

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3607045号
(P3607045)

(45) 発行日 平成17年1月5日(2005.1.5)

(24) 登録日 平成16年10月15日(2004.10.15)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B 6 O M 3/00

B 6 O M 3/00

D

H O 2 J 3/00

H O 2 J 3/00

B

請求項の数 3 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-170346 (22) 出願日 平成9年6月26日(1997.6.26) (65) 公開番号 特開平11-11185 (43) 公開日 平成11年1月19日(1999.1.19) 審査請求日 平成13年11月14日(2001.11.14)</p>	<p>(73) 特許権者 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号 (74) 代理人 100083806 弁理士 三好 秀和 (74) 代理人 100100712 弁理士 岩▲崎▼ 幸邦 (74) 代理人 100100929 弁理士 川又 澄雄 (72) 発明者 三吉 京 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中工場内 (72) 発明者 金山 道王 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中工場内</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉄道変電所電力制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

列車から送信される走行モード信号を受信する走行モード信号受信手段と、
 前記走行モード信号受信手段が受信する前記走行モード信号に基づき、複数の変電所それぞれのき電電圧設定値を決定する変電所別き電電圧設定値決定手段と、
 前記変電所別き電電圧設定値決定手段の決定するき電電圧が得られるように前記複数の変電所それぞれのき電電圧を操作するき電電圧調整手段とを備えて成る鉄道変電所電力制御装置。

【請求項2】

列車が走行する時に通常よりも大きなき電電圧が必要となる特定区間の手前位置に設置され、列車通過を検知する列車通過検知手段と、
 前記列車通過検知手段が列車通過を検知した時に、特定の変電所のき電電圧設定値を変更するき電電圧設定値変更手段とを備えて成る鉄道変電所電力制御装置。

【請求項3】

隣接する複数の変電所それぞれの電力量を単位時間ごとに積算する変電所別の単位時間積算電力量演算手段と、
 前記変電所別の単位時間積算電力量演算手段の算出する前記変電所別の単位時間積算電力量に基づき、前記複数の変電所それぞれのき電電圧設定値を決定する変電所別き電電圧設定値決定手段と、

列車が走行する時に通常よりも大きなき電電圧が必要となる特定区間の手前位置に設置さ

10

20

れ、列車通過を検知する列車通過検知手段と、
 前記列車通過検知手段が列車通過を検知した時に、前記変電所別き電圧設定値決定手段が決定した変電所別電圧設定値のうち、特定の変電所のき電電圧設定値を変更するき電電圧設定値変更手段と、
 前記変電所別き電電圧設定値決定手段及び前記き電電圧設定値変更手段の決定するき電電圧が得られるように前記複数の変電所それぞれのき電電圧を操作するき電電圧調整手段とを備えて成る鉄道変電所電力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

本発明は、鉄道電氣車に電力を供給する変電所の電力制御を行う鉄道変電所電力制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に鉄道電氣車に電力を供給する変電所設備は、図15に示す構成である。列車1a, 1bは変電所2から給電される電力を電車線3、パンタグラフ4a, 4bを介して取り込み、走行する(経路p1)。また列車1a, 1bは取り込んだ電力をレール5などの帰線を介して変電所2に返還する。さらに最近の列車1a, 1bには省エネルギー化を図るために電力回生ブレーキが採用されていて、例えば列車1aが減速する時に発生するエネルギーを電力に返還して回生し、この電力を他の列車1bへ供給したり(経路p2)、変電所2に返還して(経路p3)電力の有効利用を図っている。

20

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

このような従来の電氣車電力供給設備では、変電所の位置やその他の諸設備の容量は、輸送計画、路線、列車性能などにより割り出されて決定され、それに基づいて運用されているのが現状であり、各変電所から給電されるき電電圧は通常、共通して一定の値の範囲で固定運用されている。一方、運行ダイヤは時間帯によって粗密があり、密ダイヤの時間帯には電力消費量が增大する。

【0004】

ところが変電所の電力は単位時間当たりの電力量で契約する必要があるため、密ダイヤの時間帯に、しかも列車の運行が多少乱れても超えることがない電力量で契約しておく必要があり、実際の平均消費電力量よりも大きな電力量で契約している。また契約電力量を超えた場合にはペナルティが必要であり、これが電力料金を増加させる原因となっている。

30

【0005】

反面、適切な変電所機器の運用を行わなければき電電圧が低下して列車の定時運行に支障を来すこともある。これに加えて、客扱いなどによる慢性的な列車遅れが発生しやすく、これによって列車の団子状態での運行が発生すると変電所によっては負荷が集中し、き電電圧をいっそう低下させて列車の遅れをさらに大きくする問題点もあった。

【0006】

本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたもので、多数の列車の運行状態に応じて複数の変電所の使用電力を相互に融通し合うように管理することにより各変電所の使用電力量が可能な限り契約電力量を超えないように適切に制御することができる鉄道変電所電力制御装置を提供することを目的とする。

40

【0007】

本発明はまた、あらかじめ予想される電力負荷に対して変電所設備を的確に運用することにより、消費電力量の削減と電力供給の安定を図ることができる鉄道変電所電力制御装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明の鉄道変電所電力制御装置は、列車から送信される走行モード信号を受信

50

する走行モード信号受信手段と、前記走行モード信号受信手段が受信する前記走行モード信号に基づき、複数の変電所それぞれのき電電圧設定値を決定する変電所別き電電圧設定値決定手段と、前記変電所別き電電圧設定値決定手段の決定するき電電圧が得られるように前記複数の変電所それぞれのき電電圧を操作するき電電圧調整手段とを備えたものである。

【 0 0 1 7 】

請求項 1 の発明の鉄道変電所電力制御装置では、走行モード信号受信手段が列車からの走行モード信号を受信し、変電所別き電電圧設定値決定手段がこの列車からの走行モード信号に基づき、力行モード列車が多数存在する給電区間に対しては変電所のき電電圧設定値を大きくし、力行モード列車が少ない給電区間に対しては変電所のき電電圧設定値を小さくし、これらのき電電圧設定値が得られるようにき電電圧調整手段が複数の変電所それぞれのき電電圧を操作する。

10

【 0 0 1 8 】

これにより、力行モード列車が集中するような給電区間のき電電圧を一時的に高くして必要電力をまかない、かつ全体として電力消費を抑える。

【 0 0 1 9 】

請求項 2 の発明の鉄道変電所電力制御装置は、列車が走行する時に通常よりも大きなき電電圧が必要となる特定区間の手前位置に設置され、列車通過を検知する列車通過検知手段と、前記列車通過検知手段が列車通過を検知した時に、特定の変電所のき電電圧設定値を変更するき電電圧設定値変更手段とを備えたものである。

20

【 0 0 2 0 】

請求項 2 の発明の鉄道変電所電力制御装置では、列車が走行する時に通常よりも大きなき電電圧が必要となる特定区間の手前位置に設置されている列車通過検知手段が列車通過を検知すると、き電電圧設定値変更手段が列車の存在する給電区間のき電電圧設定値を変更する。

【 0 0 2 1 】

これにより、例えば勾配の急な線路区間に列車が進入した場合には、その給電区間の電圧を一時的に上昇させて列車が必要とする電力を供給し、平時にはき電電力消費を抑えつつも必要に応じて大電力の供給も可能とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 3 の発明の鉄道変電所電力制御装置は、隣接する複数の変電所それぞれの電力量を単位時間ごとに積算する変電所別の単位時間積算電力量演算手段と、前記変電所別の単位時間積算電力量演算手段の算出する前記変電所別の単位時間積算電力量に基づき、前記複数の変電所それぞれのき電電圧設定値を決定する変電所別き電電圧設定値決定手段と、列車が走行する時に通常よりも大きなき電電圧が必要となる特定区間の手前位置に設置され、列車通過を検知する列車通過検知手段と、前記列車通過検知手段が列車通過を検知した時に、前記変電所別き電電圧設定値決定手段が決定した変電所別電圧設定値のうち、特定の変電所のき電電圧設定値を変更するき電電圧設定値変更手段と、前記変電所別き電電圧設定値決定手段及び前記き電電圧設定値変更手段の決定するき電電圧が得られるように前記複数の変電所それぞれのき電電圧を操作するき電電圧調整手段とを備えたものである。

