

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6492901号  
(P6492901)

(45) 発行日 平成31年4月3日 (2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日 (2019.3.15)

(51) Int.Cl.

F I

**B 6 O W** 10/08 (2006.01)

B 6 O W 10/08 9 O O

**B 6 O W** 20/00 (2016.01)

B 6 O W 20/00 Z H V

**H O 2 P** 27/06 (2006.01)

H O 2 P 27/06

**F O 2 N** 11/04 (2006.01)

F O 2 N 11/04 A

**F O 2 N** 11/08 (2006.01)

F O 2 N 11/08 L

請求項の数 8 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-78198 (P2015-78198)  
 (22) 出願日 平成27年4月7日 (2015.4.7)  
 (65) 公開番号 特開2016-201861 (P2016-201861A)  
 (43) 公開日 平成28年12月1日 (2016.12.1)  
 審査請求日 平成30年3月12日 (2018.3.12)

(73) 特許権者 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地  
 (74) 代理人 100080045  
 弁理士 石黒 健二  
 (74) 代理人 100124752  
 弁理士 長谷 真司  
 (72) 発明者 寺田 金千代  
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
 社デンソー内

審査官 増子 真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3 相の巻線 ( 7 U ~ 7 W ) を有する回転電機 ( 4 ) と、前記巻線 ( 7 U ~ 7 W ) への電圧の印加をオンオフするスイッチ ( S ) と、このスイッチ ( S ) に指令を与えて前記回転電機 ( 4 ) の動作を制御する制御手段 ( 6 ) とを備え、

この制御手段 ( 6 ) による制御に基づき、バッテリー ( 2 ) から給電して前記回転電機 ( 4 ) を電動機として動作させるとともに、この電動機としての動作により発生する出力によって内燃機関 ( 3 ) の出力をアシストする車両用の電動機装置 ( 1 ) において、

前記内燃機関 ( 3 ) の回転数を検出する回転数検出手段 ( 1 2 ) を備え、

前記制御手段 ( 6 ) は、

前記 3 相の巻線 ( 7 U ~ 7 W ) に前記バッテリー ( 2 ) の電圧を印加するときに高電位側になる前記巻線 ( 7 U ~ 7 W ) の組合せとして、第 1 組合せ ( 7 W、7 U )、第 2 組合せ ( 7 U、7 V ) および第 3 組合せ ( 7 V、7 W ) を順次繰り返す 3 相モードと、

前記第 1 組合せ ( 7 W、7 U )、前記第 2 組合せ ( 7 U、7 V ) および前記第 3 組合せ ( 7 V、7 W ) の内、少なくとも 1 つの組合せを実行しない 2 相モードとを有し、

さらに、前記制御手段 ( 6 ) は、前記内燃機関 ( 3 ) の回転数に対する第 1 の閾値 ( C 0 ) を有し、前記回転数検出手段 ( 1 2 ) による検出値が前記第 1 の閾値 ( C 0 ) よりも大きいときに、前記 2 相モードを使用し、

前記電動機装置 ( 1 ) は、さらに、前記内燃機関 ( 3 ) の行程を判定する行程判定手段 ( 1 7 ) を備え、

10

20

前記制御手段（６）は、前記行程判定手段（１７）による判定の結果に応じて、前記回転電機（４）を前記電動機として動作させるか否かを決めることを特徴とする電動機装置（１）。

【請求項２】

請求項１に記載の電動機装置（１）において、

前記制御手段（６）は、前記２相モードとして３つ以上の選択肢を有し、前記２相モードを使用するときに、前記３つ以上の選択肢の内、少なくとも２つを順次切り替えることを特徴とする電動機装置（１）。

【請求項３】

請求項１または請求項２に記載の電動機装置（１）において、

前記回転電機（４）は、前記巻線（７Ｕ～７Ｗ）の内、前記バッテリー（２）からの給電により通電される部分のターン数である実ターン数を相毎で可変にしたものであり、

前記制御手段（６）は、相毎に前記実ターン数を変更することを特徴とする電動機装置（１）。

【請求項４】

請求項３に記載の電動機装置（１）において、

前記制御手段（６）は、前記内燃機関（３）の回転数に対する第２の閾値を有し、前記回転数検出手段（１２）による検出値と前記第２の閾値との比較の結果に応じて、相毎に前記実ターン数を変更することを特徴とする電動機装置（１）。

【請求項５】

請求項１ないし請求項４の内のいずれか１つに記載の電動機装置（１）において、

前記回転電機（４）を前記電動機として動作させる期間には、前記行程判定手段（１７）により圧縮行程であると判定された時期が含まれることを特徴とする電動機装置（１）。

【請求項６】

請求項１ないし請求項５の内のいずれか１つに記載の電動機装置（１）において、

前記バッテリー（２）の電圧を検出する電圧検出手段（１５）を備え、

前記制御手段（６）は、前記電圧検出手段（１５）による検出値の経時変化を用いて予測される前記バッテリー（２）の充電収支、または、前記内燃機関（３）を始動するときの前記電圧検出手段（１５）による検出値に基づき、前記回転電機（４）を前記電動機として動作させるか否かを決めることを特徴とする電動機装置（１）。

【請求項７】

請求項１ないし請求項６の内のいずれか１つに記載の電動機装置（１）において、

前記回転電機（４）の回転子は、前記内燃機関（３）のクランクシャフトに直結されていることを特徴とする電動機装置（１）。

【請求項８】

請求項１ないし請求項７の内のいずれか１つに記載の電動機装置（１）において、

前記３相の巻線（７Ｕ～７Ｗ）に接続するインバータ回路（５）を有し、

前記回転電機（４）は、前記インバータ回路（５）が有する半導体スイッチ（Ｓ）のオンオフを操作することで、前記回転電機（４）の動作を制御し、

前記制御手段（６）は、前記インバータ回路（５）の操作でオンされていない前記半導体スイッチ（Ｓ）に付随する寄生ダイオードによる前記バッテリー（２）の充電を制御することを特徴とする電動機装置（１）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、内燃機関の出力をアシストする車両用の電動機装置に関する。

【背景技術】

## 【0002】

従来から、回転電機を電動機として動作させる電動機装置では、コストダウンおよび小型化を進めるべく、様々な取り組みがなされている。

例えば、特許文献1では、回転電機の各相の巻線への通電をオンオフするスイッチング手段として、複数の3相ブリッジ回路を備える電動機装置が開示されている。

## 【0003】

また、特許文献1の電動機装置では、複数の3相ブリッジ回路が有する半導体スイッチを1チップのMOSFETで構成し、それぞれの3相ブリッジ回路はスイッチングタイミングが互いにずれるように制御される。

