

(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
2015年6月25日(25.06.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/093576 A1

- (51) 国際特許分類:
F02N 11/08 (2006.01) F02D 29/02 (2006.01)
F02D 17/00 (2006.01) F02N 15/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/083593
- (22) 国際出願日: 2014年12月18日(18.12.2014)
- (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:
特願 2013-263309 2013年12月20日(20.12.2013) JP
特願 2013-263308 2013年12月20日(20.12.2013) JP
- (71) 出願人: ヤマハ発動機株式会社(YAMAHA HAT-SUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 西川 貴裕(NISHIKAWA, Takahiro); 〒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). 日野 陽至(HINO, Haruyoshi); 〒4388501 静岡県磐田市新貝2

500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・マイスター国際特許事務所(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

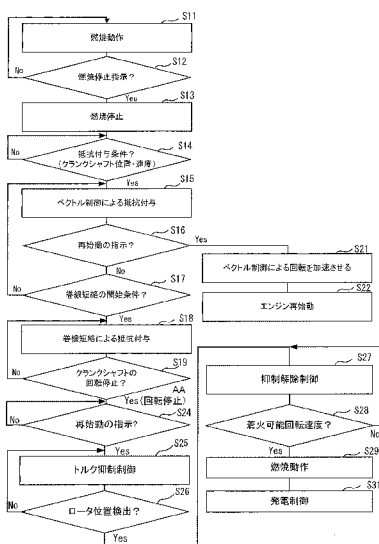
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: ENGINE UNIT AND VEHICLE

(54) 発明の名称: エンジンユニット、及び車両

[図6]



S11, S29 Combustion operation
S12 Combustion halt instruction?
S13 Halt combustion
S14 Resistance imparting conditions?
(Crankshaft position/velocity)
S15 Imparting resistance by means of vector control
S16, S24 Restarting instruction?
S17 Coil short-circuit start conditions?
S18 Imparting resistance by means of coil short-circuiting
S19 Halt crankshaft rotation?
S21 Accelerate rotation by means of vector control
S22 Engine restarting
S25 Torque suppression control
S26 Rotor position detection
S27 Suppression cancelling control
S28 Rotational velocity at which ignition is possible?
S31 Electricity generation control
AA (halt rotation)

(57) Abstract: The present invention provides an engine unit and the like that can have increased mountability to a vehicle. The engine unit is provided with: a four-stroke engine body having a high-load region and a low-load region; a three-phase brushless motor that starts the four-stroke engine body and performs electricity generation after the startup of the four-stroke engine body; an inverter provided with a plurality of switching units; and a control device. After the combustion operation of the four-stroke engine body halts, the control device controls the plurality of switching units while a crankshaft is performing positive rotation, and thereby the three-phase brushless motor imparts resistance to the positive rotation of the crankshaft, halting the crankshaft during the compression stroke of the four-stroke engine body, and in accordance with the input of a startup instruction when the crankshaft is halted, the crankshaft is started from the position at which the positive rotation was halted during the compression stroke by the three-phase brushless motor.

(57) 要約: 本発明は、車両への搭載性を向上させることができるエンジンユニット等を提供する。エンジンユニットは、高負荷領域と低負荷領域とを有する4ストロークエンジン本体と、4ストロークエンジン本体を始動し、4ストロークエンジン本体の始動後発電する三相ブラシレスモータと、複数のスイッチング部を備えたインバータと、制御装置とを備え、制御装置は、4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、クランクシャフトが正回転している時に、複数のスイッチング部を制御することによって、三相ブラシレスモータにクランクシャフトの正回転への抵抗を付与させてクランクシャフトを4ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させ、クランクシャフトが停止している時に始動指示の入力に応じて、三相ブラシレスモータにクランクシャフトの正回転を圧縮行程でクランクシャフトが停止していた位置から開始させる。

WO 2015/093576 A1



ロシア (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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： エンジンユニット、及び車両

技術分野

[0001] 本発明は、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4ストロークエンジン本体を備えたエンジンユニット及びそのエンジンユニットを搭載した車両に関する。

背景技術

[0002] 車両が備えるエンジンとして、4ストロークの間に、エンジンのクランクシャフトを回転させる負荷が大きい高負荷領域と、クランクシャフトを回転させる負荷が小さい低負荷領域とを有する4ストロークエンジン（例えば、単気筒エンジン）がある。このような4ストロークエンジンは、エンジン始動時に高負荷領域を越えてクランクシャフトを回転させるために、スタータモータに大きな出力トルクを要求する。しかしながら、スタータモータの出力トルクを大きくすると、スタータモータが大型化するため、エンジンユニットの車両への搭載性が低下する。エンジンユニットには、車両への搭載性を高めることが望まれている。

[0003] 特許文献1には、クランクシャフトを一旦逆回転させて停止させた後、クランクシャフトを正回転させることによって、エンジンを始動させるエンジン始動装置が示されている。特許文献1に示すようなエンジン始動装置が始動するエンジンは、運転中に燃焼停止指示があると燃焼を停止する。燃焼の停止後、クランクシャフトは惰性で4～8回転し、圧縮行程における圧縮反力による負荷の山を乗越しできなくなると、圧縮反力により逆回転し、停止する。

[0004] 特許文献1のエンジン始動装置は、クランクシャフトの回転が停止した後、クランクシャフトを、逆回転において負荷が増大する位置すなわち膨張行程の途中まで逆回転させる。その後、エンジン始動装置は、モータを正回転方向に力行させて、クランクシャフトを正回転させる。クランクシャフトを

負荷が増大する位置すなわち膨張行程の途中まで逆回転させることによって、クランクシャフトは、膨張行程の途中から圧縮行程まで、低負荷領域を正回転した後、1回目の高負荷領域に到達する。そのため、エンジン始動装置は、1回目の高負荷領域に到達する前にクランクシャフトの回転速度を高めることができる。そして、高い回転速度に伴う大きな慣性力とスタータモータの出力トルクの両方を利用して、1回目の高負荷領域を乗り越えることができる。このように、特許文献1に示すようなエンジン始動装置では、高い回転速度に伴う大きな慣性力とモータの出力トルクの両方を利用して1回目の高負荷領域を乗り越えることにより、エンジン始動装置の車両への搭載性を高めることを図っている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-343404号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところが、特許文献1のエンジン始動装置がクランクシャフトの正回転を開始させる位置は膨張行程の途中である。このため、クランクシャフトが正回転する時、膨張行程の全体が利用されているのではない。この結果、特許文献1のエンジン始動装置では、クランクシャフトが正回転する時に、低負荷領域の一部しか利用されていない。車両への搭載性の観点から見て、特許文献1のエンジン始動装置には改善の余地がある。

[0007] 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4ストロークエンジン本体を備えるエンジンユニットには、車両への搭載性の更なる向上が望まれている。

[0008] 本発明の課題は、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4ストロークエンジン本体を備え、車両への搭載性を向上させることができるエンジンユニット、及びそのエンジンユニットを搭載した車両を提供する

ことである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、上述した課題を解決するために、以下の構成を採用する。

(1) 車両に搭載されるエンジンユニットであって、

前記エンジンユニットは、

4 ストロークの間に、クランクシャフトを回転させる負荷が大きい高負荷領域と、前記クランクシャフト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4 ストロークエンジン本体と、

前記車両が備えるバッテリーにより駆動され、始動指示の入力に応じて前記クランクシャフトを正回転させて前記4 ストロークエンジン本体を始動し、前記4 ストロークエンジン本体の始動後、前記クランクシャフトの回転と連動して回転することにより発電する三相ブラシレスモータと、

前記バッテリーと前記三相ブラシレスモータとの間を流れる電流を制御する複数のスイッチング部を備えたインバータと、

前記インバータに備えられた前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記バッテリーと前記三相ブラシレスモータとの間を流れる電流を制御するスタータモータ制御部と、前記4 ストロークエンジン本体の燃焼動作を制御する燃焼制御部とを含む制御装置と

を備え、

前記制御装置は、前記4 ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトが正回転している時に、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させて前記クランクシャフトを前記4 ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させ、

前記クランクシャフトが停止している時に前記始動指示の入力に応じて、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を前記圧縮行程で前記クランクシャフトが停止していた位置から開始させる。

[0010] (1) のエンジンユニットにおいて、制御装置は、4 ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、クランクシャフトが正回転している時に、三相ブラシレスモータにクランクシャフトの正回転への抵抗を付与させてクランクシャフトを4 ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させる。そして、制御装置は、クランクシャフトが停止している時に始動指示の入力に応じて、複数のスイッチング部を制御することによって、三相ブラシレスモータにクランクシャフトの正回転をクランクシャフトが停止していた位置から開始させる。つまり、始動指示の入力に応じて4 ストロークエンジン本体を始動する場合に、モータの出力トルクが小さくても、クランクシャフトの回転を、4 ストロークエンジン本体を始動させ易い位置から開始することができる。始動指示の入力に応じてクランクシャフトが回転を開始する場合、クランクシャフトは停止状態から速度を徐々に上げていく。クランクシャフトの正回転を圧縮行程から開始させると、クランクシャフトは、圧縮行程を低速度で通過する。クランクシャフトが低速度で圧縮行程を通過するため、クランクシャフトは、燃焼室における気体の圧縮反力の影響を受け難い。その結果、クランクシャフトは、速やかに圧縮行程の高負荷領域の負荷を乗り越えることができる。

圧縮行程を通過した後、クランクシャフトは、膨張行程から圧縮行程までの広い低負荷領域に渡って正回転し、2 回目の高負荷領域に到達する。つまり、クランクシャフトは、膨張行程よりも前から正回転を開始し、膨張行程のすべてを含むより広い低負荷領域に渡って正回転する。このため、加速のための長い助走区間が確保される。従って、三相ブラシレスモータは、2 回目の高負荷領域に到達する前にクランクシャフトの回転速度を高めることができる。そして、高い回転速度に伴う大きな慣性力と三相ブラシレスモータの出力トルクの両方を利用して、2 回目の高負荷領域を乗り越えることができる。従って、モータの出力トルクが小さくても4 ストロークエンジン本体を始動させやすい。よって、モータの出力トルクを抑えて三相ブラシレスモータを小型化できる。また、三相ブラシレスモータの出力トルクが小さくて

も４ストロークエンジン本体を始動させやすい場合、三相ブラシレスモータの磁石の量や巻線の太さを抑えることができる。このため、三相ブラシレスモータが発電する場合に、高い回転速度における過剰な発電電流が抑えられる。従って、発電効率の低下が抑えられる。

[0011] (１)の構成によれば、クランクシャフトが正回転している時に、前記複数のスイッチング部を制御することによって、三相ブラシレスモータにクランクシャフトの正回転への抵抗を付与させてクランクシャフトを４ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させる。クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させる場合、例えば、４ストロークエンジン本体の燃焼動作の慣性力による正回転の場合と比べて、クランクシャフトの停止位置を制御しやすい。このため、クランクシャフトを、４ストロークエンジン本体を小さい出力トルクで始動させやすい位置に停止させることができる。

従って(１)のエンジンユニットによれば、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４ストロークエンジン本体を備え、車両への搭載性を向上させることができる。

[0012] (２) (１)のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記４ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトが正回転している時に、前記三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うことによって前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させて前記クランクシャフトを前記４ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させ、前記クランクシャフトが停止している時に前記始動指示の入力に応じて、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を前記クランクシャフトが停止していた位置から開始させる。

[0013] (２)の構成によれば、三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うので、三相ブラシレスモータがクランクシャフトの正回転へ強い抵抗を付与することができる。このため、クランクシャフトを、４ストロークエンジン本体を小さい出力トルクで始動させやすい位置に、より確実に停止させることが

できる。従って（２）のエンジンユニットによれば、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４ストロークエンジン本体を備え、車両への搭載性をより向上させることができる。

[0014] （３） （１）のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記４ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトが正回転している時に、前記複数のスイッチング部の通電タイミングを進み又は遅らせる位相制御を行うことによって前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させて前記クランクシャフトを前記４ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させ、前記クランクシャフトが停止している時に前記始動指示の入力に応じて、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を前記クランクシャフトが停止していた位置から開始させる。

[0015] （３）の構成によれば、スイッチング部の通電タイミングを進み又は遅らせる位相制御を行うので、簡易な構成で三相ブラシレスモータがクランクシャフトの正回転へ比較的強い抵抗を付与することができる。従って（３）のエンジンユニットによれば、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４ストロークエンジン本体を備え、簡易な構成で車両への搭載性をより向上させることができる。

[0016] （４） （１）から（３）いずれか１にエンジンユニットであって、

前記三相ブラシレスモータは、三相に応じた複数の巻線を備え、

前記制御装置は、前記４ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトが正回転している時に、前記複数の巻線の端子を短絡するよう前記複数のスイッチング部を制御することによって前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させて前記クランクシャフトを前記４ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させ、前記クランクシャフトが停止している時に前記始動指示の入力に応じて、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレス

モータに前記クランクシャフトの正回転を前記クランクシャフトが停止していた位置から開始させる。

[0017] (4) の制御装置は、複数の巻線の端子を短絡するようスイッチング部を制御することによって三相ブラシレスモータにクランクシャフトの正回転への抵抗を付与させる。巻線の短絡による抵抗力は巻線の誘導起電圧に起因するため、抵抗力はクランクシャフトの回転速度が大きいほど大きく、クランクシャフトの回転速度が小さいほど小さい。従って、クランクシャフトの回転速度が大きい時には、大きな抵抗力によってクランクシャフトの回転が急減速する。クランクシャフトの回転速度が減少するのに伴い、抵抗力は小さくなる。この一方で、クランクシャフトは、圧縮行程において、圧縮反力による回転の抵抗を受ける。圧縮反力による抵抗力は、クランクシャフトが正回転して圧縮上死点に近づくほど大きくなる。つまり、クランクシャフトが圧縮行程において減速するのに伴い、巻線の短絡による抵抗力が徐々に小さくなる一方で、クランクシャフトが圧縮行程において回転するのに伴い圧縮反力による抵抗力が大きくなる。(4) の構成によれば、巻線の短絡による抵抗力の減少と、圧縮反力による抵抗力の増大との均衡を利用して、クランクシャフトの正回転を、クランクシャフトが始動しやすい位置により確実に停止させることができる。

[0018] (5) (2) のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトが正回転している時に、前記三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うことによって前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させ、
前記クランクシャフトの回転に抵抗が付与され且つ前記クランクシャフトが回転している時に前記始動指示を受けた場合、前記三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うことにより前記クランクシャフトの回転を加速させる。

[0019] ベクトル制御によるクランクシャフトへの抵抗の付与から、ベクトル制御によるクランクシャフトの回転の加速への変更は、制御の種類の変更を伴わ

ず、例えば、指令値等のパラメータの変更により速やかに実行され得る。そのため、(5)の構成によれば、クランクシャフトの回転に抵抗が付与され且つクランクシャフトが回転している時に始動指示（再始動指示）を受けた場合に、エンジン再始動までの時間を短縮できる。

[0020] (6) (1) から (5) いずれか 1 に記載のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記 4 ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトの回転速度及び前記クランクシャフトの位置に基づいて、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させて前記クランクシャフトを前記 4 ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させる。

[0021] (6) の構成では、制御装置が、4 ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、クランクシャフトの回転速度及びクランクシャフトの位置に基づいて、三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させる。このため、クランクシャフトの回転速度、及び燃焼動作の停止タイミングにおけるばらつきの影響を抑えて、4 ストロークエンジン本体を小さい出力トルクで始動させやすい位置により確実に停止させることができる。従って (6) の構成によれば、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 4 ストロークエンジン本体を備え、車両への搭載性をより向上させることができる。

[0022] (7) (1) から (6) いずれか 1 のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記始動指示の入力に応じて前記クランクシャフトを正回転させることによって前記 4 ストロークエンジン本体の燃焼動作を開始させた後、予め定められた期間、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を加速させる。

[0023] (7) の構成によれば、4 ストロークエンジン本体の燃焼中に、複数のスイッチング部が制御され、三相ブラシレスモータによってクランクシャフト

の正回転が加速される。クランクシャフトの正回転は、三相ブラシレスモータによらず燃焼動作のみによる正回転の場合と比べて、加速する。従って、4ストロークエンジン本体の燃焼によるクランクシャフトの正回転を安定化することができる。また、例えば車両の加速時に、4ストロークエンジン本体の燃焼によるクランクシャフトの正回転の加速をより迅速に行うことができる。予め定められた期間は、例えば、予め定められた時間の期間であってもよい。また、予め定められた期間は、例えば、クランクシャフトの回転速度が、予め定められた範囲にある期間であってもよい。

[0024] (8) (5) 又は (7) のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記始動指示の入力に応じて、前記三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うことにより前記クランクシャフトを正回転させ、前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作を開始させた後、予め定められた期間、前記三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うことによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を加速させる。

[0025] (8) の構成によれば、ベクトル制御が継続されることによって、クランクシャフトの正回転がさらに加速する。従って、4ストロークエンジン本体の燃焼によるクランクシャフトの正回転をより安定化することができる。また、車両の加速時に、4ストロークエンジン本体の燃焼によるクランクシャフトの正回転の加速をより迅速に行うことができる。

[0026] (9) 車両であって、

前記車両は、

(1) から (8) いずれか1のエンジンユニットを備える。

[0027] (8) の車両は、エンジンユニットの搭載性を向上することができる。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、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4ストロークエンジン本体を備え、車両への搭載性を更に向上させることができるエンジンユニット、及びそのエンジンユニットを搭載した車両を提供できる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の一実施形態に係るエンジンユニットの概略構成を模式的に示す部分断面図である。

[図2]エンジン始動時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3]図1における三相ブラシレスモータ及びその近傍部分を拡大して示した拡大断面図である。

