

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6195091号  
(P6195091)

(45) 発行日 平成29年9月13日(2017.9.13)

(24) 登録日 平成29年8月25日(2017.8.25)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>GO 1 R 31/02</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 R 31/02	
<b>HO 2 H 3/16</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 2 H 3/16	A
<b>HO 2 H 3/33</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 2 H 3/33	
<b>HO 2 H 7/122</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 2 H 7/122	Z
<b>HO 2 S 50/00</b>	<b>(2014.01)</b>	HO 2 S 50/00	

請求項の数 19 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-524711 (P2015-524711)	(73) 特許権者	509322225
(86) (22) 出願日	平成25年7月18日(2013.7.18)		エスエムエー ソーラー テクノロジー
(65) 公表番号	特表2015-531859 (P2015-531859A)		エージー
(43) 公表日	平成27年11月5日(2015.11.5)		ドイツ国 34266 ニエステータル, ソンネンアレー 1
(86) 国際出願番号	PCT/EP2013/065182	(74) 代理人	100091683
(87) 国際公開番号	W02014/019864		弁理士 ▲吉▼川 俊雄
(87) 国際公開日	平成26年2月6日(2014.2.6)	(74) 代理人	100179316
審査請求日	平成28年3月4日(2016.3.4)		弁理士 市川 寛奈
(31) 優先権主張番号	102012107126.8	(72) 発明者	ファルク, アンドレアス
(32) 優先日	平成24年8月3日(2012.8.3)		ドイツ国 34131 カッセル, ネッカ ーウェグ 38
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(72) 発明者	ウィレンバーグ, マリオ
			ドイツ国 34121 カッセル, フプフ ェルドストラッセ 2

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 漏洩電流および故障電流の分散型検知、ならびにストリング故障の検知

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の直流発電機のための個別の入力側コネクタ(2)を含むインバータ(1)を重大な故障電流(IR)の発生に関して監視する方法であって、

- 入力ライン(14、15)間の差動電流(I<sub>d i f f</sub>)が前記インバータ(1)において測定され、これらの入力ライン(14、15)はそれらの全体において、前記個別のコネクタ(2)に供給されるすべての電流を伝導し、かつ、

- 前記差動電流(I<sub>d i f f</sub>)が限度値と比較され、前記限度値が超過される場合にはこれは故障と認識される方法において、

- 前記インバータ(1)内の少なくとも2対の入力ライン(14、15)における前記差動電流(I<sub>d i f f</sub>)が別々に測定され、これらの少なくとも2対の入力ライン(14、15)は、異なる入力側コネクタ(2)に供給される前記電流を伝導すること、

- 前記差動電流(I<sub>d i f f</sub>)が、各対の入力ライン(14、15)に対して前記限度値と別々に比較されること、

前記限度値が、前記差動電流(I<sub>d i f f</sub>)の抵抗性故障電流部分(IR)の増加に対する限度値であること、および、

- それに加えてすべての対の入力ライン(14、15)において同時に発生する差動電流(I<sub>d i f f</sub>)の合計が決定され、前記合計はもう一つの限度値と比較され、前記もう一つの限度値が超過される場合には、これも同様に故障と認識されること、  
を特徴とする方法。

10

20

## 【請求項 2】

各対の入力ライン（14、15）に対して前記差動電流（ $I_{diff}$ ）が別々に比較される前記限度値が、特定の期間内の電流の増加に対する限度値であることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記測定された差動電流（ $I_{diff}$ ）の前記抵抗性故障電流部分（ $I_R$ ）が、前記測定された差動電流（ $I_{diff}$ ）の各々について決定されること、および、前記測定された差動電流（ $I_{diff}$ ）の各々が、その抵抗性故障電流部分（ $I_R$ ）の形で前記限度値と比較されることを特徴とする、請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

すべての対の入力ライン（14、15）において同時に発生する差動電流（ $I_{diff}$ ）の前記合計が比較される前記もう一つの限度値が、前記差動電流（ $I_{diff}$ ）の容量性漏洩電流部分（ $I_C$ ）の合計に対する限度値であることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記測定された差動電流（ $I_{diff}$ ）の前記容量性漏洩電流部分（ $I_C$ ）が、前記測定された差動電流（ $I_{diff}$ ）の各々について決定されること、および、すべての対の前記入力ライン（14、15）において前記同時に発生する差動電流（ $I_{diff}$ ）の前記合計が、それらの容量性漏洩電流部分（ $I_C$ ）の前記合計の形で決定され、かつ、前記合計が前記もう一つの限度値と比較されること、を特徴とする、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

すべての対の前記入力ライン（14、15）において前記同時に発生する差動電流（ $I_{diff}$ ）の前記合計が、前記同時に発生する差動電流（ $I_{diff}$ ）の前記合計の容量性漏洩電流部分の形で決定され、かつ、前記合計が、前記もう一つの限度値と比較されることを特徴とする、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 7】

