

(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2020-76710

(P2020-76710A)

(43) 公開日 令和2年5月21日(2020.5.21)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
GO1R	31/50	(2020.01)	GO1R 31/02
HO2S	50/00	(2014.01)	HO2S 50/00
HO2S	40/30	(2014.01)	HO2S 40/30
			2GO14
			5F151

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-211480 (P2018-211480)	(71) 出願人	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号
(22) 出願日	平成30年11月9日(2018.11.9)	(74) 代理人	100109210 弁理士 新居 広守
		(74) 代理人	100137235 弁理士 寺谷 英作
		(74) 代理人	100131417 弁理士 道坂 伸一
		(72) 発明者	古賀 達雄 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	金森 圭太 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

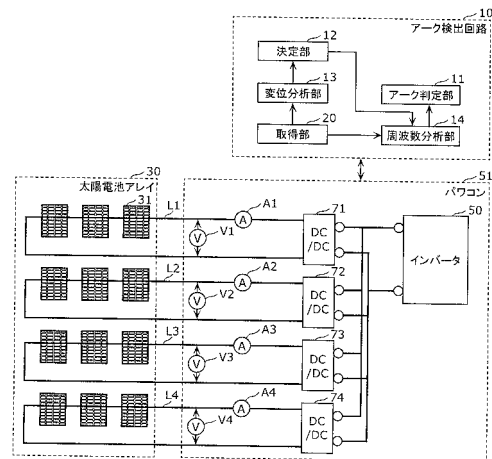
(54) 【発明の名称】 アーク検出回路、ブレーカ、パワーコンディショナ、太陽光パネル、太陽光パネル付属モジュール、接続箱、アーク検出方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】高コスト化及び大型化を抑制しつつ、複数の伝送路のそれぞれにおいて発生するアークを正確に検出できるアーク検出回路等を提供する。

【解決手段】複数の伝送路L1～L4のそれぞれにおいて発生するアークを検出するアーク検出回路10は、複数の伝送路L1～L4のそれぞれに流れる信号に基づいて複数の伝送路L1～L4のうちのアークが発生した可能性のある伝送路を決定する決定部12と、決定された伝送路に流れる信号の周波数分析の結果に基づいて、当該伝送路におけるアークの発生を判定するアーク判定部11と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の伝送路のそれぞれにおいて発生するアークを検出するアーク検出回路であって、前記複数の伝送路のそれぞれに流れる信号に基づいて前記複数の伝送路のうちのアークが発生した可能性のある伝送路を決定する決定部と、

前記決定された伝送路に流れる信号の周波数分析の結果に基づいて、当該伝送路におけるアークの発生を判定するアーク判定部と、を備える、アーク検出回路。

【請求項 2】

前記決定部は、前記複数の伝送路のそれぞれにおける電流及び電圧の分析の結果に基づいて、アークが発生した可能性のある伝送路を決定する、請求項 1 に記載のアーク検出回路。

【請求項 3】

前記決定部は、前記複数の伝送路のそれぞれに流れる信号について所定の時間ごとに周波数分析の対象とする伝送路を切り替えながら行われた、前記アーク判定部における前記判定のための周波数分析のサンプリング周波数よりも低いサンプリング周波数での周波数分析の結果に基づいて、アークが発生した可能性のある伝送路を決定する、

請求項 1 に記載のアーク検出回路。

【請求項 4】

前記複数の伝送路の数を n とした場合、前記決定部における前記判定のための周波数分析のサンプリング周波数は、前記アーク判定部における前記判定のための周波数分析のサンプリング周波数の $1/n$ 以下である、

請求項 3 に記載のアーク検出回路。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアーク検出回路を備える、ブレーカ。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアーク検出回路を備える、パワーコンディショナ。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアーク検出回路を備える、太陽光パネル。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアーク検出回路を備え、太陽光パネルから出力される信号の変換を行う、太陽光パネル付属モジュール。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアーク検出回路を備え、太陽光パネルとパワーコンディショナとを接続する、接続箱。

【請求項 10】

複数の伝送路のそれぞれにおいて発生するアークを検出するアーク検出方法であって、前記複数の伝送路のそれぞれに流れる信号に基づいて前記複数の伝送路のうちのアークが発生した可能性のある伝送路を決定し、

