 は、クランクシャフト 5 4 が挿入された回転部材 5 6 の断面図である。図 6 は、図 5 の一部を拡大して示す断面図である。

40

【 0 0 4 8 】

図 4 及び図 5 に示すように、回転部材 5 6 は、クランクシャフト 5 4 と同軸上に配置され、且つ、クランクシャフト 5 4 とともに回転する。回転部材 5 6 は、連結軸部 5 6 A、トルク検出装置 5 6 B 及びワンウェイクラッチ 5 6 C を含む。

【 0 0 4 9 】

連結軸部 5 6 A は、回転部材 5 6 の軸方向一方の端部（左端部）に配置され、ハウジング 5 2 内に位置する（図 3 参照）。連結軸部 5 6 A は、図 5 に示すように、円筒形状を有する。連結軸部 5 6 A には、クランクシャフト 5 4 が挿入される。連結軸部 5 6 A は、ク

50

ランクシャフト54と同軸に配置される。

【0050】

図5及び図6に示すように、連結軸部56Aの軸方向一端部の内周面には、セレーシオン92が形成される。セレーシオン92は、クランクシャフト54の外周面に形成されたセレーシオン54Aと噛み合う。これにより、連結軸部56Aは、クランクシャフト54に連結される。その結果、クランクシャフト54が前転方向及び後転方向の何れに回転しても、連結軸部56Aはクランクシャフト54とともに回転する。なお、連結軸部56Aの軸方向他端部とクランクシャフト54との間には、すべり軸受106が配置される。

【0051】

トルク検出装置56Bは、図3に示すように、ハウジング52内に配置され、運転者がペダル36R, 36L(図1参照)を漕ぐときにクランクシャフト54に発生するトルクを検出する。トルク検出装置56Bは、連結軸部56Aに設けられる。トルク検出装置56Bは、磁歪式のトルクセンサである。トルク検出装置56Bは、図5及び図6に示すように、取付軸部94、コイル96、検出部98及びシールド100を含む。

【0052】

図5及び図6に示すように、取付軸部94は、連結軸部56Aの外周面に取り付けられ、連結軸部56Aに対して相対回転する。つまり、取付軸部94は、連結軸部56Aとともに回転しない。コイル96は、取付軸部94の外周面に配置される。検出部98は、連結軸部56Aの歪みに起因するコイル96の電圧変化を検出することにより、クランクシャフト54に発生するトルクを検出する。検出部98は、検出したトルクを制御装置(図示せず)に出力する。制御装置は、検出部98が出力したトルクを参照して、運転者によるペダリングの状態を把握し、電動モータ60Aを制御する。シールド100は、外部磁場に起因して検出部98の検出精度が低下するのを防ぐ。シールド100は、支持板101に取り付けられる。支持板101は、クランクシャフト54の軸方向に対して直交する方向に広がる下面101Aを有する。支持板101は、第1ハウジング部52Aに形成された係合片(図示せず)に係合する。つまり、シールド100は、連結軸部56Aとともに回転しない。

【0053】

ワンウェイクラッチ56Cは、図5及び図6に示すように、トルク検出装置56Bよりも駆動スプロケット58側において、クランクシャフト54と同軸に配置される。ワンウェイクラッチ56Cは、駆動部材102及び従動部材104を含む。駆動部材102は、本体部108及び筒部110を含む。

【0054】

図5及び図6に示すように、本体部108は、リング形状を有する。本体部108には、クランクシャフト54が挿入される。本体部108は、クランクシャフト54と同軸に配置される。

【0055】

図5及び図6に示すように、本体部108の内周面には、セレーシオン112が形成される。セレーシオン112は、連結軸部56Aの軸方向他端部の外周面に形成されたセレーシオン114と噛み合う。これにより、本体部108、すなわち、駆動部材102は、連結軸部56Aに連結される。その結果、連結軸部56Aが前転方向及び後転方向の何れに回転しても、本体部108、すなわち、駆動部材102は連結軸部56Aとともに回転する。換言すると、クランクシャフト54が前転方向及び後転方向の何れに回転しても、駆動部材102はクランクシャフト54とともに回転する。

【0056】

図5及び図6に示すように、筒部110は、本体部108よりも駆動スプロケット58側において、本体部108と同軸に配置される。筒部110は、円筒状の部材であり、クランクシャフト54と同軸に配置される。筒部110は、本体部108と一体的に形成される。

【0057】

10

20

30

40

50

図5及び図6に示すように、従動部材104は、円筒形状を有する。従動部材104には、クランクシャフト54が挿入される。従動部材104は、クランクシャフト54と同軸に配置され、且つ、駆動部材102と同軸に配置される。

【0058】

図5に示すように、従動部材104とクランクシャフト54との間には、すべり軸受122, 124が配置される。これにより、従動部材104がクランクシャフト54に対して相対回転可能となる。従動部材104とクランクシャフト54との間であって、且つ、前記すべり軸受124よりも軸方向他端側には、シールリップ126が配置される。

【0059】

図5に示すように、従動部材104は、従動軸部116及び出力軸部118を含む。従動軸部116は、出力軸部118よりも駆動部材102側であって、且つ、出力軸部118と同軸に配置される。従動軸部116は、出力軸部118と一体的に形成される。

10

【0060】

図5及び図6に示すように、従動軸部116は、クランクシャフト54の中心軸線C1に直交する方向で、筒部110の内側に配置される。従動軸部116と筒部110の間には、ラチェット機構120が配置される。その結果、駆動部材102の前転方向の回転力は、従動軸部116、すなわち、従動部材104に伝達されるが、駆動部材102の後転方向の回転力は、従動軸部116、すなわち、従動部材104に伝達されない。

【0061】

図5に示すように、出力軸部118は、第2軸受68Rによって、回転可能に支持される。出力軸部118は、第2軸受68Rに対して、駆動部材102とは反対側に位置する部分を有する。当該部分には、駆動スプロケット58が取り付けられる(図3参照)。

20

【0062】

つまり、ワンウェイクラッチ56Cは、駆動スプロケット58をクランクシャフト54の中心軸線C1周りで前転方向に回転させる回転力が駆動スプロケット58に伝達されることを許容するが、駆動スプロケット58を後転方向に回転させる回転力が駆動スプロケット58に伝達されることを阻止する。

【0063】

[回転検出装置]

続いて、図3を参照しながら、回転検出装置130について説明する。回転検出装置130は、ハウジング52内に配置され、クランクシャフト54の回転を検出する。回転検出装置130は、被検出部としてのリング磁石132と、検出部134とを含む。

30

【0064】

リング磁石132は、円筒形状を有する。リング磁石132は、例えば、フェライトボンド磁石である。リング磁石132では、外周面が磁極形成面になる。つまり、リング磁石132では、外周面においてクランクシャフト54の中心軸線C1周りにN極とS極とが交互に形成される。リング磁石132においては、リング磁石132の磁極数は、例えば、32~44である。リング磁石132の着磁ピッチは、例えば、3.5~4.8mmである。

【0065】

リング磁石132は、回転部材56に設けられる。リング磁石132は、出力軸部118よりも連結軸部56A側であって、且つ、ハウジング52内において、クランクシャフト54の中心軸線C1周りに位置する。

