

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 12 月 30 日(30.12.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/198448 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 9/00 (2006.01) **H02J 9/06** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/066988
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 26 日(26.06.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社
(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL
SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京
都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 豊田 勝(TOYODA, Masaru); 〒1040031 東京
都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 東芝三菱電機
産業システム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI
PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市
北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラル
タワー Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

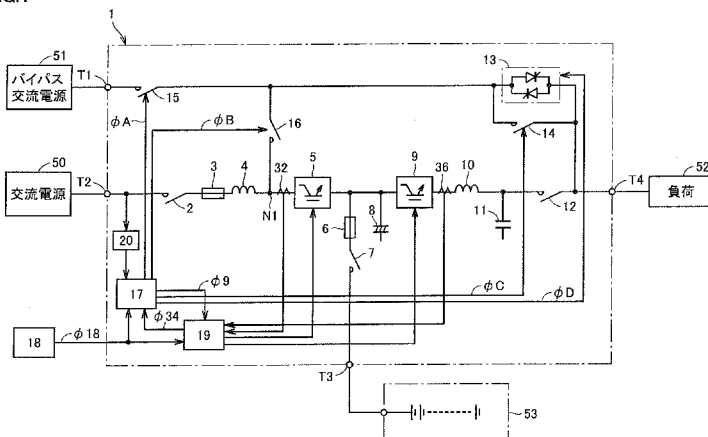
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY

(54) 発明の名称: 無停電電源装置

FIG.1



50 Bypass AC power supply
51 AC power supply
52 Load

(57) Abstract: This uninterruptible power supply has a power-saving mode in which power is fed from an AC power supply (50) to a load (52) via contactors (16, 14). In said power-saving mode, if the voltage of the AC power supply (50) drops by 5%, a switching control unit (17) closes a thyristor switch (13) and then opens one of the contactors (14). If the voltage of the AC power supply (50) drops by 10%, a power-conversion control unit (19) makes an inverter (9) perform reverse conversion, converting DC power from a rechargeable battery (53) to AC power, and controls said reverse conversion such that the AC voltage outputted by the inverter (9) is synchronized with the AC voltage supplied by the AC power supply (50). If the inverter (9) performs said reverse conversion after the abovementioned contactor (14) has been opened, the switching control unit (17) opens the abovementioned thyristor switch (13).

(57) 要約: 無停電電源装置は、交流電源 (50) からコンタクタ (16, 14) を経由させて負荷 (52) に給電するエコモードを備える。エコモードでは、切替制御部 (17) は、交流電源 (50) の電圧低下度が 5% に達したときに、サイリスタスイッチ (13) をオンさせた後にコンタクタ (14) をオフさせる。電力変換制御部 (19) は、交流電源 (50) の電圧低下度が 10% に達したときに、インバータ (9) に逆変換を実行させて蓄電池 (53) の直流電力を交流電力に変換するとともに、インバータ (9) から出力される交流電圧が交流電源 (50) から供給される交流電圧に同期するように、インバータ (9) における逆変換を制御する。切替制御部 (17) は、コンタクタ (14) をオフさせた後にインバータ (9) における逆変換が実行されたときに、サイリスタスイッチ (13) をオフさせる。

部 (19) は、交流電源 (50) の電圧低下度が 10% に達したときに、インバータ (9) に逆変換を実行させて蓄電池 (53) の直流電力を交流電力に変換するとともに、インバータ (9) から出力される交流電圧が交流電源 (50) から供給される交流電圧に同期するように、インバータ (9) における逆変換を制御する。切替制御部 (17) は、コンタクタ (14) をオフさせた後にインバータ (9) における逆変換が実行されたときに、サイリスタスイッチ (13) をオフさせる。

WO 2015/198448 A1

明 細 書

発明の名称：無停電電源装置

技術分野

[0001] この発明は無停電電源装置に関し、特に、バイパス回路を経由して負荷に交流電力を供給するエコモードを備えた無停電電源装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、無停電電源装置は、交流電源からの交流電力を直流電力に変換するコンバータと、コンバータで生成された直流電力または電力貯蔵装置の直流電力を交流電力に変換して負荷に供給するインバータと、交流電源と負荷との間に並列接続されたサイリスタスイッチおよびコンタクタを含むバイパス回路と、これらを制御する制御装置とを備えている。

[0003] 上記の無停電電源装置においては、交流電源から正常に交流電力が供給されている通常時にコンバータおよびインバータを使用し、交流電源からの交流電力の供給が停止された停電時にはインバータで給電を継続する。このような回路方式は、常時インバータ給電方式と呼ばれている。常時インバータ給電方式は、交流電源が正常なときも停電のときも直流リンクを介してインバータで負荷への給電を行なうため、入力電源の品質にかかわらず出力の電源品質が確保しやすく、負荷への給電安定性が優れている。その一方で、常時インバータ給電方式は、通常時にエネルギーがコンバータおよびインバータを通過するために電力損失が発生し、運転効率の向上が課題となっている。

[0004] 近年では、効率化の対策として、エコモードを備えた無停電電源装置が提案されている〔たとえば米国特許第7372177号明細書（特許文献1）参照〕。これによれば、無停電電源装置は、通常時は交流電源からバイパス回路であるサイリスタスイッチを経由して負荷に交流電力を供給するバイパス給電を実行する。そして、バイパス給電の実行中にバイパス経路に異常を検出した場合には、バイパス給電からインバータから負荷に交流電力を供給

するインバータ給電に切り替える。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第7 3 7 2 1 7 7号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記の特許文献1に記載される無停電電源装置では、バイパス給電の実行中はコンバータおよびインバータの運転を停止している。そして、制御盤がバイパス経路に異常を検出すると、サイリスタスイッチをオフし、規定時間の遅れの後、インバータを起動する。そのため、バイパス給電からインバータ給電への切り替え時において、負荷に出力される電圧が瞬間的に低下する瞬時電圧低下（瞬低）が発生するという問題があった。

[0007] バイパス回路をサイリスタスイッチおよびコンタクタを組み合わせて構成した場合には、コンタクタの応答時間がサイリスタスイッチの応答時間よりも長いためにサイリスタスイッチよりも遅れてコンタクタがオフされる。そのため、瞬時電圧低下の程度（瞬低時間および電圧低下度）が大きくなり、負荷に大きな影響を及ぼす可能性がある。

[0008] それゆえに、この発明の主たる目的は、バイパス回路を経由して負荷に交流電力を供給するエコモードでの給電からインバータ給電への切り替え時における瞬時電圧低下の発生を防止することが可能な無停電電源装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] この発明に係る無停電電源装置は、交流電源と負荷との間に接続される。無停電電源装置は、交流電源からの交流電力を直流電力に順変換するコンバータと、コンバータが出力する直流電力または電力貯蔵装置が出力する直流電力を交流電力に逆変換して負荷に供給するインバータと、交流電源と負荷との間に並列接続された半導体スイッチおよびコンタクタを含むバイパス回

路と、コンバータおよびインバータにおける電力変換を制御する電力変換制御部と、半導体スイッチおよびコンタクタのオンオフを制御する切替制御部とを備える。無停電電源装置は、インバータから負荷に交流電力を供給する第1の動作モードと、交流電源からバイパス回路を経由させて負荷に交流電力を供給する第2の動作モードとを有しており、第2の動作モードが選択されている場合に交流電源の電圧低下を検出したときには、第1の動作モードに移行するように構成される。切替制御部は、第2の動作モードが選択されている場合には、コンタクタをオンするとともに半導体スイッチをオフする一方で、交流電源の電圧低下度が第1の閾値に達したときに、半導体スイッチをオンさせた後にコンタクタをオフさせる。電力変換制御部は、第2の動作モードが選択されている場合において、交流電源の電圧低下度が第1の閾値よりも小さい第2の閾値に達したときに、インバータに逆変換を実行させて電力貯蔵装置が出力する直流電力を交流電力に変換するとともに、インバータから出力される交流電圧が交流電源から供給されている交流電圧に同期するように、インバータにおける逆変換を制御する。切替制御部は、コンタクタをオフさせた後に電力変換制御部によりインバータにおける逆変換が実行されたときに、半導体スイッチをオフさせる。

[0010] 好ましくは、電力変換制御部は、インバータから出力される交流電圧が、交流電源から供給される交流電圧に同期するように、インバータを制御するためのゲート信号を生成するように構成される。第2の動作モードでは、電力変換制御部は、ゲート信号の出力を停止することによりインバータを逆変換の待機状態とし、交流電源の電圧低下度が第2の閾値に達したときに、インバータにゲート信号を出力する。

[0011] 好ましくは、無停電電源装置は、第1の動作モードに移行した後に交流電源からの交流電力の供給が再開する復電を検出したときには、第2の動作モードへ復帰するように構成される。第1の動作モードでは、電力変換制御部は、交流電源の復電が検出されたことに応じて、インバータから出力される交流電圧が、復電後の交流電源から供給される交流電圧に同期するように、

インバータにおける逆変換を制御する。切替制御部は、インバータから出力される交流電圧が復電後の交流電源から供給される交流電圧に同期したときに、半導体スイッチおよびコンタクタを順次オンさせ、コンタクタをオンさせた後に半導体スイッチをオフさせる。

[0012] 好ましくは、無停電電源装置は、交流電源から交流電力を受けてコンバータに供給する入力端子と、交流電源から交流電力を受けるバイパス端子と、バイパス端子とバイパス回路との間に接続される第1のスイッチと、入力端子およびコンバータの交流側端子との間に位置する第1のノードとバイパス回路との間に接続される第2のスイッチと、入力端子および第1のノードの間に接続される第3のスイッチとをさらに備える。第2の動作モードでは、切替制御部は、第2および第3のスイッチをオンする一方で、第1のスイッチをオフすることにより、入力端子に供給される交流電力をコンタクタを経由させて負荷に供給する。

[0013] 好ましくは、無停電電源装置は、交流電源から交流電力を受けてコンバータに供給する入力端子と、交流電源から交流電力を受けてバイパス回路に供給するバイパス端子をさらに備える。第2の動作モードでは、切替制御部は、バイパス端子に供給される交流電力をコンタクタを経由させて負荷に供給する。

発明の効果

[0014] この発明によれば、バイパススイッチを経由して負荷に交流電力を供給するエコモードを備えた無停電電源装置において、エコモードでの給電からインバータ給電への切り替え時における瞬時電圧低下の発生を防止することができる。これにより、負荷への給電安定性を確保しながら、無停電電源装置の運転効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施の形態1に係る無停電電源装置の全体構成図である。

[図2]本発明の実施の形態1におけるエコモードの実行中の電力の流れを説明するための図である。

[図3]エコモードの実行中に交流電源の電圧低下が検出されたときの電力の流れを説明するための図である。

[図4]本発明の実施の形態 1 に係る無停電電源装置におけるエコモードでの給電からインバータ給電へ切り替えるための制御構成を示す機能ブロック図である。

[図5]インバータ給電の実行中における電力の流れを説明するための図である。

[図6]インバータ給電の実行中に交流電源の復電が検出されたときの電力の流れを説明するための図である。

[図7]本実施の形態 1 に係る無停電電源装置の他の構成例を示す全体構成図である。

[図8]本発明の実施の形態 2 に係る無停電電源装置の全体構成図である。

[図9]本発明の実施の形態 2 におけるエコモードの実行中の電力の流れを説明するための図である。

[図10]エコモードの実行中にバイパス交流電源の電圧低下が検出されたときの電力の流れを説明するための図である。

[図11]本発明の実施の形態 2 に係る無停電電源装置におけるエコモードでの給電からインバータ給電へ切り替えるための制御構成を示す機能ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、この発明の実施の形態について図面を参照して詳しく説明する。なお、同一または相当する部分には同一の参照符号を付して、その説明を繰返さない。

[0017] [実施の形態 1]

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る無停電電源装置の全体構成図である。図 1 を参照して、本発明の実施の形態 1 に係る無停電電源装置は、交流電源 5 0、バイパス交流電源 5 1 および負荷 5 2 に接続される。

[0018] 交流電源 5 0 およびバイパス交流電源 5 1 は、無停電電源装置に交流電力

を供給する交流電源である。これらの交流電源の各々は、たとえば商用交流電源もしくは自家用発電機等によって構成される。図1および以後説明する図では、交流電源の一例として三相三線式を示す。図面および説明の簡単化のため、図1では、一相分の回路のみが代表的に示されている。ただし、交流電源の種類は、三相三線式に限定されず、たとえば三相四線式の電源でもよいし、単相三線式の電源でもよい。