これにより、特許文献1では、半導体スイッチのターンオフによる電流遮断時の過渡的なチップ温度の上昇を抑制することができるので、電動機装置のコストダウンおよび小型化を達成することができるとしている。

10

## 【0004】

しかし、電動機装置のコストダウンおよび小型化の要請は高く、特に、内燃機関の出力をアシストする車両用の電動機装置では、更なるコストダウンおよび小型化に対する要請が極めて高い。このため、電動機装置のコストダウンおよび小型化に関し、更なる改善策が求められている。

なお、以下の特許文献2～5は、電動機装置のコストダウンおよび小型化の達成を直接的に述べていないが、概要を略記する。

## 【0005】

20

まず、特許文献2、3は、電動機装置の駆動対象の負荷に応じて最適な制御を可能とするため、バッテリーからの給電により通電されるターン数（以下、実ターン数と呼ぶ。）を、リレースイッチにより相毎で変更可能とする。

これにより、例えば、低速高トルクの出力が必要なときには、相毎の実ターン数を増やし、高速低トルクの出力が必要なときには、相毎の実ターン数を減らすことで、低回転から高回転までトルクの発生を可能にして作業性を改善することができるとしている。

## 【0006】

次に、特許文献4は、エンジン始動装置において、回転電機であるスタータモータの最大トルクを「圧縮乗り越し最大クランキングトルク」の60%以下に設定する構成を開示する。そして、この構成により、慣性マスを低減してドライバビリティを改善することができるとしている。

30

さらに、特許文献5は、巻線界磁型の回転電機を備える電動機装置において、界磁電流の制限値を回転速度に応じて可変にすることで、安全性を高めることができるとしている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】国際公開第2012/080266号パンフレット

【特許文献2】特開2014-058825号公報

【特許文献3】特許第3968673号公報

40

【特許文献4】特許第4039604号公報

【特許文献5】国際公開第2014/080486号パンフレット

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、車両用の電動機装置において、コストダウンおよび小型化を促進することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本願の第1発明によれば、電動機装置は、3相の巻線を有する回転電機と、巻線への電

50

圧の印加をオンオフするスイッチと、スイッチに指令を与えて回転電機の動作を制御する制御手段とを備える。また、電動機装置は、車両用であり、制御手段による制御に基づき、バッテリーから給電して回転電機を電動機として動作させるとともに、電動機としての動作により発生する出力によって内燃機関の出力をアシストする。

#### 【0010】

また、電動機装置は、内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段を備え、制御手段は、次の2相モードおよび3相モードを有する。

すなわち、3相モードは、3相の巻線（U～W）にバッテリーの電圧を印加するときに高電位側になる巻線の組合せとして、第1組合せ（W、U）、第2組合せ（U、V）および第3組合せ（V、W）を順次繰り返すモードである。また、2相モードは、第1組合せ（W、U）、第2組合せ（U、V）および第3組合せ（V、W）の内、少なくとも1つの組合せを実行しないモードである。さらに、制御手段は、内燃機関の回転数に対する第1の閾値を有し、回転数検出手段による検出値が第1の閾値よりも大きいときに、2相モードを使用する。

10

さらに、電動機装置は、内燃機関の行程を判定する行程判定手段を備える。そして、制御手段は、行程判定手段による判定の結果に応じて、回転電機を電動機として動作させるか否かを決める。

#### 【0011】

これにより、2相モードを使用することで、回転電機を電動機として動作させるのに必要な消費電力を低減することができるとともに、スイッチや巻線への通電を分散させて発熱を抑えることができる。また、2相モードの使用により回転電機の回転駆動力が低下しても、内燃機関による回転電機の連れ回しを利用することで、逆転や停止を防止することができる。このため、車両用の電動機装置において、コストダウンおよび小型化を促進することができる。

20

また、内燃機関の行程に応じて、より細かく、回転電機の動作を電動機と発電機との間で切り替えることで、さらに、燃費低減効果を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0012】

【図1】電動機装置の全体構成図である（参考例1）。

【図2A】大モードの動作におけるスイッチのオンオフの推移を示す推移図である（参考例1）。

30

【図2B】インバータに対する操作においてスイッチの内、オンオフするものの組合せの一例を示す表である（参考例1）。

【図3】回転電機を電動機として動作させたときの回転数とトルクとの相関である（参考例1）。

【図4】電動機装置の動作例を示す特性図である（参考例1）。

【図5】電動機装置の全体構成図である（参考例2）。

【図6】インバータに対する操作においてスイッチの内、オンオフするものの組合せを示す表である（参考例2）。

【図7】（a）は回転電機を電動機として動作させたときの回転数とトルクとの相関であり、（b）は回転電機を発電機として動作させたときの回転数と発電電流との相関である（参考例2）。

40

【図8】電動機装置の全体構成図である（実施例1）。

【図9】内燃機関の行程別の電動機と発電機との切替推移を示すタイムチャートである（実施例1）。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0013】

以下、発明を実施するための形態を、実施例を用いて説明する。なお、実施例は具体的な一例を開示するものであり、本発明が実施例に限定されないことは言うまでもない。

#### 【実施例】

50

## 【 0 0 1 4 】

## 〔 参考例 1 の構成 〕

参考例 1 の電動機装置 1 の構成を、図 1 を用いて説明する。

電動機装置 1 は、車両に設けられるものであり、車載バッテリー（以下、単にバッテリー 2 と呼ぶ。）からの給電により出力を発生させて内燃機関 3 を始動したり、内燃機関 3 の出力をアシストしたり、内燃機関 3 の駆動力により誘起される電圧によってバッテリー 2 を充電したりするものであり、電動機と発電機の機能を両方併せ持つ（以下、電動機装置 1 をシステム 1 と呼ぶ。）。

そして、システム 1 は、以下の回転電機 4、インバータ回路 5、および、制御手段 6 を備える。

10

## 【 0 0 1 5 】

まず、回転電機 4 は、内燃機関 3 を始動したり、内燃機関 3 の出力をアシストしたりする電動機、または、バッテリー 2 を充電する発電機として動作するものであり、例えば、固定子に U 相、V 相および W 相の 3 相の巻線 7 U、7 V、7 W がスター結線され、回転子に永久磁石が内蔵されたものである。

