

(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
2013年8月29日(29.08.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/124973 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 13/00 (2006.01) H02J 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/054169
- (22) 国際出願日: 2012年2月21日(21.02.2012)
- (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(米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 犬塚 達基 (INUZUKA Tatsuki) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 松原 隆志 (MATSUBARA Takashi) [JP/JP]; 〒1076323 東京都港区赤坂五丁目3番1号 株式会社日立製作所 デザイン本部内 Tokyo (JP). 黒澤 雄一 (KUROSAWA Yuichi) [JP/JP]; 〒1076323 東京都港区赤坂五丁目3番1号 株式会社日立製作所 デザイン本部内 Tokyo (JP). 築地新 建太 (TSUKIJISHIN Kenta) [JP/JP]; 〒1076323 東京都港区赤坂五丁目3番1

号 株式会社日立製作所 デザイン本部内 Tokyo (JP). 小林 秀行 (KOBAYASHI Hideyuki) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目7番1号 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

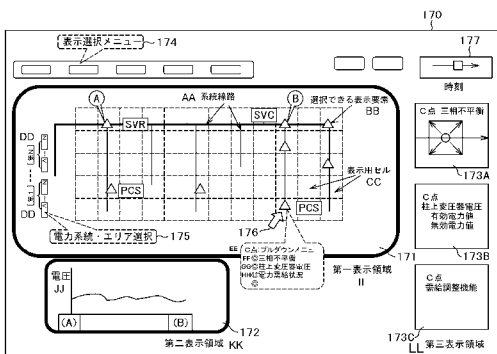
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR DISPLAYING ELECTRIC POWER SYSTEM INFORMATION, AND METHOD FOR DISPLAYING ELECTRIC POWER SYSTEM INFORMATION

(54) 発明の名称: 電力系統情報の表示装置及び表示方法

[図4]



- 173A C point: Three-phase imbalance
- 173B C point: Pole-mounted transformer voltage, effective power value, reactive power value
- 173C C point: Supply-demand adjustment function
- 174 Display selection menu
- 175 Electric power system/area selection
- 177 Time
- AA System lines
- BB Selectable display element
- CC Cells for display
- DD 1st Nth
- EE C. point. Pull-down menu
- FF Three-phase imbalance
- GG Pole-mounted transformer voltage
- HH Supply-demand status of electric power
- II First display region
- JJ Voltage
- KK Second display region
- LL Third display region

(57) Abstract: A device for displaying electric power system information, provided with a display unit having a display screen, and a screen display control unit for controlling the display unit, the display screen having a display region divided into a plurality of display cells having a map function for showing a relative positional relationship, and the display screen being provided with an electric power system diagram display function unit for displaying an electric power system diagram in which the state of an electric power system that is being monitored is represented on the display screen and on the display cells, a map item display function unit for causing a map display item to be displayed as a background of the electric power system diagram using the display cells, and a menu display function for displaying a menu for selecting the map display item in a position other than that of the display cell on the display screen, the map display item being information of a state variable relating to the state of the electric power system that is being monitored, and the map display item being displayed display-cell-by-display-cell by color display that varies according to the value of the state variable.

(57) 要約: 表示画面を有する表示部と、該表示部を制御する画面表示制御部とを備えた電力系統情報の表示装置であって、前記表示画面は、相対的な位置関係を表すマップ機能を有する、複数の表示セルに分割された表示領域を有しており、前記表示画面上でかつ前記表示セル上に、監視対象である電力系統の状態を具象化した電力系統図を表示する電力系統図表示機能部と、前記表示セルを利用して、前記電力系統図の背景として、マップ表示項目を表示させるマップ項目表示機能部と、前記表示画面上の前記表示セルとは異なる位置に表示するメニュー表示機能とを備えており、前記マップ表示項目は、前記監視対象の前記電力系統の状態に関連する状態量の情報であり、該状態量の値に応じて異なった色表示により、前記表示セル単位

で前記マップ表示項目を表示する。

WO 2013/124973 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：電力系統情報の表示装置及び表示方法

技術分野

[0001] 本発明は、電力系統情報の表示装置及び表示方法に係り、特に、自然エネルギーを利用した複数の分散電源を含む電力系統のシミュレーション装置やこのシミュレーション装置を組み込んだ電力系統の総合監視制御装置に好適な電力系統情報の表示装置及び表示方法に関する。

背景技術

[0002] 自然エネルギーを利用した発電設備すなわち分散電源を一般家庭や事業所などの需要家に導入するニーズが拡大しつつある。このような分散電源の余剰電力は、配電線を通じて需要家から電力会社の電力系統に逆潮流の電力として送り込まれる。電力会社にとって、この逆潮流の電力は電力系統の電圧を管理する上で大きな外乱要素となる。分散電源の電力は自然エネルギーに依存しているために天候の影響を受け易く、電力会社の電圧管理が困難になる。さらに、近年は、電気自動車等の蓄電池を活用し、夜間等に電力を充電し必要な時間帯にその電力を使用するといった新たな利用形態も普及しつつある。このような蓄電池も、分散電源の一部として考えることができる。

[0003] 電力系統の電圧管理を容易にするために、電力系統の情報を表示装置の画面上3次元表示する方法が特許文献1に開示されている、この方法によれば、3次元表示した電力系統の空間内で、各ノードにおける電圧またはノード電圧基準値との偏差を、これらの大きさを軸方向の高さに対応させた円柱体により表示し、この円柱体をノードから上向きまたは下向きに配置する。また、ノードにおける電圧またはノード電圧基準値との偏差の増減傾向を、円柱体の上面と下面の直径を変えることで表示する。その他、ブランチ有効・無効電力潮流や設備容量等についても、立体を用いて3次元表示する。任意のノード2点を選択すると電圧位相角の正弦波形を表示する。

[0004] 一方、特許文献2には、スマートグリッドもしくはマイクログリッドにお

ける個々の分散型電源の発電出力および需要設備の負荷の監視および制御を行う総合監視制御システムが開示されている。このシステムは、マイクログリッドもしくはスマートグリッドの系統に事故が発生した場合に、計測値モニタリング手段により取得される情報および記顧客情報管理手段により管理される情報を用いて、各分散型電源の総発電出力量と各需要設備の総負荷量とを一致させるための融通手順を作成する異常時融通手順作成手段を具備している。

- [0005] さらに、特許文献3には、多数の需要家の使用電力や逆潮流電力を個々に考慮することが可能な配電系統潮流シミュレーション装置が開示されている。特許文献3の装置では、需要家負荷模擬部および分散電源模擬部を複数個配備させ、複数の一般家庭などの需要家における負荷電力の変動や太陽光発電などの分散電源の発電電力の変動を個々にシミュレーションし、この結果を考慮することで、より現実に近い配電系統における電力潮流を計算している。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2000-270499号公報
特許文献2：特開2011-61931号公報
特許文献3：特開2012-5210号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 電力系統に多数の分散電源が含まれるようになりつつある環境の下で、電力使用の管理を容易にするために、配電設備の高機能化及び情報機器化が図られつつある。従来の電力系統では分散電源の影響をそれほど考慮する必要がなかったため、集中型の制御が主流であった。しかし、今後、様々な自然エネルギーが導入されて、かつ、災害発生などを考慮すると、制御の権限を、分散配置するほうが、安定性の向上、制御装置のトータルコストとして優

位になることが期待され、自律分散型の制御アルゴリズムの研究が進んでいる。

[0008] シミュレータを使用してこのような電力システムの解析を行う場合、多くの条件設定に基づいて、多くの出力信号が算出される。これら多くの入出力関係をオペレータが有効活用するには、視認性を高く表示する機能が重要になってくる。例えば、スマートグリッドシミュレータのように、多数の分散電源を含む電力システムを対象としたシミュレーションでは、信号入出力関係が複雑になり、オペレータの結果理解を助けるために、入力と結果の関係を視認性高く可視化する技術が求められる。

[0009] 特に、自律分散型の制御において、そのアルゴリズムの開発と評価を行うためにシミュレータを使う場合には、動作内容、原因と結果の関係、等を迅速かつ的確に判断する為の可視化技術が重要になると考えられる。例えば、逆流電力発生した時、その事実だけでなく、その発生要因も含めて、電力システムの信号変化を一目でわかるように表示装置に表示することが望ましい。

[0010] 特許文献1の発明は、集中型の制御に適したものであるが、分散型電源が多く含まれる電力システムにおける可視化については、十分な配慮がなされていない。

[0011] 特許文献3や特許文献2の発明は、分散型電源に配慮したものではあるが、入力と結果の関係を視認性高く可視化することについては、十分な配慮がなされていない。

[0012] 本発明の目的は、分散型電源を含む電力システム内における信号変化をその変動要因と共に視認性高く表示することのできる、電力システム情報表示装置及び表示方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の代表的なものの一例を示すと、次の通りである。電力システム情報の表示装置は、表示画面を有する表示部と、該表示部を制御する画面表示制御部とを備えた電力システム情報の表示装置であって、前記表示画面は、相対的な位置関係を表すマップ機能を有する、複数の表示セルに分割された表示領域

を有しており、前記表示部は、前記表示画面上でかつ前記表示セル上に、監視対象である電力系統の状態を具象化した電力系統図を表示する電力系統図表示機能部と、前記表示セルを利用して、前記電力系統図の背景として、マップ表示項目を表示させるマップ項目表示機能部と、前記マップ表示項目を選択するためのメニューやアイコンを前記表示画面上に表示し、該メニューやアイコンに対する選択操作を受け付けるメニュー表示機能とを備えており、前記監視対象である前記電力系統は、分散電源を含んでおり、前記マップ表示項目は、前記監視対象の前記電力系統の状態に関連する状態量の情報であり、該状態量の値に応じて異なった色表示により、前記表示セル単位で前記マップ表示項目を表示することを特徴とする。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、相対的な位置関係を表すマップ機能を有する複数の表示セルを利用して、各表示セル単位で、分散型電源を含む電力系統の状態と共にその変動要因となる状態量を、異なった色表示によりマップ表示することにより、電力系統の信号変化を視認性高く表示することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の第一の実施形態に係る、電力系統シミュレーション装置の全体の構成例を示した図。

[図2]第一の実施形態に係る電力系統シミュレーション装置が適用される電力系統の構成の例を示した図。

[図3A]第一の実施形態に係る電力系統シミュレーション装置のシミュレーションモデル部の機能ブロックの構成を示した図。

[図3B]第一の実施形態に係る電力系統シミュレーション装置の制御部の機能ブロックの例を示した図。

[図4]第一の実施形態における、電力系統情報の表示部の表示要素の構成例を示した図。

[図5]図4の表示部とそれを制御する画面表示制御部の構成例を示した図。

[図6]第一の実施形態において、表示部に表示される電力系統情報の階層構造

の例を示した図。

[図7A]第一の実施形態において、表示部の表示方法の例を示した図。

[図7B]第一の実施形態において、表示部の表示方法の例を示した図。

[図8A]第一の実施形態における、プロファイルテーブルの構成例を示した図。
。

[図8B]第一の実施形態に係る電力系統シミュレーションの、実行手順の例を示した図。

[図9]第一の実施形態に係る電力系統シミュレーションによる電力調整手順の例を示した図。

[図10]図9の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法の手順の例を示した図。

[図11A]図9の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法とその利用形態の例を示した図。

[図11B]図11Aに対応する電力系統の状態を示した図。

[図11C]図9の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法とその利用形態の例を示した図。

[図11D]図9の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法とその利用形態の例を示した図。

[図12A]図9の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法とその利用形態の他の例を示した図。

[図12B]図12Aに対応する電力系統の状態を示した図。

[図12C]図9の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法とその利用形態の他の例を示した図。

[図12D]図9の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法とその利用形態の他の例を示した図。

[図13]本発明の第二の実施形態に係る、電力系統シミュレーション装置を組み込んだ、電力系統制御装置の全体の構成例を示した図。

[図14]第二の実施形態に係る電力系統制御装置の制御部の機能ブロックの例

を示した図。

[図15]第二の実施形態における、プロファイルテーブルの構成例を示した図

。

[図16]第二の実施形態に係る電力系統制御装置による、電力調整手順の例を示した図。

[図17A]図16の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法とその利用形態の例を示した図。

[図17B]図16の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法とその利用形態の例を示した図。

[図17C]図17A、17Bに対応する電力系統の状態を示した図。示した図。

[図18A]図16の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法とその利用形態の他の例を示した図。

[図18B]図18Aに対応する電力系統の状態の例を示した図。

[図18C]図16の電力調整手順に対応した、表示部への表示方法とその利用形態の他の例を示した図。

[図19]本発明の第三の実施形態に係る、本発明の実施形態の電力系統シミュレーション装置を組み込んだ、スマートグリッドの全体の構成例を示した図

。

[図20]第三の実施形態に係る電力系統制御装置の制御部の機能ブロックの例、及び表示部への表示方法とその利用形態の例を示した図。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

なお本発明では、表示セルや制御セルのように「セル」という用語を用いているが、セルをグリッド、格子、などの他の言葉で置き換えることもできる。ただし、グリッドという言葉は同じ電力の分野で使われているスマートグリッドと混同される恐れがあるので、本発明ではセルという言葉を使用する。

実施例 1

[0017] 本発明の第一の実施形態に係る電力系統情報の表示装置について、図1～図12Dを参照しながら説明する。図1は、第一の実施形態に係る電力系統情報の表示装置を備えた電力系統シミュレーション装置の全体の構成例を示した図である。

電力系統シミュレーション装置100は、シミュレーション制御部11、電力系統13A～13Nのモデルを保有するシミュレーションモデル12、ネットワーク通信部14、データベース15、入出力制御部16、表示画面170を有するオペレータ端末17を備えている。電力系統シミュレーション装置100は、ネットワーク通信部14を介して気象情報提供者端末18と接続可能である。電力系統13A～13Nの各モデルは、各々、複数のエネルギー管理システムEMS (Energy Management System) 131とそれらを統合する地域エネルギーマネジメントシステムCEMS (Community Energy Management System) 132に対応するように構成されている。電力系統シミュレーション装置100は、複数の配電系統シミュレーション装置(図3A参照)を含んで構成されている。

[0018] コンピュータで構成されるシミュレーション制御部11は、各配電系統シミュレーション装置を実現するモジュールアプリケーションとして、配電系統潮流計算部1100、配電系統内発生現象計算部1110、潮流計算連携部1120、自律分散型系統状態管理部1130、ネットワーク通信部14などの機能を実現するプログラムを有している。

[0019] 図2は、電力系統シミュレーション装置が適用される現実の電力系統(実系統)における「配電系統」の構成の例を示した図である。本実施形態では、配電系統とは、発電所から電力の需要家をつなぐ電力系統のうち、末端の変電所1から需要家7(7a～7n)までの区間を指すものとする。なお、電力会社などでは、末端の変電所1から柱上変圧器5までの区間は、配電線2と呼ばれ、また、柱上変圧器5から一般家庭などの需要家7までの区間は、引込線6と呼ばれている(分岐支線ともいう)。そして、一般的には、配電線2の電圧は6kV若しくは6.6kV(高圧系)、引込線6の電圧は1

00Vまたは200V（低圧系）とされている。

[0020] 図2に示すように、配電線2上には、安全や事故対策用として開閉器3が、また、電圧調整用としてSVR（Step Voltage Regulator）4や無効電力（Q）制御で電圧を調整する静止形無効電力補償装置（SVC：Static Var Compensator）が、適宜、設けられている。また、配電線2から分岐する複数の位置には、柱上変圧器5が設けられており、この柱上変圧器5から引き出されている引込線6には、複数の需要家7a～7nがつながれている。ここで、需要家7aは、電子式計量器（スマートメータ）71と負荷装置72と分散電源73とPCS（Power Conditioning System）74と蓄電池75を含んで構成される。また、需要家7bは、スマートメータ71と負荷装置72とを含んで構成されているが、分散電源73やPCSを含んでいない。さらに、需要家7nは、スマートメータ71と負荷装置72と分散電源73とPCS74と電気自動車76を含んで構成される。分散電源73は、太陽光発電装置、風力発電装置などを表している。スマートメータ71は、電力会社が需要家7の電力値（電圧値、電流値）や消費電力の情報を収集するのに用いられる。

[0021] なお、送電（transmit）系統の高圧系は複数の系統に分岐して構成されており、ここでは、「配電（distribute）系統」毎に自律分散型電力監視制御装置（管理サーバ）9が設置され、それらが上位の管理サーバと協調して送電系統の全体を最適化する、自律・協調・集中制御を行なっている。なお、自律分散型電力監視制御装置9は「配電系統」毎に設置する必要はなく、実情に応じて必要な範囲で適宜設置すれば良い。例えば、分散電源の設置状況により「分散型制御」を行う地域と、「集中型制御」を行う地域とが混在する場合には、前者にのみ自律分散型電力監視制御装置9を設置しても良い。スマートメータ71は、AMI（Advanced Metering Infrastructure）の機能を有しており、順潮流の電力や逆潮流の電力を計測する機能だけでなく、配電線2の状態を管理する自律分散型電力監視制御装置9と通信する機能などを有している。さらに電力計は、いわゆる、DSM（Demand Side Management）機能を有するものであってもよい。

[0022] 引込線6の電圧は標準電圧100ボルトでは 101 ± 6 ボルト以内、標準電圧200ボルトでは 202 ± 20 ボルト以内に調整される。

[0023] 図3Aは、電力システムシミュレーション装置100のシミュレーションモデル部の機能ブロックの構成を示した図である。シミュレーションモデル部の配電システムシミュレーション装置10は、配電システム潮流計算部1100、配電システム内発生現象計算部1110、潮流計算連携部1120、自律分散型システム状態管理部1130、需要家負荷模擬部80、分散電源模擬部90、電気自動車模擬部92などの機能ブロックを含んで構成される。図3Aでは、それぞれの機能ブロックが適用対象の配電システムのどの部分をシミュレーションするものであるかを明示するために、図2で示した配電システムの構成の一部が併せて示されている。配電システム潮流計算部1100、配電システム内発生現象計算部1110、潮流計算連携部1120、自律分散型システム状態管理部1130、ネットワーク通信部14、需要家負荷模擬部80、分散電源模擬部90、電気自動車模擬部92などの機能ブロックは、CPUが記憶装置に記憶されたそれぞれの機能ブロックに対応するプログラムを実行することによって実現される。

[0024] 次に、図3Aを参照しつつ、配電システムシミュレーション装置10に含まれる機能ブロックの機能について説明する。なお、配電システムシミュレーション装置10の具体的な構成や動作については、特許文献3の実施例の記載を援用するものとし、以下の説明では、主に本発明に特徴的な点に主体にしてついでのみ述べる。

[0025] 配電システム潮流計算部1100は、変電所1から柱上変圧器5に到る配電システム部分、いわゆる配電線2の部分における電力潮流をシミュレーションする機能ブロックである。すなわち、配電システム潮流計算部10は、柱上変圧器5についての負荷電力が入力されたとき、当該配電線2上の各点（柱上変圧器5の2次側の位置も含む）における電圧値を計算する。配電システム潮流計算部1100の高圧系（6KV）には、SVRやSVCが設置され、両者を組み合わせて協調的に電圧制御する。低圧配電線に多数の需要家が繋がるとき、

高圧側からは、個々の需要家を区別できず、柱状トランスを介した一群の需要家に見える。配電システムシミュレーション装置は、これらの制御アルゴリズムを開発し、評価するために用いられる。また、配電システムシミュレーション装置 10 は、自律分散型の制御を行うために、自律分散型電力監視制御装置の模擬部として機能する自律分散型システム状態管理部 1130 を備えている。自律分散型を評価するには、このようなシステム構成を想定して、新たな制御アルゴリズムに基づいて、システムの状態を模擬する。一般に、SVR、SVC と呼ばれる電圧制御機器は配電システム高圧側（6KV）に設置される。両者を組み合わせて協調的に電圧制御する方法が提案されている。配電システムシミュレーション装置は、その制御アルゴリズムを開発し、評価する。なお、「分散型制御」を行う地域と、「集中型制御」を行う地域とが混在する場合には、当然ながら、制御方式も、「分散」、「集中」が混在することになる。

