

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

商用電源系統と負荷側の自家用発電機とが分離遮断器の介装された母線を介して連系運用されている電力系統の事故や故障の発生を検出する事故検出装置であって、

前記母線の電圧計測値を入力して電圧に同期した正弦波と電圧周波数とを演算して出力する位相同期部と、

前記正弦波の値と負荷側の電流計測値とを乗算することによって仮想有効電力を算出する仮想電力算出部と、

前記電圧周波数の変動を監視し、所定値以上の変化があったか否かを判定する周波数判定部と、

前記仮想有効電力と、前記周波数判定部の判定の結果とをもとに、前記自家用発電機が前記商用電源系統から解列したと判定する上位開放判別部と、

を備えることを特徴とする事故検出装置。

【請求項 2】

前記周波数判定部は、

前記電圧周波数の定常値からの変化分が予め定めた閾値 A を超えたときに異常検知出力を行う短時間変動監視手段を備え、

前記上位開放判別部は、

前記仮想有効電力の所定時間における定常値からの変化分が所定値を超え、かつ前記周波数判定部の前記短時間変動監視手段から異常検知出力があったときに、

前記自家用発電機が前記商用電源系統から解列したと判定することを特徴とする請求項 1 記載の事故検出装置。

【請求項 3】

前記周波数判定部は、

前記電圧周波数の定常値からの変化分が予め定めた閾値 A を超えたときに異常検知出力を行う短時間変動監視手段と、

前記電圧周波数の定常値からの変化分が予め定めた閾値 B を超え、且つ一定時間継続したときに異常検知出力を行う長時間変動監視手段と、を備え、

前記上位開放判別部は、

前記周波数判定部の前記長時間変動監視手段から異常検知出力があったとき、

または、前記仮想有効電力の所定時間における定常値からの変化分が所定値を超え、かつ前記周波数判定部の前記短時間変動監視手段から異常検知出力があったときに、

前記自家用発電機が前記商用電源系統から解列したと判定することを特徴とする請求項 1 記載の事故検出装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の事故検出装置において、

前記母線の電圧が定常値から予め定めた閾値以上低下したことを検知して出力する電圧降下検出部を備え、

さらに、前記母線の電圧、前記分離遮断器に流れる電流の変化方向、および前記電圧降下検出部の出力に基づいて事故の方向を判定する事故方向判別部と、前記仮想有効電力の変化方向と前記電圧降下検出部の出力に基づいて前記商用電源側の事故か前記自家用発電機側の事故かを判定する電力変化方向判別部と、のうち少なくとも何れか一方を備えたことを特徴とする事故検出装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の事故検出装置において、

前記上位開放判別部の判定の結果に基づいて前記分離遮断器へ開放指令を出力する、または、画面に表示することを特徴とする事故検出装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の事故検出装置を備えた遮断器。

【請求項 7】

10

20

30

40

50

自家用発電機が商用電源系統と連系運用されている電力系統において、前記自家用発電機が前記商用電源系統から解列したことを検出する系統解列検出方法であって、

前記自家用発電機の接続されている母線の電圧計測値を入力して電圧に同期した正弦波と電圧周波数とを演算し、

前記正弦波の値と負荷側の電流計測値とを乗算することによって仮想有効電力を算出し、前記仮想有効電力および前記電圧周波数の各変化量に基づいて、前記自家用発電機が前記商用電源系統から解列したことを検出することを特徴とする系統解列検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、商用電源系統側と負荷側の自家用発電機とが分離遮断器を介して連系されている電力系統の事故や故障の発生を検出する事故検出装置、この装置を備えた遮断器、および系統解列検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

図7に従来の一般的な電力系統構成を示す。図7(a)に示す電力系統構成は、自家用発電機11を有する需要家あるいは小規模系統と商用電源系統10とを受電変圧器12を介して連系している。商用電源系統10と受電変圧器12までの送電系統に遮断器22が介装されている。なお、商用電源系統10から受電変圧器12までの送電系統に他需要家13が連系されていても良い。

【0003】

図7(a)において、受電変圧器12の二次側の母線14aには、一般負荷16が繋がっている。また、母線14aに分離遮断器15を介して繋がる母線14bには系統事故の際にも極力停止を防ぎ運転を継続させる必要のある重要負荷17と自家用発電機11が繋がっている。すなわち、図7(a)において、分離遮断器15は自家用発電機11および重要負荷17が繋がる系統と、商用電源系統10から供給される電力の電圧変換を行う受電変圧器12および一般負荷16が繋がる系統とを連系させる役割を担っている。

【0004】

事故検出装置20は、計器用変圧器19および計器用変流器18を用いて、母線14aの電圧および分離遮断器15に流れる電流を計測し、計測した電圧値、電流値に基づいて分離遮断器15への遮断指令を生成して出力する。分離遮断器15はこの遮断指令に基づいて開放動作を実行する。

【0005】

この受電変圧器12から負荷側の系統における分離遮断器15と事故検出装置20の設置位置は、図7(a)に限らず需要家の設備の設置状況に応じた構成が採られる。たとえば図7(b)は、図7(a)の分離遮断器15を受電変圧器12と母線14の連系点に設けた構成例である。

【0006】

図7において、上位系の商用電源系統側で落雷などによる故障が原因で電圧低下が生じた場合には、重要負荷17や自家用発電機11などを保護する目的から分離遮断器15を動作させて、高速に商用電源系統10から重要負荷17と自家用発電機11などを解列させる必要がある。

