(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
2017 年 8 月 31 日(31.08.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/145461 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 13/00 (2006.01) *H02J 3/32* (2006.01)
H02J 3/00 (2006.01) *H02J 3/38* (2006.01)
H02J 3/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084139

(22) 国際出願日: 2016 年 11 月 17 日(17.11.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-034080 2016 年 2 月 25 日(25.02.2016) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社(OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 江田 恭之(EDA, Takayuki); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 笠井 一希(KASAI, Kazuki); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 今井 紘(IMAI, Hiroshi); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 高塚 皓正(TAKATSUKA, Hiromasa); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 相田 冨実二(AITA, Fumiji); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 元山 雅史, 外(MOTOYAMA, Masafumi et al.); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町１丁目４番１９号 サウスホレストビル１１階 Osaka (JP).

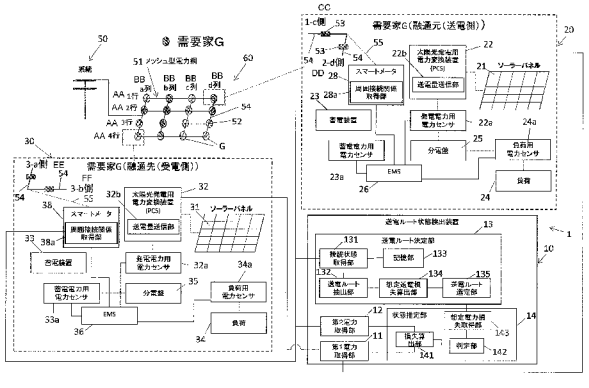
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) **Title**: POWER TRANSMISSION ROUTE STATE DETECTION DEVICE, POWER TRANSMISSION ROUTE STATE DETECTION SYSTEM, POWER TRANSMISSION ROUTE STATE DETECTION METHOD, POWER TRANSMISSION ROUTE STATE DETECTION PROGRAM AND POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称 : 送電ルート状態検出装置、送電ルート状態検出システム、送電ルート状態検出方法、送電ルート状態検出プログラム、および電力変換装置



(57) **Abstract**: This power transmission route state detection device (10) is provided with a power transmission route determination unit (13), a first power amount acquisition unit (11), a second power amount acquisition unit (12) and a state estimation unit (14). The power transmission route determination unit (13) determines a power transmission route for interchanging power between utility customers connected to a node (52) of a mesh-type power network (51). The first power amount acquisition unit (11) acquires the amount of power transmitted by an interchange-source utility customer (G20). The second power amount acquisition unit (12) acquires the amount of power transmitted to an interchange-destination utility customer (G30) from the interchange-source utility customer (G20). The state estimation unit (14) estimates the state of the determined power transmission route on the basis of the amount of power acquired by the first power amount acquisition unit (11) and the amount of power acquired by the second power amount acquisition unit (12).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/145461 A1

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)）

送電ルート状態検出装置（１０）は、送電ルート決定部（１３）と、第１電力量取得部（１１）と、第２電力量取得部（１２）と、状態推定部（１４）と、を備える。送電ルート決定部（１３）は、メッシュ型電力網（５１）のノード（５２）に接続された需要家間で電力の融通を行う送電ルートを決定する。第１電力量取得部（１１）は、融通元の需要家（Ｇ２０）が送電する電力量を取得する。第２電力量取得部（１２）は、融通先の需要家（Ｇ３０）が融通元の需要家（Ｇ２０）から送電された電力量を取得する。状態推定部（１４）は、第１電力量取得部（１１）により取得された電力量と第２電力量取得部（１２）により取得された電力量に基づいて、決定された送電ルートの状態を推定する。

明　細　書

発明の名称 ：

送電ルート状態検出装置、送電ルート状態検出システム、送電ルート状態検出方法、送電ルート状態検出プログラム、および電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、送電ルート状態検出装置、送電ルート状態検出システム、送電ルート状態検出方法、送電ルート状態検出プログラム、および電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、再生可能エネルギーを利用して発電する発電電力装置（例えば、太陽光発電装置）が活用されている。わが国においては、余剰電力買い取り制度が制定されているため、太陽光発電装置や風力発電装置等で発電された電力を電力会社に売ることができる。

また、発電された電力を電力会社に売るだけでなく、不特定の需要家に売電するシステムが提案されている（例えば、特許文献１参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１１－１４２７７１号公報

発明の概要

[0004] しかしながら、上記特許文献１には、送電ルートに不具合が存在する場合や盗電されている場合に、それらを検出することができない。

特に、メッシュ型電力網が形成され需要家間で電力を融通しあうことが可能な場合では、送電可能なルートが複数存在することになり、需要家間における送電ルートの故障や盗電を検出することはより困難となる。

[0005] 本発明は、送電ルートの故障や盗電を検出することが可能な送電ルート状態検出装置、送電ルート状態検出システム、送電ルート状態検出方法、送電ルート状態検出プログラムおよび電力変換装置を提供することを目的とする

。

（課題を解決するための手段）

第１の発明に係る送電ルート状態検出装置は、送電ルート取得部と、第１電力取得部と、第２電力取得部と、状態推定部と、を備える。送電ルート取得部は、メッシュ型電力網のノードに接続された需要家間で電力の融通を行う送電ルートを取得する。第１電力取得部は、融通元の需要家が送電する電力を取得する。第２電力取得部は、融通先の需要家が融通元の需要家から送電された電力を取得する。状態推定部は、第１電力取得部により取得された電力と第２電力取得部により取得された電力に基づいて、送電ルート取得部により取得された送電ルートの状態を推定する。

[0006] このように、メッシュ型の電力網において電力の融通を行う際に、融通元から融通先へ電力を送る送電ルートを取得する。そして、融通元が送電した電力と融通先が受電した電力に基づいて、送電ルートの状態を推定することができる。

このため、例えば、融通元が送電した電力よりも融通先が受電した電力が少なくなっている場合、取得した送電ルートに故障や盗電などが発生していることを検出することができる。

[0007] 第２の発明に係る送電ルート状態検出装置は、第１の発明に係る送電ルート状態検出装置であって、需要家はメッシュ型電力網の配電線が交わるノードに接続され、送電ルート上であって、融通元の需要家が接続されているノードと、融通先の需要家が接続されているノードとの間には、送電の際に経由する１つ以上のノードが設けられている。第２電力取得部は、融通先の需要家が接続されているノードに加えて、経由する少なくとも１つのノードにおける電力を取得する。

[0008] このように、第２電力取得部は、融通元の需要家から融通先の需要家に至る送電ルート上の少なくとも１つのノードにおいて電力を取得する。このため、送電ルートの各ノード間において故障や盗電などが発生していることを検出できる。

第３の発明に係る送電ルート状態検出装置は、第１の発明に係る送電ルート状態検出装置であって、第１電力取得部は、融通元の需要家が送電する電力を、融通元の需要家の送信部から通信によって取得する。

[0009] このように、第１電力取得部は、融通元の需要家が送る送電量を通信によって取得できる。

例えば、融通元の需要家の電力変換装置（パワーコンディショニング装置）に送信部が設けられており、この送信部と第１電力取得部が通信を行うことができる。

第４の発明に係る送電ルート状態検出装置は、第１の発明に係る送電ルート状態検出装置であって、想定電力損失取得部と、損失算出部と、を更に備える。想定電力損失取得部は、融通元の需要家が接続されている前記ノードと融通先の需要家が接続されているノードとの間において想定される電力損失を取得する。損失算出部は、第１電力取得部により取得された電力と第２電力取得部により取得された電力の差分から実際の電力損失量を算出する。判定部は、損失量算出部によって算出された実際の電力損失量と、想定電力損失取得部によって取得された想定電力損失量とを比較して送電ルートの状態が正常か否かを判定する。

[0010] これにより、実際の電力損失量が、想定される電力損失量よりも大きい場合に、送電ルートに故障や盗電などが発生していることを検出することができる。

第５の発明に係る送電ルート状態検出装置は、第１の発明に係る送電ルート状態検出装置であって、メッシュ型電力網のノードから引き出された配電線には、電力を検出する検出部が接続されている。第２電力取得部は、メッシュ型電力網のノードから引き出された配電線に接続された検出部からノードにおける電力を取得する。

[0011] これにより、第２電力取得部は、融通先の需要家が受電した電力を取得することができ、送電ルートの状態を推定することができる。

第６の発明に係る送電ルート状態検出装置は、第１または第２の発明に係

る送電ルート状態検出装置であって、メッシュ型電力網のノードには、電力を検出する検出部が配置されており、第２電力取得部は、検出部からノードにおける電力を取得する。

[0012] このようにノードに検出部が配置されているため、電力は検出部を経由して融通先の需要家へ送電されることになり、ノードにおける電流値および電圧値を測定できる。そのため、第２電力取得部は、送電ルート上の各ノードにおける電力を取得でき、送電ルートのノード間における状態を推定することができる。

第７の発明に係る送電ルート状態検出装置は、第１または第２の発明に係る送電ルート状態検出装置であって、メッシュ型電力網のノードから引き出された配電線には、電圧を計測して電力を検出する検出部が接続されており、第２電力取得部は、検出部からノードにおける電力を取得する。

[0013] ここで、送電ルート上の電力が経由するノードでは、電流値を取得できず電圧値のみを取得できるが、電圧の位相変動から電力を算出することができる。このため、第２電力取得部は、送電ルート上の各ノードにおける電力を取得でき、送電ルートの各ノード間における状態を推定することができる。

第８の発明に係る送電ルート状態検出装置は、第１の発明に係る送電ルート状態検出装置であって、送電ルート取得部は、接続状態取得部と、送電ルート抽出部と、記憶部と、想定送電損失算出部と、送電ルート選定部と、を有する。接続状態取得部は、メッシュ型電力網のノード間の接続状態を取得する。送電ルート抽出部は、取得した接続状態に基づいて、融通元の需要家と融通先の需要家の間の送電ルートの候補を抽出する。記憶部は、ノード間において想定されるノード間送電損失を記憶する。想定送電損失算出部は、想定されるノード間送電損失に基づいて、抽出された送電ルートの候補ごとに想定されるルート送電損失を算出する。送電ルート選定部は、想定されるルート送電損失に基づいて、送電ルートを選定する。