[0026] 需要家負荷模擬部 80 は、需要家 7 が使用する電力の、1日単位での時間変動をシミュレーションする。そして、ある時刻が入力されたときには、そのシミュレーションした結果に基づき、その時刻におけるスマートメータ 71 のメータの値（電力量）を出力する。

[0027] 需要家負荷模擬部 80 において、そのシミュレーションを実現する具体的な方法としては、例えば、需要家 7 の家族構成、生活のリズムに応じた照明機器や家庭電化機器の使用スケジュールをテーブルなどでデータベース化しておき、その使用スケジュールに基づき、使用電力の時間変動をシミュレーションする。

[0028] 分散電源模擬部 90 は、需要家 7 が保有している太陽光発電装置 PV（Photovoltaic Power Generation）や風力発電装置などの分散電源 73 が発電する電力の時間変動を、1日単位でシミュレーションする。そして、ある時刻が入力されたときには、そのシミュレーションした結果に基づき、その時刻におけるスマートメータ 71 のメータの値を出力する。このとき、そのメータの値は、逆潮流の電力量を表す。

[0029] 自律分散型システム状態管理部 1130 は、需要家負荷模擬部 80 および分散

電源模擬部 90 のそれぞれから読み出したスマートメータ 71 のメータの値を、それらが接続された引込線 6 ごとに集計して、それぞれの引込線 6 が接続された柱上変圧器 5 に対する負荷電力（集計負荷電力 201）を算出する。そして、その集計負荷電力 201 を、潮流計算連携部 1120 を介して配電系統潮流計算部 1100 へ入力し、配電系統潮流計算部 1100 に対し、電力潮流のシミュレーションの実行を求める。

[0030] さらに、自律分散型系統状態管理部 1130 は、配電系統潮流計算部 1100 におけるシミュレーションの結果として得られる柱上変圧器 5 の位置における電圧値、つまり、引込線 6 の電圧値を取得し、その取得した引込線 6 の電圧値を、ネットワーク通信部 14 を介して、需要家負荷模擬部 80 および分散電源模擬部 90 のそれぞれに送信する。

[0031] このように、自律分散型系統状態管理部 1130 が、柱上変圧器や配電系統区間ごとに詳細な情報を取得し、配電網の適切な電圧管理を可能にしている。各需要家のデータは自律分散型系統状態管理部 1130 へ集められる。自律分散型系統状態管理部 1130 は、柱上変圧器や配電系統区間ごとに諸情報を集約し、SVC や SVR を制御する。SVC で短時間の電圧変動を担当し、長周期や日負荷変動に対応する電圧制御は SVR が分担する。これにより、例えば、配電系統各区間の負荷量推定が可能となり、より適切な配電系統運用特に、より詳細な配電網の電圧管理が可能となる。

[0032] また、配電系統内発生現象計算部 1110 は、負荷電力や発電電力のシミュレーションに連動して、配電系統区間の電力系統の状態の変動要因に関するデータを取得し、あるいは何らかのアルゴリズムに基づいて取得データを演算し、出力する。

[0033] 以上のように、本実施形態の配電系統シミュレーション装置 10 においては、様々な形で変動する負荷電力や発電電力をシミュレーションすることが可能な需要家負荷模擬部 80 および分散電源模擬部 90 を、実際の配電線 2、柱上変圧器 5 および引込線 6 の配置に合わせて、配電系統の電力潮流のシミュレーションを行うことができる。従って、配電系統の電力潮流のシミュ

レーションを、現実により忠実に行うことが可能となる。

[0034] なお、スマートメータ 7 1 の将来の利用形態としては、スマートメータを双方向通信機能と高度な情報処理能力を備えた多機能型の電子式エネルギーメータとし、さらに各需要家 7 には温度や日照量等の測定機器も設置し、このスマートメータを通じて電力会社が各需要家 7 の負荷装置の状態や温度等の環境に関する情報、さらには、分散電源、蓄電池、電気自動車の蓄電池の状態に関する情報を収集できるようにすることも考えられる。これにより、電力会社は、気象情報提供者端末 1 8 からの情報に加えて、よりきめ細かな気象情報やエネルギーに関する情報を入手できるので、これをシミュレーションに用い、エネルギー需給バランスの改善や需要の予測などに活用することができる。また、シミュレーションの結果、電力不足などの緊急事態が予想される場合、電力会社はスマートメータを通じて、所定の範囲で各需要家 7 の負荷装置や分散電源の制御を行って地域の安定電源を確保する制御を行うこともできる。他方、各需要家 7 は電力会社から自己のみならず周辺地域のエネルギーに関する情報の提供を受け、エネルギーの有効利用を図れるようにすることも考えられる。

[0035] 続いて、コンピュータによる配電システムシミュレーション装置 1 0 の具体的な実現方法について説明する。

[0036] 図 3 B は、電力システムシミュレーション装置の制御部の機能ブロックの例を示した図である。配電システムシミュレーション装置 1 0 の制御部 1 1 は、模擬自律分散型電力監視制御装置 1 1 0、計測・モニタリング部 1 5 0、模擬需要・負荷調整部 1 6 0、画面表示制御部 1 8 0、電力システム管理部 1 9 0 で構成されている。この制御部 1 1 は、CPU、及び、RAM やハードディスク装置などからなる記憶装置を備えたコンピュータによって実現することができる。計測・モニタリング部 1 5 0 は、スマートメータデータ処理機能部 1 5 1 を備え、さらに、データベースとして、模擬負荷装置情報 1 5 2、分散電源模擬出力情報 1 5 3、蓄電池模擬出力情報 1 5 4、気象データ等 1 5 5 などを保持している。模擬需要・負荷調整部 1 6 0 は、需要／負荷調整実施

機能部を有し、さらに、データベースとして需要／負荷調整指令情報 162 を保持している。電力系統管理部 190 は、電力系統情報管理機能部 191、配線系統内発生現象計算部 192 を備え、さらに、データベースとして、顧客情報(所在地・契約電力量・蓄電池有無等) 193、電源系統情報 194、分散電源情報 195、配線系統内発生現象 196、イベント情報 197、モジュール管理情報 198 を保持している。自律分散型系統状態管理部 1130 は、潮流計算を用いて、分散電源連系可能容量の算出、分散電源連系の電圧分布、短絡容量などの計算を可能としている。また、配電自動化システムの計測データを連係することで、電柱、高圧線、開閉器、電圧調整器などのデータを自動で取り込み、実態に即した解析を可能としている。

[0037] 次に、オペレータ端末 17 の表示画面 170 について、説明する。表示画面 170 は GUI 機能を備え、マウスやキーボード、プリンタ等と共に、オペレータ端末 17 に対する入出力手段として機能する。表示画面 170 は、液晶や有機エレクトロルミネッセンス (EL) を採用した画面であり、静電式タッチパネルに対応している。

[0038] 図 4 は、第一の実施形態における、電力系統情報の表示部である表示画面 170 の構成例を示した図である。表示画面 170 は、中央の第一表示領域 171 と、その下方の第二表示領域 172 と、第一表示領域 171 の右側に位置する第三の表示領域 173 (173A~173C) とを備えている。さらに、第一表示領域の左上側に表示選択メニュー 174、第一表示領域の右端に電力系統・エリア選択メニュー 175、第一表示領域内の複数の個所に表示可能な選択要素 176 がある。さらに、第一表示領域の右上側にシミュレーション上の時刻を表示する欄 177 がある。第一表示領域 171 には、監視対象であるエネルギー系統図を具象化し、当該エネルギー系統図上に複数のスポットを選択可能に画面表示領域内に表示する。エネルギー系統は、例えば、監視対象である電力系統や配電系統に相当する。第二表示領域 172 には、選択された第一表示領域 171 内のエネルギー系統の少なくとも 2 点のスポット (この例では、A 点、B 点) 間のエネルギー分布が表示される

。また、第三の表示領域 173 には、この例では、エネルギー系統の C 点における選択要素 176 のプルダウンメニューから選択された C 点に関する三相不平衡 (173 A)、柱上変圧器電圧 (173 B) 及び、需給調整機能 (173 C) が表示されている。第三表示領域に表示される参照情報としての電圧三相不平衡は、画面領域の制約等から、見やすくするために三次元的に表示される。なお、表示画面 170 上の第一表示領域～第三表示領域の上記レイアウトは一例でありこれに限定されるものではないが、これらの中で第一表示領域は最大の表示面積を有する必要がある。

[0039] また、第一表示領域 171 において、エネルギー系統図の背景に複数のセルを利用して、前記複数のスポット周辺のエネルギー状態を色表示する。複数のセルは、エネルギー系統と需要家等の相対的な位置関係を表すマップ機能も有している。表示選択メニュー 174 は、監視対象であるエネルギー系統の図と重ねて、その背景に、監視対象の相対的な位置関係を表す表示セルを利用して、各位置に対応する状態量をマップ表示項目として色表示させるものである。選択可能なマップ表示項目は、選択されたエネルギー系統に対応する電圧分布、気温分布、日射量分布、分散電源・蓄電池電力の分布、消費電力分布、等の状態量である。この状態量として、現在の値のみならず、将来の予測値や過去の実績値もマップ表示可能である。

[0040] また、第一表示領域 171 に表示された SVR, SVC, PCS 等の表示は、操作入力用のアイコンとして機能させることもできる。これにより、オペレータは、第一表示領域 171 の表示上で、これらのアイコンを操作し、必要なデータを入力することで、PCS や X 点を含む各地点の SVC の制御パラメータ等を変更し、配電線 2 や引込線 6 の電圧値が全領域で制御許容値の範囲内になるよう制御することもできる。

[0041] 図 5 は、図 4 の表示部 170 とそれを制御する画面表示制御部 180 の構成例を示した図である。表示部 170 は、エネルギー系統図表示機能部 1710 と、マップ項目表示機能部 1720 とがある。エネルギー系統図表示機能部 1710 は、主に監視対象である系統線路の状態を表示するものであり

、少なくとも、系統線路 1711、系統線路 1712、表示要素 1713 を表示する。マップ項目表示機能部 1720 は、監視対象であるエネルギー系統すなわち電力系統・エリアを、平面上において位置関係を表すマップに相当する網目状に細分化した各セル領域 1721 に、系統線路の状態に関連する状態量の情報を表示する。

[0042] 画面表示制御部 180 は、メニュー・時刻等表示制御部 1801、第一表示領域系統線路表示制御部 1802、第一表示領域系統セル領域表示制御 1803、第二表示領域表示制御部 1804、第三表示領域表示制御部 1805 を備えている。画面表示制御部 180 は、表示選択メニュー 174、第一表示領域の右端に電力系統・エリア選択メニュー 175、あるいはマウスやキーボードの操作により入力されたメニューや指令、データと、模擬自律分散型電力監視制御装置 110 による監視対象に関する演算結果、及びデータベース 15 の値に基づき、必要な情報を、表示部 170 の所定の位置に、所定のタイミングで出力・表示する。

[0043] 画面表示制御部 180 は、表示部 170 の第一表示領域のセル領域 1721 のセル表示のために、セル毎の地理的あるいは相対的な位置関係、需要家の状態、気象条件等を考慮し、複数スポットからの影響を考慮した演算を実施し、その演算結果をセル単位で表示させている。ここでセルは、線路の表示に比べて大きな面積を備えることで、観察者に対して見えやすい表示が可能となる、これは、複数のセルを用いて配電系統やその近傍の電力の全体的な傾向を示すのに好適である。あるいは、何らかの注意を喚起する為の表示に好適である。

[0044] 第一表示領域 171 には、電力系統の電圧、電流、位相の少なくとも一つを選択可能なエネルギー系統線路 1711、1712 と、この電力系統で発生している現象の表示内容を選択できる表示要素 1713 を当該電力系統のエネルギー状態等と重ねて、位置関係を表すマップに相当する平面上の網目状に細分化した各セル領域 1721 の上に表示する。すなわち、表示要素 1713 により、電力系統 1711、1712 に関わる電圧、電流、位相、日

射、・・・等の一つが選択されるとその状態量に関する情報、例えばエネルギー状態が、マップに相当する平面上において、電力系統に重畳して表示される。

[0045] 状態量は、その強弱や高低等の値に応じて、表示セル単位で、異なった「色表示」、例えば異なった色、で表示される。すなわち、状態量色の値に応じて、色相、彩度、明度の少なくとも1つの属性を変えて表示される。一例を挙げれば、他の分野でも一般的に採用されているように、高電圧のような状態量の強いあるいは高い状態を暖色系の色で表示し、低電圧のような状態量の弱いあるいは低い状態を寒色系の色で表示すれば、オペレータは各表示セルの状態量の変化を容易に認識できる。すなわち、各表示セルの状態量の強弱、高低等の程度に応じて異なった色を採用することで、監視・制御対象の電力系統の信号変化を視認性高く表示部170に表示することができる。なお、「色表示」の方法としては、色の種類と階調（あるいはグレー階調）や異なる模様等、表示面積や表示幅の大小、周期的な変化の色の有無等、他の公知の表現方法も含めて、オペレータの視認性を確保できるものであれば良く、これらの何れか1つあるいはこれらを組み合わせて採用すれば良い。

[0046] 図6は、第一の実施形態において、表示部170に表示される電力系統情報の階層構造の例を示した図である。この電力系統は、例えばある電力会社の電力系統の全体をカバーするものであっても良く、ある特定の範囲の電力系統をカバーするものであっても良い。ここに示した例では、電力系統が複数の基幹系統と、基幹系統を構成する複数の高圧系2と、各高圧系に属する複数の低圧系6（6-1～6-n，60a～60n）を、上位、中位、下位の各レベルで選択的に表示可能に構成されている。上位のレベルでは高圧系のみ、中位のレベルでは1つの高圧系とそれに接続されたすべての低圧系、下位のレベルでは1つの低圧系のみが表示される。最も下位のレベルの低圧系60（60a～60n）が最終的な需要家7（7a～7n）と1対1に対応するようにして表示され、中位のレベルの低圧系6（6-1～6-n）では下位のレベルの情報が縮退して表示され、さらに上位のレベルでは中位の

レベルの情報がさらに縮退して表示される。換言すると、図3Aのシミュレーションモデル部の構成が、そのまま、表示部170に表示される。従って、オペレータは、任意の階層レベルの電力系統情報を選択して画面に表示できる。

[0047] ここで、画面表示領域にセル単位に対応する配電系統シミュレーション装置10上の制御単位を制御セルと定義すると、電力系統情報の階層構造や各制御セルに含まれる需要家負荷模擬部80や分散電源模擬部9の分布は、シミュレーションの目的に応じて異なっても良い。例えば、図3Aに示したような標準的なパターンに加え、緊急時に対応して優先的に電力を供給する必要のある需要家とその他の一般需要家とを制御セルで容易に区別できるようにした緊急時用のパターンを準備しても良い。

[0048] 図7A、図7Bは、第一の実施形態における表示部170の表示方法の例を示した図である。表示部170には、図7Aに示したように、電力系統の2点の位置を示すと共に、その2点間の信号特性を表示する。また、電力系統で発生している現象を、時間的・面積的な分解能を変換して表示する。例えば、複数の表示セルを用いて、信号変化を色の変化に置き換えるとき、定常状態ではリニアな変化とするが、異常動作については、図7Bに示したように、ノンリニアな変化（例えば派手な色のポップ）で表示する。これにより、異常動作を、一目瞭然となるように表示する機能を備える。ここで異常としては、電圧、電流、周波数、潮流などの状態量の異常がある。また、電力特有の電力潮流を、系統線路上の流れ（矢印の流れ）として視覚化する。電力特有の電圧プロファイルを、系統線路と対応づけてグラフ化しても良い。さらに、上記状態量の異常に関連して、その異常の発生要因も含めて、電力系統で発生している現象を、時間的・面積的な分解能を変換して表示する。

[0049] また下記のような見過ごしやすい信号に対しては、時間的、面積的な分解能を変換して表示することが望ましい。

[0050] (a) 時間的に短期間の現象であり、そのまま表示しても時間的に見過ご

しやすい信号。

[0051] (b) 系統上の局所に発生する現象であり、そのまま表示しても大きさに見過ごしやすい信号。

[0052] そこで、これらを対象にして、第一表示領域系統線路表示制御部 1802 や第一表示領域系統セル領域表示制御 1803 が、次のような手段、方法を備えることで、視認性を向上させることができる。

[0053] (1) 時間的な信号ホールド手段（ステップ型、あるいは減衰型）を備える。

[0054] (2) 面積的な信号拡大手段（表示セル）を備える。

[0055] これらは、言い換えれば、第一表示領域系統線路表示制御部 1802 や第一表示領域系統セル領域表示制御 1803 が、時間的、面積的な分解能を変換する機能を備えることである。

[0056] 図 8 A は、第一の実施形態における、プロファイルテーブルの構成例を示した図であり、(a) は、需要家負荷模擬部 80 のプロファイルテーブル 116 a の例、(b) は、自律分散型系統状態管理部 1130 のプロファイルテーブル 116 b の例である。オペレータは制御端末 17 から入力受け付け画面を介して、必要なプロファイル項目に関して、データを入力することができる。

[0057] 図 8 A の (a) に示すように、需要家負荷模擬部 80 のプロファイルテーブル 116 a は、自モジュール属性情報 1161 a およびシミュレーション情報 1162 a を含んで構成される。自モジュール属性情報 1161 a は、モジュール ID、モジュール種別 ID、モジュールアプリケーション ID、タイムスタンプ ID、IP アドレス、分岐支線 ID、モジュール地理座標など、自モジュールを特定する情報によって構成される。

[0058] シミュレーション情報 1162 a は、シミュレーション ID、現在時刻、系統電圧、系統電圧時刻、電力計・順潮流計測値、電力計・順潮流計測時刻、電力計・逆潮流計測値、電力計・逆潮流計測時刻など、シミュレーションの状況を示す情報によって構成される。

- [0059] ここで、シミュレーションIDは、シミュレーションの実行を識別する情報、現在時刻は、シミュレーション実行途上のそのときの時刻、系統電圧は、自モジュールがシミュレーションする需要家7に印加される電圧の値、系統電圧時刻は、その系統電圧が取得された時刻である。また、電力計・順潮流計測値および電力計・逆潮流計測値は、それぞれ、自モジュールがシミュレーションする需要家7のスマートメータ71から得られる順潮流電力量の計測値および逆潮流電力量の計測値である。
- [0060] シミュレーション情報1162aは、シミュレーションにおいて、自モジュールのモジュールアプリケーション111がシミュレーションの状況を示す情報を外部に提供するための情報である。
- [0061] なお、図8Aの(a)は、需要家負荷模擬部80のプロファイルテーブル116aの例であるが、分散電源模擬部90のプロファイルテーブル116としても、ほぼ同じ構成のものを適用することができる。
- [0062] 図8Aの(b)に示すように、自律分散型系統状態管理部1130のプロファイルテーブル116bは、自モジュール属性情報1161bおよびモジュール管理情報1162bを含んで構成される。自律分散型系統状態管理部1130のプロファイルテーブル116bは、図3Aにおける自律分散型系統状態管理部1130のモジュール管理情報記憶部198に記憶される情報に相当する。
- [0063] 図8Bは、第一の実施形態に係る電力系統シミュレーションの、実行手順の例を示した図である。配電系統シミュレーション10は、需要家負荷模擬部80および分散電源模擬部90のそれぞれがモジュール起動メッセージを自律分散型系統状態管理部1130へ送信する(S01)ことにより開始される。ここで、モジュール起動メッセージとは、需要家負荷模擬部80および分散電源模擬部90のそれぞれが、自モジュールのプログラムの実行を開始したことを示すメッセージである。自律分散型系統状態管理部1130は、受信したモジュール起動メッセージに基づき、シミュレーションの対象となるモジュール構成を確定させる(S02)。さらに、シミュレーションを

