

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年7月9日(09.07.2020)



(10) 国際公開番号

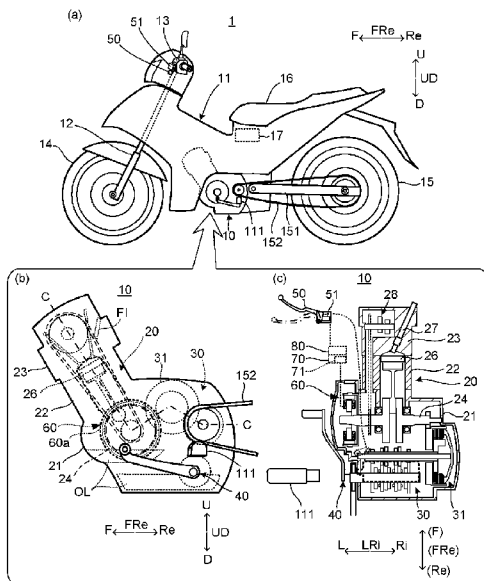
WO 2020/141593 A1

- (51) 国際特許分類:
F02N 11/00 (2006.01) *F02N 11/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/050502
- (22) 国際出願日: 2019年12月24日(24.12.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
PCT/JP2019/000021 2019年1月4日(04.01.2019) JP
- (71) 出願人: ヤマハ発動機株式会社 (YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 日野陽至(HINO, Haruyoshi); 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人タス・マイスター(TASS MEISTER PATENT FIRM); 〒1020093 東京都千代田区平河町二丁目4番13号 ノーブルコート平河町506号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: ENGINE UNIT WITH MT-TYPE SHIFT PEDAL, AND STRADDLED VEHICLE PROVIDED WITH SAID ENGINE UNIT

(54) 発明の名称: M T 型 シ フ ト ペ ダ ル 付 エ ン ジ ャ ユ ニ ッ ト、 及 び 同 エ ン ジ ャ ユ ニ ッ ト を 備 え た ス ト ラ ド ル ド ビ ー ク ル



(57) Abstract: The present invention provides an engine unit with an MT-type shift pedal, which can be reduced in size in the axial direction and longitudinal direction of a crankshaft, and which has a left shift pedal provided to the left of a crankcase. The engine unit with an MT-type shift pedal comprises a load-fluctuating four-stroke engine, a manual transmission, a left shift pedal, a manual clutch lever, a clutch lever position sensor, a brushless motor, a motor driver, and a control device. The brushless motor is provided to a left-end part of the crankshaft so that a front-end part of the brushless motor is positioned farther forward in a vehicle longitudinal direction than the left shift pedal and at least part of the brushless motor overlaps the left shift pedal in a vehicle width direction. The control device starts up the load-fluctuating four-stroke engine lubricated with low-viscosity oil by causing the brushless motor to run on the basis of a detection result from the clutch lever position sensor.

ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本発明はクランク軸の軸線方向及び前後方向におけるサイズが小型化可能な、クランクケースの左に左シフトペダルを備えたMT型シフトペダル付エンジンユニットを提供する。MT型シフトペダル付エンジンユニットは、負荷変動型4ストロークエンジンと、マニュアル・トランスミッションと、左シフトペダルと、マニュアルクラッチレバーと、クラッチレバー位置センサと、ブラシレスモータと、モータドライバと、制御装置とを備える。ブラシレスモータは、ブラシレスモータの前端部が車両前後方向において左シフトペダルよりも前に位置し且つブラシレスモータの少なくとも一部が車幅方向において左シフトペダルと重なるようにクランク軸の左端部に設けられている。制御装置は、ブラシレスモータを、クラッチレバー位置センサによる検出結果に基づいて力行させることにより、低粘度オイルで潤滑される負荷変動型4ストロークエンジンを始動させる。

明 細 書

発明の名称：

MT型シフトペダル付エンジンユニット、及び同エンジンユニットを備えたストラドルドビークル

技術分野

[0001] 本発明は、MT（マニュアル・トランスミッション）型シフトペダル付エンジンユニット、及び同エンジンユニットを備えたストラドルドビークルに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1の自動二輪車は、MT型シフトペダル付エンジンユニットを備えている。MT型シフトペダル付エンジンユニットは、単気筒エンジンと、常時噛み合い式のトランスミッション装置と、シフトペダルと、スタータモータと、発電機とを備えている。シフトペダルは、クランクケースの左方に配置されている。スタータモータは、クランクケースの上に設けられる。スタータモータとクランク軸との間には、スタータモータの回転動力をクランク軸に伝達するための伝達機構が設けられる。発電機は、クランク軸の左端部に設けられる。

特許文献2の自動二輪車は、スクータであり、AT（オートマティック・トランスミッション）型エンジンユニットを備えている。エンジンユニットは、単気筒エンジンと、無段変速機と、始動発電機とを備えている。始動発電機は、クランク軸の右端部に設けられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-116312号公報

特許文献2：特許第5591778号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0004] 特許文献 1、2 に示すような鞍乗型車両は、走行時に運転者の体重移動によって車両の姿勢が制御されるように構成されている。そのため、操作性及び走行性能の観点から、鞍乗型車両は、小型であることを求められる傾向がある。特に、特許文献 1 に示すような M T 型シフトペダル付鞍乗型車両は、走行中に、運転者が、ギアチェンジのために、クランクケースの左方に設けられたシフトペダルと、ハンドルバーに設けられたクラッチレバーとの操作を行うように構成される。更に、特許文献 1 に示すような M T 型シフトペダル付鞍乗型車両は、例えば、単気筒エンジンで駆動される。そのため、M T 型シフトペダル付鞍乗型車両は、小型であることをより強く求められる場合がある。
- [0005] また、単気筒エンジンを有する M T 型シフトペダル付鞍乗型車両では、車両が比較的小さく、車両全体に占めるエンジンユニットの割合が大きい。そのため、M T 型シフトペダル付エンジンユニットの小型化によって、M T 型シフトペダル付鞍乗型車両自体を効果的に小型化できる。従って、M T 型シフトペダル付エンジンユニットを如何に小型化するかは、M T 型シフトペダル付鞍乗型車両にとって、重要な要素である。特に、クランク軸の軸線方向及び前後方向のサイズは、車両のサイズに比較的大きな影響を及ぼす。そのため、これらのサイズを如何に小型化するかが、より重要である。このことは、単気筒エンジンに限られず、例えば 2 気筒エンジンを含む小型のエンジンを有する M T 型シフトペダル付鞍乗型車両にも言えることである。なお、クランク軸の軸線方向は、例えば、M T 型シフトペダル付鞍乗型車両における車幅方向に相当する。また、前後方向は、当該エンジンユニットが M T 型シフトペダル付鞍乗型車両に搭載された状態における前後方向、即ち M T 型シフトペダル付鞍乗型車両における前後方向に相当する。
- [0006] 本発明の目的は、クランク軸の軸線方向及び前後方向におけるサイズが小型化可能な、クランクケースの左にシフトペダルを備えた M T 型シフトペダル付エンジンユニットを提供することである。

課題を解決するための手段

- [0007] 特許文献1に示すようなMT型シフトペダル付鞍乗型車両に搭載されるMT型シフトペダル付エンジンユニットは、スタータモータと発電機とを別々に備えている。一方、特許文献2に示すようなスクータに搭載されるエンジンユニットは、始動発電機を備えている。
- [0008] 本発明者は、MT型シフトペダル付エンジンユニットを小型化するために、MT型シフトペダル付エンジンユニットに、スクータの始動発電機の技術を適用することを考えた。
- [0009] しかし、クランクケースの左方にシフトペダルを備え且つスクータと同程度の排気量を有するMT型シフトペダル付エンジンユニットに、スクータの始動発電機の技術を適用すると、クランク軸の軸線方向及び前後方向におけるサイズが大きくなってしまったことが分かった。本発明者は、その原因について検討し、以下の知見を得た。
- [0010] 特許文献2に示すようなスクータでは、アクセル操作子が加速方向に操作されることにより、始動発電機であるブラシレスモータが駆動され、エンジンが始動される。その時、アクセル操作子が加速方向に操作されているので、スロットルバルブが開かれる。そのため、気筒内に吸入される空気量が増加する。その結果、クランク軸に圧縮行程を乗り越えさせるために始動発電機が出力しなければならないトルクが大きくなる。始動発電機によって出力可能なトルクを増やすためには、ステータに巻回される巻線を太くしたり、巻線のターン数を増やしたりする必要がある。その結果、始動発電機であるブラシレスモータのサイズが更に大きくなってしまう。始動発電機が大きくなると、始動発電機が発電機として機能した時に余剰に電力が生成され易くなる。余剰電力の発生及びその処理に伴う発熱対策として、冷却機構の性能を高める必要が生じる。具体的には、例えば、ファン、フィン、要素間の空隙、冷却通路等を大型化する必要が生じる。以上のことから分かるように、アクセル操作子が加速方向に操作される時にクランク軸を回転させるように駆動される始動発電機のサイズは大きくなってしまう。本発明者は、これが

、スクータに搭載される始動発電機のサイズが大きい原因の一つであることを見出した。

[0011] そこで、本発明者は、アクセル操作子が加速方向に操作される時に始動発電機であるブラシレスモータが駆動をしなければ、始動発電機であるブラシレスモータがどの程度小型化可能であるか、更に詳細検討を行った。その結果、副次的な効果が得られることを見出した。即ち、始動発電機のサイズが小さくなると、巻線の温度が下がる。低下した巻線の温度に応じて、冷却機構も小型化可能になる。結果的に、始動発電機自体の小型化と共に、冷却機構も小型化できる。

[0012] 本発明者は、更に副次的な効果が得られることを見出した。始動発電機の実出力トルクが小さくなると、始動発電機のサイズに与える影響の中で、エンジンのクランク軸の回転に対して生じる抵抗の影響が相対的に大きくなる。従って、アクセル操作子が加速方向に操作されることを伴わずに始動発電機が駆動を行い、且つクランクケース内に低粘度オイルが採用されると、始動発電機の小型化が図れ、冷却機構の更なる小型化を図ることができる。

以上の知見により、本発明者は、エンジンを備えたスクータに搭載される比較的大きな始動発電機であるブラシレスモータを、クランクケースの左方にシフトペダルを備え且つスクータと同程度の排気量を有するMT型シフトペダル付エンジンユニットに適用することができる程度に小型化できることを見出した。

ブラシレスモータで構成される始動発電機は、スタータモータと発電機との機能を兼ねるので、単気筒MT型シフトペダル付エンジンユニットに始動発電機を設けることにより、スタータモータが省略され得る。結果として、単気筒MT型シフトペダル付エンジンユニットを小型化できる。

[0013] 以上の目的を達成するために、本発明の一つの観点によれば、MT型シフトペダル付エンジンユニットは、次の構成を備える。

[0014] (1) 鞍乗型車両に搭載されるように構成されたMT型シフトペダル付エンジンユニットであって、

前記MT型シフトペダル付エンジンユニットは、

低温粘度グレードが20Wよりも低い低粘度オイルで内部が潤滑されるように構成されたクランクケースと、前記クランクケースに回転可能に支持されるクランク軸とを有し、4ストロークの間に、前記クランク軸を回転させる負荷が大きい高負荷領域と、前記クランク軸を回転させる負荷が前記高負荷領域の負荷より小さい低負荷領域とを有する負荷変動型4ストロークエンジンと、

前記低粘度オイルによって潤滑されるように前記クランクケース内に設けられ、マニュアルクラッチと、前記鞍乗型車両の駆動輪へ動力を出力するための出力部とを有し、下記（A）又は（B）のいずれか1つの位置関係を満たし、（A）前記鞍乗型車両の車幅方向において、前記マニュアルクラッチが前記負荷変動型4ストロークエンジンの気筒よりも右に位置し且つ前記出力部が前記気筒よりも左に位置し、（B）前記鞍乗型車両の車幅方向において、前記マニュアルクラッチが前記負荷変動型4ストロークエンジンの気筒よりも左に位置し且つ前記出力部が前記気筒よりも右に位置する、マニュアル・トランスミッションと、

車両前後方向において前記クランク軸よりも後に回転軸を有し、且つ前記車幅方向において前記クランクケースよりも左に設けられた左シフトペダルと、

前記鞍乗型車両のハンドルバーに設けられるマニュアルクラッチレバーと、

前記マニュアルクラッチレバーに対して運転者により行われる操作を検出するように構成されたクラッチレバー位置センサと、

前記鞍乗型車両に搭載される蓄電装置から供給される電力により前記クランク軸を回転させるように動作するとともに、前記負荷変動型4ストロークエンジンの始動後に前記クランク軸に駆動されて発電する機能を兼ねるブラシレスモータと、

