

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5452543号
(P5452543)

(45) 発行日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)

(24) 登録日 平成26年1月10日 (2014. 1. 10)

(51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006.01)

F I

H05B 37/02

Z

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-102388 (P2011-102388)	(73) 特許権者	000002037
(22) 出願日	平成23年4月28日 (2011. 4. 28)		新電元工業株式会社
(65) 公開番号	特開2012-234705 (P2012-234705A)		東京都千代田区大手町2丁目2番1号
(43) 公開日	平成24年11月29日 (2012. 11. 29)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成24年12月10日 (2012. 12. 10)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御回路、及び制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発電機から出力された交流電圧を整流してバッテリーの充電とランプの点灯を制御する制御回路であって、

前記発電機の出力部と前記バッテリーとの間に接続される第1のスイッチと、

前記発電機の出力と前記ランプとの間に接続される第2のスイッチと、

前記第1のスイッチと前記バッテリーとの接続点、および前記第2のスイッチと前記ランプとの接続点の間に接続される第3のスイッチと、

を備え、

前記第1のスイッチは、

前記交流電圧の一方の相の電圧を前記バッテリーに供給し、

前記第2のスイッチは、

前記交流電圧の他方の相の電圧を前記ランプに供給し、

前記第3のスイッチは、

前記発電機から前記一方の相の電圧が出力される期間において前記バッテリーの電圧を前記ランプに供給する

ことを特徴とする制御回路。

【請求項 2】

前記交流電圧の周期が短いほど前記バッテリーの電圧を前記ランプに供給する期間を短くするように制御するスイッチ制御部

10

20

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の制御回路。

【請求項 3】

前記スイッチ制御部は、

前記発電機から交流電圧が出力されていない場合、前記第 3 のスイッチをオン状態にして前記バッテリーの電圧を前記ランプに供給するように制御する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の制御回路。

【請求項 4】

前記スイッチ制御部は、

前記発電機から出力された交流電圧の各周期に対応したピーク電圧一定の三角波電圧を発生する三角波発生回路と、

前記負荷に印加される出力電圧の実効値電圧の信号を生成する電圧変換回路と、

前記負荷に印加される実効値電圧と所定の目標電圧との差分電圧に基づき、前記スイッチの導通状態を制御するための第 1 の電圧信号を生成する差動増幅回路と、

前記第 1 の電圧信号と前記三角波電圧とを比較し、前記スイッチの導通状態を制御する比較回路と、

を備えることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の制御回路。

【請求項 5】

前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチがサイリスタ素子であり、

前記第 3 のスイッチが電界効果トランジスタである

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の制御回路。

【請求項 6】

発電機から出力された交流電圧を整流してバッテリーの充電とランプの点灯を制御する制御回路の制御方法であって、

前記発電機の出力部と前記バッテリーとの間に接続される第 1 のスイッチを介して、前記交流電圧の一方の相の電圧を前記バッテリーに供給する手順と、

前記発電機の出力と前記ランプとの間に接続される第 2 のスイッチを介して、前記交流電圧の他方の相の電圧を前記ランプに供給する手順と、

前記第 1 のスイッチと前記バッテリーとの接続点、および前記第 2 のスイッチと前記ランプとの接続点の間に接続される第 3 のスイッチを、前記発電機から前記一方の相の電圧が出力される期間において前記バッテリーの電圧を前記ランプに供給するように制御する手順と、

を含むことを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制御回路、及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

車両などにおいて、エンジンに連動して回転する発電機により交流発電を行い、発電された交流電圧でランプを点灯すると共に、バッテリーを充電する制御回路がある。このような、制御回路の整流方式としては、単相半波方式がある。

【0003】

図 13 は、従来技術に係るランプ点灯・バッテリー充電装置の回路図である。

図 13 に示すランプ点灯・バッテリー充電装置 900 において、制御回路 911 は、発電機 902、ランプ 905、バッテリー 903、DC 負荷 904 に接続されている。制御回路 911 は、発電機 902 から出力された交流電圧 V_A をサイリスタ $SCR1$ で半波整流した出力電圧 V_O に変換して、バッテリー 903 と車体負荷(ランプ負荷、及び各種電装負荷)である DC 負荷 904 に供給する。また、制御回路 911 は、サイリスタ $SCR1$ 、サイリスタ $SCR2$ 、バッテリー電圧検出回路 906、ランプ電圧検出回路 912 を備えている。

【 0 0 0 4 】

発電機 9 0 2 で発電された交流電圧 V A は、発電機 9 0 2 の端子 9 0 2 - 1 が正電圧、端子 9 0 2 - 2 の電圧が負電圧の場合、破線 9 2 1 のようにサイリスタ S C R 1 により半波整流される。半波整流された出力電圧 V O は、D C 負荷 9 0 4 とバッテリー 9 0 3 に供給されている。一方、発電機 9 0 2 で発電された交流電圧 V A は、発電機の端子 9 0 2 - 1 が負電圧、端子 9 0 2 - 2 の電圧が正電圧の場合、破線 9 2 2 のようにサイリスタ S C R 2 がオン状態になり、ランプ 9 0 5 に供給されている。

なお、サイリスタ S C R 1 のゲート端子は、バッテリー電圧検出回路 9 0 6 により検出された電圧に基づき制御されている。また、サイリスタ S C R 2 のゲート端子は、ランプ電圧検出回路 9 1 2 により検出された電圧に基づき制御されている（例えば、特許文献 1 参照）。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 1 - 9 3 6 8 0 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 に記載の従来技術では、発電機 9 0 2 の交流電圧を用いてランプ 9 0 5 を点灯させているため、ランプ 9 0 5 に供給される交流電圧の実効値と周期が変動する。このため、発電機 9 0 2 の回転数が規定電圧に達するまで、ランプ 9 0 5 の明るさは、回転数に応じてちらつきが発生する。また、この規定回転数に達するまでの回転数が高いため、例えば、車両のアイドリング時に、ランプ 9 0 5 の明るさが暗く、さらにちらつきが発生していた。

20

また、特許文献 1 に記載の従来技術では発電機 9 0 2 が回転していない場合に、ランプ 9 0 5 を点灯させることができなかった。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであって、発電機の回転数が低回転の場合であってもランプの明るさのちらつきを低減することを可能にする制御回路、及びランプ点灯制御方法を提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するため、本発明に係る制御回路は、発電機から出力された交流電圧を整流してバッテリーの充電とランプの点灯を制御する制御回路であって、前記発電機の出力部と前記バッテリーとの間に接続される第 1 のスイッチと、前記発電機の出力と前記ランプとの間に接続される第 2 のスイッチと、前記第 1 のスイッチと前記バッテリーとの接続点、および前記第 2 のスイッチと前記ランプとの接続点の間に接続される第 3 のスイッチと、を備えることを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の制御回路において、前記第 1 のスイッチは、前記交流電圧の一方の相の電圧を前記バッテリーに供給し、前記第 2 のスイッチは、前記交流電圧の他方の相の電圧を前記ランプに供給し、前記第 3 のスイッチは、前記発電機から前記一方の相の電圧が出力される期間において前記バッテリーの電圧を前記ランプに供給するようにしてもよい。

40

【 0 0 1 0 】

また、本発明の制御回路において、前記交流電圧の周期が短いほど前記バッテリーの電圧を前記ランプに供給する期間を短くするように制御するスイッチ制御部を備えるようにしてもよい。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の制御回路において、前記スイッチ制御部は、前記発電機から交流電圧が出力されていない場合、前記第 3 のスイッチをオン状態にして前記バッテリーの電圧を前記

50

ランプに供給するように制御するようにしてもよい。

【0012】

また、本発明の制御回路において、前記スイッチ制御部は、前記発電機から出力された交流電圧の各周期に対応したピーク電圧一定の三角波電圧を発生する三角波発生回路と、前記負荷に印加される出力電圧の実効値電圧の信号を生成する電圧変換回路と、前記負荷に印加される実効値電圧と所定の目標電圧との差分電圧に基づき、前記スイッチの導通状態を制御するための第1の電圧信号を生成する差動増幅回路と、前記第1の電圧信号と前記三角波電圧とを比較し、前記スイッチの導通状態を制御する比較回路と、を備えるようにしてもよい。

【0013】

また、本発明の制御回路において、前記第1のスイッチ及び第1のスイッチがサイリスタ素子であり、前記第3のスイッチが電界効果トランジスタであるようにしてもよい。

【0014】

上記目的を達成するため、本発明は、発電機から出力された交流電圧を整流してバッテリーの充電とランプの点灯を制御する制御回路の制御方法であって、前記発電機の出力部と前記バッテリーとの間に接続される第1のスイッチを介して、前記交流電圧の一方の相の電圧を前記バッテリーに供給する手順と、前記発電機の出力と前記ランプとの間に接続される第2のスイッチを介して、前記交流電圧の他方の相の電圧を前記ランプに供給する手順と、スイッチ制御部は、前記第1のスイッチと前記バッテリーとの接続点、および前記第2のスイッチと前記ランプとの接続点の間に接続される第3のスイッチを、前記発電機から前記一方の相の電圧が出力される期間において前記バッテリーの電圧を前記ランプに供給するように制御するスイッチ制御手順と、を含むことを特徴としている。