【0007】

一方、分離遮断器15から自家用発電機側で短絡・地絡故障が発生した場合に、重要負荷17と自家用発電機11などを商用電源系統10から解列させると、解列後の自家用発電機側の電圧が不安定になり、場合によっては自家用発電機11が故障して停電になる可能性もある。このため、自家用発電機側で電圧低下が発生した場合には、自家用発電機11を解列させないのが一般的である。

【0008】

したがって、事故検出装置20において分離遮断器15から見た事故方向の判別が重要

10

20

30

40

50

になるが、従来は事故が分離遮断器 15 の一次側（商用電源系統側）の回線で発生したもののか、二次側（自家用発電機側）の回線で発生したものを判別する際に、計測した電圧変化分および電流変化分の大きさを比較することにより事故方向を判別している。（例えば、特許文献 1, 2 を参照のこと。）

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特許第 4921656 号公報

【特許文献 2】特許第 3274222 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、図 7 において、受電変圧器 12 の商用電源系統 10 側に設けられた遮断器 22 が電力不足や事故点解列のために需要家に通告することなく開放されることにより停電が発生する場合がある。以下、需要家に通告されることなく商用電源系統側の遮断器 22 が開放されることにより発生する停電を無計画停電という。

【0011】

この無計画停電の際に、図 3 に示すように自家用発電機 11 により負荷側の電圧が維持され、事故検出装置 20 が電圧低下を検知できない場合がある。

【0012】

なお、図 3 において図 3 (a) は遮断器 22 の動作タイミングを表し、波形の立ち上がり時点で遮断器 22 が開放されたことを示している。このとき、自家用発電機 11 の出力が増加して母線 14 に繋がる全負荷の消費電力と自家用発電機 11 の供給電力とが一時的にバランスすることにより、図 3 (c) に示すように分離遮断器 15 に流れる電流は変化するものの、母線 14 の電圧は図 3 (b) に示すように変化しない。

【0013】

このように商用電源系統からの解列時に電圧低下が生じない状況下においては、上述した従来事故方向判別方法による事故検出装置 20 では事故発生を検知ができず、分離遮断器 15 へ開放指令を送信しない。また無計画停電の場合は、需要家は事前通告がないため予め分離遮断器 15 を開放状態にすることができない。

【0014】

そうすると自家用発電機 11 は図 7 における他需要家 13 など本来電力供給対象以外の負荷へ電力を供給することになるため、自家用発電機 11 が過負荷状態となり、場合によっては自家用発電機 11 が停止し重要負荷 17 に電力を供給できない事態が発生する虞がある。

【0015】

本発明は上述のかかる事情に鑑みてなされたものであり、負荷側の電圧低下を伴わずに商用電源系統が停電あるいは電源喪失したことを精度良く検知することのできる事故検出装置、この装置を備えた遮断器、および系統解列検出方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するため、本発明に係る事故検出装置は、商用電源系統と負荷側の自家用発電機とが分離遮断器の介装された母線を介して連系運用されている電力系統の事故や故障の発生を検出する事故検出装置であって、

前記母線の電圧計測値を入力して電圧に同期した正弦波と電圧周波数とを演算して出力する位相同期部と、

前記正弦波の値と負荷側の電流計測値とを乗算することによって仮想有効電力を算出する仮想電力算出部と、

前記電圧周波数の変動を監視し、所定値以上の変化があったか否かを判定する周波数判

10

20

30

40

50

定部と、

前記仮想有効電力と、前記周波数判定部の判定の結果とをもとに、前記自家用発電機が前記商用電源系統から解列したと判定する上位開放判別部と、
を備えることを特徴とする。

【0017】

本発明による上位開放判別部は、電圧の変動を判定要素に含めず、その一方で周波数を判定要素に含めているので、自家用発電機によって電圧が維持されている場合や太陽光発電装置が負荷側に接続されているような場合であっても、商用電源系統側での停電を検知して自家用発電機が前記商用電源系統から解列したことを精度良く判定することができる。この上位開放判別部の判定の結果に基づいて分離遮断器へ開放指令を出力したり、あるいは、画面に表示して監視員に判定結果を通知したりする。なお、この事故検出装置は単独で構成することもきるが、遮断器と一体として構成するようにしても良い。

10

【0018】

さらに本発明に係る事故検出装置の前記周波数判定部は、
前記電圧周波数の定常値からの変化分が予め定めた閾値 A を超えたときに異常検知出力を行う短時間変動監視手段と、

前記電圧周波数の定常値からの変化分が予め定めた閾値 B を超え、且つ一定時間継続したときに異常検知出力を行う長時間変動監視手段と、を備え、

前記上位開放判別部は、

前記周波数判定部の前記長時間変動監視手段から異常検知出力があったとき、

20

または、前記仮想有効電力の所定時間における定常値からの変化分が所定値を超え、かつ前記周波数判定部の前記短時間変動監視手段から異常検知出力があったときに、

前記自家用発電機が前記商用電源系統から解列したと判定することを特徴とする。

本発明では、電圧周波数の変化に大小二つの閾値を設け、小さい方の閾値を用いた周波数変動監視には仮想有効電力の条件を加えることにより、仮想有効電力が変動するような上位系（商用電源系統）の停電に対しては即座に反応するようにする。また仮想有効電力が変動しないような場合であっても、大きい方の閾値を用いた周波数変動監視によって上位系の停電を監視できるようにする。この場合、誤動作を防ぐために一定の時間変動が継続することを条件にする。なお、周波数判定部は、長時間変動監視手段を備えず短時間変動監視手段のみでも機能する。この場合は上位開放判別部では長時間変動監視手段から異常検知出力があったときという条件を解列判定条件から除外する。