40

【0066】

リング磁石132は、駆動部材102に設けられる。特に本実施形態では、リング磁石132は、筒部110に設けられる。この点について、以下に説明する。

【0067】

駆動部材102は、図4~図6に示すように、取付面136を有する。取付面136は、出力軸部118よりも連結軸部56A側であって、且つ、ハウジング52内において、クランクシャフト54の中心軸線C1周りに配置される。本実施形態では、取付面136

50

は、駆動部材 102 の外周面であり、本体部 108 の外周面と、筒部 110 の外周面とを含む。つまり、取付面 136 は、クランクシャフト 54 の軸方向に延びる筒状面である。

【0068】

駆動部材 102 がリング磁石 132 に挿入され、リング磁石 132 の内周面と駆動部材 102 の外周面（取付面 136）とが接着される。これにより、リング磁石 132 が取付面 136 に取り付けられる。

【0069】

ここで、取付面 136 には、筒部 110 の外周面が含まれる。筒部 110 の外周面にリング磁石 132 が取り付けられることにより、リング磁石 132 が筒部 110 に設けられる。

10

【0070】

また、駆動部材 102 は、図 5 及び図 6 に示すように、突起 109 を有する。突起 109 は、クランクシャフト 54 の中心軸線 C1 に直交する方向において、取付面 136 から外側に突出する。上述のようにリング磁石 132 が取付面 136 に取り付けられているとき、リング磁石 132 は、突起 109 に対して、クランクシャフト 54 の軸方向で接触する。なお、このことから明らかなように、本実施形態では、駆動部材 102 は筒部 110 側からリング磁石 132 に挿入される。

【0071】

また、上述のようにリング磁石 132 が取付面 136 に取り付けられた状態では、図 4 に示すように、リング磁石 132 は、第 1 軸受 68L と第 2 軸受 68R との離隔距離 L1 の中点 LC よりも第 2 軸受 68R 側に位置する。つまり、リング磁石 132 は、第 1 軸受 68L よりも第 2 軸受 68R 側において、回転部材 56 に設けられる。

20

【0072】

また、上述のようにリング磁石 132 が取付面 136 に取り付けられた状態では、図 3 に示すように、リング磁石 132 の少なくとも一部が第 1 ハウジング部 52A と第 2 ハウジング部 52B との重ね合わせ面 53A, 53B よりも第 2 軸受 68R 側に位置する。

【0073】

また、上述のようにリング磁石 132 が取付面 136 に取り付けられた状態では、図 3 に示すように、リング磁石 132 は、クランクシャフト 54 の軸方向において第 2 軸受 68R よりも重ね合わせ面 53A, 53B 側に配置される。

30

【0074】

検出部 134 は、リング磁石 132 が回転部材 56 とともに回転することを検出する。本実施形態では、検出部 134 は、リング磁石 132 が回転部材 56 とともに回転することに伴って発生する磁場の変化を検出する。つまり、本実施形態では、回転検出装置 130 が磁気式の回転検出センサである。

【0075】

リング磁石 132 は、回転部材 56 において、クランクシャフト 54 とともに回転する駆動部材 102 に設けられる。そのため、リング磁石 132 の回転に伴って発生する磁場の変化を検出することにより、クランクシャフト 54 の回転が検出される。検出部 134 は、検出したクランクシャフト 54 の回転を制御装置（図示せず）に出力する。制御装置は、検出部 98 が検出したトルクだけでなく、検出部 134 が検出したクランクシャフト 54 の回転も参照して、運転者によるペダリングの状態を把握し、電動モータ 60A を制御する。

40

【0076】

検出部 134 は、ワンチップホール IC であり、2つの検出素子を備える。これにより、リング磁石 132 の横磁場と縦磁場とを検出することができる。その結果、リング磁石 132 が前転方向及び逆転方向の何れに回転しているかを判定できる。

【0077】

検出部 134 は、基板 138 に設けられる。基板 138 は、電動モータ 60A を制御する制御装置が実装される基板とは別に配置される。基板 138 は、第 1 ハウジング部 52

50

Aに取り付けられる。この状態で、検出部134は、クランクシャフト54の中心軸線C1に直交する方向で、リング磁石132よりも外側に配置される。検出部134は、リング磁石132の磁極形成面(外周面)に対して、クランクシャフト54の中心軸線C1に直交する方向で対向配置される。

【0078】

電動補助自転車10においては、運転者がペダル36L、36Rを漕ぐことにより、クランクシャフト54が前転方向に回転する。クランクシャフト54が前転方向に回転すると、連結軸部56Aが前転方向に回転する。連結軸部56Aが前転方向に回転すると、駆動部材102が前転方向に回転する。駆動部材102が前転方向に回転すると、従動部材104が前転方向に回転する。なお、駆動部材102が後転方向に回転する場合、つまり、クランクシャフト54が後転方向に回転する場合、駆動部材102は従動部材104に対して相対回転する。従動部材104が前転方向に回転すると、駆動スプロケット58が前転方向に回転する。駆動スプロケット58の回転力は、チェーン30を介して、従動スプロケット26に伝達される。

10

【0079】

運転者がペダル36L、36Rを漕ぐことにより、クランクシャフト54にトルクが発生する。クランクシャフト54に発生するトルクは、トルク検出装置56Bによって検出される。クランクシャフト54に発生するトルクが予め定められた基準値を超える状態が一定期間以上継続すると、電動モータ60Aのロータ72、つまり、回転軸74が前転方向に回転する。回転軸74が前転方向に回転すると、出力ギア82が後転方向に回転する。出力ギア82が後転方向に回転すると、出力軸80が後転方向に回転する。出力軸80が後転方向に回転すると、補助スプロケット62が後転方向に回転する。補助スプロケット62の回転力は、チェーン30を介して、従動スプロケット26に伝達される。その結果、運転者によるペダリングがアシストされる。

20

【0080】

ここで、電動補助自転車10においては、回転検出装置130がクランクシャフト54の回転を検出する。そのため、クランクシャフト54に発生するトルクだけでなく、クランクシャフト54の回転も参照して、運転者によるペダリングの状態を把握することができる。その結果、運転者によるペダリングの状態を的確に把握することができるようになるので、例えば、故障を検知し易くなったり、よりの確なアシストを行うことができるようになる。

30

【0081】

また、電動補助自転車10においては、駆動ユニット50を備える。駆動ユニット50は、ハウジング52、クランクシャフト54、トルク検出装置56B、回転部材56及び回転検出装置130を備える。

【0082】

クランクシャフト54は、ハウジング52を貫通して配置される。トルク検出装置56Bは、ハウジング52内に配置され、クランクシャフト54に発生するトルクを検出する。回転部材56は、トルク検出装置56Bを含み、クランクシャフト54と同軸上に配置され且つクランクシャフト54とともに回転する。回転検出装置130は、ハウジング52内に配置され、クランクシャフト54の回転を検出する。

40

【0083】

回転部材56は、連結軸部56A及び出力軸部118を含む。連結軸部56Aは、回転部材56の軸方向一方の端部に配置され、ハウジング52内でクランクシャフト54に連結される。出力軸部118は、回転部材56の軸方向他方の端部に配置され、駆動スプロケット58が取り付けられる。

【0084】

回転検出装置130は、被検出部(リング磁石132)及び検出部134を含む。リング磁石132は、回転部材56に設けられ、ハウジング52内においてクランクシャフト54の中心軸線周りに位置する。検出部134は、リング磁石132が回転部材56とと

