

(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
2024年8月29日(29.08.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/176331 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 13/00 (2006.01) H02J 3/38 (2006.01)
H02J 3/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/006158

(22) 国際出願日: 2023年2月21日(21.02.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

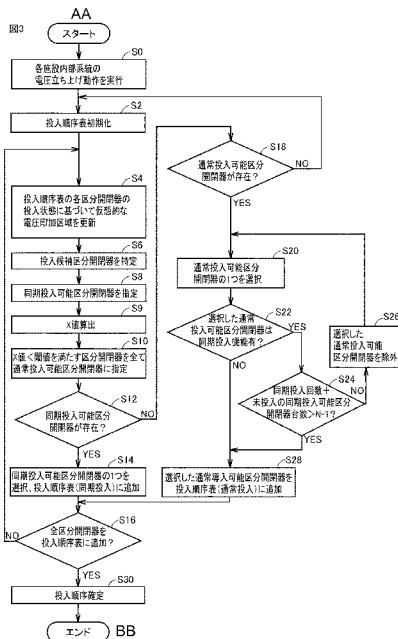
(26) 国際公開の言語: 日本語

(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: 松本 航輝 (MATSUMOTO, Koki); 〒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). 井上 禎之 (INOUE, Sadayuki); 〒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). マノハル ルティカナンダン (MANOHAR, Rutvikanandan); 〒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). 松田 啓史 (MATSUDA, Keishi); 〒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). 川井 由宇 (KAWAI, Yu); 〒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).

(54) Title: SELF-SUSTAINED ELECTRICAL GRID MANAGEMENT DEVICE AND SELF-SUSTAINED ELECTRICAL GRID SYSTEM

(54) 発明の名称: 自立電力系統管理装置および自立電力系統システム



S0 Perform voltage boosting operation for internal system of each facility
S2 Initialize turn-on sequence table
S4 Update virtual voltage application region on the basis of turn-on state of each section switch in turn-on sequence table
S6 Identify turn-on candidate section switches
S8 Designate synchronous turn-on feasible section switch
S9 Calculate X value
S10 Designate all section switches satisfying "X value < threshold" as normal turn-on feasible section switches
S12 Is there synchronous turn-on feasible section switch?
S14 Select and add one of synchronous turn-on feasible section switches to turn-on sequence table (synchronous turn-on)
S16 Have all section switches been added to turn-on sequence table?
S18 Is there a normal turn-on feasible section switch?
S20 Select one of normal turn-on feasible section switches
S22 Does selected normal turn-on feasible section switch have synchronous turn-on function?
S24 Is "number of times synchronous turn-on has been performed" + "number of synchronous turn-on feasible section switches that have not been turned on" > N-1?
S26 Withdraw selected normal turn-on feasible section switch
S28 Add selected normal turn-on feasible section switch to turn-on sequence table (normal turn-on)
S30 Confirm turn-on sequence
AA Start
BB End

(57) Abstract: This self-sustained electrical grid management device comprises: a turn-on sequence determination unit that determines the sequence in which a plurality of section switches are to be turned on, when recovering a self-sustained electrical grid from a power-failure state, on the basis of path information pertaining to a power transmission and distribution network, capacity information pertaining to transformers included in each power transmission and distribution zone, and capacity information pertaining to each voltage generator power source; and a turn-on command unit that confers a turn-on command to the plurality of section switches in accordance with the sequence determined by the turn-on sequence determination unit. When there is a power transmission and distribution zone to which a voltage is newly applied as a



(74) 代理人: 弁理士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三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, 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, 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, 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))

result of turning on a given section switch from among section switches that have not been turned on, the turn-on sequence determination unit determines a turn-on priority sequence for said section switch on the basis of the total capacity value of a transformer group included in the power transmission and distribution zones and information regarding the total capacity value of voltage generator power sources that have already been electrically connected to said section switch.

(57) 要約: 自立電力系統管理装置は、送配電網の経路情報と、各送配電区間に含まれる変圧器の容量情報と、各電圧源電源の容量情報とに基づき、自立電力系統が停電状態から復電する際の複数の区分開閉器の投入順序を決定する投入順序決定部と、投入順序決定部が決定した順序に従って複数の区分開閉器に投入指令を与える投入指令部とを備える。投入順序決定部は、未投入の区分開閉器のうち、ある区分開閉器を投入することで新たに電圧が印加される送配電区間が存在する場合に、送配電区間に含まれる変圧器群の容量合計値と、当該区分開閉器と既に電氣的に接続状態にある電圧源電源の容量合計値の情報とに基づいて、当該区分開閉器の投入優先順位を決定する。

明 細 書

発明の名称： 自立電力系統管理装置および自立電力系統システム 技術分野

[0001] 本開示は、自立的に運用される電力系統の運転状態を管理する自立電力系統管理装置およびその装置を含む自立電力系統システムに関する。

背景技術

[0002] 災害により一部地域の電力網が基幹系統から孤立した場合や、基幹系統が大規模停電した場合においても、各需要家への電力供給を継続させるため、特定の地域範囲を基幹系統から一時的に独立させ、地域内の太陽光発電設備、風力発電設備、系統用蓄電池、非常用発電機等を活用して自立的な電力系統を構築・運用する、地域マイクログリッドが注目されている。

[0003] 自立的な電力系統の運用を開始する際には、停電状態から電力系統内の各電源を起動し、系統電圧が全域へ行き渡った状態へと立ち上げる必要がある。この時、送配電網は通常運用時と同一の設備を流用することが想定されるが、一般に送配電網には一定程度の間隔をおいて区分開閉器が設置されており、この区分開閉器の開閉により電源からの供給電圧が印加される区域をコントロールする。従って、停電状態からの立ち上げ時には、電源起動後、電源に近い位置の区分開閉器から順次投入していき、給電エリアを拡大することが想定される。この点で、特許文献1では、自立電力系統の立ち上げ時の手順やその制御方法に関する技術が説明されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-121846号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 自立電力系統を停電状態から立ち上げる際、系統電圧を維持する役割を担う電圧源電源を起動後、送配電網に配置された区分開閉器によって分けさ

れた送配電区間を順次投入することで給電エリアを拡大する。

[0006] この場合において、区分開閉器の投入直後には、新規の投入区間に含まれる複数の柱上変圧器に対してそれぞれ自己定格電流の数倍～10倍程度にのぼる励磁突入電流が流入することが知られている。電圧源電源は、この励磁突入電流の合計値を供給する。このとき、特に電圧源電源としてインバータ型電源が用いられている場合には、回転機電源に比べ過電流耐量が小さく、過電流に対する保護停止機能が働いて再停電に陥る可能性や、インバータ型電源に備えられた電流を抑制する制御が働くことで電圧が低下し、需要家に品質基準を逸脱した電圧を供給してしまい悪影響を与える可能性がある。

[0007] 本開示は、上記の課題を解決するためのものであって、区分開閉器の投入時に発生する変圧器への励磁突入電流による電源の保護停止や系統電圧の過度な低下を予防可能な自立電力系統管理装置および自立電力系統システム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] ある実施の形態に従う自立電力系統管理装置は、基幹電力系統から解列されて独立的に運用される自立電力系統の運用状態を管理する自立電力系統管理装置において、自立電力系統は、系統電圧を維持するように機能する電圧源電源を少なくとも1台含むとともに、電圧源電源と各需要家とを相互に電氣的に接続するネットワークを形成する送配電網との接続ならびに送配電網を区分けする複数の区分開閉器とを含む。自立電力系統管理装置は、送配電網の経路情報と、各送配電区間に含まれる変圧器の容量情報と、各電圧源電源の容量情報とに基づき、自立電力系統が停電状態から復電する際の複数の区分開閉器の投入順序を決定する投入順序決定部と、投入順序決定部が決定した順序に従って複数の区分開閉器に投入指令を与える投入指令部とを備える。投入順序決定部は、未投入の区分開閉器のうち、ある区分開閉器を投入することで新たに電圧が印加される送配電区間が存在する場合に、送配電区間に含まれる変圧器群の容量合計値と、当該区分開閉器と既に電氣的に接続状態にある電圧源電源の容量合計値の情報とに基づいて、当該区分開閉器の

