

(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2008-43174
(P2008-43174A)

(43) 公開日 平成20年2月21日(2008.2.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B60L 3/00 (2006.01)	B60L 3/00 C	5H115
B60L 11/18 (2006.01)	B60L 11/18 A	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2006-218248 (P2006-218248)
(22) 出願日 平成18年8月10日 (2006.8.10)

(71) 出願人 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 100100516
弁理士 三谷 恵
(72) 発明者 戸田 伸一
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
内
(72) 発明者 中沢 洋介
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
内
(72) 発明者 安岡 育雄
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
内

最終頁に続く

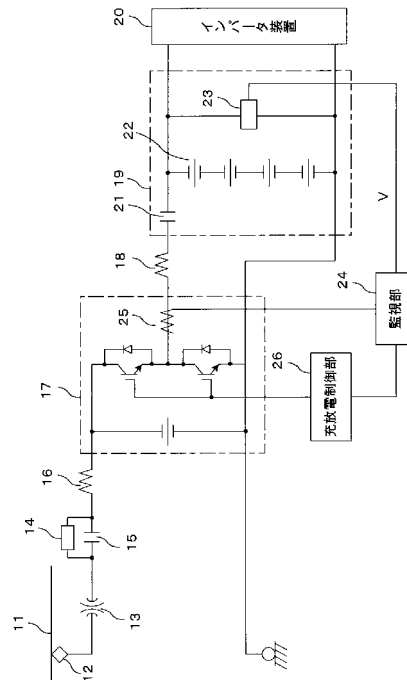
(54) 【発明の名称】 電気車制御装置

(57) 【要約】

【課題】電力貯蔵装置のキャパシタの劣化をリアルタイムで判定できる電気車制御装置を提供することである。

【解決手段】架線11からの直流電力をDC/DCコンバータ装置17及び電力貯蔵装置19を介してインバータ装置20に供給し、インバータ装置20により電気車の電動機を動作させるとともに電力貯蔵装置19のキャパシタ22に電動機の再生エネルギーを吸収する。充放電制御部26は、電力貯蔵装置19のキャパシタ22への充放電時に充放電電流と充放電時間とを制御し、監視部24は、キャパシタ電圧の上昇の傾きからキャパシタ22の劣化を判定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

架線からの直流電力を DC / DC コンバータ装置及び電力貯蔵装置を介してインバータ装置に供給し、前記インバータ装置により電気車の電動機を動作させるとともに前記電力貯蔵装置のキャパシタに前記電動機の回生エネルギーを吸収する電気車制御装置において、前記電力貯蔵装置のキャパシタへの充放電時に充放電電流と充放電時間とを制御する充放電制御部と、キャパシタ電圧の上昇の傾きからキャパシタの劣化を判定する監視部とを備えたことを特徴とする電気車制御装置。

【請求項 2】

架線からの直流電力を DC / DC コンバータ装置及び電力貯蔵装置を介してインバータ装置に供給し、前記インバータ装置により電気車の電動機を動作させるとともに前記電力貯蔵装置のキャパシタに前記電動機の回生エネルギーを吸収する電気車制御装置において、前記電力貯蔵装置のキャパシタへの充放電時に充放電電流と充放電時間とを制御する充放電制御部と、キャパシタ電圧の下降の傾きからキャパシタの劣化を判定する監視部とを備えたことを特徴とする電気車制御装置。

10

【請求項 3】

架線からの直流電力を DC / DC コンバータ装置及び電力貯蔵装置を介してインバータ装置に供給し、前記インバータ装置により電気車の電動機を動作させるとともに前記電力貯蔵装置のキャパシタに前記電動機の回生エネルギーを吸収する電気車制御装置において、前記電力貯蔵装置のキャパシタへの充放電時に充放電電流と充放電時間とを制御する充放電制御部と、キャパシタへの充電時の充電時間からキャパシタの異常を判定する監視部とを備えたことを特徴とする電気車制御装置。

20

【請求項 4】

架線からの直流電力を DC / DC コンバータ装置及び電力貯蔵装置を介してインバータ装置に供給し、前記インバータ装置により電気車の電動機を動作させるとともに前記電力貯蔵装置のキャパシタに前記電動機の回生エネルギーを吸収する電気車制御装置において、前記電力貯蔵装置のキャパシタへの充放電時に充放電電流と充放電時間とを制御する充放電制御部と、キャパシタへの放電時の放電時間からキャパシタの異常を判定する監視部とを備えたことを特徴とする電気車制御装置。