前記蓄電装置と前記ブラシレスモータとの間を流れる電流を制御するイン

バータを有するモータドライバと、

前記ブラシレスモータの前端部が前記車両前後方向において前記左シフトペダルよりも前に位置し且つ前記ブラシレスモータの少なくとも一部が前記車幅方向において前記左シフトペダルと重なるように、前記左シフトペダルよりも右に位置する前記クランクケース内において前記クランク軸の左端部に設けられた前記ブラシレスモータを、前記クラッチレバー位置センサによる検出結果に基づいて力行させることにより、前記低粘度オイルで潤滑される前記負荷変動型4ストロークエンジンを始動させるように前記モータドライバを制御する制御装置とを備える。

[0015] (1) のMT型シフトペダル付エンジンユニットは、鞍乗型車両に搭載されるように構成されている。MT型シフトペダル付エンジンユニットは、負荷変動型4ストロークエンジンと、マニュアル・トランスミッションと、左シフトペダルと、マニュアルクラッチレバーと、クラッチレバー位置センサと、ブラシレスモータと、モータドライバと、制御装置とを備える。

負荷変動型4ストロークエンジンは、クランクケースと、クランク軸とを有する。クランクケースは、低温粘度グレードが20Wよりも低い低粘度オイルで内部が潤滑されるように構成される。クランク軸は、クランクケースに回転可能に支持される。負荷変動型4ストロークエンジンは、4ストロークの間に、前記クランク軸を回転させる負荷が大きい高負荷領域と、前記クランク軸を回転させる負荷が前記高負荷領域の負荷より小さい低負荷領域とを有する。

マニュアル・トランスミッションは、鞍乗型車両の駆動輪へ動力を出力するための出力部を備えている。マニュアル・トランスミッションのマニュアルクラッチは、車幅方向における負荷変動型4ストロークエンジンの気筒よりも右に配置され、出力部は、気筒よりも左に配置される。又は、マニュアルクラッチは気筒よりも左に配置され、出力部は気筒よりも右に配置される。

ブラシレスモータは、左シフトペダルよりも右に位置するクランクケース内において、クランク軸の左端部に設けられている。ブラシレスモータは、クランク軸を回転させるように動作する。制御装置は、このブラシレスモータを、クラッチレバー位置センサによる検出結果に基づいて力行させることにより、負荷変動型4ストロークエンジンを始動させるようにモータドライバを制御する。このため、マニュアルクラッチレバーの操作に基づいてブラシレスモータを駆動できる。従って、アクセル操作子が加速方向に操作されることを伴わずにブラシレスモータを駆動することができる。このため、クランク軸に高負荷領域を乗り越えさせるためにブラシレスモータが出力しなければならないトルクを減少することができる。従って、ブラシレスモータを小型化できる。

蓄電装置とブラシレスモータとの間を流れる電流は、インバータを有するモータドライバによって制御される。このため、ブラシレスモータは、モータドライバの制御によって発電機として機能することができる。即ち、ブラシレスモータは、始動発電機として機能することができる。MT型シフトペダル付エンジンユニットに始動発電機を設けることにより、例えば始動専用の始動モータ、始動モータからの動力を伝達するギア、及び始動モータクラッチが省略され得る。また更に、ブラシレスモータが小さくなるとともにブラシレスモータの巻線の温度が下がり得る。このため、MT型シフトペダル付エンジンユニットの冷却機構の小型化が可能になる。従って、ブラシレスモータ自体の小型化と共に、冷却機構も小型化できる。

ブラシレスモータのサイズは、クランク軸の回転に対する抵抗の影響を受ける。ブラシレスモータが小型化すると、ブラシレスモータのサイズに与える影響の中で、ブラシレスモータ以外による回転に対する抵抗の影響が相対的に増大し得る。(1)のMT型シフトペダル付エンジンユニットでは、ブラシレスモータの巻線の温度が下がることによって低温粘度グレードが20Wよりも低い低粘度オイルを採用することができる。低粘度オイルの採用によって、クランク軸の回転に対する抵抗が低減され得る。このため、ブラシ

レスモータの更なる小型化が可能になる。

(1) のMT型シフトペダル付エンジンユニットによれば、ブラシレスモータを、例えば同程度のエンジン排気量を有するスクータに搭載される場合と比べて小型化することができる。ブラシレスモータは、クランク軸の左端部に設けられている。また、左シフトペダルは、前後方向においてクランク軸よりも後に回転軸を有し、且つ車幅方向においてクランクケースよりも左に設けられている。そして、ブラシレスモータの少なくとも一部が車幅方向において左シフトペダルと重なるように設けられている。従って、MT型シフトペダル付エンジンユニットのクランク軸の軸線方向、即ち車幅方向におけるサイズを小型化することができる。

また更に、ブラシレスモータの前端部は、車両前後方向において左シフトペダルよりも前に位置し且つブラシレスモータの少なくとも一部が車幅方向において左シフトペダルと重なるように設けられている。ブラシレスモータが小型化することによって、MT型シフトペダル付エンジンユニットの前後方向におけるサイズも小型化することができる。

このように、(1) のMT型シフトペダル付エンジンユニットによれば、クランク軸の軸線方向及び前後方向におけるサイズが小型化可能である。

[0016] 本発明の一つの観点によれば、MT型シフトペダル付エンジンユニットは、以下の構成を採用できる。

(2) (1) のMT型シフトペダル付エンジンユニットであって、
前記ブラシレスモータは、前記低粘度オイルで潤滑されるよう前記クランクケース内に設けられている。

[0017] (2) の構成によれば、ブラシレスモータが低粘度オイルで冷却される。従って、ブラシレスモータに対する冷却用のファンやフィンを取付けを省略することができる。また、ブラシレスモータ自体の小型化に伴いブラシレスモータの温度が低くなり得るため、ブラシレスモータを含むエンジンユニットを冷却する低粘度オイルの冷却構造を小型化できる。このため、MT型シフトペダル付エンジンユニットが更に小型化できる。

[0018] 本発明の一つの観点によれば、MT型シフトペダル付エンジンユニットは、以下の構成を採用できる。

(3) (1)又は(2)のMT型シフトペダル付エンジンユニットであって、

前記ブラシレスモータは、前記クランクケースに対し位置が固定されたステータと、前記ステータに対し空隙を介して対向する永久磁石を有し前記クランク軸の回転と連動するように前記クランク軸に設けられたロータとを備え、

前記MT型シフトペダル付エンジンユニットは、前記ロータの位置の検出を表す信号を前記制御装置に出力するロータ位置検出装置を更に備える。

[0019] (3)のMT型シフトペダル付エンジンユニットは、マニュアルクラッチレバーに対する操作に基づいて負荷変動型4ストロークエンジンを始動させる。このため、例えばアクセル操作に対する操作に基づく場合と比べ、始動時に気筒内に吸入される空気量が抑えられる。この場合、エンジンの燃焼が開始する場合に、エンジンの出力が、例えばアクセル操作に対する操作に基づく場合と比べ小さい場合がある。(3)の構成によれば、制御装置が、クランク軸の回転と連動するように設けられたロータの位置に基づいて、ロータの回転を制御することができる。従って、エンジンの燃焼が開始する場合にエンジンの出力が小さい状況でも、ブラシレスモータの力行を検出されるロータの位置に基づき精密に制御することができる。また、例えばブラシ付き直流モータ及び減速機の組合せで始動する場合と異なり、クランク軸を高い回転速度まで駆動することができる。負荷変動型4ストロークエンジンの始動にかかる期間を抑えることができる。

[0020] 本発明の一つの観点によれば、鞍乗型車両は、以下の構成を採用できる。

(4) 鞍乗型車両であって、

前記ブラシレスモータは、周方向にスロットを空けて設けられた複数の歯部を備えるステータコア、及び前記歯部に巻回される複数相の巻線を有するステータと、前記ステータと空隙を空けて向かい合うように前記周方向に並

び且つ前記スロットの数の $2/3$ より多い磁極部を有し、前記クランク軸の端部に設けられる。

[0021] (4)の構成によれば、巻線のインピーダンスは、例えばスロットの数の $2/3$ より少ない磁極部を有する構成と比べて大きい。このため、ブラシレスモータが発電機として使用される回転領域において、大きなインピーダンスによって発電電流を抑制できる。このため、ブラシレスモータ及びインバータの冷却機構を小型化できる。

[0022] 本発明の一つの観点によれば、鞍乗型車両は、以下の構成を採用できる。

(5) 鞍乗型車両であって、

鞍乗型車両は、

(1)から(4)いずれか1のMT型シフトペダル付エンジンユニットと

、
前記MT型シフトペダル付エンジンユニットから出力される動力を受け、
前記鞍乗型車両を走行させる駆動輪と、を備える。

[0023] (5)の構成によれば、MT型シフトペダル付エンジンユニットが小型化する。従って、鞍乗型車両の小型化が可能である。また、鞍乗型車両に搭載される部品の配置について設計自由度が高まる。

[0024] 本明細書にて使用される専門用語は特定の実施例のみを定義する目的であって発明を制限する意図を有しない。本明細書にて使用される用語「及び/または」はひとつの、または複数の関連した列挙された構成物のあらゆるまたは全ての組み合わせを含む。本明細書中で使用される場合、用語「含む、備える (including)」「含む、備える (comprising)」または「有する (having)」及びその変形の使用は、記載された特徴、工程、操作、要素、成分及び/またはそれらの等価物の存在を特定するが、ステップ、動作、要素、コンポーネント、及び/またはそれらのグループのうちの1つまたは複数を含むことができる。本明細書中で使用される場合、用語「取り付けられた」、「接続された」、「結合された」及び/またはそれらの等価物は広く使用され、直接的及び間接的な取り付け、接続及び結合の両方を包含する。更に、「接続

された」及び「結合された」は、物理的または機械的な接続または結合に限定されず、直接的または間接的な電氣的接続または結合を含むことができる。他に定義されない限り、本明細書で 사용되는全ての用語（技術用語および科学用語を含む）は、本発明が属する当業者によって一般的に理解されるのと同じ意味を有する。一般的に使用される辞書に定義された用語のような用語は、関連する技術及び本開示の文脈における意味と一致する意味を有すると解釈されるべきであり、本明細書で明示的に定義されていない限り、理想的または過度に形式的な意味で解釈されることはない。本発明の説明においては、多数の技術及び工程が開示されていると理解される。これらの各々は個別の利益を有し、それぞれは、他の開示された技術の1つ以上、または、場合によっては全てと共に使用することもできる。従って、明確にするために、この説明は、不要に個々のステップの可能な組み合わせを全て繰り返すことを控える。それにもかかわらず、明細書及び特許請求の範囲は、そのような組み合わせが全て本発明及び請求項の範囲内にあることを理解して読まれるべきである。

本明細書では、新しいMT型シフトペダル付エンジンユニットについて説明する。以下の説明では、説明の目的で、本発明の完全な理解を提供するために多数の具体的な詳細を述べる。しかしながら、当業者には、これらの特定の詳細無しに本発明を実施できることが明らかである。本開示は、本発明の例示として考慮されるべきであり、本発明を以下の図面または説明によって示される特定の実施形態に限定することを意図するものではない。

[0025] 鞍乗型車両 (straddled vehicle) とは、運転者がサドルに跨って着座する形式のビークルをいう。鞍乗型車両としては、例えば、モペット型、オフロード型、オンロード型の自動二輪車が挙げられる。また、鞍乗型車両としては、自動二輪車に限定されず、例えば、自動三輪車、ATV (All-Terrain Vehicle) 等であってもよい。自動三輪車は、2つの前輪と1つの後輪とを備えていてもよく、1つの前輪と2つの後輪とを備えていてもよい。鞍乗型車両の駆動輪は、後輪であってもよく、前輪であっても

よい。また、鞍乗型車両の駆動輪は、後輪及び前輪の双方であってもよい。また、鞍乗型車両は、リーン姿勢で旋回可能に構成されていることが好ましい。リーン姿勢で旋回可能に構成された鞍乗型車両は、カーブの中心に傾いた姿勢で旋回するように構成される。これにより、リーン姿勢で旋回可能に構成された鞍乗型車両は、旋回時にビークルに加わる遠心力に対抗する。リーン姿勢で旋回可能に構成された鞍乗型車両では、軽快性が求められるため、発進の操作に対する進行の応答性が重要視される。リーン姿勢で旋回可能に構成された鞍乗型車両では、例えば、動力源から駆動輪までの動力伝達経路に、流体の力学的作用を利用したトルクコンバータが設けられていない。

[0026] 負荷変動型4ストロークエンジンは、4ストロークの間に、高負荷領域と低負荷領域とを有する。負荷変動型4ストロークエンジンは、例えば、単気筒エンジン、2気筒エンジン、不等間隔爆発型3気筒エンジン、又は、不等間隔爆発型4気筒エンジンである。負荷変動型4ストロークエンジンは、例えば、3つより少ない気筒を有するエンジンである。本開示の一実施形態において、負荷変動型4ストロークエンジンは、例えば、単気筒エンジン又は2気筒エンジンである。2気筒エンジンは、2つの気筒を有する不等間隔燃焼エンジンであってもよい。2つの気筒を有する不等間隔燃焼エンジンとして、例えばV型エンジンが挙げられる。