[図4]図3に示す三相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5]図1に示すエンジンユニットに係る電氣的な基本構成を示すブロック図である。

[図6]図1に示すエンジンユニットの動作を説明するフローチャートである。

[図7] (a) は、図1に示すエンジンユニットにおける、クランクシャフト5の動きを説明する図である。(b) は、比較例として逆回転する場合のクランクシャフトの動きを説明する図である。

[図8]ベクトル制御における電流及び電圧の波形の例を示す図である。

[図9]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10] (a) は、本実施形態のエンジンユニットにおけるエンジン燃焼停止からエンジン再始動までの期間のエンジン回転速度の変化を示すグラフである。(b) は、ベクトル制御を用いないエンジンユニットにおけるエンジン燃焼停止からエンジンの再始動までの期間のエンジン回転速度の変化を示すグラフである。

[図11]エンジンユニットが搭載される車両を示す外観図である。

発明を実施するための形態

[0030] 4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、クランクシャフトが正回転している時に、三相ブラシレスモータにクランクシャフトの正回転への抵抗を付与させてクランクシャフトを圧縮行程に停止させ、始動指示の入力に応じて、クランクシャフトの正回転を開始させることについて、本発明

者らが行った検討について説明する。

[0031] 例えば特許文献 1 に示されるように、4 ストロークエンジン本体の燃焼動作とクランクシャフトの正回転とが停止し、かつ始動指示の入力がない状態で、クランクシャフトを逆回転させる場合、クランクシャフトが正回転する時に、低負荷領域の一部しか利用されていない。

[0032] また、4 ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、かつ、クランクシャフトの正回転が停止する前に、クランク軸の回転をモータによって補助した場合、クランクシャフトを、始動にかかる時間が短縮される目標領域に停止させることが容易でない。これは、燃焼動作が停止した後、モータによって回転が補助されるクランクシャフトは、モータの力に加えて、最後の燃焼動作による慣性力を有しながら回転しているからである。最後の燃焼動作による慣性力を有しながら回転しているクランクシャフトの回転をモータによって補助しながら、目標領域に位置させることは容易でない。最後の燃焼動作による慣性力を有しながら回転しているクランクシャフトは、例えば圧縮反力による高負荷を利用して停止される場合が多い。この場合、クランクシャフトは、負荷の山を乗越せずに一旦逆回転した後、停止する。クランクシャフトの停止位置は、負荷の山を乗越せずに逆回転する程度（距離）に依存するため、クランクシャフトの停止位置のばらつきが大きい。すなわち、始動指示の入力に応じて回転を開始する位置のばらつきが大きい。従って、クランクシャフトが正回転する時に、必要なトルクにばらつきがある。

[0033] これに対し、クランクシャフトの正回転が停止した状態で、バッテリーから三相ブラシレスモータに印加される電圧を制御してクランクシャフトを圧縮行程まで正回転する場合、4 ストロークエンジン本体の燃焼動作の慣性力による正回転の場合と比べて、クランクシャフトの目標位置への移動を制御しやすい。このため、クランクシャフトを、小さい出力トルクで4 ストロークエンジン本体を始動させやすい位置に短時間で移動させることができる。従って、モータの出力トルクを抑えて三相ブラシレスモータを小型化できる。また、再始動するまでの時間の短縮と三相ブラシレスモータの小型化をより

高いレベルで両立することができる。

[0034] 以下、本発明を、好ましい実施形態に基づいて図面を参照しつつ説明する。

[0035] [エンジンユニット]

図1は、本発明の第一実施形態に係るエンジンユニットE Uの概略構成を模式的に示す部分断面図である。なお、本実施形態におけるエンジンユニットE Uは、車両用4ストロークエンジンユニットである。

[0036] エンジンユニットE Uは、車両の一例である自動二輪車（図10参照）に設けられている。エンジンユニットE Uは、4ストロークエンジン本体Eと、三相ブラシレスモータS Gとを備える。4ストロークエンジン本体Eは、単気筒の4ストロークエンジンである。4ストロークエンジン本体Eは、図2に示すクランク角度位置と必要トルクとの関係を有している。

[0037] 図2は、エンジン始動時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。

[0038] 4ストロークエンジン本体Eは、4ストロークの間に、クランクシャフト5を回転させる負荷が大きい高負荷領域T Hと、クランクシャフト5を回転させる負荷が高負荷領域T Hの負荷より小さい低負荷領域T Lとを有する。クランクシャフト5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。より詳細には、4ストロークエンジン本体Eは、吸気行程、圧縮行程、膨張行程、及び排気行程の4工程を繰り返しながら回転する。図2に示すように、圧縮行程は、高負荷領域T Hに含まれ、低負荷領域T Lに含まれない。本実施形態の4ストロークエンジン本体Eにおいて、高負荷領域T Hは圧縮行程と略重なる領域であり、低負荷領域T Lは、吸気行程、膨張行程、及び排気行程と略重なる領域である。ただし、高負荷領域T H及び低負荷領域T Lのそれぞれの境界は、上記の各行程の境界と一致している必要はない。

[0039] 図1に示すように、エンジンユニットE Uは、三相ブラシレスモータS Gを備えている。三相ブラシレスモータS Gは、スタータモータである。より詳細には、三相ブラシレスモータS Gは、スタータ・ジェネレータである。三相ブラシレスモータS Gは、エンジン始動時には、クランクシャフト5を正回転させて4ストロークエンジン本体Eを始動させる。また、三相ブラシレスモータS Gは、4ストロークエンジン本体Eの始動後の期間の少なくとも一部には、クランクシャフト5により正回転されてジェネレータとして機能する。このとき、三相ブラシレスモータS Gは、クランクシャフト5の回転と連動して回転することによって発電する。三相ブラシレスモータS Gがジェネレータとして機能する場合において、三相ブラシレスモータS Gは、エンジンの燃焼開始後、必ずしも、常にジェネレータとして機能する必要はない。例えば、エンジンの燃焼が開始した後、三相ブラシレスモータS Gが直ちにジェネレータとして機能せず、所定の条件が満たされた場合に、三相ブラシレスモータS Gがジェネレータとして機能してもよい。そのような所定の条件としては、例えば、エンジン回転速度が所定速度に到達したこと、エンジンの燃焼が開始してから所定時間が経過したこと等が挙げられる。また、エンジンの燃焼開始後に、三相ブラシレスモータS Gがジェネレータとして機能する期間と三相ブラシレスモータS Gがモータ（例えば、車両駆動用モータ）として機能する期間とが含まれていてもよい。

また、三相ブラシレスモータS Gは、クランクシャフト5が回転しているとき、制御に応じてクランクシャフト5の回転に抵抗を付与する。三相ブラシレスモータS Gは、クランクシャフト5の回転に抵抗を付与することによって、クランクシャフト5の回転を減速させる。

[0040] 三相ブラシレスモータS Gは、4ストロークエンジン本体Eのクランクシャフト5に取り付けられている。本実施形態では、三相ブラシレスモータS Gが、クランクシャフト5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。但し、本発明においては、三相ブラシレスモータS Gが、三相ブラシレスモータS Gの正回

転によりクランクシャフト5を正回転させるように構成されていればよい。従って、三相ブラシレスモータSGが、クランクシャフト5に、動力伝達機構を介して取り付けられていてもよい。なお、本発明においては、三相ブラシレスモータSGの回転軸線と、クランクシャフト5の回転軸線とが略一致していることが好ましい。また、本実施形態のように、三相ブラシレスモータSGが動力伝達機構を介さずにクランクシャフト5に取り付けられていることが好ましい。

[0041] 4ストロークエンジン本体Eは、クランクケース1（エンジンケース1）と、シリンダ2と、ピストン3と、コネクティングロッド4と、クランクシャフト5とを備えている。シリンダ2は、クランクケース1から所定方向（例えば斜め上方）に突出する態様で設けられている。ピストン3は、シリンダ2内に往復移動自在に設けられている。クランクシャフト5は、クランクケース1内に回転可能に設けられている。コネクティングロッド4の一端部（例えば上端部）は、ピストン3に連結されている。コネクティングロッド4の他端部（例えば下端部）は、クランクシャフト5に連結されている。シリンダ2の端部（例えば上端部）には、シリンダヘッド6が取り付けられている。クランクシャフト5は、クランクケース1に、一对のベアリング7を介して、回転自在な態様で支持されている。クランクシャフト5の一端部5a（例えば右端部）は、クランクケース1から外方に突出している。クランクシャフト5の一端部5aには、三相ブラシレスモータSGが取り付けられている。

[0042] クランクシャフト5の他端部5b（例えば左端部）は、クランクケース1から外方に突出している。クランクシャフト5の他端部5bには、無段変速機CVTのプライマリプーリ20が取り付けられている。プライマリプーリ20は、固定シーブ21と可動シーブ22とを有する。固定シーブ21は、クランクシャフト5の他端部5bの先端部分に、クランクシャフト5と共に回転するように固定されている。可動シーブ22は、クランクシャフト5の他端部5bにスプライン結合されている。従って、可動シーブ22は、軸線

方向Xに沿って移動可能であり、固定シブ21との間隔が変更される態様で、クランクシャフト5と共に回転する。プライマリプーリ20とセカンダリプーリ（図示せず）とは、ベルトBが掛けられている。クランクシャフト5の回転力が自動二輪車（図11参照）の駆動輪に伝達される。

[0043] 図3は、図1における三相ブラシレスモータSG及びその近傍部分を拡大して示した拡大断面図である。また、図4は、図3に示す三相ブラシレスモータSGの回転軸線Jに垂直な断面を示す断面図である。

[0044] 三相ブラシレスモータSGは、アウターロータ30と、インナーステータ40とを有する。アウターロータ30は、アウターロータ本体部31を有する。アウターロータ本体部31は、例えば強磁性材料からなる。アウターロータ本体部31は、有底筒状を有する。アウターロータ本体部31は、筒状ボス部32と、円板状の底壁部33と、筒状のバックヨーク部34とを有する。筒状ボス部32は、クランクシャフト5の一端部5aに挿入された状態で、クランクシャフト5に固定されている。底壁部33は、筒状ボス部32に固定されており、クランクシャフト5の径方向Yに広がる円板形状を有する。バックヨーク部34は、底壁部33の外周縁からクランクシャフト5の軸線方向Xに延びる筒形状を有する。バックヨーク部34は、クランクケース1に近づく方向に延びている。

[0045] 底壁部33及びバックヨーク部34は、例えば金属板をプレス成形することにより一体的に形成されている。なお、本発明では、底壁部33とバックヨーク部34とは別体に構成されていてもよい。即ち、アウターロータ本体部31において、バックヨーク部34は、アウターロータ本体部31を構成する他の部分と一体的に構成されていてもよく、アウターロータ本体部31を構成する他の部分と別体に構成されていてもよい。バックヨーク部34と他の部分とが別体に構成されている場合、バックヨーク部34が、強磁性材料からなればよく、他の部分は、強磁性材料以外の材料からなってもよい。

[0046] 筒状ボス部32には、クランクシャフト5の一端部5aを挿入するための

テーパ状挿入孔 3 2 a が、クランクシャフト 5 の軸線方向 X に沿って形成されている。テーパ状挿入孔 3 2 a は、クランクシャフト 5 の一端部 5 a の外周面に対応するテーパ角を有する。挿入孔 3 2 a にクランクシャフト 5 の一端部 5 a を挿入したときに、一端部 5 a の外周面が挿入孔 3 2 a の内周面に接触し、クランクシャフト 5 が挿入孔 3 2 a に固定される。これにより、ボス部 3 2 が、クランクシャフト 5 の軸線方向 X に対して位置決めされる。この状態で、クランクシャフト 5 の一端部 5 a の先端部分に形成された雄ねじ部 5 c に、ナット 3 5 がねじ込まれる。これにより、クランクシャフト 5 に筒状ボス部 3 2 が固定される。

[0047] 筒状ボス部 3 2 は、筒状ボス部 3 2 の基端部（図中では筒状ボス部 3 2 の右部）に径大部 3 2 b を有する。筒状ボス部 3 2 は、径大部 3 2 b の外周面に、径方向外側に向かって延びた鏝部 3 2 c を有する。アウターロータ本体部 3 1 の底壁部 3 3 の中央部に形成された孔部 3 3 a に、筒状ボス部 3 2 の径大部 3 2 b が挿入されている。この状態において、鏝部 3 2 c が底壁部 3 3 の外周面（図中、右側面）に接している。筒状ボス部 3 2 の鏝部 3 2 c とアウターロータ本体部 3 1 の底壁部 3 3 とが、アウターロータ本体部 3 1 の周方向の複数個所において、鏝部 3 2 c と底壁部 3 3 とを貫通するリベット 3 6 で一体的に固定されている。

[0048] 三相ブラシレスモータ S G は、永久磁石式モータである。アウターロータ本体部 3 1 のバックヨーク部 3 4 には、バックヨーク部 3 4 の内周面に、複数の永久磁石部 3 7 が設けられている。各永久磁石部 3 7 は、S 極と N 極とが三相ブラシレスモータ S G の径方向に並ぶように設けられている。

[0049] 複数の永久磁石部 3 7 は、三相ブラシレスモータ S G の周方向に N 極と S 極とが交互に配置されるように設けられている。本実施形態では、インナーステータ 4 0 と対向するアウターロータ 3 0 の磁極数が 2 4 個である。アウターロータ 3 0 の磁極数とは、インナーステータ 4 0 と対向する磁極数をいう。ステータコア S T の歯部 4 3 と対向する永久磁石部 3 7 の磁極面の数は、アウターロータ 3 0 の磁極数に相当する。アウターロータ 3 0 が有する磁

極 1 つあたりの磁極面は、インナーステータ 4 0 と対向する永久磁石部 3 7 の磁極面に相当する。永久磁石部 3 7 の磁極面は、永久磁石部 3 7 とインナーステータ 4 0 との間に設けられた非磁性体（図示せず）により覆われている。永久磁石部 3 7 とインナーステータ 4 0 との間には磁性体が設けられていない。非磁性体としては、特に限定されず、例えば、ステンレス鋼材が挙げられる。本実施形態において、永久磁石部 3 7 は、フェライト磁石である。但し、本発明において、永久磁石としては、ネオジボンド磁石、サマリウムコバルト磁石、ネオジム磁石等の従来公知の磁石が採用され得る。永久磁石部 3 7 の形状は、特に限定されない。なお、アウターロータ 3 0 は、永久磁石部 3 7 が磁性材料に埋め込まれた埋込磁石型（I P M 型）であってもよいが、本実施形態のように、永久磁石部 3 7 が磁性材料から露出した表面磁石型（S P M 型）であることが好ましい。

[0050] 上述のように、クランクシャフト 5 に取り付けられ、クランクシャフト 5 と共に回転するように取り付けられたアウターロータ 3 0 は、クランクシャフト 5 のイナーシャを増加させるための回転体である。また、アウターロータ 3 0 を構成する底壁部 3 3 の外周面（図 1 及び図 3 における右側面）には、複数枚の羽根部 F a を有する冷却ファン F が設けられている。冷却ファン F は、固定具（複数本のボルト F b）で、底壁部 3 3 の外周面に固定されている。

[0051] インナーステータ 4 0 は、ステータコア S T と複数相のステータ巻線 W とを有する。ステータコア S T は、例えば薄板状のケイ素鋼板を軸線方向に沿って積層することにより形成される。ステータコア S T は、ステータコア S T の中心部に、アウターロータ 3 0 の筒状ボス部 3 2 の外径よりも大きな内径の孔部 4 1 を有する。また、ステータコア S T は、径方向外側に向かって一体的に延びた複数の歯部 4 3 を有する（図 4 参照）。本実施形態においては、合計 1 8 個の歯部 4 3 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 S T は、周方向に間隔を空けて形成された合計 1 8 個のスロット S L（図 4 参照）を有する。歯部 4 3 は周方向に実質的に等間隔で

配置されている。

[0052] 三相ブラシレスモータSGは、三相モータである。三相ブラシレスモータSGは、三相に応じた複数のステータ巻線Wを備えている。各歯部43の周囲には、ステータ巻線Wが巻き付けられている。複数相のステータ巻線Wは、スロットSLを通るように設けられている。複数相のステータ巻線Wのそれぞれは、U相、V相、W相の何れかに属する。ステータ巻線Wは、例えば、U相、V相、W相の順に並ぶように配置される。ステータ巻線Wは、本発明にいう巻線の一例に相当する。

[0053] 図3に示すように、インナーステータ40には、三相ブラシレスモータSGの径方向の中央部分に孔部41が形成されている。孔部41内には、クランクシャフト5及びアウターロータ30の筒状ボス部32が、孔部41の壁面（インナーステータ40）から間隔を空けて配置されている。この状態で、インナーステータ40は、4ストロークエンジン本体Eのクランクケース1に取り付けられている。インナーステータ40の歯部43の端部（先端面）は、アウターロータ30を構成する永久磁石部37の磁極面（内周面）から間隔を空けて配置されている。この状態で、アウターロータ30は、クランクシャフト5の回転と連動して回転する。アウターロータ30は、クランクシャフト5と一体で回転する。言い換えると、アウターロータ30の回転速度は、クランクシャフト5の回転速度と同じである。

[0054] 図4を参照して、アウターロータ30についてさらに説明する。永久磁石部37は、三相ブラシレスモータSGの径方向におけるインナーステータ40の外側に設けられている。バックヨーク部34は、径方向における永久磁石部37の外側に設けられている。永久磁石部37は、インナーステータ40に対向する面に、複数の磁極面37aを備えている。磁極面37aは、三相ブラシレスモータSGの周方向に並んでいる。磁極面37aのそれぞれは、N極又はS極である。N極とS極とは、三相ブラシレスモータSGの周方向に交互に配置されている。永久磁石部37の磁極面37aは、インナーステータ40と対向している。本実施形態では、複数の磁石が三相ブラシレス