[0019] 無停電電源装置は、筐体1と、筐体1の内部に收容される本体部と、本体部に電氣的に接続される蓄電池53と、筐体1に設けられたバイパス端子T1、入力端子T2、蓄電池端子T3および出力端子T4とを備える。

[0020] バイパス端子T1は、バイパス交流電源51からの交流電力を受ける。入力端子T2は、交流電源50からの交流電力を受ける。蓄電池端子T3は、蓄電池53の正極に接続されている。蓄電池53は、筐体1とは別の筐体に收容されている。出力端子T4には負荷52が接続される。

[0021] 無停電電源装置は、本体部として、電磁接触器（コンタクタ）2、7、12、14、15、16と、ヒューズ3、6と、リアクトル4、10と、コンバータ（順変換器）5と、電解コンデンサ8と、インバータ（逆変換器）9と、コンデンサ11と、サイリスタスイッチ13と、切替制御部17と、エコモード設定部18と、電力変換制御部19と、電圧検出回路20と、変流器32、36とを備える。このうち、コンタクタ2、ヒューズ3、リアクトル4、コンバータ5、インバータ9、リアクトル10およびコンタクタ12は、入力端子T2と出力端子T4との間に直列に接続される。

[0022] コンタクタ2は、入力端子T2とコンバータ5との間の通電経路に接続される。コンタクタ2は、交流電源50から三相交流電力が正常に供給されている通常時は閉成（オン）され、たとえば無停電電源装置のメンテナンス時に開放（オフ）する。ヒューズ3は、過電流が交流電源50から流入するのを防ぐために入力端子T2とコンバータ5との間の通電経路に挿入される。リアクトル4は、交流電源50からの交流電力を通過させ、コンバータ5で発生するスイッチング周波数の信号が交流電源50に伝搬するのを防止する

ために設けられている。

- [0023] コンバータ 5 およびインバータ 9 は、半導体スイッチング素子により構成される。半導体スイッチング素子としては、たとえば IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) が用いられる。また、半導体スイッチング素子の制御方式として PWM (Pulse Width Modulation) 制御を適用することができる。
- [0024] コンバータ 5 は、通常時は、交流電源 50 から供給される三相交流電力を直流電力に変換（順変換）する。コンバータ 5 で生成された直流電力は、インバータ 9 および蓄電池 53 に供給される。一方、交流電源 50 からの三相交流電力の供給が停止された停電時は、コンバータ 5 の運転は停止される。
- [0025] 電解コンデンサ 8 は、コンバータ 5 の出力端子に接続され、コンバータ 5 の出力電圧を平滑化する。インバータ 9 は、通常時は、電解コンデンサ 8 によって平滑化された直流電力を商用周波数の三相交流電力に変換する。一方、停電時は、インバータ 9 は、蓄電池 53 の直流電力を商用周波数の三相交流電力に変換する。コンバータ 5 およびインバータ 9 における電力変換は、電力変換制御部 19 によって制御される。
- [0026] リアクトル 10 およびコンデンサ 11 は、インバータ 9 から出力される交流電力に含まれるスイッチング周波数の成分を除去するためのフィルタを構成する。
- [0027] コンタクタ 12 は、インバータ 9 から負荷 52 に交流電力が供給されるインバータ給電時にオンする。一方、バイパス交流電源 51 からサイリスタスイッチ 13 およびコンタクタ 14 を介して負荷 52 に交流電力が供給されるバイパス給電時、コンタクタ 12 はオフする。ただし、後述するエコモードの実行中においては、コンタクタ 12 はオンする。
- [0028] サイリスタスイッチ 13 およびコンタクタ 14 は、バイパス端子 T1 と出力端子 T4 との間に並列に接続される。サイリスタスイッチ 13 は、切替制御部 17 からの制御信号 ϕD が H（論理ハイ）レベルのときにオンし、制御信号 ϕD が L（論理ロー）レベルのときにオフする。サイリスタスイッチ 1

3は、制御信号 ϕ Dに応答して、インバータ給電からバイパス給電に移行するときに所定時間だけオンする。コンタクタ14は、切替制御部17からの制御信号 ϕ CがHレベルのときにオンし、制御信号 ϕ CがLレベルのときにオフする。コンタクタ14は、制御信号 ϕ Cに応答して、インバータ給電時はオフし、バイパス給電時はオンする。

[0029] サイリスタスイッチ13およびコンタクタ14は、バイパス回路を構成する。バイパス回路の一方端子は出力端子T4に接続される。コンタクタ15は、バイパス端子T1とバイパススイッチの他方端子との間に接続される。コンタクタ15は、切替制御部17からの制御信号 ϕ AがHレベルのときにオンし、制御信号 ϕ AがLレベルのときにオフする。

[0030] コンタクタ16は、入力端子T2とコンバータ5の交流側端子との間に位置するノードN1（第1のノード）とバイパススイッチの他方端子との間に接続される。コンタクタ16は、切替制御部17からの制御信号 ϕ BがHレベルのときにオンし、制御信号 ϕ BがLレベルのときにオフする。

[0031] 蓄電池53は、停電時にインバータ9に直流電力を供給するための電力貯蔵装置である。蓄電池53は、通常時にはコンバータ5で生成された直流電力を蓄える。ヒューズ6およびコンタクタ7は、コンバータ5の直流側端子と蓄電池端子T3との間に直列に接続される。コンタクタ7は、通常時にオンされ、たとえば無停電電源装置および蓄電池53のメンテナンス時にオフされる。ヒューズ6は、コンバータ5および蓄電池53に過電流が流入するのを防止する。

[0032] 本発明の実施の形態1に係る無停電電源装置は、運転モードとして、エコモードを有している。エコモードとは、交流電源50から正常に三相交流電力が供給されている通常時において、無停電電源装置の高運転効率を重視した運転モードである。図2は、エコモードの実行中における電力の流れを説明するための図である。

[0033] 無停電電源装置は、一般的に、通常時には、交流電源50から供給される三相交流電力をコンバータ5によって直流電力に変換し、その直流電力をイ

ンバータ 9 によって三相交流電力に変換して負荷 5 2 に供給するように構成される。しかしながら、上記の構成では、コンバータ 5 およびインバータ 9 の各々において電力変換に伴う電力損失が発生するために、無停電電源装置の運転効率が低下してしまうという問題がある。

[0034] エコモードでは、図 2 において実線矢印で示されるように、交流電源 5 0 から供給される三相交流電力を、サイリスタスイッチ 1 3 およびコンタクタ 1 4 を介して負荷 5 2 に供給する。すなわち、コンバータ 5 およびインバータ 9 を通さずに負荷 5 2 に対して三相交流電力を供給する。これにより、コンバータ 5 およびインバータ 9 における電力損失の発生が抑制されるため、無停電電源装置の運転効率を向上させることができる。なお、エコモードの実行中においても、必要に応じてコンバータ 5 を運転させることにより、図 2 において点線矢印で示されるように、蓄電池 5 3 に直流電力を蓄えておくことができる。

[0035] 再び図 1 を参照して、エコモード設定部 1 8 は、上位の制御部（図示せず）から、エコモードの実行を要求するエコモード運転指令を受ける。エコモードの要求については、たとえば、エコモードを要求するためのスイッチを筐体 1 の外部に設けておき、このスイッチが利用者によってオン操作されたときに、エコモード運転指令が活性化されるようにしてもよい。あるいは、スイッチ等を設けることなく、予め定められたスケジュールなどに従ってエコモード運転指令が自動的に活性化されるようにしてもよい。

[0036] エコモード設定部 1 8 は、エコモード運転指令を受けると、無停電電源装置の運転モードをエコモードに設定する。エコモード設定部 1 8 は、運転モードがエコモードに設定されたことを示すエコモード設定信号 ϕ 1 8 を生成し、生成したエコモード設定信号 ϕ 1 8 を切替制御部 1 7 および電力変換制御部 1 9 へ出力する。

[0037] 切替制御部 1 7 は、エコモード設定部 1 8 からエコモード設定信号 ϕ 1 8 を受けると、運転モードを、交流電源 5 0 からの三相交流電力をコンバータ 5 およびインバータ 9 を介して負荷 5 2 に供給する通常モードから、エコモ

ードに切替える。具体的には、切替制御部 17 は、エコモード設定信号 ϕ 18 を受けると、交流電源 50 と負荷 52 との間に図 2 に示される電力経路が形成されるように、コンタクタ 14, 15, 16 およびサイリスタスイッチ 13 を制御する。切替制御部 17 は、制御信号 ϕ B, ϕ C, ϕ D を H レベルにしてコンタクタ 16, 14 およびサイリスタスイッチ 13 をオンさせる。

[0038] サイリスタスイッチ 13 の応答時間は極めて短く、制御信号 ϕ D を H レベルにするとサイリスタスイッチ 13 は瞬時にオンする。一方、コンタクタ 14 の応答時間はサイリスタスイッチ 13 の応答時間よりも長く、制御信号 ϕ C を H レベルにしてから所定の応答時間経過後に実際にオンする。コンタクタ 14 がオンされた後、切替制御部 17 は、制御信号 ϕ D を L レベルにしてサイリスタスイッチ 13 をオフする。これにより、交流電源 50 から供給された三相交流電力は、リアクトル 4 を通過した後、ノード N1 およびコンタクタ 14 を介して出力端子 T4 にまで導かれる。

[0039] 電力変換制御部 19 は、エコモード設定部 18 からエコモード設定信号を受けると、蓄電池 53 に直流電力を蓄えるためにコンバータ 5 を運転させる。具体的には、電力変換制御部 19 は、蓄電池 53 が所定の満充電状態になるように、蓄電池 53 の残容量に応じてコンバータ 5 における順変換を制御する。

[0040] 電力変換制御部 19 はさらに、エコモードの実行中、インバータ 9 を構成する半導体スイッチング素子をオンオフするためのゲート信号を生成する。電力変換制御部 19 は、交流電源 50 から供給される三相交流電圧と同期した三相交流電圧がインバータ 9 から出力されるように、ゲート信号を生成する。ただし、電力変換制御部 19 は、エコモードの実行中、生成したゲート信号をインバータ 9 内部のゲート駆動回路へ出力しない。そのため、インバータ 9 は、エコモードの実行中は運転されず、電力変換制御部 19 からゲート信号が入力されるまで待機状態（ゲート信号入力待ち状態）となる。

[0041] 電圧検出回路 20 は、交流電源 50 から供給される三相交流電圧の瞬時値を検出し、検出値を示す信号を切替制御部 17 に与える。変流器 32 は、コ

ンバータ 5 に供給される交流電流を検出し、検出値を示す信号を電力変換制御部 19 に与える。変流器 36 は、インバータ 9 から出力端子 T4 に供給される交流電流を検出し、検出値を示す信号を電力変換制御部 19 に与える。

[0042] 切替制御部 17 は、エコモードの実行中、電圧検出回路 20 の出力信号に基づいて交流電源 50 の電圧低下を検出する。切替制御部 17 は、交流電源 50 の電圧低下が検出されると、待機状態のインバータ 9 を起動するための起動指令 $\phi 9$ を生成する。切替制御部 17 は、生成した起動指令 $\phi 9$ を電力変換制御部 19 へ出力する。この起動指令 $\phi 9$ に応答してインバータ 9 が起動することにより、無停電電源装置は、エコモードでの給電からインバータ給電へと切り替えられる。

[0043] ここで、エコモードでの給電からインバータ給電へと切り替えるためには、コンタクタ 14 をオフさせる必要がある。コンタクタ 14 は、機械式遮断器であり、通電が遮断されることによって主接点が開放されたときにオフされる。そのため、切替制御部 17 が制御信号 ϕC を L レベルにした後、交流の半周期ごとに訪れる電流値が零となるタイミングで、コンタクタ 14 が実際にオフする。このようにコンタクタ 14 のターンオフには時間がかかるため、交流電源 50 の電圧低下が検出された後、直ちにインバータ給電に切り替えることが困難となる。この結果、エコモードでの給電からインバータ給電への切り替え時において、出力端子 T4 に出力される電圧が瞬間的に低下する瞬時電圧低下（瞬低）が発生するという問題が生じてしまう。

[0044] そこで、本実施の形態では、電圧検出回路 20 の出力信号に基づいて交流電源 50 の電圧低下度を検出し、検出された電圧低下度に応じてバイパス回路のオンオフおよびインバータ 9 における電力変換を制御する。これにより、エコモードでの給電からインバータ給電へ切り替える際における瞬時電圧低下の発生を防止する。

[0045] 図 3 は、エコモードの実行中に交流電源 50 の電圧低下が検出されたときの電力の流れを説明するための図である。エコモードの実行中、切替制御部 17 は、電圧検出回路 20 の出力信号に基づいて交流電源 50 の電圧低下を

