

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4862153号
(P4862153)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int. Cl. F 1
H02J 3/32 (2006.01) H02J 3/32

請求項の数 2 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-105928 (P2006-105928) (22) 出願日 平成18年4月7日(2006.4.7) (65) 公開番号 特開2007-282383 (P2007-282383A) (43) 公開日 平成19年10月25日(2007.10.25) 審査請求日 平成21年3月13日(2009.3.13)</p>	<p>(73) 特許権者 504174135 国立大学法人九州工業大学 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号 (74) 代理人 100108660 弁理士 大川 譲 (72) 発明者 三谷 康範 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号 国立大学法人九州工業大学内 審査官 杉田 恵一</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力負荷平準化方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

バッテリーに貯えた電力を、電力会社から電気の供給を受ける電力需要者である事業所における電力需要ピーク時に放出して、電力負荷の平準化を図る電力負荷平準化方法において、

事業所において電力需要非ピーク時に、或いは各自動車所有者の深夜電力を利用して、複数の自動車の各バッテリーを充電し、

前記充電した複数の自動車のバッテリーに貯えた電力を、事業所において事業所の電力需要ピーク時に放出し、

前記各バッテリーへの充電及びバッテリーに貯えた電力の放出のためにDCからACへ
 或いはACからDCに双方向に変換可能の変換器を共通に用い、かつ、この共通に用いる変換器は、外部からの指令により充電モード、放電モード、待機モードの各モードへの切り替えが行われ、

P_{buy} を電力会社から受電している電力、 P を自動車からの放電電力、 P_{cont} を電力会社との契約電力、そして P_{margin} を契約電力を超えないようにするためのマージンとして、

$P_{buy} + P > P_{cont} - P_{margin}$ になった時点で、接続された全ての自動車に放電モード指令を与え、かつ、

$P_{buy} + P < P_{cont} - P_{margin}$ になった時点で、接続された全ての自動車に待機モードへの移行指令を与える、

ことから成る電力負荷平準化方法。

10

20

【請求項 2】

バッテリーに貯えた電力を、電力会社から電気の供給を受ける電力需要者である事業所における電力需要ピーク時に放出して、電力負荷の平準化を図る電力負荷平準化システムにおいて、

事業所において電力需要非ピーク時に、或いは各自動車所有者の深夜電力を利用して、複数の自動車の各バッテリーを充電するためのACからDCへの変換と、前記充電した複数の自動車のバッテリーに貯えた電力を、事業所において事業所の電力需要ピーク時に放出するためのDCからACへの変換を双方向に変換可能の変換器を共通に用い、

前記共通に用いる変換器は、外部からの指令により充電モード、放電モード、待機モードの各モードへの切り替えが行われるインバータシステムであり、

P_{buy} を電力会社から受電している電力、 P を自動車からの放電電力、 P_{cont} を電力会社との契約電力、そして P_{margin} を契約電力を超えないようにするためのマージンとして、

$P_{buy} + P > P_{cont} - P_{margin}$ になった時点で、接続された全ての自動車に放電モード指令を与え、かつ、

$P_{buy} + P < P_{cont} - P_{margin}$ になった時点で、接続された全ての自動車に待機モードへの移行指令を与える、

ことから成る電力負荷平準化システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バッテリーに貯えた電力を、電力会社から電気の供給を受ける電力需要者である事業所における電力需要ピーク時に放出して、電力負荷の平準化を図る電力負荷平準化方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

「ピークシフト」と呼ばれる電力負荷平準化方法が知られている。「ピークシフト」とは、夜間に電力やエネルギーを貯え、昼間のピーク需要帯にその貯えた電力あるいはエネルギーを放出して昼間ピーク時の所要電力の節減を計るものである。ピーク時必要とされる本来の所要電力の一部が、夜間時等の非ピーク時の電力で補われるため、見かけ上ピークの一部が代替されるという意味で、ピークシフトと呼ばれる。

【0003】

従来、負荷平準化はバッテリー等の定置型のエネルギー貯蔵装置を設置して、その場所で、夜間に充電して昼間のピーク負荷を削減する方法がとられる。電力会社においては大規模な揚水発電所を設置して、水の汲み上げと水力発電による貯蔵を実現している。特許文献1「電力供給システム及び電力供給方法」では、ネットワークに接続したNASバッテリーをLAN制御により吸放出して負荷平準化する方法が提案されている。また、特許文献2「電源システム」では太陽光発電、電力貯蔵を組み合わせることで負荷平準化を行うシステムを提案している。しかしながら、このような従来の負荷平準化システムは、大がかりな設備を必要とし、低コストでは実施できない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-333751号公報

