

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5950084号  
(P5950084)

(45) 発行日 平成28年7月13日(2016.7.13)

(24) 登録日 平成28年6月17日(2016.6.17)

(51) Int.Cl. F 1  
**HO2H 3/16 (2006.01)** HO2H 3/16 A  
 HO2M 7/48 (2007.01) HO2M 7/48 M

請求項の数 2 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-45292 (P2012-45292)                  (22) 出願日 平成24年3月1日(2012.3.1)                  (65) 公開番号 特開2013-183522 (P2013-183522A)                  (43) 公開日 平成25年9月12日(2013.9.12)                  審査請求日 平成27年2月16日(2015.2.16)</p>	<p>(73) 特許権者 000005234                  富士電機株式会社                  神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号                  (74) 代理人 100091281                  弁理士 森田 雄一                  (72) 発明者 鈴木 究                  神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号                  富士電機株式会社内                    審査官 田中 寛人                    (56) 参考文献 特開2010-213450 (JP, A)                  )                  特開2006-223071 (JP, A)                  )                  最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 状態監視装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直流電源の正側と負側との間に直列接続された第1の抵抗素子群及び第2の抵抗素子群と、

第1の抵抗素子群及び第2の抵抗素子群の相互接続点と接地点との間に接続された第3の抵抗素子群と、

第1の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の間第1の接続点に接続された第1の給電手段と、

第1の給電手段の出力側に接続された第1の蓄電手段と、

第2の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の間第2の接続点に接続された第2の給電手段と、

第2の給電手段の出力側に接続された第2の蓄電手段と、

第3の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の間第3の接続点と前記相互接続点との間の電圧と、第1の基準電圧とを比較し、第3の接続点と前記相互接続点との間の電圧が第1の基準電圧を超えたときに第1の間欠信号を発生する第1の間欠信号発生手段と、

第1の間欠信号を第1の間欠光信号に変換する第1の電気/光変換手段と、

第1の接続点の電圧及び第2の接続点の電圧から演算した両接続点間の電圧と、第2の基準電圧とを比較し、両接続点間の電圧が第2の基準電圧を超えたときに第2の間欠信号を発生する第2の間欠信号発生手段と、

第2の間欠信号を第2の間欠光信号に変換する第2の電気/光変換手段と、

10

20

第 1 の間欠光信号を受信して当該間欠光信号の周期に基づいて地絡故障を認識し、第 2 の間欠光信号を受信して、前記第 1 の間欠光信号の周期とは異なる前記第 2 の間欠光信号の周期に基づいて直流電圧の異常を認識する制御手段と、

を備えたことを特徴とする状態監視装置。

【請求項 2】

直流電源の正側と負側との間に直列接続された第 1 の抵抗素子群及び第 2 の抵抗素子群と、

第 1 の抵抗素子群及び第 2 の抵抗素子群の相互接続点と接地点との間に接続された第 3 の抵抗素子群と、

第 1 の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の第 1 の接続点に接続された第 1 の給電手段と、

第 1 の給電手段の出力側に接続された第 1 の蓄電手段と、

第 2 の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の第 2 の接続点に接続された第 2 の給電手段と、

第 2 の給電手段の出力側に接続された第 2 の蓄電手段と、

第 3 の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の第 3 の接続点と前記相互接続点との間の電圧と、第 1 の基準電圧とを比較し、第 3 の接続点と前記相互接続点との間の電圧が第 1 の基準電圧を超えたときに第 1 の間欠信号を発生する第 1 の間欠信号発生手段と、

第 1 の接続点の電圧及び第 2 の接続点の電圧から演算した両接続点間の電圧と、第 2 の基準電圧とを比較し、両接続点間の電圧が第 2 の基準電圧を超えたときに、第 1 の間欠信号とは周期が異なる第 2 の間欠信号を発生する第 2 の間欠信号発生手段と、

第 1 の間欠信号と第 2 の間欠信号との論理和を求める論理和手段と、

前記論理和手段の出力信号を間欠光信号に変換する電気/光変換手段と、

前記電気/光変換手段から出力される前記間欠光信号を受信し、当該間欠光信号の周期に基づいて第 1 の間欠信号を同定したときに地絡故障を認識し、当該間欠光信号の周期に基づいて第 2 の間欠信号を同定したときに直流電圧の異常を認識する制御手段と、

を備えたことを特徴とする状態監視装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力変換装置等において直流地絡事故や直流電圧の異常を検出するための状態監視装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

図 5 は、直流電源と、電力変換器としての 2 レベルインバータとを組み合わせた電力変換装置の構成図である。

図 5 において、直流電源 1 には、商用電源を整流して直流電圧を発生するダイオード整流器や、太陽電池、燃料電池等の直流発電装置が使用される。また、電力変換器 2 は、6 個の半導体スイッチング素子  $Q_1 \sim Q_6$  と直流コンデンサ  $C_1$  とからなる周知の 2 レベルインバータによって構成されている。なお、U、V、W は交流出力端子を示す。

図 5 から明らかなように、2 レベルインバータを用いた電力変換装置では、直流電源 1 は P 極（正極）と N 極（負極）のみを有しており、中性点が存在しない。

【0003】

図 6 は、図 5 に示したような中性点を持たない電力変換装置に対して従来の直流地絡検出装置を適用した場合の回路図である。図 6 において、図 5 と同一の構成要素には同一の符号を付してある。

図 6 の回路では、P 極と N 極との間に等しい抵抗値の分圧抵抗  $R_1$ 、 $R_2$  を直列に接続し、これらの分圧抵抗  $R_1$ 、 $R_2$  によって P 極、N 極間の電圧を分圧することで中間電位点を設け、この中間電位点を中性点 M としている。そして、中性点 M と接地点 G との間に接地抵抗  $R_3$  と地絡検出リレー 103 とを直列に接続することにより、直流地絡検出装置

10

20

30

40

50

を構成している。

【 0 0 0 4 】

このような直流地絡検出装置において、地絡が発生していないときは、中性点Mの電位はP極とN極との中間電位であるため接地点Gと同じ零電位となり、接地抵抗 $R_3$ や地絡検出リレー103に電流は流れない。従って、地絡検出リレー103は動作せず、地絡故障は検出されない。

【 0 0 0 5 】

しかし、直流回路のP極が地絡すると、中性点Mの電位が零電位から負電位に変化するため、接地抵抗 $R_3$ と地絡検出リレー103との直列回路に検出電流 $I_1$ が流れる。これにより地絡検出リレー103が動作し、その結果は、図示しない制御装置に伝達されて地絡故障として認識される。

