

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5250220号  
(P5250220)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月19日(2013.4.19)

(51) Int.Cl. F I  
GO 1 R 27/18 (2006.01) GO 1 R 27/18

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-175124 (P2007-175124)	(73) 特許権者	592221975 ゼミクロン エレクトロニク ゲーエム ベーハー ウント コンパニー カーゲー ドイツ連邦共和国 デー・90431 ニ ュルンベルク ジークムントシュトラーセ 200
(22) 出願日	平成19年7月3日(2007.7.3)	(74) 代理人	100091867 弁理士 藤田 アキラ
(65) 公開番号	特開2008-14945 (P2008-14945A)	(72) 発明者	クラウス バックハウス ドイツ連邦共和国 デー・90768 フ ュルト ガラスシュトラーセ 34
(43) 公開日	平成20年1月24日(2008.1.24)		
審査請求日	平成22年4月28日(2010.4.28)	審査官	荒井 誠
(31) 優先権主張番号	102006031663.0		
(32) 優先日	平成18年7月8日(2006.7.8)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 IT給電系内の絶縁抵抗を測定する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直流電圧中間回路(30)と、少なくとも1つの第1パワースイッチ(52a/b/c)及び少なくとも1つの第2パワースイッチ(54a/b/c)を備えた少なくとも1つの自励式電流変換器(50a/b)と、直流電圧中間回路(30)の一方及び他方の線路の電位と基準電位(100)との間の電位差を分割する電圧分割器(82、84)及びそれらに付設の2つの電位測定機器(860、862)を備えた前記一方及び他方の線路間の電圧である中間回路電圧 $U_{zk}$ を測定するための測定装置(80)とを有するIT給電系内の絶縁抵抗を測定するための方法であって、オフライン測定とオンライン測定から成る前記方法において、

オフライン測定中には全ての第1パワースイッチ(52a/b/c)又は全ての第2パワースイッチ(54a/b/c)が閉じられていて、電位測定機器(860、862)により測定された電位 $U_p$ 或いは電位 $U_m$ 、並びに、中間回路電圧 $U_{zk}$ が測定され、それらから絶縁抵抗 $R_f$ が決定されること、

オンライン測定中には両方の電位 $U_p$ 及び電位 $U_m$ が測定され、これらの測定の時間的な経過形態が適切に評価されること、及び

オンライン測定中、測定された両方の電位が合計され、この合計がフーリエ変換され、周波数スペクトルの変化がその時間的な経過形態に関して評価されることを特徴とする方法。

【請求項2】

10

20

オンライン測定中、測定された両方の電位が合計され、この合計の絶対値が適切に平均化され、この平均値がその時間的な経過形態に関して評価されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

オフライン測定中、存在する寄生負荷キャパシタンスから結果として得られる電位測定の過渡振動過程が絶縁測定機器の機能検査のために使用されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

電圧分割器 ( 8 2 、 8 4 ) が対称的に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 5】

パワースイッチ ( 5 2 a / b / c 、 5 4 a / b / c ) が、逆並列接続されたフリーホイールダイオード ( 5 6 ) を備えた I G B T ( 絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ ) として形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、完全に絶縁されている閉じた給電系、所謂 I T 給電系内の絶縁抵抗を決定するための測定方法に関する。この種の I T 給電系は例えば車両内で使用される。

【背景技術】

20

【 0 0 0 2 】

一般的に I T 給電系のもとでは、供給電流源が慣例どおりには接地されていない電子技術の給電系形式として理解される。従って最初の欠陥事態、例えば絶縁欠陥の際には閉じた電流回路が構成されず、この際、危険な人体通電も行われぬ。同様に最初の欠陥の際には I T 給電系の稼働が停止される必要はなく、このことはより高い故障安全性をもたらしてくれる。しかしこの際、アースに対する絶縁が絶縁監視装置により測定されないのであればその最初の欠陥事態も認識されないという短所がある。従来技術に従う I T 給電系が本発明の出発点であり、それは、好ましくはジェネレータである少なくとも 1 つの電流源と、少なくとも 1 つの整流器と、少なくとも 1 つのコンデンサを備えた中間回路と、少なくとも 1 つの電流変換器と、中間回路電圧用の測定装置とを有する。

