

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5998046号
(P5998046)

(45) 発行日 平成28年9月28日(2016.9.28)

(24) 登録日 平成28年9月2日(2016.9.2)

(51) Int. Cl. F I
 H02J 3/14 (2006.01) H02J 3/14
 G06Q 50/06 (2012.01) G06Q 50/06

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-283999 (P2012-283999)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成24年12月27日(2012.12.27)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2014-128140 (P2014-128140A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成26年7月7日(2014.7.7)	(74) 代理人	110001807
審査請求日	平成27年9月28日(2015.9.28)		特許業務法人磯野国際特許商標事務所
		(74) 代理人	100064414
			弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
		(72) 発明者	木村 泰崇
			東京都千代田区外神田一丁目18番13号
			株式会社日立製作所 インフラシステム
			社 スマートインフラシステム統括本部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力抑制制御システムおよび電力抑制制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

配電用変電所下の系統の系統情報、該系統に連系する分散型電源、蓄電池、および負荷の機器情報および運転状態が記憶されるデータベースと、

所定時刻毎に、該データベースに基づき、前記配電用変電所の負荷調整量を制御するための、前記蓄電池の放電、前記分散型電源の発電、および前記負荷自身の負荷抑制で行う負荷抑制量と、前記蓄電池の充電および時間的にシフト可能な負荷の起動で負荷創出する負荷創出量とを算出し、前記配電用変電所下に要求された負荷調整量を、前記算出された負荷抑制量と前記負荷創出量に基づき前記配電用変電所下のフィーダ毎に配分する第1の配分計算装置と、

前記所定時刻毎に、該データベースに基づき、フィーダ単位の負荷調整量を制御するための、前記フィーダ単位の負荷抑制量と前記フィーダ単位の負荷創出量とを算出し、前記第1の配分計算装置から送信される負荷調整量を、前記算出されたフィーダ単位の負荷抑制量と前記フィーダ単位の負荷創出量に基づき前記フィーダ下の柱上変圧器毎に配分する第2の配分計算装置と、

前記所定時刻毎に、該データベースに基づき、柱上変圧器単位の負荷調整量を制御するための、前記柱上変圧器単位の負荷抑制量と前記柱上変圧器単位の負荷創出量とを算出し、前記第2の配分計算装置から送信された負荷調整量を、前記算出された柱上変圧器単位の負荷抑制量と前記柱上変圧器単位の負荷創出量に基づき前記柱上変圧器下の需要家毎に配分し、前記需要家毎に制御指令するとともに、前記需要家毎の負荷調整量に対する貢献

度を、前記需要家の負荷調整量と前記配電用変電所全体の負荷量とを用いて求める第3の配分計算装置とを有する

ことを特徴とする電力抑制制御システム。

【請求項2】

前記第3の配分計算装置は、第1の柱上変圧器の負荷調整量が満たすことができない場合、第2の柱上変圧器の負荷調整量を増加させて補償するように再配分する

ことを特徴とする請求項1に記載の電力抑制制御システム。

【請求項3】

前記第3の配分計算装置は、前記第1の柱上変圧器に配分した前記負荷抑制の負荷調整量を、前記需要家の負荷自身を抑制するか、前記需要家の分散型電源の発電出力を増加させるか、前記需要家の蓄電池の放電出力を増加させるかの少なくとも1つ以上の組合せで決定し、前記需要家に制御指令する

10

ことを特徴とする請求項2に記載の電力抑制制御システム。

【請求項4】

前記第3の配分計算装置は、前記需要家毎の負荷調整量に対する貢献度を算出する際に、前記需要家の負荷調整量を前記配電用変電所全体の負荷調整量で除算して求める

ことを特徴とする請求項1に記載の電力抑制制御システム。

【請求項5】

前記第3の配分計算装置は、前記需要家毎の負荷調整量に対する貢献度を算出する際に、前記需要家の負荷調整量を、前記配電用変電所全体の負荷調整量と前記配電用変電所の負荷量とを乗算した値で除算して求める

20

ことを特徴とする請求項1に記載の電力抑制制御システム。

【請求項6】

負荷を抑制制御する電力抑制制御システムの電力抑制制御方法であって、

前記電力抑制制御システムは、配電用変電所下の系統の系統情報、該系統に連系する分散型電源、蓄電池、および負荷の機器情報および運転状態が記憶されるデータベースおよび第1の配分計算装置、第2の配分計算装置、第3の配分計算装置を有し、

前記第1の配分計算装置は、所定時刻毎に、該データベースに基づき、前記配電用変電所の負荷調整量を制御するための、前記蓄電池の放電、前記分散型電源の発電、および前記負荷自身の負荷抑制で行う負荷抑制量と、前記蓄電池の充電および時間的にシフト可能な負荷の起動で負荷創出する負荷創出量とを算出し、前記配電用変電所下に要求された負荷調整量を、前記算出された負荷抑制量と前記負荷創出量に基づき前記配電用変電所下のフィード毎に配分し、

30

前記第2の配分計算装置は、前記所定時刻毎に、該データベースに基づき、フィード単位の負荷調整量を制御するための、前記フィード単位の負荷抑制量と前記フィード単位の負荷創出量とを算出し、前記第1の配分計算装置から送信された負荷調整量を、前記算出されたフィード単位の負荷抑制量と前記フィード単位の負荷創出量に基づき前記フィード下の柱上変圧器毎に配分し、

前記第3の配分計算装置は、前記所定時刻毎に、該データベースに基づき、柱上変圧器単位の負荷調整量を制御するための、前記柱上変圧器単位の負荷抑制量と前記柱上変圧器単位の負荷創出量とを算出し、前記第2の配分計算装置から送信された負荷調整量を、前記算出された柱上変圧器単位の負荷抑制量と前記柱上変圧器単位の負荷創出量に基づき前記柱上変圧器下の需要家毎に配分し、前記需要家毎に制御指令するとともに、前記需要家毎の負荷調整量に対する貢献度を、前記需要家の負荷調整量と前記配電用変電所全体の負荷量とを用いて求める