10

また、直流回路のN極が地絡すると、中性点Mの電位が零電位から正電位に変化するため、接地抵抗 $R_3$ と地絡検出リレー103との直列回路に検出電流 $I_2$ が流れる。これにより地絡検出リレー103が動作し、その結果は、前記同様に制御装置に伝達されて地絡故障が認識されることになる。

【 0 0 0 6 】

しかし、地絡検出リレーは一般に高価であると共に、納期等の面で入手性に問題がある。このため、別の方法として、特許文献1に記載されている如く、図7に示すような地絡検出リレーを使用しない直流地絡検出装置が提案されている。

図7では、直流地絡検出装置のみの回路図を示しており、実際の装置では、例えば図6におけるP極とN極との間に接続されて分圧抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、接地抵抗 $R_3$ 及び地絡検出リレー103からなる直流地絡検出装置を置き換える形で使用される。

20

【 0 0 0 7 】

図7において、分圧抵抗 $R_{1P}$ 、 $R_{1N}$ 及び $R_{2P}$ 、 $R_{2N}$ は直流回路の正極Pと負極Nとの間で直列に接続されている。分圧抵抗 $R_{1P}$ 、 $R_{1N}$ 同士の接続点(中性点)Mは接地点Gに直接接続され、分圧抵抗 $R_{2P}$ 、 $R_{1P}$ 同士の接続点A及び分圧抵抗 $R_{1N}$ 、 $R_{2N}$ 同士の接続点Bがそれぞれ電圧検出点となっている。これらの接続点A、Bには絶対値電圧差検出回路104の入力側が接続されており、この絶対値電圧差検出回路104により、接地点Gに対する接続点Aの電圧 $V_A$ と接地点Gに対する接続点Bの電圧 $V_B$ との差 $V_G$ を検出する。

30

【 0 0 0 8 】

一般的に、直流回路における地絡現象は、P極またはN極と対地との間の絶縁が劣化して発生する。この場合、P極またはN極と接地点Gとの間には絶縁の劣化の度合いに応じた絶縁抵抗(地絡抵抗)が見掛け上、接続されている状態となる。

例えば、P極が地絡した場合の回路状態は、等価的に図8のようになる。図8に示すように地絡抵抗を $R_G$ とすると、正極Pと中性点Mとの間の合成抵抗 $R_P$ は数式1によって表され、負極Nと中性点Mとの間の合成抵抗 $R_N$ は数式2によって表される。

【 0 0 0 9 】

【 数 1 】

$$R_P = \frac{1}{\frac{1}{R_{1P} + R_{2P}} + \frac{1}{R_G}} = \frac{R_G \cdot (R_{1P} + R_{2P})}{R_G + R_{1P} + R_{2P}}$$

40

【 数 2 】

$$R_N = R_{1N} + R_{2N}$$

【 0 0 1 0 】

直流電源1の電圧をEとすると、中性点Mに対するP極の電圧 $V_P$ は数式3により表さ

50

れ、N極の電圧 $V_N$ は同様にして数式4により表される。

【数3】

$$V_P = E \cdot \frac{R_P}{R_P + R_N}$$

【数4】

$$V_N = -E \cdot \frac{R_N}{R_P + R_N}$$

10

【0011】

次に、中性点Mに対する接続点Aの電圧 $V_A$ 及び接続点Bの電圧 $V_B$ は、上記数式1～数式4により、それぞれ、下記の数式5，数式6のように求められる。

【数5】

$$V_A = E \cdot \frac{R_P}{R_P + R_N} \cdot \frac{R_{1P}}{R_{1P} + R_{2P}}$$

【数6】

$$V_B = -E \cdot \frac{R_N}{R_P + R_N} \cdot \frac{R_{1N}}{R_{1N} + R_{2N}}$$

20

【0012】

上記数式5，数式6より、中性点Mに対する接続点A，Bの電圧差の絶対値 $V_o$ は、数式7となる。

【数7】

$$\Delta V_o = |V_B - V_A|$$

30

【0013】

各抵抗値を決定するに当たっては、分圧抵抗 $R_{2P}$ ， $R_{2N}$ 及び $R_{1P}$ ， $R_{1N}$ の値をそれぞれ等しくすることで、中性点Mを直流電源1のP極とN極との中間電位の零電位とする。ここで、分圧抵抗 $R_{2P}$ ， $R_{2N}$ 及び $R_{1P}$ ， $R_{1N}$ の抵抗値をそれぞれ等しくすることに着目して、数式8，数式9とおき、前述した数式5，数式6及び数式8，数式9を前述した数式7に代入して整理すると、数式10が得られる。

【数8】

$$R_{1P} = R_{1N} = R_1$$

40

【数9】

$$R_{2P} = R_{2N} = R_2$$

【数 10】

$$\Delta V_o = \frac{E \cdot R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1 - \frac{R_G}{R_G + R_{1P} + R_{2P}}}{1 + \frac{R_G}{R_G + R_{1P} + R_{2P}}} = \frac{E \cdot R_1}{R_{1P} + R_2 + 2 \cdot P_{RG}}$$

【0014】

分圧抵抗  $R_{1P}$ 、 $R_{2P}$  及び  $R_{1N}$ 、 $R_{2N}$  の分圧比は、接続点 A、B に接続される絶対値電圧差検出回路 104 において使用可能な電圧を考慮して決定すればよい。

10

【0015】

以上のように構成することで、P 極または N 極の何れかが地絡すると絶対値電圧差検出回路 104 から電圧差  $V_G$  が出力され、この値と電圧レベル設定器 106 により設定された基準電圧  $V_R$  とが地絡判定回路 105 にて比較される。そして、 $V_G > V_R$  の場合に地絡判定回路 105 から地絡検出信号が出力され、この地絡検出信号が制御装置に入力されて地絡故障が認識されることになる。

【0016】

上述した特許文献 1 記載の従来技術によれば、地絡検出リレーを用いずに一般的な電子部品である演算増幅器や抵抗素子等を使用して地絡検出装置を構成することが可能であるが、この従来技術では、回路を動作させるために不可欠な電源については何ら考慮されていない。従って、電源を別途用意することになるが、この場合は直流回路の電圧が高圧になるとこれに対応させて電源の絶縁耐圧も高くしなければならず、結果としてその部分の大きさやコストが増加することから、全体としての小型化や低コスト化の障害になっている。

20

また、上記従来技術では、地絡検出信号を制御装置に伝送する手段については全く考慮されていないため、直流回路の電圧が高い場合は地絡検出信号を絶縁するために高耐圧の変圧器等を備えた装置が必要になる。