モータ S G の周方向に配置されており、複数の磁石のそれぞれは、S 極と N 極とが三相ブラシレスモータ S G の径方向に並んだ姿勢で配置されている。周方向に隣り合う 1 つの S 極と 1 つの N 極とによって磁極面の対 3 7 p が構成される。磁極面の対 3 7 p の数は、磁極面 3 7 a の数の $1/2$ である。本実施形態では、アウターロータ 3 0 に、インナーステータ 4 0 と対向する 2 4 個の磁極面 3 7 a が設けられており、アウターロータ 3 0 の磁極面の対 3 7 p の数は 1 2 個である。なお、図には、1 2 個の磁石対に対応した 1 2 個の磁極面の対 3 7 p が示されている。ただし、図の見やすさのため、3 7 p の符号は、1 つの対のみを指している。三相ブラシレスモータ S G は、歯部 4 3 の数の $2/3$ よりも多い磁極面 3 7 a を有している。三相ブラシレスモータ S G は、歯部 4 3 の数の $4/3$ 以上の数の磁極面 3 7 a を有している。

[0055] アウターロータ 3 0 の外面には、アウターロータ 3 0 の回転位置を検出させるための複数の被検出部 3 8 が備えられている。複数の被検出部 3 8 は、磁気作用によって検出される。複数の被検出部 3 8 は、周方向に間隔を空けてアウターロータ 3 0 の外面に設けられている。本実施形態において、複数の被検出部 3 8 は、周方向に間隔を空けてアウターロータ 3 0 の外周面に設けられている。複数の被検出部 3 8 は、筒状のバックヨーク部 3 4 の外周面に配置されている。複数の被検出部 3 8 のそれぞれは、バックヨーク部 3 4 の外周面から三相ブラシレスモータ S G の径方向 Y における外向きに突出している。底壁部 3 3、バックヨーク部 3 4、及び被検出部 3 8 は、例えば鉄等の金属板をプレス成形することにより一体的に形成されている。つまり、被検出部 3 8 は、強磁性体で形成されている。被検出部 3 8 の配置の詳細については、後に説明する。

[0056] ロータ位置検出装置 5 0 は、アウターロータ 3 0 の位置を検出する装置である。ロータ位置検出装置 5 0 は、複数の被検出部 3 8 と対向する位置に設けられている。つまり、ロータ位置検出装置 5 0 は、複数の被検出部 3 8 がロータ位置検出装置 5 0 と順次対向するような位置に配置されている。ロータ位置検出装置 5 0 は、アウターロータ 3 0 の回転に伴い被検出部 3 8 が通

過する経路に対向している。ロータ位置検出装置 50 は、インナーステータ 40 とは離れた位置に配置されている。本実施形態において、ロータ位置検出装置 50 は、クランクシャフト 5 の径方向においてロータ位置検出装置 50 とインナーステータ 40 及びステータ巻線 W との間にアウターロータ 30 のバックヨーク部 34 及び永久磁石部 37 が位置するように配置されている。ロータ位置検出装置 50 は、三相ブラシレスモータ S G の径方向における、アウターロータ 30 よりも外側に配置されており、アウターロータ 30 の外周面に向いている。

[0057] ロータ位置検出装置 50 は、検出用巻線 51、検出用磁石 52 及びコア 53 を有している。検出用巻線 51 は、被検出部 38 を検出するピックアップコイルとして機能する。コア 53 は、例えば鉄製の棒状に延びた部材である。検出用巻線 51 は、被検出部 38 を磁氣的に検出する。ロータ位置検出装置 50 は、クランクシャフト 5 の回転の開始後に、アウターロータ 30 の回転位置の検出を開始する。なお、ロータ位置検出装置 50 には、上述した、被検出部 38 の通過に伴う起電力によって発生する電圧が変化する構成以外の構成も採用可能である。例えば、ロータ位置検出装置 50 には、検出用巻線 51 に常時通電を行い、被検出部 38 の通過に伴うインダクタンスの変化により通電電流が変化するタイプの構成も採用可能である。また、ロータ位置検出装置 50 は、特に限定されず、ホール素子又は MR 素子を備えていてもよい。本実施形態のエンジンユニット E U（図 1 参照）は、ホール素子又は MR 素子を備えていてもよい。

[0058] ここで、図 4 を参照して、アウターロータ 30 における被検出部 38 の配置について説明する。本実施形態における複数の被検出部 38 は、アウターロータ 30 の外面に設けられている。複数の被検出部 38 の各々は、この各々が対応する磁極面の対 37 p に対して互いに同一の相対位置関係を有する。また、ロータ位置検出装置 50 は、複数の被検出部 38 と対向する位置に設けられている。ロータ位置検出装置 50 は、アウターロータ 30 の回転中に、複数の被検出部 38 のそれぞれに対向する位置に設けられている。ロー

タ位置検出装置 50 は、同時に（一度に）、複数の被検出部 38 ではなく、複数の被検出部 38 のうちの 1 つに対向する。図 4 には、周方向に隣り合う 2 つの磁極（S 極及び N 極）によって構成された磁極面の対 37 p における、予め定められた周方向の規定位置が、一点鎖線で示されている。なお、本実施形態では、アウターロータ 30 に、規定位置の数よりも 1 つ少ない 11 個の被検出部 38 が設けられている。11 個の被検出部 38 は、12ヶ所の規定位置のうち 11ヶ所にそれぞれ設けられている。

[0059] 図 5 は、図 1 に示すエンジンユニット EU に係る電氣的な基本構成を示すブロック図である。

エンジンユニット EU は、4 ストロークエンジン本体 E、三相ブラシレスモータ SG、及び制御装置 CT を備えている。制御装置 CT には、三相ブラシレスモータ SG、点火プラグ 29、及びバッテリー 14 が接続されている。

[0060] 制御装置 CT は、複数相のステータ巻線 W と接続され、車両が備えるバッテリー 14 から複数相のステータ巻線 W への電流を供給する。制御装置 CT は、スタータモータ制御部 62 と、燃焼制御部 63 と、複数のスイッチング部 611～616 とを備えている。本実施形態における制御装置 CT は、6 個のスイッチング部 611～616 を有する。スイッチング部 611～616 は、インバータ 61 を構成している。インバータ 61 は、三相ブリッジインバータである。インバータ 61 のスイッチング部 611～616 は、バッテリー 14 と三相ブラシレスモータ SG との間に設けられている。スイッチング部 611～616 は、バッテリー 14 から三相ブラシレスモータ SG に印加する電圧を制御する。複数のスイッチング部 611～616 は、複数相のステータ巻線 W の各相と接続され、複数相のステータ巻線 W とバッテリー 14 との間の電圧の印加／非印加を切替える。複数のスイッチング部 611～616 は、これにより、複数相のステータ巻線 W とバッテリー 14 との間の電流の通過／遮断を切替える。すなわち、複数のスイッチング部 611～616 は、バッテリー 14 と三相ブラシレスモータ SG との間を流れる電流を制御する。より具体的には、三相ブラシレスモータ SG がスタータモータとして機能す

る場合、スイッチング部 611～616 のオン・オフ動作によって複数相のステータ巻線 W 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、三相ブラシレスモータ SG がジェネレータとして機能する場合、スイッチング部 611～616 のオン・オフ動作によって、ステータ巻線 W のそれぞれとバッテリー 14 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 611～616 のオン・オフが順次切替えられることによって、三相ブラシレスモータ SG 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。

[0061] スwitching部 611～616 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 FET (Field Effect Transistor) である。ただし、スイッチング部 611～616 には、FET 以外に、例えばサイリスタ及び IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) も採用可能である。

[0062] スタータモータ制御部 62 は、複数のスイッチング部 611～616 を制御する。スタータモータ制御部 62 は、三相に対応する 6 個のスイッチング部 611～616 のそれぞれを制御することによって、バッテリー 14 から三相ブラシレスモータ SG に印加される電圧を制御する。スタータモータ制御部 62 は、スイッチング部 611～616 のそれぞれのオン・オフ動作を制御することによって、三相ブラシレスモータ SG の動作を制御する。スタータモータ制御部 62 は、スイッチング部 611～616 のそれぞれのオン・オフ動作を制御することによって、三相ブラシレスモータ SG を正回転させることも、逆回転させることも可能である。スタータモータ制御部 62 は、トルク抑制部 621、加速制御部 622、オン・オフ動作記憶部 623、初期動作部 624、及び抵抗付与部 625 を含む。

トルク抑制部 621、加速制御部 622、及び抵抗付与部 625 を含むスタータモータ制御部 62 と、燃焼制御部 63 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ソフトウェアとによって実現される。ただ

し、スタータモータ制御部 6 2 と、燃焼制御部 6 3 との一部又は全部は、電子回路であるワイヤードロジックによって実現することも可能である。また、スタータモータ制御部 6 2 及び燃焼制御部 6 3 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。

[0063] オン・オフ動作記憶部 6 2 3 は、例えばメモリで構成されている。オン・オフ動作記憶部 6 2 3 は、複数のスイッチング部 6 1 1 ~ 6 1 6 のオン・オフ動作に関わるデータを記憶している。オン・オフ動作記憶部 6 2 3 は、より詳細には、制御装置 C T が三相ブラシレスモータ S G 及び 4 ストロークエンジン本体 E を制御するために用いる情報のマップ、並びに情報が記載されているソフトウェアを記憶している。また、初期動作部 6 2 4 は、電子回路で構成されている。初期動作部 6 2 4 は、クランクシャフト 5 が停止状態の時に、複数のスイッチング部 6 1 1 ~ 6 1 6 をオン・オフ動作させる電気信号を発生する。なお、制御装置 C T は、オン・オフ動作記憶部 6 2 3 及び初期動作部 6 2 4 の双方を並行して動作させてもよく、オン・オフ動作記憶部 6 2 3 及び初期動作部 6 2 4 の一方を動作させてもよい。

[0064] 抵抗付与部 6 2 5 は、4 ストロークエンジン本体 E の燃焼停止後、三相ブラシレスモータ S G を制御することによりクランクシャフト 5 の回転を制御してクランクシャフト 5 の回転を停止させるための処理を行う。トルク抑制部 6 2 1 及び加速制御部 6 2 2 は、始動指示（再始動指示）を受けた場合、三相ブラシレスモータ S G を制御することによりクランクシャフト 5 の回転を開始又は加速させるための処理を行う。

[0065] 燃焼制御部 6 3 は、点火プラグ 2 9 に点火動作を行わせることによって、4 ストロークエンジン本体 E の燃焼動作を制御する。4 ストロークエンジン本体 E が、燃料を噴射し混合気を生成する燃料噴射装置を備える場合には、燃焼制御部 6 3 は、燃料噴射装置の噴射も制御することによって、4 ストロークエンジン本体 E の燃焼動作を制御する。

[0066] スタータモータ制御部 6 2 には、4 ストロークエンジン本体 E を始動させ

るためのスタータスイッチ１６が接続されている。スタータスイッチ１６は、４ストロークエンジン本体Ｅの始動の際、運転者によって操作される。また、制御装置ＣＴのスタータモータ制御部６２は、バッテリー１４の電圧を検出することによって、バッテリー１４の充電状態を検出する。ただし、バッテリー１４の充電状態の検出には、バッテリー１４の電圧を検出する構成以外にも、例えば、充電状態でバッテリー１４に流れる電流を検出する構成が採用可能である。

[0067] 制御装置ＣＴは、スタータモータ制御部６２により、インバータ６１を制御する。制御装置ＣＴは、インバータ６１の動作を通じて、三相ブラシレスモータＳＧを制御する。なお、本実施形態では、インバータ６１と、バッテリー１４との間には、キャパシタ（図示せず）が設けられ、バッテリー１４とキャパシタとによって蓄電部が構成されている。

[0068] [エンジンユニットの動作]

図６は、図１に示すエンジンユニットＥＵの動作を説明するフローチャートである。

ここで説明するエンジンユニットＥＵの停止動作は、エンジンユニットＥＵの燃焼動作状態から開始される（ステップＳ１１）。

また、図７（ａ）は、図１に示すエンジンユニットＥＵにおける、クランクシャフト５の動きを説明する図である。図７（ｂ）は、比較例として逆回転する場合のクランクシャフトの動きを説明する図である。

図６及び図７（ａ）を参照しながら、エンジンユニットＥＵの動作を燃焼停止から順に説明する。

[0069] 燃焼動作状態は、例えばアイドリング状態である。アイドリング状態は、停車し且つエンジンが回転している状態をいう。アイドリング状態では、エンジンは無負荷状態であり、且つ最低限の回転速度で稼働している。以降、アイドリング状態の例を用いて燃焼状態を説明する。

[0070] なお、停車中にエンジンが停止する車両では、通常、車両が停止してから所定時間が経過した後に、停車したと判断され、エンジンが停止する。この

場合、車両が停止してから停車したと判断されるまでの期間、車両は、停車し且つエンジンが回転している状態、即ちアイドリング状態である。

[0071] エンジンユニットE Uがアイドリング状態すなわち燃焼動作状態である時（ステップS 1 1）、燃焼停止指示が入力されなければ（ステップS 1 2：N O）、制御装置C Tは、燃焼動作状態を継続する。一方、燃焼停止指示が入力されれば（ステップS 1 2：Y E S）、制御装置C Tは、エンジンの燃焼を停止させる（ステップS 1 3）。詳細には、燃焼制御部6 3がエンジンの燃焼を停止させる。なお、燃焼停止指示は、車両が停止したと制御装置C Tにより判断された時に生成される内部的な指令であってもよい。また、燃焼停止指示は、運転者によって入力される外部的な指令であってもよい。エンジンの燃焼を停止しても、クランクシャフト5は、慣性により一時的に回転を継続する。クランクシャフト5の回転は、ロータ位置検出装置5 0により検出される。

[0072] 4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作が停止した後（ステップS 1 3の後）、クランクシャフト5が正回転している時に、制御装置C Tは、三相ブラシレスモータS Gにクランクシャフト5の正回転への抵抗を付与させてクランクシャフト5を4ストロークエンジン本体Eにおける圧縮行程に停止させる（ステップS 1 4～S 1 9）。即ち、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作が燃焼停止指示によって停止している場合（ステップS 1 3の後）、且つ、クランクシャフト5が正回転している場合、制御装置C Tは、三相ブラシレスモータS Gにクランクシャフト5の正回転への抵抗を付与させてクランクシャフト5を4ストロークエンジン本体Eにおける圧縮行程に停止させる。詳細には、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作が停止している場合（ステップS 1 3の後）、且つ、クランクシャフト5が正回転している場合、スタータモータ制御部6 2の抵抗付与部6 2 5が、三相ブラシレスモータS Gにクランクシャフト5の正回転への抵抗を付与させてクランクシャフト5を4ストロークエンジン本体Eにおける圧縮行程に停止させる。

より詳細には、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作が停止した後、制

制御装置C Tは、クランクシャフト5の回転速度、及びクランクシャフト5の位置に基づいて、三相ブラシレスモータS Gにクランクシャフト5の正回転への抵抗を付与させる。具体的には、制御装置C Tは、クランクシャフト5の回転速度、及びクランクシャフト5の位置に基づいて、正回転への抵抗の付与を開始する。制御装置C Tは、クランクシャフト5の回転速度、及び位置に対して予め定められた抵抗付与条件が成立する場合に（ステップS 14：Y E S）、三相ブラシレスモータS Gにクランクシャフト5の正回転への抵抗を付与させる（ステップS 15）。抵抗付与条件は、例えば、クランクシャフト5の回転速度が、予め定められた閾値未満であり、且つ、クランクシャフト5が予め定められた位置を通過することである。予め定めた位置は、4ストロークにおける位置である。予め定められた位置は、例えば、正回転において、圧縮上死点より後で、且つ、圧縮行程よりも前の位置である。回転速度について予め定められた閾値は、例えば、クランクシャフト5の正回転へ抵抗を付与することによって、クランクシャフト5を圧縮行程に停止させることが可能である速度である。

制御装置C Tは、ロータ位置検出装置50からの信号によってクランクシャフト5の位置及び回転速度を検出する。ただし、制御装置C Tは、例えば、ロータ位置検出装置50以外の装置又はセンサからの信号によって、クランクシャフト5の位置及び回転速度を検出してもよい。

図7（a）には、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作が停止した後、クランクシャフト5が膨張行程にある予め定めた位置P0を通過したことによって、クランクシャフト5の正回転へ抵抗が付与され、圧縮行程の位置P2に停止したことが示されている。クランクシャフト5が、位置P0よりも正回転における先にある場合に抵抗が付与される。

[0073] エンジンユニットE Uにおいて燃焼停止指示が入力される時のクランクシャフト5の回転状態は、燃焼停止指示の入力のたびに異なる。つまり、燃焼停止指示が入力される時のクランクシャフト5の位置及び回転速度には、ばらつきがある。制御装置C Tは、クランクシャフト5の回転速度、及びクランク

ンクシャフト5の位置に基づいて、クランクシャフト5の正回転への抵抗を付与する。制御装置CTが、クランクシャフト5の回転速度、及びクランクシャフト5の位置に基づいて、クランクシャフト5の正回転への抵抗を付与することによって、クランクシャフト5の停止位置のばらつきの影響を抑え、4ストロークエンジン本体を、目的の位置に停止させ易い。