40

ことを特徴とする電力抑制制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力需要調整を負荷側で行う際に、時々刻々と変化する電力需要を考慮した

50

負荷調整量を求め、需要家にインセンティブを与えることができる電力抑制制御システムおよび電力抑制制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電力系統では需給バランスを維持するため、需給制御を行っている。需給制御とは、時々刻々と変動する負荷に対して発電量を一致させるための制御である。このため、負荷側において、負荷制御できる機器は、まだ十分普及していない。

【0003】

また、需要家に協力してもらい需要の調整を行う需要調整装置などがあるが、需要シフトの方法が需要家次第で、適切に需要シフトできているか不明であったり、需給状況にあわせたインセンティブを与えることが難しかったりという問題点があった。

10

【0004】

また、電力削減量に対し動的にインセンティブを与え、需要家の電力を削減するという方法があるが、柱上変圧器やフィードの下他の負荷との融通までは十分に考慮されておらず、融通することができる既存の設備のポテンシャルを十分に生かすことができていないという問題点があった。

【0005】

前記問題点に対処するため、例えば、特許文献1では、需要調整サーバ内に、エネルギー利用量の調整要請に対する需要家の協力意識の高さを数値化した情報である「協力レベル」を算出する「協力レベル判定機能」を設け、そして、需要調整サーバの運営者は、協力レベルの大きさに基づき、エネルギー利用量の調整要請に対して確実に応えてくれる需要家または需要家機器を見極め、これらに限定して要請を配信することが開示されている。

20

【0006】

また、特許文献2では、中央装置、複数の下位装置および需要家の計算機システムを、通信ネットワークを介して結合し、中央装置の計算機システムにおいて需要状況を予測する手段と、予測状況と複数の下位装置の電力需要調整に関する履歴データを含む情報をもとに各下位装置への電力需要調整量を求める手段と、これらを複数の下位装置へ送信する手段と、を備え、電力需要調整に必要なインセンティブの変動を抑制することが開示されている。

30

【0007】

また、特許文献3では、需要家装置において、需要家の1つ以上の運転パターンを設定記憶するパターン運転記憶手段を具備し、制限値決定手段は、需要家からの入力に基づいてパターン運転記憶手段から運転パターンを選択し、選択された運転パターンに対応して制限値を決定すると共に、負荷制御手段は、運転パターンに対応して需要家内の負荷を制御することが開示されている。

【0008】

また、特許文献4では、電力供給業者は負荷需要を予測し、その電力が現行発電設備による発電量を上回るときインセンティブ電力料金を計算し、ピークロード用発電設備を起動する費用あるいは他の電力供給業者から買電した場合の費用を計算し、インセンティブ電力制御が費用的に安価と判断されたとき顧客に対して電力の削減を要請するとともに、削減された電力に対してインセンティブ料金を支払うインセンティブ電力負荷制御をおこなうことが開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2012-151992号公報

【特許文献2】特開2003-87969号公報

【特許文献3】特開2000-78748号公報

【特許文献4】特開2002-176729号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

前記特許文献には、個々の問題として下記がある。

特許文献1では、ピークシフトが過剰であったり、ピークシフトが過少であったりなど、需要を的確にピークシフトしたかは判断が難しいこと、時々刻々変化する需要の中で、系統における需要抑制が、系統全体の総需要に対してどれだけ貢献しているかの判断が難しいことがある。

【0011】

特許文献2では、需要予測を行い予測結果に従って、インセンティブの変動を小さくして需要調整を実現することを狙っているが、予測結果が大きく外れる可能性があり、十分な需要調整が行うことができない可能性がある。

10

【0012】

特許文献3は、需要家の負荷に過去の負荷パターンから制限値を与え、その範囲内で負荷を制御し、需要状況に応じたインセンティブを与えるという方法である。この方法は、需要家内の負荷調整を狙いとしており、限定的な負荷調整となっている。

【0013】

特許文献4は、動的にインセンティブを与え、電力料金に反映するという方法である。もし、需要家が融通できる調整量を持っていたとしても、一度決められた調整量しか調整できず、既存の設備でも調整できる電力量をあきらめているという可能性がある。

20

【0014】

前記背景技術で前記したように、需要家の負荷は時々刻々変化し、さらに将来的には家庭用の太陽光発電などの分散型電源や、蓄電池などの二次電池が、更に普及していく可能性があるため、需要予測は困難になると想定される。つまり、負荷予測を行うには、気温だけでなく天候、湿度、風速など様々な気象条件や、蓄電池の充放電制約など複雑な要因を考慮した負荷パターンを活用していく必要があると考えられる。

【0015】

また、同じ負荷の調整量をシフトしたとしても、需要調整の状況が厳しい状況と、それほど厳しくない状況での調整では、電力会社などの系統側からみれば、需給調整の貢献の大きさが違うため、調整したインセンティブが十分評価されないという課題がある。

30

【0016】

また、一度だけ負荷の調整量を計算しただけでは、他の柱上変圧器や他のフィーダで賄うことができるかもしれない調整量を逃してしまうことになり、十分既存の設備をいかすことができているという課題がある。

【0017】

本発明は、前記の課題を解決するための発明であって、時々刻々変化する需給状況を考慮した負荷調整を行うとともに、負荷調整した調整量のインセンティブを適切に評価することができる電力抑制制御システムおよび電力抑制制御方法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】

