

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5047246号
(P5047246)

(45) 発行日 平成24年10月10日(2012.10.10)

(24) 登録日 平成24年7月27日(2012.7.27)

(51) Int. Cl. F 1
B 6 6 B 1/06 (2006.01) B 6 6 B 1/06 K
B 6 6 B 1/34 (2006.01) B 6 6 B 1/34 A

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-209922 (P2009-209922)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成21年9月11日(2009.9.11)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(65) 公開番号	特開2011-57395 (P2011-57395A)	(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
(43) 公開日	平成23年3月24日(2011.3.24)	(72) 発明者	吉川 敏文 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内
審査請求日	平成23年6月20日(2011.6.20)	(72) 発明者	村岡 一史 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エレベータの省エネ運行システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の階床をサービスするエレベータの運行を制御するエレベータの省エネ運行システムにおいて、

複数の台の前記エレベータの使用電力値を合計した合計使用電力値をしきい値以下とする合計電力抑制値から各前記エレベータの電力抑制値を定め、該電力抑制値は、少なくともエレベータの予測待ち時間，エレベータの乗車人数，エレベータの予測乗車時間のいずれかによるサービス指標に応じて前記合計電力抑制値に対する比率を決定して求め、前記エレベータは前記電力抑制値に基づいて、各エレベータの最高速度，加速度又は停止時間を調整して省エネ運行されることを特徴とするエレベータの省エネ運行システム。

10

【請求項2】

複数の階床をサービスする複数の台のエレベータの運行を制御するエレベータの省エネ運行システムにおいて、

少なくとも、乗りかごの方向，ホール呼び，かご呼び，乗り人数，ビルの交通情報のいずれかより電力プロファイルとして各エレベータの使用電力値の時間推移を求める電力プロファイル算出手段と、

前記電力プロファイルを合計した合計電力プロファイルから合計使用電力値をしきい値以下とする合計電力抑制値を算出し、該合計電力抑制値を各前記エレベータの電力抑制値として算出する電力抑制値算出手段と、

を備え、前記電力抑制値は、少なくとも各エレベータの予測待ち時間，各エレベータの乗

20

車人数，各エレベータの予測乗車時間のいずれかによるサービス指標に応じて前記合計電力抑制値に対する比率を決定して求め、前記エレベータは前記電力抑制値に基づいて、各エレベータの最高速度，加速度又は停止時間を調整して省エネ運行されることを特徴とするエレベータの省エネ運行システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のものにおいて、各エレベータの前記サービス指標の比率の逆数を算出し、算出された値の全体に対する比率を電力抑制値配分指標とし、前記合計電力抑制値を乗じることで各エレベータの前記電力抑制値とすることを特徴とするエレベータの省エネ運行システム。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載のものにおいて、前記しきい値は、前記エレベータの受電設備の電力容量に基づいて定められることを特徴とするエレベータの省エネ運行システム。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 に記載のものにおいて、前記しきい値は、ビルの総電力値を管理するビル総電力管理手段が定める電力容量に基づいて定められることを特徴とするエレベータの省エネ運行システム。

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 に記載のものにおいて、前記各エレベータの使用電力値は、出発時点の各エレベータの乗りかごの位置，速度，方向と次にエレベータが停止位置に到着するための速度，加速度、及びかご重量，釣合おもり重量，乗客の総重量、とより算出されることを特徴とするエレベータの省エネ運行システム。

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 に記載のものにおいて、待機状態の前記エレベータは、回生運転されることを特徴とするエレベータの省エネ運行システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数台のエレベータを統括制御するエレベータ制御システムに係り、特に複数台のエレベータの電力を制御して、省エネ運行するものに好適である。

【背景技術】

【0002】

従来、エレベータ制御システムは、使い勝手、及び省エネ、省スペースの観点から運行効率を改善するため、待ち時間および移動時間を最小限に抑え、最大限に円滑に運行することが行われている。また、エレベータは典型的なピーク電力型負荷であり、省エネのためにもピーク電力の把握，ピーク電力カットが必要とされている。

【0003】

さらに、複数台のエレベータかごの全ピーク消費電力を抑制するため、任意の瞬間における全ピーク消費電力が所定のしきい値未満である場合には、特定のスケジュールを一群のエレベータかごを運行するものとして選択する、ことが知られ、例えば特許文献 1 に記載されている。

【0004】

また、オフィスビル全体としてのデマンド量が契約電力を超えないようにエレベータを運転するため、デマンド量の予測値が契約電力を超えると発せられるデマンド警告が発せられているときエレベータの所定の最高速度または所定の加速度にすることが特許文献 2 に記載されている。

【0005】

さらに、ビル全体でのエレベータの許容電力量を有効に利用して運行するため、各エレベータで消費可能な許容電力量を検出し、この許容電力量に基づいて同時に起動可能なエレベータ台数を割り出して、この起動可能な台数によって割当て起動許可台数を設定することが特許文献 3 に記載されている。

10

20

30

40

50

【0006】

さらに、エレベータの利便性低下を最小限に抑えた上で、省エネ目標を確実に達成するため、運転回数やホール呼び発生確率を学習結果から予測し、消費電力目標値及び省エネ制御レベルを考慮した曜日時間帯毎の出発制限による運転回数制限を行うことが特許文献4に記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2008-308332号公報