[0074] クランクシャフト5の正回転への抵抗の付与において、本実施形態の制御装置CTは、三相ブラシレスモータSGのベクトル制御による抵抗の付与と、ステータ巻線Wの短絡による抵抗の付与との双方を実施する。制御装置CTは、三相ブラシレスモータSGのベクトル制御による抵抗の付与と、ステータ巻線Wの短絡による抵抗の付与とを切替える。制御装置CTは、先に、三相ブラシレスモータSGのベクトル制御による抵抗の付与を実施する。制御装置CTは、ベクトル制御による抵抗の付与を、ステータ巻線Wの短絡による抵抗の付与に切替える。

[0075] ステップS15において、制御装置CTは、三相ブラシレスモータSGのベクトル制御を行うことによって、三相ブラシレスモータSGにクランクシャフト5の正回転への抵抗を付与させる。制御装置CTが三相ブラシレスモータSGをベクトル制御することは、より具体的には、制御装置CTが、三相ブラシレスモータSGをベクトル制御ように複数のスイッチング部611～616を制御することである。従って、三相ブラシレスモータSGのベクトル制御を、複数のスイッチング部611～616のベクトル制御とも称する。

制御装置CTは、三相ブラシレスモータSGがクランクシャフト5に逆回転の駆動力を与えるよう、複数のスイッチング部611～616を制御する。

[0076] ベクトル制御は、ジェネレータSGの電流を、磁石の磁束方向に対応するd軸成分と、電気角において磁束方向と垂直なq軸成分に分離して制御する方法である。q軸成分は、ジェネレータSGのトルク負荷に影響する成分である。ベクトル制御は、複数相のステータ巻線Wの各相に対し、通電休止期

間なしに通電を行う制御である。ベクトル制御は、複数相のステータ巻線Wの各相に正弦波の電流が流れるよう通電を行う制御である。複数のスイッチング部611～616がベクトル制御によるタイミングでオン・オフ動作することにより、複数相のステータ巻線Wのそれぞれに正弦波の電流が流れる。

ベクトル制御によるクランクシャフトの回転への抵抗の付与は、例えば、ステータ巻線Wの誘導起電圧の正弦波に同期するように、誘導起電圧の向きに電流を流すことにより実現される。言い換えれば、ベクトル制御によるクランクシャフトの回転への抵抗の付与は、例えば、誘導起電圧の向きに、電流を引き出すことにより実現される。

制御装置CTは、三相ブラシレスモータSGが発電してバッテリー14を充電するように、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に抵抗を付与する。なお、正弦波の電流及び正弦波の電圧は、正弦波状の電流及び電圧を意味する。正弦波の電流には、例えば、スイッチング部のオン・オフ動作に伴うリップル、及び歪みが含まれる。

ベクトル制御では、複数のスイッチング部611～616のそれぞれがパルス幅変調（PWM）された信号で制御される。パルス幅変調におけるパルスの周期は、ステータ巻線Wの各相の誘導起電圧の周期よりも短い。つまり、制御装置CTは、ジェネレータSGのステータ巻線Wの誘導起電圧の周期よりも短い周期のパルス信号に応じて複数のスイッチング部611～616のオン・オフを制御する。

制御装置CTは、ベクトル制御において、図示しないセンサで検知した複数相のステータ巻線Wの電流と、ロータ位置検出装置50で検知したアウターロータ30の位置とから、d軸成分とq軸成分を得る。制御装置CTは、目標値に応じて補正した成分に基づいて、複数のスイッチング部611～616のオン・オフのタイミングを制御する。

[0077] なお、制御においては、一部の相のステータ巻線の電流のみ検出する方法、又は、ロータ位置検出装置50による位置検出を省略する方法も採用可能

である。また、制御においては、いずれの相のステータ巻線の電流も検知することなく複数のスイッチング部 611～616 を制御する方法も採用可能である。この場合、制御装置 CT は、ロータ位置検出装置 50 で検知したアウターロータ 30 の位置から、ステータ巻線 W の誘導起電圧の正弦波に同期するような電流を推定し、推定した電流を流すための電圧をステータ巻線 W に印加する。例えば、制御装置 CT は、アウターロータ 30 の位置とパルスの周期との対応関係を表わすマップ（設定表）を用い、アウターロータ 30 の位置に基づいて複数のスイッチング部 611～616 を制御する。このマップは、アウターロータ 30 の位置に対し、誘導起電圧の正弦波に同期するような電流を流すための電圧を推定することによって、予め設定される。

オン・オフのタイミングの制御には、例えば、入力された情報を用いて式を算出する方法、又は、オン・オフ動作記憶部 623 に記憶されたマップ（設定表）を読み出して参照する方法が採用可能である。式、又はマップは、プログラムに含まれていてもよい。また制御装置 CT は、電子回路（ワイヤードロジック）で構成された初期動作部 624 を用いて制御を行ってもよい。

[0078] 図 8 は、ベクトル制御における電流及び電圧の波形の例を示す図である。

図 8 において、 V_u は、三相ブラシレスモータ SG の複数相のステータ巻線 W のうち、U 相のステータ巻線 W の誘導起電圧を表している。 I_u は、U 相のステータ巻線 W の電流を表している。図 8 において、 I_u における正の値は、スイッチング部 611, 612 からステータ巻線 W に電流が流れることを表している。 I_u における負の値は、ステータ巻線 W からスイッチング部 611, 612 に電流が流れることを表している。

V_{sup} 及び V_{sun} は、複数のスイッチング部 611～616 のうち、U 相のステータ巻線 W に接続される 2 つのスイッチング部 611, 612 の制御信号を表している。 V_{sup} は、U 相のステータ巻線 W とバッテリー 14 の正極との間に配置された正側のスイッチング部 611 の制御信号である。 V_{sun} は、U 相のステータ巻線 W とバッテリー 14 の負極との間に配置された負側のスイッチング部 612 の制御信号である。 V_{sup} 及び V_{sun} に

おけるHレベルは、スイッチング部611, 612のオン状態を表している。Lレベルは、オフ状態を表している。Idcはバッテリー14に流れる電流である。Idcにおける負の値、すなわち、図における「0」より下の値は、三相ブラシレスモータSGが発電し、バッテリー14が充電されることを表す。

[0079] スwitching部611, 612の制御信号Vsup, Vsunに示されるように、正側のスイッチング部611と負側のスイッチング部612とは、オン状態とオフ状態において、互いに逆の状態になる。

制御装置CTは、ステータ巻線Wの各相に正弦波の電流が流れるように、スイッチング部611, 612のオン・オフのデューティ比を制御する。制御装置CTは、スイッチング部611, 612のオン・オフのデューティ比の変化の周期が、ステータ巻線Wの誘導起電圧の周期になるように、スイッチング部611, 612を制御する。ステータ巻線Wの誘導起電圧は、正弦波であり、中央値「0」（タイミングt1, t5）、正の最大値（タイミングt2）、中央値「0」（タイミングt3）、及び負の最大値（タイミングt4）を繰り返す。

制御装置CTは、ベクトル制御において、スイッチング部611, 612を次のように制御する。すなわち、ステータ巻線Wの誘導起電圧Vuが正の最大値及び負の最大値となるタイミング（t2, t4）における、正側のスイッチング部611のデューティ比と負側のスイッチング部612のデューティ比との差は、誘導起電圧Vuが中央値（「0」）となるタイミング（t1, t3, t5）における正側のスイッチング部611のデューティ比と負側のスイッチング部612のデューティ比との差よりも大きい。

例えば、U相のステータ巻線Wの誘導起電圧Vuが中央値（「0」）となるタイミング（t1, t3, t5）において、正側のスイッチング部611のデューティ比及び負側のスイッチング部612のデューティ比の双方は、例えばタイミング（t2, t4）と比べて50%に近い。従って、正側のスイッチング部611のデューティ比と負側のスイッチング部612のデュー

ティ比の差は小さい。この結果、U相のステータ巻線Wの電流は小さくなる。

なお、スイッチング部611, 612のデューティ比は、バッテリー14からステータ巻線Wに供給する電圧に直接影響する。電圧と電流との間には、ステータ巻線Wのインダクタンス成分による遅れが生じる。従って、デューティ比と電流の変化には若干のずれが生じている。しかし、ベクトル制御によって、ステータ巻線Wに流れる電流 I_u と誘導起電圧 V_u についての力率を高めることができる。

U相についての上記の説明は、V相及びW相についても適用される。V相及びW相の電圧及び電流は、U相に対し120度及び240度の位相差を有する。

[0080] ベクトル制御によれば、例えば図8に示すように、ステータ巻線Wに流れる電流を、誘導起電圧 V_u に対し、力率が高まるように制御することができる。このため、クランクシャフト5の回転に対する強い抵抗が生じる。ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転への抵抗の付与は、クランクシャフト5の回転に対して、強い制動力を生じさせる。従って、4ストロークエンジン本体Eを小さい出力トルクで始動させやすい位置に、クランクシャフト5を停止させやすい。

[0081] 制御装置CTは、巻線短絡の開始条件が成立する場合（ステップS17：YES）、制御態様を、ベクトル制御による抵抗の付与（ステップS15）から、ステータ巻線Wの短絡による抵抗の付与（ステップS18）に切り換える。ステータ巻線Wの短絡は、より具体的には、ステータ巻線Wの端子の短絡である。

ステップS18において、制御装置CTは、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作が停止した後、クランクシャフト5が正回転している時に、複数のステータ巻線Wの端子を短絡するようスイッチング部611～616を制御する。これによって、制御装置CTは、三相ブラシレスモータSGにクランクシャフト5の正回転への抵抗を付与させてクランクシャフト5を圧縮行

程に停止させる。

詳細には、制御装置C Tは、巻線短絡の開始条件が成立する場合（ステップS 1 7：Y E S）、ステータ巻線Wの短絡によりクランクシャフト5の回転に抵抗を付与する（ステップS 1 8）。巻線短絡の開始条件（ステップS 1 7）は、例えば、クランクシャフト5の回転速度が予め定められた閾値を下回ることである。この閾値は、上記ステップS 1 4で正回転への抵抗の付与を開始するための条件における閾値よりも小さい。巻線短絡の制御の開始条件として、クランクシャフト5の位置が予め定められた範囲にあることも採用可能である。

制御装置C Tは、スイッチング部6 1 1～6 1 6に三相のステータ巻線Wの端子を短絡させる。例えば、制御装置C Tは、負側のスイッチング部6 1 2，6 1 4，6 1 6を同時にオン状態とする。これによって、ステータ巻線Wの端子が短絡する。

[0082] ステータ巻線Wが短絡した場合、ステータ巻線Wには、ステータ巻線Wで生じる誘導起電圧による電流が流れる。ステータ巻線Wに流れる電流によって、三相ブラシレスモータS Gは、クランクシャフト5の回転への抵抗を生じさせる。

ステータ巻線Wの短絡による抵抗力はステータ巻線Wの誘導起電圧に起因するため、抵抗力はクランクシャフト5の回転速度が大きいほど大きく、クランクシャフト5の回転速度が小さいほど小さい。従って、クランクシャフト5の回転速度が大きい時には、大きな抵抗力によってクランクシャフト5の回転が急減速する。クランクシャフトの回転速度が減少するのに伴い、抵抗力は小さくなる。

この一方で、クランクシャフト5は、圧縮行程において、気体の圧縮反力による回転の抵抗を受ける。圧縮反力による抵抗力は、クランクシャフト5が正回転して圧縮上死点に近づくほど大きくなる。つまり、クランクシャフト5が圧縮行程において減速するのに伴い、ステータ巻線Wの短絡による回転の抵抗力が徐々に小さくなる一方で、クランクシャフト5が圧縮行程にお

いて回転するのに伴い圧縮反力による抵抗力が大きくなる。ステータ巻線Wの短絡による抵抗力の減少と、圧縮反力による抵抗力の増大との均衡を利用して、クランクシャフト5の正回転を、クランクシャフト5が小さいトルクで始動しやすい位置に停止させ易い。

[0083] 制御装置CTは、ロータ位置検出装置50が出力する信号によって、クランクシャフト5の回転の停止を判別する（ステップS19）。なお、本実施形態のロータ位置検出装置50は、被検出部38の通過に伴う起電力の変化を検出する。従って、本実施形態のロータ位置検出装置50は、クランクシャフト5の回転が遅くなり、起電力の変化が小さくなると、クランクシャフト5の回転を検出できない。しかし、少なくともロータ位置検出装置50によりクランクシャフト5の回転が検出されている時には、クランクシャフト5は回転しているといえる。ロータ位置検出装置50は、本実施形態の例に限定されず、例えば、クランクシャフト5の回転が停止するまで、クランクシャフト5の回転を検出するように構成されていてもよい。

制御装置CTは、クランクシャフト5の回転が停止すると（ステップS19：Yes）、始動指示つまり再始動の指示の入力を待つ（ステップS24）。

[0084] 制御装置CTは、クランクシャフト5が停止している時に、始動指示の入力に応じて、複数のスイッチング部611～616を制御することによって、三相ブラシレスモータSGにクランクシャフト5の正回転を開始させる（ステップS25～S27）。より詳細には、スタータモータ制御部62のトルク抑制部621及び加速制御部622は、クランクシャフト5が停止している時に、始動指示の入力に応じて、複数のスイッチング部611～616を制御することによって、三相ブラシレスモータSGにクランクシャフト5の正回転を開始させる（ステップS25～S27）。制御装置CTは、圧縮行程でクランクシャフト5が停止していた位置からクランクシャフト5の正回転を開始させる。

始動指示は、例えば、スタータスイッチ16が操作された場合に、スター

タスイッチ 16 から制御装置 C T に入力される。また、エンジンユニット E U がアイドリングストップ機能を有する場合、制御装置 C T は、予め定めたエンジン始動条件を判別することによって、自ら始動の指示を実行する。予め定めたエンジン始動条件の達成は、始動指示の入力に含まれる。予め定めたエンジン始動条件は、例えば、図示しないアクセル操作子の操作である。

[0085] 始動指示が入力されると（ステップ S 24 で Y e s）、制御装置 C T は、三相ブラシレスモータ S G にクランクシャフト 5 を回転させることによって 4 ストロークエンジン本体 E を始動させる（ステップ S 25）。詳細には、スタータモータ制御部 62 のトルク抑制部 621 が、三相ブラシレスモータ S G にクランクシャフト 5 を回転させることによって 4 ストロークエンジン本体 E を始動させる（ステップ S 25）。

図 7（a）には、クランクシャフト 5 が、停止していた位置、即ち圧縮行程内の位置 P 2 から、回転を開始することが示されている。

[0086] ステップ S 25 で、制御装置 C T は、三相ブラシレスモータ S G を、バッテリー 14 で得られる最大トルクよりも小さいトルクで回転させつつ、クランクシャフト 5 を圧縮行程から正回転させる。制御装置 C T は、クランクシャフト 5 が正回転を開始してから圧縮行程の終わりまでの少なくとも一部で、三相ブラシレスモータ S G の出力トルクを抑える制御を継続する。より詳細には、制御装置 C T は、まず、トルク抑制制御を行う（ステップ S 25）。より詳細には、スタータモータ制御部 62 のトルク抑制部 621 が、予め定められたタイミングで複数のスイッチング部 611～616 をオン・オフ動作する。スタータモータ制御部 62 は、オープンループ制御によって、スイッチング部 611～616 をオン・オフ動作する。すなわち、スタータモータ制御部 62 は、アウターロータ 30 の位置によるフィードバック制御を行うことなく、予め定められたタイミングで複数相のステータ巻線 W を順次通電する。スタータモータ制御部 62（制御装置 C T）のトルク抑制部 621 が、予め定められたタイミングで複数のスイッチング部 611～616 をオン・オフ動作することによって、バッテリー 14 で得られる最大トルクよりも

小さいトルクでクランクシャフト5を回転させる。

[0087] 制御装置CTは、クランクシャフト5が正回転を開始した後、ロータ位置検出装置50が、アウターロータ30の位置を検出すると（ステップS26でYes）、抑制解除制御を行う（ステップS27）。詳細には、スタータモータ制御部62の加速制御部622が、抑制解除制御を行う。圧縮行程の終わりよりも前にアウターロータ30の位置が検出される場合、トルク抑制制御は、圧縮行程の終わりまでの間の一部で実施される。なお、トルク抑制制御は、圧縮行程の後も実施されてもよい。抑制解除制御において、制御装置CTは、三相ブラシレスモータSGの出力トルクの抑制を解除する。詳細には、スタータモータ制御部62の加速制御部622が、三相ブラシレスモータSGの出力トルクの抑制を解除する。

[0088] 本実施形態の抑制解除制御（ステップS27）において、制御装置CTは、出力トルクの抑制を解除するために、アウターロータ30の位置に応じたタイミングで複数のステータ巻線Wに順次通電する。すなわち、制御装置CTは、アウターロータ30の位置に基づくフィードバック制御によって、複数相のステータ巻線Wを順次通電する。このことによって、三相ブラシレスモータSGの出力トルクの抑制が解除され、始動指示の入力に応じてクランクシャフト5を正回転させたときの最大トルクが発揮される。このとき、制御装置CTは、三相ブラシレスモータSGを、バッテリー14で得られる最大トルクで回転させることが好ましい。抑制解除制御（ステップS27）を行うことによって、制御装置CTは、アウターロータ30の回転を加速する態様に移行する。

制御装置CTは、アウターロータ30の回転の加速において、インバータ61に備えられた複数のスイッチング部611～616のベクトル制御を行うことによって、バッテリー14から三相ブラシレスモータSGに電力が供給されるように制御する。即ち、制御装置CTは、三相ブラシレスモータSGのベクトル制御を行うことによって、バッテリー14から三相ブラシレスモータSGに電力が供給されるように制御する。ベクトル制御は、180度通電

