

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3818302号
(P3818302)

(45) 発行日 平成18年9月6日(2006.9.6)

(24) 登録日 平成18年6月23日(2006.6.23)

(51) Int. Cl.

H02J 9/06 (2006.01)

F I

H02J 9/06 504B

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-215715 (P2004-215715)	(73) 特許権者	000003942 日新電機株式会社 京都府京都市右京区梅津高畝町4-7番地
(22) 出願日	平成16年7月23日(2004.7.23)	(74) 代理人	100084548 弁理士 小森 久夫
(65) 公開番号	特開2006-42433 (P2006-42433A)	(72) 発明者	郷古 良則 京都府京都市右京区梅津高畝町4-7番地 日新電機株式会社内
(43) 公開日	平成18年2月9日(2006.2.9)	(72) 発明者	松原 克夫 京都府京都市右京区梅津高畝町4-7番地 日新電機株式会社内
審査請求日	平成16年8月17日(2004.8.17)	(72) 発明者	大嶋 正司 京都府京都市右京区梅津高畝町4-7番地 日新電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無停電電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

商用電源の電圧が低下する異常を検出する事故検出手段と、
前記商用電源から配電された高電圧を、負荷に対して配電する低電圧に変圧する配電用変圧器と、

商用電源で異常が発生した際に電流を制限する限流リアクトルと、前記商用電源の正常時に前記商用電源と前記負荷とを、前記限流リアクトルを介して接続し、前記事故検出手段が前記商用電源における異常を検出すると前記商用電源と前記負荷との接続を遮断する高速開閉手段と、前記商用電源で異常が発生した際及び前記高速開閉手段が遮断後に前記限流リアクトルに流れている電流を還流させる還流手段と、を含み、前記配電用変圧器の低電圧側に接続された高速限流遮断手段と、

前記高速限流遮断手段と前記負荷との間に前記負荷と並列に接続された連系変圧器と、商用電源の異常時に前記負荷へ供給する電力を蓄える蓄電手段と、

前記連系変圧器と前記蓄電手段との間に接続され、前記商用電源の異常発生直後から、前記蓄電手段の蓄電電力を交流電力に変換して前記連系変圧器に配電する電力変換手段と、を備え、

前記配電用変圧器の漏れインピーダンスと前記連系変圧器の漏れインピーダンスとの和と、前記連系変圧器の漏れインピーダンスと、の比を、前記負荷電圧の許容低下率以下に設定したことを特徴とする無停電電源装置。

【請求項2】

10

20

前記電力変換手段は、前記商用電源の正常時に、前記負荷の無効電力を打ち消す無効電力を供給する請求項 1 に記載の無停電電源装置。

【請求項 3】

前記高速限流遮断手段は、前記高速開閉手段である一対のサイリスタと、前記還流手段である一対のダイオードと、を含む単相整流ブリッジ回路の 2 つの直流端子間に、前記限流リアクトルを接続した構成である請求項 1 または 2 に記載の無停電電源装置。

【請求項 4】

前記高速限流遮断手段は、単相整流ブリッジ回路の 2 つの直流端子間に、前記限流リアクトル及び前記高速開閉手段である自己消弧型スイッチング素子が直列に接続されるとともに、前記還流手段である還流ダイオードが前記限流リアクトルに対して並列に接続された構成である請求項 1 または 2 に記載の無停電電源装置。

10

【請求項 5】

前記高速開閉手段には、限流抵抗またはコンデンサが並列に接続された請求項 4 に記載の無停電電源装置。

【請求項 6】

前記配電用変圧器に代えて、限流リアクトルを設けた請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の無停電電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、商用電源において瞬時電圧低下や停電などの電圧低下事故が発生したときに、負荷電圧の低下を抑制する無停電電源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体製造装置などの装置やネットワークサーバを備えたコンピュータシステムでは、停電や瞬時電圧低下（以下、瞬低と称する。）などの電源事故が発生すると重大なダメージを受けることがある。そのため、近時、上記のような装置やシステムには、予備電源として無停電電源装置が使用されることが多くなっている。一般的な無停電電源装置は、バッテリー（蓄電池）を備えており、電源正常時（平常時）にはバッテリーの充電を行い、電源トラブル発生時にはこのバッテリーから装置やシステムに対して電力を供給して、装置やシステムの停止や誤動作を防止して正常に機能させたり、安全にシステムをシャットダウンさせたりすることができる。

30

【0003】

また、無停電電源装置には、バッテリーに代えてフライホイールを蓄電手段として使用したものもある（例えば、特許文献 1 参照。）。

【特許文献 1】特開 2001 - 178023 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の無停電電源装置は、商用電源において瞬低や停電などの電源事故が発生すると、無停電電源装置は内部の制御回路で電圧低下を検出して速やかに高速遮断器を OFF して系統を解列するとともにコンバータを起動して、負荷に対して電力を供給する。

40

【0005】

しかし、従来の無停電電源装置においては、制御回路の電圧低下検出までの遅延時間（数 msec 以内）の間は補償電圧が存在せず、高速遮断器が OFF するまでの数 msec 間に負荷電圧が低下し、最悪の場合、負荷電圧が 100% 低下する可能性があった。また、前記のネットワークサーバや半導体製造装置などの場合、負荷電圧の低下が 50% 程度であっても、装置やシステムが停止したり、製造中の製品がダメージを受けてしまったりする可能性があった。