なお、回転電機 4 の回転子は、内燃機関 3 のクランクシャフトに直結されている。また、回転電機 4 には、回転子の磁石位置を検出する位置センサ 4 a が付設されており、位置センサ 4 a は、固定子の極間隔で配置された 3 個のホールセンサ P U、P V、P W からなる。

## 【 0 0 1 6 】

20

次に、インバータ回路 5 は、2 つの半導体スイッチが直列に接続し、かつ、2 つの半導体スイッチの直列接続が 3 つ並列に接続した 3 相ブリッジ回路である（以下、半導体スイッチをスイッチ S と呼ぶ。）。

そして、インバータ回路 5 では、直列接続の一方の端子がバッテリー 2 のプラス極に接続するとともに、他方の端子がアースに接続し、さらに、直列接続の 3 つの midpoint がそれぞれ U 端子 9 U、V 端子 9 V、W 端子 9 W に接続している。

また、インバータ回路 5 には平滑コンデンサ 1 0 が並列に接続している。さらに、スイッチ S は、例えば、N チャネル型のパワー MOS F E T である。

## 【 0 0 1 7 】

以下の説明では、インバータ回路 5 の 3 つの直列接続の内、midpoint が U 端子 9 U に接続するものに含まれる 2 つのスイッチ S に関し、高電位側のスイッチ S をそれぞれスイッチ S u p、S u n と呼ぶことがある。また、midpoint が V 端子 9 V に接続するものに含まれる 2 つのスイッチ S に関し、高電位側のスイッチ S をそれぞれスイッチ S v p、S v n と呼ぶことがある。さらに、midpoint が W 端子 9 W に接続するものに含まれる 2 つのスイッチ S に関し、高電位側のスイッチ S をそれぞれスイッチ S w p、S w n と呼ぶことがある。

30

## 【 0 0 1 8 】

次に、制御手段 6 は、回転電機 4 の動作を制御する電子制御ユニット（E C U）であり、例えば、入力された信号を処理する入力回路、入力された信号に基づき制御処理や演算処理を行う C P U、制御処理や演算処理に必要なデータやプログラム等を記憶して保持する各種のメモリ、C P U の処理結果に基づき必要な信号を出力する出力回路等を有する。

40

## 【 0 0 1 9 】

また、制御手段 6 は、回転電機 4 の動作を制御するため、インバータ回路 5 が有する 6 個のスイッチ Sの中から、逐次、オンオフするものを選択するとともに、逐次、オンオフすべきスイッチ S を変更する。

## 【 0 0 2 0 】

そして、制御手段 6 は、回転電機 4 を電動機として動作させる制御に関して、次の 3 相モード、および、2 相モードを有する（図 2 B 参照。）。

ここで、図 2 A は、電動機としての動作におけるスイッチ S のオンオフの推移を、内燃機関 3 の回転数 N e を横軸として示すものであり、図 2 B は、3 相、2 相モードのそれぞ

50

れにおいて、6個のスイッチSの内、オンオフするものの組合せの一例を示すものである。

【0021】

まず、3相モードは、巻線7U～7Wへ電圧を印加する周知の3相電動機の駆動モードであり、巻線7U～7Wにバッテリー2の電圧を印加するとき高電位側になる巻線7U～7Wの組合せとして、次の第1～第3組合せを繰り返すモードである。

ここで、第1組合せは巻線7W、7Uが高電位側になる組合せであり、図2Bの第1パターンにより実現する。また、第2組合せは巻線7U、7Vが高電位側になる組合せであり、図2Bの第2パターンにより実現する。さらに、第3組合せは巻線7V、7Wが高電位側になる組合せであり、図2Bの第3パターンにより実現する。

10

【0022】

次に、2相モードは、第1～第3組合せの内、少なくとも1つの組合せを実行しないモードである。ここで、図2Bには、2相モードとして、第1～第3組合せをいずれも実行しない4つのモード(2相モード1～4として図示している。)を例示している。

まず、2相モード1は、第4、第5、第20パターンを繰り返し実施することにより、巻線7Uのみ高電位側にあつて巻線7U、7Vへ電圧が印加される状態、巻線7Vのみ高電位側にあつて巻線7V、7Wへ電圧が印加される状態、および、巻線7U～7Wのいずれにも電圧が印加されない状態を繰り返す。

【0023】

また、2相モード2は、第20、第5、第6パターンを繰り返し実施することにより、巻線7U～7Wのいずれにも電圧が印加されない状態、巻線7Vのみ高電位側にあつて巻線7V、7Wへ電圧が印加される状態と、巻線7Wのみ高電位側にあつて巻線7W、7Uへ電圧が印加される状態とを繰り返す。

20

また、2相モード3は、第4、第20、第6パターンを繰り返し実施することにより、巻線7Uのみ高電位側にあつて巻線7U、7Vへ電圧が印加される状態、巻線7U～7Wのいずれにも電圧が印加されない状態、および、巻線7Wのみ高電位側にあつて巻線7W、7Uへ電圧が印加される状態を繰り返す。

【0024】

さらに、2相モード4は、第4～第6パターンを繰り返し実施することにより、巻線7Uのみ高電位側にあつて巻線7U、7Vへ電圧が印加される状態、巻線7Vのみ高電位側にあつて巻線7V、7Wへ電圧が印加される状態、および、巻線7Wのみ高電位側にあつて巻線7W、7Uへ電圧が印加される状態を繰り返す。

30

そして、2相モード1～4では、巻線7U～7W何れにも電圧を印加しない期間が繰り返し現れる。このため、2相モード1～4では、巻線7U～7W何れにも電圧を印加しない状態において、内燃機関3による連れ回しを利用して電動機としての回転を維持する。

【0025】

さらに、システム1は、内燃機関3の回転数を検出する回転数検出手段12を備え、制御手段6は、内燃機関3の回転数に対する第1の閾値C0を有し、回転数検出手段12による検出値が第1の閾値C0よりも大きいときに、内燃機関3による連れ回しが可能であると判断し、2相モードを使用する。

40

なお、回転数検出手段12は、例えば、内燃機関3のクランク角を検出する周知構造のクランク角センサである。すなわち、回転数検出手段12は、クランクシャフトの外周に設けた突起でクランク角を検出するものであり、内燃機関3の点火制御や燃料噴射制御に使用されている。