各対の入力ライン（14、15）が、少なくとも 2 つの直流発電機に対する前記コネクタ（2）に供給される前記電流を伝導することを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 8】

故障が認識される場合に前記インバータ（1）のスイッチが切られ、かつ/または、インバータ（1）の出力側で接続される AC 送電網（11）から切断されることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 9】

故障が 1 対だけの入力ライン（14、15）で認識されている場合に、これらの入力ライン（14、15）が選択的に切断されるか、または、これらの入力ライン（14、15）に割り当てられたコネクタ（2）のスイッチが選択的に切られることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 10】

1 対の入力ライン（14、15）において前記差動電流（ $I_{diff}$ ）の低下が、それに接続される直流発電機の故障の徴候として判定されることを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 11】

さらに、前記少なくとも 2 対の入力ライン（14、15）において同時に発生する差動電流（ $I_{diff}$ ）が、互いと比較されることを特徴とする、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 12】

さらに、前記少なくとも 2 対の入力ライン（14、15）における差動電流（ $I_{diff}$ ）の長期的な特性が判定されることを特徴とする、請求項 11 に記載の方法。

## 【請求項 13】

10

20

30

40

50

- 複数の直流発電機に対する個別の入力側コネクタ(2)、  
 - 入力ライン全体においてコネクタ(2)に供給されるすべての電流を伝導する入力ライン(14、15)間の前記差動電流(I d i f f)を測定する測定器、および、前記差動電流(I d i f f)を限度値と比較し、前記限度値を超過する場合にはこれを故障と認識する監視装置、  
 を有する、請求項1~12のいずれか一項に記載の方法を実行するためのインバータ(1)において、

- 前記測定器が、少なくとも2対の入力ライン(14、15)の各々に対して個別の差動電流センサ(12)を含み、これらの少なくとも2対の入力ライン(14、15)は、異なる入力側コネクタ(2)に供給される前記電流を伝導することと、

- 前記監視装置が、前記差動電流センサ(12)の各々によって測定される前記差動電流(I d i f f)を、別々に前記限度値と比較することと、

前記限度値が、前記差動電流(I d i f f)の抵抗性故障電流部分(I R)の増加に対する限度値であること、

- 前記監視装置が、すべての差動電流センサ(12)によって同時に測定される前記差動電流(I d i f f)の合計をさらに決定し、かつ、前記合計をもう1つの限度値と比較し、かつ、前記もう1つの限度値が超過される場合には、これも同様に故障と認識することと、

を特徴とするインバータ(1)。

【請求項14】

前記監視装置が、前記差動電流センサ(12)の1つによって測定される前記差動電流(I d i f f)の各々に対する、前記測定された差動電流(I d i f f)の抵抗性故障電流部分(I R)を決定することを特徴とする、請求項13に記載のインバータ。

【請求項15】

前記監視装置が、前記測定された差動電流(I d i f f)の各々をその抵抗性故障電流部分(I R)の形で、前記限度値と比較することを特徴とする、請求項14に記載のインバータ。

【請求項16】

前記監視装置が、前記差動電流センサ(12)の1つによって測定される前記差動電流(I d i f f)の各々に対して、前記測定された差動電流(I d i f f)の容量性漏洩電流部分(I C)を決定することを特徴とする、請求項13~15のいずれか一項に記載のインバータ。

【請求項17】

前記監視装置が、すべての対の入力ライン(14、15)において前記同時に発生する差動電流(I d i f f)の前記合計を、それらの容量性漏洩電流部分(I C)の合計の形で決定し、かつ、前記合計を前記もう1つの限度値と比較することを特徴とする、請求項16に記載のインバータ。

【請求項18】

前記監視装置が、すべての対の入力ライン(14、15)において、前記同時に発生する差動電流(I d i f f)の前記合計を、前記同時に発生する差動電流(I d i f f)の前記合計の容量性漏洩電流部分の形で決定し、かつ、前記合計を前記もう1つの限度値と比較することを特徴とする、請求項13~15のいずれか一項に記載のインバータ。

【請求項19】

各対の入力ライン(14、15)が、少なくとも2つの直流発電機に対する前記コネクタ(2)に供給される前記電流を伝導することを特徴とする、請求項13~18のいずれか一項に記載のインバータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の直流発電機のための個別の入力側コネクタを含むインバータを、重大

10

20

30

40

50

な漏洩電流の発生に関して監視する方法に関し、前記方法は独立請求項1のプリアンブルの特徴を含む。さらに本発明は、そのような方法を実行するためのインバータに関し、前記インバータは独立請求項14のプリアンブルの特徴を有する。

