

(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
2025年1月30日(30.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/022562 A1

- (51) 国際特許分類:
H02H 3/16 (2006.01) *H02H 9/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/027162
- (22) 国際出願日: 2023年7月25日(25.07.2023)
- (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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:相良 雄大(SAGARA, Yuta); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 阿部 達広(ABE,

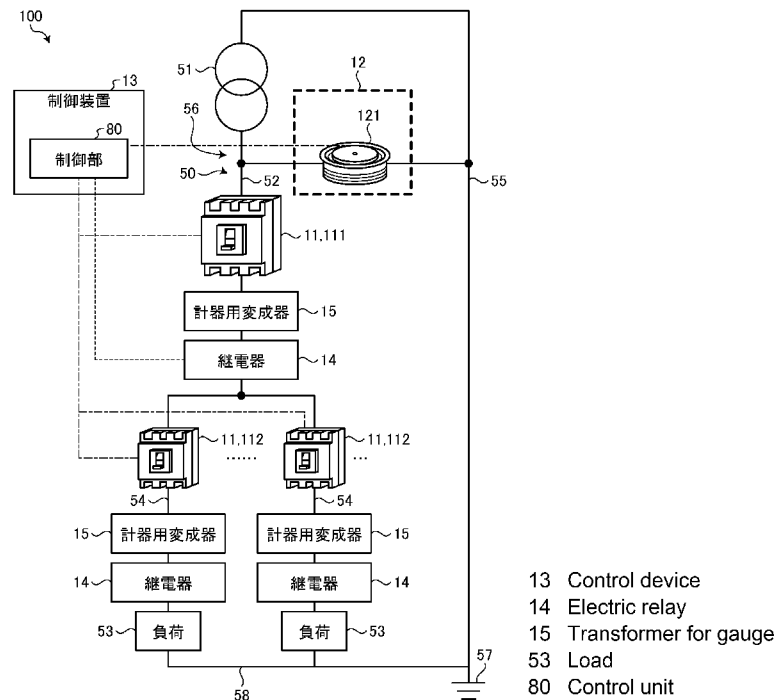
Tatsuhiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 山口 信一(YAMAGUCHI, Shinichi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト 弁理士法人酒井国際特許事務所 Tokyo (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: POWER GRID PROTECTION SYSTEM

(54) 発明の名称: 電力系統保護システム



(57) Abstract: The present invention is a power grid protection system (100) for protecting a power grid (50) comprising a voltage line (56) through which a current supplied from a transformer secondary-side facility flows, and a grounded neutral line (55), said power grid protection system (100) comprising a circuit breaker (11) installed in the voltage line (56), and a commutator (12) that connects the voltage line (56) and the neutral line (55) on the transformer secondary-side facility side from the breaker (11). When an abnormality occurs in the voltage line (56) due to a short-circuit accident

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

or a ground fault accident, the accident current flowing through the voltage line (56) is commutated to the neutral line (55) via the commutator (12).

(57) 要約: 変電機器二次側設備から供給される電流が流れる電圧線(56)と、接地された中性線(55)とを備える電力系統(50)を保護する電力系統保護システム(100)であって、電圧線(56)に設置される遮断器(11)と、遮断器(11)よりも変電機器二次側設備側で電圧線(56)と中性線(55)とを接続する転流器(12)とを備え、電圧線(56)に短絡事故又は地絡事故による異常が発生した際に、電圧線(56)に流れる事故電流を、転流器(12)を介して中性線(55)に転流する。

明 細 書

発明の名称：電力系統保護システム

技術分野

[0001] 本開示は、短絡事故又は地絡事故による異常発生時に電力系統を保護する電力系統保護システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、変電機器で変圧された電力を負荷に供給する電力系統において、短絡事故又は地絡事故による異常発生時に電力系統を保護するために、機械式の遮断器が用いられていた。しかし、機械式の遮断器は、電流遮断時に発生するアークが消弧されるまで電流の遮断が完了しないため、電流遮断に時間がかかり事故波及範囲が大きくなってしまう。

[0003] 特許文献 1 には、短絡事故又は地絡事故による異常発生時に電力系統を保護する電力系統保護システムが開示されている。特許文献 1 に開示される電力系統保護システムは、電力開閉器と、電力開閉器よりも負荷側に設置された橋絡回路と、橋絡回路よりも負荷側に設置された接触器とを備えている。特許文献 1 に開示される電力系統保護システムは、磁気駆動スイッチを備えており、短絡事故又は地絡事故による異常が発生した際に磁気駆動スイッチが閉じることにより、事故電流を中性線に転流させる。特許文献 1 に開示される装置は、事故電流を中性線に転流させることにより、事故電流を遮断する遮断器を用いることなく短絡事故又は地絡事故の発生箇所に事故電流が流れないようにし、事故波及範囲が大きくなることを抑制することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表平 8－508154 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特許文献 1 に開示される電力系統保護システムは、事

故電流を中性線に転流させることにより短絡発生箇所には事故電流は流れなくなるが、事故電流の転流後も短絡発生箇所は無電流状態とはならないため、事故電流を転流しただけでは接触器を開いて短絡発生箇所を切り離すことができない。したがって、特許文献１に開示される電力系統保護システムは、事故電流の転流後に別の装置で事故電流を遮断しないと、短絡発生箇所を切り離して送電を再開することができなかった。このため、特許文献１に開示される装置は、事故発生から送電再開までに時間を要するという問題があった。

[0006] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、短絡事故又は地絡事故による異常の発生から負荷への送電再開までの時間を短縮した電力系統保護システムを得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係る電力系統保護システムは、変電機器二次側設備から供給される電流が流れる電圧線と、接地された中性線とを備える電力系統を保護する電力系統保護システムであって、電圧線に設置される遮断器と、遮断器よりも変電機器二次側設備側で電圧線と中性線とを接続する転流器とを備える。電力系統保護システムは、電圧線に短絡事故又は地絡事故による異常が発生した際に、電圧線に流れる事故電流を、転流器を介して中性線に転流する。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、短絡事故又は地絡事故による異常の発生から負荷への送電再開までの時間を短縮した電力系統保護システムを得られるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態１に係る電力系統保護システムの構成を示す図

[図2]実施の形態１に係る電力系統保護システムの制御部の機能ブロック図

[図3]実施の形態１に係る電力系統保護システムの遮断器の引き外し機構の概略構成図

[図4]実施の形態1に係る電力系統保護システムの遮断器の引き外し特性を示す図

[図5]実施の形態1に係る電力系統保護システムの遮断器の電磁引き外しの動作の流れを示すフローチャート

[図6]実施の形態1に係る電力系統保護システムの保護対象である電力系統の分岐路に短絡事故又は地絡事故による異常が発生した状態を示す図

[図7]実施の形態1に係る電力系統保護システムの転流器の半導体スイッチがオンになった状態を示す図

[図8]実施の形態1に係る電力系統保護システムの転流器の半導体スイッチがオフになった状態を示す図

[図9]実施の形態1に係る電力系統保護システムの短絡事故又は地絡事故による異常発生時の事故電流の推移の第1の例を示す図

[図10]実施の形態1に係る電力系統保護システムの短絡事故又は地絡事故による異常発生時の事故電流の推移の第2の例を示す図

[図11]実施の形態1の変形例に係る電力系統保護システムの遮断器の限流ユニットの模式図

[図12]実施の形態2に係る電力系統保護システムの構成を示す図

[図13]実施の形態3に係る電力系統保護システムの構成を示す図

[図14]実施の形態4に係る電力系統保護システムの制御部の構成を示す図

[図15]実施の形態1から実施の形態4に係る電力系統保護システムの制御部のハードウェア構成を示す図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、実施の形態に係る電力系統保護システムを図面に基づいて詳細に説明する。

[0011] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係る電力系統保護システムの構成を示す図である。実施の形態1に係る電力系統保護システム100は、変電機器で変圧された電力を负荷53に供給する電力系統50を保護するシステムである。電力

系統保護システム１００による保護対象である電力系統５０は、変電機器二次側設備であるトランス５１と、電圧線５６と、中性線５５とを備える。トランス５１は、不図示の変電機器一次側設備から供給される電力を降圧して電圧線５６に電力を供給する。電圧線５６は、トランス５１に接続された主幹系統５２と、主幹系統５２から分岐して各負荷５３に接続される複数の分岐路５４と、各負荷５３とグラウンド５７とを接続する接地線５８とを有する。電力系統保護システム１００は、複数の遮断器１１と、複数の遮断器１１よりも上流側に設置された転流器１２と、遮断器１１及び転流器１２を制御する制御部８０を有する制御装置１３と、遮断器１１の各々に設置された継電器１４及び計器用変成器１５とを備える。遮断器１１は、主幹系統５２に設置された主幹遮断器１１１と、各分岐路５４に設けられた下位遮断器１１２とを含む。電力系統５０及び電力系統保護システム１００は、直流電力を負荷５３に供給する直流配電システムを構成する。

[0012] 電力系統保護システム１００が備える遮断器１１及び転流器１２は、同じ配電盤に設置されている。

[0013] 転流器１２は、直列又は並列に接続された複数の半導体スイッチ１２１を備えており、主幹系統５２と中性線５５とを接続している。複数の半導体スイッチ１２１を並列に接続することにより、転流器１２に流すことができる電流を大きくすることができる。また、複数の半導体スイッチ１２１を直列に接続することにより、転流器１２の耐電圧を高くすることができる。主幹遮断器１１１及び下位遮断器１１２は、機械式の遮断器である。継電器１４は、短絡事故又は地絡事故による異常発生時に定格電流よりも大きい事故電流が流れると、制御部８０に異常検出信号を送信する。計器用変成器１５は、主幹系統５２又は分岐路５４に流れる電流を低電圧化及び小電流化して出力する。

