

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6445698号  
(P6445698)

(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018.12.26)

(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018.12.7)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 2 P	9/30	(2006.01)	HO 2 P	9/30	C
HO 2 P	9/48	(2006.01)	HO 2 P	9/48	A
HO 2 P	101/25	(2015.01)	HO 2 P	101:25	
HO 2 P	103/20	(2015.01)	HO 2 P	103:20	

請求項の数 12 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2017-529175 (P2017-529175)	(73) 特許権者	000001340
(86) (22) 出願日	平成27年7月17日 (2015.7.17)		マーレエレクトリックドライブズジャパン株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/070494		静岡県沼津市大岡3744番地
(87) 国際公開番号	W02017/013699	(74) 代理人	100064469
(87) 国際公開日	平成29年1月26日 (2017.1.26)		弁理士 菊池 新一
審査請求日	平成30年2月20日 (2018.2.20)	(74) 代理人	100099612
			弁理士 菊池 徹
		(74) 代理人	100073450
			弁理士 松本 英俊
		(72) 発明者	中川 昌紀
			静岡県沼津市大岡3744番地 マーレエレクトリックドライブズジャパン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関用電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射状に配置されたn個(nは2以上の整数)の歯部を有する電機子鉄心と、前記電機子鉄心に設けられているm個(mは2以上n以下の整数)の歯部にそれぞれ巻回されたm個の単位コイルとを備えた固定子と、前記電機子鉄心の各歯部の先端に形成された磁極部に対向する複数の磁極を備えた界磁を有して内燃機関により回転駆動される回転子とを備えた交流発電機と、前記交流発電機の出力電圧を直流電圧に変換する交直変換回路とを備えた内燃機関用電源装置であって、

前記m個の単位コイルは、少なくとも第1の発電コイル及び第2の発電コイルを構成するように結線され、

前記第1の発電コイルは、前記電機子鉄心に設けられたm個の歯部の内、一つ置きに配置された複数の歯部にそれぞれ巻回された複数の単位コイルを結線することにより構成され、

前記第2の発電コイルは、前記m個の歯部の内、前記第1の発電コイルを構成している複数の単位コイルの何れかが巻回された歯部に隣接する位置関係を有する一つ置きの歯部にそれぞれ巻回された複数の単位コイルを結線することにより構成され、

前記交直変換回路は、オンオフ制御された際に前記第1の発電コイルを通して流れる電流を断続させる第1のスイッチ手段と前記第1の発電コイルに誘起した電圧を整流して第1の負荷に供給する直流電圧に変換する第1の整流回路とを有する第1の電圧変換回路と、オンオフ制御された際に前記第2の発電コイルを通して流れる電流を断続させる第2の

スイッチ手段と前記第 2 の発電コイルに誘起した電圧を整流して第 2 の負荷に供給する直流電圧に変換する第 2 の整流回路とを有する第 2 の電圧変換回路と、前記第 2 の電圧変換回路から第 2 の負荷への通電を制御する通電制御用スイッチとを備え、

前記通電制御用スイッチをオフ状態にして第 2 の電圧変換回路から第 2 の負荷への通電を阻止した状態に保つか、又は前記第 2 の発電コイルから第 2 の負荷に流れる電流を制限するように前記通電制御用スイッチをオンオフさせた状態で、前記第 1 の負荷に供給される電圧を昇圧させるべく前記第 1 のスイッチ手段と第 2 のスイッチ手段の双方のオンオフ制御を行うスイッチ制御部が設けられていること、

を特徴とする内燃機関用電源装置。

【請求項 2】

放射状に配置された  $n$  個 ( $n$  は 2 以上の整数) の歯部を有する電機子鉄心と、前記電機子鉄心に設けられている  $m$  個 ( $m$  は 2 以上  $n$  以下の整数) の歯部にそれぞれ巻回された  $m$  個の単位コイルとを備えた固定子と、前記電機子鉄心の各歯部の先端に形成された磁極部に対向する複数の磁極を備えた界磁を有して内燃機関により回転駆動される回転子とを備えた交流発電機と、前記交流発電機の出力電圧を直流電圧に変換する交直変換回路とを備えた内燃機関用電源装置であって、

前記  $m$  個の単位コイルは、少なくとも第 1 の発電コイル及び第 2 の発電コイルを構成するように結線され、

前記第 1 の発電コイルを構成している各単位コイルは、前記第 2 の発電コイルを構成している何れかの単位コイルと対をなすように設けられていて、前記第 1 の発電コイル及び第 2 の発電コイルの各対をなす単位コイルが前記電機子鉄心の同じ歯部に巻回され、

前記交直変換回路は、オンオフ制御された際に前記第 1 の発電コイルを通して流れる電流を断続させる第 1 のスイッチ手段と前記第 1 の発電コイルに誘起した電圧を整流して第 1 の負荷に供給する直流電圧に変換する第 1 の整流回路とを有する第 1 の電圧変換回路と、オンオフ制御された際に前記第 2 の発電コイルを通して流れる電流を断続させる第 2 のスイッチ手段と前記第 2 の発電コイルに誘起した電圧を整流して第 2 の負荷に供給する直流電圧に変換する第 2 の整流回路とを有する第 2 の電圧変換回路と、前記第 2 の電圧変換回路から第 2 の負荷への通電を制御する通電制御用スイッチとを備え、

前記通電制御用スイッチをオフ状態にして第 2 の電圧変換回路から第 2 の負荷への通電を阻止した状態に保つか、又は前記第 2 の発電コイルから第 2 の負荷に流れる電流を制限するように前記通電制御用スイッチをオンオフさせた状態で、前記第 1 の負荷に供給される電圧を昇圧させるべく前記第 1 のスイッチ手段と第 2 のスイッチ手段の双方のオンオフ制御を行うスイッチ制御部が設けられていること、

を特徴とする内燃機関用電源装置。

【請求項 3】

前記第 1 の負荷は、前記内燃機関を動作させるために駆動することが必須な電装品であり、

前記第 2 の負荷は、前記内燃機関を始動する過程では駆動を停止することが許容される負荷であり、

前記回転子の回転速度が前記内燃機関のアイドル回転速度よりも低く設定された第 1 の設定速度まで上昇した時、及び前記回転子の回転速度が前記第 1 の設定速度よりも高い第 2 の設定速度まで上昇した時にそれぞれ前記第 1 の電圧変換回路及び第 2 の電圧変換回路から負荷電流の出力が開始されるように前記第 1 の発電コイル及び第 2 の発電コイルの巻数が設定されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関用電源装置。

【請求項 4】

前記スイッチ制御部は、前記内燃機関の始動が完了するまでの間前記第 1 のスイッチ手段のオンオフ制御と前記第 2 のスイッチ手段のオンオフ制御とを同時に行うように構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関用電源装置。

【請求項 5】

前記スイッチ制御部は、前記第 1 のスイッチ手段のオンオフ制御と第 2 のスイッチ手段

10

20

30

40

50

のオンオフ制御とを同期させて行わせるように構成されていることを特徴とする請求項4に記載の内燃機関用電源装置。

【請求項6】

前記第1の電圧変換回路は、各レグの上側アーム及び下側アームの一方及び他方がそれぞれダイオード及びMOSFETにより構成された第1のブリッジ回路からなっていて、前記第1のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETにより前記第1のスイッチ手段が構成されるとともに、前記第1のブリッジ回路の一方のアームを構成するダイオードと前記第1のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETのドレインソース間に形成された寄生ダイオードとにより前記第1の整流回路が構成され、

前記第2の電圧変換回路は、各レグの上側アーム及び下側アームの一方及び他方がそれぞれダイオード及びMOSFETにより構成された第2のブリッジ回路からなっていて、前記第2のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETにより前記第2のスイッチ手段が構成されるとともに、前記第2のブリッジ回路の一方のアームを構成するダイオードと前記第2のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETのドレインソース間に形成された寄生ダイオードとにより前記第2の整流回路が構成されていること、

を特徴とする請求項3、4又は5に記載の内燃機関用電源装置。

【請求項7】

前記スイッチ制御部は、前記内燃機関の始動が完了するまでの間前記通電制御用スイッチをオフ状態に保ち、前記内燃機関の始動が完了した後に前記通電制御用スイッチがオン状態になるのを許容するように前記通電制御用スイッチを制御する請求項3、4、5又は6に記載の内燃機関用電源装置。

【請求項8】

前記第1の電圧変換回路は、各レグの上側アーム及び下側アームの一方及び他方がそれぞれダイオード及びMOSFETにより構成された第1のブリッジ回路からなっていて、前記第1のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETにより前記第1のスイッチ手段が構成されるとともに、前記第1のブリッジ回路の一方のアームを構成するダイオードと前記第1のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETのドレインソース間に形成された寄生ダイオードとにより前記第1の整流回路が構成され、

前記第2の電圧変換回路は、各レグの上側アーム及び下側アームの一方及び他方がそれぞれサイリスタ及びMOSFETにより構成された第2のブリッジ回路からなっていて、前記第2のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETにより前記第2のスイッチ手段が構成されるとともに、前記第2のブリッジ回路の一方のアームを構成するサイリスタと前記第2のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETのドレインソース間に形成された寄生ダイオードとにより前記第2の整流回路が構成され、

前記スイッチ制御部は、前記内燃機関の始動が完了するまでの間前記第2の電圧変換回路の各サイリスタへのトリガ信号の供給を停止し、前記内燃機関の始動が完了した後に前記第2の電圧変換回路の各サイリスタへのトリガ信号の供給を行なうように構成されている請求項3、4又は5に記載の内燃機関用電源装置。

【請求項9】

放射状に配置された $n$ 個( $n$ は2以上の整数)の歯部を有する電機子鉄心と、前記電機子鉄心に設けられている $m$ 個( $m$ は2以上 $n$ 以下の整数)の歯部にそれぞれ巻回された $m$ 個の単位コイルとを備えた固定子と、前記電機子鉄心の各歯部の先端に形成された磁極部に対向する複数の磁極を備えた界磁を有して内燃機関により回転駆動される回転子とを備えた交流発電機と、前記交流発電機の出力電圧を直流電圧に変換する交直変換回路とを備えた内燃機関用電源装置であって、

前記 $m$ 個の単位コイルは、少なくとも第1の発電コイルと該第1の発電コイルよりも巻数が多い第2の発電コイルとを構成するように結線され、

前記第1の発電コイルは、前記電機子鉄心に設けられた $m$ 個の歯部の内、一つ置きに配置された複数の歯部にそれぞれ巻回された複数の単位コイルを結線することにより構成され、

10

20

30

40

50

前記第2の発電コイルは、前記m個の歯部の内、前記第1の発電コイルを構成している複数の単位コイルの何れかが巻回された歯部に隣接する位置関係を有する一つ置き歯部にそれぞれ巻回された複数の単位コイルを結線することにより構成され、

前記交直変換回路は、前記第1の発電コイルに誘起した電圧を整流して第1の負荷に供給する直流電圧に変換する第1の電圧変換回路と、オンオフ制御された際に前記第2の発電コイルを通して流れる電流を断続させる第2のスイッチ手段と前記第2の発電コイルに誘起した電圧を整流して第2の負荷に供給する直流電圧に変換する第2の整流回路とを有する第2の電圧変換回路と、前記第2の電圧変換回路から第2の負荷への通電を制御する通電制御用スイッチとを備え、

前記通電制御用スイッチをオフ状態にして第2の電圧変換回路から第2の負荷への通電を阻止するか、又は前記第2の発電コイルから第2の負荷に流れる電流を制限するように前記通電制御用スイッチをオンオフさせた状態で、前記第1の負荷に供給される電圧を昇圧させるべく前記第2のスイッチ手段のオンオフ制御を行うスイッチ制御部が設けられていること、