30

【 0 0 0 3 】

I T 給電系の上述の特性に基づき、稼働開始時並びに稼働中の絶縁の管理は特に有利である。特許文献 1 には、I T 給電系内の回路技術手間を超え、多くの追加的な回路技術手間を必要とする方法が記載されている。

【 0 0 0 4 】

I T 給電系内の基本的に周知の欠陥事態は、適切な監視により全て確実に認識されなくてはならない絶縁抵抗の様々な形式の変化である。これらの欠陥事態には例えば絶縁の劣化が含まれ、この絶縁の劣化は、多くの場合は対称的でありむしろ全ての相に渡って対称的であり時間的にゆっくりとした絶縁抵抗の変化を自ずともたらず。同様に周知の欠陥事態は例えば絶縁の損傷に基づくもので、この絶縁の損傷は、大体は 1 相だけであり時間的に速く経過する絶縁抵抗の変化をもたらす。

40

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】欧州特許第 0 7 5 1 3 9 6 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

本発明の基礎を成す課題は、I T 給電系内の絶縁抵抗を測定するための方法を紹介することであり、この際、その測定は対称的な変化も非対称的な変化も確実に認識すべきであり、また、必要不可欠な回路技術的な追加手間ができるだけ少なくあるべきである。

【課題を解決するための手段】

50

## 【 0 0 0 7 】

前記の課題は、本発明に従い、請求項 1 の構成要件の措置により解決される。有利な実施形態は下位請求項に記載されている。

## 【 0 0 0 8 】

本発明の思想は、好ましくは、ジェネレータ又は別の電流源と、この電流源により給電される直流電圧中間回路と、少なくとも 1 つの自励式電流変換器とを備えた I T 給電系から出発する。その電流変換器は、少なくとも 1 つの第 1 パワースイッチ及び少なくとも 1 つの第 2 パワースイッチと、中央タップとを有する。

## 【 0 0 0 9 】

更にこの I T 給電系は、中間回路電圧を測定するための測定装置を有する。この測定装置は、好ましくは、対称的に形成されている電圧分割器と、基準電位に対する両方の中間回路電位の電位測定のために割り当てられている 2 つの測定機器とを有する。

10

## 【 0 0 1 0 】

絶縁抵抗を測定するための本発明に従う方法は「オフライン」測定並びに「オンライン」測定から成る。例えば稼動開始時のオフライン測定中には全ての電流変換器の全ての第 1 パワースイッチ又は全ての第 2 パワースイッチが閉じられている。このスイッチング状態において中間回路の両方の電位が測定される。測定された電位が非対称であること、並びに測定機器の情報、特別な場合として測定抵抗の情報により、絶縁欠陥が確実に認識される。この欠陥の位置確認は、個々の様々なパワースイッチの選択的なオープンにより可能である。同様に測定装置自体の機能の検査がこのオフライン測定を用いて可能である。全てのスイッチが開いている場合、中間回路の両方の電位は絶対値として同じでなければならない。1 つのスイッチを閉じることで測定値は周知の時間的な経過形態をとらなくてはならない。有利には、存在する寄生負荷キャパシタンスにより結果として得られる電位測定の過渡振動過程 (Einschwingvorgang) が絶縁測定機器の機能検査のために使用され、それにより、絶縁欠陥のこの種のシミュレーションのための追加的なハードウェア手間は必要とされない。

20

## 【 0 0 1 1 】

I T 給電系の稼動時のオンライン測定中には再び両方の電位が測定され、この測定の時間的な経過形態が評価される。ここで第 1 構成では、測定された両方の電位が合計され、引き続きこの合計がフーリエ変換され、周波数スペクトルの変化がその時間的な経過形態に関して評価される。

30

## 【 0 0 1 2 】

オンライン測定の第 2 構成では、測定された両方の電位が合計され、この合計の絶対値が適切に平均化され、この平均値がその時間的な経過形態に関して評価される。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 3 】