【0026】

ここで、図3に示すように、2相モード使用時の回転数とトルクとの相関は、3相モード使用時よりも低トルク、かつ、わずかに高速である。また、2相モード使用時には、内燃機関3による連れ回し可能な回転数に下限値が存在する。そして、回転数が下限値以下になると、電動機単体ではトルクが発生しない(回転電機4が回転しない)ので、3相モード固定で回転電機4を制御する必要がある。

50

このため、第1の閾値C0は、下限値よりも大きい数値に設定されている。

【0027】

なお、2相モード使用時には、2相モード1、2相モード2、2相モード3を順次切り替えてもよい。すなわち、2相モード1 2相モード2 2相モード3を順次繰り返すようにしてもよい。この場合、巻線7U~7WやスイッチSへの通電を分散させることができ、発熱を抑制することができる。このため、内燃機関3の回転数が高いときに懸念される発熱量を低減することができるので、装置の小型化やコストダウンを達成することができる。

【0028】

また、制御手段6は、インバータ5に対する操作でオンすべきものとして選択されていない半導体スイッチSに付随する寄生ダイオードによるバッテリー2の充電を制御する。例えば、第1パターンを選択している場合、オンすべきものとして選択されているスイッチSは、スイッチSup、Svnであり、巻線7U、7Vにバッテリー2から給電される。このため、例えば、巻線7Wに誘起される電圧は、スイッチSw nをオンオフ操作することでスイッチSw pに付随する寄生ダイオードによりレギュレートしながらバッテリー2に充電することができる(例えば、図2A中の丸で囲った部分を参照。)

【0029】

ここで、システム1の動作特性の一例を、図4を用いて説明する。

図4は、内燃機関3の回転数がN1とN2との間で推移する場合の、動作特性を例示したものである。図4において横軸は内燃機関3の回転数Neを示し、縦軸はバッテリー2とインバータ回路5との間に流れる電流Iを示し、発電機として動作する場合に流れる方向をプラスとしている。また、発電機、電動機として流れる電流をそれぞれ発電電流、モータ電流と呼んで実線で示している。さらに、他の電気負荷に流れる電流を電気負荷電流と呼んで点線で示している。

【0030】

これによれば、発電機としての動作では、発電電流が電気負荷電流よりも大きくなるように制御される。また、電動機としての動作では、内燃機関3の回転数が第1の閾値C0よりも小さい範囲では3相モードが選択され、第1の閾値C0よりも大きい範囲では2相モードが選択される。

そして、経時的に動作を見ると、回転数Neおよび電流Iは、内燃機関3の回転数やバッテリー2の充電収支に応じて、発電電流の実線と、モータ電流の実線との間を往来する。

【0031】

〔参考例1の効果〕

参考例1のシステム1によれば、制御手段6は、3相モードおよび2相モードを有し、回転数検出手段12による検出値が第1の閾値C0よりも大きいときに、2相モードを使用する。

これにより、2相モードを使用することで、回転電機4を電動機として動作させるのに必要な消費電力を低減することができるとともに、スイッチSや巻線7U~7Wへの通電を部分的に省略することで発熱を抑えることができる。また、2相モードの使用により回転電機4の回転駆動力が低下しても、内燃機関3による回転電機4の連れ回しを利用することで、逆転や停止を防止することができる。このため、システム1において、コストダウンおよび小型化を促進することができる。

【0032】

また、回転電機4の回転子は、内燃機関3のクランクシャフトに直結されているので、内燃機関3による回転電機4の連れ回しを効果的に利用することができる。

さらに、制御手段6は、インバータ操作でオンすべきものとして選択されていない半導体スイッチSに付随する寄生ダイオードによるバッテリー2の充電を制御する。

これにより、充電効率を高めることができる。

【0033】

〔参考例2の構成〕

10

20

30

40

50

参考例 2 のシステム 1 を、参考例 1 のシステム 1 と異なる点を中心に説明する。

参考例 2 のシステム 1 によれば、図 5 に示すように、巻線 7 U ~ 7 W に中間タップ 8 U、8 V、8 W を設けることで、実ターン数を相毎で可変にしている。

なお、実ターン数とは、巻線 7 U ~ 7 W のそれぞれの内、電動機としての動作においてバッテリー 2 からの給電により通電される部分のターン数、または、発電機としての動作において誘起電圧をバッテリー 2 に供給する部分のターン数である。

このため、回転電機 4 の巻線 7 U ~ 7 W では、電動機としての動作においてバッテリー 2 からの給電により通電される部分、または、発電機としての動作において誘起電圧をバッテリー 2 に供給する部分の抵抗値が可変である。

【 0 0 3 4 】

10

具体的には、巻線 7 U では、2 つの巻線 7 U 1、7 U 2 が直列接続しており、巻線 7 U 1、7 U 2 の接続部に中間タップ 8 U が設けられている。同様に、巻線 7 V では、2 つの巻線 7 V 1、7 V 2 が直列接続しており、巻線 7 V 1、7 V 2 の接続部に中間タップ 8 V が設けられており、巻線 7 W では、2 つの巻線 7 W 1、7 W 2 が直列接続しており、巻線 7 W 1、7 W 2 の接続部に中間タップ 8 W が設けられている。これにより、回転電機 4 では、実ターン数を相毎に可変となっている。

【 0 0 3 5 】

また、巻線 7 U 1、7 U 2、7 V 1、7 V 2、7 W 1、7 W 2 は全て互に同一ターン数であり、巻線 7 U 2、7 V 2、7 W 2 のそれぞれにおいて中間タップ 8 U、8 V、8 W を形成しない方の端子がスター結線されている。

20

なお、以下の説明では、巻線 7 U 1、7 V 1、7 W 1 のそれぞれにおいて中間タップ 8 U、8 V、8 W を形成しない方の端子を、U 端子 9 U、V 端子 9 V、W 端子 9 W とする。また、巻線 7 U 1、7 U 2、7 V 1、7 V 2、7 W 1、7 W 2 それぞれのターン数を、説明を簡単にするため、全て同一の整数 n とする。

【 0 0 3 6 】

次に、参考例 2 のシステム 1 は、インバータ回路 5 を 2 つ備える。

また、インバータ回路 5 は、両方とも、2 つのスイッチ S が直列に接続し、かつ、2 つの半導体スイッチ S の直列接続が 3 つ並列に接続した 3 相ブリッジ回路である。