[0014] ここで、メッシュ型の電力網において需要家間で電力の融通を行う場合、ノード間の接続状態によって複数の送電ルートが存在することになるが、各

送電ルートにおける送電損失を算出して送電損失の最も少ない送電ルート選択することで送電の効率を向上することができる。

第９の発明に係る送電ルート状態検出システムは、第１～４および８のいずれかの発明の送電ルート状態検出装置と、第１送信部と、検出部と、第２送信部とを備える。第１送信部は、第１電力取得部に、送電する電力を送信する。検出部は、ノードにおける電力を検出する。第２送信部は、検出した電力を第２電力取得部に送信する。

[0015] これにより、融通元が送電した電力と、融通先の需要家が接続されているノードまたは送電ルートの途中のノードにおける電力を取得することができ、これらの電力に基づいて、送電ルートの状態を推定することができる。

第１０の発明に係る送電ルート状態検出システムは、第５～７のいずれかの発明の送電ルート状態検出装置と、第１送信部と、検出部と、第２送信部とを備える。第１送信部は、第１電力取得部に、送電する電力を送信する。検出部は、ノードにおける電力を検出する。第２送信部は、検出した電力を第２電力取得部に送信する。

[0016] これにより、融通元が送電した電力と、融通先の需要家が接続されているノードまたは送電ルートの途中のノードにおける電力を取得することができ、これらの電力に基づいて、送電ルートの状態を推定することができる。

第１１の発明に係る電力変換装置は、メッシュ型電力網のノードに接続され電力の融通元の需要家が所有する電力変換装置であって、メッシュ型電力網の他のノードに接続された電力の融通先の需要家に送電する電力の情報を送信する送信部を備える。

[0017] このように電力変換装置が送電量を送信する送信部を備えることによって、融通先に送電した送電量に基づいて、送電ルートの故障や盗電等が発生せずに正常に送電されているか否かを検出することができる。

第１２の発明に係る送電ルート状態検出方法は、送電ルート取得ステップと、第１電力取得ステップと、第２電力取得ステップと、状態推定ステップと、を備える。送電ルート取得ステップは、メッシュ型電力網のノードに接

続された需要家間で電力の融通を行う送電ルートを取得する。第１電力取得ステップは、融通元の需要家が送電する電力を取得する。第２電力取得ステップは、融通先の需要家が融通元の需要家から送電された電力を取得する。状態推定ステップは、第１電力取得ステップにより取得された電力と第２電力取得ステップにより取得された電力に基づいて、送電ルート取得ステップにより取得された送電ルートの状態を推定する。

[0018] これにより、例えば、融通元が送電した電力よりも融通先が受電した電力が少なくなっている場合、決定した送電ルートに故障や盗電などが発生していることを検出することができる。

第１３の発明に係る送電ルート状態検出プログラムは、送電ルート取得ステップと、第１電力取得ステップと、第２電力取得ステップと、状態推定ステップと、を備えた送電ルート状態検出方法をコンピュータに実行させる。送電ルート取得ステップは、メッシュ型電力網のノードに接続された需要家間で電力の融通を行う送電ルートを取得する。第１電力取得ステップは、融通元の需要家が送電する電力を取得する。第２電力取得ステップは、融通先の需要家が融通元の需要家から送電された電力を取得する。状態推定ステップは、第１電力取得ステップにより取得された電力と第２電力取得ステップにより取得された電力に基づいて、送電ルート取得ステップにより取得された送電ルートの状態を推定する。

[0019] これにより、例えば、融通元が送電した電力よりも融通先が受電した電力が少なくなっている場合、決定した送電ルートに故障や盗電などが発生していることを検出することができる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、送電ルートの故障や盗電を検出することが可能な送電ルート状態検出装置、送電ルート状態検出システム、送電ルート状態検出方法、送電ルート状態検出プログラムおよびパワーコンディショニング装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明に係る実施の形態における送電ルート状態検出システムと需要家と配電系統との接続関係を示すブロック図。

[図2]（ａ）～（ｄ）図１の送電ルート状態検出システムにおける接続状態データベースを説明するための図。

[図3]図１の送電ルート状態検出システムにおいて抽出された送電ルート候補を示す図。

[図4]（ａ）～（ｄ）図１の送電ルート状態検出システムが記憶する配電線データベースを説明するための図。

[図5]図１の送電ルート状態検出システムの動作を示すフロー図。

[図6]図５の送電ルート決定フローの動作を示すフロー図。

[図7]図５の状態推定フローの動作を示すフロー図。

[図8]本発明に係る実施の形態の変形例における送電ルート状態検出システムと需要家と配電系統との接続関係を示すブロック図。

[図9]本発明に係る実施の形態の変形例における送電ルート状態検出システムと需要家と配電系統との接続関係を示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0022] 以下に、本発明に係る実施の形態における送電ルート状態検出装置、送電ルート状態検出システム、送電ルート状態検出方法、送電ルート状態検出プログラムおよびパワーコンディショニング装置について図面を参照して説明する。

本発明に係る実施の形態における送電ルート状態検出システム１は、メッシュ型電力網５１において需要家間で電力の融通を行う際の送電ルートにおける故障や盗電などの状態を検出するシステムである。

[0023] 図１に示すように、メッシュ型電力網５１は、電力会社からの配電系統５０に接続されている。このメッシュ型電力網５１を形成する配電線５４の複数の交点（ノード５２という）のそれぞれから引き出された配電線５５に需要家Ｇの電力設備が接続されている。このようなメッシュ型電力網５１に接続されている複数の需要家Ｇによって需要家群６０が構成されている。

[0024] 図１では、電力の融通元として需要家Ｇ２０の電力構成を示し、電力の融通先として需要家Ｇ３０の電力構成を示している。他の需要家Ｇも需要家Ｇ２０、Ｇ３０と同様の構成である。

ここで、以下の説明において登場する需要家Ｇ２０は、発電装置（ソーラーパネル２１）と蓄電池（蓄電装置２３）とを所有しており、電力が不足すると外部から電力を買い、余剰電力が生じると外部へと電力を売ることができる。

[0025] 需要家Ｇ３０も、需要家Ｇ２０と同様に、発電装置（ソーラーパネル３１）と蓄電池（蓄電装置３３）を有している。

需要家とは、電力会社と契約を結んでおり、電力会社から系統５０（図１参照）を介して供給される電力を使用する個人、法人、団体等であって、例えば、一般家庭（戸建て、マンション）、企業（事業所、工場、設備等）、地方自治体、国の機関等が含まれる。

[0026] また、上述した外部とは、電力会社、他の需要家を含む。すなわち、需要家Ｇが売電する外部としては、電力会社、他の需要家Ｇ等が挙げられる。

そして、以下の実施の形態において、スマートメータ２８、３８（図１参照）とは、各需要家にそれぞれ設置され、発電量、蓄電量、電力消費量を計測し、通信機能を用いて、計測結果を電力会社等へ送信する計測機器を意味している。スマートメータ２８、３８を設置したことにより、電力会社は、需要家Ｇ２０、Ｇ３０におけるリアルタイムの電力状況を正確に把握できるとともに、所定期間ごとに実施される検針業務を自動化することができる。

[0027] 更に、以下の実施の形態において、負荷２４、３４（図１参照）とは、例えば、需要家が一般家庭の場合には、エアコン、冷蔵庫、電力レンジ、ＩＨクッキングヒータ、テレビ等の電力消費体を意味している。また、例えば、需要家が企業（工場等）の場合には、工場内に設置された各種設備、空調設備等の電力消費体を意味している。

更に、以下の実施の形態において、ＥＭＳ（Energy Management System）２６、３６（図１参照）は、各需要家にそれぞれ設置されており、各需要家

における消費電力を削減するために設けられたシステムを意味している。

[0028] （実施の形態）

＜構成＞

（送電ルート状態検出システム１の概要）

本発明に係る実施の形態の送電ルート状態検出システム１は、電力の融通元を需要家Ｇ２０とし融通先を需要家Ｇ３０とすると、送電ルート状態検出装置１０と、周囲接続関係取得部２８ａ、３８ａと、送電量送信部２２ｂと、スマートメータ３８とを備えている。

[0029] 周囲接続関係取得部２８ａ、３８ａは、それぞれが接続されているノード５２の周囲のスイッチ５３の接続関係を取得し、送電ルート状態検出装置１０へと送信する。なお、図１では、２つの需要家Ｇ２０、３０の構成のみを示しているが、他の需要家も同様の構成を有しており、それぞれが接続されているノード５２の周囲のスイッチ５３の接続関係が周囲接続関係取得部によって取得されて送電ルート状態検出装置１０へと送信される。周囲接続関係取得部２８ａ、３８ａは、需要家Ｇ２０、Ｇ３０のスマートメータ２８、３８内に設けられている。スイッチ５３については後述するが、ノード５２の間の配電線５４のそれぞれに配置されており、ノード５２間の電気的な接続のオン・オフを行う。

[0030] なお、需要家Ｇ２０は、図１に示すメッシュ型電力網５１の１行目のｄ列のノード５２に接続されているため、周囲には、２つのスイッチ５３しか存在しないが、例えば１行目のｃ列のノード５２の周囲には３つのスイッチ５３が存在し、２行目のｃ列のノード５２の周囲には４つのスイッチ５３が存在する。

送電量送信部２２ｂは、融通元の需要家Ｇ２０が融通先の需要家Ｇ３０に送電した送電量を送電ルート状態検出装置１０へ送信する。送電量送信部２２ｂは、需要家Ｇ２０の太陽光発電用電力変換装置（ＰＣＳ）２２に設けられている。ＰＣＳ２２は、後述するソーラーパネル２１で発生した電力を直流電流から交流電流に変換し、変換された電力は負荷２４で使用、または外

部に売電される。また、ＰＣＳ２２は、ソーラーパネル２１で発生した電力の電圧を変換し、電圧が変換された電力は蓄電装置３３で蓄電される。

[0031] 送電量送信部２２ｂがＰＣＳ２２に設けられていることにより、ソーラーパネル２１で発生し他の需要家Ｇ３０に融通する電力を送電ルート状態検出装置１０へと送信することができる。なお、ソーラーパネル２１で発電された電力は売電できるが、一旦蓄電装置２３に貯められた電力は売電することができないため、送電量送信部２２ｂはＰＣＳ２２に設けられていればよい。

