

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-340561
(P2006-340561A)

(43) 公開日 平成18年12月14日(2006.12.14)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
B60L 9/18 (2006.01) B60L 9/18 A 5H115

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

| | |
|--|--|
| <p>(21) 出願番号 特願2005-165007 (P2005-165007)</p> <p>(22) 出願日 平成17年6月6日(2005.6.6)</p> <p>特許法第30条第1項適用申請有り 平成16年12月7日 社団法人電気学会発行の「平成16年 鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2004) 講演論文集」に発表</p> | <p>(71) 出願人 000173784 財団法人鉄道総合技術研究所 東京都国分寺市光町2丁目8番地38</p> <p>(71) 出願人 000003115 東洋電機製造株式会社 東京都中央区京橋2丁目9番2号</p> <p>(74) 代理人 100100413 弁理士 渡部 温</p> <p>(74) 代理人 100110777 弁理士 宇都宮 正明</p> <p>(72) 発明者 小笠 正道 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団法人 鉄道総合技術研究所内</p> |
|--|--|

最終頁に続く

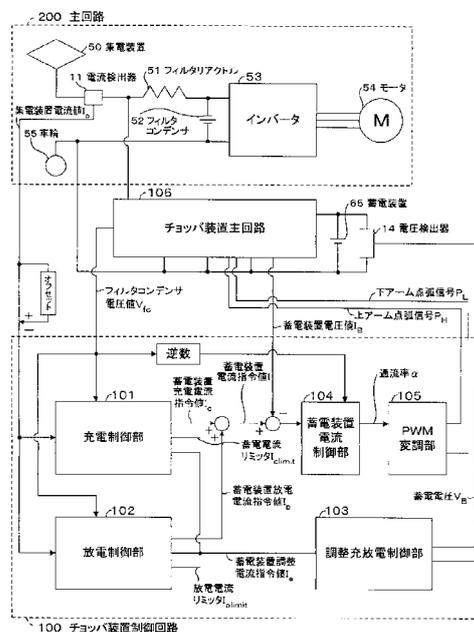
(54) 【発明の名称】 回路装置

(57) 【要約】

【課題】 回生エネルギーを常に有効に使用するため、回生ブレーキ使用時、他に負荷が無く架線電圧が上昇した場合には回生できないエネルギーを、車上に搭載した蓄電装置に蓄積し、次回力行するとき使用可能とすることができる回路装置を提供する。

【解決手段】 本発明の回路装置は、集電装置50、フィルタリアクトル51、フィルタコンデンサ52、インバータ53、車輪55およびモータ54からなる主回路200と、電流検出器11と、蓄電装置65と、チョップパ装置主回路106と、電圧検出器14と、調整充放電制御部103と、充電制御部101と、放電制御部102と、蓄電装置電流制御部104と、チョップパ装置主回路106の蓄電装置65に対する電源供給の制御を行うための信号(上アーム点弧信号PH, 下アーム点弧信号PL)を生成し、該信号PH, PLをチョップパ装置主回路106へ出力するPWM変調部105と、を備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気車の動力電源を供給するための集電装置、フィルタリアクトル、フィルタコンデンサ、インバータおよびモータからなる主回路と、

前記主回路の前記集電装置と前記フィルタリアクトルとの間に直列に接続され、前記集電装置の電流値を集電装置点電流値として検出する電流検出器と、

電気車の力行時には前記主回路に電力を供給し、回生時には電力を蓄える蓄電装置と、

前記主回路と前記蓄電装置の間に並列に接続され、前記主回路から前記蓄電装置への電源供給または前記主回路への前記蓄電装置からの電源供給を制御するチョッパ装置主回路と、

10

前記蓄電装置の電圧を蓄電装置電圧値として検出する電圧検出器と、

前記電圧検出器で検出した前記蓄電装置電圧値を入力とし、当該蓄電装置電圧値に基づいて算出した蓄電装置調整電流指令値を出力する調整充放電制御手段と、

前記電流検出器で検出された集電装置点電流値を入力とし、当該集電装置点電流値に基づいて算出した蓄電装置充電電流指令値を出力する充電制御手段と、

前記電流検出器で検出された集電装置点電流値を入力とし、当該集電装置点電流値に基づいて算出した蓄電装置放電電流指令値を出力する放電制御手段と、

前記充電制御手段から出力された前記蓄電装置充電電流指令値と前記放電制御手段から出力された前記蓄電装置放電電流指令値とを加算した値である蓄電装置電流指令値を入力とし、当該蓄電装置電流指令値に基づいて算出した通流率を出力する蓄電装置電流制御手段と、

20

前記蓄電装置電流制御手段から出力された前記通流率を入力とし、当該通流率に基づいて、前記チョッパ装置主回路の前記蓄電装置に対する電源供給の制御を行うための信号を生成し、該信号を前記チョッパ装置主回路へ出力するPWM変調手段と、

を備える、ことを特徴とする電気車の回路装置。

【請求項 2】

前記チョッパ装置主回路は、

前記主回路側に接続されたフィルタリアクトルと、

前記フィルタリアクトルに接続されたフィルタコンデンサと、

前記フィルタリアクトルと前記フィルタコンデンサとの間に接続され、前記フィルタコンデンサの電圧値をフィルタコンデンサ電圧値として検出する電圧検出器と、

30

電気車の回生時にONとなる第1スイッチング素子と、

電気車の力行時にONとなる第2スイッチング素子と、

前記第1スイッチング素子と第2スイッチング素子の間と、前記蓄電装置の正極側との間に接続されたスムーズングリアクトルと、

前記第1スイッチング素子と第2スイッチング素子の間と、前記スムーズングリアクトルとの間に接続され、前記蓄電装置へのまたはからの蓄電装置電流値を検出する電流検出器と、