50

もに回転することを検出する。リング磁石 1 3 2 は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で、トルク検出装置 5 6 B とは異なる位置に設けられる。

【 0 0 8 5 】

上記構成においては、リング磁石 1 3 2 が回転部材 5 6 に設けられる。そのため、リング磁石 1 3 2 がクランクシャフト 5 4 の外周面に直接取り付けられる場合と比べて、リング磁石 1 3 2 の内径及び外径を大きくできる。その結果、リング磁石 1 3 2 の磁極数を増やすことができる。リング磁石 1 3 2 の磁極数が増えると、検出部 1 3 4 がクランクシャフト 5 4 の回転を検出する精度、つまり、検出部 1 3 4 の検出分解能が向上する。その結果、運転者によるペダリングの状態をさらに把握し易くなる。

【 0 0 8 6 】

また、リング磁石 1 3 2 がクランクシャフト 5 4 の外周面に直接取り付けられる場合には、クランクシャフト 5 4 においてリング磁石 1 3 2 が取り付けられる場所を確保するために、クランクシャフト 5 4 を軸方向に長くする必要がある。上記構成においては、リング磁石 1 3 2 が回転部材 5 6 に設けられるので、クランクシャフト 5 4 においてリング磁石 1 3 2 が取り付けられる場所を確保する必要がない。その結果、リング磁石 1 3 2 がクランクシャフト 5 4 の外周面に直接取り付けられる場合と比べて、クランクシャフト 5 4 の軸方向長さを短くできる。

【 0 0 8 7 】

回転部材 5 6 は、ワンウェイクラッチ 5 6 C をさらに含む。ワンウェイクラッチ 5 6 C は、トルク検出装置 5 6 B よりも駆動プロケット 5 8 側に配置される。ワンウェイクラッチ 5 6 C は、駆動プロケット 5 8 をクランクシャフト 5 4 の中心軸線 C 1 周りで一方向（前転方向）に回転させる回転力を駆動プロケット 5 8 に伝達し、且つ、駆動プロケット 5 8 を前転方向とは反対の方向（逆転方向）に回転させる回転力を駆動プロケット 5 8 に伝達されないようにする。トルク検出装置 5 6 B は、連結軸部 5 6 A に取り付けられる。ワンウェイクラッチ 5 6 C は、クランクシャフト 5 4 とともに回転する駆動部材 1 0 2 を含む。被検出部（リング磁石 1 3 2）は、駆動部材 1 0 2 及び連結軸部 5 6 A の何れかに設けられる。つまり、被検出部（リング磁石 1 3 2）は、クランクシャフト 5 4 とともに回転する部材に取り付けられる。

【 0 0 8 8 】

上記構成においては、リング磁石 1 3 2 の内径及び外径を大きくして、リング磁石 1 3 2 の磁極数を増やすことができる。その結果、検出部 1 3 4 の検出分解能を向上できる。

【 0 0 8 9 】

被検出部（リング磁石 1 3 2）は、駆動部材 1 0 2 に設けられる。この場合、リング磁石 1 3 2 は、トルク検出装置 5 6 B よりも駆動プロケット 5 8 側に配置される。ハウジング 5 2 内では、トルク検出装置 5 6 B よりも駆動プロケット 5 8 側に形成される空間のほうが、トルク検出装置 5 6 に対して駆動プロケット 5 8 とは反対側に形成される空間よりも広い。その理由は、出力軸部 1 1 8 を配置する必要があるからである。そのため、リング磁石 1 3 2 の内径及び外径を大きくして、リング磁石 1 3 2 の磁極数を増やすことができる。その結果、検出部 1 3 4 の検出分解能を向上できる。

【 0 0 9 0 】

ワンウェイクラッチ 5 6 C は、従動部材 1 0 4 をさらに含む。従動部材 1 0 4 は、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 C 1 に直交する方向で駆動部材 1 0 2 よりも内側に配置される。駆動部材 1 0 2 は、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 C 1 に直交する方向で従動部材 1 0 4 よりも外側に位置する筒部 1 1 0 を含む。被検出部（リング磁石 1 3 2）の少なくとも一部は、筒部 1 1 0 に設けられる。

【 0 0 9 1 】

上記構成においては、リング磁石 1 3 2 の内径及び外径を大きくして、リング磁石 1 3 2 の磁極数を増やすことができる。その結果、検出部 1 3 4 の検出分解能を向上できる。

【 0 0 9 2 】

加えて、上記構成においては、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 C 1 に直交する方向で

10

20

30

40

50

、ワンウェイクラッチ56Cの外側にリング磁石132が配置される。換言すれば、クランクシャフト54の中心軸線C1に直交する方向で、クランクシャフト54の回転に伴って所定の機能を発揮する部材の外側にリング磁石132が配置される。そのため、リング磁石132と、クランクシャフト54の回転に伴って所定の機能を発揮する部材とを、クランクシャフト54の軸方向に並べる場合と比べて、クランクシャフト54の軸方向の長さを短くできる。

【0093】

従動部材104は、駆動スプロケット58が取り付けられる出力軸部118を含む。この場合、リング磁石132を駆動スプロケット58に近づけて配置することができる。ハウジング52内では、駆動スプロケット58に近いほうの空間が、駆動スプロケット58から離れているほうの空間よりも広い。そのため、リング磁石132の内径及び外径を大きくして、リング磁石132の磁極数を増やすことができる。その結果、検出部134の検出分解能を向上できる。

10

【0094】

駆動ユニット50は、第1軸受68L及び第2軸受68Rをさらに備える。第1軸受68Lは、クランクシャフト54の軸方向一端側に配置され、クランクシャフト54を回転可能に支持する。第2軸受68Rは、クランクシャフト54の軸方向他端側に配置され、回転部材54（出力軸部118）を回転可能に支持する。被検出部（リング磁石132）は、第1軸受68Lよりも第2軸受68R側において、回転部材56に設けられる。

【0095】

20

この場合、第2軸受68Rの内径は、第1軸受68Lの内径よりも大きくなる。そのため、ハウジング50内では、第1軸受68Lに近い空間よりも、第2軸受68Rに近い空間のほうが広くなる。その結果、リング磁石132の内径及び外径を大きくして、リング磁石132の磁極数を増やすことができるので、検出部134の検出分解能を向上できる。

【0096】

リング磁石132の外径は、第2軸受68Rの外径よりも小さい（図3参照）。リング磁石132の外径が第2軸受68Rの外径よりも大きい場合、第2軸受68Rを第2ハウジング部52Bに組み付けるときに、リング磁石132が第2ハウジング部52B内で他の部材に接触するおそれがある。しかしながら、リング磁石132が第2軸受68Rの外径よりも小さい場合には、第2軸受68Rを第2ハウジング部52Bに組み付けるときに、リング磁石132が第2ハウジング部52B内で他の部材に接触するのを回避できる。

30

【0097】

ここで、第2軸受68Rの外径は、第1軸受68Lの外径よりも大きい。そのため、リング磁石132を第2軸受68Rの近くに配置すれば、リング磁石132を第1軸受68Lの近くに配置する場合よりも、リング磁石132の径を大きくすることができる。