40

【0018】

前記目的を達成するため、本発明の電力抑制制御システムは、配電用変電所下の系統の系統情報、該系統に連系する分散型電源、蓄電池、および負荷の機器情報および運転状態が記憶されるデータベースと、所定時刻毎に、該データベースに基づき、配電用変電所の負荷調整量を制御するための、蓄電池の放電、分散型電源の発電、および負荷自身の負荷抑制で行う負荷抑制量と、蓄電池の充電および時間的にシフト可能な負荷の起動で負荷創出する負荷創出量とを算出し、配電用変電所下に要求された負荷調整量を、算出された負荷抑制量と負荷創出量に基づき、配電用変電所下のフィーダ毎に配分する第1の配分計算装置（例えば、配電用変電所調整量配分計算装置9）と、所定時刻毎に、該データベースに基づき、フィーダ単位の負荷調整量を制御するための、フィーダ単位の負荷抑制量とフ

50

ィーダ単位の負荷創出量とを算出し、第1の配分計算装置から送信された負荷調整量を、算出されたフィーダ単位の負荷抑制量とフィーダ単位の負荷創出量に基づき、フィーダ下の柱上変圧器毎に配分する第2の配分計算装置（例えば、フィーダ調整量配分計算装置7）と、所定時刻毎に、該データベースに基づき、柱上変圧器単位の負荷調整量を制御するための、柱上変圧器単位の負荷抑制量と柱上変圧器単位の負荷創出量とを算出し、第2の配分計算装置から送信された負荷調整量を、算出された柱上変圧器単位の負荷抑制量と柱上変圧器単位の負荷創出量に基づき、柱上変圧器下の需要家毎に配分し制御指令するとともに、需要家毎の負荷調整量に対する貢献度を、需要家の負荷調整量と配電用変電所全体の負荷量とを用いて求める第3の配分計算装置（例えば、柱上変圧器調整量配分計算装置8）とを有することを特徴とする。

10

【発明の効果】**【0019】**

本発明によれば、時々刻々変化する需給状況を考慮した負荷調整を行うとともに、負荷調整した調整量のインセンティブを適切に評価することができる。

【図面の簡単な説明】**【0020】**

【図1】本発明の実施形態に係る電力抑制制御システムの構成の例を示す図である。

【図2】電力抑制制御システムの計算処理フローの例を示す図である。

【図3】フィーダの負荷パターンの一例を示す図である。

【図4】フィーダの負荷調整量の計画値と実績値の一例を示す図である。

20

【図5】柱上変圧器の負荷パターンの一例を示す図である。

【図6】柱上変圧器の負荷調整量の計画値と実績値の一例を示す図である。

【図7】柱上変圧器下の負荷設備容量と種類の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】**【0021】**

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。

図1は、本発明の実施形態に係る電力抑制制御システムの構成の例を示す図である。配電システムは、配電用変電所6からフィーダ遮断器5（FCB）、フィーダ50、柱上変圧器3を介して負荷12（Ld）に電力を供給するシステムである。複数のフィーダ50には、系統用蓄電池4、系統用分散型電源11が連系されている。また、柱上変圧器3下のシステムには、負荷12、需要家蓄電池1、分散型電源2が連系されている。なお、配電用変電所6からみて電力を消費するものは負荷となる。例えば、系統用蓄電池4、需要家蓄電池1が充電モードとして機能する際には負荷となる。

30

【0022】

柱上変圧器3下のシステムには、複数の需要家の負荷12、需要家蓄電池1、分散型電源2が連系されているが、図1においては模式図として記載している。詳細については、図7を参照して後記する。

【0023】

電力抑制制御システム10は、配電用変電所調整量配分計算装置9（第1の配分計算装置）、フィーダ調整量配分計算装置7（第2の配分計算装置）、柱上変圧器調整量配分計算装置8（第3の配分計算装置）により構成されており、データベース20を備えている。

40

【0024】

データベース20は、系統DB21、蓄電池DB22、分散型電源DB23、需要家制御対象機器DB24、貢献度DB25の各DB（Data Base）から構成される。各DBには、下記の情報が含まれる。

【0025】

系統DB21には、（a）系統構成情報（系統構成・系統に連系する分散型電源、蓄電池、負荷に関する情報）、（b）機器情報（配電用変電所のバンク容量、フィーダ容量、分散型電源容量、蓄電池容量、柱上変圧器の容量、負荷容量など）が含まれる。

50

【 0 0 2 6 】

蓄電池 D B 2 2 には、蓄電池情報（系統用蓄電池 4 の S O C（State of Charge）、充電出力値、放電出力値）が含まれる。分散型電源 D B 2 3 には、分散型電源情報（系統用分散型電源 1 1 の運転パターン、電源の出力最大値）が含まれる。

【 0 0 2 7 】

需要家制御対象機器 D B 2 4 には、需要家制御対象機器情報（需要家機器の中で制御することが可能な機器情報）が含まれる。具体的には、ヒートポンプ、電気自動車（E V）、コジェネレーション、燃料電池などのうち需要家はどの負荷を有するかの情報、充放電可能な電気自動車なども含む、需要家蓄電池 1 の充放電状態、需要家蓄電池 1 の S O C の情報、ヒートポンプ運転情報（貯湯残量）、E V やコジェネや燃料電池などの発電機の出力可能な発電量の情報が含まれる。

10

【 0 0 2 8 】

貢献度 D B 2 5 には、需要家毎に計算した貢献度の結果が含まれる。貢献度については後記する。

【 0 0 2 9 】

配電用変電所調整量配分計算装置 9 は、所定時刻毎に、データベース 2 0 に基づき、配電用変電所 6 の負荷調整量を制御するための、蓄電池の放電、分散型電源の発電、および負荷自身の負荷抑制で行う負荷抑制量と、蓄電池の充電および時間的にシフト可能な負荷の起動で負荷創出する負荷創出量とを算出する。さらに、配電用変電所調整量配分計算装置 9 は、配電用変電所 6 下に要求された負荷調整量を、算出された負荷抑制量と負荷創出量に基づき、配電用変電所 6 下のフィーダ 5 0 毎に配分し、フィーダ調整量配分計算装置 7 に指令信号を送信する。