30

40

【 0 0 2 6 】

請求項 3 の発明の鉄道変電所電力制御装置では、変電所別き電電圧設定値決定手段が変電所別の単位時間積算電力量演算手段の算出する変電所別の単位時間積算電力量に基づいて複数の変電所それぞれのき電電圧設定値を決定し、また列車が走行する時に通常よりも大きなき電電圧が必要となる特定区間の手前位置に設置された列車通過検知手段が列車通過を検知した時に、き電電圧設定値変更手段が変電所別き電電圧設定値決定手段の決定した変電所別電圧設定値のうち、特定の変電所のき電電圧設定値を変更し、き電電圧調整手段がこれらの変電所別き電電圧設定値決定手段とき電電圧設定値変更手段とで決定したき電電圧が得られるように複数の変電所それぞれのき電電圧を操作する。

【 0 0 2 7 】

50

これにより、電力消費が大きい変電所には電力消費が小さい変電所から電力を融通し合っ
て、変電所間の消費電力を平均化し、かつ、例えば勾配の急な線路区間に列車が進入した
場合には、その給電区間の電圧を上昇させて列車が必要とする電力を供給し、列車速度が
特定区間で低下するのを防止する。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて詳説する。図1～図3に基づいて本発明の第1
の実施の形態を説明する。図1に示すように第1の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置
のハードウェアは、中央制御室11と、複数のa, b, c, ...変電所12a, 12b, 1
2c, ...と、これらの間の信号伝送路13とで構成されている。

10

【0029】

中央制御室11は路線若しくは鉄道会社で1つあるいは複数設置される、複数の変電所の
電力管理を統括するためのもので、信号伝送路13に対する信号入出力を行う入出力装置
14と演算処理を実行する演算装置15を有している。

【0030】

変電所12a, 12b, 12c, ...それぞれは、隣接する2つの給電区間fda, fdb
; fdb, fdc; ...に所定設定電圧の電力を供給するためのもので、信号伝送路13に
対する信号入出力を行う入出力装置16a, 16b, 16c, ...と、消費電力を積算する
電力量計17a, 17b, 17c, ...と、変圧器のタップ値と整流器の制御角の操作量を
決定する操作量決定部18a, 18b, 18c, ...と、この操作量決定部18a, 18b
20, 18c, ...により指示される変圧器19a, 19b, 19c, ...のタップ値を操作する
タップ値操作部20a, 20b, 20c, ...と、同じく操作量決定部18a, 18b, 1
8c, ...により指示される整流器21a, 21b, 21c, ...の制御角を操作する制御角
操作部22a, 22b, 22c, ...とを有している。

20

【0031】

図2は第1の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置の機能構成を示しており、中央制御室
11の演算装置15には演算プログラムとして変電所12a, 12b, 12c, ...分の単
位時間積算電力量算出部31a, 31b, 31c, ...と、き電電圧設定値決定部32とが
登録されている。そして単位時間積算電力量算出部31a, 31b, 31c, ...は、各変
電所12a, 12b, 12c, ...それぞれの電力量計17a, 17b, 17c, ...から入
出力装置16 - 信号伝送路13 - 入出力装置14を経て送られてくる各変電所ごとの積算
消費電力量に基づき、変電所それぞれの単位時間当たりの積算電力量を算出する。またき
電電圧設定値決定部32は、この各変電所ごとの単位時間積算電力量データに基づき、後
述する方法で変電所12a, 12b, 12c, ...それぞれのき電電圧設定値を決定し、入
出力装置14 - 信号伝送路13 - 入出力装置16を経て各変電所12a, 12b, 12c
20, ...の操作量決定部18a, 18b, 18c, ...に送出する。

30

【0032】

次に、上記の第1の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置の動作について説明する。図3
は第1の実施の形態において中央制御室11の演算装置15が、き電電圧設定値決定部3
2によって実行する変電所別き電電圧設定値の決定処理のフローチャートを示している。
き電電圧設定値決定部32は、図3のフローチャートに処理を周期的に、例えば、5分周
期で繰り返す。

40

【0033】

それにはまず、単位時間積算電力量算出部31a, 31b, ...がそれぞれ変電所12a,
12b, ...の電力計17a, 17b, ...の消費電力量を取り込み、例えば30分単位の積
算消費電力量Pwa, Pwb, Pwc, ...を算出してき電電圧設定値決定部32に渡す。

【0034】

そしてき電電圧設定値決定部32では図3のフローチャートに従い、各変電所12a, 1
2b, ...の単位時間積算電力量Pwa, Pwb, Pwc, ...をあらかじめ設定したしきい
値Preと比較する(ステップS1)。ここで単位時間積算電力量Pwa, Pwb, Pw

50

c, ...のいずれもがしきい値 P r e 以内の場合には何もせず、しきい値 P r e を超えている変電所 k があれば、その変電所 k とその両隣の変電所 k - 1 , k + 1 について、ステップ S 2 の処理に入る。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 2 では、しきい値 P r e を超えた変電所 k とその両隣の変電所 k - 1 , k + 1 の単位時間積算電力量を調べ、一方若しくは両方がしきい値を超えていなければ、その 1 つ若しくは 2 つの変電所を、き電電圧設定値を引き上げる変電所として決定する。そして、あらかじめ設定してある各変電所のき電電圧変更パラメータ a を用いて、次の (1) , (2) 式でき電電圧設定値を変更する (ステップ S 2 , S 3) 。

【 0 0 3 6 】

【 数 1 】

$$V_{k*} = V_{k*} \cdot (1 - a_k) \quad (V_{k*} \neq V_{ok} \text{ の場合})$$

$$V_{k-1*} = V_{k-1*} \cdot (1 + a_{k-1}) \\ (V_{k-1*} \neq V_{ok-1} \text{ の場合})$$

$$V_{k+1*} = V_{k+1*} \cdot (1 + a_{k+1}) \\ (V_{k+1*} \neq V_{ok+1} \text{ の場合})$$

..... (1)

ここで、サフィックス k は単位時間積算電力量がしきい値を超えた変電所を示し、また、 V_{k-1*} , V_{k*} , V_{k+1*} は変電所 k - 1 , k , k + 1 のき電電圧設定値、 a_{k-1} , a_k , a_{k+1} は変電所 k - 1 , k , k + 1 のき電電圧変更パラメータ、 V_{ok-1} , V_{ok} , V_{ok+1} は変電所 k - 1 , k , k + 1 の標準き電電圧 (通常、1500 V) を表している。そしてき電電圧パラメータ a_k は変電所設備に依存して変電所ごとに設定し、あるいは一律に 10 % と設定することもできる。

【 0 0 3 7 】

そして $V_{k*} = V_{ok}$ になった時には、

$$V_{k*} = V_{ok} \cdot (1 - a_k) \quad \dots \dots (2)$$

とする。

【 0 0 3 8 】

このようにしてき電電圧設定値決定部 3 2 が相隣接する 3 つの変電所 k - 1 , k , k + 1 の間でき電電圧設定値 V_{k-1*} , V_{k*} , V_{k+1*} を決定すると、入力装置 1 4、信号伝送路 1 3 を通じて該当する変電所 k - 1 , k , k + 1 に対してこれらのき電電圧設定値 V_{k-1*} , V_{k*} , V_{k+1*} を個別に送信する。