を特徴とする内燃機関用電源装置。

#### 【請求項10】

放射状に配置されたn個(nは2以上の整数)の歯部を有する電機子鉄心と、前記電機子鉄心に設けられているm個(mは2以上n以下の整数)の歯部にそれぞれ巻回されたm個の単位コイルとを備えた固定子と、前記電機子鉄心の各歯部の先端に形成された磁極部に対向する複数の磁極を備えた界磁を有して内燃機関により回転駆動される回転子とを備えた交流発電機と、前記交流発電機の実出力電圧を直流電圧に変換する交直変換回路とを備えた内燃機関用電源装置であって、

前記m個の単位コイルは、少なくとも第1の発電コイルと該第1の発電コイルよりも巻数が多い第2の発電コイルとを構成するように結線され、

前記第1の発電コイルを構成している各単位コイルは、前記第2の発電コイルを構成している何れかの単位コイルと対をなすように設けられていて、前記第1の発電コイル及び第2の発電コイルの各対をなす単位コイルが前記電機子鉄心の同じ歯部に巻回され、

前記交直変換回路は、前記第1の発電コイルに誘起した電圧を整流して第1の負荷に供給する直流電圧に変換する第1の電圧変換回路と、オンオフ制御された際に前記第2の発電コイルを通して流れる電流を断続させる第2のスイッチ手段と前記第2の発電コイルに誘起した電圧を整流して第2の負荷に供給する直流電圧に変換する第2の整流回路とを有する第2の電圧変換回路と、前記第2の電圧変換回路から第2の負荷への通電を制御する通電制御用スイッチとを備え、

前記通電制御用スイッチをオフ状態にして前記第2の電圧変換回路から第2の負荷への通電を阻止した状態に保つか、又は前記第2の発電コイルから第2の負荷に流れる電流を制限するように前記通電制御用スイッチをオンオフさせた状態で、前記第1の負荷に供給される電圧を昇圧させるべく前記第2のスイッチ手段のオンオフ制御を行うスイッチ制御部が設けられていること、

を特徴とする内燃機関用電源装置。

#### 【請求項11】

前記交流発電機の電機子鉄心のm個の歯部にそれぞれ巻回されたm個の単位コイルは、更に他の発電コイルを構成している単位コイルを含んでいる請求項1ないし10の何れか一つに記載の内燃機関用電源装置。

#### 【請求項12】

前記交流発電機の電機子鉄心のm個の歯部にそれぞれ巻回されたm個の単位コイルは、前記第1の発電コイルの巻数よりも多い巻数を持つ第3の発電コイルを構成する単位コイルを含み、

前記第3の発電コイルの実出力を一定の直流電圧に変換する制御用電源回路が設けられ、

前記スイッチ制御部は、前記制御用電源回路から電源電圧を得て動作するように構成されている請求項1ないし10の何れか一つに記載の内燃機関用電源装置。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、内燃機関により駆動される発電機を電源として各種の電装品に電力を供給する電源装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

内燃機関に取り付けられる発電機としては、永久磁石により界磁を構成した磁石回転子と、磁石回転子の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に発電コイルを巻回してなる固定子とを備えた磁石発電機が多く用いられている。磁石発電機は交流発電機であるのに  
10  
対し、内燃機関を搭載した機器に設けられる電装品の殆どは直流負荷であるため、この種の発電機を電源として各種の電装品に電力を供給する電源装置を構成する場合には、発電機の出力電圧を直流電圧に変換する回路が必要になる。

## 【0003】

内燃機関を搭載した機器にバッテリーが設けられない場合には、内燃機関に燃料を供給する燃料噴射装置の燃料ポンプや、内燃機関を点火する点火装置のように、機関を動作させるために常時駆動することが必要とされる電装品負荷を、内燃機関により駆動される発電機を電源とした電源装置により駆動することが必要とされる。このような場合には、機関の始動性を向上させるために、機関の極低速回転時に発電機が発生する電圧を高くして、  
20  
電源から負荷への電力の供給が開始される回転速度をできるだけ低くすることが必要とされるだけでなく、機関の高速回転時にも負荷を駆動するために必要にして十分な電圧を発生させることが必要とされる。

## 【0004】

また内燃機関を搭載した機器にバッテリーが設けられる場合には、機関により駆動される発電機を電源とした電源装置がバッテリーを充電するために用いられるが、このような内燃機関用電源装置においても、機関の高速回転時の出力電圧を犠牲にすることなく、機関の低速時に大きな出力電圧を発生させることが必要とされる。

## 【0005】

機関の極低速回転時に発電機の出力電圧を高くするためには、発電コイルの巻数を多くしておくことが必要であるが、発電コイルの巻数を多くすると、そのインダクタンスが大きくなる上に、コイルの抵抗値が高くなるため、機関の高速回転時に発生する電圧が低下するのを避けられない。このように、機関の低速時に発電する電圧を高めるという要求と、機関の高速回転時に発生する電圧を高める要求とは相反するものであるため、機関により駆動される発電機と、その出力を整流する回路とを設けるだけで、これらの要求の双方を満たす電源装置を構成することは困難である。

## 【0006】

そこで、特許文献1に示されているように、発電機内に設けられた特定の発電コイルを通して流す電流を断続させるチョッパ制御（発電コイルに短絡電流または短絡電流に近い電流を流す動作とこの電流を遮断する動作とを繰り返して行う制御）を機関の低速回転時に行うことにより、発電コイルに昇圧された電圧を誘起させるようにした電源装置が提案さ  
40  
れている。

## 【0007】

特許文献1に記載された電源装置では、発電コイルの交流出力電圧を直流電圧に変換する回路として、ブリッジの上辺をダイオードにより構成すると共に、下辺をMOSFETにより構成した混合ブリッジ回路を用い、機関の低速回転時にブリッジの両下辺のMOSFETを同時にオンオフさせることにより発電コイルを流れる電流を断続させるチョッパ制御を行って、発電コイルに昇圧された電圧を誘起させ、この昇圧された電圧を、MOSFETの寄生ダイオードとブリッジの上辺のダイオードとにより構成される整流回路で整流して直流電圧に変換するようにしている。このように構成すれば、機関の低速時に発電コイルに誘起する電圧を高くして、負荷の駆動が開始される回転速度を低くすることがで  
50

きる。また発電コイルの巻数を多くすることなく、低速回転時に発電コイルの出力を増大させることができるため、機関の高速回転時に発電コイルが発生する電圧が低下するのを防ぐことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平8-33228号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1に示された電源装置によった場合には、機関の高速回転時に負荷に供給する電圧が低下するのを防ぎつつ、機関の低速回転時に負荷に供給する電圧を高くして、負荷の駆動が開始される回転速度を低くすることができるが、負荷に供給する電力を発生する発電コイルを流れる電流を断続させただけでは、低速回転時の出力電圧を高める上で限界があり、低速回転時の出力電圧を更に高くすることが必要とされた場合に、その要求に応えることができないことがあった。

【0010】

本発明の目的は、機関により駆動される発電機内に設けられた発電コイルを通して流れる電流を断続させることによって発電コイルに誘起させた電圧を整流することにより、昇圧された直流電圧を得る内燃機関用電源装置において、低速回転時に得る直流電圧を従来よりも更に高くすることができるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本願明細書には、上記の課題を解決するために少なくとも以下に示す第1ないし第12の発明が開示される。

<第1の発明>

第1の発明は、放射状に配置された $n$ 個( $n$ は2以上の整数)の歯部を有する電機子鉄心と、電機子鉄心に設けられている $m$ 個( $m$ は2以上 $n$ 以下の整数)の歯部にそれぞれ巻回された $m$ 個の単位コイルとを備えた固定子と、電機子鉄心の各歯部の先端に形成された磁極部に対向する複数の磁極を備えた界磁を有して内燃機関により回転駆動される回転子とを備えた交流発電機と、交流発電機の出力電圧を直流電圧に変換する交直変換回路とを備えた内燃機関用電源装置を対象とする。ここで、「 $m$ 個( $m$ は2以上 $n$ 以下の整数)の歯部にそれぞれ巻回された $m$ 個の単位コイル」としているのは、 $n$ 個の歯部のすべてに単位コイルを巻く構成をとる場合と、 $n$ 個の歯部の内の一部の歯部を、単位コイルを巻かずに遊ばせておく構成をとる場合との双方を含む趣旨である。

【0012】

本発明においては、上記 $m$ 個の単位コイルが、少なくとも第1の発電コイル及び第2の発電コイルを構成するように結線される。ここで第1の発電コイルは、電機子鉄心に設けられた $m$ 個の歯部の内、一つ置きに配置された複数の歯部にそれぞれ巻回された複数の単位コイルを結線することにより構成され、第2の発電コイルは、前記 $m$ 個の歯部の内、第1の発電コイルを構成している複数の単位コイルの何れかが巻回された歯部に隣接する位置関係を有する一つ置きの歯部にそれぞれ巻回された複数の単位コイルを結線することにより構成される。

【0013】

また本発明で用いる交直変換回路は、オンオフ制御された際に第1の発電コイルを通して流れる電流を断続させる第1のスイッチ手段と第1の発電コイルに誘起した電圧を整流して第1の負荷に供給する直流電圧に変換する第1の整流回路とを有する第1の電圧変換回路と、オンオフ制御された際に第2の発電コイルを通して流れる電流を断続させる第2のスイッチ手段と第2の発電コイルに誘起した電圧を整流して第2の負荷に供給する直流電圧に変換する第2の整流回路とを有する第2の電圧変換回路と、第2の電圧変換回路が

10

20

30

40

50

ら第2の負荷への通電を制御する通電制御用スイッチとを備えた構成とする。

【0014】

本発明においてはまた、通電制御用スイッチをオフ状態にして第2の電圧変換回路から第2の負荷への通電を阻止した状態に保つか、又は前記第2の電圧変換回路から第2の負荷に流れる電流を制限するように前記通電制御用スイッチをオンオフさせた状態で、第1の負荷に供給される電圧を昇圧させるべく第1のスイッチ手段と第2のスイッチ手段の双方のオンオフ制御を行うスイッチ制御部が設けられる。

【0015】

周知のように、インダクタンスがLのコイルに流れていた電流iを遮断すると、電流iが流れていた間にコイルに蓄積されたエネルギー( $L \cdot i^2$ ) / 2が放出されることにより、コイルに高い電圧が誘起する。上記のように、第1の発電コイルを構成する各単位コイルが巻回された歯部と、第2の発電コイルを構成する単位コイルが巻回されている歯部とを隣接させることにより第1の発電コイルと第2の発電コイルとの磁気結合を密にしておいて、通電制御用スイッチをオフにして第2の電圧変換回路から第2の負荷に電流が流れるのを阻止するか、又は通電制御用スイッチを1未満のデューティ比でオンオフさせることにより第2の電圧変換回路から第2の負荷に流れる電流を制限した状態で、第1の発電コイルを流れる電流と第2の発電コイルを流れる電流との双方を断続させるようにすると、第2の発電コイルを流れていた電流を遮断した際に該第2の発電コイルから放出されるエネルギーを、該第2の発電コイルに密に磁気結合されている第1の発電コイルに移行させて、第1の発電コイルを流れていた電流を遮断した際に該第1の発電コイルから放出されるエネルギーに重畳させることができるため、第1の発電コイルに誘起する電圧を、第1の発電コイルを流れていた電流のみを遮断した場合に誘起する電圧よりも更に高くすることができる。

【0016】

従って上記のように構成すれば、第1の発電コイルを流れる電流のみを断続させることにより出力電圧を昇圧させていた従来技術によった場合よりも更に高い電圧を第1の発電コイルから出力させることができ、機関の回転速度が低い領域で第1の発電コイルから出力される電圧を従来よりも高くすることができる。