[0032] スマートメータ３８は、融通先の需要家Ｇ３０が実際に受電した電力を計測し、送電ルート状態検出装置１０へと送信する。

なお、需要家Ｇ３０が融通元になる場合もあるため、需要家Ｇ３０の太陽光発電量電力変換装置（ＰＣＳ３２）にも、送電量送信部３２ｂが設けられている。

次に、需要家Ｇの電力機器の構成について説明し、本実施形態の送電ルート状態検出装置１０の構成については後段において詳述する。

[0033] （需要家）

需要家Ｇ２０は、図１に示すように、ソーラーパネル（発電装置）２１、太陽光発電用電力変換装置（ＰＣＳ）２２、発電電力用電力センサ２２ａ、蓄電装置（蓄電池）２３、蓄電電力用電力センサ２３ａ、負荷２４、負荷用電力センサ２４ａ、分電盤２５、ＥＭＳ（Energy Management System）２６、およびスマートメータ２８を備えている。なお、図１に示す需要家Ｇ内の各構成をつなぐ実線は、データ等の情報の流れを示しており、一点鎖線は電気の流れを示している。なお、配電線５４については需要家Ｇ外であり、実線で示している。

[0034] ソーラーパネル（発電装置）２１は、太陽光の光エネルギーを用いた光起電力効果を利用して電気を発生させる装置であって、需要家Ｇ２０の屋根等に設置されている。そして、ソーラーパネル２１における発電量は、天気予報の日照時間に関する情報に基づいて予測することができる。

太陽光発電用電力変換装置（ＰＣＳ（Power Conditioning System））２２は、図１に示すように、ソーラーパネル２１と接続されており、ソーラーパネル２１において発生した直流電流を交流電流に変換する。

[0035] 発電電力用電力センサ２２ａは、図１に示すように、太陽光発電用電力変換装置２２に接続されており、ソーラーパネル２１において発電した電力を測定する。そして、発電電力用電力センサ２２ａは、ＥＭＳ２６に対して測定結果（発電量）を送信する。

蓄電装置（蓄電池）２３は、ソーラーパネル２１において発電した電力のうち、負荷２４によって消費しきれなかった余剰電力を一時的に蓄えるために設けられている。これにより、ソーラーパネル２１によって発電する日中の時間帯において、負荷２４による電力消費量が少ない場合でも、余った電力を蓄電装置２３へ蓄えておくことで、発電した電力を捨ててしまう無駄を排除できる。

[0036] 蓄電電力用電力センサ２３ａは、図１に示すように、蓄電装置２３に接続されており、蓄電装置２３において蓄えられている電力を測定する。そして、蓄電電力用電力センサ２３ａは、ＥＭＳ２６に対して測定結果（蓄電量）を送信する。

負荷２４は、上述したように、一般家庭におけるエアコンや冷蔵庫等の家電製品、工場等における設備、空調装置等の電力消費体であって、電力会社１００の電源１１０から供給される電力、ソーラーパネル２１によって発生した電力、蓄電装置２３において蓄えられた電力を消費する。

[0037] 負荷用電力センサ２４ａは、図１に示すように、負荷２４に接続されており、負荷２４によって消費される電力を測定する。そして、負荷用電力センサ２４ａは、ＥＭＳ２６に対して測定結果（消費電力）を送信する。

分電盤２５は、図１に示すように、発電電力用電力センサ２２ａ、蓄電電力用電力センサ２３ａ、負荷用電力センサ２４ａ、およびスマートメータ２８と接続されている。そして、分電盤２５は、ソーラーパネル２１において発電した電力、蓄電装置２３に蓄えられた電力、または系統５０から買った

電力を負荷２４に対して供給する。

[0038] また、分電盤２５は、余剰電力を、スマートメータ２８を介して系統５０へと供給する。これにより、需要家Ｇ２０は、電力会社または他の需要家Ｇに余剰電力を売電することができる。

ＥＭＳ（Energy Management System）２６は、上述したように、需要家Ｇ２０における消費電力を削減するために設けられたエネルギー管理システムであって、図１に示すように、発電電力用電力センサ２２ａ、蓄電電力用電力センサ２３ａおよび負荷用電力センサ２４ａと接続されている。また、ＥＭＳ２６は、各センサ２２ａ，２３ａ，２４ａから受信した検出結果を用いて、ソーラーパネル２１による発電電力、蓄電装置２３における蓄電量を効率よく負荷２４に対して供給する。これにより、系統５０から供給される電力の消費量を抑制して、需要家Ｇ２０における電力コストを効果的に削減することができる。

[0039] スマートメータ２８は、上述したように、需要家Ｇ２０が所有するソーラーパネル２１の発電量、蓄電装置２３の蓄電量、および負荷２４の消費電力を計測する。そして、スマートメータ２８は、図１に示すように、分電盤２５を介して各センサ２２ａ，２３ａ，２４ａと接続されている。更に、スマートメータ２８は、通信機能を有しており、電力会社に対して、需要家Ｇ２０における発電量、蓄電量、消費電力に関する情報を送信する。

[0040] なお、需要家Ｇ３０も、需要家Ｇ２０と同様の構成を備えている。

需要家Ｇ３０は、図１に示すように、ソーラーパネル（発電装置）３１、太陽光発電用電力変換装置（ＰＣＳ）３２、発電電力用電力センサ３２ａ、蓄電装置（蓄電池）３３、蓄電電力用電力センサ３３ａ、負荷３４、負荷用電力センサ３４ａ、分電盤３５、ＥＭＳ（Energy Management System）３６、およびスマートメータ３８を備えている。

[0041] （送電ルート状態検出装置）

本実施の形態の送電ルート状態検出装置１０は、第１電力取得部１１と、第２電力取得部１２と、送電ルート決定部１３と、状態推定部１４とを有す

る。

本実施の形態では、需要家Ｇ２０から需要家Ｇ３０に電力を供給する場合を例に挙げて説明するが、逆であってもよい。

[0042] （第１電力取得部１１）

第１電力取得部１１は、電力の融通元の需要家Ｇ２０が融通先の需要家Ｇ３０に送電する電力の情報を、需要家Ｇ３０の送電量送信部２２ｂから受信する。第１電力取得部１１と送電量送信部２２ｂの間の通信は、有線および無線のいずれであってもよく、インターネット等を介していてもよい。

[0043] また、他の需要家Ｇが電力の融通元となる場合には、第１電力取得部１１は、その需要家Ｇの送電量送信部から送電する電力の情報を受信する。

（第２電力取得部１２）

第２電力取得部１２は、電力の融通先の需要家Ｇ３０が受電した電力の情報をスマートメータ３８から受信する。第２電力取得部１２とスマートメータ３８の間の通信は、有線および無線のいずれであってもよく、インターネット等を介していてもよい。

[0044] また、他の需要家Ｇが電力の融通先となる場合には、第２電力取得部１２は、その需要家Ｇのスマートメータから受電した電力の情報を受信する。

（送電ルート決定部１３）

送電ルート決定部１３は、融通元の需要家Ｇ２０から融通先の需要家Ｇ３０に電力を送る送電ルートを決定する。

[0045] 送電ルート決定部１３は、接続状態取得部１３１と、送電ルート抽出部１３２と、記憶部１３３と、想定送電損失算出部１３４と、送電ルート選定部１３５と、を有する。

接続状態取得部１３１は、各々の需要家Ｇから、各々の需要家Ｇが接続されているノード５２の周囲に存在するスイッチ５３に関する情報を取得し、メッシュ型電力網５１におけるスイッチ５３の接続状態を取得する。そして、接続状態取得部１３１は、スイッチ５３の接続状態を記憶部１３３が記憶している接続関係データベース１３６ａ、１３６ｂに記録する。

[0046] 図２（ａ）～（ｄ）は、メッシュ型電力網５１におけるスイッチ５３の接続状態を説明するための図である。図２（ｂ）、（ｄ）は、接続状態取得部１３１が取得したメッシュ型電力網５１の接続関係データベース１３６ａ、１３６ｂを示す。図２（ｂ）の接続関係データベース１３６ａは、図２（ａ）に示す色付のスイッチ５３の状態を示す図である。例えば、図２（ｂ）の１－２行のａ列のスイッチ５３はオフであり、このスイッチ５３は、図２（ａ）でスイッチ５３´として示されている。また、図２（ｄ）の接続関係データベース１３６ｂは、図２（ｃ）に示す色付のスイッチ５３の状態を示す。例えば、図２（ｄ）の１行のａ－ｂ列のスイッチ５３はオフであり、このスイッチ５３は、図２（ｃ）でスイッチ５３´´として示されている。

[0047] 送電ルート抽出部１３２は、接続状態取得部１３１で取得したメッシュ型電力網５１におけるスイッチ５３の状態から、融通元の需要家Ｇ２０（１行目ｄ列のノード５２）から融通先の需要家Ｇ３０（４行目ａ列のノード５２）までの電力を送ることが可能な送電ルートを抽出する。図２（ａ）～（ｄ）の接続状態では、スイッチ５３がオフの配電線５４は送電ルートとして選択できないため、送電ルート抽出部１３２は、図３に示すような複数の送電ルート候補を抽出する。例えば送電ルート候補のうち送電ルート１では、需要家Ｇ２０が接続されている１行目ｄ列のノード５２から、ｄ列を通って１行目から２行目まで移動し、ｄ列を通って２行目から３行目まで移動し、ｄ列を通って３行目から４行目まで移動し、４行目を通ってｄ列からｃ列まで移動し、４行目を通ってｃ列からｂ列まで移動し、４行目を通ってｂ列からａ列まで移動することによって、需要家Ｇ３０が接続されている４行目ａ列のノード５２に到達する。このように、送電ルート抽出部１３２は、スイッチ５３の状態に基づいて、融通元の需要家Ｇから融通先の需要家Ｇに到達することが可能な複数の送電ルート候補を抽出する。

[0048] 記憶部１３３は、上記接続関係データベース１３６ａ、１３６ｂとともに、各ノード５２間の配電線５４の送電線データベース１３７ａ、１３７ｂを記憶している。図４（ｂ）、（ｄ）は、記憶部１３３に記憶されている送電

線データベース１３７ａ、１３７ｂを示す図である。図４（ａ）は、図４（ｂ）の送電線データベース１３７ａを説明するための図である。図４（ｂ）の送電線データベース１３７ａは、図４（ａ）の太線の配電線５４の情報を示す。例えば、図４（ａ）の１行目ａ列と２行目ａ列の間の配電線５４´についての情報は、図４（ｂ）では１－２行ａ列として、長さ１ｋｍ、抵抗０．３Ω／ｋｍ、太さ６０ｍｍ^{2}と示されている。また、図４（ｄ）の送電線データベース１３７ｂは、図４（ｃ）の太線の配電線の情報を示す。例えば、図４（ｃ）の４行目ｃ列と４行目ｄ列の間の配電線５４´´についての情報は、図４（ｄ）では４行ｃ－ｄ列として、長さ１．９ｋｍ、抵抗０．２Ω／ｋｍ、太さ１００ｍｍ^{2}と示されている。