を備える、

ことを特徴とする請求項 1 記載の回路装置。

40

【請求項 3】

前記調整充放電制御手段は、前記電圧検出器で検出した前記蓄電装置電圧値を入力とし、該蓄電装置電圧値が調整充電開始電圧値より低いとき調整充電指令を発生して調整充電電流値を選択し、該蓄電装置電圧値が調整放電開始電圧値より高いとき調整放電指令を発生して調整放電電流値を選択し、前記調整充電電流値および前記調整放電電流値の何れも選択しないときには0 [A] を選択し、選択した値に1 / 2 を乗算して蓄電装置調整電流指令値として出力する、ことを特徴とする請求項 2 記載の回路装置。

【請求項 4】

前記充電制御手段は、

前記電流検出器で検出した前記集電装置点電流値を入力とし、該集電装置点電流値から

50

充電動作不感帯設定値を減算した値が入力される第 1 増幅器と、

前記第 1 増幅器と同じ値が入力される第 1 積分器と、

前記第 1 積分器の出力値を所定の充電制御上限電圧値および所定の充電制御下限電圧値で制限して生成した値を、前記第 1 増幅器の出力値に加算し、該加算して得た値を前記所定の充電制御上限電圧値および前記所定の充電制御下限電圧値で制限して充電時 F C 電圧指令値を生成し、前記チョッパ装置主回路の前記電圧検出器で検出された前記フィルタコンデンサ電圧値から前記充電時 F C 電圧指令値を減算し、該減算して得た値が入力される第 2 増幅器と、

前記第 2 増幅器と同じ値が入力される第 2 積分器と、

を備え、

前記第 2 積分器の出力値を所定の充電電流リミッタおよび前記調整充放電制御手段からの前記蓄電装置調整電流指令値で制限して生成した値を、前記第 2 増幅器の出力値に加算し、該加算して得た値を前記所定の充電電流リミッタおよび前記蓄電装置調整電流指令値で制限して得る蓄電装置充電電流指令値を出力する、

ことを特徴とする請求項 3 記載の回路装置。

10

【請求項 5】

前記放電制御手段は、

前記電流検出器で検出した前記集電装置点電流値を入力とし、該集電装置点電流値から放電動作不感帯設定値を減算した値が入力される第 1 増幅器と、

前記第 1 増幅器と同じ値が入力される第 1 積分器と、

前記第 1 積分器の出力値を所定の放電制御上限電圧値および所定の放電制御下限電圧値で制限して生成した値を、前記第 1 増幅器の出力値に加算し、該加算して得た値を前記所定の放電制御上限電圧値および前記所定の放電制御下限電圧値で制限して放電時 F C 電圧指令値を生成し、前記チョッパ装置主回路の前記電圧検出器で検出された前記フィルタコンデンサ電圧値から前記放電時 F C 電圧指令値を減算し、該減算して得た値が入力される第 2 増幅器と、

前記第 2 増幅器と同じ値が入力される第 2 積分器と、

を備え、

前記第 2 積分器の出力値を所定の放電電流リミッタおよび前記調整充放電制御手段からの前記蓄電装置調整電流指令値で制限して生成した値を、前記第 2 増幅器の出力値に加算し、該加算して得た値を前記所定の放電電流リミッタおよび前記蓄電装置調整電流指令値で制限して得る蓄電装置放電電流指令値を出力する、

ことを特徴とする請求項 4 記載の回路装置。

20

30

【請求項 6】

前記充電制御手段と前記蓄電装置電流制御手段の間で、

前記充電制御手段からの前記蓄電装置充電電流指令値と前記放電制御手段からの前記蓄電装置放電電流指令値を加算して蓄電装置電流指令値を算出し、該蓄電装置電流指令値から前記チョッパ装置主回路の前記電流検出器で検出された前記蓄電装置電流値を減算し、該減算して得られた値を前記蓄電装置電流制御手段に入力し、

前記蓄電装置電流制御手段は、

前記減算して得られた値が入力される増幅器と、

前記増幅器と同じ値が入力される積分器と、

を備え、

前記積分器の出力値を所定の蓄電装置上限電圧値および所定の蓄電装置下限電圧値で制限して生成した値を、前記増幅器の出力値に加算し、

該加算して得た値を前記所定の蓄電装置上限電圧値および前記所定の蓄電装置下限電圧値で制限して蓄電装置電圧指令値を生成し、

前記チョッパ装置主回路の前記電圧検出器で検出された前記フィルタコンデンサ電圧値の逆数と前記蓄電装置電圧指令値を乗算して通流率を生成し出力する、

ことを特徴とする請求項 5 記載の回路装置。

40

50

【請求項 7】

前記 P W M 変調手段は、

前記蓄電装置電流制御手段からの前記通流率とキャリアと比較して P W M 変調をし、
前記 P W M 変調をした値をオンタイムディレイして前記チョッパ装置主回路の前記第 1
スイッチング素子を点弧する上アーム点弧信号を生成し、該上アーム点弧信号を前記チョ
ッパ装置主回路の前記第 1 スwitching素子に出力し、

前記 P W M 変調をした値の反転値をオンタイムディレイして前記チョッパ装置主回路の
前記第 2 スwitching素子を点弧する下アーム点弧信号を生成し、該下アーム点弧信号を
前記チョッパ装置主回路の前記第 2 スwitching素子に出力する、

