

(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2016-158375  
(P2016-158375A)

(43) 公開日 平成28年9月1日(2016.9.1)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B60L 15/32 (2006.01)</b>	B60L 15/32	5H125
<b>B60L 9/18 (2006.01)</b>	B60L 9/18	L
<b>B60L 11/18 (2006.01)</b>	B60L 11/18	A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2015-34039 (P2015-34039)  
(22) 出願日 平成27年2月24日 (2015.2.24)

(71) 出願人 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  
(74) 代理人 100093861  
弁理士 大賀 真司  
(74) 代理人 100129218  
弁理士 百本 宏之  
(72) 発明者 嶋田 基巳  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内  
(72) 発明者 金子 貴志  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池駆動システム及び電池駆動方法

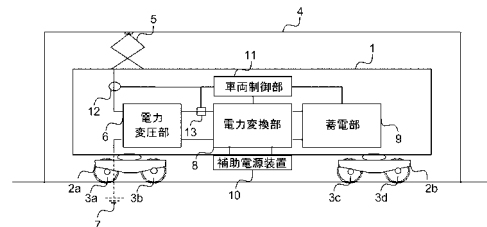
(57) 【要約】

【課題】 勾配区間において列車間で蓄電エネルギーを受受して、蓄電エネルギーを有効活用する。

【解決手段】 車両を駆動する蓄電部と、集電部から供給される電力を前記蓄電部に供給する電力変換部と、前記蓄電部及び前記電力変換部の動作を制御する制御部と、を備えた複数の車両が、前記集電部に接続される電力收受部を介して相互に電力を受受し、前記車両の制御部は、自己の車両が登り方向に走行する車両である場合に、降り方向に走行する他の車両が前記電力收受部を介して放電した電力を、前記自己の車両の蓄電部に蓄電することを特徴とする、電池駆動システム。

【選択図】 図1

図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

車両を駆動する蓄電部と、  
集電部から供給される電力を前記蓄電部に供給する電力変換部と、  
前記蓄電部及び前記電力変換部の動作を制御する制御部と、  
を備えた複数の車両が、前記集電部に接続される電力收受部を介して相互に電力を授受し、

前記車両の制御部は、自己の車両が登り方向に走行する車両である場合に、降り方向に走行する他の車両が前記電力收受部を介して放電した電力を、前記自己の車両の蓄電部に蓄電する

10

ことを特徴とする、電池駆動システム。

**【請求項 2】**

前記電力変換部は、  
前記蓄電部の直流電力を交流電力に変換し、電動機を制御する第 1 電力変換部と、  
前記蓄電部と直流電力部を共有し、前記蓄電部の充放電を制御する第 2 の電力変換部と、  
集電部を介して供給される電力を所定の変換比率でより低い電圧に変換し、前記第 2 の電力変換部に供給する第 3 の電力変換部と、

を含み、

前記制御部は、第 1 ~ 第 3 の電力変換部及び前記蓄電部の状態を監視して、各部の動作を制御する

20

ことを特徴とする、請求項 1 に記載の電池駆動システム。

**【請求項 3】**

前記車両は、  
前記第 2 の電力変換部と前記第 3 の電力変換部とで授受される電流を検出する電流検出部と、

前記集電部での電圧値を検出する電圧検出部と、  
を備え、

前記制御部は、前記電圧検出器及び前記電流検出器で検出された値をもとに、前記電力收受部の電圧を所定範囲内に制御するように前記第 2 の電力変換部を動作させる

30

ことを特徴とする、請求項 2 に記載の電池駆動システム。

**【請求項 4】**

降り方向に走行する一車両の前記制御部は、前記電圧検出器と前記電流検出器の情報をもとに、前記電力收受部の電圧を所定範囲内に制御するように前記第 2 の電力変換部を動作させて前記電力收受部を介して放電し、

登り方向に走行する他の車両の前記制御部は、電圧検出器と電流検出器の情報をもとに、前記電力收受部を介して他の車両の蓄電部から放電された電流を調整制御するように前記第 2 の電力変換部を動作させる

ことを特徴とする、請求項 3 に記載の電池駆動システム。

**【請求項 5】**

40

前記電力收受部は、  
勾配を持つ路線の駅の少なくとも停車地点に設けられ、降り方向に走行してきた車両の前記集電部と、登り方向に走行する車両の前記集電部とに接続される、

ことを特徴とする、請求項 4 に記載の電池駆動システム。

**【請求項 6】**

降り方向に走行する一車両の前記制御部、及び、登り方向に走行する他の車両の前記制御部から伝送される制御情報をもとに、各車両に前記第 2 の電力変換部の動作開始指令または動作停止指令を伝送するシーケンス制御部を備える

ことを特徴とする、請求項 5 に記載の電池駆動システム。

**【請求項 7】**

50

車両を駆動する蓄電部と、集電部から供給される電力を前記蓄電部に供給する電力変換部と、前記蓄電部及び前記電力変換部の動作を制御する制御部と、を備えた複数の車両が、前記集電部に接続される電力収受部を介して相互に電力を授受する電池駆動システムにおける電池駆動方法であって、

降り方向に走行する一車両の前記制御部が、前記電圧検出器と前記電流検出器の情報をもとに、前記電力収受部の電圧を所定範囲内に制御するように前記電力変換部を動作させて前記電力収受部を介して放電するステップと、

