

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6717826号  
(P6717826)

(45) 発行日 令和2年7月8日(2020.7.8)

(24) 登録日 令和2年6月15日(2020.6.15)

(51) Int.Cl.

H02J 7/00 (2006.01)  
B60L 50/60 (2019.01)

F 1

H02J 7/00  
B60L 50/60  
H02J 7/00P  
L

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-528512 (P2017-528512)  
 (86) (22) 出願日 平成27年11月27日 (2015.11.27)  
 (65) 公表番号 特表2017-537596 (P2017-537596A)  
 (43) 公表日 平成29年12月14日 (2017.12.14)  
 (86) 國際出願番号 PCT/IB2015/059178  
 (87) 國際公開番号 WO2016/084043  
 (87) 國際公開日 平成28年6月2日 (2016.6.2)  
 審査請求日 平成30年11月26日 (2018.11.26)  
 (31) 優先権主張番号 T02014A000984  
 (32) 優先日 平成26年11月28日 (2014.11.28)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
イタリア (IT)

(73) 特許権者 516257589  
ヒタチ レール イタリー ソチエタ ペ  
ル アツィオニ  
イタリア国, ナポリ, ビア アルジーネ,  
425  
(74) 代理人 100099759  
弁理士 青木 篤  
(74) 代理人 100092624  
弁理士 鶴田 準一  
(74) 代理人 100114018  
弁理士 南山 知広  
(74) 代理人 100165191  
弁理士 河合 章  
(74) 代理人 100151459  
弁理士 中村 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電動車両のための電力供給及び環境発電の補助システム、及び、電力供給及び環境発電の補助システムを運用する方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電動車両(100)の少なくとも1つの駆動チェーン(10; 30, 32)の補助エネルギー管理システム(1)であって、

ネットワーク電力供給電圧( $V_{AL}$ )を供給するネットワーク電力供給線(12)及び前記駆動チェーン(10; 30, 32)と電気的に連結し得る電力供給端子(25)と、

第1の値を有する第1の補助電力供給電圧を生成するように構成される第1の蓄電池アセンブリ(2)及び第2の値を有する第2の補助電力供給電圧を生成するように構成される第2の蓄電池アセンブリ(4)を含む、前記電力供給端子(25)と電気的に連結し得る補助電力供給アセンブリ(3)と、

前記補助電力供給アセンブリ(3)と前記電力供給端子(25)との間に連結するスイッチ(16)と、

前記スイッチ(16)と動作可能に連結し、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)又は前記第2の蓄電池アセンブリ(4)を、前記電力供給端子(25)と電気的に連結するよう前記スイッチ(16)を制御するよう適合し、前記電動車両のそれぞれの動作条件を実行する制御ユニット(102, 19)であって、

(i) 前記第1の補助電力供給電圧と少なくとも一部が相互に関連する第1の中間電圧を前記駆動チェーンに供給する第1の動作状態と、

(ii) 前記ネットワーク電力供給電圧( $V_{AL}$ )と相互に関連する第2の中間電圧によつて、前記第2の蓄電池アセンブリ(4)を充電する第2の動作状態と、

10

20

( i i i ) 前記第 2 の補助電力供給電圧と相互に関連する第 3 の中間電圧を前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) に供給する第 3 の動作状態と、

( i v ) 電気発生器として動作する前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) によって生成される回収電圧と相互に関連する第 4 の中間電圧によって、前記第 1 の蓄電池アセンブリ ( 2 ) を充電する第 4 の動作状態と、を含む制御ユニットと、

を含み、

前記第 1 の動作状態は、前記電動車両の加速であり、且つ、前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) に、前記ネットワーク電力供給線 ( 1 2 ) から電力の一部と、前記第 1 の蓄電池アセンブリ ( 2 ) から電力のさらなる一部とを供給して、前記第 1 の中間電圧を生成することを含み、

10

前記第 2 の動作状態は、前記電動車両の駐車又は実質的に一定速度での走行であり、且つ、前記第 2 の蓄電池アセンブリを充電することを目的とする電力に従って値が選択される前記第 2 の中間電圧によって、前記第 2 の蓄電池アセンブリ ( 4 ) を充電することを含み、

前記第 3 の動作状態は、主電力供給電圧 ( $V_{AL}$ ) が欠如し、且つ、前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) によって必要とされる動作電圧に従って値が選択される前記第 3 の中間電圧を前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) に供給することを含み、

前記第 4 の動作状態は、前記電動車両の制動であり、且つ、前記回収電圧から得られ、前記第 1 の蓄電池アセンブリ ( 2 ) を充電することを目的とする前記電力に従って値が選択される、前記第 4 の中間電圧によって、前記第 1 の蓄電池アセンブリ ( 2 ) を充電することを含む、補助エネルギー管理システム。

20

#### 【請求項 2】

前記スイッチ ( 1 6 ) と前記電力供給端子 ( 2 5 ) との間に動作可能に配置され、前記補助電力供給アセンブリ ( 3 ) と前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) との間の電圧レベルの適合、前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) と補助電力供給アセンブリ ( 3 ) との間の電圧レベルの適合、及び、前記ネットワーク電力供給線 ( 1 2 ) と前記補助電力供給アセンブリ ( 3 ) との間の電圧レベルの適合のために、交互の時間に共有されるインターフェースを形成するように構成される、1 つの双方向 D C - D C コンバータ ( 1 8 ) をさらに備え、

前記第 1 の動作状態の間に、前記スイッチ ( 1 6 ) は、前記第 1 の蓄電池アセンブリ ( 2 ) を前記双方向 D C - D C コンバータ ( 1 8 ) と電気的に連結するように制御され、前記双方向 D C - D C コンバータ ( 1 8 ) は、前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) が受け入れる電圧レベルの関数として前記第 1 の補助電力供給電圧をブースト又はバックするように制御され、前記第 1 の中間電圧で前記駆動チエーンに供給する電力を、ネットワーク電力供給電圧 ( $V_{AL}$ ) とともに供給し、

30

前記第 2 の動作状態の間に、前記スイッチ ( 1 6 ) は、前記第 2 の蓄電池アセンブリ ( 4 ) を前記双方向 D C - D C コンバータ ( 1 8 ) と電気的に連結するように制御され、前記双方向 D C - D C コンバータ ( 1 8 ) は、前記第 2 の蓄電池アセンブリ ( 4 ) が受け入れる電圧レベルの関数として前記ネットワーク電力供給電圧 ( $V_{AL}$ ) をブースト又はバックするように制御され、前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) に供給することに加えて又は前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) に供給することの代わりに、前記ネットワーク電力供給線 ( 1 2 ) は、前記第 2 の中間電圧 ( 4 ) で前記第 2 の蓄電池アセンブリ ( 4 ) を充電する電力を供給し、

40

前記第 3 の動作状態の間に、前記スイッチ ( 1 6 ) は、前記第 2 の蓄電池アセンブリ ( 4 ) を前記双方向 D C - D C コンバータ ( 1 8 ) と電気的に連結するように制御され、前記双方向 D C - D C コンバータ ( 1 8 ) は、前記駆動チエーン ( 1 0 ; 3 0 , 3 2 ) が受け入れる電圧レベルの関数として前記第 2 の補助電力供給電圧をブースト又はバックするように制御され、前記第 3 の中間電圧で前記駆動チエーンに供給する電力を供給し、

前記第 4 の動作状態の間に、前記スイッチ ( 1 6 ) は、前記第 1 の蓄電池アセンブリ ( 2 ) を前記双方向 D C - D C コンバータ ( 1 8 ) と電気的に連結するように制御され、前

50

記双方向DC - DCコンバータ(18)は、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)が受け入れる電圧レベルの関数として前記回収電圧をブースト又はバックするように制御され、前記ネットワーク電力供給線(12)に加えて又は前記ネットワーク電力供給線(12)の代わりに、前記制動の間に発電機として動作する前記駆動チェーン(10；30，32)は、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)を充電する電力を供給する、請求項1に記載の補助エネルギー管理システム。

【請求項3】

前記双方向DC - DCコンバータ(18)は、

前記第1の動作状態の間に、電圧ブーストモードで動作して、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)から前記駆動チェーン(10；30，32)へエネルギーを伝送し、