検出する。具体的には、切替制御部 17 は、電圧検出回路 20 の出力信号に基づいて、交流電源 50 から供給される三相交流電圧の実効値を検出する。切替制御部 17 は、検出された三相交流電圧の実効値と基準電圧との偏差に基づいて、交流電源 50 の電圧低下度（単位：％）を算出する。基準電圧はたとえば交流電源 50 の定格電圧に設定されている。電圧低下度は、基準電圧に対する三相交流電圧の実効値の偏差／基準電圧で定義される。

[0046] 切替制御部 17 は、エコモードの実行中、交流電源 50 の電圧低下度と第 1 の閾値とを比較する。第 1 の閾値はたとえば 5％に設定される。交流電源 50 の電圧低下度が 5％に達した場合、切替制御部 17 は、制御信号 ϕD を H レベルにしてサイリスタスイッチ 13 をオンさせる一方で、制御信号 ϕC を L レベルにしてコンタクタ 14 をオフさせる。

[0047] このとき、制御信号 ϕD を H レベルにするとサイリスタスイッチ 13 は瞬時にオンする。一方、コンタクタ 14 は制御信号 ϕC を L レベルにしてから所定の応答時間経過後にオフする。したがって、サイリスタスイッチ 13 がオンされた後、コンタクタ 14 がオフされる。これにより、交流電源 50 から供給された三相交流電力は、ノード N1、コンタクタ 16 およびサイリスタスイッチ 13 を介して出力端子 T4 にまで導かれる。

[0048] 切替制御部 17 は続いて、交流電源 50 の電圧低下度と第 2 の閾値とを比較する。第 2 の閾値は、第 1 の閾値よりも大きい値であり、たとえば 10％に設定される。切替制御部 17 は、交流電源 50 の電圧低下度が 10％に達した場合、待機状態のインバータ 9 に対して起動指令 $\phi 9$ を与える。この起動指令 $\phi 9$ を受けてインバータ 9 が起動すると、電力変換制御部 19 は、エコモードの実行中に生成していたゲート信号をインバータ 9 内部のゲート駆動回路へ出力する。インバータ 9 を構成する半導体スイッチング素子の各々がゲート信号に従ってオンオフされる。これにより、インバータ 9 は、図 3 において点線矢印で示されるように、蓄電池 53 の直流電力を商用周波数の三相交流電力に変換する。インバータ 9 から出力された三相交流電力は出力端子 T4 に供給される。

[0049] このようにして起動指令 $\phi 9$ に応答してインバータ9における逆変換が実行されると、切替制御部17は、制御信号 ϕD をLレベルにしてサイリスタスイッチ13をオフさせる。制御信号 ϕD をLレベルにしてからサイリスタスイッチ13は瞬時にオフされるため、サイリスタスイッチ13がターンオフする間、出力端子T4をインバータ9から出力される三相交流電圧に維持することができる。これにより、エコモードでの給電からインバータ給電への切り替え時において、出力端子T4に出力される電圧が瞬間的に低下するのを防止することができる。

[0050] 図4は、本発明の実施の形態1に係る無停電電源装置におけるエコモードでの給電からインバータ給電へ切り替えるための制御構成を示す機能ブロック図である。

[0051] 図4を参照して、電力変換制御部19は、コンバータ制御回路30と、インバータ制御回路34と、電圧検出回路33、35と、正弦波発生回路38とを含む。

[0052] 電圧検出回路33は、電解コンデンサ8の端子間電圧を検出し、検出値をコンバータ制御回路30に与える。コンバータ制御回路30は、エコモード設定部18からエコモード設定信号 $\phi 18$ を受けると、変流器32および電圧検出回路33の出力信号に基づいて、所定の直流電圧が蓄電池53に供給されるようにコンバータ5における順変換を制御する。

[0053] 電圧検出回路35は、インバータ9から出力される三相交流電圧の瞬時値を検出し、検出値をインバータ制御回路34に与える。正弦波発生回路38は、電圧検出回路20の出力信号に基づいて、交流電源50から供給される三相交流電圧に同期して、商用周波数で所定振幅の正弦波信号 $\phi 38$ を生成する。この所定振幅は、たとえば正弦波信号 $\phi 38$ の実効値が交流電源50の定格電圧の90%となるように設定される。なお、交流電源50の定格電圧の90%とは、交流電源50の異常時（停電時や電圧低下時）に無停電電源装置が補償すべき補償電圧に相当する。正弦波発生回路38は、生成した正弦波信号 $\phi 38$ をインバータ制御回路34に与える。

[0054] インバータ制御回路 34 は、エコモード設定部 18 からエコモード設定信号 $\phi 18$ を受けると、変流器 36 および電圧検出回路 35 の出力信号と、正弦波発生回路 38 からの正弦波信号 $\phi 38$ とに基づいて、インバータ 9 における逆変換を制御する。具体的には、インバータ制御回路 34 は、電圧検出回路 35 の出力信号と正弦波発生回路 38 で生成された正弦波信号 $\phi 38$ との偏差に基づいて電流指令値を生成する。インバータ制御回路 34 はさらに、生成した電流指令値と変流器 36 の出力信号との偏差を求めると、当該偏差がなくなるように電圧指令値を生成する。インバータ制御回路 34 は、生成した電圧指令値に基づいてインバータ 9 を PWM 制御する。このとき、インバータ制御回路 34 は、電圧検出回路 35 によって検出される三相交流電圧と、交流電源 50 からの三相交流電圧とが同期するようにインバータ 9 を制御する。

[0055] インバータ制御回路 34 は、エコモードの実行中、上記の PWM 制御によってインバータ 9 を構成する半導体スイッチング素子をオンオフするためのゲート信号を生成する。ただし、インバータ制御回路 34 は、生成したゲート信号をインバータ 9 内部のゲート駆動回路へ出力しない。そのため、インバータ 9 は、エコモードの実行中は運転されず、待機状態（ゲート信号入力待ち状態）となる。このようにして、エコモードの実行中、コンバータ 5 は、交流電源 50 からの三相交流電力を直流電力に変換して蓄電池 53 に供給する。一方、インバータ 9 は逆変換の待機状態となる。

[0056] エコモードの実行中、切替制御部 17 は、電圧検出回路 20 の出力信号に基づいて交流電源 50 の電圧低下を検出する。切替制御部 17 は、電圧検出回路 20 によって検出される三相交流電圧の実効値と基準電圧（定格電圧）との偏差に基づいて、交流電源 50 の電圧低下度を算出する。交流電源 50 の電圧低下度が第 1 の閾値（たとえば 5%）に達した場合、切替制御部 17 は、インバータ制御回路 34 に対して起動指令 $\phi 9$ を与える。

[0057] インバータ制御回路 34 は、切替制御部 17 から起動指令 $\phi 9$ を受けると、エコモードの実行中に PWM 制御によって生成したゲート信号をインバー

タ 9 へ出力する。これにより、インバータ 9 は、蓄電池 5 3 に蓄えられた直流電力を商用周波数の三相交流電力に変換する。インバータ 9 は、停電発生前に交流電源 5 0 から供給されていた三相交流電圧に同期して、商用周波数で所定振幅の三相交流電圧を出力する。インバータ 9 から出力された三相交流電圧は、出力端子 T 4 に供給される。

[0058] 次に、切替制御部 1 7 は、制御信号 ϕD を L レベルにしてサイリスタスイッチ 1 3 をオフさせる。制御信号 ϕD を L レベルにするとサイリスタスイッチ 1 3 は瞬時にオフされる。したがって、サイリスタスイッチ 1 3 がターンオフする間、出力端子 T 4 をインバータ 9 から出力される三相交流電圧に維持することができる。よって、エコモードでの給電からインバータ給電への切り替え時において、出力端子 T 4 の出力電圧が瞬間的に低下するのを防止することができる。

[0059] 本実施の形態 1 に係る無停電電源装置は、上記のように、交流電源 5 0 の電圧低下度に応じてバイパス回路のオンオフおよびインバータ 9 における逆変換を制御することによって、交流電源 5 0 の電圧低下の影響を受けずに、エコモードでの給電からインバータ給電へ無瞬断で切り替えるものである。交流電源 5 0 の電圧低下の影響を確実に抑制するためには、第 1 および第 2 の閾値の各々を、交流電源 5 0 の電圧が無停電電源装置の補償電圧（たとえば交流電源 5 0 の定格電圧の 9 0 %）よりも低下する前に、インバータ給電へ切り替わるように設定することが好ましい。

[0060] さらに、インバータ 9 を起動するタイミングを決定するための第 2 の閾値については、インバータ 9 から出力される交流電圧が、交流電源 5 0 からの交流電圧と位相および大きさが等しくなるように設定することが好ましい。本実施の形態では、インバータ 9 の出力電圧の実効値を交流電源 5 0 の定格電圧の 9 0 %（補償電圧）としたことに伴ない、第 2 の閾値を 1 0 % に設定している。これにより、交流電源 5 0 の電圧が補償電圧にまで低下したタイミングでインバータ給電に切り替えられ、インバータ 9 から補償電圧に等しい電圧を供給することができる。

[0061] 図5は、インバータ給電の実行中における電力の流れを説明するための図である。図5を参照して、インバータ給電の実行中においては、切替制御部17からの制御信号に応答して、コンタクタ16がオンされ、コンタクタ15, 14およびサイリスタスイッチ13がオフされている。コンバータ5の運転は停止されている。インバータ9は、図5において実線矢印で示されるように、蓄電池53の直流電力を商用周波数の三相交流電力に変換する。インバータ制御回路34は、蓄電池53の残容量が予め定められた下限値に達したときにインバータ9の運転を停止する。これにより、無停電電源装置はインバータ給電を終了する。

[0062] 本実施の形態1に係る無停電電源装置はさらに、インバータ給電の実行中、交流電源50からの三相交流電力の供給が再開された場合、すなわち復電した場合には、インバータ給電からエコモードによる給電に自動的に復帰することができる。図6は、インバータ給電の実行中に交流電源50の復電が検出されたときの電力の流れを説明するための図である。切替制御部17は、インバータ給電の実行中、電圧検出回路20の出力信号に基づいて交流電源50の復電を検出する。たとえば、電圧検出回路20によって検出される三相交流電圧の実効値が所定の閾値以上となったときに、切替制御部17は交流電源50の復電を検出する。

[0063] 切替制御部17は、交流電源50の復電が検出されると、コンバータ5を起動するための起動指令を生成する。切替制御部17は、生成した起動指令をコンバータ制御回路30へ出力する。起動指令に応答してコンバータ5が起動すると、コンバータ制御回路30は、コンバータ5における順変換を制御するためのゲート信号を生成してコンバータ5へ出力する。これにより、コンバータ5は、図6において点線矢印で示されるように、復電後の交流電源50から供給される三相交流電力を直流電力に変換する。コンバータ5で生成された直流電力は、インバータ9および蓄電池53に供給される。

[0064] 正弦波発生回路38は、電圧検出回路20の出力信号に基づいて、復電後の交流電源50から供給される三相交流電圧に同期して、商用周波数で所定

振幅の正弦波信号 $\phi 38$ を生成する。正弦波発生回路 38 は、生成した正弦波信号 $\phi 38$ をインバータ制御回路 34 に与える。

[0065] インバータ制御回路 34 は、変流器 36 および電圧検出回路 35 の出力信号と、正弦波発生回路 38 からの正弦波信号 $\phi 38$ とに基づいて、インバータ 9 における逆変換を制御する。このとき、インバータ制御回路 34 は、電圧検出回路 35 によって検出される三相交流電圧と、復電後の交流電源 50 からの三相交流電圧とが同期するようにインバータ 9 を制御する。

[0066] ここで、停電前に交流電源 50 から供給されていた三相交流電圧と、復電後に交流電源 50 から供給される三相交流電圧との間で位相がずれている場合には、上記のように電圧検出回路 35 によって検出される三相交流電圧と、交流電源 50 からの三相交流電圧とが同期するようにインバータ 9 を制御することによって、復電後にインバータ 9 から出力される三相交流電圧が急に変化してしまう可能性がある。このような場合、出力端子 T4 を介して負荷 52 に供給される三相交流電圧が不安定となるため、負荷 52 の運転に影響を及ぼす虞がある。そのため、インバータ制御回路 34 は、復電後、インバータ 9 から出力される三相交流電圧を、交流電源 50 からの三相交流電圧に徐々に同期させる。具体的には、インバータ制御回路 34 は、制御周期間での電圧指令値の変化量を予め定められた上限値以下に制限する。この上限値は、負荷 52 の運転に影響を与えないよう、たとえば実験等によって適合される。