【0098】

駆動ユニット50は、第1軸受68L及び第2軸受68Rをさらに備える。第1軸受68Lは、クランクシャフト54の軸方向一端側に配置され、クランクシャフト54を回転可能に支持する。第2軸受68Rは、クランクシャフト54の軸方向他端側に配置され、回転部材56を回転可能に支持する。第2軸受68Rの外径は、第1軸受68Lの外径よりも大きい。

40

【0099】

被検出部（リング磁石132）は、第1軸受68Lよりも大きい外径を有する第2軸受68Rによって支持される回転部材56に設けられる。そのため、第2軸受68Rの近辺の広いスペースを利用して、リング磁石132の径を大きくできる。その結果、検出分解能が向上する。

【0100】

ハウジング52は、クランクシャフト54の軸方向で重ね合わせられる第1ハウジング部52A及び第2ハウジング部52Bを含む。第2軸受68Rは、第2ハウジング部52

50

Bに支持される。被検出部（リング磁石132）の少なくとも一部は、第1ハウジング部52Aと第2ハウジング部52Bとの重ね合わせ面53A、53Bよりも第2ハウジング部52B側に位置する（図3参照）。

【0101】

この場合、リング磁石132を、第2軸受68Rの近辺の広いスペースに配置することができる。そのため、リング磁石132の径を大きくできる。その結果、検出分解能が向上する。

【0102】

被検出部（リング磁石132）は、クランクシャフト54の軸方向において第2軸受68Rよりも重ね合わせ面53A、53B側に配置される（図3参照）。

10

【0103】

この場合、リング磁石132を、第2軸受68Rの近辺の広いスペースに配置することができる。そのため、リング磁石132の径を大きくできる。その結果、検出分解能が向上する。

【0104】

第2ハウジング部52Bは、鋳造（本実施形態では、ダイキャスト）により成形される。そのため、第2ハウジング部52Bにおいて第2軸受68Rを支持する部分の近くには、勾配55Bが形成される。その結果、第2ハウジング部52内において重ね合わせ面53Bに近いほど、広いスペースが形成される。広いスペースにリング磁石132を配置することができるので、リング磁石132の径を大きくできる。その結果、検出分解能が向上する。

20

【0105】

回転部材56は、取付面136をさらに含む。取付面136は、出力軸部118よりも連結軸部56A側であって且つハウジング52内においてクランクシャフト54の中心軸線C1周りに配置される。被検出部（リング磁石132）が取付面136に取り付けられる。

【0106】

この場合、リング磁石132を回転部材56とは別に製造できる。その結果、ハウジング52内におけるリング磁石132と検出部134との位置関係を調整しやすくなる。

【0107】

取付面136がクランクシャフト54の軸方向に延びる筒状面である。この場合、クランクシャフト54の中心軸線C1に直交する方向で、検出部134をリング磁石132の磁極形成面に対向配置することができる。

30

【0108】

回転部材56は、突起109をさらに含む。突起109は、クランクシャフト54の中心軸線C1に直交する方向で取付面136から外側に突出する。被検出部（リング磁石132）が取付面136に取り付けられているときに、リング磁石132が突起109に対してクランクシャフト54の軸方向で接触する。

【0109】

この場合、クランクシャフト54の軸方向におけるリング磁石132と駆動部材102との相対的な位置関係を規定することができる。その結果、リング磁石132を駆動部材102に組み付ける作業の効率が向上する。

40

【0110】

[第2の実施形態]

続いて、図7及び図8を参照しながら、本発明の第2の実施形態について説明する。図7は、第2の実施形態による電動補助自転車に備える駆動ユニット50Aの断面図である。図8は、図7の一部を拡大して示す断面図である。

【0111】

図7に示すように、駆動ユニット50Aにおいては、駆動ユニット50と比べて、補助スプロケット62が設けられていない。出力部材60Bが回転部材56よりも前方に配置

50

される。回転軸 7 4 が出力部材 6 0 B よりも前方に配置される。

【 0 1 1 2 】

図 7 に示すように、駆動ユニット 5 0 A は、出力軸 8 0 の代わりに、出力軸 8 0 A を備える。出力軸 8 0 A には、ギア 8 1 が形成される。

【 0 1 1 3 】

図 7 に示すように、駆動ユニット 5 0 A は、従動部材 1 0 4 の代わりに、従動部材 1 0 4 A を備える。従動部材 1 0 4 A は、入力ギア 1 4 0 を備える。入力ギア 1 4 0 は、出力軸部 1 1 8 と同軸に配置され、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 C 1 に直交する方向で、出力軸部 1 1 8 の外側に位置する。入力ギア 1 4 0 は、出力軸部 1 1 8 と一体的に形成される。入力ギア 1 4 0 は、ギア 8 1 と噛み合う。

10

【 0 1 1 4 】

図 7 及び図 8 に示すように、駆動ユニット 5 0 A においては、リング磁石 1 3 2 の代わりに、リング磁石 1 3 2 A 及び支持部材 1 4 2 が設けられている。リング磁石 1 3 2 A は、円環板形状を有する。リング磁石 1 3 2 A では、軸方向の端面が磁極形成面になる。つまり、リング磁石 1 3 2 A では、軸方向の端面においてクランクシャフト 5 4 の中心軸線 C 1 周りに N 極と S 極とが交互に形成される。

【 0 1 1 5 】

図 7 及び図 8 に示すように、支持部材 1 4 2 は、筒部 1 4 4 及び円環部 1 4 6 を備える。筒部 1 4 4 は、クランクシャフト 5 4 の軸方向に延びる。筒部 1 4 4 は、筒部 1 1 0 の外周面に固定される。筒部 1 4 4 を筒部 1 1 0 の外周面に固定する方法としては、例えば、

20

圧入や接着がある。

【 0 1 1 6 】

図 7 及び図 8 に示すように、円環部 1 4 6 は、筒部 1 4 4 の軸方向一端において、筒部 1 4 4 と同軸に配置される。円環部 1 4 6 は、筒部 1 4 4 と一体的に形成される。円環部 1 4 6 は、取付面 1 3 6 A を含む。取付面 1 3 6 A は、円環部 1 4 6 の軸方向の端面であり、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 C 1 に直交する方向に広がる環状面である。取付面 1 3 6 A は、基板 1 4 8 の厚さ方向の端面に平行な平面である。

【 0 1 1 7 】

本実施形態では、支持部材 1 4 2 が駆動部材 1 0 2 に取り付けられることにより、回転部材 5 6 が取付面 1 3 6 A を含む。

30

【 0 1 1 8 】

図 7 及び図 8 に示すように、駆動ユニット 5 0 A においては、円環部 1 4 6 とリング磁石 1 3 2 A とがクランクシャフト 5 4 の軸方向で重ね合わせられる。この状態で、リング磁石 1 3 2 A の軸方向の端面と取付面 1 3 6 A とが接着される。

【 0 1 1 9 】

図 7 及び図 8 に示すように、駆動ユニット 5 0 A においては、基板 1 4 8 に検出部 1 3 4 が配置される。基板 1 4 8 には、電動モータ 6 0 A を制御する制御装置（図示せず）が実装される。つまり、本実施形態では、検出部 1 3 4 を配置するための基板を、上記制御装置が実装される基板の他に別途設けなくてもよい。