【0006】

50

そのため、ネットワークサーバや半導体製造装置など電源事故に敏感な装置に対しては、従来、運転効率が90%程度で効率があまり良くなく高価な常時インバータ方式の無停電電源装置しか予備電源として使用できないという問題があった。

【0007】

そこで、本発明は、商用電源において事故が発生して高速遮断器がOFFするまでの間に、負荷電圧の低下を抑制できる無停電電源装置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】

【0008】

この発明は、上記の課題を解決するための手段として、以下の構成を備えている。

【0009】

(1) 商用電源の電圧が低下する異常を検出する事故検出手段と、

前記商用電源から配電された高電圧を、負荷に対して配電する低電圧に変圧する配電用変圧器と、

商用電源で異常が発生した際に電流を制限する限流リアクトルと、前記商用電源の正常時に前記商用電源と前記負荷とを、前記限流リアクトルを介して接続し、前記事故検出手段が前記商用電源における異常を検出すると前記商用電源と前記負荷との接続を遮断する高速開閉手段と、前記商用電源で異常が発生した際及び前記高速開閉手段が遮断後に前記限流リアクトルに流れている電流を還流させる還流手段と、を含み、前記配電用変圧器の低電圧側に接続された高速限流遮断手段と、

前記高速限流遮断手段と前記負荷との間に前記負荷と並列に接続された連系変圧器と、

商用電源の異常時に前記負荷へ供給する電力を蓄える蓄電手段と、

前記連系変圧器と前記蓄電手段との間に接続され、前記商用電源の異常発生直後から、前記蓄電手段の蓄電電力を交流電力に変換して前記連系変圧器に配電する電力変換手段と、を備え、

前記配電用変圧器の漏れインピーダンスと前記連系変圧器の漏れインピーダンスとの和と、前記連系変圧器の漏れインピーダンスと、の比を、前記負荷電圧の許容低下率以下に設定したことを特徴とする。

【0010】

この構成においては、無停電電源装置は限流リアクトルを備えており、配電用変圧器の漏れインピーダンスと連系変圧器の漏れインピーダンスとの和と、連系変圧器の漏れインピーダンスと、の比が、前記負荷電圧の許容低下率以下に設定されている。そのため、商用電源において異常が発生した直後には限流リアクトルに電圧が発生して電流の増加を抑制するとともに、負荷電圧の低下を抑制する効果が得られ、配電用変圧器の漏れインピーダンスと限流リアクトルのインピーダンスとにより、負荷電圧の低下を抑制することができる。また、交流側の電流がピークを過ぎて、限流リアクトル及び還流手段において電流の還流が生じ、限流リアクトル電圧が零となる期間が生じた場合には、限流リアクトルのインピーダンスは見かけ上零となるが、配電用変圧器の漏れインピーダンスにより負荷電圧の低下を抑制することができ、配電用変圧器の漏れインピーダンスと連系変圧器の漏れインピーダンスとの和と、連系変圧器の漏れインピーダンスと、の比が、負荷電圧の許容低下率以下に設定されているので、負荷電圧が許容低下率を超えて低下するのを抑制することができる。

【0011】

例えば、負荷電圧の許容低下率が40%であり、配電用変圧器と連系変圧器の容量が同じで、漏れインピーダンスの値が2:1の場合には、双方向コンバータ17の電圧との関係から、限流リアクトル電圧が零となる期間が生じても、負荷電圧の低下率を許容低下率以下の値である約33%に維持できる。また、限流リアクトル電圧が零になるまでは、限流リアクトル電圧の電圧を上乗せすることができるので、事故時における負荷電圧の低下をさらに抑制することができる。

【0012】

また、無停電電源装置は、配電用変圧器を予め備えた構成であるので、無停電電源装置

10

20

30

40

50

の設置環境（系統条件）を予め細かく調査しなくても、負荷が負荷電圧の低下を何%まで許容できるかという仕様である負荷電圧の許容低下率に基づいて設計することが可能となる。また、無停電電源装置を現地に設置した際に調整がほとんど不要となる。さらに、無停電電源装置のユーザが負荷に応じた配電用変圧器を用意する必要がなくなる。したがって、無停電電源装置の汎用性が高くなり、標準化することが可能となる。

【 0 0 1 3 】

（ 2 ）前記電力変換手段は、前記商用電源の正常時に、前記負荷の無効電力を打ち消す無効電力を供給することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

一般的に、配電用変圧器の漏れインピーダンスが大きいと電圧降下も大きくなって、通常時に問題が発生することがある。この構成においては、電力変換手段から負荷の無効電力を打ち消す無効電力を供給するので、配電用変圧器の無効電力はほぼ零になって、漏れインピーダンスによる電圧低下を防止できる。これにより、漏れインピーダンスの値を大きくしたことによる配電用変圧器の電圧降下分を補償し、かつ受電力率を改善することができる。

10

【 0 0 1 5 】

（ 3 ）前記高速限流遮断手段は、前記高速開閉手段である一對のサイリスタと、前記還流手段である一對のダイオードと、を含む单相整流ブリッジ回路の2つの直流端子間に、前記限流リアクトルを接続した構成であることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

この構成においては、商用電源における異常を検出すると、一對のサイリスタに対して出力していた点弧信号をOFFすることで、負荷電流が零になった時点でサイリスタを消弧させることができるので、短時間で商用電源と負荷との接続を遮断することができる。