【0017】

<第2の発明>

第2の発明も第1の発明と同様の内燃機関用電源装置を対象としたもので、本発明においては、第1の発電コイルを構成している各単位コイルが、第2の発電コイルを構成している何れかの単位コイルと対をなすように設けられていて、第1の発電コイル及び第2の発電コイルの各対をなす単位コイルが電機子鉄心の同じ歯部に巻回されている。その他の構成は、第1の発明と同様である。

【0018】

このように構成した場合にも、第1の発電コイルと第2の発電コイルとを密に磁気結合することができるため、第2の発電コイルを流れていた電流を遮断した際に該第2の発電コイルから放出されるエネルギーを、第1の発電コイルを流れていた電流を遮断した際に該第1の発電コイルから放出されるエネルギーに重畳させて、第1の発電コイルに誘起する電圧を、第1の発電コイルを流れていた電流のみを遮断した場合に誘起する電圧よりも高くすることができる。

【0019】

<第3の発明>

第3の発明は第1の発明及び第2の発明に適用されるもので、本発明においては、第1の負荷が、内燃機関を動作させるために駆動することが必須な電装品であり、第2の負荷は、ランプ負荷のように、内燃機関を始動する過程では駆動を停止することが許容される負荷である。本発明においては、回転子の回転速度が内燃機関のアイドル回転速度よりも低く設定された第1の設定速度まで上昇した時、及び回転子の回転速度が第1の設定速度よりも高い第2の設定速度まで上昇した時にそれぞれ第1の電圧変換回路及び第2の

10

20

30

40

50

電圧変換回路から負荷電流の出力が開始されるように第1の発電コイル及び第2の発電コイルの巻数が設定されている。

【0020】

このように構成すると、内燃機関を動作させるために駆動することが必要な電装品を、機関が駆動する発電機により駆動するようにして、内燃機関により駆動するシステムをバッテリーレスの構成とする場合に、該電装品の駆動が開始される回転速度を低くすることができるため、機関の始動性を向上させることができる。

【0021】

<第4の発明>

第4の発明は第3の発明に適用されるもので、本発明においては、スイッチ制御部が、  
10 内燃機関の始動が完了するまでの間第1のスイッチ手段のオンオフ制御と第2のスイッチ手段のオンオフ制御とを同時に行うように構成される。

【0022】

<第5の発明>

第5の発明は、第4の発明に適用されるもので、本発明においては、スイッチ制御部が、  
第1のスイッチ手段のオンオフ制御と第2のスイッチ手段のオンオフ制御とを同期させて行わせるように構成される。

【0023】

<第6の発明>

第6の発明は、第3の発明、第4の発明又は第5の発明に適用される。本発明においては、  
20 第1の電圧変換回路が、各レグの上側アーム及び下側アームの一方及び他方がそれぞれダイオード及びMOSFETにより構成された第1のブリッジ回路からなっていて、第1のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETにより第1のスイッチ手段が構成されるとともに、第1のブリッジ回路の一方のアームを構成するダイオードと第1のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETのドレインソース間に形成された寄生ダイオードとにより第1の整流回路が構成される。また第2の電圧変換回路は、各レグの上側アーム及び下側アームの一方及び他方がそれぞれダイオード及びMOSFETにより構成された第2のブリッジ回路からなっていて、第2のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETにより第2のスイッチ手段が構成されるとともに、  
30 記第2のブリッジ回路の一方のアームを構成するダイオードと第2のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETのドレインソース間に形成された寄生ダイオードとにより第2の整流回路が構成される。

【0024】

<第7の発明>

第7の発明は、第3の発明ないし第6の発明の何れかに適用されるもので、本発明では、  
第2の整流回路と該第2の整流回路の負荷との間に通電制御用スイッチが挿入される。この場合スイッチ制御部は、内燃機関の始動が完了するまでの間通電制御用スイッチをオフ状態に保ち、内燃機関の始動が完了した後に通電制御用スイッチがオン状態になるのを許容するように通電制御用スイッチを制御する。  
40

【0025】

<第8の発明>

第8の発明は、第3の発明ないし第5の発明の何れかに適用されるもので、本発明においては、第1の電圧変換回路、第2の電圧変換回路及びスイッチ制御部が下記のように構成される。

第1の電圧変換回路は、各レグの上側アーム及び下側アームの一方及び他方がそれぞれダイオード及びMOSFETにより構成された第1のブリッジ回路からなっていて、第1のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETにより第1のスイッチ手段が構成され、第1のブリッジ回路の一方のアームを構成するダイオードと第1のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETのドレインソース間に形成された寄生ダイオードとにより第1の整流回路が構成される。  
50

また第2の電圧変換回路は、各レグの上側アーム及び下側アームの一方及び他方がそれぞれサイリスタ及びMOSFETにより構成された第2のブリッジ回路からなっていて、第2のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETにより第2のスイッチ手段が構成され、第2のブリッジ回路の一方のアームを構成するサイリスタと第2のブリッジ回路の他方のアームを構成するMOSFETのドレインソース間に形成された寄生ダイオードとにより第2の整流回路が構成される。

この場合スイッチ制御部は、内燃機関の始動が完了するまでの間第2の電圧変換回路の各サイリスタへのトリガ信号の供給を停止し、内燃機関の始動が完了した後に第2の電圧変換回路の各サイリスタへのトリガ信号の供給を行なうように構成される。

【0026】

10

<第9の発明>

第9の発明は、第1の発明が対象とする内燃機関用電源装置と同様の電源装置を対象とするもので、本発明においては、第2の発電コイルを流れる電流を断続させる制御を行うだけで第1の発電コイルの誘起電圧を昇圧する。

【0027】

本発明においては、第2の発電コイルが第1の発電コイルよりも多くの巻数を有している。また第1の発明と同様に、第1の発電コイルを構成している各単位コイルは、第2の発電コイルを構成している単位コイルのいずれかが巻回されている歯部に隣接する歯部に巻回されている。

【0028】

20

本発明においては、第2の発電コイルを流れる電流を断続させる制御を行うだけで第1の発電コイルの誘起電圧を昇圧するため、交直変換回路は、第1の発電コイルに誘起した電圧を整流して第1の負荷に供給する直流電圧に変換する第1の電圧変換回路と、オンオフ制御された際に前記第2の発電コイルを通して流れる電流を断続させる第2のスイッチ手段と前記第2の発電コイルに誘起した電圧を整流して第2の負荷に供給する直流電圧に変換する第2の整流回路とを有する第2の電圧変換回路と、前記第2の電圧変換回路と第2の負荷との間に挿入された通電制御用スイッチとを備えた構成とされる。この場合スイッチ制御部は、通電制御用スイッチをオフ状態に保つか、又は第2の発電コイルから第2の負荷に流れる電流を制限するように通電制御用スイッチをオンオフさせた状態で、第1の負荷に供給される電圧を昇圧させるべく第2のスイッチ手段のオンオフ制御を行うように構成される。

30

【0029】

上記のように、第2の発電コイルの巻数を第1の発電コイルの巻数よりも多くしておくこと、第2の発電コイルは、第1の発電コイルのインダクタンスよりも大きいインダクタンスを持つことになる。インダクタンスが小さい第1の発電コイルとインダクタンスが大きい第2の発電コイルとを磁氣的に密に結合させておいて、インダクタンスが大きい方の第2の発電コイルを流れる電流を断続させると、第2の発電コイルを流れる電流を遮断した際に放出される大きなエネルギーを第1の発電コイルに移行させることができるため、インダクタンスが小さい方の第1の発電コイルを流れる電流を断続させなくても、該第1の発電コイルに誘起する電圧を、該第1の発電コイルに流れる電流を断続させた場合よりも高くすることができる。

40

【0030】

第9の発明のように構成すると、第1の発電コイルの通電電流を断続させる制御を行うことなく、第1の発電コイルの誘起電圧を昇圧させることができるため、電源装置の回路構成を複雑にすることなく、第1の発電コイルの出力で駆動する負荷に与える電圧を高めることができる。

【0031】

<第10の発明>

第10の発明は、第1の発電コイルを構成している各単位コイルが、第2の発電コイルを構成している何れかの単位コイルと対をなすように設けられて、第1の発電コイル及び

50

第2の発電コイルの各対をなす単位コイルが電機子鉄心の同じ歯部に巻回される点を除き、第9の発明と同様の構成を有する。

【0032】

<第11の発明>

第11の発明は、第1ないし第10の発明の何れかに適用されるもので、本発明においては、交流発電機の電機子鉄心のm個の歯部にそれぞれ巻回されたm個の単位コイルが、更に他の発電コイルを構成する単位コイルを含んでいる。即ち、本発明においては、発電機の固定子に第1及び第2の発電コイルの他に更に発電コイルが設けられることを許容する。

【0033】

<第12の発明>

第12の発明は、第1の発明ないし第10の発明の何れかに適用されるもので、本発明においては、交流発電機の電機子鉄心のm個の歯部にそれぞれ巻回されたm個の単位コイルが、第1の発電コイルの巻数よりも多い巻数を持つ第3の発電コイルを構成する単位コイルを含み、第3の発電コイルの出力を一定の直流電圧に変換する制御用電源回路が設けられる。この場合、スイッチ制御部は、制御用電源回路から電源電圧を得て動作するように構成される。

【0034】

上記のように構成すると、第1の発電コイルが負荷の駆動を開始する回転速度よりも低い回転速度で制御用電源回路の出力電圧を確立させて、スイッチ制御部を動作可能な状態にすることができるため、バッテリーを用いることなくスイッチ制御部を機能させて負荷を駆動するための電圧を発生させることができ、バッテリーレスのシステムにも本発明に係る電源装置を適用することができる。

【発明の効果】

【0035】

請求項1ないし8の何れかに記載された発明によれば、固定子に設ける第1の発電コイルと第2の発電コイルとを磁氣的に密に結合しておくとともに、第2の発電コイルから負荷への通電を遮断するか又は制限した状態で、両コイルを流れる電流を同時に断続させるようにしたので、第2の発電コイルを流れる電流を遮断した際に該第2の発電コイルから放出されるエネルギーを第1の発電コイルに移行させて、第1の発電コイルに誘起する電圧を、該第1の発電コイルを流れる電流のみを断続させる制御を行った場合に比べて更に高い電圧まで昇圧させることができる。従って本発明によれば、機関の回転速度が低い領域で第1の発電コイルに誘起する電圧を従来よりも高くして、第1の発電コイルの出力により駆動される負荷を、従来よりも更に低い回転速度で起動させることができる。

【0036】

また請求項9又は10に記載された発明によれば、第2の発電コイルの巻数を第1の発電コイルの巻数よりも多くして第2の発電コイルに第1の発電コイルよりも大きなインダクタンスを持たせるとともに、第1の発電コイルと第2の発電コイルとを磁氣的に密に結合させて、インダクタンスが大きい方の第2の発電コイルを流れる電流を断続させることにより、第1の発電コイルに誘起する電圧を昇圧させるようにしたので、第1の発電コイルの通電電流を断続させる制御を行うことなく、第1の発電コイルの誘起電圧を従来よりも高い電圧まで昇圧させることができ、電源装置の回路構成を複雑にすることなく、第1の発電コイルの出力で駆動する負荷に与える電圧を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明に係る内燃機関用電源装置の一実施形態の回路構成を示した回路図である。