【0017】

これらの課題を解決する従来技術として、特許文献 2 に記載された直流地絡検出装置が知られている。

30

図 9 は、この直流地絡検出装置の回路構成図である。図 9 において、図 6 ~ 図 8 と同一の構成要素には同一の符号を付してある。

【0018】

図 9 において、中性点 M と接地点 G との間には分圧抵抗としての接地抵抗  $R_{1G}$ 、 $R_{2G}$  が直列に接続されている。なお、C は接地抵抗  $R_{1G}$ 、 $R_{2G}$  同士の接続点である。

また、接続点 A は正側給電回路 3 に接続されており、この正側給電回路 3 から正側電源電圧  $V_{cc}$  が出力される。一方、接続点 B は負側給電回路 4 に接続されており、この負側給電回路 4 から負側電源電圧  $V_{ee}$  が出力される。C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub> は蓄電素子としてのコンデンサである。

【0019】

40

基準電圧設定回路 8 により設定された基準電圧  $V_{set}$  は、電圧比較回路 9 により、接地抵抗  $R_{1G}$  の両端電圧  $V_g$  と比較される。地絡故障が発生すると、例えば  $V_g > V_{set}$  となって電圧比較回路 9 の比較出力  $V_{det}$  の論理値が“0”から“1”に反転する。これにより、間欠信号発振回路 10 からオン状態とオフ状態とを所定周期で繰り返すパルス状の間欠信号  $S_{int}$  が出力され、電気/光変換を行う E/O 変換回路 12 を介して間欠光信号（地絡検出信号）が出力される。この間欠光信号は、光ケーブル 13 を介して、光/電気変換を行う O/E 変換回路 14 を備えた制御装置 17 に伝送され、地絡故障の発生が認識されるものである。

ここで、正側給電回路 3 から出力される正側電源電圧  $V_{cc}$  は、基準電圧設定回路 8、電圧比較回路 9、間欠信号発振回路 10 及び E/O 変換回路 12 に供給され、負側給電回

50

路 4 から出力される負側電源電圧  $V_{-}$  は、電圧比較回路 9 に供給されている。

【 0 0 2 0 】

特許文献 2 に記載された従来技術によれば、直流地絡検出装置に必要な正負の電源電圧を装置内部にて生成可能であると共に、高耐圧の変圧器等を使用せずに、絶縁された地絡検出信号を制御装置 17 に光伝送することができ、前述した特許文献 1 に係る従来技術の問題点を解消することが可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 2 1 】

【特許文献 1】特開平 2 - 2 3 7 4 2 1 号公報（第 2 頁右上欄第 1 2 行～第 3 頁右上欄第 1 3 行、第 1 図等）

10

【特許文献 2】特開 2 0 1 0 - 2 1 3 4 5 0 号公報（段落 [ 0 0 3 8 ] ～ [ 0 0 4 8 ]、図 1 等）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 2 2 】

通常、直流電源にインバータ等が接続された電力変換装置では、地絡故障以外にも直流電源の過電圧異常等を監視することが求められており、この種の直流電圧監視においても、直流電圧が高圧の場合には電源や検出信号の絶縁に伴う問題が生じる。

しかしながら、特許文献 2 に係る従来技術では、直流電源電圧の監視手段や電圧検出信号の伝送手段等については何ら言及されておらず、その実現が求められていた。

20

【 0 0 2 3 】

そこで、本発明の解決課題は、地絡故障や直流電源電圧の検出・監視動作に必要な電源電圧を装置内部にて生成すると共に、高耐圧の変圧器を用いることなく検出信号、監視信号を制御装置に伝送可能とした状態監視装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 4 】

上記課題を解決するため、請求項 1 に係る発明は、直流電源の正側と負側との間に直列接続された第 1 の抵抗素子群及び第 2 の抵抗素子群と、

第 1 の抵抗素子群及び第 2 の抵抗素子群の相互接続点と接地点との間に接続された第 3 の抵抗素子群と、

30

第 1 の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の間第 1 の接続点に接続された第 1 の給電手段と、

第 1 の給電手段の出力側に接続された第 1 の蓄電手段と、

第 2 の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の間第 2 の接続点に接続された第 2 の給電手段と、

第 2 の給電手段の出力側に接続された第 2 の蓄電手段と、

第 3 の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の間第 3 の接続点と前記相互接続点との間の電圧と、第 1 の基準電圧とを比較し、第 3 の接続点と前記相互接続点との間の電圧が第 1 の基準電圧を超えたときに第 1 の間欠信号を発生する第 1 の間欠信号発生手段と、

40

第 1 の間欠信号を第 1 の間欠光信号に変換する第 1 の電気/光変換手段と、

第 1 の接続点の電圧及び第 2 の接続点の電圧から演算した両接続点間の電圧と、第 2 の基準電圧とを比較し、両接続点間の電圧が第 2 の基準電圧を超えたときに第 2 の間欠信号を発生する第 2 の間欠信号発生手段と、

第 2 の間欠信号を第 2 の間欠光信号に変換する第 2 の電気/光変換手段と、

第 1 の間欠光信号を受信して当該間欠光信号の周期に基づいて地絡故障を認識し、第 2 の間欠光信号を受信して、前記第 1 の間欠光信号の周期とは異なる前記第 2 の間欠光信号の周期に基づいて直流電圧の異常を認識する制御手段と、を備えたものである。

【 0 0 2 5 】

請求項 2 に係る発明は、直流電源の正側と負側との間に直列接続された第 1 の抵抗素子

50

群及び第 2 の抵抗素子群と、

第 1 の抵抗素子群及び第 2 の抵抗素子群の相互接続点と接地点との間に接続された第 3 の抵抗素子群と、

第 1 の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の間第 1 の接続点に接続された第 1 の給電手段と、

第 1 の給電手段の出力側に接続された第 1 の蓄電手段と、

第 2 の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の間第 2 の接続点に接続された第 2 の給電手段と、

第 2 の給電手段の出力側に接続された第 2 の蓄電手段と、

第 3 の抵抗素子群を構成する抵抗素子同士の間第 3 の接続点と前記相互接続点との間の電圧と、第 1 の基準電圧とを比較し、第 3 の接続点と前記相互接続点との間の電圧が第 1 の基準電圧を超えたときに第 1 の間欠信号を発生する第 1 の間欠信号発生手段と、