【 0 0 3 9 】

新たなき電電圧設定値を受信した変電所、ここでは a 変電所 1 2 a が V_{k-1*} を受信したとすると、入出力装置 1 7 a がこの信号を受信し、操作量決定部 1 8 a に渡し、操作量決定部 1 8 a では、き電電圧を調整する操作端として変圧器タップ値と整流器制御角があるが、それらの操作量を演算し、タップ値操作部 2 0 a、制御角操作部 2 2 a に指示し、

タップ値操作部 2 0 a は変圧器 1 9 a のタップ値を指定量だけ操作し、また制御角操作部 2 2 a は整流器 2 1 a の制御角を指定量だけ操作する。

【 0 0 4 0 】

ここで、き電電圧として変圧器 1 9 a のタップ値を操作する場合、操作量決定部 1 8 a では、タップ値対二次側電圧表からき電電圧設定値として与えられた電圧値を出力するタップ値を選択し、そのタップ値をタップ値操作部 2 0 a に指示する。また整流器制御角についても同様に決定する。

【 0 0 4 1 】

これによって、例えば、図 1 に示した状態で、真ん中の b 変電所 1 2 b の単位時間積算電力量がしきい値を超えた場合、この真ん中の b 変電所 1 2 b のき電電圧を 1 段階低下

10

20

30

40

50

させると共に、給電区間 f d b に対しては、左側の a 変電所 1 2 a のき電電圧を 1 段階上昇させることによって b 変電所 1 2 b の供給電力減少分を補う。そして給電区間 f d c に対しては、右側の c 変電所 1 2 c のき電電圧を 1 段階上昇させることによって b 変電所 1 2 b の供給電力減少分を補う。これによって、電力消費が大きい変電所に対しては、同じ給電区間に給電する隣接変電所からの供給電力量を増加させることによって不足分を補うようにして、変電所間の電力消費を平均化し、1 つの変電所で積算電力量が契約量を超過するのを可能な限り防止する。

【0042】

なお、上記の実施の形態では信号伝送路 1 3 に有線の LAN を利用したが、これに限らず、中央制御室 1 1 と各変電所間は無線通信方式であってもよい。また上記の実施の形態では中央制御室 1 1 においてき電電圧設定値決定手段を設けたが、この機能は特に中央制御室 1 1 に設置する必要がなく、複数の変電所間を相互に有線または無線の伝送路で結び、いずれかの変電所に上記の実施の形態で説明した中央制御室 1 1 の機能を設ける構成とすることもできる。

【0043】

次に、本発明の第 2 実施の形態を図 4 及び図 5 に基づいて説明する。第 2 の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置は、図 1 に示した第 1 の実施の形態とハードウェア構成は同じであるが、中央制御室 1 1 における演算装置 1 5 が、単位時間積算電力量算出部 3 1 a , 3 1 b , ... とき電電圧設定値決定部 3 2 と共に、時間帯別の変電所間の列車運転本数データを記憶する時間帯別変電所間列車運転本数記憶部 3 3 を有し、き電電圧設定値決定部 3 2 が実行する変電所ごとのき電電圧設定値の決定処理においてこの時間帯別変電所間列車運転本数記憶部 3 3 のデータを参照して、しきい値を超える単位時間積算電力量を示す変電所に対して負荷を分担させるためにき電電圧を上げる変電所を決定するようにしたことを特徴とする。

【0044】

すなわち、図 5 のフローチャートに示すように、き電電圧設定値決定部 3 2 では各変電所 1 2 a , 1 2 b , ... の単位時間積算電力量 $P W a$, $P W b$, $P W c$, ... をあらかじめ設定したしきい値 $P r e$ と比較し (ステップ S 1)、いましきい値 $P r e$ を超える変電所 k があれば、その変電所 k とその両隣の変電所 $k - 1$, $k + 1$ について、ステップ S 2 の処理に入る。

【0045】

ステップ S 2 では、しきい値 $P r e$ を超えた変電所 k とその両隣の変電所 $k - 1$, $k + 1$ の単位時間積算電力量を調べ、また時間帯別変電所間列車運転本数記憶部 3 3 から現在時刻に対応する時間帯の変電所間列車運転本数データ $L k - 1 \sim k$, $L k \sim k + 1$ を読み出す。そして両隣の変電所 $k - 1$, $k + 1$ の単位時間積算電力量がいずれもしきい値を超えていなければ、次に基準にしたがって、それらの 1 つ若しくは両方の変電所をき電電圧設定値を引き上げる変電所として決定する。

【0046】

【数 2】

$L k - 1 \sim k < L k \sim k + 1$ ならば、変電所 $k - 1$
 $L k - 1 \sim k > L k \sim k + 1$ ならば、変電所 $k + 1$
 $L k - 1 \sim k = L k \sim k + 1$ ならば、両変電所 $k - 1$, $k + 1$

そして、これによって決定した変電所 $k - 1$, $k + 1$ のいずれか一方または両方と、しきい値を超える電力消費がある変電所 k に対して、第 1 の実施の形態と同様に、あらかじめ設定してある各変電所のき電電圧変更パラメータ a を用いて、上記の (1) , (2) 式でき電電圧設定値を変更する (ステップ S 3)。

とする。

【0047】

このようにしてき電電圧設定値決定部 3 2 が相隣接する 3 つの変電所 $k - 1$, k , $k + 1$ の間でき電電圧設定値 $V k - 1 *$, $V k *$, $V k + 1 *$ を決定すると、以下、第 1 の実施

10

20

30

40

50

の形態と同様に、中央制御室 11 から該当する変電所 $k - 1$, k , $k + 1$ に対してき電電圧設定値 V_{k-1}^* , V_k^* , V_{k+1}^* を送信し、各変電所では変圧器タップ値と整流器制御角を所定量だけ操作し、き電電圧設定値を増減調整する。

【0048】

これによって、第 1 の実施の形態と同様に電力消費が大きい変電所に対しては、同じ給電区間に給電する隣接変電所からの供給電力量を増加させることによって不足分を補うようにして、変電所間の電力消費を平均化し、1 つの変電所で積算電力量が契約量を超過するのを可能な限り防止することができ、その上、負荷分担を行う変電所を決定する際に列車通過本数が少なく、したがってその後にかかる負荷が小さい方に負荷分担させるようにしたので、負荷分担を強いられた変電所がすぐにしきい値を超える積算電力量を示すようになることが少なく、き電電圧設定値の変更処理機会が少なくて済む。

10

【0049】

なお、上記の第 2 の実施の形態でも信号伝送路 13 に有線の LAN を利用したが、これに限らず、中央制御室 11 と各変電所間は無線通信方式であってもよい。また上記の実施の形態では中央制御室 11 においてき電電圧設定値決定手段を設けたが、この機能は特に中央制御室 11 に設置する必要がなく、複数の変電所間を相互に有線または無線の伝送路で結び、いずれかの変電所に上記の実施の形態で説明した中央制御室 11 の機能を設ける構成とすることもできる。

【0050】

さらに第 2 の実施の形態では、時間帯別変電所間列車運転本数記憶部 33 のデータに基づいて、しきい値を超えた変電所の負荷分担のためにしきい値を上昇させる変電所を決定したが、この時間帯別変電所間列車運転本数データは各変電所の積算電力量設定値決定の際に利用することもできる。

20

【0051】

次に、本発明の第 3 の実施の形態を図 6 に基づいて説明する。第 3 の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置は、図 1 のシステムにおける中央制御室 11 における演算装置 15 が、図 6 に示す機能構成を有することを特徴とする。すなわち、単位時間積算電力量算出部 31a , 31b , ... と共に、変電所 12a , 12b , ... ごときの電力量設備定格値 P_{ta} , P_{tb} , ... を記憶する変電所別定格値記憶部 34 と、単位時間積算電力量算出部 31a , 31b , ... からの変電所ごとの単位時間積算電力量 P_{Wa} , P_{Wb} , ... と変電所別定格値記憶部 34 から読み出した変電所別電力量定格値 P_{ta} , P_{tb} , ... との比 R_a , R_b , ... を算出する使用電力量比算出部 35 を追加的に備えている。そして、き電電圧設定値決定部 32 では、制御周期ごとに使用電力量比を隣接する変電所間で比較し、均一になるように各変電所のき電電圧設定値を変更するようにしたことを特徴とする。

