

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6481942号
(P6481942)

(45) 発行日 平成31年3月13日 (2019. 3. 13)

(24) 登録日 平成31年2月22日 (2019. 2. 22)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2J	3/12	(2006.01)	HO2J	3/12	
HO2J	3/32	(2006.01)	HO2J	3/32	
HO2J	3/38	(2006.01)	HO2J	3/38	130
HO2J	7/35	(2006.01)	HO2J	7/35	K

請求項の数 17 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2015-119105 (P2015-119105)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成27年6月12日 (2015. 6. 12)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2017-5912 (P2017-5912A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成29年1月5日 (2017. 1. 5)	(74) 代理人	110002527
審査請求日	平成29年9月21日 (2017. 9. 21)		特許業務法人北斗特許事務所
		(74) 代理人	100087767
			弁理士 西川 恵清
		(74) 代理人	100155756
			弁理士 坂口 武
		(74) 代理人	100161883
			弁理士 北出 英敏
		(74) 代理人	100167830
			弁理士 仲石 晴樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力管理システム、電力管理方法、およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電力系統から供給される商用電力、および分散電源の発電電力を負荷へ供給し、前記発電電力を前記電力系統に逆潮流させる逆潮流動作が可能に構成され、前記電力系統の系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生した場合に前記逆潮流動作が停止する配電システムに用いられる電力管理システムであって、

前記系統電圧のデータを取得するデータ取得部と、

少なくとも前記データ取得部が取得した系統電圧に基づいて、前記電圧逸脱状態の発生リスクに応じた複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定するレベル設定部と、

設定されたリスクレベルに応じて機器を制御する制御信号を送信するリスク管理部とを備えることを特徴とする電力管理システム。

【請求項2】

前記レベル設定部は、前記データ取得部が取得した系統電圧の大きさに応じて、前記複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定することを特徴とする請求項1記載の電力管理システム。

【請求項3】

前記データ取得部が系統電圧を取得したときの状況に対応する付加情報を取得する付加情報取得部と、

前記複数のリスクレベルのそれぞれに系統電圧および付加情報を対応付けた基準情報を

記憶した基準情報記憶部とをさらに備え、

前記レベル設定部は、前記データ取得部が取得した系統電圧および前記付加情報取得部が取得した付加情報を前記基準情報に照合することによって、前記複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定する

ことを特徴とする請求項 1 記載の電力管理システム。

【請求項 4】

前記データ取得部が取得した系統電圧および前記付加情報取得部が取得した付加情報の履歴である履歴情報を格納する履歴記憶部と、

前記電圧逸脱状態が発生したことを検知する逸脱検知部と、

前記電圧逸脱状態が発生したことが検知された場合に、前記電圧逸脱状態が発生した時点から所定時間前の系統電圧および付加情報を、前記所定時間の時間長さに応じたリスクレベルに対応付けて、前記基準情報記憶部に格納する学習部と

をさらに備えることを特徴とする請求項 3 記載の電力管理システム。

【請求項 5】

前記付加情報は、前記データ取得部が系統電圧を取得したときの天気情報、前記データ取得部が系統電圧を取得したときの気温情報、前記データ取得部が系統電圧を取得したときの日の属性情報の少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の電力管理システム。

【請求項 6】

前記リスク管理部は、前記設定されたリスクレベルが所定レベルになった場合、前記電圧逸脱状態の注意情報を機器から通知させる制御信号を送信することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の電力管理システム。

【請求項 7】

前記配電システムは、蓄電装置から前記負荷へ電力を供給し、前記商用電力および前記分散電源の発電電力を前記蓄電装置が備える蓄電池に充電する充電動作がさらに可能に構成されており、

前記リスク管理部は、前記設定されたリスクレベルが所定レベルになった場合、前記蓄電池の充電操作をユーザに要求する動作を機器に実行させる制御信号を送信する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の電力管理システム。

【請求項 8】

前記配電システムは、蓄電装置から前記負荷へ電力を供給し、前記商用電力および前記分散電源の発電電力を前記蓄電装置が備える蓄電池に充電する充電動作がさらに可能に構成されており、

前記リスク管理部は、前記設定されたリスクレベルが所定レベルになった場合、前記充電動作の実行を前記蓄電装置に指示するための制御信号を送信する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の電力管理システム。

【請求項 9】

リスクレベルが前記所定レベルになるか否かを予測する予測部をさらに備えることを特徴とする請求項 8 記載の電力管理システム。

【請求項 10】

リスクレベルが前記所定レベルになると前記予測部が予測した場合に、前記リスク管理部は、リスクレベルが前記所定レベルになると予測されるタイミングまでに前記蓄電池の放電を前記蓄電装置に指示する制御信号を送信することを特徴とする請求項 9 記載の電力管理システム。

【請求項 11】

所定期間における前記蓄電池の放電を要求する要求信号を受信する DR 取得部をさらに備え、

リスクレベルが前記所定レベルになると予測されるタイミングと、前記所定期間とが重複する場合、前記リスク管理部は、前記予測されるタイミングにおいて前記電圧逸脱状態が発生する可能性と前記要求信号の有無とに応じて、前記予測されるタイミングまでに前

10

20

30

40

50

記蓄電装置に指示する制御を前記蓄電池の放電または前記蓄電池の充電に設定することを特徴とする請求項 9 記載の電力管理システム。

【請求項 12】

前記リスク管理部は、前記設定されたリスクレベルが前記所定レベルになった場合、前記データ取得部が取得した系統電圧の大きさに基づく前記蓄電池の充電レートの情報を前記制御信号に付加することを特徴とする請求項 8 乃至 11 のいずれか一項に記載の電力管理システム。

【請求項 13】

前記配電システムは、蓄電装置から前記負荷へ電力を供給し、前記商用電力および前記分散電源の発電電力を前記蓄電装置が備える蓄電池に充電する充電動作がさらに可能に構成されており、

前記リスク管理部は、

前記設定されたリスクレベルが第 1 レベルになった場合、前記電圧逸脱状態の注意情報を機器から通知させる第 1 制御信号を送信し、

前記設定されたリスクレベルが前記第 1 レベルより高い第 2 レベルになった場合、前記蓄電池の充電操作をユーザに要求する動作を機器に実行させる第 2 制御信号を送信し、

前記設定されたリスクレベルが前記第 2 レベルより高い第 3 レベルになった場合、前記充電動作の実行を前記蓄電装置に指示するための第 3 制御信号を送信する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の電力管理システム。

【請求項 14】

前記配電システムにおいて、前記逆潮流動作によって前記電力系統に逆潮流した電力は売電され、前記電圧逸脱状態が発生したことによって前記逆潮流動作が停止した場合、前記逆潮流動作が停止した期間における前記発電電力は、前記負荷が消費する総需要電力以下となるように調整されており、

前記逆潮流動作が停止した場合に抑制された前記発電電力である抑制電力を推定する抑制電力推定部と、

前記抑制電力による損失に関する損失データを作成し、前記損失データを送信する損失導出部と

をさらに備える

ことを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載の電力管理システム。

【請求項 15】

前記分散電源は、太陽光発電装置であることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の電力管理システム。

【請求項 16】

電力系統から供給される商用電力、および分散電源の発電電力を負荷へ供給し、前記発電電力を前記電力系統に逆潮流させる逆潮流動作が可能に構成され、前記電力系統の系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生した場合に前記逆潮流動作が停止する配電システムに用いられる電力管理方法であって、

前記系統電圧のデータを取得するデータ取得ステップと、

少なくとも取得した系統電圧に基づいて、前記電圧逸脱状態の発生リスクに応じた複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定するレベル設定ステップと、

設定されたリスクレベルに応じて機器を制御する制御信号を送信するリスク管理ステップと

を備えることを特徴とする電力管理方法。

【請求項 17】

電力系統から供給される商用電力、および分散電源の発電電力を負荷へ供給し、前記発電電力を前記電力系統に逆潮流させる逆潮流動作が可能に構成され、前記電力系統の系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生した場合に前記逆潮流動作が停止する配電システムに用いられるプログラムであって、

コンピュータを、

10

20

30

40

50

前記系統電圧のデータを取得するデータ取得部と、
少なくとも前記データ取得部が取得した系統電圧に基づいて、前記電圧逸脱状態の発生リスクに応じた複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定するレベル設定部と、

設定されたリスクレベルに応じて機器を制御する制御信号を送信するリスク管理部として機能させる

ことを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に電力管理システム、電力管理方法、およびプログラム、より詳細には発電電力を電力系統に逆潮流させる逆潮流動作が可能に構成された配電システムに用いられる電力管理システム、電力管理方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、太陽光発電装置等の分散電源による発電電力を商用電源と組み合わせ、さらに蓄電池に蓄電して、商用電源、分散電源、蓄電池から機器へ電力を供給する配電システムがある（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-15501号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述のような配電システムは、戸建ての住戸、集合住宅、事業所などの需要家施設に設置されており、分散電源の発電電力を電力系統に逆潮流させて売電することができる。

【0005】

しかしながら、多数の需要家施設のそれぞれから発電電力を逆潮流させると、電力系統の系統電圧が上昇して、電力系統が不安定となる可能性がある。そこで、配電システムでは、系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生すると、逆潮流（売電）を停止してしまう。