【特許文献2】特開平11-332128号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

電気自動車等の自動車は走行のためにバッテリーにエネルギーを貯蔵している。長距離を走行するときはその貯蔵エネルギーの多くを使うことになるが、日々の通勤等のために使うエネルギーはそれほど多くは無い。通勤用の自動車は、朝夕の通勤時には使用するも

10

20

30

40

50

の、昼間には使用されていない。一方、電力需要ピークは、一般的には昼間に生じる。

【0006】

そこで、本発明は、通勤用に使用されているが昼間の電力需要ピーク時には使用されていない電気自動車等の自動車のバッテリーを利用して、低コストで電力負荷の平準化を図ることを目的としている。従来のバッテリーによる負荷平準化に比べて、通常自動車の走行のために用いるバッテリーを流用するもので、バッテリー部分のコストを大幅に削減できる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の電力負荷平準化方法は、バッテリーに貯えた電力を、電力会社から電気の供給を受ける電力需要者である事業所における電力需要ピーク時に放出して、電力負荷の平準化を図る。事業所において電力需要非ピーク時に、或いは各自動車所有者の深夜電力を利用して、複数の自動車の各バッテリーを充電し、この充電した自動車のバッテリーに貯えた電力を、事業所において事業所の電力需要ピーク時に放電する。

10

【0008】

また、本発明の電力負荷平準化システムは、バッテリーに貯えた電力を、電力会社から電気の供給を受ける電力需要者である事業所における電力需要ピーク時に放出して、電力負荷の平準化を図る。そして、本発明は、事業所において電力需要非ピーク時に、或いは各自動車所有者の深夜電力を利用して、複数の自動車の各バッテリーを充電するためのACからDCへの変換装置と、前記充電した自動車のバッテリーに貯えた電力を、事業所において事業所の電力需要ピーク時に放電するためのDCからACへの変換装置とを備える。

20

【0009】

このACからDCへの変換装置及びDCからACへの変換装置として、DCからACへ或いはACからDCに双方向に変換可能の変換器を共通に用いる。この共通に用いる変換器は、外部からの指令により充電モード、放電モード、待機モードの各モードへの切り替えが行われるインバータシステムである。

【0010】

P_{buy} を電力会社から受電している電力、 P を自動車からの放電電力、 P_{cont} を電力会社との契約電力、そして P_{margin} を契約電力を超えないようにするためのマージンとして、 $P_{buy} + P > P_{cont} - P_{margin}$ になった時点で、接続された全ての自動車に放電モード指令を与え、かつ、 $P_{buy} + P < P_{cont} - P_{margin}$ になった時点で、接続された全ての自動車に待機モードへの移行指令を与える。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明は、将来普及が予想されている電気自動車や現在普及が急速に進展しているハイブリッド型の自動車に搭載されたバッテリーを移動体の電力貯蔵と考えると、勤務先において電力需要の少ない朝とか、或いは家庭において深夜電力を利用してエネルギーを貯蔵し、それを事業所などの昼間多くの自動車が集まり停車しているところで放出して負荷平準化を行うことにより、事業所としては契約電力を減らせることになり、また、グローバルに見ると夜間の原子力主体の電気エネルギーを貯蔵して昼間の火力発電を減じることにつながるために、二酸化炭素の削減にも役立つことになる。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明を具体化する負荷平準化システムの第1の例を示す図である。