前記決定した伝送路に流れる信号の周波数分析の結果に基づいて、当該伝送路におけるアークの発生を判定する、アーク検出方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載のアーク検出方法をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、伝送路におけるアークを検出するアーク検出回路等に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、P V (P h o t o V o l t a i c) パネル (太陽光パネル) などの直流電源から伝送路を介して供給される直流電力をパワーコンディショナ (パワコン) で交流電力に変換するシステムが知られている。P V パネルとパワコンとを接続する伝送路は、外的要因または経年劣化等によって損傷、破断を引き起こすことが報告されている。このような伝送路の損傷等に起因してアーク (つまりアーク放電) が発生する場合がある。そこで、

10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2011-7765号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

20

ところで、伝送路に印加される電圧及び電流からだけでは、正確にアークを検出できない場合もある。これに対して、電流波形等の周波数分析によって正確にアークを検出できる。

【0005】

しかしながら、一般的に、太陽光パネルには複数の伝送路 (スtring) が設けられており、複数の伝送路のそれぞれにおいて発生するアークを検出しようとする、伝送路ごとに周波数分析をするための構成 (回路等) を用意する必要があり、アーク検出回路が高コスト化及び大型化してしまう。

【0006】

そこで、本発明は、高コスト化及び大型化を抑制しつつ、複数の伝送路のそれぞれにおいて発生するアークを正確に検出できるアーク検出回路等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】**【0007】**

上記目的を達成するために、本発明に係るアーク検出回路の一態様は、複数の伝送路のそれぞれにおいて発生するアークを検出するアーク検出回路であって、前記複数の伝送路のそれぞれに流れる信号に基づいて前記複数の伝送路のうちのアークが発生した可能性のある伝送路を決定する決定部と、前記決定された伝送路に流れる信号の周波数分析の結果に基づいて、当該伝送路におけるアークの発生を判定するアーク判定部と、を備える。

【0008】

また、上記目的を達成するために、本発明に係るブレーカの一態様は、上記のアーク検出回路を備える。

40

【0009】

また、上記目的を達成するために、本発明に係るパワーコンディショナの一態様は、上記のアーク検出回路を備える。

【0010】

また、上記目的を達成するために、本発明に係る太陽光パネルの一態様は、上記のアーク検出回路を備える。

【0011】

また、上記目的を達成するために、本発明に係る太陽光パネル付属モジュールの一態様は、上記のアーク検出回路を備え、太陽光パネルから出力される信号の変換を行う。

50

【0012】

また、上記目的を達成するために、本発明に係る接続箱の一態様は、上記のアーク検出回路を備え、太陽光パネルとパワーコンディショナとを接続する。

【0013】

また、上記目的を達成するために、本発明に係るアーク検出方法の一態様は、複数の伝送路のそれぞれにおいて発生するアークを検出するアーク検出方法であって、前記複数の伝送路のそれぞれに流れる信号に基づいて前記複数の伝送路のうちのアークが発生した可能性のある伝送路を決定し、前記決定した伝送路に流れる信号の周波数分析の結果に基づいて、当該伝送路におけるアークの発生を判定する。

【0014】

また、上記目的を達成するために、本発明に係るプログラムの一態様は、上記のアーク検出方法をコンピュータに実行させるプログラムである。

【発明の効果】

【0015】

本発明の一態様によれば、高コスト化及び大型化を抑制しつつ、複数の伝送路のそれぞれにおいて発生するアークを正確に検出できる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、実施の形態1に係るアーク検出回路が適用されたシステムの一例を示す構成図である。

【図2】図2は、実施の形態2に係るアーク検出回路が適用されたシステムの一例を示す構成図である。

【図3】図3は、実施の形態1及び2に係るアーク検出回路の適用例を説明するための図である。

【図4】図4は、その他の実施の形態に係るアーク検出方法の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。以下に説明する実施の形態は、いずれも本発明の一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態等は、一例であって本発明を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

【0018】

なお、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。また、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

【0019】

(実施の形態1)

実施の形態1に係るアーク検出回路について、図1を用いて説明する。

【0020】

図1は、実施の形態1に係るアーク検出回路10が適用されたシステムの一例を示す構成図である。

【0021】

アーク検出回路10は、直流電力を生成する直流電源として太陽電池アレイ30と、当該直流電力を交流電力に変換するパワコン(パワーコンディショナ)51とを接続する伝送路において発生するアークを検出する回路である。なお、アーク検出回路10が適用されるシステムは、図1に示されるような太陽光発電システムに限らず、アークが発生し得るシステムであれば特に限定されない。