【図2】図1の実施形態で用いる制御部の一構成例を示したブロック図である。

【図3】図1の実施形態で用いる制御部の他の構成例を示したブロック図である。

【図4】本発明に係る内燃機関用電源装置の他の実施形態の回路構成を示す回路図である

10

20

30

40

50

。【図5】本発明に係る内燃機関用電源装置の更に他の実施形態の回路構成を示す回路図である。

【図6】本発明の実施形態で用いる発電機の一構成例を概略的に示した正面図である。

【図7】本発明の実施形態で用いる発電機の他の構成例を概略的に示した正面図である。

【図8】(A)～(E)は、本発明に係る電源装置の一実施形態の動作を説明するための波形図である。

【図9】本発明に係る電源装置において第1の発電コイルと鎖交する磁束量の回転角に対する変化の波形を模式的に示した波形図である。

【図10】本発明に係る電源装置において、第1の発電コイルを流れる電流及び第2の発電コイルを流れる電流の何れをもチョッパ制御しなかった場合、第1の発電コイルを流れる電流のみをチョッパ制御した場合、第2の発電コイルを流れる電流のみをチョッパ制御した場合、並びに第1の発電コイルを流れる電流と第2の発電コイルを流れる電流との双方をチョッパ制御した場合にそれぞれ第1の発電コイルに誘起する電圧の波形を模式的に示した波形図である。

10

【図11】本発明に係る電源装置において、第1の発電コイルを流れる電流及び第2の発電コイルを流れる電流の何れをもチョッパ制御しなかった場合、第1の発電コイルを流れる電流のみをチョッパ制御した場合、第2の発電コイルを流れる電流のみをチョッパ制御した場合、並びに第1の発電コイルを流れる電流及び第2の発電コイルを流れる電流の双方をチョッパ制御した場合にそれぞれ第1の発電コイルから第1の負荷に供給される直流電力の変化を模式的に示した波形図である。

20

【図12】内燃機関を搭載した機器がバッテリーレスである場合に必要とされる電源特性の一例を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0038】

以下図面を参照して、内燃機関が搭載された機器のうち、バッテリーが設けられていない所謂バッテリーレスの機器に用いる内燃機関用電源装置に本発明を適用する場合を例にとって、本発明の実施形態を説明する。

【0039】

バッテリーレスの機器において内燃機関に取り付けられる発電機が電力を供給する負荷としては、内燃機関を点火する点火装置や、機関に燃料を供給する燃料ポンプのように、機関を動作させるために常時駆動することが必要な(駆動することが必須な)負荷と、常時駆動することが必要な点火装置や燃料ポンプを制御するECU(電子制御ユニット)などの制御装置を含む負荷と、運転者が必要に応じて駆動するランプ等の負荷とがある。本明細書では、点火装置や燃料ポンプのように、機関を動作させるために常時駆動することが必要な負荷を「常時駆動負荷」又は「第1の負荷」と呼び、ヘッドランプのように、運転者が機関を始動した後に必要に応じて駆動する負荷を「随時駆動負荷」又は「第2の負荷」と呼ぶ。また常時駆動負荷を制御する制御装置などの負荷を「制御システム負荷」又は「第3の負荷」と呼ぶ。

30

【0040】

内燃機関に搭載された交流発電機が駆動する必要がある負荷の内、常時駆動負荷(第1の負荷)は、機関の始動操作を開始した直後から動作を開始する必要があるため、始動操作開始直後の回転速度(始動完了時の回転速度よりも十分に低い回転速度)で動作を開始する必要がある。また制御システム負荷(第3の負荷)は、機関の始動時に常時駆動負荷が動作を開始する時点で、既に常時駆動負荷の制御を行うことができる状態になっている必要があるため、常時駆動負荷が動作を開始する回転速度よりも更に低い回転速度で動作を開始する必要がある。これに対し、随時駆動負荷(第2の負荷)は、機関の始動時には必ずしも動作させる必要がなく、機関の始動が完了した後に動作を開始させることが許容される。このように、バッテリーレスの機器に適用される内燃機関用電源装置は、必要とされる駆動特性が異なる負荷に電力を供給する必要があるため、単一の巻数を有する発電コイル

40

50

ですべての負荷に電力を供給することはできないため、それぞれの負荷に適した出力特性を持たせた発電コイルを設けている。

【0041】

図12は、バッテリーレスの機器に適用される電源装置で必要とされる発電コイルの出力特性（出力電流対回転速度特性）を概略的に示したものである。図12の横軸は、発電機の回転子の回転速度 $N$ を示し、縦軸は発電コイルの出力電流 $i$ を示している。図12の曲線a及びbはそれぞれ制御システム負荷（第3の負荷）及び常時駆動負荷（第1の負荷）を駆動するための発電コイルの出力特性を示し、曲線cは、随時駆動負荷（第2の負荷）を駆動するための発電コイルの出力特性を示している。

【0042】

制御システム負荷を駆動する発電コイルは、図12に曲線aで示したように、機関の始動操作を開始した直後の極低速回転時から負荷を駆動する必要があるため、十分に多くの巻数を持たせて巻回しておく必要がある。発電コイルの巻数を多くすると、機関の高速回転時に出力が飽和したり低下したりするが、制御システム負荷を駆動するために必要な電力は僅かであるため支障を来さない。

【0043】

常時駆動負荷を駆動する発電コイルは、機関の始動時の回転速度でも負荷を駆動するために必要な出力を発生する必要があるだけでなく、機関の高速回転時にもある程度大きな出力を発生する必要があるため、制御システム負荷を駆動する発電コイルよりは巻数を少なくしておく必要がある。そのため、常時駆動負荷を駆動する発電コイルの出力特性は、図12の曲線bのように、制御システム負荷を駆動する発電コイルの出力が立ち上がる回転速度よりは高く、機関のアイドル回転速度よりは十分に低い回転速度で出力が立ち上がり、機関の高速回転時には制御システム負荷を駆動する発電コイルよりも大きな出力を発生するような特性となる。

【0044】

また随時駆動負荷を駆動する発電コイルは、機関の始動時には出力が不足していてもよいが、機関の始動が完了した後は十分に大きな出力を発生し、機関の高速回転時に出力が低下しないようにする必要があるため、巻数を最も少なくしてある。そのため、その出力特性は、図12の曲線cのように、常時駆動負荷を駆動する発電コイルの出力が立ち上がる回転速度よりも高い回転速度で出力が立ち上がり、機関の高速回転時には常時駆動負荷を駆動する発電コイルよりも大きな出力を発生する特性になる。

【0045】

バッテリーレスの電源を用いる場合に内燃機関の始動性を向上させるためには、制御システム負荷を駆動する発電コイルの出力をできるだけ低い回転速度で立ち上げるだけでなく、常時駆動負荷を駆動する発電コイルの出力もできるだけ低い回転速度で立ち上げる必要がある。そのためには、機関の始動が完了するまでの間、常時駆動負荷を駆動する発電コイルの出力電圧を昇圧することができるように電源装置を構成しておけばよい。そこで、機関の始動が完了するまでの間常時駆動負荷を駆動する発電コイルの通電電流を断続させるチョッパ制御を行って、当該発電コイルの出力電圧を昇圧することが従来から行われているが、前述した通り、出力電圧を昇圧させようとする発電コイルを流れる電流をチョッパ制御しただけでは、低速回転時の出力電圧を高める上で限界がある。

【0046】

そこで本発明においては、通電電流を断続させるチョッパ制御を行って負荷に供給する電力の増大を図ろうとする発電コイル（本実施形態では常時駆動負荷を駆動する発電コイル）を「第1の発電コイル」とし、該第1の発電コイルの出力の増大を図るためのチョッパ制御を行っているときに自らの負荷への電力の供給を停止するかまたは制限することが許容される他の発電コイル（本実施形態では随時駆動負荷を駆動する発電コイル）を「第2の発電コイル」として、これら第1の発電コイルと第2の発電コイルとを磁氣的に密に結合しておき、第1の発電コイル及び第2の発電コイルの双方を流れる電流をチョッパ制御することにより、従来よりも更に昇圧された直流電圧を負荷に供給することを可能にす

10

20

30

40

50

る。第1の発電コイル及び第2の発電コイルをそれぞれ流れる電流をチョッパ制御する際には、第2の発電コイルを流れる電流を遮断した際に該第2の発電コイルから放出されるエネルギーのできるだけ多くの部分を、第1の発電コイルの誘起電圧を昇圧するために有効に利用するため、第2の発電コイルルから第2の負荷への電力の供給を停止させるか、又は制限した状態にしておく。

【0047】

本実施形態では、第1の発電コイルに第2の発電コイルよりも多くの巻数を持たせて、内燃機関の回転速度（発電機の回転子の回転速度）が内燃機関のアイドル回転速度よりも低く設定された第1の設定速度まで上昇した時、及び機関の回転速度が第1の設定速度よりも高い第2の設定速度まで上昇した時にそれぞれ第1の発電コイル及び第2の発電コイルからの負荷電流の出力が開始されるようにしておく。

10

【0048】

また制御システム負荷を駆動する発電コイルを「第3の発電コイル」とし、この発電コイルは、第1の発電コイルが負荷電流の供給を開始する回転速度よりも更に低い回転速度で負荷電流の供給を開始することができるように、第1の発電コイルよりも更に多くの巻数を持たせて巻回しておく。

【0049】

図1は本発明に係る内燃機関用電源装置の第1の実施形態の電氣的な構成を示したものである。同図においてW a及びW bはそれぞれ内燃機関により駆動される交流発電機に設けられた第1及び第2の発電コイル、L d 1及びL d 2はそれぞれ第1の発電コイル及び第2の発電コイルから電力が供給される第1及び第2の負荷である。またV C 1は第1の発電コイルW aの出力電圧を第1の負荷L d 1に供給する直流電圧に変換する第1の電圧変換回路、V C 2は第2の発電コイルW bの出力電圧を第2の負荷L d 2に供給する直流電圧に変換する第2の電圧変換回路、C Sは第2の電圧変換回路V C 2と第2の負荷L d 2との間に挿入された通電制御用スイッチであり、第1及び第2の電圧変換回路V C 1及びV C 2と、通電制御用スイッチC Sとにより、発電機の交流出力電圧を第1の負荷L d 1及び第2の負荷L d 2に供給する直流電圧に変換する交直変換回路が構成されている。

20

【0050】

第1の電圧変換回路V C 1は、ブリッジの2つのレグの上側のアームをダイオードD 11及びD 12により構成し、該2つのレグの下側のアームをM O S F E T F 11及びF 12により構成した第1のブリッジ回路B 1からなっている。

30

【0051】

本実施形態では、第1のブリッジ回路B 1の下側アームを構成するM O S F E T F 11、F 12により第1のスイッチ手段が構成されるとともに、第1のブリッジ回路B 1の上側アームを構成するダイオードD 11、D 12と、第1のブリッジ回路B 1の下側アームを構成するM O S F E T F 11、F 12のドレインソース間に形成された寄生ダイオードD p11、D p12とによりフルブリッジ型の第1の整流回路が構成されている。

【0052】

ダイオードD 11のアノードとM O S F E T F 11のドレインとの接続点a 1及びダイオードD 12のアノードとM O S F E T F 12のドレインとの接続点b 1が第1の整流回路の入力端子となっていて、これらの入力端子間に第1の発電コイルW aに誘起する電圧が入力される。またダイオードD 11、D 12のカソードの共通接続点及びM O S F E T F 11及びF 12のソースの共通接続点がそれぞれ第1の整流回路のプラス側及びマイナス側の出力端子c 1及びd 1となっており、これらの端子間に平滑用コンデンサC 1が接続されている。第1の整流回路の出力端子c 1及びd 1から負荷接続端子e 1及びf 1が引き出され、これらの負荷接続端子間に第1の負荷L d1が接続されている。

40

【0053】

第2の電圧変換回路V C 2は、ブリッジの2つのレグの上側のアームをダイオードD 21及びD 22により構成し、該2つのレグの下側のアームをM O S F E T F 21及びF 22により構成した第2のブリッジ回路B 2 2からなっている。