【特許文献2】特開2009-96582号公報

【特許文献3】特開平4-217570号公報

【特許文献4】特開2007-55700号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記従来技術の特許文献1に記載のものでは、特定のスケジュールを選択するだけなので、複数台のエレベータの各時点における全ピーク消費電力を効果的に抑制できるものでなく、全ピーク消費電力によりスケジュールが決定されるため、各時点における利用者へのサービス性（例えば、待ち時間）へ大きく影響し、低下する恐れがある。

【0009】

また、特許文献2に記載のものでは、全体としてのデマンド量が考慮されるだけなので、特許文献1と同様に、個々のエレベータ毎の利用者に対するサービスが低下する。特に、エレベータ全台の最高速度を一律に低減したり、全台の平均待ち時間で最高速度を低減したりする場合、その時間のエレベータ利用者に対する運行サービスが大きく低下する。さらに、エレベータの最高速度または加速度を制限することになるため、必要以上に電力を低減してサービスを低下させる。

【0010】

同様に、特許文献3に記載のものでは、起動可能なエレベータ台数を制限するため、利用者に対するサービスは著しく低下する。

【0011】

さらに、特許文献4に記載のものでは、エレベータ全体（全台）を一律に運転回数制限するため、個々のエレベータ毎の利用者に対するサービスが大きく低下する。

【0012】

以上、従来技術では、複数台のエレベータの時点毎における合計電力を確実にかつ効果的に所定値以下にすることが困難であり、各エレベータの利用者への運行サービスが低下し、特定のエレベータの利用者が特に強い影響を被る可能性があった。

【0013】

本発明の目的は、上記従来技術の課題を解決し、複数台のエレベータの各時点における合計電力を確実に、効果的に抑制し、かつ各時点において各エレベータを利用している利用者への影響（運行サービスの低下）を少なくすることにある。

【0014】

また、他の目的は、利用者全体から見て、各エレベータの運行サービスが大きくばらつく事無く、各エレベータの電力制限を行い、省エネであるにも係わらず、利用者へのサービス性の良いものとするところにある。

【0015】

さらに、他の目的は、エレベータ全体の受電設備（各エレベータへ電力を供給する大元の受電設備）の設備容量を大きく低減することにある。

【0016】

なお、本発明は、上記目的の少なくとも一つを達成することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

上記目的を達成するため、本発明は、複数の階床をサービスするエレベータの運行を制御するエレベータの省エネ運行システムにおいて、複数台の前記エレベータの使用電力値を合計した合計使用電力値をしきい値以下とする合計電力抑制値から各前記エレベータの電力抑制値を定め、該電力抑制値は、少なくともエレベータの予測待ち時間、エレベータの乗車人数、エレベータの予測乗車時間のいずれかによるサービス指標に応じて前記合計電力抑制値に対する比率を決定して求め、前記エレベータは前記電力抑制値に基づいて、各エレベータの最高速度、加速度又は停止時間を調整して省エネ運行されるものである。

【 0 0 1 8 】

また、本発明は、複数の階床をサービスする複数台のエレベータの運行を制御するエレベータの省エネ運行システムにおいて、少なくとも、乗りかごの方向、ホール呼び、かご呼び、乗り人数、ビルの交通情報のいずれかより電力プロファイルとして各エレベータの使用電力値の時間推移を求める電力プロファイル算出手段と、前記電力プロファイルを合計した合計電力プロファイルから合計使用電力値をしきい値以下とする合計電力抑制値を算出し、該合計電力抑制値を各前記エレベータの電力抑制値として算出する電力抑制値算出手段と、を備え、前記電力抑制値は、少なくとも各エレベータの予測待ち時間、各エレベータの乗車人数、各エレベータの予測乗車時間のいずれかによるサービス指標に応じて前記合計電力抑制値に対する比率を決定して求め、前記エレベータは前記電力抑制値に基づいて、各エレベータの最高速度、加速度又は停止時間を調整して省エネ運行されるものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、複数台のエレベータの合計使用電力値からエレベータの電力抑制値を定め、電力抑制値は、少なくともエレベータの予測待ち時間、エレベータの乗車人数、エレベータの予測乗車時間のいずれかによるサービス指標に応じて合計電力抑制値に対する比率を決定して求め、電力抑制値に基づいて省エネ運行するので、合計電力を抑制し、かつ各エレベータを利用している利用者への影響（運行サービスの低下）を少なくすることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明による一実施の形態を示すブロック図。

【 図 2 】 一実施の形態であるエレベータ構成例を示すブロック図。

【 図 3 】 一実施の形態における変更前の電力プロファイルを示すグラフ。

【 図 4 】 一実施の形態における予測待ち時間と電力抑制値の算出例を示す表。

【 図 5 】 一実施の形態における変更後の電力プロファイルを示すグラフ。

【 図 6 】 一実施の形態における受電設備を示すブロック図。

【 図 7 】 本発明による他の実施の形態を示すブロック図。

【 図 8 】 一実施の形態におけるエレベータの速度及び加速度対時間を示すグラフ。

【 図 9 】 一実施の形態におけるエレベータの状況と速度の関係を示す説明図。

【 図 1 0 】 本発明によるさらに、他の実施の形態を示すブロック図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。図 1 は、エレベータ制御システムの構成の一例を表し、複数台のエレベータの合計電力を常に所定の上限値以下に抑制するように各エレベータの運行を制御する。