次に、実施例及び図 1 ~ 図 6 に基づき、本発明による解決策を更に説明する。

## 【 実施例 1 】

## 【 0 0 1 4 】

図 1 は、例えば道路車両内で使用され得る、従来技術に従う I T 給電系を示している。この I T 給電系は電流生成のためのジェネレータ ( 1 0 ) を有し、このジェネレータ ( 1 0 ) には直流電圧中間回路 ( 3 0 ) の給電のための動的な整流器 ( 順変換器、 2 0 ) が後接続されている。更にこの中間回路 ( 3 0 ) は、好ましくはエネルギー蓄積のための少なくとも 1 つのコンデンサ ( 3 2 ) を有する。中間回路 ( 3 0 ) には、バッテリー ( 6 0 ) を備えた直流電圧変換器 ( 4 0 ) が接続されている。同様にここでは、各々のモータ ( 7 0 a / b ) を備えた 2 つのインバータ ( 逆変換器、 5 0 a / b ) が中間回路 ( 3 0 ) に接続されている。中間回路電圧を測定するために更に測定機器 ( 8 0 ) が接続されている。

40

## 【 0 0 1 5 】

図 2 は、第 1 の例としての絶縁欠陥 ( 9 0 a ) を伴う I T 給電系内のインバータ ( 5 0 ) とモータ ( 7 0 ) を示している。この際、直流電圧中間回路 ( 3 0 ) が自励式インバー

50

タ(50)を給電し、この際、このインバータ(50)は3つの第1パワースイッチ(52a/b/c)を有している。各パワースイッチは、少なくとも1つのフリーホイールダイオード(56)とIGBT(絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)の逆並列装置から構成されている。同様にこのインバータ(50)は、同様にIGBTとフリーホイールダイオード(56)で形成されている第2パワースイッチ(54a/b/c)を有している。これらの3つの第1パワースイッチ(52a/b/c)と3つの第2パワースイッチ(54a/b/c)は3相インバータ(50)のブリッジ回路を形成している。3相の出口にはモータ(70)が配置されている。そのインピーダンスは、相ごとのオーム抵抗とインダクタンスの直列回路の形式で図示されている。

【0016】

ここで抵抗(90a)は最初の絶縁欠陥を象徴している。この抵抗(90a)の値(Rf)が本発明に従う方法を用いて検出される。

【0017】

図3は、IT給電系の一部として整流器(20)を備えたジェネレータ(10)を例にした絶縁欠陥の他の可能なバリエーションを示している。ジェネレータ(10)の内部抵抗とインダクタンス、並びに10分の1ナノファラッドのオーダーの寄生コンデンサ(92a/b/c)が図示されていて、これらの寄生コンデンサは、IT給電系の稼動時には基準電位に対するそのインピーダンスに寄与している。

【0018】

考察中のIT給電系内でその制御のために従来技術に従い既に含まれている測定機器(80、図1参照)が同様に図示されている。この測定機器は、第1電圧分割器(82)と第2電圧分割器(84)から構成されている。これらの電圧分割器は対称的に形成されていて、付設の中間回路電位と、基準電位と接続されている。従って第1電圧分割器(82)を介することで中間回路(30)の第1電位(Uzkp)が減少し、第2電圧分割器(84)を介することで第2電位(Uzkm)が減少する。これらの電圧分割器は、各々第1抵抗(820、840)がメガオームのオーダー(R1)であり各々第2抵抗(822、842)がキロオームのオーダー(R2)であるように形成されている。各々両方の抵抗間には、基準電位に対し、割り当てられている第1電位(Up)或いは第2電位(Um)の測定用のタップが配置されている。

【0019】

更には複数の抵抗(90b/c/d/e)が図示されていて、これらの抵抗は様々な絶縁欠陥(Rf)を表わしていて、個々の状態で又はグループとして発生し得る。例えば、IT給電系の絶縁の時間的にゆっくりとした変化が、抵抗(90c/d/e)の全ての抵抗値の均等な減少により説明され得る。