【図2】負荷平準化前後の日負荷曲線を示すグラフである。

【図3】図1(A)に示す負荷平準化システムの昼間の動作を説明する図である。

【図4】本発明を具体化する負荷平準化システムの第2の例を示す図である。

【図5】図4(A)に示す夜間の充電動作を説明する図である。

【図6】電気自動車におけるインバータシステムを説明する図である。

50

【図 7】充放電について説明する概念図である。

【図 8】負荷平準化前後の日負荷曲線を示すグラフである。

【図 9】図 8 の一部を拡大したグラフである。

【図 10】図 8 の一部を拡大したグラフである。

【図 11】負荷平準化に必要なとした自動車の台数をまとめた表である。

【図 12】契約電力ごとの1年間の基本料金を示す表である。

【図 13】契約電力ごとの1年にかかる電力量料金を示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、例示に基づき、本発明を説明する。図 1 (A)、(B) は、本発明を具体化する負荷平準化システムの第 1 の例を示す図である。図示の負荷平準化システムは、事業所 2 で自動車 1 のバッテリーを充電し、かつ事業所 2 で放電を行う。なお、本明細書において、「事業所」とは、電力会社と契約電力を取り決めて、電気の供給を受ける電力需要者を意味している。図示のシステムは、昼間に駐車場に止めてある電気自動車 1 のバッテリーから事業所 2 に対して電力を供給して負荷平準化を行い、翌朝に負荷平準化に貢献した自動車 1 に対して、事業所 2 で充電のサービスを行うものである。図示のインバータ 3 は、DC から AC へ、或いは AC から DC に双方向に変換可能な変換器である。負荷平準化前後の日負荷曲線のイメージとしては、図 2 に示すようになる。図示したように、前日の需要ピーク時に、バッテリーから放電し、かつ、この放電したバッテリーに対して翌朝充電する。

10

20

【0014】

図 3 は、図 1 (A) に示す負荷平準化システムの昼間の動作を説明する図である。事業所 2 に到着した自動車 1 は、そのバッテリーを、DC/AC 双方向変換可能なインバータ 3 を介して駐車場コンセント群 4 の AC 100V に接続する。このインバータ 3 は、電気自動車に備えられているインバータシステム（詳細は図 6 を参照して後述する）を利用することができるし、或いは、駐車場に設備として備えることもできる。バッテリーをコンセントに接続した時点では、充放電を行わない待機モード ($P=0$) である。受電電力の最大電力（デマンド値）を、所定値以下に抑えるように制御するためのデマンド計算は、30 分程度の間隔で行えば十分であり、この場合、以下の切り替えは、デマンド計算より早く、例えば 15 分間隔で行う。

30

【0015】

$P_{buy} + P > P_{cont} - P_{margin}$ になった時点で、接続された全ての自動車に放電モード指令を与える。充電が十分でない自動車は個別に待機モードに切り替わる。ここで、 P_{buy} : 電力会社から受電している電力、 P : 自動車からの放電電力であり、各自動車の合計から損失を差し引いたもの ($P = P_1 + P_2 + \dots + P_n - \text{損失}$)、 P_{cont} : 電力会社との契約電力、 P_{margin} : 契約電力を超えないようにするためのマージンである。

【0016】

また、 $P_{buy} + P < P_{cont} - P_{margin}$ になった時点で、接続された全ての自動車に待機モードへの移行指令を与える。

【0017】

40

図 4 (A)、(B) は、本発明を具体化する負荷平準化システムの第 2 の例を示す図である。図示の負荷平準化システムは、家庭 5 の深夜電力を利用して自動車 1 のバッテリーを充電し、かつ事業所 2 で放電を行う。このシステムは、家庭用の深夜電力を利用して負荷平準化を行うものである。電気自動車 1 の所有者が帰宅して、自動車 1 に備えられている DC/AC 双方向変換可能なインバータ 3 を介して、家庭 5 用の深夜電力でバッテリーに充電し、翌日事業所 2 で負荷平準化に貢献してもらおうというものである。自動車 1 にインバータ 3 が備えられていない場合は、AC から DC への整流装置（コンバータ）を備える。

【0018】

図 5 は、図 4 (A) に示す夜間の充電動作を説明する図である。図示したように、夜間

50

、深夜電力を利用してフル充電レベルまで充電を行う。自動車₁に備えられているDC/AC双方向変換可能のインバータ₃をAC100Vコンセントへ接続して、充電開始スイッチ（インバータを充電モードにするためのスイッチ）を押すことにより充電を開始し、フル充電を検出して待機モードになる。

【0019】

図6は、電気自動車におけるインバータシステムを説明する図である。電気自動車₁のバッテリーからDC/AC双方向変換可能のインバータ₃を介し、100Vコンセントに接続できる構成となっている。充電電力及び放電電力は、それぞれ一定値になるように制御される。外部からの指令により充電モード、放電モード、待機モードの各モードへの切り替えが行われる。バッテリーの状態を見ながら予め定めた蓄電レベルの上下限と比較し過充電時或いは過放電時には動作を停止する保護機能を備える。

10

【0020】

なお、電気自動車のバッテリーの充電および放電を行うための電力変換設備を安価に実現するために、現在、プラグインハイブリッド自動車という名称で、ハイブリッド自動車の電気エネルギーを深夜電力によって蓄えようと言うコンセプトが発表されている。このときのコンバータを改良することにより、事業所等での放電が可能なインバータを安価に実現できる。