【発明の効果】

【0015】

本発明の制御回路、及び制御方法によれば、発電機の出力部とバッテリーとの間に接続される第1のスイッチと、発電機の出力とランプとの間に接続される第2のスイッチと、第1のスイッチとバッテリーとの接続点、および第2のスイッチとランプとの接続点の間に接続される第3のスイッチとを設けるようにしたので、ランプにバッテリーの電圧を供給できる。さらに、スイッチ制御部が、発電機が発電した交流電圧の周期に基づき、発電機が発電した交流電圧の一方の相の期間、第3のスイッチをオン状態にしてバッテリー電圧をランプに供給するようにした。この結果、発電機の電圧の周期が低い場合でも、バッテリーの電圧をランプに供給できるため、発電機の回転数が低回転の場合であってもランプの明るさのちらつきを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本実施形態に係るランプ点灯・バッテリー充電装置の回路図である。

【図2】同実施形態に係るスイッチ制御回路のブロック図である。

【図3A】同実施形態に係る増幅回路の増幅度である倍率係数 M を「1」とした場合の三角波電圧 V_B と差分電圧 $V_{D'}$ ($= V_D$)との相対的な関係を説明する図である。

【図3B】同実施形態に係る増幅回路の増幅度である倍率係数 M を「2」に設定した場合の三角波電圧 V_B と差分電圧 $V_{D'}$ ($= 2 \times V_D$)との相対的な関係を示している。

【図3C】同実施形態に係る増幅回路の増幅度である倍率係数 M を「1」とした場合の三角波電圧 $V_B/2$ と差分電圧 $V_{D'}$ ($= V_D$)との相対的な関係を説明する図である。

【図4】同実施形態に係る交流電圧 V_A の周波数が低い場合の波形図の一例である。

【図5】同実施形態に係る交流電圧 V_A の周波数が図4と図6の中間の場合の波形図の一例である。

【図6】同実施形態に係る交流電圧 V_A の周波数が図5より高い場合の波形図の一例である。

【図7】同実施形態に係る三角波発生回路における三角波の発生メカニズム（スロー部分の生成過程）を説明するための波形図である。

10

20

30

40

50

【図 8】同実施形態に係る回転数が数百回転時のランプ電圧と、発電機の交流電圧の波形図である。

【図 9】同実施形態に係る回転数が約 1 0 0 0 回転時のランプ電圧と、発電機の交流電圧の波形図である。

【図 1 0】同実施形態に係る回転数が約 2 0 0 0 回転時のランプ電圧と、発電機の交流電圧の波形図である。

【図 1 1】同実施形態に係る第 1 ゲート制御回路のブロック図である。

【図 1 2 A】同実施形態に係る発電機 1 0 の回転数が低い場合の制御回路 2 0 における各部の波形を示す図である。

【図 1 2 B】同実施形態に係る発電機 1 0 の回転数が高い場合の制御回路 2 0 における各部の波形を示す図である。

【図 1 3】従来技術に係るランプ点灯・バッテリー充電装置の回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 7】

以下、図面を用いて、本発明の実施形態について説明する。図 1 は、本実施形態に係るランプ点灯・バッテリー充電装置の回路図である。

図 1 に示すように、ランプ点灯・バッテリー充電装置 1 は、発電機 1 0、制御回路 2 0、バッテリー 5 0 により構成されている。また、制御回路 2 0 は、ランプ 6 0、負荷 3 0、ヒューズ 4 0 に接続されている。また、制御回路 2 0 は、第 1 サイリスタ 2 1、第 2 サイリスタ 2 3、第 1 ゲート制御回路 2 2、第 2 ゲート制御回路 2 4、スイッチ 2 5、スイッチ

【0 0 1 8】

発電機 1 0 は、交流発電機であり、車両等のエンジンに連動して回転することにより、交流で発電を行う。発電機 1 0 の一方端 1 0 - 1 は、制御回路 2 0 に接続され、他方端 1 0 - 2 は、接地されている。発電機 1 0 は、発電した交流電圧を制御回路 2 0 に出力する。

ランプ 6 0 は、例えば、車両のヘッドライトである。ランプ 6 0 の一方端は、制御回路 2 0 に接続され、他方端は、接地されている。

負荷 3 0 は、車両の各種電装回路である。負荷 3 0 の一方端は、制御回路 2 0 に接続され、他方端は、接地されている。

ヒューズ 4 0 は、バッテリー 5 0 の保護をする。ヒューズ 4 0 の一方端は、制御回路 2 0 に接続され、他方端は、バッテリー 5 0 の正極端子に接続されている。

バッテリー 5 0 は、充電式の電池である。バッテリー 5 0 の正極端子は、ヒューズ 4 0 の他方端に接続され、負極端子は、接地されている。

【0 0 1 9】

第 1 サイリスタ 2 1 (第 1 のスイッチ) のゲート端子は、第 1 ゲート制御回路 2 2 の出力端子 out 2 に接続されている。第 1 サイリスタ 2 1 のアノード端子は、発電機 1 0 の一方端 1 0 - 1 に接続されている。また、第 1 サイリスタ 2 1 のカソード端子は、スイッチ 2 5 のソース端子とバックゲート端子、負荷 3 0 の一方端、およびヒューズ 4 0 の一方端に接続されている。

これにより、第 1 サイリスタ 2 1 は発電機 1 0 が出力する交流電圧 V A を第 1 ゲート制御回路 2 2 の制御に基づき半波整流し、一点破線 7 1 のように、半波整流した出力電圧 V O を負荷 3 0、ヒューズ 4 0 に供給する。

【0 0 2 0】

第 2 サイリスタ 2 3 (第 2 のスイッチ) のゲート端子は、第 2 ゲート制御回路 2 4 の出力端子 out 1 に接続されている。第 2 サイリスタ 2 3 のカソード端子は、発電機 1 0 の一方端 1 0 - 1 に接続されている。また、第 2 サイリスタ 2 3 のアノード端子は、スイッチ 2 5 のドレイン端子、ランプ 6 0 の一方端に接続されている。

これにより、第 2 サイリスタ 2 3 は、発電機 1 0 が出力する交流電圧 V A を第 2 ゲート制御回路 2 4 の制御に基づき半波整流し、一点破線 7 2 のように、半波整流した出力電圧

をランプ 60 に供給する。

【0021】

第1ゲート制御回路22の入力端子in2は、発電機10の一方端10-1に接続されている。また、第1ゲート制御回路22の出力端子out2は、第1サイリスタ21のゲート端子に接続されている。

これにより、第1ゲート制御回路22は、発電機10の交流電圧VAを検出し、バッテリー50への過充電を防止するように第1サイリスタ21のオン状態とオフ状態を制御する。

【0022】

第2ゲート制御回路24の入力端子in1は、発電機10の一方端10-1に接続されている。また、第2ゲート制御回路24の出力端子out1は、第2サイリスタ23のゲート端子に接続されている。

これにより、第2ゲート制御回路24は、ランプ60通電時の実効電圧が制限値（例えば-12[V]）以上（負側に大）になったことを検出した場合、ランプ60を保護するために第2サイリスタ23のオフを維持する制御を行う。

【0023】

スイッチ25（第3のスイッチ）のソース端子とバックゲート端子は、第1サイリスタ21のカソード端子とヒューズ40の一方端との接続点に接続されている。スイッチ25のドレイン端子は、第2サイリスタ23のアノード端子とランプ60の一方端との接続点に接続されている。また、スイッチ25のゲート端子は、スイッチ制御回路26の出力端子out3に接続されている。また、スイッチ25は、例えば、FET（電界効果トランジスタ）である。

これにより、スイッチ25は、スイッチ制御回路26の制御に基づき、バッテリー50に充電されている電圧を、一点破線73のように、ランプ60に供給する。

【0024】

スイッチ制御回路26（スイッチ制御部）の入力端子in3は、発電機10の一方端10-1に接続されている。また、スイッチ制御回路26の出力端子out3は、スイッチ25のゲート端子に接続されている。

これにより、スイッチ制御回路26は、発電機10の交流電圧VAを検出し、検出した交流電圧のレベルと周期に基づき、後述するようにスイッチ25の制御信号を生成する。スイッチ制御回路26は、生成したスイッチ25の制御信号により、スイッチ25の制御を行う。

【0025】

次に、スイッチ制御回路26について、図2と図3を用いて説明する。

図2は、本実施形態に係るスイッチ制御回路のブロック図である。

【0026】

図2に示すように、スイッチ制御回路26は、分圧回路26-1、電圧変換回路26-2、基準電圧発生回路26-3、差動回路26-4、増幅回路26-5、三角波発生回路26-6、比較回路26-7を備えている。