投入優先順位を決定する。

[0009] ある実施の形態に従う自立電力システムシステムは、基幹電力システムから解列されて独立的に運用される自立電力システムと、自立電力システムの運用状態を管理する自立電力システム管理装置とを備える。自立電力システムは、系統電圧を維持するように機能する電圧源電源を少なくとも1台含むとともに、電圧源電源と各需要家とを相互に電氣的に接続するネットワークを形成する送配電網との接続状態ならびに送配電網を区分けする複数の区分開閉器とを含む。自立電力システム管理装置は、送配電網の経路情報と、各送配電区間に含まれる変圧器の容量情報と、各電圧源電源の容量情報とに基づき、自立電力システムが停電状態から復電する際の複数の区分開閉器の投入順序を決定する投入順序決定部と、投入順序決定部が決定した順序に従って複数の区分開閉器に投入指令を与える投入指令部とを含む。投入順序決定部が、未投入の区分開閉器のうち、ある区分開閉器を投入することで新たに電圧が印加される送配電区間が存在する場合に、送配電区間に含まれる変圧器群の容量合計値と、当該区分開閉器と既に電氣的に接続状態にある電圧源電源の容量合計値の情報とに基づいて、当該区分開閉器の投入優先順位を決定する。

発明の効果

[0010] 本開示に従う自立電力システム管理装置および自立電力システムシステムは、区分開閉器の投入時に発生する変圧器への励磁突入電流による電源の保護停止や系統電圧の過度な低下を予防可能である。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施の形態に従う自立電力システム管理装置が管理する自立電力システム全体の構成を示す図である。

[図2]実施の形態に従う自立電力システム管理装置101の内部構成を示した図である。

[図3]実施形態に従う投入順序決定部202における区分開閉器の投入順序を決定する際の判定シーケンスについて説明するフロー図である。

[図4]実施形態に従う投入順序決定部202による投入順序の決定の流れにつ

いて説明する図（その１）である。

[図5]実施形態に従う投入順序決定部２０２による投入順序の決定の流れについて説明する図（その２）である。

[図6]実施の形態に従う投入順序表の一例について説明する図である。

発明を実施するための形態

[0012] 実施の形態１．

図１は、実施の形態に従う自立電力系統管理装置が管理する自立電力系統全体の構成を示す図である。

[0013] 図１を参照して、自立電力系統の構成要素と動作について説明する。

自立電力系統管理装置１０１は、自立電力系統の運転状態を管理すべく、自立電力系統の運転状態に関する情報を収集し、必要な演算処理を行い、各構成要素に指令を送信する装置である。詳細な構成及び動作は後述する。

[0014] 発電・変電施設１０２ａ～１０２ｃ（以下、総称して発電・変電施設１０２とも称する）は、自立電力系統に対して電力を供給する電源を有する施設であり、これらが送配電網を介して相互に接続される。発電・変電施設１０２は、配電用変電所でもよく、メガソーラー施設でもよく、風力発電所でもよく、蓄電池施設でもよい。

[0015] 電圧源電源１０３ａ～１０３ｃ（以下、総称して電圧源電源１０３とも称する）は、系統電圧を維持する能力を有した電源であり、回転機発電機でもよく、交流系統側電圧を保つ制御を実装した電力変換装置と直流電源の組み合わせでもよい。直流電源は、蓄電池でもよく、太陽光発電パネルでもよく、風力発電機からの出力を整流したものでもよい。実施の形態１に従う構成では、自立電力系統内に電圧源電源が少なくとも１台存在することとし、１台以上であれば何台でもよい。電圧源電源が２台以上存在する場合、複数の電圧源電源の電圧位相の同期をとる機能が必要であり、この機能は回転機発電機の動揺特性によって実現されてもよく、回転機発電機の動揺特性に類する動作特性を模擬的に実装した電力変換装置によって実現されてもよい。

[0016] 分散電源１０４ａ～１０４ｇ（以下、総称して分散電源１０４とも称する

）は、系統電圧を維持する能力を持たず、系統電圧の位相を読み取りこれに追従しながら流出入する電流を制御する電流源電源であり、蓄電池システムでもよく、太陽光発電システムでもよく、風力発電システムでもよい。実施の形態１に従う構成では、分散電源１０４ａ～１０４ｇは複数台存在していても、１台も存在しなくてもよい。

[0017] 変圧器１０５ａ～１０５ｊ（以下、総称して変圧器１０５とも称する）は、電圧源電源１０３ａ～１０３ｃ及び分散電源１０４ａ～１０４ｇと送配電網との間に設置される連系変圧器である。

[0018] 開閉器１０６ａ～１０６ｊ（以下、総称して開閉器１０６とも称する）は、発電・変電施設１０２ａ～１０２ｃ内において電圧源電源１０３ａ～１０３ｃ及び分散電源１０４ａ～１０４ｇと送配電網との接続状態を決定する電源用開閉器である。なお、開閉器と記載する要素は、すべて遮断器でもよい。

[0019] 開閉器１０７ａ～１０７ｃ（以下、総称して開閉器１０７とも称する）は、発電・変電施設１０２ａ～１０２ｃと送配電網との間の接続状態を決定する区分開閉器である。実施の形態１に係る構成では、開閉器１０７ａ～１０７ｃは同期投入機能を有することが望ましい。同期投入機能とは、開閉器を遮断状態から投入する場合において、異なる電圧源電源によって供給される電圧が開閉器の両端にそれぞれ印加されている状態において、両端の電圧の振幅、位相、周波数の差分に関する一定の条件を満たした場合にのみ投入を許可するよう動作させることで、開閉器投入時の両端の電圧の差に起因する突入電流を抑制する機能を指す。

[0020] 開閉器１０８ａ～１０８ｆ（以下、総称して開閉器１０８とも称する）は、自立電力系統の送配電網を区分けし管理するために設置される区分開閉器である。

[0021] 変圧器１０９ａ～１０９ｆ（以下、総称して変圧器１０９とも称する）は、送配電網から需要家が電圧を受電するために設置される変圧器であり、一般に配電網に設置される柱上変圧器でもよく、高圧需要家が構内に設置する

受電変圧器でもよい。図 1 においては一つの配電区間につき一つの変圧器を図示しているが、変圧器は一つの配電区間内に複数台存在してもよく、一台も存在しなくてもよい。

[0022] S V R 1 1 0 は、自動電圧調整器(Step Voltage Regulator)であり、変圧比の異なる複数のタップを切り替えることで潮流状態に応じて電圧を調整する単巻変圧器である。

[0023] 開閉器 1 1 1 は、自立電力系統と基幹系統との接続状態を決定する開閉器であり、自立的な運用を行う場合は常に遮断状態であり、基幹系統との連系運用を行う場合に接続される。

[0024] 図 1 を参照して、実施の形態に従う停電状態から自立電力系統を立ち上げる際の手順について説明する。

[0025] 第一に、発電・変電施設 1 0 2 a ~ 1 0 2 c 内部の系統を、運転状態へと立ち上げる。発電・変電施設 1 0 2 a 構内を例として説明する。発電・変電施設 1 0 2 a 構内の立ち上げ中においては、開閉器 1 0 7 a を遮断状態とし、送配電網から分離することとする。電圧源電源 1 0 3 a を起動し、電圧を出力する。このとき、電圧源電源 1 0 3 a の出力端に接続される変圧器 1 0 5 a に急激に電圧が印加され励磁突入電流が発生することを回避するため、電圧源電源 1 0 3 a は、ソフトスタートを行ってもよい。ソフトスタートとは、電圧源電源の出力交流電圧の振幅を 0 から定格電圧まで、ランプ状あるいは階段状に数秒～数分程度かけて次第に上げていくことで、出力電圧の急激な変化を避ける起動方法を指す。電圧源電源 1 0 3 a を立ち上げ後に開閉器 1 0 6 a ~ 1 0 6 d を投入すると、変圧器 1 0 5 b ~ 1 0 5 d に対して急激に電圧が印加され励磁突入電流が発生する場合があるため、これを回避するために電圧源電源 1 0 3 a をソフトスタートする前に開閉器 1 0 6 a ~ 1 0 6 d を投入しておいてもよい。このようにすることで、変圧器 1 0 5 b ~ 1 0 5 d に対して印加される電圧の変化も緩やかになり、励磁突入電流の発生を抑制できる効果がある。電圧源電源 1 0 3 a の出力電圧が定格電圧まで上昇し安定した後、分散電源 1 0 4 a ~ 1 0 4 c の連系運転をそれぞれ必要

