

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6703181号

(P6703181)

(45) 発行日 令和2年6月3日 (2020. 6. 3)

(24) 登録日 令和2年5月11日 (2020. 5. 11)

(51) Int. Cl.	F I
H02J 3/14 (2006.01)	H02J 3/14
H02J 3/00 (2006.01)	H02J 3/00 130
G06Q 50/06 (2012.01)	G06Q 50/06

請求項の数 16 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2019-502299 (P2019-502299)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成29年2月28日 (2017. 2. 28)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/007644		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02018/158794	(74) 代理人	100088672
(87) 国際公開日	平成30年9月7日 (2018. 9. 7)		弁理士 吉竹 英俊
審査請求日	平成31年2月1日 (2019. 2. 1)	(74) 代理人	100088845
			弁理士 有田 貴弘
		(72) 発明者	出先 芳人
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	佐野 正裕
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		審査官	田中 慎太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 需要調整装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

需要家群を構成する少なくとも一部の需要家に対し、デマンドレスポンスにおける需要調整依頼量であるデマンドレスポンス指令値を分割したデマンドレスポンス割当値を割り当てる割当値決定部と、

前記デマンドレスポンス割当値が割り当てられた需要家である割当需要家に、前記デマンドレスポンス割当値およびデマンドレスポンスにおける需要調整期間の情報と、デマンドレスポンスの実施による需要の調整分を移動するピークシフト先の条件を示すピークシフト先情報と、を含むデマンドレスポンス割当情報を送信する通信部と、を備え、

前記割当値決定部は、前記ピークシフト先の条件に適合する期間における需要量の予測値である需要予測値が前記ピークシフト先の条件に適合する期間における平均需要より小さく、かつ前記需要予測値と前記平均需要との差が大きい前記需要家ほど、大きい前記デマンドレスポンス割当値を割り当てる、

需要調整装置。

【請求項 2】

前記通信部は、前記需要家群に前記ピークシフト先情報を含むデマンドレスポンス募集情報を送信し、かつ前記需要家群のうちデマンドレスポンスに応募する需要家である応募需要家から、デマンドレスポンスにおける需要調整応募量であるデマンドレスポンス応募値を含むデマンドレスポンス応募情報を受信し、

前記割当値決定部は、前記応募需要家の中から前記割当需要家を決定する、

10

20

請求項 1 に記載の需要調整装置。

【請求項 3】

デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価を、前記デマンドレスポンス応募値と前記デマンドレスポンス指令値に基づき更新するインセンティブ単価決定部をさらに備え、

前記デマンドレスポンス募集情報は前記インセンティブ単価の情報を含む、
請求項 2 に記載の需要調整装置。

【請求項 4】

各前記応募需要家の実際の需要量である需要実績値から、デマンドレスポンスにおける各前記応募需要家の需要調整量であるデマンドレスポンス実績値を推定するデマンドレスポンス実績値推定部と、

各前記応募需要家の、過去のデマンドレスポンスにおける前記デマンドレスポンス応募値と前記デマンドレスポンス実績値との関係と、今回のデマンドレスポンスにおける前記デマンドレスポンス応募値とに基づき、今回のデマンドレスポンスにおける各前記応募需要家の需要調整量をデマンドレスポンス応答値として予測するデマンドレスポンス応答値予測部と、をさらに備え、

前記インセンティブ単価決定部は、各前記応募需要家の前記デマンドレスポンス応答値の合計値と、前記デマンドレスポンス指令値との比較結果に基づき、前記インセンティブ単価を更新する、

請求項 3 に記載の需要調整装置。

【請求項 5】

前記インセンティブ単価決定部は、過去のデマンドレスポンスにおけるピークシフト先時刻別のインセンティブ単価と前記デマンドレスポンス応募値の関係に基づき、前記インセンティブ単価の初期値を決定する、

請求項 3 又は 4 に記載の需要調整装置。

【請求項 6】

各前記割当需要家の実際の需要量である需要実績値から、前記ピークシフト先の条件に適合する期間にピークシフトされた需要量をピークシフト実績値として推定するピークシフト実績値推定部と、

前記デマンドレスポンス実績値と前記ピークシフト実績値に基づき、前記割当需要家に支払うインセンティブである支払インセンティブを決定する支払インセンティブ決定部と、をさらに備える、

請求項 4 に記載の需要調整装置。

【請求項 7】

各前記割当需要家の実際の需要量である需要実績値から、デマンドレスポンスにおける各前記割当需要家の需要調整量であるデマンドレスポンス実績値を推定するデマンドレスポンス実績値推定部と、

各前記割当需要家の前記需要実績値から、前記ピークシフト先の条件に適合する期間にピークシフトされた需要量をピークシフト実績値として推定するピークシフト実績値推定部と、

前記デマンドレスポンス実績値と前記ピークシフト実績値に基づき、前記割当需要家に支払うインセンティブである支払インセンティブを決定する支払インセンティブ決定部と、をさらに備える、

請求項 1 に記載の需要調整装置。

【請求項 8】

需要家群を構成する少なくとも一部の需要家に対し、デマンドレスポンスにおける需要調整依頼量であるデマンドレスポンス指令値を分割したデマンドレスポンス割当値を割り当てる割当値決定部と、

前記デマンドレスポンス割当値が割り当てられた需要家である割当需要家に、前記デマンドレスポンス割当値およびデマンドレスポンスにおける需要調整期間の情報と、デマン

10

20

30

40

50

ドレスボンスの実施による需要の調整分を移動するピークシフト先の条件を示すピークシフト先情報と、を含むデマンドレスポンス割当情報を送信する通信部と、を備え、

前記通信部は、前記需要家群に前記ピークシフト先情報を含むデマンドレスポンス募集情報を送信し、かつ前記需要家群のうちデマンドレスポンスに応募する需要家である応募需要家から、デマンドレスポンスにおける需要調整応募量であるデマンドレスポンス応募値を含むデマンドレスポンス応募情報を受信し、

前記割当値決定部は、前記応募需要家の中から前記割当需要家を決定し、

デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価を、前記デマンドレスポンス応募値と前記デマンドレスポンス指令値に基づき更新するインセンティブ単価決定部をさらに備え、

前記デマンドレスポンス募集情報は前記インセンティブ単価の情報を含み、

各前記応募需要家の実際の需要量である需要実績値から、デマンドレスポンスにおける各前記応募需要家の需要調整量であるデマンドレスポンス実績値を推定するデマンドレスポンス実績値推定部と、

各前記応募需要家の、過去のデマンドレスポンスにおける前記デマンドレスポンス応募値と前記デマンドレスポンス実績値との関係と、今回のデマンドレスポンスにおける前記デマンドレスポンス応募値とに基づき、今回のデマンドレスポンスにおける各前記応募需要家の需要調整量をデマンドレスポンス応答値として予測するデマンドレスポンス応答値予測部と、をさらに備え、

前記インセンティブ単価決定部は、各前記応募需要家の前記デマンドレスポンス応答値の合計値と、前記デマンドレスポンス指令値との比較結果に基づき、前記インセンティブ単価を更新する、
需要調整装置。

【請求項 9】

前記割当値決定部は、前記需要家群を構成する各需要家の前記ピークシフト先の条件に適合する期間における需要量の予測値である需要予測値に基づき、前記割当需要家に前記デマンドレスポンス割当値を割り当てる、
請求項 8 に記載の需要調整装置。

【請求項 10】

前記インセンティブ単価決定部は、過去のデマンドレスポンスにおけるピークシフト先時刻別のインセンティブ単価と前記デマンドレスポンス応募値の関係に基づき、前記インセンティブ単価の初期値を決定する、
請求項 8 又は 9 に記載の需要調整装置。

【請求項 11】

各前記割当需要家の実際の需要量である需要実績値から、前記ピークシフト先の条件に適合する期間にピークシフトされた需要量をピークシフト実績値として推定するピークシフト実績値推定部と、

前記デマンドレスポンス実績値と前記ピークシフト実績値に基づき、前記割当需要家に支払うインセンティブである支払インセンティブを決定する支払インセンティブ決定部と、をさらに備える、

請求項 8 又は 9 に記載の需要調整装置。

【請求項 12】

需要家群を構成する少なくとも一部の需要家に対し、デマンドレスポンスにおける需要調整依頼量であるデマンドレスポンス指令値を分割したデマンドレスポンス割当値を割り当てる割当値決定部と、

前記デマンドレスポンス割当値が割り当てられた需要家である割当需要家に、前記デマンドレスポンス割当値およびデマンドレスポンスにおける需要調整期間の情報と、デマンドレスポンスの実施による需要の調整分を移動するピークシフト先の条件を示すピークシフト先情報と、を含むデマンドレスポンス割当情報を送信する通信部と、を備え、

前記通信部は、前記需要家群に前記ピークシフト先情報を含むデマンドレスポンス募集

10

20

30

40

50

情報を送信し、かつ前記需要家群のうちデマンドレスポンスに応募する需要家である応募需要家から、デマンドレスポンスにおける需要調整応募量であるデマンドレスポンス応募値を含むデマンドレスポンス応募情報を受信し、

前記割当値決定部は、前記応募需要家の中から前記割当需要家を決定し、

デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価を、前記デマンドレスポンス応募値と前記デマンドレスポンス指令値に基づき更新するインセンティブ単価決定部をさらに備え、

前記デマンドレスポンス募集情報は前記インセンティブ単価の情報を含み、

前記インセンティブ単価決定部は、過去のデマンドレスポンスにおけるピークシフト先時刻別のインセンティブ単価と前記デマンドレスポンス応募値の関係に基づき、前記インセンティブ単価の初期値を決定する、

需要調整装置。

【請求項 13】

需要家群を構成する少なくとも一部の需要家に対し、デマンドレスポンスにおける需要調整依頼量であるデマンドレスポンス指令値を分割したデマンドレスポンス割当値を割り当てる割当値決定部と、

前記デマンドレスポンス割当値が割り当てられた需要家である割当需要家に、前記デマンドレスポンス割当値およびデマンドレスポンスにおける需要調整期間の情報と、デマンドレスポンスの実施による需要の調整分を移動するピークシフト先の条件を示すピークシフト先情報と、を含むデマンドレスポンス割当情報を送信する通信部と、を備え、

各前記割当需要家の実際の需要量である需要実績値から、デマンドレスポンスにおける各前記割当需要家の需要調整量であるデマンドレスポンス実績値を推定するデマンドレスポンス実績値推定部と、

各前記割当需要家の前記需要実績値から、前記ピークシフト先の条件に適合する期間にピークシフトされた需要量をピークシフト実績値として推定するピークシフト実績値推定部と、

前記デマンドレスポンス実績値と前記ピークシフト実績値に基づき、前記割当需要家に支払うインセンティブである支払インセンティブを決定する支払インセンティブ決定部と、をさらに備える、

需要調整装置。

【請求項 14】

前記割当値決定部は、前記需要家群を構成する各需要家の前記ピークシフト先の条件に適合する期間における需要量の予測値である需要予測値に基づき、前記割当需要家に前記デマンドレスポンス割当値を割り当てる、