である。

ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転の加速は、例えば、ステータ巻線Wの誘導起電圧の正弦波に同期するように、この正弦波の向きと反対の向きに電流を流すことにより実現される。言い換えれば、ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転の加速は、例えば、ステータ巻線Wの誘導起電圧に打ち勝つように、バッテリー14からステータ巻線Wに電流を流すことにより実現される。ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転の加速では、例えば、電流 I_u の正負が、図8に示す電流 I_u とは反転する。

[0089] この後、制御装置CTは、クランクシャフト5の回転速度が、着火可能な所定の回転速度を超えている場合（ステップS28でYes）、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作を開始させる（ステップS29）。より詳細には、制御装置CTの燃焼制御部63は、点火プラグ29を制御することによって、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作を制御する。4ストロークエンジン本体Eが、燃料を噴射し混合気を生成する燃料噴射装置を備える場合には、燃焼制御部63は、燃料噴射装置の噴射も制御することによって、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作を制御する。ここで、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作の開始には、燃焼動作が正常に行われたか確認する動作も含まれる。燃焼動作が正常に行われたか否かは、例えば、クランクシャフト5が複数回回転する間に、クランクシャフト5の回転速度を測定し、測定した回転速度が、正常な燃焼動作の場合として定められた値を超えているか否かによって判別される。

[0090] 本実施形態の制御装置CTは、始動指示の入力に応じてクランクシャフト5を正回転させることによって4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作を開始させた後も、クランクシャフト5の正回転を加速させる（ステップS29）。より詳細には、三相ブラシレスモータSGは、燃焼動作が正常に行われたか確認する動作も含め4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作を開始させた後、クランクシャフト5の回転の加速を継続する。具体的には、制御装置CTは、燃焼動作を開始させた後、予め定められた期間、インバータ61に

備えられた複数のスイッチング部 6 1 1 ~ 6 1 6 を、バッテリー 1 4 から三相ブラシレスモータ S G に電力が供給されるように制御する。つまり、制御装置 C T は、三相ブラシレスモータ S G を力行させる。これによって、クランクシャフト 5 の回転は、バッテリー 1 4 から三相ブラシレスモータ S G に電力が供給されない場合よりも加速する。つまり、クランクシャフト 5 の回転は、4 ストロークエンジン本体 E の燃焼動作のみによって回転する場合よりも加速する。制御装置 C T は、インバータ 6 1 に備えられた複数のスイッチング部 6 1 1 ~ 6 1 6 のベクトル制御を行うことによって、バッテリー 1 4 から三相ブラシレスモータ S G に電力が供給されるように制御することによって、クランクシャフト 5 の回転を加速させる。

[0091] 4 ストロークエンジン本体 E が燃焼動作を開始した後は、クランクシャフト 5 の回転の安定性が低い場合がある。4 ストロークエンジン本体の燃焼開始後、三相ブラシレスモータ S G によるクランクシャフト 5 の正回転の加速が継続されることによって、4 ストロークエンジン本体の燃焼によるクランクシャフト 5 の正回転が安定化する。また、4 ストロークエンジン本体の燃焼開始前後において、ベクトル制御が継続されることによって、クランクシャフトの正回転がさらに加速する。予め定められた期間は、クランクシャフト 5 の回転が安定化するのに十分な期間（時間期間）に設定される。予め定められた期間として、例えば、クランクシャフト 5 の回転速度がアイドル回転速度に達するのに十分な程度の期間が設定される。

[0092] また、4 ストロークエンジン本体 E の燃焼開始後、例えば車両の加速が要求される場合に、クランクシャフト 5 の正回転が加速されることによって、車両の加速が補助される。制御装置 C T は、三相ブラシレスモータ S G が発電している状態において加速が要求される場合、三相ブラシレスモータ S G を発電制御から力行制御に切り換えることによって、クランクシャフト 5 の正回転を加速させる。

[0093] このように、制御装置 C T は、4 ストロークエンジン本体 E の始動が完了した後、予め定められた期間、クランクシャフト 5 の正回転を加速させる。

このため、４ストロークエンジン本体Ｅの燃焼動作によるクランクシャフト５の正回転を安定化できる。また、クランクシャフト５の正回転の加速をより迅速に行うことができる。

[0094] 三相ブラシレスモータＳＧは、４ストロークエンジン本体Ｅの始動後、クランクシャフト５の回転と連動して回転することにより、バッテリー１４を充電するための電流を発電するジェネレータとして機能する。すなわち、４ストロークエンジン本体Ｅが燃焼を開始すると（ステップＳ３１）、三相ブラシレスモータＳＧが４ストロークエンジン本体Ｅに駆動されてジェネレータとして機能する。制御装置ＣＴは、複数のスイッチング部６１１～６１６をオン・オフ動作して、複数のステータ巻線Ｗからバッテリー１４に供給される電流を制御する。制御装置ＣＴは、ロータ位置検出装置５０の検出用巻線５１の電気信号に基づいて、複数のスイッチング部６１１～６１６をオン・オフ動作する。

[0095] 図７（ｂ）には、本実施形態の比較例として逆回転する場合のクランクシャフトの動きが示されている。

図７（ｂ）に示す例では、４ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、クランクシャフトが、例えば、停止位置Ｐ１に停止する。図７（ｂ）に示す比較例では、燃焼動作が停止した後、クランクシャフトの回転が抵抗によって制御されない。従って、クランクシャフトの回転が停止する位置はＰ１に限られない。図７（ｂ）に示す例において、クランクシャフトは、回転が停止した後、膨張行程内の位置Ｐ３まで逆回転する。クランクシャフトは、始動指示の入力に応じて、膨張行程内の位置Ｐ３から正回転を開始することとなる。

[0096] これに対し、図７（ａ）に動きの例を示す、本実施形態におけるクランクシャフトによれば、４ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止し、クランクシャフト５の回転が停止した後、４ストロークエンジン本体の始動のためクランクシャフト５を正回転させる前に、クランクシャフト５を回転させない。本実施形態によれば、４ストロークエンジン本体の始動のためクランク

シャフト5を正回転させる前に、クランクシャフト5を逆回転させない。

[0097] 図9は、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9において、正回転における必要トルク T_a は実線で示されている。高負荷領域 T_H は、圧縮行程のうち、圧縮上死点（クランク角度位置が0度）寄りに位置している。低負荷領域 T_L は、吸気行程、膨張行程、及び排気行程に含まれている。

[0098] 図9において、逆回転における必要トルク T_b は破線で示されている。クランクシャフトが逆回転する場合、図9の破線に示されるように、高負荷領域は、圧縮行程ではなく、膨張行程に含まれる。

[0099] 図9のグラフの下部には、図7（a）に示した、正回転する場合のクランクシャフトの動き M_1 と、図7（b）に示した、比較例としての、逆回転する場合のクランクシャフトの動き M_2 が示されている。

[0100] 比較例としての、逆回転する場合のクランクシャフトの動き M_2 を説明する。

4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、クランクシャフトが、圧縮行程又は圧縮行程の付近の停止位置 P_1 に停止した場合、クランクシャフトは、膨張行程の位置 P_3 まで逆回転して停止する。その後、始動指示の入力に応じてクランクシャフトが正回転することにより、高負荷領域に到達する前にクランクシャフトの回転速度が高められる。

[0101] 比較例において、燃焼動作が停止した後、且つ、クランクシャフトが停止した後、クランクシャフトは、吸気行程及び排気行程を経て膨張行程までの区間を逆回転することとなる。また、クランクシャフトが逆回転する場合、高負荷領域が排気行程で生じる。クランクシャフトの逆回転時に、仮に、クランクシャフトが、高負荷領域にある最大負荷位置を乗り越える場合、クランクシャフトは圧縮行程に移動してしまう。逆回転するクランクシャフトが、圧縮行程に移動してしまうと、逆回転するメリットがなく、却って、逆回転から正回転に移行するための動力及び時間が必要になる。従って、クラン

クシャフトが逆回転する場合、クランクシャフトが圧縮行程に移動することを避けることが求められる。そのため、クランクシャフトを、圧縮上死点（0度）近傍にある最大負荷位置に充分近づけることができない。クランクシャフトの逆回転時にクランクシャフトを最大負荷位置に充分に近づけることが困難であるため、始動指示の入力に応じて正回転を開始する位置P3から最大負荷位置まで正回転する距離L4が短い。そのため、始動指示の入力に応じた正回転によって得られる慣性力が比較的小さい。

[0102] これに対し、本実施形態では、4ストロークエンジン本体の燃焼動作とクランクシャフト5の正回転とが停止した後、クランクシャフト5は、三相ブラシレスモータSGによって正回転への抵抗が付与され、圧縮行程の位置P2に停止する。

この後、始動指示の入力に応じてクランクシャフト5が回転を開始する場合、クランクシャフト5は、停止状態から速度を徐々に上げていく。クランクシャフト5の正回転が圧縮行程の位置P2から開始すると、クランクシャフト5は、圧縮行程を回転開始後の低速度で通過する。クランクシャフト5が低速度で圧縮行程を通過するため、クランクシャフト5は、気体の圧縮反力の影響を受け難い。その結果、クランクシャフト5は、速やかに圧縮行程の高負荷領域の負荷を乗越すことができる。圧縮行程を通過した後、クランクシャフトは、膨張行程から圧縮行程までの広い低負荷領域に渡って正回転し、2回目の高負荷領域に到達する。つまり、加速のための長い助走区間L2が確保される。従って、三相ブラシレスモータSGは、2回目の高負荷領域に到達する前にクランクシャフト5の回転速度を高めることができる。そして、高い回転速度に伴う大きな慣性力と三相ブラシレスモータの出力トルクの両方を利用して、2回目の高負荷領域を乗り越えることができる。従って、三相ブラシレスモータSGの出力トルクを抑えて三相ブラシレスモータを小型化することができる。位置P2は、4ストロークエンジン本体Eを小さな出力トルクで始動させるための位置である。位置P2は、圧縮行程内の位置である。位置P2は、例えば、圧縮行程における圧縮上死点寄りの位置

である。

[0103] 4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、クランクシャフト5を、圧縮行程の位置P2に停止させる場合には、例えば、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作の慣性力によって正回転させる場合と比べて、クランクシャフトの位置P2への移動を制御しやすい。このため、4ストロークエンジン本体Eの始動を低い出力トルクで行いやすい位置にクランクシャフトを移動させることができる。

[0104] 従って、本実施形態のエンジンユニットEUによれば、三相ブラシレスモータSGの出力トルクを抑えて三相ブラシレスモータを小型化することができる。この結果、車両への搭載性を向上させることができる。

[0105] また、制御装置CTは、4ストロークエンジン本体Eの始動時に、三相ブラシレスモータSGを、バッテリー14で得られる最大トルクよりも抑えたトルクで回転させつつ、クランクシャフト5を圧縮行程から正回転させる（図6のステップS15）。制御装置CTは、クランクシャフト5が正回転を開始してから圧縮行程の終わりまでの間の少なくとも一部で、三相ブラシレスモータSGを、バッテリー14で得られる最大トルクよりも小さいトルクで回転させる。このため、クランクシャフト5は、4ストロークエンジン本体Eの始動時に、例えばバッテリー14で得られる最大トルクで回転する場合と比較して、低速度で圧縮行程から正回転を開始する。従って、クランクシャフト5は、圧縮行程の高負荷領域の負荷をさらに乗越し易くなる。クランクシャフト5が、低速度において負荷を乗越し易くなるのは、4ストロークエンジン本体Eにおいて、燃焼室内から燃焼室外へ漏れる気体の量が増え、圧縮反力に起因する負荷の大きさが減少するためと考えられる。

そして、少なくとも圧縮行程を過ぎたクランクシャフト5は、膨張行程から圧縮行程までの低負荷領域のほぼ全域に渡って正回転した後、2回目の高負荷領域に到達する。そして、高い回転速度に伴う大きな慣性力と三相ブラシレスモータSGの出力トルクの両方を利用して、2回目の高負荷領域を乗り越えることができる。

[0106] また、三相ブラシレスモータSGのロータ30が有する磁極面37aの数は、歯部43の数の $2/3$ よりも多い。磁極面37aの数が多いと、制御装置CTがスイッチング部611～616を制御することによって巻線Wのそれぞれに印加する電圧の変化の周波数が高い。例えば、巻線Wのそれぞれにパルス波形の電圧が印加される場合、このパルスの周波数が高い。巻線Wのそれぞれに印加する電圧の周波数が高いので、三相ブラシレスモータSGがクランクシャフト5を正回転させる際に付与するトルクの脈動の周波数が高い。高い周波数を有するトルクの脈動を受けることによって、クランクシャフト5が、高負荷領域の負荷を乗越し易くなる。

[0107] また、三相ブラシレスモータSGは、4ストロークエンジン本体Eの始動後、クランクシャフト5の回転と連動して回転することにより、バッテリー14を充電するための電流を発電するジェネレータとして機能する。ジェネレータ機能を兼用する三相ブラシレスモータSGのステータ巻線Wは、バッテリー14を充電するための構造上の制約を受ける。例えば、過大な充電電流を抑えるため、三相ブラシレスモータSGとしての性能が制限される。

しかし本実施形態によれば、クランクシャフト5が、最大トルクよりも小さい出力トルクによる低い回転速度によって最大負荷位置に到達し、2回目の最大負荷位置まで十分な区間で加速する。このため、三相ブラシレスモータSGの性能が制限された場合でも2回目の最大負荷位置での負荷を乗越すことができる。従って、三相ブラシレスモータSGがスタータモータとジェネレータとを兼用することにより構成をシンプルにしつつ、三相ブラシレスモータSGを小型化できる。

[0108] 再び、図6を参照して、燃焼停止後、クランクシャフト5の回転へ抵抗が付与されている状況下で、再始動の指令が入力された場合について説明する。

燃焼停止後、クランクシャフト5の回転へ抵抗が付与されている状況下（ステップS15）で、再始動の指令が入力された場合（ステップS16：YES）、制御装置CTは、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転を

加速させる（ステップS 2 1）。即ち、制御装置C Tは、ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転への抵抗の付加を、ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転の加速に切り替える。詳細には、スタータモータ制御部6 2の加速制御部6 2 2がベクトル制御によりクランクシャフト5の回転を加速させる。この時、制御装置C Tは、ベクトル制御を継続する。その後、制御装置C Tは、エンジンを再始動する（ステップS 2 2）。

[0109] ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転の加速は、例えば、ステータ巻線Wの誘導起電圧の正弦波に同期するように、この正弦波の向きと反対の向きに電流を流すことにより実現される。言い換えれば、ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転の加速は、例えば、ステータ巻線Wの誘導起電圧に打ち勝つように、バッテリー1 4からステータ巻線Wに電流を流すことにより実現される。

ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転への抵抗の付与（ステップS 1 5）から、ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転の加速（ステップS 2 1）への移行は、制御の種類の変更を伴わない。制御状態の移行は、例えば、指令値等のパラメータの変更により速やかに実行され得る。制御状態の移行は、例えば、複数相のステータ巻線Wの電流の位相を誘導起電圧の位相に対して変更することによって実行される。例えば、制御状態の移行は、ベクトル制御における制御値のうち、トルクに寄与するq軸成分電流を正の値から負の値に変更することによって実行される。

従って、クランクシャフト5の回転に抵抗を付与する状態、即ち発電状態から、クランクシャフト5の回転の加速の状態、即ち力行状態への移行が迅速にできる。

[0110] 図1 0（a）は、本実施形態のエンジンユニットE Uにおけるエンジン燃焼停止からエンジン再始動までの期間のエンジン回転速度の変化を示すグラフである。図1 0（b）は、ベクトル制御を用いないエンジンユニットにおけるエンジン燃焼停止からエンジンの再始動までの期間のエンジン回転速度の変化を示すグラフである。

[0111] 図10(a)に示すように、クランクシャフト5が回転速度R (rpm)でアイドリングしている状況下で、時間T1で燃焼停止指示が入力されると、本実施形態のエンジンユニットEUの制御装置CTは、エンジンの燃焼を停止し、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転へ抵抗を付与する。制御装置CTは、例えば、クランクシャフト5の回転速度及び位置に応じて、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に付与される抵抗力を制御する。ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転への抵抗の付与により、クランクシャフト5の回転速度が低下し始める。時間T1から時間T2までの期間では、クランクシャフト5の回転に抵抗が付与され、且つクランクシャフト5が回転している。クランクシャフト5の回転速度は徐々に低下している。ここまでの回転速度の変化は、図中、C0で示されている。

[0112] 時間T2で始動指示（再始動指示）が入力されると、制御装置CTは、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転を加速させる。その結果、クランクシャフト5の回転速度が高くなり始める。時間T2から時間T3までの期間では、クランクシャフト5の回転速度が徐々に高くなる。時間T3に到達すると、クランクシャフト5の回転速度が安定する。クランクシャフト5の回転の加速が開始してからクランクシャフト5の回転速度が安定するまでの時間は、時間Tbである。また、ここまでの回転速度の変化は、図中、C1で示されている。

[0113] 時間T2で始動指示が入力されなかった場合、制御装置CTは、ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転への抵抗の付与を継続する。その結果、時間T5でクランクシャフト5の回転が停止する。ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に抵抗が付与された時間はTaである。ここまでの回転速度の変化は、図中、C2で示されている。

[0114] 時間T1からクランクシャフト5の回転が停止するまでの期間に渡ってクランクシャフト5が惰性回転した場合におけるクランクシャフト5の回転速度の変化が、参照として、図中、Crで示されている。Crの例では、クランクシャフト5の回転が時間T6で停止している。

[0115] 本実施形態では、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に抵抗を付与することにより、エンジンの燃焼が停止してからクランクシャフト5の回転が停止するまでの時間が、C rの例と比べて、短縮されている。短縮された時間は、図中の時間T cである。