に応じて開始してもよく、開始しなくてもよい。以上により、発電・変電施設 102 a 内系統の立ち上げが完了する。同様にして、発電・変電施設 102 b 及び 102 c の構内系統を立ち上げることができる。

[0026] 第二に、区分開閉器 107 a～107 c 及び 108 a～108 f を順次投入する。電圧が供給される区間を拡大する。

[0027] 実施形態においては、本工程における区分開閉器の投入順序を自立電力系統管理装置 101 において決定し配信する方法について説明する。

[0028] 一般に、ある区分開閉器を投入したことによって新たに電圧が印加される区間がある場合、開閉器投入時に当該区間に接続されている変圧器に急激に電圧がかかるため、励磁突入電流が発生する場合がある。励磁突入電流の発生量は、印加される瞬間の電圧の位相、変圧器の残留磁束、変圧器の持つ励磁特性などによって都度異なるが、最悪条件では変圧器の定格容量の数倍～十数倍程度の電流が流入することとなる。この励磁突入電流は、当該変圧器と電氣的に接続される全ての電圧源電源が分担して供給することとなるが、ある電圧源電源が負担する電流が電圧源電源の容量に対して過大である場合、当該電圧源電源の過電流保護停止や、品質基準を逸脱した瞬時電圧低下が発生する可能性がある。そこで、実施の形態においては、区分開閉器の投入時に変圧器において発生する励磁突入電流を、電圧源電源が可能な限り余裕をもって供給できるような区分開閉器の投入順序の決定方法を提供する。より具体的には、区分開閉器が投入されることによって励磁突入電流が発生する変圧器の定格容量の合計値に対して、その励磁突入電流を供給することとなる電圧源電源の合計容量値が大きくなるように区分開閉器の投入順序を決定する。このような区分開閉器の投入順序の決定方法について、以下においてより詳しく説明する。

[0029] 図 2 は、実施の形態に従う自立電力系統管理装置 101 の内部構成を示した図である。図 2 を参照して、自立電力系統管理装置 101 の構成と動作について説明する。

[0030] 送配電系統構成情報 201 は、送配電系統の経路情報、各区分開閉器の設

置位置、各区間に接続される変圧器の接続位置及び容量、各電圧源電源の設置位置及び容量の情報を含む情報である。

[0031] 自立電力系統管理装置 101 は、一例として内部に設けられた記憶部を含み、当該記憶部に当該送配電系統構成情報 201 を保存していてもよく、外部の記憶媒体に保存して必要に応じて呼び出す形でもよい。

[0032] 投入順序決定部 202 は、少なくとも送配電系統構成情報 201 に基づき、送配電網に設置されている各区分開閉器の投入順序を決定し、これを投入順序情報 204 として投入指令部 203 に伝達する。

[0033] 投入指令部 203 は、入力された投入順序情報 204 に基づき、各区分開閉器に投入指令 205 を送信する。投入指令 205 の送信は、電気的な通信線を介して送信されてもよく、無線通信によって送信されてもよい。また、区分開閉器に指令が到達するまでの経路において中継を行う装置や異なる処理を行う別の管理装置を経由してもよい。

[0034] 自立電力系統管理装置 101 は、上記の構成要素のほかに、例えば自立電力系統に接続される各分散電源の出力すべき電力値や運転/停止の別を決定し、出力電力指令値や運転/停止指令を各電源に送信する処理など、本開示において述べる処理とは異なる処理を行う部分が並列的に含まれていてもよいことは言うまでもない。

[0035] 図 3 は、実施形態に従う投入順序決定部 202 における区分開閉器の投入順序を決定する際の判定シーケンスについて説明するフロー図である。

[0036] 図 3 を参照して、投入順序の具体的な決定方法について説明する。

以下の説明では、未投入であり片側のみに電圧が印加されておりもう片側が無電圧である区分開閉器を投入することを「通常投入」とよぶ。また、未投入であり両側に電圧が印加されている区分開閉器を、両端子電圧の振幅・位相等の同期を確認した状態で投入することを「同期投入」とよぶ。

[0037] まず、図 3 の判定シーケンスの背景として想定した、区分開閉器の投入順序の決定時のルールについて説明する。

[0038] 本実施形態においては、以下のルールが守られるように区分開閉器の投入

順序を決定することで、変圧器への励磁突入電流に起因する電圧源電源の過電流保護停止や過度な瞬時電圧低下を予防する効果が得られる。

[0039] 区分開閉器の投入順序の決定時のルール R 1 – R 5 について以下のとおり定める。

ルール R 1 : 両側ともに無電圧である開閉器は投入しない。

[0040] ルール R 2 : 片側のみに電圧が印加されておりもう片側が無電圧である開閉器を投入する時は、 X 値 < 一定の閾値を満たす場合にのみ投入する。

[0041] ルール R 3 : 両側ともに電圧が印加されている開閉器を投入する時は、同期投入する。

ルール R 4 : 「既に同期投入を行った回数」と「同期投入機能を有する未投入の開閉器の台数」の合計が、自立電力系統に含まれる電圧源電源の台数 $(N) - 1$ に等しい場合は、同期投入機能を有する未投入の開閉器を通常投入することを禁止する。

[0042] ルール R 5 : 同期投入が可能な開閉器と、通常投入が可能な開閉器がともに存在するときは、同期投入が可能な開閉器を優先的に投入する。

[0043] ここで、 X 値とは、対象となる区分開閉器を投入することで新たに電圧が印加される送配電区間に含まれる変圧器群の容量合計値を、区分開閉器と既に電氣的に接続状態にある電圧源電源の容量合計値で除した値である。

[0044] 上記のルールの各項の設定目的とその効果について説明する。

(1) ルール R 1

第一に、両側が無電圧である区分開閉器を投入しても電力供給区間が拡大しない。また、その後の工程において他の区分開閉器を通常投入した際に新たに同時に電圧が印加される範囲が広くなるため、一度に電圧がかかる変圧器の台数が増加し、励磁突入電流の発生量の面で不利となる場合がある。これを回避するための制約がルール R 1 となる。

[0045] (2) ルール R 2

ルール R 2 は、本開示の特徴となる要素である。区分開閉器を通常投入すると、新たに変圧器に電圧が印加され励磁突入電流が発生し、これを電圧源

電源が供給する。一般に、変圧器の励磁突入電流の発生量は、電圧位相や残留磁束、励磁特性が同一条件であれば変圧器の定格容量に比例する。また、並列して接続される複数の変圧器において同時に励磁突入電流が発生するときは、その合計値を電源が供給することとなる。一方、全ての電源には供給できる電流の限界値が存在し、これに至って機器が故障することを避けるために、一定の過電流耐量を設け、これを逸脱した場合には機器を保護するために停止させることが一般的である。電圧源電源の過電流耐量は、回転機電源かインバータ系電源かの別により大きく異なるものの、同一種の電源であれば定格容量に比例する。また、電圧源電源が複数並列している場合は、その定格容量の比や、配電線のインピーダンスの比等に応じて、分担して電流を供給する。したがって、 X 値、すなわち、新たに電圧が印加される変圧器群の容量合計値を、電圧源電源の容量合計値で除した値が小さいほど、各電圧源電源は自己定格に対して余裕を持った電流供給が可能であるため、過電流保護停止に至りにくく、電圧低下も発生しにくい。そこで、 X 値が一定の閾値より小さい区分開閉器のみを通常投入するように制限することにより、電圧源電源の過電流保護停止や過度な電圧低下を予防できる効果が得られる。閾値は、事前に決定しておくことが望ましい。前述の通り、変圧器での励磁突入電流の発生量は、電圧位相や残留磁束、励磁特性によって都度ばらつくため、最も過酷な条件を想定したうえで、この条件においても電圧源電源の供給する電流が許容範囲に入り、かつ、電圧低下の量が許容範囲に収まるような X 値の上限値を、机上計算またはシミュレーションによって事前に導出し、これを閾値として設定しておくことが望ましい。