30

【0019】

本発明に係る系統解列検出方法は、自家用発電機が商用電源系統と連系運用されている電力系統において、前記自家用発電機が前記商用電源系統から解列したことを検出する系統解列検出方法であって、

前記自家用発電機の接続されている母線の電圧計測値を入力して電圧に同期した正弦波と電圧周波数とを演算し、

前記正弦波の値と負荷側の電流計測値とを乗算することによって仮想有効電力を算出し、前記仮想有効電力および前記電圧周波数の各変化量に基づいて、前記自家用発電機が前記商用電源系統から解列したことを検出することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、負荷側の電圧低下を伴わないような上位系の電源喪失を精度良く検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施の形態による事故検出装置の機能ブロック図である。

【図2】図1の事故方向判別部、電力変化方向判別部、周波数判定部、および上位開放判別部の機能ブロック図である。

【図3】図7，図8の電力系統構成において、商用電源系統の遮断器22が開放されたと

50

きの信号波形を表した図であり、図3(a)は遮断器22の動作タイミング図、図3(b)は母線の電圧波形図、図3(c)は分離遮断器に流れる電流波形図、図3(d)は分離遮断器における有効電力変化分の波形図である。

【図4】図8の電力系統構成において、太陽光発電装置出力の変化と各信号波形を表した図であり、図4(a)は太陽光発電装置の有効電力の変化を表した波形図、図4(b)は母線の電圧波形図、図4(c)は分離遮断器に流れる電流波形図、図4(d)は分離遮断器における有効電力変化分の波形図である。

【図5】図7, 図8の電力系統構成において、商用電源系統の遮断器22が開放されたときの信号波形を表した図であり、図5(a)は遮断器22の動作タイミング図、図5(b)は母線の電圧波形図、図5(c)は分離遮断器に流れる電流波形図、図5(d)は分離遮断器における有効電力変化分の波形図、図5(e)は分離遮断器における無効電力変化分の波形図、図5(f)は分離遮断器における周波数変化分の波形図である。

【図6】図8の電力系統構成において、太陽光発電装置出力の変化と各信号波形を表した図であり、図6(a)は太陽光発電装置の有効電力の変化を表した波形図、図6(b)は母線の電圧波形図、図6(c)は分離遮断器に流れる電流波形図、図6(d)は分離遮断器における有効電力変化分の波形図、図6(e)は分離遮断器における無効電力変化分の波形図、図6(f)は分離遮断器における周波数変化分の波形図である。

【図7】従来技術および本発明の実施の形態に適用される電力系統構成の一例を示す図であり、図7(a)は分離遮断器が一般負荷と重要負荷・自家用発電機との間に介装されている例、図7(b)は分離遮断器が受電変圧器と一般負荷・重要負荷・自家用発電機との間に介装されている例である。

【図8】従来技術および本発明の実施の形態に適用される太陽光発電システムが接続された電力系統構成の一例を示す図であり、図8(a)は分離遮断器が一般負荷と重要負荷・自家用発電機・太陽光発電装置との間に介装されている例、図8(b)は分離遮断器が受電変圧器と一般負荷・重要負荷・自家用発電機・太陽光発電装置との間に介装されている例である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下に本発明の実施形態における事故検出装置および停電検出方法について説明する。本実施の形態による事故検出装置は、電圧、電流の各入力信号に基づいて事故の方向を判定する事故方向判別処理、電圧低下量と後述する仮想有効電力とをもとに商用電源側の事故か、負荷側の事故かを判定する電力変化方向判別処理、商用電源側の電源喪失(停電)を検知する上位開放判別処理を実行する。各判別処理の結果に基づいて分離遮断器への開放指令が出力される。

【0023】

上記各処理のうち、上位開放判別処理が本実施の形態における最も特徴的なところであり、これにより図7に例示する系統構成における上位の商用電源側の停電(電源喪失)を検知するのみでなく、図8に示すような負荷側に太陽光発電装置21が接続された系統構成においても、誤作動を防止して精度の良い停電検出を可能にする。

【0024】

以下、本実施の形態の構成作用について各処理ごとに図面を参照しながら説明する。(事故方向判別処理)

図1は、本実施の形態による事故検出装置の機能ブロック図である。この図において、電圧形状記憶部40は、計器用変圧器19を介して取得した三相の電圧計測値 V_m をそれぞれ入力し、バンドパスフィルタ、むだ時間、あるいは位相同期(以後、PLL:Phase Locked Loop)により、短時間(例えば1サイクル)の電圧形状を各相ごとに記憶して出力する。そのため、定常時においては電圧形状記憶部40の出力 S_{40} と電圧計測値 V_m は殆ど一致する。

【0025】

電流変化検出部41は、計器用変流器18を介して入力した三相の電流計測値 I_m をそ

れぞれ入力する。そして、電流計測値 I_m にバンドパスフィルタ、むだ時間、あるいはPLLなどを通した値（すなわち定常時の値）を電流計測値 I_m から減算することにより、各相ごとに電流変化分を検出して出力する。そのため、電流変化が無い場合には、電流変化検出部41からの出力S41は"0"となる。