登り方向に走行する他の車両の前記制御部が、電圧検出器と電流検出器の情報をもとに、前記電力収受部を介して他の車両の蓄電部から放電された電流を調整制御するように前記電力変換部を動作させて該車両の蓄電部に蓄電するステップと、

を含むことを特徴とする、電池駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電エネルギーで走行する蓄電型鉄道車両の電池駆動システム及び電池駆動方法に関し、特に、列車間で蓄電エネルギーを収受して限られた蓄電エネルギーを有効活用する電池駆動システム及び電池駆動方法に適用して好適なるものである。

【背景技術】

【0002】

通常、電気鉄道では、変電所等の電力供給設備から、線路の直上に架設された架線や線路の直近に架設された第三軌条等の電力線に直流電力または交流電力を送電し、車両に設備されたパンタグラフや集電靴等の集電装置により電力を取り入れ、これをもとに電動機を駆動して走行する。

【0003】

最近では、電力線より取り入れた直流電力または交流電力を、電力変換装置により電圧可変周波数可変の交流電力に変換して電動機を制御するコンバータ/インバータ制御方式（交流電力線の場合）、または、インバータ制御方式（直流電力線の場合）が一般的に用いられている。

【0004】

ところで、これら交流電力線や直流電力線がなくても走行を可能とする方式として、電池駆動システムが考案されている。これは、架線の吊架された特定の区間で車両に給電して車載蓄電装置に充電し、架線を吊架しない残りの区間では蓄電エネルギーにより車両を駆動する方式である。ブレーキ時の回生エネルギーは、蓄電装置に充電できるため、蓄電エネルギーを有効活用することができる。また、特定区間に給電設備を設けることで、従来、気動車が走行していた非電化区間に、汎用の電車システムを持つ車両を走行させることができる。このような電池駆動システムは、設備コストや車両メンテナンスの低減に有効な方法として注目されている。

【0005】

例えば、特許文献1には、車載蓄電装置により走行する電池駆動システムとして、電池電車システムが開示されている。特許文献1に示される電池電車は、自車に搭載した電池からインバータに電力を供給し、インバータをモータで駆動して走行する。また、空調機器や照明などに電力を供給する補助電源装置の電力も電池から供給する。そして、消費した電力は、電池電車が走行する区間の何れかに設置された給電装置から補充される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2013-103548号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

10

20

30

40

50

上記した電池駆動システムの課題として、まず、車載できる蓄電装置、すなわち蓄電容量には限界があることが挙げられる。また、実際の路線では登り降りの勾配が存在するため、登り勾配を考慮して蓄電エネルギーを確保する必要がある。したがって、電池駆動システムでは、勾配区間の位置エネルギーを負担できる蓄電性能を確保したり、効率的に蓄電エネルギーを管理したりすることが課題（第1の課題）となる。また、大容量蓄電装置を所定時間で充電可能な充電性能を確保したり、効率的な充電手順を構築したりすることも課題（第2の課題）となる。

【0008】

上記特許文献1では、遅延発生時に電池電車への充電に時間を要するとダイヤ回復が難しく、充電を時間で制御すると必要な電力を充電せずに電池電車が発車する可能性があることから、必要な電力を充電しつつダイヤの遅れを可及的に防止することができる電池電車システムが開示されている。しかし、特許文献1では、上記した第2の課題を解決することができるが、勾配区間については考慮されていないため、上記した第1の課題を解決することができない。

10

【0009】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、勾配区間において列車間で蓄電エネルギーを収受して、蓄電エネルギーを有効活用することが可能な電池駆動システム及び電池駆動方法を提案しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

かかる課題を解決するために本発明においては、車両を駆動する蓄電部と、集電部から供給される電力を前記蓄電部に供給する電力変換部と、前記蓄電部及び前記電力変換部の動作を制御する制御部と、を備えた複数の車両が、前記集電部に接続される電力収受部を介して相互に電力を授受し、前記車両の制御部は、自己の車両が登り方向に走行する車両である場合に、降り方向に走行する他の車両が前記電力収受部を介して放電した電力を、前記自己の車両の蓄電部に蓄電することを特徴とする、電池駆動システムが提供される。

20

【0011】

また、かかる課題を解決するために本発明においては、車両を駆動する蓄電部と、集電部から供給される電力を前記蓄電部に供給する電力変換部と、前記蓄電部及び前記電力変換部の動作を制御する制御部と、を備えた複数の車両が、前記集電部に接続される電力収受部を介して相互に電力を授受する電池駆動システムにおける電池駆動方法であって、降り方向に走行する一車両の前記制御部が、前記電圧検出器と前記電流検出器の情報をもとに、前記電力収受部の電圧を所定範囲内に制御するように前記電力変換部を動作させて前記電力収受部を介して放電するステップと、登り方向に走行する他の車両の前記制御部が、電圧検出器と電流検出器の情報をもとに、前記電力収受部を介して他の車両の蓄電部から放電された電流を調整制御するように前記電力変換部を動作させて該車両の蓄電部に蓄電するステップと、を含むことを特徴とする、電池駆動方法が提供される。

30

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、列車間で蓄電エネルギーを収受することで、蓄電エネルギーを有効活用して、車載される蓄電容量を低減することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の一実施形態に係る電池駆動システムの車両基本構成を示す概念図である。