20

【 0 0 1 7 】

（ 4 ）前記高速限流遮断手段は、单相整流ブリッジ回路の2つの直流端子間に、前記限流リアクトル及び前記高速開閉手段である自己消弧型スイッチング素子が直列に接続されるとともに、前記還流手段である還流ダイオードが前記限流リアクトルに対して並列に接続された構成であることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

この構成においては、高速限流遮断手段は、高速開閉手段として自己消弧型のスイッチング素子を備えているので、このスイッチング素子をオフする信号を出力すると、すぐに商用電源と負荷との間の接続を遮断することができる。したがって、商用電源における異常を検出してから発生商用電源と負荷との間の接続を遮断するまでの時間を、（ 3 ）の構成よりもさらに短くすることができる。また、より高速に遮断できるため、直流リアクトルやダイオードなどの構成部材を流れる電流を抑制できるので、各構成部材などの電流容量を小さく設定することができる。

30

【 0 0 1 9 】

また、直流リアクトルに対して並列に還流ダイオードを設けることにより、直流リアクトルに流れている電流を還流することができ、直流リアクトルにおける過電圧を抑制することができる。

40

【 0 0 2 0 】

（ 5 ）前記高速開閉手段には、限流抵抗またはコンデンサが並列に接続されたことを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

この構成においては、高速限流遮断手段により商用電源と負荷との接続を完全に遮断することはできないが、電流を抑制することができるので、無停電電源装置により負荷に対する瞬時電圧低下を防止することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

（ 6 ）前記配電用変圧器に代えて、限流リアクトルを設けたことを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

50

この構成においては、配電用変圧器に代えて限流リアクトルを設けたことにより、無停電電源装置を設置する系統フィーダに予め配電用変圧器が用意されていた場合であっても、異常時の負荷電圧の低下を抑制することができる。また、商用電源側の事故発生箇所によっては、配電用変圧器の漏れインピーダンスを負荷電圧の低下防止に使用できるので、さらに異常時の負荷電圧の低下を抑制することが可能となる。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、商用電源において異常が発生した直後には限流リアクトルに電圧が発生して電流の増加を抑制するとともに、負荷電圧の低下を抑制する効果が得られ、配電用変圧器の漏れインピーダンスと限流リアクトルのインピーダンスとにより、負荷電圧の低下を抑制することができる。また、交流側の電流がピークを過ぎて、限流リアクトル及び還流手段において電流の還流が生じ、限流リアクトル電圧が零となる期間が生じた場合には、限流リアクトルのインピーダンスは見かけ上零となるが、配電用変圧器の漏れインピーダンスにより負荷電圧の低下を抑制することができ、配電用変圧器の漏れインピーダンスと連系変圧器の漏れインピーダンスとの和と、連系変圧器の漏れインピーダンスと、の比が、負荷電圧の許容低下率以下に設定されているので、負荷電圧が許容低下率を超えて低下するのを抑制することができる。

10

【0025】

また、無停電電源装置は、配電用変圧器を予め備えた構成であるので、無停電電源装置の設置環境（系統条件）を予め細かく調査しなくても、負荷が負荷電圧の低下を何%まで許容できるかという仕様である負荷電圧の許容低下率に基づいて設計することができる。また、無停電電源装置を現地に設置した際に調整がほとんど不要となり、無停電電源装置のユーザが負荷に応じた配電用変圧器を用意する必要がなくなるので、無停電電源装置の汎用性が高くなり、標準化することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

[第1実施形態]

図1は、本発明の第1実施形態に係る無停電電源装置の概略構成図及び等価回路図である。図2は、商用電源側での事故発生前後における各部の電流及び電圧の変化を示す波形図である。

30

【0027】

無停電電源装置1は、計器用変圧器11、制御部12、配電用変圧器13、遮断器14、限流回路15、バッテリー16、双方向コンバータ17、連系変圧器18、遮断器19、及び電源出力測定部20を備えており、入力端子2に商用電源5が接続され、出力端子3に負荷6が接続されている。また、商用電源5から負荷6までの間の配電線を系統フィーダ4と称する。

【0028】

計器用変圧器11は、商用電源5から配電された交流電圧を測定して電源事故の発生を検出するためのものであり、測定結果を制御部12へ出力する。

【0029】

制御部12は、計器用変圧器11から出力された商用電源5の電圧測定結果に基づいて、限流回路15の高速開閉手段の開閉動作や双方向コンバータ17の充電や出力動作を制御する。また、制御部12は、電源出力測定部20の測定結果に基づいて双方向コンバータ17の出力電力を制御する。

40

【0030】

配電用変圧器13は、商用電源5から給電された電圧を負荷6に配電する電圧に変圧する。

【0031】

遮断器14は、無停電電源装置1のメンテナンス時などに商用電源5と負荷6との接続を遮断するためのものである。なお、遮断器14は入力端子2と配電用変圧器13の間に

50

設けた構成であっても良い。

【0032】

限流回路15は、高速開閉手段である2個の(一対の)サイリスタ21a, 21bと、2個の(一対の)ダイオード21c, 21dと、を有し、2つの交流端子21a1, 21a2と、2つの直流端子21d1, 21d2と、を備えている。交流端子21a1には、サイリスタ21aのアノードとサイリスタ21bのカソードが接続され、交流端子21a2には、ダイオード21cのカソードとダイオード21dのアノードが接続されている。また、直流端子21d1には、サイリスタ21aのカソードとダイオード21dのカソードが接続され、直流端子21d2には、サイリスタ21bのアノードとダイオード21cのアノードが接続されている。さらに、直流端子21d1と直流端子21d2との間には、直流リアクトル22が接続されている。加えて、交流端子21a1には遮断器14が接続され、交流端子21a2には電源出力測定部20が接続されている。