実行するための時刻情報を、シミュレーション管理対象の需要家負荷模擬部 80 および分散電源模擬部 90 へ送信する (S03)。それぞれの需要家負荷模擬部 80 および分散電源模擬部 90 は、負荷電力または発電電力を計算し (S04)、その計算により得られた負荷電力または発電電力を、自律分散型系統状態管理部 1130 へ送信する (S05)。

[0064] 次に、自律分散型系統状態管理部 1130 は、負荷電力および発電電力を引込線 6 ごとに集計して、その引込線 6 につながる柱上変圧器 5 に対する集計負荷電力 201 を算出し (S06)、その算出した集計負荷電力 201 を潮流計算連携部 1120 へ送信する (S07)。潮流計算連携部 1120 は、配電系統潮流計算部 1100 に対してその集計負荷電力 201 を付して、配電線 2 における電力の潮流計算を指示する (S08)。配電系統潮流計算部 1100 は、指示された電力の潮流計算を実行し (S09)、その結果として、自律分散型系統状態管理部 1130 に対し、配電線 2 上の各点における電圧値 (以下、系統電圧という) を出力する (S10)。

[0065] 自律分散型系統状態管理部 1130 は、その系統電圧をそれぞれの需要家負荷模擬部 80 および分散電源模擬部 90 へ送信し (S11)、シミュレーションを終了するか否かを判定する (15)。シミュレーションを終了しない場合には S03 以下の処理を終了するまで繰り返して実行する。

[0066] 配電系統内発生現象計算部 1110 は、自律分散型系統状態管理部 1130 の動作に連動して、表示すべきモジュールに対応する表示セル 1721 の測定値、気象情報などのデータを模擬自律分散型電力監視制御装置 110 から取得し (S12)、表示すべき表示セル 1721 単位の発生現象として算出する (S13)。この算出結果は、自律分散型系統状態管理部 1130 を介して画面表示制御部 180 に送られ、表示セル 1721 に情報が表示される (S14)。

[0067] 図 9 に、第一の実施形態に係る電力系統シミュレーションによる電力調整手順の例を示す。まず、シミュレーションの対象となる電力系統に関する制御パラメータ (初期設定/変更) を取得し、(S901)、設定された計測

・モニタリング値、気象データを取得する（S902）。次に、設定された条件でシミュレーションを行う。すなわち、特定された電力系統で発生する現象（三相不平衡・有効電力・無効電力）等の演算を行う（S903）。そして、当該電力系統内の各スポット・各グリッドの電圧等は所定の範囲内かを判定する（S904）。もし、範囲内でなければ、範囲内になるようにSVC / PCSの制御パラメータを変更したうえで、シミュレーションを行う（S905）。そして、当該電力系統内の各スポット・各グリッドの電力供給量は足りているかを判定する（S906）。もし、足りていなければ、範囲内になるように、当該電力系統内の分散型電源の発電出力のパラメータを調整し、SVC / PCSの制御パラメータを変更したうえで、シミュレーションを行う（S907）。そして、当該電力系統内の電力供給量は足りているかを判定する（S908）。もし、足りていなければ、電力系統内の許容負荷を限界量まで制限するように制御パラメータを変更したうえで、シミュレーションを行う（S910）。そして、当該電力系統内の各スポット・各グリッドの電圧等は所定の範囲内かを判定する（S911）。上記S904、S906、S908、S911のいずれかで、判定結果がYESであれば、次に、他の電力系統に電力融通の必要があるかを判定し（S912）、電力融通の必要がなければS901に戻り、必要な範囲で新たな制御パラメータを設定し、同様な処理を繰り返す。他方、電力融通の必要があれば、他の電力系統との間での電力融通の処理のシミュレーションを行い（S919）、当該電力系統内の各スポット・各グリッドの電圧等が所定の範囲内かを判定する（S920）。判定結果がYESであれば、S901に戻り、同様な処理を必要な範囲で繰り返す。

[0068] 一方、上記S911で、判定結果がNOであれば、次に、他の電力系統からの電力融通は可能かを判定する（S913）。判定の結果、可能であればS919に進む。一方、可能でなければ、次に、当該電力系統の事故の復旧に時間がかかるかを判定する（S914）。もし、時間がからなければ復旧処理を行って（S915）、終了する（S916）。もし、時間がかかるよう

であれば応急措置などの非常事態処理を行って（S 9 1 7）、終了する（S 9 1 8）。

[0069] 次に、図 1 0 で、図 9 の電力調整手順に対応した、表示部 1 7 0 への表示方法の手順の例を説明する。

[0070] まず、電力系統の選択を受け付ける（S 1 0 0 1）。すなわち、表示部 1 7 0 の第一表示領域 1 7 1 の電力系統・エリア選択メニュー 1 7 5 等により、表示すべき電力系統もしくは配電系（以下、単に、電力系統）の選択を受け付ける。そして、選択された電力系統もしくは配電系（以下、当該電力系統）の表示に必要な計測・モニタリング値、気象データなどを取得する（S 1 0 0 2）。次に、表示に必要な制御用の演算値を取得する（S 1 0 0 3）。さらに、第一表示領域 1 7 1 の表示選択メニュー 1 7 4 等により選択された、当該電力系統内で発生している現象の情報を取得する（S 1 0 0 4）。例えば、三相不平衡・有効電力・無効電力値等の現象の値やその他の状態量を、各制御用セルの単位で取得する。そして、当該電力系統内の各表示用セルの単位で状態量を算出する（S 1 0 0 5）。また、電力系統内の制御モードの情報(正常、電力制限、電力融通、非常時等)を取得する（S 1 0 0 6）。そして、表示部 1 7 0 の第一表示領域 1 7 1 に、各表示用セル単位で、当該電力系統で発生している現象と状態量を、当該電力系統線と重ねて、選択できる表示要素を用いて表示する（S 1 0 0 7）。もし、電力系統について区間選択が有れば（S 1 0 0 8）、第二表示領域 1 7 2 に指定された区間の信号特性を表示する（S 1 0 0 9）。もし、表示要素に対する表示選択が有れば（S 1 0 1 0）、第三表示領域 1 7 3 に、選択された表示要素の詳細情報を取得し、電力系統で発生している現象を、時間的・面積的な分解能を用いて表示する（S 1 0 1 1）。さらに、選択された表示要素に関連する S V C / P C S 等の入力操作が有れば（S 1 0 1 2）、その入力操作の情報を、シミュレータに対する入力情報として受け付ける（S 1 0 1 3）。以下、同様の処理を、繰り返して、終了する（S 1 0 1 4、1 0 1 5）。

[0071] 図 1 1 A ~ 図 1 1 D を用いて、図 9 の電力調整手順に対応した、表示部 1

70への表示方法とその利用形態の一例を説明する。図11Aは、オペレータが表示部170の第一表示領域171の電力系統・エリア選択メニュー175により、表示すべき1つの電力系統もしくは配線系を選択すると共に、表示選択メニュー174により、「電力系統電圧分布」を選択した場合の第一表示領域171の画面を示している。この画面では、選択された配線系において配電線2に逆潮流が発生していることが矢印等で表示されている。これは、図9のS904の判定でNOとなるケースである。この逆潮流発生状態は、第二表示領域172に表示される配電線2のA-B点間のエネルギー分布図からも把握できる。また、第一表示領域171には、各表示用セルの単位で電圧分布も表示されている。オペレータは、逆潮流発生の要因を調べるために、電圧分布の高くなっている領域の表示セルの中の、例えばX点の状態を知るために、表示要素1713をクリックして、その地点のデータをプルダウンメニューから選択し、第三表示領域173に表示させて、詳細を確認することができる。

[0072] 逆潮流発生の要因として、例えば、図11Bに示したような状況が考えられる。すなわち、X点を含む地域は、分散電源である太陽光発電システムの設置された世帯が他の地域に対して多いため、日照量の多い昼間は発電電力量が消費電力量を上回り、引込線6の電圧値が制御許容値の107Vを超えている場合である。そこで、オペレータは、表示選択メニュー174を操作して、この逆潮流が発生している状態での「消費電力分布」を第一表示領域171の画面に表示される。これが、図11Cの状態であり、A点に近い側において「消費電力」の需要が多いことがわかる。この結果を受けて、オペレータは、配電線2や引込線6の電圧値が全領域で制御許容値の範囲内になるようにPCSやX点を含む各地点のSVCの制御パラメータ等を変更したうえで、再度シミュレーションを行う。これは、図9のS905、S906に相当する処理である。制御パラメータ等の変更により配電線2や引込線6の電圧値が全領域で制御許容値の範囲内になったか否かは、第一表示領域171の画面に「電力系統電圧分布」を選択表示させることで確認できる。図

11Dは、このようにして、電力調整がなされた状態を示している。

[0073] 図12A～図12Dを用いて、図9の電力調整手順に対応した、表示部170への表示方法とその利用形態の他の例を説明する。図12Aは、オペレータにより選択された配線系において断線が発生していることが配電線2の途中の×印で表示されている。また、断線が発生している地点の上流側と下流側の各ローカルエリア「電力系統電圧分布」も表示されている。この結果を受けて、オペレータは、分散電源や蓄電池・電気自動車を利用した応急処置を講ずる。オペレータは、表示選択メニュー174を操作して、「分散電源・蓄電池電力の分布」を第一表示領域171の画面に表示される。これが、図12Cの状態であり、断線が発生している地点の上流側と下流側の複数の地点において「分散電源・蓄電池電力」を利用可能なことがわかる。この結果を受けて、オペレータは、断線が発生している地点の上流側のローカルエリアと下流側のローカルエリアとで、個別に、配電線2や引込線6の電圧値が全領域で制御許容値の範囲内になるようにPCSやX点を含む各地点のSVCの制御パラメータ等を変更したうえで、再度シミュレーションを行う。これは、例えば、図9のS907、S908（あるいはS915、S917）に相当する処理である。制御パラメータ等の変更により配電線2や引込線6の電圧値が全領域で制御許容値の範囲内になったか否かは、第一表示領域171の画面に「電力系統電圧分布」を選択表示させることで確認できる。図12Dは、このようにして、電力調整がなされた状態を示している。

[0074] なお、本発明のシミュレーション装置は、表示部170に上記各情報を出力する機能を備えている必要があるが、シミュレーション装置の具体的な構成自体は図3A、図3Bで述べたものに限定されないことは言うまでもない。

[0075] 本実施形態によれば、オペレータが視認性に優れた表示部170の表示を活用したシミュレーションを行うことで、配電系統への分散電源の大量導入が進んだとしても、出力電力の変動による電圧上昇、変動対策を速やかに行える電圧制御技術を確立し、電力品質を安定して維持するシステムを開発す

ることが可能になる。また、分散電源の発電量の把握が難しいことによる潮流管理の複雑化、各一般需要家の実負荷の把握の困難化という課題に対しても、視認性に優れた表示部 170 の表示を活用したシミュレーションを繰り返すことで、電力システムを安定かつ適切に運用できるシステムを開発することが可能になる。

実施例 2

[0076] 図 13 は、本発明の第二の実施形態に係る電力システム制御装置の全体の構成例を示した図である。すなわち、本実施例の電力システム制御装置は、現実の電力システム（実システム）における「配電システム」の制御を行う電力システム制御装置に、第一の実施形態の電力システムシミュレーション装置を組み込んだ装置である。

[0077] 図 13 において、電力システム制御装置 102 は、実システムオンライン監視制御プログラム 200 を備え、制御対象である実システムの配電システム A～N を制御可能に構成されている。すなわち、本実施例の電力システム制御装置は、図 2 に示したような実システムに対する制御機能と、図 3 に示したようなシミュレーションモデルに対する制御機能とを合わせ備えている。実システムに対する制御機能は、第一の実施形態で述べたシミュレーションモデルに対する制御機能と基本的には同じであり、扱うデータが現実の値であるかシミュレーション値であるかという点、及び、実システムにおける配電システム、需要家、分散電源等の追加、変更に伴って、シミュレーションモデルの対応する構成やデータが逐次更新されるという点で異なる。従って、以下では、実システムに対する制御機能に特有の事項を主体に説明する。

[0078] 図 14 は、第二の実施形態に係る電力システム制御装置 102 の制御部 20 の機能ブロックの例を示した図である。この制御部 20 は、CPU、及び、RAM やハードディスク装置などからなる記憶装置を備えたコンピュータによって実現することができる。制御部 20 の自律分散型電力監視制御装置 200 は、スマートメータデータ処理部 251 と需要／負荷調整実施部 261 を備え、さらに、データベースとして、負荷装置現在値情報 252、分散電源出力情報 253、蓄電池現在値情報 254、気象データ現在値等 255 など

を保持している。また、需要／負荷調整指令情報 262 を保持している。自律分散型電力監視制御装置 200 は、潮流計算を用いて、分散電源連系可能容量の算出、分散電源連系時の電圧分布、短絡容量などの計算を可能としている。また、配電自動化システムの計測データを連係することで、電柱、高圧線、開閉器、電圧調整器などのデータを自動で取り込み、実態に即した解析及び制御を可能としている。

[0079] 電力会社のサーバは、各家庭のスマートメータから電力の使用量や逆潮流電力を適当な時間間隔で収集し、さらに電力システムに取り付けてある各種機器のセンサーからも各種の情報を収集し、収集した情報、および収集した情報に基づいて何らかのアルゴリズムに基づいて算出する推定値などを用いて、配電線における電圧管理を行うことが可能となる。

[0080] 図 15 は、第二の実施形態における、需要家負荷現在値情報のプロファイルテーブルの構成例を示した図である。このテーブルは、図 8 A に示したテーブルのシミュレーション値に代えて、実システムのデータが保持される点で異なる。

[0081] 図 16 は、第二の実施形態に係る電力システム制御装置による、電力調整手順の例を示した図である。まず、制御の対象となる電力システムに関する制御パラメータ（初期設定／変更）を取得し、（S1601）、実システムの計測・モニタリング値、気象データを取得する（S1602）。次に、実システムの電力システムで発生する現象（三相不平衡・有効電力・無効電力）等の演算を行う（S1603）。そして、当該電力システム内の各スポット・各グリッドの電圧等は所定の範囲内かを判定する（S1604）。もし、範囲内でなければ、範囲内になるように SVC / PCS の制御パラメータを変更する（S1605）。この時、組みこまれた電力システムシミュレーション装置の処理結果を採用しても良い。そして、当該電力システム内の各スポット・各グリッドの電力供給量は足りているかを判定する（S1606）。もし、足りていなければ、範囲内になるように、当該電力システム内の分散型電源の発電出力のパラメータを調整し、SVC / PCS の制御パラメータを変更する（S1607）。この時

、組みこまれた電力系統シミュレーション装置の処理結果を採用しても良い。そして、当該電力系統内の電力供給量は足りているかを判定する（S 1 6 0 8）。もし、足りていなければ、電力系統内の許容負荷を限界量まで制限するように制御パラメータを変更する（S 1 6 0 9）。この時、組みこまれた電力系統シミュレーション装置の処理結果を採用しても良い。そして、当該電力系統内の各スポット・各グリッドの電圧等は所定の範囲内かを判定する（S 1 6 1 0）。上記S 1 6 0 4、S 1 6 0 6、S 1 6 0 8、S 1 6 1 0のいずれかで、判定結果がYESであれば、次に、他の電力系統に電力融通の必要があるかを判定し（S 1 6 1 1）、電力融通の必要がなければS 1 6 0 1に戻り、必要な範囲でシミュレーションを行って新たな制御パラメータを設定し、同様な制御を繰り返す。他方、電力融通の必要があれば、必要な範囲でシミュレーションを行ったうえで他の電力系統との間での電力融通の処理を行い（S 1 6 1 3）、当該電力系統内の各スポット・各グリッドの電圧等が所定の範囲内かを判定する（S 1 6 1 9）。判定結果がYESであれば、S 1 6 0 1に戻り、同様な処理を必要な範囲で繰り返す。

[0082] 一方、上記S 1 1 0で、判定結果がNOであれば、次に、他の電力系統からの電力融通は可能かを判定する（S 1 6 1 2）。判定の結果、可能であればS 1 6 1 3に進む。一方、可能でなければ、次に、当該電力系統の事故の復旧に時間がかかるかを判定する（S 1 6 1 4）。もし、時間がかからなければ復旧処理を行って（S 1 6 1 5）、終了する（S 1 6 1 6）。もし、時間がかかるようであれば応急措置などの非常事態処理を行って（S 1 6 1 7）、終了する（S 1 6 1 8）。

[0083] このシステムでは、計測・モニタリング値の情報や各制御機器の情報は、通信ネットワークを介して自律分散型電力監視制御装置200へ伝えられ、制御装置が、配電系統全体の電圧分布を潮流計算で把握し、最適計算を用いて各機器の制御量を決定する。これにより、短周期の電圧変動抑制は各機器がローカルに対応し、長い周期の変動に対しては監視制御装置が全体最適となるように指令する制御分担が可能となる。

[0084] 図17A～図17Cを用いて、図16の電力調整手順に対応した、表示部170への表示方法とその利用の一例を説明する。図17Aは、オペレータが表示部170の第一表示領域171の電力系統・エリア選択メニュー175により、表示すべき1つの電力系統もしくは配線系を選択すると共に、表示選択メニュー174により、「電力系統電圧分布」を選択した場合の第一表示領域171の画面を示している。この画面では、特定の領域に過剰電圧が発生していることが表示されている。これは、図16のS1604の判定でNOとなるケースである。また、第一表示領域171には、各表示用セルの単位で電圧分布も表示されている。オペレータは、過剰電圧の要因を調べるために、電圧分布の高くなっている領域の表示セルの中の、例えばR点の状態を知るために、表示要素1713をクリックして、その地点のデータをプルダウンメニューから選択し、第三表示領域173に表示させて、詳細を確認することができる。そこで、オペレータは、表示選択メニュー174を操作して、この過剰電圧が発生している状態での「分散電源・蓄電池電力分布」を第一表示領域171の画面に表示される。これが、図17Bの状態であり、複数の領域で「消費電力」の需要が多いことがわかる。この結果を受けて、オペレータは、配電線2や引込線6の電圧値が全領域で制御許容値の範囲内になるようにPCSやX点を含む各地点のSVCの制御パラメータ等を変更したシミュレーションを行い、その結果をもとに、実系統のSVCの制御パラメータ等の変更を行う。これは、図16のS1605、S1626に相当する処理である。制御パラメータ等の変更により配電線2や引込線6の電圧値が全領域で制御許容値の範囲内になったか否かは、第一表示領域171の画面に「電力系統電圧分布」を選択表示させることで確認できる。図17Cは、このようにして、電力調整がなされた状態を示している。

[0085] また、図18A～図18Cを用いて、図16の電力調整手順に対応した、表示部170への表示方法とその利用の一例を説明する。図17Aは、オペレータが表示部170の第一表示領域171の電力系統・エリア選択メニュー175により、表示すべき1つの電力系統もしくは配線系を選択すると共