各エレベータの合計電力を所定の上限値以下に抑えるための合計電力抑制値を算出して（合計電力抑制値手段 2 0 5）、この抑制値を各エレベータに配分するための電力抑制値配分指標を各エレベータの受持ちホール呼びの待ち時間に応じて算出し（各エレベータの電力抑制値配分指標算出手段 2 1 0）、電力抑制値配分指標に従って合計電力抑制値から各エレベータの電力抑制値を算出する（各エレベータの電力抑制値算出手段 2 1 1）。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、3 台のエレベータによる構成を示し、1 号機の乗りかご 1 1 , 2 号機の乗りかご 1 2 , 3 号機の乗りかご 1 3 があり、それぞれの乗りかごの情報（かご内で登録された行先階呼び、かご内荷重または乗車人数、戸開閉状態など）及びホールボタン（4 1 , 4 2 , 4 3 ）で入力されるホール呼び情報（方向、登録時点）は統合制御装置 2 0 に伝送される。統合制御装置 2 0 は各エレベータの運行（最高速度、加速度、停止時間）を制御することによって最大電力を調整する。

【 0 0 2 3 】

群管理装置は、複数台のエレベータの運行を統括制御するが、図 2 の統合制御装置 2 0 は群管理装置に含まれてもよいし、別であってもよい。例えば、複数台のエレベータがビルに設置されていて、これらが群管理制御されていない場合でも統合制御装置 2 0 で各エレベータの運行を制御する。

10

【 0 0 2 4 】

また、統合制御装置 2 0 は、各エレベータの電力を調整するように運行制御するための指令を各エレベータの制御装置（1 号機の制御装置 3 1 , 2 号機の制御装置 3 2 , 3 号機の制御装置 3 3 ）に伝送する。

【 0 0 2 5 】

図 1 の統合制御装置 2 0 の詳細を説明する。

エレベータ仕様およびビル仕様データ記憶手段 2 0 1 には、エレベータ仕様（定格速度、加速度、定格積載量等）、ビル仕様（階床数、階床ピッチ、エレベータ台数等）が記憶されている。各エレベータの運行関連データ蓄積手段 2 0 2 には、各エレベータの制御装置、乗りかご、各階のホールから収集されたかご運行データ（速度、方向等）、ホール呼びデータ、かご呼びデータ、乗り人数データ、各かごの各への到着予測時間データ、ホール呼び継続時間データ（ホール呼びが登録されてからの経過時間）等が蓄積されている。

20

【 0 0 2 6 】

各エレベータの電力プロファイル算出手段 2 0 3 は、エレベータ仕様およびビル仕様データ記憶手段に記憶されたデータと各エレベータの運行関連データ蓄積手段に蓄積されたデータから、エレベータ毎の現時点から先の時間に対する電力プロファイルを算出する。電力プロファイルはエレベータの使用電力値（単位は W ）の時間推移を表したもので、図 3 にその具体例を示す。

30

現時点以降の電力プロファイルは、現時点での少なくとも、かごの上昇または下降の方向、速度、加速度、乗車人数、ホール呼びやかご呼び（未発生呼びは除く）のいずれかの情報から算出する。

【 0 0 2 7 】

合計電力プロファイル算出手段 2 0 4 では、各エレベータの電力プロファイルを合計して合計電力プロファイル（総電力プロファイル）を算出する。

合計電力抑制値算出手段 2 0 5 は、合計電力プロファイルの最大電力値を検出して、しきい値（しきい値設定手段 2 0 6 で設定される）と比較し、しきい値を超える場合は、最大電力値としきい値の差から抑制すべき電力値となる合計電力抑制値を算出する。しきい値はエレベータ全体の最大電力の上限値であり、例えば、全エレベータの受電設備の電力容量に基づいて設定される。

40

【 0 0 2 8 】

図 3 の下側 3 つのグラフがそれぞれ 1 号機、2 号機、3 号機の電力プロファイルの例を表している。この図では 6 0 秒先までの電力プロファイルを算出している。縦軸は電力値を表しており、単位は W（ワット）ではなく、定格速度（最高速度に対応）時の電力を 1 0 0 となるように正規化して表している。図 3 の最上段のグラフが 3 台のエレベータに対する合計電力プロファイルを表し、電力の上限しきい値 2 5 0 に対して、最大電力が 3 7 0 なので、その差である合計電力抑制値は 1 2 0 となる。抑制値 1 2 0 を各エレベータに配分して、合計電力の最大値を 2 5 0 以下となるように省エネ運行を行う。

【 0 0 2 9 】

50

各エレベータの電力プロファイル算出について、図8を参照して説明する。

出発時点の各エレベータの乗りかごの位置，速度，方向と次にエレベータが停止する位置から、停止位置に到着するための速度カーブ（図8（a））および加速度カーブ（図8（b））を作成する。

【0030】

エレベータの次の停止位置は、現時点でのエレベータの位置から最も近いホール呼び又はかご呼びによって決められる。速度カーブおよび加速度カーブから分かる各時点 t 毎の速度 $v(t)$ （単位は m/s ）、加速度 $a(t)$ （単位は m/s^2 ）より、各時点の電力 $P(t)$ は次式によって計算できる。

$$P(t) = v(t) \cdot [(M_c + M_w + M_p) \cdot a(t) + M_u \cdot g] \dots (1) \quad 10$$