10

【0033】

なお、限流回路15において、交流端子21a1を電源出力測定部20に接続し、交流端子21a2を遮断器14に接続するようにしても良い。

【0034】

直流リアクトル22は、商用電源5において電源事故発生時に、双方向コンバータ17から商用電源5に対して流れる電流を制限する限流リアクトルである。

【0035】

バッテリー16は、商用電源5において停電や瞬低など電圧が低下する異常が発生した際に、負荷6へ供給する電力(電気エネルギー)を蓄積している。なお、バッテリー16に代えて、フライホイールやキャパシタなどの蓄電手段を使用することも可能である。

20

【0036】

双方向コンバータ17は、商用電源5側が正常時にはバッテリー16を充電する充電器として動作し、商用電源5側の電圧が低下したり商用電源5側に事故が発生したりしたときにはインバータ動作に切り替わり、バッテリー16の電力を交流電力に変換して無瞬断で負荷6に供給する連系運転を常時行っており、電圧源として動作する。

【0037】

連系変圧器18は、系統フィーダ4の電圧を所定の電圧に降圧して双方向コンバータ17へ配電する。また、双方向コンバータ17の出力電圧を系統フィーダ4と同じ電圧に昇圧して系統フィーダ4へ配電する。

30

【0038】

遮断器19は、無停電電源装置1のメンテナンス時などに、負荷6に並列に接続された連系変圧器18の1次側を系統フィーダ4から切り離すためのものである。

【0039】

電源出力測定部20は、交流計測用変流器20a, 20a2と交流計器用変圧器20vとを備え、インバータ電流、負荷電流及び負荷電圧を測定して、その結果を制御部12へ出力する。

【0040】

図1(A)に示す無停電電源装置1の等価回路は、図1(B)に示すようになる。すなわち、配電用変圧器13の漏れインピーダンス jX_t と直流リアクトル22のインダクタンス L_{dc} とが直列に接続された商用電源5と、連系変圧器18の漏れインピーダンス jX_c が直列に接続されたコンバータ電源(バッテリー16及び双方向コンバータ17と等価な電源)17aと、が負荷6に対して並列に接続される。

40

【0041】

図1(B)において、商用電源5の電源電圧を V_S 、コンバータ電源17aのコンバータ電圧を V_C 、コンバータ電流を I_C 、負荷6の負荷電圧を V_L 、配電用変圧器13の漏れインピーダンスを jX_t 、配電用変圧器13の電圧(電圧降下分)を V_t 、直流リアクトルのインダクタンスを L_{dc} 、直流リアクトルの電圧(電圧降下分)を V_{dc} 、直流リアクトルを流れる電流を I_{dc} 、連系変圧器18の漏れインピーダンス(連系インダ

50

クタンス)を $j X c$ とする。

【0042】

図2に示すように、通常時 (t_0 以前)には電源電流はほとんど変化しない。そのため、限流回路15の整流素子であるサイリスタ21a, 21b、ダイオード21c, 21dによって整流された直流リアクトルの電流 I_{dc} は、ほぼ一定の直流電流となる。つまり、直流リアクトルの電圧 $V_{dc} = 0$ となる。

【0043】

一方、無停電電源装置1は、商用電源5側で瞬低・停電等の事故が発生すると (t_0)、内部の制御部12で電圧低下を検出して速やかにサイリスタ21a, 21bをOFFしてシステムを解列する動作を行う。しかし、サイリスタ21a, 21bは、点弧信号がOFFされても負荷電流が零にならないとOFF(消弧)しないため、制御部12が電圧低下を検出してサイリスタ21a, 21bをOFFするまで ($t_0 \sim t_3$) に数 msec の時間が必要である。そのため、無停電電源装置1では、この遅延時間(数 msec 以内)の間に負荷電圧 V_L の低下がある値を下回らないように構成している。

10

【0044】

商用電源5側で瞬低・停電等の事故が発生すると、電源電圧 V_S は瞬時に低下して負荷6側(すなわちコンバータ電源17a側)から系統事故地点に向かって過大な電流が流れようとする ($t_0 \sim t_1$)。このとき、無停電電源装置1には、限流回路15として直流リアクトル22を設けているので、限流回路15の整流素子を介して直流リアクトル電流 I_{dc} が増加して、直流リアクトル22に電圧 V_{dc} が発生して電流の増加を抑制するとともに、負荷電圧 V_L の低下を抑制する効果が得られる。そして、配電用変圧器13と連系変圧器18の漏れインピーダンスの比に応じて生じる残存電圧 V_t と、限流回路の電圧 V_{dc} と、を合算した電圧が負荷電圧 V_L として負荷に供給される。

