

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-284564  
(P2009-284564A)

(43) 公開日 平成21年12月3日(2009.12.3)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)	
<b>HO2P</b>	<b>9/14</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2P	9/14	G	5H006
<b>HO2P</b>	<b>9/04</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2P	9/04	L	5H590
<b>HO2M</b>	<b>7/12</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2M	7/12	A	

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2008-130966 (P2008-130966)  
(22) 出願日 平成20年5月19日 (2008.5.19)

(71) 出願人 00006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
(74) 代理人 100073759  
弁理士 大岩 増雄  
(74) 代理人 100093562  
弁理士 児玉 俊英  
(74) 代理人 100088199  
弁理士 竹中 考生  
(74) 代理人 100094916  
弁理士 村上 啓吾  
(72) 発明者 中島 健治  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

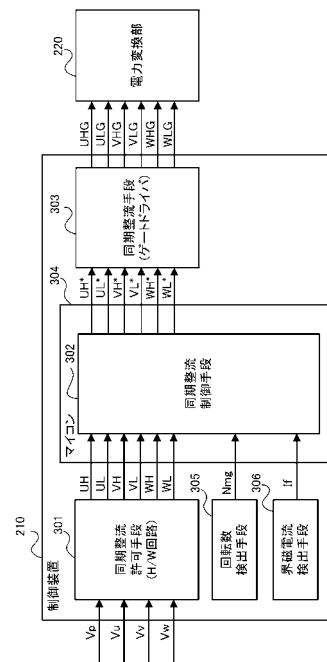
(54) 【発明の名称】 車両用電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】同期整流時に全相の同期整流許可信号に基づき同期整流制御部にて正確なスイッチングタイミングを演算し、高効率且つノイズに強く安定した電力を供給することができる車両用電力変換装置を提供する。

【解決手段】スイッチング素子に並列接続されたダイオードの導通状態の周期に対応した周期を有しそのダイオードに対応するスイッチング素子に対する同期整流の実施許可信号を発生する同期整流許可手段と、実施許可信号の周期に基づいてその実施許可信号に対応するスイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生する同期整流制御手段とを備え、同期整流制御手段からのスイッチングタイミング信号に基づいて対応するスイッチング素子をスイッチング制御して同期整流を実施するようにした。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

多相ブリッジ回路の各相の正極側アーム及び各相の負極側アームを構成し夫々並列接続されたダイオードを有する複数のスイッチング素子を備え、外部から駆動されて多相交流電力を発生する発電電動機と直流機器との間に接続され、前記多相交流電力の発生時に前記夫々のダイオードの導通状態に同期して前記夫々のダイオードに対応する前記スイッチング素子を導通させて同期整流を実施し得るように構成された車両用電力変換装置であって、前記ダイオードの導通状態の周期に対応した周期を有し前記ダイオードに対応する前記スイッチング素子に対する同期整流の実施許可信号を発生する同期整流許可手段と、前記実施許可信号の周期に基づいてその実施許可信号に対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生する同期整流制御手段とを備え、前記同期整流制御手段からの前記スイッチングタイミング信号に基づいて前記対応するスイッチング素子をスイッチング制御して前記同期整流を実施することを特徴とする車両用電力変換装置。

10

**【請求項 2】**

前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アーム及び負極側アームに対応する前記実施許可信号の周期に基づき、前記夫々の正極側アーム及び負極側アームに対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生することを特徴とする前記請求項1記載の車両用電力変換装置。

**【請求項 3】**

前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アーム及び負極側アームに対応する前記実施許可信号の周期のうち最小時間の周期を選択し、前記選択した最小時間の周期に基づいて前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生することを特徴とする前記請求項1記載の車両用電力変換装置。

20

**【請求項 4】**

前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アーム及び負極側アームに対応する前記実施許可信号の周期の平均時間を演算し、前記演算した平均時間に基づいて前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生することを特徴とする前記請求項1記載の車両用電力変換装置。

**【請求項 5】**

前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アームに対応する前記実施許可信号の周期のうち最小時間の周期に基づいて前記各相全ての前記正極側アームに対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生すると共に、前記各相全ての前記負極側アームに対応する前記実施許可信号の周期のうち最小時間の周期に基づいて前記各相全ての前記負極側アームに対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生することを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

30

**【請求項 6】**

前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アームに対応する前記実施許可信号の周期の平均時間を演算しその平均時間に基づいて前記各相全ての前記正極側アームに対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生すると共に、前記各相全ての前記負極側アームに対応する前記実施許可信号の周期の平均時間を演算しその平均時間に基づいて前記各相全ての前記負極側アームに対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生することを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

40

**【請求項 7】**

前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アーム及び負極側アームに対応する前記実施許可信号のうち何れか 1 つ以上の実施許可信号を選択し、前記選択した実施許可信号の周期に基づいて前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生することを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

**【請求項 8】**

前記同期整流制御手段は、前記実施許可信号のうち少なくとも 1 つの周期が所定値と異

50

なるときは、前記スイッチング信号の発生を停止し、前記同期整流の実施を停止することを特徴とする請求項1乃至7の何れか一項に記載の電力変換装置。

【請求項9】

前記発電電動機の界磁電流を検出する界磁電流検出手段と、前記発電電動機の回転数を検出する回転数検出手段と、前記回転数検出手段により検出した回転数に応じて前記同期整流の実施を停止すべき界磁電流値を演算する同期整流停止手段とを備え、前記同期整流制御手段は、前記界磁電流検出手段により検出した界磁電流の値が前記同期整流停止手段により演算された前記界磁電流値以下となったとき、前記スイッチングタイミング信号の発生を停止して前記同期整流の実施を停止することを特徴とする請求項1乃至8の何れか一項に記載の車両用電力変換装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、交流発電電動機と直流電源との間に接続される車両用電力変換装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

内燃機関を始動するために電動機として駆動動作を行ない、内燃機関駆動後は発電機として発電動作を行う車載用発電電動機（以下、単に、発電電動機と称する）を搭載した自動車等の車両には、バッテリー等の直流機器と交流機器である発電電動機との間の電力変換を行う車両用電力変換装置が用いられる。

20

【0003】

一般に、このような車両用電力変換装置は、発電電動機とバッテリーとの間に接続され、複数のスイッチング素子とこれらのスイッチング素子に並列接続されたダイオード素子（例えば、スイッチング素子に付随して設けられた寄生ダイオード）により構成されている。車両用電力変換機は、発電電動機が電動機として動作する場合には、スイッチング素子のオン期間とオフ期間との制御であるスイッチング制御を行なうことによりバッテリーからの直流電力を交流電力に変換して発電電動機に供給し、発電電動機が発電機として動作する場合には、発電電動機が発電した交流電力を前述のダイオードにより整流して直流電力に変換しバッテリーに供給する。

30

【0004】

従来、車両に搭載された回転電機の回転子の回転位置を位置検出手段により検出し、この検出した位置情報に基づいてスイッチング素子のスイッチング制御を行なうようにした車両用電力変換装置が既に提案されている（例えば、特許文献1参照）。又、近年では、ダイオード整流よりも効率がよく、素子の発熱も少ないことから、スイッチング素子による同期整流を用いた車両用電力変換装置が提案されている。

【0005】

【特許文献1】特開2002-218797号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0006】

通常、同期整流を用いた車両用電力変換装置は、発電電動機が発電を開始すると、スイッチング素子と並列に接続されたダイオードによってダイオード整流が行われ、その後、エンジンの回転速度が上昇し発電電動機での発電量が増加すると、ダイオード整流からスイッチング素子による同期整流へと移行する。

【0007】

しかしながら、このような車両用電力変換装置に於いて、同期整流制御部では実施許可信号に基づいてスイッチング素子のスイッチングタイミングが演算されるが、実施許可信号がノイズの影響で正確なタイミングが得られない場合、同期整流制御部は正確な許可信号が出力できないという課題があった。

50

## 【 0 0 0 8 】

又、同期整流制御部は、実施許可信号に基づき通電中心位置から徐々に通電幅を上げるようにスイッチング制御を行なうため、演算量が多くマイコンの演算負荷が大きくなるという課題があった。

## 【 0 0 0 9 】

又、特許文献 1 に記載された従来の装置では、回転子位置を検知する手段を用いてスイッチング素子の位相制御を行なうが、例えば負荷変動等により回転子位置が急激に変化するような場合に対しては、適応が難しかった。

## 【 0 0 1 0 】

この発明は、従来の装置に於ける前述の課題を解決するためになされたものであり、直流電力と交流電力との電力変換を行なう車両用電力変換装置に於いて、同期整流時に同期整流許可信号に基づき同期整流制御部にて正確なスイッチングタイミングを演算し、高効率且つノイズに強く安定した電力を供給することができる車両用電力変換装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 1 】

この発明による車両用電力変換装置は、多相ブリッジ回路の各相の正極側アーム及び各相の負極側アームを構成し夫々並列接続されたダイオードを有する複数のスイッチング素子を備え、外部から駆動されて多相交流電力を発生する発電電動機と直流機器との間に接続され、前記多相交流電力の発生時に前記夫々のダイオードの導通状態に同期して前記夫々のダイオードに対応する前記スイッチング素子を導通させて同期整流を実施し得るように構成された車両用電力変換装置であって、前記ダイオードの導通状態の周期に対応した周期を有し前記ダイオードに対応する前記スイッチング素子に対する同期整流の実施許可信号を発生する同期整流許可手段と、前記実施許可信号の周期に基づいてその実施許可信号に対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生する同期整流制御手段とを備え、前記同期整流制御手段からの前記スイッチングタイミング信号に基づいて前記対応するスイッチング素子をスイッチング制御して前記同期整流を実施することを特徴とするものである。