M_c はかご重量（乗客は含まない、単位は kg ）、

M_w は釣合おもり重量、

M_p は乗客の総重量（積載量）、

M_u はアンバランス重量（乗客を含めたかごの総重量と釣合おもり重量の差）、

g は重力加速度（ $9.8 m/s^2$ ）。

【0031】

アンバランス重量 M_u は $M_u = (M_c + M_p) - M_w$ によって求めることができる。 M_c 、 M_w はエレベータ仕様で決まる定数値であり、 M_p は乗りかごの荷重センサ値（積載重量）又はビルの交通情報から予測できる予測乗人数から予測乗客重量（予測積載重量）を算出して求める。又は、乗人数または予測乗人数から、乗人数と平均体重の積より積載重量を求めても良い。電力 $P(t)$ の単位は、式（1）より、 $kg \cdot m^2/s^3 = N \cdot m/s = J/s = W$ となる。各時刻 t における電力 $P(t)$ を算出することによって、図3に示す電力プロファイルを求める。

20

【0032】

未応答の割当てホール呼びがある場合、電力プロファイルの算出を図9により説明する。

図9（a）は、未応答の割当てホール呼びがあるエレベータの状況を表している。エレベータは6階を下降中であり、1階に上昇方向の未応答ホール呼びを受持っている。1階への到着予測時間は15秒となっている。図9（b）は、未応答ホール呼びから派生して発生するかご呼びを予測した図を表している。図は10階にかご呼びが発生すると予測している。派生かご呼びの予測は、過去の統計データから確率的に最も高いものを選ぶ場合、又は端階（最上階または最下階）を選ぶ場合などがある。

30

【0033】

図9（c）は、図9（b）に基づいて未応答のホール呼び及び派生かご呼びに対して、速度カーブを予測した例を示す。現時点から15秒後に1階に到着して、未応答ホール呼びの乗客を乗せた後（10秒間停止）、25秒後に1階を出発して、85秒後に派生かご呼びの10階まで走行して停止する。加速度カーブは、図8（b）と同様に図9（c）より求めることができ、積載重量は過去の統計データより、例えばその時間帯または交通需要での各階の平均乗人数などから予測する。したがって、未応答の割当てホール呼びがある場合でも、速度カーブや加速度カーブの予測データを算出し、さらに積載重量の予測値を求めることによって、式（1）より、電力プロファイルを算出する。

40

【0034】

図1を参照して配分方法について説明する。各エレベータのサービス指標（例えば待ち時間）に応じて、サービス指標が良好なエレベータほど電力抑制を大きくする。

図1の予測待ち時間算出手段207では、各エレベータの受持ちホール呼びに対する予測待ち時間を算出する。予測待ち時間は、ホール呼びの登録時点からの経過時間とサービスするかごのホール呼びの登録された階への到着予測時間の和によって算出する。

【0035】

乗車人数算出手段208は、現時点のかご内乗車人数（かごの荷重値から算出）、または過去の乗降人数データから求められる予測乗車人数から各エレベータのかご内乗車人数

50

を算出する。予測乗車時間算出手段209は、各かごに対する乗客の行先階（かご呼びで判定）までの到着予測時間により各エレベータの乗客の予測乗車時間を算出する。

【0036】

各エレベータの電力抑制値配分指標算出手段210は、少なくとも各エレベータの予測待ち時間、各エレベータの乗車人数、各エレベータの予測乗車時間のいずれかに基づいて、合計電力抑制値を各エレベータに配分するための配分比となる指標として各エレベータの電力抑制値配分指標を算出する。例えば、エレベータの予測待ち時間が長いほど配分指標（配分比）を小さくなるように、つまり、電力抑制値を小さくするようにする。これにより、利用者の運行サービスが低下している待ち時間が長いエレベータでは、電力抑制による運行調整を他のエレベータと比較して避けることができ、エレベータ個別及び全体での極端なサービス低下を防ぐことができる。

10

【0037】

各エレベータの電力抑制値算出手段211は、合計電力抑制値を電力抑制値配分指標に基づいて各エレベータに振り分け、各エレベータの電力抑制値を算出する。各エレベータの最高速度または加速度算出手段は、算出された各エレベータの電力抑制値に基づいて運行制御、つまり省エネ運行するため、各エレベータの最高速度、加速度又は停止時間を求め、各エレベータの制御装置に伝送する。

【0038】

図4は、予測待ち時間に基づいて電力抑制値配分指標を算出する場合の具体例を示している。図4では図3の状況を想定しており、合計電力抑制値を120としている。したがって、合計電力抑制値120は、1号機から3号機のエレベータ3台に予測待ち時間に応じて配分される。1、2、3号機の予測待ち時間は、それぞれ50秒、5秒、15秒とする。

20

【0039】

各エレベータの予測待ち時間の比率（合計に対する比率）の逆数を算出する。例えば、1号機の場合は、 $1 / \{ 50 / (50 + 5 + 15) \}$ より、その値は1.4となる。同様に2号機、3号機の値はそれぞれ1.4、4.7となる。次に、各エレベータの予測待ち時間の比率の逆数に対して、その全体に対する比率を求める。例えば、1号機の場合は、 $1.4 / (1.4 + 1.4 + 4.7 = 20.1)$ より、その値は0.07となる。同様に2号機、3号機の値は、それぞれ0.7、0.23となり、電力抑制値配分指標となる。予測待ち時間が長さに応じて電力抑制値配分指標が小さくなるように計算されている。

30

【0040】

各エレベータの電力抑制値は、合計電力抑制値を各エレベータの電力配分指標に乗じることにより、それぞれ8、8.4、2.8と算出される（合計は120を満たしている）。1号機のように予測待ち時間が50秒と非常に長い場合には、電力抑制値は8と小さい値となっており、電力抑制によるエレベータ運行サービスの低下を極力避けることができる。2号機では予測待ち時間が5秒と短いため、電力抑制値は8.4と大きな値となっている。