【0002】

本発明は、地絡の徴候を表わす重大な漏洩電流の発生に関して光起電力インバータを監視することに特に関する。光起電力発電機の接続ラインの間で測定される差動電流の場合には、目的とする故障電流部分に加えて、例えば漏洩電流部分と比較して小さい階段状変化の発生に関して抵抗性の故障電流部分を監視することを困難にする非常に高い容量性漏洩電流部分も生じる。その高い漏洩電流部分は、接地に対する光起電力発電機の高容量によって引き起こされる。この容量は、インバータの入力ラインがその動作中に接地に対する電位の変位にさらされるとすぐに、高い漏洩電流となって現われる。

10

【背景技術】

【0003】

変圧器がないインバータ、および直流入力と交流出力との間に直流電気の絶縁のない他のインバータの場合には、危険な抵抗性の障害電流が直流入力側で地絡がただ1つしかない場合でさえ生じ得ることも可能性がある。言い換えれば、単純な地絡でさえ入力線が（不都合にも）接地されることにつながるだけではない。したがって、変圧器がないインバータの場合、それらのインバータが障害電流の発生に関して確実に監視されなければならないことは必要条件である。そうする際に、2つの基準を厳守することが必要である。一方では、人身傷害に対して最大の保護を確保するために、抵抗性の故障電流部分は階段状変化に遭遇してはならない、言い換えれば、比較的低い限度値例えば30mAを超過する急速な増加はないということである。他方では、防火および施設防御を行うため、生じる全体の差動電流、またはさらにその容量性漏洩電流部分もしくはその絶対的な抵抗性漏洩電流部分は、約100mAの相当により高い限度値を超過してはならない。さらに、このより高い限度値はそれぞれの光起電力システムの合計電力出力につれて増加する。このことは、抵抗性漏洩電流部分における短期間の増加のより低い限度値については適用されない。

20

【0004】

特に大規模な光起電力システムの場合には、抵抗性の漏洩電流部分を監視し、その抵抗性の漏洩電流部分が短期間の増加に対する低い限度値を厳守することを確実にするために、測定された差動電流から抵抗性の漏洩電流部分を十分な精度で引き出すことは特に困難である。

30

【0005】

特許文献1は、複数の並列接続の光起電力発電機を含む光起電力システムを開示する。並列接続は、最初には個別である光起電力発電機が連結されて接続ユニットを形成する点においてグループで実行され、次いで、これらのいくつかの接続ユニットの電流は、前記電流がインバータに導かれることに先立って1つの収集ユニット内で合流させられる。故障監視手順は、それぞれの個別の光起電力発電機に対して接続ユニット内で実行されるが、前記手順は地絡を検知すること、または差動電流を測定することには特に向けられない。

40

【0006】

特許文献2は、複数の光起電力発電機が、先ほど論じた従来技術にあるように、グループで並列接続される光起電力システムを開示する。このシステムにおいて、光起電力発電機を監視して地絡の発生を検知するために、差動電流が接続ユニット内のそれぞれの個別の光起電力発電機に対して測定される。個別の光起電力発電機の差動電流センサとインバータとの間のラインを地絡の発生に関して同じく監視するために、さらなる差動電流測定が、すべての光起電力発電機の直流のための共有のインバータ内で実行される。特許文献3もまた光起電力システムの地絡の発生に関するそのような監視を開示する。

【0007】

特許文献4は、光起電力インバータの入力ラインの差動電流の故障電流部分が、接続し

50

ている光起電力発電機の実容量を考慮に入れることによって、および接地に対する入力ラインでの電位変動を考慮に入れることによって決定され、それは、前記の故障電流部分を、軽微の階段状変化の発生に関して、差動電流内の大きな変動する容量性漏洩電流部分の場合においてさえ確実に監視することができるためのものである光起電力システムを開示する。

【0008】

特許文献5は、光起電力システムの複数の光起電力発電機、ここではストリングと呼ぶが、それを、例えば初期段階での光起電力発電機のサブストリングのただ一つの部分的な故障でさえ認識することができるように監視する方法を開示する。この目的のために、個別のストリングの電流が測定され、同時に生じる電流が互いに関して配列され、これらの関係の長期的な推移が評価される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】米国特許出願公開第2011/0210610A1号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2012/0048326A1号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2012/0049627A1号明細書