[0014] 図２は、実施の形態１に係る電力系統保護システムの制御部の機能ブロック図である。制御部８０は、継電器１４が短絡事故又は地絡事故による異常の発生を検出した際に出力する異常検出信号を受信する異常検出信号受信部

８１と、計器用変成器１５が出力する電流の大きさに基づいて転流が完了したことを検出する転流完了検出部８２と、転流器１２の半導体スイッチ１２１を制御する半導体スイッチ制御部８３と、遮断器１１を制御する遮断器制御部８４とを備える。

[0015] 図３は、実施の形態１に係る電力系統保護システムの遮断器の引き外し機構の概略構成図である。遮断器１１は、加熱抵抗３１と、加熱抵抗３１に取り付けられたバイメタル３２と、固定鉄心３３１及び可動鉄心３３２を有する電磁石３３と、可動鉄心３３２に固定された引き外し棒３４と、モールドケース３５と、モールドケース３５の内部に支え腕３６によって回転可能に支持された共通引き外し軸３７とを備えた引き外し機構４０を備える。また、引き外し機構４０は、共通引き外し軸３７から突出するラッチ３８と、ラッチ３８に係合するローラトリガ３９とを備える。遮断器１１の引き外し機構４０は、バイメタル３２による熱動引き外しと、電磁石３３による電磁引き外しとを行う熱動電磁式である。

[0016] 過電流が流れることによって加熱抵抗３１で発生するジュール熱によりバイメタル３２の温度が上昇すると、バイメタル３２は矢印Ａ方向に湾曲し、共通引き外し軸３７を矢印Ｂ方向に回転させる。共通引き外し軸３７が矢印Ｂ方向に回転することにより、ラッチ３８とローラトリガ３９との係合が解除され、遮断器１１はトリップする。

[0017] また、短絡電流のような大電流が過電流として流れる場合、可動鉄心３３２に電流が流れ、可動鉄心３３２が固定鉄心３３１に吸引される。この際、可動鉄心３３２に固定された引き外し棒３４は、共通引き外し軸３７に設けられた突起に接触し、共通引き外し軸３７を矢印Ｂ方向に回転させる。共通引き外し軸３７が矢印Ｂ方向に回転することにより、ラッチ３８とローラトリガ３９との係合が解除され、遮断器１１はトリップする。下位遮断器１１２として用いられる遮断器１１は、短絡事故又は地絡事故により流れる事故電流を検出する不図示の検出部を備えており、遮断器１１が自身で事故の発生を検知して、電磁引き外し動作を行う。主幹遮断器１１１として用いられ

る遮断器 11 は、短絡事故又は地絡事故により流れる事故電流を検出する検出部を備えておらず、遮断器制御部 84 から出力されるトリップ指令を受信すると電磁引き外し動作を行う。なお、短絡事故又は地絡事故により流れる事故電流を検出する不図示の検出部を備えた遮断器 11 を主幹遮断器 111 として用いてもよく、この場合には、制御部 80 は、遮断器制御部 84 を省略した構成とすることができる。

[0018] 図 4 は、実施の形態 1 に係る電力系統保護システムの遮断器の引き外し特性を示す図である。遮断器 11 は、過電流の大きさが電流 I1 以下の場合には、バイメタルによる熱動引き外し動作が行われ、過電流の大きさが電流 I1 を超える場合には、電磁石による電磁引き外しが行われる。熱動引き外しは、加熱抵抗 31 で発生するジュール熱がバイメタル 32 に伝わることによって行われるため、電磁引き外しよりも動作時間が長くなっている。

[0019] 図 5 は、実施の形態 1 に係る電力系統保護システムの遮断器の電磁引き外しの動作の流れを示すフローチャートである。ステップ S1 において短絡事故又は地絡事故が発生して事故電流が流れる。ステップ S2 において、可動鉄心 332 に電流が流れて電磁引き外しが始動する。ステップ S3 において、可動鉄心 332 に固定された引き外し棒 34 が共通引き外し軸 37 を回転させることにより、ラッチ 38 とロートリガ 39 との係合を解除する引き外しラッチ動作が行われる。ステップ S4 において、引き外しラッチ動作によってロートリガ 39 が回転し、不図示の可動接点が不図示の固定接点から開離し始める。この際には、可動接点と固定接点との間にアークが発生する。ステップ S5 において、予め設定された位置まで可動接点が移動することにより可動接点と固定接点との開離が完了し、アークが引き延ばされる。ステップ S6 において、引き延ばされたアークが消弧することにより、電流の遮断が完了する。以上の動作において、短絡事故又は地絡事故が発生してからステップ S4 において接点の開離が開始されるまでの時間が開極時間となる。

[0020] 図 6 は、実施の形態 1 に係る電力系統保護システムの保護対象である電力

系統の分岐路に短絡事故又は地絡事故による異常が発生した状態を示す図である。なお、図6では、電力系統保護システム100の一部のみを図示しており、継電器14及び計器用変成器15などの図示は省略している。分岐路54の一つで短絡事故又は地絡事故による異常が発生すると、負荷53を通らずに電流が流れることにより、短絡事故又は地絡事故による異常が発生した分岐路54には、定格電流21よりも大きい電流である事故電流22が流れる。継電器14は、事故電流22を検出すると、短絡事故又は地絡事故による異常の発生を制御部80に通知する。また、短絡事故又は地絡事故による異常が発生した分岐路54に設置されている下位遮断器112は、短絡事故又は地絡事故を検知して、電磁引き外しによるトリップ動作を行う。

[0021] 短絡事故又は地絡事故による異常の発生が通知された制御部80は、転流器12に半導体スイッチ121をオンする指令を出力する。例えば、制御部80は、短絡事故又は地絡事故によって遮断器11が開極したことを検知すると、転流器12に半導体スイッチ121をオンする指令を出力する。図7は、実施の形態1に係る電力系統保護システムの転流器の半導体スイッチがオンになった状態を示す図である。なお、図7では、電力系統保護システム100の一部のみを図示しており、継電器14及び計器用変成器15などの図示は省略している。転流器12は、図7では不図示の中性線55に事故電流を転流する際に、少なくとも遮断器11が短絡事故又は地絡事故の発生を検知するとオン状態とされる。例えば、転流器12は、事故電流を中性線55に転流する際に、少なくとも遮断器11が開極したことを検知するとオン状態とされる。半導体スイッチ121は機械式スイッチよりも動作速度が速いため、制御部80が転流器12及び下位遮断器112に対して同時に指令を出力したとしても、転流器12の半導体スイッチ121をオンする動作は、下位遮断器112のトリップ動作よりも先に行われる。すなわち、下位遮断器112のトリップ動作が行われる時点では、転流器12の半導体スイッチ121は既にオンされた状態となって事故電流22は中性線55に転流しており、分岐路54に流れる電流は事故電流22よりも小さくなっている。

このため、下位遮断器 112 のトリップ動作においては、アークは発生しないか、又は、弱いアークしか発生しない。このため、トリップ動作による下位遮断器 112 の劣化を抑制することができる。

[0022] 下位遮断器 112 のトリップが完了した後、制御部 80 は、転流器 12 の半導体スイッチ 121 をオフする。図 8 は、実施の形態 1 に係る電力系統保護システムの転流器の半導体スイッチがオフになった状態を示す図である。なお、図 8 では、電力系統保護システム 100 の一部のみを図示しており、継電器 14 及び計器用変成器 15 などの図示は省略している。短絡事故又は地絡事故による異常が発生した分岐路 54 に設置されている下位遮断器 112 はトリップ状態であるため、短絡事故又は地絡事故による異常が発生した分岐路 54 には電流は流れない。これにより、短絡事故又は地絡事故による異常が発生しなかった分岐路 54 及び主幹系統 52 のみに定格電流 21 が流れる。

[0023] なお、継電器 14 が事故電流を検出してから転流器 12 の半導体スイッチ 121 をオンする指令が出力されるまでの時間は、電力系統 50 に流れる電流の周波数の $1/4$ サイクル未満とすることが好ましい。図 9 は、実施の形態 1 に係る電力系統保護システムの短絡事故又は地絡事故による異常発生時の事故電流の推移の第 1 の例を示す図である。図 9 において、実線は、短絡事故又は地絡事故により異常が発生した主幹系統 52 又は分岐路 54 に設置されている遮断器 11 に流れる電流を示し、一点鎖線は、転流器 12 の半導体スイッチ 121 に流れる電流を示し、破線は、事故電流を機械式の遮断器で遮断する電力系統保護システムにおいて事故電流遮断時に遮断器に流れる電流を示している。図 9 に示す第 1 の例では、継電器 14 が事故電流を検出してから転流器 12 の半導体スイッチ 121 をオンする指令が出力されるまでの時間は、電力系統 50 に流れる電流の周波数の $1/4$ サイクル以上となっている。時刻 t_{11} において短絡事故又は地絡事故による異常が発生すると、時刻 t_{12a} において、下位遮断器 112 は、短絡事故又は地絡事故の発生を検知して、電磁引き外しによるトリップ動作を開始する。時刻 t_{12}

bにおいて、制御部80は、転流器12に半導体スイッチ121をオンする指令を出力する。このため、時刻 t_{12b} 以降は、半導体スイッチ121に流れる電流が増加するとともに、下位遮断器112に流れる電流が減少する。時刻 t_{13} において下位遮断器112のトリップ動作が完了する。下位遮断器112に電流が流れなくなったことを検出した計器用変成器15が、事故電流の転流が完了したことを制御部80に通知することにより、時刻 t_{14} において、制御部80は、転流器12に半導体スイッチ121をオフする指令を出力する。このため、時刻 t_{14} 以降は、半導体スイッチ121に流れる電流が減少する。増加する時刻 t_{15} において、半導体スイッチ121をオフする動作が完了する。下位遮断器112がトリップしているため、転流器12の半導体スイッチ121をオフしても短絡事故又は地絡事故による異常の発生箇所には電流が流れない。