[0046] (3) ルール R 3

ルール R 3 では、異なる電圧源電源から供給される電圧の経路どうしが合流する際に必ず同期投入を実施するよう制限している。未投入の開閉器の両端の電圧が大きく異なる状態で開閉器を投入すると、突入電流や急激な電圧変動が発生するため、この対策として同期投入を行うことを反映したルールとなる。

[0047] (4) ルール R 4

ルール R 4 は、ルール R 3 を満足するうえで、同期投入機能を有した区分開閉器においてしか同期投入が実施できないことを考慮した制約である。異なる電圧源電源から接続される電氣的経路どうしが合流する時には必ず同期投入を行うのであれば、電圧源電源を N 台含む自立電力系統の全区域の接続を完了するには、同期投入を合計 $N - 1$ 回実施することが必要となる。しかしながら、同期投入機能を有した区分開閉器によってしか同期投入が実施できないため、任意の局面において、(既に同期投入を行った回数) + (同期投入機能を有する未投入の区分開閉器台数) $\geq N - 1$ が満たされる必要がある。

[0048] 上記の条件が満たされない場合には、同期投入の回数が不足し、全区域の接続を完了することができない。

[0049] これを任意の局面において満たすためには、同期投入機能を有する区分開閉器を通常投入した場合、(同期投入機能を有する未投入の開閉器台数) が 1 減少することを考慮すると、(同期投入を行った回数) + (同期投入機能を有する未投入の区分開閉器台数) = $N - 1$ となった場合には、同期投入機能を有する開閉器を通常投入することを禁止すればよい。

[0050] ルール R 4 は、ルール R 3 が満たせなくなる局面が発生することを予防する効果がある。

[0051] (5) ルール R 5

ルール R 2 が存在する以上、X 値が小さくなるように投入順序を決定することが望ましい。X 値を小さくするためには、ある区間に存在する変圧器の容量合計値は設備構成によって既に決定しているため、励磁突入電流を供給する電圧源電源の容量合計値を大きくすることが望ましい。すなわち、複数の電圧源電源を並列した状態を先に確保することが望ましい。同期投入を行うことは、異なる電圧源電源を並列することと同義であるため、通常投入よりも同期投入を優先的に実施することで、X 値を小さくできる効果がある。

[0052] 図 3 には、以上のルール R 1 - R 5 を遵守した開閉器投入順序を決定する

ためのシーケンスが示されている。

[0053] 投入順序決定部202は、各施設内部系統の電圧立ち上げ動作を実行する（ステップS0）。なお、本例においては、各施設内部系統の電圧立ち上げ動作を実行する場合について説明するが、開閉器投入順序を決定した後に実際に立ち上げ動作を実行するようにしてもよい。

[0054] 次に、投入順序決定部202は、投入順序表を初期化する（ステップS2）。ここで、投入順序表とは、区分開閉器の投入順序を最初から順に整理したものであり、処理の都度、内容が追加・削除されていくものとする。

[0055] 次に、投入順序決定部202は、投入順序表の各区分開閉器の投入状態に基づいて仮想的な電圧印加区域を更新する（ステップS4）。投入順序決定部202は、現時点での投入順序表の内容において各区分開閉器が投入済みであるか未投入であるかの情報を参照して、送配電網内でどの区域に電圧が印加されているかを確認し、更新する。

[0056] 次に、投入順序決定部202は、更新された電圧印加区域に従って投入候補となる区分開閉器を特定する（ステップS6）。具体的には、投入順序決定部202は、未投入かつ少なくとも片側に電圧が印加されている区分開閉器を全て特定し、投入候補となる区分開閉器に指定する。このようにして決めた投入候補となる区分開閉器の中から投入する区分開閉器を選択することでルールR1が遵守される。

[0057] 次に、投入順序決定部202は、特定された投入候補となる区分開閉器の中から同期投入可能な区分開閉器を指定する（ステップS8）。具体的には、投入順序決定部202は、投入候補となる区分開閉器の中から両側に電圧が印加されており同期投入機能を有する区分開閉器を指定する。同期投入可能な区分開閉器の中から同期投入する区分開閉器を選択することで、ルールR3が遵守される。

[0058] 次に、投入順序決定部202は、X値を算出する（ステップS9）。X値とは、対象となる区分開閉器を投入することで新たに電圧が印加される送配電区間に含まれる変圧器群の容量合計値を、区分開閉器と既に電氣的に接続

状態にある電圧源電源の容量合計値で除した値である。

[0059] 次に、投入順序決定部202は、 X 値<閾値を満たす区分開閉器を全て通常投入可能な区分開閉器に指定する（ステップS10）。具体的には、投入順序決定部202は、投入候補となる区分開閉器のうち、片側のみに電圧が印加されており、 X 値<閾値を満たす区分開閉器を全て通常投入可能な区分開閉器に指定する。通常投入可能な区分開閉器の中から通常投入する区分開閉器を選択することで、ルールR2が遵守される。

[0060] 次に、投入順序決定部202は、同期投入可能な区分開閉器が存在するかどうかを判断する（ステップS12）。

[0061] ステップS12において、投入順序決定部202は、同期投入可能な区分開閉器が存在すると判断した場合（ステップS12においてYES）には、同期投入可能な区分開閉器の1つを選択し、投入順序表（同期投入）に追加する。なお、同期投入可能な区分開閉器のいずれか1つを選択する際は、全ての同期投入可能な区分開閉器の中からランダムに選択してもよいし、管理番号の小さい順等何らかのルールに沿って選択してもよい。

[0062] 次に、ステップS16において、投入順序決定部202は、全ての区分開閉器を投入順序表に追加したかどうかを判断する（ステップS16）。

[0063] ステップS16において、投入順序決定部202は、全ての区分開閉器を投入順序表に追加したと判断した場合（ステップS16においてYES）には、投入順序を確定する（ステップS30）。全ての区分開閉器の投入順序を決定し終えてから、実際に投入指令を出力する。これは、ある区分開閉器を先に投入したことにより、その後の工程において未投入な区分開閉器が存在するにも関わらず投入可能な区分開閉器が存在しない局面が発生する場合があり、前状態に戻らざるを得ない状態に陥る可能性があるためである。すなわち、投入順序決定部202において、全ての区分開閉器を投入し終えることが可能であることが確認できた投入順序表を生成してから、投入指令部203に出力する。

[0064] そして、投入順序決定部202は、処理を終了する。すなわち、確定した

投入順序表を投入順序情報 204 として投入指令部 203 に出力する。

[0065] 一方、ステップ S 16 において、投入順序決定部 202 は、全ての区分開閉器を投入順序表に追加していないと判断した場合（ステップ S 16 において NO）には、ステップ S 4 に戻り、全ての区分開閉器を投入順序表に追加するまで上記処理を繰り返す。

[0066] 一方、ステップ S 12 において、投入順序決定部 202 は、同期投入可能な区分開閉器が存在しないと判断した場合（ステップ S 12 において NO）には、通常投入可能な区分開閉器が存在するか否かを判断する（ステップ S 18）。

[0067] ステップ S 18 において、投入順序決定部 202 は、通常投入可能な区分開閉器が存在しないと判断した場合（ステップ S 18 において NO）には、ステップ S 2 に戻る。すなわち、投入順序表を初期化する。

[0068] すなわち、同期投入可能な区分開閉器もなく、通常投入可能な区分開閉器もない場合であるためのその場合には、投入順序が適切ではないためステップ S 2 に戻る。なお、投入順序決定部 202 は、同様の処理を繰り返さないために初期化される前の投入順序表のリストを記憶しておいて当該順序を除く指定をするように制御してもよい。すなわち、未投入な区分開閉器が存在するにも関わらず投入可能な区分開閉器が存在しない状況に陥った場合は再度はじめから判定をやり直すこととする。このようにすることで、全区分開閉器の投入順序が決定するまで判定を繰り返すことができる。