【0020】

それに対し、抵抗(90b)の抵抗値(Rf)の減少は、中間回路(30)の第1電位の絶縁の悪化に対応する。

【0021】

説明した測定機器(80)の一部であるマイクロコントローラを用いたオフライン測定及び絶縁抵抗の決定のためには考察中のIT給電系の全ての電流変換器(図1及び図2参照)の全ての第1スイッチ(52a/b/c)又は全ての第2スイッチ(54a/b/c)が閉じられる。この切り替えにより考察中のIT給電系の全てのラインが全体として測定によりそれらの絶縁抵抗に関して検査され、それにより全IT給電系の絶縁抵抗が決定される。この測定のためには、本発明の出発点である考察中のIT給電系内で従来技術に従いいずれにせよ含まれている測定機器(80)の回路部分だけが必要不可欠である。

【0022】

測定機器(80)の両方の部分を、基準電位に対する接続部を有する中心点に対して対称的に形成することは特に有利であり、それにより、図2に図示されているように例としての絶縁欠陥(90a)の測定が次のように実施される。

【0023】

10

20

30

40

50

中間回路電圧 ( $U_{zk}$ ) は、絶縁欠陥の抵抗値 ( $R_f$ ) に依存せず、次のように表現される：

【0024】

$$U_{zk} = \left( (R_1 + R_2) \cdot U_p \right) / R_2 + \left( (R_1 + R_2) \cdot U_m \right) / R_2$$

【0025】

この際、

$U_{zk}$  = 中間回路電圧

$R_1$  = 抵抗 (820、840) の抵抗値

$R_2$  = 抵抗 (822、842) の抵抗値

$U_p$  = 測定機器 (860) で測定された電位

$U_m$  = 測定機器 (862) で測定された電位

10

【0026】

絶縁欠陥 (90a) の抵抗値 ( $R_f$ ) が小さいほど、 $U_p$  と  $U_{zk}$  からの比率も小さくなる。接地 (地絡) の場合、従って  $R_f = 0$  という最小値の場合、 $U_p$  もゼロと同じである。上記の式を変形し、 $U_m$  を消去すると、次の式が得られる：

【0027】

$$U_p = U_{zk} \cdot (R_2 / (R_1 + R_2)) \cdot (R_f / (R_1 + R_2 + 2 \cdot R_f))$$

【0028】

この式は、 $R_1 \gg R_2$  により簡素化され、次の式が得られる：

【0029】

$$U_p = U_{zk} \cdot (R_2 / R_1) \cdot (1 / ((R_1 / R_f) + 2))$$

20

【0030】

後接続されている A/D 変換器の測定範囲が完全に利用されるように合目的に  $R_2 / R_1$  が選択されるのであれば、1% の測定精度で例えば 1M の測定インピーダンスの場合に、10K のオーダーの  $R_f$  にとって最小限で検知すべき値が得られる。この解決策は、絶縁監視に対する規格的な要求にとって十分である。

【0031】

絶縁欠陥の位置確認のためには個々の第 1 スイッチ又は個々の第 2 スイッチがスイッチオンされ得て、その後、説明した測定が反復され得て、それにより、絶縁欠陥の存在する範囲が決定され得る。

30

【0032】

オンライン測定は、上述のオフライン測定と異なり、考察中の IT 給電系の通常稼働時に行われる。抵抗値 ( $R_f$ ) の分析計算は、考察中の IT 給電系内の例えばインピーダンス (92a/b/c) のバリエーションと複雑性に基づき、従来技術に従うと説明した測定機器の一部であるマイクロコントローラを用いては実施可能ではない。オンライン測定のための本発明に従う方法の第 1 構成が、例として図 3 及び図 4 に基づいて説明される。

【0033】

IT 給電系の理想的な場合で絶縁欠陥を伴わない稼働時には、各稼働時点において電位  $U_p$  及び  $U_m$  は基準電位に対して対称的であり、それによりそれらの絶対値は同じである。従って合計形成ではほぼゼロの値 ( $U$ ) が得られる (図 4 参照)。この際、絶縁欠陥は、割り当てられている測定機器 (860 又は 862) の測定値 ( $U_p$  又は  $U_m$ ) の変化に基づき、合計形成の値 ( $U$ ) をゼロラインから遠ざけるように移動させ、それにより絶縁欠陥 (90b、図 3 参照) が絶縁欠陥として認識されることになる。