に、表示選択メニュー 174 により、「将来の消費電力分布」を選択した場合の第一表示領域 171 の画面を示している。この画面では、例えば 4 時間後に特定の領域に過剰電圧と電力不足が発生していることが表示されている。すなわち、第一表示領域 171 には、各表示用セルの単位で電圧分布も表示されている。また、図 18B には、配線系に沿って、過剰電圧と電力不足の程度がグラフで示されている。これは、図 16 の S1604 の判定で NO となるケースである。オペレータは、過剰電圧と電力不足が予想される要因を調べるために、電圧分布の高くなっている領域の表示セルの中の、例えば R 点の状態を知るために、表示要素 1713 をクリックして、その地点のデータをプルダウンメニューから選択し、第三表示領域 173 に表示させて、詳細を確認することができる。そこで、オペレータは、表示選択メニュー 174 を操作して、この過剰電圧が発生している状態での「分散電源・蓄電池電力分布」を第一表示領域 171 の画面に表示させる。この結果を受けて、オペレータは、配電線 2 や引込線 6 の電圧値が全領域で制御許容値の範囲内になるように PCS や X 点を含む各地点の SVC の制御パラメータ等を変更したシミュレーションを行い、その結果をもとに、実系統の SVC の制御パラメータ等の変更を行う。これは、図 16 の S1605、S1626 に相当する処理である。制御パラメータ等の変更により配電線 2 や引込線 6 の電圧値が全領域で制御許容値の範囲内になったか否かは、第一表示領域 171 の画面に「電力系統電圧分布」を選択表示させることで確認できる。図 18C は、このようにして、電力調整がなされた状態を示している。

[0086] 本実施形態によれば、オペレータが実系統における「配電系統」の監視制御を行うに際して、視認性に優れた表示部 170 の表示を活用したシミュレーションを併用することで、配電系統への分散電源の大量導入が進んだとしても、出力電力の変動による電圧上昇、変動対策を速やかに行える電圧制御技術を確保し、電力品質を安定して維持することが可能になる。また、分散電源の発電量の把握が難しいことによる潮流管理の複雑化、各一般需要家の実負荷の把握の困難化という課題に対しても、視認性に優れた表示部 170

の表示を活用したシミュレーションを併用することで、電力系統を安定かつ適切に運用することが可能になる。

実施例 3

[0087] 図19は、本発明の第三の実施形態に係る、本発明の実施形態の電力系統シミュレーション装置を組み込んだ、スマートグリッドの全体の構成例を示した図である。第一、第二の実施形態では、「配電系統」単位での制御をベースとした例を述べたが、本発明は、系統構成を限定するものではなく、様々な電力系統構成に汎用的に利用できる。マイクログリッド単位での制御に本発明を適用することもできる。図19の例では、水力、火力、原子力の各発電所に接続された基幹系統がマイクログリッドA~Nと接続され、各マイクログリッドは自律分散型電力監視制御装置90を備えている。分散電源としては、天然ガス自家発電装置840、メガソーラー850、太陽光発電装置860、風力発電装置870が設置されている。この場合、制御の対象は、電力系統だけでなく、ガス供給系ラインなどを含めた、エネルギーの供給系全般を対象とすることになる。各需要家7のエネルギーに関する情報は、スマートメータを通じて収集される。配電線は一般に高圧系(6kV)と、柱状変圧器で降圧したあとの低圧系(100V)に分かれる。一般の需要家は低圧(100V)に繋がり、工場などの大口需要家は高圧系(6kV)に繋がる。太陽電池(PV)は一般および大口重要化のどちらにも設置される。どちらもPV発電量が大きく、使いきれない余剰電力があるときは、系統側に出力して売電する場合がある。すなわち、電力調整に際して、需要家がグリッド内の各事業者に電力を販売することや、他のマイクログリッドに電力を売却することも制御の対象となる。これらの情報も表示部170に表示して、第一、第二の実施形態と同様に、活用できることは言うまでもない。第三の実施形態でも、第二の実施形態と同様な電力系統制御装置102を採用する。

[0088] 図20は、第三の実施形態に係る電力系統制御装置102の制御部の機能ブロックの例、及び表示部への表示方法の例を示した図である。表示部17

0に表示される情報は、電力システムの監視・制御を行うオペレータのみならず、マイクログリッド内の需要家にも、可能な範囲手で提供することが望ましい。すなわち、表示部170に表示される情報を加工し、ウェブサイト2000、インターネット2010を介して、マイクログリッド内の需要家の端末2012で閲覧可能にする。端末2012の画面に開示される情報は、各マイクログリッド内の実情に即したきめ細かな情報として提供可能であり、これに、「節電協力依頼」等のメッセージを付加することで、地域全体として、電力やエネルギーの有効活用に資することができる。

[0089] なお、ネットワーク経由の表示機能を活用することで、本発明の第二、第三の実施形態によるシミュレーション結果は、単なるシミュレーション装置の表示画面としてだけではなくて、多方面での表示、保守管理にも見えようになる。例えば、端末2012は、電力システムの監視・制御を行うオペレータが、任意の場所でインターネット2010等の通信ネットワークを介して閲覧するために利用できる。あるいは、電力システムの保守管理に関わる作業者が、端末2012の閲覧画面と、閲覧の対象としている実際の機器を見比べて作業することで、作業効率を向上させるために利用することもできる。このようにシミュレータの信号処理機能と、その結果を表示する機能を、ネットワークを介在させて分散することで、以下のようなメリットを実現できる。例えば、シミュレータ側は処理結果の「データフォーマット」を保つならば、その処理を実行する装置構成は任意に選択・変更・更新することができる。例えば、データセンターや、インターネット上にグローバルに拡散したクラウドコンピューティングを使って、本実施例のシミュレーション装置を構築しても良い。一方、ユーザは、情報端末などのクライアント及びその上で動くブラウザを使用して、本実施例のシミュレーション装置に接続して、そのシミュレーション結果を閲覧し、個々の需要家のみならず地域全体の電力システムの情報も利用できるようにしても良い。すなわち、表示機能を備える端末は、同じデータフォーマットを表示できるならば任意に選択することができる。このような機能分散を実現する為の「データフォーマット」としては

、いわゆるWEBアプリを実現する為のHTML言語 (Hyper text markup language) を利用できる。

実施例 4

[0090] 前記した各実施例の電力系統は、現実には電気的な導体を経路に沿って配線によって作られる。地表であれば電柱などの支柱を設置してケーブルを配線する。地下であれば地下トンネルに類似する経路を用意してケーブルを配線する。これらの経路は、公的機関や民間企業が作成しているようなGPSを利用した世界測地系の地図、例えばGoogleマップ (登録商標)、カーナビゲーション、あるいは衛星写真などに重畳させて表わすことができる。これらの地図は二次元的な位置関係を表すために極めて一般に利用されていることから、これらの地図 (以下、実地図) 上に、配線、電柱、地下ケーブル等の位置が表示された電力系統を表示し、さらに、これに、電力系統の状態に関連する状態量の情報を重畳して表示することは、視認性を高めるために好まれる場合がある。この好みは、観察者の目的、習慣、慣れ、などに依存する場合がある。

[0091] 前記したように、本発明は電力系統やエネルギー系統の繋がりを重視する為、仮想的な地図 (以下、仮想地図) 上での座標系を採用し、この仮想地図上における相対的な位置関係を表すマップ機能を有する、表示セルと呼ぶ表示単位を備えることを特徴としている。図2、図3に示した、実系統図やシミュレータ上での電力系統図やエネルギー系統図は、仮想地図上での座標系を有している。しかしながら、本発明は、上記のように実地図をベースとする表示形式を排除するものではない。実地図で表示し、それに対する操作入力を受け付け可能にするためには、前記各実施例において、仮想地図の座標系と実地図の座標系との間の座標変換の処理を行う座標変換機能や地図情報、需要家の住所等のデータベースが必要となる。さらに、表示セルは、例えば、同じ電力系統に関わるデータを、仮想地図上でのセルベースの表示と、実地図上での地図ベースの表示を切り替えることができる切り替え手段を用意することができる。このようにして、多種多様な観察者の好みに応じた

表示を容易に実現できる。

符号の説明

[0092] 1…変電所、2…配電線、3…開閉器、4…SVR、5…柱上変圧器、6…引込線、7(7a~7n)…需要家、10…シミュレーションモデル部の配電システムシミュレーション装置、11…シミュレーション制御部、12…シミュレーションモデル、13A~13N…電力システム、14…ネットワーク通信部、15…データベース、16…入出力制御部、17…オペレータ端末、18…気象情報提供者端末、20…制御部、71…電子式計量器(スマートメータ)、72…負荷装置、73…分散電源、74…PCS(Power Conditioning System)、75…蓄電池、76…電気自動車、80…需要家負荷模擬部、90…分散電源模擬部、100…電力システムシミュレーション装置、102…電力システム制御装置、131…EMS、132…CEMS、170…表示画面、171…第一表示領域、172…第二表示領域、173(173A~173C)…第三の表示領域、174…表示選択メニュー、175…電力システム・エリア選択メニュー、176…表示可能な選択要素、177…時刻表示欄、…、180…画面表示制御部、…、1110…配電システム潮流計算部、1120…潮流計算連携部、1130…自律分散型システム状態管理部、1710…エネルギーシステム図表示機能部、1711…システム線路、1712…システム線路、1713…表示要素、1720…マップ項目表示機能部、1721…セル領域。

請求の範囲

[請求項1]

表示画面を有する表示部と、該表示部を制御する画面表示制御部とを備えた電力系統情報の表示装置であって、

前記表示画面は、相対的な位置関係を表すマップ機能を有する、複数の表示セルに分割された表示領域を有しており、

前記表示部は、

前記表示画面上でかつ前記表示セル上に、監視対象である電力系統の状態を具象化した電力系統図を表示する電力系統図表示機能部と、

前記表示セルを利用して、前記電力系統図の背景として、マップ表示項目を表示させるマップ項目表示機能部と、

前記マップ表示項目を選択するためのメニューやアイコンを前記表示画面上に表示し、該メニューやアイコンに対する選択操作を受け付けるメニュー表示機能とを備えており、

前記監視対象である前記電力系統は、分散電源を含んでおり、

前記マップ表示項目は、前記監視対象の前記電力系統の状態に関連する状態量の情報であり、該状態量の値に応じて異なった色表示により、前記表示セル単位で前記マップ表示項目を表示することを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項2]

請求項1において、

前記電力系統は、配電線と引込線とを有する配電系統を含んでおり

前記マップ表示項目は、前記配電線の状態量及び該配電線の位置関係の情報、前記引込線の状態量及び該引込線の位置関係の情報、前記引込線に接続された需要家の状態量及び該需要家の位置関係の情報を含んでおり、

前記需要家に関する状態量は、前記分散電源に関する情報を含んでおり、

前記電力系統図表示機能部は、前記電力系統図に前記配電系統の状態量を表示し、

前記マップ項目表示機能部は、前記表示セル単位で、前記配電線、前記引込線及び前記需要家に関する前記状態量を表示することを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項3]

請求項2において、

前記電力系統図は、監視対象である前記電力系統の状態を階層構造で表示したものであり、前記電力系統は少なくとも1つの高圧系と、該高圧系に属する複数の低圧系とで構成されており、

前記階層構造の最も下位のレベルは前記配電系統を構成する1つの前記低圧系と、該低圧系に接続された最終的な前記需要家と1対1に対応するようにして前記表示セル単位で表示され、

前記階層構造の中位のレベルの表示は、前記最も下位のレベルの前記状態量及び前記位置関係の情報が縮退して表示されることを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項4]

請求項2において、

前記表示部は、前記電力系統図に、前記電力系統の系統線路と、該電力系統で発生している現象の表示内容を選択できる複数の表示要素とを重ねて表示する機能を有し、

前記電力系統の状態として、前記電力系統の電圧、電流、位相の少なくとも一つを選択可能であり、

前記表示要素の少なくとも一つが選択されたことを受けて、前記表示要素に含まれる情報を前記電力系統に重畳表示することを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項5]

請求項2において、

前記監視対象である前記配電系統は、電力系統シミュレーション装置における配電系統であり、

前記電力系統シミュレーション装置は、シミュレーション制御部、前記電力系統のモデルを保有するシミュレーションモデル、データベース、及び前記表示画面を有するオペレータ端末を備えている

ことを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項6]

請求項5において、

前記監視対象である前記配電系統は、実系統における配電系統の制御を行う電力系統制御装置に、前記電力系統シミュレーション装置を組み込んだ装置であり、

前記電力系統制御装置は、実系統オンライン監視制御プログラム及び前記表示画面を有するオペレータ端末を備え、制御対象である前記実系統の配電系統を制御可能に構成されている

ことを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項7]

請求項2において、

前記状態量は、前記需要家毎の電圧分布、気温分布、日射量分布、分散電源分布、消費電力分布のいずれかの状態量であり、前記状態量は、将来の予測値を含む

ことを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項8]

請求項2において、

前記異なった色表示として、前記状態量色の値が強いあるいは高い状態を暖色系の色で表示し、前記状態量の弱いあるいは低い状態を寒色系の色で表示する

ことを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項9]

請求項2において、

前記監視対象である前記配電系統は、自律分散型電力監視制御装置を含んでおり、

前記マップ項目表示機能部は、前記配電線に沿って設置されたSVR若しくはPCSを表示し、

該SVR若しくはPCSの表示を操作入力用のアイコンとして機能させる

ことを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項10]

表示画面を有する表示部と、該表示部を制御する画面表示制御部と

を備えた電力系統情報の表示装置であって、

監視対象であるマイクログリッドは、自律分散型電力監視制御装置を含んでおり、

前記表示画面は、前記マイクログリッド内の相対的な位置関係を表すマップ機能を有する、複数の表示セルに分割された表示領域を有しており、

前記表示部は、

前記表示画面上でかつ前記表示セル上に、前記マイクログリッド内の電力系統の状態を具象化した電力系統図を表示する電力系統図表示機能部と、

前記表示セルを利用して、前記電力系統図の背景として、マップ表示項目を表示させるマップ項目表示機能部と、

前記マップ表示項目を選択するためのメニューやアイコンを前記表示画面上に表示し、該メニューやアイコンに対する選択操作を受け付けるメニュー表示機能とを備えており、

前記監視対象である前記マイクログリッドは、分散電源を含んでおり、

前記マップ表示項目は、前記監視対象の前記マイクログリッドの電力系統の状態に関連する状態量の情報であり、該状態量の値に応じて異なった色表示により、前記表示セル単位で前記マップ表示項目を表示する

ことを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項11]

請求項10において、

前記マイクログリッドの電力系統は、配電線と引込線とを有する配電系統を含んでおり

前記マップ表示項目は、前記配電線の状態量及び該配電線の位置関係の情報、前記引込線の状態量及び該引込線の位置関係の情報、前記引込線に接続された需要家の状態量及び該需要家の位置関係の情報を

含んでおり、

前記需要家に関する状態量は、前記分散電源に関する情報を含んでおり、

前記電力系統図表示機能部は、前記電力系統図に前記配電系統の状態量を表示し、

前記マップ項目表示機能部は、前記表示セル単位で、前記配電線、前記引込線及び前記需要家に関する前記状態量を表示することを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項12]

請求項1において、

前記表示部に表示される情報を加工する機能と該加工した情報を閲覧する機能とを、通信ネットワークを介して機能分散して構成することを特徴とする電力系統情報の表示装置。

[請求項13]

表示画面を有する表示部と、該表示部を制御する画面表示制御部とを備えた表示装置による電力系統情報の表示方法であって、

前記表示画面は、中央部に位置する第一表示領域と、周辺部に位置する第二表示領域とを有し、

前記第一表示領域は、相対的な位置関係を表すマップ機能を有する、複数の表示セルに分割された表示領域を有しており、

前記第一表示領域に、具象化したエネルギー系統図と、当該エネルギー系統図上に選択可能に配置された複数のスポットとを表示し、

前記第二表示領域に、前記エネルギー系統図上において選択された少なくとも2点の前記スポット間のエネルギー分布を表示し、

前記第一表示領域において、前記エネルギー系統図の背景に、前記複数の表示セルにより前記複数のスポット周辺のエネルギー状態を、該状態量の値に応じて異なった色表示により、表示することを特徴とする電力系統情報の表示方法。

[請求項14]

請求項13において、

表示選択メニューとして、前記第一表示領域の前記表示セルに表示

させる項目として、少なくとも、電圧分布、気温、日射量を選択可能に表示し、

該表示選択メニューで選択された項目に対応して、前記複数のスポット周辺のエネルギー状態を前記複数の表示セルにより表示することを特徴とする電力系統情報の表示方法。

[請求項15]

請求項14において、

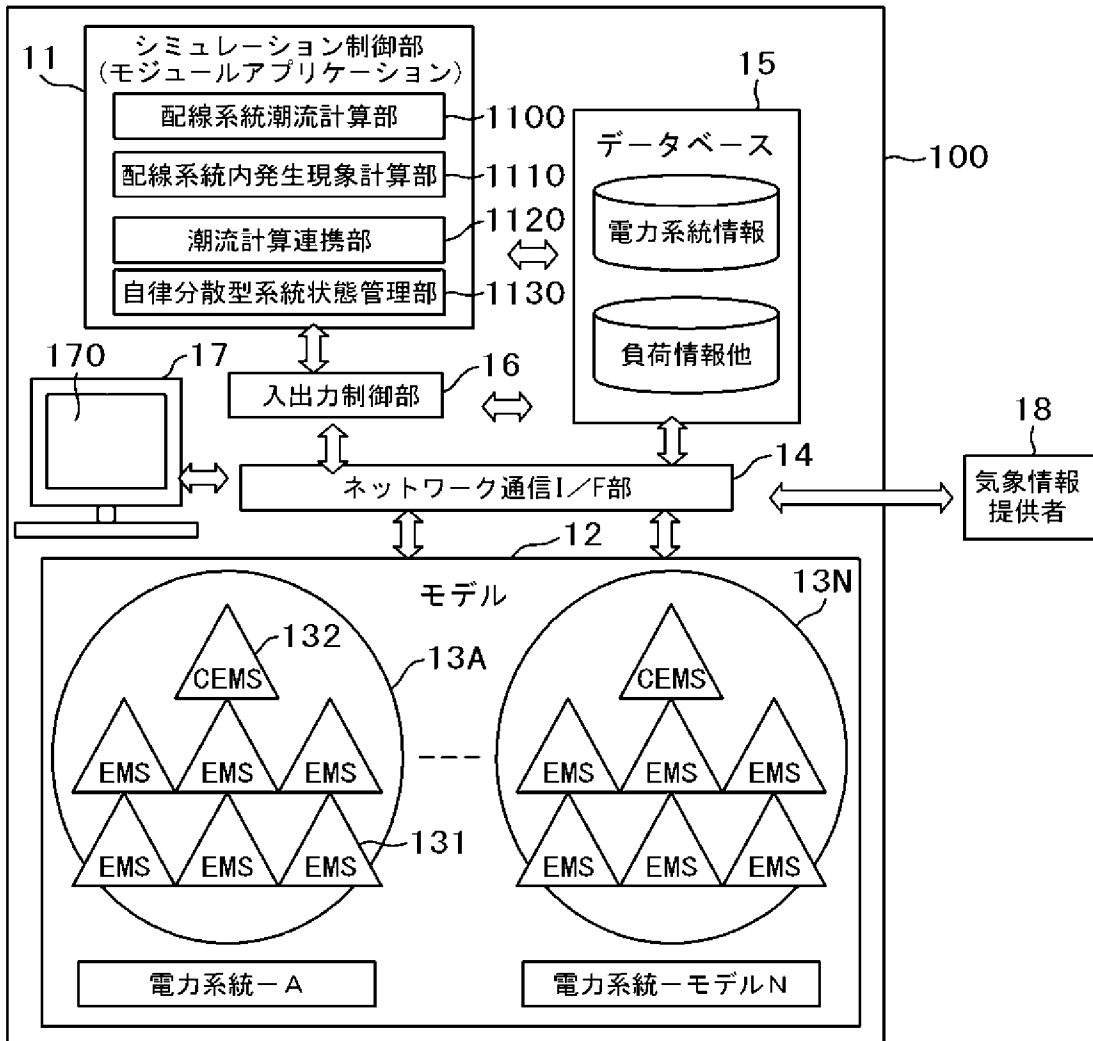
前記エネルギー系統図を前記表示セルに表示する表示方法として、前記表示選択メニューにより、