【0006】

この逆潮流停止（売電停止）は、売電によって本来得ることができる利益をユーザが得ることができず、経済的な損失となる。

【0007】

本発明は、上記事由に鑑みてなされており、その目的は、系統電圧が電圧逸脱状態となることを抑制して、逆潮流停止の発生を抑えることができる電力管理システム、電力管理方法、およびプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の電力管理システムは、電力系統から供給される商用電力、および分散電源の発電電力を負荷へ供給し、前記発電電力を前記電力系統に逆潮流させる逆潮流動作が可能に構成され、前記電力系統の系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生した場合に前記逆潮流動作が停止する配電システムに用いられる電力管理システムであって、前記系統電圧のデータを取得するデータ取得部と、少なくとも前記データ取得部が取得した系統電圧に基づいて、前記電圧逸脱状態の発生リスクに応じた複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定するレベル設定部と、設定されたリスクレベルに応じて機器を制御する制御信号を送信するリスク管理部とを備えることを特徴とする。

【0009】

10

20

30

40

50

本発明の電力管理方法は、電力系統から供給される商用電力、および分散電源の発電電力を負荷へ供給し、前記発電電力を前記電力系統に逆潮流させる逆潮流動作が可能に構成され、前記電力系統の系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生した場合に前記逆潮流動作が停止する配電システムに用いられる電力管理方法であって、前記系統電圧のデータを取得するデータ取得ステップと、少なくとも取得した系統電圧に基づいて、前記電圧逸脱状態の発生リスクに応じた複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定するレベル設定ステップと、設定されたリスクレベルに応じて機器を制御する制御信号を送信するリスク管理ステップとを備えることを特徴とする。

【0010】

本発明のプログラムは、電力系統から供給される商用電力、および分散電源の発電電力を負荷へ供給し、前記発電電力を前記電力系統に逆潮流させる逆潮流動作が可能に構成され、前記電力系統の系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生した場合に前記逆潮流動作が停止する配電システムに用いられるプログラムであって、コンピュータを、前記系統電圧のデータを取得するデータ取得部と、少なくとも前記データ取得部が取得した系統電圧に基づいて、前記電圧逸脱状態の発生リスクに応じた複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定するレベル設定部と、設定されたリスクレベルに応じて機器を制御する制御信号を送信するリスク管理部として機能させることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0011】

以上説明したように、本発明では、系統電圧が電圧逸脱状態となることを抑制して、逆潮流停止の発生を抑えることができるという効果がある。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態1の電力管理システムが用いられる配電システムの構成を示すブロック図である。

【図2】実施形態1の系統電圧の制御例を示す波形図である。

【図3】実施形態1の変形例の電力管理装置を示すブロック図である。

【図4】実施形態2の電力管理システムが用いられる配電システムの構成を示すブロック図である。

【図5】実施形態2の動作を示すフローチャートである。

30

【図6】実施形態2の別の動作を示すフローチャートである。

【図7】実施形態2の第1変形例の電力管理装置を示すブロック図である。

【図8】実施形態2の第2変形例の電力管理装置を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0014】

(実施形態1)

図1は、配電システムの全体構成を示す。配電システムは、電力管理装置1、分電盤2、電力変換装置3、太陽電池4、蓄電装置5、情報端末6を主構成として備えて、負荷7へ電力を供給している。なお、図1において、構成要素間の実線は電力経路を示し、構成要素間の破線は通信経路を示す。また、本実施形態では戸建ての住戸に配電システムを適用した形態について説明するが、集合住宅や事業所などの需要家施設に配電システムを適用してもよいことは言うまでもない。

40

【0015】

分電盤2は、商用電源8から電力系統L1を介して交流電力(商用電力)を供給され、電力変換装置3から交流電力を供給される。そして、分電盤2は、主幹ブレーカおよび複数の分岐ブレーカ、開閉器等からなる分岐部21を盤内に備えている。分電盤2は、複数の分岐ブレーカのそれぞれの負荷側にて分岐した複数系統の分岐回路L2を介して負荷7に交流電力を供給する。なお、図1の負荷7は、分岐回路にそれぞれ接続された照明装

50

置、空調装置、情報機器などの電気機器である。

【0016】

また、分電盤2は、電圧計測部22を盤内に備えている。電圧計測部22は、電力系統L1の系統電圧を計測して、系統電圧の計測データを生成する。電圧計測部22は、定期的に計測データを生成しており、例えば1分間隔で計測データを生成する。この電圧計測部22は、分電盤2内の主幹ブレーカに付設されていることが好ましいが、分電盤2の外部に設けられる構成であってもよい。

【0017】

また、分電盤2は、宅内通信部23を備えている。宅内通信部23は、電力管理装置1、電力変換装置3との間で通信を行う通信インタフェースとして機能する。

10

【0018】

さらに、分電盤2は、電力計測部24を備えている。電力計測部24は、分電盤2内の各部の電流を計測することで、後述の総需要電力、逆潮流電力などの各電力の計測データを生成することができる。電力計測部24は、定期的に計測データを生成しており、例えば1分間隔で計測データを生成する。そして、電力計測部24は、宅内通信部23を介して、電力の計測データを電力管理装置1へ定期的送信する。

【0019】

電力変換装置3は、宅内通信部31、第1電力変換部32、制御部33を備える。宅内通信部31は、電力管理装置1、分電盤2および蓄電装置5との間で通信を行う通信インタフェースとして機能する。

20

【0020】

第1電力変換部32は、太陽電池4から出力される直流電力を交流電力(発電電力)に変換して、分電盤2を通して電力系統L1に供給する。第1電力変換部32は、電力系統L1との系統連系が可能となるように、出力する発電電力の周波数および出力電圧を調節する機能を有している。電力系統L1に供給された発電電力は、分電盤2から分岐回路L2を通過して負荷7へ供給される。負荷7で消費されない余剰電力は、電力系統L1を通過して逆潮流して売電されるか、あるいは蓄電装置5で後述の蓄電池53の充電に用いられる。

【0021】

制御部33は、宅内通信部31、第1電力変換部32の各動作を制御する。例えば、制御部33は、第1電力変換部32の動作を制御して、第1電力変換部32が出力する発電電力を増減させることができる。さらに、制御部33は、蓄電池53の充電率(SOC: State Of Charge)、充電電力、放電電力の各計測データを蓄電装置5から取得することができる。そして、制御部33は、発電電力、充電電力、放電電力、充電率の各計測データを、宅内通信部31から分電盤2を経由して電力管理装置1へ送信することもできる。

30

【0022】

なお、本実施形態において、第1電力変換部32と太陽電池4とで、太陽光発電装置40を構成している。

【0023】

蓄電装置5は、宅内通信部51、第2電力変換部52、蓄電池53を備える。宅内通信部51は、電力変換装置3との間で通信を行う通信インタフェースとして機能する。

40

【0024】

第2電力変換部52は、蓄電池53の充電および放電を行う機能を有している。具体的に、第2電力変換部52は、分電盤2から供給される商用電力、太陽光発電装置40の発電電力を直流電力に変換して、蓄電池53を充電する。また、第2電力変換部52は、蓄電池53から供給される直流電力を交流電力(放電電力)に変換して電力変換装置3を経由して分電盤2へ供給し、蓄電池53を放電させる。放電電力は、分電盤2を通過して電力系統L1に供給され、分電盤2から分岐回路L2を通過して負荷7へ供給される。さらに、第2電力変換部52は、電力系統L1との系統連系が可能となるように、出力する放電電力の周波数および出力電圧を調節する機能を有している。

【0025】

50

なお、第2電力変換部52は電力変換装置3に内蔵されて、電力変換装置3が蓄電池53の充放電を行う構成であってもよい。

【0026】

すなわち、太陽光発電装置40の発電電力は、負荷7で消費される需要電力、蓄電池53を充電する充電電力、電力系統L1へ逆潮流する逆潮流電力のいずれかに用いられる。さらに、蓄電装置5の放電電力は、需要電力に用いられる。

【0027】

電力管理装置1は、本実施形態の電力管理システムを構成している。なお、電力管理システムは、1台の電力管理装置1で構成される形態以外に、需要家施設内の複数の装置で構成される形態、ネットワーク上のサーバで構成される形態、クラウドコンピュータシステムで構成される形態などがある。

10

【0028】

ここでは、電力管理装置1は、HEMS(Home Energy Management System)のコントローラであることが望ましい。この電力管理装置1は、機器と通信することにより、機器の動作状態を監視し、また機器の動作状態を制御することが可能である。ここでの機器は、負荷7だけでなく、電力変換装置3、蓄電装置5、情報端末6も含まれる。つまり、機器は、電力管理装置1と通信することにより、電力管理装置1に動作状態を送信し、電力管理装置1からの指示を受信する。

【0029】

情報端末6には、パーソナルコンピュータ、タブレット端末、スマートフォン、携帯電話、専用端末などからいずれかが用いられ、電力管理装置1との間で通信して、各種情報の表示、音声出力が可能な端末である。

20

【0030】

上述のような配電システムが、多数の需要家施設のそれぞれで用いられて、多数の需要家施設のそれぞれから発電電力を逆潮流させると、電力系統L1の系統電圧が上昇して、電力系統L1が不安定となる可能性がある。そこで、配電システムでは、系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生すると、逆潮流(売電)を停止してしまう。この上限電圧は、法規によって決められた値であり、本実施形態では107Vとする。なお、上限電圧の具体的な値は、107Vに限定されるものではない。

【0031】

具体的に、電力変換装置3の制御部33は、系統電圧の計測データを分電盤2から取得する。そして、制御部33は、系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生すると、逆潮流電力が発生しないように発電電力を調整する。すなわち、発電電力が総需要電力(負荷7のそれぞれで消費される需要電力の合計)以下となるように発電電力が調整される。逆潮流電力の計測データは、例えば分電盤2の電力計測部24で生成される。制御部33は、この逆潮流電力の計測データを電力計測部24から取得して用いる。