第 1 の接続点の電圧及び第 2 の接続点の電圧から演算した両接続点間の電圧と、第 2 の基準電圧とを比較し、両接続点間の電圧が第 2 の基準電圧を超えたときに、第 1 の間欠信号とは周期が異なる第 2 の間欠信号を発生する第 2 の間欠信号発生手段と、

第 1 の間欠信号と第 2 の間欠信号との論理和を求める論理和手段と、

前記論理和手段の出力信号を間欠光信号に変換する電気/光変換手段と、

前記電気/光変換手段から出力される前記間欠光信号を受信し、当該間欠光信号の周期に基づいて第 1 の間欠信号を同定したときに地絡故障を認識し、当該間欠光信号の周期に基づいて第 2 の間欠信号を同定したときに直流電圧の異常を認識する制御手段と、を備えたものである。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、地絡故障だけでなく直流過電圧等の異常を監視してこれらの検出信号、監視信号を光信号により外部の制御装置に伝送するため、絶縁変圧器等の高耐圧機器が不要になる。また、装置内部にて生成した地絡故障検出用の正負電源電圧を直流電圧監視用にも利用しているので、直流電圧監視用に専用の電源を用意する必要もない。

従って、本発明によれば、装置全体の小型化及び低コスト化が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る状態監視装置を示す回路構成図である。

【図 2】第 1 実施形態における間欠信号の波形図である。

【図 3】第 1 実施形態における地絡故障の検出動作を説明するための信号波形図である。

【図 4】本発明の第 2 実施形態に係る状態監視装置を示す回路構成図である。

【図 5】2 レベルインバータを備えた電力変換装置の回路構成図である。

【図 6】図 5 に示した電力変換装置に対して、従来の直流地絡検出装置を適用した場合の回路構成図である。

【図 7】特許文献 1 に記載された直流地絡検出装置の回路構成図である。

【図 8】図 7 の動作を説明するための回路構成図である。

【図 9】特許文献 2 に記載された直流地絡検出装置の回路構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、図に沿って本発明の実施形態を説明する。

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る直流地絡故障検出装置の回路構成図であり、図 9 と同一の構成要素には同一の符号を付してある。

図 1 において、従来技術と同様に、P 極と N 極とは直流電源（図示せず）の正側出力と負側出力とにそれぞれ接続されている。直流電源としては、商用電源を整流して直流電圧を発生するダイオード整流器や、太陽電池、燃料電池等の直流発電装置を使用することができる。また、P 極と N 極との間にはインバータ等の電力変換器（図示せず）が接続され、この電力変換器及び直流電源により電力変換装置の主回路が構成されている。

## 【 0 0 2 9 】

図 1 の P 極と N 極との間には、分圧抵抗  $R_{1P}$ 、 $R_{2P}$  を直列に接続してなる第 1 の抵抗素子群  $GR_1$  と、分圧抵抗  $R_{1N}$ 、 $R_{2N}$  を直列に接続してなる第 2 の抵抗素子群  $GR_2$  とが直列に接続されている。

第 1 の抵抗素子群  $GR_1$  を構成する分圧抵抗  $R_{1P}$ 、 $R_{2P}$  同士の接続点（電圧検出点）A は、第 1 の給電手段としての正側給電回路 3 に接続され、接続点 A の電圧  $V_p$  が直流電圧演算回路 7 の一方の入力端子に入力されている。

## 【 0 0 3 0 】

正側給電回路 3 からは、状態監視装置の動作に必要な正側電源電圧  $V_{cc}$  が出力される。正側給電回路 3 としては、様々な構成の給電回路を適用することができ、最も簡単なものとしては整流用ダイオードを使用してもよいし、3 端子レギュレータのように出力電圧を一定に調整する能力を持った回路を使用してもよい。また、ダイオードや 3 端子レギュレータでは入力として設定できる電圧の範囲が狭いので、直流電圧の変動が大きい場合でも十分な動作を確保するために、DC/DC コンバータ等の別の回路を使用してもよい。

## 【 0 0 3 1 】

また、第 2 の抵抗素子群  $GR_2$  を構成する分圧抵抗  $R_{1N}$ 、 $R_{2N}$  同士の接続点（電圧検出点）B は、第 2 の給電手段としての負側給電回路 4 に接続されると共に、接続点 B の電圧  $V_n$  は直流電圧演算回路 7 の他方の入力端子に入力されている。

この負側給電回路 4 から、状態監視装置の動作に必要な負側電源電圧  $V_{ee}$  が出力される。負側給電回路 4 としては、上述した正側給電回路 3 に対して電源としての電流の向きが異なることを考慮すれば、適用される素子や回路は基本的に正側給電回路 3 と同様の構成にすることができる。

## 【 0 0 3 2 】

そして、第 1 の抵抗素子群  $GR_1$  と第 2 の抵抗素子群  $GR_2$  との接続点（中性点）M と、正側給電回路 3 の出力側との間に、第 1 の蓄電手段としてのコンデンサ  $C_1$  が接続され、中性点 M と負側給電回路 4 の出力側との間に、第 2 の蓄電手段としてのコンデンサ  $C_2$  が接続されている。

## 【 0 0 3 3 】

中性点 M と接地点 G との間には、第 3 の抵抗素子群  $GR_3$  が接続されている。この第 3 の抵抗素子群  $GR_3$  も、分圧抵抗としての接地抵抗  $R_{1G}$ 、 $R_{2G}$  の直列回路によって構成されており、接地抵抗  $R_{1G}$ 、 $R_{2G}$  同士の接続点 C から接地抵抗  $R_{1G}$  の両端電圧  $V_g$  が検出される。

この電圧  $V_g$  は第 1 の電圧比較回路 9 a の一方の入力端子に入力され、電圧比較回路 9 a の他方の入力端子には、第 1 の基準電圧設定回路 8 a により設定された第 1 の基準電圧  $V_{gfsset}$  が入力されている。電圧比較回路 9 a からは、例えば、電圧  $V_g$  が基準電圧  $V_{gfsset}$  以下であるときに論理値 “ 0 ” となり、電圧  $V_g$  が基準電圧  $V_{gfsset}$  を超えたときに論理値 “ 1 ” となるような比較出力  $V_{gfdet}$  が出力される。

## 【 0 0 3 4 】

電圧比較回路 9 a から出力される比較出力  $V_{gfdet}$  は、第 1 の間欠信号発振回路 10 a に入力される。この間欠信号発振回路 10 a は、比較出力  $V_{gfdet}$  が論理値 “ 1 ” となっている間、オン状態とオフ状態とを所定周期で繰り返すパルス状の間欠信号  $S_{inta}$  を出力する。