[0024] 図9に示すように、継電器14が事故電流を検出してから転流器12の半導体スイッチ121をオンする指令が出力されるまでの時間が、電力系統50に流れる電流の周波数の $1/4$ サイクル以上であると、下位遮断器112に流れる電流は、事故電流の転流が開始される前に最大となってしまう。したがって、継電器14が事故電流を検出してから転流器12の半導体スイッチ121をオンする指令が出力されるまでの時間が、電力系統50に流れる電流の周波数の $1/4$ サイクル以上であると、転流器を設けない電力系統保護システムの下位遮断器と同等の遮断容量を持つ遮断器を下位遮断器に用いなければならないことになる。

[0025] 図10は、実施の形態1に係る電力系統保護システムの短絡事故又は地絡事故による異常発生時の事故電流の推移の第2の例を示す図である。図10において、実線は、短絡事故又は地絡事故により異常が発生した主幹系統52又は分岐路54に設置されている遮断器11に流れる電流を示し、一点鎖線は、転流器12の半導体スイッチ121に流れる電流を示し、破線は、事故電流を機械式の遮断器で遮断する電力系統保護システムにおいて事故電流遮断時に遮断器に流れる電流を示している。時刻 t_1 において短絡事故又は

地絡事故による異常が発生すると、時刻 t_2 において、下位遮断器 112 は、短絡事故又は地絡事故の発生を検知して、電磁引き外しによるトリップ動作を開始する。また、制御部 80 は、転流器 12 に半導体スイッチ 121 をオンする指令を出力する。このため、時刻 t_2 以降は、半導体スイッチ 121 に流れる電流が増加するとともに、下位遮断器 112 に流れる電流が減少する。時刻 t_3 において下位遮断器 112 のトリップ動作が完了する。下位遮断器 112 に電流が流れなくなったことを検出した計器用変成器 15 が、事故電流の転流が完了したことを制御部 80 に通知することにより、時刻 t_4 において、制御部 80 は、転流器 12 に半導体スイッチ 121 をオフする指令を出力する。このため、時刻 t_4 以降は、半導体スイッチ 121 に流れる電流が減少する。増加する時刻 t_5 において、半導体スイッチ 121 をオフする動作が完了する。下位遮断器 112 がトリップしているため、転流器 12 の半導体スイッチ 121 をオフしても短絡事故又は地絡事故による異常の発生箇所には電流が流れない。このため、短絡事故又は地絡事故による異常が発生した分岐路 54 以外の分岐路 54 では、送電が正常に再開される。実施の形態 1 に係る電力系統保護システム 100 において、下位遮断器 112 に流れる電流の最大値は、転流器を設けない電力系統保護システムにおいて下位遮断器に流れる電流の最大値よりも小さくなっているため、転流器を設けない電力系統保護システムよりも低遮断容量の小型の遮断器を用いることができる。

[0026] 転流器 12 は、遮断器 11 が個々に持つ遮断容量を集約することが可能であり、転流器 12 の並直列数を変更することにより、電力系統保護システム 100 全体の遮断容量を容易に調整できる。また、電力系統保護システム 100 では、高遮断容量の遮断器 11 が不要になるため、遮断器 11 の機種を統一することにより遮断器 11 の機種数を低減することができる。遮断器 11 の機種を統一することにより、遮断器 11 の機種選定が不要となり、盤設計を標準化することが可能となる。また、電力系統保護システム 100 の遮断容量を大容量化する場合、遮断器 11 全てを入れ替える必要はなく、転流

器 1 2 のみの並直列数を調整するだけで良いため、容易に電力系統保護システム 1 0 0 全体の遮断容量を大容量化できる。

[0027] なお、上記の説明においては、分岐路 5 4 において短絡事故又は地絡事故による異常が発生した場合を例に挙げて説明したが、主幹系統 5 2 において短絡事故又は地絡事故による異常が発生した場合には、主幹系統 5 2 に設置された継電器 1 4 が短絡事故又は地絡事故による異常の発生を検知したら、制御部 8 0 が、主幹遮断器 1 1 1 をトリップさせるとともに、転流器 1 2 の半導体スイッチ 1 2 1 をオンすることにより、事故電流の転流及び短絡発生箇所の切り離しを行うことができる。

[0028] なお、三相交流の各相に対応して複数の電力系統 5 0 を設ける場合には、制御部 8 0 は、二相短絡であれば、短絡事故が発生した二つの相に対応する電力系統 5 0 の転流器 1 2 の半導体スイッチ 1 2 1 をオンし、三相短絡であれば三つの相に対応する電力系統 5 0 の転流器 1 2 の半導体スイッチをオンすることで、短絡事故が発生した相においてのみ事故電流の転流及び短絡発生箇所の切り離しを行うことができる。

[0029] 半導体スイッチ 1 2 1 の動作速度は、機械式スイッチの動作速度よりも高速であるため、実施の形態 1 に係る電力系統保護システム 1 0 0 は、機械式の遮断器を用いるよりも早く異常発生箇所に事故電流が流れないようにすることができ、事故波及範囲が大きくなることを防ぐことができる。また、事故電流の転流後には、短絡事故又は地絡事故による異常が発生した分岐路 5 4 に設置された下位遮断器 1 1 2 で定格電流を遮断することにより、短絡事故が発生した箇所を切り離すことができる。主幹遮断器 1 1 1 及び下位遮断器 1 1 2 は、事故電流を遮断する必要がなく、定格電流を遮断できればよいため、低遮断容量の小型の遮断器を用いることにより、電力系統保護システム 1 0 0 の小型化を図れる。さらに、主幹遮断器 1 1 1 及び下位遮断器 1 1 2 が事故電流を遮断しないことにより、国際電気標準会議の定める規格である IEC 60947-1, Coordination of the components of the motor circuit, type2 に規定される、「電磁開閉器の軽い溶着を除く、いかなる損

傷もないこと。交換することなく引き続き使用が可能なこと。」という保護協調に準拠することが容易である。

[0030] また、転流器 12 の半導体スイッチ 121 は通常はオフ状態で、短絡事故又は地絡事故による異常発生時のみオンされるため、冷却のための設備を設ける必要がない。

[0031] 実施の形態 1 に係る電力系統保護システム 100 は、事故電流の転流完了後には、短絡事故又は地絡事故による異常が発生した主幹系統 52 又は分岐路 54 に設置された遮断器 11 で異常発生箇所に流れる電流を遮断できるため、短絡事故又は地絡事故による異常の発生から短時間で負荷 53 への送電を再開できる。

[0032] なお、上記の説明においては、半導体スイッチ 121 を用いた転流器 12 を例に挙げたが、転流器 12 は、電力系統 50 に流れる電流の周波数の 1/4 サイクルよりも高速で動作が可能な機械式スイッチを用いて構成することも可能である。

[0033] また、遮断器 11 は、短絡事故又は地絡事故が発生した際に流れる事故電流を限流する限流ユニットを備えていてもよい。図 11 は、実施の形態 1 の変形例に係る電力系統保護システムの遮断器の限流ユニットの模式図である。限流ユニット 60 は、固定接触子 71 に設けられた固定接点 72 の周囲に設置されたグリッド 61 と、固定接触子 71 に設けられた突起部 62 とを備える。グリッド 61 は、複数の絶縁性部材が狭い間隔で配置されて構成されている。短絡事故又は地絡事故が発生した際に事故電流が流れると、可動接触子 73 と固定接触子 71 との間に電磁反発力が働き、可動接触子 73 が矢印 C 方向に回転することにより可動接触子 73 に設けられた可動接点 74 が固定接点 72 から離れて、可動接点 74 と固定接点 72 との間に図 11 中に線 X で示すようにアークが発生する。可動接点と固定接点との間に発生したアークは、図 11 中に線 Y で示すようにグリッド 61 に引き寄せられ、アークスポットが強制縮小されてアーク柱が絞り込まれる。その後、図 11 中に線 Z で示すように固定接点 72 のアークスポットが突起部 62 へ高速で転流

され、アークはグリッド 6 1 によって冷却される。その後遮断器 1 1 本体がトリップ動作し、遮断が完了する。

[0034] 遮断器 1 1 が限流ユニット 6 0 を備える場合、制御部 8 0 は、限流ユニット 6 0 の自動開極を検知して、転流器 1 2 にオン指令を出してもよい。この場合、遮断器 1 1 の開極を検知する場合と比較して、より早いタイミングで転流器 1 2 をオンすることが可能であり、且つ、限流ユニット 6 0 の効果により転流及び遮断に要する時間を短縮することが可能になる。

[0035] 実施の形態 2.

図 1 2 は、実施の形態 2 に係る電力系統保護システムの構成を示す図である。実施の形態 2 に係る電力系統保護システム 1 0 0 は、制御部 8 0 が転流器 1 2 に設けられている点で、実施の形態 1 に係る電力系統保護システム 1 0 0 と相違する。この他は、実施の形態 1 に係る電力系統保護システム 1 0 0 と同様であるため、重複する説明は省略する。

[0036] 実施の形態 2 に係る電力系統保護システム 1 0 0 は、制御部 8 0 が転流器 1 2 に設けられているため、制御部 8 0 と半導体スイッチ 1 2 1 を接続する信号線が短く、半導体スイッチ 1 2 1 をオン又はオフする指令を制御部 8 0 から半導体スイッチ 1 2 1 まで伝送する際の遅延が小さい。このため、短絡事故又は地絡事故による異常の発生から事故電流の転流までに要する時間を短くすることができる。

[0037] 実施の形態 3.