30

【0052】

この第 3 の実施の形態では、演算装置 15 におけるき電電圧設定値決定部 32 が図 7 のフローチャートに示す変電所別き電電圧設定値の決定処理を、例えば、5 分周期で繰り返す。

【0053】

それにはまず、単位時間積算電力量算出部 31a , 31b , ... がそれぞれ変電所 12a , 12b , ... の電力計 17a , 17b , ... の消費電力量を取り込み、30 分単位の積算消費電力量 P_{Wa} , P_{Wb} , P_{Wc} , ... を算出し、さらに使用電力量比算出部 35 が単位時間積算電力量算出部 31a , 31b , ... からの変電所ごとの単位時間積算電力量 P_{Wa} , P_{Wb} , ... と変電所別定格値記憶部 34 から読み出した変電所別電力量定格値 P_{ta} , P_{tb} , ... との比 R_a , R_b , ... を算出してき電電圧設定値決定部 32 に渡す。

40

【0054】

そしてき電電圧設定値決定部 32 では図 7 のフローチャートに従い、各変電所 12a , 12b , ... の使用電力量比 R_a , R_b , ... をあらかじめ設定した基準値 R_{re} と比較する (ステップ S11)。ここで使用電力量比 R_a , R_b , ... のいずれもが基準値 R_{re} 以下の場合には何もせず、基準値 R_{re} を超えている変電所 k があれば、その変電所 k とその

50

両隣の変電所 $k - 1$, $k + 1$ について、ステップ S 1 2 の処理に入る。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 2 では、基準値 R_{re} を超えた変電所 k の両隣の変電所 $k - 1$, $k + 1$ の使用電力量比 R_{k-1} , R_{k+1} を調べ、一方若しくは両方が基準値 R_{re} を超えていなければ、その 1 つ若しくは 2 つの変電所をき電電圧設定値を引き上げる変電所として決定する。そして第 1 の実施の形態と同様に、あらかじめ設定してある各変電所のき電電圧変更パラメータ a を用いて、上記の (1) , (2) 式でき電電圧設定値を変更する (ステップ S 1 3) 。

【 0 0 5 6 】

このようにしてき電電圧設定値決定部 3 2 が相隣接する 3 つの変電所 $k - 1$, k , $k + 1$ の間でき電電圧設定値 V_{k-1}^* , V_k^* , V_{k+1}^* を決定すると、入力装置 1 4 、信号伝送路 1 3 を通じて該当する変電所 $k - 1$, k , $k + 1$ に対してこれらのき電電圧設定値 V_{k-1}^* , V_k^* , V_{k+1}^* を個別に送信する。

【 0 0 5 7 】

新たなき電電圧設定値を受信した各変電所では、第 1 の実施の形態と同様に、変圧器タップ値と整流器制御角を所定量だけ操作し、き電電圧設定値を増減調整する。

【 0 0 5 8 】

これによって、変電所設備ごとに定格値が異なっても、使用電力量比に基づいて基準値を超える電力量を使用している変電所に対しては、その両隣の変電所が同じく基準値以内で負荷を分担し、変電所ごとに使用電力量比を平均化し、1 つの変電所の負担が過剰になるのを可能な限り防止することができるようになる。

【 0 0 5 9 】

なお、上記の実施の形態でも信号伝送路 1 3 に有線の LAN を利用したが、これに限らず、中央制御室 1 1 と各変電所間は無線通信方式であってもよい。また上記の実施の形態では中央制御室 1 1 においてき電電圧設定値決定手段を設けたが、この機能は特に中央制御室 1 1 に設置する必要がなく、複数の変電所間を相互に有線または無線の伝送路で結び、いずれかの変電所に上記の実施の形態で説明した中央制御室 1 1 の機能を設ける構成とすることもできる。

【 0 0 6 0 】

次に、本発明の第 4 の実施の形態を図 8 に基づいて説明する。第 4 の実施の形態の特徴は、第 1 ~ 第 3 の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置において、中央制御部 1 1 の演算装置 1 5 に、図 8 に示すようにき電電圧設定ずれ算出部 3 6 を備えたことを特徴とする。このき電電圧設定ずれ算出部 3 6 は、各変電所に設置されているき電電圧検出器 2 3 a , 2 3 b , ... それぞれからき電電圧検出値 V_{ra} , V_{rb} , ... を入力し、自身で算出した各変電所ごとのき電電圧設定値 V_a , V_b , ... と比較してき電電圧設定ずれ V_a , V_b , ... を算出してき電電圧設定値決定部 3 2 にフィードバックする。そしてき電電圧設定値決定部 3 2 は、このフィードバックされるき電電圧設定ずれ V_a , V_b , ... を見て、所定基準値、例えば、5 % 以上のずれが発生している変電所があれば、その変電所に対するき電電圧設定値を設定ずれ分だけ補正して出力する補正機能を持たせている。

【 0 0 6 1 】

すなわち、図 9 に示すフローチャートを実行するのである。この図 9 のフローチャートでは、き電電圧設定値決定部 3 2 が図 3 のフローチャートに示した第 1 の実施の形態と同様にして、ステップ S 3 でき電電圧設定値を決定した後、さらに該当する変電所についてき電電圧設定ずれをき電電圧設定ずれ算出部 3 6 から読み込み、き電電圧設定値に対して設定ずれを組み込み、最終的なき電電圧設定値として出力する (ステップ S 4) 。

【 0 0 6 2 】

これによって、中央制御室 1 1 において各変電所の統括的な管理ができ、かつ正確なき電電圧設定と電力制御ができる。

【 0 0 6 3 】

なお、このき電電圧設定ずれ算出部 3 6 は第 2 及び第 3 の実施の形態のき電電圧設定値決

10

20

30

40

50

定部 3 2 に対しても同じように付加することができ、それによって上記第 4 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 4 】

次に、本発明の第 5 の実施の形態を図 1 0 に基づいて説明する。第 5 の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置は、第 1 の実施の形態と同様に図 1 に示すハードウェア構成であるが、中央制御室 1 1 における演算装置 1 5 が図 1 0 に示す機能構成であることを特徴とする。

【 0 0 6 5 】

すなわち、路線を走行する列車 5 0 それぞれには、自車の走行モードが力行モードであるか否かの走行モード信号を列車位置信号と共に送信する走行モード送信装置 5 1 が搭載されており、中央制御室 1 1 の演算装置 1 5 には、この走行モード送信装置 5 1 から送られてくる各列車 5 0 の列車位置信号及び走行モード信号を受信する走行モード受信部 3 7 とこの走行モード受信部 3 7 で受信した各列車 5 0 からの走行位置と走行モードの情報に基づき、各変電所 1 2 a , 1 2 b , ... のき電電圧設定値を決定して出力するき電電圧設定値決定部 3 2 とが備えられている。各列車 5 0 の走行モード送信部 5 1 と中央制御室 1 1 における走行モード受信部 3 7 との間の信号送受は、従来から採用されている鉄道無線システムを利用する。

【 0 0 6 6 】

この第 5 の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置は、次のように動作する。各列車 5 0 の走行モード送信部 5 1 が自車位置と走行モードを示す信号を送信すると、中央制御室 1 1 における走行モード受信部 3 7 が受信してき電電圧設定値決定部 3 2 に受け渡す。