ここで、間欠信号  $S_{inta}$  は、図 2 の上段に示すように、周期 T の間で論理値 “ 1 ” となるオン状態の期間  $T_1$  に比較して、論理値 “ 0 ” となるオフ状態の期間  $T_2$  が十分長くなるように設定されている。

間欠信号発振回路 10 a としては、積分回路、比較器、フリップフロップ回路等で構成される CR タイミング発生回路や、積分回路とシュミットトリガ回路とを組み合わせた発振回路等を使用することができ、具体的には、三角波と基準電圧とを比較することにより間欠信号を発生させる方法等がある。

## 【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50



前記間欠信号  $S_{int a}$  は、電気信号を光信号に変換する第1のE/O変換回路12aに入力されて間欠光信号に変換され、この間欠光信号は光ケーブル13aを介して制御装置16内の光/電気変換を行う第1のO/E変換回路14aに光伝送される。

【0036】

また、図1の接続点Aから検出される電圧  $V_p$  と接続点Bから検出される電圧  $V_n$  とは直流電圧演算回路7に入力され、演算結果として、P極とN極との間の電圧に相当する電圧  $V_d$  が出力される。直流電圧演算回路7では、電圧  $V_p$  ,  $V_n$  を足し合わせて電圧  $V_d$  を求めるが、厳密には、電圧  $V_p$  は正電圧、電圧  $V_n$  は負電圧となり、これらの極性が異なることから、例えば電圧  $V_n$  の極性を反転した上で足し合わせる処理を行う。

【0037】

直流電圧演算回路7から出力される電圧  $V_d$  は、第2の電圧比較回路9bの一方の入力端子に入力され、電圧比較回路9bの他方の入力端子には、第2の基準電圧設定回路8bにより設定された第2の基準電圧  $V_{odset}$  が入力される。電圧比較回路9bからは、例えば、電圧  $V_d$  が基準電圧  $V_{odset}$  以下のときに論理値“0”となり、電圧  $V_d$  が基準電圧  $V_{odset}$  を超えたときに論理値“1”となるような比較出力  $V_{oddet}$  が出力される。

【0038】

この比較出力  $V_{oddet}$  は、第2の間欠信号発振回路10bに入力される。間欠信号発振回路10bは、比較出力  $V_{oddet}$  が論理値“1”となっている間、オン状態とオフ状態とを所定期間で繰り返すパルス状の間欠信号  $S_{int b}$  を出力する。

ここで、間欠信号  $S_{int b}$  は、図2の下段に示すように、周期を間欠信号  $S_{int a}$  の2倍の  $2 \cdot T$  とし、論理値“1”となるオン状態の期間  $T_1$  を間欠信号  $S_{int a}$  と等しくするなどして、論理値“1”となるオン状態の期間  $T_1$  と比べて論理値“0”となるオフ状態の期間  $T_3$  が十分長くなるように設定する。

間欠信号発振回路10bの構成は、間欠信号発振回路10aと同様にすればよい。

【0039】

間欠信号発振回路10bから出力される間欠信号  $S_{int b}$  は、電気信号を光信号に変換する第2のE/O変換回路12bに入力されて間欠光信号に変換され、この間欠光信号は光ケーブル13bを介して制御装置16内の光/電気変換を行う第2のO/E変換回路14bに光伝送される。

【0040】

基準電圧設定回路8a, 8bの電源端子の一端には、正側給電回路3から出力される正側電源電圧  $V_{cc}$  が供給され、他端は第1の抵抗素子群  $GR_1$  と第2の抵抗素子群  $GR_2$  との接続点である中性点Mに接続される。また、電圧比較回路9a, 9bでは、入力及び出力の少なくとも一方が正側と負側の双方の範囲で変化することから、正側電源電圧  $V_{cc}$  及び負側電源電圧  $V_{ee}$  が供給され、残りの間欠信号発振回路10a, 10b及びE/O変換回路12a, 12bには、入力と出力とが正側の範囲で変化するので正側電源電圧  $V_{cc}$  のみが供給され、他端は中性点Mに接続される。

【0041】

以下、この実施形態の状態監視装置が動作するために必要な電源電圧の発生と給電の方法を説明する。

図1において、直列接続された第1, 第2の抵抗素子群  $GR_1$  ,  $GR_2$  の分圧抵抗  $R_{1p}$  ,  $R_{2p}$  及び  $R_{1n}$  ,  $R_{2n}$  がP極とN極との間の電圧を分圧し、第1, 第2の抵抗素子群  $GR_1$  ,  $GR_2$  の接続点である中性点Mの電位が決定される。ここで、分圧抵抗  $R_{2p}$  ,  $R_{1p}$  及び  $R_{1n}$  ,  $R_{2n}$  の値を等しく設定することで、中性点Mは地絡が発生しない通常動作において零電位となっており、接地点Gも零電位となる。

【0042】

前述したように、正側給電回路3の出力が正側電源電圧  $V_{cc}$  として直流電圧演算回路7、基準電圧設定回路8a, 8b、電圧比較回路9a, 9b、間欠信号発振回路10a, 10b及びE/O変換回路12a, 12bに供給されると共に、この正側電源電圧  $V_{cc}$

10

20

30

40

50

によりコンデンサ  $C_1$  が充電される。このとき、回路の共通電位（グランド）は中性点  $M$  の電位となる。

また、負側給電回路 4 の出力が負側電源電圧  $V_{ee}$  として直流電圧演算回路 7 及び電圧比較回路 9 a, 9 b に供給されると共に、この負側電源電圧  $V_{ee}$  によりコンデンサ  $C_2$  が充電される。

【0043】

次に、この実施形態における地絡故障の検出動作を説明する。

地絡故障が発生していない状態では、中性点  $M$  及び接地点  $G$  は零電位となっているので、中性点  $M$  と接地点  $G$  との間に接続されている第 3 の抵抗素子群  $GR_3$  の接地抵抗  $R_{1G}$ ,  $R_{2G}$  を流れる地絡電流  $I_g$  は零となり、結果として接地抵抗  $R_{1G}$  の両端に発生する電圧  $V_g$  は零となる。

10

【0044】

このため、電圧比較回路 9 a によって電圧  $V_g$  と基準電圧  $V_{gfsset}$  とを比較すると、 $V_g < V_{gfsset}$  となり、電圧比較回路 9 a の比較出力  $V_{gfdet}$  は論理値 “0” となる。従って、比較出力  $V_{gfdet}$  を受ける間欠信号発振回路 10 a から間欠信号  $S_{inta}$  は出力されず、E/O 変換回路 12 a から間欠光信号が出力されないので、制御装置 16 により地絡故障が認識されることはない。