[0116] 次に、本実施形態の別の例について、図10(b)を参照して説明する。図10(b)に示す例のエンジンユニットにおいても、クランクシャフト5は、圧縮行程に停止する。図10(b)に示す例は、停止位置を説明するためではなく、回転の抵抗を開始するタイミング及び制御方式について別の例を示している。図10(b)に示す例では、クランクシャフトの回転速度がR 1に達すると、クランクシャフト5の回転に抵抗が付与される。図10(b)に示す例のエンジンユニットは、ベクトル制御を用いない。

ベクトル制御を用いないエンジンユニットでは、図10(b)に示す例では、時間T 1'でエンジンの燃焼が停止し、クランクシャフトの回転速度の低下が開始している。時間T 1'から時間T 2'までの期間では、クランクシャフトの回転速度は徐々に低下している。但し、図10(b)に示す例のエンジンユニットでは、クランクシャフトが慣性回転しているため、クランクシャフトの回転速度の低下は、図10(a)に示す例よりも遅い。ここまでの回転速度の変化は、図中、C 0'で示されている。

[0117] 時間T 2'で始動指示が入力されると、クランクシャフトの慣性回転が、120度通電制御によるクランクシャフトの回転の加速に切り替わる。120度通電では、三相のそれぞれにおいて、電気角における120度の期間の通電期間と、通電期間に続く60度の期間の非通電期間とが繰り返される。120度通電制御によりクランクシャフトの回転が加速する。その結果、クランクシャフトの回転速度が高くなり始める。時間T 2'から時間T 3'までの期間では、クランクシャフトの回転速度が徐々に高くなる。時間T 3'に到達すると、クランクシャフトの回転速度が安定する。クランクシャフトの回転の加速が開始してからクランクシャフトの回転速度が安定するまでの時間は、時間T b'である。また、ここまでの回転速度の変化は、図中、C

1' で示されている。

[0118] 図10(a)に示す例では、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に抵抗が付与されている。そのため、時間T1から時間T2に到達するまでの期間にクランクシャフト5の回転速度の低下量が、図10(b)に示す例よりも大きい。しかし、図10(a)に示す例では、始動指示が入力された際に、ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転への抵抗の付与から、ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転の加速に切り替わる。さらに、ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転の加速が行われる。従って、図10(a)の期間Tbにおけるクランクシャフト5の回転速度の増加量は、図10(b)の期間Tb'におけるクランクシャフト5の回転速度の増加量よりも大きい。

[0119] 時間T2'で始動指示が入力されなかった場合、クランクシャフトの惰性回転が継続し、クランクシャフトの回転速度が徐々に低下する。クランクシャフトの回転速度がR1に達する時間T4'において、位相制御によるクランクシャフトの回転への抵抗の付与が開示される。そして、時間T5'でクランクシャフトの回転が停止する。位相制御によりクランクシャフトの回転に抵抗が付与された時間はTa'である。ここまでの回転速度の変化は、図中、C2'で示されている。

[0120] 図10(b)に示す例では、エンジンの燃焼が停止してからクランクシャフト5の回転が停止するまでの期間が、Crの例と比べて、短縮されている。短縮された時間は、時間Tc'である。時間Tc'は、図10(a)に示す時間Tcよりも、短い。

[0121] 図10(a)に示す例のエンジンユニットEUによれば、クランクシャフト5の正回転が停止する前にエンジンが再始動する場合(図10のC1)と、クランクシャフト5の正回転が停止し、その後にエンジンが再始動する場合(図10のC2)とのいずれの場合であっても、図10(b)に示す例と比べて、再始動に要する時間が短縮される。図10(a)に示す例のエンジンユニットEUによれば、三相ブラシレスモータSGの大型化を避けつつ、

再始動に要する時間が短縮される。

[0122] 本実施形態のエンジンユニットE Uは、4ストロークに高負荷領域及び低負荷領域を有する4ストロークエンジン本体を備えている。低負荷領域では、高負荷領域よりも、クランクシャフト5の惰性回転が継続され易い。そのため、高負荷領域及び低負荷領域を有するエンジンでは、実質的に低負荷領域を有していないエンジンよりも、クランクシャフトの惰性回転が継続され易い。従って、本実施形態では、ベクトル制御によるクランクシャフト5の回転への抵抗の付与により、再始動の短時間化について優れた効果を得ることができる。

[0123] 本実施形態のエンジンユニットE Uは、クランクシャフト5の回転角度を基準として見た場合、低負荷領域が高負荷領域よりも広い（図2参照）。言い換えれば、クランクシャフト5の回転が加速し易い領域が広い。そのため、本実施形態では、ベクトル制御によりクランクシャフトの回転に抵抗を付与している状態から、ベクトル制御によりクランクシャフトの回転を加速する状態への移行を行い易い。従って、本実施形態では、クランクシャフトの回転の加速を行い易く、エンジンの再始動の時間をより短くすることができる。

[0124] 本実施形態のエンジンユニットE Uでは、エンジンの燃焼停止時点（T 1）からクランクシャフト5の正回転が停止する時点（T 5）までの減速期間（T a）の全てにおいて、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に抵抗を付与しているが、本発明は、減速期間（T a）の少なくとも一部の期間において、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に抵抗を付与すればよい。

[0125] 本実施形態のエンジンユニットE Uでは、制御装置C Tが、減速期間（T a）の少なくとも一部の期間、蓄電部から三相ブラシレスモータS Gへ電力が供給される期間が生じるように、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に抵抗を付与する。なお、蓄電部は、上述したように、バッテリー14、及びバッテリー14とインバータとの間に設けられたキャパシタ（図示せず

）を含む。蓄電部から三相ブラシレスモータSGへ電力を供給して、クランクシャフト5の回転に抵抗を付与することにより、制動力をより高めることができる。その結果、再始動に要する時間をより短縮できる。

[0126] 本実施形態のエンジンユニットEUでは、制御装置CTは、減速期間(Ta)の少なくとも一部の期間に三相ブラシレスモータが発電してバッテリーを充電するように、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に抵抗を付与する。本実施形態においてベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に抵抗を付与する期間(Ta)は、図10(b)に示す例における期間(Ta')よりも長い。しかし、ベクトル制御によりクランクシャフト5の回転に抵抗を付与しつつ、バッテリーを充電することにより、電力消費を抑えつつ再始動に要する時間を短縮できる。

[0127] [第二実施形態]

続いて、本発明の第二実施形態について説明する。以下の第二実施形態の説明にあたっては、上述した第一実施形態との相違点を主に説明する。

第二実施形態のエンジンユニットEUでは、制御装置CTが、図6のステップS15において、ベクトル制御の代わりに位相制御を行うことによってクランクシャフト5の正回転への抵抗を付与する。制御装置CTは、4ストロークエンジン本体Eの燃焼動作が停止した後、クランクシャフト5が正回転している時に、位相制御を行うことによって三相ブラシレスモータSGにクランクシャフト5の正回転への抵抗を付与する。位相制御において、制御装置CTは、複数のスイッチング部611～616の通電タイミングを進み又は遅らせる。

位相制御は、インバータ61に備えられた複数のスイッチング部611～616の通電タイミングを進み又は遅らせる制御である。位相制御は、上述したベクトル制御とは別の制御である。制御装置CTは、位相制御において、複数のスイッチング部611～616のそれぞれを、ステータ巻線Wの誘導起電圧の周期に等しい周期でオン・オフ動作させる。制御装置CTは、位相制御において、複数のスイッチング部611～616のそれぞれを、ステ

ータ巻線Wの誘導起電圧の周期と等しい周期で1回ずつオン・オフさせる。制御装置CTは、ステータ巻線Wの誘導起電圧に対し、複数のスイッチング部611～616それぞれのオン・オフ動作の位相を制御する。

[0128] 位相制御において、複数のスイッチング部611～616のオン・オフのデューティ比は固定されている。複数のスイッチング部611～616のうち、正側のスイッチング部611のオン・オフのデューティ比と負側のスイッチング部612のオン・オフのデューティ比は等しい。複数のスイッチング部611～616それぞれのオン・オフのデューティ比は50%である。

制御装置CTは、位相制御において、複数のスイッチング部611～616の通電タイミングを進み又は遅らせることによって、ステータ巻線Wと、バッテリー14との間で流れる電流を制御するとともに、正回転への抵抗を制御する。バッテリー14に流れる電流が多いほど、正回転への抵抗が大きい。制御装置CTは、誘導起電圧に対し、スイッチング部611～616のオン・オフの位相を進めることによって、バッテリー14に流れる電流を減少させる。制御装置CTは、誘導起電圧に対し、スイッチング部611～616のオン・オフの位相を遅らせることによって、バッテリー14に流れる電流を増大させる。位相制御では、スイッチング部611～616のオン・オフによって、ある一相のステータ巻線Wから出力される電流の経路が、他相のステータ巻線Wとバッテリー14との間で切換えられる。

位相制御において、制御装置CTは、ステータ巻線Wの誘導起電圧の周期に等しい周期でスイッチング部611～616をオン・オフ動作させる。制御装置CTは、パルス幅変調された信号を用いずにスイッチング部611～616をオン・オフ動作させるので、例えばベクトル制御と比べて動作周波数が低い。従って、簡易な構成で、スイッチング部611～616を動作させることができる。また、ステータ巻線Wの短絡による場合と比較して、クラクシャフトの正回転へ強い抵抗を付与することができる。

[0129] [自動二輪車]

図11は、エンジンユニットEUが搭載される車両を示す外観図である。

図 1 1 に示す車両 A は、上述した第一実施形態又は第二実施形態のエンジンユニット E U と、車体 1 0 1 と、車輪 1 0 2, 1 0 3 と、バッテリー 1 4 とを備えている。車両 A に搭載されたエンジンユニット E U は、駆動輪である車輪 1 0 3 を駆動し、車輪 1 0 3 を回転させることによって、車両 A を走行させる。

[0130] 図 1 1 に示す車両 A は、車両搭載性の高いエンジンユニットを搭載したので、車両 A 全体をコンパクト化できる。

[0131] 図 1 1 に示す車両 A は、自動二輪車である。ただし、本発明の車両は、自動二輪車に限られない。本発明の車両は、例えば、スクータ型、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、A T V (A l l - T e r r a i n V e h i c l e) 等であってもよい。また、本発明に係る車両は、鞍乗型車両に限定されず、車室を有する 4 輪車両等であってもよい。

[0132] また、本実施形態では、4 ストロークエンジン本体の例として、空冷型の 4 ストロークエンジン本体 E について説明した。ただし、4 ストロークエンジン本体 E は、水冷型であってもよい。

[0133] また、本実施形態では、4 ストロークエンジン本体 E が単気筒エンジンである場合について説明した。しかし、本発明のエンジンユニットは、高負荷領域と低負荷領域とを有するエンジンユニットであれば、特に限定されない。即ち、多気筒エンジンであってもよい。本実施形態以外の例としては、例えば、直列単気筒、並列二気筒、直列二気筒、V 型二気筒、水平対向二気筒等のエンジンが挙げられる。多気筒エンジンの気筒数は特に限定されず、多気筒エンジンは、例えば、四気筒エンジンであってもよい。但し、四気筒エンジンには、各気筒の圧縮行程が等間隔に生じる四気筒エンジン（等間隔爆発を行う四気筒エンジン）のように、低負荷領域を有していないエンジンユニットもある。このように低負荷領域を有していないエンジンユニットは、本発明のエンジンユニットに該当しない。

[0134] また、本実施形態では、制御装置 C T が、クランクシャフト 5 の正回転へ

の抵抗の付与において、ベクトル制御と、ステータ巻線Wの短絡の双方を実施する例を説明した。しかし、本発明の制御装置は、例えば、クランクシャフト5の正回転への抵抗の付与において、ベクトル制御と、ステータ巻線Wの短絡のいずれかを実施してもよい。

[0135] また、本実施形態では、制御装置CTが、クランクシャフト5の回転の停止まで、クランクシャフト5の正回転へ抵抗を付与する例を説明した。しかし、本発明の制御装置は、例えば、クランクシャフトの回転が停止する前にクランクシャフトの正回転へ抵抗の付与を停止してもよい。

[0136] また、本実施形態では、制御装置CTが、複数のスイッチング部611～616のベクトル制御を行うことによって、三相ブラシレスモータSGにクランクシャフト5の回転の加速を行わせる例を説明した。しかし、本発明の制御装置は、例えば、120度通電方式によって、三相ブラシレスモータSGにクランクシャフト5の回転の加速を行わせてもよい。

[0137] また、本実施形態では、クランクシャフト5の回転速度及びクランクシャフト5の位置に基づいてクランクシャフト5の正回転への抵抗を付与させる例として、クランクシャフト5の回転速度が予め定められた閾値未満であり、且つ、クランクシャフト5が予め定めた位置を通過すると抵抗の付与を開始する例を説明した。しかし、本発明の制御装置は、例えば、抵抗を付与する間、クランクシャフトの位置又は回転速度に応じてステータ巻線Wに流す電流の位相や振幅を制御して抵抗を制御してもよい。

本発明の制御装置は、例えば、クランクシャフトの位置及び回転速度を、周期的にクランクシャフトの回転の制御に反映してよい。また、制御装置は、クランクシャフトの位置及び回転速度を、連続的にクランクシャフトの回転の制御に反映してよい。

[0138] また、本実施形態では、トルク抑制部621及び加速制御部622が、クランクシャフト5が停止している時に始動指示の入力に応じて、クランクシャフト5の正回転を開始させる例を説明した。しかし、本発明の制御装置は、トルク抑制部621による制御、及び加速制御部622による制御のい

れか一方の制御によってクランクシャフト5の正回転を開始させてもよい。

[0139] また、本実施形態では、制御装置CTが、燃焼動作の停止の後でベクトル制御を行うことによってクランクシャフト5の回転への抵抗を付与し、クランクシャフト5が回転している時に始動指示を受けた場合、ベクトル制御を行うことによりクランクシャフトの回転を加速する例を説明した。しかし、本発明において、抵抗を付与するための制御の種類と、回転を加速させるための制御の種類の組合せはこれに限られない。例えば、位相制御による回転への抵抗と、ベクトル制御による加速が組み合わされてもよい。また、巻線の端子の短絡による回転への抵抗と、120度通電による加速が組み合わされてもよい。またこれ以外の組合せを、回転への抵抗のための制御と、加速のための制御とに適用してもよい。

[0140] ここに用いられた用語及び表現は、説明のために用いられたものであって限定的に解釈するために用いられたものではない。ここに示され且つ述べられた特徴事項の如何なる均等物をも排除するものではなく、本発明のクレームされた範囲内における各種変形をも許容するものであると認識されなければならない。

[0141] 本発明は、多くの異なった形態で具現化され得るものである。この開示は本発明の原理の実施例を提供するものと見なされるべきである。それら実施例は、本発明をここに記載しかつ／又は図示した好ましい実施形態に限定することを意図するものではないという了解のもとで、多くの図示実施形態がここに記載されている。

[0142] 本発明の図示実施形態を幾つかここに記載した。本発明は、ここに記載した各種の好ましい実施形態に限定されるものではない。本発明は、この開示に基づいて当業者によって認識され得る、均等な要素、修正、削除、組み合わせ（例えば、各種実施形態に跨る特徴の組み合わせ）、改良及び／又は変更を含むあらゆる実施形態をも包含する。クレームの限定事項はそのクレームで用いられた用語に基づいて広く解釈されるべきであり、本明細書あるいは本願のプロセキューション中に記載された実施例に限定されるべきではない。

い。そのような実施例は非排他的であると解釈されるべきである。例えば、この開示において、「好ましくは」という用語は非排他的なものであって、「好ましいがこれに限定されるものではない」ということを意味するものである。

符号の説明

- [0143] A 車両
C T 制御装置
E 4ストロークエンジン本体
E U エンジンユニット
S G 三相ブラシレスモータ
5 クランクシャフト
5 0 ロータ位置検出装置
6 1 インバータ
6 1 1 ～ 6 1 6 スイッチング部

請求の範囲

[請求項1]

車両に搭載されるエンジンユニットであって、
前記エンジンユニットは、
4ストロークの間に、クランクシャフトを回転させる負荷が大きい高負荷領域と、前記クランクシャフト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4ストロークエンジン本体と、
前記車両が備えるバッテリーにより駆動され、始動指示の入力に応じて前記クランクシャフトを正回転させて前記4ストロークエンジン本体を始動し、前記4ストロークエンジン本体の始動後、前記クランクシャフトの回転と連動して回転することにより発電する三相ブラシレスモータと、
前記バッテリーと前記三相ブラシレスモータとの間を流れる電流を制御する複数のスイッチング部を備えたインバータと、
前記インバータに備えられた前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記バッテリーと前記三相ブラシレスモータとの間を流れる電流を制御するスタータモータ制御部と、前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作を制御する燃焼制御部とを含む制御装置とを備え、
前記制御装置は、前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトが正回転している時に、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させて前記クランクシャフトを前記4ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させ、
前記クランクシャフトが停止している時に前記始動指示の入力に応じて、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を前記圧縮行程で前

記クランクシャフトが停止していた位置から開始させる。

[請求項2]

請求項1に記載のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトが正回転している時に、前記三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うことによって前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させて前記クランクシャフトを前記4ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させ、前記クランクシャフトが停止している時に前記始動指示の入力に応じて、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を前記クランクシャフトが停止していた位置から開始させる。

[請求項3]

請求項1に記載のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトが正回転している時に、前記複数のスイッチング部の通電タイミングを進み又は遅らせる位相制御を行うことによって前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させて前記クランクシャフトを前記4ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させ、前記クランクシャフトが停止している時に前記始動指示の入力に応じて、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を前記クランクシャフトが停止していた位置から開始させる。