【0027】

分圧回路26-1は、発電機10から出力された交流電圧VAを分圧し、分圧した電圧VRを電圧変換回路26-2に出力する。

電圧変換回路26-2は、分圧回路26-1で分圧された電圧VRを、その実効値を表す電圧VR'に変換し、変換した電圧VR'を差動回路26-4の一方の入力端子に出力する。この電圧VR'は、ランプ60に供給される電圧VGの検出値として取り扱われる。

基準電圧発生回路26-3は、負荷30とバッテリー50に電力を供給するための目標電圧VTを発生させ、発生させた目標電圧VTを差動回路26-4の他方の入力端子に出力する。

差動回路26-4は、電圧VR'と目標電圧VTとの差分電圧VD（=VR'-VT）

10

20

30

40

50

を生成し、生成した差分電圧 V_D を増幅回路 26 - 5 に出力する。

増幅回路 26 - 5 は、差分電圧 V_D を増幅した差分電圧 $V_{D'}$ を比較回路 26 - 7 の一方の端子に出力する。

三角波発生回路 26 - 6 は、発電機 10 から出力された交流電圧 V_A の各周期に対応したピーク電圧一定の三角波電圧 V_B を生成し、生成した三角波電圧 V_B を比較回路 26 - 7 の他方の端子に出力する。

比較回路 26 - 7 は、差分電圧 $V_{D'}$ と三角波電圧 V_B とを比較し、この比較の結果に基づきスイッチ 25 の導通タイミングを規定する制御信号 b を生成する。

【0028】

次に、図 3 を参照して、増幅回路 26 - 5 を導入することの技術的意味を説明する。
図 3 A ~ 図 3 C は、増幅回路 26 - 5 の増幅度である倍率係数 M を「1」及び「2」とした場合の三角波電圧 V_B と差分電圧 $V_{D'}$ ($= V_D$) との相対的な関係を説明する図である。図 3 A において、倍率係数 M を「1」に設定した場合、区間 W_1 は、三角波電圧 V_B が差分電圧 $V_{D'}$ を上回る期間、すなわちスイッチ 25 がオン状態に制御される期間を示す。また、図 3 B は、倍率係数 M を「2」に設定した場合の三角波電圧 V_B と差分電圧 $V_{D'}$ ($= 2 \times V_D$) との相対的な関係を示している。図 3 B に示すように倍率係数 M を「2」に設定して差分電圧 V_D を 2 倍に増幅すると、図 3 A に示す区間 W_1 と比較して、スイッチ 25 のオン状態に対応する区間 W_2 の変動量 ($V_{D'}$ の変動量) が 2 倍になり、これにより、ランプ 60 に供給される電圧 V_G の変動量に対して制御信号 b の応答量 (感度) が 2 倍になる。

【0029】

このことは、図 3 C に示すように、倍率係数 M が「1」のときの差分電圧 $V_{D'}$ ($= V_D$) に対して三角波電圧のピーク電圧が相対的に半分 ($V_B / 2$) になることと等価であり、ランプ 60 に供給される電圧 V_G の制御幅 W (後述) が半分になることを意味している。従って、増幅回路 26 - 5 を導入して、差分電圧 V_D を M 倍に増幅することにより、ランプ 60 に供給される電圧 V_G の制御幅 W が相対的に M 分の 1 に小さくなるため、ランプ 60 に供給される電圧 V_G を精度よく目標電圧 V_T に制御できるようになる。

【0030】

ここで、三角波電圧 V_B の高さ H ($=$ ピーク電圧 V_P) と、倍率係数 M と、目標電圧 V_T と、ランプ 60 に供給される電圧 V_G の制御幅 W との間には、制御幅 W が、目標電圧 V_T から $V_T + (H / M)$ の範囲の値となる関係が存在する。従って、本制御装置を実施する場合、所望の制御幅 W と目標電圧 V_T とに応じて、上記関係を満足するように三角波電圧 V_B の高さ H と倍率係数 M とを適切に設定すればよい。

【0031】

図 4 ~ 図 6 は、本実施形態に係る制御回路 20 とスイッチ制御回路 26 の各部の波形の一例である。図 4 は、交流電圧 V_A の周波数が低い場合の波形の一例であり、図 5 は、交流電圧 V_A の周波数が図 4 と図 6 の中間の場合の波形の一例であり、図 6 は、交流電圧 V_A の周波数が図 5 より高い場合の波形の一例である。

【0032】

図 4 ~ 図 6 において、横軸は時間を表し、縦軸はそれぞれ電圧レベルを表している。なお、図 4 ~ 図 6 に示す波形は、説明と理解の容易さのために、負荷 30 が軽負荷、あるいは抵抗負荷 (例えば、ランプ負荷) の場合の例を示したものである。すなわち、交流電圧 V_A を第 1 サイリスタ 21 により整流及び位相制御した波形が、ほぼそのまま出力電圧 V_O として負荷 30 に印加される例を示したものである。また、交流電圧 V_A は、実際には発電機 10 の回転数に応じて、波形のレベルと周波数が徐々に変化していくが、説明と理解の容易さのために、所定の回転数の場合のみを模式的に示している。

【0033】

図 4 (a) は、交流電圧 V_A の波形 S_{101} であり、図 4 (b) は、第 2 ゲート制御回路 24 の制御信号 d の波形 S_{102} であり、図 4 (c) は、第 2 サイリスタ 23 が半波整流した後の波形 S_{103} である。図 4 (d) は、三角波発生回路 26 - 6 の出力電圧の波

10

20

30

40

50

形 S 1 0 5 と増幅回路 2 6 - 5 の出力電圧の波形 S 1 0 4 であり、図 4 (e) は、スイッチ制御回路 2 6 の出力である制御信号 b の波形 S 1 0 6、図 4 (f) は、ランプ 6 0 に供給される電圧 V G の波形 S 1 0 7 である。

まず、時刻 $t_1 \sim t_3$ の期間について説明する。時刻 $t_1 \sim t_3$ の期間、発電機 1 0 は回転していない状態である。

図 4 (a) に示すように、発電機 1 0 が回転していないため、交流電圧 V A は、0 [V] である。

図 4 (b) に示すように、発電機 1 0 が回転していないため、交流電圧 V A が 0 [V] であるので、第 2 ゲート制御信号 d はローレベルである。

図 4 (c) に示すように、第 2 サイリスタ 2 3 が半波整流した後の波形も 0 [V] である。

図 4 (d) に示すように、三角波発生回路 2 6 - 6 の出力電圧も 0 [V] であり、増幅回路 2 6 - 5 の出力電圧も 0 である。

図 4 (e) に示すように、スイッチ制御回路 2 6 の制御信号 b は、ハイレベル (H) である。

図 4 (f) に示すように、制御信号 b がハイレベルのため、スイッチ 2 5 がオン状態であるので、ランプ 6 0 に供給される電圧 V G は、バッテリー 5 0 の電圧 V E である。

【 0 0 3 4 】

次に、時刻 $t_3 \sim t_8$ の期間について説明する。時刻 $t_3 \sim t_8$ の期間、発電機 1 0 は低速で回転している状態である。なお、回転数は、例えば、1 0 0 [r p m] 以下である。

図 4 (a) に示すように、交流電圧 V A の最大値は、時刻 $t_3 \sim t_6$ の期間、正電圧側に V 2 [V] であり、時刻 $t_6 \sim t_8$ の期間、負電圧側に V 2 [V] である。

図 4 (b) に示すように、時刻 $t_3 \sim t_6$ の期間、交流電圧 V A が正電圧のため第 2 ゲート制御回路 2 4 の制御信号 d は、ローレベルである。また、時刻 $t_6 \sim t_8$ の期間、交流電圧 V A が負電圧のため第 2 ゲート制御回路 2 4 の制御信号 d は、ハイレベルである。

図 4 (c) に示すように、第 2 サイリスタ 2 3 が半波整流した後の波形は、時刻 $t_6 \sim t_8$ の期間、負電圧側に、V 2 [V] のピーク電圧値を有する。

図 4 (d) に示すように、三角波発生回路 2 6 - 6 の出力電圧は、交流電圧 V A の正相のサイクル期間に対応し、交流電圧 V A が負電圧から正電圧に転じる時点を起点として 0 [V] から一定の傾きで増加し、交流電圧 V A が正電圧から負電圧に転じる時点で 0 [V] となる三角波の波形を有する。増幅回路 2 6 - 5 の出力電圧 V D ' は、時刻 $t_3 \sim t_4$ の期間、三角波 V B より高い電圧レベルである。また、増幅回路 2 6 - 5 の出力電圧 V D ' は、時刻 $t_4 \sim t_6$ の期間、三角波電圧 V B より低い電圧レベルである。このため、ランプ 6 0 にバッテリー 5 0 を供給する制御信号の幅 (図 6 で説明した制御幅) W は、時刻 $t_3 \sim t_8$ の期間である。