[0049] 想定送電損失算出部１３４は、送電線データベース１３７ａ、１３７ｂに基づいて、送電ルート抽出部１３２によって抽出された送電ルート候補ごとに想定される電力損失を算出する。

なお、想定される送電損失量は、送電線データベース１３７ａ、１３７ｂに記憶されている情報を用いて、以下の送電損失推定式（式１）（式２）によって推定される。

[0050] （式１）想定送電損失量（Ｐ）＝電流量（Ｉ^2）×電線抵抗（Ｒ）

（式２）電線抵抗（Ｒ）＝送電線ごとの抵抗ρ（Ω/ｋｍ）×送電線ごとの長さＬ（ｋｍ）

これによって、例えば、図３に示すように、送電ルート候補ごとに想定送電損失が算出される。

[0051] 送電ルート選定部１３５は、想定送電損失算出部１３４によって算出された想定送電損失に基づいて、送電ルート抽出部１３２によって抽出された複数の送電ルートのうち１つの送電ルートを選択する。具体的には、送電ルート選定部１３５は、想定送電損失が最も小さい送電ルート候補を送電ルートとして選定する。

（状態推定部）

状態推定部１４は、損失算出部１４１と、判定部１４２と、想定電力損失

取得部１４３とを有している。

[0052] 損失算出部１４１は、第１電力取得部１１によって取得された融通元の需要家Ｇ２０が送電した電力と、第２電力取得部１２によって取得された融通先の需要家Ｇ３０が実際に受電した電力から、実際の送電損失量を算出する。

想定電力損失取得部１４３は、想定送電損失算出部１３４によって算出された送電ルートにおける想定送電損失量を取得する。

[0053] 判定部１４２は、実際の送電損失量と、想定電力損失取得部１４３によって取得された想定送電損失量を比較し、正常に送電が行われているか否かを判定する。例えば、異常と判定された場合には、送電ルートのいずれかの配電線５４またはスイッチ５３によって故障や盗電が発生していることが考えられる。

＜動作＞

以下に、本発明に係る実施の形態の送電ルート状態検出システムの動作を説明するとともに、本発明の送電ルート状態推定方法の一例についても述べる。

[0054] （全体フロー）

図５は、本発明に係る実施の形態における送電ルート状態推定方法の動作を示すフロー図である。

ここで、本実施の形態では、電力の融通元の需要家Ｇ２０と融通先の需要家Ｇ３０は、需要家ごとの供給可能な電力と需要量に基づいて予め選定されているものとする。そして融通元と融通先の自動選択を行う装置または融通元と融通先をオペレーター等が入力する装置から、融通元と融通先の需要家に関する情報が送電ルート抽出部１３２に送信される。

[0055] はじめに、ステップＳ１０において、接続状態取得部１３１が、メッシュ型電力網５１の各ノード５２間（スマートメータ間ともいえる）の接続関係を取得する。詳しくは、メッシュ型電力網５１に接続されている全ての需要家のスマートメータから、その周囲のスイッチ５３の接続状態を取得し、接

続関係データベース１３６ａ、１３６ｂ（図２参照）に記録する。なお、接続状態取得部１３１は、融通元の需要家Ｇから融通先の需要家Ｇまでの接続状態のみを取得しても良い。この場合、例えば、融通元がｃ列２行目の需要家であり、融通先がｂ列３行目の需要家である場合、２行目のｃ列とｂ列の間、ｂ列の２行目と３行目の間、ｃ列の２行目と３行目の間、および３行目のｃ列とｂ列の間のスイッチ５３の状態が取得される。

[0056] 次に、ステップＳ２０において、送電ルート決定部１３が、接続関係データベース１３６ａ、１３６ｂに記憶された融通元から融通先までの接続状態および送電線データベース１３７ａ、１３７ｂに記憶された配電線５４の情報に基づいて、後述する送電ルート決定フローによって送電ルートを決定する。ステップＳ２０が、送電ルート取得ステップの一例に対応する。

[0057] 次に、ステップＳ３０において、状態推定部１４が、後述する状態推定フローによって決定した送電ルートにおける想定送電損失量と、実際に融通された電力から算出された実際の送電損失量とに基づいて、決定した送電ルートの状態（異常、盗電等）を推定する。

（送電ルート決定フロー）

図６は、送電ルート決定フローを示す図であり、図５のステップＳ２０を詳細に示す図である。

[0058] ステップＳ１０の後、ステップＳ２１において、送電ルート抽出部１３２は、上述したように予め設定され送信されてくる電力の融通元の需要家Ｇ２０と融通先の需要家Ｇ３０の情報を取得する。

次に、ステップＳ２２において、送電ルート抽出部１３２が、接続関係データベース１３６ａ、１３６ｂに基づいて、融通元の需要家Ｇ２０から融通先の需要家Ｇ３０までの電力を送ることが可能な送電ルート候補（図３参照）を抽出する。

[0059] 次に、ステップＳ２３において、想定送電損失算出部１３４が、送電線データベース１３７ａ、１３７ｂに基づいて、送電ルート抽出部１３２によって抽出された送電ルート候補ごとに想定される電力損失を算出する。

次に、ステップＳ２４において、送電ルート選定部１３５は、想定送電損失算出部１３４によって算出された想定送電損失に基づいて、送電ルート抽出部１３２によって抽出された複数の送電ルート候補のうち送電損失の最も小さい送電ルート候補を送電ルートとして選択する。

[0060] （状態推定ステップ）

図７は、状態推定フローを示す図であり、図５のステップＳ３０を詳細に示す図である。

ステップＳ２４（ステップＳ２０）の後、ステップＳ３１において、第２電力取得部１２が、電力の融通先の需要家Ｇ３０が受電した電力の情報をスマートメータ３８から受信する。ステップＳ２３が、第２電力取得ステップの一例に対応する。

[0061] 次に、ステップＳ３２において、第１電力取得部１１が、電力の融通元の需要家Ｇ２０が融通先の需要家Ｇ３０に送電する電力の情報を、需要家Ｇ３０の送電量送信部２２ｂから受信する。ステップＳ３２が、第１電力取得ステップの一例に対応する。

次に、ステップＳ３３において、損失算出部１４１が、第１電力取得部１１によって取得された融通元の需要家Ｇ２０が送電した電力と、第２電力取得部１２によって取得された融通先の需要家Ｇ３０が実際に受電した電力の差分を計算し、実際の送電損失量を算出する。

[0062] 次に、ステップＳ３４において、判定部１４２が、想定送電損失算出部１３４によって算出され決定された送電ルートにおける想定送電損失量を送電ルート決定部１３から取得する。

次に、ステップＳ３５において、判定部１４２は、損失率を算出する。損失率は、以下の（式３）で算出される。

[0063] （式３）損失率＝（（想定送電損失量－実際の送電損失量）／想定送電損失量）×１００（％）

次に、ステップＳ３６において、判定部１４２は、損失率が－３％より小さいか否かを判定する。

ステップＳ３６において、損失率が－３％よりも小さい場合は、実際の送電損失量が想定送電損失量よりも多いとして、判定部１４２は、ステップＳ３７において、異常検出をする。

[0064] 一方、ステップＳ３６において、損失率が－３％以上である場合は、判定部１４２は、実際の送電損失量が想定損失量の許容範囲内であり正常であると判定する。これらステップＳ３３～Ｓ３６が、状態推定ステップに対応する。

以上の動作によって、メッシュ型電力網５１において電力の融通元の需要家と融通先の需要家の間における送電ルートを決定し、決定した送電ルートの状態（故障、盗電など）を推定することができる。

[0065] ［他の実施形態］

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

（Ａ）

上記実施の形態では、本発明に係る送電ルート状態推定方法として、図５、図６および図７に示すフローチャートに従って、送電ルート状態推定方法を実施する例を挙げて説明したが、これに限定されるものではない。

[0066] 例えば、図５、図６および図７に示すフローチャートに従って実施される送電ルート状態推定方法をコンピュータに実行させる送電ルート状態推定方法プログラムとして、本発明を実現しても良い。

また、送電ルート状態推定プログラムの一つの利用形態は、コンピュータにより読取可能な、ＲＯＭ等の記録媒体に記録され、コンピュータと協働して動作する態様であってもよい。

[0067] また、送電ルート状態推定プログラムの一つの利用形態は、インターネット等の伝送媒体、光・電波・音波などの伝送媒体中を伝送し、コンピュータにより読みとられ、コンピュータと協働して動作する態様であってもよい。

また、上述したコンピュータは、ＣＰＵ等のハードウェアに限らずファー

ムウェアや、ＯＳ、更に周辺機器を含むものであってもよい。

[0068] なお、以上説明したように、送電ルート状態推定はソフトウェア的に実現してもよいし、ハードウェア的に実現しても良い。

また、また、送電ルート状態検出装置１０は、クラウドコンピューティングシステムにおける仮想サーバであってもよく、送電ルート状態推定プログラムが仮想サーバによって実行されてもよい。

[0069] （Ｂ）

上記実施の形態の送電ルート状態検出システム１では、メッシュ型電力網５１の配電線５４が交わるノード５２から引き出された配電線５５にスマートメータ２８、３８が接続されているが、図８に示すように、配電線５４が交わるノード５２にスマートメータ２８、３８が配置されていてもよい。

[0070] メッシュ型電力網５１に接続されている需要家Ｇのスマートメータをノード５２に配置することによって、ノード５２ごとに電力を取得することができる。このため、ノード５２間（スマートメータ間）ごとの配電線５４の状態を推定することができる。

すなわち、上記実施の形態では、需要家Ｇのスマートメータがノード５２から引き出された配電線５５に接続されている。そのため、融通元と融通先以外の電気が経由するノード５２では電流が取得できず電力が検出できないが、図８の構成では、スマートメータがノード５２に配置されているため、電気が経由するノード５２においても電流を計測でき電力を検出できる。

[0071] このため、ノード５２間の配電線５４ごとに状態を推定することができ、送電ルートの故障、盗電が発生している箇所（配電線５４）を推定することができる。

図３の送電ルート１の例では、ｄ列の１－２行目間の配電線５４と、ｄ列の２－３行目間の配電線５４と、ｄ列の３－４行目間の配電線５４と、４行目のｄ－ｃ列間の配電線５４と、４行目のｃ－ｂ列間の配電線５４と、４行目のｂ－ａ列間の配電線５４のそれぞれの状態を検出できる。