【請求項 5】

架線からの直流電力を DC / DC コンバータ装置及び電力貯蔵装置を介してインバータ装置に供給し、前記インバータ装置により電気車の電動機を動作させるとともに前記電力貯蔵装置のキャパシタに前記電動機の回生エネルギーを吸収する電気車制御装置において、前記電力貯蔵装置のキャパシタへの充放電時に充放電電流と充放電時間とを制御する充放電制御部と、キャパシタへの充電電荷量を計算し前記充電電荷量に応じたキャパシタ電圧の上昇値からキャパシタの劣化を判定する監視部とを備えたことを特徴とする電気車制御装置。

30

【請求項 6】

架線からの直流電力を DC / DC コンバータ装置及び電力貯蔵装置を介してインバータ装置に供給し、前記インバータ装置により電気車の電動機を動作させるとともに前記電力貯蔵装置のキャパシタに前記電動機の回生エネルギーを吸収する電気車制御装置において、前記電力貯蔵装置のキャパシタへの充放電時に充放電電流と充放電時間とを制御する充放電制御部と、キャパシタへの放電電荷量を計算し前記放電電荷量に応じたキャパシタ電圧の下降値からキャパシタの劣化を判定する監視部とを備えたことを特徴とする電気車制御装置。

40

【請求項 7】

架線からの直流電力を DC / DC コンバータ装置及び電力貯蔵装置を介してインバータ装置に供給し、前記インバータ装置により電気車の電動機を動作させるとともに前記電力貯蔵装置のキャパシタに前記電動機の回生エネルギーを吸収する電気車制御装置において、前記電力貯蔵装置のキャパシタへの充放電時に充放電電流と充放電時間とを制御する充放

50

電制御部と、キャパシタ電圧変化の関係からキャパシタの内部抵抗値を演算し前記内部抵抗値に基づいてキャパシタの劣化を判定する監視部とを備えたことを特徴とする電気車制御装置。

【請求項 8】

前記監視部は、前記内部抵抗分の電圧を除いたキャパシタ電圧を計算して、その内部抵抗分の電圧を除いたキャパシタ値とキャパシタ充電電流値または放電電流値とを用いてキャパシタ容量を計算し、そのキャパシタ容量からキャパシタの劣化を判定することを特徴とする請求項 7 記載の電気車制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、キャパシタを有し電気車の電動機の回生エネルギーを電力貯蔵装置のキャパシタに吸収するようにした電気車制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電気車制御装置として、架線からの直流電力を DC / DC コンバータ装置で所定の直流電力に変換し、インバータ装置で電車の電動機を動作させると共に、電動機の回生エネルギーを電力貯蔵装置に吸収するようにしたものがある（例えば、特許文献 1、2 参照）。

【0003】

一般に、この電力貯蔵装置は充電電圧が高く、特に大容量キャパシタを用いて電力貯蔵装置を構成する場合は、キャパシタ 1 個当たりの電圧を定格電圧に近い値で使用して、そのキャパシタを数百個といった数だけ直列に接続して構成する。

20

【0004】

電力貯蔵装置は車両の床下に設置されることになるため、屋外の温度にさらされる。このため、温度仕様としても厳しくキャパシタに対しては非常に厳しい状態で使用を継続することになる。従って、キャパシタの寿命は車両の寿命に比較して短くキャパシタは車両用の部品としては消耗品としての位置付けとなる。

【0005】

キャパシタが経年により劣化すると、静電容量が低下し内部抵抗値が上昇する。キャパシタの交換時期はその使用温度環境と使用する電圧と使用頻度から予め予測して 4 年または 8 年等の交換周期を決めて交換するようにしている。

30

【特許文献 1】特開 2002 - 305803 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 18702 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、予め交換周期を決めて交換するのでは、実際の使用温度環境や使用頻度が寿命予測に使用した条件と異なった場合には、実際の容量低下が予測より大きかったり、または小さかったりする。このことから交換時期が必ずしも適切でないことが考えられ、適切な交換時期を得る方法が望まれている。また、過電圧の印加等により異常に劣化した場合において、その劣化を検出できる手段が要請されている。

40

【0007】

本発明の目的は、電力貯蔵装置のキャパシタの劣化をリアルタイムで判定できる電気車制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の電気車制御装置は、架線からの直流電力を DC / DC コンバータ装置及び電力貯蔵装置を介してインバータ装置に供給し、前記インバータ装置により電気車の電動機を動作させるとともに前記電力貯蔵装置のキャパシタに前記電動機の回生エネルギーを吸収する電気車制御装置において、前記電力貯蔵装置のキャパシタへの充放電時に充放電電流