【 0 0 3 5 】

図 4 (e) に示すように、時刻 $t_3 \sim t_4$ の期間、増幅回路 2 6 - 5 の出力電圧 V D ' は、三角波 V B より高い電圧レベルのため、スイッチ制御回路 2 6 の制御信号 b は、ローレベルの制御信号である。また、時刻 $t_4 \sim t_6$ の期間、増幅回路 2 6 - 5 の出力電圧 V D ' は、三角波 V B より低い電圧レベルのため、スイッチ制御回路 2 6 の制御信号 b は、ハイレベルの制御信号である。また、時刻 $t_6 \sim t_8$ の期間、三角波 V B は出力されておらず、比較回路 2 6 - 7 には 0 [V] が入力される。このため、増幅回路 2 6 - 5 の出力電圧 V D ' が、0 [V] より高いので、スイッチ制御回路 2 6 の制御信号 b は、ローレベルの制御信号である。

図 4 (f) に示すように、時刻 $t_3 \sim t_4$ の期間、制御信号 b がローレベルのためスイッチ 2 5 がオフ状態であるので、ランプ 6 0 に供給される電圧は、交流電圧 V A を半波整流した出力電圧であるため 0 [V] である。時刻 $t_4 \sim t_6$ の期間、制御信号 b がハイレベルのためスイッチ 2 5 がオン状態であるので、ランプ 6 0 に供給される電圧 V G は、バッテリー 5 0 の電圧 V E である。時刻 $t_6 \sim t_8$ の期間、制御信号 b がローレベルのためス

10

20

30

40

50

スイッチ 25 がオフ状態であるので、ランプ 60 に供給される電圧 V_G は、交流電圧 V_A を半波整流した出力電圧であるため負電圧側にピーク電圧値 V_2 [V] を有する。

【0036】

以上のように、スイッチ制御回路 26 は、発電機 10 の出力電圧 V_A が 0 [V] の場合、ランプ 60 にバッテリー 50 の電圧を供給するように制御する。

そして、発電機 10 の回転数が低い場合、スイッチ制御回路 26 は、交流電圧 V_A が正電圧側の期間、ランプ 60 にバッテリー 50 の電圧を供給し、交流電圧 V_A が負電圧側の期間、ランプ 60 に第 2 サイリスタ 23 により半波整流された発電機 10 からの負電圧側の電圧を供給するように制御する。

【0037】

図 5 (a) は、交流電圧 V_A の波形 S111 であり、図 5 (b) は、第 2 ゲート制御回路 24 の制御信号 d の波形 S112 であり、図 5 (c) は、三角波発生回路 26 - 6 の出力電圧の波形 S113 と増幅回路 26 - 5 の出力電圧の波形 S114 である。図 5 (d) は、スイッチ制御回路 26 の出力である制御信号 b の波形 S115、図 5 (e) は、ランプ 60 に供給される電圧 V_G の波形 S116 である。

まず、時刻 $t_{11} \sim t_{16}$ の期間について説明する。時刻 $t_{11} \sim t_{16}$ の期間、発電機 10 は低速で回転している状態である。なお、回転数は、例えば、数百 [rpm] である。

図 5 (a) に示すように、交流電圧 V_A の最大値は、時刻 $t_{11} \sim t_{14}$ の期間、正電圧側に V_3 [V] であり、時刻 $t_{14} \sim t_{16}$ の期間、負電圧側に V_3 [V] である。なお、電圧値 V_3 は、図 4 (a) の電圧値 V_2 より大きく、周期 $t_2 = t_{16} - t_{11}$ は、図 4 (a) の周期 $t_1 = t_8 - t_4$ より短いものとする。

図 5 (b) に示すように、時刻 $t_{11} \sim t_{14}$ の期間、交流電圧 V_A が正電圧のため第 2 ゲート制御回路 24 の制御信号 d は、ローレベルである。また、時刻 $t_{14} \sim t_{16}$ の期間、交流電圧 V_A が負電圧のため第 2 ゲート制御回路 24 の制御信号 d は、ハイレベルである。

図 5 (c) に示すように、三角波発生回路 26 - 6 の出力電圧は、交流電圧 V_A の正相のサイクル期間に対応し、交流電圧 V_A が負電圧から正電圧に転じる時点を起点として 0 [V] から一定の傾きで増加し、交流電圧 V_A が正電圧から負電圧に転じる時点で 0 [V] となる三角波の波形を有する。増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、時刻 $t_{11} \sim t_{12}$ の期間、三角波 V_B より高い電圧レベルである。また、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、時刻 $t_{14} \sim t_{16}$ の期間、0 [V] より高い電圧レベルである。また、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、時刻 $t_{12} \sim t_{14}$ の期間、三角波電圧 V_B より低い電圧レベルである。

【0038】

図 5 (d) に示すように、時刻 $t_{11} \sim t_{12}$ の期間、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、三角波 V_B より高い電圧レベルのため、スイッチ制御回路 26 の制御信号 b は、ローレベルの制御信号である。また、時刻 $t_{12} \sim t_{14}$ の期間、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、三角波 V_B より低い電圧レベルのため、スイッチ制御回路 26 の制御信号 b は、ハイレベルの制御信号である。また、時刻 $t_{14} \sim t_{16}$ の期間、三角波 V_B は出力されておらず、比較回路 26 - 7 には 0 [V] が入力される。このため、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、0 [V] より高い電圧レベルのため、スイッチ制御回路 26 の制御信号 b は、ローレベルの制御信号である。このため、ランプ 60 にバッテリー 50 を供給する制御信号の幅 W は、時刻 $t_{12} \sim t_{14}$ の期間である。

図 5 (e) に示すように、時刻 $t_{11} \sim t_{12}$ の期間、制御信号 b がローレベルのためスイッチ 25 がオフ状態であるので、ランプ 60 に供給される電圧は、交流電圧 V_A を半波整流した出力電圧であるため 0 [V] である。時刻 $t_{12} \sim t_{14}$ の期間、制御信号 b がハイレベルのためスイッチ 25 がオン状態であるので、ランプ 60 に供給される電圧 V_G は、バッテリー 50 の電圧 V_E である。時刻 $t_{14} \sim t_{16}$ の期間、制御信号 b がローレベルのためスイッチ 25 がオフ状態であるので、ランプ 60 に供給される電圧 V_G は、交

10

20

30

40

50

流電圧 V_A を半波整流した出力電圧であるため負電圧側にピーク電圧値 $V_3 [V]$ を有する。また、バッテリー電圧 V_E がランプ 60 に供給される期間は、時刻 $t_{12} \sim t_{14}$ であり、図 4 (f) の時刻 $t_4 \sim t_6$ の期間よりも短い。

【0039】

次に、時刻 $t_{16} \sim t_{21}$ の期間について説明する。時刻 $t_{16} \sim t_{21}$ の期間、発電機 10 は時刻 $t_{11} \sim t_{16}$ より高速で回転している状態である。なお、回転数は、例えば、 $1000 [rpm]$ である。

図 5 (a) に示すように、交流電圧 V_A の最大値は、時刻 $t_{16} \sim t_{19}$ の期間、正電圧側に $V_4 [V]$ であり、時刻 $t_{19} \sim t_{21}$ の期間、負電圧側に $V_4 [V]$ である。なお、電圧値 V_4 は、電圧値 V_3 より大きく、周期 $t_3 = t_{21} - t_{16}$ は、周期 $t_2 = t_{16} - t_{11}$ より短いものとする。

10

図 5 (b) に示すように、時刻 $t_{16} \sim t_{19}$ の期間、交流電圧 V_A が正電圧のため第 2 ゲート制御回路 24 の制御信号 d は、ローレベルである。また、時刻 $t_{19} \sim t_{21}$ の期間、交流電圧 V_A が負電圧のため第 2 ゲート制御回路 24 の制御信号 d は、ハイレベルである。

図 5 (c) に示すように、三角波発生回路 26 - 6 の出力電圧は、交流電圧 V_A の正相のサイクル期間に対応し、交流電圧 V_A が負電圧から正電圧に転じる時点を起点として $0 [V]$ から一定の傾きで増加し、交流電圧 V_A が正電圧から負電圧に転じる時点で $0 [V]$ となる三角波の波形を有する。増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、時刻 $t_{16} \sim t_{18}$ の期間、三角波 V_B より高い電圧レベルである。また、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、時刻 $t_{19} \sim t_{21}$ の期間、 $0 [V]$ よりも高い電圧レベルである。また、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、時刻 $t_{18} \sim t_{19}$ の期間、三角波電圧 V_B より低い電圧レベルである。