10

20

30

40

50

【0022】

太陽電池アレイ30には、例えば、複数の太陽光パネル31が同一平面において行列状（マトリクス状）に配列されている。直線状に配列された複数の太陽光パネル31は、隣り合う2つの太陽光パネル31同士が連結されてストリングを構成している。太陽電池アレイ30は、このようなストリングが複数構成されたマルチストリングの太陽光発電システムである。本実施の形態では、太陽電池アレイ30には4つのストリングが設けられており、各ストリングを構成する伝送路を伝送路L1～L4とする。

【0023】

パワコン51は、インバータ50と、DCDCコンバータ71～74と、電流計A1～A4と、電圧計V1～V4とを備える。パワコン51は、マルチストリングに対応したパワコンである。

10

【0024】

DCDCコンバータ71は、伝送路L1において生成された直流電力の直流電圧を昇圧し、DCDCコンバータ72は、伝送路L2において生成された直流電力の直流電圧を昇圧し、DCDCコンバータ73は、伝送路L3において生成された直流電力の直流電圧を昇圧し、DCDCコンバータ74は、伝送路L4において生成された直流電力の直流電圧を昇圧する。DCDCコンバータ71～74で昇圧された各直流電力はインバータ50へ供給される。

【0025】

電流計A1は、伝送路L1に流れる電流を計測し、電流計A2は、伝送路L2に流れる電流を計測し、電流計A3は、伝送路L3に流れる電流を計測し、電流計A4は、伝送路L4に流れる電流を計測する。電流計A1～A4で計測された電流は、後述するアークの検出に用いられたり、後述するインバータ50でのMPPT（Maximum Power Point Tracking）方式による直流電力から交流電力への変換に用いられたりする。

20

【0026】

電圧計V1は、伝送路L1において発生する電圧を計測し、電圧計V2は、伝送路L2において発生する電圧を計測し、電圧計V3は、伝送路L3において発生する電圧を計測し、電圧計V4は、伝送路L4において発生する電圧を計測する。電圧計V1～V4で計測された電圧は、後述するアークの検出に用いられたり、後述するインバータ50でのMPPT方式による直流電力から交流電力への変換に用いられたりする。

30

【0027】

インバータ50は、太陽電池アレイ30から複数の伝送路L1～L4を介して供給される直流電力を交流電力に変換する。インバータ50は、例えばMPPT方式を採用しており、太陽電池アレイ30から供給される直流電力の電流及び電圧を、それぞれ電力が最大となる値に調整する。例えば、インバータ50は、直流電力を電圧100V、周波数50Hz又は60Hzの交流電力に変換する。当該交流電力は、家庭用電気機器等で使用される。

【0028】

伝送路は、外的要因や経年劣化等によって損傷、破断を引き起こすことが報告されている。このような伝送路の損傷等に起因してアーク（つまりアーク放電）が発生する場合がある。

40

【0029】

アーク検出回路10は、アーク判定部11、決定部12、変位分析部13、周波数分析部14及び取得部20を備える。アーク検出回路10は、例えばマイコン（マイクロコントローラ）により実現される。マイコンは、プログラムが格納されたROM、RAM、プログラムを実行するプロセッサ（CPU：Central Processing Unit）、タイマ、A/D変換器、D/A変換器、周波数分析器等を有する半導体集積回路等である。例えばプロセッサが、プログラムに従って動作することにより、アーク検出回路10の機能構成要素（アーク判定部11、決定部12、変位分析部13及び周波数分析

50

部 1 4) は実現される。

【 0 0 3 0 】

取得部 2 0 は、例えば、アーク検出回路 1 0 (マイコン) が有する入力ピンによって実現される。例えば、電流計 A 1 ~ A 4 及び電圧計 V 1 ~ V 4 のそれぞれが互いに異なる入力ピンに接続されることで、取得部 2 0 は、伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれについて、電流 (電流波形) 及び電圧を取得することができる。

【 0 0 3 1 】

変位分析部 1 3 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれにおける電流及び電圧を分析する。具体的には、変位分析部 1 3 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれにおける電流及び電圧が、インバータ 5 0 が M P P T を行う際の電流及び電圧の目標値からずれているか否かを判断することで上記分析をする。変位分析部 1 3 は、パワコン 5 1 が通常有する機能 (電流計 A 1 ~ A 4 による電流計測機能及び電圧計 V 1 ~ V 4 による電圧計測機能) を使用して (流用して) 、上記分析を行う。