負荷変動型4ストロークエンジンでは、低い回転速度における回転の変動が、他のタイプのエンジンと比べ大きい。高負荷領域とは、エンジンの1燃焼サイクルのうち、負荷トルクが1燃焼サイクルにおける負荷トルクの平均値よりも高い領域をいう。低負荷領域とは、1燃焼サイクルにおける高負荷領域以外の領域をいう。クランク軸の回転角度を基準として見ると、エンジンでの低負荷領域は、例えば、高負荷領域より広い。圧縮行程は、高負荷領域と重なりを有する。なお、本明細書において、負荷変動型4ストロークエンジンに関して示される方向は、当該負荷変動型4ストロークエンジンが搭載された鞍乗型車両を基準として示されている。

[0027] クランクケースは、MT型シフトペダル付エンジンユニットのうち、少な

くともクランク軸を収容するケースである。クランクケースは、気筒（シリンダ）と接続される。クランクケースは、マニュアル・トランスミッションを収容する。クランクケースは、例えばブラシレスモータを収容する。この場合、クランクケースには、ブラシレスモータのカバーも含まれる。即ち、クランクケースカバーは、クランクケースの一部に相当する。クランクケースカバーとしては、例えば、クランクケースの側方から当該クランクケースを覆う樹脂製クランクケースカバーが挙げられる。また、クランクケースと左シフトペダルとの位置関係に関して、本開示に係る一実施形態では、左シフトペダルがクランクケースよりも左に設けられることは、例えば、直立状態の鞍乗型車両を上下方向に見て、左シフトペダルがクランクケースの左輪郭線よりも左方に設けられることを意味する。例えば、左シフトペダルの最左端が、クランクケースよりも左方に位置するように設けられる。MT型シフトペダル付エンジンユニットを右方に見た場合に、クランクケースよりも左に設けられた左シフトペダルは、クランクケースで隠れない位置に設けられる。平面視において、左シフトペダルとクランクケースとが重なり合ってもよい。

[0028] 左シフトペダルは、マニュアル・トランスミッションに対する変速操作のため足で操作される操作部である。従って、左シフトペダルは、例えば、足で接触することができる部分である。左シフトペダルは、例えば、クランクケースから外部に突出した部分である。

[0029] ブラシレスモータの少なくとも一部が車幅方向において左シフトペダルと重なることは、例えば、車幅方向に延びる座標を設定する場合に、ブラシレスモータが存在する当該座標の範囲の少なくとも一部と、左シフトペダルが存在する当該座標の範囲とが重複することである。ブラシレスモータの少なくとも一部と左シフトペダルとは離れていてもよい。例えば、ブラシレスモータの一部が車幅方向において左シフトペダルと重なる場合、ブラシレスモータの少なくとも一部が車幅方向において左シフトペダルと重なる。ブラシレスモータの全部が車幅方向において左シフトペダルと重なる場合、ブラシ

レスモータの少なくとも一部が車幅方向において左シフトペダルと重なる。

[0030] マニュアルクラッチが車幅方向における負荷変動型4ストロークエンジンの気筒よりも右方に配置される場合、出力部は気筒よりも左方に配置される。但し、マニュアルクラッチは、例えば気筒よりも左方に配置され、出力部が気筒よりも右方に配置されてもよい。負荷変動型4ストロークエンジンが複数の気筒を有する場合、「気筒よりも右方」における「気筒」は、複数の気筒のうち、最も右に位置する気筒を指す。「気筒よりも左方」における「気筒」は、複数の気筒のうち、最も左に位置する気筒を指す。

[0031] マニュアル・トランスミッションの出力部は、例えば、チェーンが巻き掛けられるスプロケットである。但し、出力部は、例えば、ベルトが巻きかけられるプーリでもよい。

[0032] クラッチレバー位置センサは、例えば、マニュアルクラッチレバーに取り付けられマニュアルクラッチレバーの変位を直接に検出する。クラッチレバー位置センサは、これに限られず、例えば、マニュアルクラッチ又はクランクケースに設けられてもよい。クラッチレバー位置センサは、例えば、マニュアルクラッチレバーと機械式ワイヤを介して接続された機構の変位を検出してもよい。

クラッチレバー位置センサは、例えば、マニュアルクラッチレバーの操作位置又は非操作位置を検出するスイッチで構成される。但し、クラッチレバー位置センサは、これに限られず、例えば、マニュアルクラッチレバーの操作位置をアナログレベルで表す信号を出力するセンサで構成されてもよい。

[0033] 蓄電装置は、例えば、電気を蓄え、且つ、電気の充電と放電を繰返し実施できる装置である。蓄電装置は、例えばバッテリーである。蓄電装置は、例えば二次電池である。蓄電装置は、これに限られず、例えばキャパシタでもよい。

[0034] ブラシレスモータは、整流子を有さないモータである。ブラシレスモータでは、巻線の電流が、例えば位置検出器で検出されたロータの位置に応じて制御される。ブラシレスモータはこれに限られず、巻線の電流が、電流自体

に応じて制御されてもよい。ブラシレスモータは、永久磁石を有する磁石式モータである。ブラシレスモータは、アウターロータ型でもよく、また、インナーロータ型でもよい。また、ブラシレスモータは、ラジアルギャップ型でなく、アキシアルギャップ型でもよい。実施形態のブラシレスモータのロータは、永久磁石を備えている。

ブラシレスモータは、例えば、ロータの磁極部が磁性材料から露出した表面磁石型（S P M型）である。ブラシレスモータはこれに限られず、例えば、ロータの磁極部が磁性材料に埋め込まれた埋込磁石型（I P M型）であってもよい。また、（磁極部／スロット数）については、 $2/3$ より多いことが好ましい。但し、（磁極部／スロット数）は、特に限定されず、例えば $2/3$ 以下でもよい。（磁極部／スロット数）は、 $2/3$ より多い場合、（磁極面／スロット数）の上限値としては、例えば、 $4/3$ が挙げられる。本開示に係る一例において、当該比は、 $8/9$ 以上である。本開示に係る一例において、当該比は、 $1/1$ 以上である。本開示に係る一例において、当該比は、 $1/1$ より大きい。本開示に係る一例において、当該比は、 $4/3$ である。なお、ステータに制御基板等を設置するためにステータのスロットの一部が形成されない場合がある。このような場合、本来スロットが設けられるべき位置に、スロットが設けられることとして、スロットの数が決定されてもよい。フライホイールの磁極数についても同様である。即ち、磁極数とスロット数とが実質的に $4:3$ の関係を満たすような $4:3$ 系列の磁極及びスロットの配置が行われる場合、（磁極面／スロット数）が $4/3$ であるといえる。

ブラシレスモータは、ブラシレスモータの一部が車幅方向において左シフトペダルと重なるように設けられる。但し、ブラシレスモータはこれに限られず、ブラシレスモータの全部が車幅方向において左シフトペダルと重なっていてもよい。

[0035] ブラシレスモータは低粘度オイルで潤滑されるように配置される。但し、ブラシレスモータはこれに限られず、低粘度オイルと接触しないように配置

されていてもよい。例えば、ブラシレスモータを通る冷却風で低粘度オイル自体又は負荷変動型4ストロークエンジンの一部が冷却されてもよい。ブラシレスモータが低粘度オイルと接触しない場合でも、ブラシレスモータの巻線の温度が下がることによって、ブラシレスモータを含むエンジンユニット全体の発熱量が低下する。このため、低温粘度グレードが20Wよりも低い低粘度オイルを採用することができる。

[0036] 負荷変動型4ストロークエンジンの始動とは、クランク軸の回転が停止した状態から、ガスの燃焼によってクランク軸が回転する状態に変化することである。

負荷変動型4ストロークエンジンの始動は、例えば、鞍乗型車両の走行後、停止条件の成立により停止のための操作無しに負荷変動型4ストロークエンジンが停止した状態即ちアイドリングストップからの始動である。但し、負荷変動型4ストロークエンジンの始動は、鞍乗型車両のメインスイッチがオン状態になった後、走行前に負荷変動型4ストロークエンジンが停止した状態からの始動も含まれる。

[0037] 制御装置は、プログラムを実行するプロセッサを有していてもよく、また、電子回路でもよい。

制御装置は、例えば、鞍乗型車両が停止している場合、即ち走行していない場合に、負荷変動型4ストロークエンジンの動作を停止させるアイドリングストップを実施してもよい。この場合、制御装置は、クラッチレバー位置センサによる検出結果に基づいて、アイドリングストップで停止している負荷変動型4ストロークエンジンを始動してもよい。制御装置は、これに限られず、例えば、アイドリングストップを実施しなくともよい。

発明の効果

[0038] 本発明によれば、クランク軸の軸線方向及び前後方向におけるサイズが小型化可能な、クランクケースの左に左シフトペダルを備えたMT型シフトペダル付エンジンユニットを実現できる。

図面の簡単な説明

[0039] [図1]一実施形態に係るMT型シフトペダル付エンジンユニットを説明するための図面である。

[図2]図1に示す鞍乗型車両を拡大して示す側面図である。

[図3]図1に示すエンジンユニットを拡大して示す側面図である。

[図4]図1に示すエンジンユニットを拡大して示す断面図である。

[図5]負荷変動型4ストロークエンジンのクランク角度位置と必要トルクとの関係を模式的に示す説明図である。

[図6]図3及び図4に示すブラシレスモータの回転軸線に垂直な断面を示す断面図である。

[図7]図2及び図3に示すエンジンユニットの電氣的な概略構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0040] 図1は、一実施形態に係るMT型シフトペダル付エンジンユニットを説明するための図面である。図1のパート(a)は、鞍乗型車両の側面図である。図1のパート(b)は、鞍乗型車両に搭載されるエンジンユニットの側面図である。図1のパート(c)は、鞍乗型車両に搭載されるエンジンユニットの断面図である。

[0041] 図1に示すMT型シフトペダル付エンジンユニット10（以下、単にエンジンユニット10とも称する。）は、鞍乗型車両1に搭載されるように構成されている。即ち、鞍乗型車両1は、エンジンユニット10を備えている。鞍乗型車両1は、前輪14と、駆動輪15としての後輪とを備えている。エンジンユニット10は、駆動輪15へ動力を出力する。鞍乗型車両1は、蓄電装置17を備えている。

本明細書及び図面で、Fは、鞍乗型車両1における前方を示す。R_eは、鞍乗型車両1における後方を示す。FR_eは、鞍乗型車両1における前後方向を示す。Uは、鞍乗型車両1における上方を示す。Dは、鞍乗型車両1における下方を示す。UDは、鞍乗型車両1における上下方向を示す。Lは、鞍乗型車両1における左方を示す。R_iは、鞍乗型車両1における右方を示す。

す。L R i は、鞍乗型車両 1 における左右方向を示す。L R i は、鞍乗型車両 1 における車幅方向でもある。即ち、鞍乗型車両 1 における車幅方向 L R i は、鞍乗型車両 1 における右方 R i 、及び左方 L の双方を含んでいる。上記の方向は、鞍乗型車両 1 に搭載されるエンジンユニット 10 における方向と同じである。

図 1 のパート (c) は、図 1 のパート (b) における C-C 線断面図を示す。図 1 のパート (c) には、クランクケース内の車幅方向 L R i 及び前後方向 F R e における、部品の配置が示されているといえる。

[0042] エンジンユニット 10 は、負荷変動型 4 ストロークエンジン 20 と、マニュアル・トランスミッション 30 と、左シフトペダル 40 と、マニュアルクラッチレバー 50 と、クラッチレバー位置センサ 51 と、ブラシレスモータ 60 と、モータドライバ 70 と、制御装置 80 とを備える。なお、以下においては、負荷変動型 4 ストロークエンジンは、4 ストロークエンジンとも称される。また、エンジンユニット 10 は、4 ストロークエンジン 20 に燃料を供給する燃料噴射装置 F1 も備えている。

[0043] 4 ストロークエンジン 20 は、クランクケース 21 と、クランク軸 24 とを有する。4 ストロークエンジン 20 は、気筒 22 (シリンダ) と、シリンダヘッド 23 と、ピストン 26 とを備えている。ピストン 26 は、気筒 22 内に往復動可能に設けられている。クランク軸 24 は、クランクケース 21 に回転可能に支持される。

クランクケース 21 は、低粘度オイル OL で内部が潤滑されるように構成される。4 ストロークエンジン 20 は、低粘度オイル OL で潤滑される。低粘度オイル OL は、SAE 粘度分類による低温粘度グレードが 20W よりも低いオイルである。低粘度オイル OL は、クランクケース 21 内の一部に溜まっている。