【実施例1】

【0021】

本発明による負荷平準化には、各自動車に積まれているバッテリーを利用する。そこで、ガソリン車、ハイブリッドカー、電気自動車のそれぞれの自動車に積まれているバッテリーがどれくらいのエネルギーを持っているかについて検討する。ガソリン車は、バッテリー容量が40[Ah]、12[V]のもの（軽自動車～1000cc程度の自動車）、ハイブリッドカーに関しては6.5[Ah]、210.6[V]のバッテリー容量、電気自動車に関しては95[Ah]、288[V]のバッテリー容量を例にとり検討する。フル充電状態の時のバッテリーが持つエネルギーは次の式で求められる。

20

$$\text{エネルギー（電力量）[Wh]} = \text{バッテリー容量[Ah]} \times \text{バッテリー電圧[V]} \quad (1)$$

【0022】

例えば、バッテリーが持つフル充電時のエネルギーの20%分のエネルギーを負荷平準化に使用するとして、自動車種別ごとにエネルギーを求める。

30

$$\text{ガソリン車} : 40 \times 12 \times 0.2 = 96 \text{ [Wh]} \quad (2)$$

$$\text{ハイブリッドカー} : 6.5 \times 210.6 \times 0.2 = 262 \text{ [Wh]} \quad (3)$$

$$\text{電気自動車} : 95 \times 288 \times 0.2 = 5472 \text{ [Wh]} \quad (4)$$

【0023】

以上の結果を見てもわかるように、ガソリン車から電気自動車になるにつれてバッテリーは大きなエネルギーを持つ。例えば、100kWhのエネルギーを供給することを考えると、ガソリン車では約1040台、ハイブリッドカーでは約380台、電気自動車では約20台必要ということになる。

【実施例2】

【0024】

40

電気料金の算出を行い、負荷平準化前と比べていくらか電気料金を削減できるかについて検討する。電力量料金は、電気契約の種類により異なるが、以下、産業用電力を例として述べる。産業用電力とは、高圧、特別高圧で電気の供給を受けて動力（付帯電灯を含む）を使用する需要である。

【0025】

ここでは、九州工業大学戸畑キャンパスを対象として、図1を参照して説明した負荷平準化システムについてシミュレーションを行う。九州工業大学戸畑キャンパスは、産業用電力の標準電圧6000ボルトで九州電力と契約している。用いた日負荷データは、2004年度のものを使用する。

【0026】

50

このシステムは、前述したように、昼間に負荷平準化をし、かつ、負荷平準化に貢献した自動車には、翌朝事業所（九州工業大学戸畑キャンパス）で充電サービスを行うものである。使用するバッテリーはガソリン車、ハイブリッドカー、電気自動車のバッテリーを用いる。シミュレーションの仕方であるが、2004年度の契約電力は2000kWであったので、契約電力を50kWずつ減らしていき、どこまで契約電力を削減できるかを検討し、その時に必要な自動車の台数をガソリン車、ハイブリッドカー、電気自動車に分けて算出する。

【0027】

図7は、充放電について説明する概念図である。図示したように、電源からインバータを介してのバッテリーへの充電効率を、例えば90%とし、かつ、バッテリーからインバータを介して負荷への放電効率を、例えば90%とする。この場合、負荷平準化に使用した電力量を81%で割った電力量を充電することで、バッテリーからもらった分の電力量は返せる。

10

【0028】

(i) 受電電力ピークを1950kWにまで削減

図8に負荷平準化前後の日負荷曲線を示した。また、図9、及び図10は、それぞれ図8の一部を拡大したものである。この時負荷平準化に使用した電力量は70[kWh]であった。バッテリーの充放電効率が81%としているので、効率分を考え翌朝電気自動車に充電する電気量は86.4[kWh]とする。負荷平準化を行ったときの最大電力（デマンド値）は71[kW]であったので、充電する時の最大電力も71[kW]として充電した。また、この時負荷平準化に必要な自動車の台数をまとめると、図11のようになる。

20

【0029】

(ii) 受電電力ピークを1900kWにまで削減

同様に、1900kWに負荷平準化するために使用した電力量は208.5[kWh]であった。バッテリーの充放電効率81%を考えた翌朝に電気自動車に充電する電気量は257.4[kWh]である。負荷平準化を行ったときの最大電力（デマンド値）は121[kW]であったので、充電する時の最大電力も121[kW]として充電した。この場合は充電時間内に257.4[kWh]を充電できなかった。そこで、充電時間を午前8時半から午前11時までと30分充電時間を延ばした。この時は時間内に257.4[kWh]充電することができた。