前記第2の動作状態の間に、電圧バックモードで動作して、前記駆動チェーン(10；30，32)から前記第1の蓄電池アセンブリ(2)へエネルギーを伝送し、

前記第3の動作状態の間に、電圧バックモードで動作して、前記ネットワーク電力供給線(12)から前記第2の蓄電池アセンブリ(4)へエネルギーを伝送し、

前記第4の動作状態の間に、電圧ブーストモードで動作して、前記第2の蓄電池アセンブリ(4)から前記駆動チェーンへエネルギーを伝送するように、さらに構成される、請求項2に記載の補助エネルギー管理システム。

【請求項4】

前記電力供給端子(25)を前記ネットワーク電力供給線(12)へ電気的に連結する、又は、前記電力供給端子(25)を前記ネットワーク電力供給線(12)から電気的に分離するように構成される主電力供給スイッチ(22)をさらに備え、前記主電力供給スイッチ(22)は、前記主電力供給電圧(V<sub>AL</sub>)が存在しない動作状態の間の動作状態の間は、開である、請求項1～3のいずれか一項に記載の補助エネルギー管理システム。

【請求項5】

前記第1の蓄電池アセンブリ(2)は、第1の電力密度と第1のエネルギー密度とを供給するように適合し、前記第2の蓄電池アセンブリ(4)は、前記第1の電力密度より低い第2の電力密度と、前記第1のエネルギー密度より高い第2のエネルギー密度とを供給するように適合し、

前記第2の蓄電池アセンブリ(4)は、その耐用期間の間に、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)がその耐用期間の間にサポートするように適合する充電又は放電サイクルの数より少ない充電又は放電サイクルの数をサポートするように適合する、請求項1～4の何れか一項に記載の補助エネルギー管理システム。

【請求項6】

前記第1の蓄電池アセンブリ(2)は、スーパーキャパシタの配列(2)を含む、請求項1～5の何れか一項に記載の補助エネルギー管理システム。

【請求項7】

前記第2の蓄電池アセンブリ(4)は、リチウムバッテリ、鉛バッテリ、NiMHバッテリ、NiCdバッテリ、ZEBRAバッテリから選択される複数のバッテリを含むバッテリスタック(4)を含む、請求項1～6の何れか一項に記載の補助エネルギー管理システム。

【請求項8】

電動車両(100)であって、

トラクションコンバータ(30)を介して前記ネットワーク電力供給線(12)と電気的に連結する電気モータ(32)と、

前記電気モータ(32)と動作可能に連結し、加速、制動、駐車、及び実質的に一定速度の走行において前記電動車両(100)を制御する、前記電動車両(100)のトラクションシステムと、

前記電気モータ(32)と動作可能に連結する、請求項1～7の何れか一項に記載の補助エネルギー管理システム(1)と、

前記補助エネルギー管理システム(1)と動作可能に連結し、前記第1の動作状態、前

10

20

30

40

50

記第2の動作状態、前記第3の動作状態、及び前記第4の動作状態の間に前記補助エネルギー管理システム(1)の前記動作を制御する、制御ユニット(102, 19)と、  
を備える、電動車両(100)。

【請求項9】

電動車両(100)の少なくとも1つの駆動チェーン(10; 30, 32)の補助エネルギー管理方法であって、

電力供給端子(25)でネットワーク電力供給電圧( $V_{AL}$ )を供給するステップと、

第1の蓄電池アセンブリ(2)によって、第1の値を有する第1の補助電力供給電圧を生成するステップと、

第2の蓄電池アセンブリ(4)によって、第2の値を有する第2の補助電力供給電圧を生成するステップと、

前記第1の蓄電池アセンブリ(2)又は前記第2の蓄電池アセンブリを、前記電力供給端子(25)と電気的に接続し、前記電動車両のそれぞれの動作状態を実行するステップであって、

(i) 前記第1の補助電力供給電圧と少なくとも一部が相互に関連する第1の中間電圧を前記駆動チェーンに供給する第1の動作状態と、

(ii) 前記ネットワーク電力供給電圧( $V_{AL}$ )と相互に関連する第2の中間電圧によって、前記第2の蓄電池アセンブリ(4)を充電する第2の動作状態と、

(iii) 前記第2の補助電力供給電圧と相互に関連する第3の中間電圧を前記駆動チェーン(10; 30, 32)に供給する第3の動作状態と、

(iv) 電気発生器として動作する前記駆動チェーン(10; 30, 32)によって生成される回収電圧と相互に関連する第4の中間電圧によって、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)を充電する第4の動作状態と、を含む、ステップと、

を含み、

前記第1の動作状態は、前記電動車両の加速であり、且つ、前記駆動チェーン(10; 30, 32)に、ネットワーク電力供給線(12)から電力の一部と、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)から電力のさらなる一部を引き込むことにより供給し、前記第1の中間電圧を生成するステップを含み、

前記第2の動作状態は、前記電動車両の駐車又は実質的に一定速度での走行であり、且つ、前記第2の蓄電池アセンブリを充電することを目的とする前記電力に従って値が選択される前記第2の中間電圧によって、前記第2の蓄電池アセンブリ(4)を充電するステップを含み、

前記第3の動作状態は、主電力供給電圧( $V_{AL}$ )が欠如し、且つ、前記駆動チェーン(10; 30, 32)によって必要とされる動作電圧に従って値が選択される前記第3の中間電圧を前記駆動チェーン(10; 30, 32)に供給するステップを含み、

前記第4の動作状態は、前記電動車両の制動であり、且つ、前記回収電圧から得られ、前記第1の蓄電池アセンブリを充電することを目的とする前記電力に従って選択される、前記第4の中間電圧によって、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)を充電するステップを含む、方法。

【請求項10】

前記第1の動作状態の間に、前記駆動チェーン(10; 30, 32)が受け入れる電圧レベルの関数として前記第1の補助電力供給電圧をブースト又はブックすることにより、前記第1の中間電圧を生成するステップと、

前記第2の動作状態の間に、前記第2の蓄電池アセンブリ(4)が受け入れる電圧レベルの関数として前記ネットワーク電力供給電圧( $V_{AL}$ )をブースト又はブックすることにより、前記第2の中間電圧を生成するステップと、

前記第3の動作状態の間に、前記駆動チェーン(10; 30, 32)が受け入れる電圧レベルの関数として前記第2の補助電力供給電圧をブースト又はブックすることにより、前記第3の中間電圧を生成するステップと、

前記第4の動作状態の間に、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)が受け入れる電圧レベ

10

20

30

40

50

ルの関数として前記回収電圧をブースト又はブックすることにより、前記第4の中間電圧を生成するステップと、をさらに含む、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記第1の動作状態の間に、電圧ブーストモードで動作して、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)から前記駆動チェーン(10；30，32)へエネルギーを伝送するステップと、

前記第2の動作状態の間に、電圧バックモードで動作して、前記駆動チェーンから前記第1の蓄電池アセンブリ(2)へエネルギーを伝送するステップと、

前記第3の動作状態の間に、電圧バックモードで動作して、前記ネットワーク電力供給線(12)から前記第2の蓄電池アセンブリ(4)へエネルギーを伝送するステップと、

前記第4の動作状態の間に、電圧ブーストモードで動作して、前記第2の蓄電池アセンブリ(4)から前記駆動チェーンへエネルギーを伝送するステップと、をさらに含む、請求項9に記載の方法。

【請求項12】

電動車両(100)の少なくとも1つの駆動チェーン(10；30，32)の補助エネルギー管理方法であって、

電力供給端子(25)でネットワーク電力供給電圧( $V_{AL}$ )を供給するステップと、

第1の蓄電池アセンブリ(2)によって、第1の値を有する第1の補助電力供給電圧を生成するステップと、

第2の蓄電池アセンブリ(4)によって、第2の値を有する第2の補助電力供給電圧を生成するステップと、

前記第1の蓄電池アセンブリ(2)又は前記第2の蓄電池アセンブリを、前記電力供給端子(25)と電気的に接続し、前記電動車両のそれぞれの動作状態を実行するステップであって、

(i) 前記第1の補助電力供給電圧と少なくとも一部が相互に関連する第1の中間電圧を前記駆動チェーンに供給する第1の動作状態と、

(ii) 前記ネットワーク電力供給電圧( $V_{AL}$ )と相互に関連する第2の中間電圧によって、前記第2の蓄電池アセンブリ(4)を充電する第2の動作状態と、