20

【 0 0 3 0 】

フィーダ調整量配分計算装置 7 は、所定時刻毎に、データベース 2 0 に基づき、フィーダ 5 0 単位の負荷調整量を制御するための、フィーダ 5 0 単位の負荷抑制量とフィーダ 5 0 単位の負荷創出量とを算出する。さらに、フィーダ調整量配分計算装置 7 は、配電用変電所調整量配分計算装置 9 から送信された負荷調整量を、算出されたフィーダ 5 0 単位の負荷抑制量とフィーダ 5 0 単位の負荷創出量に基づき、フィーダ 5 0 下の柱上変圧器 3 毎に配分し、柱上変圧器調整量配分計算装置 8 に指令信号を送信する。

【 0 0 3 1 】

柱上変圧器調整量配分計算装置 8 は、所定時刻毎に、データベース 2 0 に基づき、柱上変圧器 3 単位の負荷調整量を制御するための、柱上変圧器 3 単位の負荷抑制量と柱上変圧器 3 単位の負荷創出量とを算出する。さらに、柱上変圧器調整量配分計算装置 8 は、フィーダ調整量配分計算装置 7 から送信された負荷調整量を、算出された柱上変圧器 3 単位の負荷抑制量と柱上変圧器 3 単位の負荷創出量に基づき、柱上変圧器下の需要家毎に配分し、各需要家に指令信号を送信する。

30

【 0 0 3 2 】

また、柱上変圧器調整量配分計算装置 8 は、需要家毎の負荷調整量に対する貢献度を、後記する所定の演算式（式（F 1）～式（F 3）参照）により求めることができる。

【 0 0 3 3 】

ここで、負荷調整量は下記で定義される。

$$\text{負荷調整量} = \text{負荷創出量} - \text{負荷抑制量} \quad \dots (C 1)$$

但し、創出するほうを正とした場合である。

あるいは、

$$\text{負荷調整量} = \text{負荷抑制量} - \text{負荷創出量} \quad \dots (C 2)$$

但し、抑制するほうを正とした場合である。

【 0 0 3 4 】

負荷創出とは、前記したように、蓄電池（需要家蓄電池 1、系統用蓄電池 4）の充電、時間的にシフト可能な負荷（ヒートポンプ（H P）、電気自動車（E V）など）の起動などで行うことをいう。負荷抑制とは、前記したように、蓄電池の放電、分散型電源の発電

50

、負荷自身を抑制するなどで行うことをいう。

【 0 0 3 5 】

本実施形態の制御概要を具体的に説明する。例えば、配電用変電所 6 に「 1 0 」(負荷調整量に対応、無次元として示す。)という抑制信号(負荷調整量に対応)がきた場合、配電用変電所調整量配分計算装置 9 は、複数のフィーダ 5 0 の負荷の状態に基づき、フィーダ 5 0 a では、そのうち「 2 」の負荷抑制を分担する指令信号(フィーダ調整量配分指令信号 A 3)を送信する。

【 0 0 3 6 】

フィーダ調整量配分計算装置 7 は、フィーダ 5 0 a の連系する負荷の状態に基づき、該フィーダ 5 0 a 中の柱上変圧器 3 a に「 0 . 0 5 」の負荷抑制を分担するという指令信号(柱上変圧器調整量配分指令信号 A 1)を送信する。

10

【 0 0 3 7 】

柱上変圧器調整量配分計算装置 8 は、柱上変圧器 3 a 下の負荷に対し、負荷の状態に基づき、負荷 1 2 を「 0 . 0 5 」分だけ負荷抑制するか、分散型電源 2 や需要家蓄電池 1 を「 0 . 0 5 」分だけ出力するか、もしくは、負荷 1 2 を「 0 . 0 2 5 」分だけ負荷抑制し、かつ、分散型電源 2、需要家蓄電池 1 で「 0 . 0 2 5 」分だけ発電するか、などの指令信号(需要家負荷調整指令信号 A 6)を送信する。すなわち、負荷 1 2 を調整すること、需要家蓄電池 1 および分散型電源 2 を調整することで負荷抑制する。しかし、設備容量などの制約でまかないきれない部分は、他の柱上変圧器 3 b での負荷調整量で補償するように指令信号を出す。

20

【 0 0 3 8 】

次に、装置構成を具体的に説明すると、配電用変電所調整量配分計算装置 9 は、配電系統で時々刻々変化する需要家の負荷のうち需要シフトできる負荷調整量を適切に把握する。そして、配電用変電所調整量配分計算装置 9 は、需要シフトを行うため、配電用変電所 6 のバンク容量などの機器情報を含むデータベース 2 0 に基づき、配電用変電所 6 単位の負荷抑制量もしくは負荷創出量を計算し保持し、フィーダ 5 0 毎に負荷調整量の配分計算指令信号を送信する。

【 0 0 3 9 】

フィーダ調整量配分計算装置 7 は、フィーダ 5 0 の容量、フィーダ 5 0 に連系されている系統用蓄電池 4 の容量、太陽光発電などの系統用分散型電源 1 1 の容量などの機器情報に基づき、フィーダ 5 0 毎の負荷抑制量もしくは負荷創出量を計算し保持し、柱上変圧器 3 毎に負荷調整量の配分計算指令信号を送信する。

30

【 0 0 4 0 】

柱上変圧器調整量配分計算装置 8 は、柱上変圧器 3 の容量、家庭用の太陽光発電などの分散型電源 2 の容量、需要家蓄電池 1 の容量、家庭用のヒートポンプと電気自動車などの需要シフトできる負荷情報に基づき、柱上変圧器 3 単位の負荷抑制量もしくは負荷創出量を計算し保持し、需給状況に応じた貢献度を計算する。