4 ストロークエンジン 20 は、4 ストロークの間に高負荷領域と低負荷領域とを有する。高負荷領域は、クランク軸 24 を回転させる負荷が大きい領域である。低負荷領域は、クランク軸 24 を回転させる負荷が高負荷領域の

負荷より小さい領域である。４ストロークエンジン２０は、詳細には、単気筒エンジンである。

[0044] マニュアル・トランスミッション３０は、クランク軸２４の回転速度を左シフトペダル４０の操作に応じた変速比で変換して出力する。マニュアル・トランスミッション３０は、マニュアルクラッチ３１及び出力部３９を備える。

左シフトペダル４０は、運転者の左足で操作される。左シフトペダル４０は、車幅方向ＬＲｉにおいてクランクケース２１よりも左方Ｌに設けられている。左シフトペダル４０の最左端が、左シフトペダル４０が設けられた位置におけるクランクケース２１よりも左に位置する。

ＭＴ型シフトペダル付エンジンユニット１０を右方Ｒｉに見た場合に、左シフトペダル４０は、クランクケース２１よりも左方Ｌに設けられた左シフトペダル４０は、クランクケース２１で隠れない位置に設けられる。ＭＴ型シフトペダル付エンジンユニット１０を右方Ｒｉに見た場合に、左シフトペダル４０とクランクケース２１が重なる領域のいずれの部分でも、左シフトペダル４０がクランクケース２１より手前に位置する。より詳細には、左シフトペダル４０は、車幅方向ＬＲｉにおけるクランクケース２１よりも左方Ｌにおいて少なくとも前後方向ＦＲｅに延びるように設けられている。より詳細には、左シフトペダル４０は、斜め前方Ｆに延びるように設けられている。クランクケース２１は、左シフトペダル４０よりも右方Ｒｉに設けられている。

マニュアルクラッチ３１は、マニュアルクラッチレバー５０の操作に応じて、クランク軸２４からの動力の伝達を遮断する。マニュアルクラッチ３１は、車幅方向ＬＲｉにおける４ストロークエンジンの気筒２２よりも右方Ｒｉに配置される。マニュアルクラッチ３１は、マニュアルクラッチレバー５０の操作に応じて、クランク軸２４からの動力の伝達を遮断する。クラッチレバー位置センサ５１は、マニュアルクラッチレバー５０に対して運転者により行われる操作を検出する。クラッチレバー位置センサ５１は、例えば、

マニュアルクラッチレバー 50 の操作位置又は非操作位置を検出するスイッチである。

エンジンユニット 10 の動力は、マニュアル・トランスミッション 30 の出力部 39 から、駆動輪 15 へ出力される。出力部 39 は、気筒 22 よりも左方に配置される。詳細には、出力部 39 は、スプロケットである。動力は、出力部 39 に巻き掛けられたチェーン 152 を介して駆動輪 15 へ伝達される。

[0045] ブラシレスモータ 60 は、4 ストロークエンジン 20 を始動させる始動モータとして機能する。ブラシレスモータ 60 は、4 ストロークエンジン 20 の始動後に 4 ストロークエンジン 20 に駆動され電力を発電する発電機として機能する。

ブラシレスモータ 60 は、クランク軸 24 の左端部に設けられている。図 1 のパート (c) に示すように、ブラシレスモータ 60 の一部は、車幅方向 L R i において、左シフトペダル 40 と重なるように設けられる。

[0046] モータドライバ 70 は、インバータ 71 を有する。インバータ 71 は、蓄電装置 17 とブラシレスモータ 60 との間を流れる電流を制御する。モータドライバ 70 は、制御装置 80 によって制御される。

制御装置 80 は、クラッチレバー位置センサ 51 による検出結果に基づいてブラシレスモータ 60 を力行させる。これにより、制御装置 80 は、低粘度オイル OL で潤滑される 4 ストロークエンジン 20 を始動させるようにモータドライバ 70 を制御する。

[0047] エンジンユニット 10 では、マニュアルクラッチレバー 50 の操作に基づいて、ブラシレスモータ 60 が力行し、4 ストロークエンジン 20 を始動する。このため、例えばアクセル操作子が加速方向に操作されることを伴わずにブラシレスモータ 60 を駆動することができる。このため、スロットルバルブ SV (図 3) の開度が小さい状態で、ブラシレスモータ 60 を駆動することができる。従って、気筒 22 内に吸入される空気量が少ない。このため、クランク軸 24 に高負荷領域を乗り越えさせるためにブラシレスモータ 6

0が出力しなければならないトルクを減少することができる。従って、ブラシレスモータを小型化することができる。

[0048] 蓄電装置17とブラシレスモータ60との間を流れる電流は、モータドライバ70によって制御される。ブラシレスモータ60は、始動発電機として機能することができる。エンジンユニット10に始動発電機として機能するブラシレスモータ60を設けることにより、例えば発電機とは異なる専用のスタータモータが省略され得る。

[0049] また、ブラシレスモータ60が小さくなるとともに、ブラシレスモータ60のステータ巻線622（図4参照）の温度が下がり得る。この結果、エンジンユニット10の冷却機構の更なる小型化が可能になる。結果的に、ブラシレスモータ60自体の小型化と共に、エンジンユニット10の冷却機構も小型化できる。

[0050] また、ブラシレスモータ60のサイズは、クランク軸24の回転に対する抵抗の影響を受ける。ブラシレスモータ60が小型化すると、ブラシレスモータ60のサイズに与える影響の中で、ブラシレスモータ60以外による回転に対する抵抗の影響が相対的に増大する。ブラシレスモータ60のステータ巻線622の温度が下がることによって低温粘度グレードが20Wよりも低い低粘度オイルOLを採用することができる。この結果、クランク軸24の回転に対する抵抗が低減される。このため、ブラシレスモータ60の更なる小型化が可能である。

[0051] このように、実施形態のエンジンユニット10におけるブラシレスモータ60は、例えばこの実施形態と同程度のエンジン排気量を有するスクータに搭載される場合と比べて小型化することができる。

エンジンユニット10のブラシレスモータ60は、クランク軸24の左端部に設けられている。従って、ブラシレスモータ60の小型化によって、エンジンユニット10のクランク軸24の軸線方向におけるサイズを小さくすることができる。即ちエンジンユニット10が、車幅方向LRiにおいて小型化できる。

また、ブラシレスモータ60の前端部60aは、前後方向F R eにおいて左シフトペダル40よりも前に位置し、且つブラシレスモータ60の少なくとも一部が車幅方向L R iにおいて左シフトペダル40と重なるように設けられている。ブラシレスモータ60の小型化によって、エンジンユニット10が、前後方向F R eにおいても小型化できる。更に、上述した冷却機構の小型化によってもエンジンユニット10が小型化できる。

[0052] 以下、一実施形態に係る鞍乗型車両1について、より詳細に説明する。

[0053] 図2は、図1に示す鞍乗型車両1を拡大して示す側面図である。

鞍乗型車両1は、より詳細には、MT型シフトペダル付鞍乗型車両である。また、鞍乗型車両1は、自動二輪車である。鞍乗型車両1は、より詳細には、MT型シフトペダル付自動二輪車である。

鞍乗型車両1は、より詳細には、エンジンユニット10と、車体11と、フロントフォーク12と、ハンドルバー13と、前輪14と、駆動輪15と、シート16と、蓄電装置17と、リアアーム151とを備えている。

[0054] フロントフォーク12は、車体11に回転自在に支持されている。ハンドルバー13は、フロントフォーク12の上端に固定されている。つまり、ハンドルバー13は、フロントフォーク12を介して車体11に対し回転自在に支持されている。ハンドルバー13の左端には、マニュアルクラッチレバー50とクラッチレバー位置センサ51が設けられている。ハンドルバー13の右部には、図示しないブレーキレバーと、アクセル操作子が設けられている。前輪14は、フロントフォーク12に回転自在に支持されている。

リアアーム151は、車体11に揺動自在に支持されている。駆動輪15は、リアアーム151に回転自在に支持されている。

[0055] エンジンユニット10は、車体11に保持されている。より詳細には、エンジンユニット10は、車体11の図示しないフレームに取り付けられている。エンジンユニット10は、出力部39から駆動輪15へ向け動力を出力する。出力部39は、チェーン152が巻き掛けられるスプロケットである。出力部39は、エンジンユニット10の筐体より外に、より詳細には、ク

ランクケース 21（図 1（b）参照）の外に設けられている。出力部 39 は、実際には、車体 11 に設けられた図示しないカバーで覆われているが、図 2 では、エンジンユニット 10 の筐体の外に露出していることが分かりやすいよう実線で表されている。エンジンユニット 10 の動力は、出力部 39 としてのスプロケット及びチェーン 152 を介して駆動輪 15 へ向け出力される。上下方向 U D における出力部 39 よりも下方 D には、ステップ 111 が設けられている。

[0056] シート 16 は、サドル型であり車体 11 の上部に設けられている。鞍乗型車両 1 の運転者は、シート 16 に跨がって着座し、走行中、ステップ 111 に足を乗せる。

蓄電装置 17 は、車体 11 の内部に配置されている。蓄電装置 17 は、電力を蓄える。

[0057] 図 3 は、図 1 に示すエンジンユニット 10 を拡大して示す側面図である。

図 4 は、図 1 に示すエンジンユニット 10 を拡大して示す断面図である。図 3 及び図 4 には、車体 11（図 2 参照）に取り付けられたステップ 111 の位置も示されている。

[0058] エンジンユニット 10 は、より詳細には、4 ストロークエンジン 20 と、マニュアル・トランスミッション 30 と、左シフトペダル 40 と、マニュアルクラッチレバー 50 と、クラッチレバー位置センサ 51 と、ブラシレスモータ 60 と、モータドライバ 70 と、制御装置 80 とを備えている。

[0059] 4 ストロークエンジン 20 は、クランク軸 24 と、コネクティングロッド 25 と、ピストン 26 と、点火プラグ 27 と、バルブ動作機構 28（図 4 参照）と、バルブ 29（図 3 参照）とを備える。

また、4 ストロークエンジン 20 は、クランクケース 21 と、気筒 22（シリンダ）と、シリンダヘッド 23 とを備えている。クランクケース 21 と、気筒 22 と、シリンダヘッド 23 とは、4 ストロークエンジン 20 の筐体を構成している。

ピストン 26 は、気筒 22 内に配置されている。クランクケース 21 は、

気筒 22 に接続されている。クランク軸 24 は、クランクケース 21 内に配置されている。ピストン 26 とクランク軸 24 は、コネクティングロッド 25 を介して連結されている。バルブ 29 とバルブ動作機構 28 は、シリンダヘッド 23 内に配置されている。

クランク軸 24 と、マニュアル・トランスミッション 30 と、ブラシレスモータ 60 とは、クランクケース 21 内に配置されている。クランク軸 24 の動力は、カムチェーン 281 を介してバルブ動作機構 28 に伝達される。バルブ動作機構 28 は、クランク軸 24 の回転及びピストン 26 の往復動に同期するようにバルブ 29 を動作させる。

[0060] クランクケース 21 は、低粘度オイル OL で内部が潤滑されるように構成されている。つまり、4 ストロークエンジン 20 は、低粘度オイル OL を有している。クランク軸 24 と、マニュアル・トランスミッション 30 と、ブラシレスモータ 60 とは、同じ低粘度オイル OL で潤滑される。低粘度オイル OL は、エンジンユニット 10 の各部を潤滑及び冷却する。

低粘度オイル OL は、図示しないオイルポンプによって圧送されて、4 ストロークエンジン 20 内を循環する。より詳細には、低粘度オイル OL は、クランクケース 21 の下部に設けられたオイルパン 211 に溜まる。オイルパン 211 に溜った低粘度オイル OL は、図示しないオイルポンプによって加圧される。加圧された低粘度オイル OL は、図示しないオイル供給通路を介して、ピストン 26、及びクランク軸 24 に供給される。このようなオイル供給通路は、例えば、クランク軸 24 の内部に設けられた孔、気筒 22 の内部に設けられた孔、及び気筒 22 とシリンダヘッド 23 との接合面に形成された溝で形成される。

また、低粘度オイル OL は、マニュアル・トランスミッション 30 と、ブラシレスモータ 60 にも供給される。より詳細には、ピストン 26 に供給された低粘度オイル OL は、上下方向 UD でピストン 26 よりも下方 D に配置されたブラシレスモータ 60 にも流れる。低粘度オイル OL は、ブラシレスモータ 60 の一部が低粘度オイル OL に浸かるように溜まる。例えばブラシ

レスモータ60の一部を囲うように設けられた図示しない堰止め壁に低粘度オイルOLが溜まることで、ブラシレスモータ60の一部が低粘度オイルOLに浸かる。例えば堰き止め壁からあふれた低粘度オイルOLは、オイルパン211へ流れる。ブラシレスモータ60の回転によって、ブラシレスモータ60に付着した低粘度オイルOLがクランクケース21内に拡散する。