[0072] この場合、第１電力取得部１１は、送電ルート上のノード５２に接続され

ている全ての需要家Ｇのスマートメータから電力を受信する。そして、想定送電損失算出部１３４は、需要家Ｇに至るまでの各々の配電線５４の想定される送電損失量を算出する。そして、判定部１４２は、例えば、需要家Ｇ２０からｄ列の１－２行目間の配電線５４における状態を判定すると、次に、ｄ列の２－３行目間の配電線５４における状態を判定し、需要家Ｇ２０に至るまで順次配電線５４ごとに判定を行う。なお、例えば、ｄ列の１－２行目間の配電線５４における状態を判定する際には、ｄ列２行目のスマートメータからの電力を融通先の電力として図７に示すステップＳ３０を行えばよい。また、ｄ列の２－３行目間の配電線５４における判定を行う際には、ｄ列２行目のスマートメータからの電力を融通元の電力とし、ｄ列３行目のスマートメータからの電力を融通先の電力として図７に示すステップＳ３０を行えばよい。

[0073] （Ｃ）

また、図９に示すように、スマートメータ２８、３８の代わりに電圧計１２８、１３８を設けて、各ノード５２における電力を検出してもよい。この電圧計１２８、１３８は、電圧の位相を測定し位相から電力を検出できる。このため電流を計測しなくても、電力を算出できる。

[0074] この電力を用いて上記（Ｂ）と同様に、送電ルート上のノード５２間の配電線５４ごとに状態を推定することができる。

（Ｄ）

上記実施の形態では、送電ルート状態検出装置１０の送電ルート決定部１３（送電ルート取得部の一例）が送電ルートを決定しているが、送電ルート状態検出装置１０が送電ルートを決定しなくてもよい。すなわち、送電ルート状態検出装置１０は、外部で決定された送電ルートを取得して、送電ルートの状態を検出するだけでもよい。

[0075] （Ｅ）

上記実施の形態では、状態推定部１４に損失算出部１４１と想定電力損失取得部１４３が設けられているが、損失算出部１４１と想定電力損失取得部

１４３は、状態推定部１４に設けられていなくてもよい。

（Ｆ）

上記実施の形態では、配電線５４の交点の各々から引き出された配電線５５に需要家Ｇの電力設備が接続されていると述べたが、全ての交点に需要家が接続されていなくてもよく、更に接続箇所は交点に限られるものではない。

[0076] （Ｇ）

上記実施の形態では、送電量送信部２２ｂ、３２ｂがＰＣＳ３２、３３に設けられているが、これに限られるものではなく、ＥＭＳ３６や、スマートメータ２８、３８に設けられていてもよい。

（Ｈ）

上記実施の形態では、需要家Ｇ２０、Ｇ３０および他の需要家Ｇは、蓄電装置２３、３３およびソーラーパネル２１、３１を有していると記載したが、どちらか一方のみ有していてもよいし、双方を有していなくてもよい。

[0077] （Ｉ）

上記実施形態では、需要家Ｇ２０、Ｇ３０が所有する発電装置として、ソーラーパネル２１、３１（太陽光発電装置）を用いた例を挙げて説明したが、これに限定されるものではない。

例えば、複数の需要家が所有する発電装置として、風力発電装置、地熱発電装置、ディーゼル発電装置等の他の発電装置を用いてもよい。

産業上の利用可能性

[0078] 本発明の送電ルート状態検出装置、送電ルート状態検出システム、送電ルート状態検出方法、送電ルート状態検出プログラムおよび電力変換装置は、電ルートの故障や盗電を検出することが可能な効果を有し、需要家群において広く適用可能である。

符号の説明

[0079] １ ：送電ルート状態検出システム

１０ ：送電ルート状態検出装置

１１　：第１電力量取得部

１２　：第２電力量取得部

１３　：送電ルート決定部（送電ルート取得部の一例）

１４　：状態推定部

２１　：ソーラーパネル

２２　：太陽光発電用電力変換装置（電力変換装置の一例）

２２ａ　：発電電力用電力センサ

２２ｂ　：送電量送信部（第１送信部の一例）

２３　：蓄電装置

２３ａ　：蓄電電力用電力センサ

２４　：負荷

２４ａ　：負荷用電力センサ

２５　：分電盤

２６　：ＥＭＳ

２８　：スマートメータ

２８ａ　：周囲接続関係取得部

３１　：ソーラーパネル

３２ａ　：発電電力用電力センサ

３２ｂ　：送電量送信部

３３　：蓄電装置

３３ａ　：蓄電電力用電力センサ

３４　：負荷

３４ａ　：負荷用電力センサ

３５　：分電盤

３６　：ＥＭＳ

３８　：スマートメータ（検出部の一例、第２送信部の一例）

３８ａ　：周囲接続関係取得部

５０　：配電系統

５１　　：メッシュ型電力網
５２　　：ノード
５３　　：スイッチ
５３´　　：スイッチ
５３´´　：スイッチ
５４　　：配電線
５４´　　：配電線
５４´´　：配電線
６０　　：需要家群
１００　：電力会社
１１０　：電源
１２８　：電圧計（検出部の一例）
１３１　：接続状態取得部
１３２　：送電ルート抽出部
１３３　：記憶部
１３４　：想定送電損失算出部
１３５　：送電ルート選定部
１３６ａ　：接続関係データベース
１３６ｂ　：接続関係データベース
１３７ａ　：送電線データベース
１３７ｂ　：送電線データベース
１３８　：電圧計
１４１　：損失算出部
１４２　：判定部
１４３　：想定電力損失取得部
Ｇ２０　　：需要家
Ｇ３０　　：需要家

請求の範囲

[請求項1] メッシュ型電力網のノードに接続された需要家間で電力の融通を行う送電ルートを取得する送電ルート取得部と、

融通元の前記需要家が送電する電力を取得する第１電力取得部と、

融通先の前記需要家が前記融通元の需要家から送電された電力を取得する第２電力取得部と、

前記第１電力取得部により取得された電力と前記第２電力取得部により取得された電力に基づいて、前記送電ルート取得部により取得された送電ルートの状態を推定する状態推定部と、を備えた、

送電ルート状態検出装置。

[請求項2] 前記需要家は前記メッシュ型電力網の配電線が交わるノードに接続され、

前記送電ルート上であって、前記融通元の需要家が接続されているノードと、前記融通先の需要家が接続されているノードとの間には、前記送電の際に経由する１つ以上の前記ノードが設けられており、

前記第２電力取得部は、前記融通先の需要家が接続されているノードに加えて、前記経由するノードにおける電力を取得する、

請求項１に記載の送電ルート状態検出装置。

[請求項3] 前記第１電力取得部は、前記融通元の需要家が送電する電力を、前記融通元の需要家が所有する電力変換装置から取得する、

請求項１に記載の送電ルート状態検出装置。

[請求項4] 前記融通元の需要家が接続されている前記ノードと前記融通先の需要家が接続されている前記ノードとの間において想定される電力損失を取得する想定電力損失取得部と、

前記第１電力取得部により取得された電力と、前記第２電力取得部により取得された電力の差分から実際の電力損失を算出する損失算出部と、を更に備え、

前記状態推定部は、

前記損失算出部によって算出された前記実際の電力損失と、前記想定電力損失取得部によって取得された想定電力損失量とを比較して前記送電ルートの状態が正常か否かを判定する判定部と、を有する、

請求項１または２に記載の送電ルート状態検出装置。

[請求項5] 前記メッシュ型電力網の前記ノードから引き出された配電線には、電力を検出する検出部が接続されており、

前記第２電力取得部は、前記検出部から前記ノードにおける電力を取得する、

請求項１に記載の送電ルート状態検出装置。

[請求項6] 前記メッシュ型電力網の前記ノードには、電力を検出する検出部が配置されており、

前記第２電力取得部は、前記検出部から前記ノードにおける電力を取得する、

請求項１または２に記載の送電ルート状態検出装置。

[請求項7] 前記メッシュ型電力網の前記ノードから引き出された配電線には、電圧を計測して電力を検出する検出部が接続されており、

前記第２電力取得部は、前記検出部から前記ノードにおける電力を取得する、

請求項１または２に記載の送電ルート状態検出装置。

[請求項8] 前記送電ルート取得部は、

前記メッシュ型電力網の前記ノード間の接続状態を取得する接続状態取得部と、

前記取得した接続状態に基づいて、前記融通元の需要家と前記融通先の需要家の間の送電ルートの候補を抽出する送電ルート抽出部と、

前記ノード間において想定されるノード間送電損失を記憶する記憶部と、

前記想定されるノード間送電損失に基づいて、前記抽出された前記送電ルートの候補ごとに想定されるルート送電損失を算出する想定送

電損失算出部と、

前記想定されるルート送電損失に基づき、前記送電ルートを選定する送電ルート選定部と、を有する、

請求項１に記載の送電ルート状態検出装置。

[請求項9] 請求項１～４および８のいずれかに記載の送電ルート状態検出装置と、

前記第１電力取得部に、前記送電する電力を送信する第１送信部と、

前記ノードにおける電力を検出する検出部と、

前記検出した電力を前記第２電力取得部に送信する第２送信部と、を備えた

送電ルート状態検出システム。

[請求項10] 請求項５～７のいずれかに記載の送電ルート状態検出装置と

前記第１電力取得部に、前記送電する電力を送信する第１送信部と、

前記ノードにおける電力を検出する前記検出部と、

前記検出した電力を前記第２電力取得部に送信する第２送信部と、を備えた

送電ルート状態検出システム。

[請求項11] メッシュ型電力網のノードに接続され電力の融通元の需要家が所有する電力変換装置であって、

前記メッシュ型電力網の他のノードに接続された電力の融通先の需要家に送電する電力に関する情報を送信する送信部を備えた、電力変換装置。

[請求項12] メッシュ型電力網のノードに接続された需要家間で電力の融通を行う送電ルートを取得する送電ルート取得ステップと、

融通元の前記需要家が送電する電力を取得する第１電力取得ステップと、

融通先の前記需要家が前記融通元の需要家から送電された電力を取得する第２電力取得ステップと、

前記第１電力取得ステップにより取得された電力と前記第２電力取得ステップにより取得された電力に基づいて、前記送電ルート取得ステップにより取得された送電ルートの状態を推定する状態推定ステップと、を備えた、