ことを特徴とする請求項 6 記載の回路装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電装置と集電装置を搭載した電気車の回路装置に関する。特に、蓄電装
置を搭載し、回生エネルギーを架線に返せない場合にもエネルギーを捨てることなく蓄積し再
び力行するときに使用することにより、省エネルギーで且つ架線の無い区間においても走行
することができる電気車の回路装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、集電装置を搭載した電気車は、回生ブレーキを使用することにより、力行で使
用したエネルギーを再利用できるため、省エネルギーである。しかし、電気車の回生ブレーキ
は、近傍にエネルギーを消費する他の電気車が在線することが前提であり、回生したエネ
ルギが消費されない場合は回生絞込や回生失効が発生して機械ブレーキが動作し、ブレー
キシューなどが消耗する。この回生絞込や回生失効を低減するため、抵抗器により回生エ
ネルギーを消費させる装置が実用に供されている。

20

【0003】

図 7 は、従来の電気車の主回路図である。図 7 の電気車の主回路は、電気車の電源を供
給する集電装置 250 と、車輪 257 と、フィルタリアクトル 251 と、フィルタコンデ
ンサ 251 と、電流と電圧を制御するインバータ 253 と、車輪 257 を駆動するモータ
254 と、回生エネルギーを消費させるための抵抗器 256 と、回生時に抵抗器 256 に接
続するスイッチング素子 255 と、を備えている。

30

【0004】

図 7 に示した電気車の主回路によれば、抵抗器 256 により回生エネルギーを消費するこ
とにより、原理的に回生絞込や回生失効が発生しないため、電気車の主回路として実用上
十分に機能することができた。

【0005】

また、特許公開平 8 - 196001 公報の電気車制御措置においては、インバータ回路
の入力側は、遮断器とリアクトルおよび第 1 の電流検出器が直列にされてパンタグラフと
大地とへ接続され、チョッパ回路とブレーキ抵抗器との直列回路と、コンデンサおよび電
圧検出器が並列に接続される。インバータ回路の出力側には、三相のうち少なくとも二相
に第 2 の電流検出器を挿入した上で、電気車駆動用誘導電動機が接続される。電気ブレー
キ時にコンデンサの電圧が上昇した場合はチョッパ回路により抵抗器の電流を加減する制
御を行い、各検出器およびインバータ回路からの信号から演算して、抵抗器での電力損失
が所定値を越えた場合に保護回路によりチョッパ回路を停止する。これにより、発電ブレ
ーキ回路を有する誘導電動機駆動の直流電気車の制御装置において、ブレーキ抵抗器の小
形軽量化と過熱防止及び電気ブレーキの頻度を高めることによる空気ブレーキシューの磨
耗防止ができる。

40

【特許文献 1】特許公開平 8 - 196001 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0006】

しかしながら、図7に示した電気車の主回路においては、エネルギーを消費する負荷が他に無い場合、回生エネルギーを抵抗器で消費してしまうため、回生エネルギーを有効に利用できないという問題があった。

【0007】

また、特許公開平8-196001公報の電気車制御措置においても、同様に回生エネルギーを有効に利用できないという問題があった。

【0008】

従って、本発明の目的は、回生エネルギーを常に有効に使用するため、回生ブレーキ使用時、他に負荷が無く架線電圧が上昇した場合には回生できないエネルギーを、車上に搭載した蓄電装置に蓄積し、次回力行するときに使用可能とすることができる回路装置を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するため、本発明の回路装置は、電気車の動力電源を供給するための集電装置、フィルタリアクトル、フィルタコンデンサ、インバータおよびモータからなる主回路と、主回路の集電装置とフィルタリアクトルとの間に直列に接続され、集電装置の電流値を集電装置点電流値として検出する電流検出器と、電気車の力行時には主回路に電源を供給し、回生時には電源を蓄える蓄電装置と、主回路と蓄電装置の間に並列に接続され、主回路から蓄電装置への電源供給または主回路への蓄電装置からの電源供給を制御するチョッパ装置主回路と、蓄電装置の電圧を蓄電装置電圧値として検出する電圧検出器と、電圧検出器で検出した蓄電装置電圧値を入力とし、当該蓄電装置電圧値に基づいて算出した蓄電装置調整電流指令値を出力する調整充放電制御手段と、電流検出器で検出された集電装置点電流値を入力とし、当該集電装置点電流値に基づいて算出した蓄電装置充電電流指令値を出力する充電制御手段と、電流検出器で検出された集電装置点電流値を入力とし、当該集電装置点電流値に基づいて算出した蓄電装置放電電流指令値を出力する放電制御手段と、充電制御手段から出力された蓄電装置充電電流指令値と放電制御手段から出力された蓄電装置放電電流指令値とを加算した値である蓄電装置電流指令値を入力とし、当該蓄電装置電流指令値に基づいて算出した通流率を出力する蓄電装置電流制御手段と、蓄電装置電流制御手段から出力された通流率を入力とし、当該通流率に基づいて、チョッパ装置主回路の蓄電装置に対する電源供給の制御を行うための信号を生成し、該信号をチョッパ装置主回路へ出力するPWM変調手段と、を備える、ことを特徴とする。

20

30

【0010】

ここで、チョッパ装置主回路は、主回路側に接続されたフィルタリアクトルと、フィルタリアクトルに接続されたフィルタコンデンサと、フィルタリアクトルとフィルタコンデンサとの間に接続され、フィルタコンデンサの電圧値をフィルタコンデンサ電圧値として検出する電圧検出器と、電気車の回生時にONとなる第1スイッチング素子と、電気車の力行時にONとなる第2スイッチング素子と、第1スイッチング素子と第2スイッチング素子の間と、蓄電装置の正極側との間に接続されたスモーザングリアクトルと、第1スイッチング素子と第2スイッチング素子の間と、スモーザングリアクトルとの間に接続され、蓄電装置へのまたはからの蓄電装置電流値を検出する電流検出器と、を備える、ことができる。