低粘度オイルOLの一部は、カムチェーン281を介して、バルブ動作機構28にも供給される。このようにして、4ストロークエンジン20の内部は、低粘度オイルOLで潤滑される。従って、クランクケース21の内部は、低粘度オイルOLで潤滑される。

[0061] 低粘度オイルは、SAE J300に規定されるSAE粘度分類による低温粘度グレードが、20Wよりも低い潤滑オイルである。粘度グレードが低いほどオイルの粘度は低い。潤滑オイルのSAE粘度分類による高温粘度グレードは、特に限定されない。Xを0以上20未満の整数、Yを0以上の整数とすると、潤滑オイルのSAE粘度グレードは、XW-Yで表される。潤滑オイルは、ベースオイルと添加物で構成されている。大まかにいうと、潤滑オイルの粘度が低いほど、潤滑オイルの蒸発温度が低く、潤滑オイルは蒸発しやすい。ベースオイルの種類（例えば鉱物油であるか合成油であるか）や、添加物によっては、潤滑オイルの粘度が同じであっても蒸発温度が異なる場合がある。潤滑オイルの蒸発特性は、例えば、ASTM D6352に準拠したガスクロマトグラフィー模擬蒸留による沸点分布測定法によって取得できる。

[0062] 図5は、4ストロークエンジン20のクランク角度位置と必要トルクとの関係を模式的に示す説明図である。図5の実線Taは、4ストロークエンジン20が燃焼動作を行っていない状態で、クランク軸24を回転させるための必要トルクを示している。

[0063] 4ストロークエンジン20は、単気筒エンジンである。4ストロークエンジン20は、4ストロークの間に、クランク軸24を回転させる負荷が大きい高負荷領域THと、クランク軸24を回転させる負荷が高負荷領域THの

負荷より小さい低負荷領域 T_L とを有する。

高負荷領域とは、4ストロークエンジン20の1燃焼サイクルのうち、負荷トルクが1燃焼サイクルにおける負荷トルクの平均値 A_v よりも高い領域をいう。クランク軸24の回転角度を基準として見ると、低負荷領域 T_L は高負荷領域 T_H 以上に広い。より詳細には、低負荷領域 T_L は高負荷領域 T_H よりも広い。言い換えると、低負荷領域 T_L に相当する回転角度領域は、高負荷領域 T_H に相当する回転角度領域よりも広い。4ストロークエンジン20は、吸気行程、圧縮行程、燃焼行程（膨張行程）、及び排気行程を繰り返しながら回転する。圧縮行程は、高負荷領域 T_H と重なりを有する。

[0064] 4ストロークエンジン20の1燃焼サイクルには、吸気行程、圧縮行程、燃焼行程、及び排気行程が1回ずつ含まれる。

吸気行程において、図3及び図4に示す気筒22と、シリンダヘッド23と、ピストン26とで画定された燃焼室に燃料と空気の混合気が供給される。圧縮行程において、ピストン26が、燃焼室内の混合気を圧縮する。膨張行程において、点火プラグ27で点火された混合気が燃焼するとともに、ピストン26を押す。排気行程において、燃焼後の気体が、排ガスとして燃焼室から排出される。ピストン26の往復動がクランク軸24の回転に変換される。

4ストロークエンジン20で燃料が燃焼することにより生じたエネルギーは、クランク軸24の動力としてマニュアル・トランスミッション30に出力される。

[0065] マニュアル・トランスミッション30は、クランク軸24の回転速度を変速段に応じて変換する。マニュアル・トランスミッション30は、複数の変速段を有する有段トランスミッションである。

マニュアル・トランスミッション30は、マニュアルクラッチ31と、入力軸32と、出力軸33と、駆動ギア34と、被駆動ギア35と、ドグリング35aと、変速段設定機構36とを備える。

[0066] マニュアルクラッチ31は、車幅方向 L/R i における4ストロークエンジ

ンの気筒 22 よりも右方 R i に配置される。出力部 39 は、気筒 22 よりも左方 L に配置される。

マニュアルクラッチ 31 は、操作に応じて、4 ストロークエンジン 20 と駆動輪 15（図 1 参照）との間での動力の伝達を遮断する。より詳細には、マニュアルクラッチ 31 は、クランク軸 24 と入力軸 32 との間で動力の伝達を遮断する。

マニュアルクラッチ 31 は、マニュアルクラッチレバー 50 に対する運転者の操作に応じて動力の伝達を遮断する。マニュアルクラッチ 31 は、機械式ワイヤ 52 を介してマニュアルクラッチレバー 50 と接続されている。より詳細には、マニュアルクラッチ 31 は、機械式ワイヤ 52、クラッチアーム 37、及びリフトロッド 38 を介してマニュアルクラッチレバー 50 と接続されている。マニュアルクラッチレバー 50 が操作されると、機械式ワイヤ 52、クラッチアーム 37、及びリフトロッド 38 が変位する。この結果、動力の伝達が遮断される。

[0067] マニュアルクラッチレバー 50 は、鞍乗型車両 1 の運転者の左手で操作される。クラッチレバー位置センサ 51 は、マニュアルクラッチレバー 50 に対して運転者により行われる操作を検出する。クラッチレバー位置センサ 51 は、クラッチアーム 37 の変位を検出することによって、マニュアルクラッチレバー 50 に対する操作を検出する。クラッチレバー位置センサ 51 は、マニュアルクラッチレバー 50 に対する操作を表す信号を制御装置 80 に出力する。

[0068] 出力軸 33 は、入力軸 32 と平行な軸線上に回転可能に配置される。複数の駆動ギア 34 は、入力軸 32 に設けられ、常に入力軸 32 と共に回転するように構成されている。また、複数の駆動ギア 34 のそれぞれは、各変速段に対応する。複数の被駆動ギア 35 は、出力軸 33 に設けられ、出力軸 33 と相対回転可能であるように構成される。ドグリング 35a は、出力軸 33 に設けられ、出力軸 33 と共に回転するように構成される。複数の被駆動ギア 35 は、対応する駆動ギア 34 と噛み合い可能であるように構成されてい

る。常時、複数の被駆動ギア 35 の少なくとも一つが駆動ギア 34 と噛み合う。出力軸 33 は、エンジンユニット 10 の出力部 39 と連動する。より詳細には、出力軸 33 は、出力部 39 と固定されている。出力軸 33 に伝達された動力が、出力部 39 から出力される。

変速段設定機構 36 は、いずれか一つの変速段に係る駆動ギア 34 及び被駆動ギア 35 を介した入力軸 32 から出力軸 33 への動力伝達を機械的に且つ選択的に有効に設定するように構成されている。変速段設定機構 36 は、図示しないシフトカムとシフトフォークを有している。

左シフトペダル 40 に対する運転者の操作に応じてシフトカムが回転すると、シフトフォークが、シフトカム 36a に設けられたカム溝に案内され、被駆動ギア 35 又はドグリング 35a を軸線方向に移動する。これによって、いずれかの変速段に係る動力伝達が有効になる。このようにして、マニュアル・トランスミッション 30 は、左シフトペダル 40 に対する運転者の操作に応じて変速比を変更する。クランク軸 24 の回転速度が、左シフトペダル 40 の操作に応じた変速比で変換して出力部 39 から出力される。

[0069] 左シフトペダル 40 は、前後方向 F R e に長く延びた概略形状を有する。左シフトペダル 40 は、クランクケース 21 から左方 L に延び、さらに曲がって前方 F に延びるように設けられている。より詳細には、左シフトペダル 40 は、クランク状に曲がった概略形状を有している。左シフトペダル 40 の最左端 43e が、左シフトペダル 40 が設けられた位置におけるクランクケース 21 よりも左に位置する。つまり、左シフトペダル 40 は、車幅方向 L R i において、クランクケース 21 よりも左方 L に設けられている。左シフトペダル 40 は、回転軸 41 と、レバー部 42 と、ペダルラバー部 43 とを備える。ブラシレスモータ 60 の一部は、車幅方向 L R i において左シフトペダル 40 と重なるように設けられている。

回転軸 41 は、左シフトペダル 40 の回転中心を構成する。回転軸 41 は、クランクケース 21 から左方 L に突出している。回転軸 41 は、クランクケース 21 内の変速段設定機構 36 に続いている。レバー部 42 は、クラン

ク状の左シフトペダル４０の中間部分である。レバー部４２は、回転軸４１の左端部から延びている。レバー部４２は、概略前後方向ＦＲｅに延びている。レバー部４２は、より詳細には、斜め前方に延びている。レバー部４２は、ブラシレスモータ６０を避けるように延びている。ペダルラバー部４３は、レバー部４２の前端部から左方Ｌに突出するように設けられた部分である。

運転者が、ステップ１１１に乗せた左足の先端部でペダルラバー部４３を上方Ｕ又は下方Ｄに操作することにより、左シフトペダル４０が回転軸４１を中心に回転する。これによって、変速段設定機構３６が、一つの変速段に係る駆動ギア３４及び被駆動ギア３５を介した動力伝達を有効に設定する。

[0070] 図６は、図３及び図４に示すブラシレスモータ６０の回転軸線に垂直な断面を示す断面図である。

図４及び図６を参照してブラシレスモータ６０を説明する。ブラシレスモータ６０は、クランク軸２４の左端部に設けられている。

ブラシレスモータ６０は、永久磁石式三相ブラシレス型モータである。ブラシレスモータ６０は、永久磁石式三相ブラシレス型発電機として機能する。

[0071] ブラシレスモータ６０は、ロータ６１と、ステータ６２とを有する。ブラシレスモータ６０は、ラジアルギャップ型である。ブラシレスモータ６０は、アウターロータ型である。即ち、ロータ６１はアウターロータである。ステータ６２はインナーステータである。

[0072] ロータ６１は、ロータ本体部６１５を有する。ロータ本体部６１５は、例えば強磁性材料からなる。ロータ本体部６１５は、有底筒状を有する。ロータ本体部６１５は、円板状の底壁部と筒状のバックヨーク部とを有する。ロータ本体部６１５は、クランク軸２４に固定されている。ロータ６１には、電流が供給される巻線が設けられていない。

ロータ６１は、左方Ｌに開いた有底筒状を有するように配置されている。つまり、筒状のバックヨーク部が、車幅方向ＬＲｉで円板状の底壁部よりも

左に設けられている。

[0073] ロータ61は、永久磁石部611を有する。永久磁石部611は、ステータ62に対し空隙を介して対向する。ロータ61は、複数の磁極部614を有する。複数の磁極部614は永久磁石部611により形成されている。複数の磁極部614は、ロータ本体部615の内周面に設けられている。永久磁石部611は、例えば、複数の永久磁石によって構成される。図に示す例では、1つの磁極部614が1つの永久磁石に対応する。但し、永久磁石部611は、複数の磁極を有するように着磁された1つの永久磁石によって構成することも可能である。この場合、磁極部614のすべては、1つのリング形状の永久磁石に形成される。永久磁石部611の構成はこれに限られない。例えば、磁極部614は、1つのリング形状を構成する複数の永久磁石のブロックに形成されてもよい。この場合、1つの永久磁石が複数の磁極部614を有する。そして、複数の永久磁石がリング形状の永久磁石部611を構成する。

例えば、各々が4つの磁極部614を有する6つの永久磁石が組合せられることによって、24の磁極部を有する永久磁石部611が形成される。但し、磁極部614の個数及び永久磁石の個数は、特に限定されない。

また、永久磁石部611は、例えば等方性磁石で形成される。但し、永久磁石部611は、特に限定されず、例えば極異方性磁石で形成されてもよい。永久磁石部611は、例えばフェライト磁石、ネオジム磁石、又はサマリウムコバルト磁石で形成される。

[0074] 磁極部614は、ブラシレスモータ60の周方向に交互に配置されたN極又はS極のそれぞれである。図に示す例において、ステータ62と対向するロータ61の磁極部の数、即ち磁極数が24個である。ロータ61の磁極数とは、ステータ62と対向する磁極部614の数をいう。磁極部614とステータ62との間には磁性体が設けられていない。

磁極部614は、ブラシレスモータ60の径方向におけるステータ62よりも外に設けられている。バックヨーク部は、径方向における磁極部614

の外に設けられている。

[0075] ステータ62は、ステータコア621と複数のステータ巻線622とを有する。ステータコア621は、周方向に間隔を空けて設けられた複数の歯部（ティース）623を有する。複数の歯部623は、ステータコア621から径方向外に向かって一体的に延びている。本実施形態においては、合計18個の歯部623が周方向に間隔を空けて設けられている。換言すると、ステータコア621は、周方向に間隔を空けて形成された合計18個のスロット624を有する。歯部623は周方向に等間隔で配置されている。

[0076] ロータ61は、スロットの数の $2/3$ より多い磁極部614を有する。より詳細には、ロータ61は、歯部623の数より多い数の磁極部614を有する。即ち、ブラシレスモータ60は、歯部623の数よりも多い数の磁極部614を有している。より詳細には、磁極部614の数は、スロット数の $4/3$ 以上である。より詳細には、磁極部614の数は、スロット数の $4/3$ である。