[0067] インバータ制御回路 34 は、電圧検出回路 35 によって検出される三相交流電圧と、交流電源 50 からの三相交流電圧とが同期しているか否かを検出し、検出結果を示す同期検出信号 $\phi 34$ を切替制御部 17 に与える。電圧検出回路 35 によって検出される三相交流電圧と交流電源 50 からの三相交流電圧とが同期している場合、同期検出信号 $\phi 34$ は活性化レベルの H レベルにされる。一方、電圧検出回路 35 によって検出される三相交流電圧と交流電源 50 からの三相交流電圧とが同期していない場合、同期検出信号 $\phi 34$ は非活性化レベルの L レベルにされる。

- [0068] 切替制御部 17 は、同期検出信号 ϕ 34 が H レベルに活性化されると、制御信号 ϕ D を H レベルにしてサイリスタスイッチ 13 をオンさせる。次に切替制御部 17 は、制御信号 ϕ C を H レベルにしてコンタクタ 14 をオンさせる。制御信号 ϕ C を H レベルにしてから所定の応答時間の経過後にコンタクタ 14 が実際にオンする。次いで、切替制御部 17 は、制御信号 ϕ D を L レベルにしてサイリスタスイッチ 13 をオフさせる。
- [0069] インバータ制御回路 34 はさらに、インバータ 9 内部のゲート駆動回路へのゲート信号の出力を停止することにより、インバータ 9 の運転を停止する。これにより、交流電源 50 からコンタクタ 14 を介して負荷 52 に三相交流電力が供給される。
- [0070] このように交流電源 50 が復電すると、インバータ制御回路 34 は、インバータ 9 から出力される三相交流電圧と、復電後の交流電源 50 から供給される三相交流電圧とが同期するようにインバータ 9 を制御する。そして、インバータ 9 から出力される三相交流電圧と、交流電源 50 から供給される三相交流電圧とが同期したときに、切替制御部 17 はサイリスタスイッチ 13 およびコンタクタ 14 を順次オンさせることによって、インバータ給電からエコモードへの給電に切り替える。これにより、インバータ給電からエコモードへの給電へ復帰する際に、負荷 52 に供給される三相交流電圧が変動するのを防止することができる。
- [0071] 無停電電源装置の運転モードがエコモードに復帰した後、インバータ制御回路 34 は引き続き、PWM 制御によってインバータ 9 を構成する半導体スイッチング素子をオンオフするためのゲート信号を生成する。ただし、インバータ制御回路 34 は、生成したゲート信号をインバータ 9 へ出力しない。そのため、インバータ 9 は、エコモードの実行中は運転されず、逆変換の待機状態となる。
- [0072] 以上のように、本発明の実施の形態 1 に係る無停電電源装置によれば、エコモードでの給電からインバータ給電への切り替え時に瞬時電圧低下が発生するのを防止することができる。

[0073] また、インバータ給電へ移行した後に交流電源が復電した場合には、瞬時電圧低下を防止しながら、エコモードによる給電に自動的に復帰することができる。これにより、負荷への給電安定性を確保しながら、無停電電源装置の運転効率を向上させることができる。

[0074] なお、上記の実施の形態 1 において、インバータ給電は「第 1 の動作モード」に対応し、エコモードは「第 2 の動作モード」に対応する。また、コンタクタ 15 は「第 1 のスイッチ」に対応し、コンタクタ 16 は「第 2 のスイッチ」に対応し、コンタクタ 2 は「第 3 のスイッチ」に対応する。サイリスタスイッチ 13 およびコンタクタ 14 は「バイパス回路」を構成する。

[0075] なお、上記の実施の形態 1 では、直流電力を蓄えるための電力貯蔵装置を蓄電池 53 とする構成について例示したが、たとえば図 7 に示すように、電気二重層キャパシタ 54 などの蓄電池以外の電力貯蔵要素を適用してもよい。

[0076] [実施の形態 2]

上述の実施の形態 1 に係る無停電電源装置では、エコモードにおいて交流電源 50 からの三相交流電力を負荷 52 に供給する構成について説明したが、バイパス交流電源 51 からの三相交流電力を供給するようにしてもよい。この発明の実施の形態 2 では、エコモードにおいてバイパス交流電源 51 からの三相交流電力を供給する構成について説明する。

[0077] 図 8 は、本発明の実施の形態 2 に係る無停電電源装置の全体構成図である。実施の形態 2 に係る無停電電源装置は、図 1 に示した実施の形態 1 に係る無停電電源装置において、コンタクタ 15, 16 を削除するとともに、電圧検出回路 20 に代えて、電圧検出回路 21 を設けたものである。

[0078] 図 8 を参照して、切替制御部 17 は、エコモード設定部 18 からエコモード設定信号 ϕ 18 を受けると、運転モードを、交流電源 50 からの三相交流電力をコンバータ 5 およびインバータ 9 を介して負荷 52 に供給する通常モードから、バイパス交流電源 51 からの三相交流電力をバイパス回路を介して負荷 52 に供給するエコモードに切替える。

[0079] 具体的には、切替制御部 17 は、エコモード設定信号 ϕ 18 を受けると、バイパス交流電源 51 と負荷 52 との間に電力経路が形成されるように、コンタクタ 14 およびサイリスタスイッチ 13 を制御する。切替制御部 17 は、エコモード設定信号 ϕ 18 を受けると、制御信号 ϕ D を H レベルにしてサイリスタスイッチ 13 をオンさせ、制御信号 ϕ C を H レベルにしてコンタクタ 14 をオンさせる。制御信号 ϕ D を H レベルにするとサイリスタスイッチ 13 は瞬時にオンする。一方、制御信号 ϕ C を H レベルにしてから所定の応答時間の経過後にコンタクタ 14 はオンする。コンタクタ 14 がオンされると、切替制御部 17 は制御信号 ϕ D を L レベルにしてサイリスタスイッチ 13 をオフさせる。

[0080] 図 9 は、エコモードの実行中における電力の流れを説明するための図である。エコモードでは、図 9 において実線矢印で示されるように、バイパス交流電源 51 から供給される三相交流電力をコンタクタ 14 を介して負荷 52 に供給する。

[0081] 電力変換制御部 19 は、エコモード設定部 18 からエコモード設定信号 ϕ 18 を受けると、蓄電池 53 に直流電力を蓄えるためにコンバータ 5 を運転させる。具体的には、電力変換制御部 19 は、蓄電池 53 が所定の満充電状態になるように、蓄電池 53 の残容量に応じてコンバータ 5 における順変換を制御する。エコモードの実行中においても、必要に応じてコンバータ 5 を運転させることにより、図 9 において点線矢印で示されるように、蓄電池 53 に直流電力を蓄えておくことができる。

[0082] 再び図 8 を参照して、電力変換制御部 19 はさらに、エコモードの実行中、インバータ 9 を構成する半導体スイッチング素子をオンオフするためのゲート信号を生成する。電力変換制御部 19 は、バイパス交流電源 51 から供給される三相交流電圧と同期した三相交流電圧がインバータ 9 から出力されるように、ゲート信号を生成する。ただし、電力変換制御部 19 は、エコモードの実行中、生成したゲート信号をインバータ 9 内部のゲート駆動回路へ出力しない。そのため、インバータ 9 は、エコモードの実行中は運転されず

、電力変換制御部 19 からゲート信号が入力されるまで待機状態（ゲート信号入力待ち状態）となる。

[0083] 電圧検出回路 21 は、バイパス交流電源 51 から供給される三相交流電圧の瞬時値を検出し、検出値を示す信号を切替制御部 17 に与える。切替制御部 17 は、エコモードの実行中、電圧検出回路 21 の出力信号に基づいてバイパス交流電源 51 の電圧低下を検出する。切替制御部 17 は、バイパス交流電源 51 の電圧低下が検出されると、待機状態のインバータ 9 を起動するための起動指令 $\phi 9$ を生成する。切替制御部 17 は、生成した起動指令 $\phi 9$ を電力変換制御部 19 へ出力する。この起動指令 $\phi 9$ に応答してインバータ 9 が起動することにより、無停電電源装置は、エコモードでの給電からインバータ給電へと切り替えられる。

[0084] 図 10 は、エコモードの実行中にバイパス交流電源 51 の電圧低下が検出されたときの電力の流れを説明するための図である。図 10 を参照して、エコモードの実行中、切替制御部 17 は、電圧検出回路 21 の出力信号に基づいてバイパス交流電源 51 の電圧低下を検出する。具体的には、切替制御部 17 は、電圧検出回路 21 の出力信号に基づいて、バイパス交流電源 51 から供給される三相交流電圧の実効値を検出する。切替制御部 17 は、検出された三相交流電圧の実効値と基準電圧との偏差に基づいて、バイパス交流電源 51 の電圧低下度を算出する。基準電圧はたとえばバイパス交流電源 51 の定格電圧に設定されている。電圧低下度は、基準電圧に対する三相交流電圧の実効値の偏差／基準電圧で定義される。

[0085] 切替制御部 17 は、エコモードの実行中、バイパス交流電源 51 の電圧低下度と第 1 の閾値とを比較する。第 1 の閾値はたとえば 5 % に設定される。バイパス交流電源 51 の電圧低下度が 5 % に達した場合、切替制御部 17 は、制御信号 ϕD を H レベルにしてサイリスタスイッチ 13 をオンさせる一方で、制御信号 ϕC を L レベルにしてコンタクタ 14 をオフさせる。

[0086] このとき、制御信号 ϕD を H レベルにするとサイリスタスイッチ 13 は瞬時にオンする。一方、コンタクタ 14 は制御信号 ϕC を L レベルにしてから

所定の応答時間経過後にオフする。したがって、サイリスタスイッチ 13 がオンされた後、コンタクタ 14 がオフされる。これにより、バイパス交流電源 51 から供給された三相交流電力はサイリスタスイッチ 13 を介して出力端子 T4 にまで導かれる。

[0087] 切替制御部 17 は続いて、バイパス交流電源 51 の電圧低下度と第 2 の閾値とを比較する。第 2 の閾値は、第 1 の閾値よりも大きい値であり、たとえば 10% に設定される。切替制御部 17 は、バイパス交流電源 51 の電圧低下度が 10% に達した場合、待機状態のインバータ 9 に対して起動指令 $\phi 9$ を与える。この起動指令 $\phi 9$ を受けてインバータ 9 が起動すると、電力変換制御部 19 は、エコモードの実行中に生成していたゲート信号をインバータ 9 内部のゲート駆動回路へ出力する。インバータ 9 を構成する半導体スイッチング素子の各々がゲート信号に従ってオンオフされる。これにより、インバータ 9 は、図 10 において点線矢印で示されるように、蓄電池 53 の直流電力を商用周波数の三相交流電力に変換する。インバータ 9 から出力された三相交流電力は出力端子 T4 に供給される。

[0088] このようにして起動指令 $\phi 9$ に応答してインバータ 9 における逆変換が実行されると、切替制御部 17 は、制御信号 ϕD を L レベルにしてサイリスタスイッチ 13 をオフさせる。制御信号 ϕD を L レベルにしてからサイリスタスイッチ 13 は瞬時にオフされるため、サイリスタスイッチ 13 がターンオフする間、出力端子 T4 をインバータ 9 から出力される三相交流電圧に維持することができる。これにより、エコモードでの給電からインバータ給電への切り替え時において、出力端子 T4 に出力される電圧が瞬間的に低下するのを防止することができる。

[0089] 図 11 は、本発明の実施の形態 2 に係る無停電電源装置におけるエコモードでの給電からインバータ給電へ切り替えるための制御構成を示す機能ブロック図である。図 11 を参照して、電力変換制御部 19 は、コンバータ制御回路 30 と、インバータ制御回路 34 と、電圧検出回路 33, 35 と、正弦波発生回路 38 とを含む。