【 0 0 4 1 】

電力抑制制御システム 1 0 は、所定時間毎(例えば、1 時間毎)に、配電用変電所 6 から配電用変電所 6 内の機器情報 A 5 (A 5 a)を受信し、系統 D B 2 1 に格納するとともに、フィーダ 5 0 に連系されている各機器の機器情報 A 5 (A 5 b)を受信し系統 D B 2 1 に格納する。また、需要家制御対象の機器情報 A 5 (A 5 c)を受信し、需要家制御対象機器 D B 2 4 に格納する。

40

【 0 0 4 2 】

配電用変電所調整量配分計算装置 9 は、フィーダ調整量配分計算装置 7 にフィーダ調整量配分指令信号 A 3 を送信し、フィーダ調整量配分計算装置 7 からフィーダおよび接続機器の機器情報 A 4 を受信する。

【 0 0 4 3 】

フィーダ調整量配分計算装置 7 は、柱上変圧器調整量配分計算装置 8 に柱上変圧器調整量配分指令信号 A 1 を送信し、柱上変圧器調整量配分計算装置 8 から需要家負荷および柱

50

上変圧器の機器情報 A 2 を受信する。

【 0 0 4 4 】

図 2 は、電力抑制制御システムの計算処理フローの例を示す図である。適宜図 1 を参照して説明する。電力抑制制御システム 10 の配電用変電所調整量配分計算装置 9 は、処理 S 1 0 1 (配電用変電所調整量計算)において、前記した系統 D B 2 1 に基づき、配電用変電所 6 の管内全体の負荷抑制量もしくは負荷創出量を求め、そして負荷調整量を求める。そして、配電用変電所調整量配分計算装置 9 は、フィーダ 5 0 毎および時間毎に負荷抑制量もしくは負荷創出量を求め、そして負荷調整量を求める。フィーダ 5 0 毎の負荷パターンの一例を図 3 に示す。

【 0 0 4 5 】

図 3 は、フィーダの負荷パターンの一例を示す図である。図 4 は、フィーダの負荷調整量の計画値と実績値の一例を示す図である。図 3 に示すように負荷は時々刻々変化する。このため、負荷調整量は、図 4 に示すように、例えば 1 時間毎に与えられるとすると、フィーダ 5 0 毎に配分され、合計が配電用変電所 6 の負荷調整量となる。ここでは、予め負荷や蓄電池などの設備状況に応じて計画値をたてておくことで、設備の余力を事前に確保することができる。

【 0 0 4 6 】

図 2 に戻り、次に、フィーダ調整量配分計算装置 7 は、処理 S 1 0 2 (フィーダ調整量配分計算)において、系統 D B 2 1、蓄電池 D B 2 2、および分散型電源 D B 2 3 に基づき、フィーダ 5 0 下の柱上変圧器 3 毎および時間毎の負荷調整量を配分して求める。

【 0 0 4 7 】

具体的に説明すると、図 4 に示す 1 2 時の断面(例えば、1 2 時の時刻の断面)で考えると、計画値において、フィーダ 1、フィーダ 2、フィーダ 3 では、それぞれ 5 MW、4 MW、3 MW の負荷調整量が必要であるとした。しかしながら、柱上変圧器 3 側から積み上げたフィーダ 1、フィーダ 2、フィーダ 3 の負荷調整量が、それぞれ 4 MW、3 MW、5 MW であった場合、フィーダ 1、2 ではそれぞれ 1 MW 不足することがわかったため、再配分した結果が実績値である。ここで、実績値のフィーダ 3 では 2 MW の負荷調整量の余裕がある。このため、負荷調整量の総量において、当初の計画値と実績値とは、同じ 1 2 MW であるため、調整することができる。このように、当初の計画値で一度配分した負荷調整量は、設備の状況を考慮して再配分計算することで、調整量を他フィーダから補償することができる。

【 0 0 4 8 】

図 4 において、0 時から 1 0 時、1 6 時から 2 3 時の負荷調整量が 0 (ゼロ)であるのは、本実施形態の電力抑制制御システム 10 は、日中、負荷が増加するため、その増加に対処するために制御指令をしているためであり、これに限定されるものではない。

【 0 0 4 9 】

図 2 に戻り、次に、柱上変圧器調整量配分計算装置 8 は、処理 S 1 0 3 (柱上変圧器調整量配分計算)において、需要家蓄電池 1 (充放電可能な電気自動車なども含む)の SOC および容量、ヒートポンプの貯湯残量および機器情報など、需要シフトすることが可能な負荷データを含む需要家制御対象機器 D B 2 4 と、分散型電源 2 の運転パターンなどを格納している分散型電源 D B 2 3 とに基づいて、需要家の負荷調整量を求める。

【 0 0 5 0 】

柱上変圧器調整量配分計算装置 8 は、負荷調整量が調整可能か否かを、負荷調整量の計画値(図 6 参照)に基づいて、判定する(処理 S 1 0 4)。調整可能であれば(処理 S 1 0 4, Yes)、需要家の設備機器に対し、需要家蓄電池 1 (図 1 参照)の制御を含む、負荷抑制もしくは負荷創出の実行指令をする(処理 S 1 0 5)。調整可能でなければ(処理 S 1 0 4, No)、負荷調整量の再配分のため処理 S 1 0 3 に戻る。再配分された結果が負荷調整量の実績値(図 6 参照)となる。なお、処理 S 1 0 5 の実行結果は、処理 S 1 0 1 にフィードバックされるとともに、蓄電池 D B 2 2、分散型電源 D B 2 3、および需要家制御対象機器 D B 2 4 に、実行後の機器情報が更新される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