40

【0011】

また、調整充放電制御手段は、電圧検出器で検出した蓄電装置電圧値を入力とし、該蓄電装置電圧値が調整充電開始電圧値より低いとき調整充電指令を発生して調整充電電流値を選択し、該蓄電装置電圧値が調整放電開始電圧値より高いとき調整放電指令を発生して調整放電電流値を選択し、調整充電電流値および調整放電電流値の何れも選択しないときには0[A]を選択し、選択した値に1/2を乗算して蓄電装置調整電流指令値として出力する、ことができる。

【0012】

50

また、充電制御手段は、電流検出器で検出した集電装置点電流値を入力とし、該集電装置点電流値から充電動作不感帯設定値を減算した値が入力される第1増幅器と、第1増幅器と同じ値が入力される第1積分器と、第1積分器の出力値を所定の充電制御上限電圧値および所定の充電制御下限電圧値で制限して生成した値を、第1増幅器の出力値に加算し、該加算して得た値を所定の充電制御上限電圧値および所定の充電制御下限電圧値で制限して充電時FC電圧指令値を生成し、チョッパ装置主回路の電圧検出器で検出されたフィルタコンデンサ電圧値から充電時FC電圧指令値を減算し、該減算して得た値が入力される第2増幅器と、第2増幅器と同じ値が入力される第2積分器と、を備え、第2積分器の出力値を所定の充電電流リミッタおよび調整充放電制御手段からの蓄電装置調整電流指令値で制限して生成した値を、第2増幅器の出力値に加算し、該加算して得た値を所定の充電電流リミッタおよび蓄電装置調整電流指令値で制限して得る蓄電装置充電電流指令値を出力する、ことができる。

10

【0013】

さらに、放電制御手段は、電流検出器で検出した集電装置点電流値を入力とし、該集電装置点電流値から放電動作不感帯設定値を減算した値が入力される第1増幅器と、第1増幅器と同じ値が入力される第1積分器と、第1積分器の出力値を所定の放電制御上限電圧値および所定の放電制御下限電圧値で制限して生成した値を、第1増幅器の出力値に加算し、該加算して得た値を所定の放電制御上限電圧値および所定の放電制御下限電圧値で制限して放電時FC電圧指令値を生成し、チョッパ装置主回路の電圧検出器で検出されたフィルタコンデンサ電圧値から放電時FC電圧指令値を減算し、該減算して得た値が入力される第2増幅器と、第2増幅器と同じ値が入力される第2積分器と、を備え、第2積分器の出力値を所定の放電電流リミッタおよび調整充放電制御手段からの蓄電装置調整電流指令値で制限して生成した値を、第2増幅器の出力値に加算し、該加算して得た値を所定の放電電流リミッタおよび蓄電装置調整電流指令値で制限して得る蓄電装置放電電流指令値を出力する、ことができる。

20

【0014】

また、充電制御手段と蓄電装置電流制御手段の間で、充電制御手段からの蓄電装置充電電流指令値と放電制御手段からの蓄電装置放電電流指令値を加算して蓄電装置電流指令値を算出し、該蓄電装置電流指令値からチョッパ装置主回路の電流検出器で検出された蓄電装置電流値を減算し、該減算して得られた値を蓄電装置電流制御手段に入力し、蓄電装置電流制御手段は、減算して得られた値が入力される増幅器と、増幅器と同じ値が入力される積分器と、を備え、積分器の出力値を所定の蓄電装置上限電圧値および所定の蓄電装置下限電圧値で制限して生成した値を、増幅器の出力値に加算し、該加算して得た値を所定の蓄電装置上限電圧値および所定の蓄電装置下限電圧値で制限して蓄電装置電圧指令値を生成し、チョッパ装置主回路の電圧検出器で検出されたフィルタコンデンサ電圧値の逆数と蓄電装置電圧指令値を乗算して通流率を生成し出力する、ことができる。

30

【0015】

PWM変調手段は、蓄電装置電流制御手段からの通流率とキャリアと比較してPWM変調をし、PWM変調をした値をオンタイムディレイしてチョッパ装置主回路の第1スイッチング素子を点弧する上アーム点弧信号を生成し、該上アーム点弧信号をチョッパ装置主回路の第1スイッチング素子に出力し、PWM変調をした値の反転値をオンタイムディレイしてチョッパ装置主回路の第2スイッチング素子を点弧する下アーム点弧信号を生成し、該下アーム点弧信号をチョッパ装置主回路の第2スイッチング素子に出力する、ことができる。

40

【発明の効果】**【0016】**

本発明の電気車の回路装置によれば、蓄電装置を搭載し、回生エネルギーを架線に返せない場合にもエネルギーを捨てることなく蓄積でき、再び力行するときを使用できるため、省エネルギーであり、且つ架線の無い区間においても走行することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0017】