10

【 0 0 3 2 】

決定部 1 2 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれに流れる信号に基づいて複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のうちのアークが発生した可能性のある伝送路を決定する。具体的には、決定部 1 2 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれにおける電流及び電圧の分析の結果に基づいて、アークが発生した可能性のある伝送路を決定する。例えば、変位分析部 1 3 による分析結果が、ある伝送路における電流及び電圧が、インバータ 5 0 が M P P T を行う際の電流及び電圧の目標値からずれていることを示す場合、当該ある伝送路をアークが発生した可能性のある伝送路と決定する。なお、この時点では、当該決定された伝送路において実際にアークが発生しているとは限らない。電圧及び電流の分析からだけでは、正確にアークを検出できないためである。

20

【 0 0 3 3 】

そこで、周波数分析部 1 4 は、決定部 1 2 によって決定された伝送路に流れる信号 (具体的には、電流波形) の周波数分析を行う。例えば、周波数分析部 1 4 は、取得部 2 0 におけるマイコンの複数のピンのうち、決定部 1 2 によって決定された伝送路における電流計が接続されたピンから電流波形を取得して周波数分析を行う。周波数分析とは、例えば、電流計による電流の測定結果の時間波形をフーリエ変換することで電流信号の周波数スペクトルを算出することである。

30

【 0 0 3 4 】

アーク判定部 1 1 は、決定された伝送路に流れる信号の周波数分析の結果に基づいて、当該伝送路におけるアークの発生を判定する。例えば、周波数分析の結果が、決定された伝送路について、アークに対応する周波数成分における強度が異常となっていることを示す場合、アーク判定部 1 1 は、当該伝送路についてアークが発生していると判定することができる。

【 0 0 3 5 】

例えば、アークが検出された場合、アークが検出された伝送路に流れる電流を遮断する必要がある。これに対して、アーク判定部 1 1 での判定結果に基づいて、インバータ 5 0 を停止させることで、当該伝送路に流れる電流を遮断することができる。

40

【 0 0 3 6 】

なお、アーク検出回路 1 0 は、パワコン 5 1 が有する構成の一部として、パワコン 5 1 に設けられていてもよい。

【 0 0 3 7 】

以上説明したように、本実施の形態に係るアーク検出回路 1 0 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれにおいて発生するアークを検出する回路である。アーク検出回路 1 0 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれに流れる信号に基づいて複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のうちのアークが発生した可能性のある伝送路を決定する決定部 1 2 と、決定された伝送路に流れる信号の周波数分析の結果に基づいて、当該伝送路におけるアークの発生を判定するアーク判定部 1 1 と、を備える。

50

【 0 0 3 8 】

これによれば、いったん複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のうちのアークが発生した可能性のある伝送路が決定され、決定された伝送路について周波数分析によりアークが検出される。すなわち、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のいずれかにおいて発生し得るアークを検出するために、まずは、アークの発生の可能性のある伝送路を例えば簡単な方法によって決定し、次に、アークが発生しているかもしれない当該伝送路について周波数分析を用いて詳細にアークの発生を判定する（アークの発生の有無を確定させる）という、2段階の処理が行われる。したがって、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれごとに、アークを検出するための周波数分析機能を有する回路等（マイコン等）を設けなくてもよく、例えば、周波数分析機能を有する回路等を1つ設けるだけでよい。これにより、高コスト化及び大型化を抑制しつつ、複数の伝送路のそれぞれにおいて発生するアークを正確に検出できる。

10

【 0 0 3 9 】

また、決定部 1 2 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれにおける電流及び電圧の分析の結果に基づいて、アークが発生した可能性のある伝送路を決定してもよい。

【 0 0 4 0 】

これによれば、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれにおける電流及び電圧の分析という簡単な方法で、アークの発生の可能性のある伝送路を決定できる。例えば、パワコン 5 1 は、電流計測機能及び電圧計測機能を有するため、これらの機能を流用してアークの発生の可能性のある伝送路を決定できる。