柱上変圧器調整量配分計算装置 8 は、負荷調整量の負荷抑制もしくは負荷創出の実行の
のち、実行結果を貢献度 D B 2 5 に登録し、後記する貢献度（式（ F 1 ）～式（ F 3 ）参
照）に基づき、貢献度の計算をし（処理 S 1 0 6）、貢献度 D B 2 5 に登録する。

【 0 0 5 2 】

需要家は、例えば月単位で、貢献度に基づき貢献度の料金を、電力会社よりうけとる。
これにより、需要家にインセンティブを与えることができる。

【 0 0 5 3 】

柱上変圧器調整量配分計算装置 8 の処理について、さらに説明する。

需要家制御対象機器 D B 2 4（図 2 参照）は、図 7 に示すようなヒートポンプ（ H P ）
、電気自動車（ E V ）、コジェネレーション（コジェネ）、燃料電池などのうち需要家は
どの負荷を有するかの情報が格納されている。需要家制御対象機器 D B 2 4（図 2 参照）
は、 E V、コジェネ、燃料電池などの出力可能な発電量や残量（ S O C など）を格納して
おり、逐次状態により更新されるものとする。

10

【 0 0 5 4 】

図 7 は、柱上変圧器下の負荷設備容量と種類の一例を示す図である。適宜図 1 を参照す
る。図 7 は、柱上変圧器 3 の容量が 5 0 k V A で、その下に需要家が 6 軒ある場合を示す
。電力抑制制御システム 1 0 は、この条件で、昼間に太陽光発電（ P V ）の発電電力の余
剰分が大きくなり、電圧上昇を抑えたいときに、負荷創出することにより、 P V の発電電
力の余剰分を抑制することができる。

20

【 0 0 5 5 】

例えば、蓄電池を充電モードに機能させて充電を行うこと、ヒートポンプでお湯を炊き
上げることで負荷創出する。一方、夜間負荷が大きくなり、負荷抑制したい場合は、燃料
電池で発電したり、ヒートポンプでお湯を炊き上げるのをやめたり、蓄電池の放電を行い
、負荷抑制する。

【 0 0 5 6 】

また、柱上変圧器 3 a に 1 0 k W の負荷抑制を行う制御指令がきた場合、コジェネ、燃
料電池、ヒートポンプ（ H P ）、電気自動車（ E V ）、蓄電池の容量を足すと 3 2 k W あ
り、そのうち半分の 1 6 k W を負荷調整可能量として融通調整することができる場合、こ
の制御指令を受けた柱上変圧器 3 a で 1 0 k W に負荷抑制し、他の柱上変圧器 3 b に対し
、フィード 5 0 を介して 6 k W を融通することが可能となる。

30

【 0 0 5 7 】

図 5 は、柱上変圧器の負荷パターンの一例を示す図である。図 6 は、柱上変圧器の負荷
調整量の計画値と実績値の一例を示す図である。適宜図 1 を参照する。図 5 に示すよう
に、負荷は時々刻々変化する。このため、負荷調整量の総量は、図 6 に示すように、例え
ば 1 時間毎に与えられるとすると、柱上変圧器 3 毎に配分され、合計値がフィード全体
の負荷調整量となる。なお、図 6 では、フィードに 3 台の柱上変圧器 3 が接続された一
例である。

【 0 0 5 8 】

具体的に説明すると、図 6 に示す 1 2 時の断面（例えば、 1 2 時の時刻の断面）で考
え
ると、計画値において、柱上変圧器の柱上 T r 1、柱上 T r 2、柱上 T r 3 では、それぞ
れ 2 5 k W、 2 0 k W、 1 5 k W の負荷調整量であるとした。しかしながら、柱上変圧器
3 下側から積み上げた柱上 T r 1、柱上 T r 2、柱上 T r 3 の負荷調整量が、それぞれ 2
5 k W、 1 5 k W、 2 0 k W であった場合、柱上 T r 2 では 5 k W 不足することがわか
ったため、再配分した結果が実績値である。ここで、実績値の柱上 T r 3 では 5 k W の負
荷調整量の余裕がある。このため、負荷調整量の総量において、当初の計画値と実績値
とは同じ 6 0 k W であるため、調整することができる。

40

【 0 0 5 9 】

同様に、 1 3 時の断面で考えると、計画値において、柱上変圧器の柱上 T r 1、柱上 T
r 2、柱上 T r 3 では、それぞれ 2 0 k W、 2 5 k W、 2 5 k W の負荷調整量であるとし

50

たが、柱上変圧器 3 下から積み上げた柱上 Tr 1、柱上 Tr 2、柱上 Tr 3 の負荷調整量が、それぞれ 20 kW、20 kW、30 kW であった場合、柱上 Tr 2 では 5 kW 不足することがわかったため、再配分した結果が実績値である。ここで、実績値の柱上 Tr 3 では、5 kW の調整量の余裕がある。このため、負荷調整量の総量において、当初の計画値と実績値とは、同じ 70 kW であるため、調整することができる。

【 0 0 6 0 】

ここでは、フィーダ全体の負荷と同様に、予め負荷や蓄電池などの設備状況に応じて計画値をたてておくことで、設備の余力を事前に確保することができる。

【 0 0 6 1 】

もし、対象とする柱上変圧器 3 a 下の負荷調整できなければ、他の柱上変圧器 3 b 下の負荷抑制もしくは負荷創出などができるかの再配分計算を行い、それでも、負荷調整ができない場合は、他の柱上変圧器 3 b の負荷調整や系統用蓄電池 4 に援助してもらい、フィーダ 5 0 a 全体で負荷調整量を確保するように計算を行う。

10

【 0 0 6 2 】

もし、フィーダ 5 0 a 全体でも負荷調整が難しい場合は、他のフィーダ 5 0 b の負荷調整も行い、配電用変電所 6 全体で負荷調整を行うように計算を行う。このように負荷調整を行うことで、設備余力を最大限生かすことが可能となる。