- [0090] 電圧検出回路 33 は、電解コンデンサ 8 の端子間電圧を検出し、検出値をコンバータ制御回路 30 に与える。コンバータ制御回路 30 は、エコモード設定部 18 からエコモード設定信号 $\phi 18$ を受けると、変流器 32 および電圧検出回路 33 の出力信号に基づいて、所定の直流電圧が蓄電池 53 に供給されるようにコンバータ 5 における順変換を制御する。
- [0091] 電圧検出回路 35 は、インバータ 9 から出力される三相交流電圧の瞬時値を検出し、検出値をインバータ制御回路 34 に与える。正弦波発生回路 38 は、電圧検出回路 21 の出力信号に基づいて、バイパス交流電源 51 から供給される三相交流電圧に同期して、商用周波数で所定振幅の正弦波信号 $\phi 38$ を生成する。この所定振幅は、たとえば正弦波信号 $\phi 38$ の実効値がバイパス交流電源 51 の定格電圧の 90% となるように設定される。なお、バイパス交流電源 51 の定格電圧の 90% とは、バイパス交流電源 51 の異常時に無停電電源装置が補償すべき補償電圧に相当する。正弦波発生回路 38 は、生成した正弦波信号 $\phi 38$ をインバータ制御回路 34 に与える。
- [0092] インバータ制御回路 34 は、エコモード設定部 18 からエコモード設定信号 $\phi 18$ を受けると、変流器 36 および電圧検出回路 35 の出力信号と、正弦波発生回路 38 からの正弦波信号 $\phi 38$ とに基づいて、インバータ 9 における逆変換を制御する。具体的には、インバータ制御回路 34 は、電圧検出回路 35 の出力信号と正弦波発生回路 38 で生成された正弦波信号 $\phi 38$ との偏差に基づいて電流指令値を生成する。インバータ制御回路 34 はさらに、生成した電流指令値と変流器 36 の出力信号との偏差を求めると、当該偏差がなくなるように電圧指令値を生成する。インバータ制御回路 34 は、生成した電圧指令値に基づいてインバータ 9 を PWM 制御する。このとき、インバータ制御回路 34 は、電圧検出回路 35 によって検出される三相交流電圧と、バイパス交流電源 51 からの三相交流電圧とが同期するようにインバータ 9 を制御する。
- [0093] インバータ制御回路 34 は、エコモードの実行中、上記の PWM 制御によってインバータ 9 を構成する半導体スイッチング素子をオンオフするための

ゲート信号を生成する。ただし、インバータ制御回路 34 は、生成したゲート信号をインバータ 9 内部のゲート駆動回路へ出力しない。そのため、インバータ 9 は、エコモードの実行中は運転されず、待機状態（ゲート信号入力待ち状態）となる。このようにして、エコモードの実行中、コンバータ 5 は、交流電源 50 からの三相交流電力を直流電力に変換して蓄電池 53 に供給する。一方、インバータ 9 は逆変換の待機状態となる。

[0094] エコモードの実行中、切替制御部 17 は、電圧検出回路 21 の出力信号に基づいてバイパス交流電源 51 の電圧低下を検出する。切替制御部 17 は、電圧検出回路 21 によって検出される三相交流電圧の実効値と基準電圧（定格電圧）との偏差に基づいて、バイパス交流電源 51 の電圧低下度を算出する。バイパス交流電源 51 の電圧低下度が第 1 の閾値（たとえば 5 %）に達した場合、切替制御部 17 は、インバータ制御回路 34 に対して起動指令 $\phi 9$ を与える。

[0095] インバータ制御回路 34 は、切替制御部 17 から起動指令 $\phi 9$ を受けると、エコモードの実行中に PWM 制御によって生成したゲート信号をインバータ 9 へ出力する。これにより、インバータ 9 は、蓄電池 53 に蓄えられた直流電力を商用周波数の三相交流電力に変換する。インバータ 9 は、停電発生前に交流電源 50 から供給されていた三相交流電圧に同期して、商用周波数で所定振幅の三相交流電圧を出力する。インバータ 9 から出力された三相交流電圧は、出力端子 T4 に供給される。

[0096] 次に、切替制御部 17 は、制御信号 ϕD を L レベルにしてサイリスタスイッチ 13 をオフさせる。制御信号 ϕD を L レベルにするとサイリスタスイッチ 13 は瞬時にオフされる。したがって、サイリスタスイッチ 13 がターンオフする間、出力端子 T4 をインバータ 9 から出力される三相交流電圧に維持することができる。よって、エコモードでの給電からインバータ給電への切り替え時において、出力端子 T4 の出力電圧が瞬間的に低下するのを防止することができる。

[0097] インバータ給電の実行中においては、切替制御部 17 からの制御信号に応

答して、コンタクタ 14 およびサイリスタスイッチ 13 がオフされている。インバータ 9 は、蓄電池 53 の直流電力を商用周波数の三相交流電力に変換する。インバータ制御回路 34 は、蓄電池 53 の残容量が予め定められた下限値に達したときにインバータ 9 の運転を停止する。これにより、無停電電源装置はインバータ給電を終了する。

[0098] 本実施の形態 2 に係る無停電電源装置はさらに、インバータ給電の実行中、バイパス交流電源 51 からの三相交流電力の供給が再開された場合、すなわち復電した場合には、インバータ給電からエコモードによる給電に自動的に復帰することができる。具体的には、切替制御部 17 は、インバータ給電の実行中、電圧検出回路 21 の出力信号に基づいてバイパス交流電源 51 の復電を検出する。たとえば、電圧検出回路 21 によって検出される三相交流電圧の実効値が所定の閾値以上となったときに、切替制御部 17 はバイパス交流電源 51 の復電を検出する。

[0099] バイパス交流電源 51 の復電が検出されると、正弦波発生回路 38 は、電圧検出回路 21 の出力信号に基づいて、復電後のバイパス交流電源 51 から供給される三相交流電圧に同期して、商用周波数で所定振幅の正弦波信号 ϕ 38 を生成する。正弦波発生回路 38 は、生成した正弦波信号 ϕ 38 をインバータ制御回路 34 に与える。

[0100] インバータ制御回路 34 は、変流器 36 および電圧検出回路 35 の出力信号と、正弦波発生回路 38 からの正弦波信号 ϕ 38 とに基づいて、インバータ 9 における逆変換を制御する。このとき、インバータ制御回路 34 は、電圧検出回路 35 によって検出される三相交流電圧と、復電後のバイパス交流電源 51 からの三相交流電圧とが同期するようにインバータ 9 を制御する。なお、上記の実施の形態 1 で説明したように、停電前にバイパス交流電源 51 から供給されていた三相交流電圧と、復電後にバイパス交流電源 51 から供給される三相交流電圧との間で位相がずれている場合には、上記のように電圧検出回路 35 によって検出される三相交流電圧と、バイパス交流電源 51 からの三相交流電圧とが同期するようにインバータ 9 を制御することによ

って、復電後にインバータ 9 から出力される三相交流電圧が急に変化してしまう可能性がある。そのため、インバータ制御回路 3 4 は、復電後、インバータ 9 から出力される三相交流電圧を、バイパス交流電源 5 1 からの三相交流電圧に徐々に同期させる。具体的には、インバータ制御回路 3 4 は、制御周期間での電圧指令値の変化量を予め定められた上限値以下に制限する。この上限値は、負荷 5 2 の運転に影響を与えないよう、たとえば実験等によって適合される。

[0101] インバータ制御回路 3 4 は、電圧検出回路 3 5 によって検出される三相交流電圧と、バイパス交流電源 5 1 からの三相交流電圧とが同期しているか否かを検出し、検出結果を示す同期検出信号 ϕ 3 4 を切替制御部 1 7 に与える。電圧検出回路 3 5 によって検出される三相交流電圧とバイパス交流電源 5 1 からの三相交流電圧とが同期している場合、同期検出信号 ϕ 3 4 は活性化レベルの H レベルにされる。一方、電圧検出回路 3 5 によって検出される三相交流電圧とバイパス交流電源 5 1 からの三相交流電圧とが同期していない場合、同期検出信号 ϕ 3 4 は非活性化レベルの L レベルにされる。

[0102] 切替制御部 1 7 は、同期検出信号 ϕ 3 4 が H レベルに活性化されると、制御信号 ϕ D を H レベルにしてサイリスタスイッチ 1 3 をオンさせる。次に切替制御部 1 7 は、制御信号 ϕ C を H レベルにしてコンタクタ 1 4 をオンさせる。制御信号 ϕ C を H レベルにしてから所定の応答時間の経過後にコンタクタ 1 4 が実際にオンする。次いで、切替制御部 1 7 は、制御信号 ϕ D を L レベルにしてサイリスタスイッチ 1 3 をオフさせる。

[0103] インバータ制御回路 3 4 はさらに、インバータ 9 内部のゲート駆動回路へのゲート信号の出力を停止することにより、インバータ 9 の運転を停止する。これにより、交流電源 5 0 からコンタクタ 1 4 を介して負荷 5 2 に三相交流電力が供給される。

[0104] このように、バイパス交流電源 5 1 が復電すると、インバータ制御回路 3 4 は、インバータ 9 から出力される三相交流電圧と、復電後のバイパス交流電源 5 1 から供給される三相交流電圧とが同期するようにインバータ 9 を制

御する。そして、インバータ 9 から出力される三相交流電圧と、バイパス交流電源 5 1 から供給される三相交流電圧とが同期したときに、切替制御部 1 7 はサイリスタスイッチ 1 3 およびコンタクタ 1 4 を順次オンさせることによって、インバータ給電からエコモードへの給電に切り替える。これにより、インバータ給電からエコモードへの給電へ復帰する際に、負荷 5 2 に供給される三相交流電圧が変動するのを防止することができる。

[0105] 無停電電源装置の運転モードがエコモードに復帰した後、インバータ制御回路 3 4 は引き続き、PWM制御によってインバータ 9 を構成する半導体スイッチング素子をオンオフするためのゲート信号を生成する。ただし、インバータ制御回路 3 4 は、生成したゲート信号をインバータ 9 へ出力しない。そのため、インバータ 9 は、エコモードの実行中は運転されず、逆変換の待機状態となる。

[0106] 以上のように、本発明の実施の形態 2 に係る無停電電源装置によれば、エコモードでの給電からインバータ給電への切り替え時に瞬時電圧低下が発生するのを防止することができる。

[0107] また、インバータ給電へ移行した後に交流電源が復電した場合には、瞬時電圧低下を防止しながら、エコモードによる給電に自動的に復帰することができる。これにより、負荷への給電安定性を確保しながら、無停電電源装置の運転効率を向上させることができる。

[0108] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0109] 1 筐体、2, 7, 12, 14, 15, 16 コンタクタ、3, 6 ヒューズ、4, 10 リアクトル、5 コンバータ、8 電解コンデンサ、9 インバータ、11 コンデンサ、13 サイリスタスイッチ、17 切替制御部、18 エコモード設定部、19 電力変換制御部、20, 21, 22

， 33， 35 電圧検出回路、30 コンバータ制御回路、32， 36 変流器、34 インバータ制御回路、50 交流電源、51 バイパス交流電源、52 負荷、53 蓄電池、54 電気二重層キャパシタ。

請求の範囲

[請求項1]

交流電源と負荷との間に接続される無停電電源装置であって、
前記交流電源からの交流電力を直流電力に順変換するコンバータと、
、
前記コンバータが出力する直流電力または電力貯蔵装置が出力する直流電力を交流電力に逆変換して前記負荷に供給するインバータと、
前記交流電源と前記負荷との間に並列接続された半導体スイッチおよびコンタクタを含むバイパス回路と、
前記コンバータおよび前記インバータにおける電力変換を制御する電力変換制御部と、
前記半導体スイッチおよび前記コンタクタのオンオフを制御する切替制御部とを備え、
前記無停電電源装置は、前記インバータから前記負荷に交流電力を供給する第1の動作モードと、前記交流電源から前記バイパス回路を経由させて前記負荷に交流電力を供給する第2の動作モードとを有しており、前記第2の動作モードが選択されている場合に前記交流電源の電圧低下を検出したときには、前記第1の動作モードに移行するように構成され、
前記切替制御部は、前記第2の動作モードが選択されている場合には、前記コンタクタをオンするとともに前記半導体スイッチをオフする一方で、前記交流電源の電圧低下度が第1の閾値に達したときに、前記半導体スイッチをオンさせた後に前記コンタクタをオフさせ、
前記電力変換制御部は、前記第2の動作モードが選択されている場合において、前記交流電源の電圧低下度が前記第1の閾値よりも小さい前記第2の閾値に達したときに、前記インバータに逆変換を実行させて前記電力貯蔵装置が出力する直流電力を交流電力に変換するとともに、前記インバータから出力される交流電圧が前記交流電源から供給されている交流電圧に同期するように、前記インバータにおける逆

変換を制御し、

前記切替制御部は、前記コンタクタをオフさせた後に前記電力変換制御部により前記インバータにおける逆変換が実行されたときに、前記半導体スイッチをオフさせる、無停電電源装置。

[請求項2] 前記電力変換制御部は、前記インバータから出力される交流電圧が、前記交流電源から供給される交流電圧に同期するように、前記インバータを制御するためのゲート信号を生成するように構成され、