請求項 12 又は 13 に記載の需要調整装置。

【請求項 15】

需要家群を構成する少なくとも一部の需要家に対し、デマンドレスポンスにおける需要調整依頼量であるデマンドレスポンス指令値を分割したデマンドレスポンス割当値を割り当てる割当値決定部と、

前記デマンドレスポンス割当値が割り当てられた需要家である割当需要家に、前記デマンドレスポンス割当値およびデマンドレスポンスにおける需要調整期間の情報を含むデマンドレスポンス割当情報を送信する通信部と、

デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価を決定するインセンティブ単価決定部と、

各前記割当需要家の実際の需要量である需要実績値に基づき、各前記割当需要家のデマンドレスポンスの実施による需要調整分の移動であるピークシフトの実施割合を時刻別に算出するピークシフト実施割合算出部と、

各前記割当需要家のピークシフトの実施割合に基づき、前記割当需要家全体のピークシフトによる需要変動量を時刻別にピークシフト予測値として算出するピークシフト予測値算出部と、

前記ピークシフト予測値に基づき新たな需要の集中が発生するか否かを判定する需要集中判定部と、を備え、

前記割当値決定部は、前記需要集中判定部が新たな需要の集中が発生しないと判定するように、前記割当需要家を決定する、
需要調整装置。

【請求項 16】

前記通信部は、前記需要家群に前記インセンティブ単価の情報を含むデマンドレスポンス募集情報を送信し、かつ前記需要家群のうちデマンドレスポンスに応募する需要家である応募需要家から、デマンドレスポンスにおける需要調整応募量であるデマンドレスポンス応募値を含むデマンドレスポンス応募情報を受信し、

10

前記割当値決定部は前記応募需要家の中から前記割当需要家を決定し、

前記インセンティブ単価決定部は、前記需要集中判定部が新たな需要の集中が発生すると判定した場合に前記インセンティブ単価を更新し、

前記通信部は更新後の前記インセンティブ単価の情報を含むデマンドレスポンス募集情報を前記需要家群に送信する、
請求項 15 に記載の需要調整装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、エネルギー供給者が需要家へ需要の調整を依頼し、調整値に応じた対価を支払うことで需要を調整するデマンドレスポンス(Demand Response、以下 D R と記載する)において、需要家への D R の依頼量を決定する需要調整装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来の D R では、D R 指令者の想定を超える需要家が D R 指令に応じて需要を削減した場合、需要が必要以上に削減される他、ピークシフトにより別の時間帯に需要が集中してしまうという問題があった。

【0003】

その改善策として、例えば特許文献 1 には、D R 指令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し、協力レベルの大きさに基づき、D R 指令に応える可能性の高い需要家を見極め、そうした需要家に限定して D R 指令を行う技術が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 151992 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 の技術によれば、必要最小限の数の需要家に対して D R 指令を行うため、D R により需要が必要以上に削減されることを防止することができる。しかし、需要家のピークシフト先の制御が行われなため、ピークシフトにより別の時間帯に需要の集中が発生してしまうという問題を解決することが出来なかった。例えば、需要家の数が少なくても個々が需要の大きい工場である場合、それら少数の工場におけるピークシフト先が集中することによって、新たな需要の集中が発生し得る。

40

【0006】

本発明は上述の問題に鑑み、D R に伴うピークシフトによる新たな需要の集中を抑制する需要調整装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

本発明に係る需要調整装置は、割当値決定部と通信部とを備える。割当値決定部は、需要家群を構成する少なくとも一部の需要家に対し、デマンドレスポンスにおける需要調整依頼量であるデマンドレスポンス指令値を分割したデマンドレスポンス割当値を割り当てる。通信部は、デマンドレスポンス割当値が割り当てられた需要家である割当需要家に、デマンドレスポンス割当値およびデマンドレスポンスにおける需要調整期間の情報と、デマンドレスポンスの実施による需要の調整分を移動するピークシフト先の条件を示すピークシフト先情報と、を含むデマンドレスポンス割当情報を送信する。

【発明の効果】

【0008】

本発明に係る需要調整装置において、通信部は、デマンドレスポンス割当値が割り当てられた需要家である割当需要家に、デマンドレスポンス割当値およびデマンドレスポンスにおける需要調整期間の情報と、デマンドレスポンスの実施による需要の調整分を移動するピークシフト先の条件を示すピークシフト先情報と、を含むデマンドレスポンス割当情報を送信する。従って、各割当需要家がピークシフト先情報に沿ってピークシフトを行うとき、ピークシフトに起因する新たな需要集中の発生が抑制される。

【0009】

本発明の目的、特徴、態様、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1に係る需要調整装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る需要調整装置のハードウェア構成を示す図である。

【図3】実施の形態1に係る需要調整装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】実施の形態1のDR指令情報を示す図である。

【図5】実施の形態1のピークシフト先情報を示す図である。

【図6】実施の形態1のDR割当情報を示す図である。

【図7】実施の形態2に係る需要調整装置の構成を示すブロック図である。

【図8】実施の形態2に係る需要調整装置の動作を示すフローチャートである。

【図9】実施の形態2のDR募集情報を示す図である。

【図10】実施の形態2のDR応募情報を示す図である。

【図11】DR応募値とDR実績値との関係を示す図である。

【図12】実施の形態2のDR割当情報を示す図である。

【図13】実施の形態3に係る需要調整装置の構成を示すブロック図である。

【図14】実施の形態3に係る需要調整装置の動作を示すフローチャートである。

【図15】インセンティブ単価の初期値の決定方法を説明する図である。

【図16】実施の形態4に係る需要調整装置の構成を示すブロック図である。

【図17】実施の形態4に係る需要調整装置の動作を示すフローチャートである。

【図18】実施の形態4のDR募集情報を示す図である。

【図19】実施の形態4のDR応募情報を示す図である。

【図20】ピークシフト先時刻別のピークシフト実施割合を示す図である。

【図21】実施の形態5に係る需要調整装置の構成を示すブロック図である。

【図22】実施の形態5に係る需要調整装置の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本明細書ではエネルギー供給者として電力会社を想定し、電力会社からアグリゲーターを介して需要家へ電力需要に関するDR指令が行われる場面で、アグリゲーターに設置された需要調整装置について説明する。但し、エネルギー供給者が電力会社とアグリゲーターの両方を兼ねる場合であっても、エネルギー供給者のシステム内に本発明の需要調整装置が設置されていれば本発明の効果を奏する。

【0012】

また、D Rによる需要調整対象のエネルギーとして電力を想定するが、電力を冷温熱またはガス等の他のエネルギーに読み替えることも可能である。

【 0 0 1 3 】

さらに、一般的にD Rでは需要家への対価の支払によりエネルギー需要の削減または移動が行われるが、本発明は対価の支払による需要の増加もD Rの対象とする。この場合、以下の説明において、需要に関する減少を増加、増加を減少、またピークをオフピークと読み替えれば良い。

【 0 0 1 4 】

< A . 実施の形態 1 >

< A - 1 . 構成 >

10

図1は、本発明の実施の形態1に係る需要調整装置101の構成を示すブロック図である。需要調整装置101は、D R指令情報受信部10、ピークシフト先情報受信部11、割当値決定部12、情報記憶部13、および通信部14を備えて構成される。

【 0 0 1 5 】

D R指令情報受信部10は、D R指令者である電力会社からD R指令情報を受信する。D R指令情報には、例えばD Rにおける需要調整期間であるD R期間、D Rにおける需要調整依頼量であるD R指令値、およびインセンティブ単価の情報が含まれる。

【 0 0 1 6 】

ピークシフト先情報受信部11は、電力会社からピークシフト先情報を受信する。ここで、需要家がD Rの実施により一定量の需要を減少させる前または減少させた後に、減少量と同程度の需要を増加させることをピークシフトといい、ピークシフトを行うべき時刻すなわちピークシフト先の条件を示す情報をピークシフト先情報という。

20

【 0 0 1 7 】

割当値決定部12は、D R指令情報に含まれるD R指令値をD R割当値に分割し、D R割当値を電力会社の需要家群を構成する需要家に割り当てる。ここで、D R割当値は需要家群の全ての需要家に割り当てられても良いし、需要家群の一部の需要家にのみ割り当てられても良い。以下、D R割当値が割り当てられた需要家を割当需要家と称する。割当値決定部12は、各割当需要家に対するD R割当値の合計がD R指令値となるように、D R割当値を決定する。

【 0 0 1 8 】

30

情報記憶部13には、D R指令情報受信部10が受信したD R指令情報、ピークシフト先情報受信部11が受信したピークシフト先情報、および割当値決定部12が決定した各割当需要家に対するD R割当値が格納される。

【 0 0 1 9 】

通信部14は、需要家群との間で各種情報の送受信を行う。

【 0 0 2 0 】

図2は、需要調整装置101を実現するハードウェアの構成を例示する図である。図2に示すように、需要調整装置101は例えばP C (パーソナルコンピュータ) 31によって実現されるが、コンピュータシステムにより実現されればよく、P Cに限定されない。P C 31は、C P U (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) 32、記憶装置33、入力装置34、および入出力インターフェース35を備えている。C P U 32は各種の演算を行う。記憶装置33は、情報を記憶するハードディスク装置またはフラッシュメモリなどで構成される。入力装置34は、キーボードまたはマウスなどで構成され、P C 31に対して入力を行う。

40

【 0 0 2 1 】

入出力インターフェース35は、本発明の需要調整装置が需要家および電力会社など外部との間で情報を授受するための情報ネットワーク(図示せず)に接続されている。この情報ネットワークの種類は特に限定しないが、例えば光ファイバー網または電話回線等を用いたインターネット回線であっても良いし、近距離無線等で構築された専用のネットワークであっても良い。また、P C 31には液晶ディスプレイなどの表示装置が接続される

50

ことも想定されるが、図 2 では表示装置の図示を省略する。

【 0 0 2 2 】

需要調整装置 1 0 1 のうち、D R 指令情報受信部 1 0、ピークシフト先情報受信部 1 1、および通信部 1 4 は入出力インターフェース 3 5 で実現される。また、割当値決定部 1 2 は、記憶装置 3 3 に格納されたソフトウェアプログラムを C P U 3 2 が実行することにより C P U 3 2 の機能として実現される。また、情報記憶部 1 3 は記憶装置 3 3 により実現される。C P U 3 2 により実行されたソフトウェアプログラムに対して、エネルギー供給者が入力装置 3 4 を介してコマンドを入力するなどの操作を行うことで、需要調整装置 1 0 1 が機能する。

【 0 0 2 3 】

< A - 2 . 動作 >

図 3 は、需要調整装置 1 0 1 の動作を示すフローチャートである。以下、図 3 のフローに沿って需要調整装置 1 0 1 の動作を詳細に説明する。

【 0 0 2 4 】

まず、D R 指令情報受信部 1 0 が電力会社から D R 指令情報を受信する（ステップ S 1 0 1）。D R 指令情報受信部 1 0 が受信した D R 指令情報は、情報記憶部 1 3 に格納される。