30

【0032】

しかしながら、この逆潮流停止(売電停止)は、売電によって本来得ることができ利益をユーザが得ることができず、経済的な損失となる。

【0033】

そこで、本実施形態では、電力管理装置1によって、以下の電力管理制御を行う。

40

【0034】

電力管理装置1は、宅内通信部11、データ取得部12、基準情報記憶部13、レベル設定部14、リスク管理部15、データ記憶部16を備える。

【0035】

宅内通信部11は、電力変換装置3との間で通信を行う通信インタフェースとして機能する。

【0036】

なお、電力管理装置1、分電盤2、電力変換装置3、蓄電装置5の各間の通信方式は、電波を伝送媒体とする無線通信、電力線あるいは専用線を伝送媒体とする有線通信などが

50

ら選択される。無線通信の仕様は、無線LAN (Local Area Network)、特定小電力無線局、Bluetooth (登録商標) などから適宜に選択され、有線通信の仕様は、電力線搬送通信、有線LAN などから適宜に選択される。この通信における上位層の通信プロトコルには、例えば、ECHONET Lite (登録商標) の規格などが用いられるが、具体的な通信プロトコルは限定されない。

【0037】

データ取得部12は、系統電圧の計測データを分電盤2から定期的を取得しており、例えば1分間隔で計測データを取得する。データ取得部12が取得した系統電圧の計測データは、データ記憶部16に格納される。すなわち、データ記憶部16には、系統電圧の履歴が記憶されている。

10

【0038】

さらに、データ取得部12は、総需要電力、逆潮流電力などの各電力の計測データを分電盤2から定期的を取得し、さらに電力変換装置3から、発電電力、充電電力、放電電力、充電率の各計測データを定期的を取得している。各電力の計測データは、データ記憶部16に格納される。すなわち、データ記憶部16には、総需要電力、逆潮流電力、発電電力、充電電力、放電電力、充電率などの各履歴も記憶されている。

【0039】

レベル設定部14は、データ取得部12が取得した系統電圧を、基準情報記憶部13に格納されている基準情報と照合して、リスクレベルを設定する。ここで、リスクレベルとは、電圧逸脱状態が発生するリスク(可能性)のレベルであり、本実施形態ではリスクレベル「0」、「1」、「2」、「3」の4段階としている。基準情報は、4つのリスクレベルのそれぞれに系統電圧を対応付けている。表1は、基準情報のテーブル構造の一例を示す。

20

【0040】

【表1】

系統電圧 (V)	リスクレベル
94~95	0
95~96	0
...	...
102~103	1
103~104	1
104~105	2
105~106	2
106~107	3
107~	売電停止

30

【0041】

この基準情報では、系統電圧が102V未満である場合のリスクレベルは「0」であり、電圧逸脱状態が発生するリスクはない。系統電圧が102V以上且つ104V未満である場合、リスクレベル「1」(第1レベル)である。系統電圧が104V以上且つ106V未満である場合、リスクレベル「2」(第2レベル)である。系統電圧が106V以上且つ107V未満である場合、リスクレベル「3」(第3レベル)である。リスクレベル「1」では、電圧逸脱状態が発生するリスクが低レベルであり、リスクレベル「2」では、電圧逸脱状態が発生するリスクが中レベルであり、リスクレベル「3」では、電圧逸脱状態が発生するリスクが高レベルである。また、系統電圧が107V以上になった場合、配電システムは売電停止となる。

40

【0042】

すなわち、レベル設定部14は、データ取得部12が取得した系統電圧に基づいて、電圧逸脱状態のリスクレベルを定期的(例えば1分毎)に設定する。なお、複数のリスクレベルのそれぞれに対応する系統電圧の範囲は、ユーザの操作などによって変更することが

50

できる。

【 0 0 4 3 】

リスク管理部 1 5 は、レベル設定部 1 4 によって設定されたリスクレベルに応じて機器を制御する制御信号を生成して、宅内通信部 1 1 を介して送信する。

【 0 0 4 4 】

具体的に、リスク管理部 1 5 は、リスクレベルが「 0 」である場合、電圧逸脱状態が発生するリスクはないと判断して、制御信号の生成処理は実行しない。

【 0 0 4 5 】

また、リスク管理部 1 5 は、リスクレベルが「 1 」である場合、電圧逸脱状態が発生するリスクが低レベルであると判断して、電圧逸脱状態の注意情報を通知する通知信号（第 1 制御信号）を、情報端末 6 へ送信する。この通知信号は、例えば「系統電圧が逸脱する可能性があります」という注意情報のメッセージを表示させる画像データ、メッセージの音声データなどである。

10

【 0 0 4 6 】

この通知信号を受信した情報端末 6 は、注意情報を表示し、必要であれば音声出力も行う。ユーザは、注意情報によって、電圧逸脱状態を抑制するための対策を講じることができる。例えば、ユーザの手動操作によって電力変換装置 3 の制御部 3 3 に指示することによって、蓄電池 5 3 の充電を開始することができる。この場合、太陽光発電装置 4 0 の発電電力は充電電力に用いられるので、逆潮流電力を減らして、系統電圧の上昇を抑えることで、電圧逸脱状態のリスクを減らすことができる。また、分電盤 2 から供給される商用電力が充電に用いられる場合も、電力系統 L 1 から見た需要が増えることになるので、系統電圧の上昇が抑えられて、電圧逸脱状態のリスクを減らすことができる。

20

【 0 0 4 7 】

また、リスク管理部 1 5 は、リスクレベルが「 2 」である場合、電圧逸脱状態が発生するリスクが中レベルであると判断して、蓄電池 5 3 の充電操作をユーザに要求する要求信号（第 2 制御信号）を、情報端末 6 へ送信する。この要求信号は、例えば「系統電圧が逸脱します。蓄電池の充電制御を行ってください」というアドバイス情報のメッセージを表示させる画像データ、メッセージの音声データなどである。

【 0 0 4 8 】

この要求信号を受信した情報端末 6 は、アドバイス情報を表示し、必要であれば音声出力も行う。ユーザは、アドバイス情報によって、電圧逸脱状態を抑制するための具体的な対策を知ることができる。したがって、専門的な知識のないユーザであっても、電圧逸脱状態のリスクを減らすための具体的な対策を実行することができる。

30

【 0 0 4 9 】

また、リスク管理部 1 5 は、リスクレベルが「 3 」である場合、電圧逸脱状態が発生するリスクが高レベルであると判断する。そして、リスク管理部 1 5 は、蓄電池 5 3 を充電する充電動作の実行を蓄電装置 5 に指示するための充電制御信号（第 3 制御信号）を、電力変換装置 3 へ送信する。電力変換装置 3 では、制御部 3 3 が、蓄電装置 5 に対して充電制御の実行を指示する。

【 0 0 5 0 】

充電制御の実行を指示された蓄電装置 5 では、第 2 電力変換部 5 2 が、蓄電池 5 3 の充電を開始する。したがって、ユーザが手動操作をしなくても、蓄電池 5 3 の充電動作が自動で実行されるので、電圧逸脱状態を自動で抑制することができる。

40

【 0 0 5 1 】

また、リスク管理部 1 5 は、リスクレベルが「 3 」である場合、蓄電池 5 3 の充電を自動で行う旨をユーザに通知する通知信号を、情報端末 6 へ送信する。この通知信号は、例えば「系統電圧が逸脱するため、蓄電池を充電制御します」というメッセージを表示させる画像データ、メッセージの音声データなどである。

【 0 0 5 2 】

この通知信号を受信した情報端末 6 は、メッセージを表示し、必要であれば音声出力も

50

行う。ユーザは、蓄電池 53 の充電制御が自動的に実行されることを知ることができる。

【0053】

また、リスク管理部 15 は、リスクレベルが「3」である場合、系統電圧の大きさに基づく蓄電池 53 の充電レートの情報を充電制御信号に付加することもできる。具体的に、リスク管理部 15 は、データ取得部 12 が取得した系統電圧から、予め決められた中心電圧（例えば、101V）を引いた値である電圧差を用いる。リスク管理部 15 は、電圧差が正である場合（すなわち、系統電圧が中心電圧より高い場合）、電圧差が大きいほど充電レートを高くし、電圧差が小さいほど充電レートを低くする。

【0054】

そして、リスク管理部 15 は、この充電レートの情報を付加した充電制御信号を電力変換装置 3 へ送信する。電力変換装置 3 の制御部 33 は、リスク管理部 15 から指示された充電レートによる充電制御の実行を、蓄電装置 5 に対して指示する。充電制御の実行を指示された蓄電装置 5 では、第 2 電力変換部 52 が、指示された充電レートで蓄電池 53 の充電を開始する。したがって、電圧差に応じた適切な充電レートで充電制御が行われるので、電力管理装置 1 は、充電制御による系統電圧の発振を抑えることができる。

10

【0055】

また、リスク管理部 15 は、電圧差が負である場合（すなわち、系統電圧が中心電圧より低い場合）、蓄電池 53 を放電する放電動作の実行を蓄電装置 5 に指示するための放電制御信号を、電力変換装置 3 へ送信してもよい。電力変換装置 3 では、制御部 33 が、蓄電装置 5 に対して放電制御の実行を指示する。放電制御の実行を指示された蓄電装置 5 では、第 2 電力変換部 52 が、蓄電池 53 の放電を開始する。

20

【0056】

したがって、電力の需要が増えて需給逼迫状態となり、系統電圧が低下した場合には、蓄電池 53 を放電させて放電電力を負荷 7 へ供給することができるので、需給逼迫状態を抑制して、系統電圧の低下を抑えることができる。