以下、図面を参照して本発明の回路装置の実施の形態を説明する。以下においては、主に鉄道車両の電気車における回路装置を具体的な一例として説明する。

【0018】

図1は、本発明の回路装置の一例を示す図である。この回路装置は、電気車の動力電源を供給するための集電装置50、フィルタリアクトル51、フィルタコンデンサ52、電圧と電流を制御するインバータ53、グラウンドレベルの電圧の車輪55および車輪55を駆動するモータ54からなる主回路200と、主回路200の集電装置50とフィルタリアクトル51との間に直列に接続され、集電装置50の電流値を集電装置点電流値 I_o として検出する電流検出器11と、電気車の力行時には主回路200に電力を供給し、回生時には電力を蓄える蓄電装置65と、主回路200と蓄電装置65の間に並列に接続され、主回路200から蓄電装置65への電源供給または主回路200への蓄電装置65からの電源供給を制御するチョッパ装置主回路106と、蓄電装置65の電圧を蓄電装置電圧値 V_B として検出する電圧検出器14と、電圧検出器14で検出した蓄電装置電圧値 V_B を入力とし、当該蓄電装置電圧値 V_B に基づいて算出した蓄電装置調整電流指令値 I_a を出力する調整充放電制御部103と、電流検出器11で検出された集電装置点電流値 I_o をオフセット制御して入力とし、当該集電装置点電流値 I_o に基づいて算出した蓄電装置充電電流指令値 I_c を出力する充電制御部101と、電流検出器11で検出された集電装置点電流値 I_o をオフセット制御して入力とし、当該集電装置点電流値 I_o に基づいて算出した蓄電装置放電電流指令値 I_p を出力する放電制御部102と、充電制御部101から出力された蓄電装置充電電流指令値 I_c と放電制御部102から出力された蓄電装置放電電流指令 I_p とを加算した値である蓄電装置電流指令値 I を入力とし、当該蓄電装置電流指令値 I に基づいて算出した通流率 を出力する蓄電装置電流制御部104と、蓄電装置電流制御部104から出力された通流率 を入力とし、当該通流率 に基づいて、チョッパ装置主回路106の蓄電装置65に対する電源供給の制御を行うための信号(上アーム点弧信号 PH , 下アーム点弧信号 PL)を生成し、該信号 PH , PL をチョッパ装置主回路106へ出力するPWM変調部105と、を備える。

【0019】

ここで、チョッパ装置制御回路100は、チョッパ装置主回路106を制御するために、充電制御部101と、放電制御部102と、調整充放電制御部103と、蓄電装置電流制御部104と、PWM変調部105と、を備える。

【0020】

図2は、チョッパ装置主回路106を示す図である。図2において、チョッパ装置主回路106は、主回路200側に接続されたフィルタリアクトル60と、フィルタリアクトル60に接続されたフィルタコンデンサ61と、フィルタリアクトル60とフィルタコンデンサ61との間に接続され、フィルタコンデンサ61の電圧値をフィルタコンデンサ電圧値 V_{fc} として検出する電圧検出器12と、PWM変調部105からの上アーム点弧信号 PH に応じて電気車の回生時にONとなる第1スイッチング素子(上アーム)62と、PWM変調部105からの下アーム点弧信号 PL に応じて電気車の力行時にONとなる第2スイッチング素子(下アーム)63と、第1スイッチング素子62と第2スイッチング素子63の間と、蓄電装置65の正極側との間に接続されたスモーザングリアクトル64と、第1スイッチング素子62と第2スイッチング素子63の間と、スモーザングリアクトル64との間に接続され、蓄電装置65へのまたはからの蓄電装置電流値 I_B を検出する電流検出器13と、を備える。

【0021】

図3は、調整充放電制御部103を示す図である。図3において、調整充放電制御部103は、電圧検出器14で検出した蓄電装置電圧値 V_B を入力とし、該蓄電装置電圧値 V_B が調整充電開始電圧値より低いとき調整充電指令を発生して調整充電電流値を選択し、該蓄電装置電圧値 V_B が調整放電開始電圧値より高いとき調整放電指令を発生して調整放電電流値を選択し、調整充電電流値および調整放電電流値の何れも選択しないときには0

[A] を選択し、選択した値に $1/2$ を乗算して蓄電装置調整電流指令値 I_a として出力する。

【 0 0 2 2 】

図 4 は、充電制御部 1 0 1 を示す図である。図 4 において、充電制御部 1 0 1 は、電流検出器 1 1 で検出した集電装置点電流値 I_o を入力とし、該集電装置点電流値 I_o から充電動作不感帯設定値を減算した値が入力される増幅器（第 1 増幅器）1 と、増幅器 1 と同じ値が入力される積分器（第 1 積分器）2 と、積分器 1 の出力値を所定の充電制御上限電圧値および所定の充電制御下限電圧値で制限して生成した値を、増幅器 1 の出力値に加算し、該加算して得た値を所定の充電制御上限電圧値および所定の充電制御下限電圧値で制限して充電時 F C 電圧指令値を生成し、チョッパ装置主回路 1 0 6 の電圧検出器 1 2 で検出されたフィルタコンデンサ電圧値 V_{fc} から充電時 F C 電圧指令値を減算し、該減算して得た値が入力される増幅器（第 2 増幅器）5 と、増幅器 5 と同じ値が入力される積分器（第 2 積分器）6 と、を備えている。

10

【 0 0 2 3 】

ここで、充電制御部 1 0 1 は、積分器 6 の出力値を所定の充電電流リミッタ I_{climit} および調整充放電制御部 1 0 3 からの蓄電装置調整電流指令値 I_a で制限して生成した値を、増幅器 5 の出力値に加算し、該加算して得た値を所定の充電電流リミッタ I_{climit} および蓄電装置調整電流指令値 I_a で制限して得る蓄電装置充電電流指令値 I_c を出力する。

【 0 0 2 4 】

図 5 は、放電制御部 1 0 2 を示す図である。図 5 において、放電制御部 1 0 2 は、電流検出器 1 1 で検出した集電装置点電流値 I_o を入力とし、該集電装置点電流値 I_o から放電動作不感帯設定値を減算した値が入力される増幅器（第 1 増幅器）3 と、増幅器 3 と同じ値が入力される積分器（第 1 積分器）4 と、積分器 4 の出力値を所定の放電制御上限電圧値および所定の放電制御下限電圧値で制限して生成した値を、増幅器 3 の出力値に加算し、該加算して得た値を所定の放電制御上限電圧値および所定の放電制御下限電圧値で制限して放電時 F C 電圧指令値を生成し、チョッパ装置主回路 1 0 6 の電圧検出器 1 2 で検出されたフィルタコンデンサ電圧値 V_{fc} から放電時 F C 電圧指令値を減算し、該減算して得た値が入力される増幅器（第 2 増幅器）7 と、増幅器 7 と同じ値が入力される積分器（第 2 積分器）8 と、を備え、積分器 8 の出力値を所定の放電電流リミッタ I_{plimit} および調整充放電制御部 1 0 3 からの蓄電装置調整電流指令値 I_a で制限して生成した値を、第 2 増幅器の出力値に加算し、該加算して得た値を所定の放電電流リミッタ I_{plimit} および蓄電装置調整電流指令値 I_a で制限して得る蓄電装置放電電流指令値 I_p を出力する、ことができる。