50

## 【 0 0 5 4 】

本実施形態では、第2のブリッジ回路B2の下側アームを構成するMOSFET F21、F22により第2のスイッチ手段が構成され、第2のブリッジ回路B2の上側アームを構成するダイオードD21、D22と第2のブリッジ回路B2の下側アームを構成するMOSFET F21、F22のドレインソース間に形成された寄生ダイオードDp21、Dp22とにより、フルブリッジ型の第2の整流回路が構成されている。ダイオードD21のアノードとMOSFET F21のドレインとの接続点a2及びダイオードD22のアノードとMOSFET F22のドレインとの接続点b2が第2の整流回路の入力端子となっていて、これらの入力端子間に第2の発電コイルWbに誘起する電圧が入力されている。

## 【 0 0 5 5 】

またダイオードD21、D22のカソードの共通接続点及びMOSFET F21及びF22のソースの共通接続点がそれぞれ第2の整流回路のプラス側及びマイナス側の出力端子c2及びd2となっていて、プラス側出力端子c2から通電制御用スイッチCSを通してプラス側負荷接続端子e2が引き出されている。また第2の整流回路のマイナス側出力端子d2からマイナス側負荷接続端子f2が引き出され、負荷接続端子e2、f2間にスイッチSWを介して第2の負荷Ld2が接続されている。第2の整流回路の出力端子c2、d2間にはまた、第2の負荷への通電を制御する通電制御用スイッチCSを介して平滑用コンデンサC2が接続されている。通電制御用スイッチCSは、MOSFETのようなオンオフ制御が可能なスイッチング素子により構成されていて、後述するスイッチ制御部により制御される。またスイッチSWは、内燃機関を始動した後、第2の負荷Ld2を動作させる際に閉じられるスイッチで、オンオフ操作が可能なスイッチ素子からなっている。

## 【 0 0 5 6 】

図1においてCUは、MOSFET F11、F12により構成されている第1のスイッチ手段と、MOSFET F21、F22により構成されている第2のスイッチ手段と、通電制御用スイッチCSとを制御するスイッチ制御部である。スイッチ制御部CUは、発電機内に十分に多くの巻数を持って設けられて内燃機関の極低速時から電圧を出力する第3の発電コイルWcを電源として一定の直流電圧Vccを出力する制御用電源回路PSから電源電圧が与えられて動作する。

## 【 0 0 5 7 】

図示のスイッチ制御部CUは、内燃機関の始動時のように、機関の回転速度が低い領域で第1の負荷（本実施形態では常時駆動負荷）Ld1を動作させるために、第1の発電コイルWaの誘起電圧を昇圧して、第1の負荷Ld1に与える直流電圧を、第1の発電コイルWaの誘起電圧をそのまま整流した場合に得られる電圧よりも高くすることが必要とされるとき（本実施形態では機関の回転速度が始動完了速度未満の時）に、通電制御用スイッチCSをオフ状態にして第2の電圧変換回路から第2の負荷への通電を阻止した状態に保つか、又は第2の発電コイルWbから第2の負荷Ld2に流れる電流を制限するように通電制御用スイッチCSをオンオフさせた状態（PWM制御した状態）で、第1の負荷Ld1に供給される電圧を昇圧させるべく、第1のスイッチ手段（MOSFET F11、F12）と第2のスイッチ手段（MOSFET F21、F22）の双方をオンオフ制御して、第1の発電コイルWaを流れる電流と第2の発電コイルWbを流れる電流との双方のチョ

## 【 0 0 5 8 】

上記第1及び第2の発電コイルWa及びWbは、内燃機関により駆動される交流発電機内に設けられている。内燃機関により駆動される交流発電機は、放射状に配置されたn個（nは2以上の整数）の歯部を有する電機子鉄心と、この電機子鉄心に設けられているm個（mは2以上n以下の整数）の歯部にそれぞれ巻回されたm個の単位コイルとを備えた固定子と、電機子鉄心の各歯部の先端に形成された磁極部に対向する複数の磁極を備えた界磁を有して内燃機関により回転駆動される回転子とにより構成される。何らかの理由により、電機子鉄心に設けられたn個の歯部の一部を、コイルを巻かずに遊ばせておく必要がある場合には、 $m < n$ となるが、通常は $m = n$ とする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 9 】

本実施形態では、内燃機関により駆動する交流発電機として、回転子の界磁が永久磁石により構成される磁石発電機を用いる。本実施形態で用いている磁石発電機は、図6に示すように構成されている。図6において1は、18極の磁石回転子、2は18極の固定子である。磁石回転子1は、カップ状の回転子ヨーク（フライホイール）101と、回転子ヨーク101の周壁部101aの内周に等角度間隔で固定された18個の永久磁石M1～M18とからなっていて、一連の永久磁石M1～M18が交互に向きを異ならせて回転子ヨークの径方向に着磁されることにより、回転子ヨーク101の周壁部の内側に18極の磁石界磁が構成されている。

## 【 0 0 6 0 】

固定子2は、環状のヨークYの外周部から18個の歯部T1～T18を等角度間隔で放射状に突出させた構造を有する電機子鉄心201と、電機子鉄心201の一連の歯部T1～T18にそれぞれ巻回された単位コイルW1ないしW18とからなっている。固定子2は、磁石回転子1の内側に同心的に配置された状態で機関のケースやカバーなどに固定され、電機子鉄心の歯部T1～T18のそれぞれの先端に形成された磁極部が、磁石回転子1の磁極M1～M18にギャップを介して対向させられている。

## 【 0 0 6 1 】

本実施形態においては、固定子2に設けられた単位コイルW1～W18が、第1ないし第3の発電コイルWa～Wcを構成するように結線されている。これらの発電コイルの内、第1の発電コイルWaは、電機子鉄心に設けられた歯部の内、一つ置きに配置された複数の歯部にそれぞれ巻回された複数の単位コイルを結線することにより構成され、第2の発電コイルWbは、電機子鉄心に設けられた歯部の内、第1の発電コイルを構成している複数の単位コイルの何れかが巻回された歯部に隣接する位置関係を有する一つ置きの歯部にそれぞれ巻回された複数の単位コイルを結線することにより構成される。また第3の発電コイルWcは、他の単位コイルを結線することにより構成される。

## 【 0 0 6 2 】

即ち、第1の発電コイルを構成する各単位コイルが巻回された歯部を第2の発電コイルを構成する単位コイルの何れかが巻回された歯部に隣接させることにより、第1の発電コイルと第2の発電コイルとを密に磁気結合している。

## 【 0 0 6 3 】

図示の例では、電機子鉄心の歯部T1～T18にそれぞれ巻回された一連の単位コイルW1～W18の内、一つ置きに配置された6個の単位コイルW2, W4, W6, W8, W10及びW12が直列に接続されることにより第1の発電コイルWaが構成され、単位コイルW2, W4, W6, W8, W10及びW12がそれぞれ巻回された歯部T2, T4, T6, T8, T10及びT12に隣接する一つ置きの歯部T1, T3, T5, T7, T9, T11及びT13にそれぞれ巻回された7個の単位コイルW1, W3, W5, W7, W9, W11及びW13が直列に接続されることにより第2の発電コイルWbが構成されている。また他の5個の単位コイルW14～W18が直列に接続されることにより第3の発電コイルWcが構成されている。

## 【 0 0 6 4 】

スイッチ制御部CUは例えば図2に示すように構成される。図2において、10は第1のスイッチ手段11を構成するMOSFET F11, F12と、第2のスイッチ手段12を構成するMOSFET F21, F22とに駆動信号を供給する駆動信号供給回路である。駆動信号供給回路10には、第1の発電コイルW1の出力電圧の各ゼロクロス点（出力電圧が負の半波から正の半波に移行する際のゼロクロス点及び正の半波から負の半波に移行する際のゼロクロス点）を検出するゼロクロス検出回路13の出力と、第1の発電コイルW1の出力電圧の各ピーク点を検出するピーク検出回路14の出力と、昇圧要否判定手段15の出力とが入力されている。

## 【 0 0 6 5 】

駆動信号供給回路10は、第1の発電コイルWaに誘起する電圧を昇圧する動作を行な

10

20

30

40

50

うことが必要なときに、M O S F E T F 11, F 12及びM O S F E T F 21, F 22のゲートにパルス波形の駆動信号を同時に与えて、第1の発電コイルW a及び第2の発電コイルW bに周期的に断続する波形の電流を流すべく、M O S F E T F 11, F 12及びM O S F E T F 21, F 22をオンオフさせることにより、第1の発電コイルW aを流れる電流のチョッパ制御及び第2の発電コイルW bを流れる電流のチョッパ制御を同時に行う。

【0066】

本実施形態で用いる駆動信号供給回路10は、昇圧動作を行なうことが必要であるときに、零クロス検出回路13が発電コイルW a及びW bの出力電圧の各零クロス点を検出してからピーク検出回路14がピーク点を検出するまでの間、第1のスイッチ手段及び第2のスイッチ手段を構成するM O S F E T F 11, F 12及びF 21, F 22のゲートに同時に高レベルの駆動信号を与えて第1のスイッチ手段及び第2のスイッチ手段を同時にオン状態にし、ピーク検出回路14が各ピーク点を検出してから零クロス検出回路13が零クロス点を検出するまでの間、第1のスイッチ手段及び第2のスイッチ手段を構成するM O S F E Tに与える駆動信号を零レベルにして、第1のスイッチ手段及び第2のスイッチ手段を同時にオフ状態にするように構成されている。

【0067】

昇圧要否判定手段15は、第1の発電コイルW aの誘起電圧を昇圧する必要があるか否かを判定する手段である。図示の昇圧要否判定手段15は、内燃機関の回転速度を検出する回転速度検出手段16により検出された回転速度を、機関の始動が完了したことを判定するために適した速度に設定された設定速度(始動完了速度)と比較して、内燃機関の回転速度が設定速度未満であるとき(機関の始動が完了していないとき)に第1の発電コイルの出力電圧の昇圧が必要であると判定して、駆動信号供給回路10に駆動信号出力指令を与えるとともに、通電制御用スイッチC Sにオフ指令を与えて該通電制御用スイッチをオフ状態にする。昇圧要否判定手段15はまた、内燃機関の回転速度が設定速度以上であるとき(機関の始動が完了したとき)に昇圧の必要性がなくなったと判定して、駆動信号供給回路10に駆動信号停止指令を与えるとともに、通電制御用スイッチC Sにオン指令を与えて、該通電制御用スイッチをオン状態にする。

【0068】

回転速度検出手段16は、任意の方法により機関の回転速度を検出する。回転速度検出手段16は例えば、零クロス検出回路13が各零クロス点を検出してから次の零クロス点を検出するまでの時間から機関の回転速度を検出するように構成することができる。また内燃機関が所定の回転角度回転する毎にパルス信号を発生する信号発生器が設けられている場合には、その信号発生器がパルスを発生する間隔から機関の回転速度を検出することができる。

【0069】

本実施形態に係る電源装置の動作を示す電圧、電流波形の一例を図8に示した。図8(A)は機関のクランク軸が回転したときに第1の発電コイルW a及び第2の発電コイルW bに誘起する交流電圧の波形を示し、同図(B)は駆動信号供給回路10がM O S F E T F 11, F 12, F 21及びF 22に与える駆動信号V 11, V 12, 及びV 21, V 22を示している。また図8(C)は、第1の発電コイルW aから第1の電圧変換回路V C 1を通して出力される直流電流の波形を示し、図8(D)は第1の発電コイルW aから第1の電圧変換回路V C 1を通して出力される直流電圧の波形を示している。また図8(E)は第1の発電コイルW aから第1の電圧変換回路V C 1を通して出力される直流電力の変化を示している。

【0070】

駆動信号供給回路10は、零クロス検出回路13が第1の発電コイルW aの誘起電圧の各零クロス点を検出してからピーク検出回路14がピーク点を検出するまでの間高レベルの状態を保持し、ピーク検出回路が発電コイルW aの誘起電圧のピーク点を検出してから零クロス検出回路13が零クロス点を検出するまでの間零レベルを保持する矩形波状の駆動信号V 11, V 12をM O S F E T F 11, F 12のゲートに同時に与える。

