

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3805953号

(P3805953)

(45) 発行日 平成18年8月9日(2006.8.9)

(24) 登録日 平成18年5月19日(2006.5.19)

(51) Int. Cl.	F I		
HO2M 7/48 (2006.01)	HO2M	7/48	R
GO5F 1/67 (2006.01)	HO2M	7/48	M
HO2J 3/38 (2006.01)	GO5F	1/67	A
	HO2J	3/38	R

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-207967 (P2000-207967)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成12年7月10日(2000.7.10)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2002-27764 (P2002-27764A)		京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
(43) 公開日	平成14年1月25日(2002.1.25)		801番地
審査請求日	平成16年7月7日(2004.7.7)	(73) 特許権者	000006633
			京セラ株式会社
			京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
		(74) 代理人	100086737
			弁理士 岡田 和秀
		(72) 発明者	馬淵 雅夫
			京都府京都市右京区花園土堂町10番地
			オムロン株式会社内
		(72) 発明者	上田 佳弘
			京都府京都市右京区花園土堂町10番地
			オムロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーコンディショナおよびこれを用いた太陽光発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

太陽電池の直流電力を所定周波数の交流電力に変換するトランスレス方式のパワーコンディショナであって、漏れ電流に対する検出回路と、直流電力を交流電力に変換するインバータ回路と、前記インバータ回路の動作方式を前記漏れ電流の検出結果と電力変換効率とに応じて複数に切り換え制御する制御回路と、を具備したことを特徴とするパワーコンディショナ。

【請求項2】

太陽電池の直流電力を系統と同じ商用周波数の交流電力に変換して系統電源に供給するトランスレス方式のパワーコンディショナであって、太陽電池 - 接地間への漏れ電流を検出する検出回路と、直流電力を交流電力に変換するインバータ回路と、前記インバータ回路の動作を制御するものであって、前記漏れ電流の検出に応じて前記インバータ回路の動作方式を複数に切り換え制御する制御回路と、を具備したことを特徴とするパワーコンディショナ。

【請求項3】

請求項1または2のパワーコンディショナにおいて、前記インバータ回路が、複数のスイッチ素子によるフルブリッジ回路構成とされ、前記制御回路の制御入力にตอบสนองして各スイッチ素子がスイッチング動作されるものである、ことを特徴とするパワーコンディショナ。

【請求項4】

10

20

請求項2のパワーコンディショナにおいて、前記制御回路が、少なくとも、前記インバータ回路に対して、太陽電池 - 接地間電圧を直流電圧とする動作方式と、交流電圧とする動作方式に切り換え制御する、ことを特徴とするパワーコンディショナ。

【請求項5】

太陽電池と、前記太陽電池の直流電力を系統と同じ商用周波数の交流電力に変換して系統電源に供給するトランスレス方式のパワーコンディショナと、を含み、前記パワーコンディショナは、太陽電池 - 接地間への漏れ電流を検出する検出回路と、太陽電池の直流電力を交流電力に変換するインバータ回路と、前記インバータ回路の動作を制御するものであって、前記漏れ電流の検出に応じて前記インバータ回路の動作方式を複数に切り換え制御する制御回路と、を具備していることを特徴とする、太陽光発電システム。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、太陽電池の直流電力を系統と同じ交流電力に変換し、系統に連系して電力を送出するトランスレス方式のパワーコンディショナ（非絶縁型太陽光発電用電力変換装置）に関する。

【0002】

【従来の技術】

太陽電池の直流電力を系統と同じ商用周波数の交流電力に変換して系統電源に供給するような太陽光発電システムに使用されるパワーコンディショナには、太陽電池の直流電力を昇圧し、インバータ回路で商用周波数の交流電力に変換する非絶縁型（トランスレス）のものがある。

20

【0003】

このようなトランスレス方式のパワーコンディショナにおいて、複数のスイッチ素子をフルブリッジ回路構成としたインバータ回路を有する場合、各スイッチ素子に対する動作方式によっては、太陽電池 - 接地間に、交流電圧が印加される方式（以下、説明の都合でシングルスイッチング方式という）と、直流電圧が印加される方式（以下、説明の都合でダブルスイッチング方式という）とがある。