【 0 0 2 5 】

図 4 は、D R 指令情報を例示している。図 4 に示す D R 指令情報は、D R 指令 I D、D R 開始時刻、D R 継続時間、D R 指令値 [k W] の情報を含む。例えば、D R 指令 I D が 0 0 0 3 の D R 指令（以下、単に「I D : 0 0 0 3 の D R 指令」と記載する）では、D R 開始時刻が 2 0 1 5 / 4 / 1 9 1 2 : 0 0、D R 継続時間が 1 時間、D R 指令値が 5 0 k W と定められている。従って、需要調整装置 1 0 1 は I D : 0 0 0 3 の D R 指令について、2 0 1 5 / 4 / 1 9 の 1 2 : 0 0 から 1 時間は需要が 5 0 k W 削減されるように、各割当需要家に対する D R 割当値を決定する。このように、実施の形態 1 の D R 指令情報は、少なくとも D R 期間および D R 指令値を含む。

【 0 0 2 6 】

図 4 の例では、D R 期間が D R 開始時刻と D R 継続時間によって示されているが、D R 開始時刻と D R 終了時刻によって示されてもよい。また、D R 指令値の単位が [k W] で示されているが、[k W h] または [J] で示されてもよい。また、図 4 に示す通り、一つの D R 指令情報が複数の D R 指令を含んでいても良い。

【 0 0 2 7 】

次に、ピークシフト先情報受信部 1 1 が電力会社からピークシフト先情報を受信する（ステップ S 1 0 2）。ピークシフト先情報受信部 1 1 が受信したピークシフト先情報は、情報記憶部 1 3 に格納される。

【 0 0 2 8 】

図 5 は、ピークシフト先情報の例を示している。図 5 に示すピークシフト先情報は、D R 指令 I D、ピークシフト禁止期間、およびピークシフト指定期間の情報を含んでいる。ピークシフト禁止期間とはピークシフトが禁止される期間であり、この期間にピークシフトすると新たな需要集中の発生が懸念されるといった理由で定められる。また、ピークシフト指定期間は、ピークシフトすべき期間として指定された期間であり、この期間に予測される需要が十分低いといった理由で定められる。図 5 では、ピークシフト先情報の例としてピークシフト禁止期間およびピークシフト指定期間を示したが、両者のいずれか一方が少なくともピークシフト先情報に含まれていれば良い。

【 0 0 2 9 】

図 4 および図 5 の例において、I D : 0 0 0 3 の D R 指令は、D R 期間が 2 0 1 5 / 4 / 1 9 1 2 : 0 0 ~ 1 3 : 0 0、ピークシフト指定期間が 2 0 1 5 / 4 / 1 9 0 : 0 0 - 1 2 : 0 0 または 2 0 1 5 / 4 / 1 9 1 3 : 0 0 - 1 5 : 0 0 である。このように、ピークシフト指定期間は D R 期間の前後どちらにも設定可能である。

【 0 0 3 0 】

なお、図 3 では、ピークシフト先情報の受信を DR 指令情報の受信より後に行っているが、両者の受信タイミングはいずれが先であっても良いし、同じであっても良い。図 3 のフローでは、DR 指令情報を受信し（ステップ S 1 0 1）、電力会社における需要予測精度が十分に確保できた後に、ピークシフト先情報を受信することが可能である（ステップ S 1 0 2）。

【 0 0 3 1 】

次に、割当値決定部 1 2 が、DR 指令情報およびピークシフト先情報に基づき、各需要家への DR 割当値を決定する（ステップ S 1 0 3）。割当値決定部 1 2 が決定した DR 割当値は情報記憶部 1 3 に格納される。需要規模または需要曲線は需要家ごとに異なる。従って、DR 指令に対する需要家の DR 実施確率を上げるには、各需要家への DR 割当値が DR 指令時刻またはピークシフト先時刻に応じて適切に決定される必要がある。

10

【 0 0 3 2 】

具体的な DR 割当値の決定方法としては、電力会社から受信した DR 指令値を DR 期間における各需要家の平均需要の大きさに応じて按分する方法、需要家から事前申請された DR 期間における需要調整可能量である DR 応答可能値に基づき決定する方法、またはピークシフト先情報に着目した方法等がある。

【 0 0 3 3 】

ここで、ピークシフト先情報に着目した DR 割当値の決定方法を説明する。具体的には、ピークシフト先情報で定められた条件に沿ってピークシフトを行いやすい需要家を、優先的に割当需要家とする方法である。例えば、ピークシフト先情報にピークシフト指定期間が含まれる場合、ピークシフト指定期間における需要量の予測値である需要予測値が平均需要よりも低い需要家を優先的に割当需要家とする。この方法による需要家 i への DR 割当値 $DR_{i,t} [kW]$ は、平均需要を $D_{average,i,t} [kW]$ 、需要予測値を $D_{predict,i,t} [kW]$ 、電力会社から受信した DR 指令値を $DR_{total,t} [kW]$ とすると、以下の式で表される。

20

【 0 0 3 4 】

【 数 1 】

$$DR_{i,t} = \frac{D_{average,i,t2} - D_{predict,i,t2}}{\sum_{i=1}^I (D_{average,i,t2} - D_{predict,i,t2})} \times DR_{total,t} \quad \cdots (1)$$

30

【 0 0 3 5 】

但し、 I はピークシフト指定期間における需要予測値が平均需要よりも低い需要家の総数、 t は DR 期間の時刻、 $t2$ はピークシフト指定期間の時刻である。このように、各需要家の前記ピークシフト先の条件に適合する期間における需要予測値に基づき、DR 割当値を決定することにより、ピークシフト指定期間へのピークシフトが容易な需要家を割当需要家とすることができる。ここでは、ピークシフト先情報に着目して DR 割当値を決定する方法を説明したが、他の方法で DR 割当値を決定してもよい。

40

【 0 0 3 6 】

最後に、通信部 1 4 が情報記憶部 1 3 から DR 期間、DR 割当値、およびピークシフト先情報を取得し、これらの情報を含む DR 割当情報を割当需要家に送信する（ステップ S 1 0 4）。図 6 は、DR 割当情報を例示している。図 6 に示す DR 割当情報は、DR 指令 ID、DR 開始時刻、DR 継続時間 [分]、DR 割当値 [kW]、およびピークシフト指定期間の情報を含んでいる。例えば、ID : a 0 0 0 2 の DR 指令に関し、DR 開始時刻は 2 0 1 5 / 4 / 1 7 1 2 : 0 0、DR 継続時間は 3 0 分、DR 割当値は 1 0 kW、ピークシフト指定期間は 2 0 1 5 / 4 / 1 8 / 0 : 0 0 - 2 4 : 0 0 である。従って、この DR 割当情報を受信した需要家は、2 0 1 5 / 4 / 1 7 の 1 2 : 0 0 から 3 0 分間の間

50

、需要を10[kW]減少させ、ピークシフトする場合は2015/4/18の0:00 - 24:00に実施する必要がある。このように、通信部14から各需要家へのDR割当情報は、少なくともDR期間、DR割当値、およびピークシフト先の情報を含む。

【0037】

< A - 3 . 効果 >

以上に説明したように、本発明の実施の形態1に係る需要調整装置101において、割当値決定部12は、需要家群を構成する少なくとも一部の需要家に対し、DRにおける需要調整依頼量であるDR指令値を分割したDR割当値を割り当てる。また、通信部14は、DR割当値が割り当てられた需要家である割当需要家に、DR割当値、DRにおける需要調整期間であるDR期間、およびDRの実施による需要の調整分を移動するピークシフト先の条件を示すピークシフト先情報を含むDR割当情報を送信する。各割当需要家がピークシフト先情報に沿ってピークシフトを行うことにより、ピークシフトに起因する新たな需要集中の発生が抑制される。

10

【0038】

< B . 実施の形態2 >

実施の形態1に係る需要調整装置101は、各需要家にDR実施の意思を問うことなくDR割当を行う。これに対して実施の形態2では、まずピークシフト先情報を提示してDR募集を行い、応募した需要家に対してDR割当を行うことにより、ピークシフト先情報に沿ったピークシフトが行われる可能性を高くする。

【0039】

< B - 1 . 構成 >

図7は、本発明の実施の形態2に係る需要調整装置102の構成を示すブロック図である。以下の図において、実施の形態と同一または対応する構成要素には同一の参照符号を付している。需要調整装置102は、実施の形態1に係る需要調整装置101の構成に加えて、インセンティブ単価決定部15、DR実績値推定部16、およびDR応募値判定部17を備えている。以下、需要調整装置102のうち、需要調整装置101と異なる部分について説明を行い、需要調整装置101と重複する部分は適宜説明を省略する。

20

【0040】

インセンティブ単価決定部15は、DRのインセンティブ単価を決定する。なお、本明細書では、電気料金を通じた現金の授受をインセンティブとすることを想定するが、特定の商品の購入に利用可能なポイントの授受など他の手段をインセンティブとしても良い。

30

【0041】

DR実績値推定部16は、DRに応募した各応募需要家の実際の需要量である需要実績値から、DRにおける各応募需要家の需要調整量であるDR実績値を推定する。

【0042】

DR応募値判定部17は、各需要家の過去のDRに対するDR応募値とDR実績値との関係から、現在のDR応募値に対して予想されるDR実績値をDR応答値として予測し、需要家全体のDR応答値がDR指令値を満足するかを判定する。

【0043】

需要調整装置102を実現するハードウェア構成は、図2に示したとおりである。需要調整装置102のうち、DR応募値判定部17、インセンティブ単価決定部15、およびDR実績値推定部16は、記憶装置33に格納されCPU32により実行されるソフトウェアプログラムにより実現され、その他の構成は先の実施の形態で説明したとおりである。

40

【0044】

< B - 2 . 動作 >

図8は、実施の形態2に係る需要調整装置102の動作を示すフローチャートである。以下、図8のフローに沿って需要調整装置102の動作を説明する。

【0045】

図8のステップS201およびステップS202は、実施の形態1で説明した図3のステ

50

テップ S 1 0 1 およびステップ S 1 0 2 と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 2 0 3 において、インセンティブ単価決定部 1 5 は、D R のインセンティブ単価の初期値を決定する。インセンティブ単価の初期値の決定方法としては、後述するインセンティブ単価の更新を見越して、例えば電気料金単価の 1 0 % 程度など十分に小さいと考えられる値を設定する方法がある。インセンティブ単価決定部 1 5 が決定したインセンティブ単価の初期値は、情報記憶部 1 3 に格納される。

【 0 0 4 7 】

次に、通信部 1 4 が、情報記憶部 1 3 から D R 指令情報、ピークシフト先情報、およびインセンティブ単価の初期値を取得し、これらの情報を D R 募集情報として需要家群に送信する（ステップ S 2 0 4 ）。こうして、需要家群に対する 1 回目の D R 募集が行われる。