50

と充放電時間とを制御する充放電制御部と、キャパシタ電圧の上昇の傾きからキャパシタの劣化を判定する監視部とを備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、現在のキャパシタの容量または内部抵抗値をリアルタイムに計算してキャパシタの劣化を判定するので、電力貯蔵装置のキャパシタの劣化をリアルタイムで判定できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の実施の形態に係わる電気車制御装置に構成図である。架線11からの直流電力は、パンタグラフ12により高速遮断器13を介して、DC/DCコンバータ装置フィルタコンデンサ充電抵抗器14及び遮断器15の並列回路に入力され、さらにフィルタリアクトル16を介してDC/DCコンバータ装置17に入力される。DC/DCコンバータ装置17にはリアクトル18を介して電力貯蔵装置19が接続され、さらにインバータ装置20が接続されている。インバータ装置20は、図示省略の電気車の電動機を動作させるとともに電力貯蔵装置19のキャパシタ22に電動機の回生エネルギーを吸収するものである。

【0011】

電力貯蔵装置19は、遮断器21を介して複数のキャパシタ22が直列接続されて構成されている。この複数のキャパシタ22のキャパシタ電圧Vは電圧検出器23で検出されて監視部24に入力される。一方、DC/DCコンバータ装置17には電流検出器25が設けられ、この電流検出器25でキャパシタ22の充放電電流Iが検出されて監視部24に入力される。監視部24はキャパシタ22の劣化を判定するものであり、充電制御部26は、DC/DCコンバータ装置17を制御して、電力貯蔵装置19のキャパシタ22への充放電時に充放電電流や充放電時間を制御するものである。

【0012】

電気車に電力貯蔵装置19を適用した場合には、電力貯蔵装置19への充電は電気車が回生ブレーキを動作させたときに行い、放電は電気車が力行時に行う。これにより、回生エネルギーの一部を電力貯蔵装置19のキャパシタ22に蓄え、力行時に蓄えたエネルギーで力行電流のアシストを行う。

【0013】

(実施例1)

図2は、本発明の実施例1における監視部24が監視するキャパシタ22の電流Iと電圧Vとの関係図である。図2に示すように、充電電流Iの積算によりキャパシタ電圧Vは上昇する。これは、キャパシタ22への充電電流Iによりキャパシタ22が充電されるためである。充電制御部26は、充電電流Iを所定電流I_rまで立ち上げ、キャパシタ22の電圧Vが定格電圧V_rに近づいたら充電電流Iを下げ、キャパシタ電圧Vが定格電圧V_r以上にならないように制御する。キャパシタ電圧Vの上昇の出発点がゼロでなく充電開始電圧V₀であるのは、充電開始時の充電パワーを得るためである。また、所定電流I_rの値を選択することによって充電時間を制御できる。

【0014】

キャパシタ22に充電された電荷量Qは(1)式のとおり充電電流Iを時間積分した値で計算される。図2において、斜線部分の面積がキャパシタ22に充電された電荷量Qである。

【0015】

$$Q = I dt \dots (1)$$

図3は、本発明の実施例1における監視部24でのキャパシタ22の劣化判定の一例の説明図である。図3では、キャパシタ容量Cが低下する前の初期状態での充電電流I_aと電圧V_aとの関係と、キャパシタ容量Cが低下した状態での充電電流I_bと電圧V_bとの関係を示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

経年でキャパシタ容量が低下すると充電できる電荷量 Q が少なくなるため、所定電流 I_r を同じとした場合には電圧 V_b の上昇が早くなる。従って、図 3 に示すように、キャパシタ容量 C が低下した場合の充電電流 I_b は、キャパシタ容量 C が正常な場合の充電電流 I_a に比較し、所定電流 I_r を流せる時間は時点 t_b までとなり、正常な場合の時点 t_a までより短くなる。その結果、充電電流 I_b を積分した電荷量は小さくなる。

【 0 0 1 7 】

以上のことから、監視部 24 では、所定電流 I_r のもとで、キャパシタ 22 の充電時に充電時間を監視し、充電時間が予め定めた時間より短くなったときはキャパシタ 22 の異常と判定できる。同様に、所定電流 I_r のもとで、キャパシタ 22 の放電時に放電時間を監視し、放電時間が予め定めた時間より短くなったときはキャパシタ 22 の異常と判定できる。また、キャパシタ容量 C が低下すると充電できる電荷量 Q が少なくなり、電圧 V の上昇が早くなるので、キャパシタ電圧 V の電圧上昇の傾きが所定値より大きいときはキャパシタ 22 の異常と判定できる。同様に、キャパシタ電圧 V の電圧下降の傾きが所定値より大きいときはキャパシタ 22 の異常と判定できる。