20

【0040】

図 5 (d) に示すように、時刻 $t_{16} \sim t_{18}$ の期間、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、三角波 V_B より高い電圧レベルのため、スイッチ制御回路 26 の制御信号 b は、ローレベルの制御信号である。また、時刻 $t_{18} \sim t_{19}$ の期間、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、三角波 V_B より低い電圧レベルのため、スイッチ制御回路 26 の制御信号 b は、ハイレベルの制御信号である。また、時刻 $t_{19} \sim t_{21}$ の期間、三角波 V_B は出力されておらず、比較回路 26 - 7 には $0 [V]$ が入力される。このため、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、 $0 [V]$ より高い電圧レベルのため、スイッチ制御回路 26 の制御信号 b は、ローレベルの制御信号である。

30

図 5 (e) に示すように、時刻 $t_{16} \sim t_{18}$ の期間、制御信号 b がローレベルのためスイッチ 25 がオフ状態であるので、ランプ 60 に供給される電圧 V_G は、交流電圧 V_A を半波整流した出力電圧であるため $0 [V]$ である。時刻 $t_{18} \sim t_{19}$ の期間、制御信号 b がハイレベルのためスイッチ 25 がオン状態であるので、ランプ 60 に供給される電圧 V_G は、バッテリー 50 の電圧 V_E である。時刻 $t_{19} \sim t_{21}$ の期間、制御信号 b がローレベルのためスイッチ 25 がオフ状態であるので、ランプ 60 に供給される電圧 V_G は、交流電圧 V_A を半波整流した出力電圧であるため負電圧側にピーク電圧値 $V_4 [V]$ を有する。このため、ランプ 60 にバッテリー 50 を供給する制御信号の幅 W は、時刻 $t_{18} \sim t_{19}$ の期間である。

40

【0041】

以上のように、スイッチ制御回路 26 は、交流電圧 V_A が正電圧側の場合、交流電圧 V_A の電圧レベルが大きくなるか、または、交流電圧 V_A の周期が短くなる程、ランプ 60 にバッテリー 50 から電圧 V_E が供給される期間が短くなるようにスイッチ 25 を制御する。すなわち、交流電圧 V_A の周期が t_3 の場合のバッテリー 50 の電圧を供給する期間 $t_{18} \sim t_{19}$ は、交流電圧 V_A の周期が t_2 の場合のバッテリー 50 の電圧を供給する期間 $t_{12} \sim t_{14}$ より短い。また、スイッチ制御回路 26 は、交流電圧 V_A が負電圧側の期間、スイッチ 25 をオフ状態にするように制御し、ランプ 60 に第 2 サイリスタ 23 により半波整流された発電機 10 からの負電圧側の電圧を供給するように制御する。

50

【 0 0 4 2 】

図 6 (a) は、交流電圧 V_A の波形 S_{121} であり、図 6 (b) は、第 2 ゲート制御回路 24 の制御信号 d の波形 S_{122} であり、図 6 (c) は、三角波発生回路 26 - 6 の出力電圧の波形 S_{123} と増幅回路 26 - 5 の出力電圧の波形 S_{124} である。図 6 (d) は、スイッチ制御回路 26 の出力である制御信号 b の波形 S_{125} であり、図 6 (e) は、ランプ 60 に供給される電圧 V_G の波形 S_{126} である。

なお、回転数は、例えば、 $2000 [rpm]$ である。

図 6 (a) に示すように、交流電圧 V_A の最大値は、時刻 $t_{31} \sim t_{33}$ の期間、及び時刻 $t_{33} \sim t_{34}$ の期間、正電圧側に $V_5 [V]$ であり、時刻 $t_{33} \sim t_{35}$ の期間、及び時刻 $t_{34} \sim t_{35}$ の期間、負電圧側に $V_5 [V]$ である。なお、電圧値 V_5 は、図 5 (a) の電圧値 V_4 より大きく、周期 $t_4 = t_{33} - t_{31}$ は、図 5 (a) の周期 $t_3 = t_{21} - t_{16}$ より短いものとする。

図 6 (b) に示すように、時刻 $t_{31} \sim t_{32}$ 、及び時刻 $t_{33} \sim t_{34}$ の期間、交流電圧 V_A が正電圧のため第 2 ゲート制御回路 24 の制御信号 d は、ローレベルである。また、時刻 $t_{32} \sim t_{33}$ 、及び時刻 $t_{34} \sim t_{35}$ の期間、交流電圧 V_A が負電圧のため第 2 ゲート制御回路 24 の制御信号 d は、ハイレベルである。

【 0 0 4 3 】

図 6 (c) に示すように、三角波発生回路 26 - 6 の出力電圧は、交流電圧 V_A の正相のサイクル期間に対応し、交流電圧 V_A が負電圧から正電圧に転じる時点を中心として $0 [V]$ から一定の傾きで増加し、交流電圧 V_A が正電圧から負電圧に転じる時点で $0 [V]$ となる三角波の波形を有する。増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、時刻 $t_{31} \sim t_{32}$ の期間、及び時刻 $t_{33} \sim t_{34}$ の期間、三角波 V_B より高い電圧レベルである。また、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、時刻 $t_{32} \sim t_{33}$ の期間、及び時刻 $t_{33} \sim t_{35}$ の期間、 $0 [V]$ より高い電圧レベルである。

【 0 0 4 4 】

図 6 (d) に示すように、時刻 $t_{31} \sim t_{32}$ の期間、及び時刻 $t_{33} \sim t_{34}$ の期間、増幅回路 26 - 5 の出力電圧 $V_{D'}$ は、三角波 V_B より高い電圧レベルのため、スイッチ制御回路 26 の制御信号 b は、ローレベルの制御信号である。また、時刻 $t_{32} \sim t_{33}$ の期間、及び時刻 $t_{33} \sim t_{35}$ の期間、 $0 [V]$ より高い電圧レベルのため、スイッチ制御回路 26 の制御信号 b は、ローレベルの制御信号である。

図 6 (e) に示すように、時刻 $t_{31} \sim t_{32}$ の期間、及び時刻 $t_{33} \sim t_{34}$ の期間、制御信号 b がローレベルのためスイッチ 25 がオフ状態であるので、ランプ 60 に供給される電圧 V_G は、交流電圧 V_A を半波整流した出力電圧であるため $0 [V]$ である。時刻 $t_{32} \sim t_{33}$ の期間、及び時刻 $t_{34} \sim t_{35}$ の期間、制御信号 b がローレベルのためスイッチ 25 がオフ状態であるので、ランプ 60 に供給される電圧 V_G は、交流電圧 V_A を半波整流した出力電圧であるため負電圧側にピーク電圧値 $V_5 [V]$ を有する。

【 0 0 4 5 】

以上のように、スイッチ制御回路 26 は、交流電圧 V_A の正電圧側の電圧値が予め定められている電圧以上の場合、バッテリー 50 の電圧 V_E を供給しないようにスイッチ 25 を制御する。また、スイッチ制御回路 26 は、交流電圧 V_A が負電圧側の期間、スイッチ 25 をオフ状態にするように制御し、ランプ 60 に第 2 サイリスタ 23 により半波整流された発電機 10 からの負電圧側の電圧を供給するように制御する。

なお、基準電圧発生回路 26 - 3 の基準電圧値、増幅回路 26 - 5 の増幅率は、発電機 10 の回転数に基づき、加算するバッテリー電圧の電圧レベルと発電機 10 の交流電圧レベルに応じて、予め設計時に実験等により設定するようにしてもよい。

【 0 0 4 6 】

次に、図 7 を参照して、三角波発生回路 26 - 6 における三角波電圧 V_B の発生メカニズムを説明する。図 7 は、本実施形態に係る三角波発生回路における三角波の発生メカニズム（スロープ部分の生成過程）を説明するための波形図である。

図 7 (a) は、交流電圧 V_A と方形波 S の波形図であり、図 7 (b) は、三角波電圧 V_B

10

20

30

40

50

の生成を説明する図である。

一般には発電機 10 が出力する交流電圧の周波数は急激に変化しないので、1 サイクル前の波形と現在のサイクルの波形はほとんど同じと考えることができる。例えば、図 7 において、波形 2 が現在のサイクルの波形だとすれば、波形 2 の半周期 T_2 と、その 1 サイクル前の波形 1 の半周期 T_1 とはほとんど同じである。

【0047】

上述の特性を利用して、次の手順により三角波電圧 V_B を生成する。

(手順 1) 図 7 (a) に示すように、波形 1 のサイクルにおいて、発電機 10 が出力する交流電圧 V_A から方形波 S を生成する。この波形 1 に対応する方形波 S の半周期は、波形 1 のサイクルにおける交流電圧 V_A の半周期 T_1 と一致する。

(手順 2) 続いて、方形波 S の半周期 T_1 の時間をカウントする。

(手順 3) 続いて、半周期 T_1 の時間のカウント数を所定の分解能 n で除算して、時間 $t_1 (= T_1 / n)$ を得る。ここで、分解能 n は、三角波電圧 V_B のスロープの滑らかさを規定する量であり、分解能 n が高い程、三角波電圧 V_B のスロープが滑らかになる。