【0041】

各エレベータの待ち時間の長さに応じて、利用者に対する運行サービスが平準化するように（運行サービスがばらつかないように）、各エレベータの電力抑制値を定めているので、利用者全体から見ても、各エレベータの運行サービスが大きくばらつく事無く、省エネであるにも係わらず、利用者へのサービス性の良いものとなっている。

40

【0042】

図5は、図4に従って、各エレベータの電力抑制値を定めた場合の各エレベータの電力プロファイルを表し、各エレベータの最高速度が変更されており（このケースでは速度のみを変更している）、各エレベータの電力プロファイルが図5の下側3つのグラフ、合計電力プロファイルは図5の最上段グラフのようになり、合計電力プロファイルが常にしきい値以下に制御されている。

【0043】

以上のように、各エレベータの電力プロファイルからその合計電力の上限値からの超過

50

分を求め、超過分を電力抑制値として各エレベータに個々に配分して、各エレベータの最高速度，加速度又は停止時間を調整して省エネ運行（運転）をするため、複数台のエレベータの各時点における合計電力を確実に所定値以下にすることが可能となり、エレベータシステムの省エネ化が達成できる。

【 0 0 4 4 】

また、超過分の配分を図 4 のように待ち時間のような各エレベータの運行サービス状況に応じて配分するため、各時点において各エレベータを利用している利用者への影響を適正化（運行サービスのばらつきを抑える）して、各エレベータの電力を制限することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

また、図 1 において、電力抑制値配分指標の算出を、予測待ち時間，乗車人数，予測乗車時間の組み合わせで算出するように示しているが、少なくともいずれかで同様な効果を得ることができる。

【 0 0 4 6 】

例えば、予測待ち時間に基づいて電力抑制値配分指標を算出する場合、待ち時間は利用者にとって最も要求の高いサービス指標であり、これに基づいて配分指標を決めることで、サービスのばらつきを抑えた（不満の度合いの少ない）電力調整を実現することができる。

【 0 0 4 7 】

それに対して、乗車人数に基づいて電力抑制値配分指標を算出する場合は、電力調整によって影響を受ける人数に応じて電力抑制値配分指標を決めることになり、多くの人に対してサービスが適正化するように電力調整が図られる。

【 0 0 4 8 】

予測乗車時間に基づいて電力抑制値配分指標を算出する場合、図 4 と図 5 の 2 号機の電力プロファイルを見て分かるように電力調整によって最高速度が制限されると乗車時間が長くなるため、最も影響を受け易い乗車時間に対してサービスが適正化するように電力調整を図ることが可能となる。

【 0 0 4 9 】

さらに、予測待ち時間，乗車人数，予測乗車時間のいずれかを組み合わせることによって（例えば、予測待ち時間と乗車人数）、より詳細にサービス性を評価することができ、組み合わせたサービス性を適正化するように電力調整を図ることも良い。さらに、予測待ち時間の代わりにホール呼びに対する到着予測時間を用いても同様である。

【 0 0 5 0 】

複数台のエレベータの合計電力抑制による省エネ化について補足すると、ビル受電設備の電力線や変圧器などの抵抗分による損失は、その合計抵抗値を R_t とおくと、 $R_t \cdot i^2$ で表される。ここで、 i はエレベータ稼働時の電流実効値を表す。

【 0 0 5 1 】

i を 70% に抑制すると、 $R_t \cdot i^2$ は 50% となり、損失は半減する。実際には速度が低減するため稼働時間 T が長くなるが、 T と i はほぼ反比例するため、時間を考慮した損失量 $R_t \cdot i^2 \cdot T$ は、 i を 70% に抑制すると 70% に低減できる。

【 0 0 5 2 】

したがって、合計電力を抑制することで、ビル受電設備の電力線や変圧器による損失をも低減でき、システム全体として省エネ化を図ることができる。さらに電力系統側の発電設備側から見ても、発電量の変動が抑えられるため発電効率の良い運転条件で運転でき、省エネ化に貢献できる。

【 0 0 5 3 】

図 6 は、複数台のエレベータシステムに対する受電設備の構成を表している。ビル全体の受電設備からエレベータ全台をまとめるエレベータ統括受電装置 A 0 1 に電力が送られ、さらに個々のエレベータ受電装置（1号機 A 0 2，2号機 A 0 4，3号機 A 0 6）に電力が送られて、最終的に各エレベータの駆動装置（1号機 A 0 3，2号機 A 0 5，3号機

10

20

30

40

50

A07)に電力が送られる構成となっている。図1に示したエレベータ制御システムの実施例を用いると、エレベータ全台の合計電力が常に所定値以下に抑えることができるため、エレベータ統括受電装置の電力容量を抑えることができる。例えば、図3および図5の例で考えると、エレベータ統括受電装置は3台のエレベータが同時に起動する最悪ケースを想定して450の電力容量が必要となるが、図5のようにこれを常に250に抑えることができ、電力容量を55%に低減できる。この結果、受電設備のコスト減やスペース縮小を図ることができ、さらに電力がより平準化されるため、ビルの契約電力低減につながり、さらに電力系統側から見た時には、このようなビルが増えることにより、負荷変動が小さくなり、CO₂排出量の低いベースロード型の発電機を運用しやすくなる。