20

30

【 0 0 2 5 】

また、図 1 において、充電制御部 1 0 1 と蓄電装置電流制御部 1 0 4 の間で、充電制御部 1 0 1 からの蓄電装置充電電流指令値 I_c と放電制御部 1 0 2 からの蓄電装置放電電流指令値 I_p を加算して蓄電装置電流指令値 I を算出し、該蓄電装置電流指令値 I からチョッパ装置主回路 1 0 6 の電流検出器 1 3 で検出された蓄電装置電流値 I_B を減算し、該減算して得られた値を蓄電装置電流制御部 1 0 4 に入力する。

40

【 0 0 2 6 】

図 6 は、蓄電装置電流制御部 1 0 4 および P W M 変調部 1 0 5 を示す図である。図 6 において、蓄電装置電流制御部 1 0 4 は、蓄電装置電流指令値 I から蓄電装置電流値 I_B を減算して得られた値が入力される増幅器 9 と、増幅器 9 と同じ値が入力される積分器 1 0 と、を備えている。

【 0 0 2 7 】

ここで、積分器 1 0 の出力値を所定の蓄電装置上限電圧値および所定の蓄電装置下限電圧値で制限して生成した値を、増幅器 9 の出力値に加算し、該加算して得た値を所定の蓄電装置上限電圧値および所定の蓄電装置下限電圧値で制限して蓄電装置電圧指令値を生成する。この増幅器 9、積分器 1 0 および所定の蓄電装置上限電圧値と所定の蓄電装置下限

50

電圧値での制限による蓄電装置電圧指令値の生成部分がPI補償器となる。そして、チョッパ装置主回路106の電圧検出器12で検出されたフィルタコンデンサ電圧値 V_{fc} の逆数と蓄電装置電圧指令値を乗算して通流率 ($=$ 蓄電装置電圧指令値/ V_{fc})を生成し出力する。

【0028】

PWM変調部105は、蓄電装置電流制御部104からの通流率とキャリアと比較してPWM変調をし、PWM変調をした値をオンタイムディレイ(ONTD)してチョッパ装置主回路106の第1スイッチング素子62を点弧する上アーム点弧信号PHを生成し、該上アーム点弧信号PHをチョッパ装置主回路106の第1スイッチング素子62に出力し、PWM変調をした値の反転値をオンタイムディレイ(ONTD)してチョッパ装置主回路106の第2スイッチング素子63を点弧する下アーム点弧信号PLを生成し、該下アーム点弧信号PLをチョッパ装置主回路106の第2スイッチング素子63に出力する。

10

【0029】

以下、図1~6を参照して、本発明の回路装置の動作について説明する。ここで、電流の向きは、架線(集電装置50)からエネルギーの供給を受ける方向を正としている。

【0030】

電気車が走行中に回生ブレーキを使用すると、モータ54で発電された電気エネルギーが集電装置50を通じて架線(図示せず)へ送られる。このとき、離線したり、近傍に負荷となる車両がない場合は架線へエネルギーを送れなくなるため、結果としてフィルタコンデンサ61の電圧が上昇する。放電制御部102では、放電時FC電圧指令値が放電制御上限電圧値で制限されるため、増幅器7および積分器8に入力される値は正となり、蓄電装置放電電流指令値 I_p は0となる。

20

【0031】

また、充電制御部101では、フィルタコンデンサ61の電圧が充電時FC電圧指令値より大きくなったとき、増幅器5および積分器6に正の値が入力され、蓄電装置充電電流指令値 I_c が充電を意味する正の値を示す。

【0032】

充電制御部101と蓄電装置電流制御部104の間で、蓄電装置充電電流指令値 I_c と蓄電装置放電電流指令値 I_p が加算されて蓄電装置電流指令値 I となり、この蓄電装置電流指令値 I から蓄電装置電流値 I_B を減算した値($I - I_B$)が蓄電装置電流制御部104のPI補償器の増幅器9および積分器10に入力される。PI補償器から出力される蓄電装置電圧指令値が実際の蓄電電圧 V_B よりも大きくなるように、すなわち、蓄電装置65の蓄電電流 I_B が正になるように自動調整され、蓄電装置65へ充電される。ここで、蓄電電流 I_B が蓄電装置電流指令値 I に追随するようにPI補償器によってフィードバック制御され、これにより、流通率が変化し、第1スイッチング素子62(上アーム)の点弧時間が増減することで、蓄電装置65への平均印加電圧が調整される。このとき、第2スイッチング素子63(下アーム)は点弧しない。

30

【0033】

車両が減速して回生エネルギーが小さくなった場合、或いは近傍でエネルギーを消費する負荷が発生した場合はフィルタコンデンサ61の電圧(フィルタコンデンサ電圧値 V_{fc})が下がる。このフィルタコンデンサ電圧値 V_{fc} が充電時FC電圧指令値を下回ると、増幅器5および積分器6に入力される値は負となり、蓄電装置充電電流指令値 I_c は0となる。なお、力行時にも何らかの理由でフィルタコンデンサ61の電圧が上昇する可能性があるが、力行時は集電装置点電流値 I_o が正であるので、充電時FC電圧指令値は充電制御上限電圧値となり、これ以上の電圧にならなければ充電動作を行わない。