【0004】

そして、従来のパワーコンディショナにおいては、そのインバータ回路の動作方式が上記いずれか一方の動作方式に固定されていた。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述のシステムにおける太陽電池 - 接地間には雨天時で特に大きくなる浮遊容量（対地容量）が存在するために、インバータ回路の動作方式がシングルスイッチング方式に固定されていると、ダブルスイッチング方式と比較して電力変換効率に優れインバータ回路での電力損失が少なく済むが、前記浮遊容量を介して系統側から直流側に雨天時などに漏れ電流が大きく流れてしまい、例えば家庭内の漏電遮断器が誤動作する可能性があるなど、システム上の信頼性に影響する。

【0006】

また、その動作方式がダブルスイッチング方式に固定されている場合は、漏れ電流が小さく誤動作のおそれが少ないものの電力変換効率に劣るためにインバータ回路での電力損失が大きい。

40

【0007】

したがって、本発明は、インバータ回路の動作方式を切り換え可能とし、誤動作のおそれをなくし、かつ、電力変換効率にも優れたパワーコンディショナを提供することを課題としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明第1のパワーコンディショナは、太陽電池の直流電力を所定周波数の交流電力に

50

変換するトランスレス方式のパワーコンディショナであって、漏れ電流に対する検出回路と、直流電力を交流電力に変換するインバータ回路と、前記インバータ回路の動作方式を前記漏れ電流の検出結果と電力変換効率とに応じて複数に切り換え制御する制御回路とを具備したものである。

【0009】

本発明第2のパワーコンディショナは、太陽電池の直流電力を系統と同じ商用周波数の交流電力に変換して系統電源に供給するトランスレス方式のパワーコンディショナであって、太陽電池-接地間への漏れ電流を検出する検出回路と、直流電力を交流電力に変換するインバータ回路と、前記インバータ回路の動作を制御するものであって、前記漏れ電流の検出に応じて前記インバータ回路の動作方式を複数に切り換え制御する制御回路とを具備したものである。

10

【0010】

本発明第1および第2のパワーコンディショナの場合、漏れ電流の検出に応じてインバータ回路の動作方式を複数に切り換え制御するようにしているから、漏れ電流の検出に従いインバータ回路の動作方式を切り換えられる。したがって、漏れ電流が小さい場合は電力変換効率に優れた例えばシングルスイッチング方式に動作方式を切り換え、また、漏れ電流が大きい場合は例えばダブルスイッチング方式などの漏れ電流が小さい動作方式に切り換えて漏電遮断器などの誤動作を防止でき、それを用いたシステム全体の信頼性を向上させることができる。

【0011】

20

例えば、動作方式がシングルスイッチング方式に固定化されている場合の電力変換効率はほぼ96%と高く、また、ダブルスイッチング方式に固定化されている場合の電力変換効率はほぼ95%と低い。そして、本発明第1および第2のパワーコンディショナの場合、両動作方式の併用とすることができるから、電力変換効率はシングルスイッチング方式固定よりは低いが、ダブルスイッチング方式固定よりも高くなる。

【0012】

特に、シングルスイッチング方式固定化の場合は、電力変換効率が高くても漏電遮断器が誤動作するおそれがあり、また、ダブルスイッチング方式固定化の場合は、誤動作のおそれが少なくても電力変換効率が低いのに対して、本発明第1および第2のパワーコンディショナの場合、誤動作のおそれがないうえに、電力変換効率においてもダブルスイッチング方式よりも高くなる点で極めて有利となる。

30

【0013】

特に、本発明第2のパワーコンディショナの場合、太陽電池-接地間において雨天時に大きくなる浮遊容量により漏れ電流が大きくなり流れる場合、インバータ回路の動作方式を切り換えることで一層、その漏れ電流を小さくし実質なくすよう抑制し、漏電遮断器等の誤動作の確実な防止と電力変換効率の向上とを図れて太陽光発電システムの信頼性の向上をより図れて好ましい。

【0014】

上記の場合、好ましくは、前記インバータ回路が、複数のスイッチ素子によるフルブリッジ回路構成とされ、前記制御回路の制御入力にตอบสนองして各スイッチ素子がスイッチング動作される。

40

【0015】

上記の場合、好ましくは、前記制御回路が、少なくとも、前記インバータ回路に対して、太陽電池-接地間電圧を直流電圧とする動作方式と、交流電圧とする動作方式に切り換え制御する。