【0026】

極性判別部30は、電圧形状記憶部40の出力S40および電流変化検出部41の出力S41を入力する。そして極性判別部30は、出力S40が正の閾値を超えた場合、すなわち出力S40の値から当該正の閾値を減算した値が正の場合は正極性と判定し、これを正極性1の状態とする。一方、出力S40が負の閾値を下回った場合、すなわち出力S40の値から当該負の閾値を減算した値が負の場合は負極性と判定し、これを負極性1の状態とする。なお、出力S40が負の閾値以上かつ正の閾値以下である場合は、無極性1の状態とする。

10

【0027】

同様に、電流変化検出部41の出力S41が正の閾値を超えた場合は正極性と判定し、これを正極性2の状態とする。また、出力S41が負の閾値を下回った場合は負極性と判定し、これを負極性2の状態とする。各閾値は定常時の変動等を考慮して誤動作しない程度に任意に設定することができる。なお、出力S41が負の閾値以上かつ正の閾値以下である場合は、無極性2の状態とする。

【0028】

極性判別部30は、出力S40および出力S41の状態が、正極性1の状態かつ正極性2の状態のとき、または負極性1の状態かつ負極性2の状態のときに出力S301として"1"を出力する。出力S40および出力S41の状態が、これ以外の状態のときは、極性判別部30は出力S301として"0"を出力する。これ以外の状態とは、出力S40が無極性1の状態または出力S41の状態が無極性2の状態の場合を含む。

20

【0029】

極性判別部30は、また、正極性1かつ負極性2の状態のとき、または負極性1かつ正極性2の状態のときに出力S302として"1"を出力する。これ以外の状態のときは、極性判別部30は出力S302として"0"を出力する。

【0030】

電圧降下検出部31は、各相の電圧計測値 V_m を入力し、定常時の電圧に対して予め定めた閾値以上に電圧が降下した場合は、電圧降下を検出したことを通知する出力S31として"1"を出力する。ちなみに電圧変化の検出方法は、バンドパスフィルタとの差分、座標変換（dq変換）によるdq軸成分、ウインドウコンパレータあるいは実効値電圧値にて抽出するなど従来の技術を用いることができる。なお、これら全ての電圧変化検出方法の論理和を取り電圧降下を検出するようにしても良い。

30

【0031】

事故方向判別部32は、図2に示すように、出力S301と出力S31の論理積を演算するAND回路32aと、出力S302と出力S31の論理積を演算するAND回路32bとを有しており、出力S301が"1"、かつ出力S31が"1"のときは、商用電源側で事故が発生したと判定し、出力S321として"1"を出力する。一方、事故方向判別部32は、出力S302が"1"、かつ出力S31が"1"のときは、事故が自家用発電機側（負荷側）で発生したと判定し、出力S322として"1"を出力する。

40

【0032】

図7, 図8における分離遮断器15から見て商用電源系統側で短絡・地絡事故が発生した場合は、電圧降下が発生すると共に、電流は増加方向に変化する。この場合、極性判別部30において、電圧および電流変化の大きさは正極性1かつ正極性2の状態、あるいは負極性1かつ負極性2の状態になるため、出力S301は"1"、出力S302は"0"になる。その結果、事故方向判別部32では出力S321が"1"、出力S322が"0"となり、事故方向は商用電源系統側と判定する。

【0033】

50

一方、図7、図8において、分離遮断器15から見た際の自家用発電機側（負荷側）で短絡・地絡事故が発生した場合は、電圧降下が発生すると共に、電流は減少方向に変化する。この場合、極性判別部30において、電圧および電流変化の大きさは正極性1かつ負極性2の状態、あるいは負極性1かつ正極性2の状態になるため、出力S301は"0"、出力S302は"1"になる。その結果、事故方向判別部32では出力S321が"0"、出力S322が"1"となり、事故方向は自家用発電機側（負荷側）と判定する。

【0034】

（電力変化方向判別処理）

位相同期部33は、各相の電圧計測値Vmを入力し、PLLなどにより電圧計測値Vmと同位相の正弦波を出力S331として出力する。このとき出力する正弦波は波高値1PUの単位正弦波として出力するのが好ましい。さらに、位相同期部33は、入力した電圧計測値のPLL出力から系統周波数を算出し、出力S332として出力する。

10

【0035】

仮想電力算出部34は、各相の電流計測値Imおよび各相ごとの電圧正弦波（出力S331）を入力し、この正弦波の波高値と電流計測値Imとを乗算することによって仮想有効電力を算出し、出力S34として出力する。

【0036】

電力変化方向判別部35は、図2に示すように、仮想電力算出部34からの出力S34を入力して、電圧降下検出部31からの出力S31の値が"1"のときに、出力S34を通過させるゲート回路35a、ゲート回路35aの出力を所定サイクル（例えば1サイクル分）保持するラッチ回路35b、およびゲート回路35aの出力とラッチ回路35bの出力とを比較して、増加方向にあるのか、減少方向にあるのかを判定する比較回路35cを有している。なおラッチ回路35bは、むだ時間、あるいは一次遅れフィルタなどにより出力S31の値を一時的に（例えば1サイクル分）遅らせた値が"1"である場合に出力S34を通過（出力）させるようにしても良い。