## 【 0 0 1 2 】

この発明に於いて、好適には、前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アーム及び負極側アームに対応する前記実施許可信号の周期に基づき、前記夫々の正極側アーム及び負極側アームに対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生するように構成される。

## 【 0 0 1 3 】

又、この発明に於いて、好適には、前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アーム及び負極側アームに対応する前記実施許可信号の周期のうち最小時間の周期を選択し、前記選択した最小時間の周期に基づいて前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生するように構成される。

## 【 0 0 1 4 】

又、この発明に於いて、好適には、前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アーム及び負極側アームに対応する前記実施許可信号の周期の平均時間を演算し、前記演算した平均時間に基づいて前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生するように構成される。

## 【 0 0 1 5 】

更に、この発明に於いて、好適には、前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アームに対応する前記実施許可信号の周期のうち最小時間の周期に基づいて前記各相全ての前記正極側アームに対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生すると共に、前記各相全ての前記負極側アームに対応する前記実施許可信号の周期のうち最小時間の周期に基づいて前記各相全ての前記負極側アームに対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生するように構成される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

更に、この発明に於いて、好適には、前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アームに対応する前記実施許可信号の周期の平均時間を演算しその平均時間に基づいて前記各相全ての前記正極側アームに対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生すると共に、前記各相全ての前記負極側アームに対応する前記実施許可信号の周期の平均時間を演算しその平均時間に基づいて前記各相全ての前記負極側アームに対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生するように構成される。

## 【 0 0 1 7 】

又、この発明に於いて、好適には、前記同期整流制御手段は、前記各相全ての前記正極側アーム及び負極側アームに対応する前記実施許可信号のうち何れか1つ以上の実施許可信号を選択し、前記選択した実施許可信号の周期に基づいて前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生するように構成される。

10

## 【 0 0 1 8 】

又、この発明に於いて、好適には、前記同期整流制御手段は、前記実施許可信号のうち少なくとも1つの周期が所定値と異なるときは、前記スイッチング信号の発生を停止し、前記同期整流の実施を停止するように構成される。

## 【 0 0 1 9 】

更に、この発明に於いて、好適には、前記発電電動機の界磁電流を検出する界磁電流検出手段と、前記発電電動機の回転数を検出する回転数検出手段と、前記回転数検出手段により検出した回転数に応じて前記同期整流の実施を停止すべき界磁電流値を演算する同期整流停止手段とを備え、前記同期整流制御手段は、前記界磁電流検出手段により検出した界磁電流の値が前記同期整流停止手段により演算された前記界磁電流値以下となったとき、前記スイッチングタイミング信号の発生を停止して前記同期整流の実施を停止するように構成される。

20

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 0 】

この発明に係る車両用電力変換装置によれば、スイッチング素子に並列接続されたダイオードの導通状態の周期に対応した周期を有し前記ダイオードに対応する前記スイッチング素子に対する同期整流の実施許可信号を発生する同期整流許可手段と、前記実施許可信号の周期に基づいてその実施許可信号に対応する前記スイッチング素子に対するスイッチングタイミング信号を発生する同期整流制御手段とを備え、前記同期整流制御手段からの前記スイッチングタイミング信号に基づいて前記対応するスイッチング素子をスイッチング制御して前記同期整流を実施するようにしたので、ノイズに強く安定した同期整流制御を継続することが可能であり、高効率且つ安定した発電を車両に供給することができる。

30

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 2 1 】

実施の形態 1 .

図1は、発電電動機を搭載した車両システムの構成を示す説明図である。図1に於いて、発電電動機102は、例えばベルト等の動力伝達手段104を介して内燃機関101に接続されている。内燃機関101の運転中は、発電電動機102が発電した交流電力を電力変換装置により直流電力に変換して蓄電池103に供給しこれを所定電圧に充電する。一方、内燃機関101を始動するときには、蓄電池103からの直流電力を電力変換装置により交流電力に変換して電動発電機102に供給しこれを電動機として動作させ、内燃機関101を駆動して始動させる。

40

## 【 0 0 2 2 】

図2は、この発明の実施の形態1による車両用電力変換装置を備えた発電電動機102の内部構成を示す構成図である。図2に於いて、発電電動機102は、電力変換装置110とモータジェネレータ部200により構成されている。電力変換装置110は、電力変換部220とスイッチング素子のオン・オフ制御を行う制御装置210とを備えている。

50

## 【 0 0 2 3 】

電力変換部 2 2 0 は、モータジェネレータ部 2 0 0 の界磁コイル 2 0 2 に通電する界磁電流を P W M 制御するための界磁スイッチング素子 2 2 1 とフリーホイールダイオード 2 2 2 を備える。又、電力変換部 2 2 0 は、U 相正極側アーム U H A を構成する U 相正極側アームスイッチング素子（以下、スイッチング素子 U H と称する）2 2 3 a、V 相正極側アーム V H A を構成する V 相正極側アームスイッチング素子（以下、スイッチング素子 V H と称する）2 2 3 b、W 相正極側アーム W H A を構成する W 相正極側アームスイッチング素子（以下、スイッチング素子 W H と称する）2 2 3 c、及び、U 相負極側アーム U L A を構成する U 相負極側アームスイッチング素子（以下、スイッチング素子 U L と称する）2 2 4 a、V 相負極側アーム V L A を構成する V 相負極側アームスイッチング素子（以下、スイッチング素子 V L と称する）2 2 4 b、W 相負極側アーム W L A を構成する W 相負極側アームスイッチング素子（以下、スイッチング素子 W L と称する）2 2 4 c とにより構成された 3 相ブリッジ回路を備える。

10

## 【 0 0 2 4 】

スイッチング素子 U H 2 2 3 a、V H 2 2 3 b、W H 2 2 3 c、U L 2 2 4 a、V L 2 2 4 b、W L 2 2 4 c とは、夫々図示のように、夫々逆並列接続された寄生ダイオードを内蔵している。

## 【 0 0 2 5 】

尚、正極側アームを上アーム、負極側アームを下アームと称することもあるが、以下の説明では正極側アーム、負極側アームの呼称を用いる。

20

## 【 0 0 2 6 】

モータジェネレータ部 2 0 0 の電機子コイル 2 0 1 は、その 3 相の各相端子が電力変換部 2 2 0 の交流側端子 U、V、W に接続されている。バッテリー 1 0 3 の正極側端子及び負極側端子は、夫々電力変換部 2 2 0 の直流側端子 P、N に接続されている。

## 【 0 0 2 7 】

電力変換部 2 2 0 の三相ブリッジ回路を構成する各スイッチング素子 U H 2 2 3 a、V H 2 2 3 b、W H 2 2 3 c、U L 2 2 4 a、V L 2 2 4 b、W L 2 2 4 c、及び界磁スイッチング素子 2 2 1 は、後述するように制御装置 2 1 0 から与えられるゲート信号によりスイッチング制御される。

## 【 0 0 2 8 】

尚、図 2 では、モータジェネレータ部 2 0 0 を、三相の電機子コイル 2 0 1 と界磁コイル 2 0 2 を備えた三相界磁コイル方式発電電動機として示しているが、相数や界磁方式（例えば、永久磁石等）が異なってもよい。更に、図 2 では、発電電動機 1 0 2 を電力変換装置 1 1 0 とモータジェネレータ部 2 0 0 が一体構造とされた一体構造式発電電動機装置として示しているが、電力変換装置 1 1 0 と発電電動機 2 0 0 とが物理的に分割された別体構造式発電電動装置であってもよい。

30

## 【 0 0 2 9 】

図 3 は、前述の制御装置 2 1 0 の構成を示すブロック図である。図 3 に於いて、制御装置 2 1 0 及びマイコン 3 0 4 は、図 3 の表示した機能以外にも車両用電力変換装置の様々な機能を有するが、以下の説明ではこの発明の実施の形態 1 に関係する部分を主体に説明する。図 3 に於いて、同期整流許可手段 3 0 1 は、電力変換部 2 2 0 の負極側端子 N の電位を基準に、正極側端子 P の電圧  $V_p$ 、三相の各端子 U、V、W の端子電圧  $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$  が入力され、三相ブリッジ回路の各スイッチング素子 U H 2 2 3 a、V H 2 2 3 b、W H 2 2 3 c と、U L 2 2 4 a、V L 2 2 4 b、W L 2 2 4 c をオンにしない状態で寄生ダイオードに順方向電流が流れるかどうかを、電圧  $V_p$  と三相の各端子電圧  $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$  とに基づいて検出する。

40

## 【 0 0 3 0 】

動機整流許可手段 3 0 1 は、前述の各寄生ダイオードに順方向電流が流れるかどうかの検出の結果、寄生ダイオードが順方向電流の流れるオン状態であればハイレベル H i、順方向電流の流れないオフ状態であればローレベル L o w として、三相ブリッジ回路の全正

50

極側アームのダイオードの導通状態の周期に対応する周期の実施許可信号 U<sub>H</sub>、V<sub>H</sub>、W<sub>H</sub> を出力し、全負極側アームのダイオードの導通状態の周期に対応する周期の実施許可信号 U<sub>L</sub>、V<sub>L</sub>、W<sub>L</sub> を夫々出力する。

【0031】

同期整流許可手段 301 に於ける前述の寄生ダイオードのオン、オフ状態の検出は、周知の技術を用いればよい。尚、ここでは、入力される電圧 V<sub>u</sub>、V<sub>v</sub>、V<sub>w</sub> がハイレベル H<sub>i</sub> の時はそれに対応する寄生ダイオードがオン状態であり、ローレベル L<sub>o</sub>w の時は、それに対応する寄生ダイオードがオフ状態であるとしているが、その逆の状態としてもよい。又、入力される電圧 V<sub>u</sub>、V<sub>v</sub>、V<sub>w</sub> のエッジ検出により、アップエッジが入力されたときは寄生ダイオードがオン状態、ダウンエッジが入力されたときはオフ状態であるとしてよく、何れにしても寄生ダイオードのオン、オフ状態が区別できるような信号が同期整流許可手段 301 に入力されるものであればよい。