前記第2の動作モードでは、前記電力変換制御部は、前記ゲート信号の出力を停止することにより前記インバータを逆変換の待機状態とし、前記交流電源の電圧低下度が前記第2の閾値に達したときに、前記インバータに前記ゲート信号を出力する、請求項1に記載の無停電電源装置。

[請求項3] 前記無停電電源装置は、前記第1の動作モードに移行した後に前記交流電源からの交流電力の供給が再開する復電を検出したときには、前記第2の動作モードへ復帰するように構成され、

前記第1の動作モードでは、前記電力変換制御部は、前記交流電源の復電が検出されたことに応じて、前記インバータから出力される交流電圧が、復電後の前記交流電源から供給される交流電圧に同期するように、前記インバータにおける逆変換を制御し、

前記切替制御部は、前記インバータから出力される交流電圧が復電後の前記交流電源から供給される交流電圧に同期したときに、前記半導体スイッチおよび前記コンタクタを順次オンさせ、前記コンタクタをオンさせた後に前記半導体スイッチをオフさせる、請求項1または2に記載の無停電電源装置。

[請求項4] 前記交流電源から交流電力を受けて前記コンバータに供給する入力端子と、

前記交流電源から交流電力を受けるバイパス端子と、

前記バイパス端子と前記バイパス回路との間に接続される第1のス

イッチと、

前記入力端子および前記コンバータの交流側端子との間に位置する第1のノードと前記バイパス回路との間に接続される第2のスイッチと、

前記入力端子および前記第1のノードの間に接続される第3のスイッチとをさらに備え、

前記第2の動作モードでは、前記切替制御部は、前記第2および第3のスイッチをオンする一方で、前記第1のスイッチをオフすることにより、前記入力端子に供給される交流電力を前記コンタクタを経由させて前記負荷に供給する、請求項1から3のいずれか1項に記載の無停電電源装置。

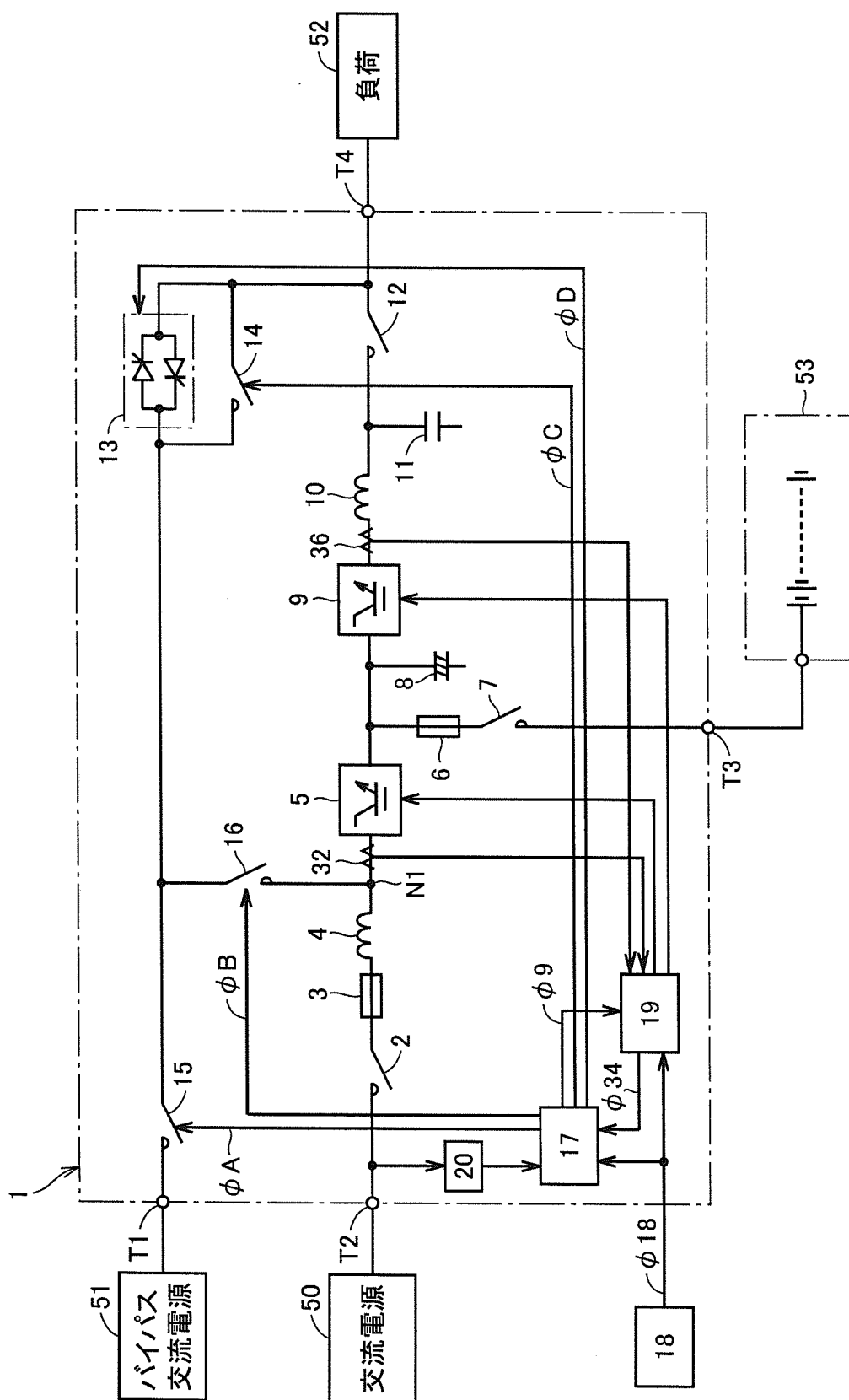
[請求項5]

前記交流電源から交流電力を受けて前記コンバータに供給する入力端子と、

前記交流電源から交流電力を受けて前記バイパス回路に供給するバイパス端子をさらに備え、

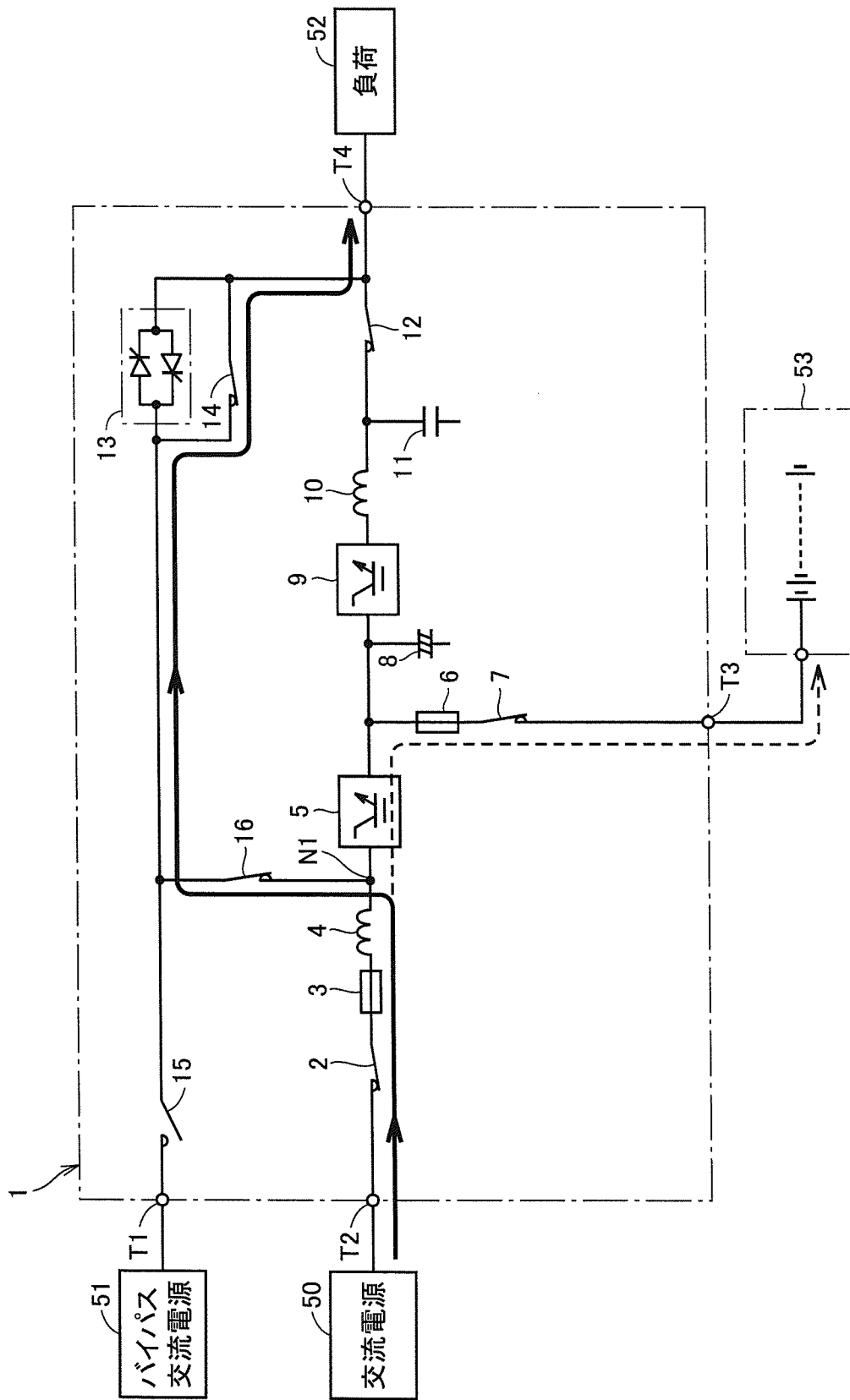
前記第2の動作モードでは、前記切替制御部は、前記バイパス端子に供給される交流電力を前記コンタクタを経由させて前記負荷に供給する、請求項1から3のいずれか1項に記載の無停電電源装置。

[図1]



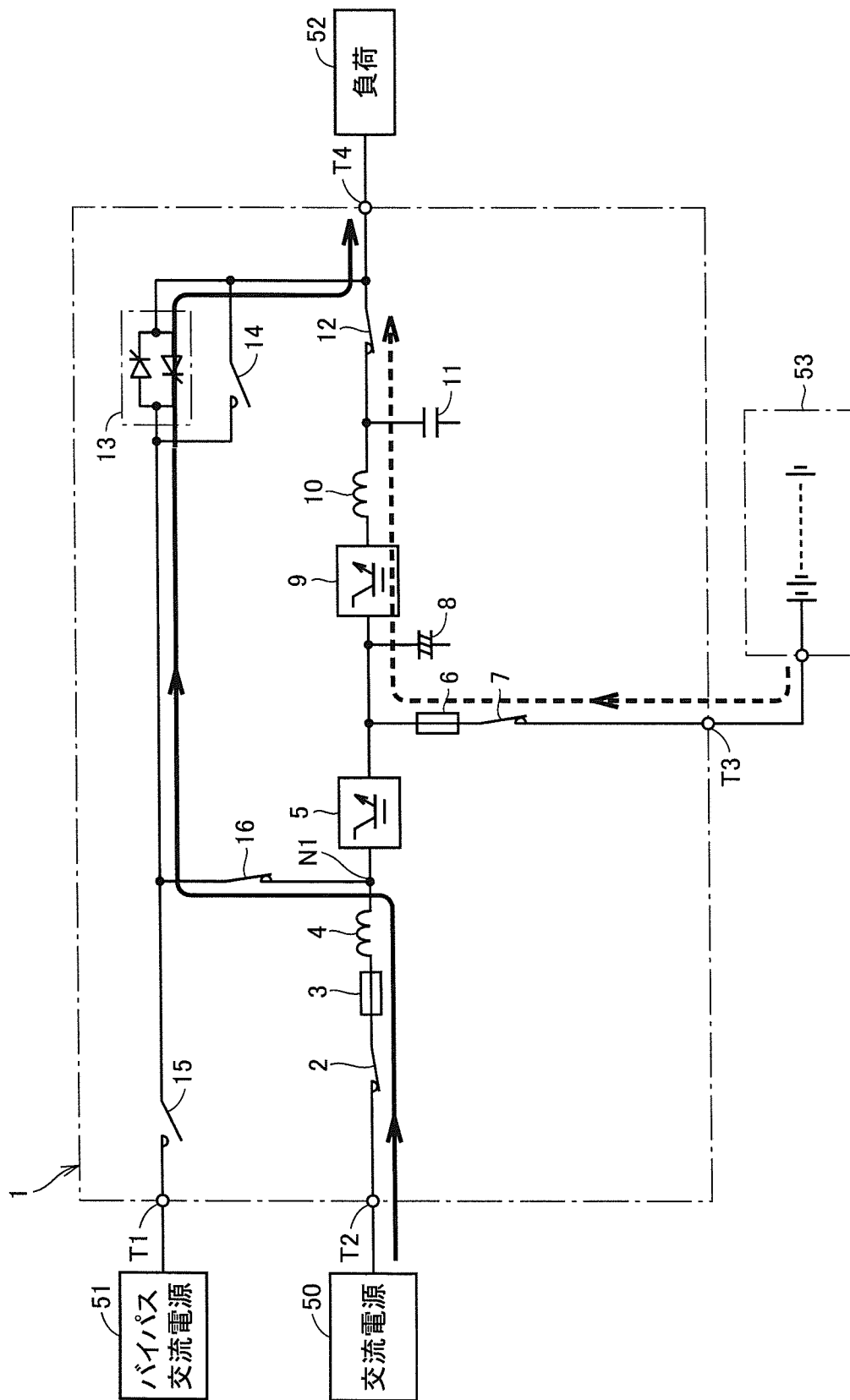
[図2]