【0057】

さらに、リスク管理部 15 は、電圧差が負である場合、電圧差が大きいほど放電レートを高くし、電圧差が小さいほど放電レートを低くしてもよい。この場合、リスク管理部 15 は、この放電レートの情報を付加した放電制御信号を電力変換装置 3 へ送信する。電力変換装置 3 の制御部 33 は、リスク管理部 15 から指示された放電レートによる放電制御の実行を、蓄電装置 5 に対して指示する。放電制御の実行を指示された蓄電装置 5 では、第 2 電力変換部 52 が、指示された放電レートで蓄電池 53 の放電を開始する。したがって、電圧差に応じた適切な放電レートで放電制御が行われるので、電力管理装置 1 は、放電制御による系統電圧の発振を抑えることができる。

30

【0058】

図 2 は、上述の充電制御および放電制御が行われた場合の系統電圧の制御例であり、系統電圧が徐々に中心電圧 101V に近付いており、系統電圧の発振を抑えて安定化が図られている。

【0059】

また、電力管理装置 1 のリスク管理部 15 は、リスクレベルが「3」である場合、蓄電池 53 の充電制御以外に、需要電力が増大する方向に負荷 7 の動作を制御することもできる。リスク管理部 15 は、負荷 7 に対して制御信号を送信する。この場合、太陽光発電装置 40 の発電電力は負荷 7 の需要電力に用いられるので、逆潮流電力を減らして、系統電圧の上昇を抑えることで、電圧逸脱状態のリスクを減らすことができる。また、分電盤 2 から供給される商用電力が負荷 7 の需要電力に用いられる場合も、電力系統 L1 から見た需要が増えることになるので、系統電圧の上昇が抑えられて、電圧逸脱状態のリスクを減らすことができる。

40

【0060】

次に、本実施形態の変形例について説明する。第 1 変形例において、電力管理装置 1 は、図 3 に示すように、停止期間検出部 17、抑制電力推定部 18、損失導出部 19 をさら

50

に備える。

【 0 0 6 1 】

電力管理装置 1 は、系統電圧を監視し、電圧逸脱状態のリスクレベルに応じて機器制御を行うが、機器制御を実行しても系統電圧が逸脱し、売電停止状態になる場合がある。そこで、本実施形態では、売電停止状態になった場合、この売電停止による損失をユーザに通知する。

【 0 0 6 2 】

具体的に、電圧逸脱状態となって、売電停止状態になったとする。この場合、電力変換装置 3 の制御部 3 3 は、売電停止状態になったことを分電盤 2 経由で電力管理装置 1 へ通知する。電力管理装置 1 の停止期間検出部 1 7 は、売電停止状態の開始時刻（売電停止時刻）を記憶する。その後、電圧逸脱状態が解除されて、売電が再開されたとする。この場合、電力変換装置 3 の制御部 3 3 は、売電を再開したことを分電盤 2 経由で電力管理装置 1 へ通知する。停止期間検出部 1 7 は、売電停止状態の終了時刻（売電再開時刻）を記憶する。

【 0 0 6 3 】

そして、抑制電力推定部 1 8 は、売電停止時刻の直前における発電電力および総需要電力をデータ記憶部 1 6 から読み出し、この読み出した発電電力から総需要電力を引いた値を、売電停止時刻の抑制電力とする。この抑制電力は、売電停止時刻（またはその直後）に電力変換装置 3 によって抑制された発電電力とみなすことができる。

【 0 0 6 4 】

また、抑制電力推定部 1 8 は、売電再開時刻の直後における発電電力および総需要電力をデータ記憶部 1 6 から読み出し、この読み出した発電電力から総需要電力を引いた値を、売電再開時刻の抑制電力とする。この抑制電力は、売電再開時刻（またはその直前）に電力変換装置 3 によって抑制された発電電力とみなすことができる。

【 0 0 6 5 】

抑制電力推定部 1 8 は、売電停止時刻における抑制電力と売電再開時刻における抑制電力との平均値（抑制電力平均値）を求める。さらに、抑制電力推定部 1 8 は、売電停止時刻と売電開始時刻との差を、売電停止期間の時間長さとして求める。そして、抑制電力推定部 1 8 は、抑制電力平均値を売電停止期間の時間長さで積分することで、売電停止期間中の抑制電力量を求める。

【 0 0 6 6 】

損失導出部 1 9 は、電力料金単価の情報を予め保持しており、売電停止期間中の抑制電力量と、電力料金単価の情報とから、売電停止状態による損失金額を求める。そして、損失導出部 1 9 は、損失金額、抑制電力量、売電停止期間の各情報を通知する通知信号を、情報端末 6 へ送信する。

【 0 0 6 7 】

この通知信号を受信した情報端末 6 は、損失金額、抑制電力量、売電停止期間の各情報を表示し、必要であれば音声出力も行う。ユーザは、売電停止による損失を知ることができる。

【 0 0 6 8 】

すなわち、上述の電力管理システム（電力管理装置 1）は、配電システムに用いられる。配電システムは、電力系統 L 1 から供給される商用電力、および分散電源（太陽光発電装置 4 0）の発電電力を负荷 7 へ供給し、発電電力を電力系統 L 1 に逆潮流させる逆潮流動作が可能に構成されている。さらに、配電システムでは、電力系統 L 1 の系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生した場合に逆潮流動作が停止する。

【 0 0 6 9 】

そして、電力管理システムは、データ取得部 1 2 と、レベル設定部 1 4 と、リスク管理部 1 5 とを備える。データ取得部 1 2 は、系統電圧のデータを取得する。レベル設定部 1 4 は、少なくともデータ取得部 1 2 が取得した系統電圧に基づいて、電圧逸脱状態の発生リスクに応じた複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定する。リスク管

10

20

30

40

50

理部 15 は、設定されたリスクレベルに応じて機器（例えば、情報端末 6、電力変換装置 3、蓄電装置 5 など）を制御する制御信号を送信する。

【0070】

したがって、電力管理システムは、電圧逸脱状態の発生リスクに応じて、注意、アドバイスなどをユーザへ通知して、ユーザの手動操作によって電圧逸脱状態を抑制する対策を行うことができる。また、電力管理システムは、機器を自動制御することによって、電圧逸脱状態を抑制する対策を自動で行うこともできる。すなわち、電力管理システムは、系統電圧が電圧逸脱状態となることを抑制して、逆潮流停止の発生を抑えることができる。この結果、逆潮流停止によるユーザの経済的な損失を減らすことができる。

【0071】

また、レベル設定部 14 は、データ取得部 12 が取得した系統電圧の大きさに応じて、複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定することが好ましい。

【0072】

この場合、電力管理システムは、系統電圧の大きさに応じて電圧逸脱状態の発生リスクを設定でき、発生リスクの設定処理を簡易化できる。

【0073】

また、リスク管理部 15 は、設定されたリスクレベルが所定レベル（リスクレベル「1」）になった場合、電圧逸脱状態の注意情報を機器（情報端末 6）から通知させる制御信号を送信することが好ましい。

【0074】

この場合、ユーザは、注意情報によって、電圧逸脱状態を抑制するための対策を講じることができるので、電圧逸脱状態を抑制することができる。

【0075】

また、配電システムは、蓄電装置 5 から負荷 7 へ電力を供給し、商用電力および分散電源の発電電力を蓄電装置 5 が備える蓄電池 53 に充電する充電動作がさらに可能に構成されている。そして、リスク管理部 15 は、設定されたリスクレベルが所定レベル（リスクレベル「2」）になった場合、蓄電池 53 の充電操作をユーザに要求する動作を機器（情報端末 6）に実行させる制御信号を送信することが好ましい。

【0076】

この場合、ユーザは、アドバイス情報によって、電圧逸脱状態を抑制するための具体的な対策を知ることができる。したがって、専門的な知識のないユーザであっても、電圧逸脱状態のリスクを減らすための具体的な対策を実行することができるので、電圧逸脱状態を抑制することができる。

【0077】

また、配電システムは、蓄電装置 5 から負荷 7 へ電力を供給し、商用電力および分散電源の発電電力を蓄電装置 5 が備える蓄電池 53 に充電する充電動作がさらに可能に構成されている。そして、リスク管理部 15 は、設定されたリスクレベルが所定レベル（リスクレベル「3」）になった場合、充電動作の実行を蓄電装置 5 に指示するための制御信号を送信することが好ましい。

【0078】

この場合、電圧逸脱状態を自動で抑制することができる。

【0079】

また、リスク管理部 15 は、設定されたリスクレベルが所定レベル（リスクレベル「3」）になった場合、データ取得部 12 が取得した系統電圧の大きさに基づく蓄電池 53 の充電レートの情報を制御信号に付加することが好ましい。

【0080】

この場合、電力管理システムは、充電制御による系統電圧の発振を抑えることができる。

【0081】

また、配電システムは、蓄電装置 5 から負荷 7 へ電力を供給し、商用電力および分散電

10

20

30

40

50

源の発電電力を蓄電装置 5 が備える蓄電池 5 3 に充電する充電動作がさらに可能に構成されており、電力管理システム（電力管理装置 1）は、以下の動作を行うことが好ましい。リスク管理部 1 5 は、設定されたリスクレベルが第 1 レベル（リスクレベル「1」）になった場合、電圧逸脱状態の注意情報を機器（情報端末 6）から通知させる第 1 制御信号を送信する。また、リスク管理部 1 5 は、設定されたリスクレベルが第 1 レベルより高い第 2 レベル（リスクレベル「1」）になった場合、蓄電池 5 3 の充電操作をユーザに要求する動作を機器（情報端末 6）に実行させる第 2 制御信号を送信する。また、リスク管理部 1 5 は、設定されたリスクレベルが第 2 レベルより高い第 3 レベル（リスクレベル「3」）になった場合、充電動作の実行を蓄電装置 5 3 に指示するための第 3 制御信号を送信する。