【特許文献4】米国特許出願公開第2002/0105765A1号明細書

【特許文献5】国際公開第2011/026874A2号パンフレット

【特許文献6】欧州特許出願公開第2 372 857A1号明細書

20

【特許文献7】独国特許出願公開第10 2011 002 084A1号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の目的は、重大な故障電流の発生に関してインバータを監視する方法を提供すること、および、そのような方法を実行するのにふさわしいインバータを提供することであり、前記の方法およびインバータは、高い電力出力の場合においてでさえ、およびそれに応じて、接続している光起電力発電機が高容量の場合においてでさえ、故障電流の軽微な短期間の増加を、インバータ内を流れる全差動電流の絶対値またはこの差動電流のうちの特定の電流部分の絶対値と全く同等に確実に検知することを可能にするものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の目的は、複数の直流発電機のための個別の入力側コネクタを有するインバータを、重大な故障電流の発生に関して監視する方法によって達成され、前記方法は独立請求項1の特徴を含み、また本発明の目的は、そのような方法を実行するための、かつ、独立請求項14の特徴を有するインバータによっても達成される。本発明に従う方法の、および本発明に従うインバータの好適な実施形態は、従属請求項において定める。

【0012】

複数の直流発電機、特に光起電力発電機のための個別の入力側コネクタを含むインバータを監視するための本発明に従う方法の場合に、重大な故障電流の発生に関して、差動電流が、異なる入力側コネクタに供給される電流を伝導する、少なくとも2対の入力ラインにおいてインバータ内で別々に測定され、ここで、すべての対の入力ラインは、ともに、言い換えればそれらの全体において、コネクタに供給されているすべての電流を伝導する。差動電流は、各対の入力ラインに対して別々に限度値と比較され、限度値が超過される場合には、これは故障と認識される。それに加えて、すべての対の入力ラインにおいて同時に生じる差動電流の合計が決定され、さらに前記合計はもう1つの限度値と比較され、もう1つの限度値が超過される場合には、これも故障と認識される。

40

【0013】

本発明に従う方法を実行するために、差動電流はもっぱらインバータ自体内で測定される。インバータに流れている全差動電流を測定するために単一の差動電流センサを用いる

50

可能性は存在するが、本発明に従うとこの目的のために少なくとも2つの差動電流センサを使用することが提案され、前記差動電流センサは差動電流の発生に関して、いずれの場合も、直流発電機のサブセットから流れている電流だけを監視する。結果として、測定された差動電流のうちの容量性漏洩電流部分は、直流発電機の全体にわたり実行される単一の差動電流測定に対して低下させられる。例えば、2つの差動電流センサの各々がすべての直流発電機の半分からの電流を検知する場合、差動電流のうちの容量性漏洩電流部分の絶対値は半減される。したがってそれぞれの容量性漏洩電流部分は、いっそう多くの差動電流センサを用いてさらに低下させることができる。その結果として、その故障電流部分における軽微な短期間の増加の発生に関してそれぞれの差動電流を監視する場合の感度が増大される。この感度は、個々の差動電流センサにより測定される差動電流を突然の増加の発生に関して直接的に、言い換えれば容量性漏洩電流部分を先に分離することなしで、または、純粋な抵抗性故障電流部分を他の方法によって抽出することなしで、監視することができるような程度にまで増大することができる。インバータに流れている全電流の抵抗性故障電流部分における軽微な増加に関する感度の増加は、インバータ内の複数の通常の差動電流センサにより達成される。しかしながら、本発明の場合には、対象となる差動電流またはその電流部分の絶対値は、個別の差動電流センサの信号の対応する合計によって同じく検知され、またその結果、全体としてのみそれぞれの光起電力システムに当てはまる、割り当てられた限度値と比較することができる。これは以下の事実によりはっきりした利点をもたらす。すなわち、この限度値は個別の差動電流センサに割り当てられず、むしろそれぞれの合計だけが限度値と比較されるが、それは、この限度値は全体の光起電力システムのみによって厳守されなければならないからであり、さらに、限度値のただ1つの部分が、差動電流センサの単独の1つにおいて超過されることになっている場合、それは、光起電力システム全体がスイッチを不必要に切られることにつながるだけであるからである。

10

20

**【0014】**

既述の通り、各対の入力ラインに対する差動電流が別々に比較される限度値は、通常、特定の期間内の各電流の増加に対する限度値である。具体的に言うと、この限度値は、差動電流のうちの抵抗性故障電流部分に通常当てはまる。既述の通り、したがって、測定された差動電流の各々の抵抗性故障電流部分を決定することは可能であり、さらに、測定された差動電流の各々はその抵抗性故障電流部分の形において、差動電流のうちの抵抗性故障電流部分に対する限度値と比較することができる。しかしながらたとえそれが有利としても、抵抗性故障電流部分を別々に決定することは絶対的に必須というものではない。むしろ、測定された差動電流は、その他の部分、特に差動電流のうちの容量性漏洩電流部分が軽微なままにとどまる限り、限度値と直接比較することができる。