[請求項4]

請求項1から3いずれか1項に記載のエンジンユニットであって、

前記三相ブラシレスモータは、三相に応じた複数の巻線を備え、

前記制御装置は、前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトが正回転している時に、前記複数の巻線の端子を短絡するよう前記複数のスイッチング部を制御することによって前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転へ

の抵抗を付与させて前記クランクシャフトを前記4ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させ、前記クランクシャフトが停止している時に前記始動指示の入力に応じて、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を前記クランクシャフトが停止していた位置から開始させる。

[請求項5]

請求項2に記載のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトが正回転している時に、前記三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うことによって前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させ、前記クランクシャフトの回転に抵抗が付与され且つ前記クランクシャフトが回転している時に前記始動指示を受けた場合、前記三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うことにより前記クランクシャフトの回転を加速させる。

[請求項6]

請求項1から5いずれか1項に記載のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作が停止した後、前記クランクシャフトの回転速度及び前記クランクシャフトの位置に基づいて、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転への抵抗を付与させて前記クランクシャフトを前記4ストロークエンジン本体における圧縮行程に停止させる。

[請求項7]

請求項1から6いずれか1項に記載のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、前記始動指示の入力に応じて前記クランクシャフトを正回転させることによって前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作を開始させた後、予め定められた期間、前記複数のスイッチング部を制御することによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を加速させる。

[請求項8]

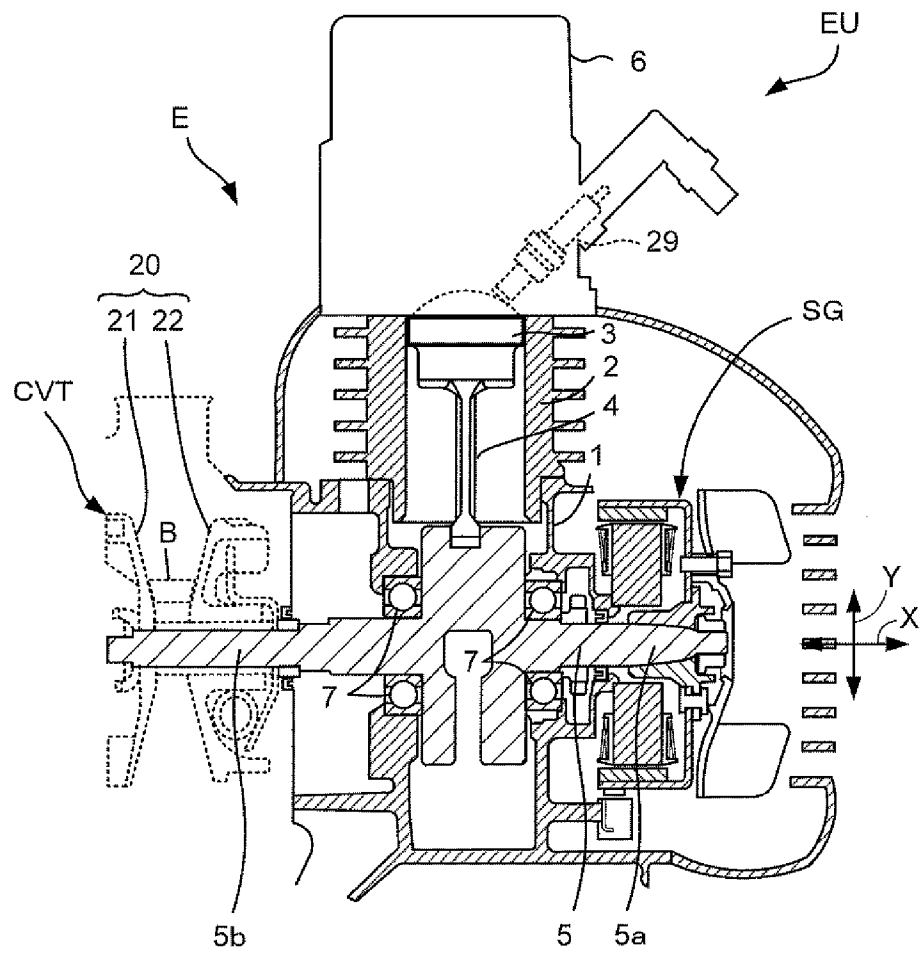
請求項5又は7に記載のエンジンユニットであって、

前記制御装置は、
前記始動指示の入力に応じて、前記三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うことにより前記クランクシャフトを正回転させ、
前記4ストロークエンジン本体の燃焼動作を開始させた後、予め定められた期間、前記三相ブラシレスモータのベクトル制御を行うことによって、前記三相ブラシレスモータに前記クランクシャフトの正回転を加速させる。

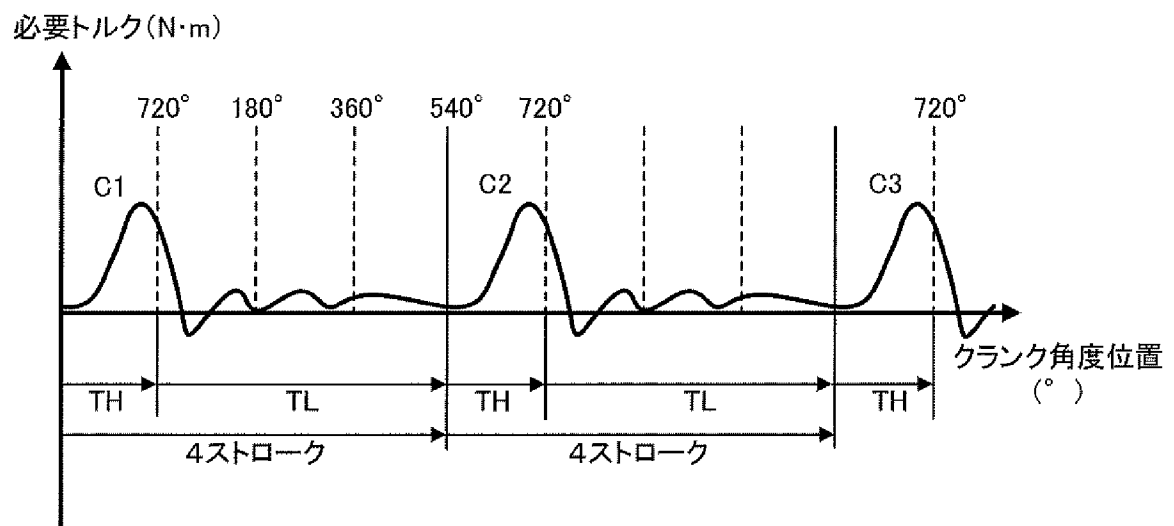
[請求項9]

車両であって、
前記車両は、
請求項1から8いずれか1に記載のエンジンユニットを備える。

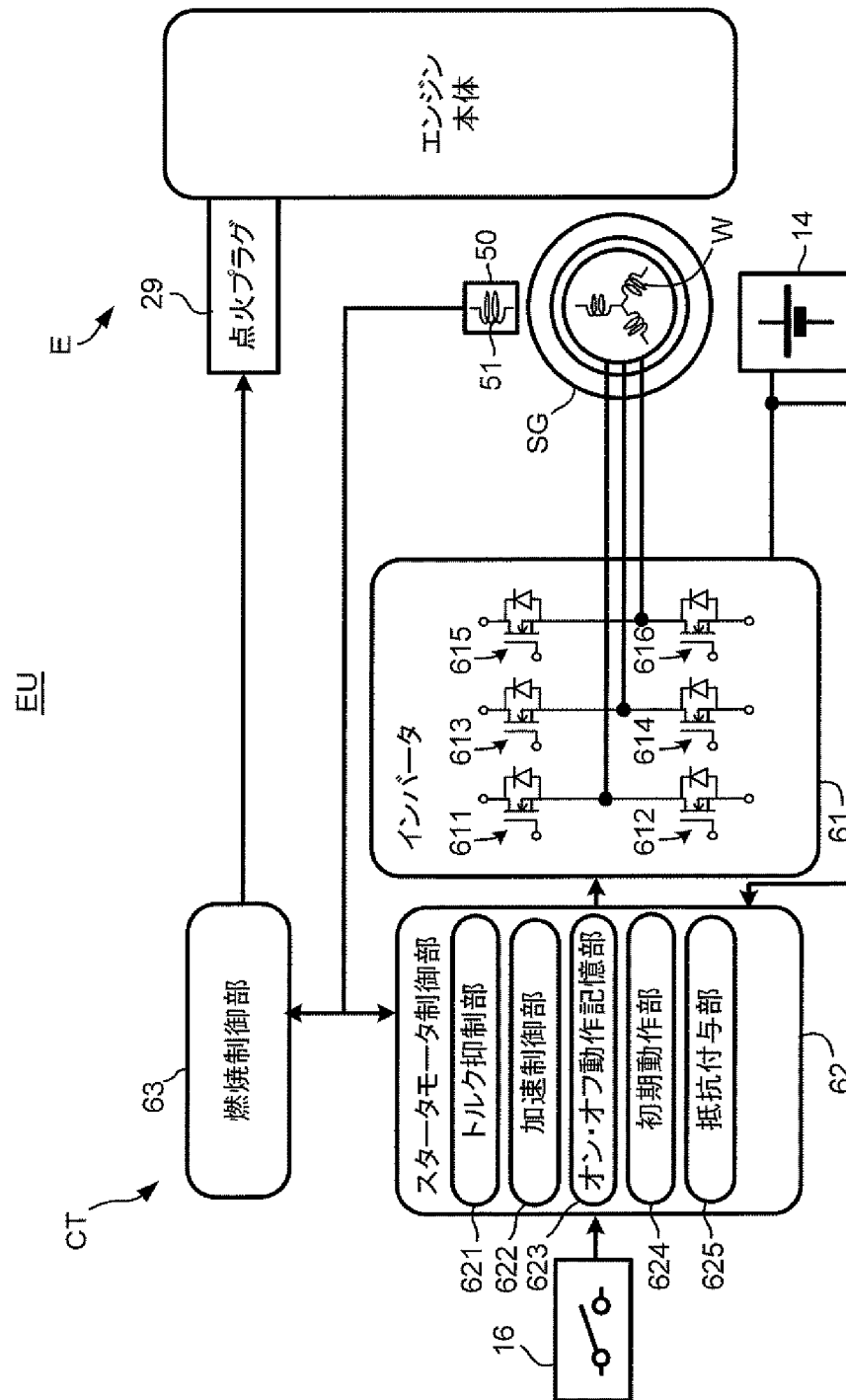
[図1]



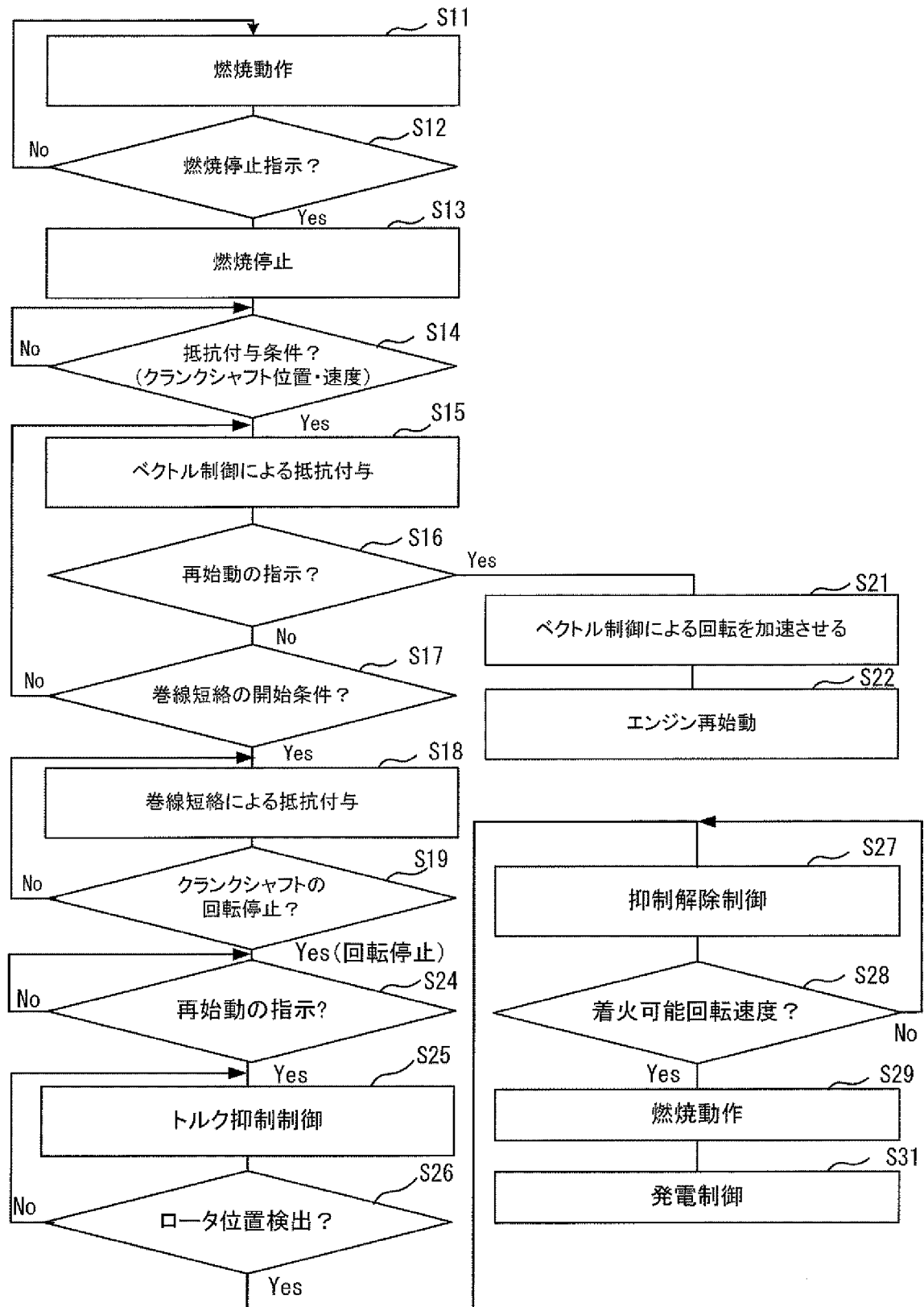
[図2]



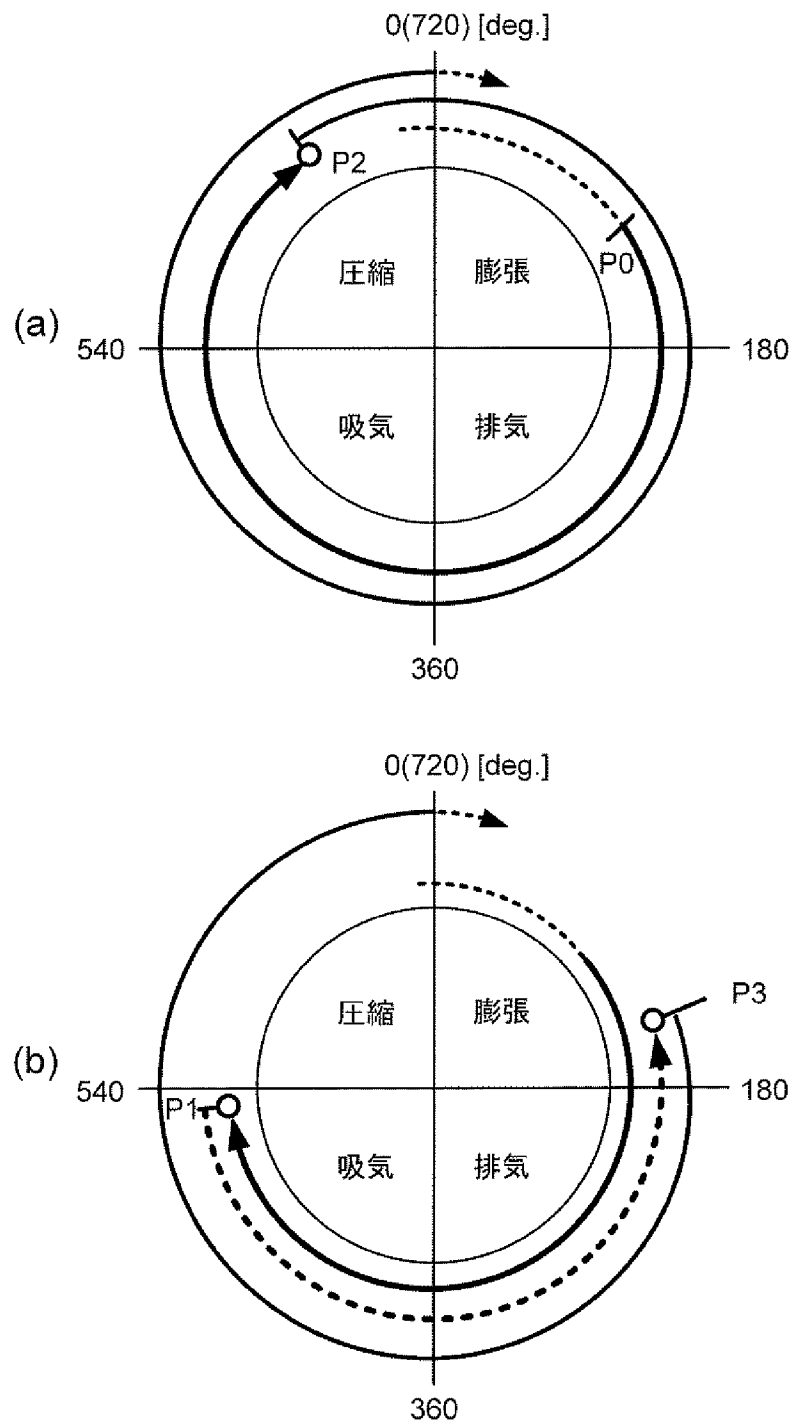
[図5]