10

【 0 0 4 8 】

図 9 は、D R 募集情報を例示する図である。図 9 に示す D R 募集情報は、D R 指令 I D、D R 開始時刻、D R 継続時間、インセンティブ単価 [¥ / k W]、およびピークシフト指定期間を含んでいる。図 9 の例では、アグリゲーターは契約する需要家群に対して、2 0 1 5 / 4 / 1 7 の 1 2 : 0 0 から 3 0 分間需要を低下させ、ピークシフトを実施する場合には 2 0 1 5 / 4 / 1 8 の 0 : 0 0 から 2 4 : 0 0 の間に実施するようにとの D R を、1 5 [¥ / k W] のインセンティブ単価で募集する。このように、D R 募集情報は、少なくとも D R 期間、インセンティブ単価、およびピークシフト先情報を含む。需要家群に対する D R 募集の段階でピークシフト先の条件を提示することにより、ピークシフト先の条件を満たすことができない需要家による D R 応募は抑制される。

20

【 0 0 4 9 】

D R 募集情報を受信した需要家群のうち、D R に応募する需要家である応募需要家は、D R 応募情報を通信部 1 4 に送信する。通信部 1 4 は、応募需要家から D R 応募情報を受信すると（ステップ S 2 0 5 ）、これを情報記憶部 1 3 に格納する。

【 0 0 5 0 】

図 1 0 は、D R 応募情報の例を示している。図 1 0 に示す D R 応募情報は、D R 指令 I D、D R 開始時刻、D R 継続時間、インセンティブ単価 [¥ / k W]、ピークシフト指定期間、需要調整応募量である D R 応募値 [k W]、および需要家 I D の情報を含み、需要家 I D : c s t 0 0 0 1 の需要家が図 9 の D R 募集情報に対して 5 0 [k W] の D R 実施に応募する場合の D R 応募情報を示している。このように、D R 応募情報は、少なくとも D R 期間、インセンティブ単価、D R 応募値、およびピークシフト先の情報を含む。

30

【 0 0 5 1 】

次に、D R 応募値判定部 1 7 が、各応募需要家の D R 応答値を予測する（ステップ S 2 0 6 ）。各応募需要家は D R 応募値の通りに D R を実施するとは限らない。そこで、D R 応募値判定部 1 7 は D R 応募値から予想される応募需要家の需要調整量を D R 応答値として予測する。

【 0 0 5 2 】

具体的には、D R 応募値判定部 1 7 は、情報記憶部 1 3 から各応募需要家の過去の D R における D R 応募値と D R 実績値を取得し、これらの関係を算出する。ここで、各需要家の過去の D R における D R 実績値は、D R 実績値推定部 1 6 によって既に算出され、情報記憶部 1 3 に格納されている。D R 実績値は、例えば D R を実施しない場合の需要推定値から D R 実施時の需要実績値を減算した値として算出される。D R を実施しない場合の需要推定値は、例えば「H i g h X o f Y」手法により算出される。具体的には、D R 実施日より Y 日以前の期間から、他の D R 実施日または休日などの特異日を除いた日のうち、需要の高い X 日における需要の平均値が、D R を実施しない場合の需要推定値となる。上記の X および Y は任意の自然数である。なお、「H i g h X o f Y」手法は D R を実施しない場合の需要推定値の算出方法の一例であり、他の方法を用いても良い。

40

【 0 0 5 3 】

50

図 1 1 は、ある需要家の D R 応募値と D R 実績値の関係を示した図である。図 1 1 の横軸は D R 応募値 [k W]、縦軸は D R 実績値 [k W] を示しており、需要家が過去に実施した 5 回の D R における D R 応募値と D R 実績値の関係が丸印でプロットされている。そして、これら 5 回の D R の結果から例えば最小二乗法などにより、D R 応募値と D R 実績値の関係を示す関数が得られる。D R 応募値判定部 1 7 は、こうして得られた関数から、図 1 1 に示すように応募需要家の今回の D R 応募値に対する D R 実績値を D R 応答値とする。このように、D R 応募値判定部 1 7 は D R 応答値予測部として機能する。

【 0 0 5 4 】

次に、D R 応募値判定部 1 7 は、応募需要家により D R 指令値を賄えるか否かを判断する (ステップ S 2 0 7)。具体的には、D R 応募値判定部 1 7 は、D R 応答値を全応募需要家で合計し、合計値が D R 指令値以上か否かを判断する。

10

【 0 0 5 5 】

D R 応答値の合計が D R 指令値未満であれば、応募需要家により D R 指令値を賄えない。従って、インセンティブ単価決定部 1 5 が D R の再募集に向けてインセンティブ単価を更新する (ステップ S 2 0 9)。インセンティブ単価の更新方法として、例えば予め設定した値を現在のインセンティブ単価に加算する方法がある。インセンティブ単価決定部 1 5 で更新されたインセンティブ単価は、情報記憶部 1 3 に格納される。その後、ステップ S 2 0 4 に戻り、通信部 1 4 は更新されたインセンティブ単価の情報を含む D R 募集情報を需要家に送信する (ステップ S 2 0 4)。こうして、D R の再募集が行われる。

【 0 0 5 6 】

20

一方、D R 応答値の合計が D R 指令値以上である場合、D R 応募値判定部 1 7 は応募需要家により D R 指令値を賄えると判断する。そして、割当値決定部 1 2 は応募需要家に対する D R 割当値を決定する (ステップ S 2 0 9)。

【 0 0 5 7 】

具体的には、全ての応募需要家における D R 応募値の合計値が D R 指令値に等しい場合、割当値決定部 1 2 は D R 応募値を D R 割当値とする。一方、全ての応募需要家における D R 応募値の合計値が D R 指令値より大きい場合、割当値決定部 1 2 は全ての割当需要家における D R 割当値の合計値が D R 指令値と等しくなるように、D R 割当値を調整する。例えば、割当値決定部 1 2 は、D R 応募の先着順に応募需要家の D R 応募値を D R 割当値として割り当て、D R 割当値の合計が D R 指令値に達した時点で、残りの応募需要家には D R を割り当てないようにする。あるいは、割当値決定部 1 2 は、全ての応募需要家における D R 応募値の合計値の D R 指令値に対する超過分を、D R 応募値から一律に差し引いて D R 割当値を決定しても良い。こうして決定された各割当需要家に対する D R 割当値は、情報記憶部 1 3 に格納される。

30

【 0 0 5 8 】

次に、通信部 1 4 が情報記憶部 1 3 から情報を取得し、取得した情報を各割当需要家へ D R 割当情報として送信する (ステップ S 2 1 0)。図 1 2 は、D R 割当情報を例示している。図 1 2 に示す D R 割当情報は、D R 指令 I D、D R 開始時刻、D R 継続時間、インセンティブ単価 [¥ / k W]、ピークシフト指定期間、D R 割当値 [k W]、および需要家 I D を含んでおり、図 1 0 に示す D R 応募情報を送信した需要家に対する D R 割当情報を示している。この D R 割当情報は、2 0 1 5 / 4 / 1 7 の 1 2 : 0 0 から 3 0 分間、5 0 [k W] の需要調整を行い、ピークシフトを実施する場合は 2 0 1 5 / 4 / 1 8 の 0 : 0 0 から 2 4 : 0 0 の間に行うよう、I D : c s t 0 0 0 1 の需要家に指示するものである。このように、各割当需要家への D R 割当情報は、少なくとも D R 期間、D R 割当値、インセンティブ単価、およびピークシフト先情報を含んでいる。

40

【 0 0 5 9 】

< B - 3 . 効果 >

以上に説明したように、実施の形態 2 に係る需要調整装置 1 0 2 において、通信部 1 4 は、需要家群にピークシフト先情報を含むデマンドレスポンス募集情報を送信し、かつ需要家群のうちデマンドレスポンスに応募する需要家である応募需要家から、デマンドレス

50

ポンスにおける需要調整応募量であるデマンドレスポンス応募値を含むデマンドレスポンス応募情報を受信し、割当値決定部 12 は、応募需要家の中から割当需要家を決定する。需要調整装置 102 によれば、需要家群に対する DR 募集の段階でピークシフト先情報を提示するため、ピークシフト先情報に沿ってピークシフトすることができない需要家による DR 応募が抑制される。従って、割当需要家がピークシフト先情報に沿ってピークシフトする可能性を高めることができる。これにより、ピークシフトに伴い新たな需要の集中が発生することが抑制される。

【0060】

また、実施の形態 2 に係る需要調整装置 102 は、需要調整装置 101 の構成に加えて、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価を、デマンドレスポンス応募値とデマンドレスポンス指令値に基づき更新するインセンティブ単価決定部 15 を備える。そして、デマンドレスポンス募集情報はインセンティブ単価の情報を含む。従って、需要調整装置 102 によれば、応募需要家により DR 指令値を賄うことができないときにはインセンティブ単価を増やして再募集するため、DR 指令値を賄えるように応募需要家を増やすことができる。

【0061】

また、実施の形態 2 に係る需要調整装置 102 は、需要調整装置 101 の構成に加えて、デマンドレスポンス実績値推定部 16 と、デマンドレスポンス応募値予測部であるデマンドレスポンス応募値判定部 17 とを備える。デマンドレスポンス実績値推定部 16 は、各応募需要家の実際の需要量である需要実績値から、デマンドレスポンスにおける各応募需要家の需要調整量であるデマンドレスポンス実績値を推定する。また、デマンド応募値判定部 17 は、各応募需要家の、過去のデマンドレスポンスにおけるデマンドレスポンス応募値とデマンドレスポンス実績値との関係と、今回のデマンドレスポンスにおけるデマンドレスポンス応募値とに基づき、今回のデマンドレスポンスにおける各応募需要家の需要調整量をデマンドレスポンス応募値として予測する。また、インセンティブ単価決定部 15 は、各応募需要家のデマンドレスポンス応募値の合計値と、デマンドレスポンス指令値との比較結果に基づき、インセンティブ単価を更新する。従って、需要調整装置 102 によれば、各応募需要家の DR 実績値が DR 応募値とは異なる場合でも、応募需要家により DR 指令値を賄うことができるか否かを正確に判断することができる。そして、需要調整装置 102 によれば、応募需要家により DR 指令値を賄うことができない場合にはインセンティブ単価を増やして再募集することにより、DR 指令値を賄えるように応募需要家を増やすことができる。

【0062】

< C . 実施の形態 3 >

実施の形態 2 に係る需要調整装置 102 は、各応募需要家の DR 応募値の合計が DR 指令値に達するまで、インセンティブ単価を更新しながら DR 募集を繰り返す。この方法では、インセンティブ単価の初期値が適切に決定されることが重要であり、そうでなければインセンティブ単価の更新回数が増加してしまうおそれがある。そこで、実施の形態 3 では、過去の DR におけるインセンティブ単価とデマンドレスポンス応募値との関係に基づき、インセンティブ単価の初期値を適切に決定する。