【0030】

(iii) 電気料金の削減

次に、契約電力を1900kW程度まで下げた場合、負荷平準化する前と比べて年間いくら削減できるかについてまとめたものを図12及び図13に示した。

30

【0031】

図12に契約電力ごとの1年間の基本料金を示し、図13には契約電力ごとの1年にかかる電力量料金を示した。負荷平準化前2004年度の契約電力は2000kWであったので、契約電力を下げることにより、基本料金を下げることができる。但し、電力量料金は、わずかではあるが増えることになる。これは、負荷平準化した分の電力量をバッテリーの充放電効率を考えて充電しているためである。トータル的には、契約電力を減らすことが電気料金削減につながっている。

【0032】

なお、上述したような自動車のバッテリーを用いた電力貯蔵システムは、停電補償の役割を担うことも出来る。約50台程度の電気自動車を使用して、各バッテリーから容量の10%を使用すれば、停電後から3時間自動車用のバッテリーから、100kW補償することが可能となる計算になる。もちろん使用する自動車の台数により、バッテリーの使用容量を増やしたり減らしたり出来る。

40

【符号の説明】

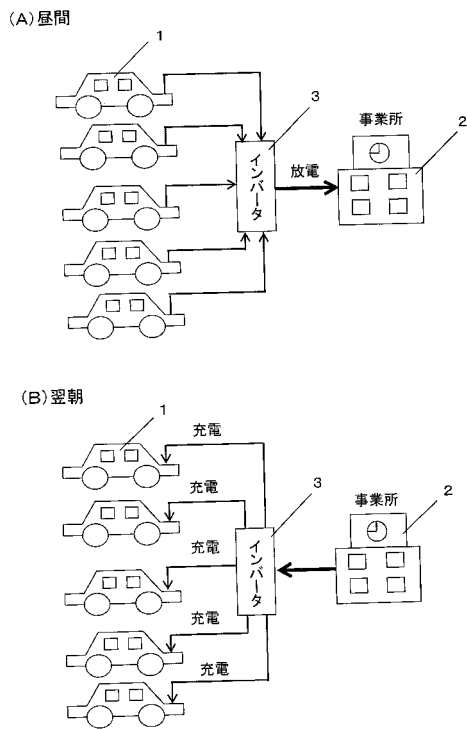
【0033】

- 1 自動車
- 2 事業所
- 3 インバータ

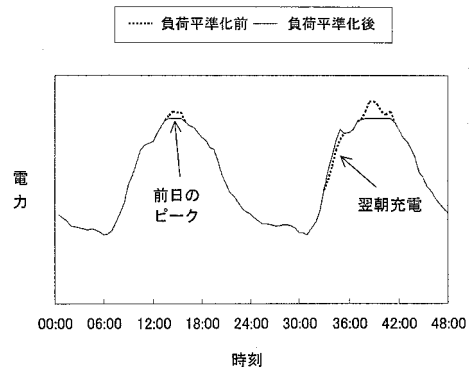
50

- 4 駐車場コンセント群
- 5 家庭

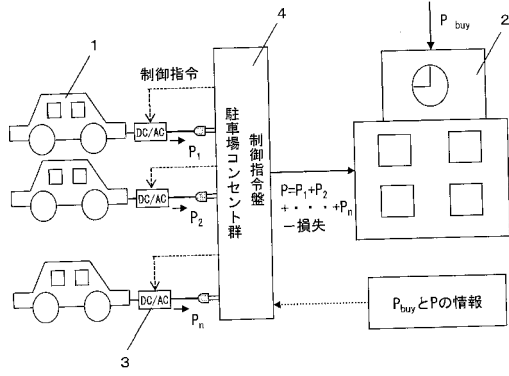
【図1】



【図2】



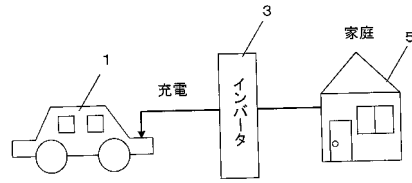
【図3】



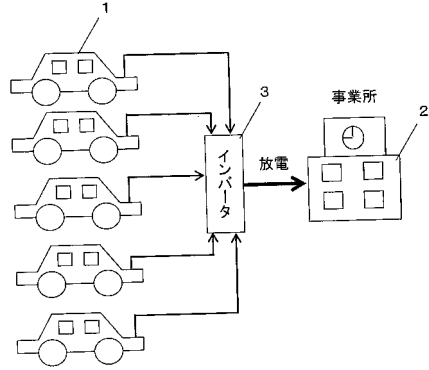
P_{buy} : 電力会社から受電している電力
 P_{cont} : 電力会社との契約電力
 P_{margin} : 契約電力を超えないようにするためのマージン
 P : 自動車からの放電電力