20

【0037】

そして電力変化方向判別部35の比較回路35cは、2つの仮想有効電力値の減算値（すなわち、あるサイクルの仮想有効電力値から所定サイクル（例えば1サイクル）前の仮想有効電力値を減算した値）が正の閾値を超えた場合は、出力S351として"1"を出力して、商用電源側の事故と判定する。一方、比較回路35cは、2つの抽出値の減算値が負の閾値を下回った場合は、出力S352として"1"を出力して、自家用発電機側（負荷側）の事故と判定する。

30

【0038】

図7、図8における分離遮断器15から見た際に、商用電源系統側にて短絡・地絡事故が発生した場合は、電圧降下が発生すると共に仮想有効電力は増加方向に変化する。この場合、電力変化方向判別部35において、仮想有効電力の変化が正極性への変化であることを検知し、事故方向が商用電源系統側と判定する。

【0039】

一方、分離遮断器15から見た際の自家用発電機側で短絡・地絡事故が発生した場合、電力は減少方向に変化するが、電圧降下検出部31、位相同期部33、仮想電力算出部34、および電力変化方向判別部35において、電圧・電力変化の大きさを検出するとともに有効電力の変化が負極性への変化であることを検知し、事故方向が自家用発電機側と判定する。

40

【0040】

なお、有効電力を算出する際に、電圧計測値Vmと電流計測値Imとを用いることも考えられるが、この場合、電圧降下時の電圧変化によって正確な有効電力が算出できず、電力変化の方向を誤判定する虞がある。本実施の形態によれば、位相同期部33にて生成した電圧計測値Vmと同位相の電圧正弦波（出力S331）と電流計測値Imを用いて算出を行うので、電圧降下時の電圧変化に影響されず、精度の良い判定が可能になる。

【0041】

50

(上位開放判別処理)

周波数判定部 37 は、位相同期部 33 で算出された系統周波数(出力 S 332)を入力し、ハイパスフィルタ、バンドパスフィルタなどを用いて周波数の変化分を抽出する。具体的には、周波数判定部 37 の短時間変動監視手段 37a は定常時の周波数に対する変化分 f_d の絶対値 $|f_d|$ が閾値 A を超えた場合には出力 S 371 として "1" を出力する。また、周波数判定部 37 の長時間変動監視手段 37b は定常時の周波数に対する変化分 f_d の絶対値 $|f_d|$ が閾値 B を、予め定めた設定時間 (t_1) を通して超えた場合には出力 S 372 として "1" を出力する。

【0042】

短時間変動監視手段 37a は無計画停電による周波数変動及び電力変動を検出することにより高速に無計画停電を検出できる。ただし、短時間変動監視手段 37a では無計画停電時に自立系統において需給バランスが取れていることにより電圧変動だけでなく電力変動が無い場合には検出が困難である。長時間変動監視手段 37b は無計画停電時に自立系統において需給バランスが取れていることにより電圧変動だけでなく電力変動が無い場合に、周波数が一定時間逸脱することを判断し無計画停電を検出できる。

10

【0043】

閾値 A, B は通常時の連系系統における周波数変動に基づいて任意に設定することができるが、母線 14 に太陽光発電装置 21 が接続されているような場合は、閾値 A はこの太陽光発電装置 21 の通常運転時の周波数変動分よりも若干大きく設定し、閾値 B は実運用時の周波数変動よりも若干大きな値に設定するのが好ましい。また、設定時間 (t_1) は

20

【0044】

なお、閾値 A を超えたかどうかは瞬時に判定しても良いが、閾値 B を超えたことを判定するための設定時間 (t_1) よりも短い設定時間継続することによって判定するようにしても良い。

【0045】

仮想電力算出部 34 の出力 S 34 と、周波数判定部 37 の出力 S 371 および出力 S 372 は上位開放判別部 38 に入力される。上位開放判別部 38 の変化分検出回路 38a は、出力 S 34 についてハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ、移動平均フィルタなどの従来技術を用いて、仮想有効電力の変化分を抽出し、変化分が閾値を超えた場合は、変化ありと判定して "1" を出力する機能を有している。判定の閾値は、通常時に生じる有効電力の変動分よりも大きく設定しており、母線 14 に太陽光発電装置 21 が接続されているような場合は、この太陽光発電装置 21 の通常運転時の有効電力の変動分よりも大きく設定しておくのが好ましい。

30

【0046】

この変化分検出回路 38a の出力と、短時間変動監視手段 37a の出力 371 は、上位開放判別部 38 の論理積を演算する AND 回路 38b にそれぞれ入力され、この AND 回路 38b の出力と、長時間変動監視手段 37b の出力 372 は、論理和を演算する OR 回路 38c にそれぞれ入力されている。

【0047】

上位開放判別部 38 は、回路 38a ~ 38c によって、仮想有効電力の変化分が閾値を超え、かつ出力 371 が "1" の場合、または、出力 S 372 が "1" であった場合に、商用電源系統に停電が発生し、商用電源系統から解列されたものと判定する。

40

【0048】

図 7, 図 8 における分離遮断器 15 から見た際に、図 3 のように商用電源系統の遮断器 22 が開放状態になり、商用電源系統に停電が発生した場合、それまでの定常状態において商用電源系統側から流れる有効電力があると、分離遮断器 15 に流れる有効電力は解列時に減少することになる。逆にそれまでの定常状態において自家用発電機側から分離遮断器 15 を通して有効電力が他の負荷へ供給されていると、解列時にその有効電力は増加することになる。