【図2】同実施形態にかかる各機器の構成、および制御装置との接続を示すブロック図である。

【図3】同実施形態にかかる列車間の電力収受を実現する構成を説明する概念図である。

【図4】同実施形態にかかる列車間蓄電エネルギーシフトによる勾配走行を説明する概念図である。

50

【図5】同実施形態にかかる蓄電エネルギーシフトの制御シーケンスを示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0015】

(1) 本実施の形態の概要

まず、本実施の形態の概要について説明する。上記したように、電池駆動システムの課題として、車載できる蓄電装置、すなわち蓄電容量には限界があることが挙げられる。また、実際の路線では登り降りの勾配が存在するため、登り勾配を考慮して蓄電エネルギーを確保する必要がある。

10

【0016】

例えば、蓄電部のひとつであるリチウムイオン電池のエネルギー密度は、現状、 $80 \text{ Wh/kg}$ 前後であり、平坦区間を走行する場合、車重40トンの車両が3kmの駅間を最高速度 $70 \text{ km/h}$ で走行すると $3 \text{ kWh}$ 程度の電力が必要である。電池寿命を考慮して、蓄電容量の40%を常用したと仮定すると、一駅間の走行に必要な蓄電装置の重量は約 $94 \text{ kg}$ である。平坦区間であれば走行に必要な蓄電容量を車載できそうであるが、実際の路線では登り降りの「勾配」が存在する。勾配区間の登り走行では位置エネルギー分の蓄電が加算され、平均の勾配を3%とすると3kmの駅間での高度差は15m、位置エネルギーは $40 \text{ ton} \times 9.8 \text{ m/s} \times 3\% \times 3 \text{ km} = 3.5 \text{ kWh}$ である。すなわち、僅か3%の登り勾配でも平坦区間の2倍以上の蓄電エネルギーが必要となる。

20

【0017】

以上より、電池駆動システムでは、少なくとも2つの課題の解決が必要と考えられる。第1の課題として、勾配区間の位置エネルギー分を負担できる蓄電性能の確保を確保したり、効率的に蓄電エネルギーを管理したりすることが挙げられる。また、第2の課題として、大容量蓄電装置を所定時間で充電可能な充電性能を確保したり、効率的な充電手順を構築したりすることが挙げられる。

【0018】

従来技術では、上記した第2の課題を解決することができるが、勾配区間については考慮されていないため、上記した第1の課題を解決することができない。そこで、本実施の形態では、蓄電エネルギーで走行する電池駆動システムにおいて、特に、勾配区間の駅停車時に、降り方向に走行した列車の蓄電エネルギーを、該勾配区間を登り方向に走行する列車の蓄電エネルギーとして移すことにより、車載された蓄電池を有効活用し、蓄電容量を低減することを目的とする。

30

【0019】

(2) 電池駆動システムの車両基本構成

図1を参照して、本実施形態における電池駆動システムの車両基本構成について説明する。図1は、電池駆動システムの車両基本構成を示す概念図である。

【0020】

図1の車両1は、列車編成を構成する車両、またはその一部である。図1は、特に単車両を示すものではなく、車両1と同様の車両を複数連結、あるいは、駆動装置を搭載しない付随車を増結した列車でもよい。

40

【0021】

図1に示すように、車両1は、台車2aを介して輪軸3a及び輪軸3bにより、また、台車2bを介して輪軸3c及び輪軸3dにより、レール(図示せず)面上に支持されている。

【0022】

車両1は、集電部5を搭載しており、集電部5が電力収受部4と接触しているときに、外部からの電力を収受することができる。本実施の形態では、車両1自体が電力収受部4を介して収受した電力の電圧レベルを制御する機能を備え、電力収受部4を介して、他の

50

車両と電力を収受することを想定している。また、外部電源から電力収受部 4 を介して電力の供給を受ける場合でも、電圧制御の目標値を外部電源の送り出し電圧よりも低くすることにより、両者の電圧差に応じて供給電力を調整することができる。

【 0 0 2 3 】

続いて、車両 1 が備える駆動システム機器について説明する。なお、図 1 は各機器の具体的な配置を示すものではなく、車載される機器、機器間の機能的関連を示すものである。実車両では、車両内のスペース効率、機器間の配線取り回し等を考慮して機器配置を決定してもよい。

【 0 0 2 4 】

図 1 に示すように、集電部 5 により得られた電力は、電力変圧部 6 において、予め計画された比率で電圧変換される。集電部 5 側が高電圧であり、電力変換部 8 側が低電圧である。電力変圧部 6 の接地線は、接地部 7 に接続される。

10

【 0 0 2 5 】

蓄電部 9 の電力端子は、電力変換部 8 内の直流電力部（図示せず）に接続されている。蓄電部 9 の定常電圧は、蓄電部 9 の端子間電圧と等しく、蓄電部 9 の蓄電率（以下、SOC (State of Charge) とも称する）に応じて変動する。

【 0 0 2 6 】

補助電源装置 10 も、蓄電部 9 と同様に、電力変換部 8 内の直流電力部に接続される。補助電源装置 10 は、上記した直流電力部の電力を交流商用電力に変換して、車両補助機器（図示せず）に供給する。