10

【 0 0 1 8 】

図 4 は、本発明の実施例 1 における監視部 24 でのキャパシタ 22 の劣化判定の他の一例の説明図である。図 4 に示すように、キャパシタ 22 の電圧 V が V_1 から V_2 に変化するのに充電された電荷量 Q は、斜線部分 Q_{12} である。この電荷量 Q_{12} は (1) 式を用いて、時点 t_1 から時点 t_2 までの充電電流 I を時間積分して計算する。

20

【 0 0 1 9 】

図 4 では積分する間の充電電流 I は直線状に描かれているが、時間積分を行うため充電電流 I は時間的に変化してもかまわない。積分計算された電荷量 Q_{12} と V_1 、 V_2 とからキャパシタ容量 C を (2) 式を用いて計算する。

【 0 0 2 0 】

$$C = Q_{12} / (V_2 - V_1) \quad \dots (2)$$

この計算されたキャパシタ容量 C を用いてキャパシタ容量の低下の監視が可能である。監視部 24 はキャパシタ容量の低下を検出した場合には、充放電制御部 26 にその旨を出力する。充放電制御部 26 は監視部 24 からキャパシタ容量の低下を入力すると電力貯蔵装置 19 への充放電動作を停止する。あるいは、充放電動作の停止に代えて、充電電流を下げる制御を行う。また、キャパシタ 22 の交換や点検を行うためのアラームを出力するようにしてもよい。

30

【 0 0 2 1 】

ここで、充電電荷量 Q を充電電流 I の時間積分から求めたが、充電電流 I がある程度決まっていれば、ある一定時間のキャパシタ電圧変化の傾きから簡易的にキャパシタ容量を求めることができる。すなわち、キャパシタ電圧 V が V_1 から V_2 に変化する時間が短いときはキャパシタ容量が小さく異常に低下していると判断できるので、充電電流を下げる制御を行うことができる。

【 0 0 2 2 】

本発明の実施例 1 によれば、キャパシタ 22 の劣化をキャパシタ容量の低下から検知することができる。従って、キャパシタ容量が低下したときは、充電電流を下げる制御を働かせることができ、あるいは充放電を停止することができる。また、キャパシタ 22 の交換時期を適切に見極めることができる。

40

【 0 0 2 3 】

(実施例 2)

図 5 は、本発明の実施例 2 における監視部 24 でのキャパシタ 22 の劣化判定の一例の説明図である。この実施例 2 は、充電開始時のキャパシタ電圧の変化の関係からキャパシタの内部抵抗値を演算し、その内部抵抗値に基づいてキャパシタの劣化を判定するようにしたものである。

【 0 0 2 4 】

50

充電開始時に急峻に充電電流 I を上昇させたときには、キャパシタ電圧 V はその内部抵抗値分だけ上昇する。そのキャパシタ電圧の上昇分 V_R は、キャパシタ内部抵抗値を r とすると (3) 式で示される。内部抵抗値 r が大きくなるとキャパシタ電圧上昇分 V_R は大きくなる。

【0025】

$$V_R = r \cdot I \quad \dots (3)$$

内部抵抗値は、充電電流を急峻に上昇させたときのキャパシタ電圧上昇分 V_R と充電電流 I とから (4) 式で計算される。

【0026】

$$r = V_R / I \quad \dots (4)$$

この計算された内部抵抗値 r を用いてキャパシタ 22 の劣化の監視が可能である。内部抵抗値 r が所定値を超えているときは、監視部 24 はキャパシタ 22 が劣化していると判断する。監視部 24 はキャパシタ 22 が劣化していると判定したときは、充放電制御部 26 にその旨を出力する。充放電制御部 26 は監視部 24 からキャパシタ 22 の劣化を入力すると電力貯蔵装置 19 への充放電動作を停止する。あるいは、充放電動作の停止に代えて、充電電流を下げる制御を行う。また、キャパシタ 22 の交換や点検を行うためのアラームを出力するようにしてもよい。

【0027】

本発明の実施例 2 によれば、充電電流 I を急峻に与えたときのキャパシタ電圧の上昇分 V_R に基づいてその内部抵抗値 r を計算し、その内部抵抗値 r によりキャパシタ 22 の劣化を検知するので、キャパシタ 22 の劣化を簡便に検知できる。

【0028】

(実施例 3)

図 6 は、本発明の実施例 3 における監視部 24 でのキャパシタ 22 の劣化判定の一例の説明図である。この実施例 3 は、充電終了時のキャパシタ電圧の変化の関係からキャパシタの内部抵抗値を演算し、その内部抵抗値に基づいてキャパシタの劣化を判定するようにしたものである。