図 1 3 は、実施の形態 3 に係る電力系統保護システムの構成を示す図である。実施の形態 3 に係る電力系統保護システム 1 0 0 は、制御部 8 0 が継電器 1 4 に設けられている点で、実施の形態 1 に係る電力系統保護システム 1 0 0 と相違する。制御部 8 0 は、電圧線 5 6 のうち、短絡事故又は地絡事故が発生する可能性が高いと思われる主幹系統 5 2 又は分岐路 5 4 に設置された継電器 1 4 に設けられている。実施の形態 3 においては、主幹系統 5 2 に設置された継電器 1 4 に制御部 8 0 が設けられている。この他は、実施の形態 1 に係る電力系統保護システム 1 0 0 と同様であるため、重複する説明は

省略する。

[0038] 実施の形態３に係る電力系統保護システム１００は、制御部８０が継電器１４に設けられているため、制御部８０と継電器１４とを接続する信号線が短く、継電器１４から制御部８０まで事故検出信号を伝送する際の遅延が小さい。このため、短絡事故又は地絡事故による異常の発生から事故電流の転流までに要する時間を短くすることができる。

[0039] 実施の形態４．

図１４は、実施の形態４に係る電力系統保護システムの制御部の構成を示す図である。実施の形態４に係る電力系統保護システム１００は、制御部８０が転流回数記憶部８５を備える点で、実施の形態１に係る電力系統保護システム１００と相違する。この他は、実施の形態１に係る電力系統保護システム１００と同様であるため、重複する説明は省略する。

[0040] 転流回数記憶部８５は、半導体スイッチ１２１をオンする指令を転流器１２に出力した回数を記憶する。

[0041] 短絡事故又は地絡事故による異常が発生して電圧線５６に事故電流が流れた場合、定格電流を超える大電流が流れることから、主幹系統５２及び分岐路５４が劣化したり、負荷５３が劣化したり、遮断器１１、継電器１４及び計器用変成器１５などが劣化したりする可能性がある。

[0042] 機械式の遮断器で事故電流を遮断する場合には、電流遮断時に発生するアークによって遮断器の接点部の一部が溶融するなどの痕跡が生じるため、遮断器で事故電流を遮断したことを事後的に認識することが可能である。このため、機械式の遮断器を用いた電力系統保護システムのユーザは、短絡事故又は地絡事故による異常の発生直後ではなくても、電力系統保護システムのメンテナンス時に事故電流の痕跡を発見して電圧線５６などの交換を行うことができる。これに対し、実施の形態３に係る電力系統保護システム１００は、転流器１２が事故電流を中性線５５に転流するため、遮断器１１では事故電流が遮断されず、遮断器１１には事故電流の痕跡が残らない。しかし、実施の形態３に係る電力系統保護システム１００では、半導体スイッチ１２

1 をオンする指令を転流器 1 2 に出力した回数を転流回数記憶部 8 5 に記憶するため、電力系統保護システム 1 0 0 のユーザは、転流回数記憶部 8 5 に記憶された回数を確認することで、電圧線 5 6 に短絡事故又は地絡事故による異常が発生したことを事後的に認識することが可能である。したがって、実施の形態 3 に係る電力系統保護システム 1 0 0 のユーザは、短絡事故又は地絡事故の発生直後ではなくても、電力系統保護システム 1 0 0 のメンテナンス時に事故電流の痕跡を発見して電圧線 5 6 などの交換を行うことができる。

[0043] 図 1 5 は、実施の形態 1 から実施の形態 4 に係る電力系統保護システムの制御部のハードウェア構成を示す図である。制御部 8 0 は、各種処理を実行するプロセッサ 9 1 と、メインメモリであるメモリ 9 2 と、情報を記憶する記憶装置 9 3 とを備えたコンピュータシステムによって実現される。

[0044] プロセッサ 9 1 は、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、CPU (Central Processing Unit)、又はDSP (Digital Signal Processor) といった演算手段であってもよい。また、メモリ 9 2 には、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (登録商標) (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) といった不揮発性又は揮発性の半導体メモリを用いることができる。記憶装置 9 3 には、転流器 1 2 及び遮断器 1 1 を制御する処理を実行するためのプログラムが格納されている。

[0045] 上記のコンピュータシステムは、プロセッサ 9 1 が記憶装置 9 3 に記憶された、各構成要素の処理に対応するプログラムをメモリ 9 2 に読み出して実行することにより、制御装置 1 3 の機能を実現する。また、メモリ 9 2 は、プロセッサ 9 1 が実行する各処理における一時メモリとしても使用される。プロセッサ 9 1 が実行するプログラムは、記憶媒体に記憶された状態で提供されてもよいし、ネットワークを介して提供されてもよい。

[0046] 以上の実施の形態に示した構成は、内容の一例を示すものであり、別の公

知の技術と組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0047] 11 遮断器、12 転流器、13 制御装置、14 継電器、15 計器用変成器、21 定格電流、22 事故電流、31 加熱抵抗、32 バイメタル、33 電磁石、34 引き外し棒、35 モールドケース、36 支え腕、37 共通引き外し軸、38 ラッチ、39 ローラトリガ、40 引き外し機構、50 電力系統、51 トランス、52 主幹系統、53 負荷、54 分岐路、55 中性線、56 電圧線、57 グラウンド、58 接地線、60 限流ユニット、61 グリッド、62 突起部、71 固定接触子、72 固定接点、73 可動接触子、74 可動接点、80 制御部、81 異常検出信号受信部、82 転流完了検出部、83 半導体スイッチ制御部、84 遮断器制御部、85 転流回数記憶部、91 プロセッサ、92 メモリ、93 記憶装置、100 電力系統保護システム、111 主幹遮断器、112 下位遮断器、121 半導体スイッチ、331 固定鉄心、332 可動鉄心。

請求の範囲

- [請求項1] 変電機器二次側設備から供給される電流が流れる電圧線と、接地された中性線とを備える電力系統を保護する電力系統保護システムであって、
- 前記電圧線に設置される遮断器と、
- 前記遮断器よりも前記変電機器二次側設備側で前記電圧線と前記中性線とを接続する転流器とを備え、
- 前記電圧線に短絡事故又は地絡事故による異常が発生した際に、前記電圧線に流れる事故電流を、前記転流器を介して前記中性線に転流することを特徴とする電力系統保護システム。
- [請求項2] 前記転流器は、前記事故電流を前記中性線に転流する際に、少なくとも前記遮断器が前記短絡事故又は前記地絡事故の発生を検知するとオン状態とされることを特徴とする請求項1に記載の電力系統保護システム。
- [請求項3] 前記転流器は、前記事故電流を前記中性線に転流する際に、少なくとも前記遮断器が開極したことを検知するとオン状態とされることを特徴とする請求項2に記載の電力系統保護システム。
- [請求項4] 前記転流器は、前記遮断器が開極するよりも先に前記事故電流を前記中性線に転流を開始することを特徴とする請求項2に記載の電力系統保護システム。
- [請求項5] 前記転流器は、前記電圧線に前記短絡事故又は前記地絡事故による異常が発生してから、前記電圧線に流れる電流の周波数の $1/4$ サイクル未満の時間内に前記事故電流を前記中性線に転流することを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の電力系統保護システム。
- [請求項6] 前記電圧線は、前記変電機器二次側設備に接続された主幹系統と、前記主幹系統から分岐する複数の分岐路とを有し、
- 前記遮断器は、前記主幹系統に設置された主幹遮断器と、前記分岐

路の各々に設置された下位遮断器とを有し、

前記転流器は、前記主幹遮断器よりも前記変電機器二次側設備側で前記主幹系統と前記中性線とを接続することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の電力系統保護システム。

[請求項7] 前記転流器は、並列又は直列に接続された複数の半導体スイッチを備えることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電力系統保護システム。

[請求項8] 前記事故電流の前記中性線への転流が完了したことを検出する転流完了検出部を有することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の電力系統保護システム。

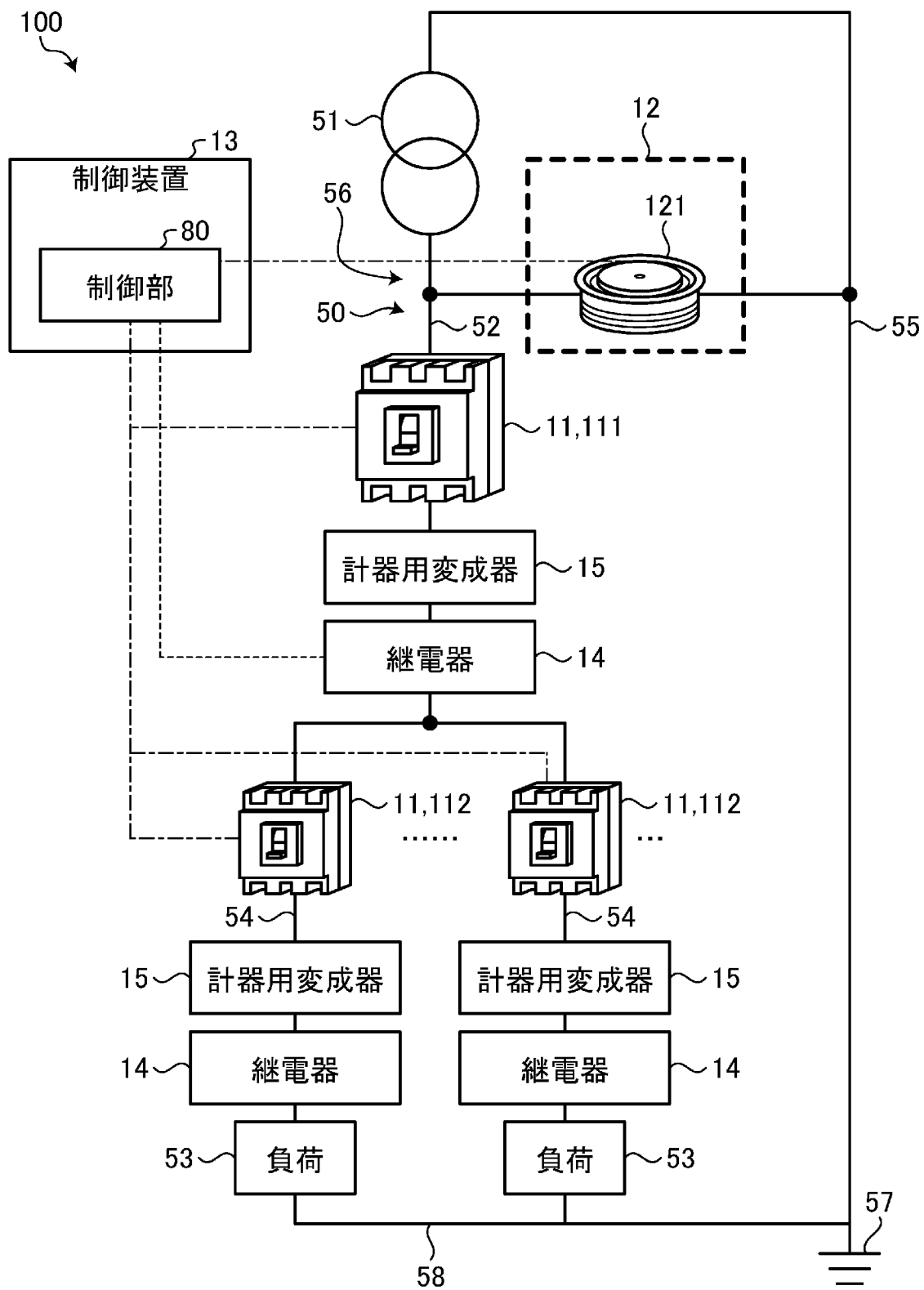
[請求項9] 前記転流器及び前記遮断器を制御する制御部を備えることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の電力系統保護システム。