【 0 1 2 0 】

このような電動補助自転車においては、運転者がペダル 3 6 L , 3 6 R を漕ぐことにより、クランクシャフト 5 4 が前転方向に回転する。クランクシャフト 5 4 が前転方向に回転すると、連結軸部 5 6 A が前転方向に回転する。連結軸部 5 6 A が前転方向に回転すると、駆動部材 1 0 2 が前転方向に回転する。駆動部材 1 0 2 が前転方向に回転すると、従動部材 1 0 4 が前転方向に回転する。なお、駆動部材 1 0 2 が後転方向に回転する場合、つまり、クランクシャフト 5 4 が後転方向に回転する場合、駆動部材 1 0 2 は従動部材 1 0 4 に対して相対回転する。従動部材 1 0 4 が前転方向に回転すると、駆動スプロケット 5 8 が前転方向に回転する。駆動スプロケット 5 8 の回転力は、チェーン 3 0 を介して、従動スプロケット 2 6 に伝達される。

40

【 0 1 2 1 】

50

運転者がペダル36L、36Rを漕ぐことにより、クランクシャフト54にトルクが発生する。クランクシャフト54に発生するトルクは、トルク検出装置56Bによって検出される。クランクシャフト54に発生するトルクが予め定められた基準値を超える状態が一定期間以上継続すると、電動モータ60Aのロータ72、つまり、回転軸74が前転方向に回転する。回転軸74が前転方向に回転すると、出力ギア82が後転方向に回転する。出力ギア82が後転方向に回転すると、出力軸80が後転方向に回転する。出力軸80が後転方向に回転すると、入力ギア140が前転方向に回転する。入力ギア140が前転方向に回転すると、駆動スプロケット58が前転方向に回転する。その結果、運転者によるペダリングがアシストされる。

【0122】

10

上述の駆動ユニット50Aを備える電動補助自転車においては、回転部材56が、環状面を含む。環状面は、クランクシャフト54の軸方向に対して直交する方向に広がる。環状面が取付面136Aである。

【0123】

この場合、クランクシャフト54の軸方向において、検出部134をリング磁石132の磁極形成面に対向配置することができる。

【0124】

また、本実施形態では、入力ギア140が設けられている。そのため、第2ハウジング部52B内であって、且つ、第2軸受68Rの近くに、広いスペースを確保しやすい。その結果、リング磁石132の径を大きくして、検出分解能を向上することができる。

20

【0125】

特に本実施形態では、入力ギア140が第2軸受68Rの外径よりも大きい。そのため、第2ハウジング部52B内であって、且つ、第2軸受68Rの近くに、広いスペースをさらに確保しやすくなる。

【0126】

[第3の実施形態]

続いて、図9及び図10を参照しながら、本発明の第3の実施形態について説明する。図9は、第3の実施形態による電動補助自転車に備える駆動ユニット50Bの断面図である。図10は、図9の一部を拡大して示す断面図である。

【0127】

30

図9に示すように、駆動ユニット50Bは、第2の実施形態による駆動ユニット50Aと比べて、回転検出装置130の代わりに、回転検出装置150を備える。

【0128】

図9及び図10に示すように、回転検出装置150においては、リング磁石132Aが設けられていない。その代わりに、環状部としての円環部146において、複数のスリット147が形成されている。複数のスリット147は、クランクシャフト54の中心軸線C1の周りに等間隔に形成される。

【0129】

図9及び図10に示すように、回転検出装置150においては、検出部134が設けられていない。その代わりに、発光部152と、検出部としての受光部154とが設けられて

40

【0130】

図9及び図10に示すように、発光部152は、円環部144よりもクランクシャフト54の軸方向他方側に配置される。受光部154は、円環部144よりもクランクシャフト54の軸方向一方側に配置される。

【0131】

発光部152が発する光を受光部154が検出する。ここで、円環部146が回転すると、スリット147が形成されている位置では、受光部154は、発光部152が発する光を検出できるが、スリット147が形成されていない位置では、受光部154は、発光部152が発する光を検出できない。そのため、受光部154は、回転部材56の回転を

50

検出できる。つまり、本実施形態では、回転検出装置 150 が光学式の回転検出センサであり、円環部 146 が被検出部として機能する。

【0132】

上記駆動ユニット 50B を備える電動補助自転車においては、回転部材 56 が、環状部（円環部 146）をさらに含む。円環部 146 は、クランクシャフト 54 の軸方向に対して直交する方向に延びる。円環部 146 が被検出部である。

【0133】

このような態様においても、クランクシャフト 54 の回転を検出できる。

【0134】

[第4の実施の形態]

続いて、図 11 及び図 12 を参照しながら、本発明の第 4 の実施の形態について説明する。図 11 は、第 4 の実施の形態による電動補助自転車が備える駆動ユニット 50C の断面図である。図 12 は、図 11 の一部を拡大して示す断面図である。

【0135】

駆動ユニット 50C は、駆動ユニット 50A と比べて、リング磁石 132A、検出部 134 及び支持部材 142 を備えていない。その代わりに、リング磁石 132B 及び検出部 134A を備えている。

【0136】

リング磁石 132B は、リング磁石 132 と同様な形状及び構成を有する。リング磁石 132B は、クランクシャフト 54 の軸方向で、トルク検出装置 56B とは異なる位置に設けられる。リング磁石 132B は、トルク検出装置 56B とともに、連結軸部 56A に設けられる。

【0137】

この状態で、リング磁石 132B は、連結軸部 56A の外周面に接している。つまり、リング磁石 132B は、連結軸部 56A の外周面に直接設けられる。別の表現をすれば、リング磁石 132B は、連結軸部 56A との間に他の回転可能な部材を介さずに、連結軸部 56A に固定される。

【0138】

リング磁石 132B は、クランクシャフト 54 の軸方向で、トルク検出装置 56B とワンウェイクラッチ 56C との間に配置される。より具体的には、リング磁石 132B は、クランクシャフト 54 の軸方向で、支持板 101 とワンウェイクラッチ 56C との間に配置される。

【0139】

検出部 134A は、支持板 101 の下面 101A に取り付けられる。検出部 134A は、検出部 134 と同様な構成及び機能を有する。

【0140】

駆動ユニット 50C においては、リング磁石 132B が回転部材 56 に設けられる。そのため、リング磁石 132B がクランクシャフト 54 の外周面に直接取り付けられる場合と比べて、リング磁石 132B の内径及び外径を大きくできる。その結果、リング磁石 132B の磁極数を増やすことができる。リング磁石 132B の磁極数が増えると、検出部 134A がクランクシャフト 54 の回転を検出する精度、つまり、検出部 134A の検出分解能が向上する。その結果、運転者によるペダリングの状態をさらに把握し易くなる。

【0141】

駆動ユニット 50C において、リング磁石 132B は、クランクシャフト 54 の軸方向で、トルク検出装置 56B とは異なる位置に設けられる。そのため、トルク検出装置 56B によるトルク検出の精度を維持しながら、回転検出装置 130 の検出分解能を向上させることができる。

【0142】

駆動ユニット 50C において、リング磁石 132B は、連結軸部 56A に設けられる。この場合、リング磁石 132B と連結軸部 56A との間に、他の部材が配置されない。そ

10

20

30

40

50

のため、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 C 1 に対するリング磁石 1 3 2 B の位置決め精度が確保しやすくなり、リング磁石 1 3 2 B と検出部 1 3 4 A との間隔を小さくすることが容易になる。