(iii) 前記第2の補助電力供給電圧と相互に関連する第3の中間電圧を前記駆動チェーン(10；30，32)に供給する第3の動作状態と、

(iv) 電気発生器として動作する前記駆動チェーン(10；30，32)によって生成される回収電圧と相互に関連する第4の中間電圧によって、前記第1の蓄電池アセンブリ(2)を充電する第4の動作状態と、を含む、ステップと、

前記第1の蓄電池アセンブリ(2)によって、第1の電力密度と第1のエネルギー密度とを供給するステップと、

前記第2の蓄電池アセンブリ(4)によって、前記第1の電力密度より低い第2の電力密度と、前記第1のエネルギー密度より高い第2のエネルギー密度とを供給するステップと、を含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動車両のための電力供給及び環境発電(energy harvesting)の補助システム、及び、電力供給及び環境発電の補助システムを運用する方法に関する。特に、電動車両は、架空線を備える電車又は路面電車のために使用される電動車両、とりわけ線路の上を走る電動車両である。

【背景技術】

【0002】

例えば、電気の供給の望まない中断が存在する場合に電気負荷に電力を供給するために使用される、又は、一般的にはアプリケーションのバックアップのための、再充電可能なバッテリ(「スタック」)が知られている。さらに、これらのバッテリは、電動車両に制

10

20

30

40

50

動をかける間に放出されるエネルギーによって充電される。

【0003】

米国特許第6265851号公報は、モノレールの線路上で電子材料の運搬のための路面電車を動かすためのシステムについて述べている。この電力供給システムは、スイッチで接続されるバッテリとウルトラキャパシタとを含む。電気路面電車のモータは、モータによって、及び、ウルトラキャパシタとバッテリとによって供給され得る残留エネルギーによって必要とされるエネルギーに依存して、ウルトラキャパシタによって、バッテリによって、又は、その両方によって、選択的に電力を供給される。ウルトラキャパシタは電力の主電源であり、バッテリは電力の補助電源又は二次電源として使用される。バッテリは、加速段階の間と、エネルギーの余剰分が必要なときに使用される。

10

【0004】

出願人は、ウルトラキャパシタによって可能になるエネルギーの交換は、相対的に短い時間（約10秒）に対して高いピーク電力（鉄道の分野ではおおよそ数百kW）で特徴付けられることを発見した。ウルトラキャパシタは、非常に急速に、且つ、非常に高いピーク電力で弱くなるため、米国特許第6265851号公報によるシステムは、鉄道の分野において、車両が動作する間に車両に電力を供給する目的のために使用することはできない。

【0005】

欧州特許出願第2306610号公報は、ある地域でエネルギーを生成し、貯蔵し、伝達するシステムに関連し、電気ネットワークは、2つの異なるエネルギー貯蔵手段、特に特定のバッテリとスーパーキャパシタとを含む。この電気ネットワークは、電気エネルギーを伝達するために所与の地域に広がり、架空線を備える電車又は路面電車による運送とは関係がない。

20

【0006】

国際特許出願第2007/082168号公報は、1つ以上のスーパーキャパシタと、1つ以上のバッテリとを含む方法とシステムとについて述べている。スーパーキャパシタは、一般的なエネルギー源に由来するエネルギーによって充電され、スーパーキャパシタに貯蔵される電気エネルギーは、バッテリの充電と、電気負荷への電力の供給の両方に使用される。この場合、欧州特許出願第2306610号公報について議論したときにすでに触れた通り、このシステムは、ある地域でエネルギーを貯蔵し、輸送するために使用され、架空線を備える路面電車のための車両におけるエネルギーの使用とは関係がない。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】米国特許第6265851号公報

【特許文献2】欧州特許出願第2306610号公報

【特許文献3】国際特許出願第2007/082168号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本願発明の目的は、先行技術の問題を解決できる、電動車両のための電力供給及び環境発電の補助システム、及び、電力供給及び環境発電の補助システムを運用する方法を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本願発明によって、添付した特許請求の範囲でそれぞれ請求されるように、電動車両のための電力供給及び環境発電の補助システム、及び、電力供給及び環境発電の補助システムを運用する方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

本願発明は、例示の目的で提供され制限的なものではない以下の好ましい実施形態の詳

50

細な記述を、添付された図面を参照して熟読することにより、最も良く理解されるだろう。

【図1】図1は、本願発明の実施形態による、電動車両のための電力供給及び環境発電の補助回路を示す。

【図2】図2は、図1の電力供給及び環境発電の補助回路をより詳細に示す。

【図3A】図3Aは、図1及び図2の電力供給及び環境発電の補助回路のスイッチの実施形態を示す。

【図3B】図3Bは、図1及び図2の電力供給及び環境発電の補助回路のスイッチの実施形態を示す。

【図3C】図3Cは、図1及び図2の電力供給及び環境発電の補助回路のスイッチの実施形態を示す。 10

【図3D】図3Dは、図1及び図2の電力供給及び環境発電の補助回路のスイッチの実施形態を示す。

【図4】図4は、本願発明の一態様による電動車両の動作条件と関連する図1の電力供給及び環境発電の補助回路の動作を示す電力量の波形を示す。

【図5】図5は、本願発明の一態様による図1の電力供給及び環境発電の補助回路を制御する方法を、状態図を使って示す。

【図6】図6は、図1及び図2の電力供給及び環境発電の補助回路を含む電動車両を図式的に示す。

【図7】図7は、既知のスーパーキャパシタ及び既知のバッテリの電力密度／エネルギー密度について、性能の図を示す。 20

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0011】

本願発明によって、電動車両のための電力の供給及び運動エネルギーの収穫のための、特に架空線を備える電車又は路面電車のための、とりわけ鉄道車両のような線路を走る車両のためのシステムが提供される。従って、一般性を失うことなく、以下、電動車両、線路の上を走る車両、又は架空線を備える路面電車について述べる。本願発明によるシステムは以下の機能を実行する：制動エネルギーの車内での収穫とそれに続く加速ステップにおける再利用によるエネルギー効率の向上、カテナリー式架線の電力ピークの抑制、すなわち、同一のカテナリー式架線電力パワーを与えられた鉄道車両の最高性能の向上、カテナリー式架線なしで、すなわち、電力が供給されないカテナリー式架線を用いて大幅に長い経路を走る能力。本願発明によるシステムは、エネルギーをバッテリのスタック及びスーパーキャパシタの配列に貯蔵することと、バッテリのスタック及びスーパーキャパシタの配列から収穫することと異なる時間間隔で行うことと、共通のエネルギー交換回路を使用することによって上述した機能を実行する。混合貯蔵システムの使用は、利用者が、エネルギー効率の向上の機能を実行することとカテナリー式架線の電力ピークを抑制することとにとて不可欠な大電力の交換におけるスーパーキャパシタの能力、及び、電気鉄道線路からの電力の供給がない場合に大幅に長い経路を自動的に走る機能を実行するために使用される、バッテリのエネルギー貯蔵容量を同時に享受することを許す。 30

##### 【0012】

言い換えると、スーパーキャパシタは、容量は制限されるが充電／放電サイクルに関しては長続きする耐用期間を提供するため、充電／放電サイクルの大半に使用され、バッテリの使用は、充電／放電サイクルに関する期間が制限されるため、不可欠な場合にだけ制限される。

##### 【0013】

図1は、本願発明の一態様による、電動車両（特に、線路を走る車両、又は架空線を備える路面電車）のための電力供給システム1を図式的に示す。電力供給システム1は、スーパーキャパシタの配列2とバッテリのスタック4（例：リチウムイオンバッテリ）とを含む補助電力供給アセンブリ3と、スーパーキャパシタの配列2とバッテリのスタック4とにより共同使用されるエネルギー交換回路6とを含む。スーパーキャパシタの配列2と 50

バッテリのスタック 4 は、直流タイプのそれぞれの電気量（電圧 / 電流）を供給するよう構成され、それぞれの電圧値を有する（例：バッテリのスタックが約 500 V の電圧を提供するのに対し、スーパーキャパシタの配列 2 は、その充電のレベルに応じて 55 ~ 250 V の範囲の電圧を供給する）。