【0016】

本発明の太陽光発電システムは、太陽電池と、前記太陽電池の直流電力を系統と同じ商用周波数の交流電力に変換して系統電源に供給するトランスレスのパワーコンディショナとを含み、前記パワーコンディショナは、太陽電池-接地間への漏れ電流を検出する検出回路と、太陽電池の直流電力を交流電力に変換するインバータ回路と、前記インバータ回路

50

の動作を制御するものであって、前記漏れ電流の検出に応じて前記インバータ回路の動作方式を複数に切り換え制御する制御回路とを具備しているものである。

【0017】

本発明のシステムによると、パワーコンディショナが前記漏れ電流の検出に従い内部のインバータ回路の動作方式を切り換えられるから、その動作方式を漏れ電流が小さい場合は電力変換効率に優れた例えばシングルスイッチング方式とし、漏れ電流が大きい場合は例えばダブルスイッチング方式として漏電遮断器などの誤動作を防止できる結果、信頼性の高いシステムを提供することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の詳細を図面に示す実施形態に基づいて説明する。

【0019】

図1ないし図6は本発明の実施形態に係り、図1は、本発明の実施形態に係る太陽光発電システム全体の回路図、図2は、インバータ回路の詳細回路図、図3は、インバータ回路のシングルスイッチング方式の場合のタイミングチャート、図4は、インバータ回路のダブルスイッチング方式の場合のタイミングチャート、図5は、前記両方式の電力変換効率を示す図、図6は、制御回路の制御動作フロー図である。

【0020】

図1を参照して、パワーコンディショナ1は、太陽電池2と、漏電遮断器3を介した系統電源4との間で一対の電力配線5, 6を介して接続されている。

【0021】

太陽電池2は、直流電源として機能し、本実施形態が適用されれば太陽電池はいかなるタイプのものでもよい。

【0022】

漏電遮断器3は、いずれか一方の配線5または6からいずれか他方の配線5または6に向き異なる電流が流れるときは遮断動作をしないが、これらの配線5, 6に同じ向きに電流が流れ、その電流の大きさが所定値を越えるときは漏電であるとして遮断動作をするようになっている。

【0023】

系統電源4は、100/200Vの单相3線式である。

【0024】

パワーコンディショナ1は、太陽電池2からの直流電力を系統電源3と同期のとれた交流電力に変換するものであって、太陽電池2からの直流電力を入力する直流入力部(+)(-)および交流電力を出力する交流出力部12を有し、内部に零相変流器(CT)11、系統連系用のインバータ回路12、連系リレー13および制御回路14を備える。

【0025】

零相変流器11、インバータ回路12および連系リレー13は、太陽電池2と漏電遮断器3との間に直列に接続されている。

【0026】

零相変流器11は、漏れ電流の検出回路として、電力配線5, 6から太陽電池-接地間の浮遊容量C0を介して接地へと流れる電流を漏れ電流I0として検出する。この漏れ電流I0としてはインバータ回路12におけるスイッチング方式がシングルスイッチング方式の場合は、交流となり、ダブルスイッチング方式の場合は直流となる。ただし、ダブルスイッチング方式の場合の交流の漏れ電流は、シングルスイッチング方式の場合の交流のそれと比較して非常に小さい。

【0027】

インバータ回路12は、図2で示すように、入力部IN1, IN2および出力部OUT1, OUT2を有し、その入力部IN1, IN2と出力部OUT1, OUT2との間に、太陽電池2の直流電圧を一定の直流電圧に昇圧する昇圧回路部12aと、この昇圧回路部12aからの直流電力を、系統電源4と同期のとれた交流電力に変換するスイッチ回路部1

10

20

30

40

50

2 b と、フィルタ回路部 1 2 c とを備えている。

【 0 0 2 8 】

インバータ回路 1 2 において、昇圧回路部 1 2 a およびスイッチ回路部 1 2 b の各スイッチ素子 S 1 ~ S 5 は、制御回路 1 4 からの制御入力によって制御される。各スイッチ素子 S 1 ~ S 5 は、実施形態ではトランジスタの形態とされている。このトランジスタとしてバイポーラトランジスタや I G B T があり、また、トランジスタでなくても G T O サイリスタなどで構成してもよい。