【 0 0 4 1 】

20

（実施の形態 2）

実施の形態 2 に係るアーク検出回路について、図 2 を用いて説明する。

【 0 0 4 2 】

図 2 は、実施の形態 2 に係るアーク検出回路 1 0 0 が適用されたシステムの一例を示す構成図である。

【 0 0 4 3 】

アーク検出回路 1 0 0 は、直流電力を生成する直流電源として太陽電池アレイ 3 0 と、当該直流電力を交流電力に変換するパワコン 5 1 とを接続する伝送路において発生するアークを検出する回路である。なお、アーク検出回路 1 0 0 が適用されるシステムは、図 2 に示されるような太陽光発電システムに限らず、アークが発生し得るシステムであれば特に限定されない。

30

【 0 0 4 4 】

太陽電池アレイ 3 0 及びパワコン 5 1 については、実施の形態 1 におけるものと同じであるため、説明は省略する。

【 0 0 4 5 】

アーク検出回路 1 0 0 は、アーク判定部 1 1 0、決定部 1 2 0、切替部 1 3 0、周波数分析部 1 4 0 及び取得部 2 0 を備える。アーク検出回路 1 0 0 は、例えばマイコンより実現される。マイコンは、プログラムが格納された ROM、RAM、プログラムを実行するプロセッサ（CPU：Central Processing Unit）、タイマ、A/D変換器、D/A変換器、周波数分析器等を有する半導体集積回路等である。例えばプロセッサが、プログラムに従って動作することにより、アーク検出回路 1 0 の機能構成要素（アーク判定部 1 1 0、決定部 1 2 0 及び周波数分析部 1 4 0）は実現される。

40

【 0 0 4 6 】

取得部 2 0 は、実施の形態 1 におけるものと同じであるが、実施の形態 2 では、アークの検出に、取得部 2 0 が取得する、伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれについての電流（電流波形）が用いられる。実施の形態 2 では、アークの検出に電圧計 V 1 ~ V 4 による電圧の測定結果が用いられなくてもよい。

【 0 0 4 7 】

切替部 1 3 0 は、後述する周波数分析部 1 4 0 による周波数分析の対象となる伝送路を切り替えるための構成であり、例えば、スイッチである。具体的には、切替部 1 3 0 は、

50

取得部 20 における電流計 A 1 ~ A 4 に接続された複数のピンのいずれかと、周波数分析部 140 との接続を切り替える S P n T (S i n g l e P o l e n T h r o w : ここでは n は 4) のスイッチである。

【 0 0 4 8 】

決定部 120 は、例えば、切替部 130 を制御することで、周波数分析部 140 に接続するピン(つまり、電流計 A 1 ~ A 4 のうちのいずれかの電流計)を所定の時間ごとに切り替える。これにより、切替部 130 は、周波数分析部 140 による周波数分析の対象となる伝送路を切り替えることができる。

【 0 0 4 9 】

周波数分析部 140 は、所定の時間ごとに分析の対象とする伝送路が切り替えられた際に、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれに流れる信号(具体的には、電流波形)の周波数分析を行う。例えば、所定の時間ごとに周波数分析の対象の切り替えが行われているときには、周波数分析部 140 は、後述するアーク判定部 110 における判定のための周波数分析の分解能(具体的にはサンプリング周波数)よりも低いサンプリング周波数で周波数分析を行う。周波数分析部 140 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 について所定の時間ごとに周波数分析をする必要があることから、サンプリング周波数が高いと周波数分析に時間を要し、周波数分析の対象を次々と切り替えて周波数分析を行うことが難しいためである。

10

【 0 0 5 0 】

決定部 120 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のうちのアークが発生した可能性のある伝送路を決定する。具体的には、決定部 120 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれに流れる信号について所定の時間ごとに分析の対象とする伝送路を切り替えながら行われた周波数分析の結果に基づいて、アークが発生した可能性のある伝送路を決定する。例えば、ある伝送路における周波数分析の結果が、アークに対応する周波数成分における強度が異常となっていることを示す場合、決定部 120 は、当該伝送路についてアークが発生した可能性があると判定することができる。なお、この時点では、当該決定された伝送路において実際にアークが発生しているとは限らない。サンプリング周波数の低い周波数分析では、正確にアークを検出できないためである。例えば、複数の伝送路の数を n (ここでは n は 4) とした場合、決定部 120 における、アークが発生した可能性のある伝送路の決定のための周波数分析のサンプリング周波数は、アーク判定部 110 における判定のための周波数分析のサンプリング周波数の 1 / n 以下である。