[0077] 各歯部623の周囲には、ステータ巻線622が巻回している。つまり、複数相のステータ巻線622は、スロット624を通るように設けられている。図6には、ステータ巻線622が、スロット624の中にある状態が示されている。複数相のステータ巻線622のそれぞれは、U相、V相、W相のいずれかに属する。ステータ巻線622は、例えば、U相、V相、W相の順に並ぶように配置される。

[0078] ロータ61の外面には、ロータ61の回転位置を検出させるための複数の被検出部617が備えられている。複数の被検出部617は、磁気作用によって検出される。複数の被検出部617は、周方向に間隔を空けてロータ61の外面に設けられている。被検出部617は、強磁性体で形成されている。

[0079] エンジンユニット10には、ロータ位置検出装置84が設けられている。ロータ位置検出装置84は、ロータ61の位置を検出する装置である。ロータ位置検出装置84は、ロータ61の回転に伴い、被検出部617が対向す

る位置に設けられている。

[0080] ブラシレスモータ60のロータ61は、クランク軸24の回転に応じて回転するようにクランク軸24と接続されている。

ロータ61は、クランク軸24に、動力伝達機構（例えば、ベルト、チェーン、ギア、減速機、増速機等）を介さずに取り付けられている。ロータ61は、クランク軸24に対し1：1の速度比で回転する。より詳細には、ロータ61は、クランク軸24と同じ速度で回転するようクランク軸24と接続されている。ブラシレスモータ60の回転軸線と、クランク軸24の回転軸線とが実質的に一致している。より詳細には、ロータ61は、クランク軸24に固定されている。より詳細には、ロータ61は、クランク軸24に直結されている。

[0081] 図7は、図2及び図3に示すエンジンユニット10の電氣的な概略構成を示すブロック図である。図7には、エンジンユニット10と電氣的に接続される、蓄電装置17及びメインスイッチMSも示されている。蓄電装置17は、バッテリーである。

[0082] エンジンユニット10の制御装置80は、燃焼制御部83と、始動発電制御部82を備えている。制御装置80の始動発電制御部82は、モータドライバ70を制御する。

モータドライバ70には、ブラシレスモータ60及び蓄電装置17が接続されている。蓄電装置17は、ブラシレスモータ60がモータとして動作する場合、ブラシレスモータ60に電力を供給する。また、蓄電装置17は、ブラシレスモータ60で発電された電力によって充電される。

[0083] モータドライバ70は、インバータ71を備えている。インバータ71は、蓄電装置17とブラシレスモータ60との間を流れる電流を制御する。インバータ71は、複数のスイッチング部711～716を備えている。インバータ71は、6個のスイッチング部711～716を有する。インバータ71は、三相ブリッジインバータである。

[0084] スwitching部711～716のそれぞれは、スイッチング素子を有する

。スイッチング素子は、例えばトランジスタであり、より詳細には F E T (F i e l d E f f e c t T r a n s i s t o r) である。

複数のスイッチング部 7 1 1 ~ 7 1 6 は、複数相のステータ巻線 6 2 2 の各相と接続されている。より詳細には、複数のスイッチング部 7 1 1 ~ 7 1 6 のうち、直列に接続された 2 つのスイッチング部がハーフブリッジを構成している。各相のハーフブリッジは、蓄電装置 1 7 に対し並列に接続されている。各相のハーフブリッジを構成するスイッチング部 7 1 1 ~ 7 1 6 は、複数相のステータ巻線 6 2 2 の各相とそれぞれ接続されている。

[0085] インバータ 7 1 は、蓄電装置 1 7 とブラシレスモータ 6 0 との間を流れる電流を制御する。詳細には、インバータ 7 1 のスイッチング部 7 1 1 ~ 7 1 6 は、蓄電装置 1 7 と複数相のステータ巻線 6 2 2 との間の電流の通過／遮断を切替える。

詳細には、ブラシレスモータ 6 0 がモータとして機能する場合、スイッチング部 7 1 1 ~ 7 1 6 のオン・オフ動作によって複数相のステータ巻線 6 2 2 のそれぞれに対する通電及び通電停止が切替えられる。

また、ブラシレスモータ 6 0 がジェネレータとして機能する場合、スイッチング部 7 1 1 ~ 7 1 6 のオン・オフ動作によって、ステータ巻線 6 2 2 のそれぞれと蓄電装置 1 7 との間の電流の通過／遮断が切替えられる。スイッチング部 7 1 1 ~ 7 1 6 のオン・オフが順次切替えられることによって、ブラシレスモータ 6 0 から出力される三相交流の整流及び電圧の制御が行われる。スイッチング部 7 1 1 ~ 7 1 6 は、ブラシレスモータ 6 0 から蓄電装置 1 7 に出力される電流を制御する。

[0086] メインスイッチ M S は、運転者の操作に応じて、制御装置 8 0 への電力の供給又は供給停止を切替える。

制御装置 8 0 には、クラッチレバー位置センサ 5 1 が接続されている。クラッチレバー位置センサ 5 1 は、4 ストロークエンジン 2 0 の始動の際、運転者の操作を検出する。

制御装置 8 0 には、点火プラグ 2 7、燃料噴射装置 F 1、及び蓄電装置 1

7が接続されている。また、制御装置80には、ロータ位置検出装置84が接続されている。制御装置80は、ロータ位置検出装置84からの信号によって、ブラシレスモータ60におけるロータ61の位置を取得する。制御装置80は、ロータ61の位置に応じて、インバータ71を制御する。

制御装置80は、始動発電制御部82と、燃焼制御部83とを備えている。制御装置80の始動発電制御部82及び燃焼制御部83は、4ストロークエンジン20及びブラシレスモータ60を制御する。

[0087] 制御装置80の始動発電制御部82は、モータドライバ70を制御する。始動発電制御部82は、スイッチング部711～716のそれぞれのオン・オフ動作を制御することによって、ブラシレスモータ60の動作を制御する。

[0088] 始動発電制御部82は、始動制御部821及び発電制御部822を含む。

燃焼制御部83は、点火プラグ27及び燃料噴射装置F1を制御することによって、4ストロークエンジン20の燃焼動作を制御する。燃焼制御部83は、点火プラグ27及び燃料噴射装置F1を制御することによって、4ストロークエンジン20の回転力を制御する。燃焼制御部83は、スロットルバルブSVの開度に応じて、点火プラグ27及び燃料噴射装置F1を制御する。

[0089] 制御装置80は、図4に示すように、中央処理装置80aと、記憶装置80b（図4参照）を有するコンピュータで構成されている。中央処理装置80aは、制御プログラムに基づいて演算処理を行う。記憶装置80bは、プログラム及び演算に関するデータを記憶する。

始動制御部821及び発電制御部822を含む始動発電制御部82と、燃焼制御部83とは、図示しないコンピュータとコンピュータで実行される制御プログラムとによって実現される。従って、以降説明する、始動制御部821及び発電制御部822を含む始動発電制御部82と、燃焼制御部83とのそれぞれによる動作は、制御装置80の動作といえることができる。なお、始動発電制御部82及び燃焼制御部83は、例えば互いに別の装置として互

いに離れた位置に構成されてもよく、また、一体に構成されるものであってもよい。

[0090] エンジンユニット10では、クラッチレバー位置センサ51が、マニュアルクラッチレバー50に対して運転者により行われる操作を検出する。制御装置80が、クラッチレバー位置センサ51による検出結果に基づいて、モータドライバ70のインバータ71を制御する。制御装置80は、インバータ71に蓄電装置17からブラシレスモータ60に電力を供給するよう制御する。

蓄電装置17からモータドライバ70を介してブラシレスモータ60に電力が供給される。ブラシレスモータ60が力行する。ブラシレスモータ60がクランク軸24を駆動する。クランク軸24が回転し、4ストロークエンジン20に燃料を含む混合気が吸気される。モータドライバ70のインバータ71は、ロータ位置検出装置84で検出されたロータ61の位置に基づいて、ブラシレスモータ60に供給する電流を制御する。

4ストロークエンジン20で混合気が燃焼することによって、クランク軸24の回転が加速する。ブラシレスモータ60による駆動なしに、クランク軸24が回転する。

[0091] エンジンユニット10では、マニュアルクラッチレバー50の操作に基づいて、ブラシレスモータ60が力行し、4ストロークエンジン20を始動できる。このため、エンジンユニット10では、アクセル操作子が加速方向に操作されることを伴わずにブラシレスモータ60を駆動することができる。つまり、スロットルバルブSVの開度の増大を抑えつつブラシレスモータ60を駆動することができる。

[0092] 図5の破線Tbは、参考例として、例えば4ストロークエンジンの始動時にアクセル操作子が操作されることによって4ストロークエンジンが始動する場合の必要トルクを示す。

アクセル操作子が操作されると、スロットルバルブが開かれる。そのため、気筒内に吸入される空気量が増加する。その結果、図5の破線Tbで示す

ようにクランク軸に圧縮行程を乗り越えさせるために大きなトルクが必要とされる。つまり、ブラシレスモータが出力しなければならないトルクが大きい。

[0093] これに対し、実施形態のエンジンユニット10では、アクセル操作子の操作無しにブラシレスモータ60を駆動することができる。従って、図5の実線T_aに示すように、クランク軸24に高負荷領域THを乗り越えさせるためにブラシレスモータ60が出力しなければならないトルクを減少することができる。従って、例えば、アクセル操作子の操作に応じて始動する場合と比べ、ブラシレスモータ60を小型化することができる。

また、ブラシレスモータ60は、始動発電機として機能するので、始動モータ及び発電機の双方を独立に設ける必要がない。つまり、始動発電機の構造を小型化することができる。

[0094] 実施形態のエンジンユニット10によれば、ブラシレスモータ60は、例えば本実施形態と同程度のエンジン排気量を有するスクータに搭載される場合と比べて小型化することができる。

ブラシレスモータ60は、クランク軸24の左端部に設けられている。従って、エンジンユニット10のクランク軸24の軸線方向におけるサイズを小型化することができる。即ちエンジンユニット10の車幅方向LR_iにおけるサイズを小型化することができる。

[0095] また、ブラシレスモータ60の前端部60aは、前後方向FR_eにおいて左シフトペダル40よりも前に位置し、且つ、ブラシレスモータ60の少なくとも一部が車幅方向LR_iにおいて左シフトペダルと重なるように設けられている。

ブラシレスモータ60が小型化することによって、エンジンユニット10の前後方向FR_eにおけるサイズも小型化することができる。

[0096] 4ストロークエンジン20の始動において、スロットルバルブSVの開度の増大を抑えつつブラシレスモータ60を駆動することで、ブラシレスモータ60を小型化することができる。この場合、4ストロークエンジン20で

の最初の燃焼時における空気量は、例えば始動時にスロットルバルブSVの開度が増大する場合と比べて小さい。空気量に応じて、4ストロークエンジン20での最初の燃焼時における4ストロークエンジン20の出力も小さい。

[0097] 本実施形態のブラシレスモータ60は、歯部623の数の2/3よりも多い磁極部616を有している。このため、ブラシレスモータ60は、歯部の数の2/3よりも少ない磁極部を有するブラシレスモータと比べて角速度が大きい。角速度は、巻線のインピーダンスに寄与する。

即ち、巻線のインピーダンスは、概略的に下式で表される。

$$(R^2 + \omega^2 L^2)^{1/2}$$

ここで、R：直流抵抗、 ω ：電気角についての角速度、L：インダクタンスである。

[0098] 電気角についての角速度 ω は、下式で表される。

$$\omega = (P/2) \times (N/60) \times 2\pi$$

ここで、P：磁極数、N：回転速度[rpm]

[0099] より詳細には、ブラシレスモータ60は、歯部623の数よりも多い磁極部616を有しているので、歯部の数より少ない磁極部を有するブラシレスモータと比べて角速度 ω が大きい。従って、回転している時のインピーダンスが大きい。しかも、回転速度Nが高くなるほど、角速度 ω が大きくなり、インピーダンスが大きくなる。

従って、ブラシレスモータ60は、発電機として使用される回転領域において、大きなインピーダンスによって発電電流を抑制できる。このため、ブラシレスモータ及びインバータの冷却機構を小型化できる。

[0100] モータドライバ70のインバータ71は、ロータ位置検出装置84で検出されたロータ61の位置に基づいて、ブラシレスモータ60に供給する電流を制御する。このため、例えばブラシ付き直流モータで駆動する場合と比べ、ブラシレスモータ60の力行が精密に制御される。また、ブラシ付き直流モータで駆動する場合と異なり、クランク軸24が、減速機を介することな