【 0 1 4 3 】

駆動ユニット 5 0 C において、ハウジング 5 2 は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で重ね合わせられる第 1 ハウジング部 5 2 A 及び第 2 ハウジング部 5 2 B を含む。リング磁石 1 3 2 B は、トルク検出装置 5 6 B よりも、第 1 ハウジング部 5 2 A と第 2 ハウジング部 5 2 B との重ね合わせ面 5 3 A、5 3 B の近くに配置される。

【 0 1 4 4 】

ハウジング 5 2 内では、トルク検出装置 5 6 B よりも重ね合わせ面 5 3 A、5 3 B に近い空間のほうが、トルク検出装置 5 6 B に対して重ね合わせ面 5 3 A、5 3 B とは反対側の空間よりも広い。その理由は、ワンウェイクラッチ 5 6 C を配置する必要があるからである。そのため、リング磁石 1 3 2 の内径及び外径を大きくして、リング磁石 1 3 2 B の磁極数を増やすことができる。その結果、検出部 1 3 4 の検出分解能を向上できる。

【 0 1 4 5 】

駆動ユニット 5 0 C において、トルク検出装置 5 6 B は、磁歪式のトルクセンサである。この場合、遊星歯車方式のトルクセンサと比べて、ペダルにより生成される駆動力のロスをなくせる。この点について、もう少し詳しく説明する。遊星歯車方式のトルクセンサでは、クランクシャフトと同軸上に配置された遊星歯車機構でペダル踏力を分割する。一方のペダル踏力は直接の駆動力として用いられ、他方のペダル踏力は力の伝達経路の下流側に配置されたポテンシオメータでトルク量を検出するために用いられる。この構造では、遊星歯車を同時に動かさなければならないため、駆動力として用いられない余分な踏力が要求される。これに対して、磁歪式のトルクセンサは、磁歪効果を利用するものであり、機械的な接触なしでトルクを検出する。つまり、磁歪式のトルクセンサは、非接触式のトルクセンサである。そのため、遊星歯車方式のトルクセンサと比べて、ペダルにより生成される駆動力のロスをなくせる。

【 0 1 4 6 】

駆動ユニット 5 0 C において、トルク検出装置 5 6 B は、磁歪式のトルクセンサである。この場合、位相検知式のトルクセンサにおいて大きな変位を得るためのばね要素や、大きな歪みを得るための肉抜きが不要になる。また、歪みゲージ方式や遊星歯車方式のような特殊な機構も不要になる。構成が複雑ではないため、機械的強度を確保しやすい。

【 0 1 4 7 】

駆動ユニット 5 0 C において、トルク検出装置 5 6 B は、磁歪式のトルクセンサである。この場合、必要な部品点数が少ないので、部品のがたつきを抑制できる。また、非接触であるため、摩耗しない。加えて、機械的強度が高いため、歪みのヒステリシスループを小さくできる。その結果、同じ大きさのトルクに対する信号の再現性が高くなる。

【 0 1 4 8 】

駆動ユニット 5 0 C において、トルク検出装置 5 6 B は、磁歪式のトルクセンサである。この場合、コイル 9 6 を高周波で励磁して使用するため、連結軸部 5 6 A の歪みを瞬時に検出できる。つまり、トルクの発生に対する応答性がよい。

【 0 1 4 9 】

駆動ユニット 5 0 C において、トルク検出装置 5 6 B は、磁歪式のトルクセンサである。この場合、トルクを非接触で検出できるため、摩耗の影響で検出素子 9 8 の出力が変化しない。一方、ポテンシオメータを用いる場合には、摩耗を考慮した設計が必要になる。また、遊星歯車方式では、機械損失が大きいのが、磁歪式では、機械損失が少なくなる。

【 0 1 5 0 】

駆動ユニット 5 0 C において、回転検出装置 1 3 0 は、磁気式の回転検出センサである。この場合、永久磁石（リング磁石 1 3 2 B）が発する大きな磁気を検出するため、被検出部（リング磁石 1 3 2 B）と検出部 1 3 4 A との間の空隙が大きくなってよい。そのため、被検出部（リング磁石 1 3 2 B）及び検出部 1 3 4 A の位置決めが容易になる。な

10

20

30

40

50

お、コイルに高周波電流を流して、磁気抵抗の変化で位相を検出する方式（自励方式）の回転検出センサでは、微弱な磁界を利用するので、被検出部と検出部との間の空隙を磁気式よりも小さくする必要がある。また、自励方式の回転検出センサでは、常に電流を消費するが、磁気式の回転検出センサでは、そのようなことはない。

【0151】

駆動ユニット50Cにおいて、回転検出装置130は、磁気式の回転検出センサである。例えば、磁気抵抗の変化で発生する誘起電圧により位相を検出する方式の回転検出センサでは、一定の回転数以上にならないと、信号を検出できない。また、回転数が高くなると、誘起される電圧も高くなるため、保護回路を設ける必要がある。一方、磁気式の回転検出センサでは、このようなことはない。

10

【0152】

駆動ユニット50Cにおいて、回転検出装置130は、磁気式の回転検出センサである。この場合、検出部134Bを容易に配置できる。また、リング磁石132Bの横磁場と縦磁場とを検出するために、追加の検出素子を配置することも容易になる。

【0153】

[第5の実施の形態]

続いて、図13及び図14を参照しながら、本発明の第5の実施の形態について説明する。図13は、第5の実施の形態による電動補助自転車が備える駆動ユニット50Dの断面図である。図14は、図13の一部を拡大して示す断面図である。

【0154】

駆動ユニット50Dは、駆動ユニット50Aと比べて、リング磁石132A、検出部134及び支持部材142を備えていない。その代わりに、リング磁石132C及び検出部134Bを備えている。

20

【0155】

リング磁石132Cは、リング磁石132と同様な形状及び構成を有する。リング磁石132Cは、クランクシャフト54の軸方向で、トルク検出装置56Bとは異なる位置に設けられる。リング磁石132Cは、トルク検出装置56Bとともに、連結軸部56Aに設けられる。

【0156】

この状態で、リング磁石132Cは、連結軸部56Aの外周面に接している。つまり、リング磁石132Cは、連結軸部56Aの外周面に直接設けられる。別の表現をすれば、リング磁石132Cは、連結軸部56Aとの間に他の回転可能な部材を介さずに、連結軸部56Aに固定される。

30

【0157】

リング磁石132Cは、クランクシャフト54の軸方向で、トルク検出装置56Bに対して、ワンウェイクラッチ56Cとは反対側に配置される。具体的には、リング磁石132Cは、クランクシャフト54の軸方向で、トルク検出装置56Bと第1軸受68Lとの間に配置される。

【0158】

検出部134Bは、検出部134と同様な構成及び機能を有する。検出部134Bは、基板160に設けられる。

40

【0159】

基板160は、支持部材162を介して、第1ハウジング部52Aに取り付けられる。支持部材162は、支持部162Aと、取付部162Bとを備える。支持部162Aは、検出部134Bを支持する部分である。取付部162Bは、基板160を第1ハウジング部52Aに取り付ける部分である。支持部162Aは、取付部162Bが第1ハウジング部52Aに取り付けられた状態で、クランクシャフト54の中心軸線C1と平行に延びる。そのため、検出部134Bは、被検出部132Cに対して、クランクシャフト54の中心軸線C1に直交する方向で対向して配置される。