送電ルート状態検出方法。

[請求項13] メッシュ型電力網のノードに接続された需要家間で電力の融通を行う送電ルートを取得する送電ルート取得ステップと、

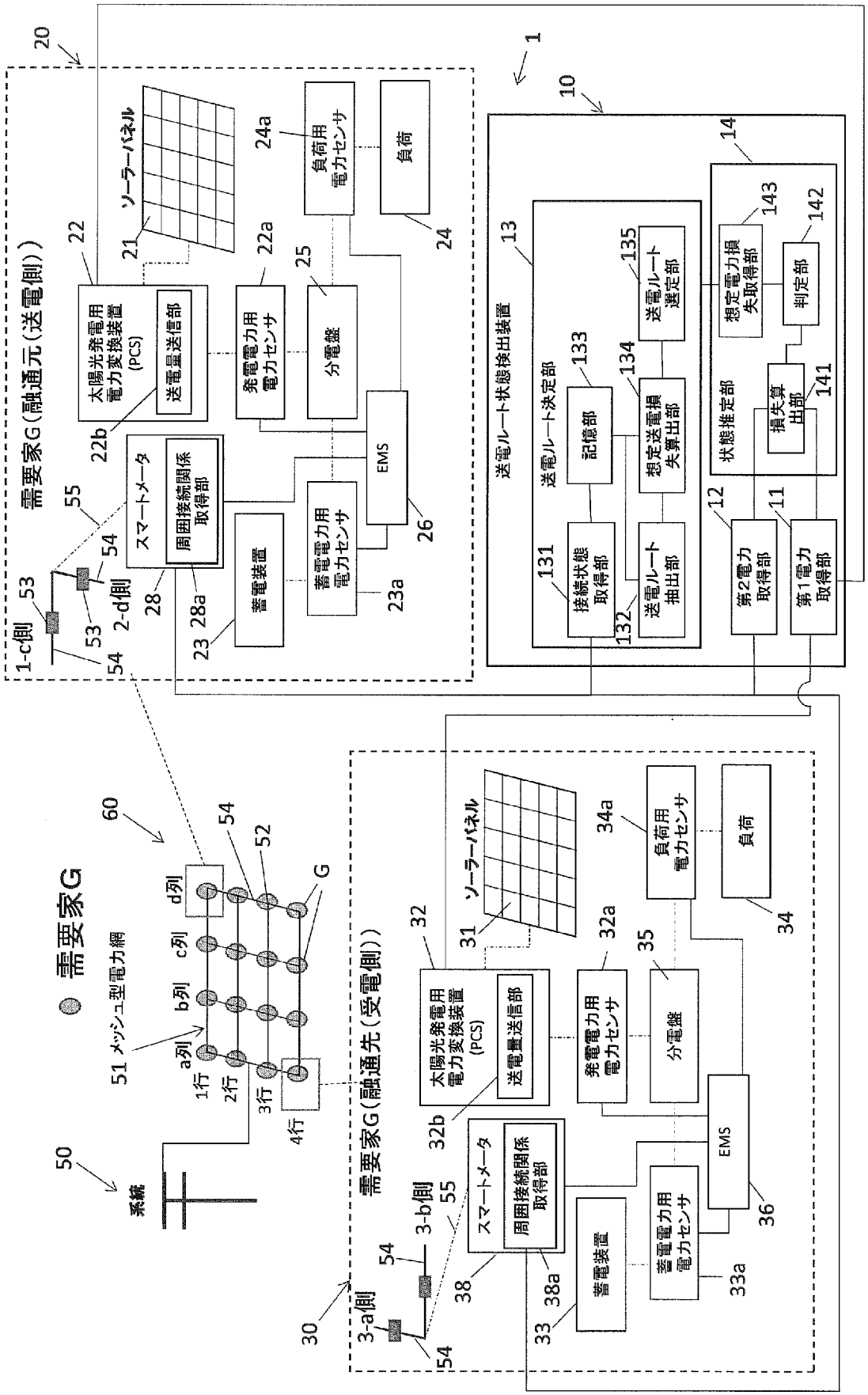
融通元の前記需要家が送電する電力を取得する第１電力取得ステップと、

融通先の前記需要家が前記融通元の需要家から送電された電力を取得する第２電力取得ステップと、

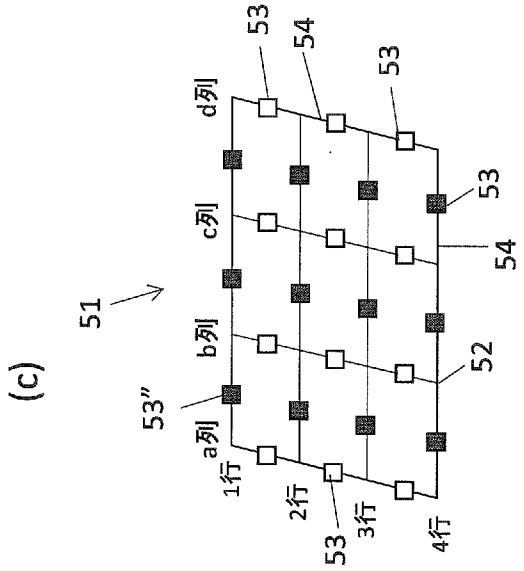
前記第１電力取得ステップにより取得された電力と前記第２電力取得ステップにより取得された電力に基づいて、前記送電ルート取得ステップにより取得された送電ルートの状態を推定する状態推定ステップと、を備えた、

送電ルート状態検出方法をコンピュータに実行させる送電ルート状態検出プログラム。

[図1]


1
10
送電ルート状態検出装置
13
送電ルート決定部
131
接続状態取得部
132
送電ルート抽出部
133
記憶部
134
想定送電損失算出部
135
送電ルート選定部
状態推定部
14
想定電力損失取得部
143
判定部
142
損失算出部
141
第2電力取得部
12
第1電力取得部
11
20
需要家G(融通元(送電側))
ソーラーパネル
21
太陽光発電用電力変換装置(PCS)
22
送電量送信部
22b
発電電力用電力センサ
22a
分電盤
25
負荷用電力センサ
24a
負荷
24
EMS
26
スマートメータ
28
周囲接続関係取得部
28a
蓄電装置
23
蓄電電力用電力センサ
23a
1-c側
2-d側
53
54
55
需要家G
60
51 メッシュ型電力網
a列
b列
c列
d列
1行
2行
3行
4行
52
G
50
系統
30
需要家G(融通先(受電側))
3-a側
3-b側
32
32b
32a
35
34a
34
38
38a
33
33a
36

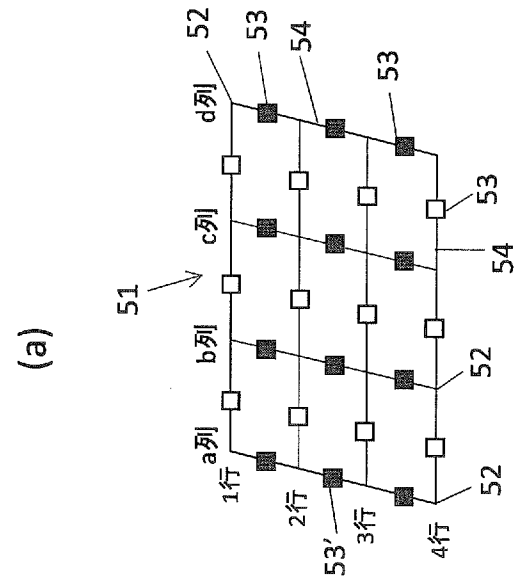
[図2]



(d)

136b

行＼列	a-b	b-c	c-d
1	Off	Off	On
2	Off	On	On
3	On	On	On
4	On	On	On



(b)

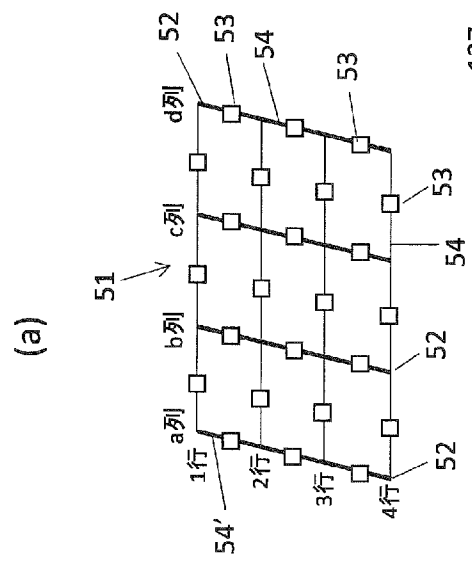
136a

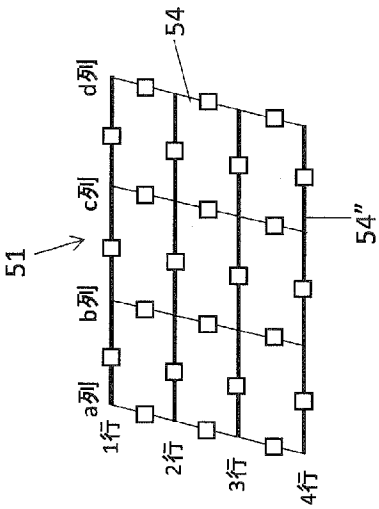
行＼列	a	b	c	d
1-2	Off	Off	On	On
2-3	Off	On	On	On
3-4	On	On	On	On

[図3]

No.	ルート	想定送電損失
1	1-2d→2-3d→3-4d →4d-c→4c-b→4b-a	20
2	1-2d→2c-d→2-3c →3-4c→4c-b→4b-a	12
・ ・	・ ・	・ ・

[図4]





(b)