【 0 0 3 7 】

そして、一方のインバータ回路 5 では、直列接続の一方の端子がバッテリー 2 のプラス極に接続するとともに、他方の端子がアースに接続し、さらに、直列接続の 3 つの midpoint がそれぞれ U 端子 9 U、V 端子 9 V、W 端子 9 W に接続している。また、他方のインバータ回路 5 では、直列接続の一方の端子がバッテリー 2 のプラス極に接続するとともに、他方の端子がアースに接続し、さらに、直列接続の 3 つの midpoint がそれぞれ中間タップ 8 U、8 V、8 W に接続している（以下、U 端子 9 U、V 端子 9 V、W 端子 9 W に接続するインバータ回路 5 をインバータ回路 5 a と呼び、中間タップ 8 U、8 V、8 W に接続するインバータ回路 5 をインバータ回路 5 b と呼ぶことがある。）。

30

【 0 0 3 8 】

なお、インバータ回路 5 には平滑コンデンサが並列に接続している。また、半導体スイッチ S は、例えば、N チャネル型のパワー MOSFET である。

40

以下の説明では、インバータ回路 5 a の 3 つの直列接続の内、midpoint が U 端子 9 U に接続するものに含まれる 2 つのスイッチ S に関し、高電位側、低電位側のスイッチ S をそれぞれスイッチ S<sub>up1</sub>、S<sub>un1</sub> と呼ぶことがある。また、midpoint が V 端子 9 V に接続するものに含まれる 2 つのスイッチ S に関し、高電位側、低電位側のスイッチ S をそれぞれスイッチ S<sub>vp1</sub>、S<sub>vn1</sub> と呼ぶことがある。さらに、midpoint が W 端子 9 W に接続するものに含まれる 2 つのスイッチ S に関し、高電位側、低電位側のスイッチ S をそれぞれスイッチ S<sub>wp1</sub>、S<sub>wn1</sub> と呼ぶことがある。

【 0 0 3 9 】

同様に、インバータ回路 5 b の 3 つの直列接続の内、midpoint が中間タップ 8 U に接続するものに含まれる 2 つのスイッチ S に関し、高電位側、低電位側のスイッチ S をそれぞれス

50



イッチ  $S_{up2}$ 、 $S_{un2}$  と呼ぶことがある。また、中点が中間タップ  $\underline{8V}$  に接続するものに含まれる 2 つのスイッチ  $S$  に関し、高電位側、低電位側のスイッチ  $S$  をそれぞれスイッチ  $S_{vp2}$ 、 $S_{vn2}$  と呼ぶことがある。さらに、中点が中間タップ  $\underline{8W}$  に接続するものに含まれる 2 つのスイッチ  $S$  に関し、高電位側、低電位側のスイッチ  $S$  をそれぞれスイッチ  $S_{wp2}$ 、 $S_{wn2}$  と呼ぶことがある。

【0040】

そして、参考例 2 のシステム 1 によれば、制御手段 6 は、インバータ回路 5 a、5 b が有する 12 個のスイッチ  $S$  の中から、逐次、オンオフするものを選択するとともに、逐次、選択すべきスイッチ  $S$  を変更する（以下、12 個のスイッチ  $S$  の中から、逐次、オンオフするものを選択するとともに、逐次、選択すべきスイッチ  $S$  を変更する操作をインバータ操作と呼ぶことがある。）。 10

【0041】

そして、制御手段 6 は、インバータ操作を実行することで、相毎に実ターン数を変更する。より具体的には、制御手段 6 は、インバータ操作において、全相の実ターン数に関し、 $2n$ 、 $3n$ 、 $4n$  の 3 つの数値の中から選択する。

例えば、電動機としての動作において巻線  $7U$ 、 $7V$  に給電する場合、スイッチ  $S_{up1}$ 、 $S_{vn1}$  をオンすべきものとして選択すると、巻線  $7U1$ 、 $7U2$ 、 $7V1$ 、 $7V2$  にバッテリー 2 から給電されるので、 $U$  相、 $V$  相それぞれの実ターン数は  $2n$ 、 $2n$  であり、全相の実ターン数は  $4n$  となる。

【0042】 20

また、スイッチ  $S_{up2}$ 、 $S_{vn2}$  をオンすべきものとして選択すると、巻線  $7U2$ 、 $7V2$  にバッテリー 2 から給電されるので、 $U$  相、 $V$  相それぞれの実ターン数は  $n$ 、 $n$  であり、全相の実ターン数は  $2n$  となる。

また、スイッチ  $S_{up1}$ 、 $S_{vn2}$  をオンすべきものとして選択すると、巻線  $7U1$ 、 $7U2$ 、 $7V2$  にバッテリー 2 から給電されるので、 $U$  相、 $V$  相それぞれの実ターン数は  $2n$ 、 $n$  であり、全相の実ターン数は  $3n$  となる。

【0043】

さらに、スイッチ  $S_{vn1}$ 、 $S_{up2}$  をオンすべきものとして選択すると、巻線  $7U2$ 、 $7V1$ 、 $7V2$  にバッテリー 2 から給電されるので、 $U$  相、 $V$  相それぞれの実ターン数は  $n$ 、 $2n$  であり、全相の実ターン数は  $3n$  となる。 30

以下、インバータ操作において、3 相の巻線  $7U \sim 7W$  の内、2 相にバッテリー 2 から電圧を印加したり、2 相から誘起電圧をバッテリー 2 に供給したりするときの全相の実ターン数として  $4n$ 、 $2n$ 、 $3n$  を選択するモードを、それぞれ、大モード、小モード、中モードと呼ぶ。

【0044】

以上により、システム 1 では、3 相、2 相モードのモード区分、および、大、小、中モードのモード区分が存在することになる。つまり、システム 1 では、インバータ操作の選択肢として、3 相モードかつ大モード、3 相モードかつ小モード、3 相モードかつ中モード、2 相モードかつ大モード、2 相モードかつ小モード、2 相モードかつ中モードの 6 通りが存在する。 40

【0045】

ここで、図 6 は、3 相モードかつ大モード、3 相モードかつ小モード、3 相モードかつ中モードのそれぞれにおいて、12 個のスイッチ  $S$  の内、オンオフするものの組合せを示すものである。