【0029】

図 6 に示すように、キャパシタ 22 への充電電流 I を充電終了時 t_2 において I_2 だけ急峻に下降させたときは、それに伴いキャパシタ電圧 V は V_{R2} だけ急峻に下降する。すなわち、キャパシタ 22 の充電電流 I を I_2 だけ下降させて、そのときのキャパシタ電圧 V の下降電圧分 V_{R2} から内部抵抗値 r を (5) 式を用いて計算する。

【0030】

$$r = V_{R2} / I_2 \quad \dots (5)$$

この計算された内部抵抗値 r を用いてキャパシタ 22 の劣化監視が可能である。内部抵抗値 r が所定値を超えているときは、監視部 24 はキャパシタ 22 が劣化していると判断する。監視部 24 はキャパシタ 22 が劣化していると判定したときは、充放電制御部 26 にその旨を出力する。充放電制御部 26 は監視部 24 からキャパシタ 22 の劣化を入力すると電力貯蔵装置 19 への充放電動作を停止する。あるいは、充放電動作の停止に代えて、充電電流を下げる制御を行う。また、キャパシタ 22 の交換や点検を行うためのアラームを出力するようにしてもよい。

【0031】

本発明の実施例 3 によれば、充電電流 I を急峻に下降させたときのキャパシタ電圧の下降分 V_{R2} に基づいてその内部抵抗値 r を計算し、その内部抵抗値 r によりキャパシタ 22 の劣化を検知するので、キャパシタ 22 の劣化を簡便に検知できる。

【0032】

(実施例 4)

図 7 は、本発明の実施例 4 における監視部 24 でのキャパシタ 22 の劣化判定の一例の説明図である。この実施例 4 は、内部抵抗値分の電圧を除いたキャパシタ電圧を計算して、その内部抵抗値分の電圧を除いたキャパシタ値とキャパシタ充電電流値とを用いてキャ

10

20

30

40

50

パシタ容量を計算し、そのキャパシタ容量からキャパシタの劣化を判定するようにしたものである。

【0033】

すなわち、キャパシタ充電電流を I_1 上昇させたときのキャパシタ電圧 V の上昇分 V_{R1} から内部抵抗値 r を計算し、キャパシタ電圧 V が V_1 から V_2 に変化するときの充電電荷量 Q_{12} を充電電流の積分値から求めて、それらの値からキャパシタ容量 C を計算する。

【0034】

実施例 1 ではキャパシタ 22 の内部抵抗値 r を無視して簡易的にキャパシタ容量 C を計算したが、実施例 4 ではキャパシタ容量 C を計算する際に、キャパシタ充電電流 I の上昇分 I_1 とキャパシタ電圧 V の上昇分 V_{R1} とから求めた内部抵抗値を使用することにより精度良くキャパシタ容量 C を計算する。

10

【0035】

図 8 は、本発明の実施例 4 におけるキャパシタ 22 の内部抵抗を含めた等価回路である。キャパシタ 22 の容量 C を計算するときのキャパシタ電圧 V は内部抵抗を含んだ全電圧 V ではなく、内部抵抗を除いたキャパシタ電圧 V_c から求めなくてはならない。実際には内部抵抗 r を含んだ電圧 V を測定することしかできないため、内部抵抗を除いたキャパシタ電圧 V_c を内部抵抗値 r と充電電流 I とから (6) 式から計算で求める必要がある。

【0036】

$$V_c = V - r \cdot I \quad \dots (6)$$

20

図 7 において、キャパシタ 22 の全電圧が V_1 、 V_2 となったときの内部抵抗を除いたキャパシタ電圧 V_c はそれぞれ充電電流 I_{c1} 、 I_{c2} を用いて (7) 式及び (8) 式のように計算される。

【0037】

$$V_{c1} = V_1 - r \cdot I_{c1} \quad \dots (7)$$

$$V_{c2} = V_2 - r \cdot I_{c2} \quad \dots (8)$$

(7) 式及び (8) 式と充電電流 I とを積分して求めた充電電荷量 Q_{12} からキャパシタ容量 C は (9) 式により求めることができる。

【0038】

$$C = Q_{12} / (V_{c2} - V_{c1}) \quad \dots (9)$$

30

この計算されたキャパシタ容量 C を用いてキャパシタ容量の低下の監視が可能である。(9) 式で求めたキャパシタ容量 C が所定値未満のときは、監視部 24 はキャパシタ 22 が劣化していると判断する。監視部 24 はキャパシタ 22 が劣化していると判定したときは、充放電制御部 26 にその旨を出力する。充放電制御部 26 は監視部 24 からキャパシタ 22 の劣化を入力すると電力貯蔵装置 19 への充放電動作を停止する。あるいは、充放電動作の停止に代えて、充電電流を下げる制御を行う。また、キャパシタ 22 の交換や点検を行うためのアラームを出力するようにしてもよい。