137a

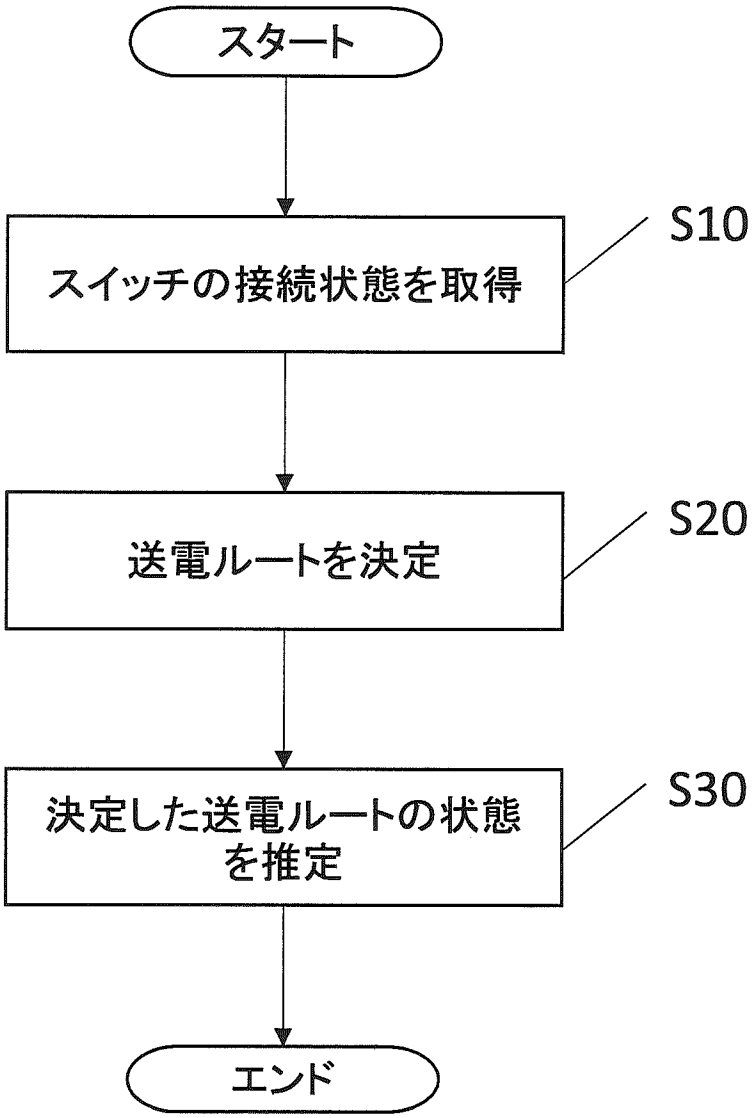
列 / 行	a	b	c	d
1-2	長さ:1km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:60mm²	長さ:1.2km 抵抗:0.2Ω/km 太さ:60mm²	長さ:0.9km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:65mm²	長さ:1.1km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:70mm²
2-3	長さ:1.1km 抵抗:0.2Ω/km 太さ:70mm²	長さ:1.4km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:70mm²	長さ:0.6km 抵抗:0.2Ω/km 太さ:70mm²	長さ:1.8km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:60mm²
3-4	長さ:1.2km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:90mm²	長さ:1.5km 抵抗:0.2Ω/km 太さ:60mm²	長さ:1.0km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:60mm²	長さ:2.0km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:70mm²

(d)

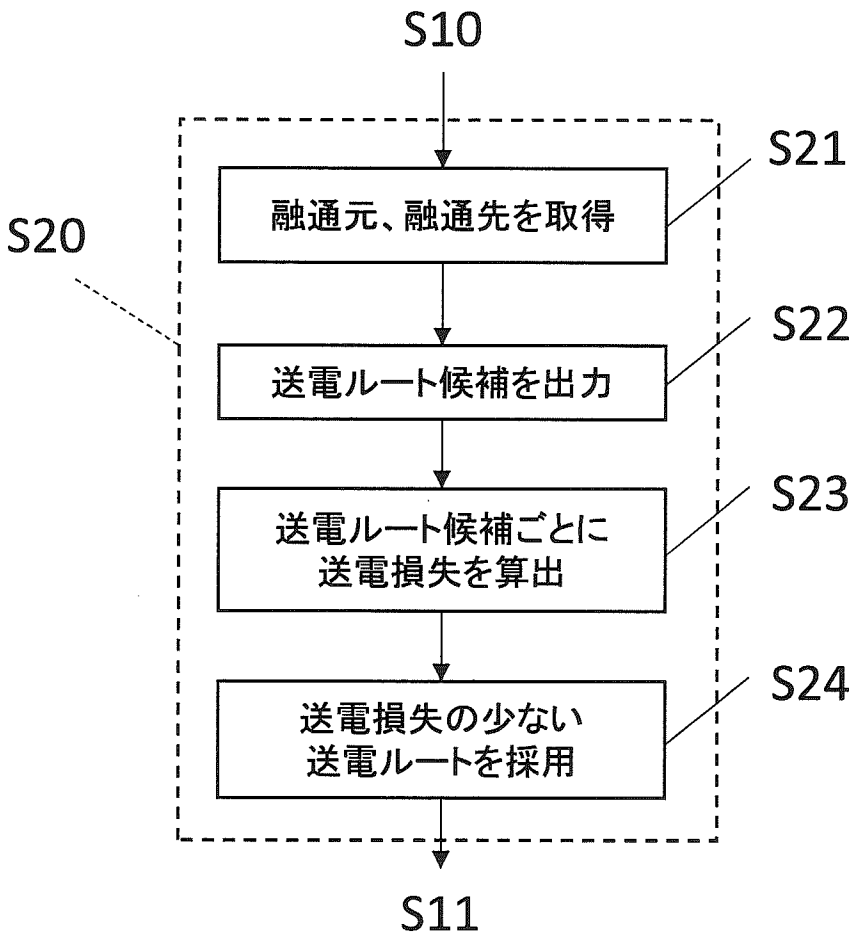
137b

列 / 行	a-b	b-c	c-d
1	長さ:1.3km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:80mm²	長さ:1.4km 抵抗:0.30Ω/km 太さ:70mm²	長さ:1.5km 抵抗:0.2Ω/km 太さ:80mm²
2	長さ:1.2km 抵抗:0.2Ω/km 太さ:70mm²	長さ:0.9km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:80mm²	長さ:0.6km 抵抗率:0.2Ω/km 太さ:70mm²
3	長さ:1.1km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:70mm²	長さ:1.2km 抵抗:0.2Ω/km 太さ:80mm²	長さ:1.0km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:60mm²
4	長さ:1.5km 抵抗率:0.2Ω/km 太さ:80mm²	長さ:0.9km 抵抗:0.3Ω/km 太さ:90mm²	長さ:1.9km 抵抗率:0.2Ω/km 太さ:100mm²

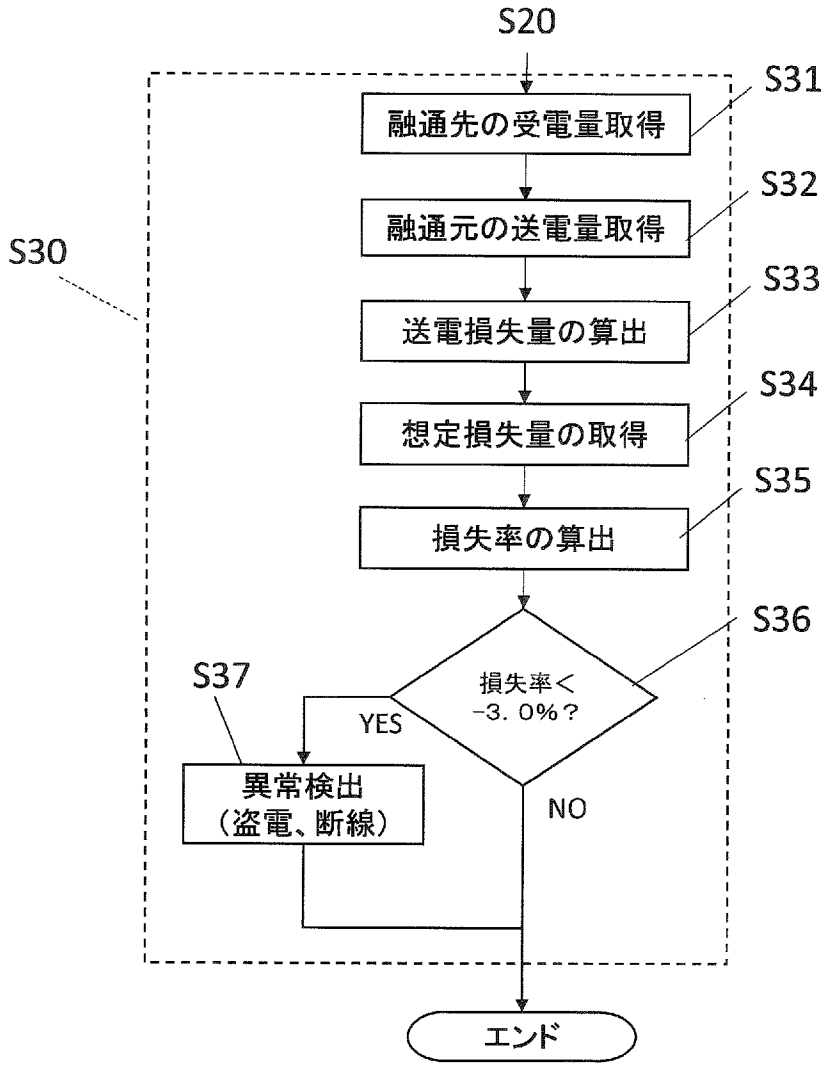
[図5]


スタート
スイッチの接続状態を取得
S10
送電ルートを決定
S20
決定した送電ルートの状態を推定
S30
エンド

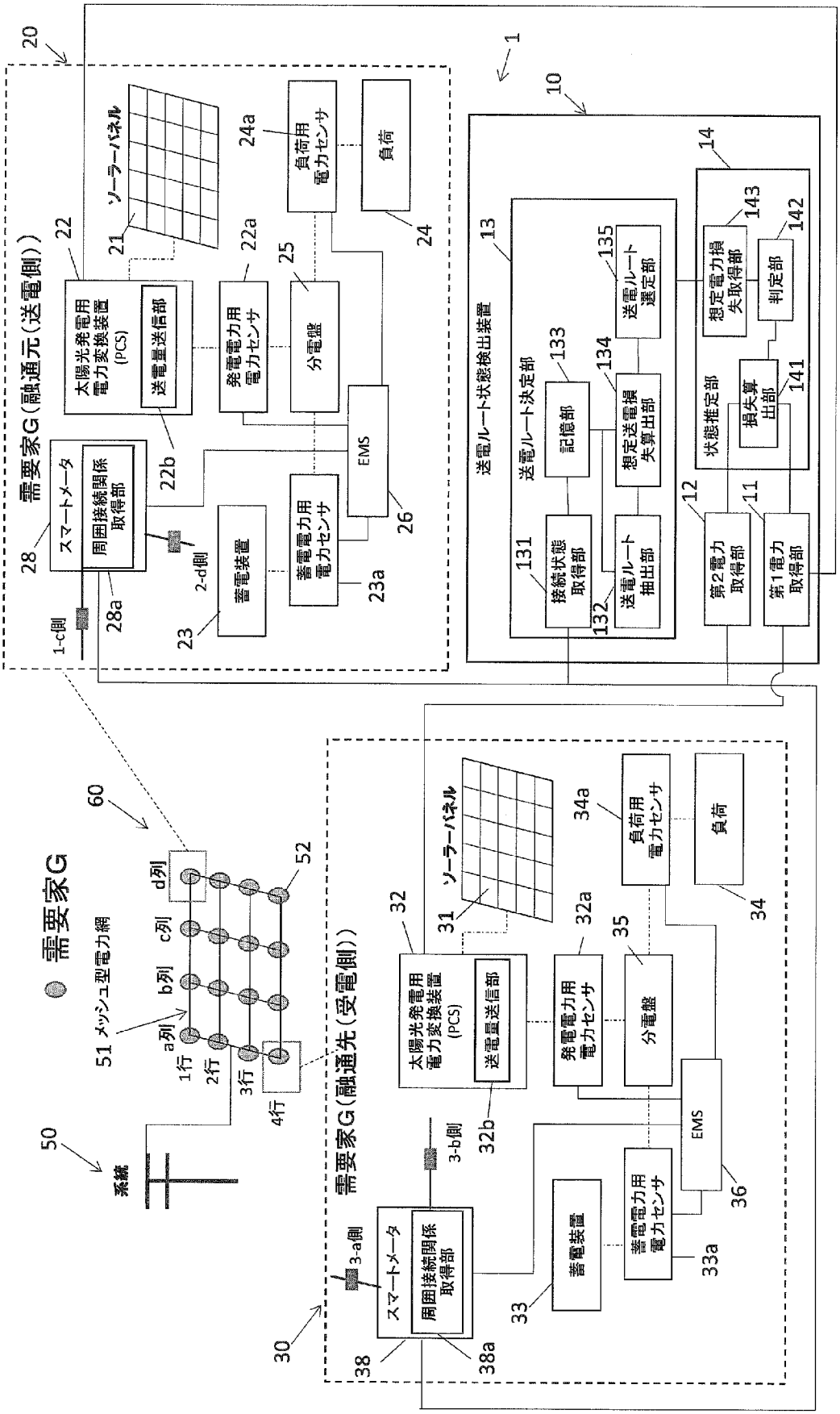
[図6]