30

**【0015】**

すべての対の入力ラインの同時に生じる差動電流の合計が比較されるもう1つの限度値は、差動電流の直和に対する限度値であり得て、または、好適には差動電流のうちの容量性漏洩電流部分の合計に対する限度値であり得る。差動電流のうちの容量性漏洩電流部分の合計は、この場合の差動電流の合計のうちの容量性漏洩電流部分として同じく決定することができる。測定された差動電流の各々に対してその容量性漏洩電流部分は、このようにして決定することができ、さらにすべての対の入力ラインにおいて同時に生じる差動電流の合計は、それらの容量性漏洩電流部分の合計の形で決定することができ、またもう1つの限度値と比較することができる。代わりに、すべての対の入力ラインの同時に生じる差動電流の合計は、同時に生じる差動電流の合計のうちの容量性漏洩電流部分の形で決定することができ、また、もう1つの限度値と比較することができる。

40

**【0016】**

概して、もう1つの限度値が、差動電流のうちの抵抗性故障電流部分の合計に対する限度値であること、または差動電流の合計のうちの抵抗性故障電流部分に対する限度値であることは、同じく可能である。

**【0017】**

50

抵抗性故障電流部分の決定に対する方法、および、逆に同じく差動電流のうちの容量性漏洩電流部分の決定に対する方法は、ここで同じく適用することができる通り、例えば特許文献6および特許文献7から公知である。

【0018】

差動電流センサの1つを用いて監視される各対の入力ラインは、少なくとも2つの直流発電機に対するコネクタに供給される電流を伝導することができる。言い換えれば、本発明の場合には、個々の直流発電機に対して専用の直流電流センサを備えることは必要ではない。むしろ、単一の差動電流センサを用いて監視される直流発電機は、差動電流のうちの事故電流部分において軽微であるが重要な増加さえ確実に認識されることが保証される限り連結することができる。

10

【0019】

差動電流センサの各々の検知された差動電流に基づいて、または、前記差動電流の合計に基づいて故障を認識した場合には、インバータのスイッチは直ちに切られ、かつ/または出力側で接続されるAC送電網から切断され、後者の手順は特にインバータがAC送電網から直流的に絶縁されていない場合に行われる。

【0020】

故障がインバータの1対の入力ラインにのみ認識される場合、これらの入力ラインを同じく選択的に切断することができ、または、割り当てられたコネクタ、したがってそのコネクタに接続している直流発電機のスイッチを切ることができる。

【0021】

差動電流の本発明に従う測定は、インバータに接続される直流発電機のサブセットとして、故障の発生に関して、個別の直流発電機、または、直流発電機としての光起電力発電機の個別のサブストリングの故障の観点から、これらのサブセットを互いとは別々に監視することを同じく可能にする。1対の入力ラインでの差動電流のいかなる低下も、その入力ラインに接続される直流発電機のうちの1つに故障が生じた徴候として直接評価することができる。光起電力発電機の1つの故障の結果、例えば、前記光起電力発電機を保護する両方の安全ヒューズの溶断の結果、光起電力発電機の容量性漏洩電流部分は差動電流において発生しなくなる。しかしながら、これらの安全ヒューズの1つだけを溶断させた場合でさえ、差動電流のうちの容量性漏洩電流部分において減少が発生する。

20

【0022】

この発生の終了、または容量性漏洩電流部分のこの減少は、すべての対の入力ラインの同時に起こる差動電流が比較される場合、言い換えれば、個別の差動電流センサを用いて測定される差動電流が比較される場合、特に容易に認識することができる。結果として、すべての差動電流に対して同時に発生する任意の変化を外部的事象に割り当てること、および、個別の差動電流センサによって測定される、差動電流だけに影響する個別の直流発電機の実際の故障から前記変化を分離することは可能である。

30

【0023】

それに加えて、差動電流および特にそれらの互いの関係の、長期的な特性を評価することは可能である。概して、特許文献5で公知のものと同一のアルゴリズムを用いることは可能であり、この点においてその内容は本明細書に包含される。特許文献5に従うと、それぞれのストリング電流、言い換えれば差動モード電流が観察され、一方、本発明の場合には、差動電流、言い換えればコモンモード電流が観察される。

40

【0024】

本発明に従う方法を実行するための本発明に従うインバータの場合であって、前記インバータが複数の直流発電機に対する個別の入力側コネクタ、入力ラインでありそれらの全体においてコネクタに供給されるすべての電流を伝導する入力ラインの間の差動電流を測定する測定器を含み、また、前記インバータが差動電流を限度値と比較し、限度値が超過される場合にはこれを故障と認識する監視装置を含むインバータの場合において、この測定器は少なくとも2対の入力ラインの各々に対して個別の差動電流センサを含み、ここで、これらの少なくとも2対の入力ラインは異なる入力側コネクタに供給される電流を伝導

50

する。差動電流センサの各々によって測定される差動電流は監視装置によって別々に限度値と比較される。さらに、監視装置はすべての差動電流センサによって同時に測定される差動電流の合計をさらに決定し、また、この合計をもう1つの限度値と比較する。同じく、このもう1つの限度値が超過される場合には、監視装置はこれを故障と認識する。