【0063】

< C - 1 . 構成 >

図 13 は、本発明の実施の形態 3 に係る需要調整装置 103 の構成を示すブロック図である。需要調整装置 103 は、実施の形態 2 に係る需要調整装置 102 の構成に加えて、インセンティブ関数算出部 18 を備える。インセンティブ関数算出部 18 以外の需要調整装置 103 の構成は需要調整装置 102 と同様である。

【0064】

インセンティブ関数算出部 18 は、電力会社から受信したピークシフト先情報のピークシフト指定期間別に、インセンティブ単価と DR 応募値との関係を表すインセンティブ関数を算出する。なお、実施の形態 1 および実施の形態 2 では、ピークシフト先情報の例と

10

20

30

40

50

してピークシフト指定期間とピークシフト禁止期間を示したが、実施の形態3においてピークシフト先情報はピークシフト指定期間を必ず含むものとする。

【0065】

需要調整装置103を実現するハードウェア構成は、図2に示したとおりである。需要調整装置103のうちインセンティブ関数算出部18は、記憶装置33に格納されCPU32により実行されるソフトウェアプログラムにより実現され、その他の構成は先の実施の形態で説明したとおりである。

【0066】

< C - 2 . 動作 >

図14は、実施の形態3に係る需要調整装置103の動作を示すフローチャートである。以下、図14のフローに沿って需要調整装置103の動作を説明する。ステップS301およびステップS302は、実施の形態1で説明した図3のステップS101およびステップS102と同様であるため、説明を省略する。

【0067】

ステップS303において、インセンティブ関数算出部18は、ピークシフト先指定期間別にインセンティブ関数を算出する。インセンティブ関数は、DR募集の際のインセンティブ単価と応募需要家全体のDR応募値とを対応付ける関数であり、任意のDR応募値に対してインセンティブ単価を求めることができる関数である。

【0068】

情報記憶部13には、過去のDR募集におけるインセンティブ単価、応募需要家全体のDR応募値、およびピークシフト指定期間の情報が格納されており、インセンティブ関数算出部18はこれらの情報を用いてインセンティブ関数を算出する。

【0069】

図15を用いてインセンティブ関数の算出方法を説明する。図15の横軸はインセンティブ単価[¥/kW]を、縦軸はDR応募値[kW]をそれぞれ示しており、過去のDR募集における応募需要家全体のDR応募値とインセンティブ単価との関係が、ピークシフト指定期間別にプロットされている。白丸はピークシフト指定期間が15:00-15:30、白三角はピークシフト指定期間が13:00-13:30、白四角はピークシフト指定期間が10:30-11:00であることを示している。インセンティブ関数算出部18は、これら過去のDR募集に関するデータから、ピークシフト指定期間別に最小二乗法等を用いてインセンティブ関数を算出する。ピークシフト指定期間によってピークシフトのしやすさが異なるため、インセンティブ関数も異なる。

【0070】

次に、図15の破線で示すように、インセンティブ単価決定部15が、DR指令値をDR応募値としたときのインセンティブ単価をインセンティブ関数から算出し、算出値をインセンティブ単価の初期値として決定する(ステップS304)。インセンティブ単価決定部15が決定したインセンティブ単価の初期値は情報記憶部13に格納される。

【0071】

その後のステップS305-ステップS311は、図8に示した実施の形態2のステップS204-ステップS210と同様であるため、説明を省略する。

【0072】

< C - 3 . 効果 >

インセンティブ単価の初期値が高すぎるとアグリゲーターにとって損失が生じ、低すぎるとインセンティブ単価の更新と需要家へのDR募集の回数が増えてアグリゲーターと需要家の双方に不利益が生じる。例えば、更新回数の低減を目的として、1回の更新におけるインセンティブ単価の変動幅が大きく定められている場合、更新回数の増加はインセンティブ単価の高騰につながる。これに対して、以上に説明したように、実施の形態3に係る需要調整装置103では、インセンティブ単価決定部15が、過去のDRにおけるピークシフト先時刻別のインセンティブ単価とデマンドレスポンス応募値との関係に基づき、インセンティブ単価の初期値が適切に決定されるため、上記の問題を解決する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

< D . 実施の形態 4 >

実施の形態 1 ないし 3 に係る需要調整装置は、電力会社から受信したピークシフト先情報を需要家群に提示することで、D R を依頼する需要家にピークシフト先情報に沿ったピークシフトを行うよう促している。これに対して実施の形態 4 では、電力会社からピークシフト先情報が得られない場合でも、ピークシフトによる新たな需要ピークの発生が極力発生しないように、D R 割当を行う。

【 0 0 7 4 】

< D - 1 . 構成 >

図 1 6 は、本発明の実施の形態 4 に係る需要調整装置 1 0 4 の構成を示すブロック図である。需要調整装置 1 0 4 は、図 7 に示す実施の形態 2 に係る需要調整装置 1 0 2 からピークシフト先情報受信部 1 1 を削除し、ピークシフト実施割合算出部 1 9、ピークシフト予測値算出部 2 0、および需要集中判定部 2 1 を加えた構成である。

10

【 0 0 7 5 】

ピークシフト実施割合算出部 1 9 は、過去の需要実績値に基づき、時間帯別のピークシフト実施割合を D R 応募した需要家別に算出する。

【 0 0 7 6 】

ピークシフト予測値算出部 2 0 は、各割当需要家のピークシフトの実施割合から、割当需要家全体のピークシフトによる需要変動量を時刻別にピークシフト予測値として算出する。

20

【 0 0 7 7 】

需要集中判定部 2 1 は、ピークシフト予測値に基づき、割当需要家に D R 割当を行った場合に、ピークシフトに起因する新たな需要の集中が発生するか否かを判断する。

【 0 0 7 8 】

需要調整装置 1 0 4 を実現するハードウェア構成は、図 2 に示したとおりである。需要調整装置 1 0 4 のピークシフト実施割合算出部 1 9、ピークシフト予測値算出部 2 0、および需要集中判定部 2 1 は、記憶装置 3 3 に格納され C P U 3 2 により実行されるソフトウェアプログラムにより実現され、その他の構成は先の実施の形態で説明したとおりである。

【 0 0 7 9 】

30

< D - 2 . 動作 >

図 1 7 は、需要調整装置 1 0 4 の動作を示すフローチャートである。以下、図 1 7 のフローに沿って需要調整装置 1 0 4 の動作を説明する。

【 0 0 8 0 】

まず、D R 指令情報受信部 1 0 が電力会社から D R 指令情報を受信する（ステップ S 4 0 1）。このステップは、図 8 のステップ S 2 0 1 と同様である。D R 指令情報受信部 1 0 が受信した D R 指令情報は情報記憶部 1 3 に格納される。実施の形態 2 とは異なり、需要調整装置 1 0 4 は電力会社からピークシフト先情報を受信しない。

【 0 0 8 1 】

次に、インセンティブ単価決定部 1 5 がインセンティブ単価の初期値を決定する（ステップ S 4 0 2）。このステップは、図 8 のステップ S 2 0 3 と同様であるため、初期値の決定方法の詳細な説明は省略する。インセンティブ単価決定部 1 5 が決定したインセンティブ単価の初期値は情報記憶部 1 3 に格納される。

40

【 0 0 8 2 】

次に、通信部 1 4 が情報記憶部 1 3 から D R 指令情報とインセンティブ単価の初期値を取得し、これらを D R 募集情報として需要家に送信する（ステップ S 4 0 3）。図 1 8 は、D R 募集情報を例示する図である。図 1 8 に示す D R 募集情報は、D R 指令 I D、D R 開始時刻、D R 継続時間、インセンティブ単価 [¥ / k W] の情報を含み、アグリゲーターが契約する需要家群に、2 0 1 5 / 4 / 1 7 の 1 2 : 0 0 から 3 0 分間の需要調整を 1 5 [¥ / k W] で募集することを示している。この D R 募集情報は、図 9 に示す実施の形

50

態 2 の D R 募集情報とは異なり、ピークシフト先情報としてのピークシフト指定期間を含んでいない。このように、実施の形態 3 の D R 募集情報は、少なくとも D R 期間とインセンティブ単価の情報を含む。

【 0 0 8 3 】

D R に応募する各需要家は、D R 応募情報を通信部 1 4 に送信する。通信部 1 4 は、応募需要家からの D R 応募情報を受信すると（ステップ S 4 0 4 ）、これを情報記憶部 1 3 に格納する。

【 0 0 8 4 】

図 1 9 は、D R 応募情報を例示している。図 1 9 に示す D R 応募情報は、D R 指令 I D 、 D R 開始時刻、D R 継続時間 [分] 、インセンティブ単価 [¥ / k W] 、 D R 応募値 [k W] 、および需要家 I D の情報を含み、需要家 I D : c s t 0 0 0 1 の需要家が、図 1 8 に示した D R 募集情報に対して 5 0 [k W] の D R 実施を応募することを示している。この D R 応募情報は、図 1 0 に示す実施の形態 2 の D R 応募情報とは異なり、ピークシフト先情報としてのピークシフト指定期間を含んでいない。このように、実施の形態 4 の D R 応募情報は、少なくとも D R 期間、インセンティブ単価、および D R 応募値の情報を含む。

【 0 0 8 5 】

次に、D R 応募値判定部 1 7 が、D R に応募した各需要家の D R 応答値を予測し（ステップ S 4 0 5 ）、応募需要家により D R 指令値を賄えるか否かを判断する（ステップ S 4 0 6 ）。D R 応募値判定部 1 7 が応募需要家により D R 指令値を賄えないと判断すると、インセンティブ単価決定部 1 5 がインセンティブ単価を更新し（ステップ S 4 1 2 ）、通信部 1 4 から更新したインセンティブ単価の情報を含めた D R 募集情報を送信する（ステップ S 4 0 3 ）。こうして、D R の再募集が行われる。

【 0 0 8 6 】

一方、D R 応募値判定部 1 7 が応募需要家により D R 指令値を賄えると判断すると、割当値決定部 1 2 が応募需要家の中から D R を依頼する割当需要家を決定し、割当需要家に D R 割当値を決定する（ステップ S 4 0 7 ）。これらのステップ S 4 0 5 - S 4 0 7 , S 4 1 2 は、図 8 のステップ S 2 0 6 - S 2 0 8 , S 2 0 9 と同様であるため、詳細な説明を省略する。

【 0 0 8 7 】

割当値決定部 1 2 が D R 割当値を決定すると、ピークシフト実施割合算出部 1 9 が各割当需要家の時間帯別のピークシフト実施割合を予測する（ステップ S 4 0 8 ）。

【 0 0 8 8 】

以下、ピークシフト実施割合の予測方法の一例を説明する。まず、ピークシフト実施割合算出部 1 9 は、各割当需要家の実際の需要量である需要実績値を情報記憶部 1 3 から取得し、需要実績値から D R を実施しない場合の需要推定値を算出する。D R を実施しない場合の需要推定値は、例えば H i g h X o f Y 手法により算出され、これは実施の形態 2 の D R 実績値推定部 1 6 の動作説明で述べたとおりである。次に、ピークシフト実施割合算出部 1 9 は、D R を実施しない場合の需要推定値と、D R を実施したときの需要実績値とを、D R 期間とは別の時間帯で比較し、両者の差を需要変動実績値として算出する。