S10
S20
S21
融通元、融通先を取得
S22
送電ルート候補を出力
S23
送電ルート候補ごとに
送電損失を算出
S24
送電損失の少ない
送電ルートを採用
S11

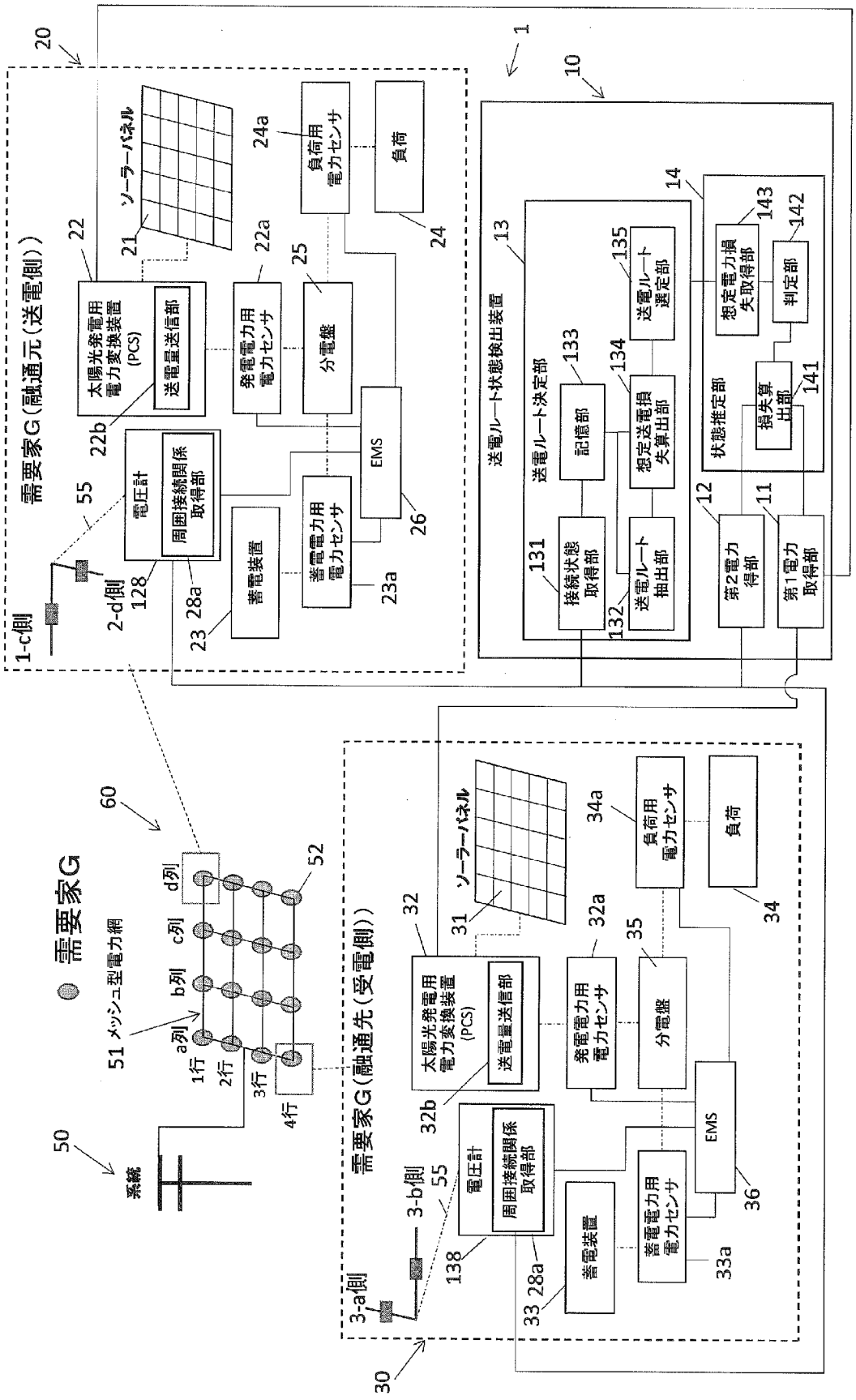
[図7]


S20
S30
S31
融通先の受電量取得
S32
融通元の送電量取得
S33
送電損失量の算出
S34
想定損失量の取得
S35
損失率の算出
S36
損失率＜
−3．0%？
YES
NO
S37
異常検出
（盗電、断線）
エンド

[図8]


20
需要家G(融通元(送電側))
ソーラーパネル
21
22
太陽光発電用電力変換装置(PCS)
送電量送信部
22b
22a
発電電力用電力センサ
25
分電盤
24a
負荷用電力センサ
負荷
24
EMS
26
蓄電装置
23
2-d側
蓄電電力用電力センサ
23a
スマートメータ
周囲接続関係取得部
28
28a
1-c側
1
10
送電ルート状態検出装置
13
送電ルート決定部
131
接続状態取得部
132
送電ルート抽出部
133
記憶部
134
想定送電損失算出部
135
送電ルート選定部
状態推定部
12
第2電力取得部
11
第1電力取得部
14
想定電力損失取得部
143
判定部
142
損失算出部
141
60
需要家G
51 メッシュ型電力網
a列
b列
c列
d列
1行
2行
3行
4行
52
50
系統
需要家G(融通先(受電側))
30
ソーラーパネル
31
32
太陽光発電用電力変換装置(PCS)
送電量送信部
32b
32a
発電電力用電力センサ
35
分電盤
34a
負荷用電力センサ
負荷
34
EMS
36
蓄電装置
33
3-b側
蓄電電力用電力センサ
33a
スマートメータ
周囲接続関係取得部
38
38a
3-a側

[図9]


1
10
20
需要家G(融通元(送電側))
1-c側
2-d側
ソーラーパネル
太陽光発電用電力変換装置(PCS)
送電量送信部
発電電力用電力センサ
分電盤
負荷用電力センサ
負荷
蓄電装置
蓄電電力用電力センサ
EMS
電圧計
周囲接続関係取得部
送電ルート状態検出装置
送電ルート決定部
接続状態取得部
記憶部
送電ルート抽出部
想定送電損失算出部
送電ルート選定部
状態推定部
想定電力損失取得部
判定部
損失算出部
第2電力得部
第1電力取得部
需要家G
メッシュ型電力網
系統
a列
b列
c列
d列
1行
2行
3行
4行
30
需要家G(融通先(受電側))
3-a側
3-b側

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/084139

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J13/00(2006.01)i, *H02J3/00*(2006.01)i, *H02J3/06*(2006.01)i, *H02J3/32*(2006.01)i, *H02J3/38*(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)
H02J13/00, H02J3/00, H02J3/06, H02J3/32, H02J3/38

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 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

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.
Y A	JP 2011-164700 A (Omron Corp.), 25 August 2011 (25.08.2011), paragraphs [0079], [0093] to [0095], [0116], [0145] to [0147], [0158]; fig. 1 & US 2012/0296836 A1 paragraphs [0110], [0124] to [0126], [0149], [0179] to [0181], [0192]; fig. 1 & WO 2011/096429 A1 & EP 2533189 A1 & CN 102696051 A & KR 10-2012-0097531 A	11 1-10,12,13
Y A	WO 2014/007368 A1 (NEC Corp.), 09 January 2014 (09.01.2014), paragraphs [0017] to [0038]; fig. 1 & US 2015/0155710 A1 paragraphs [0045] to [0066]; fig. 1	11 1-10,12,13

☒ 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	Date of mailing of the international search report
07 February 2017 (07.02.17)	14 February 2017 (14.02.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/084139

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-107012 A (Toshiba Corp.), 08 June 2015 (08.06.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０８４１３９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J13/00(2006.01)i, H02J3/00(2006.01)i, H02J3/06(2006.01)i, H02J3/32(2006.01)i, H02J3/38(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J13/00, H02J3/00, H02J3/06, H02J3/32, 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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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
Y A	JP 2011-164700 A (オムロン株式会社) 2011.08.25, 0079,0093-0095,0116,0145-0147,0158段落,図1 & US 2012/0296836 A1,0110,0124-0126,0149,0179-0181,0192段落, 図1 & WO 2011/096429 A1 & EP 2533189 A1 & CN 102696051 A & KR 10-2012-0097531 A	11 1-10,12,13
Y A	WO 2014/007368 A1 (日本電気株式会社) 2014.01.09, 0017-0038段落,図1 & US 2015/0155710 A1,0045-0066段落,図1	11 1-10,12,13

☑　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	国際調査報告の発送日
０７．０２．２０１７	１４．０２．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｔ　３６５６
永井　啓司
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６８

C（続き）．　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 2015-107012 A（株式会社東芝）2015.06.08, 全文、全図（ファミリーなし）	1-13