10

【0032】

同期整流制御手段 302 は、同期整流許可手段 301 の出力である実施許可信号 U<sub>H</sub>、U<sub>L</sub>、V<sub>H</sub>、V<sub>L</sub>、W<sub>H</sub>、W<sub>L</sub> が入力され、又、回転数検出手段 305 が検出した内燃機関の回転数に対応した信号 N<sub>m</sub>g と界磁電流検出手段 306 の検出した界磁電流に対応した信号 I<sub>f</sub> が入力される。同期整流制御手段 302 は、後述するように、これらの信号に基づいて全相の正極側アーム及び負極側アームのスイッチング素子のオンタイミング、及びオフタイミングを演算し、その演算したスイッチングタイミングに対応する出力信号 U<sub>H</sub><sup>\*</sup>、U<sub>L</sub><sup>\*</sup>、V<sub>H</sub><sup>\*</sup>、V<sub>L</sub><sup>\*</sup>、W<sub>H</sub><sup>\*</sup>、W<sub>L</sub><sup>\*</sup> を出力し、同期整流手段 303 に入力する。

20

【0033】

同期整流手段 303 は、同期整流制御手段 302 からの出力信号 U<sub>H</sub><sup>\*</sup>、U<sub>L</sub><sup>\*</sup>、V<sub>H</sub><sup>\*</sup>、V<sub>L</sub><sup>\*</sup>、W<sub>H</sub><sup>\*</sup>、W<sub>L</sub><sup>\*</sup> に基づき、車両用電力変換装置 220 の各スイッチング素子 U<sub>H</sub>223a、V<sub>H</sub>223b、W<sub>H</sub>223c、U<sub>L</sub>224a、V<sub>L</sub>224b、W<sub>L</sub>224c のゲートに与えるゲート指令信号 U<sub>H</sub>G、U<sub>L</sub>G、V<sub>H</sub>G、V<sub>L</sub>G、W<sub>H</sub>G、W<sub>L</sub>G を生成し、各スイッチング素子のゲートに入力する。

【0034】

同期整流制御手段 302 は、同期整流許可手段 301 から入力された実施許可信号 U<sub>H</sub>、U<sub>L</sub>、V<sub>H</sub>、V<sub>L</sub>、W<sub>H</sub>、W<sub>L</sub> に基づいて、各寄生ダイオードのオン状態の時間をマイコン 304 の機能により計測する。そして、同期整流制御手段 302 は、全相の正極側アーム及び負極側アームの計測した前回の寄生ダイオードのオン状態の時間から制御の遅れ時間と発電電動機 102 の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いて、スイッチング素子 U<sub>H</sub>223a、V<sub>H</sub>223b、W<sub>H</sub>223c、U<sub>L</sub>224a、V<sub>L</sub>224b、W<sub>L</sub>224c のスイッチングタイミングを演算し、そのスイッチングタイミングに対応した出力信号 U<sub>H</sub><sup>\*</sup>、U<sub>L</sub><sup>\*</sup>、V<sub>H</sub><sup>\*</sup>、V<sub>L</sub><sup>\*</sup>、W<sub>H</sub><sup>\*</sup>、W<sub>L</sub><sup>\*</sup> を出力し同期整流手段 303 へ入力する。

30

【0035】

図 4 は、この発明の実施の形態 1 による車両用電力変換装置の動作を説明するタイミングチャートである。図 4 に於いて、U 相正極側アーム U<sub>H</sub>A に着目して説明すると、同期整流制御手段 302 は、同期整流許可手段 301 から出力された実施許可信号 U<sub>H</sub> が H<sub>i</sub> レベルである時間、即ち、U 相正極側アーム U<sub>H</sub>A の寄生ダイオードがオン状態である時間 T<sub>U<sub>H</sub></sub>(n-1) を計測する。次に、同期整流制御手段 302 は、下記に示す式 (1) で示すように、計測した寄生ダイオードのオン状態である時間 T<sub>U<sub>H</sub></sub>(n-1) から、制御の遅れ時間と発電電動機 102 の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間 T<sub>U<sub>H</sub>o<sub>n</sub></sub>(n) を、U 相正極側アーム U<sub>H</sub>A が次の同期整流を行う時のスイッチング素子 U<sub>H</sub>223a のスイッチングタイミングとして演算し、この演算した時間 T<sub>U<sub>H</sub>o<sub>n</sub></sub>(n) に応じた信号を出力信号 U<sub>H</sub><sup>\*</sup> として出力し同期整流制御手段 303 へ入力する。

40

50

$$T U H_{o n}(n) = T U H(n-1) - \quad \text{式(1)}$$

## 【0036】

同様に、U相負極側アームU<sub>L</sub>A、V相正極側アームV<sub>H</sub>A、V相負極側アームV<sub>L</sub>A、W相正極側アームW<sub>H</sub>A、W相負極側アームW<sub>L</sub>Aの各スイッチング素子U<sub>L</sub>224a、V<sub>H</sub>223b、V<sub>L</sub>224b、W<sub>H</sub>223c、W<sub>L</sub>224cのオン状態となる時間T<sub>U</sub>L<sub>o n</sub>(n)、T<sub>V</sub>H<sub>o n</sub>(n)、T<sub>V</sub>L<sub>o n</sub>(n)、T<sub>W</sub>H<sub>o n</sub>(n)、T<sub>W</sub>L<sub>o n</sub>(n)を、同期整流許可手段301の出力である実施許可信号U<sub>L</sub>、V<sub>H</sub>、V<sub>L</sub>、W<sub>H</sub>、W<sub>L</sub>から、夫々独立して、各相の前の寄生ダイオードのオン状態の時間から制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を減算するよう演算し、この演算した時間T<sub>U</sub>L<sub>o n</sub>(n)、T<sub>V</sub>H<sub>o n</sub>(n)、T<sub>V</sub>L<sub>o n</sub>(n)、T<sub>W</sub>H<sub>o n</sub>(n)、T<sub>W</sub>L<sub>o n</sub>(n)に応じた信号を夫々出力信号U<sub>L</sub>\*、V<sub>H</sub>\*、V<sub>L</sub>\*、W<sub>H</sub>\*、W<sub>L</sub>\*として出力して同期整流制御手段303へ入力する。

10

## 【0037】

同期整流手段303は、同期整流制御手段302の出力信号U<sub>H</sub>\*、U<sub>L</sub>\*、V<sub>H</sub>\*、V<sub>L</sub>\*、W<sub>H</sub>\*、W<sub>L</sub>\*に基づき、電力変換部220の各々対応するスイッチング素子U<sub>H</sub>223aと、V<sub>H</sub>223bと、W<sub>H</sub>223c、及びU<sub>L</sub>224aと、V<sub>L</sub>224bと、W<sub>L</sub>224cのゲート指令信号U<sub>H</sub>G、V<sub>H</sub>G、W<sub>H</sub>G、U<sub>L</sub>G、V<sub>L</sub>G、W<sub>L</sub>Gを生成し、これらのスイッチング素子のゲートに入力する。

## 【0038】

電力変換部220では、同期整流手段303からのゲート指令信号U<sub>H</sub>G、V<sub>H</sub>G、W<sub>H</sub>G、U<sub>L</sub>G、V<sub>L</sub>G、W<sub>L</sub>Gに基づき、スイッチング素子U<sub>H</sub>223aと、V<sub>H</sub>223bと、W<sub>H</sub>223c、及びU<sub>L</sub>224aと、V<sub>L</sub>224bと、W<sub>L</sub>224cがオン、オフ制御され、夫々の寄生ダイオードのオンタイミングに同期したスイッチング動作を行い、同期整流を実行する。

20

## 【0039】

前述のように、この発明の実施の形態1による車両用電力変換装置によれば、三相ブリッジ回路の全相の正極側アームU<sub>H</sub>A、V<sub>H</sub>A、W<sub>H</sub>A、及び負極側アームU<sub>L</sub>A、V<sub>L</sub>A、W<sub>L</sub>A毎に独立してスイッチングを行うことで、全相の正極側アーム及び負極側アーム毎に夫々最適なオン時間でスイッチング素子の制御を行うことが可能となり、高効率且つノイズに強く安定した発電電力を供給できる車両用電力変換装置を提供することが可能である。

30

## 【0040】

実施の形態2

次にこの発明の実施の形態2に係る車両用電力変換装置について説明する。実施の形態2は、実施の形態1に対してスイッチング素子のスイッチングタイミングの演算方法を変更したものであり、その他については実施の形態1と同様である。

## 【0041】

図5は、この発明の実施の形態2に係る車両用電力変換装置の動作を説明するタイミングチャートである。同期整流制御手段302は、実施の形態1の場合と同様に、同期整流許可手段301の出力である実施許可信号U<sub>H</sub>、U<sub>L</sub>、V<sub>H</sub>、V<sub>L</sub>、W<sub>H</sub>、W<sub>L</sub>を入力し、全相の正極側アームU<sub>H</sub>A、V<sub>H</sub>A、W<sub>H</sub>A、及び負極側アームU<sub>L</sub>A、V<sub>L</sub>A、W<sub>L</sub>Aの夫々の寄生ダイオードのオン状態の時間をマイコン304の機能により計測する。次に、同期整流制御手段302は、全相の正極側アームU<sub>H</sub>A、V<sub>H</sub>A、W<sub>H</sub>A、及び負極側アームU<sub>L</sub>A、V<sub>L</sub>A、W<sub>L</sub>Aの計測した前回のダイオードのオン状態であるオン時間のうちから、最小のオン時間を選択し、この選択した最小のオン時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いて、スイッチング素子U<sub>H</sub>223a、V<sub>H</sub>223b、W<sub>H</sub>223c、U<sub>L</sub>224a、V<sub>L</sub>224b、W<sub>L</sub>224cをオン状態とする時間、即ちスイッチングタイミングを演算し、その演算した時間に応じた信号を出力信号U<sub>H</sub>\*、U<sub>L</sub>\*、V<sub>H</sub>\*、V<sub>L</sub>\*、W<sub>H</sub>\*、W<sub>L</sub>\*として出力し同期整流手段303へ入力する。