【 0014 】

エネルギー交換回路 6 は以下を含む：

- 主電力供給スイッチ 22。エネルギー交換回路 6 を主電力供給線 12（電力供給電圧  $V_{AL}$ 、特に、例えば 750 V の値を有する直流電圧を供給する）へ / から電気的に連結 / 分離するよう構成される。

- 伝送スイッチ 14。（主電力供給スイッチ 22 と共に）スーパーキャパシタの配列 2 及びバッテリのスタック 4 を主電力供給線 12 へ / から電気的に連結 / 分離し、電気負荷 10 をスーパーキャパシタの配列 2 及びバッテリのスタック 4 へ / から電気的に連結 / 分離するよう構成される。

【 0015 】

主電力供給スイッチ 22 は、電力供給システム 1 のそれぞれの動作手順の間、主電力供給線 12 を電力供給システム 1 へ / から電気的に連結 / 分離する機能を実行する。例えば、主電力供給線 12 が電気負荷 10 から及び補助電力供給アセンブリ 3 から電気的に分離されなければならない状況は、供給のない線の区域（中立区域）の通過を含む。

【 0016 】

明らかに、代替的な実施形態によると、主電力供給スイッチ 22、及び / 又は伝送スイッチ 12 は省略され得る。エネルギー交換回路 6 は、さらに、伝送スイッチ 14 をバッテリ 4 のスタックに、又はスーパーキャパシタの配列 2 に、代替的に動作可能に連結するよう構成されるスイッチ 16 を含む。スイッチ 16 は、電気機械的デバイスによって、又は半導体と共に製造され得る。

【 0017 】

特に、双方向 DC - DC コンバータ 18 は、伝送スイッチ 14 と選択スイッチ 16 との間に電気的に介在する。

【 0018 】

主電力供給線 12 が、バッテリのスタック 4、及び / 又はスーパーキャパシタの配列 2 が動作する電圧より高い電圧で動作する特定の場合、DC - DC コンバータ 18 は、電気エネルギーを主電力供給線 12 からバッテリのスタック 4 へ又はスーパーキャパシタの配列 2 へ供給するためのバックコンバータとして、また、電気エネルギーをバッテリのスタック 4 から又はスーパーキャパシタの配列 2 から電気負荷 10 へ供給するためのブーストコンバータとして動作するよう構成される。

【 0019 】

明らかに、主電力供給線 12 が、バッテリ 4 のスタック及び / 又はスーパーキャパシタの配列 2 が動作する電圧より低い電圧で動作する場合、DC - DC コンバータ 18 は、上述されたものと反対に動作する。

【 0020 】

さらに、我々が詳細を以下で説明するように、バッテリのスタック 4 から、又は、代わりにスーパーキャパシタの配列 2 から電気負荷 10 へエネルギーを伝送するために、DC - DC コンバータ 18 は、バッテリのスタック 4 によって、又は、代わりにスーパーキャパシタの配列 2 によって電気負荷 10 に電力が供給されるステップの間も動作する。

【 0021 】

一般的に、DC - DC コンバータ 18 は、主電力供給線 12 からバッテリのスタック 4 及び / 又はスーパーキャパシタの配列 2 へエネルギーを伝送し、バッテリのスタック 4 から又はスーパーキャパシタの配列 2 から電気負荷 10 へエネルギーを伝送するためのエネルギー適合を実行する。

【 0022 】

伝送スイッチ 14 は、電力供給スイッチ 22 が閉のときに主電力供給線 12 から電力の

10

20

30

40

50

供給を受ける中間ノード 25 と電気的に連結する端子を有する。

【 0 0 2 3 】

この点に関して、電気負荷 10 は、車両の少なくとも 1 つのインバータと 1 つの電気モータを含み、車両自身のためのトルクを生成するために適合する。主電力供給線 12 は、電力を一般的な電動車両に供給することに適する全ての配線であり、電気車両の外部に配置され、特に架空線を備える電車又は路面電車のための電力の供給のための基盤の一部である。

【 0 0 2 4 】

バッテリのスタック 4 の蓄電池の数、及びスーパーキャパシタの配列 2 を構成するスーパーキャパシタの数は、以下の基準によって選択される：各充電 / 放電サイクルの間に貯蔵及び解放されるエネルギーの量、吸収 / 供給される最大電力、スーパーキャパシタ及びバッテリの耐用期間に関して得られる性能。

10

【 0 0 2 5 】

スーパーキャパシタは、エネルギーを変換及び貯蔵するためのデバイスであり、高い比容量によって特徴づけられ、体積単位あたりで従来のキャパシタと比較して際立って大きなエネルギーの量を貯蔵することができる。スーパーキャパシタは、科学文献によく記録されており、市場では異なるサイズの容量 - 数ファラドから数千ファラドまで - が入手でき、製造技術に依存するどのような場合でも、数ボルトの動作電圧の、互いに直列に配置される単位セルの「ストリング」を並列に接続して通常製造される。いくつかの製造業者は、1 つのキャパシタのパッケージで、又は、直列及び / 又は並列に接続された異なるスーパーキャパシタからなるモジュールでキャパシタを供給する。

20

【 0 0 2 6 】

本願発明の一態様によると、スーパーキャパシタの配列 2 は第 1 の付加電力供給ユニットを形成し、電動車両の所定の動作ステップの間、特に電動車両の加速ステップの間に、第 1 の付加電力供給ユニットは、電気負荷 10 (電気モータ) への電力の供給において主電力供給線 12 をサポートする機能を実行する。

【 0 0 2 7 】

本願発明の追加的な一態様によると、バッテリのスタック 4 は第 2 の付加電力供給ユニットを形成し、電動車両の所定の動作ステップの間、特に主電力供給線 12 が、電気負荷 10 に電力を供給するための電流を提供しないとき ( 例えば、電力供給の中断の原因となつた主電力供給線 12 の一般的な故障に起因する ) 、又は、環境的な又は都市計画的な理由に起因して主電力供給線 12 が利用できない区域で、第 2 の付加電力供給ユニットは、電気負荷 10 (電気モータ) への電力の供給において主電力供給線 12 を置き換える機能を実行する。

30

【 0 0 2 8 】

スイッチ 16 は図 3 A に示されるように、例えば、第 1 及び第 2 の双方向電気スイッチ 31、32 によって作ることが可能であり、それらは両方とも開に保持されるか、相補ロジック ( 一方が閉、他方が開 ) により動作する。第 1 の双方向電気スイッチ 31 がインダクタ 62 とスーパーキャパシタの配列 2 との間を連結するのに対し、第 2 の双方向スイッチ 32 はインダクタ 62 とバッテリのスタック 4 との間を連結する。それらの動作の間、2 つの双方向電気スイッチ 31、32 は、相補ロジックにより制御される：第 1 のスイッチ 31 が、DC - DC コンバータ 18 をスーパーキャパシタの配列 2 へ電気的に接続することにより ( そして、従って、後者を中間ノード 25 へ接続することにより ) オンになるよう制御されるとき、第 2 のスイッチ 32 は開に保たれ、逆もまた同様である。それ故に、第 1 及び第 2 のスイッチ 31、32 は、決して両方が ON 状態になるように制御されない。双方向電気スイッチ 31、32 は、TRIAC によって ( 図 3 ) 、共通するそれぞれのエミッタにより互いに直列に連結する一組の逆導通 MOSFET / IGBT によって ( 図 3 C ) 、又は、逆並列に連結する 2 つの逆阻止 IGBT によって ( 図 3 D ) 、それぞれ実装され得る。

40

【 0 0 2 9 】

50

notが使用されるとき（例えば、電気モータ32がオフのとき）、第1及び第2の電気スイッチ31、32は、OFF状態になるように制御され得る。

【0030】

スイッチ14及びスイッチ16は、それらそれぞれの動作状態において、補助電力供給システム1の特定の要素に内蔵される又は補助電力供給システム1の外部にある汎用コントローラ又はマイクロコントローラ19によって、閉になるよう制御され得る。