10

【0082】

この場合、リスクレベルを 3 段階に分けて、リスクレベル毎に異なる制御信号を送信するので、各リスクレベルに適した機器制御を行うことができる。

【0083】

また、配電システムにおいて、逆潮流動作によって電力系統 L 1 に逆潮流した電力は売電され、電圧逸脱状態が発生したことによって逆潮流動作が停止した場合、逆潮流動作が停止した期間における発電電力は、負荷 7 が消費する総需要電力以下となるように調整される。そして、電力監視システムは、逆潮流動作が停止した場合に抑制された発電電力である抑制電力を推定する抑制電力推定部 1 8 と、抑制電力による損失に関する損失データを作成し、損失データを送信する損失導出部 1 9 とをさらに備えることが好ましい。

20

【0084】

この場合、ユーザは、売電停止による損失を知ることができる。

【0085】

また、分散電源は、太陽光発電装置 4 0 であることが好ましい。

【0086】

この場合、太陽光発電装置 4 0 の発電電力を売電する場合に、系統電圧が電圧逸脱状態となることを抑制して、逆潮流停止の発生を抑えることができる。

【0087】

（実施形態 2）

本実施形態の電力管理装置 1 A を用いた配電システムの構成を図 4 に示す。なお、実施形態 1 と同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

30

【0088】

電力管理装置 1 A は、付加情報取得部 1 0 1、履歴記憶部 1 0 2、逸脱検知部 1 0 3、学習部 1 0 4 をさらに備える。

【0089】

付加情報取得部 1 0 1 は、ルータなどを經由して外部のインターネットなどの広域ネットワークに接続し、広域ネットワーク上のサーバから、需要家施設が属する地域の天気情報、気温情報を取得する。さらに、電力管理装置 1 A には、カレンダー機能が備えられており、付加情報取得部 1 0 1 は、月情報、日情報、および曜日情報も取得することができる。なお、月日情報および曜日情報は、データ取得部 1 2 が系統電圧を取得したときの日の属性情報に相当し、この属性情報には、祝日、連休などの情報も含まれてもよい。

40

【0090】

履歴記憶部 1 0 2 には、付加情報取得部 1 0 1 が取得した付加情報（天気情報、気温情報、月情報、曜日情報）の履歴が格納されている。

【0091】

そして、本実施形態においては、表 2 に示す基準情報が基準情報記憶部 1 3 に格納されている。本実施形態の基準情報は、3 つのリスクレベルのそれぞれに系統電圧および付加情報に対応付けており、表 2 は、基準情報のテーブル構造を示す。表 2 に一例を示す基準情報では、付加情報として、月、天気、気温、時刻、曜日が含まれている。

【0092】

50

【表 2】

月	リスクレベル	系統電圧 (V)	天気	気温 (°C)	時刻	曜日
6月	1	96~97	曇り	26.5	10:00	火曜日
	2	100~101	晴れ	26~27	12:30	水曜日
		100~103	晴れ	26.5	11:00	火曜日
	3	103~104	晴れ	27.5~28.0	13:30	土曜日
		105~106	晴れ	28.5	12:00	火曜日
7月						

10

【0093】

以下、図5のフローチャートを用いて説明する。

【0094】

まず、データ取得部12は、分電盤2から、系統電圧の計測データを取得する(S1)。付加情報取得部101は、付加情報を取得する(S2)。

【0095】

そして、レベル設定部14は、データ取得部12が取得した系統電圧、および付加情報取得部101が取得した付加情報(すなわち、現在の系統電圧、付加情報)を、基準情報記憶部13に格納されている基準情報と照合する(S3)。なお、レベル設定部14は、表2に示す月、天気、気温、時刻、曜日の全ての付加情報を照合に用いる必要はなく、本実施形態では、天気、気温、曜日の各付加情報を照合に用いる。

20

【0096】

レベル設定部14は、現在の系統電圧および付加情報に一致する基準情報のレコード(表2における基準情報テーブルの各行を1つのレコードとする)があれば、このレコード内のリスクレベルを設定する(S4)。

【0097】

リスク管理部15は、レベル設定部14によって設定されたリスクレベルが「1」であるか否かを判断する(S5)。そして、リスク管理部15は、設定されたリスクレベルが「1」であれば、電圧逸脱状態が発生するリスクが低レベルであると判断して、電圧逸脱状態の注意情報を通知する通知信号(第1制御信号)を、情報端末6へ送信する(S6)。

30

【0098】

設定されたリスクレベルが「1」でなければ、リスク管理部15は、レベル設定部14によって設定されたリスクレベルが「2」であるか否かを判断する(S7)。そして、リスク管理部15は、設定されたリスクレベルが「2」であれば、電圧逸脱状態が発生するリスクが中レベルであると判断して、蓄電池53の充電操作をユーザに要求する要求信号(第2制御信号)を、情報端末6へ送信する(S8)。この要求信号は、例えば「2時間後に系統電圧が逸脱します。蓄電池の充電制御を行ってください。」というアドバイス情報のメッセージを表示させる画像データ、メッセージの音声データなどである。

40

【0099】

設定されたリスクレベルが「2」でなければ、リスク管理部15は、レベル設定部14によって設定されたリスクレベルが「3」であり、電圧逸脱状態が発生するリスクが高レベルであると判断する。そして、リスク管理部15は、蓄電池53を充電する充電動作の実行を蓄電装置5に指示するための充電制御信号(第3制御信号)を、電力変換装置3へ送信する(S9)。電力変換装置3では、制御部33が、蓄電装置5に対して充電制御の実行を指示する。

【0100】

また、リスク管理部15は、リスクレベルが「3」である場合、蓄電池53の充電を自動で行う旨をユーザに通知する通知信号を、情報端末6へ送信する。この通知信号は、例

50

えば「1時間後に系統電圧が逸脱します。蓄電池を充電制御します。」というメッセージを表示させる画像データ、メッセージの音声データなどである。

【0101】

したがって、電圧逸脱状態のリスクがある場合、そのリスクレベルに応じて、情報端末6からメッセージを通知させたり、蓄電池53の充電制御を自動で行うことによって、系統電圧の上昇が抑えられて、電圧逸脱状態のリスクを減らすことができる。

【0102】

本実施形態の基準情報は、基準情報記憶部13に予め記憶された基準情報を用いることができるが、以下の学習機能によって、基準情報のレコードが追加される構成であってもよい。

【0103】

具体的に、電力管理装置1Aは、系統電圧を監視し、電圧逸脱状態のリスクレベルに応じて機器制御を行うが、機器制御を実行しても系統電圧が逸脱し、売電停止状態になる場合がある。そこで、本実施形態では、電圧逸脱状態が発生した時点から1時間前、2時間前、3時間前のそれぞれの系統電圧および付加情報を、基準情報に追加することができる。

【0104】

まず、逸脱検知部103は、データ取得部12が取得した系統電圧が上限電圧（例えば107V）を上回ると、電圧逸脱状態が発生したことを検知する。

【0105】

そして、学習部104は、電圧逸脱状態が発生した時点から3時間前の系統電圧をデータ記憶部16から読み出し、さらに電圧逸脱状態が発生した時点から3時間前の付加情報を履歴記憶部102から読み出す。学習部104は、この3時間前の系統電圧および付加情報の組み合わせを、リスクレベル「1」に対応する基準情報の新たなレコードとして基準情報記憶部13に書き込む。

【0106】

また、学習部104は、電圧逸脱状態が発生した時点から2時間前の系統電圧をデータ記憶部16から読み出し、さらに電圧逸脱状態が発生した時点から2時間前の付加情報を履歴記憶部102から読み出す。学習部104は、この2時間前の系統電圧および付加情報の組み合わせを、リスクレベル「2」に対応する基準情報の新たなレコードとして基準

【0107】

また、学習部104は、電圧逸脱状態が発生した時点から1時間前の系統電圧をデータ記憶部16から読み出し、さらに電圧逸脱状態が発生した時点から1時間前の付加情報を履歴記憶部102から読み出す。学習部104は、この1時間前の系統電圧および付加情報の組み合わせを、リスクレベル「3」に対応する基準情報の新たなレコードとして基準

【0108】

したがって、電圧逸脱状態が実際に発生した場合に上述の学習機能を実行して、新たな基準情報のレコードを作成するので、電力管理装置1Aは、電圧逸脱状態のリスクレベルを高精度に判断可能な基準情報を用いることができる。したがって、電力管理装置1Aは、電圧逸脱状態のリスクレベルを精度よく設定することができる。

【0109】

また、学習部104は、系統電圧が上限電圧を上回っていなくても、系統電圧が上限電圧近傍の準上限電圧（例えば、106V）に達した場合、この時点から1時間前、2時間前、3時間前のそれぞれの系統電圧および付加情報を読み出してもよい。この場合、学習部104は、読み出した系統電圧および付加情報を用いることで、基準情報を変更、追加することができる。なお、この準上限電圧は、ユーザの操作などによって変更することができる。

【0110】

10

20

30

40

50

また、レベル設定部 14 は、図 5 のフローチャートにおけるステップ S 3 の照合処理において、取得した系統電圧および付加情報（現在の系統電圧および付加情報）に一致する基準情報のレコードがない場合、図 6 のステップ S 11 の動作を実行してもよい。なお、付加情報として、天気情報、気温情報を用いる。