(手順 4) 続いて、三角波電圧 V_B のピーク電圧 V_p を所定の分解能 n で除算して、電圧 $v_1 (= V_p / n)$ を得る。

(手順 5) 続いて、図 7 (b) に示すように、次のサイクルの波形 2 の立ち上がりタイミング (T_2 をカウントし始めるタイミング) で、上記電圧 v_1 だけ三角波電圧 V_B を上昇させ、この三角波電圧 V_B を上記時間 t_1 の間だけ維持する。

【0048】

(手順 6) 同じ波形 2 のサイクルにおいて、上記時間 t_1 が経過したタイミングで上記電圧 v_1 だけ三角波電圧 V_B を更に上昇させ、これを全都で n 回繰り返すと、図 7 (b) に示すような階段状の波形が得られ、波形 2 のサイクルに対応する三角波電圧のスロープ部分に相当する階段状の波形が得られる。分解能 n の値を大きくすれば、階段状の波形が滑らかになり、一層良好な三角波を得ることができる。

以上の手順により、1 サイクル前の交流電圧 V_A の波形を用いて、交流電圧 V_A の各周期に対応した三角波電圧であって、ピーク電圧 V_p が一定の電圧波形を生成する。

【0049】

上述の三角波電圧の発生メカニズムを利用した三角波発生回路 26 - 6 は、制御装置 20 においてスイッチ 25 の導通タイミングを制御するための三角波電圧を生成するものであって、例えば、カウンタ部と、除算部と、波形生成部とから構成することができる。ここで、カウンタ部は、発電機 10 が出力する第 1 サイクルの交流電圧波形の半周期の時間 (図 7 (a) の例えば波形 1 のサイクルにおける時間 T_1) をカウントするものである。除算部は、上記カウンタ部によるカウント数を所定の分解能 n (所定値) で除算するものである。波形生成部は、第 1 サイクル後の第 2 サイクル (図 7 (a) の例えば波形 2 のサイクル) において上記第 1 サイクルでの除算部の除算結果で示される時間 t_1 の経過ごとに所定電圧 v_1 だけ上昇する階段状の電圧波形を生成するものである。この階段状の電圧波形は上記三角波電圧の波形として出力される。

【0050】

図 8 ~ 図 10 は、本実施形態の制御回路でランプ 60 を点灯させた場合の発電機 10 の出力電圧の波形とランプ 60 に供給される電圧波形の実測波形図である。

図 8 は、本実施形態に係る回転数が数百回転時のランプ電圧と、発電機の交流電圧の波形図である。図 9 は、本実施形態に係る回転数が約 1000 回転時のランプ電圧と、発電機の交流電圧の波形図である。図 10 は、本実施形態に係る回転数が約 2000 回転時のランプ電圧と、発電機の交流電圧の波形図である。

図 8 ~ 図 10 において、横軸は時間を表し、縦軸は電圧レベルを表している。また、図 8 ~ 図 10 において、波形 S_{301} 、 S_{311} 、 S_{321} は、ランプ 60 の電圧波形であり、波形 S_{302} 、 S_{312} 、 S_{322} は、発電機 10 の交流電圧の波形である。なお、図 8 ~ 図 10 において、ランプ 60 の電圧波形は、発電機 10 の交流電圧の表示レンジの半分である。

図 8 に示すように、発電機 10 の回転数が数百回転の場合、図 4 で説明したように、ランプ 60 に供給される電圧波形 301 は、交流電圧の正電圧時に、バッテリー電圧が供給されている。なお、発電機 10 の交流波形 302 が、図 4 と異なり正電圧時にバッテリー電圧が供給されている波形になっているのは、バッテリーなどの負荷の影響である。

図 9 に示すように、発電機 10 の回転数が約 1000 回転の場合、図 5 で説明したように、ランプ 60 に供給される電圧波形 311 は、交流電圧の正電圧時に、バッテリー電圧の幅が調整されている。なお、発電機 10 の交流波形 312 が、図 5 と異なり正電圧時にバッテリー電圧が供給されている波形になっているのは、バッテリーなどの負荷の影響である。

図 10 に示すように、発電機 10 の回転数が約 2000 回転の場合、図 6 で説明したように、ランプ 60 に供給される電圧波形 321 は、交流電圧の正電圧時に、バッテリー電圧が供給されていず、発電機 10 の交流電圧の負電圧側のみである。なお、発電機 10 の交流波形 322 が、図 6 と異なり正電圧時にパルス状の波形が供給されている波形になっているのは、バッテリーなどの負荷の影響である。

【0051】

次に、第 1 ゲート制御回路 22 の動作の概略について、図 11 と図 12 を用いて説明する。図 11 は、本実施形態に係る第 1 ゲート制御回路のブロック図である。

図 11 に示すように、第 1 ゲート制御回路 22 は、分圧回路 410、電圧変換回路 420、基準電圧発生回路 430、差動回路 440、増幅回路 450、三角波発生回路 460、比較回路 470 を備えている。

【0052】

分圧回路 410 は、発電機 10 から出力された交流電圧 V_A を分圧し、分圧した電圧 V_R を電圧変換回路 420 に出力する。

電圧変換回路 420 は、分圧回路 410 で分圧された電圧 V_R を、その実効値を表す電圧 V_R' に変換し、変換した電圧 V_R' を差動回路 440 の一方の入力端子に出力する。この電圧 V_R' は、出力電圧 V_O の検出値として取り扱われる。

基準電圧発生回路 430 は、負荷 30 とバッテリー 50 に電力を供給するための目標電圧 V_T を発生させ、発生させた目標電圧 V_T を差動回路 440 の他方の入力端子に出力する。

差動回路 440 は、電圧 V_R' と目標電圧 V_T との差分電圧 $V_D (= V_R' - V_T)$ を生成し、生成した差分電圧 V_D を増幅回路 450 に出力する。

増幅回路 450 は、差分電圧 V_D を増幅した差分電圧 V_D' を比較回路 470 の一方の端子に出力する。

【0053】

三角波発生回路 460 は、発電機 10 から出力された交流電圧 V_A の各周期に対応したピーク電圧一定の三角波電圧 V_B を生成し、生成した三角波電圧 V_B を比較回路 470 の他方の端子に出力する。三角波の生成手法は、スイッチ制御回路 26 の三角波発生回路 26-6 と同様に行う。

比較回路 470 は、差分電圧 V_D' と三角波電圧 V_B とを比較し、この比較の結果に基づき第 1 サイリスタ 21 の導通タイミングを規定する制御信号 c を生成する。

【0054】

次に、図 12 を参照して、スイッチ制御回路 26 が動作していない場合の制御回路 1 の通常時（定常時）の動作について説明する。なお、通常動作時には、リミット電圧 V_L は 0 [V] まで低下しており、ここでは、比較回路 470 において、差分電圧 V_D' と三角波電圧 V_B のみが比較される例について説明する。

【0055】

図 12 A と図 12 B は、スイッチ制御回路が動作していない場合の制御回路における各部の波形を示す図である。図 12 A は、発電機 10 の回転数が低い場合の制御回路 20 における各部の波形を示す図であり、図 12 B は、発電機 10 の回転数が高い場合の制御回路 20 における各部の波形を示す図である。図 12 A と図 12 B において、横軸は時間の経過を示し、縦軸は、交流電圧 V_A 、三角波電圧 V_B 及び差分電圧 V_D' 、制御信号 c のそ

10

20

30

40

50

れぞれを並べて示したものである。

第1ゲート制御回路22内の差動回路440では、基準電圧発生回路430で発生された目標電圧 V_T と、電圧変換回路420から出力された電圧 V_R' とを入力し、これらの差分電圧 V_D を生成する。増幅回路450は差分電圧 V_D を M 倍に増幅して、比較回路470に電圧 $V_D' (= M \times V_D)$ を供給する。

【0056】

比較回路470では、差分電圧 V_D' と三角波電圧 V_B とを比較し、この比較の結果に基づき第1サイリスタ21の導通タイミングを規定する制御信号 c を生成する。そして、比較回路470は、三角波電圧 V_B が差分電圧 V_D' よりも高い区間($V_B > V_D'$)で制御信号 c をハイレベルとし、三角波電圧 V_B が差分電圧 V_D' よりも低い区間($V_B < V_D'$)で制御信号 c をローレベルとして、この制御信号 c を第1サイリスタ21のゲート電極に供給する。すなわち、第1サイリスタ21は、三角波電圧 V_B が差分電圧 V_D' よりも高い区間($V_B > V_D'$)においてオン状態とされ、それ以外の区間ではオフ状態とされる。このように、ゲート制御回路22は、三角波発生回路460で発生された三角波電圧 V_B と、増幅回路450から出力された差分電圧 V_D' とに基づき第1サイリスタ21の導通状態を制御する。