20

【 0 0 2 7 】

また、電力変換部 8 は、この直流電力部の電力をもとに、加速時には、直流部電力を電圧・周波数可変の交流電力に変換して電動機を駆動し、制動時には、電動機で発電された回生交流電力を直流電力部に回帰させる。上記したように、電力変換部 8 の直流電力部には、蓄電部 9 が接続されており、電動機の駆動電力は蓄電部 9 の放電により供給し、回生電力は蓄電部 9 に充電して回収することができる。

【 0 0 2 8 】

ところで、蓄電エネルギーのみで走行する鉄道システムでは、地上設備を簡略化するため、蓄電池への充電は、終端駅等の限られた地点だけに設置される充電設備、あるいは架線電化区間に限られる。しかし、蓄電部 9 の蓄電エネルギーをもとに電動機を駆動したり、補助電源装置 10 により車両補助機器に電力を供給したり、電力変換部 8、電力変圧部 6 及び集電部 5 を介して車両外部に電力を供給したりすることができれば、列車間で蓄電エネルギーを収受して蓄電エネルギーを有効活用することができ、車載される蓄電容量も低減させることができる。

30

【 0 0 2 9 】

具体的に、列車間での蓄電エネルギー収受が有効な場面として以下が想定できる。  
（第 1 の場面）勾配区間の特定駅に電力収受部 4 を設備し、駅停車中に降り列車から登り列車に蓄電エネルギーを移す。これにより、位置エネルギーを考慮した蓄電部 9 の蓄電管理を実現することができる。

（第 2 の場面）充電設備不具合などにより蓄電部 9 の蓄電エネルギーが低下した場合、近接する車両、あるいは救援車両から可搬型の電力収受部 4 を介して制御電源等の緊急電力を供給する。

40

【 0 0 3 0 】

外部電源からではなく、蓄電車両間で電力をやり取りする場合には、一方が電源として電力収受部 4 の電圧を確立する必要がある。本実施の形態では、電力をやり取りする蓄電車両間のいずれか一の車両が電力収受部 4 の電圧を所定値に制御する AVR 機能を備え、上記した第 1 の場面及び第 2 の場面を一例とする列車間での蓄電エネルギー収受機能を実現する。

【 0 0 3 1 】

上記した列車間での蓄電エネルギー収受機能を実現するために、車両制御部 11 は、電

50

力收受部 4 の電圧を所定値に制御する A V R 制御ユニットを備える。また、車両制御部 1 1 は、A V R 制御に必要な情報として、電力收受部 4 の電圧値を電圧検出部 1 2 により検出し、電圧変圧部 6 の通流電流を電流検出部 1 3 により検出して、それぞれ車両制御部 1 1 に入力する。

【 0 0 3 2 】

( 3 ) 各機器の構成

次に、図 2 を参照して、各機器の構成、及び、各機器と制御装置との接続について説明する。

【 0 0 3 3 】

図 2 に示すように、集電部 5 により得られた電力は、電力変圧部 6 で予め計画された比率で電圧変換される。集電部 5 側が高電圧、電力変換機側が低電圧である。電力変圧部 6 の接地線は接地部 7 に接続される。

10

【 0 0 3 4 】

電力変換部 8 は、少なくとも、コンバータ装置 1 4、インバータ装置 1 5 で構成され、中間の直流電力部に電流リップルを平滑するコンデンサ 1 6 を備える。インバータ装置 1 5 は、モータ（電動機）1 7 に三相交流電力を供給し、三相交流電流を検出する電流検出部 1 8 を備える。

【 0 0 3 5 】

なお、本実施の形態におけるインバータ装置 1 5 は、本発明の第 1 の電力変換部の一例であり、コンバータ装置 1 4 は、本発明の第 2 の電力変換部の一例であり、電力変圧部 6 は本発明の第 3 の電力変換部の一例である。

20

【 0 0 3 6 】

蓄電部 9 の出力端子は、電力変換部 8 内の直流電力部に接続され、定常電圧は蓄電部 9 の端子間電圧と等しく、蓄電部 9 の S O C に応じて変動する。補助電源装置 1 0 は、同じく電力変換部 8 内の直流電力部に接続され、直流電力部の電力を基に交流商用電力に変換して車両補助機器 1 9 に供給する。

【 0 0 3 7 】

車両制御部 1 1 は、少なくともコンバータ制御ユニット 2 1、インバータ制御ユニット 2 2 及び蓄電部制御ユニット 2 3 で構成される。

【 0 0 3 8 】

コンバータ制御ユニット 2 1 は、コンバータ回路のスイッチング動作を制御することにより、電力変圧部 6 から供給される交流電力、または、電力変圧部 6 に供給する交流電力と、インバータ装置 1 5 側の直流電力を相互に電力変換する。特に、電力收受部 4 の電圧を所定値に保つ定電力制御を実現するため、コンバータ制御ユニット 2 1 は、A V R 制御モジュール 2 4 を備える。また、A V R 制御に必要な情報として、電力收受部 4 の電圧値を電圧検出部 1 2 により検出し、電力変圧部 6 の通流電流を電流検出部 1 3 により検出して、それぞれ A V R 制御モジュール 2 4 に入力する。