【0039】

本発明の実施例 4 によれば、内部抵抗を除いたキャパシタ電圧 V_c に基づいてキャパシタ容量 C を求めるので、キャパシタ容量 C をより正確に求めることができる。

40

【0040】

(実施例 5)

図 9 は、本発明の実施例 5 における監視部 24 でのキャパシタ 22 の劣化判定の一例の説明図である。この実施例 5 は、実施例 4 に対しキャパシタの充電電流 I に代えて放電電流を用いて、キャパシタの劣化を判定するようにしたものである。すなわち、キャパシタ放電時に内部抵抗とキャパシタ容量とを計算する。

【0041】

図 9 に示すように、キャパシタ放電電流 I' を上昇分 I_3 だけ上昇させたときのキャパシタ電圧 V の下降分 V_{R3} からキャパシタ内部抵抗を計算する。さらにキャパシタ電圧 V が V_3 から V_4 に下降するときの放電電荷量 Q_d を放電電流の積分値から求めて (図 9 の

50

斜線部分)、それらの値からキャパシタ容量Cを計算する。

【0042】

キャパシタの全電圧がV₃、V₄となったときの内部抵抗を除いたキャパシタ電圧は、それぞれ充電電流I_{c3}、I_{c4}を用いて(10)式及び(11)式のように計算される。

【0043】

$$V_{c3} = V_3 - r \cdot I_{c3} \quad \dots (10)$$

$$V_{c4} = V_4 - r \cdot I_{c4} \quad \dots (11)$$

(10)式及び(11)式と充電電流を積分して求めた充電電荷量Q_dとからキャパシタ容量Cは(12)式により求めることができる。

10

【0044】

$$C = Q_d / (V_{c3} - V_{c4}) \quad \dots (12)$$

この計算されたキャパシタ容量Cを用いてキャパシタ容量の低下の監視が可能である。簡易的にキャパシタ容量Cを計算するには、内部抵抗rを無視して、(10)式及び(11)式を、(13)式及び(14)式として、式(12)からCを計算してもよい。

【0045】

$$V_{c3} = V_3 \quad \dots (13)$$

$$V_{c4} = V_4 \quad \dots (14)$$

この計算されたキャパシタ容量Cを用いてキャパシタ容量低下の監視が可能である。(12)式で求めたキャパシタ容量Cが所定値未満のときは、監視部24はキャパシタ22が劣化していると判断する。監視部24はキャパシタ22が劣化していると判定したときは、充放電制御部26にその旨を出力する。充放電制御部26は監視部24からキャパシタ22の劣化を入力すると電力貯蔵装置19への充放電動作を停止する。あるいは、充放電動作の停止に代えて、充電電流を下げる制御を行う。また、キャパシタ22の交換や点検を行うためのアラームを出力するようにしてもよい。

20

【0046】

実施例5では、放電電荷量Q_dを放電電流I'の時間積分から求めているが放電電流I'がある程度決まっていれば、ある一定時間のキャパシタ電圧Vの変化の傾きから簡易的に容量の異常を検出することができる。すなわち、キャパシタ22の電圧がV₃からV₄に変化する時間が短いと容量が異常に低下していると判断し、放電電流を下げる制御を行うことができる。

30

【0047】

本発明の実施例5によれば、実施例4と同様に、内部抵抗を除いたキャパシタ電圧V_cに基づいてキャパシタ容量Cを求めるので、キャパシタ容量Cをより正確に求めることができる。

【0048】

(実施例6)

図10は、本発明の実施例6における監視部24でのキャパシタ22の劣化判定の一例の説明図である。この実施例6は、キャパシタ22への充電電荷量Qを計算し、充電電荷量Qに応じたキャパシタ電圧Vの上昇値からキャパシタ22の劣化を判定するようにしたものである。

40

【0049】

キャパシタ電圧Vの上昇はキャパシタ22への充電電荷量Qに比例するため、キャパシタ22が正常であればキャパシタ電圧Vはその容量に応じて上昇する。そこで、実施例6では、充電電荷量Qとそのときのキャパシタ電圧Vの上昇値とからキャパシタ22の異常を検出する。

【0050】

図10に示すように、キャパシタ22への充電電荷量Qを充電電流Iの時間積分値から計算し(図10の斜線部分)、その積分時間内のキャパシタ電圧Vの上昇値Vがある値以下であったらキャパシタが異常であると判断する。そのとき、充電電流Iはキャパシタ