【 0 0 6 7 】

き電電圧設定値決定部 3 2 では、走行モード受信部 3 7 が受信した複数の列車 5 0 それぞれの走行位置と走行モードとを統括的に分析し、各変電所 1 2 a , 1 2 b , ... ごときの給電区間を走行している力行モードの列車数を割り出し、伝送遅れも考慮しつつ、次のルールに基づいて各変電所のき電電圧設定値を決定する。

【 0 0 6 8 】

< ルール 1 >

ある区間に基準台数 A 以上、集中して列車が力行している場合には、該当区間のき電電圧を $\times 1\%$ 上昇させる。

【 0 0 6 9 】

< ルール 2 >

例えば、勾配が急な区間のような、あらかじめ定められた特定区間を列車が力行中は、該当区間のき電電圧を $\times 2\%$ 上昇させる。

【 0 0 7 0 】

き電電圧設定値決定部 3 2 は、制御周期ごとにこのルールに基づいて各変電所 1 2 a , 1 2 b , ... ごときのき電電圧設定値を算出して入出力装置 1 4、伝送路 1 3 を通じて各変電所 1 2 a , 1 2 b , ... に送信する。

【 0 0 7 1 】

き電電圧設定値を受信した各変電所 1 2 a , 1 2 b , ... では、第 1 の実施の形態と同様に、入出力装置 1 7 a , 1 7 b , ... がこの信号を受信し、操作量決定部 1 8 a , 1 8 b , ... に渡し、操作量決定部では、き電電圧を調整する操作端として変圧器タップ値と整流器制御角との必要な操作量を演算し、タップ値操作部 2 0 a , 2 0 b , ... と制御角操作部 2 2 a , 2 2 b , ... に指示し、タップ値操作部 2 0 a , 2 0 b , ... は変圧器 1 9 a , 1 9 b , ... のタップ値を指定量だけ操作し、また制御角操作部 2 2 a , 2 2 b , ... は整流器 2 1 a , 2 1 b , ... の制御角を指定量だけ操作する。

【 0 0 7 2 】

これによって、ダイヤの乱れその他の原因である給電区間に負荷が集中するような場合でもき電電圧低下を防止することができる。また勾配が急で加速力が低下するような特定区間での速度低下を防止することもできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

なお、上記の実施の形態でも信号伝送路 1 3 に有線の LAN を利用したが、これに限らず、中央制御室 1 1 と各変電所間は無線通信方式であってもよい。また上記の実施の形態では中央制御室 1 1 においてき電電圧設定値決定手段を設けたが、この機能は特に中央制御室 1 1 に設置する必要がなく、複数の変電所間を相互に有線または無線の伝送路で結び、いずれかの変電所に上記の実施の形態で説明した中央制御室 1 1 の機能を設ける構成とすることもできる。

【 0 0 7 4 】

次に、本発明の第 6 の実施の形態を図 1 1 に基づいて説明する。第 6 の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置は、第 1 の実施の形態と同様に図 1 に示すハードウェア構成であるが、中央制御室 1 1 における演算装置 1 5 が図 1 1 に示す機能構成である。すなわち、特定区間、特に勾配の急な区間に給電する変電所に対して、列車 5 0 がこの特定区間に進入する手前でその列車 5 0 を検知してき電電圧設定値を上昇させる制御を行うために、特定区間の手前の地点に列車通過を検知するための列車通過検知装置 5 2 を設置し、またこの列車通過検知装置 5 2 の列車通過検知信号を中央制御室 1 1 に伝送するための情報伝送装置 5 3 を備え、中央制御室 1 1 の演算装置 1 5 には情報伝送装置 5 3 から送られてくる列車通過検知信号を入力して、該当する変電所（特に 1 個所に限定されないが、ここでは、a 変電所 1 2 a とする）に対するき電電圧設定値をあらかじめ設定した値に変更する指令を出力するき電電圧設定値決定部 3 2 を備えたことを特徴とする。

【 0 0 7 5 】

列車通過検知装置 5 2 と情報伝送装置 5 3 には、単純な方法としては所定の位置に設置した光学式、レーザ式、あるいは超音波式センサとこの列車検知信号を中央制御室 1 1 まで伝送する信号ケーブルとで構成することができる。また従来から採用されている軌道回路を利用することができる。

【 0 0 7 6 】

この第 6 の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置では、列車 5 0 が特定区間の手前まで来て、列車通過検知装置 5 2 が列車通過を検知すると、情報伝送装置 5 3 を通じて中央制御室 1 1 に列車通過検知信号が送信される。中央制御室 1 1 では、この列車通過検知信号を受信すると、き電電圧設定値決定部 3 2 においてあらかじめ設定されている該当する変電所 1 2 a に対して一時的にき電電圧設定値を所定量だけ上昇させる指令を送信する。

【 0 0 7 7 】

該当する変電所 1 2 a では、このき電電圧設定値変更指令を受けると、第 1 の実施の形態と同様にして、変圧器 1 9 a のタップ値を所定量だけ操作し、また整流器 2 1 a の制御角を所定量だけ操作する。

【 0 0 7 8 】

この第 6 の実施の形態では、地方の幹線のように山間部で列車密度が高くないような路線や区間において、簡便な方式で列車の速度維持が図れることになる。また、特定区間を列車通過がした後はき電電圧設定値を元の値にまで低下させる再設定を行うことにより、速度維持のために常時、き電電圧を高めに設定する必要がなくなり、ランニングコストの低減が図れる。

【 0 0 7 9 】

なお、第 6 の実施の形態では特に、中央制御室 1 1 にき電電圧設定値決定部 3 2 を設けるのではなく、特定区間への給電を受け持つ変電所 1 2 a の操作量決定部 1 8 a に列車通過検知装置 5 2 の検知信号を直接送信する単純な構成とすることもできる。

【 0 0 8 0 】

次に、本発明の第 7 の実施の形態を図 1 2 に基づいて説明する。第 7 の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置は、図 2 に示した第 1 の実施の形態と図 1 0 に示した第 5 の実施の形態とを組み合わせたことを特徴とする。したがって、通常時には第 1 の実施の形態と同様に、き電電圧設定値決定部 3 2 は、図 1 3 のフローチャートに処理を周期的に、例えば、5 分周期で繰り返す。

【0081】

き電電圧設定値決定部32では各変電所12a, 12b, ...の単位時間積算電力量 PW_a , PW_b , PW_c , ...をあらかじめ設定したしきい値 Pre と比較し(ステップS21)、いましきい値 Pre を超える変電所 k があれば、その変電所 k とその両隣の変電所 $k-1$, $k+1$ について、ステップS22の処理に入る。

【0082】

ステップS22では、しきい値 Pre を超えた変電所 k とその両隣の変電所 $k-1$, $k+1$ の単位時間積算電力量を調べ、一方若しくは両方がしきい値を超えていなければ、その1つ若しくは2つの変電所をき電電圧設定値を引き上げる変電所として決定する。

【0083】

この後、き電電圧設定値決定部32は、第5の実施の形態で実行した次の処理を行う。走行モード受信部37が受信した複数の列車50それぞれの走行位置と走行モードとを統括的に分析し、各変電所12a, 12b, ...ごとの給電区間を走行している力行モードの列車数を割り出し、伝送遅れも考慮しつつ、前述したルール1とルール2に基づいて、き電電圧設定値を上昇すべき変電所を決定する(ステップS23)。

10

【0084】

続いて、ステップS22の処理でき電電圧設定値を低下させるべきと決定した変電所のうち、ステップS23の処理でき電電圧設定値を上昇すべき変電所として決定したものがないかどうか判断し(ステップS24)、該当する変電所があれば、その変電所についてはステップS22でき電電圧設定値を低下させる決定がなされていても元のき電電圧設定値を維持する決定をする(ステップS25)。