20

【0045】

続いて、交流側の電流がピークを過ぎると、直流リアクトル22及びダイオード21c, 21dにおいて電流の還流が生じるので、直流リアクトル電圧 V_{dc} は、 $V_{dc} = 0$ となる期間が生じる (t_2 以降)。そのため、配電用変圧器13を備えていない従来の無停電電源装置では、この間は補償電圧が存在せず、最悪の場合、負荷電圧が100%低下する可能性があった。

【0046】

そこで、無停電電源装置1には、この対策として限流回路15の1次側に配電用変圧器13を設けており、この配電用変圧器13の漏れインピーダンス $j X_t$ を負荷電圧 V_L の低下抑制のために利用する。

30

【0047】

すなわち、限流回路15だけでは残存電圧が低下してしまうため、無停電電源装置1のシステムに組み込まれている配電用変圧器13に関して、配電用変圧器13と連系変圧器18の漏れインピーダンスの値を調整して、残存電圧のベース電圧を得る。例えば、配電用変圧器13と連系変圧器18の容量が同じで漏れインピーダンスの値も同じであれば、双方向コンバータ17の電圧との関係から、 $V_{dc} = 0$ となる期間が生じても、負荷電圧 V_L のベース残存電圧を最低でも約50%に維持できる。また、 $V_{dc} = 0$ となるまでは、直流リアクトル22の電圧 V_{dc} を上乘せすることができるので、事故時の負荷電圧 V_L の低下をさらに抑制することができる。この関係を式で表すと以下になる。

40

【0048】

無停電電源装置1では、双方向コンバータが連系運転しており、例えば最悪条件として $V_S = 0$ の場合を考えると、負荷電圧 V_L は、

$$\begin{aligned} V_L &= V_C - j X c \cdot I_C \\ &\quad - (V_t + V_{dc}) \\ &= - (j X_t \cdot I_S) - L_{dc} \{ d (I_{dc}) / d t \} \end{aligned}$$

となる。

50

【 0 0 4 9 】

負荷電圧 V_L の残存率は、配電用変圧器 1 3 のインピーダンスと限流回路 1 5 に設けた直流リアクトル 2 2 の直流過渡インピーダンスの設定によって変化するが、配電用変圧器 1 3 の漏れインピーダンスと連系変圧器 1 8 の漏れインピーダンスとの和と、連系変圧器 1 8 の漏れインピーダンスと、の比を、負荷電圧の許容低下率以下に設定することで、事故発生時に、商用電源 5 と負荷 6 との間を遮断するまでの間に、負荷電圧が許容低下率を超えた値になるのを確実に防止することができる。

【 0 0 5 0 】

例えば、負荷電圧の許容低下率が 4 0 % であり、配電用変圧器と連系変圧器の容量が同じで、漏れインピーダンスの値が 2 : 1 の場合には、双方向コンバータ 1 7 の電圧との関係から、限流リアクトル電圧が零となる期間が生じても、負荷電圧の低下率を許容低下率以下の値である約 3 3 % に維持できる。また、限流リアクトル電圧が零になるまでは、限流リアクトル電圧の電圧を上乗せすることができるので、事故時における負荷電圧の低下をさらに抑制することができる。

10

【 0 0 5 1 】

したがって、系統側の事故発生時には、コンバータ電圧 V_C を基にして、両方の変圧器の漏れインピーダンスの比に応じて生じる残存電圧が、またはこの残存電圧と限流回路の電圧 V_{dc} とを合算した電圧を、負荷電圧 V_L として負荷に供給することができる。

【 0 0 5 2 】

また、通常時においては、負荷電圧 V_L は、以下の式に表すような関係となる。すなわち、

20

$$\begin{aligned} V_L &= V_C - j X_c \cdot I_C \\ &\quad - (V_t + V_{dc}) \\ &= - (j X_t \cdot I_S) - L_{dc} \{ d (I_{dc}) / d t \} \\ &= - j X_t \cdot I_S \\ &\quad \text{定常状態の } d (I_{dc}) / d t = 0 \end{aligned}$$

となり、配電用変圧器の漏れインピーダンスの値に比例して電圧降下が発生する。

【 0 0 5 3 】

そこで、配電用変圧器 1 3 の漏れインピーダンスを大きな値に設定したことにより、通常時における電圧降下の影響が大きい場合には、双方向コンバータ 1 7 から無効電力（通常は進相無効電力）を出力するように設定して、配電用変圧器 1 3 の漏れインピーダンスによる電圧低下を低減する。すなわち、配電用変圧器 1 3 の仕様として巻線抵抗を小さく（%Z で数% 以内）して、一方の漏れインダクタンスを大きくした上で、負荷電力の無効電力をキャンセルするように高速制御する。このように設定することで、電圧変動は巻線抵抗と有効電力による電圧降下分（数%）だけに低減できる。

30

【 0 0 5 4 】

例えば、配電用変圧器 1 3 の漏れインピーダンス $j X_t$ を連系変圧器の漏れインピーダンス $j X_c$ の 2 倍とすると、系統事故時の負荷電圧 V_L のベース残存電圧は約 6 7 % まで向上する。この場合、双方向コンバータ 1 7 から無効電力を出力するように設定しなければ、通常時の負荷電圧 V_L の電圧低下は最大 2 0 % となるが、上記のように無効電力を出力するように設定することで、無効電力をキャンセルして通常時の電圧低下を抑制することができる。