[0069] ステップ S 18 において、投入順序決定部 202 は、通常投入可能な区分開閉器が存在すると判断した場合（ステップ S 18 において YES）には、通常投入可能な区分開閉器の 1 つを選択する（ステップ S 20）。なお、通常投入可能な区分開閉器のいずれか 1 つを選択する際は、全ての通常投入可能な区分開閉器の中からランダムに選択してもよいし、管理番号の小さい順等何らかのルールに沿って選択してもよい。

[0070] 次に、投入順序決定部 202 は、選択した通常投入可能な区分開閉器は同期投入機能を有しているか否かを判断する（ステップ S 22）。

[0071] ステップS 2 2において、投入順序決定部2 0 2は、選択した通常投入可能な区分開閉器は同期投入機能を有していないと判断した場合（ステップS 2 2においてN O）には、選択した通常導入可能な区分開閉器を投入順序表（通常投入）に追加する（ステップS 2 8）。

[0072] そして、ステップS 1 6に進む。以降の処理については同様である。

一方、ステップS 2 2において、投入順序決定部2 0 2は、選択した通常投入可能な区分開閉器は同期投入機能を有していると判断した場合（ステップS 2 2においてY E S）には、同期投入回数+未投入の同期投入可能な区分開閉器の台数 $>N-1$ の条件を満たしているか否かを判断する（ステップS 2 4）。

[0073] ステップS 2 4において、投入順序決定部2 0 2は、同期投入回数+未投入の同期投入可能な区分開閉器の台数 $>N-1$ の条件を満たしていると判断した場合（ステップS 2 4においてY E S）には、ステップS 2 8に進み、選択した通常導入可能な区分開閉器を投入順序表（通常投入）に追加する。以降の処理は同様である。

[0074] 一方、ステップS 2 4において、投入順序決定部2 0 2は、同期投入回数+未投入の同期投入可能な区分開閉器の台数 $>N-1$ の条件を満たしていないと判断した場合（ステップS 2 4においてN O）には、ステップS 2 6に進む。

[0075] ステップS 2 6において、投入順序決定部2 0 2は、選択した通常導入可能な区分開閉器を除外する。そして、ステップS 2 0に戻り、上記処理を繰り返す。

[0076] すなわち、同期投入回数+未投入の同期投入可能な区分開閉器台数 $>N-1$ のときは選択された区分開閉器の通常投入を許可するが、同期投入回数+未投入の同期投入可能な区分開閉器台数 $=N-1$ のときは、選択した区分開閉器を通常投入可能な区分開閉器から除外して再度ステップS 2 0の処理を実行する。このようにすることで、同期投入機能を有する区分開閉器の台数が不足することを予防し、ルールR 3及びR 4を遵守できる。

- [0077] 図4は、実施形態に従う投入順序決定部202による投入順序の決定の流れについて説明する図（その1）である。なお、今回の説明では、区分開閉器107a～107cは同期投入機能を持ち、区分開閉器108a～108fは同期投入機能を持たないものとする。
- [0078] ステップS0において、投入順序決定部202は、各施設内部システムの電圧立ち上げ動作を実行する。これにより、区分開閉器107a, 107b, 107cの片側に電圧が印加される。
- [0079] 次に、ステップS2において、投入順序決定部202は、投入順序表を初期化する。また、ステップS4において、投入順序決定部202は、仮想的な電圧印加区域を更新する。
- [0080] 図4（A）を参照して、同期投入可能な区分開閉器は存在せず、区分開閉器107a, 107b, 107cが通常投入候補となる場合が示されている。なお、区分開閉器107a, 107b, 107cは $X \text{ 値} < \text{閾値}$ を満たしているものとする。
- [0081] そして、ステップS20において、通常投入可能な区分開閉器107bが選択されたものとする。
- [0082] この場合、選択した区分開閉器107bは、同期投入機能を有するためステップS24に進む。
- [0083] そして、ステップS24において、同期投入回数+未投入の同期投入可能区分開閉器台数 $> N - 1$ の条件を満たすため選択した区分開閉器107bは、投入順序表（通常投入）に追加される。そして、再びステップS4に戻る。
- [0084] そして、区分開閉器107bが投入状態となるため、投入順序決定部202は、仮想的な電圧印加区域を更新する。
- [0085] これにより、図4（B）を参照して、同期投入可能な区分開閉器は存在せず、区分開閉器107a, 107c, 108cが通常投入候補となる場合が示されている。なお、区分開閉器107a, 107b, 108cは $X \text{ 値} < \text{閾値}$ を満たしているものとする。

- [0086] そして、ステップS 2 0において、通常投入可能な区分開閉器 1 0 7 aが選択されたものとする。
- [0087] この場合、選択した区分開閉器 1 0 7 aは、同期投入機能を有するためステップS 2 4に進む。
- [0088] そして、ステップS 2 4において、同期投入回数＋未投入の同期投入可能区分開閉器台数 $>N-1$ の条件を満たさないため選択した区分開閉器 1 0 7 aは、通常投入可能な区分開閉器から除外される。そして、ステップS 2 0に進む。
- [0089] そして、再びステップS 2 0において、通常投入可能な区分開閉器 1 0 7 cが選択されたものとする。
- [0090] この場合、選択した区分開閉器 1 0 7 cは、同期投入機能を有するためステップS 2 4に進む。
- [0091] そして、ステップS 2 4において、同期投入回数＋未投入の同期投入可能区分開閉器台数 $>N-1$ の条件を満たさないため選択した区分開閉器 1 0 7 cは、通常投入可能な区分開閉器から除外される。そして、ステップS 2 0に進む。
- [0092] そして、再びステップS 2 0において、通常投入可能な区分開閉器 1 0 8 cが選択されたものとする。
- [0093] この場合、選択した区分開閉器 1 0 8 cは、同期投入機能がないためステップS 2 8に進む。
- [0094] 区分開閉器 1 0 8 cは、投入順序表（通常投入）に追加される。そして、再びステップS 4に戻る。
- [0095] そして、区分開閉器 1 0 8 cが投入状態となるため、投入順序決定部 2 0 2は、仮想的な電圧印加区域を更新する。
- [0096] これにより、図 4（C）を参照して、同期投入可能な区分開閉器は存在せず、区分開閉器 1 0 7 a， 1 0 7 c， 1 0 8 b， 1 0 8 e， 1 0 8 fが通常投入候補となる場合が示されている。なお、区分開閉器 1 0 7 a， 1 0 7 c， 1 0 8 b， 1 0 8 fは $X \text{ 値} < \text{閾値}$ を満たしているものとする。一方、区分

開閉器 108e は X 値 < 閾値を満たしていないものとする。

[0097] そして、ステップ S20 において、通常投入可能な区分開閉器 108f が選択されたものとする。

[0098] この場合、選択した区分開閉器 108f は、同期投入機能がないためステップ S28 に進む。

[0099] 区分開閉器 108f は、投入順序表（通常投入）に追加される。そして、再びステップ S4 に戻る。

[0100] そして、区分開閉器 108f が投入状態となるため、投入順序決定部 202 は、仮想的な電圧印加区域を更新する。

[0101] これにより、図 4（D）を参照して、同期投入可能な区分開閉器 107c と、区分開閉器 107a, 108b, 108e が通常投入候補となる場合が示されている。なお、区分開閉器 107a, 108b, 108e は X 値 < 閾値を満たしているものとする。

[0102] この場合、ステップ S12 において、同期投入可能な区分開閉器 107c があるため区分開閉器 107c は、投入順序表（同期投入）に追加される。そして、再びステップ S4 に戻る。