【0054】

図7は、図1に示したものに対して、しきい値設定手段206によるしきい値の設定が、ビル総電力管理手段300からの信号に基づいて適宜設定されるものである。

ビル総電力管理手段300は、ビル全体の総電力を管理しており、総電力が常に所定値を超えないように管理している。例えば、午後1時から2時の1日の電力ピークとなるような時間帯において、ビル全体の総電力を検出して、その値から所定値を超えないためのエレベータ全体の電力しきい値を算出して、これをしきい値設定手段206に伝送することによって、各エレベータの電力がしきい値を超えないようにかつ利用者へのサービスを低下させないように電力調整を実施する。

【0055】

この結果、ビルの総電力は常に所定値以下となるため、ビル全体の受電設備容量を下げることができ、また契約電力を低減できる。さらに、このようなビルが増えることにより、負荷変動が小さくなり、CO₂排出量の低いベースロード型の発電機を運用しやすくなり、温暖化対策などの環境問題にも貢献できる。

【0056】

図10は、図1に示したものに対して、待機エレベータ検出手段213，待機エレベータ利用判定手段214，待機エレベータの回生電力値算出手段215，待機エレベータ回生運転指令手段216を設けている。

【0057】

待機エレベータ検出手段213は、各エレベータの中から、ホール呼びおよびかご呼びを受持っており、待機状態(停止状態)にある待機エレベータを検出する。待機エレベータ利用判定手段214では、合計電力抑制値算出手段205において、合計電力プロファイルがしきい値以上であり、合計電力を所定値以下に抑制しなければならない場合、かつ待機エレベータが存在する場合に、待機エレベータを利用すると判定する。

【0058】

待機エレベータの回生電力値算出手段215は、該当する待機エレベータを回生運転で走行するように動かした場合の回生電力値を算出する。回生電力値は、電力プロファイルを算出することにより、該当時間の回生電力値もしくは回生電力の最大値として求める。該当する待機エレベータが複数台ある場合は、複数台のエレベータそれぞれについて回生電力値を算出する。

【0059】

算出された回生電力値は各エレベータの電力抑制値算出手段211に入力される。各エレベータの電力抑制値算出手段211では、合計電力抑制値から待機エレベータの運行による回生電力値(待機エレベータが複数台ある場合はその合計値)を差し引いた値を改めて合計電力抑制値として、各エレベータ毎の電力抑制値を算出する。待機エレベータ回生運転指令手段216では、待機エレベータ利用判定手段214で待機エレベータを利用すると判定した場合に、該当する待機状態のエレベータが回生運転を実施するように、かごの走行方向，速度に対する指令を制御装置へ伝送する。

【0060】

図1，図7で示したものでは、各エレベータの合計電力プロファイルが所定値を超えた場合に、所定値以下となるように各エレベータの速度または加速度を調整して電力を抑制

10

20

30

40

50

するだけであったが、図10のものでは、待機エレベータを利用して回生運転させるため、各エレベータのサービス性を損なうことなく、合計電力を下げる事が可能となる。尚、エレベータが回生運転する場合、モータが発電機状態となって発電するため、エレベータ全体の消費電力を下げる事が可能となる。待機エレベータは無負荷状態（積載重量がゼロ）のため、乗りかごを上昇方向に運転をさせると回生運転状態となる。

【符号の説明】

【0061】

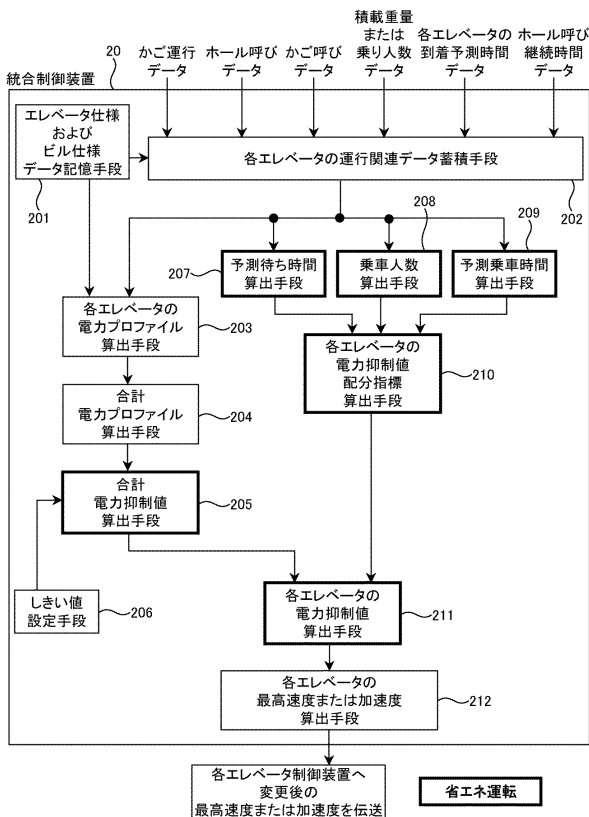
- 20 統合制御装置
- 201 エレベータ仕様およびビル仕様データ記憶手段
- 202 各エレベータの運行関連データ蓄積手段
- 203 各エレベータの電力プロファイル算出手段
- 204 合計電力プロファイル算出手段
- 205 合計電力抑制値算出手段
- 206 しきい値設定手段
- 207 予測待ち時間算出手段
- 208 乗車人数算出手段
- 209 予測乗車時間算出手段
- 210 各エレベータの電力抑制値配分指標算出手段
- 211 各エレベータの電力抑制値算出手段
- 300 ビル総電力管理手段