【0045】

次に、地絡故障が発生すると中性点  $M$  の電位が接地点  $G$  の電位と等しくなくなるため、図 3 (1) に示すように、時刻  $t_0$  から第 3 の抵抗素子群  $GR_3$  に地絡電流  $I_g$  が流れ、この地絡電流  $I_g$  は徐々に増加していく。このように地絡電流  $I_g$  が流れると、接地抵抗  $R_{1G}$  の両端には、図 3 (2) に示すように地絡電流  $I_g$  の大きさに応じて電圧  $V_g$  が発生する。

20

そして、地絡電流  $I_g$  が大きくなり、これに応じて増加した電圧  $V_g$  が図 3 (2) に示すごとく時刻  $t_1$  で基準電圧設定回路 8 a による基準電圧  $V_{gfsset}$  を超過すると、図 3 (3) に示すように、電圧比較回路 9 a の比較出力  $V_{gfdet}$  が論理値 “0” から論理値 “1” に反転する。

【0046】

このように比較出力  $V_{gfdet}$  が論理値 “1” に反転すると、間欠信号発振回路 10 a から、図 3 (4) に示すような周期  $T$  で短期間（期間  $T_1$ ）だけ論理値 “1” となる間欠信号  $S_{inta}$  が出力され、この間欠信号  $S_{inta}$  が E/O 変換回路 12 a に入力される。これにより、E/O 変換回路 12 a からは周期  $T$  の間欠光信号が出力され、この信号は光ケーブル 13 a を介して制御装置 16 内の O/E 変換回路 14 a に入力される。

30

従って、制御装置 16 では、O/E 変換回路 14 a の入力信号の周期  $T$  (周波数) を検出して地絡故障の発生を認識し、論理値 “1” または “0” の信号  $F_{gf}$  を出力する。そして、この信号  $F_{gf}$  を利用して、図示しない適宜な手段によって直流電源 1 の出力を停止させたり、電力変換器 2 の運転を停止させる等の予め設定された処理を実行すればよい。

ここで、信号  $F_{gf}$  については、論理値 “1” を故障状態、論理値 “0” を正常状態に対応させてもよいし、逆に、論理値 “1” を正常状態、論理値 “0” を故障状態に対応させてもよい。

40

【0047】

本実施形態では、正側については直流電源 1 の P 極から分圧抵抗  $R_{2P}$  を経由して接続点 A から電流を取り出し、負側については直流電源 1 の N 極から分圧抵抗  $R_{2N}$  を経由して接続点 B から電流を取り出す構成となっている。

しかし、分圧抵抗  $R_{2P}$ ,  $R_{2N}$  には、中性点  $M$  の電位を決定するために直流電源 1 の P 極から N 極に流れる電流や地絡電流も流れるので、正側給電回路 3 及び負側給電回路 4 側に流れる電流が大きくなると中性点  $M$  の電位が変動することが考えられる。中性点  $M$  の電位が変動すると、地絡電流の大きさも変わり、地絡が発生していない通常状態であるにも関わらず地絡故障を誤検出したり、逆に地絡が発生したときに地絡故障を検出できなかつたりする恐れがある。

50

## 【0048】

そこで、本実施形態においては、大きな消費電力を必要とするE/O変換回路12aを使用しても地絡故障の誤検出等の問題を生じないようにするため、図2の上段に示したように、間欠信号 $S_{i n t a}$ の周期 $T$ において論理値“1”のオン状態の期間 $T_1$ が論理値“0”のオフ状態の期間 $T_2$ より十分に短い間欠信号を使用することで、平均的な消費電力が地絡検出に影響しないレベルまで小さくなるようにしており、この結果として地絡故障の誤検出や不検出を確実に防止することができる。

## 【0049】

しかも、間欠信号 $S_{i n t a}$ をE/O変換回路12aにより間欠光信号に変換してから光ケーブル13aを介して制御装置16に伝送するので、絶縁変圧器等の高耐圧機器が不要になり、装置全体の小型化と低コスト化が可能になる。

10

なお、この実施形態においては、間欠信号発振回路10a, 10bとして、CRタイミング発振回路や積分回路とシュミットトリガ回路とを組み合わせた発振回路等を用いているが、これらに限定されるものではなく、図2のようにオン期間の短い間欠信号を生成することができれば、任意の発振回路を使用することができる。

また、この実施形態では、電圧比較回路9aにより $V_g > V_{g f s e t}$ のときに論理値“0”から論理値“1”に反転する比較出力 $V_{g f d e t}$ を出力する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、 $V_g > V_{g f s e t}$ のときに論理値“1”から論理値“0”に反転する比較出力 $V_{g f d e t}$ を出力させてもよく、この場合には、間欠信号発振回路10aに論理値“0”の比較出力 $V_{g f d e t}$ が入力されたときに間欠信号 $S_{i n t a}$ を出力するように構成すればよい。

20

## 【0050】

次いで、この実施形態における直流電圧の監視動作を説明する。

図1において、中性点Mの電位が決定され、接続点A, Bにおける電圧 $V_p, V_n$ が直流電圧演算回路7に入力されるまでの動作は、前述した通りである。

P極とN極との間に直流電源1の電圧が印加された状態では、この直流電圧が、第1の抵抗素子群 $GR_1$ の分圧抵抗 $R_{1P}, R_{2P}$ と第2の抵抗素子群 $GR_2$ の分圧抵抗 $R_{1N}, R_{2N}$ とにより分圧される。その結果、接続点Aの電圧 $V_p$ 及び接続点Bの電圧 $V_n$ は、主回路のP極と中性点Mとの間の電圧 $V_p$ と、中性点MとN極との間の電圧 $V_n$ とのそれぞれに対して、以下の数式11、数式12に示すような関係にある。

30

## 【数11】

$$V_p = (V_P + V_N) \cdot \frac{R_{1P}}{R_{1P} + R_{2P} + R_{1N} + R_{2N}}$$

## 【数12】

$$V_n = -(V_P + V_N) \cdot \frac{R_{1N}}{R_{1P} + R_{2P} + R_{1N} + R_{2N}}$$

40

## 【0051】

ここで、P極とN極との間の直流電圧を $E (= V_p + V_n)$ とすると、この電圧Eと接続点Aの電圧 $V_p$ 、接続点Bの電圧 $V_n$ との関係は、以下の数式13、数式14となる。