【 0 0 2 9 】

昇圧回路部 1 2 a は、リアクトル L 1、ダイオード D 1、コンデンサ C 1、C 2 およびスイッチ素子 S 1 を備え、太陽電池 2 の直流電圧を例えば 3 5 0 V 程度の一定電圧に昇圧する。

10

【 0 0 3 0 】

スイッチ回路部 1 2 b は、フルブリッジ回路構成とされた 4 つのスイッチ素子 S 2 ~ S 5 から構成され、パルス幅を変化させて出力を制御する高周波 P W M 方式でスイッチング動作されて、昇圧回路部 1 2 a からの直流電圧を矩形波の交流電圧に変換する。なお、実施形態ではスイッチ回路部 1 2 b のスイッチング動作は、周波数制御と出力電圧制御とを同時に行う P W M 方式であったが、他の方式、例えば電流制御形や電圧制御形であっても構わず、要するに、それぞれの方式において、各スイッチ素子 S 2 ~ S 5 をシングルスイッチング方式やダブルスイッチング方式で駆動制御できる動作方式であればよい。

【 0 0 3 1 】

20

インバータ回路 1 2 においてシングルスイッチング方式の動作タイミング波形を図 3 で、ダブルスイッチング方式の動作タイミング波形を図 4 で示す。

【 0 0 3 2 】

図 3 および図 4 において (a) は、インバータ回路 1 2 の電力配線 5 側出力電圧波形、(b) は、電力配線 6 側出力電圧波形、(c) はスイッチ素子 S 2 の O N , O F F 波形、(d) はスイッチ素子 S 3 の O N , O F F 波形、(e) はスイッチ素子 S 3 の O N , O F F 波形、(f) はスイッチ素子 S 5 の O N , O F F 波形、(g) は太陽電池 - 接地間電圧波形を示す。

【 0 0 3 3 】

この動作は周知であるのでその詳しい説明を省略するが、図 3 のシングルスイッチング方式の場合は、A 区間でスイッチ素子 S 2 が O F F、スイッチ素子 S 3 が O N し、スイッチ素子 S 4、S 5 の O N、O F F の P W M 制御で出力部 O U T 1 に正の正弦波電圧を、出力部 O U T 2 に負の正弦波電圧を出力させ、B 区間でその逆とする。

30

【 0 0 3 4 】

また、図 4 のダブルスイッチング方式の場合は、A 区間でスイッチ素子 S 2、S 5 の組み合わせで互いの O N、O F F 周期を一致させ、またスイッチ素子 S 3、S 4 の組み合わせで互いの O N、O F F 周期を一致させるが、前記両組み合わせの O N、O F F 周期を逆とする P W M 制御で出力部 O U T 1 に負の正弦波電圧を、出力部 O U T 2 に正の正弦波電圧を出力させ、B 区間でその逆とする。

【 0 0 3 5 】

40

このような P W M 制御によると、シングルスイッチング方式の場合、図 3 (g) で示すように、太陽電池 - 接地間電圧が、交流波形となり、ダブルスイッチング方式の場合は、図 4 (g) で示すように、太陽電池 - 接地間電圧が、直流波形となる。

【 0 0 3 6 】

上記したシングルスイッチング方式とダブルスイッチング方式の場合、その電力変換効率は図 5 で示されるようになる。図 5 において、横軸は出力 (k W) を、縦軸は電力変換効率 (%) を示し、a はシングルスイッチング方式、b はダブルスイッチング方式である。図 5 から明らかであるように、シングルスイッチング方式の電力変換効率はほぼ 9 6 % であり、ダブルスイッチング方式と比較してほぼ 1 %、電力変換効率に優れている。

【 0 0 3 7 】

50

フィルタ回路部 1 2 c は、2つのコイル L 0 とコンデンサ C 0 とからなるものであり、スイッチ回路部 1 2 b からの矩形波の交流電圧を正弦波の交流電圧に変換する。

【 0 0 3 8 】

制御回路 1 4 は、マイクロコンピュータを内蔵しており、インバータ回路 1 2 の各スイッチ素子 S 1 ~ S 5 に対してそれを ON , OFF させる制御入力を入力制御するものであって、図 6 の動作フローで示すように、零相変流器 1 1 出力に基づいて漏れ電流 I 0 の判定を行い、その判定結果に基づいてインバータ回路 1 2 の動作方式を複数、本実施形態ではシングルスイッチング方式とダブルスイッチング方式に切り換え制御するようになっている。