10

20

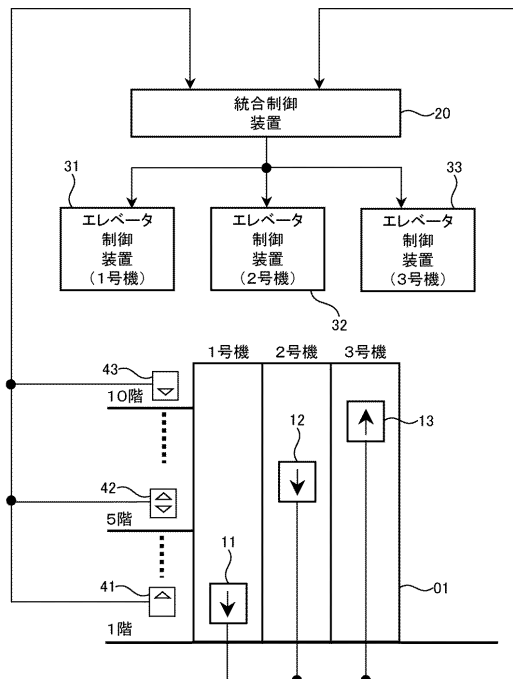
【図1】

図1

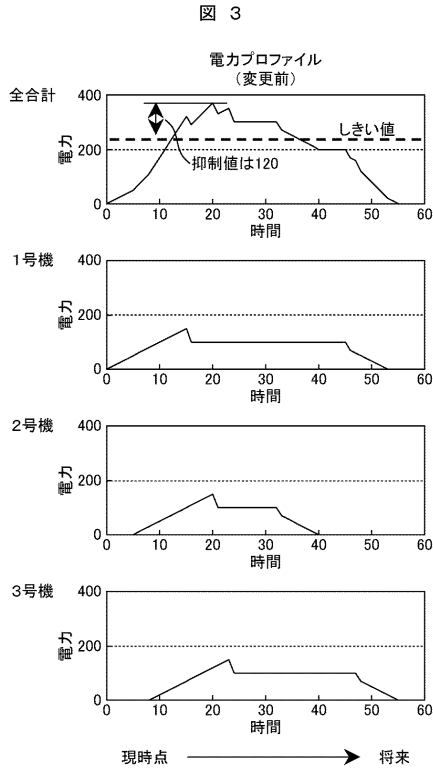


【図2】

図2



【図3】

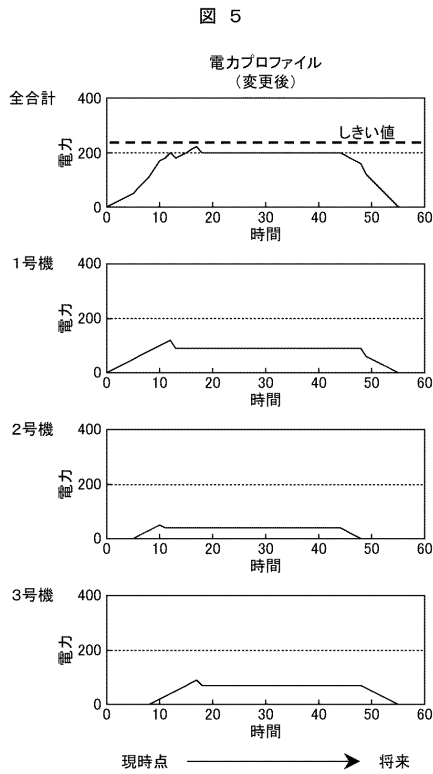


【図4】

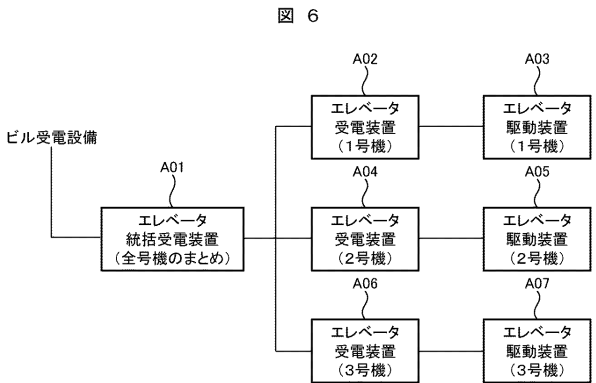
合計電力抑制値=120

	予測待ち時間 (秒)	予測待ち時間 比率の逆数	電力抑制値 配分指標	電力抑制値
1号機	50	1.4	0.07	8
2号機	5	14	0.70	84
3号機	15	4.7	0.23	28
全合計	70	20.1	1.0	120