## 【数13】

$$V_p = E \cdot \frac{R_{1P}}{R_{1P} + R_{2P} + R_{1N} + R_{2N}}$$

【数 1 4】

$$V_n = -E \cdot \frac{R_{1N}}{R_{1P} + R_{2P} + R_{1N} + R_{2N}}$$

【0052】

接続点 A の電圧  $V_p$  及び接続点 B の電圧  $V_n$  が入力された直流電圧演算回路 7 では、数式 12 または数式 14 の結果から明らかなように  $V_n$  の極性が負であることを考慮して数式 15 の演算を行うことで、P 極と N 極の間の電圧に相当する電圧  $V_d$  が求められる。

【数 1 5】

$$V_d = V_p - V_n$$

【0053】

以上のようにして演算された電圧  $V_d$  は電圧比較回路 9 b の一方の入力となり、基準電圧設定回路 8 b から出力される基準電圧  $V_{odset}$  と比較される。ここで、基準電圧  $V_{odset}$  の値は、直流電圧の過電圧を検出するレベルである。

電圧比較回路 9 b では、例えば、 $V_d < V_{odset}$  のときに論理値 “0” となり、逆に  $V_d > V_{odset}$  のときに論理値 “1” となる比較出力  $V_{oddet}$  を生成し、この比較出力  $V_{oddet}$  は間欠信号発生回路 10 b に入力される。

【0054】

前述したごとく間欠信号発振回路 10 b は、図 2 の下段に示すように地絡検出用の間欠信号  $S_{int_a}$  とは異なる周期  $2 \cdot T$  の間欠信号  $S_{int_b}$  を出力し、この間欠信号  $S_{int_b}$  は E/O 変換回路 12 b に入力される。これにより、E/O 変換回路 12 b からは周期が  $2 \cdot T$  の間欠光信号が出力され、この信号は光ケーブル 13 b を介して制御装置 16 内の O/E 変換回路 14 b に入力される。

従って、制御装置 16 では、O/E 変換回路 14 b の入力信号の周期(周波数)を検出して直流過電圧を認識し、論理値 “1” または “0” の信号  $F_d$  を出力する。そして、この信号  $F_d$  を利用して直流電源 1 の出力停止や電力変換器 2 の運転停止等の処理を実行すればよい。

なお、信号  $F_d$  についても、論理値 “1” を故障状態、論理値 “0” を正常状態に対応させてもよいし、逆に、論理値 “1” を正常状態、論理値 “0” を故障状態に対応させてもよい。

【0055】

次に、本発明の第 2 実施形態を図 4 に基づいて説明する。

図 4 において、図 1 の第 1 実施形態と同一の構成、作用を有する部分については同一の符号を付してあり、以下では図 1 と異なる部分を中心に説明する。

【0056】

この第 2 実施形態では、間欠信号発振回路 10 a から出力される間欠信号  $S_{int_a}$  と間欠信号発振回路 10 b から出力される間欠信号  $S_{int_b}$  とが論理和回路 11 に入力され、その出力である間欠信号  $S_{int}$  が E/O 変換回路 12 に入力されている。すなわち、間欠信号  $S_{int}$  は、信号  $S_{int_a}$ 、 $S_{int_b}$  が共に “0” のときに論理値 “0” となり、信号  $S_{int_a}$ 、 $S_{int_b}$  の何れか一方または両方が “1” のときに論理値 “1” となる。

そして、間欠信号  $S_{int}$  に応じて E/O 変換回路 12 から出力された間欠光信号は、光ケーブル 13 を介して制御装置 16 A 内の O/E 変換回路 14 に伝送される。

【0057】

前述したごとく、間欠信号  $S_{int_a}$  と間欠信号  $S_{int_b}$  とは周期が異なるので、制御装置 16 A では、論理和回路 11 から出力される間欠信号  $S_{int}$ 、言い換えれば O/

10

20

30

40

50

E変換回路14の出力信号を故障判別回路15に入力してその周期に基づいて間欠信号 $S_{i n t a}$ が同定されたときは地絡故障を示す信号 $F_{g f}$ を出力し、間欠信号 $S_{i n t b}$ が同定されたときは直流過電圧を示す信号 $F_{o d}$ を出力する。なお、周期を検出することは周波数を検出することと等価である。

これらの信号 $F_{g f}$ 、 $F_{o d}$ を用いたその後の異常処理については、前述したとおりである。

この第2実施形態によれば、第1実施形態に比べてE/O変換回路、光ケーブル、O/E変換回路等の部品数が少なくなるので、更なる低コスト化を達成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0058】

10

本発明は、実施形態として説明したような直流電源及び電力変換器からなる電力変換装置ばかりでなく、直流給電線路を有する各種の直流回路の状態監視に利用可能である。

【符号の説明】

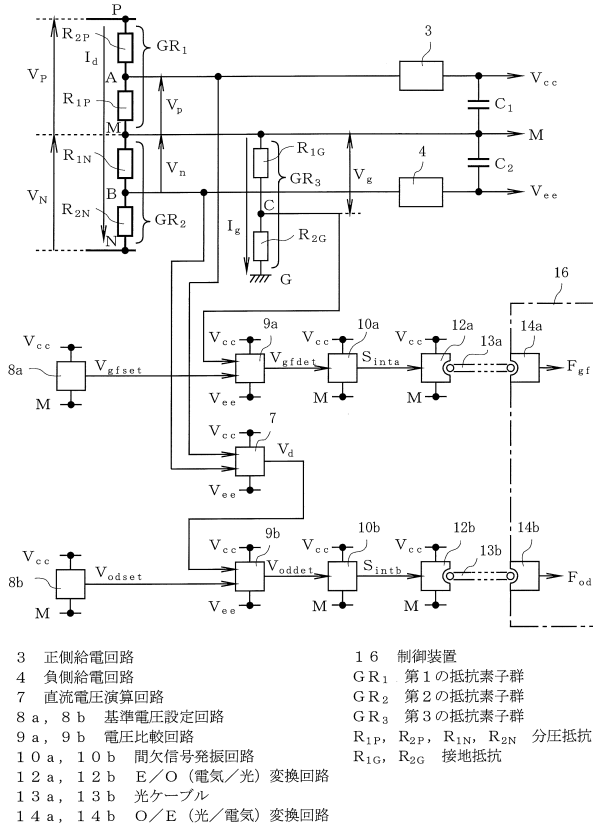
【0059】

- 1 直流電源
- 2 電力変換器
- 3 正側給電回路
- 4 負側給電回路
- 7 直流電圧演算回路
- 8 a , 8 b 基準電圧設定回路
- 9 a , 9 b 電圧比較回路
- 10 a , 10 b 間欠信号発振回路
- 11 論理和回路
- 12 , 12 a , 12 b E/O(電気/光)変換回路
- 13 , 13 a , 13 b 光ケーブル
- 14 , 14 a , 14 b O/E(光/電気)変換回路
- 15 故障判別回路
- 16 , 16 A 制御装置
- $G R_1$  第1の抵抗素子群
- $G R_2$  第2の抵抗素子群
- $G R_3$  第3の抵抗素子群
- $R_{1 P}$  ,  $R_{2 P}$  ,  $R_{1 N}$  ,  $R_{2 N}$  分圧抵抗
- $R_{1 G}$  ,  $R_{2 G}$  接地抵抗