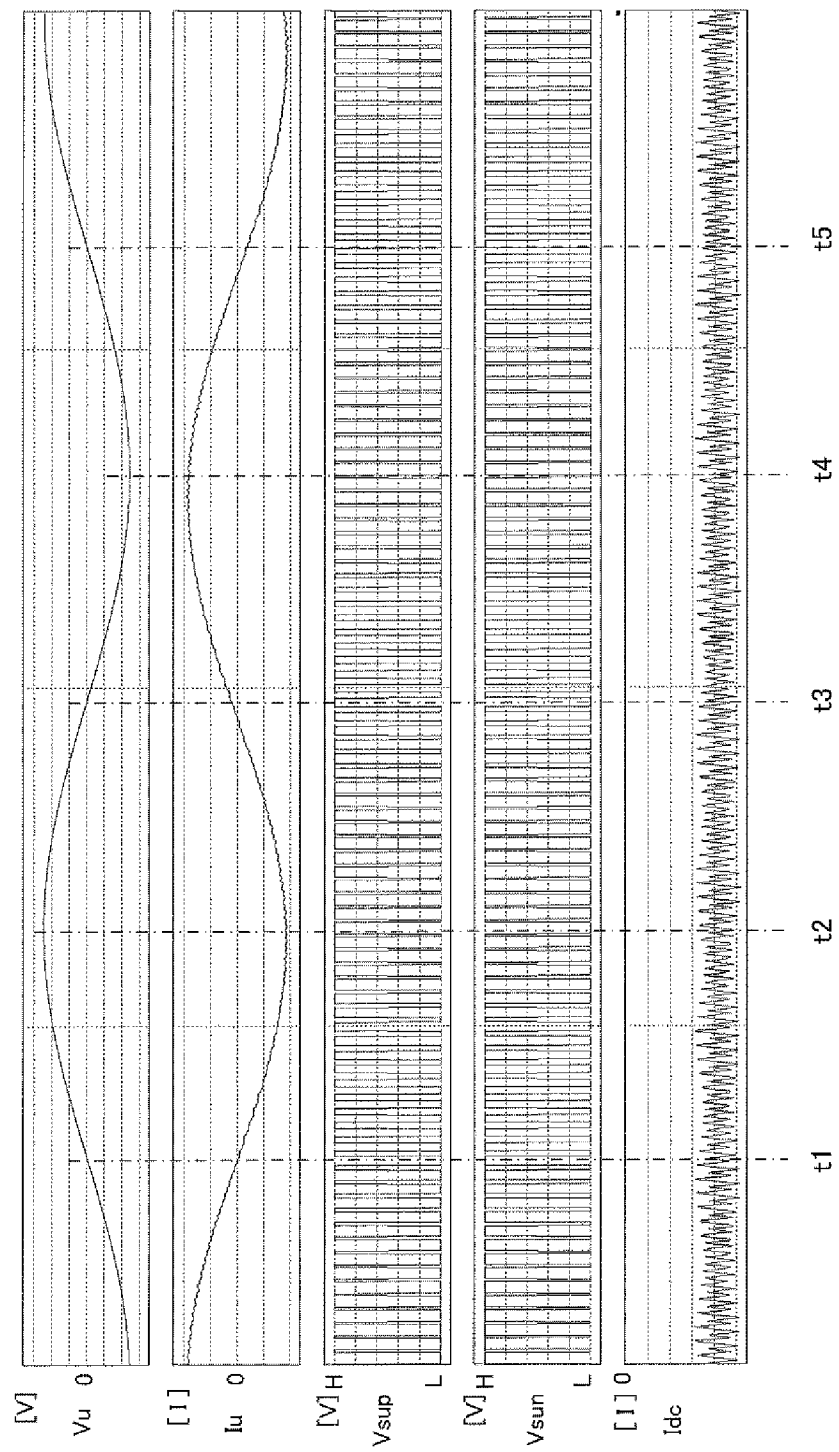
[図6]



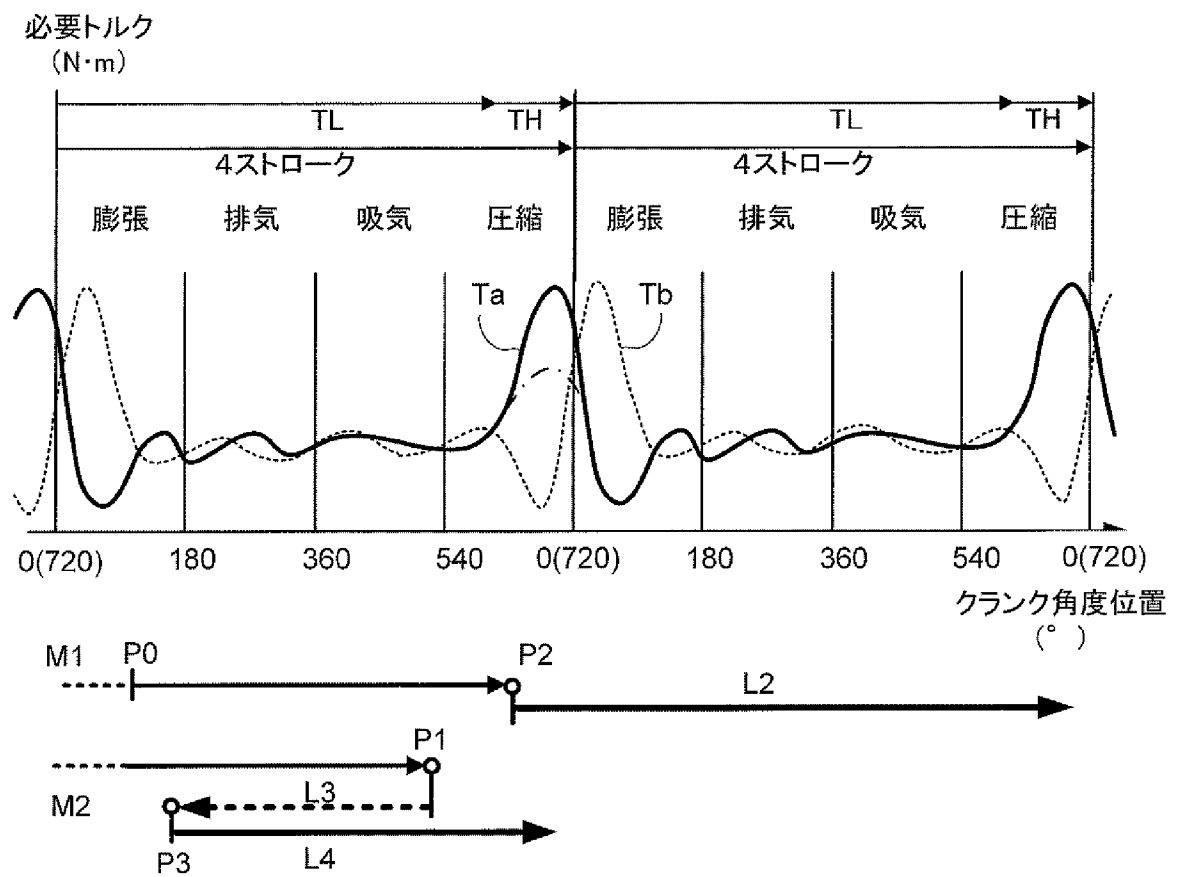
[図7]



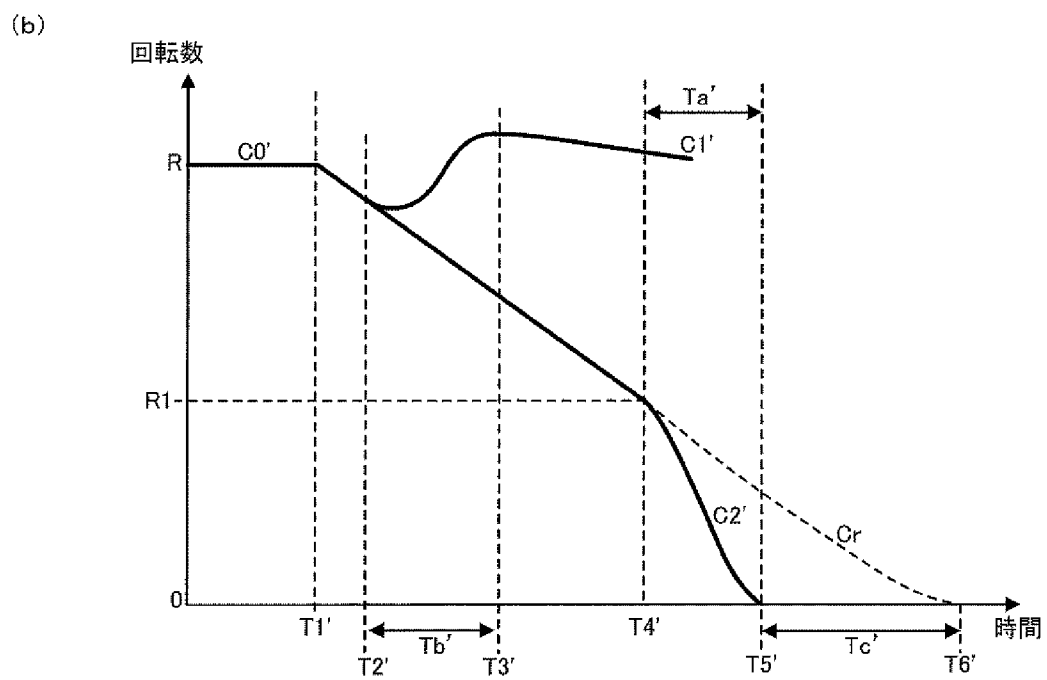
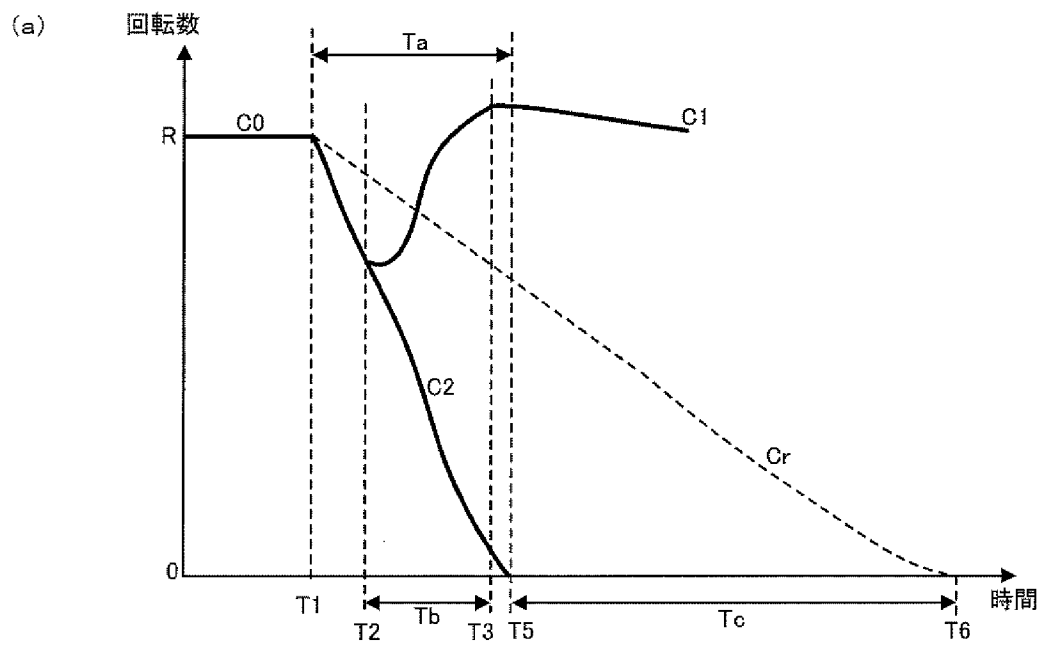
[図8]



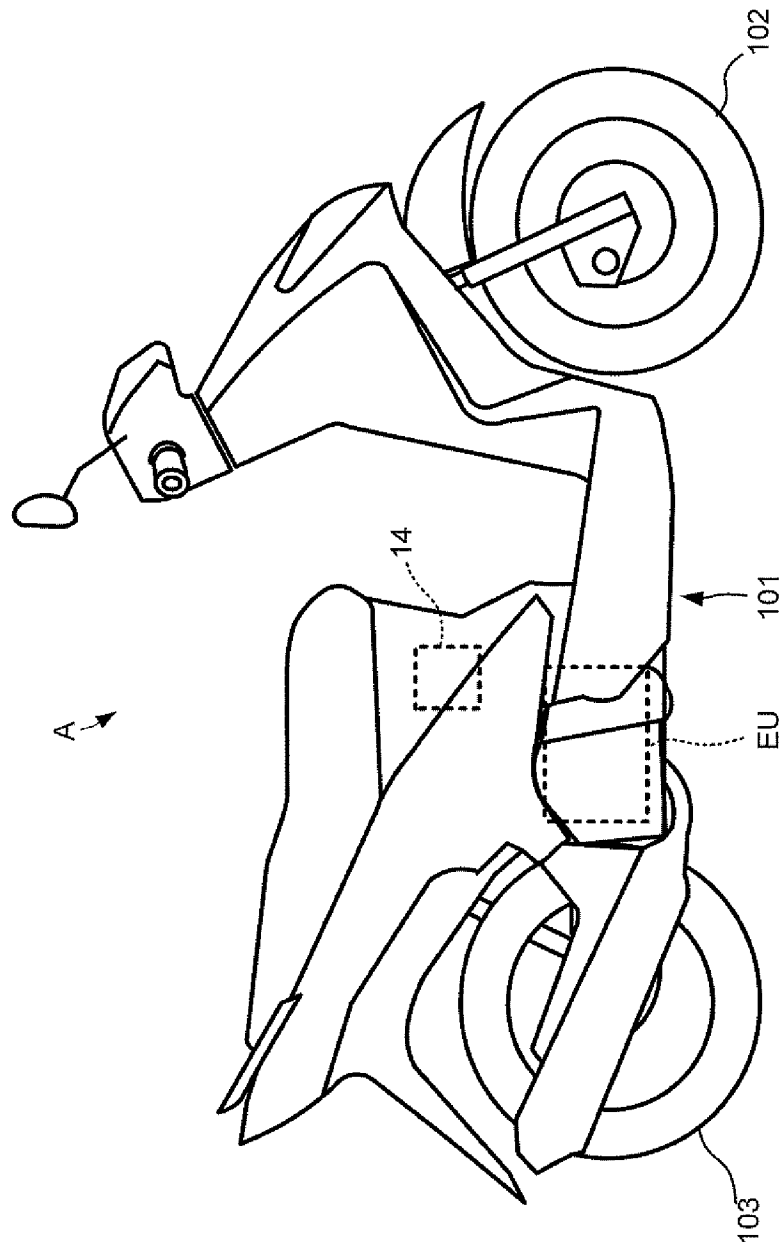
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02N11/08(2006.01)i, F02D17/00(2006.01)i, F02D29/02(2006.01)i, F02N15/00(2006.01)i

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)

F02N11/08, F02D17/00, F02D29/02, F02N15/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	JP 2001-193540 A (Kokusan Denki Co., Ltd.), 17 July 2001 (17.07.2001), paragraphs [0005], [0012] to [0026]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-9
Y	JP 2004-68632 A (Toyota Motor Corp.), 04 March 2004 (04.03.2004), paragraphs [0040] to [0052], [0058] to [0061]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-9
Y	JP 2004-251252 A (Honda Motor Co., Ltd.), 09 September 2004 (09.09.2004), paragraphs [0005], [0018] to [0028]; fig. 5 to 8 (Family: none)	2, 4-9

☒ 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
16 February 2015 (16.02.15)

Date of mailing of the international search report
03 March 2015 (03.03.15)

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

International application No.

PCT/JP2014/083593

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-163718 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 23 June 2005 (23.06.2005), paragraph [0026] (Family: none)	2, 4-9
Y	JP 2-216323 A (Hino Motors, Ltd.), 29 August 1990 (29.08.1990), page 4, lower left column, line 15 to page 5, upper left column, line 8; fig. 4 to 7 (Family: none)	3-4, 6-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02N11/08(2006.01)i, F02D17/00(2006.01)i, F02D29/02(2006.01)i, F02N15/00(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. F02N11/08, F02D17/00, F02D29/02, F02N15/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y	JP 2001-193540 A（国産電機株式会社）2001.07.17, 段落[0005], 段落[0012]-[0026], 第1-2図 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 2004-68632 A（トヨタ自動車株式会社）2004.03.04, 段落[0040]-[0052], 段落[0058]-[0061], 第1-5図 (ファミリーなし)	1-9

☒ 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矛盾するものではなく、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

1 6 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

中村 一雄

3 G

3 3 2 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

C (続き) . 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
Y	JP 2004-251252 A (本田技研工業株式会社) 2004. 09. 09, 段落[0005], 段落[0018]-[0028], 第 5-8 図 (ファミリーなし)	2, 4-9
Y	JP 2005-163718 A (日産自動車株式会社) 2005. 06. 23, 段落[0026] (ファミリーなし)	2, 4-9
Y	JP 2-216323 A (日野自動車工業株式会社) 1990. 08. 29, 第 4 頁左下欄第 15 行-第 5 頁左上欄第 8 行, 第 4-7 図 (ファミリーなし)	3-4, 6-9