20

【0085】

この後、ステップS26において、第1の実施の形態で説明した(1), (2)式に基づき、また第6の実施の形態で説明したルール1、ルール2に基づいて各変電所のき電電圧設定値を決定する。

【0086】

このようにしてき電電圧設定値決定部32が各変電所12a, 12b, ...のき電電圧設定値を決定すると、入力装置14、信号伝送路13を通じて各変電所に個別に送信する。そしてき電電圧設定値を受信した各変電所では、き電電圧設定値を現状のき電電圧設定値と比較し、変更が生じていれば、新たに送られてきたき電電圧設定値に一致させるのに必要な操作量を演算し、変圧器19a, 19b, ...のタップ値と整流器21a, 21b, ...の制御角を操作する。

30

【0087】

これによって、例えば、図1に示した状態で、真ん中の b 変電所12bの単位時間積算電力量がしきい値を超えた場合、この真ん中の b 変電所12bのき電電圧を1段階低下させると共に、給電区間 fdb に対しては、左側の a 変電所12aのき電電圧を1段階上昇させることによって b 変電所12bの供給電力減少分を補う。そして給電区間 fdc に対しては、右側の c 変電所12cのき電電圧を1段階上昇させることによって b 変電所12bの供給電力減少分を補うことができる。

【0088】

しかも、この実施の形態の場合には、真ん中の b 変電所12bの給電区間に力行モードの列車が多く存在していて、積算電力量に基づく判断ではき電電圧設定値を下げるべきとされるところが、き電電圧設定値を上昇させる必要がある場合には、該当する変電所12bのき電電圧設定値を元のまま維持することにして、列車運行に支障をきたさない範囲で電力制御する。

40

【0089】

なお、第7の実施の形態においても第1の実施の形態と同様に、信号伝送路13に有線のLANを利用したが、これに限らず、中央制御室11と各変電所間は無線通信方式であってもよい。また上記の実施の形態では中央制御室11においてき電電圧設定値決定手段を設けたが、この機能は特に中央制御室11に設置する必要がなく、複数の変電所間を相互

50

に有線または無線の伝送路で結び、いずれかの変電所に上記の実施の形態で説明した中央制御室 11 の機能を設ける構成とすることもできる。

【0090】

次に、本発明の第 8 の実施の形態を図 14 に基づいて説明する。第 8 の実施の形態の鉄道変電所電力制御装置は、図 2 に示した第 1 の実施の形態のシステムと図 11 に示した第 6 の実施の形態のシステムとを組み合わせた構成を特徴とする。すなわち、き電電圧設定値決定部 32 は第 1 の実施の形態と同様の各変電所の単位時間積算電力量を調べて、き電電圧設定値を変更する変電所を決定する。そして、情報伝送装置 53 から特定区間に対する列車通過検知信号が入力されると、き電電圧設定値決定部 32 は、該当する変電所に対して第 6 の実施の形態と同様にき電電圧設定値を所定量だけ上昇させる決定をする。

10

【0091】

このようにしてき電電圧設定値決定部 32 が各変電所 12a, 12b, ... のき電電圧設定値を決定すると、入力装置 14、信号伝送路 13 を通じて各変電所に個別に送信する。そしてき電電圧設定値を受信した各変電所では、き電電圧設定値を現状のき電電圧設定値と比較し、変更が生じていれば、新たに送られてきたき電電圧設定値に一致させるのに必要な操作量を演算し、変圧器 19a, 19b, ... のタップ値と整流器 21a, 21b, ... の制御角を操作する。

【0092】

これによって、第 1 の実施の形態と同様に電力消費が大きい変電所に対しては、同じ給電区間に給電する隣接変電所からの供給電力量を増加させることによって不足分を補うようにして、変電所間の電力消費を平均化し、1 つの変電所で積算電力量が契約量を超過するのを可能な限り防止することができ、その上、特定区間を列車が通過する時にその速度維持が図れ、かつ通過後にはき電電圧設定値を元の値にまで低下させる再設定を行うことにより、速度維持のために常時、き電電圧を高め設定する必要がなくなり、ランニングコストの低減が図れる。

20

【0093】

なお、第 8 の実施の形態においても第 1 の実施の形態と同様に、信号伝送路 13 に有線の LAN を利用したが、これに限らず、中央制御室 11 と各変電所間は無線通信方式であってもよい。また上記の実施の形態では中央制御室 11 においてき電電圧設定値決定手段を設けたが、この機能は特に中央制御室 11 に設置する必要がなく、複数の変電所間を相互

30

【0097】

【発明の効果】

請求項 1 の発明によれば、各列車からの走行モード信号に基づき、力行モード列車が多数存在する給電区間に対して変電所のき電電圧設定値を大きくし、力行モード列車が少ない給電区間に対しては変電所のき電電圧設定値を小さくし、これらのき電電圧設定値が得られるように複数の変電所それぞれにおけるき電電圧を操作するので、力行モード列車が集中するような給電区間のき電電圧を一時的に高くして必要電力をまかない、かつ全体として電力消費を抑えることができる。

40

【0098】

請求項 2 の発明によれば、例えば勾配の急な線路区間に列車が進入した場合にはその給電区間の電圧を上昇させて列車が必要とする電力を供給し、平時にはき電電力消費を抑えることにより、効率的な電力制御ができる。

【0100】

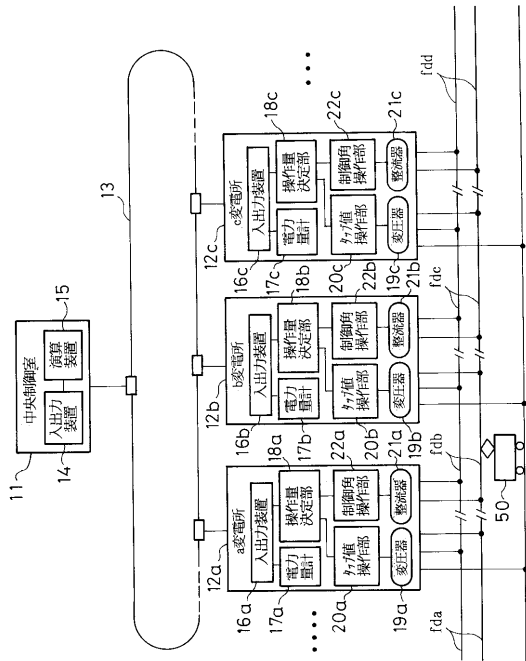
請求項 3 の発明によれば、電力消費が大きい変電所には電力消費が小さい変電所から電力を融通し合っ