【図5】

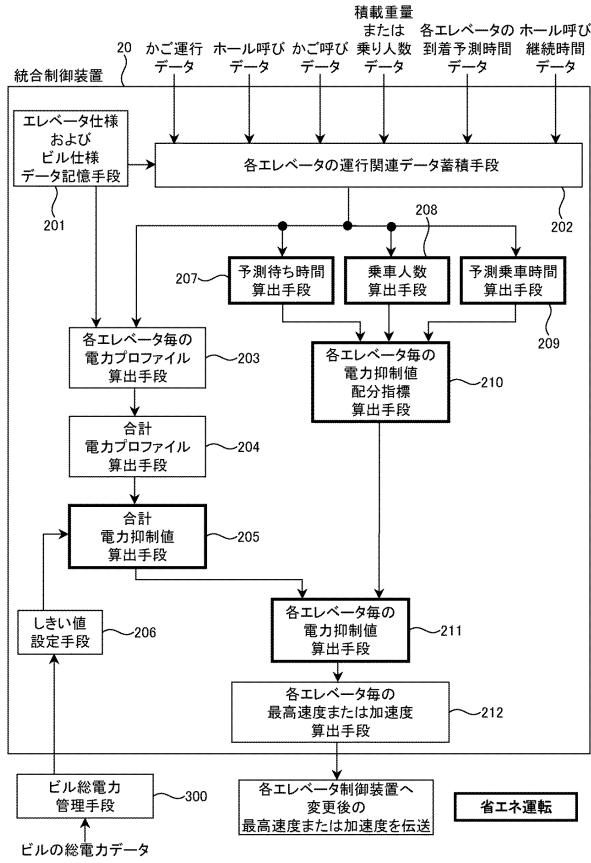


【図6】



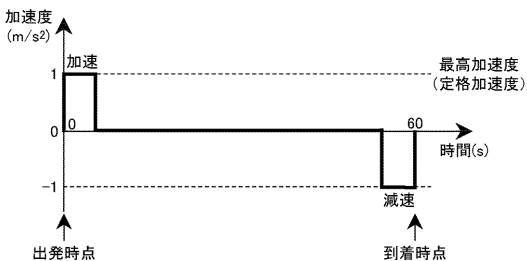
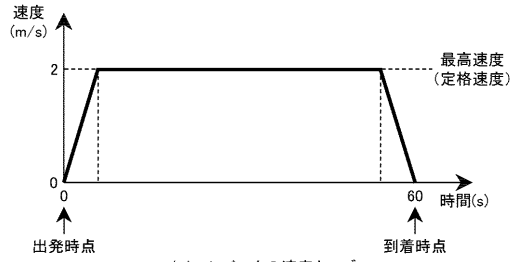
【図7】

図7



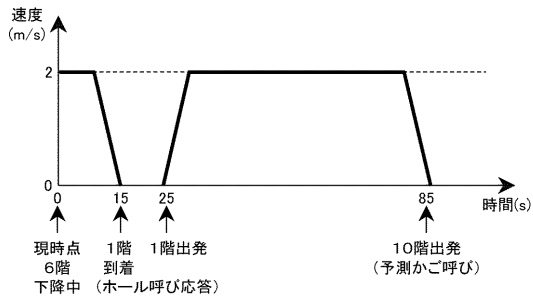
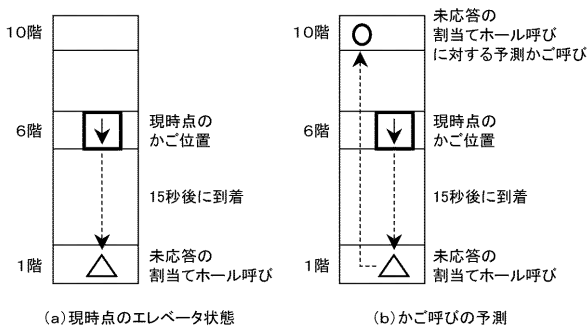
【図8】

図8



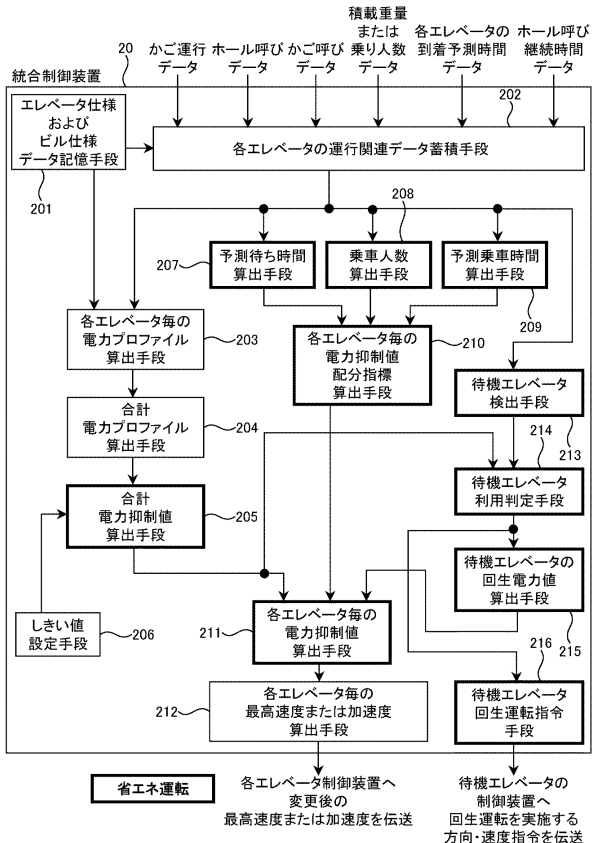
【図9】

図9



【図10】

図10



フロントページの続き

- (72)発明者 西田 武央
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立研究
- (72)発明者 大貫 朗
茨城県ひたちなか市市毛1070番地
システムグループ内 株式会社 日立製作所 都市開発
- (72)発明者 古橋 昌也
茨城県ひたちなか市市毛1070番地
システムグループ内 株式会社 日立製作所 都市開発
- (72)発明者 深田 裕紀
茨城県ひたちなか市市毛1070番地
システムグループ内 株式会社 日立製作所 都市開発

審査官 藤村 聖子

- (56)参考文献 特開昭57-090368(JP,A)
特開平04-371464(JP,A)
実開昭57-123361(JP,U)
特開2006-111358(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B66B 1/00 - 1/52