【0111】

具体的に、レベル設定部 14 は、ステップ S 3 の照合処理において、現在の系統電圧が基準情報のいずれかのレコードに一致するが、付加情報（天気情報、気温情報）がその基準情報に一致しないとする。

【0112】

この場合、レベル設定部 14 は、現在の天気、気温に基づいて、以下の拡張条件が成立するか否かを判断する（S 11）。天気、気温のそれぞれの状態に応じてサブリスク値を予め設定しておき、現在の天気、気温のサブリスク値の合計が所定値以上であれば、拡張条件が成立したと判断される。レベル設定部 14 は、拡張条件が成立したと判断すると、リスクレベルを最低レベルである「1」に設定する。

10

【0113】

天気は、例えば晴れ、晴れのち（時々）曇り、曇り、曇りのち（時々）雨、雨、雪に分類される。サブリスク値は、晴れ「6」、晴れのち（時々）曇り「5」、曇り「4」、曇りのち（時々）雨「3」、雨「2」、雪「1」となる。すなわち、日射量が多くて、太陽光発電装置 40 の発電電力が多いほど、サブリスク値は高くなる。

【0114】

20

また、気温は、例えば 30 以上、20 以上 30 未満、10 以上 20 未満、0 以上 10 未満、0 未満に分類される。サブリスク値は、30 以上「5」、20 以上 30 未満「4」、10 以上 20 未満「3」、0 以上 10 未満「2」、0 未満「1」となる。すなわち、気温が高いほど日射量が多く、太陽光発電装置 40 の発電電力が増大すると推測されるので、サブリスク値は高くなる。なお、気温のサブリスク値は、太陽電池 4 の表面温度を考慮した値に設定されてもよい。

【0115】

この場合、レベル設定部 14 は、現在の天気、気温のサブリスク値の合計が「5」以上であれば、リスクレベルを最低レベルである「1」に設定する。

【0116】

30

したがって、現在の系統電圧および付加情報に一致する基準情報のレコードがない場合でも、付加情報のサブリスクに基づいてリスクレベルを設定することができるので、リスクレベルの設定精度が向上する。

【0117】

次に、本実施形態の第 1 変形例について説明する。第 1 変形例の電力管理装置 1 A は、図 7 に示すように、予測部 105、DR 取得部 106 をさらに備える。

【0118】

予測部 105 は、現在から所定時間内にリスクレベルが「3」になるか否かを予測する機能を有する。具体的に、予測部 105 は、データ取得部 12 が取得した系統電圧、および付加情報取得部 101 が取得した付加情報（すなわち、現在の系統電圧、付加情報）と、基準情報（表 2 参照）とに基づいて、例えば 3 時間後にリスクレベルが「3」になる可能性を導出する。例えば、現在のリスクレベルが「2」以下である場合、予測部 105 は、現在の系統電圧および付加情報と、基準情報においてリスクレベル「3」に対応する系統電圧および付加情報との差を定量的に求める。例えば、付加情報として、天気情報と気温情報とを用いる場合、天気情報の差は、異なる天気間（例えば晴れと雨）の差を数値で予め決めておくことで、天気情報であっても差を定量的に求めることができる。気温情報の差は、気温の差分となる。

40

【0119】

そして、予測部 105 は、系統電圧の差分と天気情報の差分と温度情報の差分との合計（差分合計値）に応じて、何時間後にリスクレベルが「3」になるかを予測することがで

50

きる。例えば、差分合計値が小さければ、予測部 105 は、現在から 1 時間後にリスクレベルが「3」になると予測する。差分合計値が大きければ、予測部 105 は、現在から 5 時間後にリスクレベルが「3」になると予測する。

【0120】

すなわち、予測部 105 は、差分合計値に基づいて、現在から N 時間後にリスクレベルが「3」になるか否かを予測することができる。

【0121】

N 時間後にリスクレベルが「3」になると予測部 105 が予測した場合、リスク管理部 15 は、蓄電池 53 の最新の充電率をデータ記憶部 16 から読み出す。そして、リスク管理部 15 は、充電率が所定値（例えば、50%）以上であれば、蓄電池 53 をこの所定値まで放電させる放電動作の実行を蓄電装置 5 に指示するための放電制御信号を、電力変換装置 3 へ送信する。リスク管理部 15 は、現在から N 時間後の時刻である M 時までに蓄電池 53 の充電率が所定値にまで低下するのに必要な放電時間を推定して、放電制御信号の送信タイミングを決定する。電力変換装置 3 では、制御部 33 が、蓄電装置 5 に対して放電制御の実行を指示する。

10

【0122】

すなわち、リスクレベルが「3」になって蓄電池 53 の充電制御が開始されるまでに、蓄電池 53 の充電可能容量が確保されるので、電力管理装置 1A は、充電制御をより確実に実行できる。したがって、電力管理装置 1A は、より確実に系統電圧の上昇を抑えて、電圧逸脱状態のリスクを減らすことができる。

20

【0123】

また、電力会社またはアグリゲータ（Aggregator）などによって、電力ピークカットのためのデマンドレスポンスを用いたサービスが提案されている。このデマンドレスポンスは、将来の電力需要量が電力供給量に逼迫すると予測される場合、将来の電力抑制期間に商用電力の使用量を抑制することを顧客に対して、デマンドレスポンス信号（以降、DR（Demand Response）信号と称す）を用いて予め要請する。なお、デマンドレスポンス信号は、所定期間における蓄電池 53 の放電を要求する要求信号に相当する。

【0124】

そこで、DR 取得部 106 は、ルータなどを經由して外部のインターネットなどの広域ネットワークに接続し、電力会社またはアグリゲータなどから送信された DR 信号を受信（取得）する。そして、リスク管理部 15 は、DR 信号で指示される内容に基づいて放電制御信号を作成し、この放電制御信号を電力変換装置 3 へ送信する。電力変換装置 3 では、制御部 33 が、蓄電装置 5 に対して放電制御の実行を指示する。

30

【0125】

しかしながら、リスクレベルが「3」になると予測部 105 が予測した時刻 M 時が、DR 信号によって指示された電力抑制期間に重なる（重複する）場合がある。すなわち、時刻 M 時に行われる充電制御と、電力抑制期間に行われる放電制御とが重複してしまう。

【0126】

そこで、リスク管理部 15 は、リスクレベル「3」をさらに「3：高」、「3：低」の 2 つに細分化する。そして、リスク管理部 15 は、電力逸脱状態のリスク抑制のための充電制御と DR 信号による放電制御とが重複した場合に、表 3 にしたがって M 時以降の蓄電池制御の内容を決定する。

40

【0127】

【表 3】

予測リスクレベル	DR信号の有無	蓄電池制御
3：高	有	充電
3：高	無	充電
3：低	有	放電
3：低	無	充電
2以下	有	放電
2以下	無	無

【0128】

リスクレベル「3：高」は、リスクレベル「3：低」に比べて、電圧逸脱状態が発生するリスク（可能性）が高い状態である。なお、基準情報がリスクレベル「3：高」、リスクレベル「3：低」のそれぞれに対応して作成されることで、予測部105は、系統電圧および付加情報に基づいて、リスクレベル「3：高」、リスクレベル「3：低」の発生予測を行うことができる。

10

【0129】

例えば、予測部105が予測したM時におけるリスクレベルが「3：高」である場合、電圧逸脱状態のリスクが電力逼迫のリスクより高いと判断されて、リスク管理部15は、DR信号有り、DR信号無しの両方で、M時以降の蓄電池制御を充電制御に設定する。

【0130】

また、予測部105が予測したM時におけるリスクレベルが「3：低」である場合、電力逼迫のリスクが電圧逸脱状態のリスクより高いと判断されて、リスク管理部15は、DR信号有りであれば、M時以降の蓄電池制御を放電制御に設定する。一方、DR信号無しであれば、リスク管理部15は、電圧逸脱状態のリスクを抑制するために、M時以降の蓄電池制御を充電制御に設定する。

20

【0131】

また、予測部105が予測したM時におけるリスクレベルが「2以下」である場合、電力逼迫のリスクが電圧逸脱状態のリスクより高いと判断されて、リスク管理部15は、DR信号有りであれば、M時以降の蓄電池制御を放電制御に設定する。一方、DR信号無しであれば、リスク管理部15は、充電制御および放電制御を行わない。

30

【0132】

したがって、電力逸脱状態のリスク抑制のための充電制御とDR信号による放電制御とが重複した場合でも、蓄電池53の充電制御と放電制御とを、リスクに応じて適切に切り替えることができる。

【0133】

次に、本実施形態の第2変形例について説明する。第2変形例の電力管理装置1Aは、図8に示すように、降下電圧記憶部107をさらに備える。

【0134】

降下電圧記憶部107は、一例として表4のテーブル構造を備える降下電圧情報を記憶している。

40

【0135】

【表 4】

月日	時刻	曜日	天気	増加電力量(Wh)	降下電圧(V)
Xa月Ya日	13時	月曜日	晴れ	300	-3
Xb月Yb日	15時	火曜日	曇り	200	-1
Xc月Yc日	14時	土曜日	晴れ	100	-0.5
Xd月Yd日	10時	日曜日	雨	500	-2.5