40

【 0 0 5 5 】

また、無停電電源装置 1 は、上記のように配電用変圧器 1 3 を予め備えた構成であるので、無停電電源装置 1 の設置環境（系統条件）を予め細かく調査しなくても、負荷 6 が負荷電圧 V_L の低下を何% まで許容できるかという仕様である負荷電圧の許容低下率に基づいて設計することが可能となる。また、無停電電源装置 1 を現地に設置した際に調整がほとんど不要となる。さらに、無停電電源装置 1 のユーザが負荷に応じた配電用変圧器を用意する必要がなくなる。したがって、無停電電源装置 1 の汎用性が高くなり、標準化することが可能となる。

50

【 0 0 5 6 】

なお、今回提案する方式の無停電電源装置は、限流回路の付加分だけ若干（2%程度）損失が増加するが、常時インバータ方式の装置よりも高効率化が図れる。

【 0 0 5 7 】

次に、図3及び図4に基づいて無停電電源装置1全体の動作を説明する。図3は、電源電圧 V_S 、コンバータ電圧 V_C 、及び負荷電圧 V_L の変化の推移を示す波形図である。図4は、無停電電源装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 5 8 】

無停電電源装置1の双方向コンバータ17は、商用電源5側における瞬低・停電などの事故発生の有無に関わらず連系運転しており、通常時（ $t_a \sim t_b$ ）には商用電源5から負荷に対して電力を供給している（ s_1 ）。商用電源5側において事故が発生すると（ s_2 , t_b ）、コンバータ電圧 V_C を基にして、配電用変圧器13と連系変圧器18の漏れインピーダンスの比に応じて生じる残存電圧 V_t と、限流回路の電圧 V_{dc} と、を合算した電圧が負荷電圧 V_L として負荷に供給し、 $V_{dc} = 0$ となる期間には、配電用変圧器13と連系変圧器18の漏れインピーダンスの比に応じて生じる残存電圧 V_t を負荷電圧 V_L として負荷に供給する（ s_3 , $t_b \sim t_c$ ）。

10

【 0 0 5 9 】

無停電電源装置1は内部の制御部12によって数 ms 以内の遅延で電圧低下を検出すると（ s_4 ）、速やかに限流回路のサイリスタ21a, 21bをOFFして系統を解列する（ s_5 ）。このとき、直流リアクトル22及びダイオード21c, 21dにおいて電流の還流が生じる。

20

【 0 0 6 0 】

また、無停電電源装置1は、商用電源5側で事故が発生してから再びサイリスタがONするまでの間には、双方向コンバータ17から負荷6の全電力を供給する（ s_6 , $t_c \sim t_e$ ）。

【 0 0 6 1 】

一方、商用電源5において系統事故から復旧して復電すると（ s_7 , t_d ）、制御部12は系統フィードバックの電圧回復を検出して、コンバータ電圧 V_C を電源電圧 V_S の位相に合わせる位相調整制御を行う（ s_8 ）。そして、制御部12は、コンバータ電圧 V_C と電源電圧 V_S の位相が合った段階で、サイリスタ21a, 21bをONして商用電源5と負荷6を接続する（ s_9 , t_e ）。また、制御部12は、双方向コンバータ17を連系運転に切り換えて（ s_{10} ）、通常運転を行い、次の瞬低や停電の補償に備える（ s_1 ）。

30

【 0 0 6 2 】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態に係る無停電電源装置について説明する。図5は、本発明の第2実施形態に係る無停電電源装置の概略構成を示すブロック図である。

【 0 0 6 3 】

図5に示す無停電電源装置7は、無停電電源装置1の限流回路15を限流回路31に置き換えたものであり、他の構成は無停電電源装置1と全く同じである。したがって、同一部分には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

40

【 0 0 6 4 】

限流回路31は、4個の（二対の）ダイオード32a, 32b, 32c, 32dを有し、2つの交流端子32a1, 32a2と、2つの直流端子32d1, 32d2と、を備えている。交流端子32a1には、ダイオード32aのアノードとダイオード32bのカソードが接続され、交流端子32a2には、ダイオード32cのカソードとダイオード32dのアノードが接続されている。また、直流端子32d1には、ダイオード32aのカソードとダイオード32dのカソードが接続され、直流端子32d2には、ダイオード32bのアノードとダイオード32cのアノードが接続されている。さらに、直流端子32d1と直流端子32d2との間には、直流リアクトル33及びスイッチング素子であるトランジスタ34が直列接続されている。また、カソードを直流端子32d1に接続されたダ

50

イオード 35 が、直流リアクトル 33 と並列に接続されている。

【 0065 】

無停電電源装置 7 においては、スイッチング素子として自己消弧型素子であるトランジスタを使用しているため、図 1 に示した自己消弧能力の無いサイリスタを使用した限流回路 15 のように、点弧信号が OFF されても負荷電流が零になり消弧するまでの時間が不要である。したがって、商用電源 5 側における事故を検出してから、限流回路 31 のトランジスタ 34 を OFF して系統を解列するまでの時間をさらに短くすることができる。また、これにより、直流リアクトルやダイオードなどの構成部材を流れる電流を抑制できるので、各構成部材やバッテリー 16、双方向コンバータ 17 などの電流容量を小さく設定することができる。

10

【 0066 】

また、直流リアクトル 33 に対して並列にダイオード 35 を設けることにより、トランジスタ 34 を OFF にした際にも直流リアクトル 33 に流れていた電流 I_{dc} を還流することができるので、直流リアクトル 33 における過電圧を抑制することができる。