【図4】

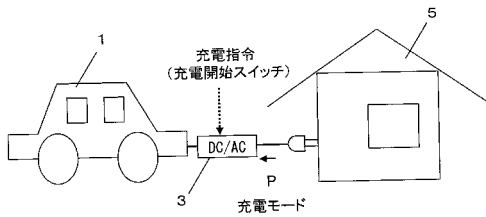
(A)夜間



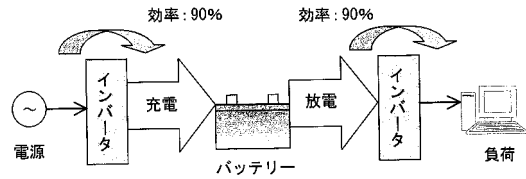
(B)昼間



【図5】

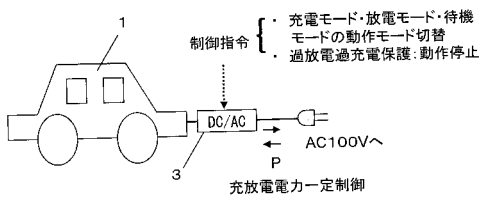


【図7】

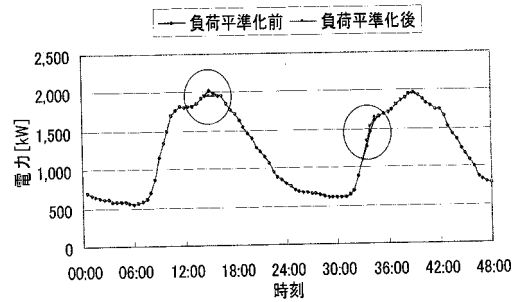


【図6】

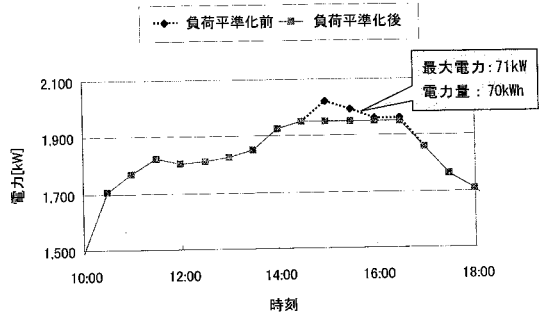
電気自動車におけるインバータシステム



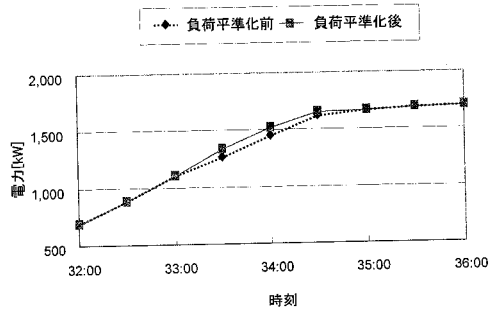
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

1950kWの時の自動車台数

自動車の種類	20%分のエネルギー[kWh]	使用台数[台]
ガソリン車	0.096	730
ハイブリッドカー	0.262	268
電気自動車	5.979	12

【図12】

基本料金

契約電力[kW]	2000	1950	1900
基本料金[円/年]	46,560,000	45,396,000	44,232,000
削減金額[円]		1,164,000	2,328,000

【図13】

電力量料金

契約電力[kW]	電力量料金[円/年]	削減金額[円]
2000	30,937,172	
1950	30,937,523	-350
1900	30,938,969	-1,798

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-84673(JP,A)
特開2002-315193(JP,A)
特開2003-125543(JP,A)
特開2005-333751(JP,A)
特開2007-6574(JP,A)
特表2007-534281(JP,A)
国際公開第2005/009779(WO,A1)
発明協会公開技報公技番号04-508580
古澤健,杉原英治,辻毅一郎,三谷康範,需要家設置の電力貯蔵装置による送電ネットワークの混雑緩和に関する研究,電気学会論文誌B,日本,社団法人電気学会,2005年3月1日,第125巻第3号,p.293-301

- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H02J 3/32