[0103] そして、区分開閉器 107c が投入状態となるため、投入順序決定部 202 は、仮想的な電圧印加区域を更新する。

[0104] これにより、図 4（E）を参照して、同期投入可能な区分開閉器は存在せず、区分開閉器 107a, 108b が通常投入候補となる場合が示されている。なお、区分開閉器 107a, 108b は X 値 < 閾値を満たしているものとする。一方、区分開閉器 108e は X 値 < 閾値を満たしていないものとする。

[0105] そして、ステップ S20 において、通常投入可能な区分開閉器 108b が選択されたものとする。

[0106] この場合、選択した区分開閉器 108b は、同期投入機能がないためステップ S28 に進む。

[0107] 区分開閉器 108b は、投入順序表（通常投入）に追加される。そして、

再びステップS 4に戻る。

[0108] そして、区分開閉器 108 b が投入状態となるため、投入順序決定部 202 は、仮想的な電圧印加区域を更新する。

[0109] これにより、図 4 (F) を参照して、同期投入可能な区分開閉器は存在せず、区分開閉器 107 a, 108 a が通常投入候補となる場合が示されている。なお、区分開閉器 107 a, 108 a は X 値 < 閾値を満たしているものとする。一方、区分開閉器 108 e は X 値 < 閾値を満たしていないものとする。

[0110] そして、ステップ S 20 において、通常投入可能な区分開閉器 108 a が選択されたものとする。

[0111] この場合、選択した区分開閉器 108 a は、同期投入機能がないためステップ S 28 に進む。

[0112] 区分開閉器 108 a は、投入順序表（通常投入）に追加される。そして、再びステップ S 4 に戻る。

[0113] そして、区分開閉器 108 a が投入状態となるため、投入順序決定部 202 は、仮想的な電圧印加区域を更新する。

[0114] 図 5 は、実施形態に従う投入順序決定部 202 による投入順序の決定の流れについて説明する図（その 2）である。

[0115] 図 5 (A) を参照して、同期投入可能な区分開閉器 107 a がある場合が示されている。なお、区分開閉器 107 a は X 値 < 閾値を満たしているものとする。一方、区分開閉器 108 e は X 値 < 閾値を満たしていないものとする。

[0116] この場合、ステップ S 12 において、同期投入可能な区分開閉器 107 a があるため区分開閉器 107 a は、投入順序表（同期投入）に追加される。そして、再びステップ S 4 に戻る。

[0117] そして、区分開閉器 107 a が投入状態となるため、投入順序決定部 202 は、仮想的な電圧印加区域を更新する。

[0118] 図 5 (B) を参照して、同期投入可能な区分開閉器は存在せず、区分開閉

器 108e が通常投入候補となる場合が示されている。なお、区分開閉器 108e は X 値 < 閾値を満たしているものとする。

[0119] そして、ステップ S20 において、通常投入可能な区分開閉器 108e が選択されたものとする。

[0120] この場合、選択した区分開閉器 108e は、同期投入機能がないためステップ S28 に進む。

[0121] 区分開閉器 108e は、投入順序表（通常投入）に追加される。そして、再びステップ S4 に戻る。

[0122] そして、区分開閉器 108e が投入状態となるため、投入順序決定部 202 は、仮想的な電圧印加区域を更新する。

[0123] 図 5（C）を参照して、同期投入可能な区分開閉器は存在せず、区分開閉器 108d が通常投入候補となる場合が示されている。なお、区分開閉器 108d は X 値 < 閾値を満たしているものとする。

[0124] そして、ステップ S20 において、通常投入可能な区分開閉器 108d が選択されたものとする。

[0125] この場合、選択した区分開閉器 108d は、同期投入機能がないためステップ S28 に進む。

[0126] 区分開閉器 108d は、投入順序表（通常投入）に追加される。

これにより、図 5（D）に示されるように全ての区分開閉器が投入順序表に追加された状態となる。これにより処理を終了する。

[0127] 図 6 は、実施の形態に従う投入順序表の一例について説明する図である。

図 6 を参照して、投入順序の 1 番目として区分開閉器 107b（通常投入）、2 番目として区分開閉器 108c（通常投入）、3 番目として区分開閉器 108f（通常投入）、4 番目として区分開閉器 107c（同期投入）、5 番目として区分開閉器 108b（通常投入）、6 番目として区分開閉器 108a（通常投入）、7 番目として区分開閉器 107a（同期投入）、8 番目として区分開閉器 108e（通常投入）、9 番目として区分開閉器 108d（通常投入）が追加された場合が示されている。なお、当該投入順序表は

一例であり、上記フローにしたがって他の組み合わせに基づく投入順序ともなり得る。

[0128] 上記で説明した区分開閉器の投入順序の決定方法にしたがって区分開閉器の投入順序を管理する自立電力系統管理装置によれば、自立電力系統を停電状態から立ち上げる際に、区分開閉器の投入時に変圧器へ流入する励磁突入電流を供給する電圧源電源の過電流保護停止の発生や送配電系統の過度な瞬時電圧低下を予防できる効果が得られる。

[0129] なお、どのように選択し直しても、未投入な区分開閉器が存在するにも関わらず投入可能な区分開閉器が存在しない状況に途中で陥る場合は、そもそも送配電区間に存在する変圧器の容量に対して電圧源電源の容量が不足していることを意味するため、電源の増強や開閉器の増設を行う必要があり、本開示での管理対象とはしない。

[0130] 上記実施の形態では、 X 値が閾値より小さい区分開閉器を優先的に投入するが、これに限らない。未投入の区分開閉器のうちのいずれかを投入することで新たに電圧が印加される送配電区間が存在する場合において、当該送配電区間に含まれる変圧器群の容量合計値と、当該区分開閉器と既に電氣的に接続状態にある電圧源電源の容量合計値の情報とを用いた他の方法により、区分開閉器の投入優先順位を決定してもよい。例えば、当該区分開閉器と既に電氣的に接続状態にある電圧源電源の容量合計値から、当該送配電区間に含まれる変圧器群の容量合計値を引いた差分が一定の閾値より大きいことをもって投入優先順位を決定してもよい。

[0131] 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。さらに、複数の実施の形態を好適に組み合わせることも問題無いことは言うまでもなく、実施の形態ごとの効果をより高めることで効率的かつ、経済的な活用をするのが望ましい。

[0132] 本開示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

[0133] 101 自立電力システム管理装置、102, 102a, 102b, 102c
変電施設、103, 103a, 103b, 103c 電圧源電源、104
, 104a, 104c, 104g 分散電源、107a, 107b, 107
c, 108a, 108b, 108c, 108d, 108e, 108f 区分
開閉器、201 送配電システム構成情報、202 投入順序決定部、203
投入指令部。

請求の範囲

[請求項1] 基幹電力系統から解列されて独立的に運用される自立電力系統の運用状態を管理する自立電力系統管理装置において、

前記自立電力系統は、系統電圧を維持するように機能する電圧源電源を少なくとも1台含むとともに、前記電圧源電源と各需要家とを相互に電氣的に接続するネットワークを形成する送配電網との接続ならびに前記送配電網を区分けする複数の区分開閉器とを含み、

前記自立電力系統管理装置は、

前記送配電網の経路情報と、各送配電区間に含まれる変圧器の容量情報と、各前記電圧源電源の容量情報とに基づき、前記自立電力系統が停電状態から復電する際の前記複数の区分開閉器の投入順序を決定する投入順序決定部と、

前記投入順序決定部が決定した順序に従って前記複数の区分開閉器に投入指令を与える投入指令部とを備え、

前記投入順序決定部は、未投入の区分開閉器のうち、ある区分開閉器を投入することで新たに電圧が印加される送配電区間が存在する場合に、前記送配電区間に含まれる変圧器群の容量合計値と、当該区分開閉器と既に電氣的に接続状態にある電圧源電源の容量合計値の情報とに基づいて、当該区分開閉器の投入優先順位を決定する、自立電力系統管理装置。

[請求項2] 前記投入順序決定部は、未投入の区分開閉器のうち、ある区分開閉器を投入することで新たに電圧が印加される送配電区間が存在する場合に、前記送配電区間に含まれる変圧器群の容量合計値を、当該区分開閉器と既に電氣的に接続状態にある電圧源電源の容量合計値で除した値が、あらかじめ定めた閾値より小さくなる当該区分開閉器を通常投入可能開閉器とし、前記通常投入可能開閉器をその他の区分開閉器より優先的に投入するように投入順序を決定する、請求項1記載の自立電力系統管理装置。