40

50

## 【 0 0 4 2 】

図5に於いて、U相負極側アームU L Aに着目し、同期整流制御手段302が次回の同期整流を行う時のスイッチング素子224aのオン状態の時間 $T_{min1}$ を出力信号U L \*として出力する場合を説明する。この場合、図5から明らかなように、同期整流制御手段302が次回のオン時間 $T_{min1}$ を出力信号U L \*として出力するときに、同期整流許可手段301の出力である実施許可信号U H、U L、V H、V L、W H、W Lから、前回の寄生ダイオードのオン状態の時間が既に計測できている値は、実施許可信号U Hであれば $T_{UH}(n-1)$ 、実施許可信号U Lであれば $T_{UL}(n-2)$ (図示せず)、実施許可信号V Hであれば $T_{VH}(n-2)$ (図示せず)、実施許可信号V Lであれば $T_{VL}(n-1)$ 、実施許可信号W Hであれば $T_{WH}(n-1)$ 、実施許可信号W Lであれば $T_{WL}(n-2)$ (図示せず)である。

10

## 【 0 0 4 3 】

この既に計測ができているオン時間のうちから最小のオン時間を選択し、下記の式(2)により、この選択した前回の実施許可信号の最小の時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間 $T_{min1}$ を、U相下側アームのスイッチング素子224aの次回のオン状態の時間、即ちスイッチングタイミングとして出力する。

$$T_{min1} = \min [T_{UH}(n-1), T_{UL}(n-2), T_{VH}(n-2), T_{VL}(n-1), T_{WH}(n-1), T_{WL}(n-2)] - \quad \text{式(2)}$$

20

## 【 0 0 4 4 】

同様に、次のスイッチングタイミングであるW相正極側アームW H Aの $T_{min2}$ では、同期整流許可手段301の出力である実施許可信号のオン状態の時間の計測が既にできている値は、実施許可信号U Hであれば $T_{UH}(n-1)$ 、実施許可信号U Lであれば $T_{UL}(n-2)$ (図示せず)、実施許可信号V Hであれば $T_{VH}(n-2)$ (図示せず)、実施許可信号V Lであれば $T_{VL}(n-1)$ 、実施許可信号W Hであれば $T_{WH}(n-1)$ 、実施許可信号W Lであれば $T_{WL}(n-1)$ であり、これら実施許可信号のうちの最小時間を選択し、この最小のオン時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間 $T_{min2}$ を、W相正極側アームW H Aのスイッチング素子224cのスイッチングタイミングとして出力すればよい。

30

## 【 0 0 4 5 】

同様にして、全相正極側アームU H A、V H A、W H A、及び負極側アームU L A、V L A、W L Aのスイッチング素子のスイッチングの順に、各スイッチング素子のオンとなる時間であるスイッチングタイミングを、前回の実施許可信号のうちの最小時間から制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を減算するように演算し、夫々のスイッチングタイミングに応じた信号を出力し同期整流制御手段303へ入力する。

## 【 0 0 4 6 】

同期整流手段303は、同期整流制御手段302の出力信号U H \*、U L \*、V H \*、V L \*、W H \*、W L \*に基づき、電力変換部220の各々対応するスイッチング素子U H 223aと、V H 223bと、W H 223c、及びU L 224aと、V L 224bと、W L 224cのゲート指令信号U H G、V H G、W H G、U L G、V L G、W L Gを生成し、これらの対応するスイッチング素子のゲートに入力する。

40

## 【 0 0 4 7 】

電力変換部220では、同期整流手段303の出力であるゲート指令信号U H G、V H G、W H G、U L G、V L G、W L Gに基づき、各スイッチング素子U H 223a、V H 223b、W H 223c、及びU L 224a、V L 224b、W L 224cをスイッチング制御することで寄生ダイオードのオンタイミングに同期したスイッチングを行い、同期整流を実行する。

## 【 0 0 4 8 】

以上述べたこの発明の実施の形態2による車両用電力変換装置によれば、全相の正極側

50

アーム及び負極側アームの実施許可信号のうちから最小時間を選択し、その選択した最小のオン時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間によりスイッチング素子をスイッチングを行うことで、スイッチングのオン状態が寄生ダイオードのオンタイミングに同期し、更にオンタイミングの範囲内でスイッチングすることが可能であり、寄生ダイオードのオンタイミングを逃すことなく最適なスイッチング制御を行うことが可能となり、高効率且つノイズに強く安定した車両用電力変換装置を提供することが可能である。

【0049】

実施の形態3 .

次にこの発明の実施の形態3に係る車両用電力変換装置について説明する。実施の形態3は、実施の形態1及び2に対してスイッチング素子のスイッチングタイミングの演算方法を変更したものであり、その他については実施の形態1及び2と同様である。

【0050】

図6は、この発明の実施の形態3に係る車両用電力変換装置の動作を説明するタイミングチャートである。同期整流制御手段302は、実施の形態1の場合と同様に、同期整流許可手段301の出力である実施許可信号UH、UL、VH、VL、WH、WLを入力し、全相の正極側アーム及び負極側アームの夫々の寄生ダイオードのオン状態の時間をマイコン304の機能により計測する。次に、同期整流制御手段302は、全相の正極側アームUHA、VHA、WHA、及び負極側アームULA、VLA、WLAの計測した前回のダイオードのオン状態である時間の平均値を演算し、この平均値から制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いて、スイッチング素子UH223a、VH223b、WH223c、UL224a、VL224b、WL224cをオン状態とする時間、即ちスイッチングタイミングを演算し、この演算した夫々の時間に応じた信号を、同期整流手段303へ出力信号UH\*、UL\*、VH\*、VL\*、WH\*、WL\*として出力する。

【0051】

図6に於いて、U相負極側アームULAに着目し、同期整流制御手段302が次回の同期整流を行う時のスイッチング素子224aのオン状態の時間Tave1に応じた信号を出力信号UL\*として出力する場合を説明する。時間Tave1に応じた信号が同期整流制御手段302の出力信号UL\*として出力されるときに、同期整流許可手段301の出力である実施許可信号から寄生ダイオードのオン状態の時間を計測できている値は、UHであればTUH(n-1)、ULであればTUL(n-2) (図示せず)、VHであればTVH(n-2) (図示せず)、VLであればTVL(n-1)、WHであればTWH(n-1)、WLであればTWL(n-2) (図示せず)である。同期整流制御手段302は、下記の式(3)に示すように、計測した実施許可信号の平均時間を演算し、この演算した前回の実施許可信号の平均時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間Tave1を、U相負極側アームULAのスイッチング素子224aのスイッチングタイミングとして出力する。

$$T_{ave1} = \{ [T_{UH}(n-1), T_{UL}(n-2), T_{VH}(n-2), T_{VL}(n-1), T_{WH}(n-1), T_{WL}(n-2)] / 6 \} - \quad \text{式(3)}$$

【0052】

同様に、次にスイッチングするW相正極側アームWHAのTave2では、同期整流許可手段301の出力である実施許可信号のオン状態の時間を計測できている値は、UHであればTUH(n-1)、ULであればTUL(n-2) (図示せず)、VHであればTVH(n-2) (図示せず)、VLであればTVL(n-1)、WHであればTWH(n-1)、WLであればTWL(n-1)であり、これら実施許可信号の平均時間を演算し、その平均時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間Tave2に応じた信号を、W相正極側アームWHAのスイッチング素

10

20

30

40

50

子 2 2 4 c のスイッチングタイミングとして出力すればよい。

【 0 0 5 3 】

同様にして、全相正極側アーム U H A、V H A、W H A、及び負極側アーム U L A、V L A、W L A のスッチング素子のスイッチングの順に、各スイッチング素子のオンとなる時間、即ちスイッチングタイミングを、前回の実施許可信号の平均時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いて求め、その夫々の時間に応じた信号を出力信号として同期整流制御手段 3 0 3 へ出力する。

【 0 0 5 4 】

同期整流手段 3 0 3 は、同期整流制御手段 3 0 2 の出力信号 U H \*、U L \*、V H \*、V L \*、W H \*、W L \* に基づき、電力変換部 2 2 0 の各々対応するスイッチング素子 U H 2 2 3 a と、V H 2 2 3 b と、W H 2 2 3 c、及び U L 2 2 4 a と、V L 2 2 4 b と、W L 2 2 4 c のゲート指令信号 U H G、V H G、W H G、U L G、V L G、W L G を生成し、これらの対応するスイッチング素子のゲートに入力する。

【 0 0 5 5 】

電力変換部 2 2 0 では、同期整流手段 3 0 3 の出力であるゲート指令信号 U H G、V H G、W H G、U L G、V L G、W L G に基づき、各スイッチング素子 U H 2 2 3 a、V H 2 2 3 b、W H 2 2 3 c、及び U L 2 2 4 a、V L 2 2 4 b、W L 2 2 4 c をスイッチング制御することで寄生ダイオードのオンタイミングに同期したスイッチングを行い、同期整流を実行する。

【 0 0 5 6 】

以上述べたこの発明の実施の形態 3 による車両用電力変換装置によれば、全相の正極側アーム及び負極側アームの実施許可信号の平均時間を演算し、その平均時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間によりスイッチング素子をスイッチングを行うことで、同期整流の実施許可信号にオン状態の時間にバラツキがあっても、オン状態の平均時間を演算することで寄生ダイオードのオンタイミングに同期し、更にオンタイミングの範囲内でスイッチングすることが可能であり、寄生ダイオードのオンタイミングを逃すことなく最適なスイッチング制御を行うことが可能となり、高効率且つノイズに強く安定した車両用電力変換装置を提供することが可能である。

【 0 0 5 7 】

実施の形態 4 .