【0025】

本発明に従う方法のすべての好適な実施形態は、この方法が完全にインバータ内で実行されるので、本発明に従うインバータの場合にそれらの均等物を有する。

【0026】

本発明の有利なさらなる展開は請求の範囲、明細書および図面に開示される。特徴の説明および複数の特徴の組み合わせに記述されている利点は単に例示であり、また、代替的にまたは累積的に用いることができるが、利点が本発明に従う実施形態によって必ず達成されなければならないということではない。添付の請求の範囲の主題をそれによって変化させることなく、下記はもとの特許文献の発明の内容に対して当てはまり、さらなる特徴は、図面において、特に複数の構成要素の相対的な配置および操作的な接続において明らかである。本発明の異なる実施形態の特徴の組み合わせ、または、異なる請求項の特徴の組み合わせは、請求項の選択された言及からの変更として同様に可能であり、また、これによって示唆される。これは同様に、個別の図面内に図示され、または、そのような特徴の説明で述べられるような特徴に関する。これらの特徴は、異なる請求項の特徴と組み合わせることもできる。請求項に開示される特徴は、同様に本発明のさらなる実施形態に対して省略することができる。

【0027】

請求の範囲と明細書に述べられた特徴は、それらの数値に関して、副詞「少なくとも」の明示的な使用を必要とすることなく、正確にこの数値または述べられた数値より大きい数値が提供されているような扱いで理解されるべきである。したがって例として1素子が言及される場合、これは精密に1つの素子、2つの素子またはより多くの素子が提供されることを意味すると理解される。これらの特徴は、他の特徴によって補うこともでき、または、それぞれの製品を作り上げるただ一つの特徴であり得る。

【0028】

請求の範囲で提供される参照数字は、請求の範囲によって保護された主題の範囲の限定を表すものではない。前記参照数字は単に請求の範囲をより容易に理解し得るようにする目的を果たすために用いられる。

【0029】

本発明は、以下にさらに説明し、また、添付図面を参照し、例示の実施形態の補助を用いて記述する。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】複数の光起電力発電機とAC送電網との間の、本発明に従うインバータを図示する。

【図2】図1のインバータの改変形態を図示する。

【図3】光起電力発電機のうちの1つが故障した場合の図2のインバータの詳細を図示する。

【図4】測定された故障電流  $I_{diff}$  と、その抵抗性故障電流部分  $I_R$  およびその容量性漏洩電流部分  $I_C$  との関係を図示する。

【発明を実施するための形態】

【0031】

直流発電機に対する特定の例として、図1に示されるインバータ1は、いずれの場合も光起電力発電機3に対する複数のコネクタ2を含む。光起電力発電機3は、それらの出力電圧が、いずれの場合も同等になり、また、インバータ1の入力側DC/DCコンバータ4の入力側中間回路電圧に一致するように、インバータ1内のグループで並列接続されている。このDC/DCコンバータは、インバータ1内で、接地中点値6とこの場合三相の

10

20

30

40

50

DC/ACコンバータ8に送り込む2つキャパシタ7とを伴い例としてここで具体化するDC電圧中間回路5における中間回路電圧を設定する。DC/ACコンバータ8は、本線フィルタ9および本線スイッチ10を介してAC送電網11に接続される。光起電力発電機3およびそれらの並列接続の領域で地絡が発生した徴候を提供する重大な障害電流の発生に関してインバータ1を監視するために、複数の差動電流センサ12が提供され、さらに、前記センサが1対の入力ライン14、15においていずれの場合も差動電流を検知するために用いられる。これらの入力ライン14、15はこの場合、いずれの場合も2つの光起電力発電機からの電流を伝導するが、より多くの光起電力発電機を各対の入力ライン14、15へ接続することも可能であり、しかし、ただ1つの光起電力発電機3を接続することも可能である。差動電流センサ12の各々により測定される差動電流 $I_{diff}$ は、引き続き他の差動電流とは別々に、前記差動電流 $I_{diff}$ が限度値を超過して急速に増加したかどうかに関して監視される。この監視プロセスは、差動電流 $I_{diff}$ に基づいて、または、その抵抗性故障電流部分 $I_R$ に基づいて直接実行することができる。

10

#### 【0032】

この抵抗性故障電流部分は、差動電流 $I_{diff}$ の実数部であり、言い換えれば、電圧と同相である電流である。それに対して、容量性漏洩電流部分 $I_C$ は、電圧に対して $90^\circ$ の位相オフセットを有する差動電流 $I_{diff}$ の虚数部である。これらの関係は図4に示される。図4において、大きな容量性漏洩電流部分 $I_C$ は、絶対的にははるかに小さいがそれでも重要である抵抗性故障電流部分 $I_R$ の増加を、差動電流 $I_{diff}$ の絶対値または位相角の観察によって認識することを困難にすることは明らかである。