50

22 だけではなく他の箇所へ漏れているか、キャパシタ22が容量Cをなくして低抵抗体となっていることが考えられる。電圧 V_x はキャパシタ22が正常である場合、電圧 V_y はキャパシタ22が異常な場合の特性曲線である。

【0051】

図11は本発明の実施例6における監視部24の一例を示す回路構成図である。充電開始指令により、スイッチS1、S2が端子1側に切り換わる。スイッチS1の切り換えにより充電電流Iの時間積分を積分器27により開始する。一方、スイッチS2の切り換えにより、充電開始電圧 V_0 を記憶するとともにキャパシタ電圧V及び充電開始電圧Vを減算器28に入力する。比較器29は、積分器27の出力として計算される充電電荷量Qがある一定値X以上になったときにスイッチS3を端子1側に切り換える。これにより、キャパシタ電圧Vと先に記憶した充電開始電圧 V_0 との電圧差 V が比較器30に入力され、その電圧差 V がある一定値Y以下であった場合にはキャパシタ異常信号を出力する。

10

【0052】

図12は、本発明の実施例6における監視部24の他の一例を示す回路構成図であり、図11の回路構成を簡素化したものである。この一例では充電開始指令が出力されると、スイッチS1'が端子1側に切り換わり、充電電流Iを積分器31で積分して充電電荷量Qを演算する。その充電電荷量Qは比較器32に入力され、充電電荷量Qがある値Z以上となったらキャパシタ異常信号を出力するものである。この構成でも充電電荷量Qの異常検知レベルZをキャパシタ容量Cから計算できる充電電荷量Qに比較して大きな値としておけばキャパシタ異常は検出できる。

20

【0053】

図11及び図12の構成の監視部24は、充電電流を積分する構成としているが、充電電流がある程度値が決まっていれば、充電時間がある値以上であることを検知して異常検知としても同様の検知は可能である。また、充電時間がある値以下であることを検知することでキャパシタ22の容量低下を検知することが可能である。同様に、キャパシタからの放電においても放電電流を決めておけば、その放電時間がある値以下であることを検知することでキャパシタ容量Cの低下を検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】本発明の実施の形態に係わる電気車制御装置に構成図。

30

【図2】本発明の実施例1における監視部が監視するキャパシタの電流Iと電圧Vとの関係図。

【図3】本発明の実施例1における監視部でのキャパシタの劣化判定の一例の説明図。

【図4】本発明の実施例1における監視部でのキャパシタの劣化判定の他の一例の説明図。

【図5】本発明の実施例2における監視部でのキャパシタの劣化判定の一例の説明図。

【図6】本発明の実施例3における監視部でのキャパシタの劣化判定の一例の説明図。

【図7】本発明の実施例4における監視部でのキャパシタの劣化判定の一例の説明図。

【図8】本発明の実施例4におけるキャパシタの内部抵抗を含めた等価回路。

【図9】本発明の実施例5における監視部でのキャパシタの劣化判定の一例の説明図。

40

【図10】本発明の実施例6における監視部でのキャパシタの劣化判定の一例の説明図。

【図11】本発明の実施例6における監視部の一例を示す回路構成図。

【図12】本発明の実施例6における監視部の他の一例を示す回路構成図。

【符号の説明】

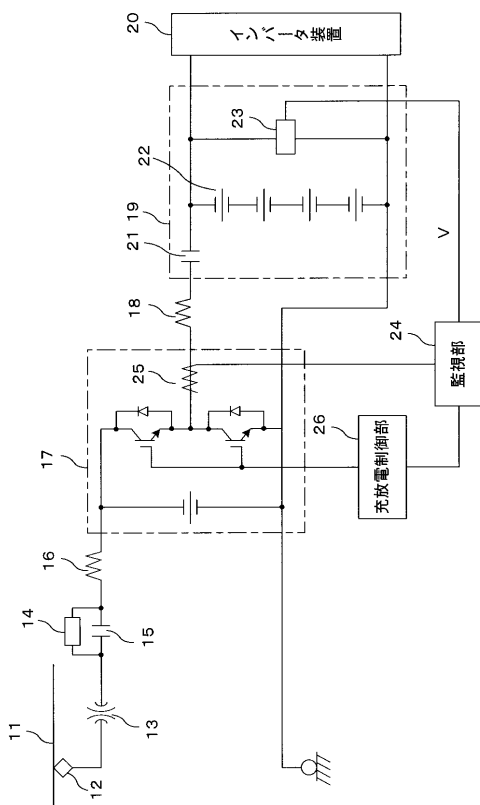
【0055】

11...架線、12...パンタグラフ、13...高速度遮断器、14...DC/DCコンバータ装置フィルタコンデンサ充電抵抗器、15...遮断器、16...フィルタリアクトル、17...DC/DCコンバータ装置、18...リアクトル、19...電力貯蔵装置、20...インバータ装置、21...遮断器、22...キャパシタ、23...電圧検出器、24...監視部、25...電流検出器、26...充電制御部、27...積分器、28...減算器、29...比較器、30...比較器、