すなわち、3 相モードかつ大モード、および、3 相モードかつ小モードでは、それぞれ、第 7 ～ 第 9 パターン、第 10 ～ 第 12 パターンが順次繰り返される。また、3 相モードかつ中モードでは、第 13 ～ 第 15 パターン、または、第 16 ～ 第 18 パターンが順次繰り返される。なお、3 相モードかつ中モードでは、例えば、第 13 パターン 第 17 パターン 第 15 パターン 第 18 パターン のように、第 13 ～ 第 15 パターンのグループと、第 16 ～ 第 18 パターンのグループとを交互に繰り返すことで、巻線  $7U \sim 7W$  やス 50

イチ S の駆動電流による発熱を分散して抑制することができる。

なお、2 相モードかつ大モード、2 相モードかつ小モード、および、2 相モードかつ中モードに関しては、参考例 1 の 2 相モード 1 ~ 4 に準じるものであり、説明を省略する。

【0046】

また、回転電機 4 を電動機として動作させたときの回転数とトルクとの相関、および、回転電機 4 を発電機として動作させたときの回転数と発電電流との相関は、3 相モードかつ大モード、3 相モードかつ中モード、3 相モードかつ小モードのそれぞれで、例えば、図 7 に示すようになる。なお、回転数とトルクとの相関では、2 相モードかつ大モード、2 相モードかつ中モード、2 相モードかつ小モードのそれぞれの相関を併せて示した。

【0047】

図 7 によれば、電動機として動作では、大モードは、内燃機関 3 の回転数が低回転時から中速回転域であるときのアシストに適しており、中モードは、内燃機関 3 の回転数が、例えば、3000rpm 付近の中速域であるときのアシストに適しており、小モードは、内燃機関 3 の回転数が 5000rpm 付近以上の高回転域であるときのアシストに適している。

また、発電機として動作では、大モードは、実ターン数が多いことから内燃機関 3 の回転数が低回転域でも誘起電圧が高くなって充電可能であり、中モードは、内燃機関 3 の回転数が中速以上で充電可能であり、小モードは、内燃機関 3 の回転数が高速以上で充電可能である。

【0048】

さらに、参考例 2 のシステム 1 は、バッテリー 2 の電圧を検出する電圧検出手段 15 を備える（なお、電圧検出手段 15 は、例えば、周知構造の A/D 変換回路として設けられている。）

そして、制御手段 6 は、回転数検出手段 12 および電圧検出手段 15 の検出値に応じて、大、小、中モードの中から 1 つを選択してインバータ操作を実行し、回転電機 4 を電動機または発電機として動作させる。

まず、制御手段 6 は、電圧検出手段 15 による検出値の経時変化を用いて予測されるバッテリー 2 の充電収支、または、内燃機関 3 を始動するときの電圧検出手段 15 による検出値に基づき、回転電機 4 を電動機として動作させるか否かを決める。

【0049】

具体的には、予測されるバッテリー 2 の充電収支がマイナスである場合、または、内燃機関 3 を始動するときのバッテリー 2 の電圧の検出値が基準値よりも低い場合、制御手段 6 は、バッテリー 2 を充電する必要性が高いものとみなし、回転電機 4 が発電機として動作するように制御し、回転電機 4 を電動機として動作させない。つまり、制御手段 6 は、巻線 7 U ~ 7 W で誘起される電圧がバッテリー 2 の電圧よりも高くなるように、実ターン数を選択して発電機として動作させる。

【0050】

次に、制御手段 6 は、内燃機関 3 の回転数に対する第 2 の閾値 C1、C2 ( $C1 < C2$ ) を有し、回転電機 4 を電動機として動作させる場合、回転数検出手段 12 による検出値と閾値 C1、C2 との比較の結果に応じて、相毎に実ターン数を変更する。

そして、制御手段 6 は、回転数検出手段 12 による検出値が閾値 C1 よりも小さいときに大モードを採用して回転電機 4 を電動機として動作させ、低速高トルクの出力で内燃機関 3 をアシストする。

【0051】

また、制御手段 6 は、回転数検出手段 12 による検出値が閾値 C1 よりも大きく、かつ、閾値 C2 よりも小さいときに中モードを採用して回転電機 4 を電動機として動作させ、中速中トルクの出力で内燃機関 3 をアシストする。

さらに、制御手段 6 は、回転数検出手段 12 による検出値が閾値 C2 よりも大きいときに小モードを採用して回転電機 4 を電動機として動作させ、高速低トルクの出力で内燃機関 3 をアシストする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

## 〔 参考例 2 の効果 〕

参考例 2 のシステム 1 によれば、回転電機 4 は、各相の巻線 7 U ~ 7 W に中間タップ 8 を設けることで、実ターン数を相毎で可変にしている。

また、制御手段 6 は、2 つのインバータ回路 5 a、5 b が有するスイッチ S の中から、逐次、オンオフするものを選択するとともに、逐次、選択すべきスイッチ S を変更するインバータ操作を実行することで、回転電機 4 の動作を制御する。さらに、制御手段 6 は、インバータ操作を実行することで、相毎に実ターン数を変更する。

## 【 0 0 5 3 】

これにより、相毎に実ターン数を高速で増減することができるので、電動機または発電機としての出力を高速で変更したり、回転電機 4 の動作を電動機と発電機との間で高速で切り替えたりすることができる。このため、システム 1 において、燃費低減効果を高めることができる。

## 【 0 0 5 4 】

また、制御手段 6 は、内燃機関 3 の回転数に対する第 2 の閾値 C 1、C 2 を有し、回転数検出手段 1 2 による検出値と第 2 の閾値 C 1、C 2 との比較の結果に応じて、相毎に実ターン数を変更する。

これにより、内燃機関 3 の負荷変動に対し、回転電機 4 の出力を高速で変更することができる。

## 【 0 0 5 5 】

また、制御手段 6 は、電圧検出手段 1 5 による検出値の経時変化を用いて予測されるバッテリー 2 の充電収支、または、内燃機関 3 を始動するときの電圧検出手段 1 5 による検出値に基づき、回転電機 4 を電動機として動作させるか否かを決める。

これにより、回転電機 4 を電動機として動作させることによるバッテリー 2 の電圧変動が他の電気負荷に及ぼす影響を低減することができる。

## 【 0 0 5 6 】

## 〔 実施例 1 の構成 〕

実施例 1 のシステム 1 を実施例 2 のシステム 1 と異なる点を中心に説明する。

実施例 1 のシステム 1 は、内燃機関 3 の行程を判定する行程判定手段 1 7 を備える。そして、制御手段 6 は、行程判定手段 1 7 による判定の結果に応じて、回転電機 4 を電動機として動作させるか否かを決める。