次にこの発明の実施の形態 4 に係る車両用電力変換装置について説明する。実施の形態 4 は、実施の形態 1 乃至 3 に対してスイッチング素子のスイッチングタイミングの演算方法を変更したものであり、その他については実施の形態 1 乃至 3 と同様である。

【 0 0 5 8 】

図 7 は、この発明の実施の形態 4 に係る車両用電力変換装置の動作を説明するタイミングチャートである。同期整流制御手段 3 0 2 では、同期整流許可手段 3 0 1 の出力である実施許可信号を入力し、各寄生ダイオードのオン状態の時間をマイコン 3 0 4 の機能により計測する。同期整流制御手段 3 0 2 は、全相の正極側アームの計測した前回の寄生ダイオードのオン状態の時間のうちの最小時間、及び全相の負極側アームの計測した前回の寄生ダイオードのオン状態の時間のうちの最小時間を選択し、正極側アーム及び負極側アーム夫々の寄生ダイオードのオン状態の最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いて、スイッチング素子 U H 2 2 3 a、V H 2 2 3 b、W H 2 2 3 c、U L 2 2 4 a、V L 2 2 4 b、W L 2 2 4 c をオン状態とする時間、即ちスイッチングタイミングを演算し、この演算した夫々の時間に応じた信号を出力信号 U H \*、U L \*、V H \*、V L \*、W H \*、W L \* として出力し、同期整流手段 3 0 3 へ入力する。

【 0 0 5 9 】

図 7 に於いて、U 相負極側アーム U L A に着目し、同期整流制御手段 3 0 2 が次回の同期整流を行う時のスイッチング素子 2 2 4 a のオン状態の時間  $T_{L1}$  に応じた信号を出力

信号  $UL^*$  として出力する場合を説明する。同期整流制御手段 302 が出力信号  $UL^*$  として  $TL_1$  を出力するときに、各相の負極側アームで同期整流許可手段 301 の出力である実施許可信号のオン状態の時間を計測できている値は、 $UL$  であれば  $TUL(n-2)$  (図示せず)、 $VL$  であれば  $TVL(n-1)$ 、 $WL$  であれば  $TWL(n-2)$  (図示せず) である。この計測した実施許可信号のうちの最小時間を選択し、下記の式 (4) に示すように、その実施許可信号の最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間  $Tmin1$  を、 $U$  相負極側アーム  $ULA$  のスイッチング素子 224a のスイッチングタイミングとして出力する。

$$TL_1 = \min [TUL(n-2), TVL(n-1), TWL(n-2)] - \quad 10$$

式 (4)

【0060】

このようにして、全相負極側アームのスイッチングの順に負極側アームの各スイッチング素子のスイッチングタイミングを、前回の全相負極側の実施許可信号のうちの最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いて求め、その求めた時間に応じた信号を同期整流制御手段 303 へ入力する。

【0061】

一方、 $U$  相正極側アーム  $UHA$  のオン状態の時間  $TU_1$  は、同期整流許可手段 301 の出力である実施許可信号のオン状態の時間を計測できている値は、 $UH$  であれば  $TUH(n-1)$ 、 $VH$  であれば  $TVH(n-1)$ 、 $WH$  であれば  $TWH(n-1)$  であり、これらの中でのオン状態の最小時間を選択し、下記の式 (5) に示すように、その選択した最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間  $TU_1$  を、 $U$  相正極側アーム  $UHA$  のスイッチング素子 223a のスイッチングタイミングとして出力すればよい。

$$TU_1 = \min [TUH(n-1), TVH(n-1), TWH(n-1)] - \quad 20$$

式 (5)

【0062】

このようにして、全相正極側アームのスイッチングの順に正極側アームの各スイッチング素子のスイッチングタイミングを、前回の全相の正極側実施許可信号のうちの最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いて求め、その求めた時間に応じた信号を同期整流制御手段 303 へ入力する。

【0063】

同期整流手段 303 は、同期整流制御手段 302 の出力信号  $UH^*$ 、 $UL^*$ 、 $VH^*$ 、 $VL^*$ 、 $WH^*$ 、 $WL^*$  に基づき、電力変換部 220 の各々対応するスイッチング素子  $UH223a$  と、 $VH223b$  と、 $WH223c$ 、及び  $UL224a$  と、 $VL224b$  と、 $WL224c$  のゲート指令信号  $UHG$ 、 $VHG$ 、 $WHG$ 、 $ULG$ 、 $VLG$ 、 $WLG$  を生成し、これらの対応するスイッチング素子のゲートに入力する。

【0064】

電力変換部 220 では、同期整流手段 303 の出力であるゲート指令信号  $UHG$ 、 $VHG$ 、 $WHG$ 、 $ULG$ 、 $VLG$ 、 $WLG$  に基づき、各スイッチング素子  $UH223a$ 、 $VH223b$ 、 $WH223c$ 、及び  $UL224a$ 、 $VL224b$ 、 $WL224c$  をスイッチング制御することで寄生ダイオードのオンタイミングに同期したスイッチングを行い、同期整流を実行する。

【0065】

以上述べたこの発明の実施の形態 4 による車両用電力変換装置によれば、全相正極側アーム及び負極側アームの実施許可信号の最小時間を正極側アームと負極側アーム毎に演算し、その最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間によりスイッチング素子をスイッチングを行うことで、スイッチングのオン状態が寄生ダイオードのオンタイミングに同期し、正極側アーム及び負極側アーム

毎に最小時間でスイッチング素子をオンするので、各相正極側アーム及び負極側アームの適切なオンタイミングの範囲でスイッチングすることが可能であり、寄生ダイオードのオンタイミングを逃すことなく最適なスイッチング制御を行うことが可能となり、高効率な且つノイズに強く安定した車両用電力変換装置を提供することが可能である。

#### 【0066】

実施の形態5 .

次にこの発明の実施の形態5に係る車両用電力変換装置について説明する。実施の形態5は、実施の形態1乃至4に対してスイッチング素子のスイッチングタイミングの演算方法を変更したものであり、その他については実施の形態1乃至4と同様である。前述の実施の形態4では、同期整流許可手段301の出力である実施許可時間の正極側アームと負極側アーム毎に、夫々最小時間を選択しその最小時間に基づいて正極側アームと負極側アーム毎の同期整流制御手段302の出力信号を得ていたが、実施形態5では、同期整流許可手段301の出力である実施許可時間の正極側アームと負極側アーム毎に、夫々の平均時間を演算して同期整流制御手段302の出力とするものである。

10

#### 【0067】

そして、全相正極側アームUHA、VHA、WHA、及び負極側アームULA、VLA、WLA毎のスイッチング素子のスイッチングの順に、各スイッチング素子のオンとなる時間、即ちスイッチングタイミングを、前回の実施許可信号の平均時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いて求め、夫々の時間に応じた信号を出力信号として同期整流制御手段303へ出力する。

20

#### 【0068】

同期整流手段303は、同期整流制御手段302の出力信号UH\*、UL\*、VH\*、VL\*、WH\*、WL\*に基づき、電力変換部220の各々対応するスイッチング素子UH223aと、VH223bと、WH223c、及びUL224aと、VL224bと、WL224cのゲート指令信号UHG、VHG、WHG、ULG、VLG、WLGを生成し、これらの対応するスイッチング素子のゲートに入力する。

#### 【0069】

電力変換部220では、同期整流手段303の出力であるゲート指令信号UHG、VHG、WHG、ULG、VLG、WLGに基づき、各スイッチング素子UH223a、VH223b、WH223c、及びUL224a、VL224b、WL224cをスイッチング制御することで寄生ダイオードのオンタイミングに同期したスイッチングを行い、同期整流を実行する。

30

#### 【0070】

以上述べたこの発明の実施の形態5による車両用電力変換装置によれば、全相正極側アーム及び負極側アームの実施許可信号の平均時間を正極側アームと負極側アーム毎に演算し、その平均時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間によりスイッチング素子のスイッチングを行うことで、スイッチングのオン状態が寄生ダイオードのオンタイミングに同期し、正極側アーム及び負極側アーム毎に平均時間でスイッチング素子をオンするので、各相正極側アーム及び負極側アームの適切なオンタイミングの範囲でスイッチングすることが可能であり、寄生ダイオードのオンタイミングを逃すことなく最適なスイッチング制御を行うことが可能となり、高効率な且つノイズに強く安定した車両用電力変換装置を提供することが可能である。

40

#### 【0071】

実施の形態6 .