【 0 0 6 3 】

上位の給電指令所（図示していない）は、発電所など発電計画を立てて、時間帯ごとに電力の潮流を考慮した計算を実行する。次に、電力が足りない場合や余剰が出る場合に、変電所単位で時間毎に指令値を出す。電力抑制制御システム 1 0 は、その指令値に基づき、フィーダ 5 0 の容量毎に按分しフィーダ 5 0 の単位でその負荷調整量を配分する。次に、フィーダ 5 0 の単位で配分された負荷調整量を、柱上変圧器の設備容量毎に配分する。

20

【 0 0 6 4 】

以上のような、負荷抑制もしくは負荷創出した負荷調整量から、式 (F 1) ~ 式 (F 3) により、貢献度 1、貢献度 2、貢献度 3 を算出することができる。

貢献度 1 = 負荷調整量 / 配電用変電所全体の負荷量 . . . (F 1)

ただし、負荷調整量と配電用変電所全体の負荷量は同時刻のものとする。

30

貢献度 2 = 負荷調整量 / 配電用変電所全体の負荷調整量 . . . (F 2)

ただし、負荷調整量と配電用変電所全体の負荷調整量は同時刻のものとする。

貢献度 3 = 負荷調整量 / (配電用変電所全体の負荷調整量 × 配電用変電所全体の負荷量)

. . . (F 3)

ただし、負荷調整量と配電用変電所全体の負荷調整量と負荷量は同時刻のものとする。

【 0 0 6 5 】

例えば、配電用変電所全体の負荷量が 5 MW で、配電用変電所全体の負荷調整量が 5 0 0 kW で、ある需要家の負荷調整量が 1 kW であった場合は、貢献度 1 は 1 / 5 0 0 0、貢献度 2 は 1 / 5 0 0、貢献度 3 は 1 / (5 0 0 0 × 5 0 0) となる。貢献度の式はどの式を採用してもよい。この需要家の貢献度に基づいて、貢献度の料金が、電力会社より支給される。これにより、需要家にインセンティブを与えることができる。

40

【 0 0 6 6 】

以上のような貢献度を求めることで、式 (F 1) の場合は需要に応じた調整量、式 (F 2) の場合は調整量全体の中での調整量、式 (F 3) の場合は需要に応じたかつ調整量全体の調整を加味することができるので、時間変化する需給断面に応じた負荷調整および需要家の貢献に対しインセンティブを与えることが可能となる。

【 0 0 6 7 】

本実施形態の電力抑制制御システム 1 0 は、配電用変電所 6 のバンク容量、フィーダ容量、系統用蓄電池や系統に接続されている太陽光発電などの分散型電源の容量、系統用蓄

50

電池の容量などを記憶するデータベース20と、配電用変電所6単位の負荷抑制量もしくは負荷創出量を計算し保持する配電用変電所調整量配分計算装置9と、フィーダ単位の負荷抑制量もしくは負荷創出量を計算し保持するフィーダ調整量配分計算装置7と、データベース20の需要家制御対象機器DB24に記憶されている柱上変圧器の容量、家庭用の太陽光発電などの分散型電源の容量、家庭用蓄電池（例えば、需要家蓄電池1）の容量、家庭用のヒートポンプと電気自動車などの負荷情報に基づいて、柱上変圧器3単位の負荷抑制量もしくは負荷創出量を計算し保持する柱上変圧器調整量配分計算装置8により構成される。

【0068】

電力抑制制御システム10は、配電用変電所6単位で負荷抑制量および創出量を計算して負荷調整量を求め、さらにそれらの負荷調整量をフィーダ50単位の負荷調整量を配分する計算を行い、さらにそれらの負荷調整量を柱上変圧器3単位で負荷の抑制量および負荷創出量を計算する。さらに、一度計算した負荷調整量を、他の柱上変圧器3や、他のフィーダ50でカバーすることができるかを再計算し、必要に応じて配分値を変えることができる。

10

【0069】

以上のような本実施形態によれば、以下の効果が期待できる。

(1) 将来的に太陽光発電などの分散型電源が増加していくと、配電系統の状況に応じて電圧が上昇してしまい分散型電源の出力を抑制しなければならなかったり、電圧などの電力品質を維持するためにSVC(Static Var Compensator)などの無効電力補償装置や系統側の調整用の蓄電池をしなければならなかったりする。このため、配電系統の設備の増強が想定される。これに対し、本実施形態の負荷抑制もしくは負荷創出することにより、分散型電源の発電を極力絞らず売電できるとともに、電力会社などの系統設備を保持している会社の対策設備の軽減が見込まれることができる。

20

【0070】

(2) 動的に需要家の設備を把握しておくことで、使用できる負荷設備の中から負荷抑制もしくは負荷創出することができる。

(3) (1)の系統設備を軽減できるとともに、需要家の負荷での貢献度に応じて電力料金を下げることができる。

(4) 対象とする柱上変圧器の需要抑制ができない場合、他の柱上変圧器や他のフィーダで抑制することができるので、必要以上に電力を削減しなくて済むことができ、既存設備を有効活用することができる。

30

【0071】

以上、(1)から(4)の4点の効果により、電力系統の電力品質を維持するとともに、対策設備の軽減を行うことができ、かつ需要家の電力料金を下げることができる。

【0072】

本実施形態の電力抑制制御システム10は、発送配電一体の電力供給会社が所有することに限定されるものではない。例えば、配電系統の運営会社がある場合、配電系統の運営会社が、電力抑制制御システム10を所有してもよい。この場合、配電系統の運営会社が、電力供給会社から電力調整量計画値を受信すると、時間断面の負荷調整量を算出して、電力供給会社へ負荷調整量を指令するとよい。