【0160】

50

駆動ユニット50Dにおいては、リング磁石132Cが回転部材56に設けられる。そのため、リング磁石132Cがクランクシャフト54の外周面に直接取り付けられる場合と比べて、リング磁石132Cの内径及び外径を大きくできる。その結果、リング磁石132Cの磁極数を増やすことができる。リング磁石132Cの磁極数が増えると、検出部134Bがクランクシャフト54の回転を検出する精度、つまり、検出部134Bの検出分解能が向上する。その結果、運転者によるペダリングの状態をさらに把握し易くなる。

【0161】

駆動ユニット50Dにおいて、リング磁石132Cは、クランクシャフト54の軸方向で、トルク検出装置56Bとは異なる位置に設けられる。そのため、トルク検出装置56Bによるトルク検出の精度を維持しながら、回転検出装置130の検出分解能を向上させることができる。

10

【0162】

駆動ユニット50Dにおいて、リング磁石132Cは、連結軸部56Aに設けられる。この場合、リング磁石132Cと連結軸部56Aとの間に、他の部材が配置されない。そのため、クランクシャフト54の中心軸線C1に対するリング磁石132Bの位置決め精度が確保しやすくなり、リング磁石132Cと検出部134Bとの間隔を小さくすることが容易になる。

【0163】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、上述した実施の形態は本発明を実施するための例示に過ぎない。よって、本発明は上述した実施の形態に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で上述した実施の形態を適宜変形して実施することが可能である。

20

【0164】

第1の実施形態では、リング磁石132が筒部110の外周面に取り付けられていたが、例えば、筒部110に磁極を形成してもよい。

【0165】

第2の実施形態では、リング磁石132Aが円環部146の軸方向端面に取り付けられていたが、例えば、円環部146に磁極を形成してもよい。

【0166】

第3の実施形態では、発光部152が円環部144よりもクランクシャフト54の軸方向一方側に配置され、受光部154が円環部144よりもクランクシャフト54の軸方向他方側に配置されていたが、発光部152と受光部154の配置は逆であってもよい。

30

【符号の説明】

【0167】

- 10 電動補助自転車
- 50 駆動ユニット
- 52 ハウジング
- 52A 第1ハウジング部
- 52B 第2ハウジング部
- 53A 重ね合わせ面
- 53B 重ね合わせ面
- 54 クランクシャフト
- 56 回転部材
- 56A 連結軸部
- 56B トルク検出装置
- 56C ワンウェイクラッチ
- 58 駆動プロケット
- 68L 第1軸受
- 68R 第2軸受
- 102 駆動部材
- 104 従動部材

40

50

- 109 突起
- 110 筒部
- 118 出力軸部
- 130 回転検出装置
- 132 リング磁石(被検出部)
- 134 検出部
- 136 取付面
- 136 A 取付面(環状面)
- 146 円環部(環状部、被検出部)
- 154 受光部(検出部)