【図面の簡単な説明】

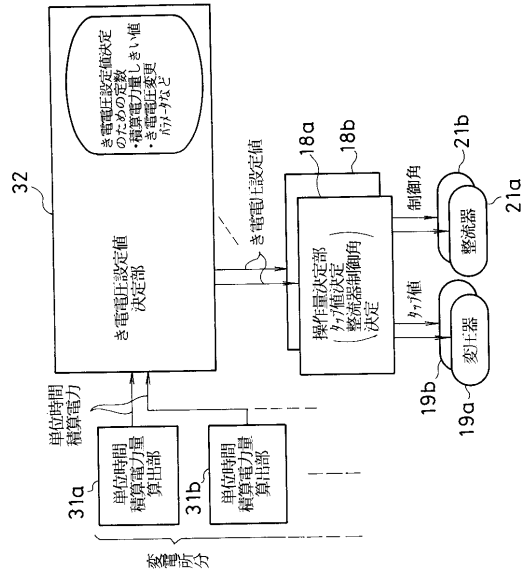
50

- 【図 1】本発明の第 1 の実施の形態のハードウェア構成のブロック図。
- 【図 2】上記の実施の形態における演算装置部分の機能構成を示すブロック図。
- 【図 3】上記の実施の形態のき電電圧設定値決定部の処理を示すフローチャート。
- 【図 4】本発明の第 2 の実施の形態の演算装置部分の機能構成を示すブロック図。
- 【図 5】上記の実施の形態のき電電圧設定値決定部の処理を示すフローチャート。
- 【図 6】本発明の第 3 の実施の形態の演算装置部分の機能構成を示すブロック図。
- 【図 7】上記の実施の形態のき電電圧設定値決定部の処理を示すフローチャート。
- 【図 8】本発明の第 4 の実施の形態の演算装置部分の機能構成を示すブロック図。
- 【図 9】上記の実施の形態のき電電圧設定値決定部の処理を示すフローチャート。
- 【図 10】本発明の第 5 の実施の形態の演算装置部分の機能構成を示すブロック図。 10
- 【図 11】本発明の第 6 の実施の形態の演算装置部分の機能構成を示すブロック図。
- 【図 12】本発明の第 7 の実施の形態の演算装置部分の機能構成を示すブロック図。
- 【図 13】上記の実施の形態のき電電圧設定値決定部の処理を示すブロック図。
- 【図 14】本発明の第 8 の実施の形態の演算装置部分の機能構成を示すブロック図。
- 【図 15】従来例のブロック図。
- 【符号の説明】
- 1 1 中央制御室
- 1 2 a , 1 2 b , ... 変電所
- 1 3 信号伝送路
- 1 4 入出力装置 20
- 1 5 演算装置
- 1 6 a , 1 6 b , ... 入出力装置
- 1 7 a , 1 7 b , ... 電力計
- 1 8 a , 1 8 b , ... 操作量決定部
- 1 9 a , 1 9 b , ... 変圧器
- 2 0 a , 2 0 b , ... タップ値操作部
- 2 1 a , 2 1 b , ... 整流器
- 2 2 a , 2 2 b , ... 制御角操作部
- 2 3 a , 2 3 b , ... き電電圧検出器
- 3 1 a , 3 1 b , ... 単位時間積算電力量算出部 30
- 3 2 き電電圧設定値決定部
- 3 3 時間帯別変電所間列車運転本数記憶部
- 3 4 変電所別定格値記憶部
- 3 5 使用電力量比算出部
- 3 6 き電電圧設定ずれ算出部
- 3 7 走行モード受信部
- 5 0 列車
- 5 1 走行モード送信部
- 5 2 列車通過検知装置
- 5 3 情報伝送装置 40