- [請求項3] 前記投入順序決定部は、未投入の区分開閉器のうち、ある区分開閉器の両端子に電圧が印加されており、かつ同期投入機能を有している当該区分開閉器を、同期投入可能開閉器とし、前記同期投入可能開閉器をその他の区分開閉器より優先的に投入するように投入順序を決定する、請求項2記載の自立電力系統管理装置。
- [請求項4] 前記投入順序決定部は、前記同期投入可能開閉器と、前記通常投入可能開閉器とがともに存在するとき、前記同期投入可能開閉器を優先的に投入するように投入順序を決定する、請求項3記載の自立電力系統管理装置。
- [請求項5] 前記自立電力系統に、前記電圧源電源が少なくとも2台以上含まれ、
前記投入順序決定部は、任意の電圧源電源から電氣的に接続されている経路と異なる任意の電圧源電源から電氣的に接続されている経路とがある区分開閉器の投入によって接続されるとき、前記区分開閉器は同期投入機能を有する区分開閉器となるように投入順序を決定する、請求項1～4のいずれか一項に記載の自立電力系統管理装置。
- [請求項6] 前記投入順序決定部は、前記自立電力系統に含まれる同期投入機能を有する開閉器のうち、前記自立電力系統に含まれる電圧源電源の総台数から1を減じた数と同じ台数は同期投入を行うように投入順序を決定する、請求項5記載の自立電力系統管理装置。
- [請求項7] 前記電圧源電源は、同期発電機の動作特性を模擬した制御を行うインバータ電源である、請求項1記載の自立電力系統管理装置。
- [請求項8] 基幹電力系統から解列されて独立的に運用される自立電力系統と、
前記自立電力系統の運用状態を管理する自立電力系統管理装置とを備え、
前記自立電力系統は、系統電圧を維持するように機能する電圧源電源を少なくとも1台含むとともに、前記電圧源電源と各需要家とを相互に電氣的に接続するネットワークを形成する送配電網との接続状態

ならびに前記送配電網を区分けする複数の区分開閉器とを含み、

前記自立電力系統管理装置は、

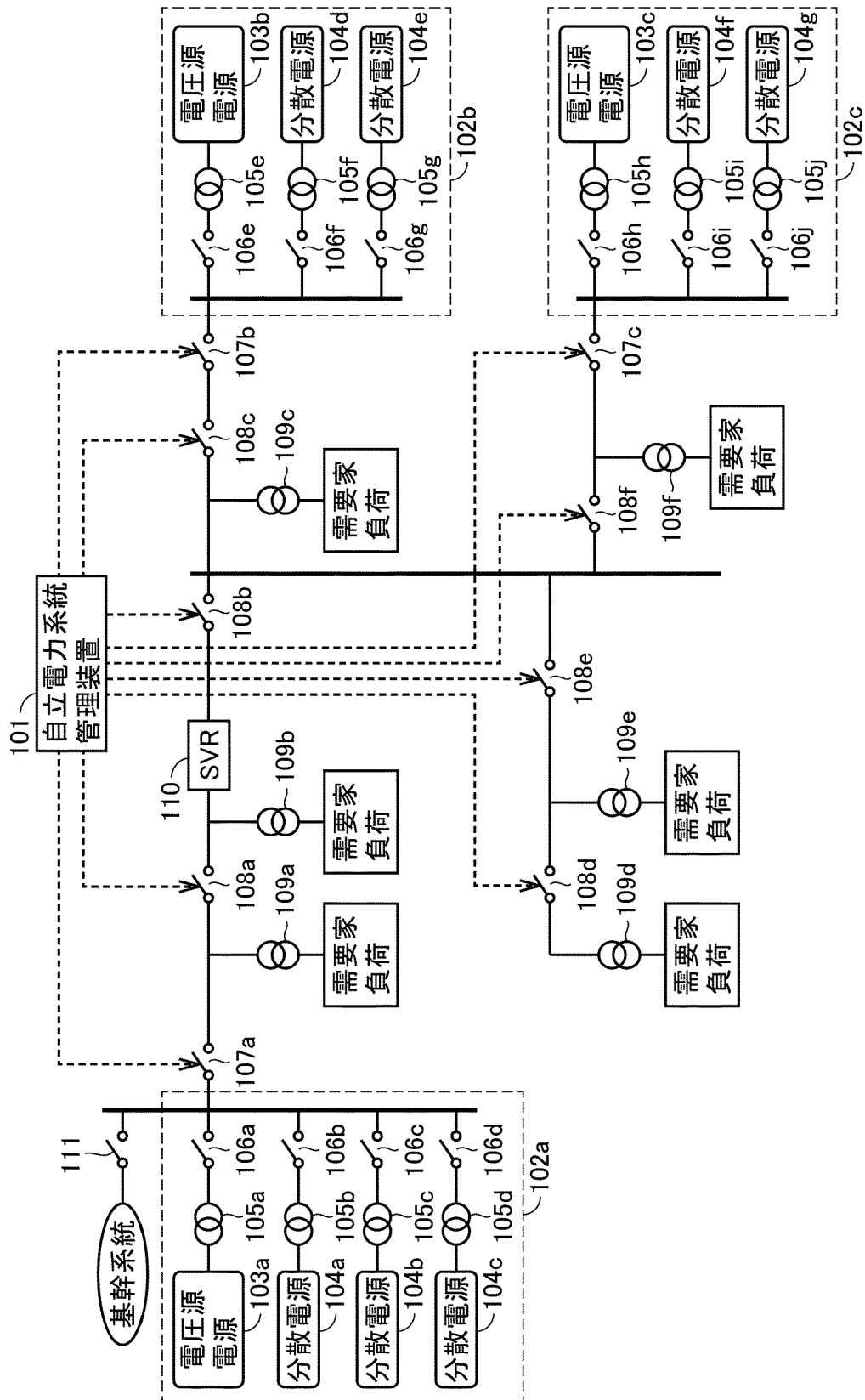
前記送配電網の経路情報と、各送配電区間に含まれる変圧器の容量情報と、各前記電圧源電源の容量情報とに基づき、前記自立電力系統が停電状態から復電する際の前記複数の区分開閉器の投入順序を決定する投入順序決定部と、

前記投入順序決定部が決定した順序に従って前記複数の区分開閉器に投入指令を与える投入指令部とを含み、

前記投入順序決定部が、未投入の区分開閉器のうち、ある区分開閉器を投入することで新たに電圧が印加される送配電区間が存在する場合に、前記送配電区間に含まれる変圧器群の容量合計値と、当該区分開閉器と既に電氣的に接続状態にある電圧源電源の容量合計値の情報とに基づいて、当該区分開閉器の投入優先順位を決定する、自立電力系統システム。

[図1]