30

【 0 0 3 9 】

インバータ制御ユニット 2 2 は、インバータ回路のスイッチング動作を制御することにより、加速時には、電流検出部 1 8 で検出された三相交流電流情報を基に、直流部電力を電圧・周波数可変の交流電力に変換して電動機の駆動トルクを制御し、制動時には、電動機で発電された回生交流電力を逆変換して前記直流電力部に回帰させる。

40

【 0 0 4 0 】

蓄電部制御ユニット 2 3 は、蓄電部 9 の蓄電量、温度及び故障状況を監視し、蓄電部 9 の保護や安全確保が必要な場合には、コンバータ装置 1 4、インバータ装置 1 5 の動作を停止したり、蓄電部 9 の充放電を遮断したりするなど、必要な保護動作の要否を判断して各機器に指令する。

【 0 0 4 1 】

次に、図 3 を参照して、本実施形態における列車間の電力收受を実現する構成について説明する。

50

## 【 0 0 4 2 】

図 3 では、車両 1 a と車両 1 b とが近接し、それぞれの集電部 5 a 及び集電部 5 b が、電力収受部 4 に接し、互いに電力収受できる状態を示している。ただし、図 3 は、車両 1 a と車両 1 b とが同じ線路上の前後に位置する状態を示すものではない。車両 1 a 及び車両 1 b がプラットフォームに隣接して並列する場合、電力収受部 4 は、並列する車両 1 a 及び車両 1 b の集電部 5 a 及び集電部 5 b を橋渡しする構成とすればよい。また、電力収受部 4 は必ずしも構造物である必要はなく、可搬タイプのケーブル状として、集電部 5 a 及び集電部 5 b に接続するものとしてもよい。

## 【 0 0 4 3 】

図 3 では、車両 1 a と車両 1 b とが、それぞれの集電部 5 a、集電部 5 b 及び電力収受部 4 を介して互いに電力を収受できる状態で、車両 1 a の蓄電部 9 に蓄えられている蓄電エネルギーを、車両 1 b に供給する場合について説明する。

10

## 【 0 0 4 4 】

蓄電部 9 の電力端子は、電力変換部 8 内の直流電力部（図示せず）に接続され、定常電圧は蓄電部 9 の端子間電圧と等しく、蓄電部 9 の SOC に応じて変動する。電力変換部 8 は、蓄電部 9 から直流電力部に供給される電力を基に、所定の周波数（50 Hz、60 Hz、16.7 Hz）の単相交流に変換する。

## 【 0 0 4 5 】

最終的に、集電部 5 a 及び電力収受部 4 の電圧を所定値に定電圧制御することが目的であり、電圧検出部 1 2 の検出電圧が目標値に追従するように、車両制御部 1 1 に備えられる AVR 制御モジュール（図示せず）で定電力制御し、その出力である電流指令値に電流検出部 1 3 で検出された交流電流が追従するよう定電流（ACR）制御する。

20

## 【 0 0 4 6 】

一方、車両 1 b は、車両 1 a と同様の AVR 制御は不要であり、架線区間、あるいは充電設備区間における蓄電部 9 の充電動作を通常通りに実施する。すなわち、車両 1 b では、蓄電部 9 の充電電流を制御し、電力収受部 4 の電圧を制御する車両 1 a は、車両 1 b より制御される電流に応じて、蓄電部 9 が放電される。

## 【 0 0 4 7 】

## ( 4 ) 列車間の蓄電エネルギーシフト

次に、図 4 を参照して、列車間の蓄電エネルギーをシフトして勾配区間を走行する場合について説明する。

30

## 【 0 0 4 8 】

図 4 は、勾配区間の途中に駅 K 2 5 a、駅 L 2 5 b、駅 M 2 5 c 及び駅 N 2 5 d が設けられ、その区間を降り列車である車両 1 a、及び、登り列車である車両 1 b が走行している状態を示している。単線路線ではあるが、各駅には列車交換設備が設けられ、列車が行き違いできる。また、各駅には電力収受部 4 が設けられており、行き違いでプラットフォームに停車した車両 1 a 及び車両 1 b は、それぞれの集電部 5 a 及び集電部 5 b が電力収受部 4 に接することにより、互いに電力をやり取りすることができる。

## 【 0 0 4 9 】

例えば、駅 K 2 5 a に降り列車である車両 1 a と、登り列車である車両 1 b が到着したとする。直ちに、車両 1 a 及び車両 1 b は、それぞれの集電部 5 a 及び集電部 5 b を電力収受部 4 に接触させる。

40

## 【 0 0 5 0 】

車両 1 a は、勾配区間を降坂してきたため、回生電力の充電により蓄電部 9 a の SOC は充電限界に漸近している。一方、車両 1 b は、勾配区間を登坂してきたため、力行電力の放電により蓄電部 9 a の SOC は放電限界に漸近している。

## 【 0 0 5 1 】

この状態から、車両 1 a の蓄電部 9 a の蓄電エネルギーを、車両 1 b の蓄電部 9 b に移す。これにより、車両 1 a は、次区間の降坂走行による回生電力の充電余裕を確保する。例えば、グラフ 5 1 に示すように、SOC ( 1 ) から、放電により SOC ( 2 ) となる。

50

一方、車両 1 b は、次区間の登坂走行による力行電力の放電余裕を確保する。例えば、グラフ 5 2 に示すように、SOC ( 1 ) から、蓄電により SOC ( 2 ) となる。