ここで、行程判定手段 1 7 の機能は、制御手段 6 として機能する ECU により実現する。また、行程判定手段 1 7 は、例えば、回転数検出手段 1 2 から出力される信号（クランク角を示す信号）、および、内燃機関 3 の吸気圧を示す信号等により、内燃機関 3 の行程を判定する。

## 【 0 0 5 7 】

そして、制御手段 6 は、行程判定手段 1 7 により内燃機関 3 の行程が少なくとも圧縮行程または爆発行程であると判定されたときに、回転電機 4 を電動機として動作させる。例えば、図 9 に示すように、内燃機関 3 のアシストが特に有効であると考えられる圧縮行程の後半、爆発行程全般、および排気行程の前半に、回転電機 4 を電動機として動作させる。

## 【 0 0 5 8 】

なお、回転電機 4 を電動機として動作させる期間以外の時期では、制御手段 6 は、回転電機 4 を発電機として動作させる。また、制御手段 6 は、電動機として動作させる期間を、バッテリー 2 の充電収支に応じて延長したり、短縮したりする。つまり、バッテリー 2 の充電量が低下すると見込まれる場合、制御手段 6 は、電動機として動作させる期間を短縮する。

以上により、実施例 1 のシステム 1 によれば、内燃機関 3 の行程に応じて、より細かく、回転電機 4 の動作を電動機と発電機との間で切り替えることで、さらに、燃費低減効果を高めることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 9 】

また、実施例 1 のシステム 1 によれば、電動機として動作させる期間の中で、さらに内燃機関 3 による連れ回しが期待できる爆発行程や排気行程で 2 相モードを実施し、他の時期に 3 相モードを実施する。

これにより、2 相モードの使用によるシステム 1 のコストダウンおよび小型化を促進することができる。

## 【 0 0 6 0 】

## 〔 変形例 〕

本願発明の態様は実施例に限定されず、種々の変形例を考えることができる。

例えば、実施例 のシステム 1 によれば、相毎に中間タップ 8 U、8 V、8 W が 1 個ずつ設けられていたが、たとえば、中間タップ 8 U ~ 8 W を各々 2 個以上設けるとともに、中間タップ 8 U ~ 8 W の個数増加に応じてインバータ回路 5 を増やしてもよい。

## 【 0 0 6 1 】

また、実施例 1 のシステム 1 によれば、回転電機 4 の巻線 7 U ~ 7 W に中間タップ 8 U ~ 8 W を設けるとともに、巻線 7 U ~ 7 W に複数のインバータ回路 5 を接続することで、制御手段 6 による実ターン数の変更を可能にしていたが、例えば、相毎の実ターン数を可変にするため、各相の巻線 7 U ~ 7 W においてリレースイッチのオンオフにより相毎の実ターン数を増減するようにしてもよい。

## 【 0 0 6 2 】

また、実施例 の巻線 7 U ~ 7 W によれば、例えば、巻線 7 U において巻線 7 U 1、7 U 2 が直列に接続しており、巻線 7 U 1、7 U 2 の実ターン数を同一の n として説明したが、巻線 7 U ~ 7 W の態様はこのようなものに限定されない。例えば、巻線 7 U 1 を、実ターン数が n である 2 つの巻線を並列接続することで設けてもよい。

また、回転電機 4 の回転子の極数および固定子の極数は、3 相の電動発電機として一般的な 12 極、18 極に限定されず、巻線の結線方式として結線を採用してもよい。

また、回転電機 4 の動作を電動機と発電機との間で切り替える時期は、実施例 に限定されず、一定の時間間隔で切り替えてもよく、温度条件等に応じて切り替えてもよい。

## 【 0 0 6 3 】

また、減速時等にエンジンブレーキを増加させるため、制御手段 6 に、次の短絡モードを実行させてもよい。すなわち、短絡モードとは、インバータ操作により、巻線 7 U ~ 7 W の誘起電圧をアースに短絡させる制御モードであり、回転電機 4 を電動機や発電機として動作させる制御モードとは異なる。

## 【 0 0 6 4 】

ここで、実施例 1 のシステム 1 によれば、例えば、短絡モードにおいて、スイッチ S<sub>un1</sub>、S<sub>vn1</sub>、S<sub>wn1</sub> をオンして発電電流を短絡させてもよく、スイッチ S<sub>un1</sub>、S<sub>vn1</sub>、S<sub>wn1</sub> に加えてスイッチ S<sub>un2</sub>、S<sub>vn2</sub>、S<sub>wn2</sub> をオンしてもよい。

## 【 0 0 6 5 】

このとき、例えば、巻線 7 U 1、7 U 2、7 V 1、7 V 2 で発生した発電電流を短絡する場合、スイッチ S<sub>un1</sub>、S<sub>vn1</sub> をオンすることで短絡が可能であるが、スイッチ S<sub>un1</sub>、S<sub>vn1</sub> に加えてスイッチ S<sub>un2</sub>、S<sub>vn2</sub> をオンすることで、短絡時の発熱を分散することができるとともに、ブレーキ能力を高めることができる。

なお、発電、走行アシストおよびエンジンブレーキは、適宜、PWM 制御等により、その度合いを調節して最適化してもよい。また、短絡モードは、内燃機関 3 の行程に係わらず、定期間隔で実行してもよい。

## 【 0 0 6 6 】

さらに、実施例 のシステム 1 によれば、2 相モードとして、第 1 ~ 第 3 パターンをいずれも実行しないモードを例示したが、例えば、3 相モードの第 1 ~ 第 3 パターンの少なくとも 1 つだけ実行しないようにしてもよい。例えば、参考例 1 のシステム 1 において、第 1 パターン（巻線 7 W、7 U が高電位側になる組合せ）を実行せずに第 2、第 3 パターンを実行する場合、第 1 パターンに代えて第 4 パターンを採用し、第 4、第 2、第 3 パター