【 0 0 3 9 】

つまり、制御回路 1 4 は、系統連系運転中 (S 1)、零相変流器 1 1 出力からの電力配線 5 , 6 中の電流検出 (S 2) の入力に対して、その検出電流が所定値 I 0 を越えているか否かを判定し、所定値 I 0 を越えていると判定すると、漏れ電流が大きいのでそれを抑制するためにインバータ回路 1 2 の動作方式をダブルスイッチング方式に切り換え (S 4)、また所定値 I 0 未満であると判定すると漏れ電流が小さいのでインバータ回路 1 2 の動作方式を電力変換効率に優れたシングルスイッチング方式に切り換える (S 5) よう制御する。

【 0 0 4 0 】

なお、零相変流器 1 1 出力は、シングルスイッチング方式の場合は交流波形であり、ダブルスイッチング方式の場合は直流波形であるが、漏れ電流の大きさは、シングルスイッチング方式の交流波形が大きく、ダブルスイッチング方式の交流波形は小さいので、制御回路 1 4 内においてその交流波形を大小比較して上記 S 3 における判定を行うことができる。

【 0 0 4 1 】

本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、種々な応用や変形が可能である。

【 0 0 4 2 】

(1) 本実施形態の系統電源 4 は、本実施形態では単相 3 線式であるが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば単相 2 線式であってもよいし、3相 3 線式など他の線式であってもよい。なお、出力相数が、単相の場合のインバータ回路においては、4つのトランジスタのフルブリッジ回路構成となり、3相の場合のインバータ回路においては、6つのトランジスタのフルブリッジ回路構成となる。

【 0 0 4 3 】

(2) 上述の実施形態では、インバータ回路 1 2 の動作方式の切り換えは、シングルスイッチング方式とダブルスイッチング方式との 2 種類であったが、本発明はこれに限定されず、それ以上の複数種類において動作方式を切り換えられるものとしてもよい。

【 0 0 4 4 】

(3) 上述の実施形態では漏れ電流の検出をインバータ回路 1 2 の前段側に漏電遮断器を配置して行っているが、本発明は、これに限定されず、インバータ回路 1 2 の後段側にそれを配置して漏れ電流を検出するようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

(4) 上述の実施形態ではインバータ回路の制御を P W M 制御としているが、本発明はこれに限定されず、他の制御方式でもよい。

【 0 0 4 6 】

(5) 上述の実施形態では電力会社の配電線と連系するあるゆる形態の系統連系形の太陽光発電システムに適用されるが、系統とは独立形式の太陽光発電システムにも適用することができる。

【 0 0 4 7 】

(6) 上述の実施形態ではインバータ回路は、直流電力を商用周波数の交流電力に変換するが、任意の周波の交流電力に変換する場合も含む。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、漏れ電流の検出に従いインバータ回路の動作方式を複数種類に切り換えられるから、その動作方式を漏れ電流が小さい場合は電力変換効率に優れた例えばシングルスイッチング方式とし、漏れ電流が大きい場合は例えばダブルスイッチング方式として漏電遮断器などの誤動作を防止でき、結果として、誤動作の防止を図れると同時に全体の電力変換効率をダブルスイッチング方式よりも高くすることができるものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る太陽光発電システム全体の回路図

【図2】インバータ回路の詳細回路図

【図3】インバータ回路のシングルスイッチング方式の場合のタイミングチャート

【図4】インバータ回路のダブルスイッチング方式の場合のタイミングチャート

【図5】前記両方式の電力変換効率を示す図

【図6】制御回路の制御動作フロー図

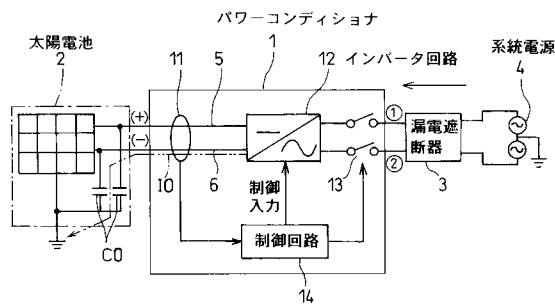
【符号の説明】

- 1 パワーコンディショナ
- 2 太陽電池
- 3 漏電遮断器
- 4 系統電源
- 11 零相変流器
- 12 インバータ回路
- 12a 昇圧回路部
- 12b スイッチ回路部
- 14 制御回路