【0057】

ここで、第1サイリスタ21のオン状態の区間、すなわち三角波電圧 V_B が差分電圧 V_D' よりも高い期間は差分電圧 V_D' のレベルに依存し、この差分電圧 V_D' のレベルは、目標電圧 V_T に対する出力電圧 V_O のレベルに依存する。従って、出力電圧 V_O が高ければ、電圧 V_D' のレベルも高くなり、三角波電圧 V_B が差分電圧 V_D' より高くなる期間が減少し、第1サイリスタ21がオン状態となる期間が減少する。この結果、出力電圧 V_O が目標電圧 V_T に向けて低下する。

【0058】

逆に、出力電圧 V_O が低ければ、差分電圧 V_D' のレベルも低くなり、この結果、三角波電圧 V_B が差分電圧 V_D' よりも高い期間が増加し、第1サイリスタ21がオン状態となる期間が増加する。この結果、出力電圧 V_O が目標電圧 V_T に向けて上昇する。このように、発電機10の交流電圧 V_A の各周期において、出力電圧 V_O が目標電圧 V_T に安定するように第1サイリスタ21の導通期間が制御される。

【0059】

発電機10の回転数が低い場合を説明したが、発電機10の回転数が高い場合には、図12Bに示すように、発電機10が出力する交流電圧 V_A の振幅が大きくなると共に、その周波数も高くなる。このため、三角波電圧 V_B の上昇レートが大きくなるが、その他の点では、上述の図12Aに示す発電機10の回転数が低い場合と同様であり、出力電圧 V_O の実効値が目標電圧 V_T に安定するように第1サイリスタ21のゲート制御が実施される。

【0060】

第2ゲート制御回路24の構成と動作は、第1ゲート制御回路22と同様である。

図6で説明したように、発電機10の周期が予め定められた周期より高くなった場合、スイッチ制御回路26により、交流電圧 V_A の正電圧側の期間、バッテリー50の電圧が供給されなくなる。そして、発電機10の周期が予め定められた周期より高くなった場合、交流電圧 V_A の負電圧側の期間、ランプ60に供給される電圧は、第1ゲート制御回路22及び第2ゲート制御回路24により第1サイリスタ21及び第2サイリスタ23による電圧の位相が制御されることにより、ランプ60に供給される電圧の実効値の変動を防ぐことができる。

【0061】

また、スイッチ制御回路26は、第1サイリスタ21を介してバッテリー50に供給される電圧を監視し、バッテリー50が外れたことを検出するようにしてもよい。この場合、スイッチ制御回路26は、バッテリー50が外れたことを、出力電圧 V_O が急激に高くなったことにより検出する。スイッチ制御回路26は、例えば、予め定められている期間内に、

10

20

30

40

50

交流電圧 V_A の電圧レベルが予め定められている電圧以上の変動が生じたか否かを判別する。予め定められている期間内に、交流電圧 V_A の電圧レベルが予め定められている電圧以上の変動が生じたと判別された場合、スイッチ制御回路 26 は、バッテリー 50 が外れたと判別する。

そして、スイッチ制御回路 26 は、バッテリー 50 が外れたことを検出した後、スイッチ 25 をオン状態に制御することで、バッテリー 50 外れによる急激な電圧のピークをランプ 60 に強制的に供給することで、急激な電圧のピークが負荷 30 に供給されることを防ぐことができる。

【0062】

以上のように、スイッチ制御回路 26 は、発電機 10 が回転していない場合、スイッチ 25 をオン状態に制御してバッテリー電圧 V_E をランプ 60 に供給するように制御するので、発電機 10 が回転していない場合でもランプ 60 を点灯させることが可能になる。そして、スイッチ制御回路 26 は、発電機 10 が回転している場合、発電された交流電圧 V_A の正電圧側の期間、発電機 10 の回転数に基づきバッテリー電圧をランプ 60 に供給するようにスイッチ 25 を制御する。また、スイッチ制御回路 26 は、交流電圧 V_A の負電圧側の期間、スイッチ 25 をオフ状態に制御する。このように、発電機 10 により発電された交流電圧の正電圧側にバッテリー電圧の幅を可変しながら供給するようにしたので、発電機 10 の回転数によるランプ 60 の明るさのちらつきを軽減することが可能になる。

さらに、ランプ 60 は、正電圧側の期間、交流電圧の周期に応じた期間だけバッテリー 50 により点灯し、交流電圧の負電圧側の期間、交流電圧により点灯している。仮に、ランプ 60 を制御回路 20 の出力側に接続した場合、発電機 10 が回転していない場合にもランプ 60 を点灯させることができるが、バッテリーの消費電力が大きい。一方、本実施形態によれば、スイッチ 25 を介して正側の期間、周期に合わせてバッテリー 50 の電圧をランプ 60 に供給しているので、バッテリー 50 のみでランプ 60 を点灯させる場合と比較して、バッテリー 50 のランプ 60 による消費電力を軽減する効果もある。

【0063】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で変形可能である。

【0064】

例えば、本実施形態では、制御回路を車両に用いる例を説明したが、ランプの点灯とバッテリーの充電を行う装置であれば、車両以外に用いてもよい。

また、本実施形態では、発電機 10 から出力される交流電力の正相成分についてのみ第 1 サイリスタ 21 を介して負荷に電力を供給し、交流電力の負相成分についてのみ第 2 サイリスタ 23 を介してランプ 60 に供給するものとし、発電機 10 の出力を半波整流する場合を説明した。しかしながら、これに限定されることなく、発電機 10 から出力された交流電力の負相成分について同様に半波整流することにより、全波整流するように構成することもできる。また、発電機 10 から出力される交流電力の負相成分についてのみ第 1 サイリスタ 21 を介して負荷に電力を供給し、交流電力の正相成分についてのみ第 2 サイリスタ 23 を介してランプ 60 に供給するものとし、発電機 10 の出力を半波整流するようにしてもよい。また、本実施形態では、単相の交流電力を変換するものとしたが、多相の交流電力に対しても適用することができる。

【0065】

また、例えば、本実施形態では、出力電圧 V_O の実効値 V_R' を求める例について説明したが、本発明は、出力電圧 V_O の平均値を算出する場合にも同様に適用できるものである。出力電圧 V_O の平均値を生成するための構成としては公知技術を利用できる。

【0066】

また、制御回路 20 の出力側に負荷 30 が接続されている例を説明したが、制御回路 20 の出力側に不図示のランプを接続するようにしてもよい。この場合、制御回路 20 の入力側に接続されるランプ 60 は、例えば、ヘッドライト、テールランプ、フォグラмпなどである。また、制御回路 20 の出力側に接続されるランプは、例えば、ストップラン

プ、ターンランプなどである。この場合においても、不図示のランプは、制御回路 20 の出力側に接続されているため、発電機 10 の回転数の影響による明るさのちらつきが発生しない。

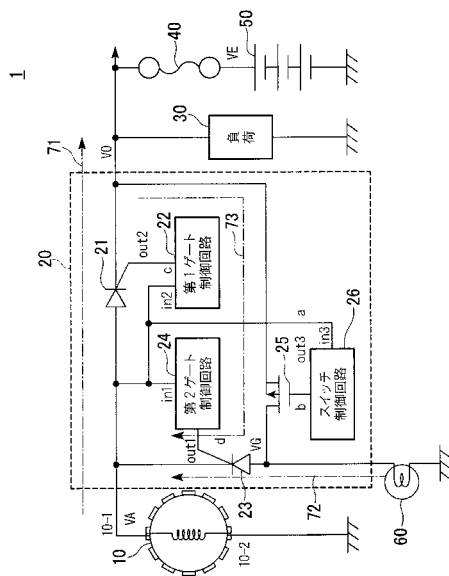
【符号の説明】

【0067】

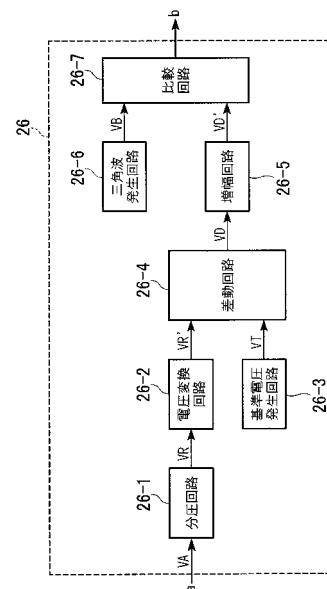
1・・・ランプ点灯・バッテリー充電装置、10・・・発電機、
20・・・制御回路、21・・・第1サイリスタ、23・・・第2サイリスタ、
22・・・第1ゲート制御回路、24・・・第2ゲート制御回路、
25・・・スイッチ、26・・・スイッチ制御回路、30・・・負荷、
40・・・ヒューズ、50・・・バッテリー、60・・・ランプ