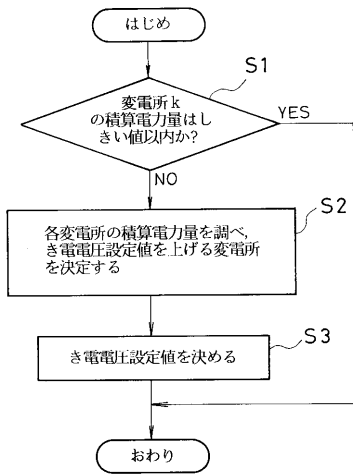
【図1】



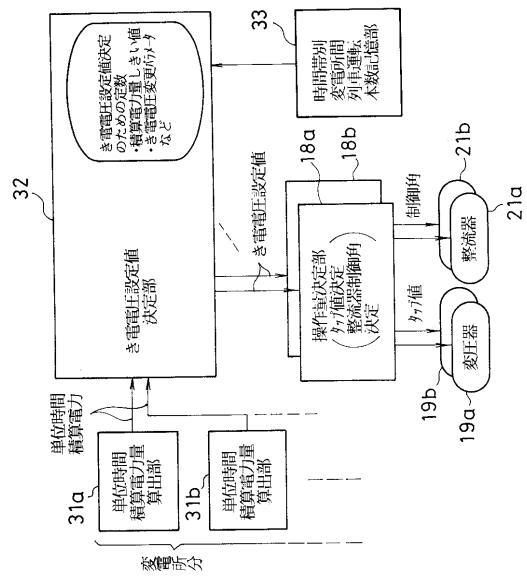
【図2】



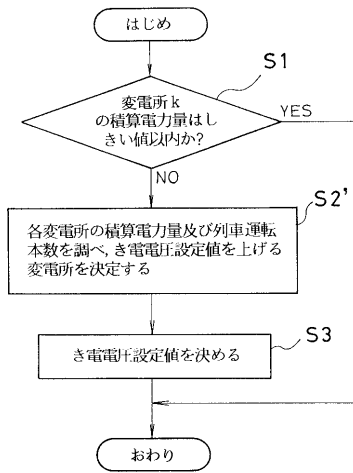
【図3】



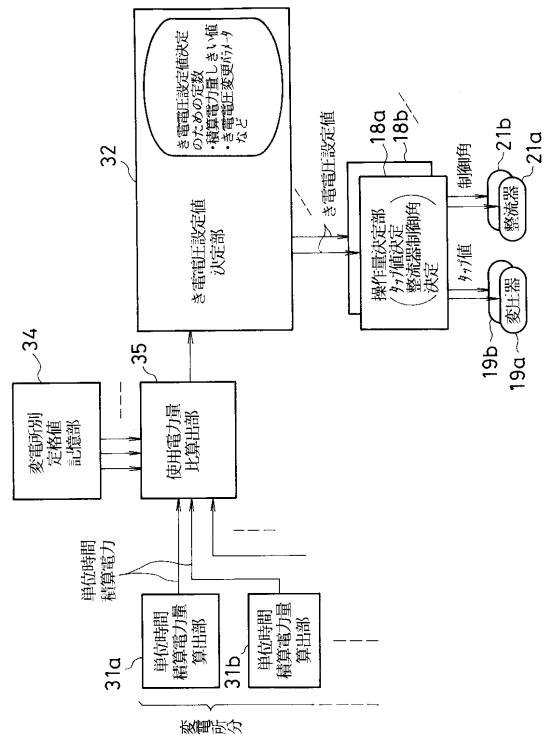
【図4】



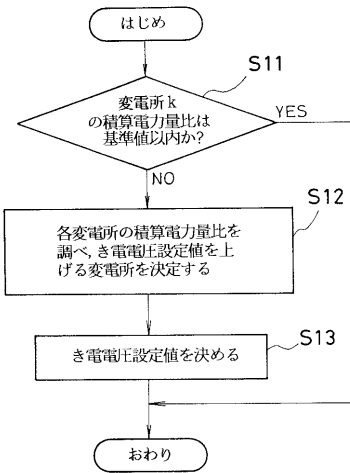
【 図 5 】



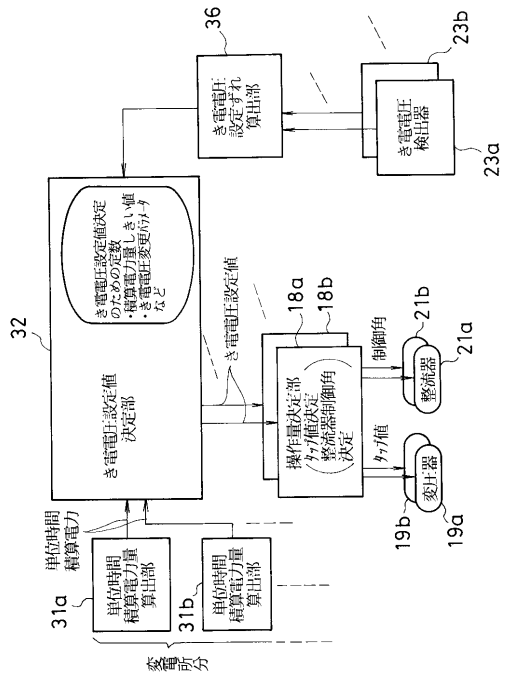
【 図 6 】



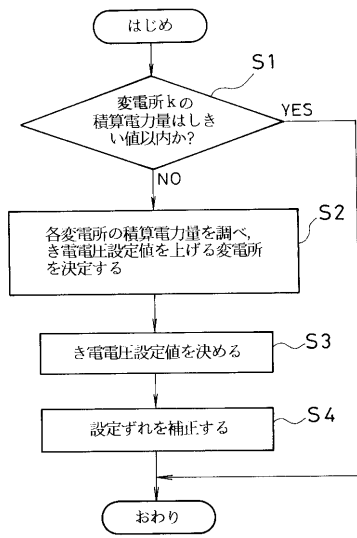
【 図 7 】



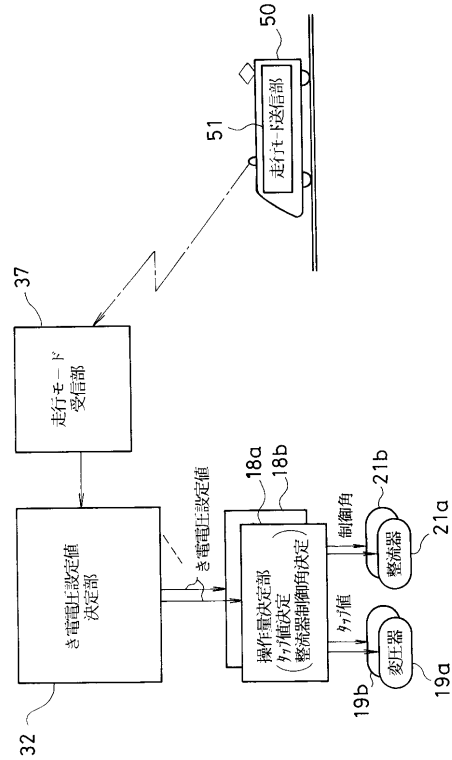
【 図 8 】



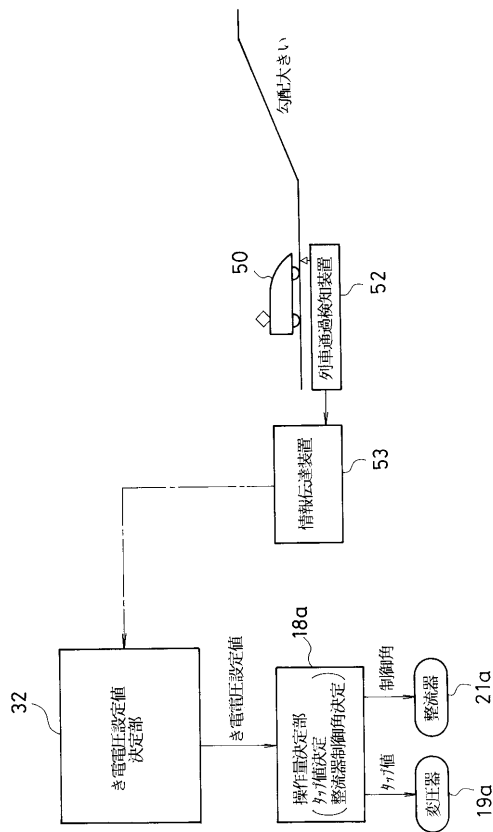
【 図 9 】



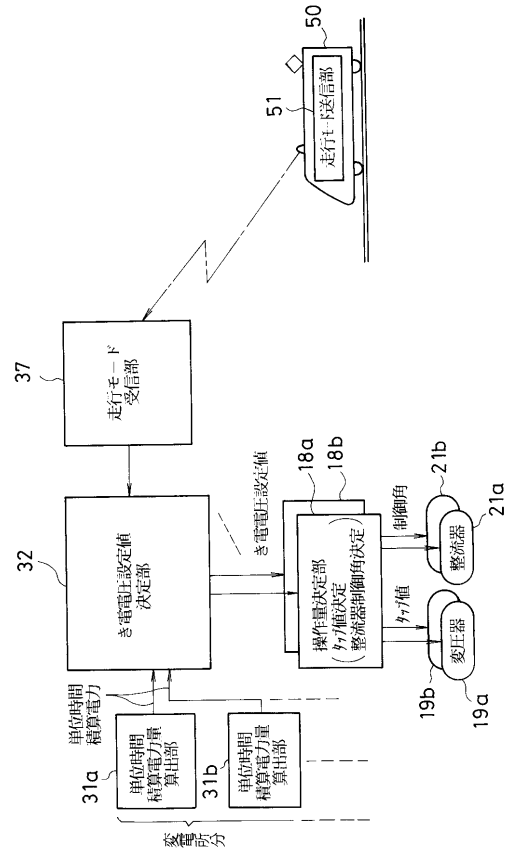
【 図 10 】



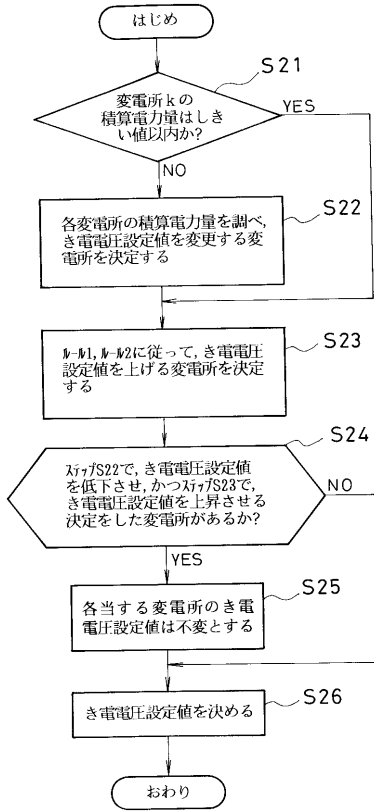
【 図 11 】



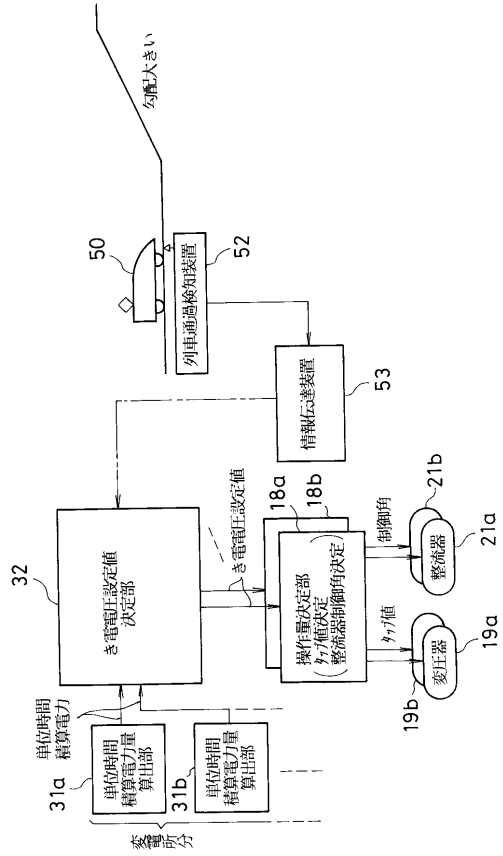
【 図 12 】



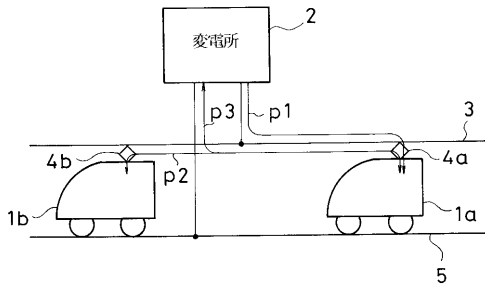
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 石橋 尚之

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内

審査官 長馬 望

(56)参考文献 特開平07-304353(JP,A)

特開平01-132432(JP,A)

特開昭58-174024(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B60M 3/00

H02J 3/00