## 【 0 0 7 1 】

駆動信号供給回路 1 0 はまた、零クロス検出回路 1 3 が第 2 の発電コイル W b の誘起電圧の各零クロス点を検出してからピーク検出回路 1 4 が第 2 の発電コイル W b のピーク点を検出するまでの間高レベルの状態を保持し、ピーク検出回路 1 4 が発電コイル W b の誘起電圧のピーク点を検出してから零クロス検出回路 1 3 が零クロス点を検出するまでの間零レベルを保持する矩形波状の駆動信号 V 21 , V 22 を M O S F E T F 21 , F 22 のゲートに同時に与える。

## 【 0 0 7 2 】

第 1 の発電コイル W a の誘起電圧の各零クロス点で M O S F E T F 11 及び F 12 ( 第 1 のスイッチ手段 ) に同時に駆動信号が与えられると、両 M O S F E T が同時にオン状態になって発電コイル W a を短絡するため、発電コイル W a に短絡電流が流れる。この短絡電流は発電コイル W a の誘起電圧の上昇に伴って大きくなっていく。発電コイル W a の誘起電圧がピークに達して駆動信号 V 11 , V 12 が零になると、M O S F E T F 11 , F 12 が同時にオフ状態になるため、それまで流れていた短絡電流が遮断される。この電流の遮断により、発電コイル W a にそれまで流れていた電流を流し続けようとする向きの昇圧された電圧が誘起する。本実施形態では、発電コイル W a の誘起電圧がピークに達したときに発電コイル W a を流れていた電流を遮断するため、発電コイル W a に誘起する電圧を高くすることができる。

10

## 【 0 0 7 3 】

また第 2 の発電コイル W b の誘起電圧の各零クロス点で M O S F E T F 21 及び F 22 ( 第 2 のスイッチ手段 ) に同時に駆動信号が与えられると、両 M O S F E T F 21 , F 22 が同時にオン状態になって発電コイル W b を短絡するため、発電コイル W b に短絡電流が流れる。発電コイル W b の誘起電圧がピークに達して駆動信号 V 21 , V 22 が零になると、M O S F E T F 21 , F 22 が同時にオフ状態になって、それまで流れていた短絡電流が遮断されるため、発電コイル W b に昇圧された電圧が誘起する。

20

## 【 0 0 7 4 】

本発明に係る電源装置においては、第 1 の発電コイル W a と第 2 の発電コイル W b とが密に磁気結合されている上に、第 2 の発電コイル W b から第 2 の負荷 L d 2 への電力の供給が停止されているため、第 2 の発電コイル W b を流れていた電流を遮断した際に該第 2 の発電コイルから放出されるエネルギー (  $L \cdot i^2$  ) / 2 の多くの部分を第 1 の発電コイルに移行させて、第 1 の発電コイルを流れる電流を遮断した際に該第 1 の発電コイルから放出されるエネルギーに重畳することができず。そのため、第 1 の発電コイル W a に誘起する電圧を、第 1 の発電コイル W a を流れていた電流のみを遮断した場合に誘起する電圧よりも更に高くすることができる。

30

## 【 0 0 7 5 】

第 1 の発電コイル W a を流れる電流のチョッパ制御のみを行った場合に、第 1 の電圧変換回路 V C 1 から第 1 の負荷 L d 1 に供給される電流、電圧及び電力はそれぞれ図 8 ( C )、( D ) 及び ( E ) の曲線 a の通りであるが、第 1 の発電コイル W a を流れる電流及び第 2 の発電コイルを流れる電流の双方を同時にチョッパ制御した場合に第 1 の電圧変換回路 V C 1 から第 1 の負荷 L d 1 に供給される電流、電圧及び電力はそれぞれ図 8 ( C )、( D ) 及び ( E ) の曲線 b のようになる。

40

## 【 0 0 7 6 】

このように、本実施形態に係る電源装置によれば、第 1 の発電コイルに誘起する電圧を、第 1 の発電コイルを流れていた電流のみを遮断した場合に誘起する電圧よりも更に高くすることができるため、本実施形態の電源装置をバッテリーレスの内燃機関駆動機器に適用した場合、機関の始動時に従来よりも更に低い回転速度から第 1 の発電コイルの出力電圧を立ち上げて、極低速回転時から燃料ポンプなどの常時駆動負荷を駆動して、機関の始動性を向上させることができる。

## 【 0 0 7 7 】

なお第 1 の発電コイル W a 及び第 2 の発電コイル W b にそれぞれ誘起する交流電圧は厳

50

密には同位相ではないが、両電圧の位相差は僅かであるので、両電圧の位相差により昇圧動作が支障を来すことはない。

【 0 0 7 8 】

本発明者は、第 1 の発電コイル及び第 2 の発電コイルを磁氣的に密に結合した状態で、第 1 の発電コイルから出力を得ることを想定して行うチョッパ制御に関して、チョッパ制御の効果を確認するために下記の 3 通りの制御を行なう実験を行なった。

( 1 ) 第 1 の発電コイル  $W a$  と該第 1 の発電コイルよりも巻数が少ない第 2 の発電コイルとの双方をチョッパ制御する。

( 2 ) 第 1 の発電コイル  $W a$  のみをチョッパ制御する。

( 3 ) 第 2 の発電コイル  $W b$  のみをチョッパ制御する。

10

【 0 0 7 9 】

図 9 は、上記 ( 1 ) ないし ( 3 ) の制御を行った際に第 1 の発電コイル  $W a$  に鎖交する磁束の量の変化を、回転子の回転角 に対して模式的に示したものである。同図において曲線 a は無負荷時に磁石回転子の回転に伴って第 1 の発電コイルに鎖交する磁束量の変化を示し、曲線 b は、チョッパ制御を行わずに第 1 の発電コイル  $W a$  の出力を全波整流した場合に第 1 の発電コイルに鎖交する磁束量の変化を示している。また曲線 c は、第 2 の発電コイル  $W b$  を無負荷状態として第 1 の発電コイル  $W a$  を流れる電流のみをチョッパ制御した場合に第 1 の発電コイルに鎖交する磁束量の変化を示し、曲線 d は第 1 の発電コイルを無負荷状態として、第 2 の発電コイル  $W b$  を流れる電流のみをチョッパ制御した場合に第 1 の発電コイルに鎖交する磁束量の変化を示している。また曲線 e は、第 1 の発電コイル  $W a$  を流れる電流と第 2 の発電コイル  $W b$  を流れる電流との双方をチョッパ制御した場合に第 1 の発電コイル  $W a$  に鎖交する磁束量の変化を示している。

20

【 0 0 8 0 】

なお図 9 に示した例では、第 1 の発電コイル  $W a$  を流れる電流をチョッパ制御する場合、第 2 の発電コイル  $W b$  を流れる電流をチョッパ制御する場合、及び第 1 の発電コイル  $W a$  を流れる電流及び第 2 の発電コイル  $W b$  を流れる電流の双方を同時にチョッパ制御する場合のいずれの場合にも、横軸に示した角度 1、 3 及び 5 の位置をそれぞれの発電コイルに電流を流し始める位置とし、角度 2 の位置及び角度 4 の位置を、それまで流れていた電流を遮断する位置としている。

【 0 0 8 1 】

30

第 1 の発電コイル  $W a$  の出力電圧を直流電圧に変換する第 1 の電圧変換回路  $V C 1$  に負荷が接続されていないときには、図 9 の曲線 a のように、磁石回転子の回転に伴って第 1 の発電コイル  $W a$  に鎖交する磁束量がほぼ正弦波状に変化する。また第 1 の発電コイル  $W a$  及び第 2 の発電コイル  $W b$  の何れに対してもチョッパ制御を行なわなかった場合も、第 1 の発電コイル  $W a$  に鎖交する磁束量は、回転子の回転に伴って図 9 の曲線 b のようにほぼ正弦波状に変化する。

【 0 0 8 2 】

これに対し、第 2 の発電コイル  $W b$  を無負荷状態に保って第 1 の発電コイル  $W a$  を流れる電流のみをチョッパ制御した場合 ( 第 1 の発電コイルを流れる電流のみを断続させた場合 ) には、角度 2 及び 4 の位置において第 1 の発電コイル  $W a$  を流れていた電流を遮断した際に、第 1 の発電コイルから発生する磁束に変化が生じるため、曲線 c に見られるように、角度 2 及び 4 の位置で第 1 の発電コイルと鎖交する磁束量が、チョッパ制御を行わない場合の正弦波状の変化よりも大きな変化を示し、この磁束量の変化により、第 1 の発電コイルに昇圧された電圧が誘起する。

40

【 0 0 8 3 】

また第 1 の発電コイル  $W a$  を無負荷状態に保って第 2 の発電コイル  $W b$  を流れる電流のみをチョッパ制御した場合には、角度 2 及び 4 の位置において第 2 の発電コイル  $W a$  を流れていた電流を遮断した際に生じる磁束の変化が、磁氣的に密に結合されている第 1 の発電コイルと鎖交する磁束量の変化に重畳されるため、第 1 の発電コイルに鎖交する磁束量に大きな変化が生じ、曲線 d に見られるように、角度 2 及び 4 の位置で第 1 の発

50

電コイルと鎖交する磁束量が、チョッパ制御を行わない場合の正弦波状の変化よりも大きな変化を示し、この磁束量の変化により、第1の発電コイルW aに昇圧された電圧が誘起する。

【0084】

また第1の発電コイルW aを流れる電流及び第2の発電コイルW bを流れる電流の双方をチョッパ制御した場合には、角度 2の位置及び角度 4の位置で第1の発電コイルW aを流れる電流と第2の発電コイルW bを流れる電流とを同時に遮断した際に、第1の発電コイルと鎖交する磁束量に生じる変化に、第2の発電コイルを流れていた電流を遮断した際に生じる磁束量の変化が重畳されるため、第1の発電コイルW aと鎖交する磁束量は、図9の曲線eに見られるように、第1の発電コイルを流れる電流のみをチョッパ制御した場合(曲線c)よりも更に大きな変化を示す。従って、第1の発電コイルW aを流れる電流及び第2の発電コイルW bを流れる電流の双方をチョッパ制御した場合には、角度 2の位置及び角度 4の位置で通電電流を遮断した際に第1の発電コイルW aに誘起される電圧が、第1の発電コイルW aを流れる電流のみをチョッパ制御した場合(曲線cの場合)よりも更に高い電圧値を示す。

10

【0085】

図10は、第1の発電コイルを流れる電流及び第2の発電コイルを流れる電流の何れをもチョッパ制御しなかった場合に第1の発電コイルに誘起する電圧の波形aと、第1の発電コイルを流れる電流のみをチョッパ制御した場合に第1の発電コイルに誘起する電圧の波形bと、第2の発電コイルを流れる電流のみをチョッパ制御した場合に第1の発電コイルに誘起する電圧の波形cと、第1の発電コイルを流れる電流及び第2の発電コイルに流れる電流の双方をチョッパ制御した場合に第1の発電コイルW aに誘起する電圧の波形dとを示したものである。図10に示された波形から明らかなように、第1の発電コイルを流れる電流及び第2の発電コイルに流れる電流の双方を同時にチョッパ制御することにより、第1の発電コイルを流れる電流のみをチョッパ制御した場合よりも更に高い電圧を第1の発電コイルから出力させることができる。