10

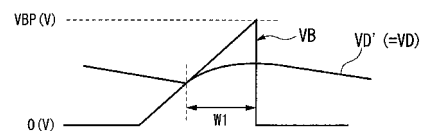
【図1】



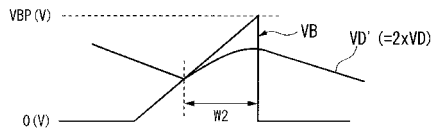
【図2】



【図3A】



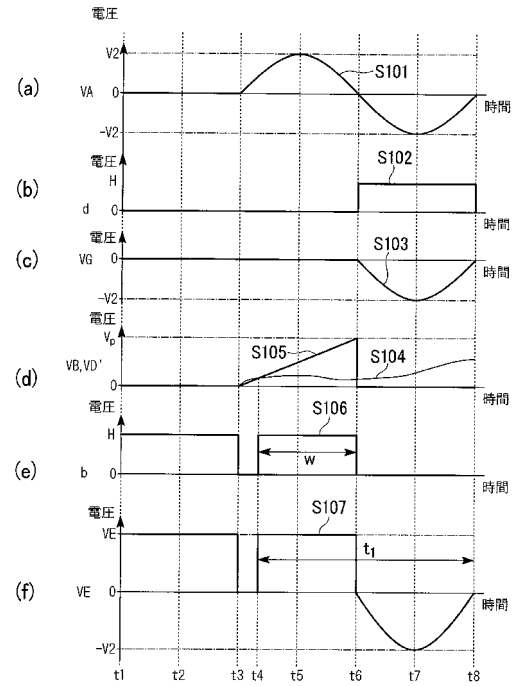
【図 3 B】



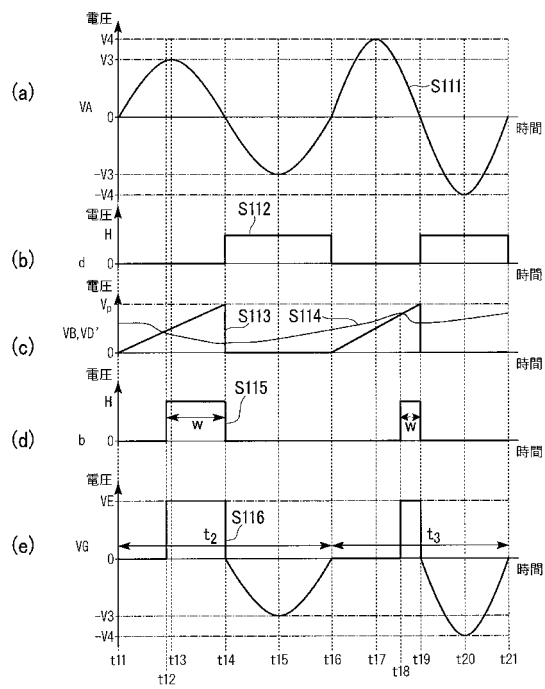
【図 3 C】



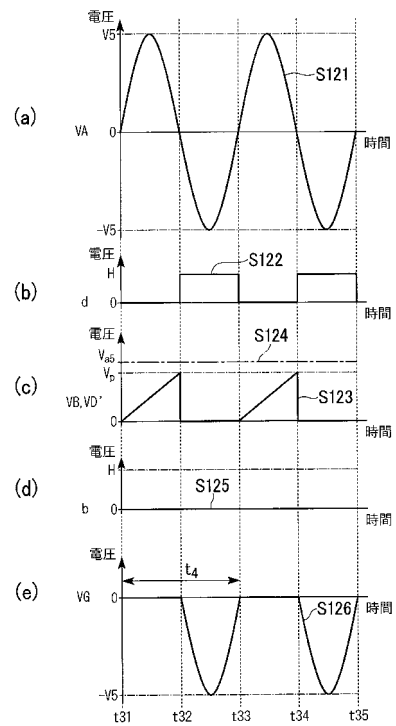
【図 4】



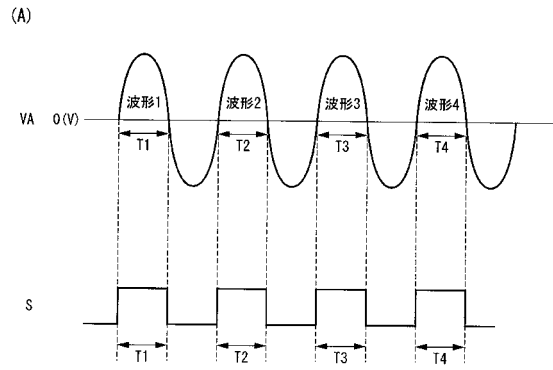
【図 5】



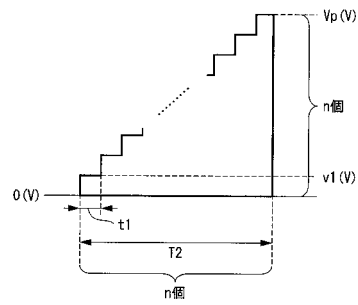
【図 6】



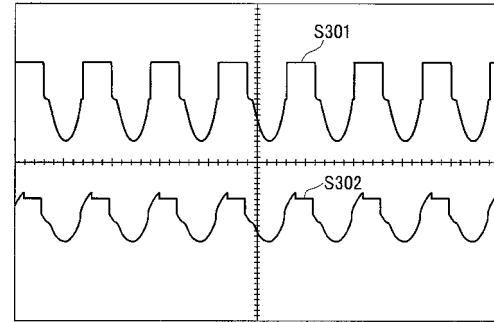
【図 7】



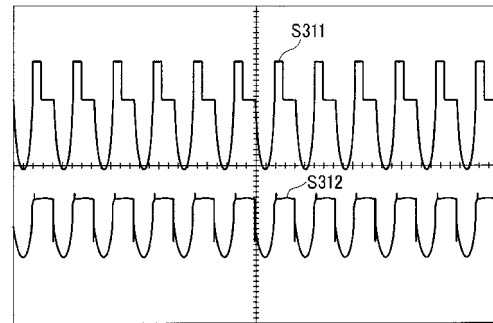
(B)



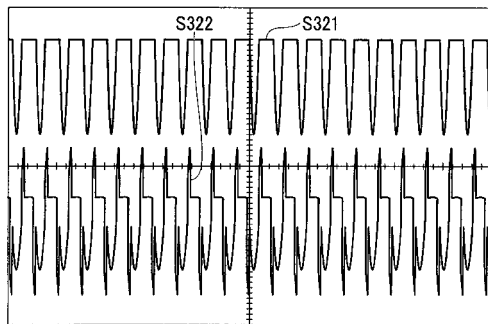
【図 8】



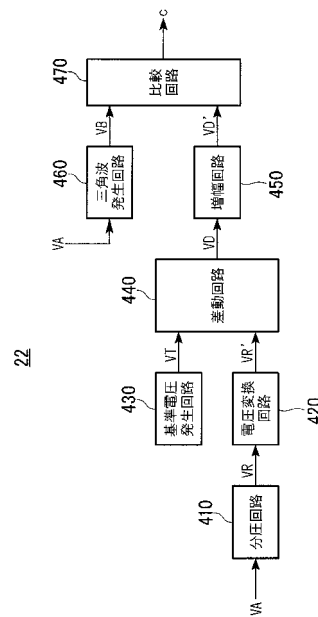
【図 9】



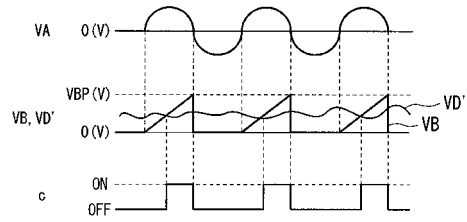
【図 10】



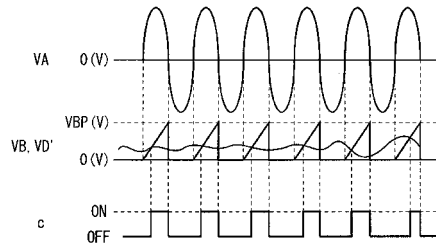
【図 11】



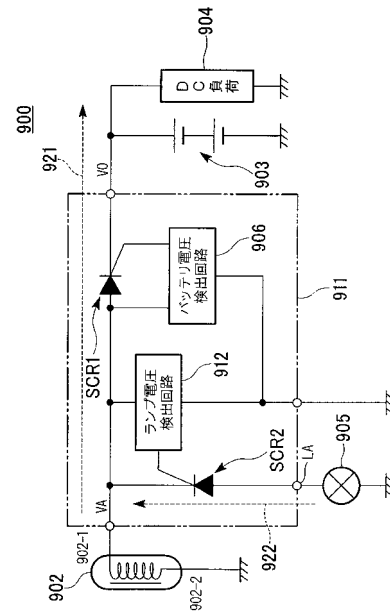
【図 12 A】



【図 12 B】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 高嶋 豊隆

埼玉県飯能市南町 1 0 番 1 3 号 新電元工業株式会社工場内

審査官 米山 毅

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 9 3 6 8 0 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 1 3 0 3 1 4 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 1 0 3 6 4 6 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 2 1 2 1 7 2 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 2 1 8 0 8 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 5 B 3 7 / 0 0 - 3 9 / 1 0