【 0 0 8 9 】

そして、ピークシフト実施割合算出部 1 9 は、需要変動実績値からピークシフトの実施有無を判断する。例えば、ピークシフト実施割合算出部 1 9 は、需要変動実績値が予め定められた閾値以上となる時間帯にピークシフトが行われたと判断し、当該時間帯をピークシフト先時刻、当該時刻の需要変動実績値をピークシフト実績値とする。

【 0 0 9 0 】

次に、ピークシフト実施割合算出部 1 9 は、D R 期間の開始時刻ごとかつピークシフト先期間ごとに、ピークシフトの実施回数を整理する。そして、ピークシフト実施割合算出部 1 9 は、各ピークシフト先時刻におけるピークシフトの実施回数を、全ピークシフト先

10

20

30

40

50

時刻におけるピークシフトの実施回数の合計値で割ることにより、各ピークシフト先期間のピークシフト実施割合を算出する。

【 0 0 9 1 】

図 20 は、ある需要家の、開始時刻が 12 時の DR 指令に対するピークシフト先時刻別のピークシフト実施割合 $Q_{12,t} [\%]$ を示している。翌日の 11 時から 12 時までにピークシフトが実施される確率 $Q_{12,11} [\%]$ は 50 [%] であり、他の時間帯と比較して高い。また、翌日の 15 時から 16 時までにピークシフトが実施される確率 $Q_{12,15} [\%]$ は 5 [%] であり、他の時間帯と比較して低い。

【 0 0 9 2 】

次に、ピークシフト予測値算出部 20 がピークシフト先の時刻別にピークシフト量の期待値を算出する (ステップ S 409)。ピークシフト量を DR 実績値と同程度と仮定すると、ピークシフト実施割合に DR 実績値を乗算することにより、各期間におけるピークシフト量の期待値が算出される。図 20 の例では、DR 実績値を $P_{dr,12} [kW]$ とすると、ピークシフト先時刻 t におけるピークシフト量の期待値 $P_{peak,t}$ は、以下の式で表される。

【 0 0 9 3 】

【 数 2 】

$$P_{peak,t} = P_{dr,12} \times Q_{12,t} \quad \dots (2)$$

【 0 0 9 4 】

次に、ピークシフト予測値算出部 20 が、DR に応募した全需要家についてピークシフト量の期待値を合計し、時間帯別のピークシフト予測値を算出する (ステップ S 410)。

【 0 0 9 5 】

次に、需要集中判定部 21 は、ピークシフトにより新たな需要の集中が発生するか否かを判定する (ステップ S 411)。具体的には、需要集中判定部 21 は、時間帯別のピーク予測値を予め定められた閾値と比較し、ピーク予測値が閾値以上となる時間帯で新たな需要の集中が発生し、ピーク予測値が閾値未満となる時間帯では新たな需要の集中が発生しないと判断する。

【 0 0 9 6 】

需要集中判定部 21 がピークシフトにより新たな需要の集中が発生すると判断すると、インセンティブ単価決定部 15 がインセンティブ単価を更新し (ステップ S 412)、ステップ S 403 に戻る。ステップ S 412 は図 8 のステップ S 208 と同様であるため、インセンティブ単価の更新方法の説明は省略する。

【 0 0 9 7 】

その後、ステップ S 411 において閾値以上のピークシフト予測値が存在しなくなるまで、ステップ S 412 およびステップ S 403 - ステップ S 410 を繰り返す。ステップ S 403 では、通信部 14 が更新したインセンティブ単価を含む DR 募集情報を需要家群に送信し、DR の再募集を行う。ステップ S 407 では、割当値決定部 12 が、DR の再募集に対する応募結果を踏まえて割当需要家を再構成し、各需要家に対する DR 割当値を決定する。例えば、割当値決定部 12 は、DR の再募集に応じた応募需要家の中から、ステップ S 410 でピークシフト予測値が閾値以上となる時間帯のピークシフト実施割合が既存の割当需要家よりも低い需要家を選び、既存の割当需要家と入れ替えることにより割当需要家を再構成する。このように、需要調整装置 104 は、DR 再募集の応募結果を踏まえて割当需要家の構成を修正することにより、ピークシフトによる需要の集中が発生しないようにする。

【 0 0 9 8 】

ステップ S 411 において、いずれの時間帯においてもピークシフト予測値が閾値未満であれば、ピークシフトによる需要の集中は発生しないと考えられる。従って、通信部 1

10

20

30

40

50

4 は、現状の D R 割当およびインセンティブ単価に従い、D R 指令情報を送信する（ステップ S 4 1 3）。ステップ S 4 1 3 は図 8 のステップ S 2 1 0 と同様であるため、このステップの詳細な説明は省略する。

【 0 0 9 9 】

< D - 3 . 効果 >

以上に説明したように、本発明の実施の形態 4 に係る需要調整装置 1 0 4 は、割当値決定部 1 2、通信部 1 4、インセンティブ単価決定部 1 5、ピークシフト実施割合算出部 1 9、ピークシフト予測値算出部 2 0、および需要集中判定部 2 1 を備える。割当値決定部 1 2 は、需要家群を構成する少なくとも一部の需要家に対し、デマンドレスポンスにおける需要調整依頼量であるデマンドレスポンス指令値を分割したデマンドレスポンス割当値を割り当てる。また、通信部 1 4 は、割当需要家に、デマンドレスポンス割当値およびデマンドレスポンスにおける D R 期間の情報を含む D R 割当情報を送信する。また、インセンティブ単価決定部 1 5 は、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価を決定する。また、ピークシフト実施割合算出部 1 9 は、各割当需要家のデマンドレスポンスの実施による需要調整分の移動であるピークシフトの実施割合を、時刻別に各割当需要家の実際の需要量である需要実績値から算出する。また、ピークシフト予測値算出部 2 0 は、各割当需要家のピークシフトの実施割合から、割当需要家全体のピークシフトによる需要変動量を時刻別にピークシフト予測値として算出する。また、需要集中判定部 2 1 は、ピークシフト予測値に基づき新たな需要の集中が発生するか否かを判定する。また、割当値決定部 1 2 は、需要集中判定部 2 1 が新たな需要の集中が発生しないと判定するように、割当需要家を決定する。従って、需要調整装置 1 0 4 によれば、ピークシフト予測値に基づき新たな需要の集中が発生するか否かを予測し、それに応じて割当需要家を決定することにより、割当需要家にピークシフト先情報を提示することなく、新たな需要の集中の発生を抑制することができる。従って、電力会社がピークシフト先情報を提供しない場合でも、ピークシフトに起因する新たな需要の集中が発生しないよう D R 割当を行うことができる。

【 0 1 0 0 】

また、需要調整装置 1 0 4 において、通信部 1 4 は、需要家群にインセンティブ単価の情報を含むデマンドレスポンス募集情報を送信し、かつ需要家群のうちデマンドレスポンスに応募する需要家である応募需要家から、デマンドレスポンスにおける需要調整応募量であるデマンドレスポンス応募値を含むデマンドレスポンス応募情報を受信する。また、割当値決定部 1 2 は応募需要家の中から割当需要家を決定する。また、インセンティブ単価決定部 1 5 は、需要集中判定部が新たな需要の集中が発生すると判定した場合にインセンティブ単価を更新する。また、通信部 1 4 は更新後のインセンティブ単価の情報を含むデマンドレスポンス募集情報を需要家群に送信する。このように、需要調整装置 1 0 4 はピークシフトに起因する新たな需要の集中が生じると予想される場合に、インセンティブを更新して応募需要家を追加し、ピークシフト予測値を下げるように割当需要家を再構成することにより、ピークシフトに起因する新たな需要の集中発生を抑制することができる。

【 0 1 0 1 】

< E . 実施の形態 5 >

実施の形態 1 ないし 3 の需要調整装置は、割当需要家に D R 割当情報と共にピークシフト先情報を提示することにより、割当需要家の D R 実施に伴うピークシフト先を誘導し、ピークシフトに起因する新たな需要の集中を抑制する。しかし、ピークシフト先情報が割当需要家に対して強制力を持たない場合、割当需要家がピークシフト先情報に沿ったピークシフトを行わない結果、ピークシフトに起因する新たな需要の集中が発生することが想定される。従って、実施の形態 5 では、需要家のピークシフトの結果をインセンティブに反映することにより、需要家がピークシフト先情報に沿ったピークシフトを行う可能性を高め、ピークシフトに起因する新たな需要集中の抑制効果が一層高まるようにする。

【 0 1 0 2 】

< E - 1 . 構成 >

図 2 1 は、本発明の実施の形態 5 に係る需要調整装置 1 0 5 の構成を示すブロック図である。需要調整装置 1 0 5 は、実施の形態 2 に係る需要調整装置 1 0 2 の構成に加えて、ピークシフト実績値推定部 2 2 と、支払インセンティブ決定部 2 3 とを備えている。

【 0 1 0 3 】

ピークシフト実績値推定部 2 2 は、割当需要家がデマンドレスポンスを実施したときの需要量である需要実績値から、ピークシフト先の条件に適合する期間にピークシフトされた需要量をピークシフト実績値として推定する。

【 0 1 0 4 】

支払インセンティブ決定部 2 3 は、D R 実績値及びピークシフト実績値に基づき、割当需要家に支払うインセンティブである支払インセンティブを計算する。

10

【 0 1 0 5 】

需要調整装置 1 0 5 を実現するハードウェア構成は、図 2 に示したとおりである。需要調整装置 1 0 5 のうち、ピークシフト実績値推定部 2 2 および支払インセンティブ決定部 2 3 は、記憶装置 3 3 に格納され C P U 3 2 により実行されるソフトウェアプログラムにより実現され、その他の構成は先の実施の形態で説明したとおりである。

【 0 1 0 6 】

< E - 2 . 動作 >

図 2 2 は、需要調整装置 1 0 5 の動作を示すフローチャートである。以下、図 2 2 のフローに沿って需要調整装置 1 0 5 の動作を説明するが、ステップ S 5 0 1 ~ S 5 1 0 は図 8 のステップ S 2 0 1 ~ S 2 1 0 と同様であるため、説明を省略する。

20

【 0 1 0 7 】

通信部 1 4 は、需要家から需要実績値を随時受信し、これを情報記憶部 1 3 に格納している。

【 0 1 0 8 】

割当需要家が D R とそれに伴うピークシフトを実行すると、D R 実績値推定部 1 6 が D R 実績値を需要実績値に基づき算出する（ステップ S 5 1 1 ）。D R 実績値の算出方法は実施の形態 2 で説明したとおりである。