20

【0086】

図11は、第1の発電コイルから出力される電圧が図10のa, b, c及びdの波形を示す場合に、第1の発電コイルW aから第1の電圧変換回路V C 1を通して第1の負荷L d 1に供給される直流電力の変化を示したものである。図11の曲線aは、第1の発電コイルW aを流れる電流及び第2の発電コイルW bを流れる電流の何れをもチョッパ制御しなかった場合に第1の発電コイルW aから第1の電圧変換回路V C 1を通して負荷に供給される直流電力の変化を示し、曲線bは、第1の発電コイルW aを流れる電流のみをチョッパ制御した場合に第1の発電コイルW aから第1の電圧変換回路V C 1を通して負荷に供給される直流電力の変化を示している。また曲線cは、第2の発電コイルW bを流れる電流のみをチョッパ制御した場合に第1の発電コイルW aから第1の電圧変換回路V C 1を通して負荷に供給される直流電力の変化を示し、曲線dは、第1の発電コイルW aを流れる電流及び第2の発電コイルW bに流れる電流の双方を同時にチョッパ制御した場合に第1の発電コイルW aから第1の電圧変換回路V C 1を通して負荷に供給される直流電力の変化を示している。

30

40

【0087】

図11から、第1の発電コイルW aを流れる電流及び第2の発電コイルW bに流れる電流の双方を同時にチョッパ制御することにより、第1の第1の発電コイルW aを流れる電流のみをチョッパ制御した場合(従来技術によった場合)に第1の発電コイルW aから負荷に供給される出力よりも更に大きな出力を、第1の発電コイルから得ることができることが分る。

【0088】

M O S F E T F 11, F 12及びF 21, F 22wを同時にオンオフさせて、第1の発電コイルW aを流れる電流及び第2の発電コイルW bを流れる電流の双方を同時にチョッパ制御することにより第1の発電コイルW aに誘起する電圧を昇圧する動作を効果的に行なわせ

50

るためには、第2の発電コイル $W_b$ を流れていた電流を遮断した際に第2の発電コイルから放出されるエネルギーが第2の負荷 $L_d2$ 側に吸収されて喪失するのを防いで、第2の発電コイルから放出されたエネルギーをできるだけ多く第1の発電コイル側に移行させることが望ましい。そのため上記の実施形態では、第1の発電コイルを流れる電流及び第2の発電コイルを流れる電流の双方のチョッパ制御を行う際に、通電制御用スイッチ $CS$ をオフ状態にして、第2の発電コイル $W_b$ から第2の負荷 $L_d2$ に電力が供給されないようにしている。

#### 【0089】

上記の説明では、第1の発電コイルを流れる電流及び第2の発電コイルを流れる電流の双方をチョッパ制御して第1の発電コイルの出力の増大を図る際に、第2の発電コイル $W_b$ と第2の負荷 $L_d2$ との間に設けた通電制御用スイッチ $CS$ をオフ状態に保つとしたが、通電制御用スイッチ $CS$ をオフ状態に保つ代わりに、通電制御用スイッチ $CS$ を所定のデューティ比でオンオフさせる（第2の発電コイル $W_b$ から第2の電圧変換回路 $VC2$ を通して第2の負荷 $L_d2$ に与えられる電力をPWM制御する）ことにより、第2の発電コイルから第2の負荷に供給される電力を制限しながら、第1の発電コイルを流れる電流と第2の発電コイルを流れる電流とを同時にチョッパ制御するようにしてもよい。このような構成をとる場合には、通電制御用スイッチ $CS$ のオンデューティ比を制御することにより、第1の発電コイルから出力される電圧値を調整することができる。

#### 【0090】

上記の実施形態では、発電コイルの誘起電圧の零クロス点とピーク点とを検出して、誘起電圧の零クロス点で発電コイルに電流を流し始め、ピーク点で電流を遮断するように第1のスイッチ手段及び第2のスイッチ手段をオンオフさせるようにしたが、第1のスイッチ手段及び第2のスイッチ手段のオンオフのさせ方は上記の実施形態で示したものに限定されない。例えば、第1の発電コイル及び第2の発電コイルの出力周波数の最大値よりも高い周波数を有するパルス信号を第1のスイッチ手段及び第2のスイッチ手段を構成するMOSFETのゲートに同時に駆動信号として与えて、第1の発電コイル及び第2の発電コイルを流れる電流を、両発電コイルの出力電圧の最大周波数よりも十分に高い周波数で断続させるようにしてもよい。この場合には、図3に示すように、スイッチ制御部 $CU$ から零クロス検出回路とピーク検出回路とを省略することができる。

#### 【0091】

スイッチ制御部 $CU$ は、上記の実施形態のように、第1のスイッチ手段のオンオフ制御と第2のスイッチ手段のオンオフ制御とを同期させて行わせるように構成することが好ましいが、第1のスイッチ手段のオンオフ制御と第2のスイッチ手段のオンオフ制御とを、第1及び第2の発電コイルの出力電圧の最大周波数よりも十分に高い周波数で行なう場合には、第1のスイッチ手段のオンオフ制御と第2のスイッチ手段のオンオフ制御とを非同期で行わせるようにしてもよい。

#### 【0092】

上記の実施形態では、第1の発電コイルの誘起電圧を昇圧させる動作を行なう際に第2の発電コイルと第2の負荷との間を切り離すための通電制御用スイッチ $CS$ の他に、随時駆動負荷 $L_d2$ に通電するか否かを決定するスイッチ $SW$ を設けているが、スイッチ $SW$ を省略して、通電制御用スイッチ $CS$ にスイッチ $SW$ の機能を兼ねさせるように構成することもできる。

#### 【0093】

上記の実施形態では、第2の電圧変換回路 $VC2$ と第2の負荷 $L_d2$ との間に通電制御用スイッチ $CS$ を挿入しているが、通電制御用スイッチは、第2の電圧変換回路から第2の負荷への通電を制御し得るスイッチであればよく、必ずしも第2の電圧変換回路 $VC2$ と第2の負荷 $L_d2$ との間に挿入されたスイッチである必要はない。

#### 【0094】

例えば、図4に示したように、第2の電圧変換回路 $VC2$ を構成する第2のブリッジ回路 $B2$ の2つのレグの上側アーム及び下側アームをそれぞれサイリスタ $Th1$ 、 $Th2$ 及びM

10

20

30

40

50

OSFET F21, F22により構成して、MOSFET F21, F22により第2のスイッチ手段を構成するとともに、第2のブリッジ回路B2の上側アームを構成するサイリスタと下側アームを構成するMOSFET F21, F22のドレインソース間に形成された寄生ダイオードとにより第2の整流回路を構成して、サイリスタTh1, Th2に通電制御用スイッチとしての機能を持たせるようにしてもよい。この場合、スイッチ制御部CUは、内燃機関の始動が完了するまでの間第2の電圧変換回路VC2のサイリスタTh1, Th2へのトリガ信号の供給を停止し、内燃機関の始動が完了した後にサイリスタTh1, Th2へのトリガ信号の供給を行なうように構成しておく。

【0095】

上記の実施形態のように、第1の発電コイルWaの出力電圧を、第1の発電コイルWaを流れる電流自体をチョッパ制御した場合に得られる出力電圧よりも更に高い電圧まで昇圧するためには、第1の発電コイルWaを流れる電流と、該第1の発電コイルに磁氣的に密に結合された第2の発電コイルWbを流れる電流とを同時にチョッパ制御することが望ましいが、第2の発電コイルWbの巻数を第1の発電コイルWaの巻数よりも多くして、第2の発電コイルWbのインダクタンスLを第1の発電コイルWaのインダクタンスよりも大きくすることができる場合には、第1の発電コイルWaを流れる電流をチョッパ制御しなくても、第2の発電コイルWbを流れる電流を遮断した際に第2の発電コイルWbから放出されるエネルギーにより、第1の発電コイルWaの誘起電圧を、該第1の発電コイルWaを流れる電流のみをチョッパ制御するようにした場合よりも高い電圧まで昇圧することができる。従って、第1の発電コイルから出力される電圧を、該第1の発電コイルを流れる電流のみをチョッパ制御した場合よりは高くする必要はあるが、第1の発電コイルを流れる電流及び第2の発電コイルを流れる電流の双方をチョッパ制御した場合に得られる電圧程高くする必要がない場合には、第2の発電コイルWbの巻数を第1の発電コイルWaの巻数よりも多くしておいて、第2の発電コイルWbを流れる電流のみをチョッパ制御することにより第1の発電コイルから出力される電圧を昇圧する構成をとることもできる。

【0096】

上記のように構成する場合には、図5に示すように、第1の電圧変換回路VC1を、ブリッジの上側アームを構成するダイオードD11, D12と、ブリッジの下側アームを構成するダイオードDa1及びDa2とを備えたフルブリッジ型のダイオードブリッジ整流回路により構成し、第2の電圧変換回路VC2のみを、ダイオードD21, D22とMOSFET F21, F22との混合ブリッジ回路により構成する。この場合、スイッチ制御部CUは、通電制御用スイッチCSをオフ状態にして第2の電圧変換回路から第2の負荷への通電を阻止するか、又は第2の発電コイルWbから第2の負荷Ld2に流れる電流を制限するように通電制御用スイッチCSをオンオフさせた状態で、第1の負荷Ld1に供給される電圧を昇圧させるべくMOSFET F21, F22(第2のスイッチ手段)のオンオフ制御を行うように構成しておく。

【0097】

上記の実施形態では、図6に示すように、第1の発電コイルWaを構成する単位コイルと第2の発電コイルWbを構成する単位コイルとを隣り合う歯部に巻回することにより、第1の発電コイルと第2の発電コイルとを磁氣的に密に結合しているが、図7に示すように、第1の発電コイルWaを構成する各単位コイルを、第2の発電コイルWbを構成する何れかの単位コイルと対をなすように設けて、第1の発電コイル及び第2の発電コイルの各対をなす単位コイルを電機子鉄心の同じ歯部に巻回することにより、第1の発電コイルと第2の発電コイルとを磁氣的に密に結合するようにしてもよい。

【0098】

図7に示した例では、第1の発電コイルWaを単位コイルW1a~W13aにより構成すると共に、第2の発電コイルWbを単位コイルW1b~W13bにより構成している。そして、単位コイルW1a~W13aがそれぞれ単位コイルW1b~W13bと対をなすようにして、対をなす単位コイル(W1a, W1b), (W2a, W2b), ..., (W13a, W13b)をそれぞれ電機

10

20

30

40

50

子鉄心の歯部 T 1 ~ T 1 3 に巻回するようにしている。

【 0 0 9 9 】

図 7 に示した例では、各対をなす単位コイルを電機子鉄心の径方向に並べた状態で同じ歯部に巻回しているが、対をなす単位コイルは同じ歯部に重ね巻するようによい。

【 0 1 0 0 】

上記の実施形態では、発電機内に第 1 の発電コイルないし第 3 の発電コイルが設けられているが、発電機内に更に他の発電コイルが設けられていてもよい。

【 0 1 0 1 】

上記の実施形態では、電圧変換回路に設ける第 1 のスイッチ手段及び第 2 のスイッチ手段を M O S F E T により構成しているが、第 1 のスイッチ手段及び第 2 のスイッチ手段はオンオフ制御が可能な他の半導体スイッチ素子により構成すればよく、I G B T 等の他のスイッチ素子により第 1 のスイッチ手段及び第 2 のスイッチ手段を構成することもできる。第 1 のスイッチ手段及び第 2 のスイッチ手段を構成するスイッチ素子が、寄生ダイオードを有していない場合には、第 1 のスイッチ手段及び第 2 のスイッチ手段をそれぞれ構成するスイッチ素子と並列にダイオードを接続しておく。

【 0 1 0 2 】

上記の実施形態では、第 1 の電圧変換回路 V C 1 及び第 2 の電圧変換回路 V C 2 をそれぞれ構成する全波整流回路において、ダイオード又はサイリスタをブリッジの上側アームに配置し、第 1 のスイッチ手段又は第 2 のスイッチ手段を構成するスイッチ素子（上記実施形態では M O S F E T ）をブリッジの下側アームに配置しているが、第 1 のスイッチ手段及び第 2 のスイッチ手段は、オン状態になったときに第 1 の発電コイル及び第 2 の発電コイルを短絡するように設ければよく、第 1 のスイッチ手段又は第 2 のスイッチ手段を構成するスイッチ素子をブリッジ回路の上側アームに配置し、ダイオード又はサイリスタをブリッジの下側アームに配置するようによい。