【0136】

蓄電池53の充電制御が行われた場合や、需要家施設内の総需要電力が増加した場合は

50

、一般に系統電圧が低下する。そこで、学習部 104 は、蓄電池 53 の充電制御が行われた場合や、需要家施設内の総需要電力が増加した場合に、系統電圧の計測データに基づいて系統電圧の降下分（降下電圧）を求める。さらに、学習部 104 は、系統電圧の降下の要因となった充電電力量または総需要電力の増加量を、充電電力または総需要電力の計測データに基づいて求めて、増加電力量とする。さらに、学習部 104 は、降下電圧が発生したときの付加情報（曜日情報、天気情報）を履歴記憶部 102 から読み出す。そして、学習部 104 は、月日、時刻、曜日、天気、増加電力量、降下電圧の各情報を降下電圧情報に追加する。すなわち、学習部 104 は、系統電圧の降下電圧と増加電力量との関係を学習し、降下電圧情報として降下電圧記憶部 107 に格納する。

【0137】

そして、リスク管理部 15 は、リスクレベルが「3」である場合、蓄電池 53 を充電する充電動作の実行を蓄電装置 5 に指示するための充電制御信号を、電力変換装置 3 へ送信する（図 5 のステップ S9）。このとき、リスク管理部 15 は、現在の系統電圧から、予め決められた中心電圧（例えば、101V）を引いた値である電圧差を、降下電圧情報に照合する。具体的に、リスク管理部 15 は、電圧差に等しい（または最も近い）降下電圧に対応する増加電力量を抽出し、この増加電力量の情報を充電制御信号に付加する。

【0138】

電力変換装置 3 では、制御部 33 が、蓄電装置 5 に対して、充電電力量が増加電力量に一致するように充電制御の実行を指示する。すなわち、この充電制御によって、系統電圧が中心電圧にまで低下するように充電電力量が設定される。

【0139】

したがって、電力管理装置 1A は、充電制御によって系統電圧が低くなり過ぎるオーバーシュートや、系統電圧の発振を抑制できる。

【0140】

また、電力管理装置 1A のリスク管理部 15 は、リスクレベルが「3」である場合、蓄電池 53 の充電制御以外に、需要電力が増大する方向に負荷 7 の動作を制御することもできる。リスク管理部 15 は、負荷 7 に対して制御信号を送信する。この場合、太陽光発電装置 40 の発電電力は負荷 7 の需要電力に用いられるので、逆潮流電力を減らして、系統電圧の上昇を抑えることで、電圧逸脱状態のリスクを減らすことができる。また、分電盤 2 から供給される商用電力が負荷 7 の需要電力に用いられる場合も、電力系統 L1 から見た需要が増えることになるので、系統電圧の上昇が抑えられて、電圧逸脱状態のリスクを減らすことができる。

【0141】

上述の電力管理システム（電力管理装置 1A）は、付加情報取得部 101 と、基準情報記憶部 13 とをさらに備える。付加情報取得部 101 は、データ取得部 12 が系統電圧を取得したときの状況に対応する付加情報を取得する。基準情報記憶部 13 は、複数のリスクレベルのそれぞれに系統電圧および付加情報に対応付けた基準情報を記憶している。そして、レベル設定部 14 は、データ取得部 12 が取得した系統電圧および付加情報取得部 101 が取得した付加情報を基準情報に照合することによって、複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定する。

【0142】

この場合、系統電圧だけでなく、天気情報、気温情報、曜日情報などの付加情報も併せて用いることで、リスクレベルの設定精度がより向上する。

【0143】

また、電力管理システム（電力管理装置 1A）は、履歴記憶部 102 と、逸脱検知部 103 と、学習部 104 とをさらに備えることが好ましい。履歴記憶部 102 は、データ取得部 12 が取得した系統電圧および付加情報取得部 101 が取得した付加情報の履歴である履歴情報を格納する。逸脱検知部 103 は、電圧逸脱状態が発生したことを検知する。学習部 104 は、電圧逸脱状態が発生したことが検知された場合に、電圧逸脱状態が発生した時点から所定時間前の系統電圧および付加情報を、所定時間の時間長さに応じたリス

10

20

30

40

50

クレベルに対応付けて、基準情報記憶部 13 に格納する。

【0144】

この場合、電圧逸脱状態が実際に発生した場合に学習機能を実行して、新たな基準情報のレコードを作成するので、電力管理装置 1A は、電圧逸脱状態のリスクレベルを高精度に判断可能な基準情報を用いることができる。したがって、電力管理装置 1A は、電圧逸脱状態のリスクレベルを精度よく設定することができる。

【0145】

また、付加情報は、データ取得部 12 が系統電圧を取得したときの天気情報、データ取得部 12 が系統電圧を取得したときの気温情報、データ取得部 12 が系統電圧を取得したときの日の属性情報の少なくとも 1 つであることが好ましい。

10

【0146】

この場合、天気、気温、日の属性を考慮してリスクレベルを設定できるので、リスクレベルの設定精度がより向上する。

【0147】

また、リスクレベルが所定レベル（リスクレベル「3」）になるか否かを予測する予測部 105 をさらに備えることが好ましい。そして、リスクレベルが所定レベルになると予測部 105 が予測した場合に、リスク管理部 15 は、リスクレベルが所定レベルになると予測されるタイミングまでに蓄電池 53 の放電を蓄電装置 5 に指示する制御信号を送信する。

【0148】

この場合、蓄電池 53 の充電制御が開始されるまでに、蓄電池 53 の充電可能容量が確保されるので、電力管理装置 1A は、充電制御をより確実に実行できる。したがって、電力管理装置 1A は、より確実に系統電圧の上昇を抑えて、電圧逸脱状態のリスクを減らすことができる。

20

【0149】

また、所定期間における蓄電池 53 の放電を要求する要求信号を受信する DR 取得部をさらに備えることが好ましい。そして、リスクレベルが所定レベル（リスクレベル「3」）になると予測されるタイミングと、所定期間とが重複する場合、リスク管理部 15 は、予測されるタイミングにおいて電圧逸脱状態が発生する可能性と要求信号の有無とに応じて、予測されるタイミングまでに蓄電装置 5 に指示する制御を蓄電池 53 の放電または蓄電池 53 の充電に設定する。

30

【0150】

この場合、電力逸脱状態のリスク抑制のための充電制御と DR 信号による放電制御とが重複した場合でも、蓄電池 53 の充電制御と放電制御とを、リスクに応じて適切に切り替えることができる。

【0151】

また、上述の電力管理方法は、配電システムに用いられる。この配電システムでは、電力系統 L1 から供給される商用電力、および分散電源（太陽光発電装置 40）の発電電力を負荷 7 へ供給し、発電電力を電力系統 L1 に逆流させる逆流動作が可能に構成されている。また、電力系統 L1 の系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生した場合に逆流動作が停止する。そして、この電力管理方法は、以下の各ステップを備える。

40

- ・系統電圧のデータを取得するデータ取得ステップ
- ・少なくとも取得した系統電圧に基づいて、電圧逸脱状態の発生リスクに応じた複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定するレベル設定ステップ
- ・設定されたリスクレベルに応じて機器を制御する制御信号を送信するリスク管理ステップ

したがって、この電力管理方法も、上記同様の効果を奏し得る。すなわち、この電力管理方法は、系統電圧が電圧逸脱状態となることを抑制して、逆流停止の発生を抑えることができる。この結果、逆流停止によるユーザの経済的な損失を減らすことができる。

【0152】

50

また、電力管理装置 1 または 1 A は、コンピュータを搭載しており、このコンピュータがプログラムを実行することによって、上述の電力管理装置 1 または 1 A の演算機能が実現されている。コンピュータは、プログラムを実行するプロセッサを備えたデバイスと、他の装置との間でデータを授受するためのインターフェイス用のデバイスと、データを記憶するための記憶用のデバイスとを主な構成要素として備える。プロセッサを備えたデバイスは、半導体メモリと別体である CPU (Central Processing Unit) または MPU (Micro Processing Unit) のほか、半導体メモリを一体に備えるマイコンのいずれであってもよい。記憶用のデバイスは、半導体メモリのようにアクセス時間が短い記憶装置と、ハードディスク装置のような大容量の記憶装置とが併用される。

【 0 1 5 3 】

プログラムの提供形態としては、コンピュータに読み取り可能な ROM (Read Only Memory)、光ディスク等の記録媒体に予め格納されている形態、インターネット等を含む広域通信網を介して記録媒体に供給される形態等がある。

【 0 1 5 4 】

上述のプログラムは、配電システムに用いられる。この配電システムでは、電力系統 L 1 から供給される商用電力、および分散電源 (太陽光発電装置 4 0) の発電電力を負荷 7 へ供給し、発電電力を電力系統 L 1 に逆潮流させる逆潮流動作が可能に構成されている。また、電力系統 L 1 の系統電圧が上限電圧を上回る電圧逸脱状態が発生した場合に逆潮流動作が停止する。そして、このプログラムは、コンピュータを、データ取得部 1 2 と、レベル設定部 1 4 と、リスク管理部 1 5 として機能させることを特徴とする。データ取得部 1 2 は、系統電圧のデータを取得する。レベル設定部 1 4 は、少なくともデータ取得部 1 2 が取得した系統電圧に基づいて、電圧逸脱状態の発生リスクに応じた複数のリスクレベルから、いずれかのリスクレベルを設定する。リスク管理部 1 5 は、設定されたリスクレベルに応じて機器を制御する制御信号を送信する。

【 0 1 5 5 】

したがって、コンピュータを電力管理システム (電力管理装置 1 または 1 A) として機能させるプログラムも、上記同様の効果を奏し得る。すなわち、このプログラムは、系統電圧が電圧逸脱状態となることを抑制して、逆潮流停止の発生を抑えることができる。この結果、逆潮流停止によるユーザの経済的な損失を減らすことができる。