【 0 0 5 2 】

同様に、駅 L 2 5 b、駅 M 2 5 c、駅 N 2 5 d でも、降り列車と登り列車の列車交換時に、列車間の蓄電エネルギーをシフトしながら走行する。これにより、降り列車は、降坂区間の回生ブレーキにより変換される位置エネルギー分の充電余裕を駅停車時に確保して、走行を継続して自ら備える蓄電容量以上の蓄電エネルギーを回収可能である。一方、登り列車は、登坂区間の力行により変換される位置エネルギー分の放電余裕を駅停車時に確保して、走行を継続して自らの備える蓄電容量以上の蓄電エネルギーを使用可能である。

10

【 0 0 5 3 】

なお、図 4 では、各駅に交換設備と電力収受部 4 を設けているが、必ずしも全駅がこれらの設備を設ける必要はない。路線の一部区間に勾配がある場合は勾配の上部側または下部側の交換駅に電力収受部 4 を設ければよく、勾配が緩慢な路線であれば、いくつかの交換駅に電力収受部 4 を設けることが想定される。

【 0 0 5 4 】

次に、図 5 を参照して、蓄電エネルギーシフトの制御シーケンスについて説明する。

【 0 0 5 5 】

図 5 に示すように、駅 2 5 のプラットフォームに、車両 1 a と車両 1 b が停車しており、車両 1 a の集電部 5 a と、車両 1 b の集電部 5 b は、電力収受部 4 を介して電力を収受できるように接続されている。

20

【 0 0 5 6 】

図 5 では、車両 1 a 及び車両 1 b が、集電部 5 a、集電部 5 b 及び電力収受部 4 を介して、電力のやり取りを開始してから完了する迄に必要な手順について説明する。

【 0 0 5 7 】

車両 1 a は、輪軸 3 が軌道 2 6 a 上のレール面を転動することで走行する。車両 1 a の床面には、車上子 2 7 a、及び、駅 2 5 内の車両 1 a が停車する予定位置の軌道 2 6 a 上には地上子 2 8 a が設備されている。また、車両 1 b の床面には、車上子 2 7 b、及び、駅 2 5 内の車両 1 b が停車する予定位置の軌道 2 6 b 上には地上子 2 8 b が設備されている。

30

【 0 0 5 8 】

車両 1 a の車上子 2 7 a は、車両制御部 1 1 a ( 図示せず ) に接続され、車両 1 b の車上子 2 7 b は、車両制御部 1 1 b ( 図示せず ) に接続される。地上子 2 8 a と地上子 2 8 b は、シーケンス制御器 2 9 に接続される。この構成により、車両 1 a の車両制御部 1 1 a は、車上子 2 7 a 及び地上子 2 8 a を介して、シーケンス制御器 2 9 と情報をやり取りすることができる。また、車両 1 b の車両制御部 1 1 b は、車上子 2 7 b 及び地上子 2 8 b を介して、シーケンス制御器 2 9 と情報をやり取りすることができる。

【 0 0 5 9 】

シーケンス制御器 2 9 は、駅 2 5 に設備してもよいが、地上子 2 8 a 及び地上子 2 8 b と情報をやり取り可能であれば駅 2 5 以外に設備してもよい。例えば、シーケンス制御器 2 9 を運行管理設備等に集約的に設備することが考えられる。また、シーケンス制御器 2 9 を車両 1 a 及び車両 1 b の一方が備えてもよい。例えば、車両 1 a にシーケンス制御器 2 9 を備える場合、車両 1 a の車両制御部 1 1 a は、シーケンス制御器 2 9 と情報を直接やり取りする一方、地上子 2 8 に相当する情報伝送部を設ける。

40

【 0 0 6 0 】

一方、車両 1 b には、車上子 2 7 b に相当する情報伝送部を設けて、車両 1 a のシーケンス制御器 2 9 と情報をやり取りする。ここで、車両 1 a と車両 1 b との間の情報伝送部としては、無線通信、赤外線通信等の非接触通信部の他、集電部 5 a 及び集電部 5 b 間の電力収受部 4 を伝送線とした電力線搬送通信の適用も考えられる。

【 0 0 6 1 】

50

以下、図 5 に示す通信フロー図により、蓄電エネルギーシフトシステムの制御手順を説明する。

【 0 0 6 2 】

図 5 に示すように、車両 1 a は、駅 2 5 に到着すると、パンタグラフや集電靴等の集電部 5 a を電力収受部 4 に接触させる手順を進め、完了すると車両制御部 1 1 a がパンタグラフに接触したことを示す「Pantograph Up OK」をシーケンス制御器 2 9 に送信する（S 1 0 1）。

【 0 0 6 3 】

また、車両 1 b は、駅 2 5 に到着すると、パンタグラフや集電靴等の集電部 5 b を電力収受部 4 に接触させる手順を進め、完了すると車両制御部 1 1 b がパンタグラフに接触したことを示す「Pantograph Up OK」をシーケンス制御器 2 9 に送信する（S 1 0 2）。

10

【 0 0 6 4 】

シーケンス制御器 2 9 は、ステップ S 1 0 1 における「Pantograph Up OK」と、ステップ S 1 0 2 における「Pantograph Up OK」を共に受信すると、電力収受部 4 の電圧を所定値に制御する A V R 制御の開始を指令する「Start energy shift control」を車両制御部 1 1 a 及び車両制御部 1 1 b に送信する（S 1 0 3）。