FIG.2



[図3]

FIG.3



[図4]

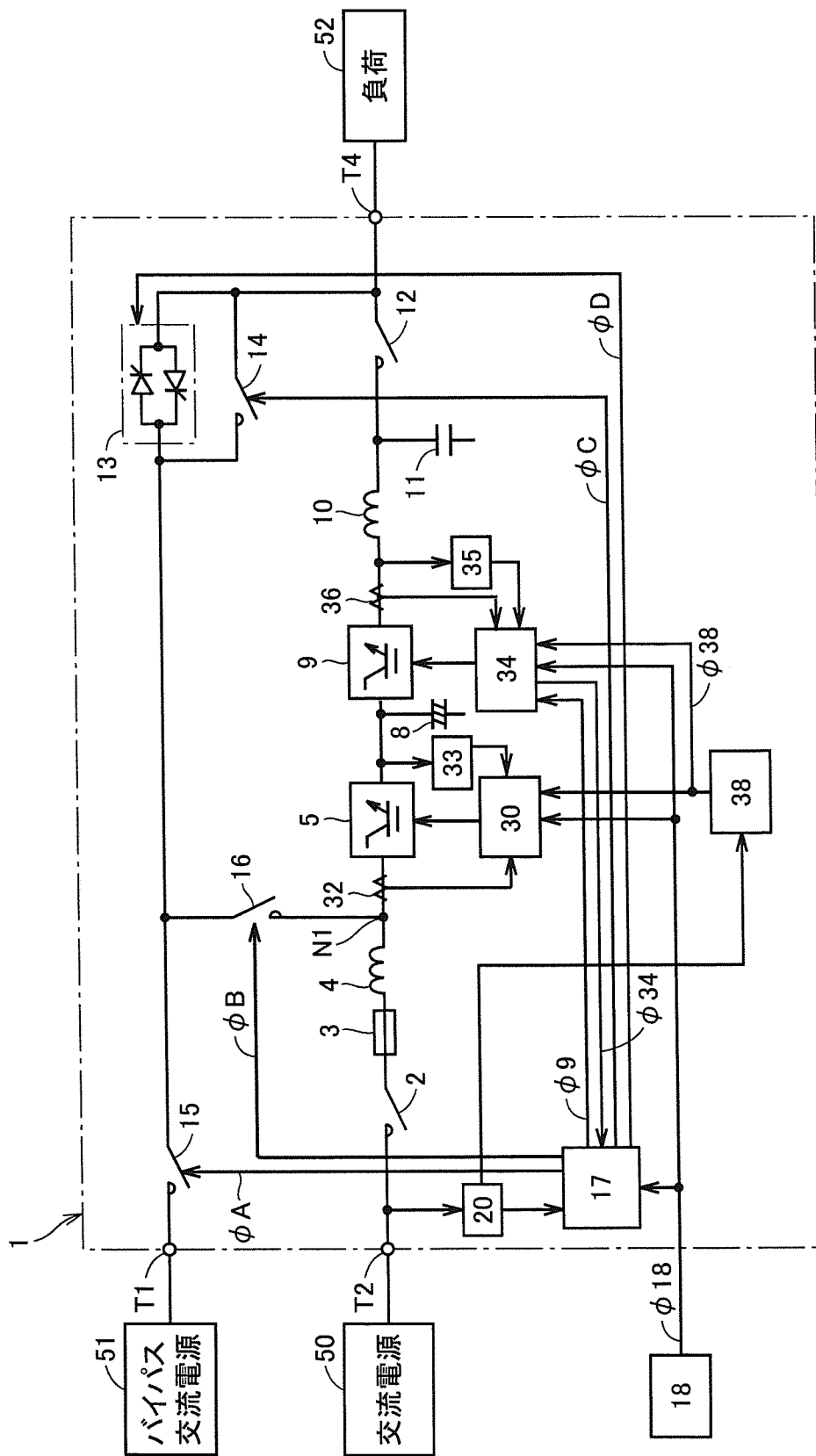


FIG. 4

[図5]

FIG.5

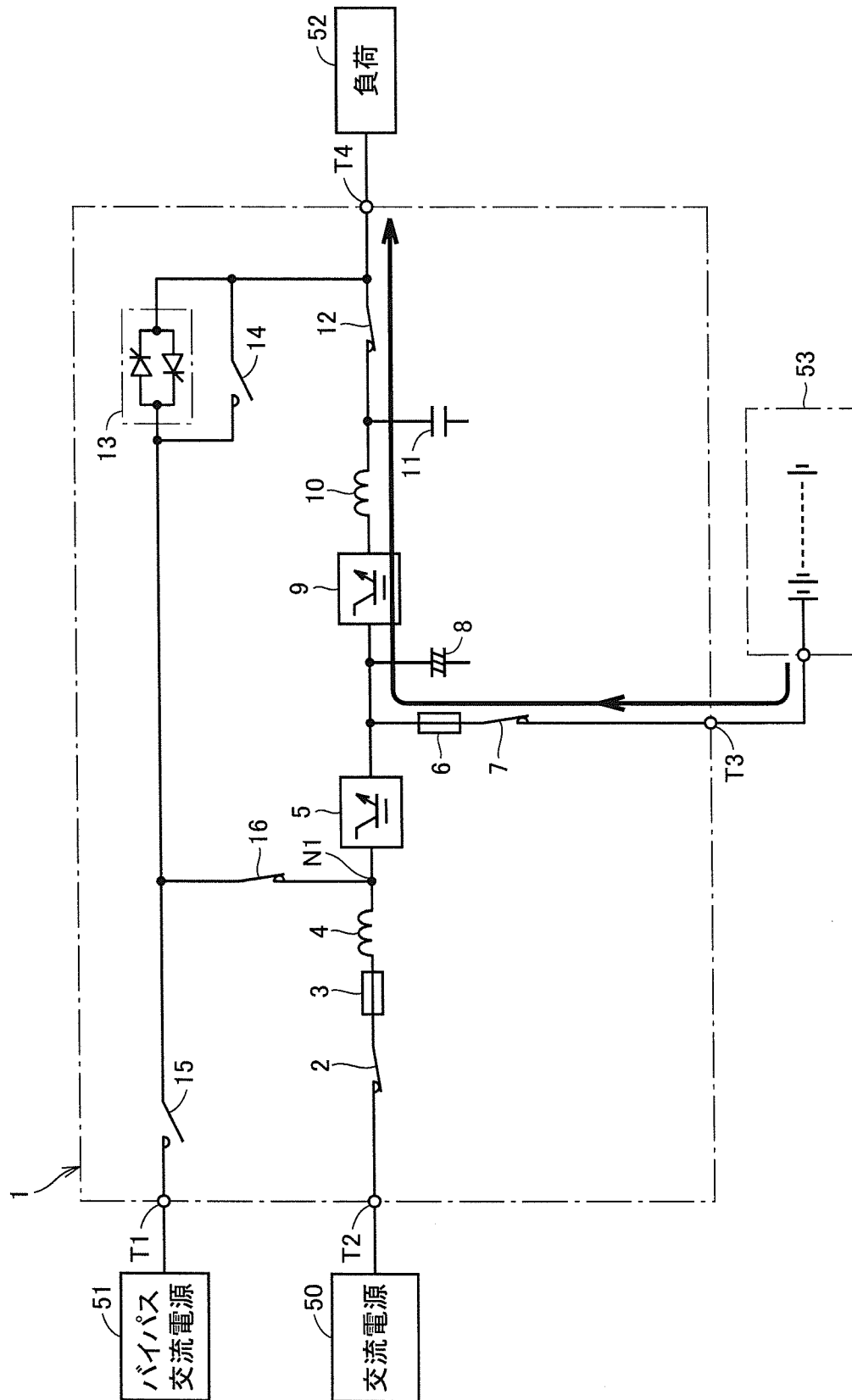
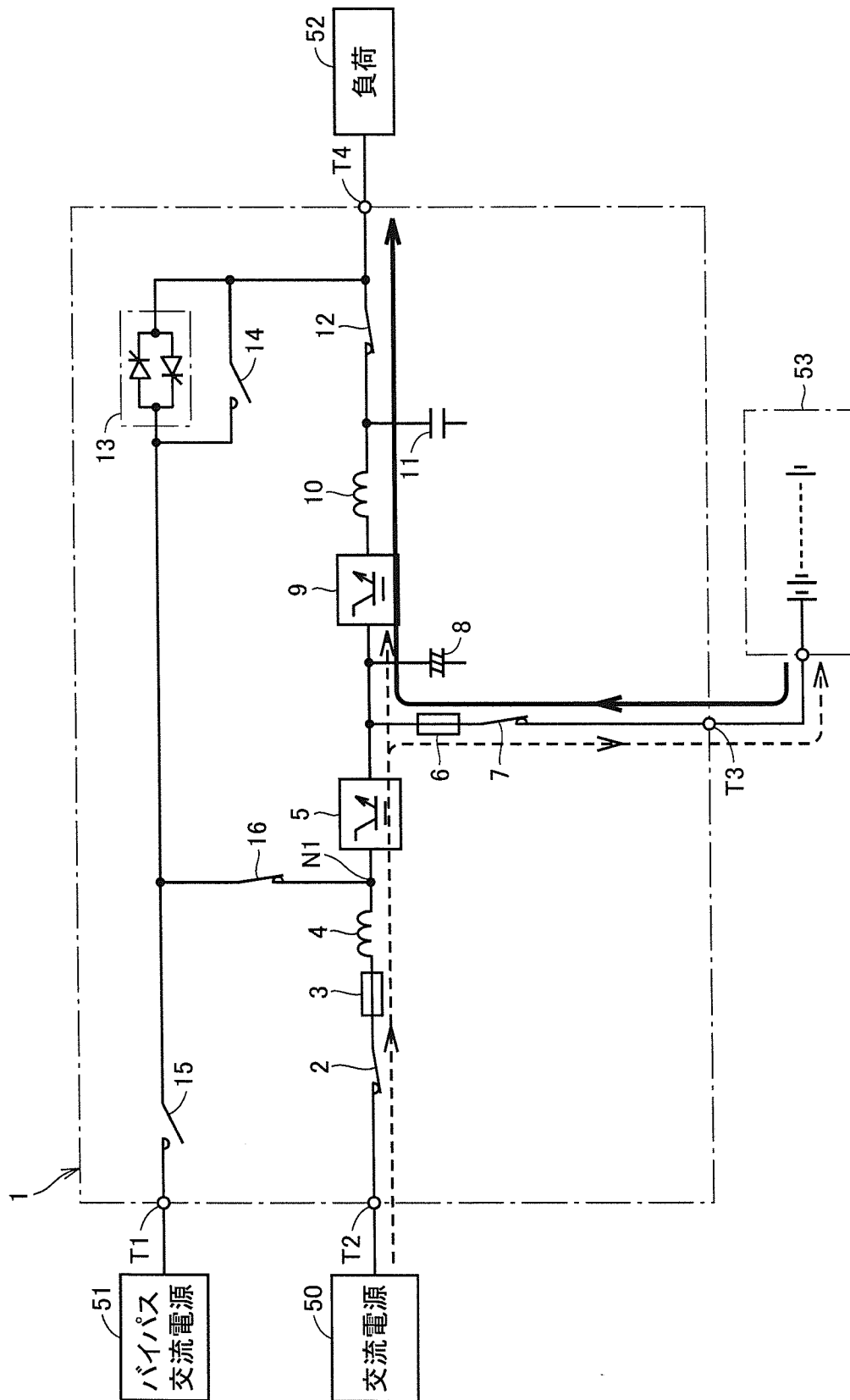
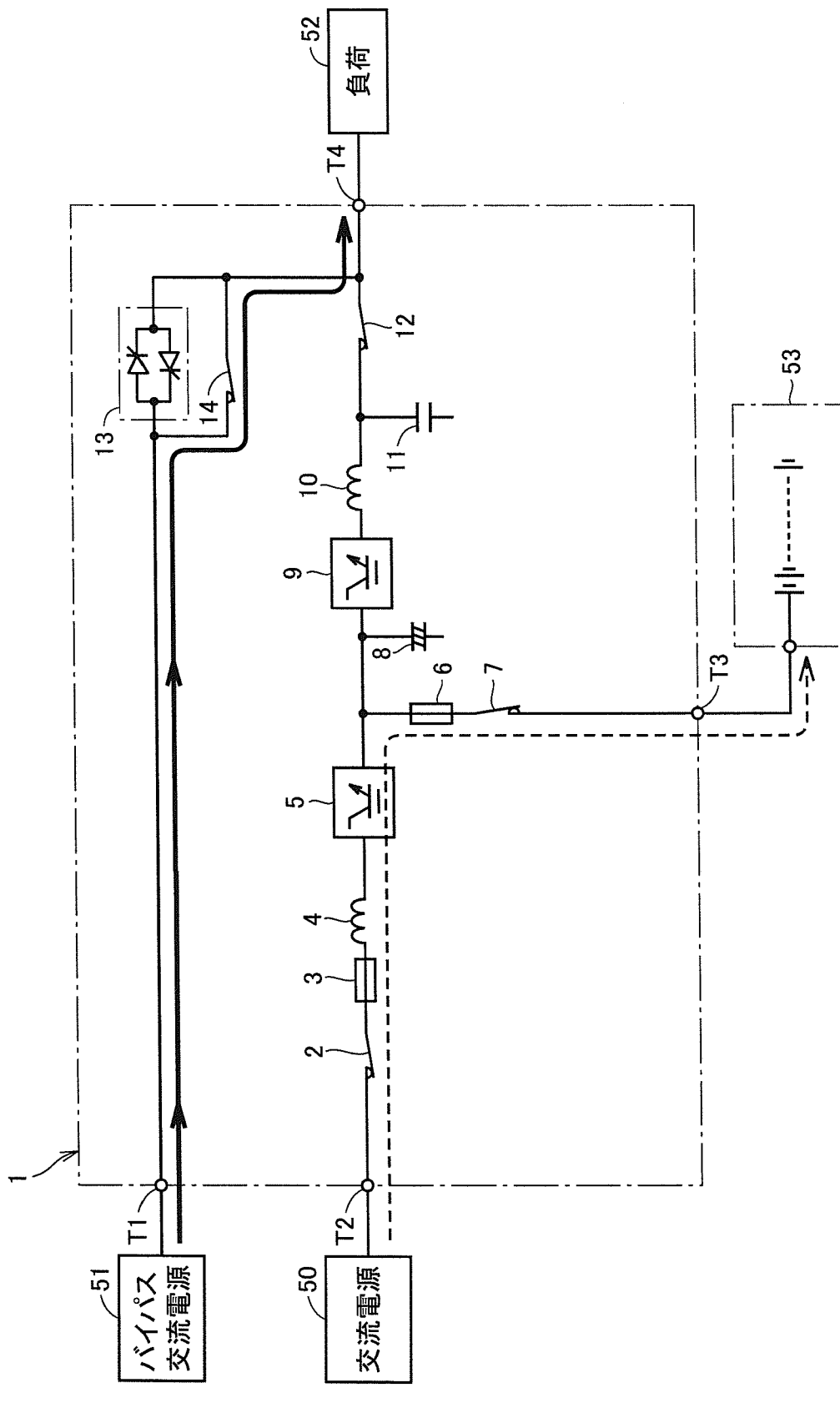