50

【 0 0 4 9 】

本実施の形態による上位開放判別部 3 8 によれば、図 5 に示すような有効電力、周波数の変化を検知して、商用電源系統側の停電を検出し、分離遮断器 1 5 を開放するなど適切な対応をとることが可能になる。

【 0 0 5 0 】

特に、図 8 に例示するような太陽光発電装置 2 1 が接続されたシステムでは、図 4 のように自家用発電機 1 1 側の太陽光発電装置 2 1 の出力急変や、その他重要負荷の一部解列による負荷急変なども生じる場合があり、この変動分を自家用発電機 1 1 が追従できない場合、上位系統側に電流が流れることになる。このとき、図 3 における分離遮断器 1 5 における電圧、電流、有効電力変化分（図 3 (b) ~ (d) ）と、図 4 における分離遮断器 1 5 における電圧、電流、有効電力変化分の波形（図 4 (b) ~ (d) ）から判るとおり、系統側の電圧低下が生じない無計画停電の電流変化と同様の挙動となるため、系統側の無計画停電によるものか、自家用発電機側の電力変化であるか判別が困難になる。

10

【 0 0 5 1 】

しかしながら、本実施の形態によれば、自家用発電機側で太陽光発電装置 2 1 の出力急変、あるいは負荷急変が生じた場合に有効電力が変化したとしても、商用電源系統と連系している場合には図 6 (f) に示すように、太陽光発電装置 2 1 の出力急変、あるいは負荷急変によって周波数は殆ど変化しないことや、変化した場合においても電圧の変動による算出誤差であるため変化は大きくないことから、周波数判定部 3 7 により急激な周波数変化および継続的な周波数変化を検知することにより、太陽光発電装置 2 1 の出力急変、あるいは負荷急変による商用電源系統解列の誤判定を防ぐことができる。

20

【 0 0 5 2 】

なお上記実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その要旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。

【 0 0 5 3 】

たとえば、事故方向判別部 3 2 、電力変化方向判別部 3 5 、あるいは上位開放判別部 3 8 からの出力を事故検出装置 2 0 や図示しない系統監視装置の画面に表示出力して監視員へ通知したり系統保護に利用したりするようにしても良い。また、本実施の形態による事故検出装置 2 0 を分離遮断器 1 5 や他の遮断器と一体として構成するようにしても良い。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

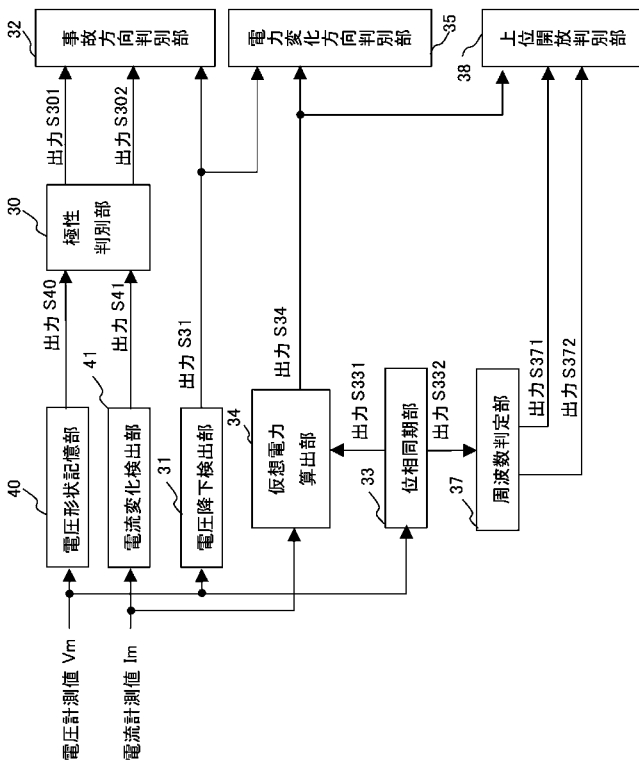
1 0	商用電源系統	
1 1	自家用発電機	
1 2	受電変圧器	
1 3	他需要家	
1 4 , 1 4 a , 1 4 b	母線	
1 5	分離遮断器	
1 6	一般負荷	
1 7	重要負荷	
1 8	計器用変流器	
1 9	計器用変圧器	
2 0	事故検出装置	
2 1	太陽光発電装置	
2 2	遮断器	
3 0	極性判別部	
3 1	電圧降下検出部	
3 2	事故方向判別部	
3 2 a , 3 2 b , 3 8 b	A N D 回路	
3 3	位相同期部	