[請求項10] 前記電圧線に流れる電流を監視する継電器を備え、
前記制御部は、前記継電器に設けられることを特徴とする請求項 9 に記載の電力系統保護システム。

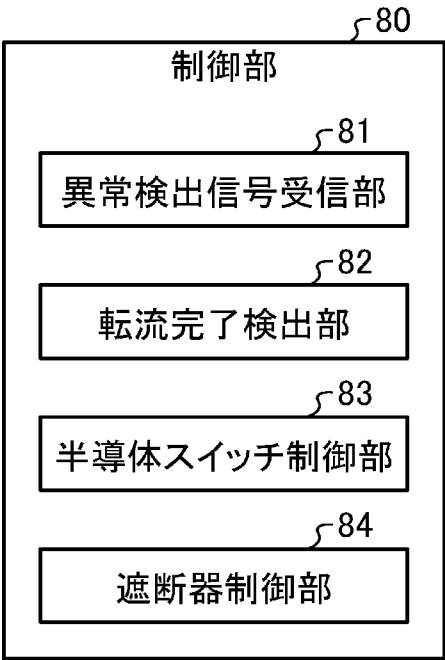
[請求項11] 前記転流器が前記事故電流を前記中性線に転流した回数を記憶する転流回数記憶部を有することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の電力系統保護システム。

[請求項12] 前記遮断器及び前記転流器が同じ変電盤に設置されていることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の電力系統保護システム。

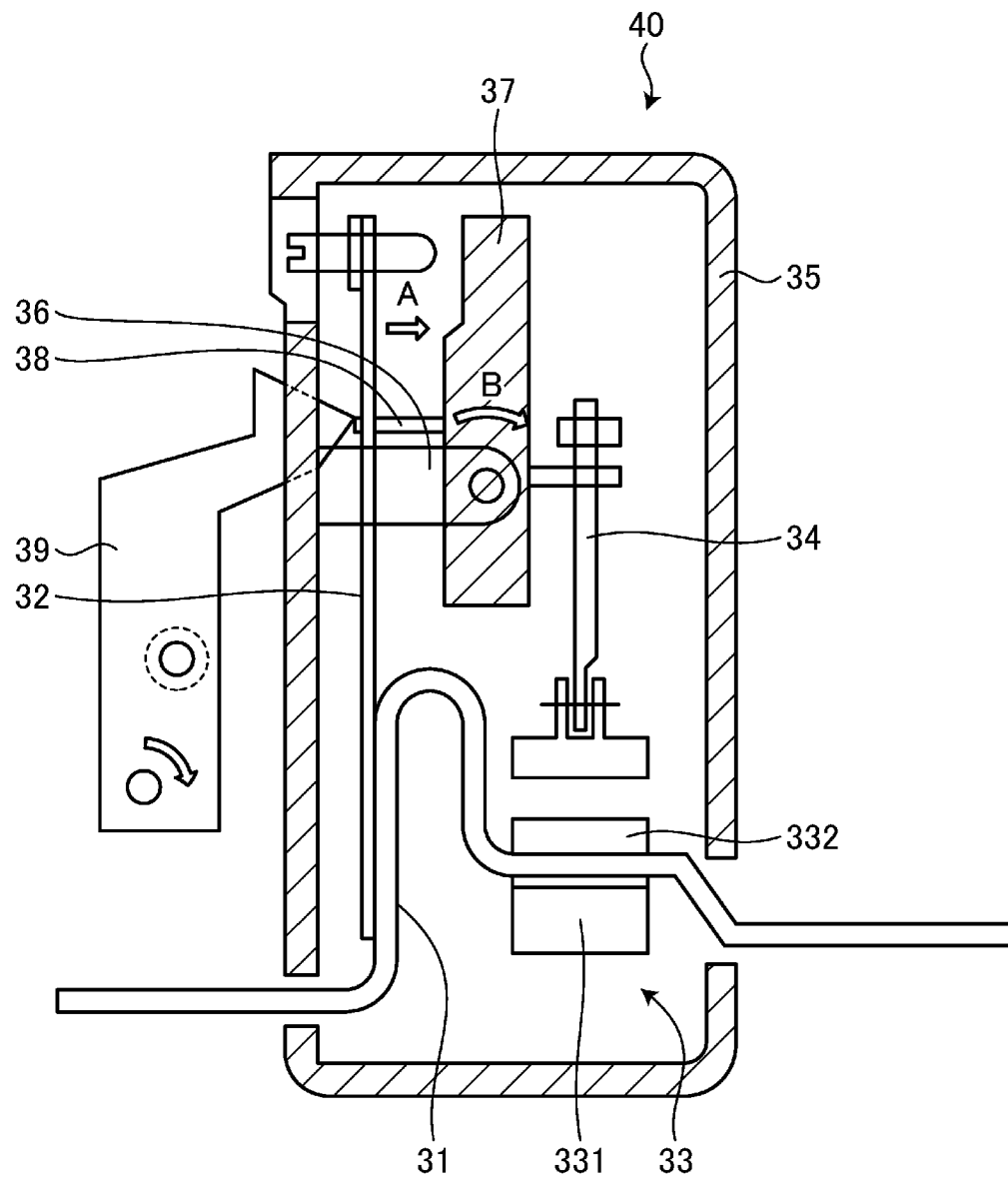
[図1]



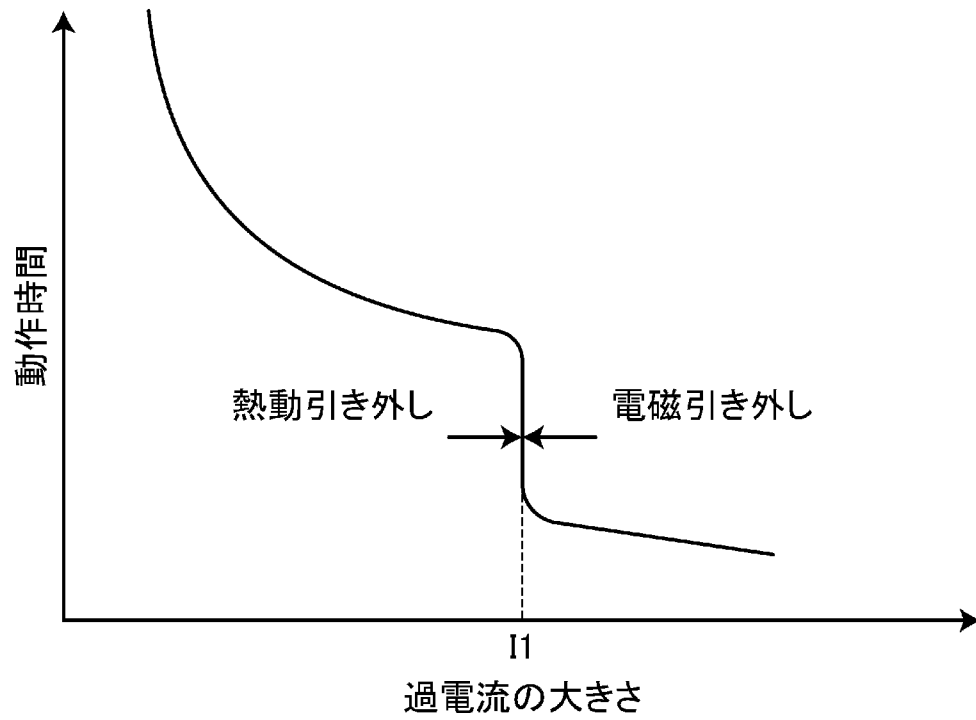
[図2]