40

【符号の説明】

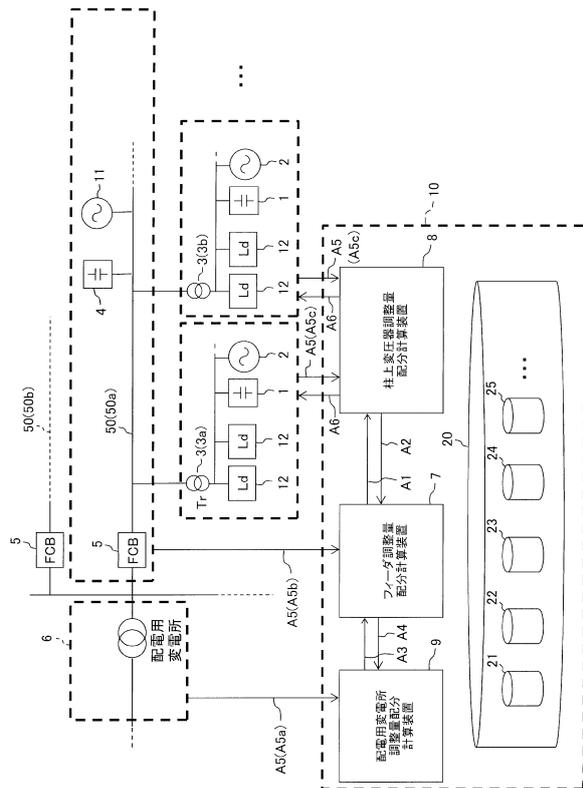
【0073】

- 1 需要家蓄電池
- 2 分散型電源
- 3 柱上変圧器
- 3 a 柱上変圧器(第1の柱上変圧器)
- 3 b 柱上変圧器(第2の柱上変圧器)
- 4 系統用蓄電池
- 5 フィーダ遮断器(FCB)

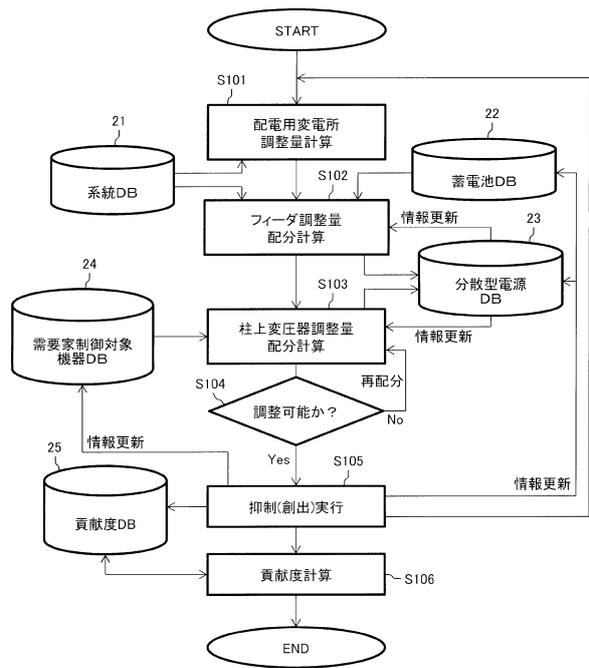
50

- 6 配電用変電所
- 7 フィーダ調整量配分計算装置（第2の配分計算装置）
- 8 柱上変圧器調整量配分計算装置（第3の配分計算装置）
- 9 配電用変電所調整量配分計算装置（第1の配分計算装置）
- 10 電力抑制制御システム
- 11 系統用分散型電源
- 12 負荷（Ld）
- 20 データベース
- 21 系統DB
- 22 蓄電池DB
- 23 分散型電源DB
- 24 需要家制御対象機器DB
- 25 貢献度DB
- A1 柱上変圧器調整量配分指令信号
- A2 需要家負荷および柱上変圧器の機器情報
- A3 フィーダ調整量配分指令信号
- A4 フィーダおよび接続の機器情報
- A5 機器情報
- A6 需要家負荷調整指令信号

【図1】



【図2】



		需要家1	需要家2	需要家3	需要家4	需要家5	需要家6
柱上変圧器 50kVA	・照明負荷[kW]	0.5	0.4	0.6	1	1	1.5
	・動力負荷[kW]	2	1.6	1.7	3	3	3
	・空調負荷[kW]	1	1.5	1.2	2	2	3
	・HP[kW]	1.5	1.5	1.5	-	-	2
	・EV[kW]	3	3	-	-	-	3
合計		8	8	5	6	6	12.5
その他負荷設備 (発電機など含む)	・PV[kW]	3	4	5	-	-	6
	・コジェネ[kW]	-	-	-	-	-	4
	・燃料電池[kW]	-	-	2	-	-	-
	・蓄電池[kW]	-	-	-	5	-	5
調整可能量 (上記設備のうち)	・HP[kW]	0	1.5	1.5	-	-	0
	・EV[kW]	0	0	-	-	-	3
	・コジェネ[kW]	-	-	-	-	-	4
	・燃料電池[kW]	-	-	2	-	-	-
	・蓄電池[kW]	-	-	-	4	-	0

フロントページの続き

(72)発明者 鶴貝 満男

東京都千代田区外神田一丁目18番13号 株式会社日立製作所 インフラシステム社 スマート
インフラシステム統括本部内

(72)発明者 今井 浩太

東京都千代田区外神田一丁目18番13号 株式会社日立製作所 インフラシステム社 スマート
インフラシステム統括本部内

審査官 坂東 博司

(56)参考文献 国際公開第2012/066651(WO, A1)

国際公開第2012/147155(WO, A1)

国際公開第2012/105105(WO, A1)

特開2005-198423(JP, A)

特開2009-195105(JP, A)

特開2003-324845(JP, A)

米国特許出願公開第2012/0245744(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 3/14

G06Q 50/06