【0031】

もし、それが電力供給システム1の外側にあるなら、マイクロコントローラ19は、例えば、電動車両の制御／監視システム（図1に不図示）に内蔵されることができ、それは、スーパーキャパシタの配列2によって又はバッテリのスタック4によって車両の電気モータに供給される電力を必要とするイベントを検出するよう構成され得る。図5を参照してより詳細に説明されるステップによって、マイクロコントローラ19は、スーパーキャパシタの配列2又はバッテリのスタック4が充電され得るステップを検出するようさらに構成される。

【0032】

代わりに、マイクロコントローラ19への参照によって説明された機能は、インバータ30及びDC-DCコンバータ18に属する制御及び管理システムによって、分散方式で実行され得る。

【0033】

マイクロコントローラ19（又は、代わりに、インバータ30の、及びDC-DCコンバータ18の制御及び管理システム）は、電流／電圧センサによって、線12の電力供給の状態の、及び、バッテリ4の及びスーパーキャパシタ2の充電の状態の情報を取得することによって、上述したタスクを実行し、それらは、電圧／電流のそれぞれのレベルを検出し、ひいてはバッテリ4及び／又はスーパーキャパシタ2を充電する必要／機会があるか、又は（主電力供給VA\_Lが存在しない場合に）バッテリ4によって電気モータ32に電力を供給する必要があるかを評価するために、線12の、DC-DCコンバータ18の出力に、及び、バッテリのスタック4の及びスーパーキャパシタ2の出力に、適切に配置される。

【0034】

そして、マイクロコントローラ19は、以下のため、それぞれの制御信号をスイッチ14に、及びスイッチ16に送信する：

電気負荷10に電力を供給するために、スーパーキャパシタの配列2を電気負荷10に接続するため。

又は、電気負荷10に電力を供給するために、バッテリのスタック4を電気負荷10に接続するため。

又は、バッテリのスタック4を充電するために、バッテリのスタック4をネットワーク電力供給12のソースに接続するため。

又は、特に電動車両の制動ステップの間、DC-DCコンバータ18によって電流発生器として使用される電気モータ32を介してスーパーキャパシタの配列2を充電するために、スーパーキャパシタの配列2を電気負荷10に接続するため。実際、制動ステップにおける電動車両の運動エネルギーは、既知の方法で電気エネルギーに変わり得るものであり、電気エネルギーは、スーパーキャパシタに貯蔵され、電動車両の以下の動作ステップで再使用され得る。

【0035】

スイッチ14及びスイッチ16は電気機械デバイスであってもよく、または電子デバイス（例：ダイオード、トランジスタ、MOSFET、TRIAC、IGBT等）の組み合わせによって製造され得る。

【0036】

図1の電力供給システム1は、さらに、既に上述した通り、双方向DC-DCコンバータであり、且つ、その入力電圧をブースト又はバックすることにより動作するDC-DC

10

20

30

40

50

コンバータ 18 を含む。例えば、それはバック / ブーストコンバータであってもよく、必要に基づいてバックステップ又はブーストステップを実行するため、その動作の中で、既知の方法でマイクロコントローラ 19 によって制御される。

【 0037 】

負荷 10 の、及び、利用可能な異なる電力供給源（すなわち、線 12、バッテリ 4 及びスーパーキャパシタ 2）の電圧レベルは、互いに異なり、また、スーパーキャパシタの場合は充電 / 放電ステップの間に極めて変化しやすいため、DC - DC コンバータ 18 は有効になる。

【 0038 】

要約すると、DC - DC キャパシタ 18 は、バッテリのスタック 4 及びスーパーキャパシタの配列 2 が電気負荷 10 から要求される電力を供給することを許可し、生成される電圧及び電流値に関して電気負荷 10 のために最適な条件で同時に動作する機能を実行する。さらに、主電力供給線 12 に存在する電圧に関わらず出力を一定値に保つために、DC - DC コンバータ 18 は、バッテリのスタック 4 の、及びスーパーキャパシタの配列 2 の充電電圧を調整することによって動作する。DC - DC コンバータ 18 は、バッテリのスタック 4 によって、また、スーパーキャパシタの配列 2 によって供給される電流及び / 又は電圧を測定する機能を、さらに実行できる。バッテリのスタック 4 の、及びスーパーキャパシタの配列 2 の動作条件をチェックするために、測定結果はマイクロコントローラ 19 に送信され処理され得る。

【 0039 】

図 2 は、本願発明の一態様による電力供給システム 1 をより詳細に示す。図 1 を参照して既に上述された電力供給システムの要素は、同一の参照番号で示され、これ以上説明されない。

【 0040 】

図 2 を参照すると、電力供給システム 1 は、電力供給線 12 によって吸収される高調波電流を減衰させるよう構成されるフィルタをさらに含む。このフィルタは、特に、LC フィルタである。本実施形態によると、このフィルタ、特にインダクタ 23 (LC フィルタの誘導成分 “L” を構成する) の一部は、主電力供給スイッチ 22 の端子と、電力供給システム 1 の中間ノード 25 との間に配置される。LC フィルタの容量成分 “C” は、DC - DC コンバータ 18 に存在する容量成分（例えば、図 2 のキャパシタ 60 を参照）から、又は、電気モータを制御するトラクションコンバータに存在する容量成分（図 2 のトラクションコンバータ 30 を参照）から構成される。このようにして、LC フィルタは、電気負荷 10 を含むブランチと、補助電力供給アセンブリ 3 を含むブランチの両方に影響を与える。LC フィルタは任意であり、省略したり、上述されたものと異なるように製造されたりすることもできる。

【 0041 】

ここに考慮される実施形態において、電気負荷 10 は、主電力供給線 12 と電力が供給される電気モータ 32 との間のインターフェースの役割を果たす、少なくとも 1 つの既知のトラクションコンバータ 30 を含む。トラクションコンバータ 30 及びモータ 32 は、駆動チェーンを形成する。

【 0042 】

プリチャージ回路 28 は、伝送スイッチ 14 と並列に電気的に連結し、保護素子 28a (例: ヒューズ) と、保護素子 28a と直接に接続される接触器 28b と、接触器 28b と直接に接続される抵抗 28c とを含む。接触器 28b が閉の時間における抵抗 28c の下流のショートの場合、保護素子 28a は抵抗 28c を保護するよう適合するのに対し、抵抗 28c は、DC - DC コンバータ 18 に供給される電圧 / 電流の起こり得る振動を弱めるよう適合する。このステップの間、DC - DC コンバータ 18 の容量成分は、保護素子 28a 及び抵抗 28c を介して、電力供給電圧  $V_{AL}$  によって充電される。（ほんのわずかな秒数続き得る）プリチャージステップの終わりに、接触器 28b はオフになり、伝送スイッチ 14 はオンになる。

10

20

30

40

50

## 【0043】

「バックブーストコンバータ」と呼ばれる実施形態の1つとして、単なる例として、DC - DCコンバータ18は図2に図式的に示される。図2のDC - DCコンバータ18は、第1及び第2の端子50a'、50a''(後者は基準電圧Vref、例えばグランド基準又は負の基準電圧、と接続する)を含む。第1の端子50a'は第1のスイッチ52と接続されるのに対し、第2の端子50a''は第2のスイッチ54と接続される。従つて、第1のスイッチ52及び第2のスイッチ54は、電気ノード55の領域で互いに接続される。

## 【0044】

さらに、第1及び第2の端子50b'、50b''の間で、第1及び第2のスイッチ52、54によって形成される直列接続と並列に、蓄電池素子60(一般的には、キャパシタ又はキャパシタの配列)が介在する。

10

## 【0045】

最後に、電気ノード55はインダクタ62と接続される。

## 【0046】

第1及び第2のスイッチ52、54は、例えば逆導通IGBT素子、言い換えれば、逆並列に集められたそれぞれのダイオードにより提供されるIGBTである。

20

## 【0047】

使用するとき、双方向DC - DCコンバータは、補助電力供給アセンブリ3が電力を電気負荷10に供給するステップの間と、スーパーキャパシタの配列2、又は、代わりに、バッテリのスタックが充電されるステップの間との両方で使用される。明らかに、電力供給システム1は、図2で示されたタイプとは異なる、双方向DC - DCコンバータのその他の既知のタイプを含むことができる。

20

## 【0048】

さらに、2つの単方向DC - DCコンバータが使用され得る。例えば、ブーストコンバータとバックコンバータ、又は、伝送スイッチ14と補助電力供給ユニット3との間で接続される2つのバックブーストコンバータ。