【 0 1 5 6 】

また、上述の電力管理方法、プログラムについても、上述の各実施形態および各変形例の構成、動作を適用することが可能であり、上記同様の効果を得ることができる。

【 0 1 5 7 】

また、電力管理装置 1 の各部は、上述のように需要家施設内の 1 台の電力管理装置 1 に備えられていてもよいが、複数の装置に分散されていてもよい。例えば、ネットワーク上のサーバにレベル設定部 1 4、リスク管理部 1 5 を設けてもよく、あるいはクラウドコンピュータシステムが、電力管理装置 1 の各部を構成してもよい。さらには、需要家施設内の複数の装置が、電力管理装置 1 の各部を分散して備えていてもよい。

【 0 1 5 8 】

なお、上述の実施の形態は本発明の一例である。このため、本発明は、上述の実施形態に限定されることはなく、この実施の形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

【 符号の説明 】

【 0 1 5 9 】

- 1, 1 A 電力管理装置
- 1 1 宅内通信部
- 1 2 データ取得部
- 1 3 基準情報記憶部
- 1 4 レベル設定部
- 1 5 リスク管理部

10

20

30

40

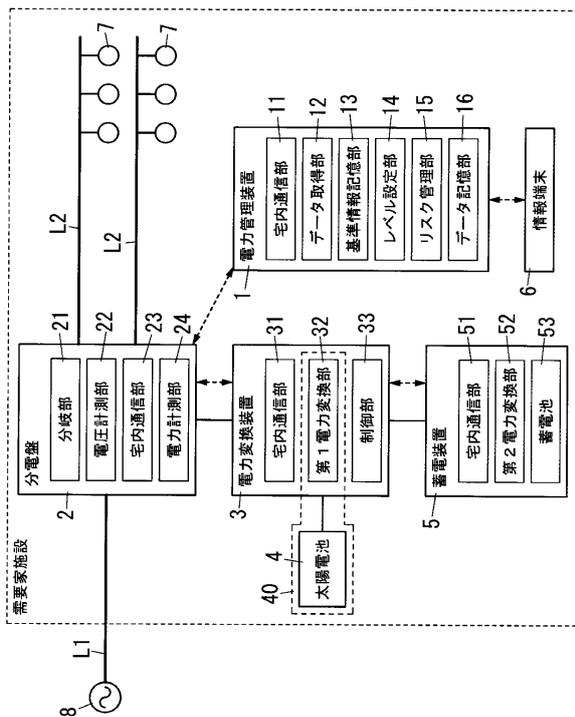
50

- 1 6 データ記憶部
- 1 7 停止期間検出部
- 1 8 抑制電力推定部
- 1 9 損失導出部
- 1 0 1 付加情報取得部
- 1 0 2 履歴記憶部
- 1 0 3 逸脱検知部
- 1 0 4 学習部
- 1 0 5 予測部
- 1 0 6 D R 取得部
- 1 0 7 降下電圧記憶部
- 2 分電盤
- 2 2 電圧計測部
- 3 電力変換装置
- 4 太陽電池
- 4 0 太陽光発電装置
- 5 蓄電装置
- 5 3 蓄電池
- 6 情報端末
- 7 負荷
- 8 商用電源
- L 1 電力系統

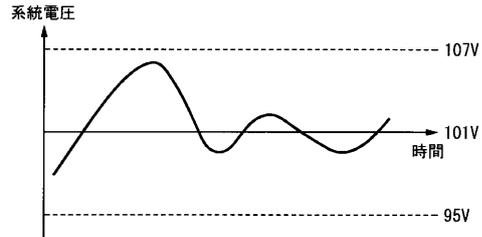
10

20

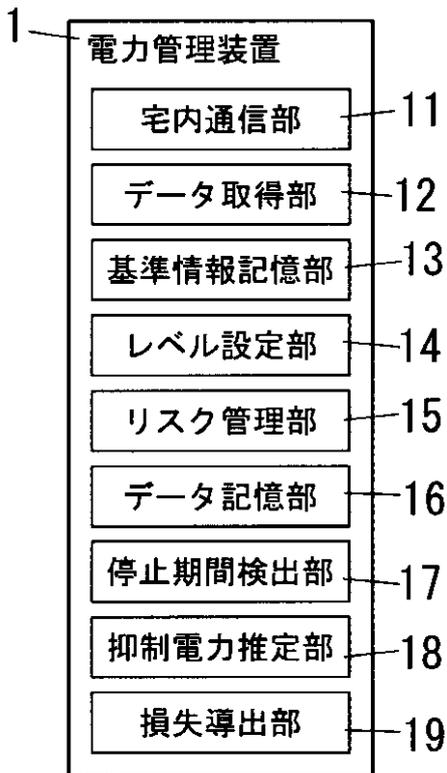
【図1】



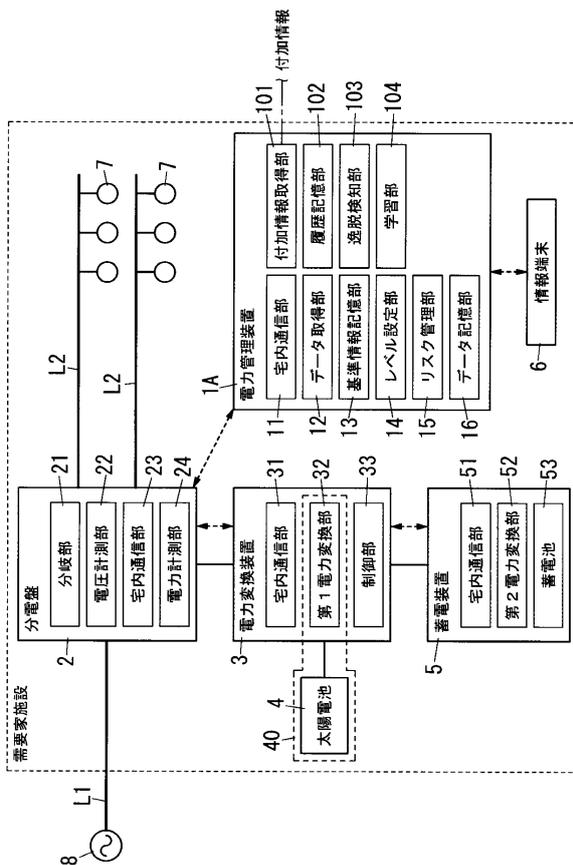
【図2】



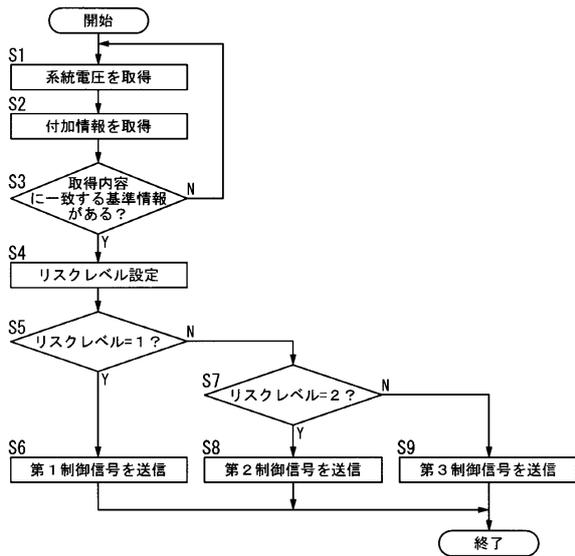
【図3】



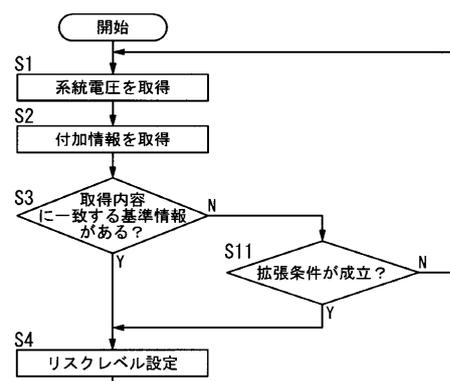
【図4】



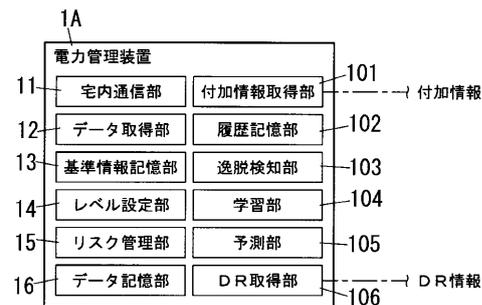
【図5】



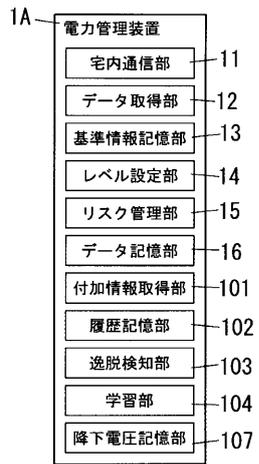
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 尾上 圭介
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 中北 賢二
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 ジュライヒ ジャスミン
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 竹原 清隆
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 早川 卓哉

- (56)参考文献 特開2013-066268(JP,A)
特開2012-055066(JP,A)
国際公開第2015/001775(WO,A1)
特開2013-247838(JP,A)
国際公開第2013/118266(WO,A1)
国際公開第2011/141798(WO,A2)
特開2011-130638(JP,A)
特開2010-183701(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J3/00-5/00
H02J7/00-7/12
H02J7/34-7/36
H02J13/00