40

【0034】

一方、電気車が力行すると、架線から集電装置50を通じてエネルギーが供給される。このとき、離線したり、近傍に力行中の車両が存在した場合は架線からエネルギーが供給できなくなり、結果としてフィルタコンデンサ61の電圧が降下する。充電制御部101では

50

、充電時 F C 電圧指令値が充電制御下限電圧値で制限されるため、増幅器 5 および積分器 6 に入力される値は負となり、蓄電装置充電電流指令値 I_c は 0 となる。

【0035】

また、放電制御部 102 では、フィルタコンデンサ 61 の電圧が放電時 F C 電圧指令値より小さくなったとき、増幅器 7 および積分器 8 に負の値が入力され、蓄電装置放電電流指令値 I_p が放電を意味する負の値を示す。

【0036】

充電制御部 101 と蓄電装置電流制御部 104 の間で、蓄電装置充電電流指令値 I_c と蓄電装置放電電流指令値 I_p が加算されて蓄電装置電流指令値 I となり、この蓄電装置電流指令値 I から蓄電装置電流値 I_B を減算した値 ($I - I_B$) が蓄電装置電流制御部 104 の P I 補償器の増幅器 9 および積分器 10 に入力される。P I 補償器から出力される蓄電装置電圧指令値が実際の蓄電電圧 V_B よりも小さくなるように、すなわち、蓄電装置 65 の蓄電電流 I_B が負になるように自動調整され、蓄電装置 65 から放電される。ここで、蓄電電流 I_B が蓄電装置電流指令値 I に追従するように P I 補償器によってフィードバック制御され、これにより、流通率が変化し、第 2 スwitching 素子 63 (下アーム) の点弧時間が増減することで、蓄電装置 65 からの平均放電電圧が調整される。このとき、第 1 スwitching 素子 62 (上アーム) は点弧しない。

【0037】

車両が十分加速して使用する電力が小さくなった場合、或いは近傍でエネルギーを消費する負荷がいなくなった場合は、フィルタコンデンサ 61 の電圧 (フィルタコンデンサ電圧値 V_{fc}) が上がる。このフィルタコンデンサ電圧値 V_{fc} が放電時 F C 電圧指令値を上回ると、増幅器 7 および積分器 8 に入力される値は正となり、蓄電装置放電電流指令値 I_p は 0 となる。なお、回生時にも何らかの理由でフィルタコンデンサ 61 の電圧が下降する可能性があるが、回生時は集電装置点電流値 I_o が負であるので、放電時 F C 電圧指令値は放電制御下限電圧値となり、これ以下の電圧にならなければ放電動作を行わない。

【0038】

電気車が力行および回生を繰り返し、蓄電装置 65 の電圧が設定した範囲を逸脱した場合は、調整充放電制御部 103 において、調整充電指令および調整放電指令により蓄電装置放電電流指令値 I_a が決定され、調整充放電が行われる。

【0039】

本発明の回路装置による電気車の制御により、離線時にも力行回生ができ、さらには架線が無い区間への乗り入れにも、なんらの切り替え作業も無く、架線がある区間と同様の走行が可能であるため、何らかの理由で架線を設けられない区間を有する路線にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図 1】本発明の回路装置の一例を示す図である。