30

## 【0049】

図4を参照して、図1及び2の電力供給システム1が動作する方法の例について説明する。

## 【0050】

図4において、x座標の“t”軸は時間軸であり、電力供給システム1によって実行される機能を識別する信号の時間の進行を示す。この目的のために、y座標の軸は、kWで示される、電力供給システム1を構成する異なる要素の間で交換される電力を示す。この図はまた、電動車両の異なる動作ステップと関連づけて電力曲線の進行を示すために、電動車両の速度(km/h)の進行を示す曲線をこれらの電力曲線に重ねて示す。

30

## 【0051】

曲線S1は、表示の均等性を確保するために電動車両の速度を10km/hで示す。時刻t<sub>0</sub>において、電動車両は駐車場にあると仮定され、その速度は0に等しい。時刻t<sub>0</sub>と時刻t<sub>1</sub>との間に電動車両は加速し、時刻t<sub>1</sub>で70km/hの最高速度に達する。

40

## 【0052】

曲線S2は、時刻t<sub>0</sub>と時刻t<sub>1</sub>との間、すなわち電動車両の加速ステップの間に主電力供給線により供給される電力を示す。曲線S3は、電動車両のモータ32によって吸収される電力を示す。

## 【0053】

ご覧の通り、主電力供給線12により供給される電力(曲線S2)は、最大値まで増加し、そして落ち着き、モータ32によって必要とされ吸収される電力の機能に応じてその値は次第に減少する。特に、モータ32は、時刻t<sub>1</sub>に近い時刻に達するとき、電力の要求を次第に減少させる。

## 【0054】

50

図4で分かるように、曲線S2は曲線S3の近くを進む。しかしながら、曲線S3は、モータによって吸収されるkWの値を、主電力供給線12により提供されるそれぞれのkWの値より常に大きく保つ。実際、本願発明によると、エネルギーの要求とその消費とが最大のステップの間に電動車両のモータ32へ付加的な電力（曲線S4）を供給するために、スーパーキャパシタの配列2に貯蔵されたエネルギーは、時刻 $t_0$ と時刻 $t_1$ との間にモータ32へ伝達される。従って、結果として、モータ32により吸収される電力は、主電力供給線12から引き込まれ得る電力よりも大きく、特に、スーパーキャパシタの配列2により提供される量と等しい量だけ大きい。

#### 【0055】

図2及び3を参照すると、時刻 $t_0$ と時刻 $t_1$ との間で動作ステップが行われる間、電力供給スイッチ22は閉である。このステップの間、スーパーキャパシタの配列2をDC-DCコンバータ18へ電気的に連結するように、且つ、バッテリのスタック4をDC-DCコンバータ18から電気的に分離するように、選択スイッチ16は制御される。キャパシタの配列の電圧レベルをブーストし、結果としてスーパーキャパシタの配列2に貯蔵されたエネルギーを電気負荷10へ伝送するため、伝送スイッチ14はON状態に制御され、DC-DCコンバータ18は一般的に「ブースト」モードで動作する。

#### 【0056】

時刻 $t_1$ に、電動車両は加速ステップを終了する。従って、その間に徐々に弱くなり、最低電圧値に達したスーパーキャパシタの配列2によって、モータへさらに電力を供給することは不要である。加速ステップが終了した後に、実質的に一定速度（「惰性走行（coasting）」と呼ばれる）の走行ステップ（時刻 $t_1$ と時刻 $t_2$ との間の時間間隔）が開始し、その間、主電力供給線12はモータへ電力を供給しない。このステップの間、電動車両は慣性によって走行する。主電力供給線12はモータへ電力を供給するために使用されないので、主電力供給線12により供給される電力は、この時間間隔 $t_1 - t_2$ の間、バッテリのスタック4を充電するために使用され得る。この目的のため、時刻 $t_1$ において、選択スイッチ16は、スーパーキャパシタの配列2をDC-DCコンバータ18から分離し、バッテリのスタック4をDC-DCコンバータ18へ連結する。スイッチ22はオンにされ、伝送スイッチ14も同様にオンにされる。充電電流は、主電力供給線12からDC-DCコンバータ18を経由して、バッテリのスタック4へ流れる。DC-DCコンバータ18は一般的に「バック」設定で動作する。

#### 【0057】

時刻 $t_2$ において、電動車両は制動ステップを開始する。このステップの間、モータ32はエネルギー発生器として働く。時刻 $t_2$ において、選択スイッチ16は、スーパーキャパシタの配列2をDC-DCコンバータ18へ電気的に連結するよう、且つ、バッテリのスタック4をDC-DCコンバータ18から電気的に分離するよう切り替わる。

#### 【0058】

主電力供給スイッチ22及び伝送スイッチ14はオンになる。DC-DCコンバータ18は「バック」モードで動作し、電流発生器として動作するモータ32によって提供されるエネルギーを受け取り、このようにしてそれをスーパーキャパシタの配列2へ向けて伝送し、そうすることによってスーパーキャパシタの配列2は充電される。

#### 【0059】

実際、曲線S4は、 $t_2$ と $t_3$ との間で負の値をとる（すなわち、スーパーキャパシタ2は電力を受け取り、エネルギーを貯蔵する）。同じ時間間隔で、曲線S3は負である。すなわち、モータは電力を吸収する代わりに発生する。モータによって提供されるエネルギーのすべてがスーパーキャパシタの配列2によって貯蔵されるとは限らない。モータから供給されるエネルギーがスーパーキャパシタの配列2の容量を超える場合、貯蔵されないエネルギーはそこから主電力供給線12へ導入され得る。後者が受け入れ可能な場合、エネルギーは、適切なチョッパーによって挿入される適切な制動抵抗器によって熱に変わる。これは図4において曲線S2によって示され、 $t_2$ と $t_3$ との間で負の値を有する（すなわち、主電力供給線12が電力を吸収する）。

10

20

30

40

50

## 【0060】

時刻  $t_3$  において、電動車両は制動ステップを終了し、停止する（例：電車の駅において）。このステップの間に、バッテリのスタック4の充電を完了し得る。この目的のために、駐車ステップが検出されたとき、選択スイッチ16は、バッテリのスタック4をDC-DCコンバータ18へ電気的に連結し、伝送スイッチ14を開に保つことによって、電気エネルギーを主電力供給線12からバッテリのスタック4へ提供する（DC-DCコンバータ18は一般的に「バック」モードで動作する）。

## 【0061】

本願発明の一態様によると、1つのステップから次のステップへの移行は、図4を参照して説明されたことに従って、電動車両全体の制御/監視システム（例：鉄道車両の場合、TCM - “Train Control and Monitoring System”）、すなわち、1つのトラクション及びエネルギー貯蔵チェーンを制御するトラクション制御部（TCU - “Traktion Control Unit”）によって制御される。このタイプの車内制御システムは、少なくとも1つのコントローラ又はマイクロコントローラ（例：マイクロコントローラ19）が提供される処理システムを一般的に含む。図4の動作ステップは、例えば、マイクロコントローラ19で実行される、図5に示されるようなステートマシンのステップとして説明される。

10

## 【0062】

図5を参照すると、ノードN1は、電動車両の加速ステップの間に補助電力供給をモータ32に提供するためにスーパーキャパシタの配列2が放電される状況を表す。電動車両が加速状態にとどまる限り（そして、明らかに、スーパーキャパシタの配列がエネルギーを供給するために十分に充電されている限り）、車内制御システムはノードN1の条件下にとどまる。

20

## 【0063】

ノードN2は、バッテリのスタック4の充電状態を表す。この状態は、すでに上述した通り、電動車両が駐車しているとき、又は、一定速度の走行ステップにあるとき（電力供給電圧  $V_{AL}$  によって供給されない、又は、最小限供給される）に発生する。電動車両がこの状態にとどまる限り、バッテリのスタック4は、主電力供給線12から取得されるエネルギーによって充電される。電動車両が加速するよう制御される場合、ノードN1のステップに戻る。