40

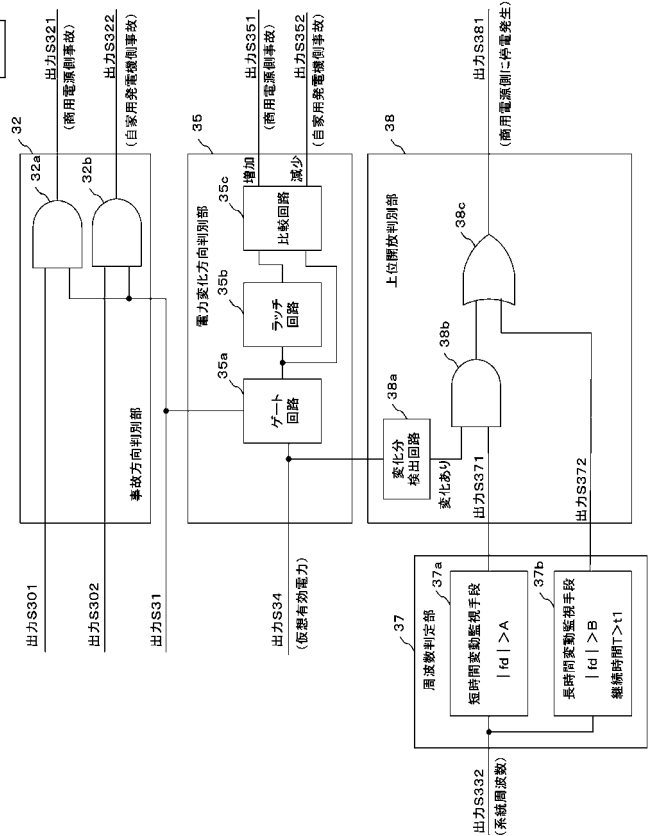
50

- 3 4 仮想電力算出部
- 3 5 電力変化方向判別部
 - 3 5 a ゲート回路
 - 3 5 b ラッチ回路
 - 3 5 c 比較回路
- 3 7 周波数判定部
 - 3 7 a 短時間変動監視手段
 - 3 7 b 長時間変動監視手段
- 3 8 上位開放判別部
 - 3 8 a 変化分検出回路
 - 3 8 c O R 回路
- 4 0 電圧形状記憶部
- 4 1 電流変化検出部