【 0 0 6 5 】

そして、降り列車である車両 1 a の車両制御部 1 1 a は、ステップ S 1 0 3 における「Start energy shift control」を受信すると、電力収受部 4 の電圧を所定値に制御する A V R 制御を開始し、電力収受部 4 の電圧が所定値に安定したことを確認して、A V R 制御が確立したことを示す「AVR control established」をシーケンス制御器 2 9 に送信する（S 1 0 4）。

20

【 0 0 6 6 】

一方、登り列車である車両 1 b の車両制御部 1 1 b は、ステップ S 1 0 3 において「Start energy shift control」を受信しても、電力収受部 4 の電圧を所定値に制御する A V R 制御を開始しない。

【 0 0 6 7 】

そして、シーケンス制御器 2 9 は、ステップ S 1 0 4 において送信された「AVR control established」を受信すると、既に所定の電圧が確立されている電力収受部 4 から、蓄電部 9 への充電開始を指令する「Start charging」を車両制御部 1 1 b に送信する（S 1 0 5）。

30

【 0 0 6 8 】

車両制御部 1 1 b は、ステップ S 1 0 5 において、「Start charging」を受信すると、電力変換部 8 のコンバータ装置 1 4 により、直流電力部（図示せず）の直流電圧を蓄電部 9 の開放端電圧よりも大きい電圧値に調整制御する指令を出力し、蓄電部 9 の充電を開始する。そして、車両制御部 1 1 b は、蓄電部 9 の蓄電量が蓄電限界に達すると、コンバータ装置 1 4 の直流電力部電圧の調整制御を止め充電を停止し、「Charging completed」をシーケンス制御器 2 9 に送信する（S 1 0 6）。

【 0 0 6 9 】

シーケンス制御器 2 9 は、ステップ S 1 0 6 において送信された「Charging completed」を受信すると、電力収受部 4 の電圧を所定値に制御する A V R 制御の停止を指令する「Stop AVR control」を車両制御部 1 1 a に送信する（S 1 0 7）。

40

【 0 0 7 0 】

車両制御部 1 1 a は、ステップ S 1 0 7 における「Stop AVR control」を受信すると、電力収受部 4 の電圧を所定値に制御する A V R 制御の停止し、電力収受部 4 の電圧が 1 0 0 V 未満の安全上問題ないレベルまで低下したことを確認して、電圧が低下したことを示す「AC Voltage removed」をシーケンス制御器 2 9 に送信する（S 1 0 8）。

【 0 0 7 1 】

シーケンス制御器 2 9 は、ステップ S 1 0 8 において「AC Voltage removed」を受信すると、車両 1 a 及び車両 1 b のパンタグラフや集電靴等の集電部 5 a 及び集電部 5 b を電

50

力収受部 4 に接触する状態を解除する指令「Be down pantograph」を車両制御部 1 1 a 及び車両制御部 1 1 b に送信する ( S 1 0 9 ) 。

【 0 0 7 2 】

車両制御部 1 1 a 及び車両制御部 1 1 b は、ステップ S 1 0 9 における「Be down pantograph」を受信すると、車両 1 a 及び車両 1 b のパンタグラフや集電靴等の集電部 5 a 及び集電部 5 b を電力収受部 4 に接触する状態を解除する手順を進める。完了すると、車両制御部 1 1 a 及び車両制御部 1 1 b は、運転台モニタ ( 図示せず ) 等に、蓄電エネルギーシフト手順の完了を表示し、列車の出発を許可する。

【 0 0 7 3 】

( 5 ) 本実施の形態の効果

上記したように、本実施の形態によれば、蓄電エネルギーで走行する電池駆動システムにおいて、特に、勾配区間の駅停車時に、降り方向に走行した列車の蓄電エネルギーを、該勾配区間を登り方向に走行する列車の蓄電エネルギーとして移すことにより、車両に搭載された蓄電池を有効活用し、蓄電容量を低減することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 4 】

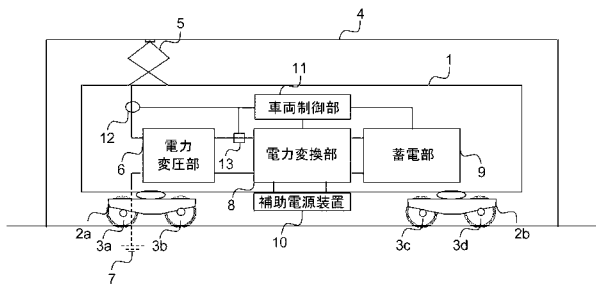
1 ... 車両、 2 ... 台車、 3 ... 輪軸、 4 ... 電力収受部、 5 ... 集電部、 6 ... 電力変圧部、 7 ... 接地部、 8 ... 電力変換部、 9 ... 蓄電部、 10 ... 補助電源装置、 11 ... 車両制御部、 12 ... 電圧検出部、 13 ... 電流検出部、 14 ... コンバータ装置、 15 ... インバータ装置、 16 ... コンデンサ、 17 ... 電動機、 18 ... 電流検出器、 19 ... 補助機器、 20 ... システム制御器、 21 ... コンバータ制御ユニット、 22 ... インバータ制御ユニット、 23 ... 蓄電部制御ユニット、 24 ... AVR 制御モジュール、 25 ... 駅、 26 ... 軌道、 27 ... 車上子、 28 ... 地上子、 29 ... シーケンス制御器