仮想地図上での座標系に基づき、電力系統制御装置及び電力系統シミュレーション装置で処理された実系統図やシミュレータ上での前記エネルギー系統図を表示する方法と、

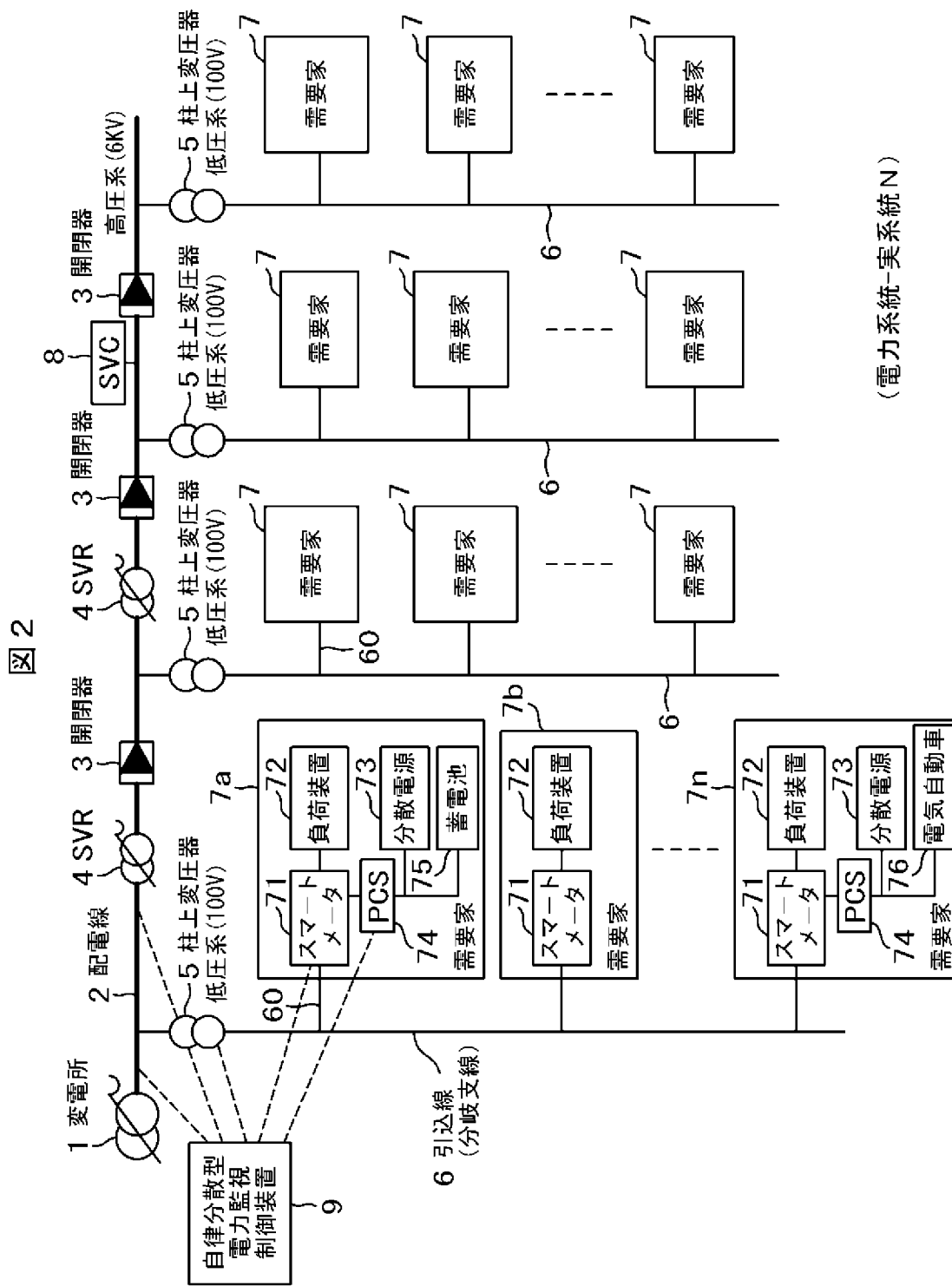
前記仮想地図上での実系統図や前記シミュレータ上での電力系統図を、実地図の座標系に変換して表示する方法とを切り替え可能であることを特徴とする電力系統情報の表示方法。

[図1]

図 1



[図2]



(電力系統-実系統N)

[図3A]

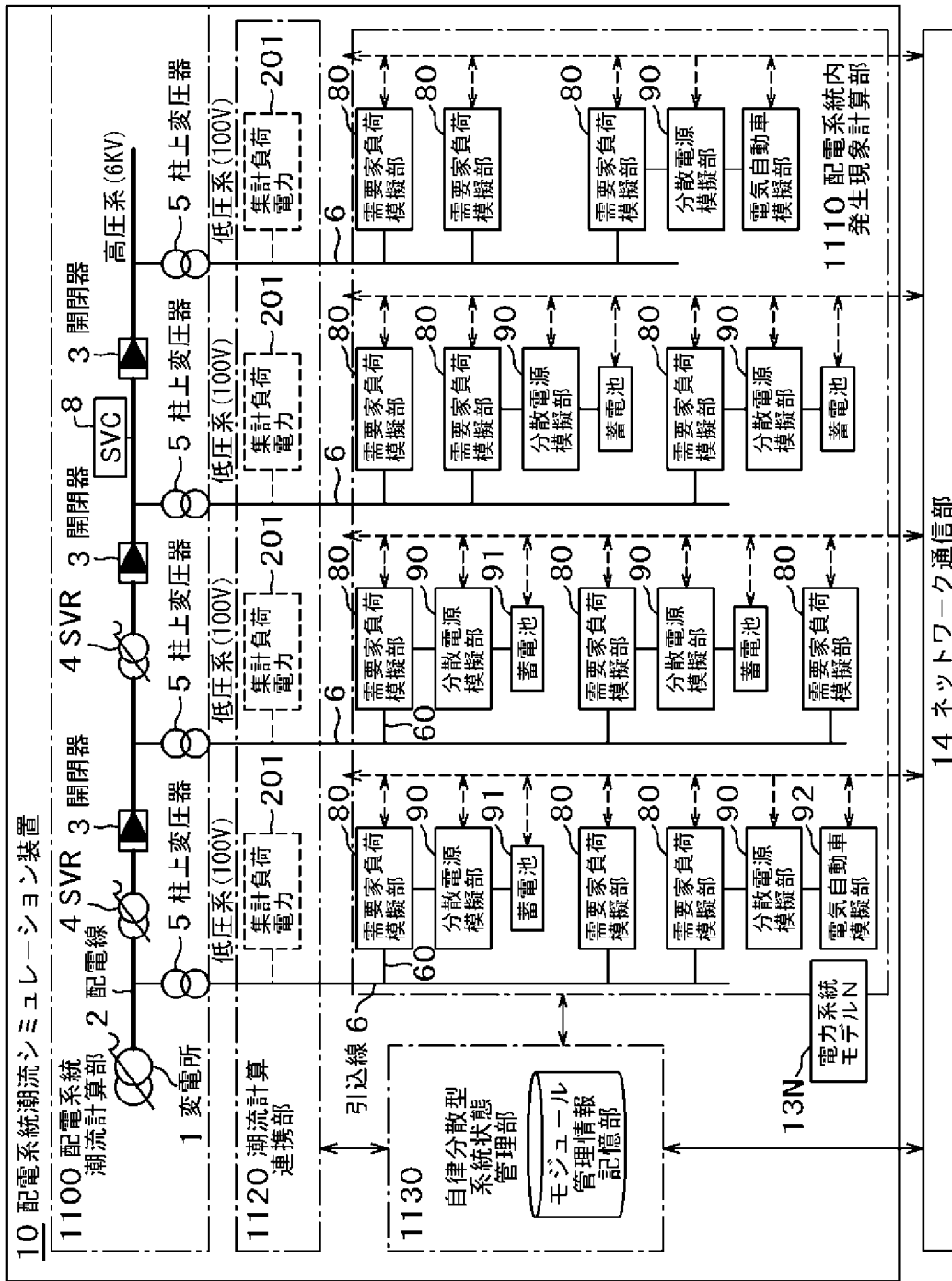
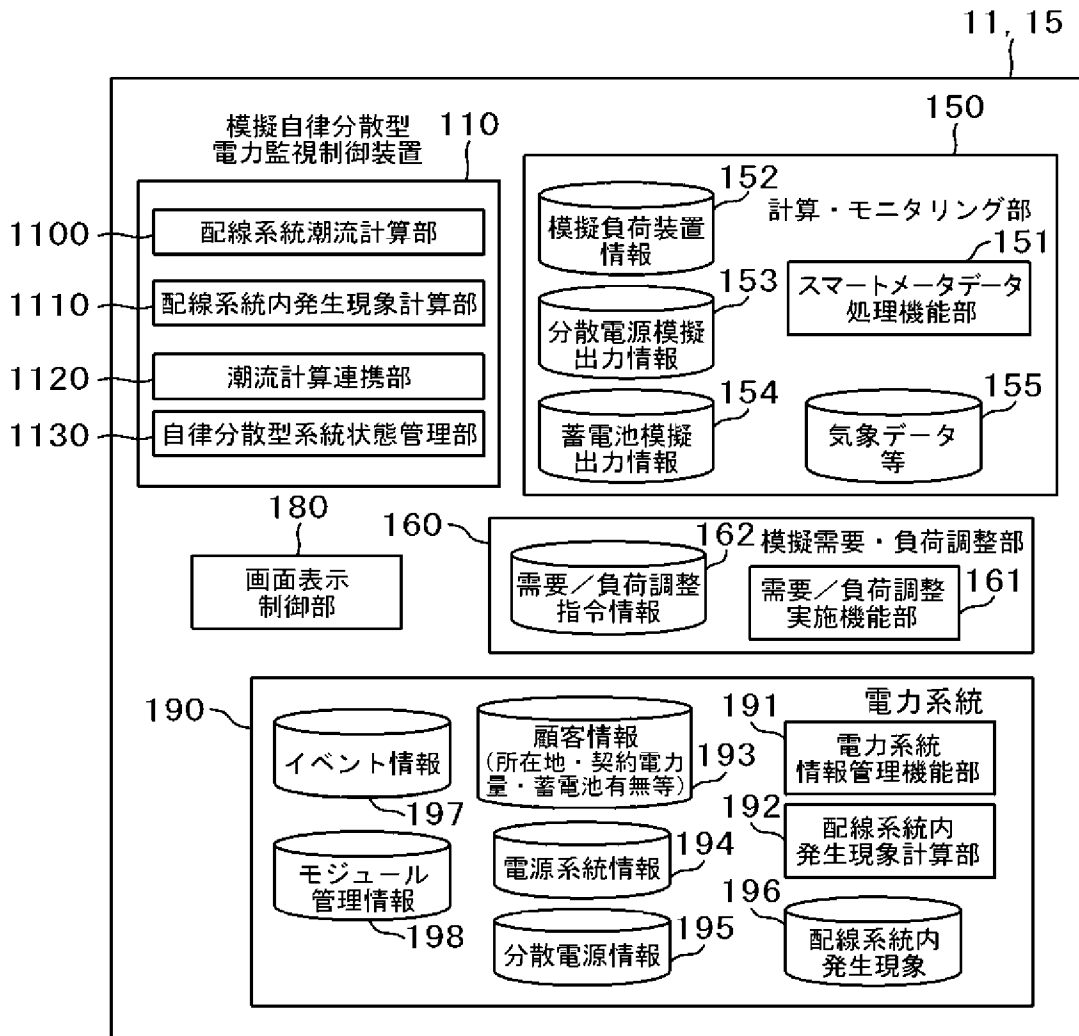


図 3 A

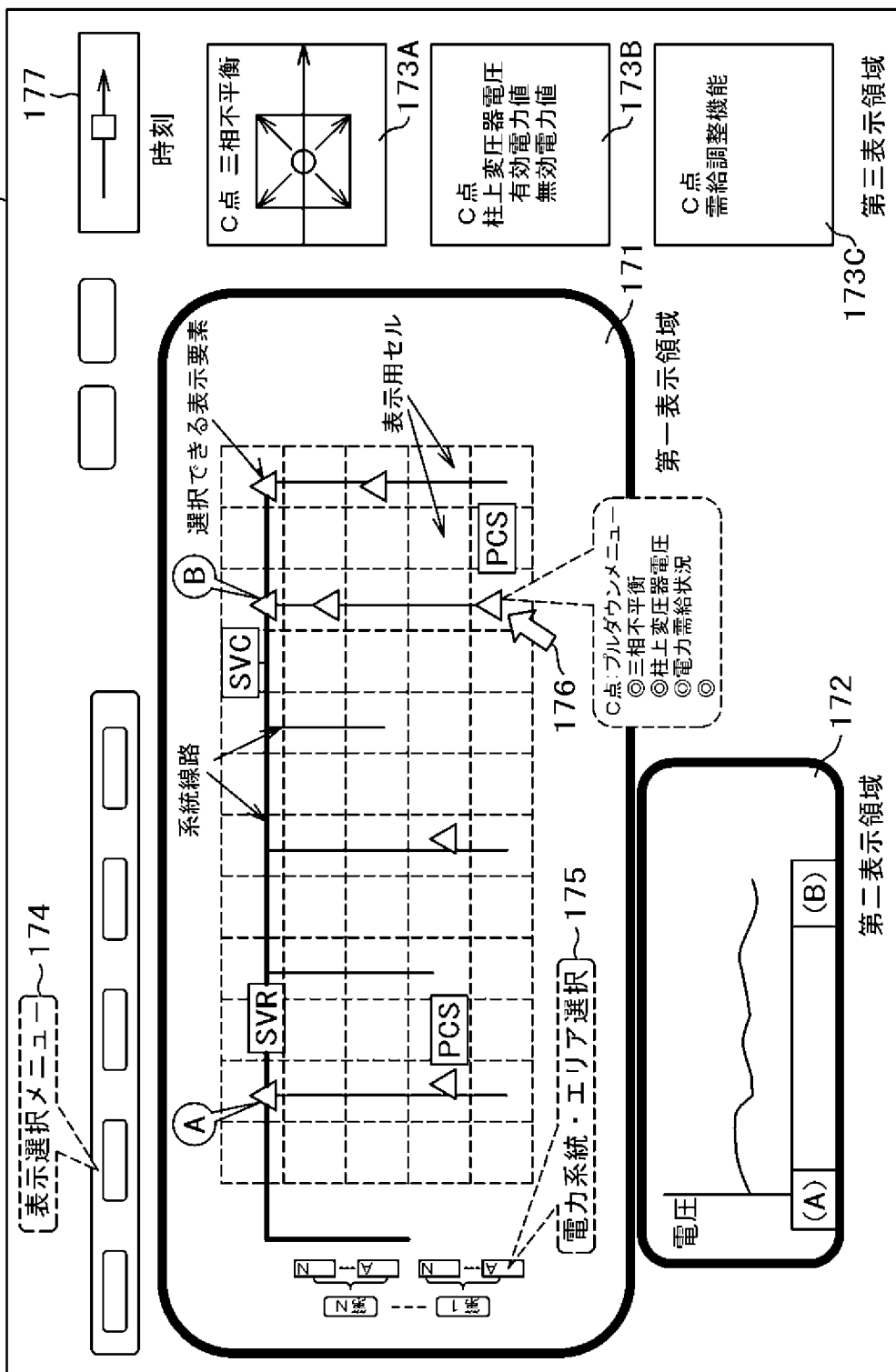
[図3B]

図 3 B

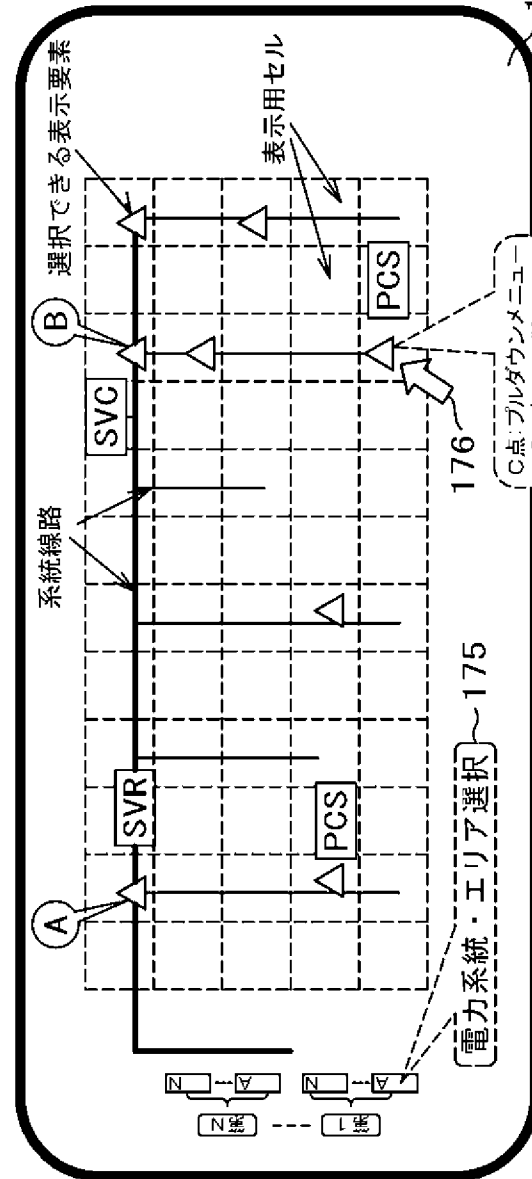


[図4]

図 4

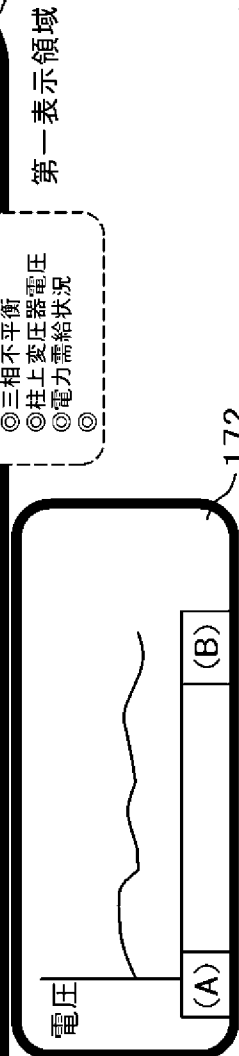


[表示選択メニュー] 174



C点:プルダウンメニュー

- ◎ 三相不平衡
- ◎ 柱上変圧器電圧
- ◎ 電力需給状況

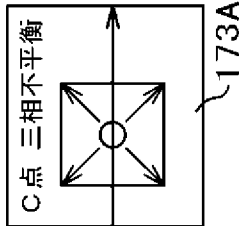


C点 需給調整機能

第三表示領域 173C

時刻

177



C点 柱上変圧器電圧
有効電力値
無効電力値 173B

[図5]