20

30

【 0 0 5 1 】

決定部 120 は、決定した伝送路について、周波数分析部 140 に周波数分析を行わせるために、当該伝送路における電流計と周波数分析部 140 とを接続するように切替部 130 を制御する。また、決定部 120 は、周波数分析部 140 における周波数分析のサンプリング周波数を、アークが発生した可能性のある伝送路の決定のための周波数分析のサンプリング周波数よりも高くして、当該決定した伝送路について周波数分析部 140 に周波数分析を行わせる。周波数分析部 140 は、上述したように、決定部 120 における、アークが発生した可能性のある伝送路の決定のための周波数分析のサンプリング周波数の n 倍(ここでは n は 4) のサンプリング周波数で、当該決定された伝送路について周波数分析を行う。

40

【 0 0 5 2 】

アーク判定部 110 は、決定された伝送路に流れる信号の周波数分析の結果に基づいて、当該伝送路におけるアークの発生を判定する。例えば、周波数分析の結果が、決定された伝送路について、アークに対応する周波数成分における強度が異常となっていることを示す場合、アーク判定部 110 は、当該伝送路についてアークが発生していると判定することができる。当該周波数分析は、上述したように、高いサンプリング周波数で行われたものであることから、より確実にアークの発生を判定することができるためである。

【 0 0 5 3 】

なお、アーク検出回路 100 についても、パワコン 51 が有する構成の一部として、パワコン 51 に設けられていてもよい。

50

【 0 0 5 4 】

以上説明したように、決定部 1 2 0 は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれに流れる信号について所定の時間ごとに周波数分析の対象とする伝送路を切り替えながら行われた、アーク判定部 1 1 0 における判定のための周波数分析のサンプリング周波数よりも低いサンプリング周波数での周波数分析の結果に基づいて、アークが発生した可能性のある伝送路を決定してもよい。具体的には、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 の数を n とした場合、決定部 1 2 0 における判定のための周波数分析のサンプリング周波数は、アーク判定部 1 1 0 における判定のための周波数分析のサンプリング周波数の 1 / n 以下であってもよい。

【 0 0 5 5 】

これによれば、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれにおける電流及び電圧の分析を行わなくてもよい。具体的には、周波数分析の対象とする伝送路の所定の時間ごとの切り替えと、周波数分析のサンプリング周波数の変更とが行われることで、アークが発生した可能性のある伝送路の決定、及び、当該決定された伝送路について周波数分析を用いたアークの発生の詳細な判定という 2 段階の処理を、周波数分析機能を有する 1 つの回路等によって行うことができる。

10

【 0 0 5 6 】

(実施の形態 3)

実施の形態 3 では、アーク検出回路 1 0、1 0 0 の適用例について説明する。

【 0 0 5 7 】

図 3 は、実施の形態 1 及び 2 に係るアーク検出回路 1 0、1 0 0 の適用例を説明するための図である。

20

【 0 0 5 8 】

上述したように、アーク検出回路 1 0、1 0 0 は、例えば、太陽光パネル 3 1 から伝送路を介して供給される直流電力を、パワコン 5 1 で交流電力に変換するシステムに適用される。本適用例では、3 つの太陽光パネル 3 1 が 1 つのストリング 6 0 (伝送路) によって直列に接続されたものが 3 つ並べられて、太陽電池アレイ 3 0 を形成している。各ストリング 6 0 は、接続箱 4 0 によってまとめられて、パワコン 5 1 へ接続される。

【 0 0 5 9 】

例えば、ストリング 6 0 毎にブレーカ 4 1 が設けられており、ここでは、接続箱 4 0 内にブレーカ 4 1 が設けられている。なお、ブレーカ 4 1 は、接続箱 4 0 内に設けられなくてもよい。例えば、ブレーカ 4 1 は、接続箱 4 0 と太陽電池アレイ 3 0 との間に設けられていてもよいし、ストリング 6 0 毎に設けられず接続箱 4 0 とパワコン 5 1 との間に設けられていてもよい。

30

【 0 0 6 0 】

太陽光パネル 3 1 は、例えば、太陽光パネル 3 1 から出力される信号の変換を行う、太陽光パネル付属モジュール 3 2 を有する。なお、太陽光パネル 3 1 は、太陽光パネル付属モジュール 3 2 を有していなくてもよい。太陽光パネル付属モジュール 3 2 は、例えば、太陽光パネル 3 1 毎の発電量を最適化する DC / DC コンバータである。