20

#### 【0033】

図1の光起電力システムの場合の差動電流 $I_{diff}$ は、インバータ1内で複数の差動電流センサ12に割り当てられるという事実によって、接地に対する光起電力発電機の大きい容量により生じる容量性漏洩電流は、各差動電流センサに対して、ほぼ

#### 【0034】

図2に示された光起電力システムの場合には、N個の差動電流センサ12がインバータ1に提供され、また、前記差動電流センサは、3つ以上の光起電力発電機3の差動電流 $I_{diff}$ をいずれの場合も検知するために用いられ、前記差動電流は1対の入力ライン14、15に流れている。図1において、光起電力発電機3はインバータ1内で1対のヒューズ16、17によって個々にいずれの場合も保護されているが、この場合付加的なヒューズ18および19が入力ライン14および15において配置される。ヒューズ16および17は、この場合インバータ1の外部に、例えば接続ユニット内に配置することもでき、それによって、複数の光起電力発電機3は、インバータ1のコネクタ2に接続される前に1対の入力ライン14および15へ並列で接続される。それに加えて、各対の入力ラインは、スイッチ20によって個々に切断することができる。そのような切断があれば個別の対の入力ライン14および15の差動電流 $I_{diff}$ の抵抗性故障電流部分における重大な増加に対応することは可能であり、前記重大な増加は差動電流センサ12のうちの1つによってのみ認識されるものである。他方では、差動電流の合計 $I_{diff}$ がもう1つの限度を超過する場合、スイッチ20のうちの1つを開くことによりその最大の被加数を排除することを試みることも実際可能である。しかしながら、そのときは、残りの合計に対してもう1つの限度値を比例的に低下させることも必要であろう。したがって、差動電流の合計 $I_{diff}$ に対するもう1つの限度値が超過される場合、本線スイッチ10を開き、インバータ1、特にそのDC/ACコンバータ8のスイッチを切ることは通常必要である。

30

40

#### 【0035】

同時に、図1の光起電力システムの場合に、差動電流の合計 $I_{diff}$ が決定され、ここで、 $i$ が1からNまでである $I_{diff}$ は、個別の異なる電流センサ12の差動電流であり、もう1つの限度値と比較される。これは合計 $I_{diff}$ をもう1つの限度値と直接的に比較することによって行うことができる。しかしながら、同様に、同時に測定された差動電流 $I_{diff}$ の合計の電流部分をもう1つの限度値と比較することは可

50

能である。同時に測定された差動電流  $I_{diff}$  の合計のこの電流部分は、合計  $I_{diff}$  自体から決定することができ、または、個別の差動電流  $I_{diff}$  の対応する電流部分の合計として決定することができる。同時に、好適な実施形態において電流部分は、故障電流部分  $I_R$  の代わりに、同様に容量性漏洩電流部分  $I_C$  であり得る。

#### 【0036】

図2に示された光起電力システムの場合には、N個の差動電流センサ12がインバータ1に提供され、また、前記差動電流センサは、3つ以上の光起電力発電機3の差動電流  $I_{diff}$  をいずれの場合も検知するために用いられ、前記差動電流は1対の入力ライン14、15に流れている。図2において、光起電力発電機3はインバータ1内で1対のヒューズ16、17によって個々にいずれの場合も保護されているが、この場合付加的なヒューズ18および19が入力ライン14および15において配置される。ヒューズ16および17は、この場合インバータ1の外部に、例えば接続ユニット内に配置することもでき、それによって、複数の光起電力発電機3は、インバータ1のコネクタ2に接続される前に1対の入力ライン14および15へ並列で接続される。それに加えて、各対の入力ラインは、スイッチ20によって個々に切断することができる。そのような切断があれば個別の対の入力ライン14および15の差動電流  $I_{diff}$  の抵抗性故障電流部分における重大な増加に対応することは可能であり、前記重大な増加は差動電流センサ12のうちの1つによってのみ認識されるものである。他方では、差動電流の合計  $I_{diff}$  がもう1つの限度を超過する場合、スイッチ20のうちの1つを開くことによりその最大の被加数を排除することを試みることも実際可能である。しかしながら、そのときは、残りの合計に対してもう1つの限度値を比例的に低下させることも必要であろう。したがって、差動電流の合計  $I_{diff}$  に対するもう1つの限度値が超過される場合、本線スイッチ10を開き、インバータ1、特にそのDC/ACコンバータ8のスイッチを切ることは通常必要である。