10

20

30

40

50

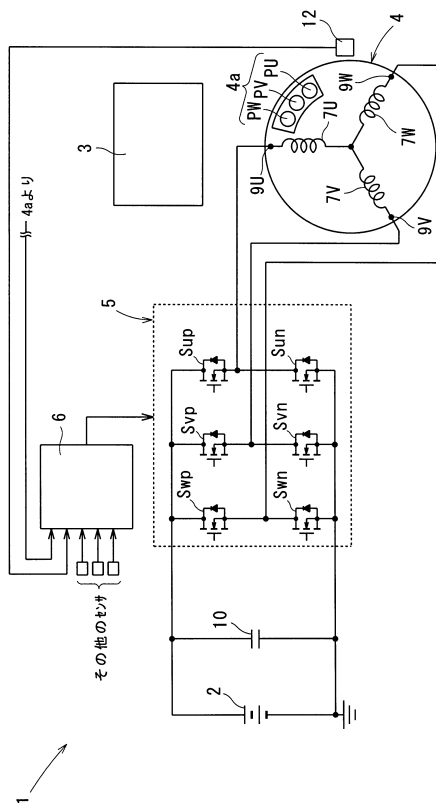
ンの 3 パターンを繰り返すことで、部分的に 2 相モードを実現してもよい。

【符号の説明】

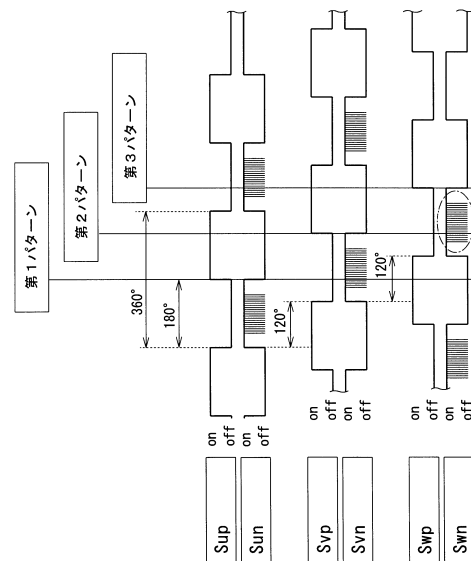
【 0 0 6 7 】

1 システム（電動機装置） 2 バッテリ 3 内燃機関 4 回転電機 6 制御手段  
7 U～7W 3相の巻線 1 2 回転数検出手段 C 0 第1の閾値 S スイッチ  
1 7 工程判定手段

【 図 1 】



【 図 2 A 】

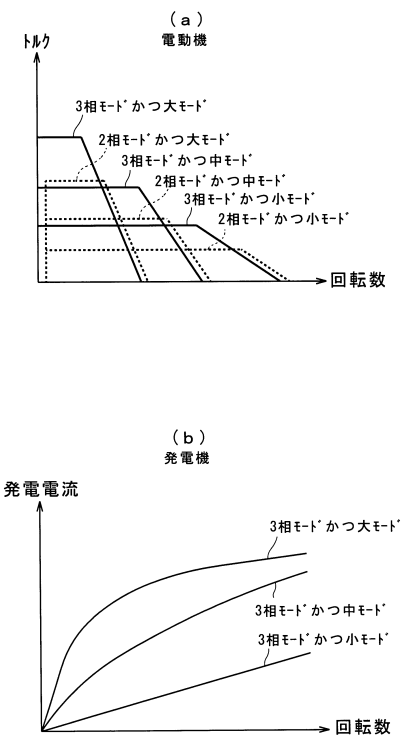




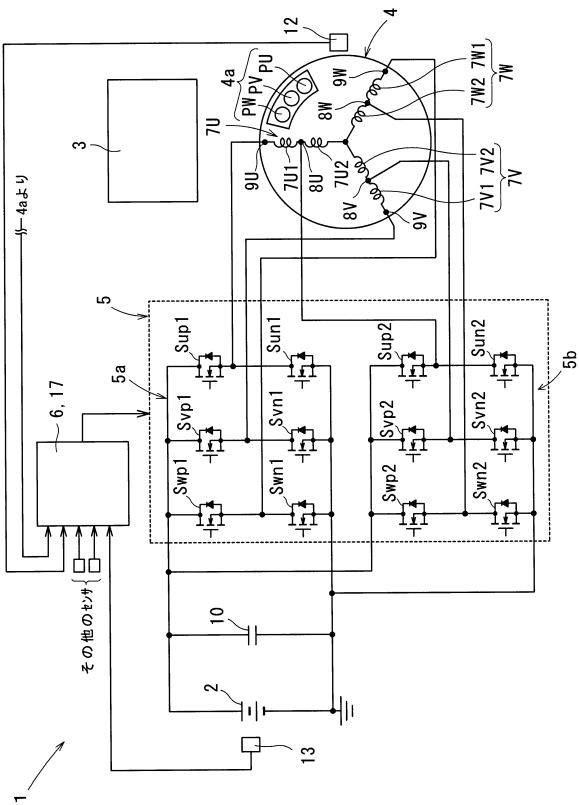
【図 6】

	第7 ハ'ター	第8 ハ'ター	第9 ハ'ター	第10 ハ'ター	第11 ハ'ター	第12 ハ'ター	第13 ハ'ター	第14 ハ'ター	第15 ハ'ター	第16 ハ'ター	第17 ハ'ター	第18 ハ'ター
出力	大モード	↓	↓	小モード	↓	↓	中モード	↓	↓	↓	↓	↓
Sup1	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
Sun1	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Svp1	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Svn1	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
Swp1	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
Sun2	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
Svp2	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
Svn2	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON
Swp2	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON
Sun2	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON
Svp2	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON
Svn2	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON
Swp2	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON

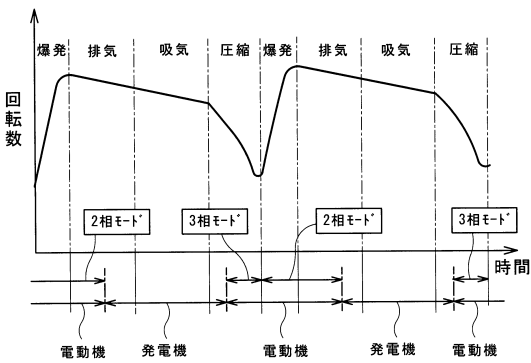
【図 7】



【図 8】



【図 9】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 2 N 11/08 V

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 3 0 2 2 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 2 8 8 8 5 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 4 - 5 8 8 2 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 2 7 1 7 5 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 5 7 8 1 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 6 0 K	6 / 2 0	-	6 / 5 4 7
B 6 0 W	1 0 / 0 0	-	2 0 / 5 0
F 0 2 N	1 / 0 0	-	9 9 / 0 0
H 0 2 P	2 1 / 0 0	-	2 5 / 0 3
H 0 2 P	2 5 / 0 4		
H 0 2 P	2 5 / 1 0	-	2 7 / 1 8