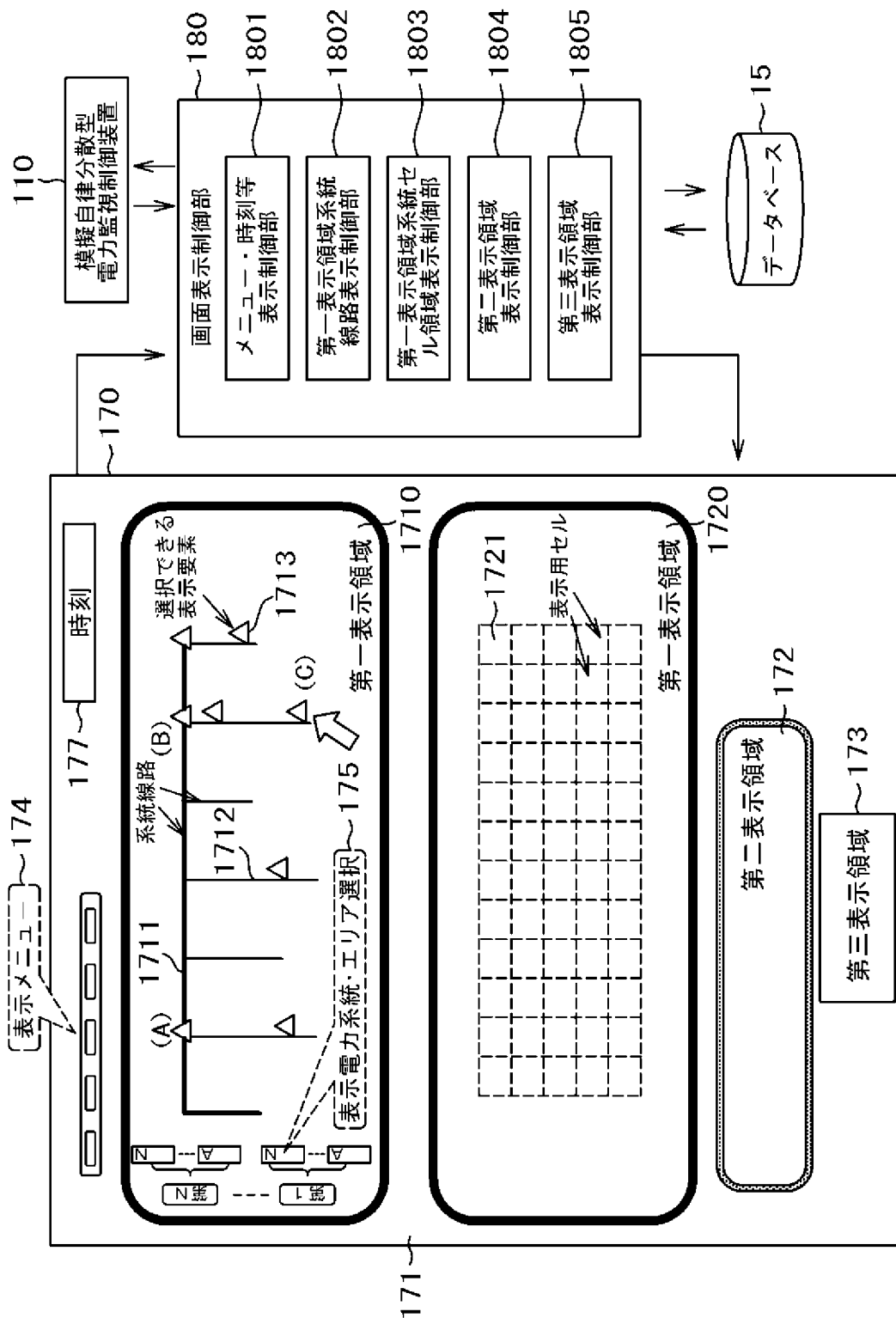
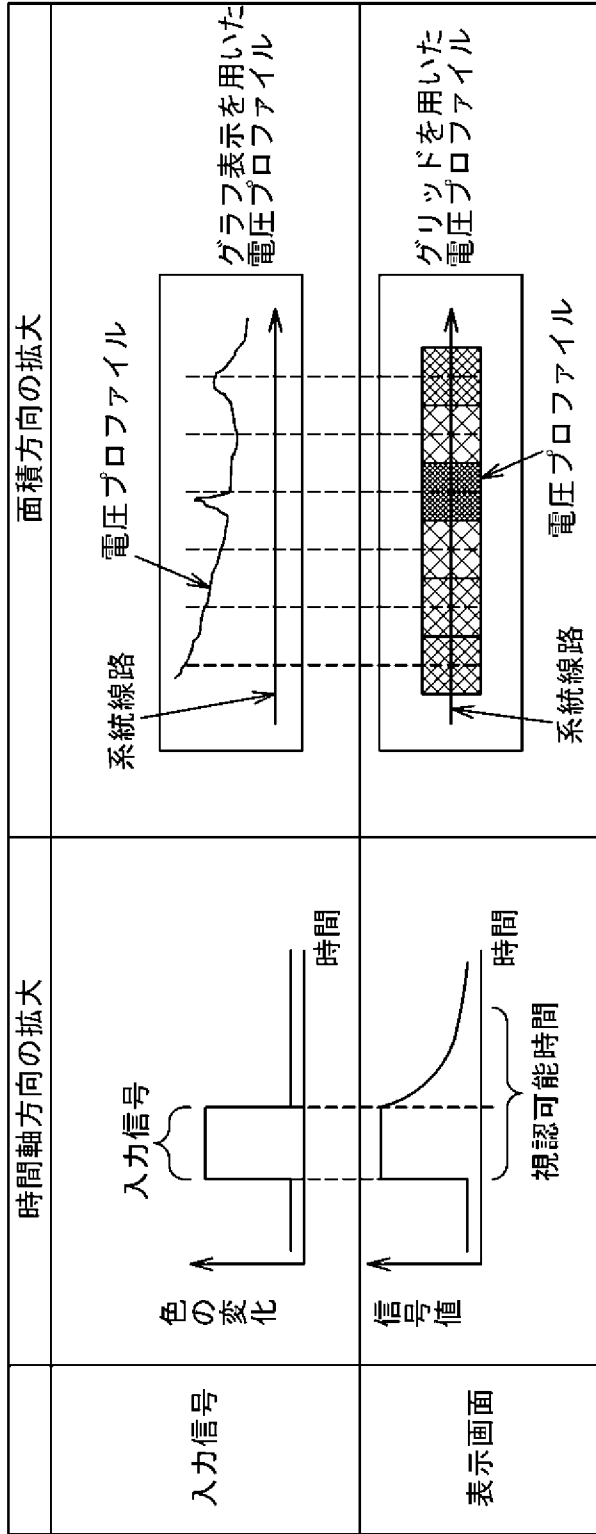


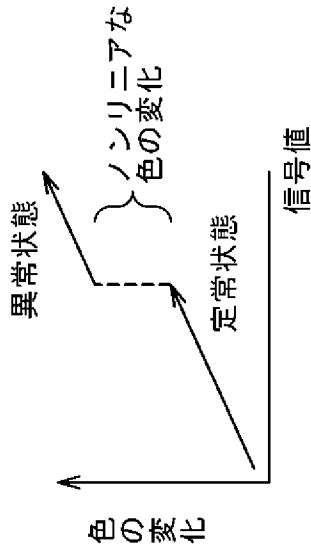
図 5

[図7A]

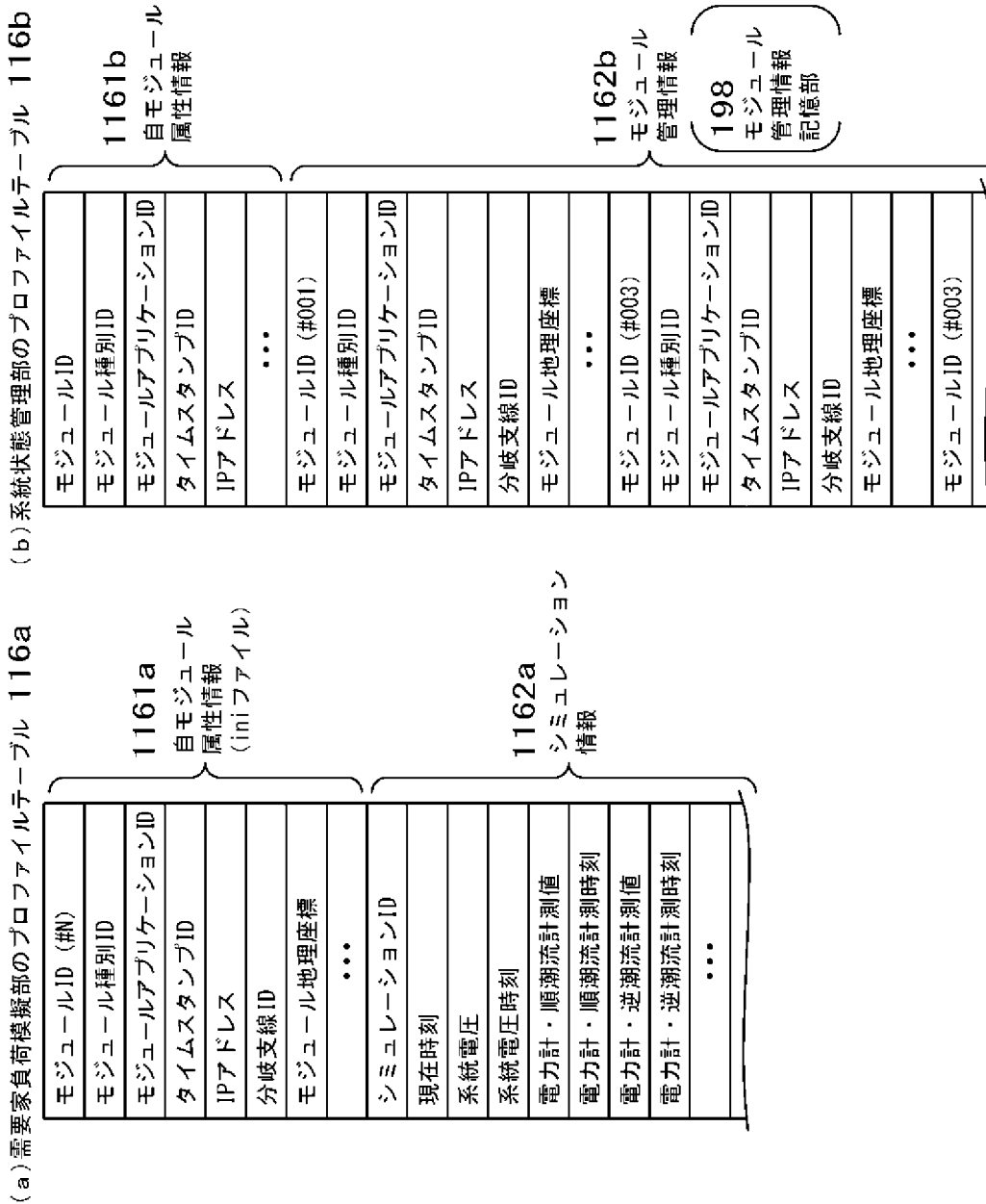
図7A



[図7B]

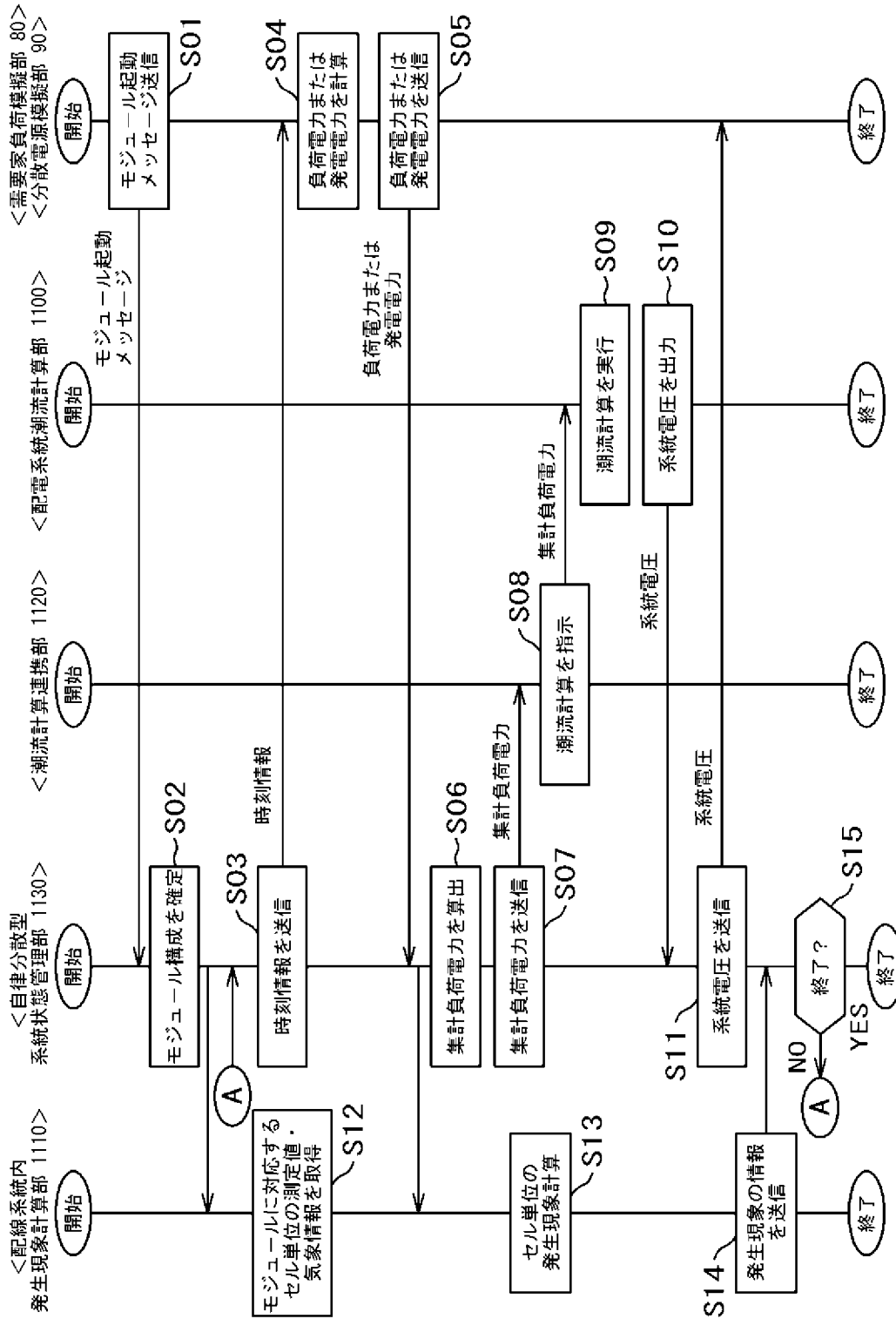


[図8A]



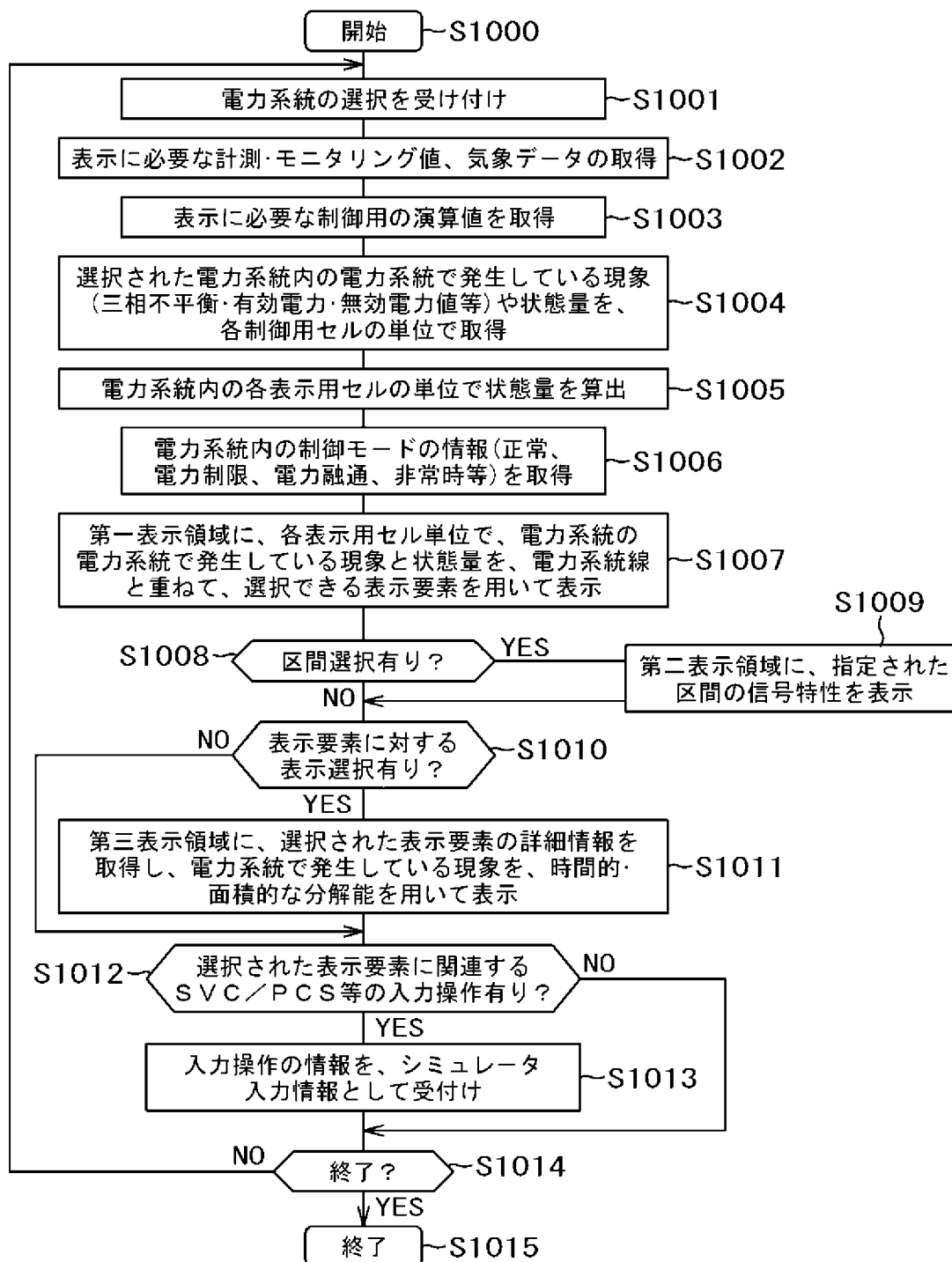
[図8B]

図 8 B



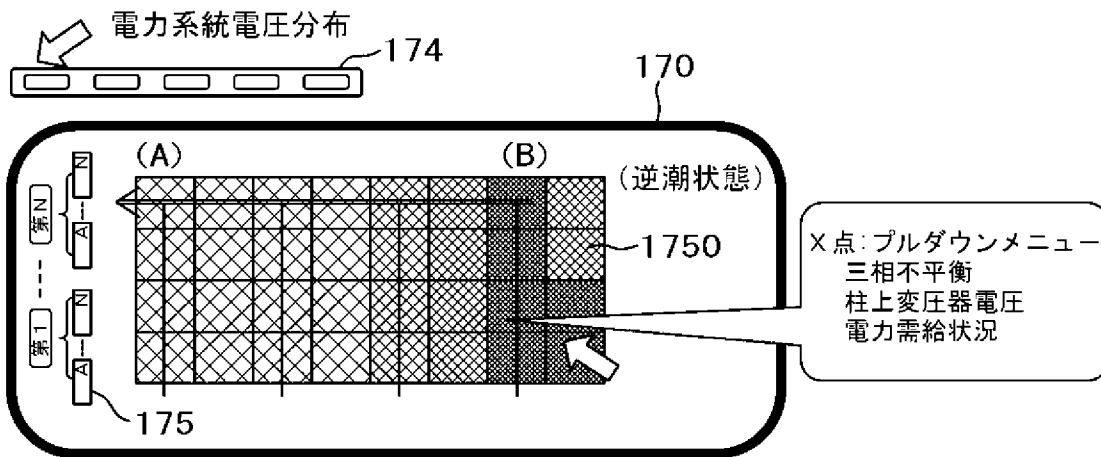
[図10]