【 0 0 6 1 】

例えば、ブレーカ 4 1 がアーク検出回路 1 0、1 0 0 を備えていてもよい。この場合、アークの発生が検出される伝送路は、ブレーカ 4 1 に接続された伝送路 (例えばストリング 6 0) となり、アークが発生したストリング 6 0 に流れる電流を遮断することができる。例えば、アークが発生したと判定されることで、ブレーカ 4 1 は、アークが発生したストリング 6 0 に流れる電流を遮断する。アークが発生していないストリング 6 0 については、電流を遮断せずに使用することができる。

40

【 0 0 6 2 】

また、例えば、上述したように、パワコン 5 1 がアーク検出回路 1 0、1 0 0 を備えていてもよい。この場合、アークの発生が検出される伝送路は、パワコン 5 1 に接続された伝送路となり、アークの発生に応じてパワコン 5 1 を停止することができる。例えば、アークが発生したと判定されることで、パワコン 5 1 は停止する。

50

【 0 0 6 3 】

また、例えば、太陽光パネル 3 1 又は太陽光パネル付属モジュール 3 2 がアーク検出回路 1 0、1 0 0 を備えていてもよい。この場合、アークの発生が検出される伝送路は、太陽光パネル 3 1 に接続された伝送路（例えばストリング 6 0）となり、アークが発生したストリング 6 0 への出力を停止することができる。例えば、アークが発生したと判定されることで、太陽光パネル 3 1 又は太陽光パネル付属モジュール 3 2 は、アークが発生したストリング 6 0 への出力を停止する。アークが発生していないストリング 6 0 については、出力を停止せずに使用することができる。

【 0 0 6 4 】

また、例えば、接続箱 4 0 がアーク検出回路 1 0、1 0 0 を備えていてもよい。この場合、アークの発生が検出される伝送路は、接続箱 4 0 に接続された伝送路（例えばストリング 6 0）となり、例えばブレーカ 4 1 等を介して、アークが発生したストリング 6 0 に流れる電流を遮断することができる。例えば、アークが発生したと判定されることで、接続箱 4 0 は、アークが発生したストリング 6 0 に流れる電流を遮断する。アークが発生していないストリング 6 0 については、電流を遮断せずに使用することができる。

10

【 0 0 6 5 】

なお、アーク検出回路 1 0、1 0 0 は、上記システムに限らず、アークの発生の検出が必要なシステム全般に適用できる。

【 0 0 6 6 】

このように、ブレーカ 4 1 は、アーク検出回路 1 0、1 0 0 を備えていてもよい。また、パワーコンディショナ 5 1 は、アーク検出回路 1 0、1 0 0 を備えていてもよい。また、太陽光パネル 3 1 は、アーク検出回路 1 0、1 0 0 を備えていてもよい。また、太陽光パネル付属モジュール 3 2 は、アーク検出回路 1 0、1 0 0 を備え、太陽光パネル 3 1 から出力される信号の変換を行ってもよい。また、接続箱 4 0 は、アーク検出回路 1 0、1 0 0 を備え、太陽光パネル 3 1 とパワーコンディショナ 5 1 とを接続してもよい。

20

【 0 0 6 7 】

（その他の実施の形態）

以上、実施の形態に係るアーク検出回路 1 0 等について説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではない。

【 0 0 6 8 】

また、本発明は、アーク検出回路 1 0、1 0 0 として実現できるだけでなく、アーク検出回路 1 0、1 0 0 を構成する各構成要素が行うステップ（処理）を含むアーク検出方法として実現できる。これについて、図 4 を用いて説明する。

30

【 0 0 6 9 】

図 4 は、その他の実施の形態に係るアーク検出方法の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 7 0 】

具体的には、図 4 に示されるように、アーク検出方法は、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれにおいて発生するアークを検出するアーク検出方法であって、複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のそれぞれに流れる信号に基づいて複数の伝送路 L 1 ~ L 4 のうちのアークが発生した可能性のある伝送路を決定し（ステップ S 1 1）、決定した伝送路に流れる信号の周波数分析の結果に基づいて、当該伝送路におけるアークの発生を判定する（ステップ S 1 2）。

40

【 0 0 7 1 】

例えば、それらのステップは、コンピュータ（コンピュータシステム）によって実行されてもよい。そして、本開示は、それらの方法に含まれるステップを、コンピュータに実行させるためのプログラムとして実現できる。さらに、本開示は、そのプログラムを記録した CD - ROM 等である非一時的なコンピュータ読み取り可能な記録媒体として実現できる。