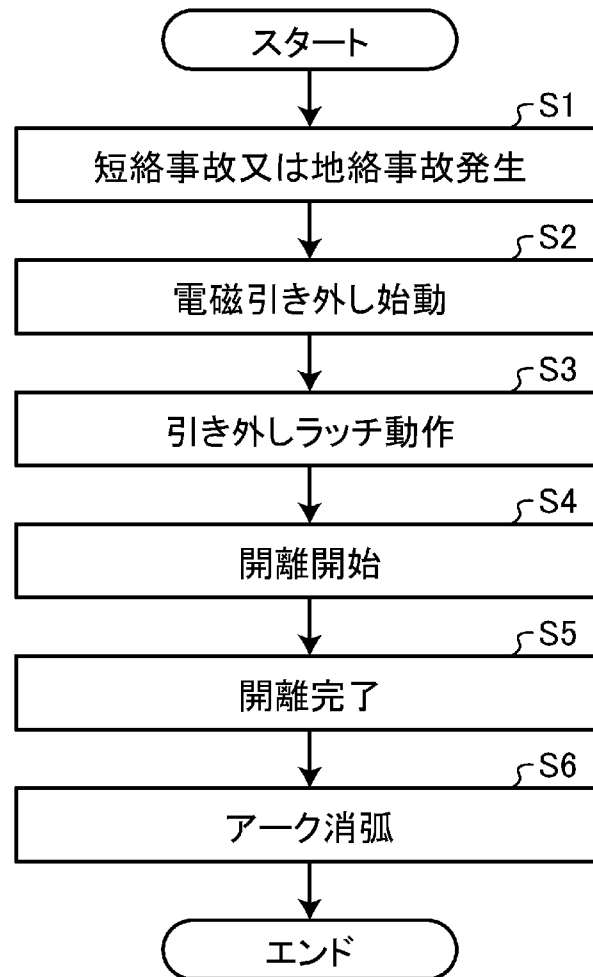
[図3]



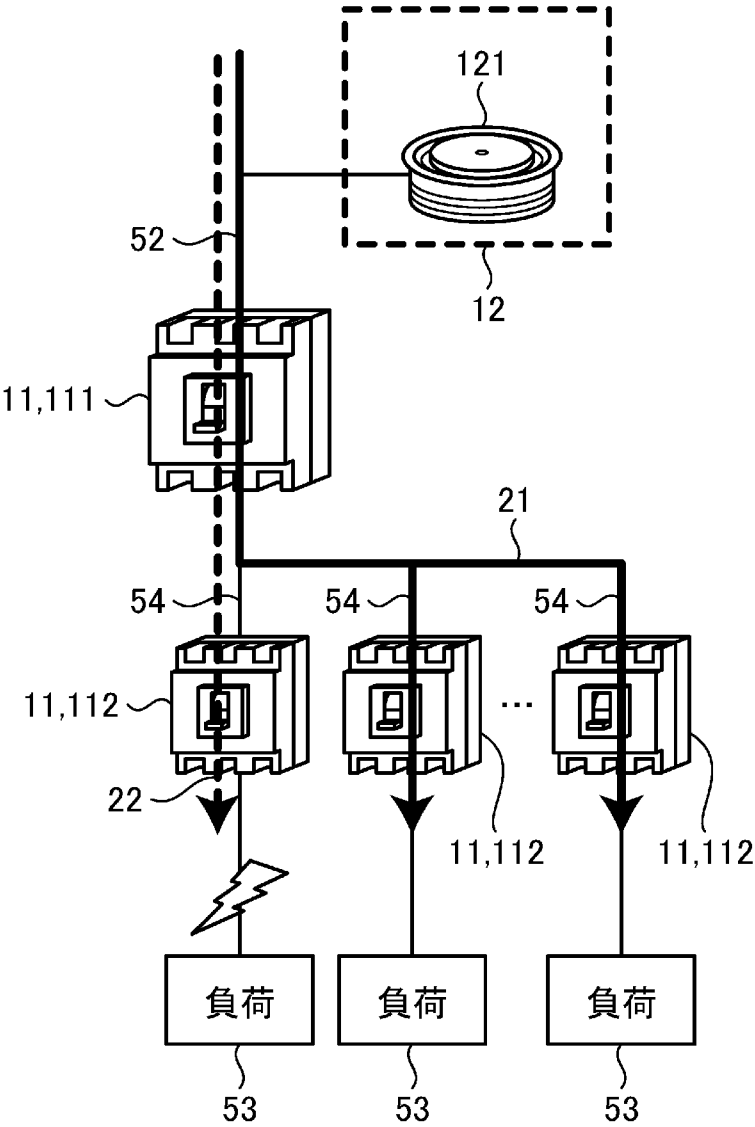
[図4]



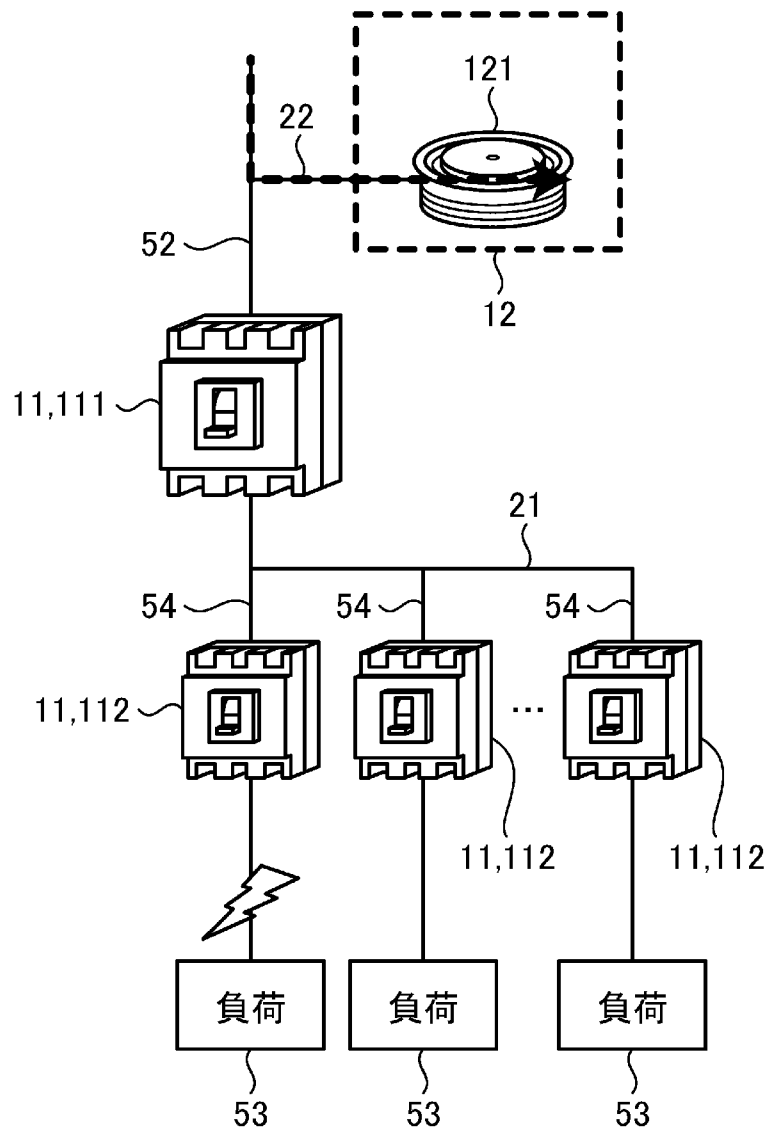
[図5]



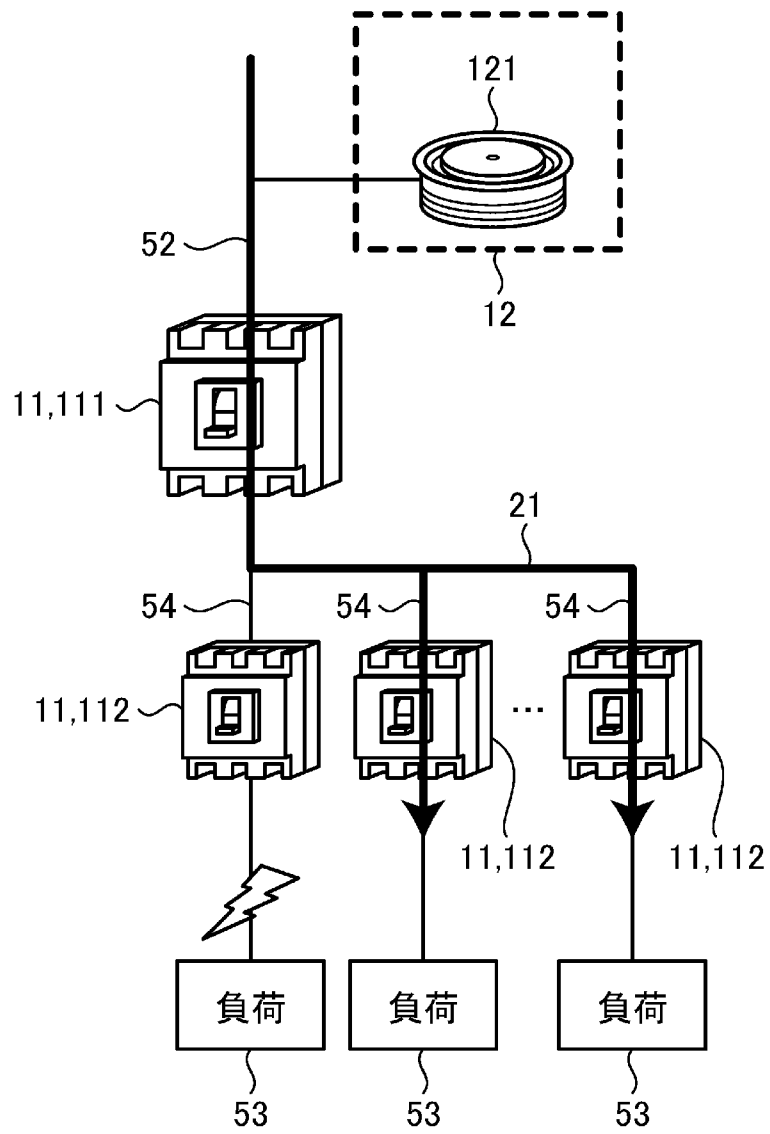
[図6]