【 0 1 0 3 】

上記の実施形態では、発電機が単相交流電圧を出力するように構成したが、発電機が三相交流電圧を出力するように構成される場合にも本発明を適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 4 】

- 1 磁石回転子
- 1 0 1 回転子ヨーク
- M 1 ~ M 1 8 永久磁石
- 2 固定子
- 2 0 1 電機子鉄心
- T 1 ~ T 1 8 電機子鉄心の歯部
- W 1 ~ W 1 8 単位コイル
- W 1 a ~ W 1 3 a 単位コイル
- W 1 b ~ W 1 3 b 単位コイル
- W a 第 1 の発電コイル
- W b 第 2 の発電コイル
- W c 第 3 の発電コイル
- V C 1 第 1 の電圧変換回路
- V C 2 第 2 の電圧変換回路
- B 1 第 1 のブリッジ回路
- B 2 第 2 のブリッジ回路
- C S 通電制御用スイッチ
- L d 1 第 1 の負荷
- L d 2 第 2 の負荷
- C U スイッチ制御部
- F 1 1 , F 1 2 , F 2 1 , F 2 2 M O S F E T

10

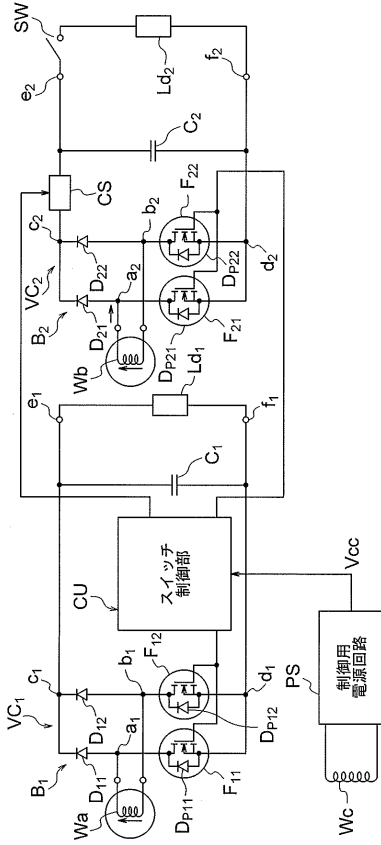
20

30

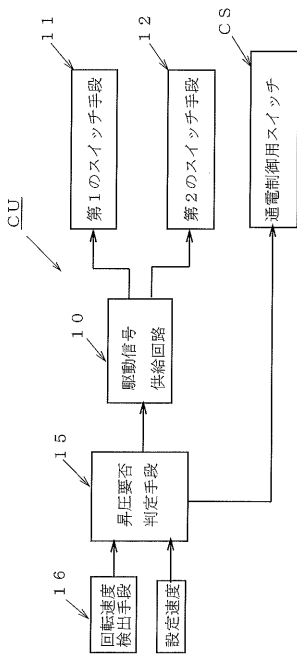
40

50

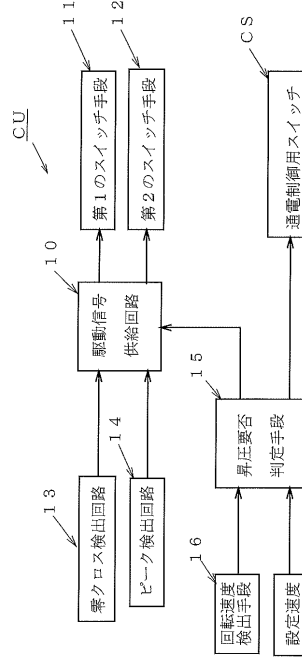
【図1】



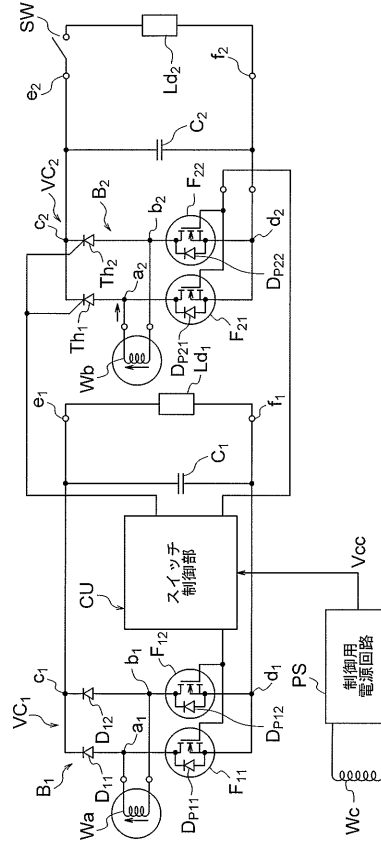
【図3】



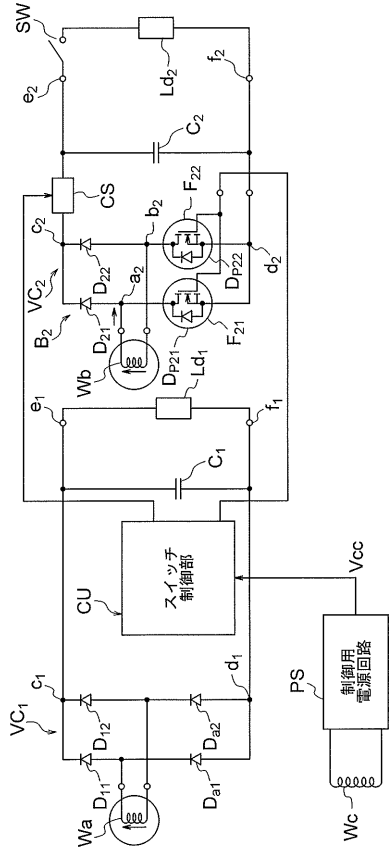
【図2】



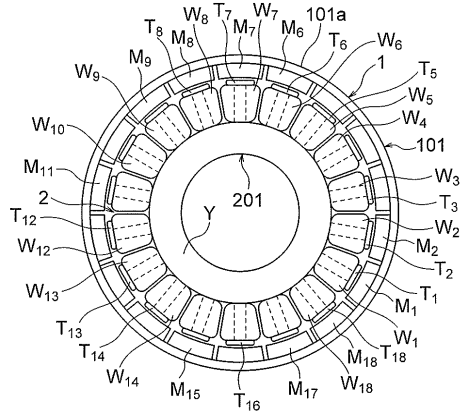
【図4】



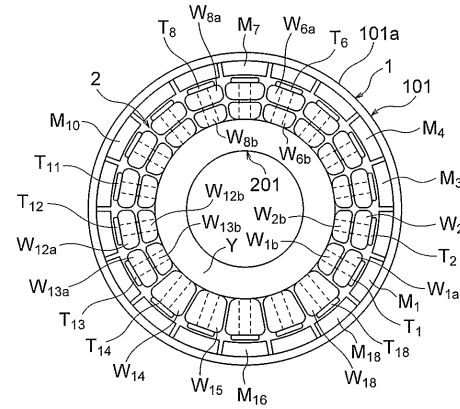
【図5】



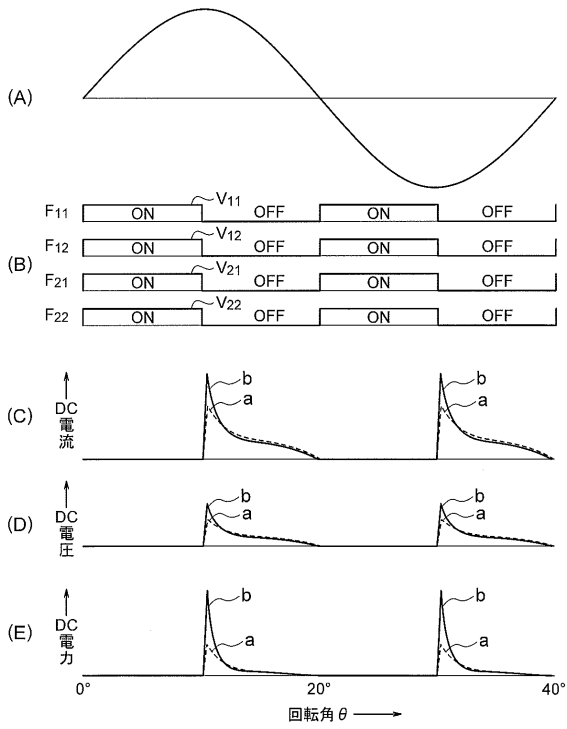
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

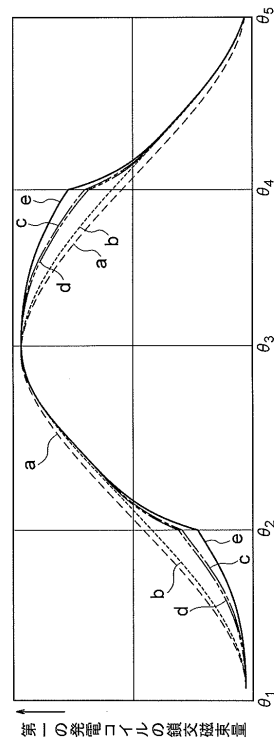
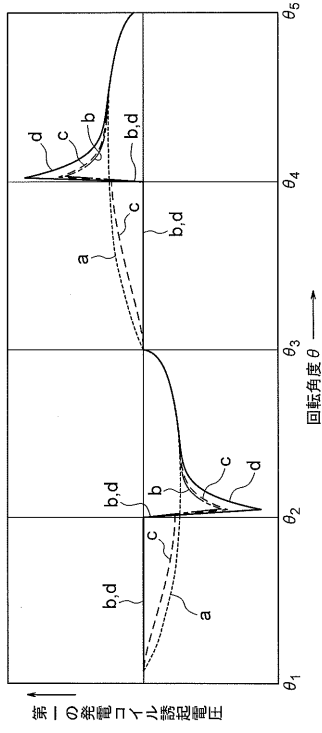
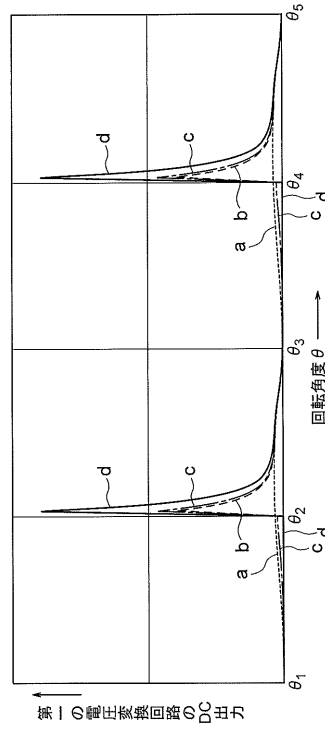


図1の縦軸Yのスケールは任意

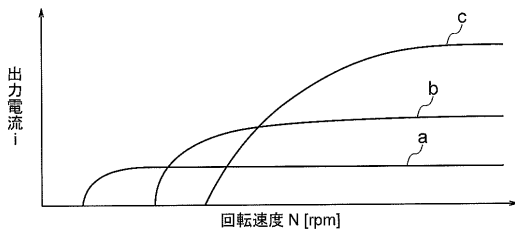
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

審査官 池田 貴俊

- (56)参考文献 特開2005-245144(JP,A)  
特開平11-234992(JP,A)  
特開2013-146131(JP,A)  
特開2003-079004(JP,A)  
米国特許第06414400(US,B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02P 9/30  
H02P 9/48  
H02P 101/25  
H02P 103/20