【図 2】チョッパ装置主回路 106 を示す図である。

【図 3】調整充放電制御部 103 を示す図である。

【図 4】充電制御部 101 を示す図である。

【図 5】放電制御部 102 を示す図である。

【図 6】蓄電装置電流制御部 104 および P W M 変調部 105 を示す図である。

【図 7】従来の電気車の主回路図である。

【符号の説明】

【0041】

1, 3, 5, 7, 9 増幅器
2, 4, 6, 8, 10 積分器
11, 13 電流検出器
12, 14 電圧検出器
50, 250 集電装置

10

20

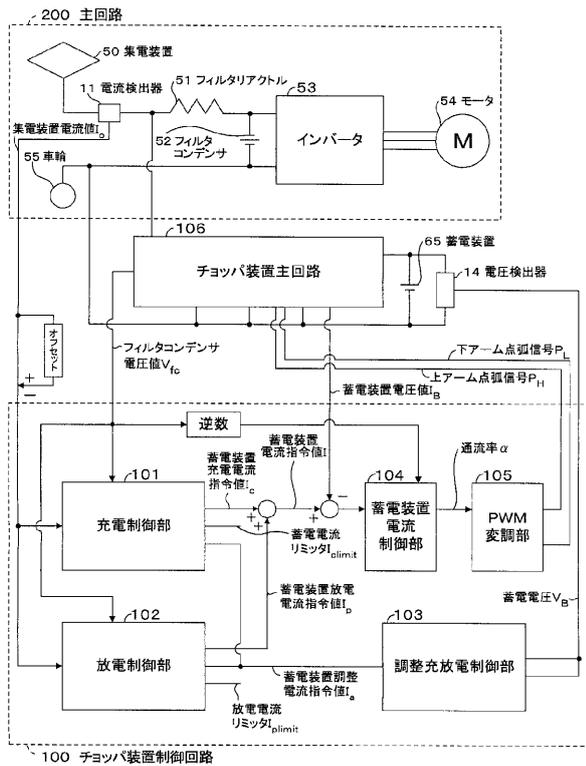
30

40

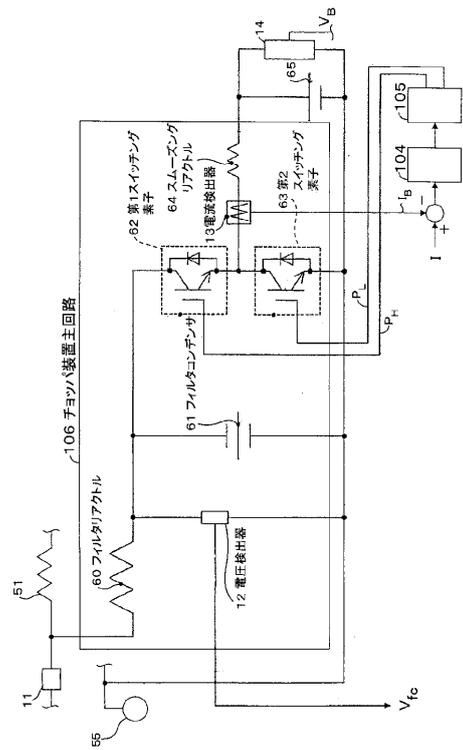
50

- 5 1 , 6 0 , 2 5 1 フィルタリアクトル
- 5 2 , 6 1 , 2 5 2 フィルタコンデンサ
- 5 3 , 2 5 3 インバータ
- 5 4 , 2 5 4 モータ
- 5 5 , 2 5 7 車輪
- 6 2 第1スイッチング素子
- 6 3 第2スイッチング素子
- 6 4 スムージングリアクトル
- 6 5 蓄電装置
- 1 0 0 チョッパ装置制御回路
- 1 0 1 充電制御部
- 1 0 2 放電制御部
- 1 0 3 調整充放電制御部
- 1 0 4 蓄電装置電流制御部
- 1 0 5 P W M 変調部
- 1 0 6 チョッパ装置主回路
- 2 0 0 主回路
- 2 5 5 スwitching素子
- 2 5 6 抵抗器

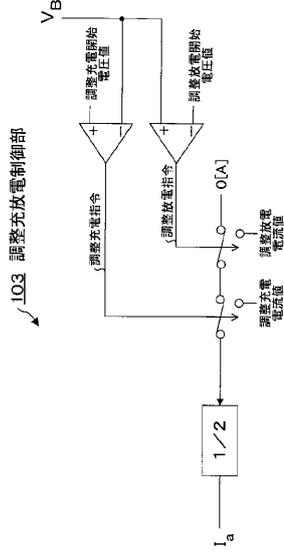
【 図 1 】



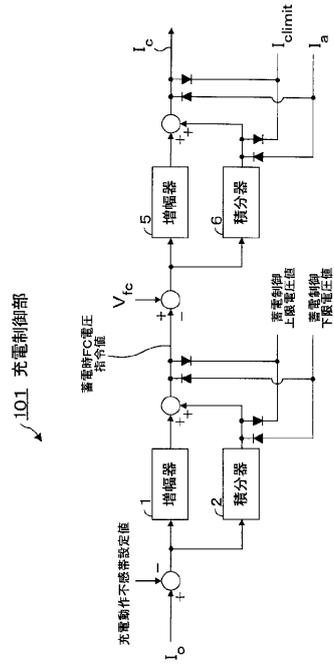
【 図 2 】



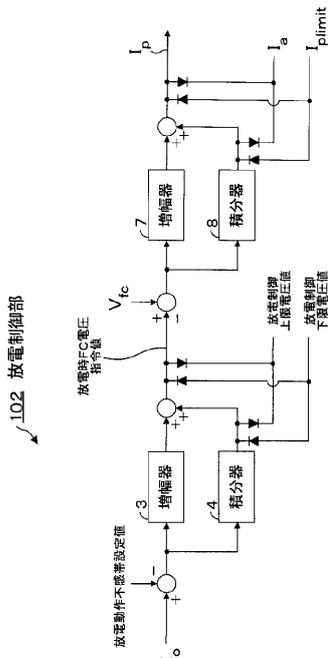
【 図 3 】



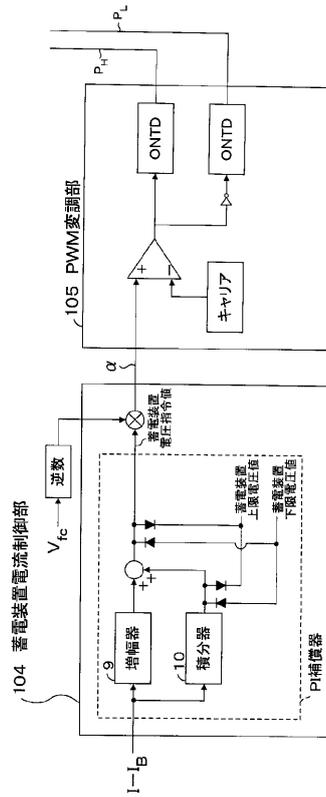
【 図 4 】



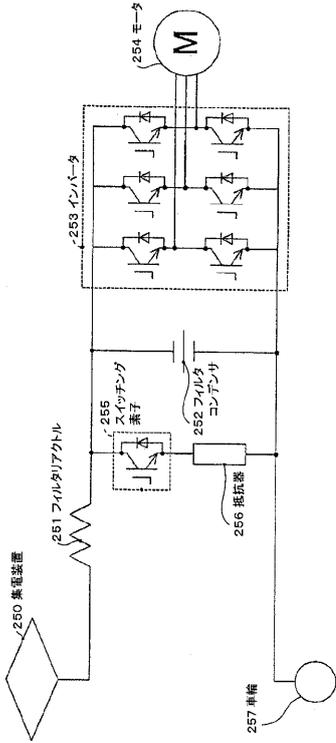
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 田口 義晃

東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団法人 鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 上園 恵一

神奈川県横浜市金沢区福浦三丁目8番地 東洋電機製造(株)横浜製作所内

(72)発明者 丸山 真範

神奈川県横浜市金沢区福浦三丁目8番地 東洋電機製造(株)横浜製作所内

Fターム(参考) 5H115 PA11 PC02 PG01 PI03 PI16 PI29 P006 P010 P017 PU09

PV03 PV09 RB22 SE06 TI05 T012