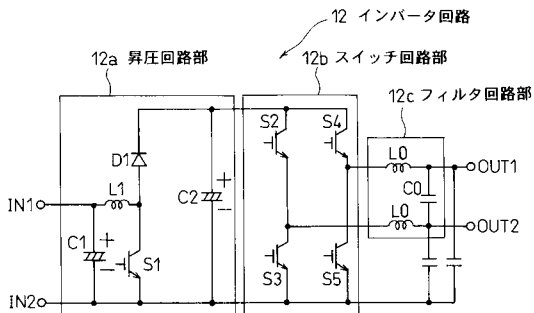
10

20

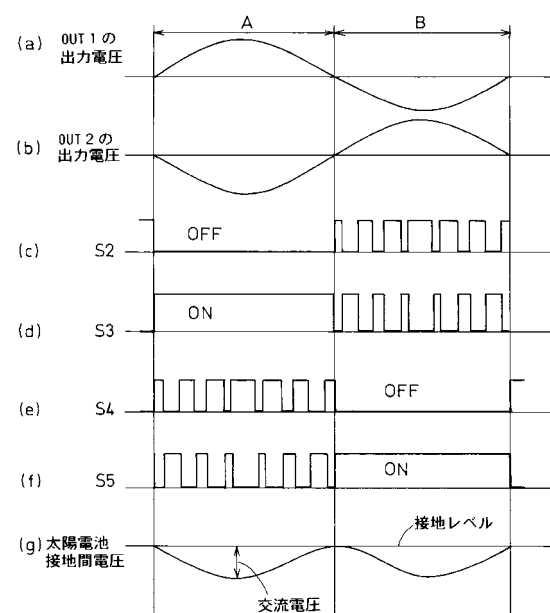
【図1】



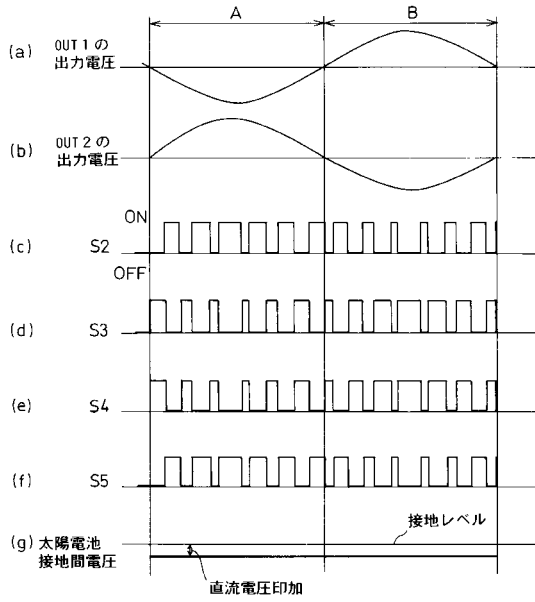
【図2】



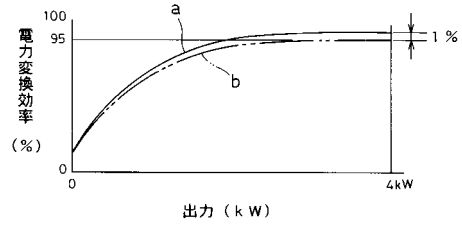
【図3】



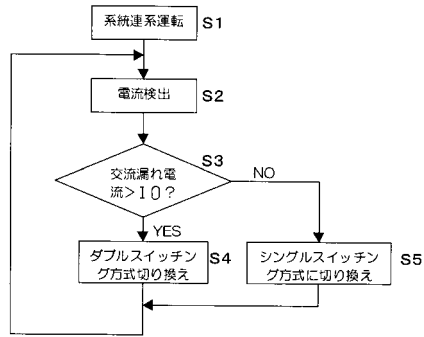
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 豊浦 信行
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 田辺 勝隆
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 柿添 重光
滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の6 京セラ株式会社滋賀工場八日市ブロック内

審査官 川端 修

- (56)参考文献 特開平09-285015(JP,A)
特開平08-336284(JP,A)
特開平08-126352(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/48

G05F 1/67

H02J 3/38