10

20

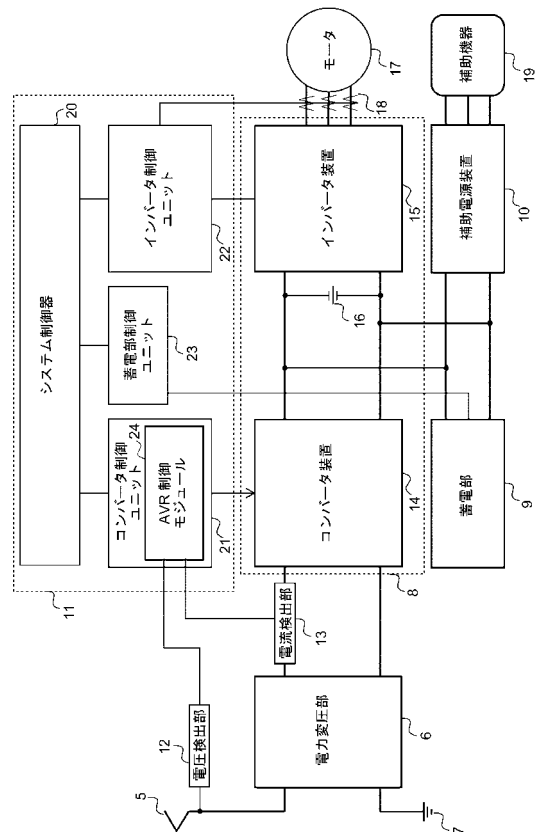
【 図 1 】

図 1



【 図 2 】

図 2



【 図 3 】

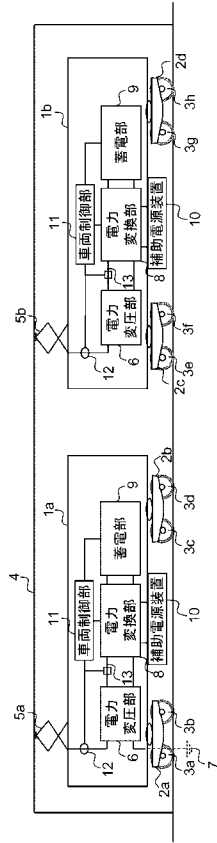


図 3

【 図 4 】

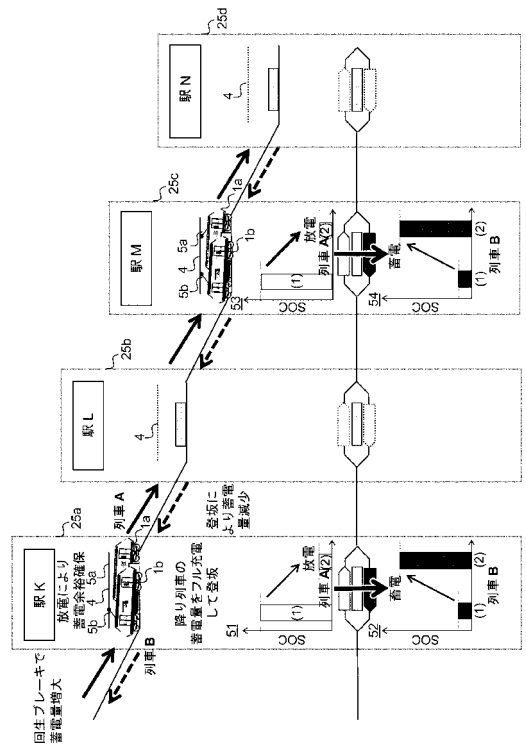
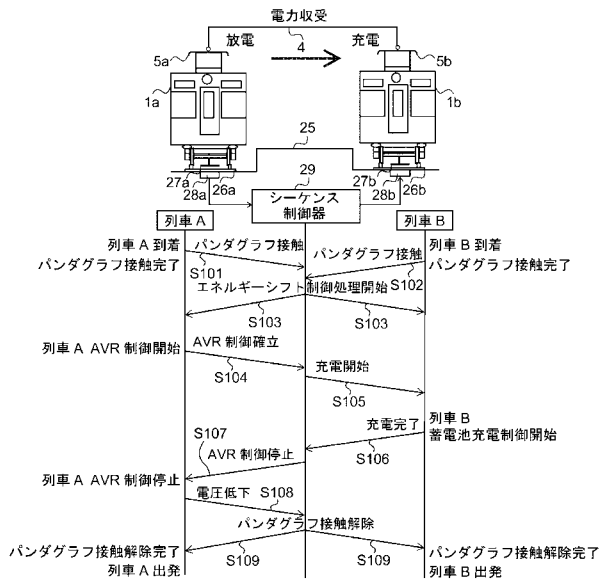


図 4

【 図 5 】

図 5



---

フロントページの続き

(72)発明者 永浦 康弘

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 綾田 昌高

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

Fターム(参考) 5H125 AA06 AC02 AC12 BB05 BB07 BC01 BC05 CA08 CC03 DD18  
DD19 EE12 EE51