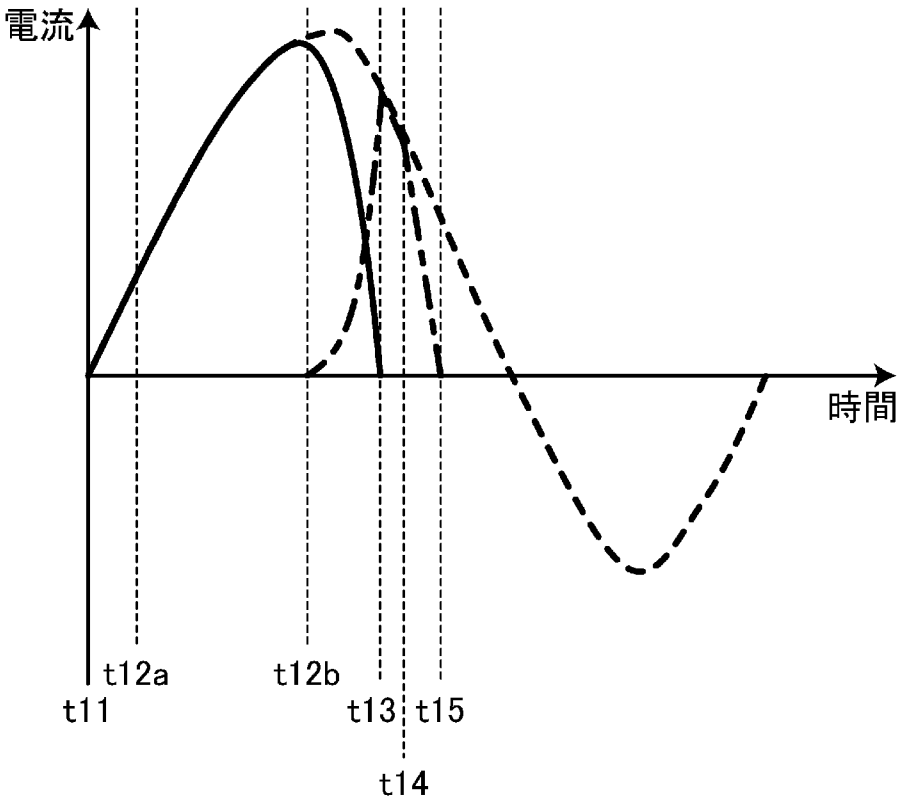
[図7]



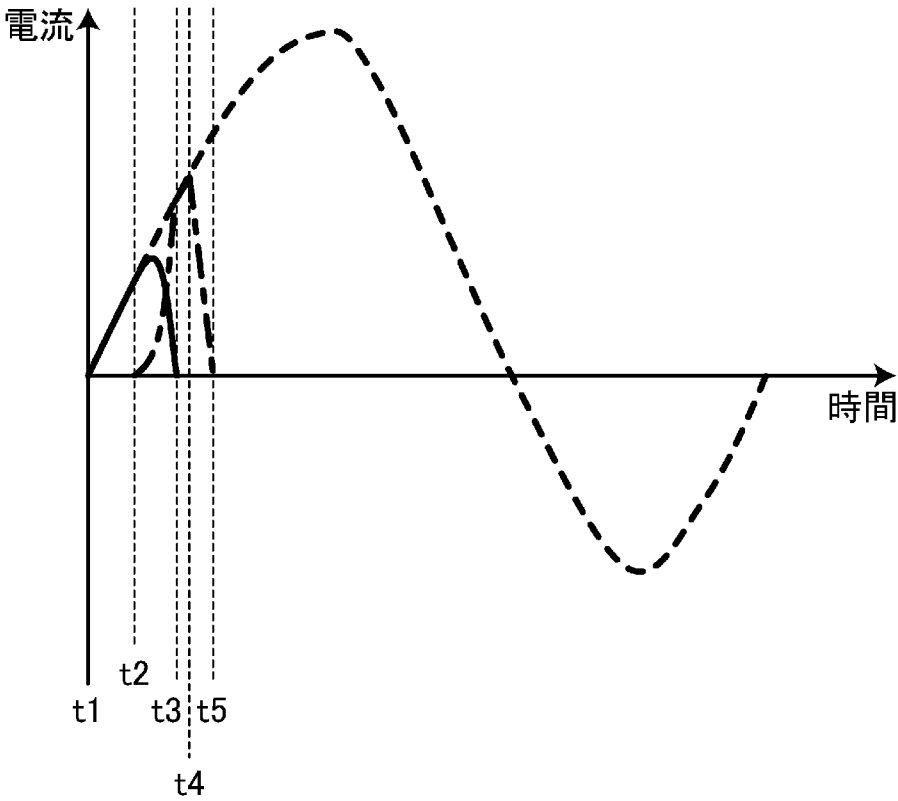
[図8]



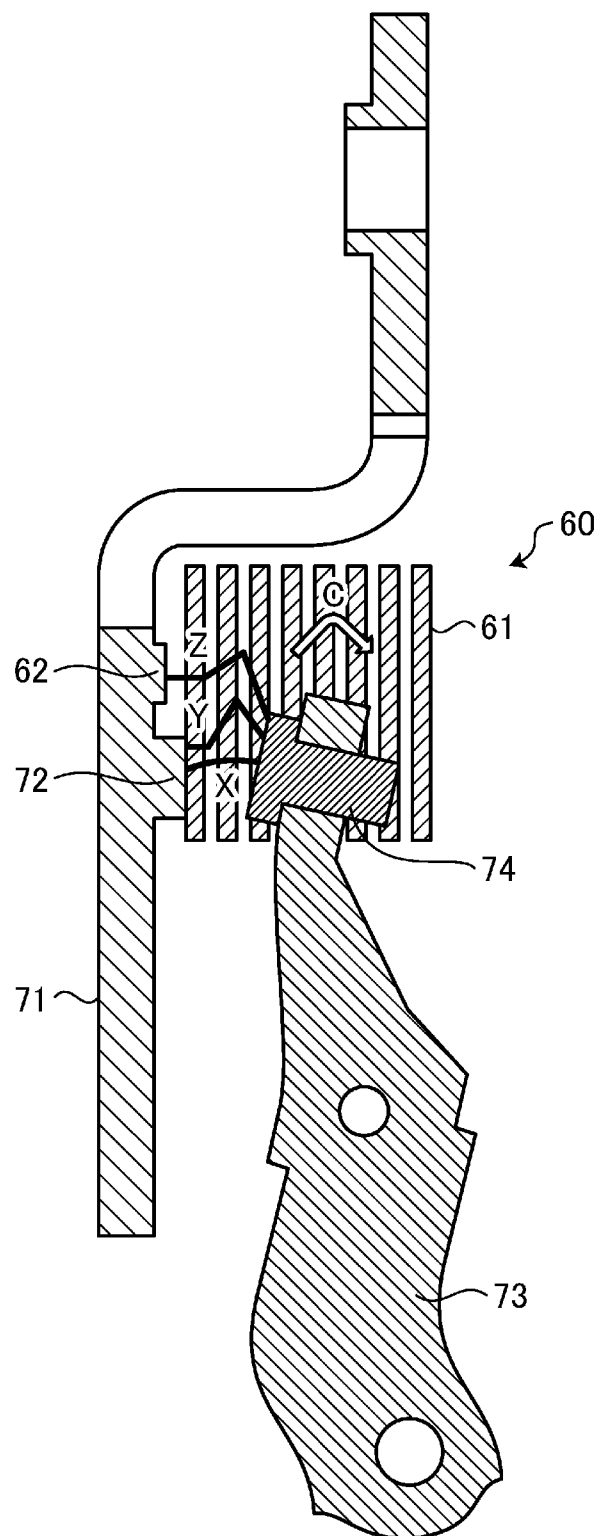
[図9]



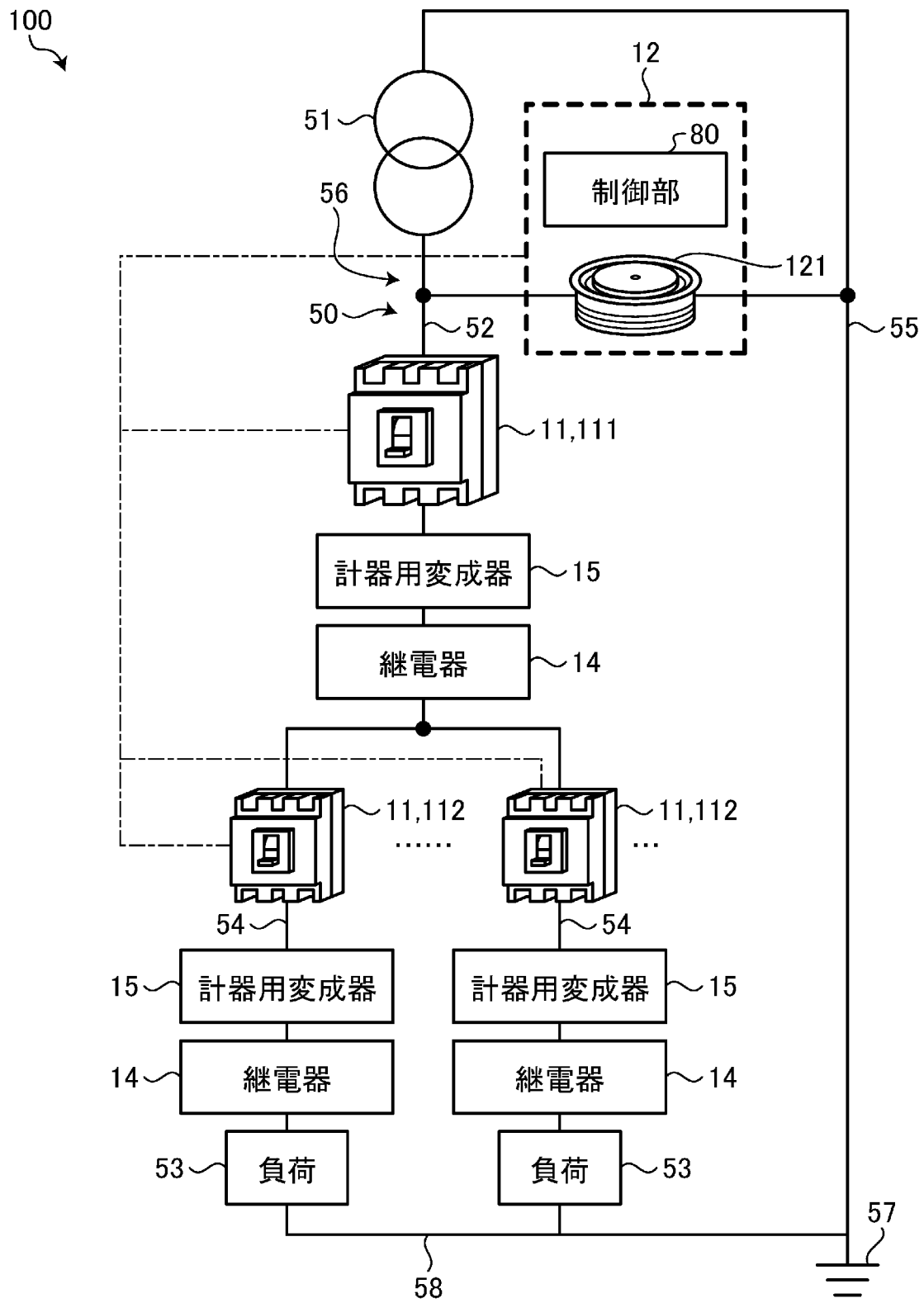
[図10]