図 10



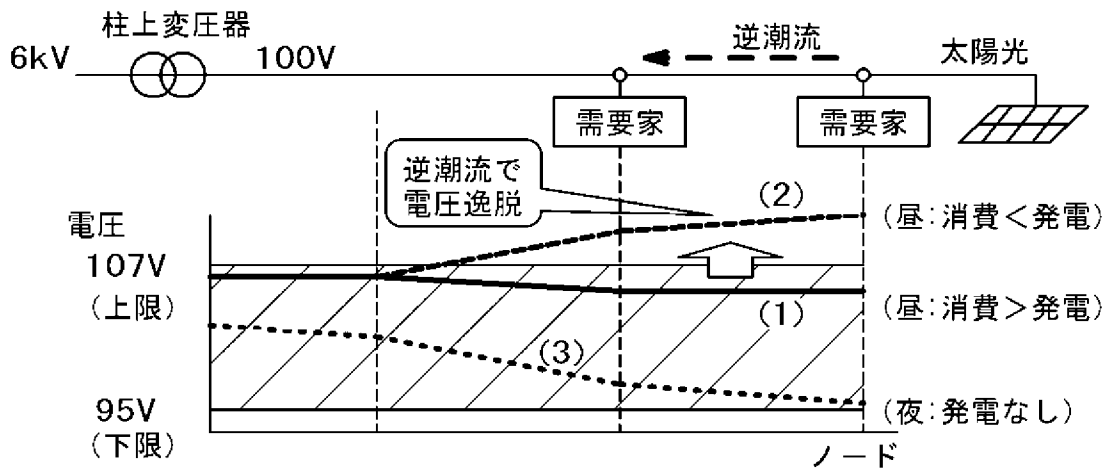
[図11A]

図 1 1 A



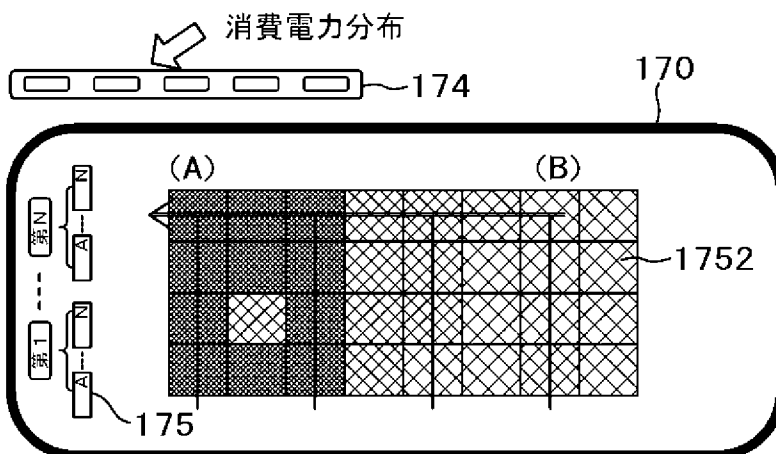
[図11B]

図 1 1 B



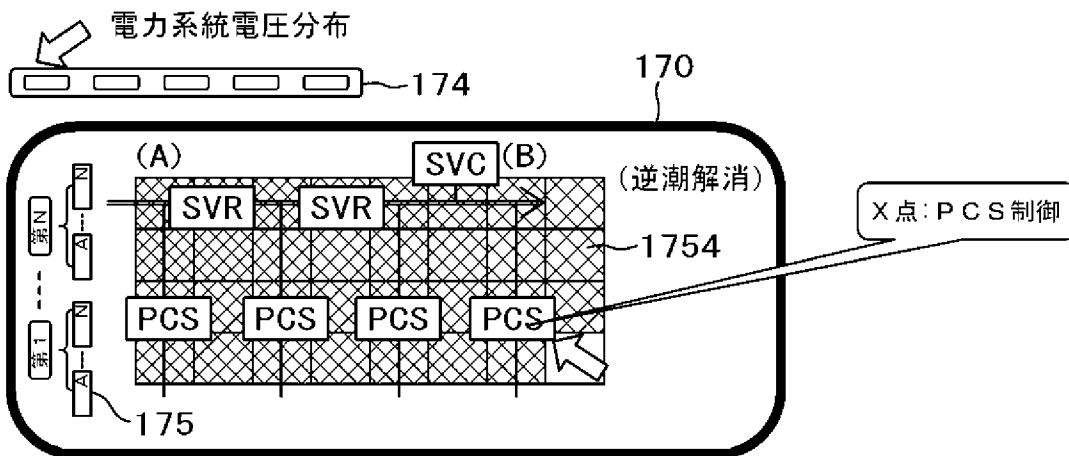
[図11C]

図 1 1 C



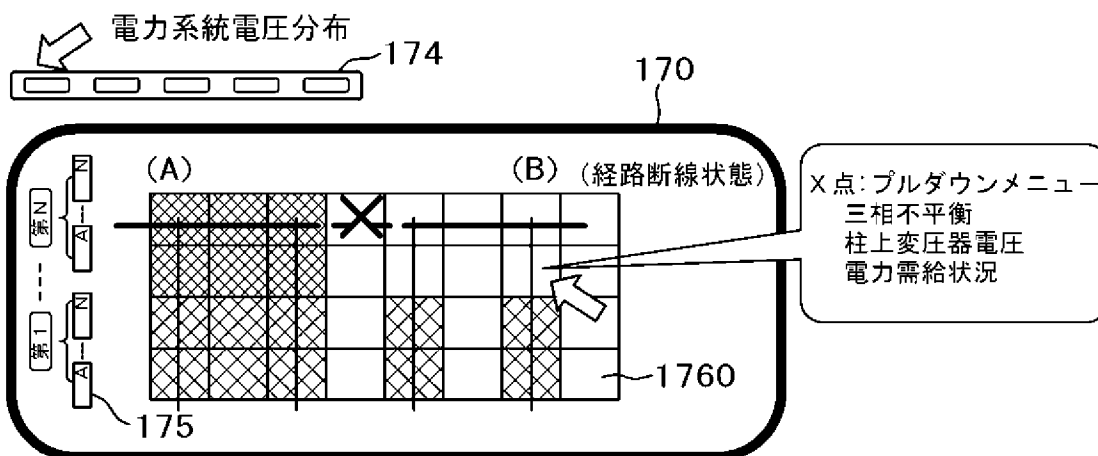
[図11D]

図 1 1 D



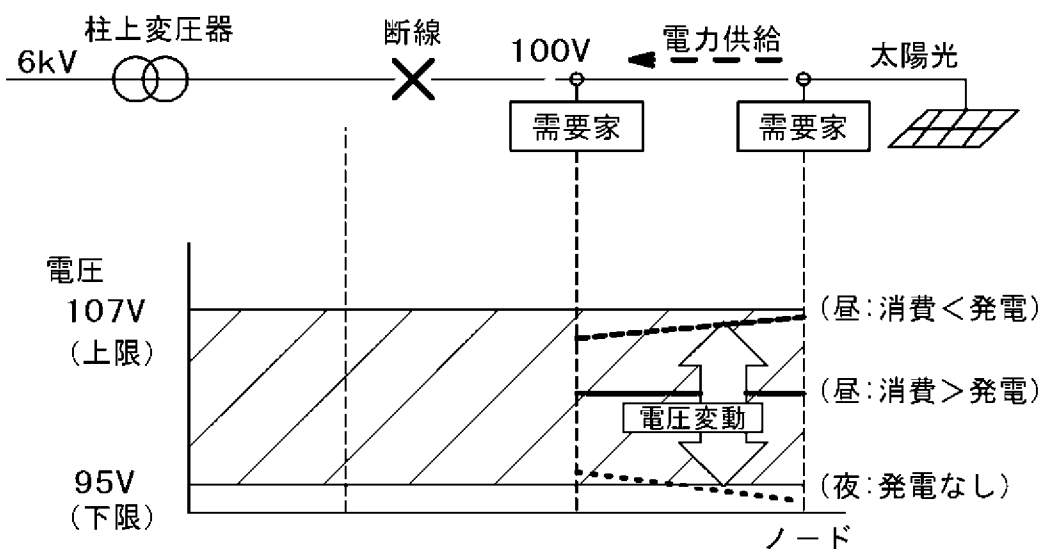
[図12A]

図 1 2 A



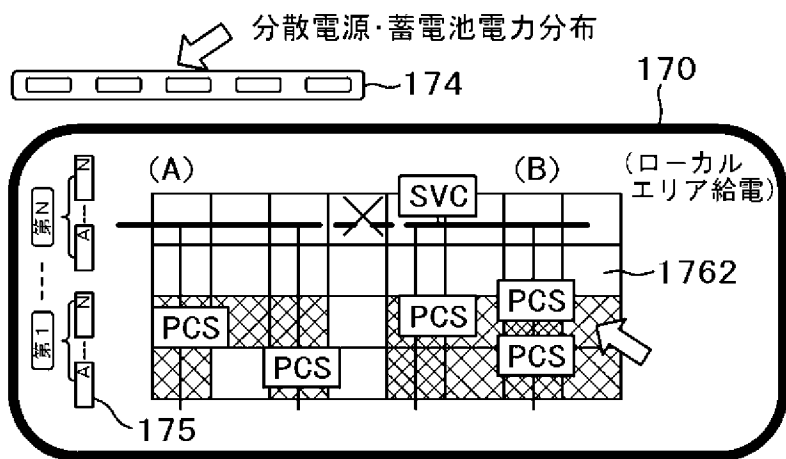
[図12B]

図 1 2 B



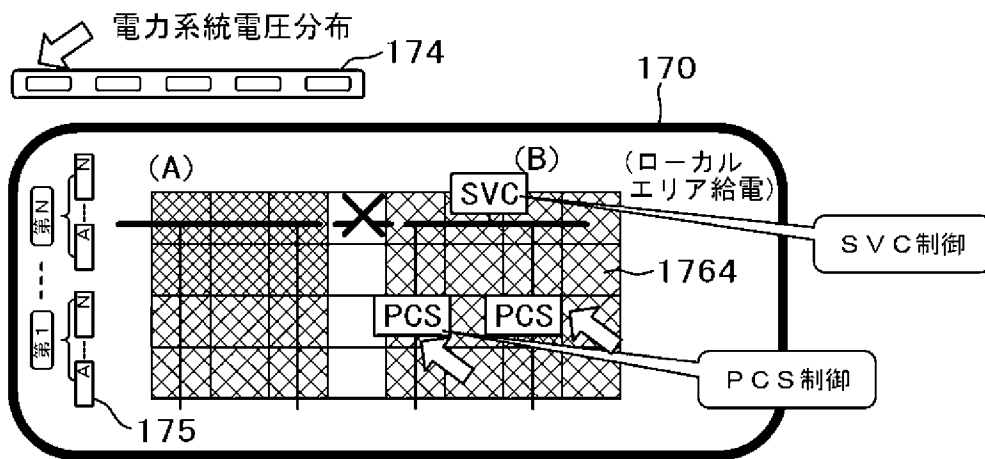
[図12C]

図 1 2 C



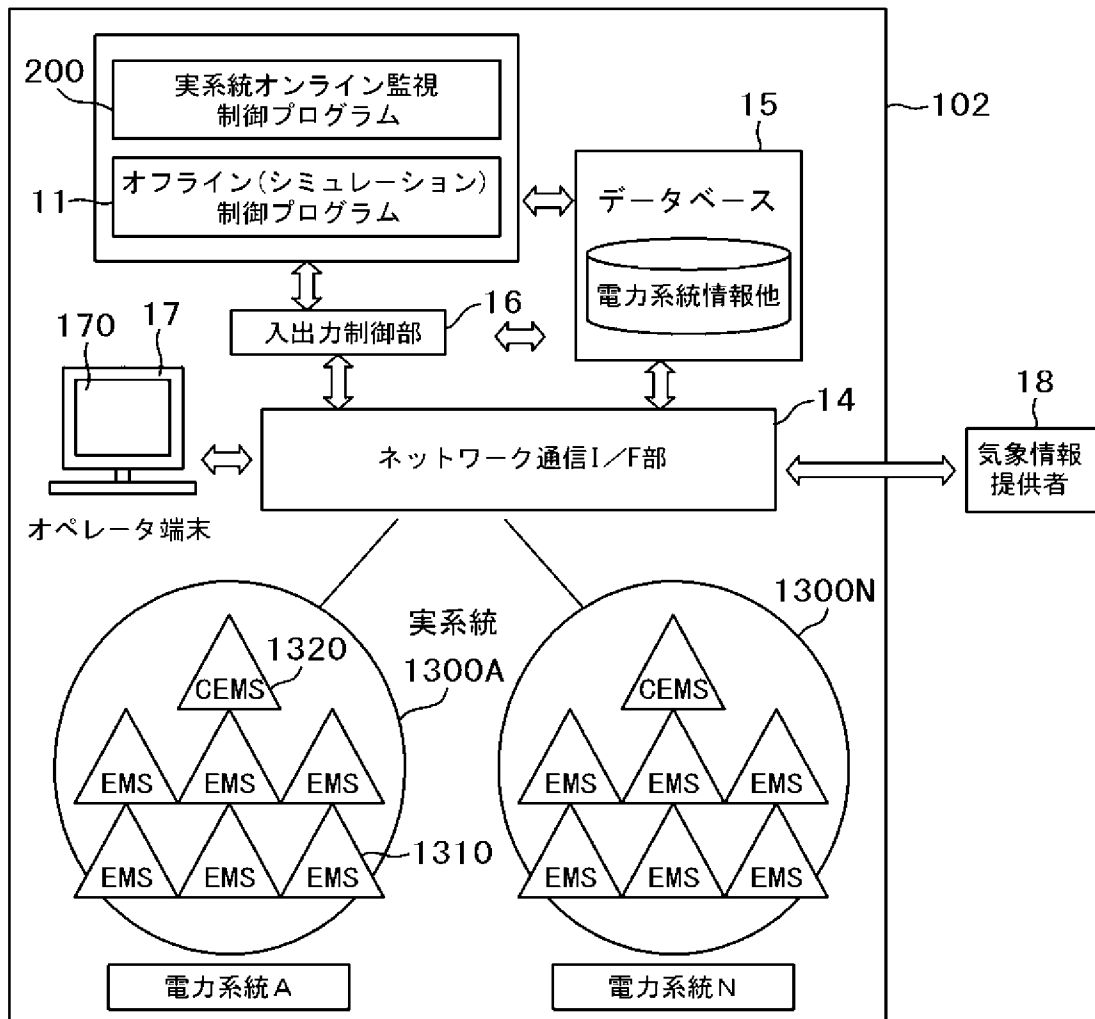
[図12D]

図 1 2 D



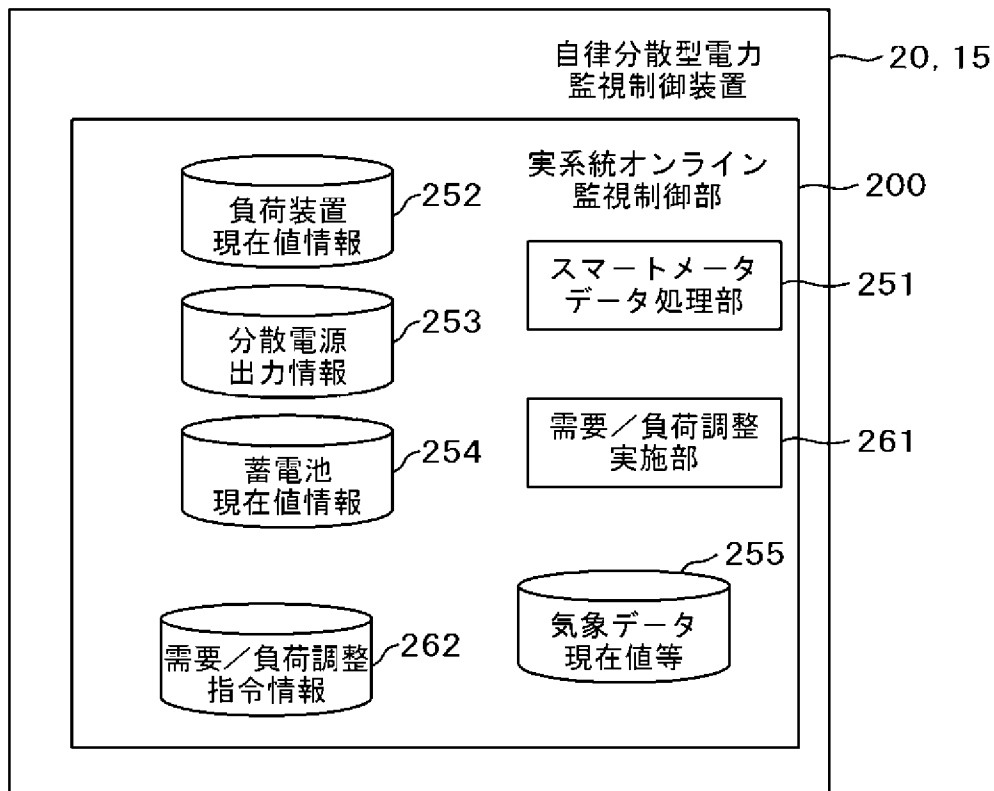
[図13]

図 1 3



[図14]

図 1 4



[図15]

図 1 5

需要家負荷現在値情報のプロフィールテーブル 156a

モジュールID (#N)
モジュール種別ID
モジュールアプリケーションID
タイムスタンプID
IPアドレス
分岐支線ID
モジュール地理座標
...
電力系統ID
現在時刻
系統電圧
系統電圧時刻
電力計・順潮流計測値
電力計・順潮流計測時刻
電力計・逆潮流計測値
電力計・逆潮流計測時刻
...