次にこの発明の実施の形態6に係る車両用電力変換装置について説明する。実施の形態6は、実施の形態1乃至5に対して同期整流制御手段の出力であるスイッチング素子のスイッチングタイミングの演算方法を変更したものであり、他については実施の形態1乃至5と同様である。

#### 【0072】

図8は、この発明の実施の形態6に係る車両用電力変換装置の動作を説明するタイミン

50

グチャートである。同期整流制御手段302では、同期整流許可手段301の出力である実施許可信号の何れか1つ以上を入力し、その入力した実施許可信号から対応する寄生ダイオードのオン状態の時間をマイコン304の機能にて計測する。何れか1つ以上入力した実施許可信号の計測したオン状態の時間から前回の寄生ダイオードのオン状態の時間の最小時間を選択し、その選択した実施許可信号の最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引き、スイッチング素子のスイッチングタイミングを演算し、同期整流手段303へ出力する。

【0073】

図8に於いて、V相正極側アームVHAに着目し、同期整流制御手段302が次回の同期整流を行う時のスイッチング素子224bのオン状態の時間 $T_1$ に応じた信号を出力信号VH\*として出力する場合を説明する。以下の説明では、実施許可信号の何れか1つ以上の信号として、U相とV相とW相の正極側アームの実施許可信号UH、VH、WHを選択したと仮定して説明する。同期整流制御手段302の出力信号VH\*として $T_1$ を出力するときに、前述の選択した実施許可信号でオン状態の時間を計測できている値は、UHであれば $T_{UH}(n-1)$ 、VHであれば $T_{VH}(n-1)$ 、WHであれば $T_{WH}(n)$ である。

10

【0074】

この計測した実施許可信号のうちの最小時間を選択し、下記の式(6)に示すように、その最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間 $T_1$ を、V相の正極側アームVHAのスイッチング素子223bのスイッチングタイミングとして出力する。

20

$$T_1 = \min [ T_{UH}(n-1), T_{VH}(n-1), T_{WH}(n) ] -$$

式(6)

【0075】

次にU相負極側アームULAの $T_2$ が出力されるが、 $T_2$ を演算するには、選択した実施許可信号でオン状態の時間を計測できている値は、UHであれば $T_{UH}(n)$ 、VHであれば $T_{VH}(n-1)$ 、WHであれば $T_{WH}(n)$ となり、これら実施許可信号のうちの最小時間を選択し、その最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間 $T_2$ を、U相負極側アームULAのスイッチング素子224aのスイッチングタイミングとして出力すればよい。

30

【0076】

同様にして選択された実施許可信号のオン時間に基づき、全相の正極側アーム及び負極側アームのスイッチングの順に各スイッチング素子のスイッチングタイミングを、前回の実施許可信号の最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いて求め、同期整流制御手段303へ出力する。

【0077】

同期整流手段303は、同期整流制御手段302の出力信号UH\*、UL\*、VH\*、VL\*、WH\*、WL\*に基づき、電力変換部220の各々対応するスイッチング素子UH223aと、VH223bと、WH223c、及びUL224aと、VL224bと、WL224cのゲート指令信号UHG、VHG、WHG、ULG、VLG、WLGを生成し、これらの対応するスイッチング素子のゲートに入力する。

40

【0078】

電力変換部220では、同期整流手段303の出力であるゲート指令信号UHG、VHG、WHG、ULG、VLG、WLGに基づき、各スイッチング素子UH223a、VH223b、WH223c、及びUL224a、VL224b、WL224cをスイッチング制御することで寄生ダイオードのオンタイミングに同期したスイッチングを行い、同期整流を実行する。

【0079】

以上述べたこの発明の実施の形態6による車両用電力変換装置によれば、全相の正極側

50

アーム及び負極側アームの実施許可信号を何れか1つ以上選択しそのうちの最小時間を演算し、その最小時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間によりスイッチング素子をスイッチングを行うことで、スイッチングのオン状態が寄生ダイオードのオンタイミングに同期し、最小時間でスイッチング素子をオンするので、各相正極側アーム及び負極側アームのオンタイミングの範囲内でスイッチングすることが可能であり、寄生ダイオードのオンタイミングを逃すことなく最適なスイッチング制御を行うことが可能となり、高効率且つノイズに強く安定した車両用電力変換装置を提供することが可能である。また、実施許可時間を選択することにより、マイコン304の負荷軽減にもつながる。

【0080】

実施の形態7 .

次にこの発明の実施の形態7に係る車両用電力変換装置について説明する。実施の形態7は、実施の形態1乃至6に対してスイッチング素子のスイッチングタイミングの演算方法を変更したものであり、その他については実施の形態1乃至6と同様である。前述の実施の形態6では、同期整流許可手段301の出力である実施許可信号から何れか1つ以上を選択しそのうちの最小時間に基づいて同期整流制御手段302の出力信号を得るようにしていたが、実施の形態7では、選択した実施許可信号の平均時間を演算し、その平均時間に基づいて同期整流制御手段302の出力信号を得るようにしたものである。

【0081】

そして、全相正極側アームと負極側アームのスイッチング素子のスイッチングの順に、各スイッチング素子のオンとなる時間、即ちスイッチングタイミングを、前回の実施許可信号の平均時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いて求め、夫々の時間に応じた信号を出力信号として同期整流制御手段303へ出力する。

【0082】

同期整流手段303は、同期整流制御手段302の出力信号 $U_H^*$ 、 $U_L^*$ 、 $V_H^*$ 、 $V_L^*$ 、 $W_H^*$ 、 $W_L^*$ に基づき、電力変換部220の各々対応するスイッチング素子 $U_{H223a}$ と、 $V_{H223b}$ と、 $W_{H223c}$ 、及び $U_{L224a}$ と、 $V_{L224b}$ と、 $W_{L224c}$ のゲート指令信号 $U_{HG}$ 、 $V_{HG}$ 、 $W_{HG}$ 、 $U_{LG}$ 、 $V_{LG}$ 、 $W_{LG}$ を生成し、これらの対応するスイッチング素子のゲートに入力する。

【0083】

電力変換部220では、同期整流手段303の出力であるゲート指令信号 $U_{HG}$ 、 $V_{HG}$ 、 $W_{HG}$ 、 $U_{LG}$ 、 $V_{LG}$ 、 $W_{LG}$ に基づき、各スイッチング素子 $U_{H223a}$ 、 $V_{H223b}$ 、 $W_{H223c}$ 、及び $U_{L224a}$ 、 $V_{L224b}$ 、 $W_{L224c}$ をスイッチング制御することで寄生ダイオードのオンタイミングに同期したスイッチングを行い、同期整流を実行する。

【0084】

以上述べたこの発明の実施の形態7による車両用電力変換装置によれば、全相の正極側アーム及び負極側アームの実施許可信号を何れか1つ以上選択しその平均時間を演算し、その平均時間から、制御の遅れ時間と発電電動機の回転変動を考慮した制御余裕時間を差し引いた時間によりスイッチング素子をスイッチングを行うことで、スイッチングのオン状態が寄生ダイオードのオンタイミングに同期し、平均時間でスイッチング素子をオンするので、各相正極側アーム及び負極側アームの適切なオンタイミングの範囲でスイッチングすることが可能であり、寄生ダイオードのオンタイミングを逃すことなく最適なスイッチング制御を行うことが可能となり、高効率な且つノイズに強く安定した車両用電力変換装置を提供することが可能である。

【0085】

実施の形態8 .

次にこの発明の実施の形態8に係る車両用電力変換装置について説明する。これまで実施の形態1から7では同期整流許可手段301の出力である実施許可信号のオン状態の時間

10

20

30

40

50

を計測していた。しかし、図9のタイミングチャートに示すように、何らかの要因により同期整流許可手段301の出力の周期が所定値と異なった場合、同期整流制御手段301は正常な出力をすることができなくなり、安定した発電電力を供給することができなくなる。

【0086】

そこで、実施の形態8では、実施許可信号のうちの少なくとも1つのオン状態の時間が所定値より小さいか否かを判断し、所定値より大きい場合は通常通り実施の形態1乃至7の何れかの動作を行う。実施許可信号のうちの少なくとも1つが所定値より小さい場合は、同期整流制御手段301の出力を停止させる。前述の判断を行なうための所定値は、例えば通電幅  $T_{OFF} Width$  を90度とした場合、所定時間  $T_{OFF} [sec]$  は、発電電動機の電気回転速度  $Nmge [rpm]$  から演算することができ、下記の式(7)により表すことができる。

10

$$T_{OFF} = T_{OFF} Width / Nmge \quad \text{式(7)}$$

【0087】

上記より、演算された所定時間より同期整流許可手段の出力である実施許可信号のうち少なくとも1つが小さい場合に、同期整流制御手段301の出力をオフ状態にし、同期整流を停止し、寄生ダイオードにより整流を行う。尚、実施許可時間が所定時間より小さいものが1つ以上の場合も同様であるのは勿論である。

【0088】

20

尚、実施の形態8では、実施許可信号のうちの少なくとも1つが所定時間より小さい場合に同期整流制御手段が同期整流をオフ状態にするようにしたが、所定時間より大きい場合に同期整流制御手段が同期整流をオフ状態にするようにしてもよい。

【0089】

以上述べたこの発明の実施の形態8による車両用電力変換装置によれば、同期整流許可手段の出力である実施許可信号のうちの少なくとも1つの周期が所定値と異なるときに同期整流制御手段が同期整流をオフ状態にすることにより、同期整流のオン、オフ状態を繰り返すことがなくなり、安定した発電電力を供給することが可能である。

【0090】

実施の形態9

30

次にこの発明の実施の形態9に係る車両用電力変換装置について説明する。実施の形態9とこれまでの実施の形態1乃至8との差異は、マイコン304に同期整流停止手段307を設けたことである。

【0091】

図10は、この発明の実施の形態9に係る車両用電力変換装置の構成を示すブロック図である。図10に於いて、同期整流停止手段307は、界磁電流検出手段306の出力である界磁電流値と、回転数検出手段305の出力である回転数  $Nmge$  とが入力される。同期整流停止手段307は、同期整流が可能な界磁電流値と回転数  $Nmge$  との関係が示された回転数・界磁電流値のマップから、回転数  $Nmge$  に応じた同期整流が可能な界磁電流を演算し、界磁電流検出手段306の出力と比較を行う。