【 0067 】

ここで、図 5 に示した限流回路 31 においては、トランジスタ 34 を使用した場合を例に挙げて説明したが、本発明はこの構成に限るものではなく、自己消弧型のスイッチング素子であれば、他のスイッチング素子を使用することも可能である。例えば、トランジスタに代えて、FET・GTO・IGBT・IEGT・IGCTなどを使用すれば良い。

【 0068 】

20

図 6 は、限流回路の別の構成を示した回路図である。無停電電源装置を設ける目的が負荷 6 に対する瞬時電圧低下の防止である場合には、限流回路 31 により完全に電流を遮断できなくても良い。この場合には、図 6 (A) に示すように、トランジスタ 34 に並列に抵抗 (限流抵抗) R を設けるか、または図 6 (B) に示すようにトランジスタ 34 に並列にコンデンサ C を設けた構成とする。そして、瞬時電圧低下を検出すると同時に、トランジスタ 34 を開放して、直流リアクトル 33 と抵抗 R、または直流リアクトル 33 とコンデンサ C により電流 I_{dc} を限流して瞬時電圧低下を防止する。

【 0069 】

[第 3 実施形態]

次に、本発明の第 3 実施形態に係る無停電電源装置について説明する。図 7 は、本発明の第 3 実施形態に係る無停電電源装置の概略構成を示すブロック図である。

30

【 0070 】

図 7 に示す無停電電源装置 8 は、無停電電源装置 1 の配電用変圧器 13 を交流リアクトル 41 に置き換えたものであり、他の構成は無停電電源装置 1 と全く同じである。したがって、同一部分には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

【 0071 】

図 7 に示すように、商用電源 5 側にユーザが配電用変圧器 9 を用意している場合には、図 1 に示した無停電電源装置 1 を使用することができない。このような場合には、限流回路 15 の 1 次側に交流リアクトル 41 を設けた構成の無停電電源装置 8 を使用することで、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。すなわち、無停電電源装置 8 の交流リアクトル 41 として、交流インピーダンスが jX_t のものを設けることで、商用電源 5 側の事故発生時には、コンバータ電圧 V_C を基にして、交流リアクトル 41 の交流インピーダンスと連系変圧器 18 の漏れインピーダンスの比に応じて生じる残存電圧 V_t か、残存電圧 V_t と限流回路の電圧 V_{dc} とを合算した電圧が負荷電圧 V_L として負荷に供給することができる。また、商用電源 5 側の事故発生箇所によっては、ユーザが用意した配電用変圧器 9 の漏れインピーダンスを負荷電圧 V_L の低下防止に使用できるので、事故時の負荷電圧 V_L の低下をさらに抑制することが可能となる。

40

【 0072 】

なお、無停電電源装置 8 は、図 7 に示した構成に限るものではなく、例えば、限流回路 15 に代えて無停電電源装置 7 の限流回路 31 を使用した構成であっても良い。また、こ

50

の構成の場合、トランジスタ34に代えて、前記のように他の自己消弧型スイッチング素子を使用する構成であっても良い。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本発明の第1実施形態に係る無停電電源装置の概略構成図及び等価回路図である。

【図2】商用電源側での事故発生前後における各部の電流及び電圧の変化を示す波形図である。

【図3】電源電圧 V_S 、コンバータ電圧 V_C 、及び負荷電圧 V_L の変化の推移を示す波形図である。

【図4】無停電電源装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】本発明の第2実施形態に係る無停電電源装置の概略構成を示すブロック図である。

【図6】限流回路の別の構成を示した回路図である。

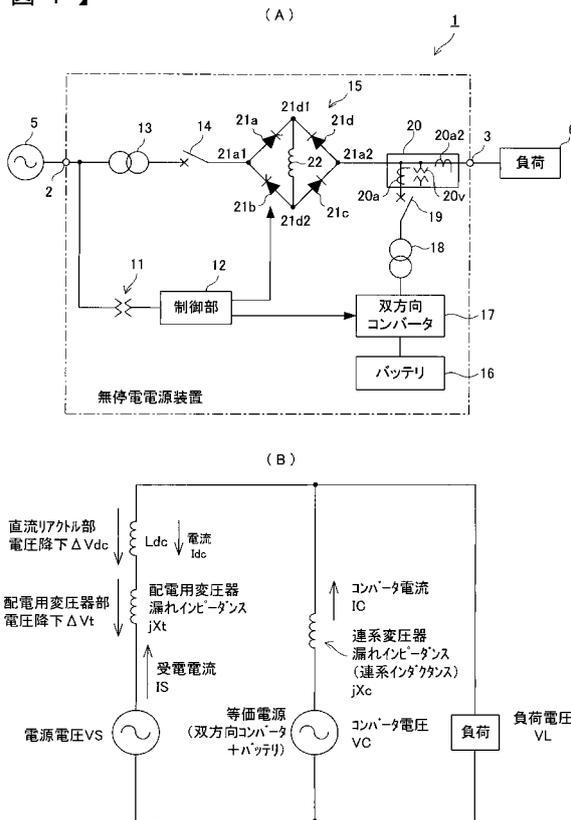
【図7】本発明の第3実施形態に係る無停電電源装置の概略構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