【 0 0 7 2 】

50

上記実施の形態に係るアーク検出回路10、100は、マイコンによってソフトウェア的に実現されたが、パーソナルコンピュータなどの汎用コンピュータにおいてソフトウェア的に実現されてもよい。さらに、アーク検出回路10、100は、A/D変換器、論理回路、ゲートアレイ、D/A変換器等で構成される専用の電子回路によってハードウェア的に実現されてもよい。

【0073】

その他、各実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

【符号の説明】

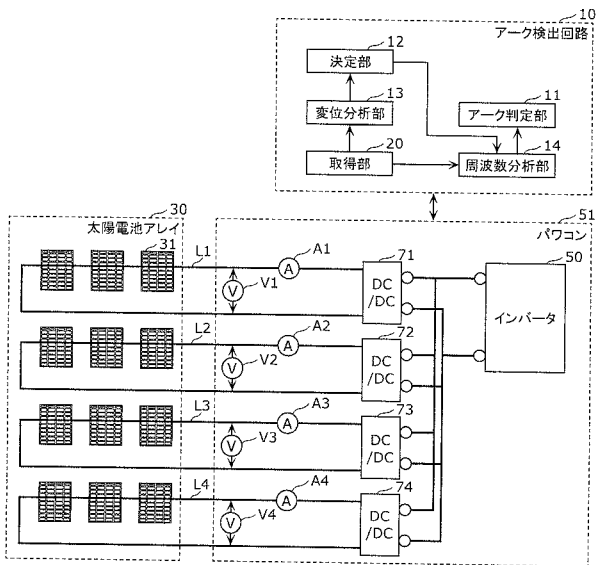
【0074】

- 10、100 アーク検出回路
- 11、110 アーク判定部
- 12、120 決定部
- 31 太陽光パネル
- 32 太陽光パネル付属モジュール
- 40 接続箱
- 41 ブレーカ
- 51 パワーコンディショナ（パワコン）
- L1～L4 伝送路

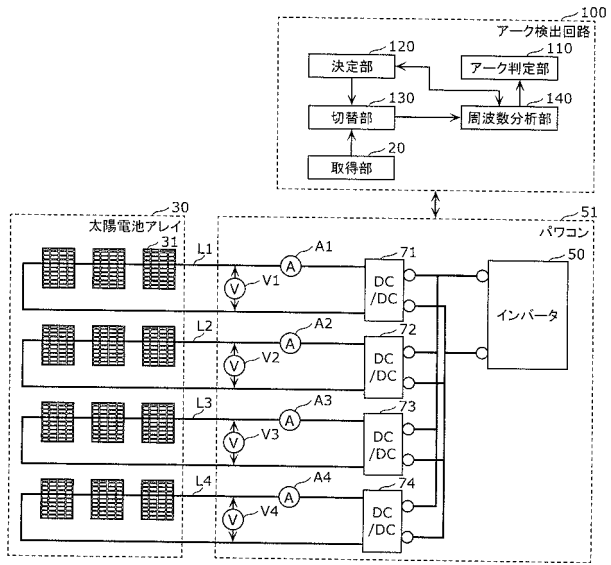
10

20

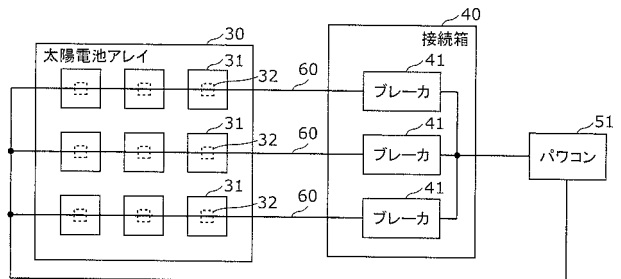
【図1】



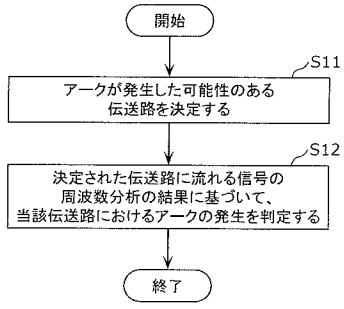
【図2】



【図3】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 光武 義雄

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

Fターム(参考) 2G014 AA23 AB08 AB33 AB61 AC18

5F151 KA08