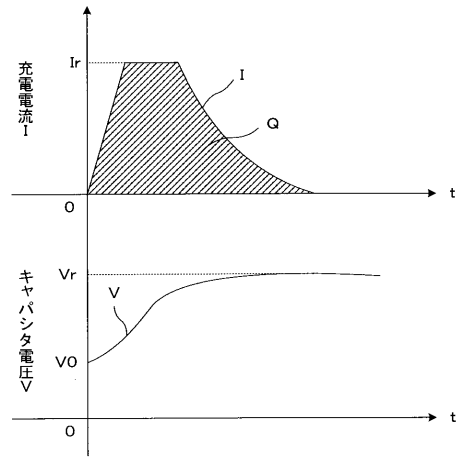
50

3 1 ... 積分器、3 2 ... 比較器

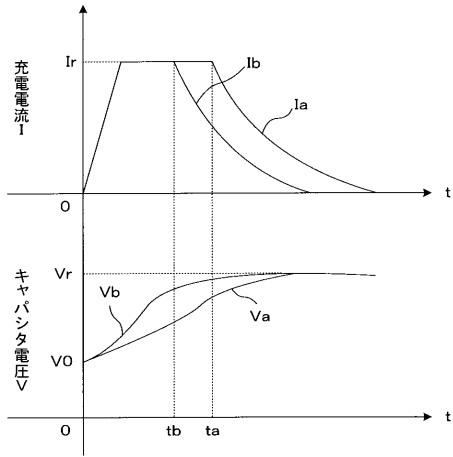
【図 1】



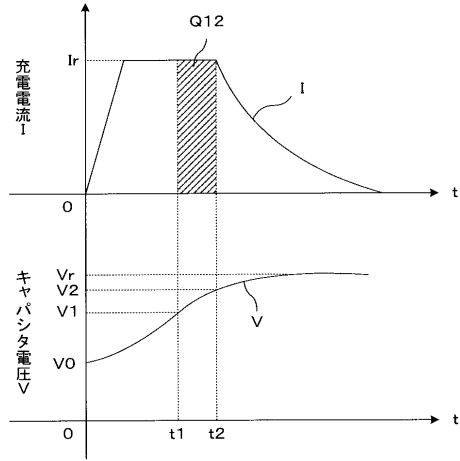
【図 2】



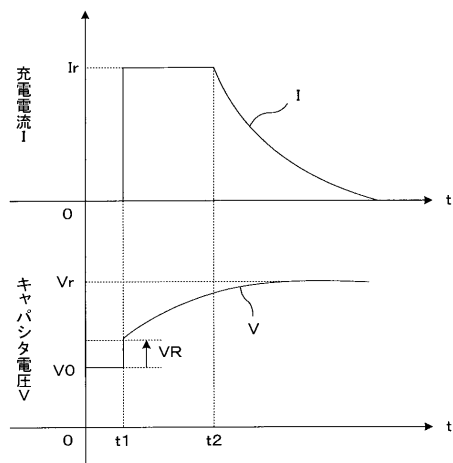
【 図 3 】



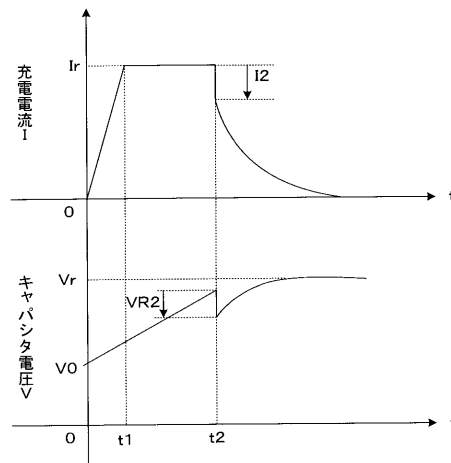
【 図 4 】



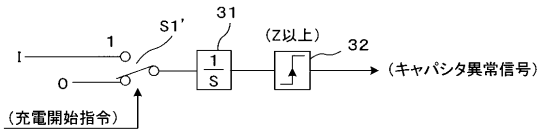
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H115 PA08 PC02 PG01 PI03 PI16 PI24 PI29 P002 P006 P009
P017 PU08 PV09 SE06