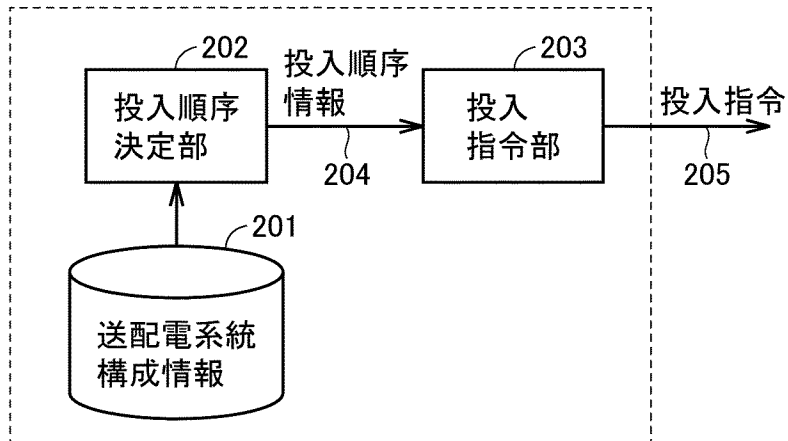
図1



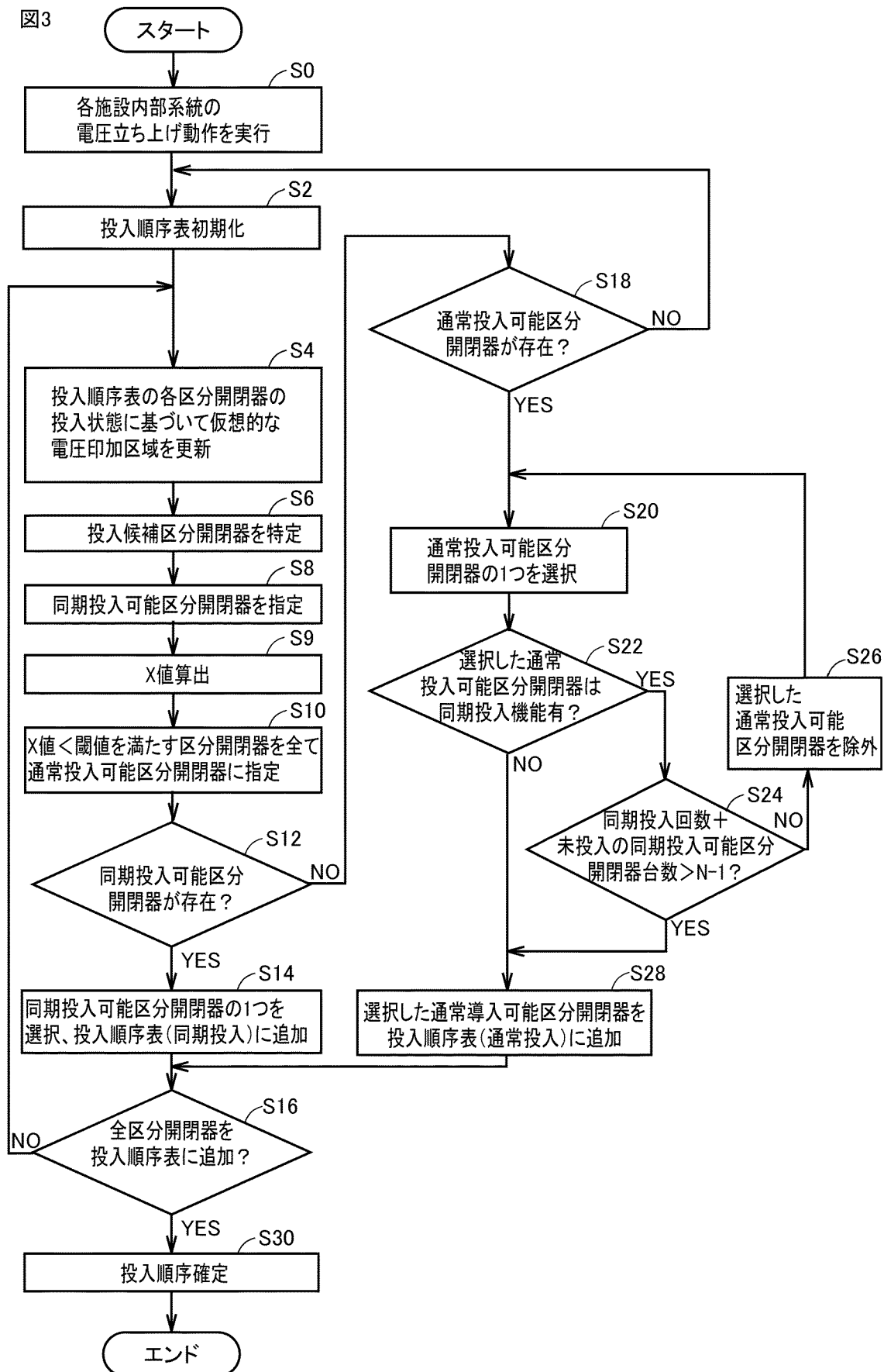
[図2]

図2

自立電力システム管理装置



[図3]



[図4]

図4

(A)

開閉器No.	状態
107a	通常投入候補
107b	通常投入候補
107c	通常投入候補
108a	
108b	
108c	
108d	
108e	
108f	

(C)

開閉器No.	状態
107a	通常投入候補
107b	追加済み
107c	通常投入候補
108a	
108b	通常投入候補
108c	追加済み
108d	
108e	
108f	通常投入候補

(E)

開閉器No.	状態
107a	通常投入候補
107b	追加済み
107c	追加済み
108a	
108b	通常投入候補
108c	追加済み
108d	
108e	
108f	追加済み

(B)

開閉器No.	状態
107a	通常投入候補
107b	追加済み
107c	通常投入候補
108a	
108b	
108c	通常投入候補
108d	
108e	
108f	

(D)

開閉器No.	状態
107a	通常投入候補
107b	追加済み
107c	同期投入可能
108a	
108b	通常投入候補
108c	追加済み
108d	
108e	
108f	追加済み

(F)

開閉器No.	状態
107a	通常投入候補
107b	追加済み
107c	追加済み
108a	通常投入候補
108b	追加済み
108c	追加済み
108d	
108e	
108f	追加済み

[図5]

図5

(A)

開閉器No.	状態
107a	同期投入可能
107b	追加済み
107c	追加済み
108a	追加済み
108b	追加済み
108c	追加済み
108d	
108e	
108f	追加済み

(C)

開閉器No.	状態
107a	追加済み
107b	追加済み
107c	追加済み
108a	追加済み
108b	追加済み
108c	追加済み
108d	通常投入候補
108e	追加済み
108f	追加済み

(B)

開閉器No.	状態
107a	追加済み
107b	追加済み
107c	追加済み
108a	追加済み
108b	追加済み
108c	追加済み
108d	
108e	通常投入候補
108f	追加済み

(D)

開閉器No.	状態
107a	追加済み
107b	追加済み
107c	追加済み
108a	追加済み
108b	追加済み
108c	追加済み
108d	追加済み
108e	追加済み
108f	追加済み

[図6]

図6

投入順序	開閉器No.	投入種別
1	107b	通常投入
2	108c	通常投入
3	108f	通常投入
4	107c	同期投入
5	108b	通常投入
6	108a	通常投入
7	107a	同期投入
8	108e	通常投入
9	108d	通常投入

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/006158

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02J 13/00**(2006.01)i; **H02J 3/04**(2006.01)i; **H02J 3/38**(2006.01)i

FI: H02J13/00 311S; H02J3/04; H02J3/38 180

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)

H02J13/00; H02J3/04; H02J3/38

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 2022-169170 A (HITACHI, LTD.) 09 November 2022 (2022-11-09) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2009-148098 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 02 July 2009 (2009-07-02) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2012-090386 A (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 10 May 2012 (2012-05-10) entire text, all drawings	1-8



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

21 April 2023

Date of mailing of the international search report

09 May 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/JP2023/006158

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-169170	A	09 November 2022	(Family: none)	
JP	2009-148098	A	02 July 2009	(Family: none)	
JP	2012-090386	A	10 May 2012	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02J 13/00(2006.01)i; H02J 3/04(2006.01)i; H02J 3/38(2006.01)i FI: H02J13/00 311S; H02J3/04; H02J3/38 180										
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）） H02J13/00; H02J3/04; H02J3/38										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			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
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 2022-169170 A（株式会社日立製作所）09.11.2022（2022 - 11 - 09） 全文, 全図	1-8								
A	JP 2009-148098 A（株式会社東芝）02.07.2009（2009 - 07 - 02） 全文, 全図	1-8								
A	JP 2012-090386 A（中国電力株式会社）10.05.2012（2012 - 05 - 10） 全文, 全図	1-8								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 21.04.2023	国際調査報告の発送日 09.05.2023									
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） 大濱 伸也 5T 1210 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/JP2023/006158

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2022-169170	A	09.11.2022	(ファミリーなし)	
JP	2009-148098	A	02.07.2009	(ファミリーなし)	
JP	2012-090386	A	10.05.2012	(ファミリーなし)	