40

【0092】

尚、回転数・界磁電流値のマップは、予めROMに記憶しておいてもよい。又、マップの他に、回転数に対する界磁電流の演算式を用いてもよい。

【0093】

同期整流停止手段307は、界磁電流検出手段306の出力である界磁電流  $I_f$  が界磁電流値マップから読み込んだ値より大きな場合は、同期整流停止信号を同期整流制御手段302へは出力せず、前述の実施の形態1乃至8の何れかの手法を用いて、同期整流許可手段301からの実施許可信号のオン時間を計測し、前述の各実施の形態で説明したようにして同期整流制御手段302の出力を演算し、スイッチング素子をオン状態とするスイッチングタイミングを同期整流手段303に入力する。

50

## 【0094】

同期整流手段303は、同期整流制御手段302の出力信号 $U H^*$ 、 $U L^*$ 、 $V H^*$ 、 $V L^*$ 、 $W H^*$ 、 $W L^*$ に基づき、電力変換部220の各々対応するスイッチング素子 $U H 2 2 3 a$ と、 $V H 2 2 3 b$ と、 $W H 2 2 3 c$ 、及び $U L 2 2 4 a$ と、 $V L 2 2 4 b$ と、 $W L 2 2 4 c$ のゲート指令信号 $U H G$ 、 $V H G$ 、 $W H G$ 、 $U L G$ 、 $V L G$ 、 $W L G$ を生成し、これらの対応するスイッチング素子のゲートに入力する。

## 【0095】

電力変換部220では、同期整流手段303の出力であるゲート指令信号 $U H G$ 、 $V H G$ 、 $W H G$ 、 $U L G$ 、 $V L G$ 、 $W L G$ に基づき、各スイッチング素子 $U H 2 2 3 a$ 、 $V H 2 2 3 b$ 、 $W H 2 2 3 c$ 、及び $U L 2 2 4 a$ 、 $V L 2 2 4 b$ 、 $W L 2 2 4 c$ をスイッチング制御することで寄生ダイオードのオンタイミングに同期したスイッチングを行い、同期整流を実行する。

10

## 【0096】

一方、同期整流停止手段307は、界磁電流値 $I_f$ が回転数検出手段305の検出した回転数に対応する界磁電流マップ値より小さい場合、同期整流許可手段301の出力である実施許可信号が許可状態であっても、同期整流制御手段302へ同期整流停止信号を出力する。同期整流制御手段302は、同期整流停止手段307からの同期整流停止信号に基づき、出力をオフ状態として同期整流を停止する。この場合、寄生ダイオードにより整流が行なわれる。

## 【0097】

以上述べたこの発明の実施の形態9による車両用電力変換装置によれば、同期整流停止手段により、界磁電流の値に基づいて同期整流の実施、若しくは未実施を決定するようにしたので、界磁電流が所定値より小さなところでは同期整流のオン・オフ状態を繰り返すことがなく、安定した発電電力を供給することが可能となる。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0098】

【図1】発電電動機を搭載した車両システムの構成を示す説明図である。

【図2】この発明の実施の形態1による車両用電力変換装置を備えた発電電動機102の内部構成を示す構成図である。

【図3】この発明の実施の形態1に係る車両用電力変換装置の制御装置の構成を示すブロック図である。

30

【図4】この発明の実施の形態1に係る車両用電力変換装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図5】この発明の実施の形態2に係る車両用電力変換装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図6】この発明の実施の形態3に係る車両用電力変換装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図7】この発明の実施の形態4に係る車両用電力変換装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図8】この発明の実施の形態6に係る車両用電力変換装置の動作を説明するタイミングチャートである。

40

【図9】この発明の実施の形態8に係る車両用電力変換装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図10】この発明の実施の形態9に係る車両用電力変換装置の同期整流制御手段の構成を示すブロック図である。

## 【符号の説明】

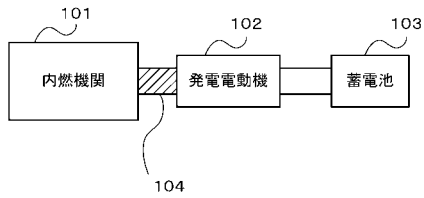
## 【0099】

- 101 内燃機関
- 102 発電電動機
- 103 蓄電池

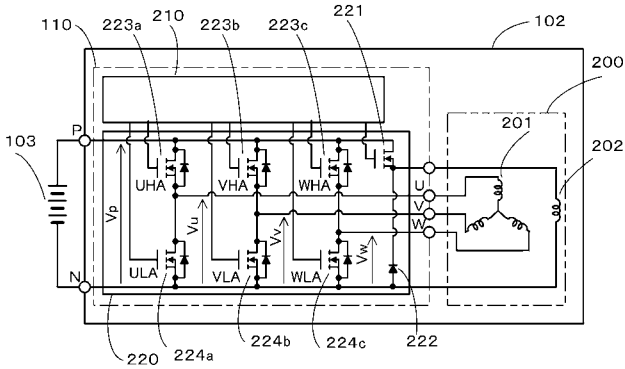
50

1 0 4	動力伝達手段	
1 1 0	電力変換装置	
2 0 0	モータジェネレータ部	
2 0 1	電機子コイル	
2 0 2	界磁コイル	
2 1 0	制御装置	
2 1 1	回転子位置検出部	
2 1 2	ダイオード通電状態検出部	
2 1 3	タイミング処理部	
2 1 4	ゲート指令生成部	10
2 1 5	ゲート指令監視部	
2 2 0	電力変換部	
2 2 1	界磁スイッチング素子	
2 2 2	フリーホイールダイオード	
2 2 3 a	U相正極側アームスイッチング素子	
2 2 3 b	V相正極側アームスイッチング素子	
2 2 3 c	W相正極側アームスイッチング素子	
2 2 4 a	U相負極側アームスイッチング素子	
2 2 4 b	V相負極側アームスイッチング素子	
2 2 4 c	W相負極側アームスイッチング素子	20
3 0 1	同期整流許可手段	
3 0 2	同期整流制御手段	
3 0 3	同期整流手段	
3 0 4	マイコン	
3 0 5	回転数検出手段	
3 0 6	界磁電流検出手段	
3 0 7	同期整流停止手段	