FIG. 6



[図9]



[図10]

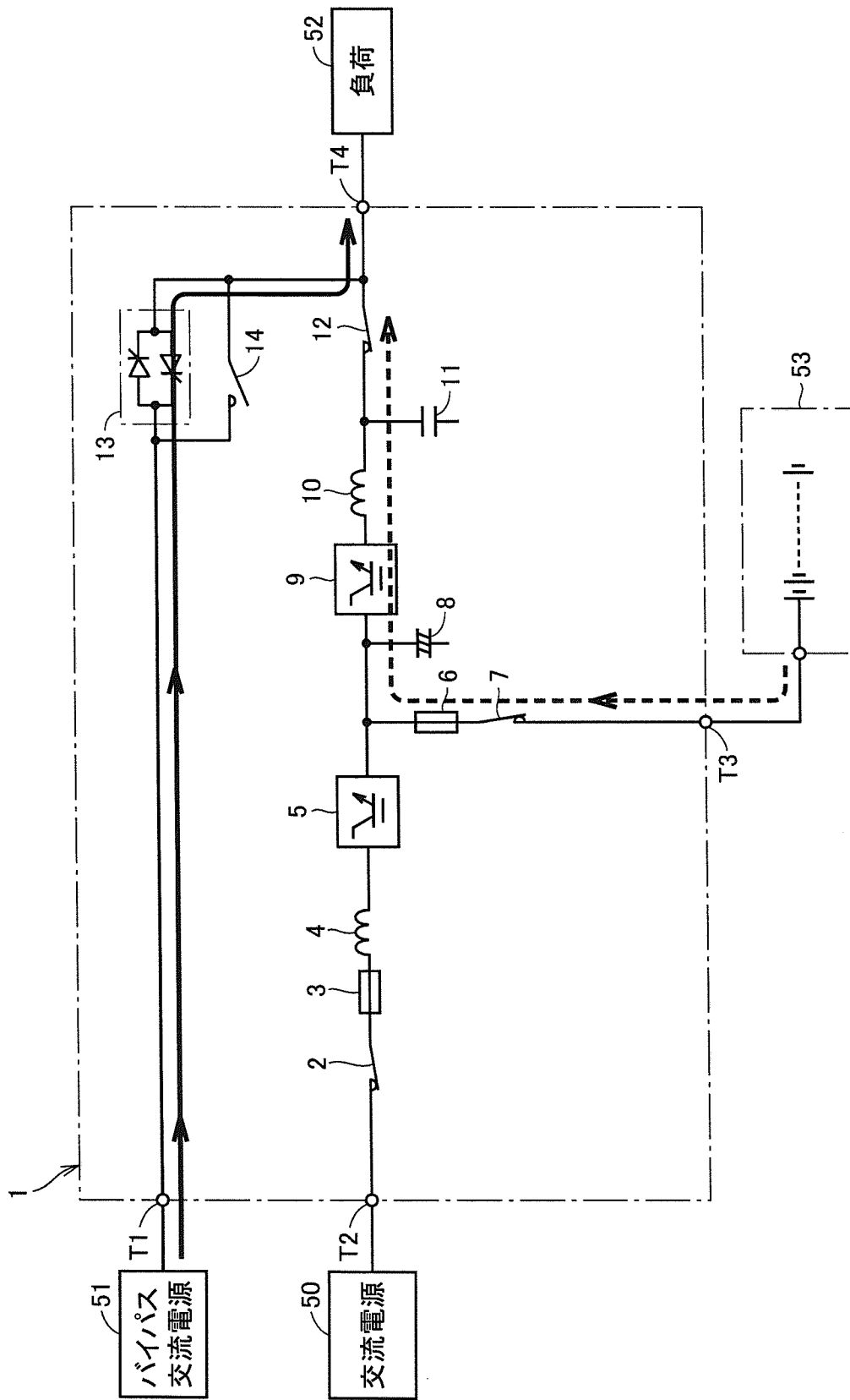


FIG.10

[図11]

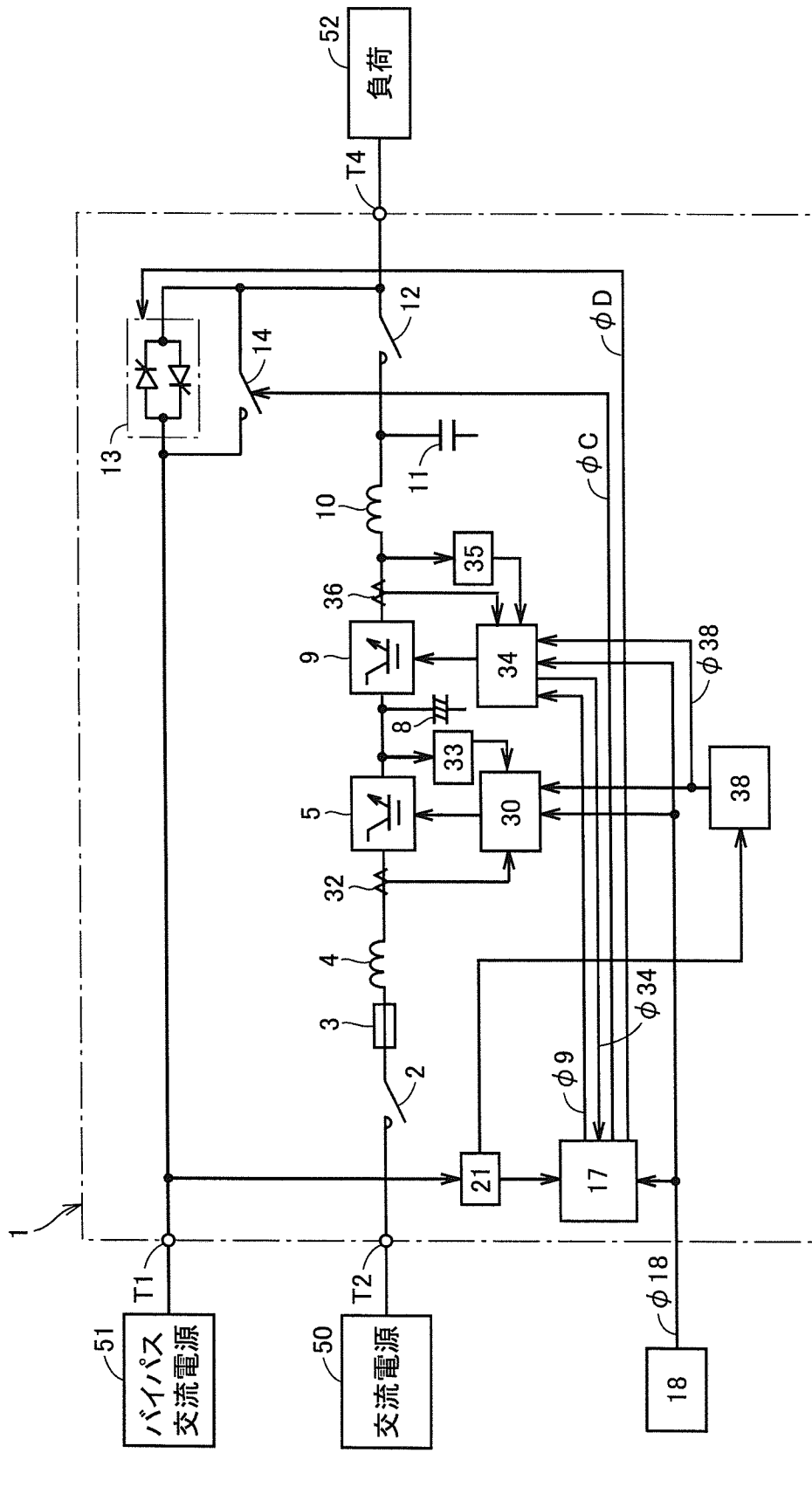


FIG.11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/066988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J9/00(2006.01)i, H02J9/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J9/00-11/00;

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-110887 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 06 June 2013 (06.06.2013), fig. 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2010-93884 A (Fuji Electric Systems Co., Ltd.), 22 April 2010 (22.04.2010), fig. 2 (Family: none)	1-5
A	JP 2007-228661 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 06 September 2007 (06.09.2007), fig. 1 (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 August, 2014 (11.08.14)

Date of mailing of the international search report
19 August, 2014 (19.08.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J9/00(2006.01)i, H02J9/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J9/00-11/00;

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-110887 A（東芝三菱電機産業システム株式会社） 2013.06.06, 図1（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2010-93884 A（富士電機システムズ株式会社）2010.04.22, 図2 （ファミリーなし）	1-5
A	JP 2007-228661 A（東芝三菱電機産業システム株式会社） 2007.09.06, 図1（ファミリーなし）	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田中 寛人

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

5 T

4 0 5 7