【図1】

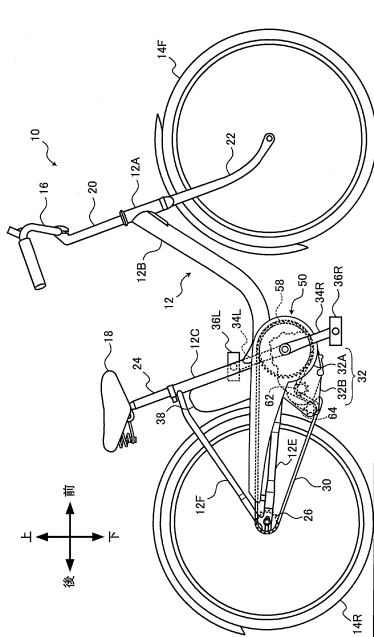


FIG. 1

【図2】

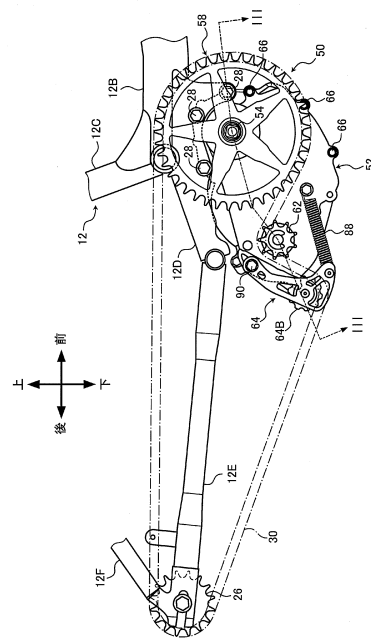


FIG. 2

【 図 3 】

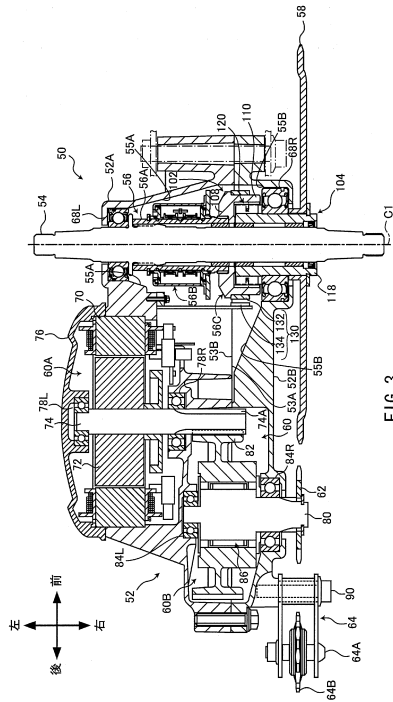


FIG. 3

【 図 4 】

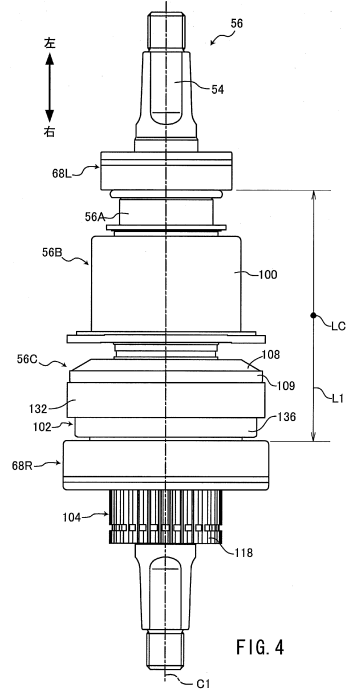


FIG. 4

【 図 5 】

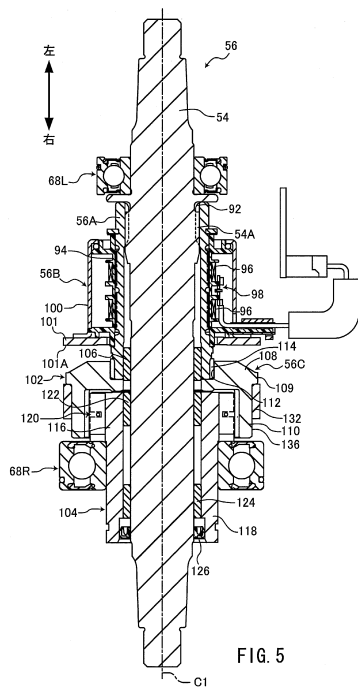


FIG. 5

【 図 6 】

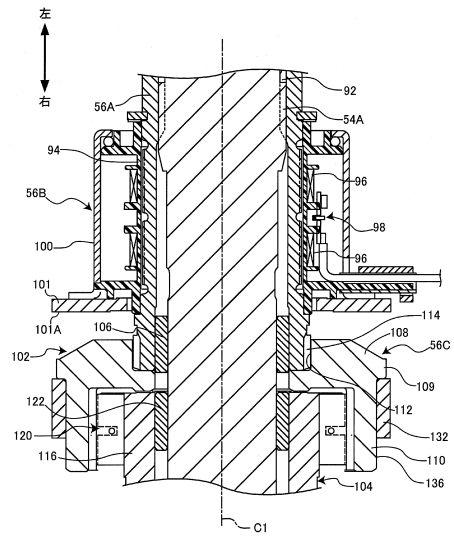


FIG. 6

【 図 7 】

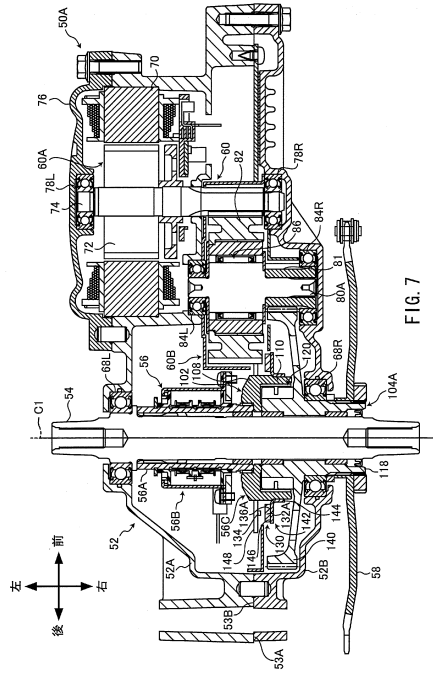


FIG. 7

【 図 8 】

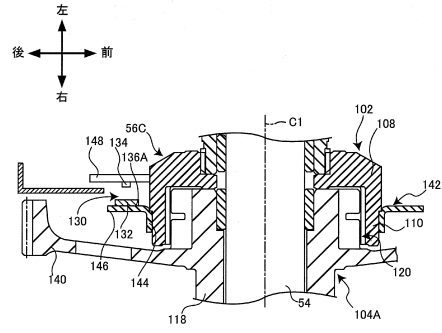


FIG. 8

【 図 9 】

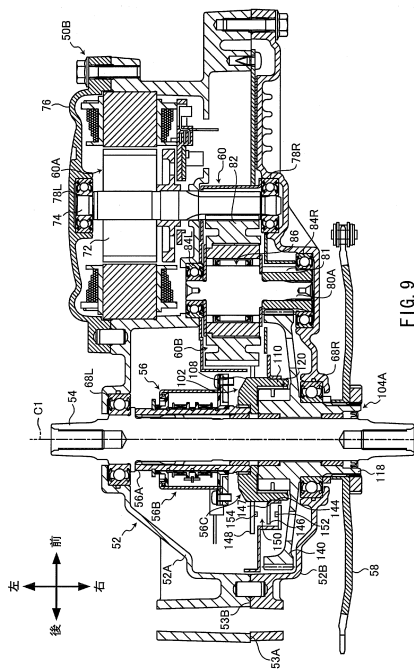


FIG. 9

【 図 10 】

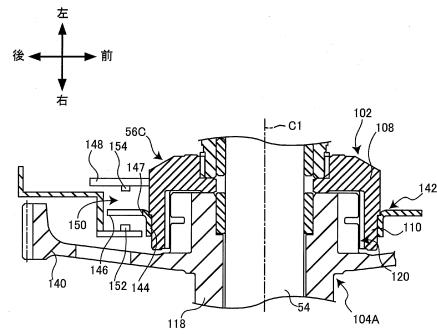


FIG. 10

【図 1 1】

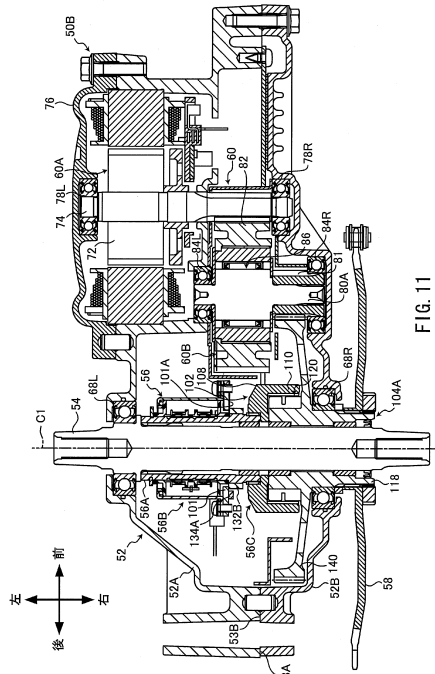


FIG. 11

【図 1 2】

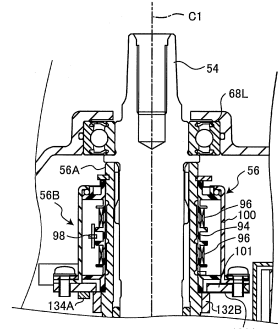


FIG. 12

【図 1 3】

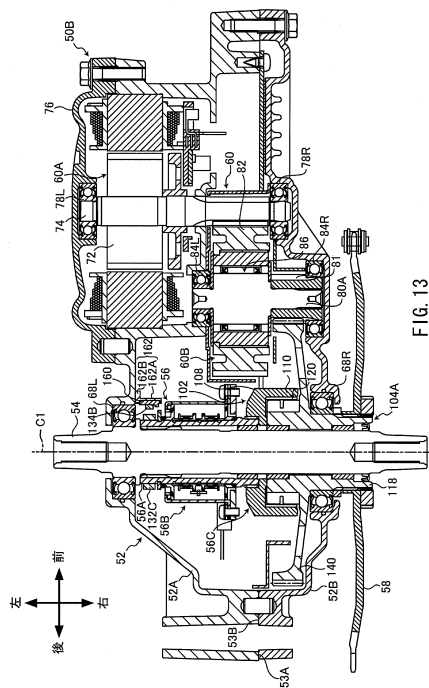


FIG. 13

【図 1 4】

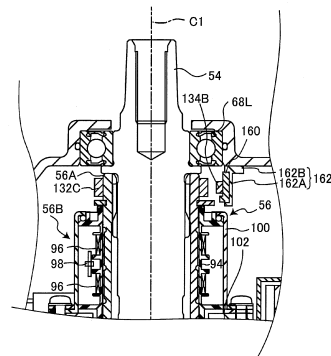


FIG. 14

フロントページの続き

- (72)発明者 石田 博康
静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内
- (72)発明者 石川 記尉
静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内
- (72)発明者 門司 真之介
静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内

審査官 米澤 篤

- (56)参考文献 特開2009-208710(JP,A)
特開2015-33907(JP,A)
特開平9-95289(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B62M 6/50 - 6/70