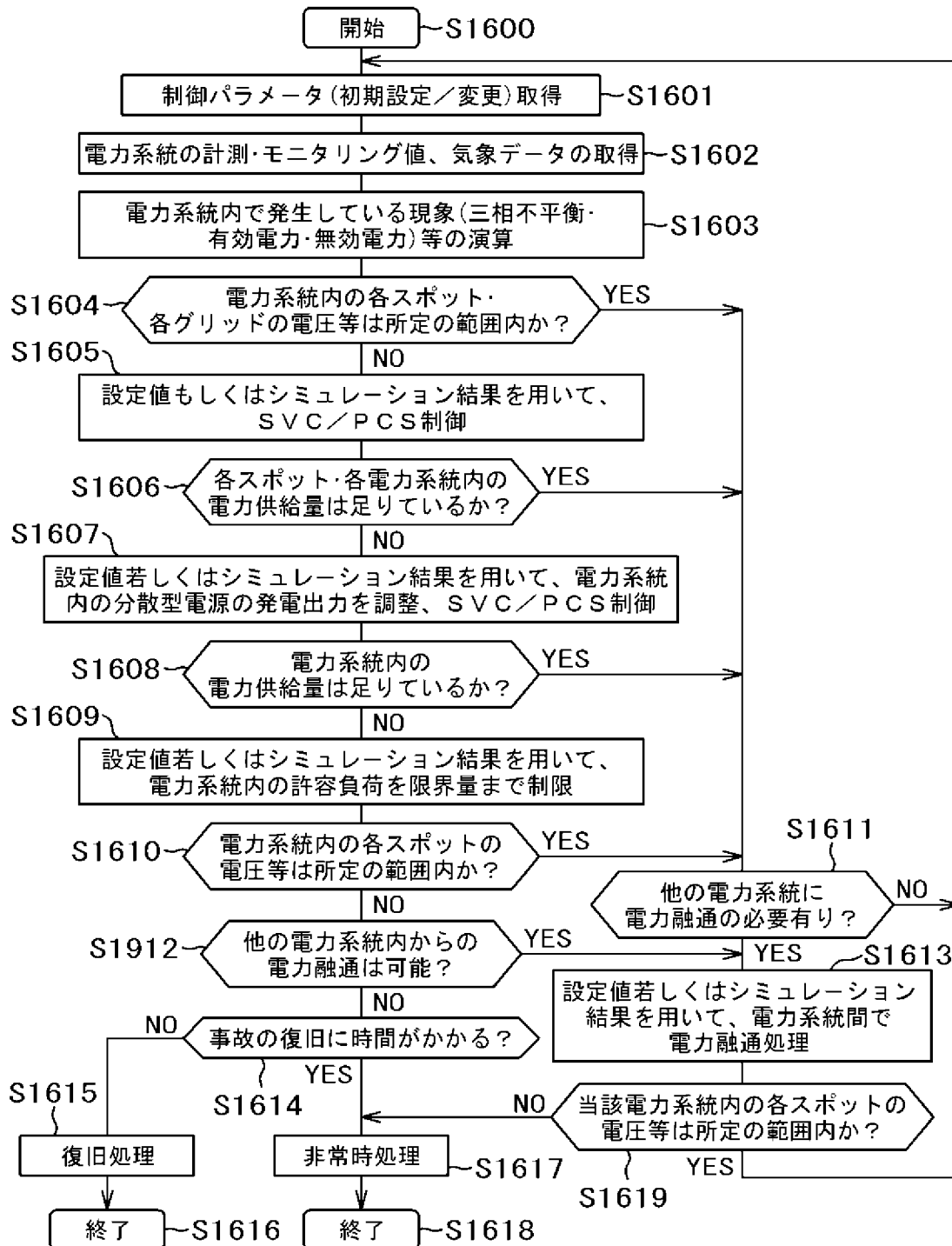
}

1561a
自モジュール
属性情報
(iniファイル)

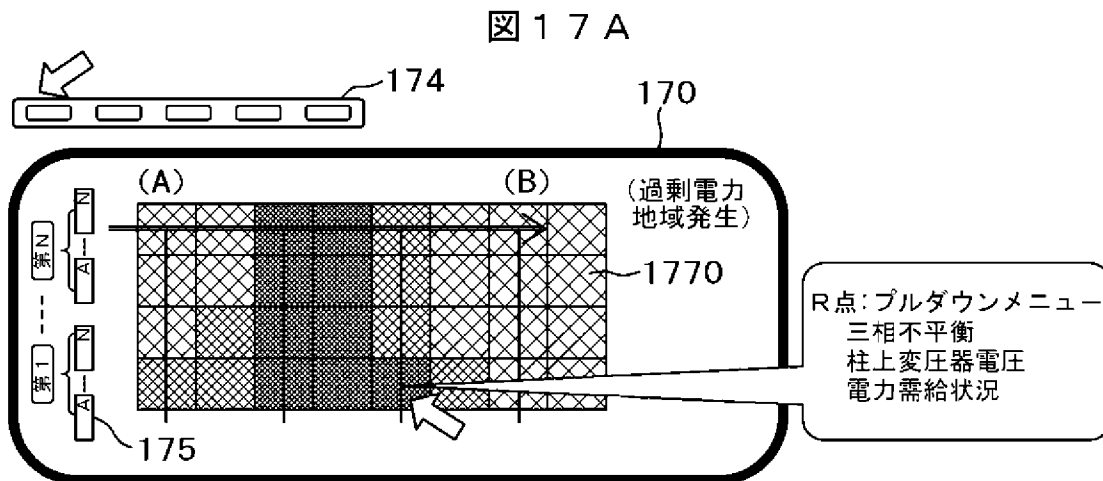
1562a
電力実系統情報

[図16]

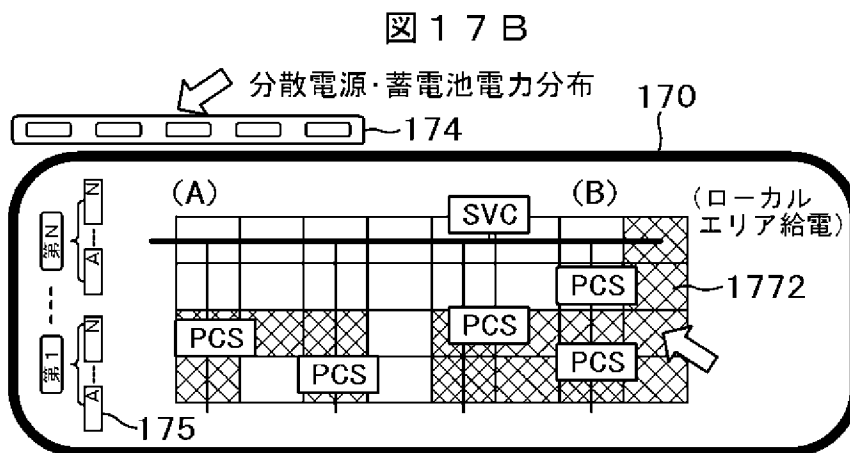
図 1 6



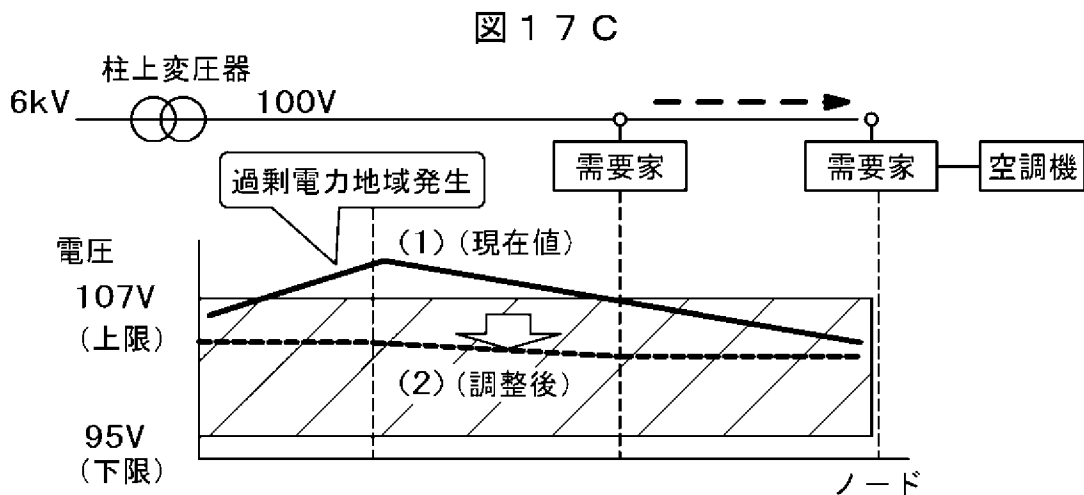
[図17A]



[図17B]

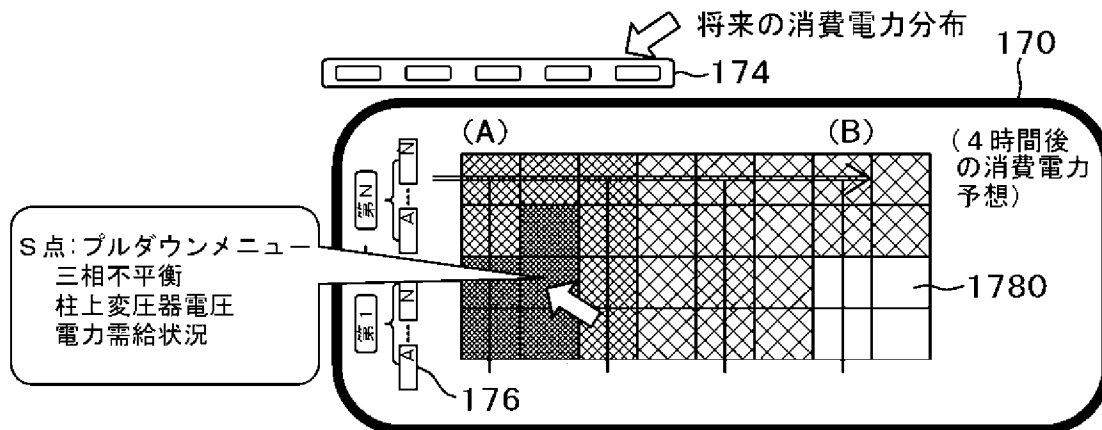


[図17C]



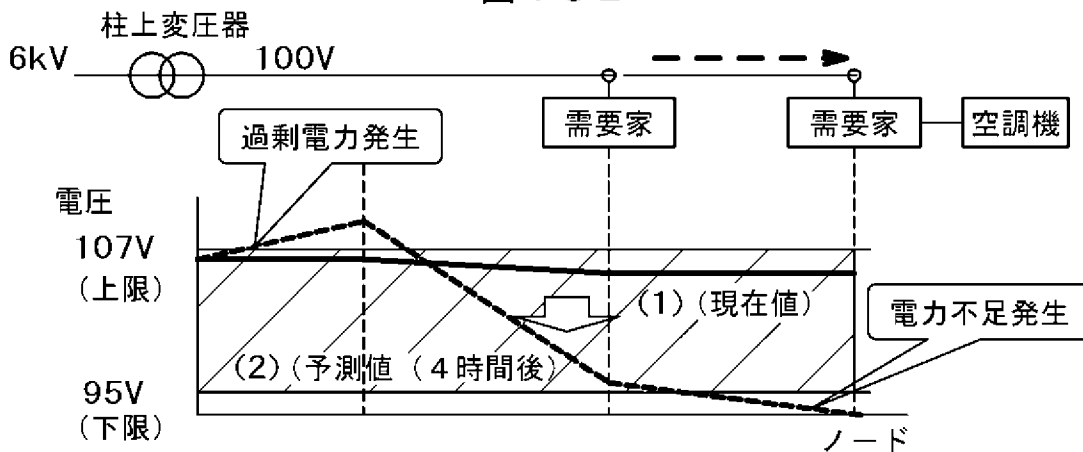
[図18A]

図 1 8 A



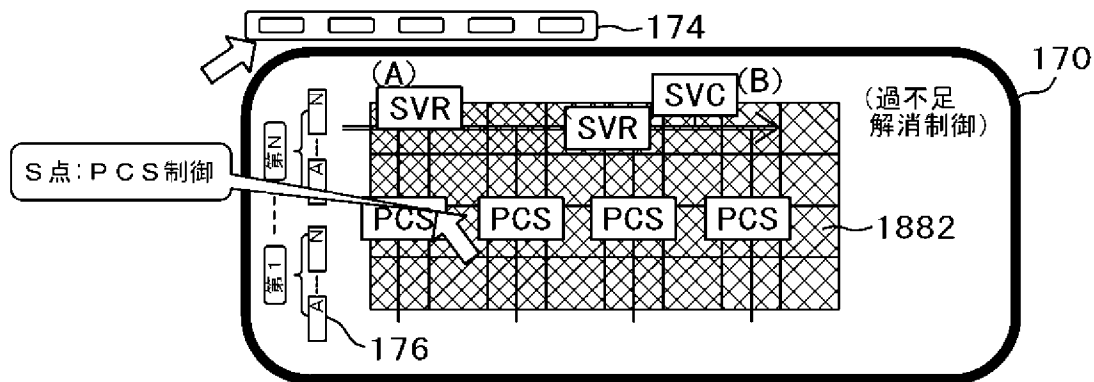
[図18B]

図 1 8 B



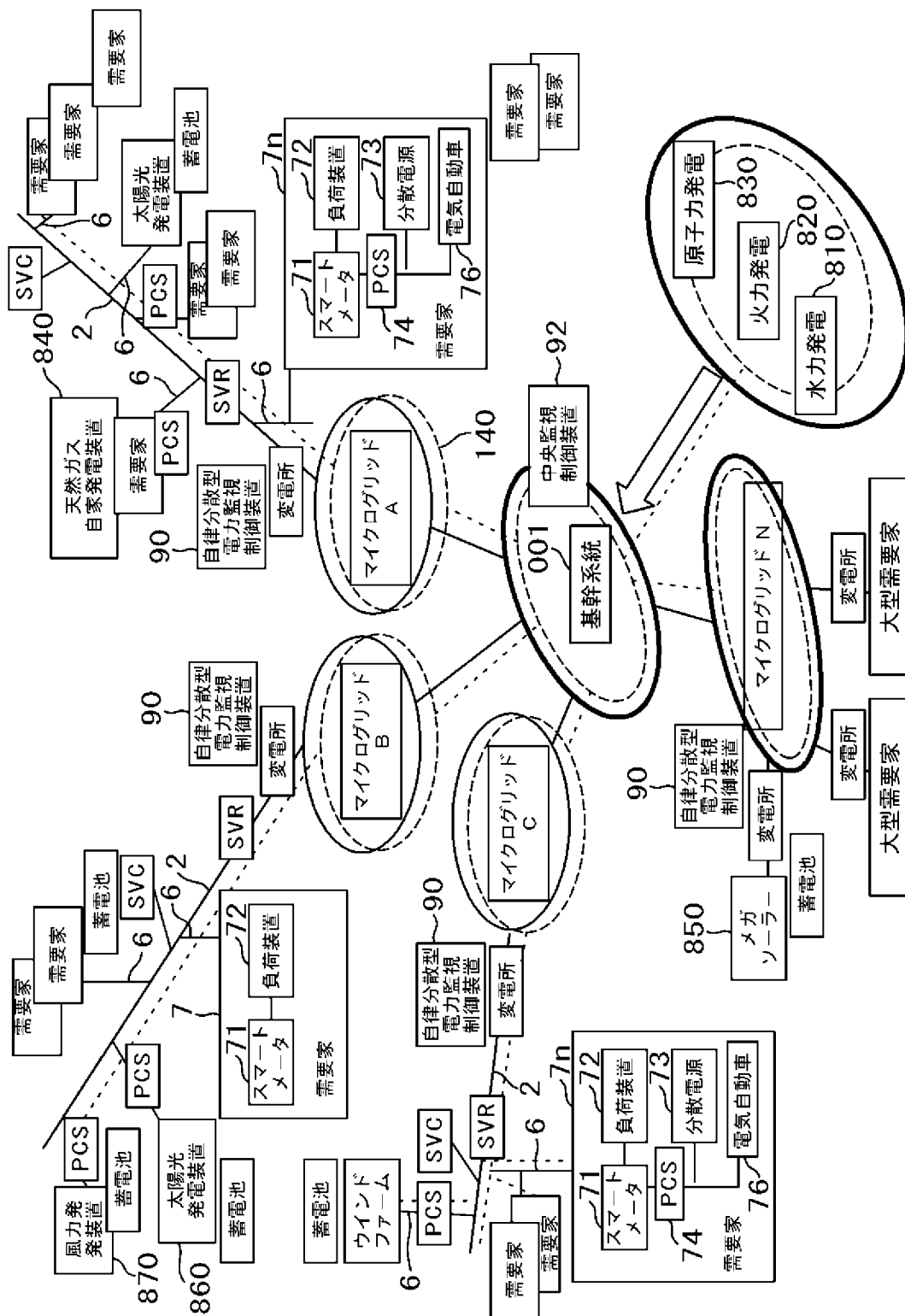
[図18C]

図 1 8 C

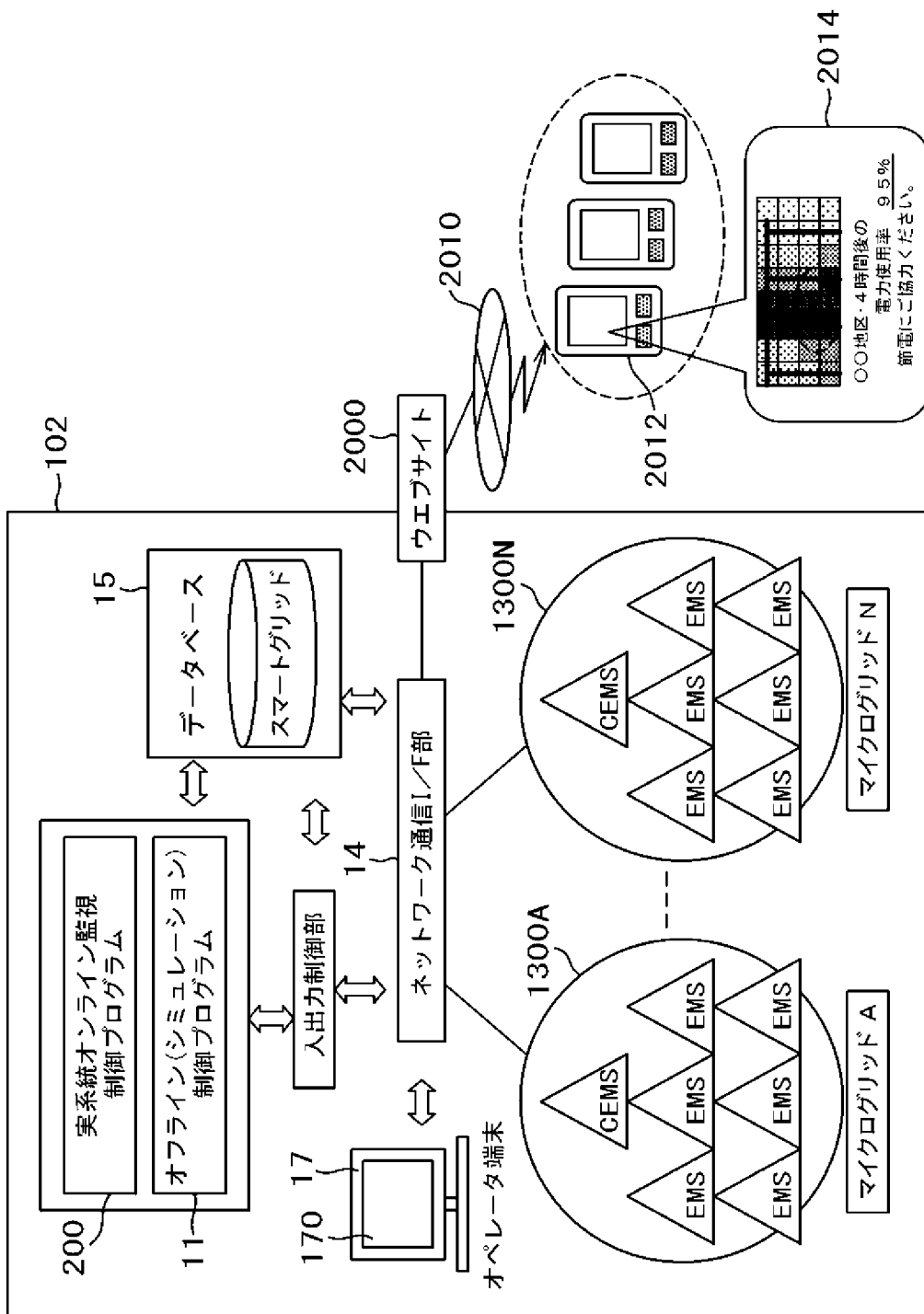


[図19]

図 19



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/054169

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J13/00 (2006.01) i, H02J3/00 (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

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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 2012-005210 A (Hitachi, Ltd.), 05 January 2012 (05.01.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 11-206016 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 July 1999 (30.07.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2000-287388 A (Hitachi, Ltd.), 13 October 2000 (13.10.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

 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
08 May, 2012 (08.05.12)Date of mailing of the international search report
22 May, 2012 (22.05.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/054169

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 2009-089594 A (Korea Electric Power Corp.), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text; all drawings & KR 10-2009-0032594 A	1-15
A	JP 2004-108846 A (Aisin AW Co., Ltd.), 08 April 2004 (08.04.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 10-283589 A (Alpine Electronics, Inc.), 23 October 1998 (23.10.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

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		
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		
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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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 2012-005210 A (株式会社日立製作所) 2012.01.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 11-206016 A (三菱電機株式会社) 1999.07.30, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-15
A	JP 2000-287388 A (株式会社日立製作所) 2000.10.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 08.05.2012	国際調査報告の発送日 22.05.2012	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 宮本 秀一 電話番号 03-3581-1101 内線 3568	5 T 3357

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 2009-089594 A (韓国電力公社) 2009. 04. 23, 全文, 全図 & KR 10-2009-0032594 A	1 - 1 5
A	JP 2004-108846 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2004. 04. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 5
A	JP 10-283589 A (アルパイン株式会社) 1998. 10. 23, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1 - 1 5