く駆動される。このため、ブラシレスモータ 6 0 は、4 ストロークエンジン 2 0 の燃焼が複数回連続する回転速度まで、大きなトルクでクランク軸 2 4 を駆動することができる。従って、4 ストロークエンジン 2 0 の始動にかかる期間の長期化を抑えることができる。

符号の説明

[0101]	1	鞍乗型車両
	1 0	MT 型シフトペダル付エンジンユニット（エンジンユニット）
	1 3	ハンドルバー
	1 5	駆動輪
	2 0	負荷変動型 4 ストロークエンジン（4 ストロークエンジン）
	2 1	クランクケース
	2 4	クランク軸
	3 0	マニュアル・トランスミッション
	3 1	マニュアルクラッチ
	3 9	出力部
	4 0	左シフトペダル
	5 0	マニュアルクラッチレバー
	5 1	クラッチレバー位置センサ
	6 0	ブラシレスモータ
	7 0	モータドライバ
	7 1	インバータ
	8 0	制御装置

請求の範囲

[請求項1] 鞍乗型車両に搭載されるように構成されたMT型シフトペダル付エンジンユニットであって、

前記MT型シフトペダル付エンジンユニットは、

低温粘度グレードが20Wよりも低い低粘度オイルで内部が潤滑されるように構成されたクランクケースと、前記クランクケースに回転可能に支持されるクランク軸とを有し、4ストロークの間に、前記クランク軸を回転させる負荷が大きい高負荷領域と、前記クランク軸を回転させる負荷が前記高負荷領域の負荷より小さい低負荷領域とを有する負荷変動型4ストロークエンジンと、

前記低粘度オイルによって潤滑されるように前記クランクケース内に設けられ、マニュアルクラッチと、前記鞍乗型車両の駆動輪へ動力を出力するための出力部とを有し、下記(A)又は(B)のいずれか1つの位置関係を満たし、(A)前記鞍乗型車両の車幅方向において、前記マニュアルクラッチが前記負荷変動型4ストロークエンジンの気筒よりも右に位置し且つ前記出力部が前記気筒よりも左に位置し、(B)前記鞍乗型車両の車幅方向において、前記マニュアルクラッチが前記負荷変動型4ストロークエンジンの気筒よりも左に位置し且つ前記出力部が前記気筒よりも右に位置する、マニュアル・トランスミッションと、

車両前後方向において前記クランク軸よりも後に回転軸を有し、且つ前記車幅方向において前記クランクケースよりも左に設けられた左シフトペダルと、

前記鞍乗型車両のハンドルバーに設けられるマニュアルクラッチレバーと、

前記マニュアルクラッチレバーに対して運転者により行われる操作を検出するように構成されたクラッチレバー位置センサと、

前記鞍乗型車両に搭載される蓄電装置から供給される電力により前

記クランク軸を回転させるように動作するとともに、前記負荷変動型4ストロークエンジンの始動後に前記クランク軸に駆動されて発電する機能を兼ねるブラシレスモータと、

前記蓄電装置と前記ブラシレスモータとの間を流れる電流を制御するインバータを有するモータドライバと、

前記ブラシレスモータの前端部が前記車両前後方向において前記左シフトペダルよりも前に位置し且つ前記ブラシレスモータの少なくとも一部が前記車幅方向において前記左シフトペダルと重なるように、前記左シフトペダルよりも右に位置する前記クランクケース内において前記クランク軸の左端部に設けられた前記ブラシレスモータを、前記クラッチレバー位置センサによる検出結果に基づいて力行させることにより、前記低粘度オイルで潤滑される前記負荷変動型4ストロークエンジンを始動させるように前記モータドライバを制御する制御装置とを備える。

[請求項2] 請求項1記載のMT型シフトペダル付エンジンユニットであって、前記ブラシレスモータは、前記低粘度オイルで潤滑されるよう前記クランクケース内に設けられている。

[請求項3] 請求項1又は2記載のMT型シフトペダル付エンジンユニットであって、

前記ブラシレスモータは、前記クランクケースに対し位置が固定されたステータと、前記ステータに対し空隙を介して対向する永久磁石を有し前記クランク軸の回転と連動するように前記クランク軸に設けられたロータとを備え、

前記MT型シフトペダル付エンジンユニットは、前記ロータの位置の検出を表す信号を前記制御装置に出力するロータ位置検出装置を更に備える。

[請求項4] 前記ブラシレスモータは、周方向にスロットを空けて設けられた複

数の歯部を備えるステータコア、及び前記歯部に巻回される複数相の巻線を有するステータと、前記ステータと空隙を空けて向かい合うように前記周方向に並び且つ前記スロットの数の $2/3$ より多い磁極部を有し、前記クランク軸の端部に設けられる。

[請求項5]

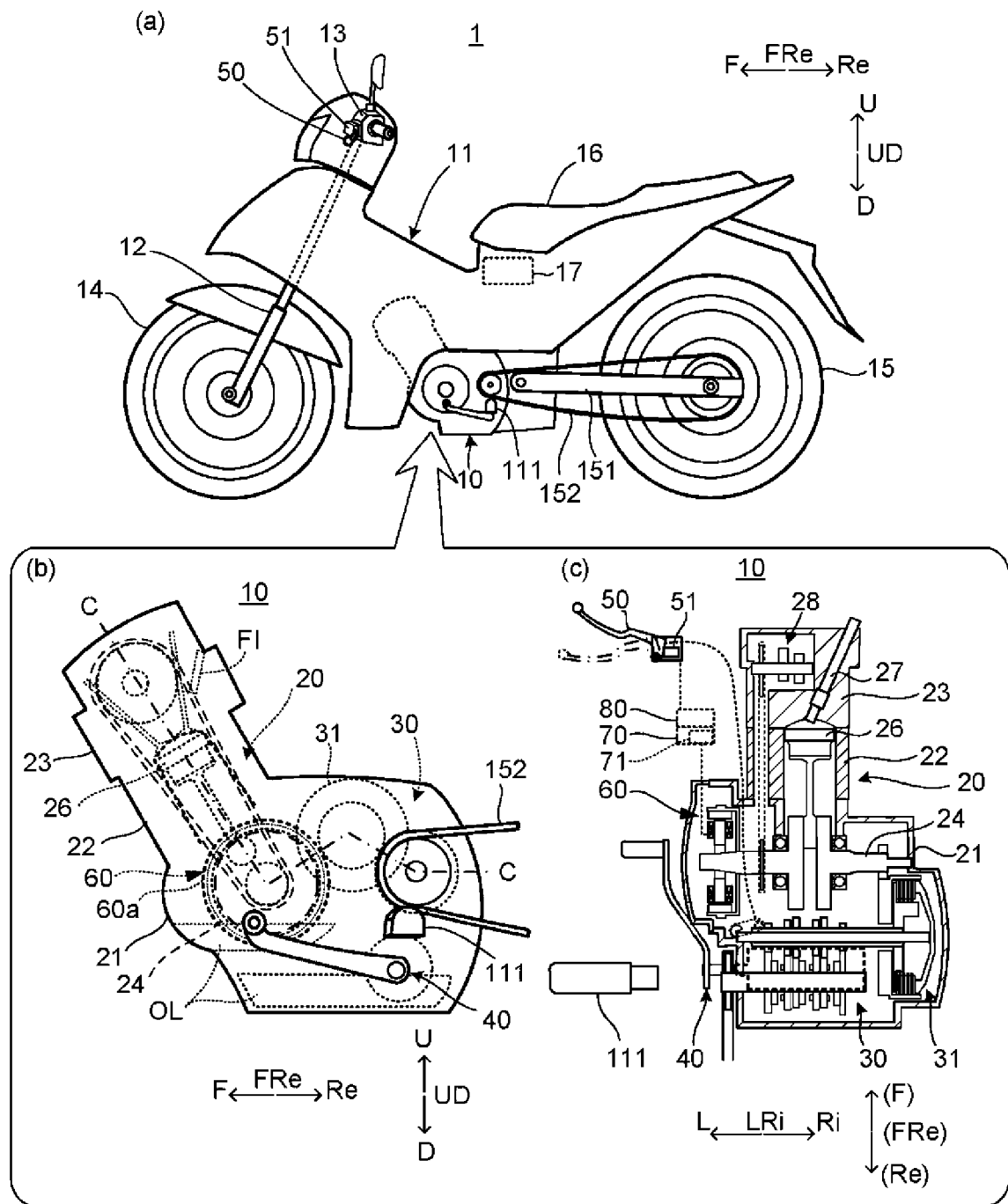
鞍乗型車両であって、

前記鞍乗型車両は、

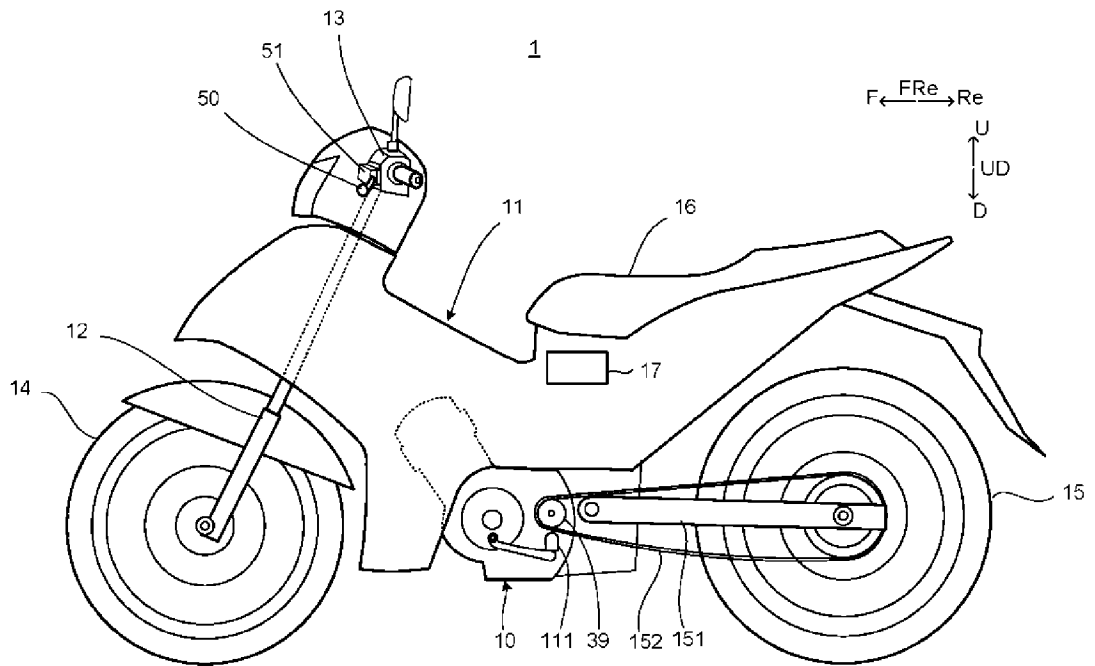
請求項1から4いずれか1項に記載のMT型シフトペダル付エンジンユニットと、

前記MT型シフトペダル付エンジンユニットから出力される動力を受け、前記鞍乗型車両を走行させる駆動輪と、を備える。

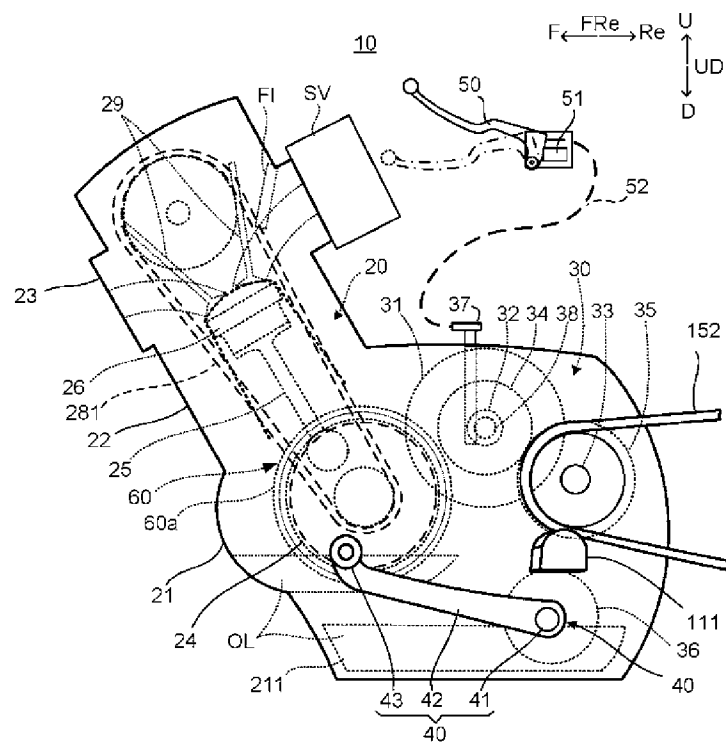
[図1]