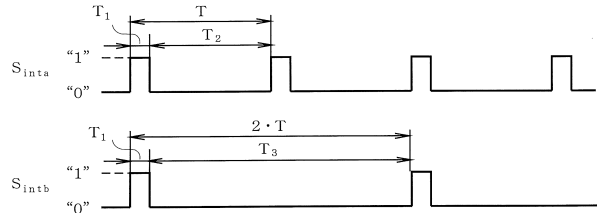
20

30

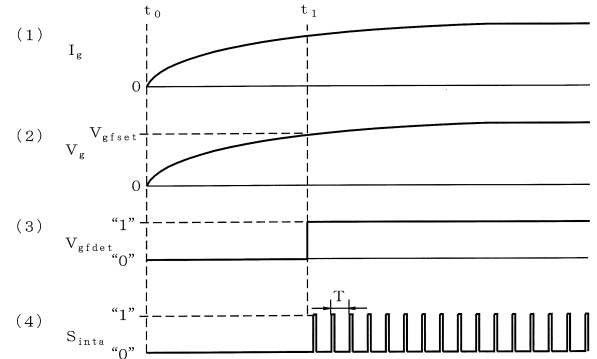
【図1】



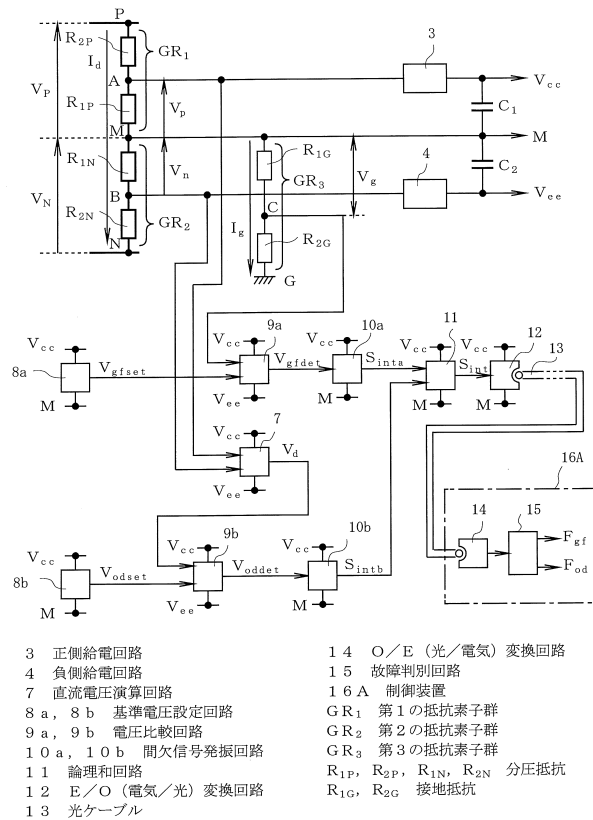
【図2】



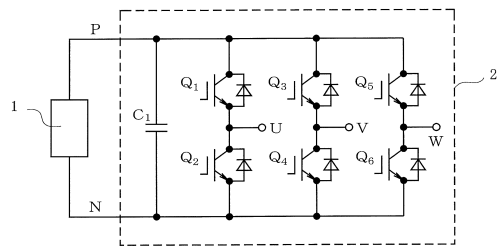
【図3】



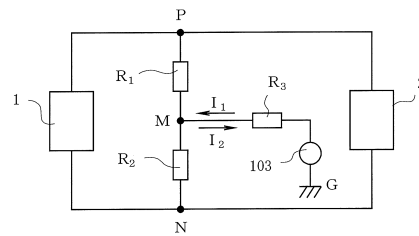
【図4】



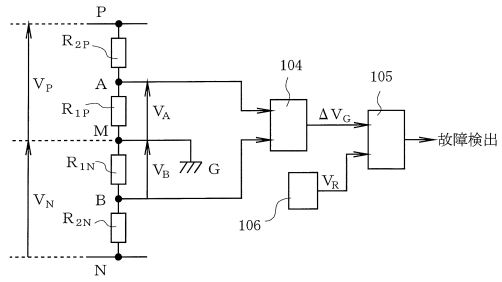
【図5】



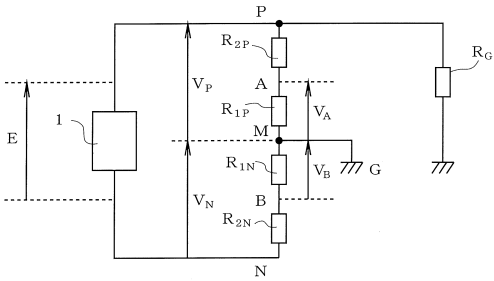
【図6】



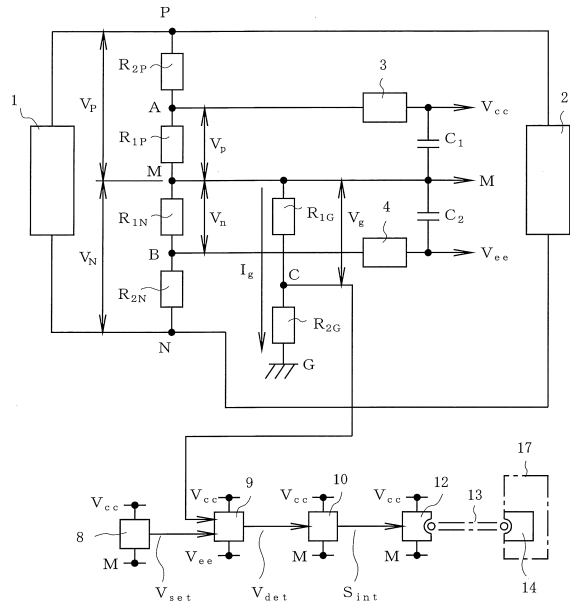
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H02H3/08 - 3/253

H02M7/42 - 7/98