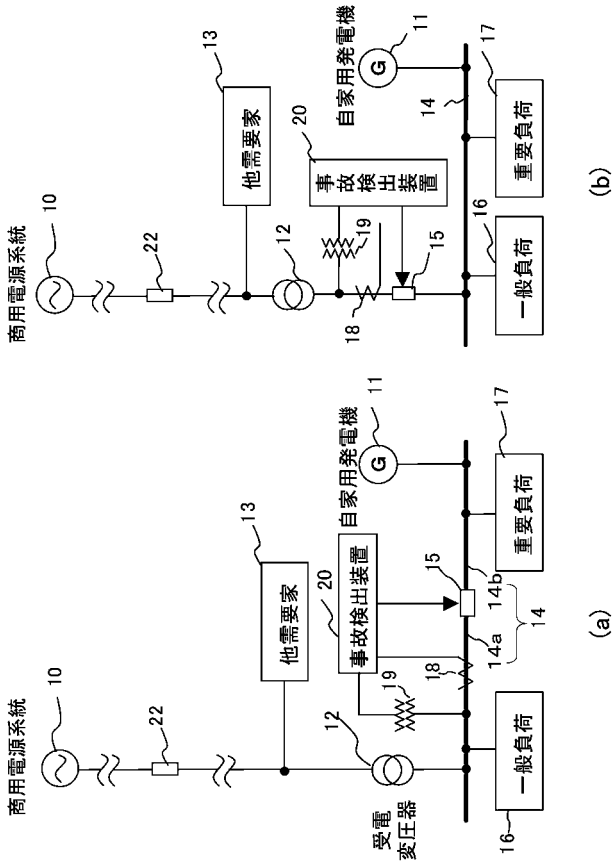
【 図 1 】



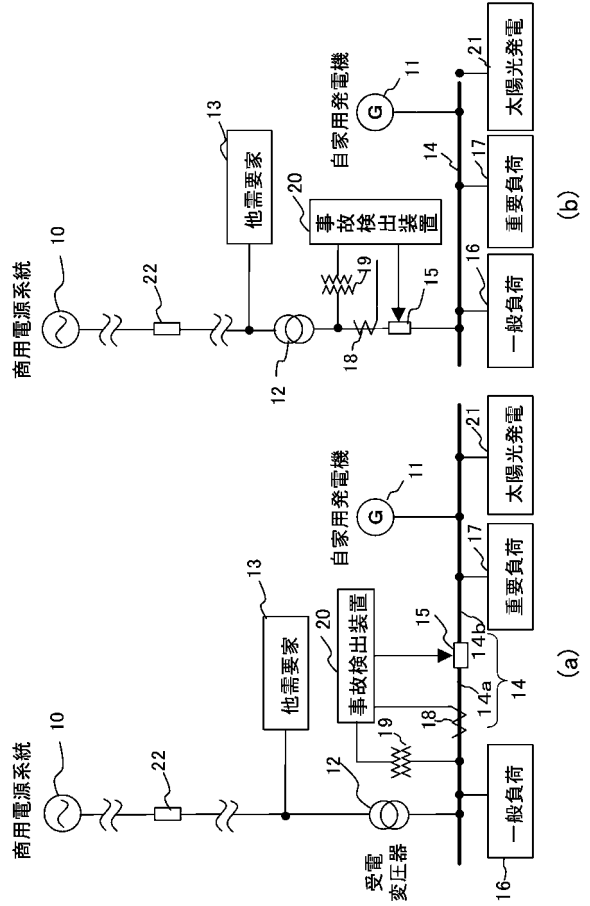
【 図 2 】



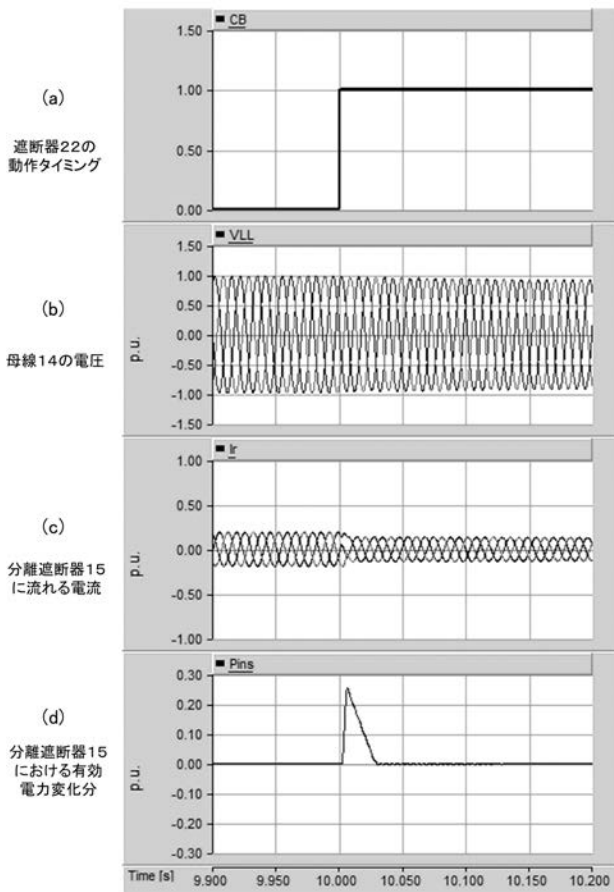
【 図 7 】



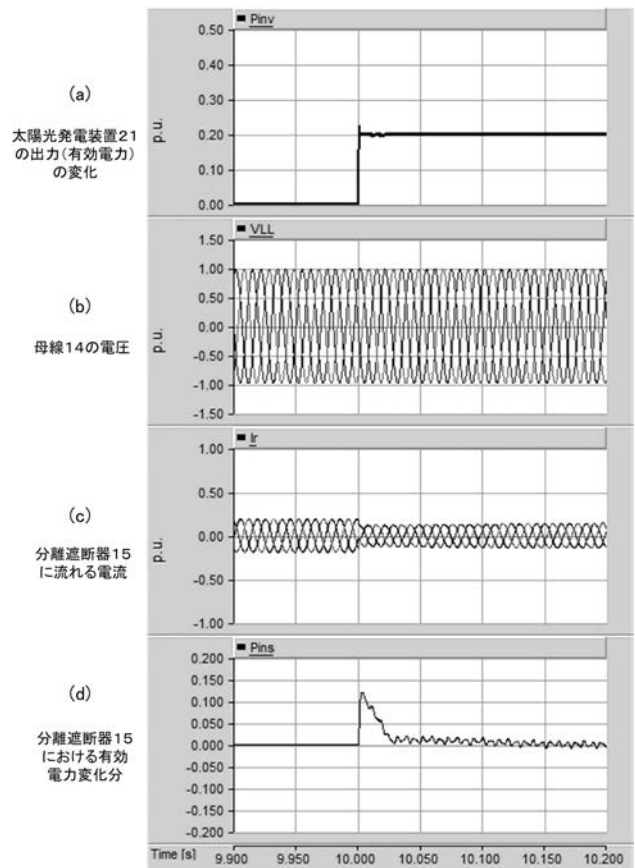
【 図 8 】



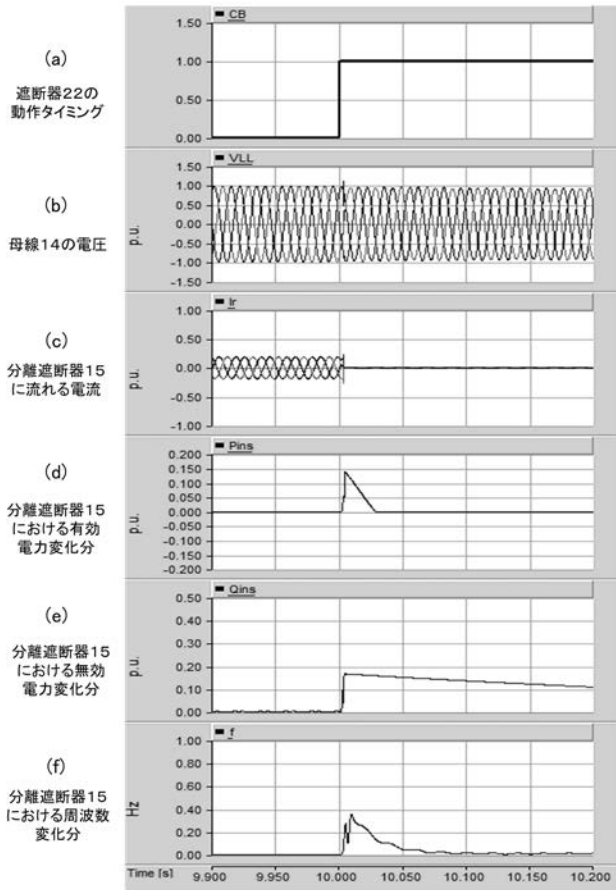
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