【 0 1 0 9 】

次に、ピークシフト実績値推定部 2 2 がピークシフト実績値を需要実績値に基づき算出する（ステップ S 5 1 2 ）。ピークシフト実績値推定部 2 2 は、例えば D R を実施しない場合の需要推定値と D R を実施した今回の需要実績値とを D R 期間以外で比較し、両者の差をピークシフト実績値と算出する。例えば、ピークシフト先情報においてピークシフト指定期間が定められている場合、ピークシフト実績値推定部 2 2 はピークシフト指定期間における需要推定値と需要実績値との差をピークシフト実績値と算出しても良い。また、ピークシフト実績値推定部 2 2 は、ピークシフト先情報においてピークシフト禁止期間が定められている場合には、ピークシフト禁止期間以外の期間における需要推定値と需要実績値との差をピークシフト実績値と算出しても良い。なお、D R を実施しない場合の需要推定値の算出方法は、実施の形態 2 で説明したとおりである。

30

【 0 1 1 0 】

次に、支払インセンティブ決定部 2 3 が各割当需要家への支払インセンティブを計算する（ステップ S 5 1 3 ）。支払インセンティブ I_{pay} は、D R 実績値 P_{dr} とピークシフト実績値 P_{shift} とに基づき以下の算出式により計算される。

40

【 0 1 1 1 】

【 数 3 】

$$I_{pay} = (\alpha P_{dr} + (1 - \alpha) P_{shift}) \times I_{rate} \quad \cdots (3)$$

【 0 1 1 2 】

ここで、 I_{rate} はインセンティブ単価、 α は重み係数である。式 (3) によれば、

50

D R 実績値とピークシフト実績値に重みをつけた値を考慮して、支払インセンティブが算出される。 $\alpha = 0.5$ であればD R 実績値とピークシフト実績値が等しく評価され、 α が0に近づくにつれピークシフト実績値が重視される。従来のインセンティブ型のD R では、D R 実績値に応じて支払インセンティブが計算されるが、本実施の形態では、D R 実績値とピークシフト実績値の両方に基づき以下の算出式により支払インセンティブが計算される。このように支払インセンティブを決定することで、割当需要者は、ピークシフト先情報に沿ってピークシフトするよう促されるため、ピークシフトに起因する新たな電力の集中を効果的に抑制することができる。

【0113】

なお、ここではピークシフト実績値とD R 実績値を考慮した支払インセンティブの決定方法を示したが、他の要素も加味して支払インセンティブを決定しても良い。

【0114】

< E - 3 . 効果 >

以上に説明したように、本発明の実施の形態5に係る需要調整装置105は、実施の形態2に係る需要調整装置102の構成に加えて、ピークシフト実績値推定部22および支払インセンティブ決定部23を備える。ピークシフト実績値推定部22は、各割当需要家の実際の需要量である需要実績値から、ピークシフト先の条件に適合する期間にピークシフトされた需要量をピークシフト実績値として推定する。また、支払インセンティブ決定部23は、デマンドレスポンス実績値とピークシフト実績値に基づき、割当需要家に支払うインセンティブである支払インセンティブを決定する。従って、需要者はピークシフト先情報に沿ってピークシフトを実施するよう需要者に促されるため、ピークシフトに起因した新たな需要の発生を効果的に抑制することができる。

【0115】

なお、上記の説明では、実施の形態5に係る需要調整装置105を、実施の形態2に係る需要調整装置102にピークシフト実績値推定部22と、支払インセンティブ決定部23を加えた構成として説明した。しかし、支払インセンティブをD R 実績値とピークシフト実績値とに基づき決定するという本実施の形態の特徴は、実施の形態1, 3, 4にも適用可能である。例えば本実施の形態の特徴を実施の形態1に適用して得られる需要調整装置は、実施の形態1に係る需要調整装置101に加えて、D R 実績値推定部16、ピークシフト実績値推定部22、支払インセンティブ決定部23を備える構成となる。但し、D R 実績値推定部16は、応募需要家ではなく割当需要家のデマンドレスポンス実績値を推定する。

【0116】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

【0117】

この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての態様において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

【符号の説明】

【0118】

10 D R 指令情報受信部、11 ピークシフト先情報受信部、12 割当値決定部、13 情報記憶部、14 通信部、15 インセンティブ単価決定部、16 D R 実績値推定部、17 D R 応募値判定部、18 インセンティブ関数算出部、19 ピークシフト実施割合算出部。

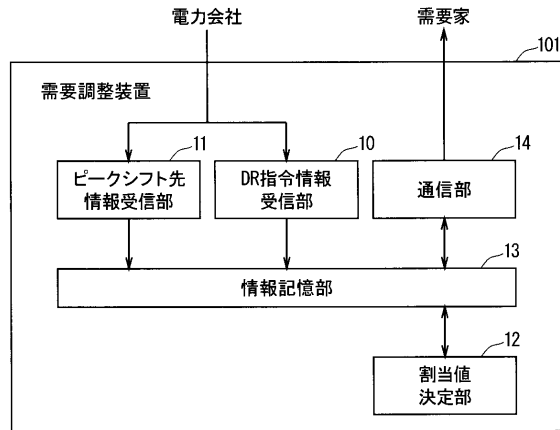
10

20

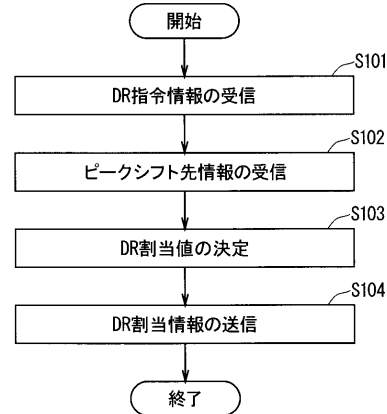
30

40

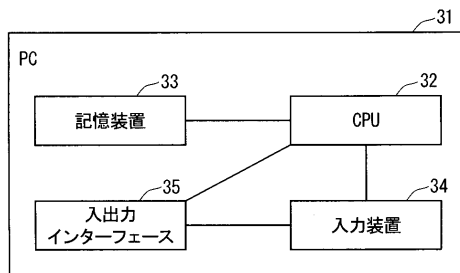
【図 1】



【図 3】



【図 2】



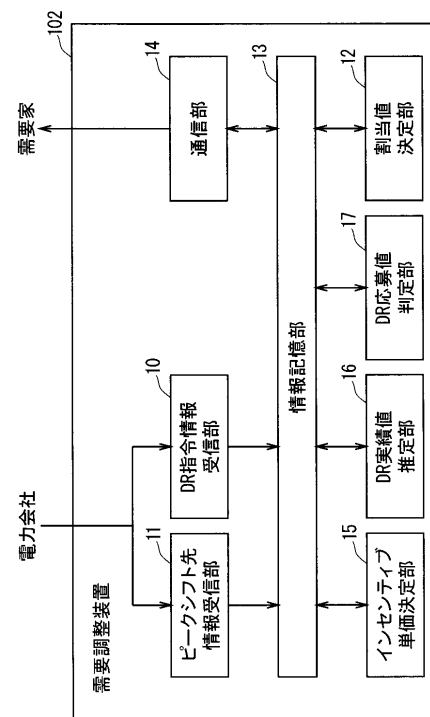
【図 4】

DR指令ID	DR開始時刻	DR継続時間	DR指令値 [kW]
0001	2015/4/15 12:30	00:30	50
0002	2015/4/17 12:00	00:30	60
0003	2015/4/19 12:00	01:30	50

【図 5】

DR指令ID	ピークシフト 禁止期間	ピークシフト 指定期間
0001	2015/4/15 13:00-14:00	—
	2015/4/17 12:00-14:00	—
	2015/4/19 12:00-14:00	—
0002	—	2015/4/18 0:00-24:00
	—	2015/4/19 0:00-12:00
0003	—	2015/4/19 0:00-12:00
	—	2015/4/19 13:00-15:00

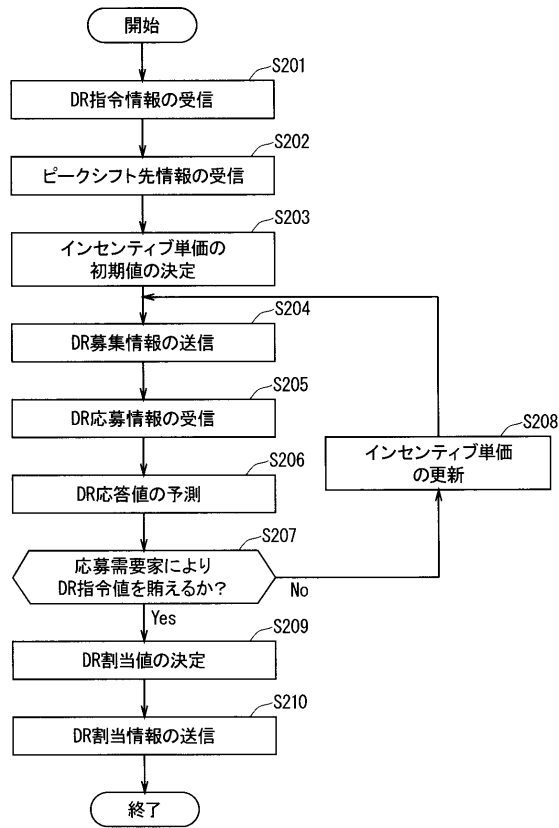
【図 7】



【図 6】

DR指令ID	DR開始時刻	DR継続時間	DR割当値 [kW]	ピークシフト 指定期間
a0002	2015/4/17 12:00	00:30	10	2015/4/18 0:00-24:00

【図 8】



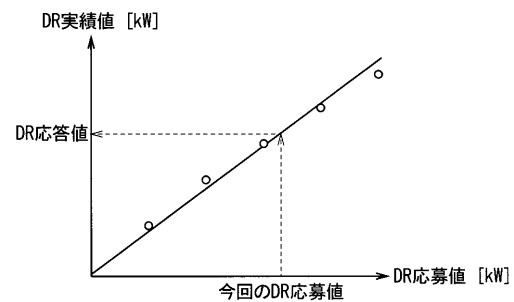
【図 9】

DR指令ID	a0002	DR開始時刻	2015/4/17 12:00	DR継続時間	00:30	インセンティブ単価 [¥/kW]	15	ピークシフト 指定期間	2015/4/18 0:00-24:00
--------	-------	--------	-----------------	--------	-------	---------------------	----	----------------	-------------------------

【図 10】

DR指令ID	a0002	DR開始時刻	2015/4/17 12:00	DR継続時間	00:30	インセンティブ単価 [¥/kW]	15	ピークシフト 指定期間	2015/4/18 0:00-24:00	DR応募値 [kW]	50	需要家 ID	cst0001
--------	-------	--------	-----------------	--------	-------	---------------------	----	----------------	-------------------------	---------------	----	-----------	---------