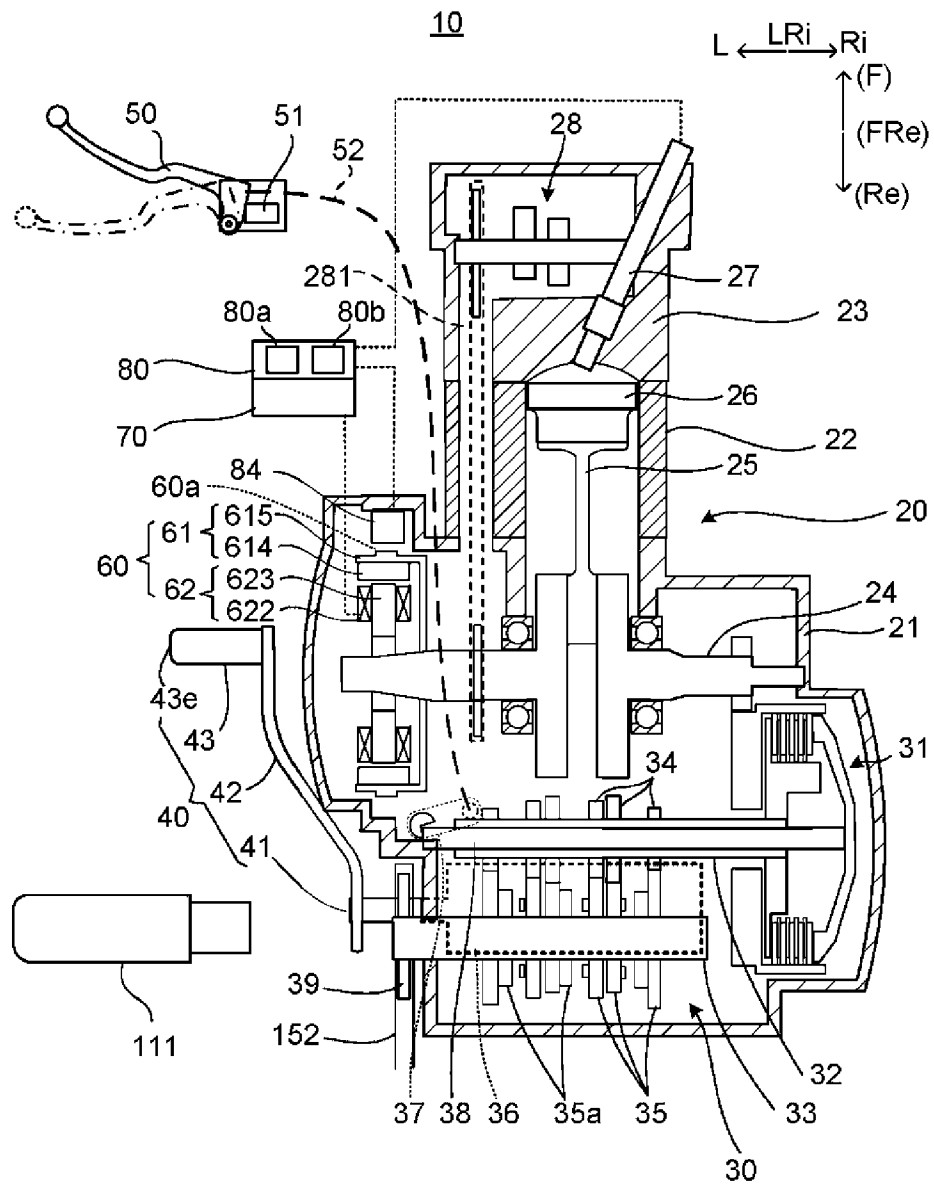
[図2]



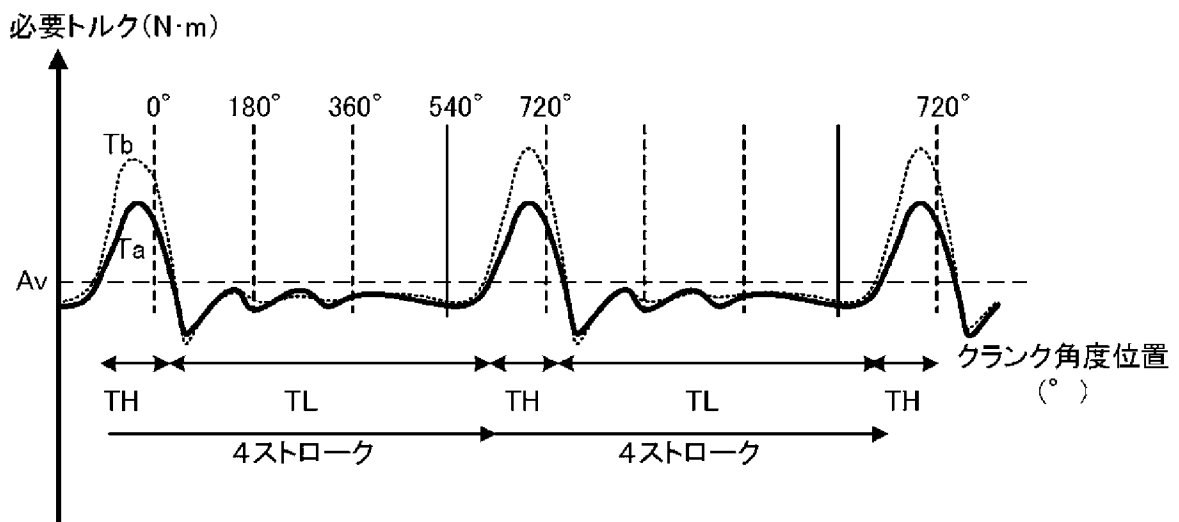
[図3]



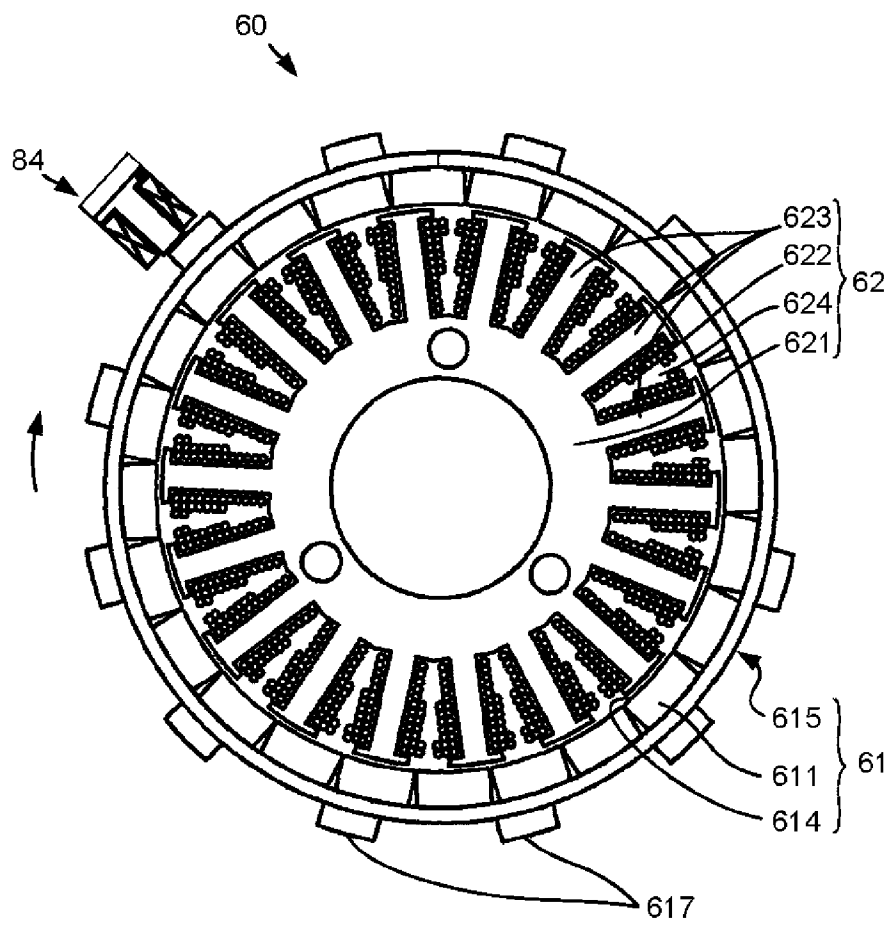
[図4]



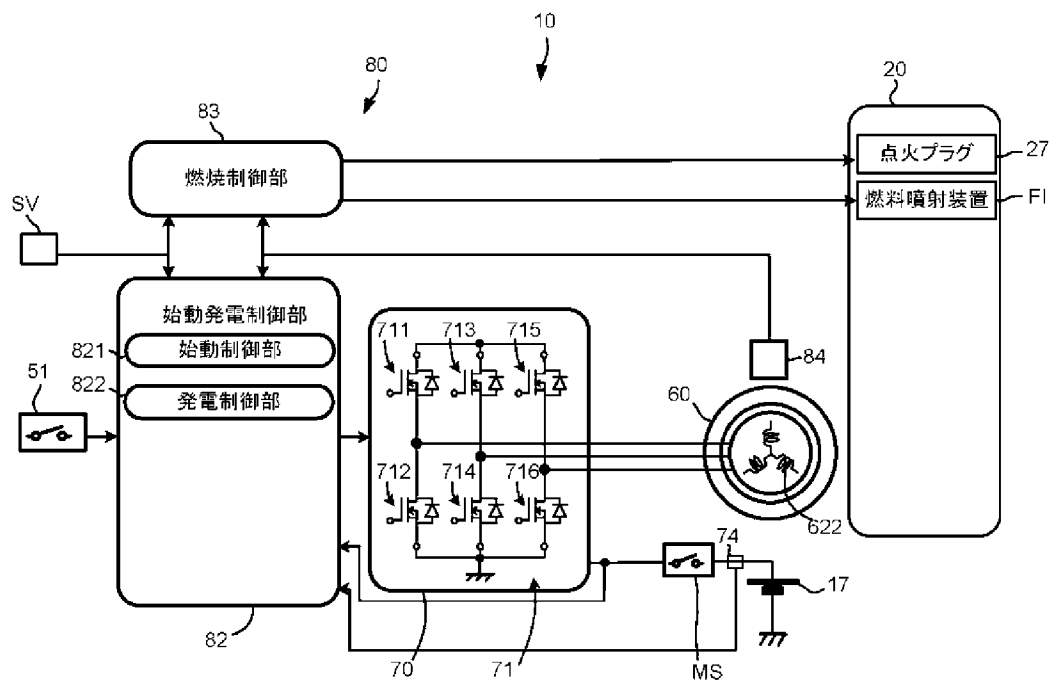
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/050502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F02N11/00 (2006.01) i, F02N11/04 (2006.01) i
FI: F02N11/00 U, F02N11/04 A

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. F02N11/00, F02N11/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/002428 A1 (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 07 January 2016, paragraphs [0083], [0084], [0097]-[0099], fig. 9	1-5
A	JP 2017-129065 A (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 27 July 2017, paragraphs [0034]-[0043], fig. 1-3	1-5
A	JP 5591778 B2 (HONDA MOTOR CO., LTD.) 17 September 2014, claims 1-9, fig. 1-3	1-5
A	JP 2012-116312 A (SUZUKI MOTOR CORP.) 21 June 2012, paragraphs [0043]-[0049], fig. 1-9	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03.03.2020

Date of mailing of the international search report
17.03.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/050502

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2016/002428 A1	07.01.2016	TW 201604391 A fig. 9	
		TW 201608115 A	
		TW 201608116 A	
JP 2017-129065 A	27.07.2017	(Family: none)	
JP 5591778 B2	17.09.2014	CN 103032244 A fig. 1-3	
JP 2012-116312 A	21.06.2012	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F02N 11/00(2006.01)i; F02N 11/04(2006.01)i FI: F02N11/00 U; F02N11/04 A		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F02N11/00; F02N11/04		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2016/002428 A1（ヤマハ発動機株式会社）07.01.2016（2016-01-07） 段落0083-0084, 0097-0099, 図9	1-5
A	JP 2017-129065 A（ヤマハ発動機株式会社）27.07.2017（2017-07-27） 段落0034-0043, 図1-3	1-5
A	JP 5591778 B2（本田技研工業株式会社）17.09.2014（2014-09-17） 請求項1-9, 図1-3	1-5
A	JP 2012-116312 A（スズキ株式会社）21.06.2012（2012-06-21） 段落0043-0049, 図1-9	1-5
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 03.03.2020		国際調査報告の発送日 17.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 稲村 正義 3G 9141 電話番号 03-3581-1101 内線 3355

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/050502

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2016/002428	A1	07.01.2016	TW	201604391	A	
				図 9			
				TW	201608115	A	
				TW	201608116	A	
JP	2017-129065	A	27.07.2017	(ファミリーなし)			
JP	5591778	B2	17.09.2014	CN	103032244	A	
				図1-3			
JP	2012-116312	A	21.06.2012	(ファミリーなし)			