#### 【0037】

図3では、個別の光起電力発電機の故障を検知する目的で差動電流  $I_{diff}$  を用いることもできることを説明している。例として、この場合、第2の光起電力発電機3の2本のヒューズ16および17が飛び、光起電力発電機3がもはや入力ライン14および15に接続されていない。結果として、第2の光起電力発電機3の漏洩容量、したがって故障電流  $I_{diff}$  の容量性漏洩電流部分のかなりの部分は落ちる。しかしながら、ヒューズ16および17のうちの1つだけが飛ぶ場合でも、故障電流  $I_{diff}$  の容量性漏洩電流部分も低下させられる。この減少がヒューズ16および17の両方が飛ぶ場合より少なくても、差動電流  $I_{diff}$  を故障していない光起電力発電機3に対して同時に測定される差動電流  $I_{diff}$  2と比較する場合、前記減少は有意である。

#### 【符号の説明】

#### 【0038】

- 1 インバータ
- 2 コネクタ
- 3 光起電力発電機
- 4 DC/DCコンバータ
- 5 DC電圧中間回路
- 6 接地中点値
- 7 キャパシタ
- 8 DC/ACコンバータ
- 9 本線フィルタ
- 10 本線スイッチ
- 11 AC送電網
- 12 差動電流センサ
- 13 (未使用)
- 14 入力ライン

10

20

30

40

50

- 1 5 入力ライン
- 1 6 ヒューズ
- 1 7 ヒューズ
- 1 8 ヒューズ
- 1 9 ヒューズ
- 2 0 スイッチ

【 図 1 】

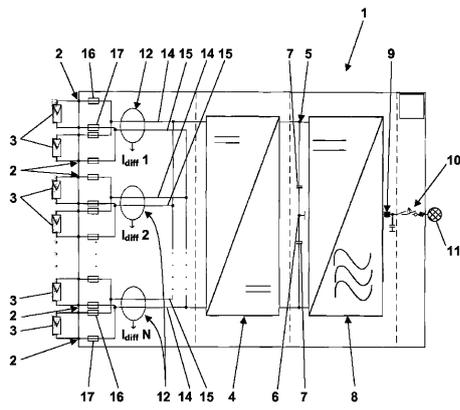


Fig. 1

【 図 2 】

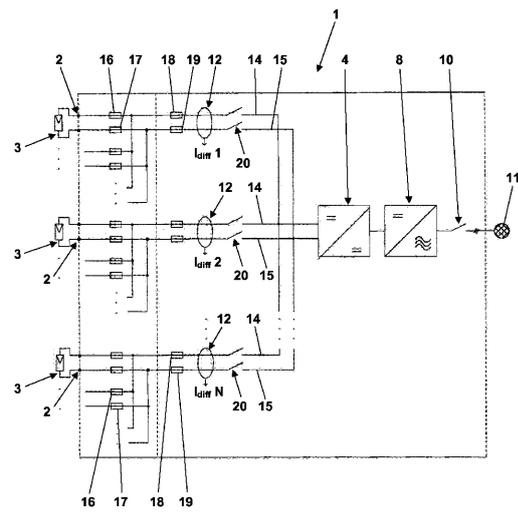


Fig. 2

【 3 】

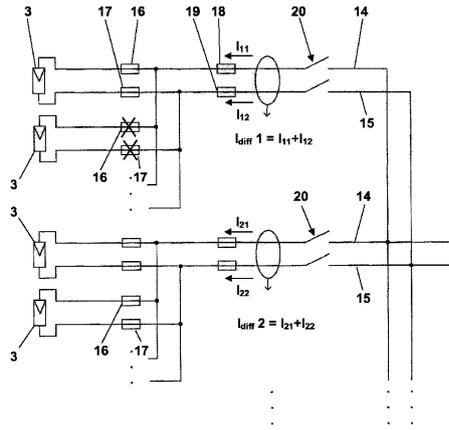


Fig. 3

【 4 】

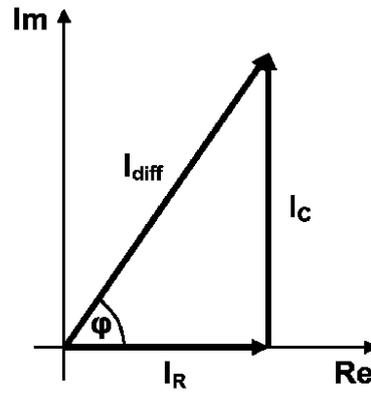


Fig. 4

---

フロントページの続き

審査官 永井 皓喜

- (56)参考文献 国際公開第2012/026449(WO, A1)  
特開平7-334767(JP, A)  
特開平9-285015(JP, A)  
米国特許出願公開第2012/0049627(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| G01R | 31/02 |
| H02H | 3/16  |
| H02H | 3/33  |
| H02H | 7/122 |
| H02S | 50/00 |