40

【0034】

合計値 ( $U$ ) のフーリエ変換は、絶縁欠陥を伴わず、全てのインピーダンスを考慮し、周波数スペクトルとしてマイクロコントローラ内で計算され且つ新たな計算との比較のために記憶され得る周波数スペクトルを結果としてもたらず。既に行われた測定の記憶のための手間は、インバータ出力電圧の各々調節された基準高調波を有する記憶すべき値の規格化により減少される。3相に渡って発生する非対称的な絶縁欠陥はこの周波数スペクトルの変化を導き、この周波数スペクトルは、記憶されている値との比較により及び適

50

切な評価により絶縁欠陥として認識され得る。周波数スペクトルのこれらの変化は、発生する周波数にもそれらの振幅にも該当し得る。

【0035】

全ての3相の絶縁抵抗の完全に対称的な変化、即ち抵抗(90c/d/e、図3参照)の抵抗値の対称的な変化は、ここで説明したオンライン測定の方法をもっては不可能である。

【0036】

オンライン測定のための本発明に従う方法の第2構成が、例として図3、図5及び図6に基づいて説明される。この際、電位測定の方法が加算され、合計値(U)から絶対値が、またこれから時間的な平均値が適切に形成され、マイクロコントローラ内に記憶される。図5は、平均値形成前の経過形態、並びに、図3からの3つの抵抗値(90c/d/e)の任意の1つが80k という例としての値を有する場合の平均値を示している。それに対する比較として図6には、図3からの3つの抵抗値(90c/d/e)の任意の2つが各々160k の値を有し、それにより絶縁が図5におけるのと同様に80k の全抵抗を有するという経過形態が図示されている。

【0037】

マイクロコントローラ内に記憶されている値と実際の値との比較、及びこの比較の適切な評価が、再びIT給電系の絶縁欠陥の検知をもたらす。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】従来技術に従うIT給電系を示す図である。

【図2】第1の例としての絶縁欠陥を伴うIT給電系内のインバータとモータを示す図である。

【図3】他の例としての絶縁欠陥を伴うIT給電系内の、整流器を備えたジェネレータと、測定装置とを示す図である。

【図4】絶縁欠陥を伴わないオンライン測定時の電位経過形態を示す図である。

【図5】第1の絶縁欠陥を伴うオンライン測定の方法の合計の絶対値の時間的な経過形態を示す図である。

【図6】第2の絶縁欠陥を伴うオンライン測定の方法の合計の絶対値の時間的な経過形態を示す図である。

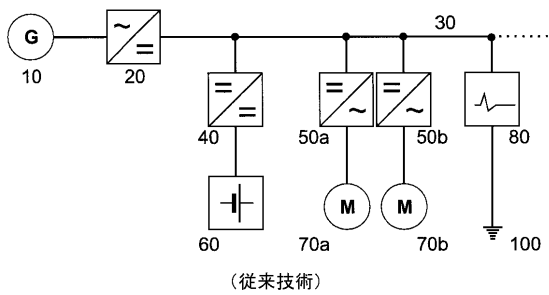
【符号の説明】

【0039】

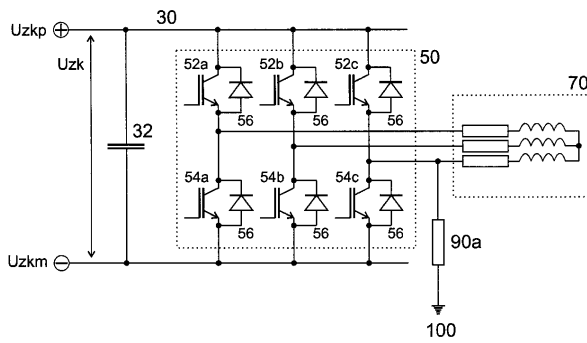
10	ジェネレータ	
20	整流器	
30	直流電流中間回路	
32	コンデンサ	
40	直流電圧変換器	
50、50a、50b	インバータ	
52a、52b、52c	第1パワースイッチ	
54a、54b、54c	第1パワースイッチ	40
56	フリーホイールダイオード	
60	バッテリー	
70、70a、70b	モータ	
80	測定機器	
82	第1電圧分割器	
820	第1抵抗	
822	第2抵抗	
84	第2電圧分割器	
840	第1抵抗	
842	第2抵抗	50