30

## 【0064】

ノードN3は、スーパーキャパシタの配列2が充電される状態を表す。ノードN1又はノードN2からノードN3への進展は、制動の存在下で、すなわち、モータ32が電気エネルギー発生器として動作するときに発生する。電動車両の制御システムが制動を介してエネルギー発生の状態にとどまる限り、ノードN3の状態にとどまる。加速の存在下で、ノードN3ノードN1への移行が存在し、そうでなければ、電動車両の駐車の、又は、供給のない走行の存在下で、ノードN2への移行が存在する。

## 【0065】

バッテリのスタック4は、例えば主電力供給線12の一般的な障害のような特定の場合に、又は、バッテリのスタック4が電動車両の電力の唯一のソースである条件下で、電力を電動車両へ供給するために使用される。これらの場合において、バッテリのスタックによって提供されるエネルギーは、電動車両を安全な場所へ移動するために、例えば、トンネルから脱出するため又は電車の駅か街の近くに到着するために使用される。この目的のために、システムが主電力供給電圧  $V_{AL}$  の欠如を検出し、且つ、電動車両の走行を許可するために電気モータ32に電力を供給することが必要な場合、ノードN1、N2及びN3から、バッテリのスタック4が電気モータ32へ電力を供給することにより放電されるノードN4への移行が存在する。制動ステップの間、電力供給電圧  $V_{AL}$  が存在するか否かに関わらずノードN3に戻り、そうでなければ、ノードN3の状態にとどまる。電力供給電圧  $V_{AL}$  が復帰するとき、必要に応じて、ノードN4からノードN1、N2及びN3への移行が存在し得る。

40

50

## 【0066】

図6は、加速、一定速度での走行、及び制動を制御するために、特にトラクションコンバータ30を介して主電力供給線12と電気的に連結し、且つ、電動車両100のトラクションシステムと動作可能なように連結する電気モータ32と、図5のステップを実行するよう構成される、マイクロコントローラ19を含む制御システム102と、上述したそれぞれの実施例に従う、図1又は図2の電力供給システム1と、を含む電動車両100を図式的に示す。

## 【0067】

電動車両は以下からなるグループから選択される：電車、トロリーバス、又は、一般的な外部電力供給ネットワークによって電力を供給される他の電動車両。

10

## 【0068】

上述され、添付された図面に示された特徴の分析より、本願発明が達成しようとする長所を明らかに理解することができる。特に、本願発明の結果、

(i) 制動ステップの間に車両の運動エネルギーを車内で収穫し、スーパーキャパシタに貯蔵される電気エネルギーに変換し、以下の加速ステップにおいて再使用することによって、車両のエネルギー効率を向上させ得る。これは、コスト及び環境の持続可能性の観点における鉄道会社にとっての優れた強みであるとともに、メーカーがエネルギー消費を削減することを許す。

(ii) 主電力供給線の電力のピーク及び実効電流を制限し得る。すなわち、主電力供給線の同一のピーク電力を仮定すると、鉄道車両のピーク性能を増加させ得る。これは、基幹施設に投資することなく、特に電力供給変電所をさらに開発したり増加させたりする必要なしに、メーカーが保有鉄道車両の性能を向上させる（言い換えれば、線上の車両の数を増加させる、すなわち、加速の観点からはその性能を向上させる）ことを許す。

20

(iii) 電動車両は、主電力供給なしで著しい長さの経路をカバーすることが可能である。これは、車両の用途をより広くし、主電力供給線の存在と両立しない歴史的及び建築学的価値を有する場所、主電力供給線の存在しない倉庫又は修理店、基幹施設で実施される保守作業により電力が供給されない主電力供給線の区域、例えば主電力供給線の電力供給故障の場合、乗客を安全に外に出すために車両をトンネルの外へ出し駅に到着することを許す緊急走行、及び、主電力供給線の凍結した小区域を含む経路で使用されることを許す。

30

## 【0069】

スーパーキャパシタの配列は、電動車両の1回の制動で収穫されるエネルギーを貯蔵することができるようなサイズにすることができる。このエネルギーは、電動車両が駐車している限りスーパーキャパシタに保持され、加速ステップの間に速やかに供給され、結果としてスーパーキャパシタを初期の「放電」状態に戻し、以下の制動ステップのエネルギーを貯蔵する準備がなされる。このエネルギー交換は、極めて短い時間（約10秒）の間の関連のあるピーク電力（電動車両次第で、約数百kW）によって特徴づけられ、従って、適度なエネルギーを有する。結果として、スーパーキャパシタは、適度な重みの部品の関連するピーク電力を吸収する／供給する能力のおかげで、非常に便利であると分かる部品である。

40

## 【0070】

他方で、バッテリのスタックは、主電力供給線の電力供給がない場合に車両を動かすために必要とされる大量のエネルギーを貯蔵するためのサイズである。この走行モードは低速で起こるので、必要とされる充電電力は制限される。他方で、バッテリは相対的に短時間で、電動車両のすべての「惰性走行」（一定速度で走行すること）及び駐車ステップ（例えば、2つのバッテリ走行ステップの間で生じる）を利用して充電され得る。通常の加速及び制動のサイクルの間、バッテリは環境発電を実行するために使用されないため、バッテリによって供給され得る制限された比電力（specific power）は重要なサイズの制限を構成せず、それらの比エネルギー（specific energy）は全部利用され得る。同様に、バッテリが経験する充電及び放電サイクルの数は、スーパーキャパシタが受けるそれより

50

も非常に少なく、それらの耐用期間の間に許される制限された数に対応する。

【0071】

鉄道車両に一般的に存在する低電圧の車内サービスのバッテリとは違って、本願発明の実施態様に従って使用されるリチウムバッテリは、トラクション回路へ（言い換えれば、電気モータ32へ）接続され、そして、従って、それらはガルバニック絶縁を確保するために動作する充電器を必要としない。従って、リチウムバッテリの充電／放電曲線を温度にも応じて実行することは可能なので、スーパーキャパシタ（言い換えれば、DC-DCコンバータ18及びスイッチ16）とのエネルギー交換のために使用される電力回路はまた、バッテリからの電力を充電／入手するためにも使用される。特に、多くのスペースを占めるコンバータの部品であるインダクタ62は、重く高価であり、ユニークであり、スーパーキャパシタの充電／放電モードとバッテリの充電／放電モードとの両方で動作する。  
10

【0072】

最後に、添付の図面を参照して上述された特徴は、添付された特許請求の範囲に記述される本願発明の保護の範囲をこの理由により超えることなく、変更及び変形され得る。

【0073】

例えば、バッテリのスタックによって及び／又はスーパーキャパシタ2によって生成される電圧レベルが、電気負荷10が電力を直接供給されるような場合、DC-DCコンバータ18は一方向のコンバータであり、バッテリのスタック／スーパーキャパシタ2を充電するために（逆もまた同様に）、ネットワーク電圧 $V_{AL}$ の及び負荷10により生成される電圧の変換を行うように適合する。さらに、ネットワーク電圧 $V_{AL}$ 及び負荷10により生成される電圧が、バッテリのスタック／スーパーキャパシタ2を充電するためにDC-DC変換を必要としない場合、DC-DCコンバータは省略され得る。  
20

【0074】

特に、バッテリのスタック4は、例えばリチウム、鉛、NiCd、NiMH、ZEBRA又は他の、全ての利用可能な技術のバッテリを含み得る。同様に、スーパーキャパシタの配列はウルトラキャパシタによって置き換えられ得る。

【0075】

一般的に、補助電力供給アセンブリ3は、第1の蓄電池モジュール（上述されたスーパーキャパシタの配列2に対応）、及び、第2の蓄電池モジュール（上述されたバッテリのスタック4に対応）を含む。2つの蓄電池モジュールのそれぞれの電圧値は、ある制限内で、線間電圧と調和するよう適切に決定され得るが、バッテリモジュールは充電及び放電ステップの間にあまり変わらない電圧を有するのに対して、スーパーキャパシタは充電及び放電ステップの間に大きな電圧変動、例えば50%の変動、を受ける。さらに、図7は、現在市場で入手可能ないくつかのスーパーキャパシタ及びバッテリの性能の電力密度-エネルギー密度図を示す。例えば、電力は重量単位で供給／吸収されるものとして考慮され、エネルギーは重量単位で貯蔵／解放されるものとして考慮される。  
30