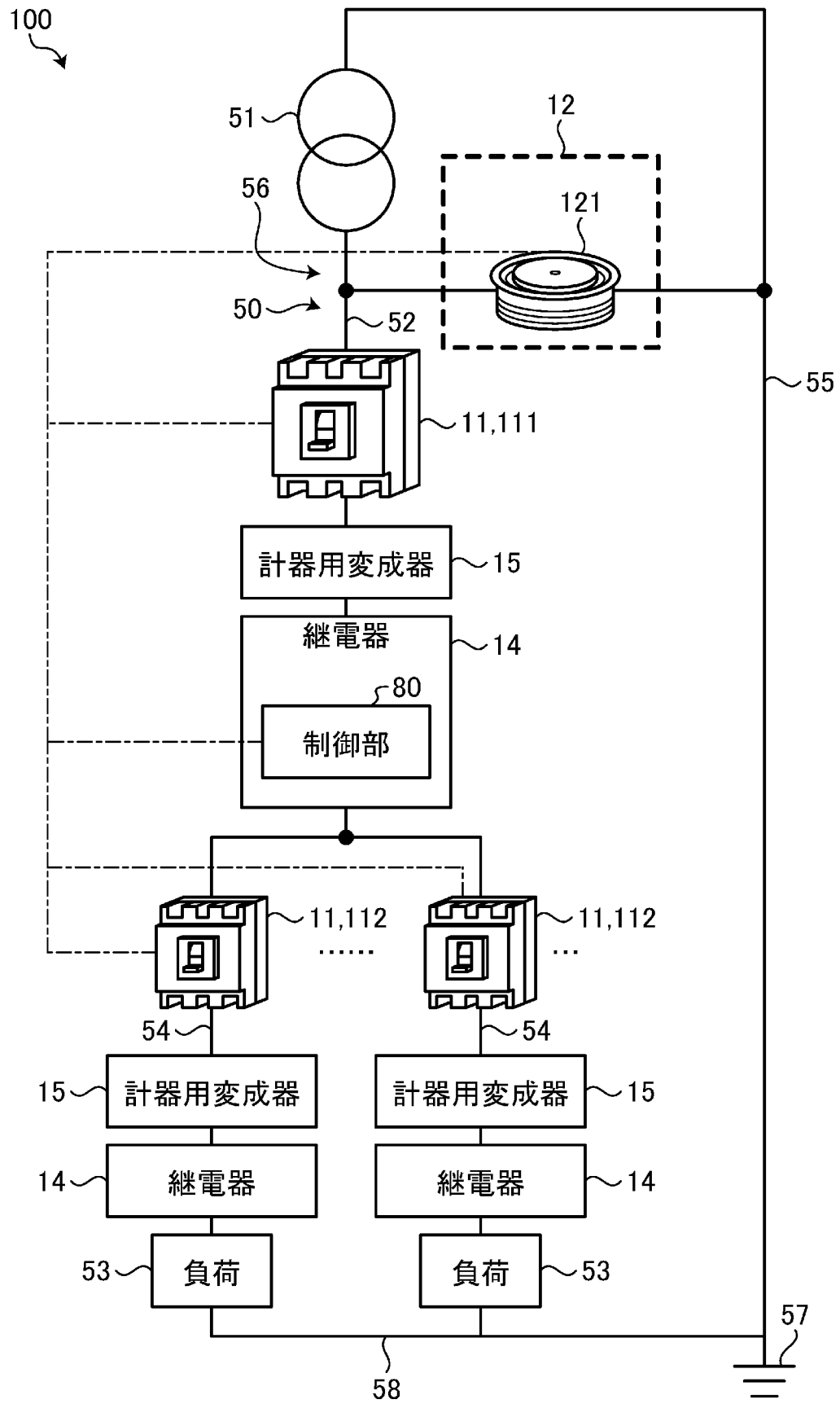
[図11]



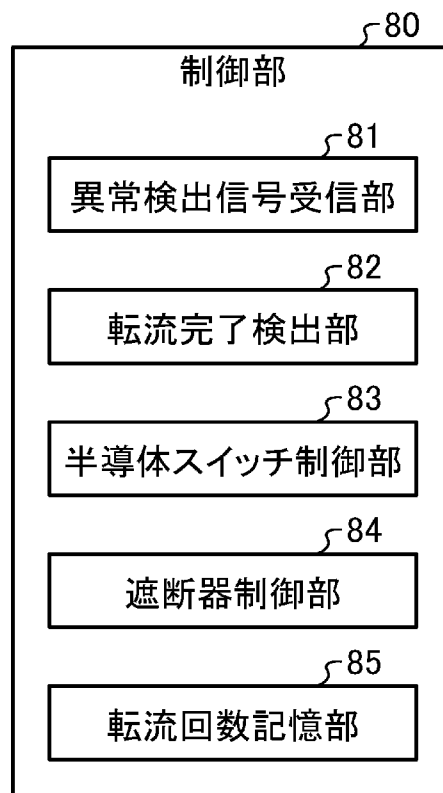
[図12]



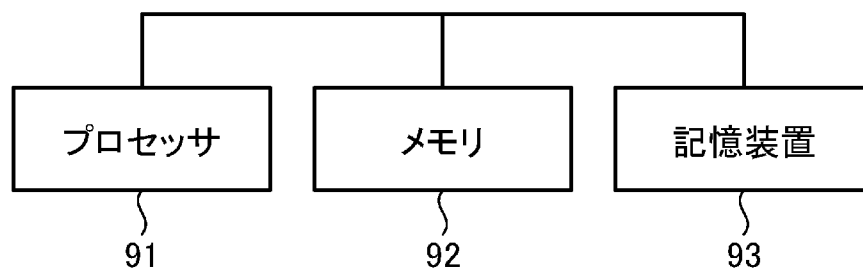
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/027162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02H 3/16**(2006.01)i; **H02H 9/02**(2006.01)i

FI: H02H3/16 B; H02H9/02 Z

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)

H02H3/16; H02H9/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2020-167774 A (TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY HOLDINGS, INC.) 08 October 2020 (2020-10-08) entire text, all drawings	1-12
A	JP 6-276672 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 30 September 1994 (1994-09-30) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2001-095151 A (KYUSHU ELECTRIC POWER CO INC.) 06 April 2001 (2001-04-06) entire text, all drawings	1-12
A	JP 8-508154 A (SIEMENS AG) 27 August 1996 (1996-08-27) entire text, all drawings	1-12



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

29 September 2023

Date of mailing of the international search report

10 October 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/027162

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-167774	A	08 October 2020	(Family: none)	
JP	6-276672	A	30 September 1994	(Family: none)	
JP	2001-095151	A	06 April 2001	WO 1999/053590	A1
				entire text, all drawings	
				KR 10-2001-0013527	A
JP	8-508154	A	27 August 1996	US 5689397	A
				entire text, all drawings	
				WO 1994/022197	A1
				DE 4309794	A1

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02H 3/16(2006.01)i; H02H 9/02(2006.01)i FI: H02H3/16 B; H02H9/02 Z		
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（IPC）） H02H3/16; H02H9/02		
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 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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 2020-167774 A（東京電力ホールディングス株式会社）08.10.2020（2020 - 10 - 08） 全文、全図	1-12
A	JP 6-276672 A（富士電機株式会社）30.09.1994（1994 - 09 - 30） 全文、全図	1-12
A	JP 2001-095151 A（九州電力株式会社）06.04.2001（2001 - 04 - 06） 全文、全図	1-12
A	JP 8-508154 A（シーメンス アクチエンゲゼルシャフト）27.08.1996（1996 - 08 - 27） 全文、全図	1-12
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 29.09.2023		国際調査報告の発送日 10.10.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 辻丸 詔 5T 8389 電話番号 03-3581-1101 内線 3568

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/027162

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-167774	A	08.10.2020	(ファミリーなし)	
JP	6-276672	A	30.09.1994	(ファミリーなし)	
JP	2001-095151	A	06.04.2001	W0 1999/053590 A1	
				全文、全図	
				KR 10-2001-0013527 A	
JP	8-508154	A	27.08.1996	US 5689397 A	
				全文、全図	
				W0 1994/022197 A1	
				DE 4309794 A1	