- 90 a 絶縁欠陥 (抵抗)
- 90 b 絶縁欠陥 (抵抗)
- 90 c、90 d、90 e 絶縁欠陥 (抵抗)
- 92 a、92 b、92 c 寄生コンデンサ
- Uz k 中間回路電圧
- Uz k p 中間回路の第 1 電位
- Uz k m 中間回路の第 2 電位
- U p 基準電位に対する第 1 電位
- U m 基準電位に対する第 2 電位

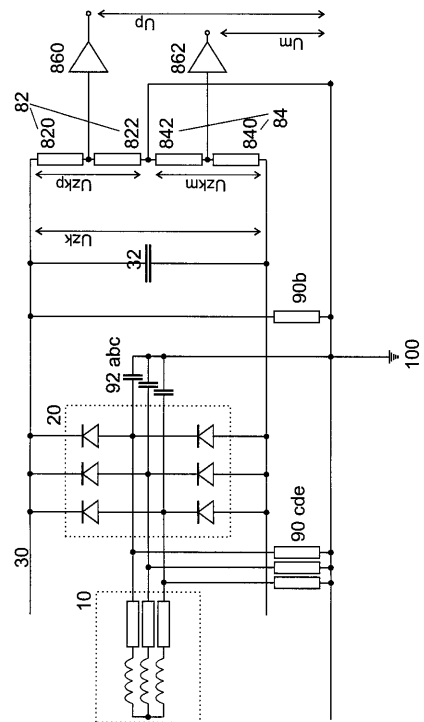
【図 1】



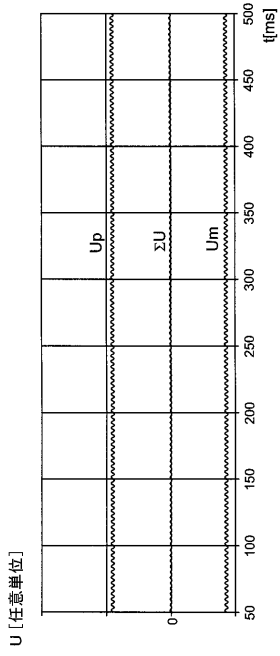
【図 2】



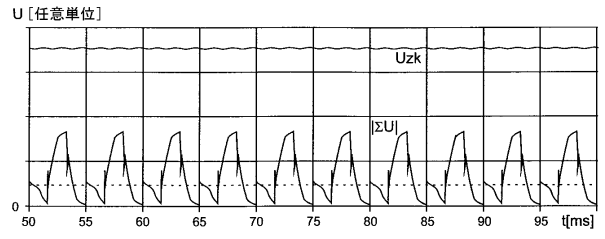
【図 3】



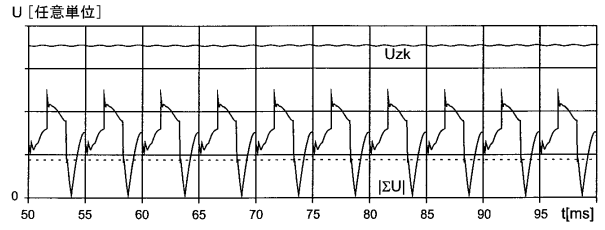
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07 - 241002 (JP, A)  
特開2003 - 066090 (JP, A)  
特開2005 - 304138 (JP, A)  
特開2006 - 164787 (JP, A)  
特開平07 - 020185 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 27/00 - 27/32  
G01R 31/02