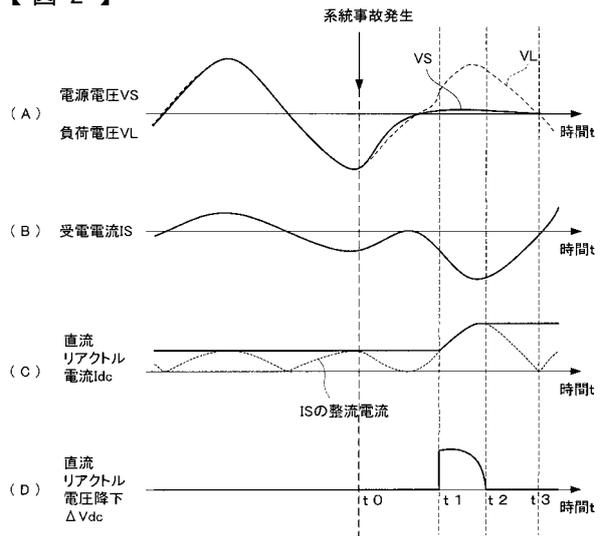
【0074】

- 1, 7, 8 - 無停電電源装置 2 - 入力端子 3 - 出力端子
- 4 - 系統フィーダ 5 - 商用電源 6 - 負荷
- 9, 13 - 配電用変圧器 11 - 計器用変圧器 12 - 制御部
- 14 - 遮断器 15 - 限流回路 16 - バッテリ
- 17 - 双方向コンバータ 18 - 連系変圧器 19 - 遮断器

【図1】



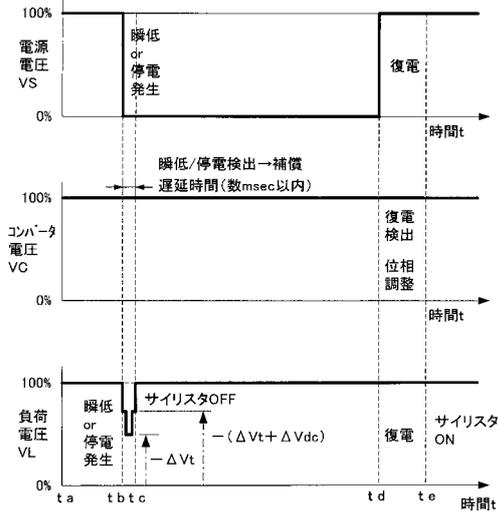
【図2】



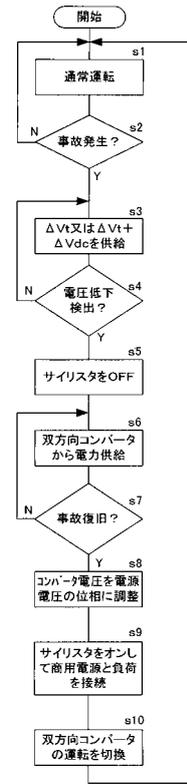
10

20

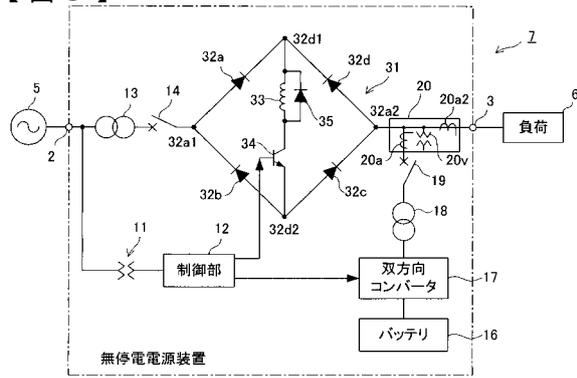
【図3】



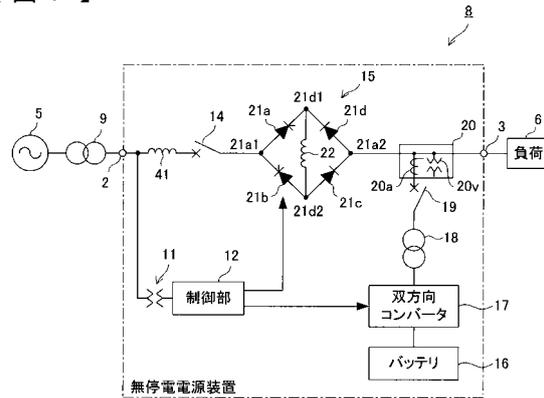
【図4】



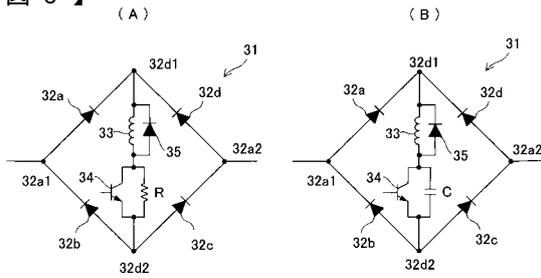
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 多田 知史

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

日新電機株式会社内

審査官 矢島 伸一

(56)参考文献 特開平05-015085(JP,A)
特開2004-201413(JP,A)
特開2002-262460(JP,A)
特開2001-327082(JP,A)
特開2005-287125(JP,A)
特開平10-042475(JP,A)
特開2001-211551(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 9/00-11/00