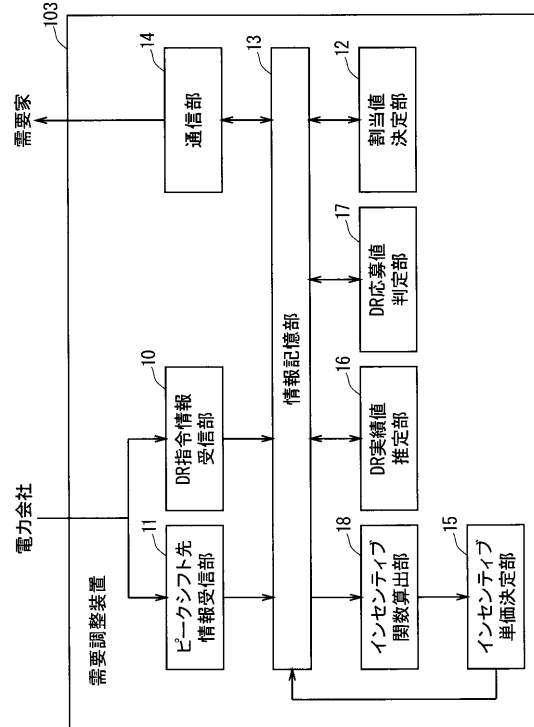
【図 11】



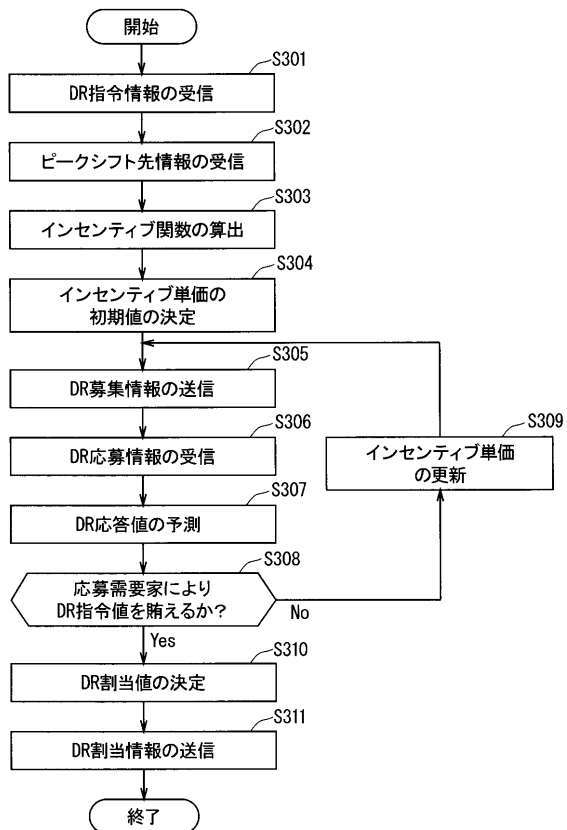
【図 12】

DR指令ID	a0002	DR開始時刻	2015/4/17 12:00	DR継続時間	00:30	インセンティブ 単価 [¥/kW]	15	ピークシフト 指定期間	2015/4/18 0:00-24:00	DR割当値 [kW]	50	需要家 ID	est0001
--------	-------	--------	--------------------	--------	-------	-------------------------	----	----------------	-------------------------	---------------	----	-----------	---------

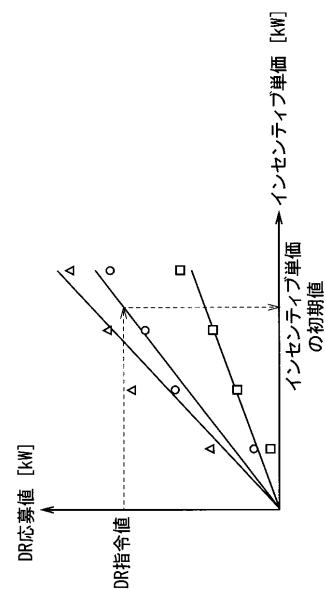
【図 13】



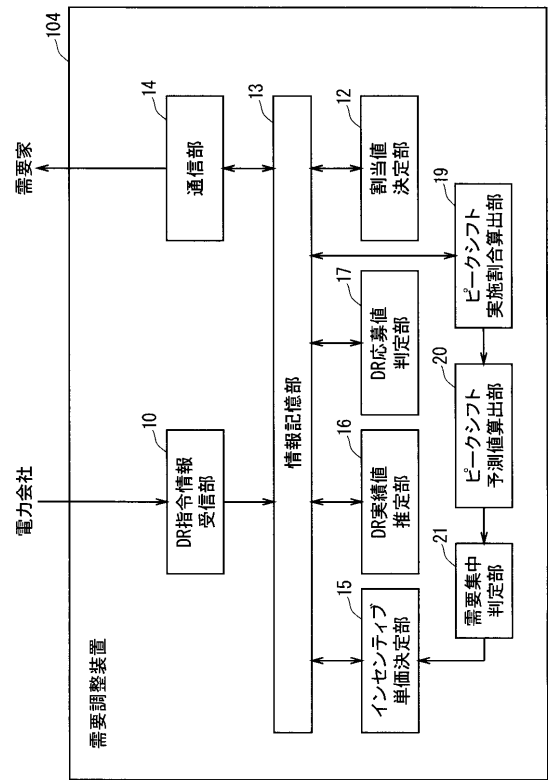
【図 14】



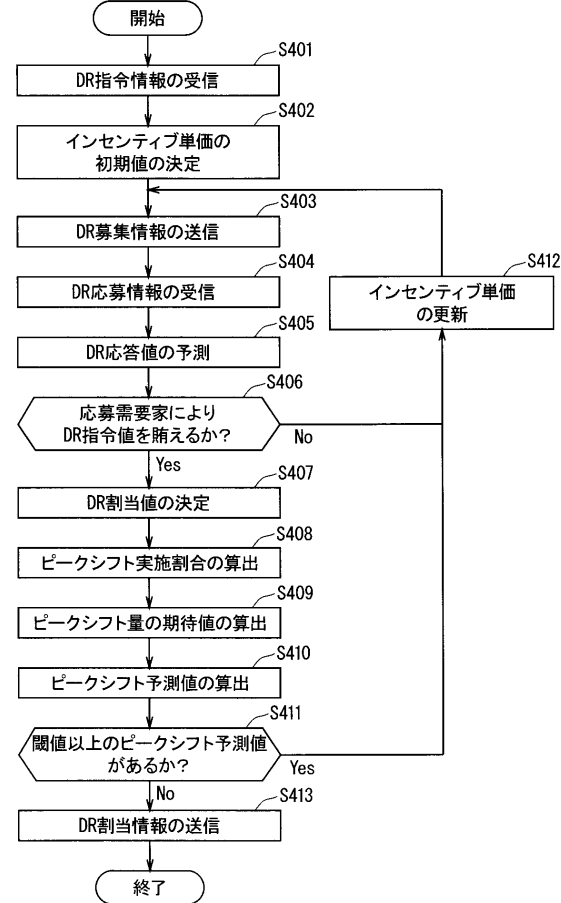
【図 15】



【図 16】



【図 17】



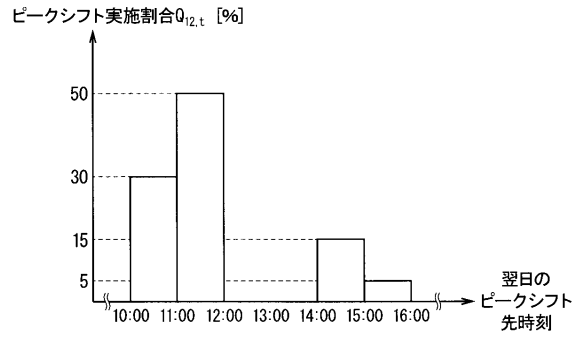
【図 18】

DR指令ID	DR開始時刻	DR継続時間	インセンティブ 単価 [¥/kW]
a0002	2015/4/17 12:00	00:30	15

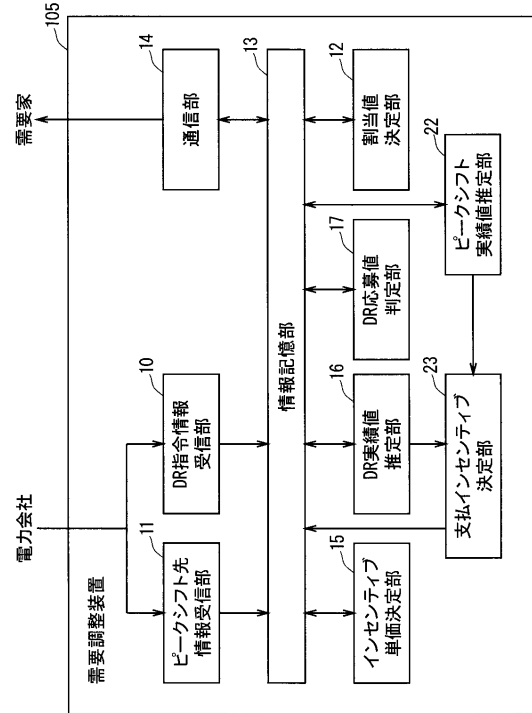
【図 19】

DR指令ID	DR開始時刻	DR継続時間	インセンティブ 単価 [¥/kW]	DR応募値 [kW]	需要家 ID
a0002	2015/4/17 12:00	00:30	15	50	est0001

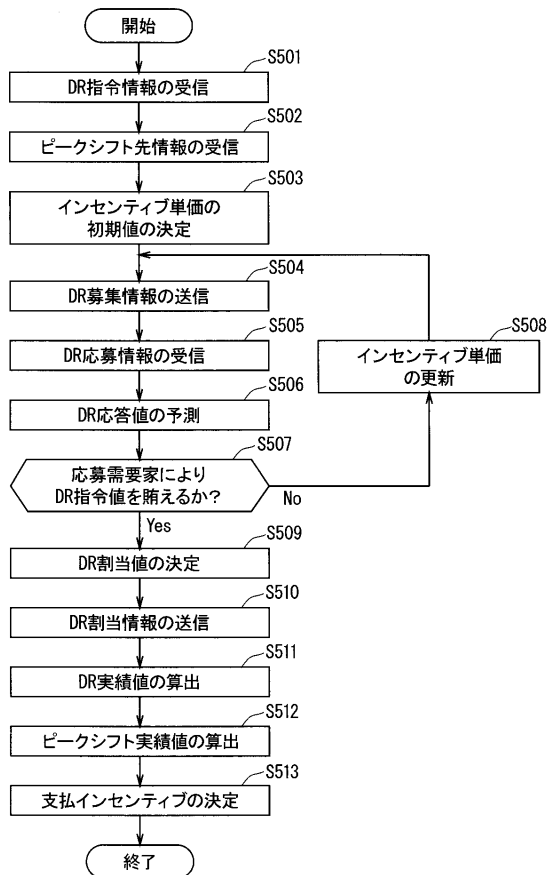
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 0 4 6 4 5 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 3 5 9 7 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 J 3 / 0 0 - 5 / 0 0
G 0 6 Q 5 0 / 0 6