【0076】

本願発明によると、重量と、占めるスペースと、電力供給及び環境発電システムのコストとを最小化するために、第1の蓄電池モジュールは、その低いエネルギー密度を受け入れるために、高電力密度を供給しなければならず、且つ、その耐用期間に多くのサイクルを可能にしなければならない。反対に、第2の蓄電池モジュールは、その低い電力密度（すなわち、第1の蓄電池モジュールにより提供される電力密度より低い）と、その耐用期間に少数の充電／放電サイクルを担う能力（すなわち、第1の蓄電池モジュールが担い得る充電／放電サイクルの数より少ない）とを受け入れるために、高いエネルギー密度（第1の蓄電池モジュールにより提供されるエネルギー密度より高い）を供給しなければならない。  
40

【図1】

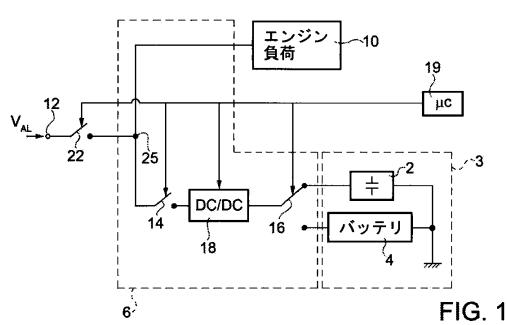


FIG. 1

【図3A】

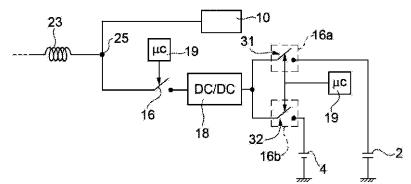


FIG. 3A

【図3B】

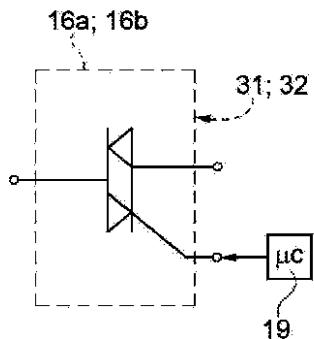


FIG. 3B

【図2】

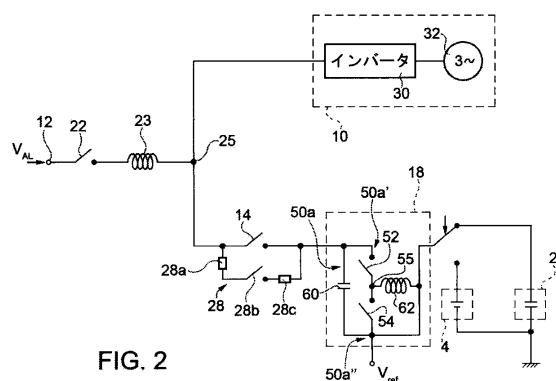
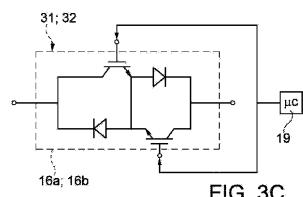
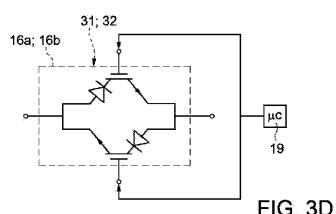


FIG. 2

【図3C】



【図3D】



【図4】

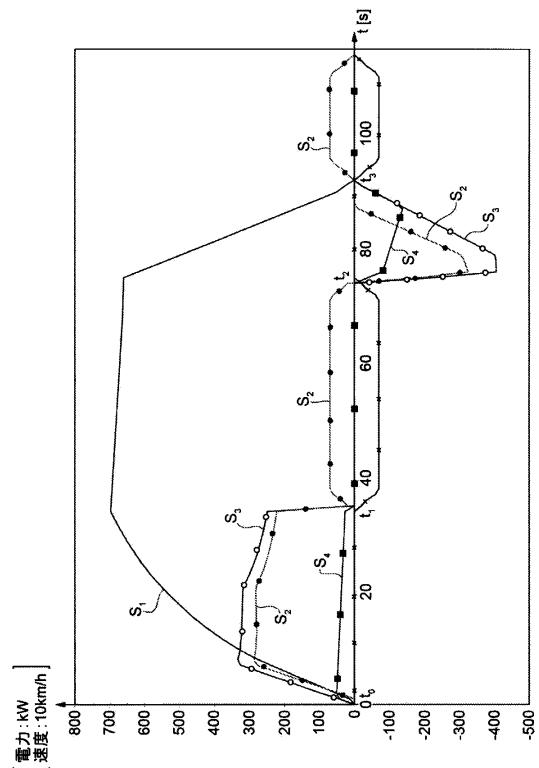


FIG. 4

【図5】

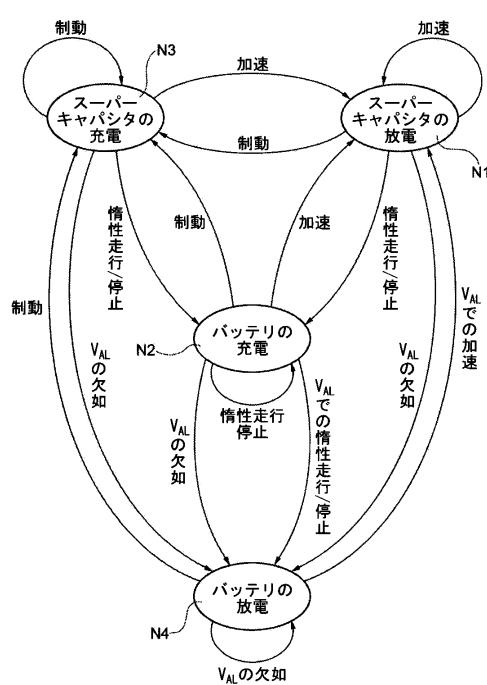


FIG. 5

【図6】

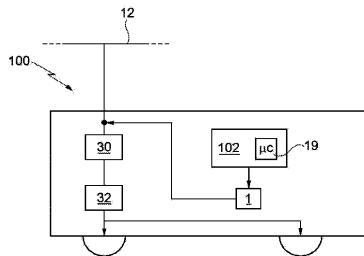


FIG. 6

【図7】

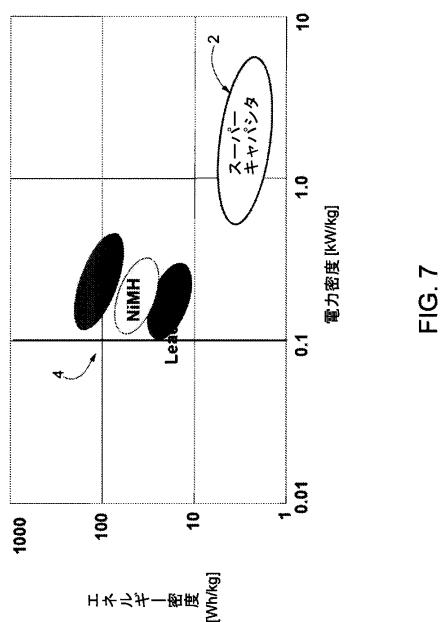


FIG. 7

---

フロントページの続き

(74)代理人 100159259

弁理士 竹本 実

(72)発明者 ルイージ フラテッリ

イタリア国, イ-80147 ナポリ, ピア アルジーネ, 425, チ/オ ヒタチ レール イ  
タリー ソチエタ ペル アツィオニ

(72)発明者 ピンチエンツォ インプロータ

イタリア国, イ-80147 ナポリ, ピア アルジーネ, 425, チ/オ ヒタチ レール イ  
タリー ソチエタ ペル アツィオニ

審査官 高野 誠治

(56)参考文献 特表2007-523589 (JP, A)

特開平04-340328 (JP, A)

特開2009-273198 (JP, A)

特開2001-260718 (JP, A)

特開2010-252524 (JP, A)

特開2014-150718 (JP, A)

特開2013-187031 (JP, A)

国際公開第2013/161550 (WO, A1)

米国特許第08027760 (US, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/00 - 7/12

H02J 7/34 - 7/36

B60L 1/00 - 3/12

B60L 7/00 - 13/00

B60L 15/00 - 58/40