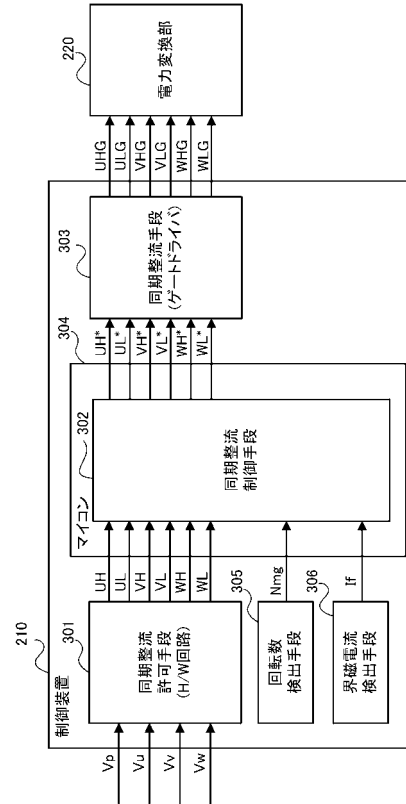
【図1】



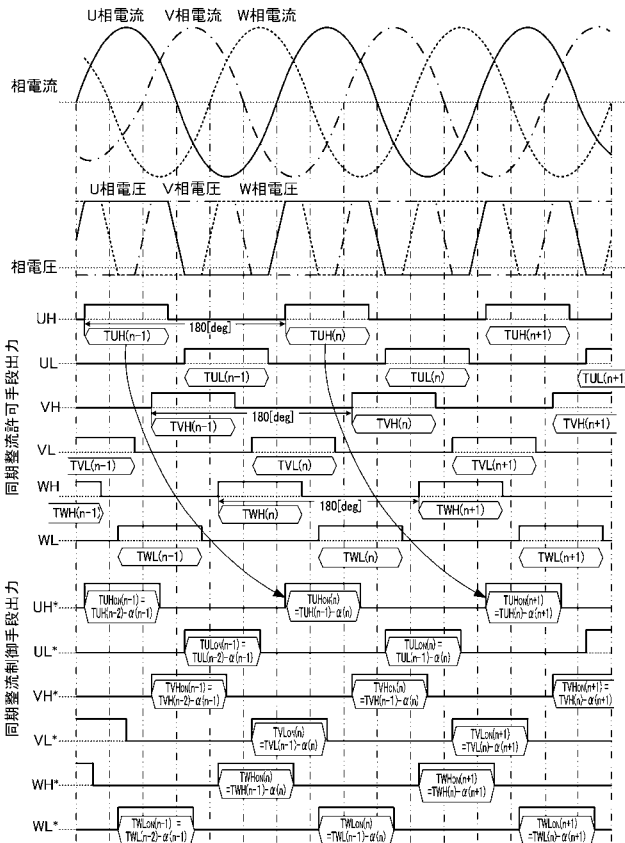
【図2】



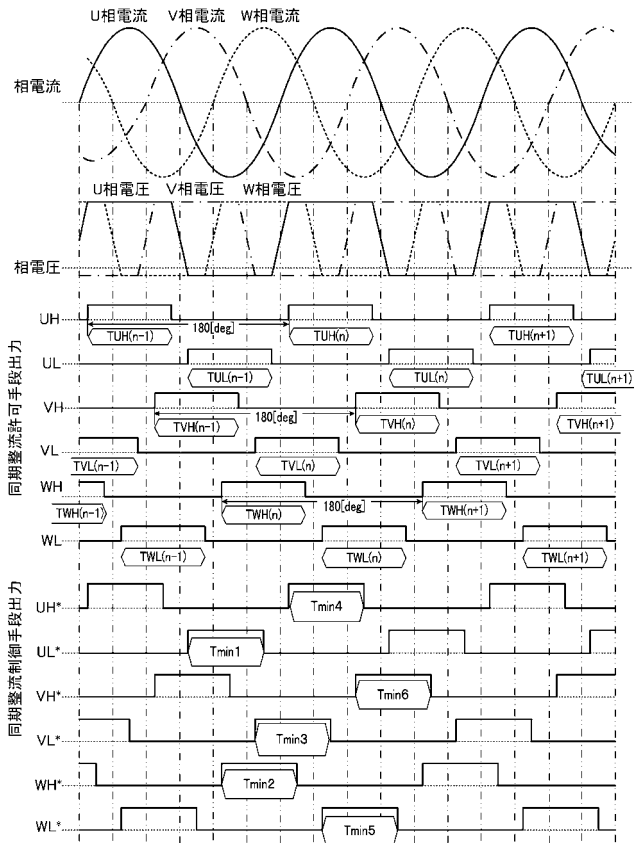
【図3】



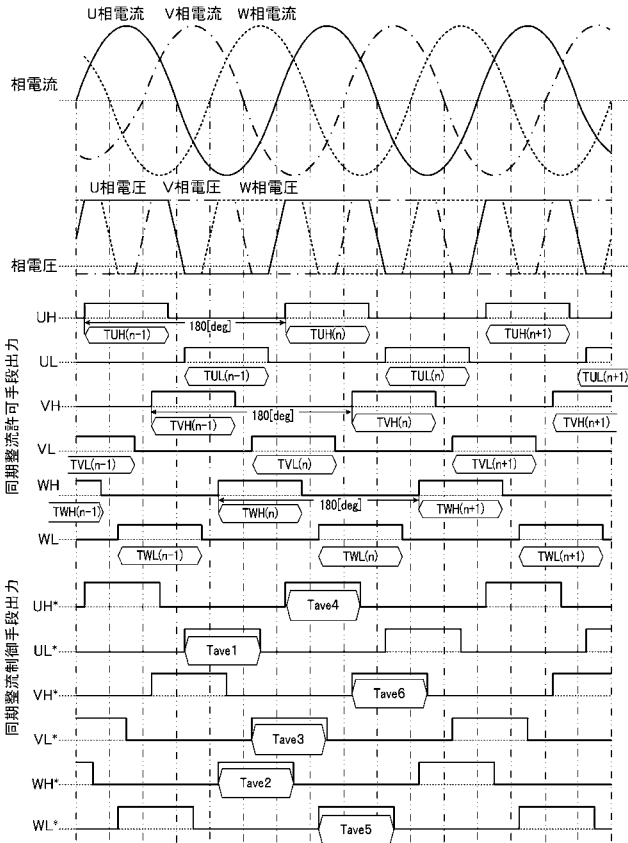
【図4】



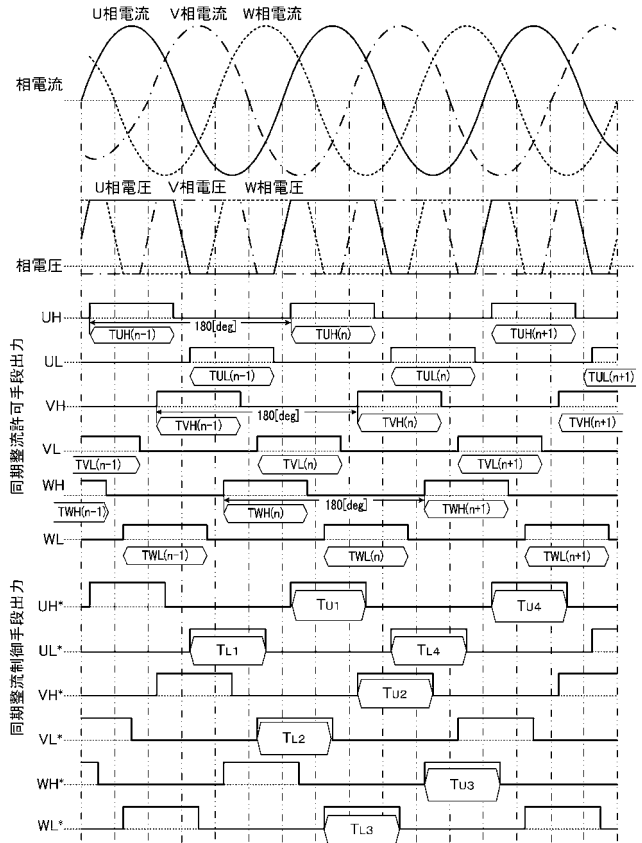
【図5】



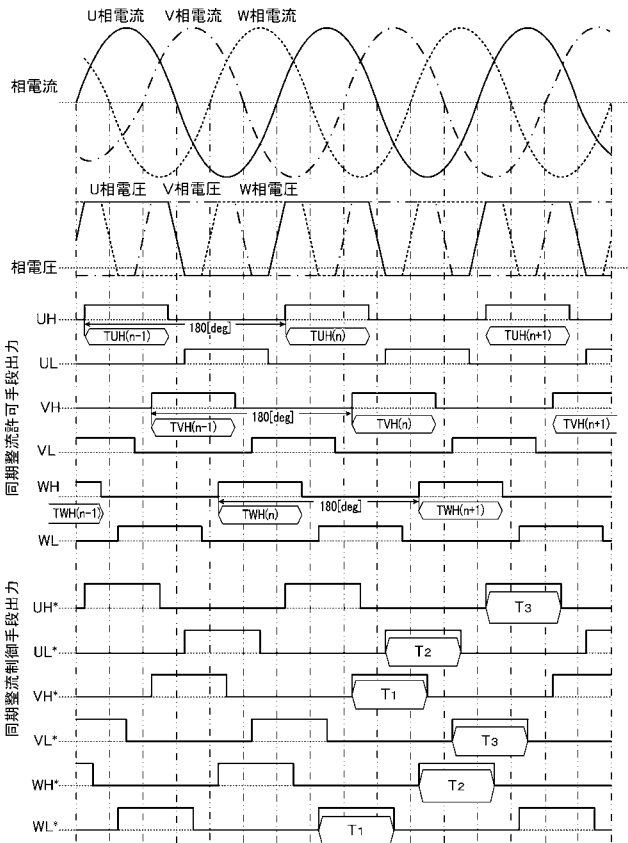
【図6】



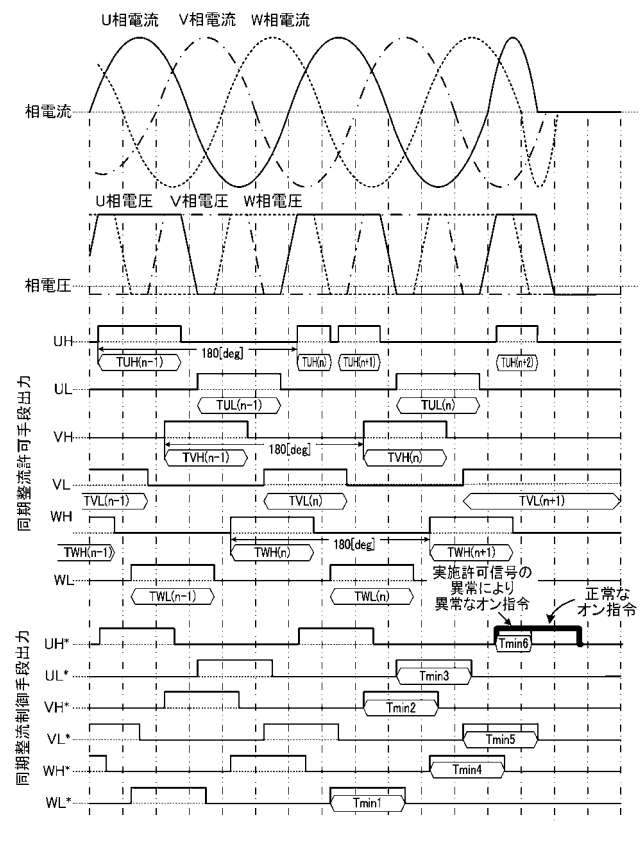
【図7】



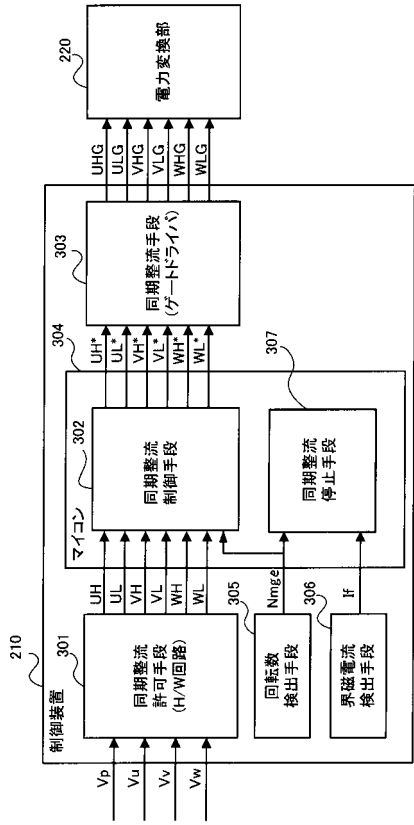
【図8】



【図9】



【図 10】



---

フロントページの続き

(72)発明者 秋田 健一

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 森 真人

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 藤田 暢彦

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 和田 典之

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H006 CA02 CB01 CB07 CB08 DA04 DB01 DC02 DC04 DC05

5H590 AA02 CA07 CA23 CD01 CE05 DD23 FA08 FB01 FC14 HA02

HA04 HA27