

(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2015-192533

(P2015-192533A)

(43) 公開日 平成27年11月2日 (2015.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 7/34 (2006.01)	H02J 7/34 B	5E078
B60R 16/03 (2006.01)	B60R 16/02 670A	5G503
H01M 10/48 (2006.01)	H01M 10/48 301	5H030
H01M 10/615 (2014.01)	H01M 10/615	5H031
H01M 10/633 (2014.01)	H01M 10/633	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-68304 (P2014-68304)
 (22) 出願日 平成26年3月28日 (2014.3.28)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (71) 出願人 312005957
 三菱重工マシナリーテクノロジー株式会社
 広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号
 (74) 代理人 100134544
 弁理士 森 隆一郎
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100126893
 弁理士 山崎 哲男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力供給装置および移動体

(57) 【要約】

【課題】電力供給装置において、キャパシタ側にコンバータを接続する必要がなく、かつ、キャパシタの実効的な容量をより大きくできるようにする。

【解決手段】電力供給装置が、負荷と接続され、かつ、電力源から電力を受給可能な直流バスと、前記直流バスとの間で充放電を行う蓄電池と、前記蓄電池と前記直流バスとの間に設けられた充放電制御装置と、前記直流バスと直接接続されたリチウムイオンキャパシタと、を具備する。

【選択図】 図1

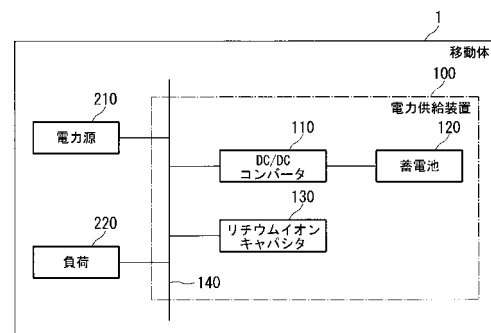


図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

負荷と接続され、かつ、電力源から電力を受給可能な直流バスと、
前記直流バスとの間で充放電を行う蓄電池と、
前記蓄電池と前記直流バスとの間に設けられた充放電制御装置と、
前記直流バスと直接接続されたりチウムイオンキャパシタと、
を具備する電力供給装置。

【請求項 2】

前記リチウムイオンキャパシタの充放電電流測定値を時間積分して前記リチウムイオン
キャパシタの電荷量を求める電荷量取得部を具備する請求項 1 に記載の電力供給装置。

10

【請求項 3】

前記リチウムイオンキャパシタの温度および前記蓄電池の温度の少なくともいずれかを
求める温度取得部を具備し、

前記充放電制御装置は、前記温度取得部が取得した温度が所定の温度より低いと判定す
ると、前記リチウムイオンキャパシタと前記蓄電池との間で充放電を行わせる、

請求項 1 または請求項 2 に記載の電力供給装置。

【請求項 4】

負荷の変動によって変動する前記直流バスの電圧変動の上限値及び下限値に対して

前記リチウムイオンキャパシタの電圧の上限値は、前記直流バスの上限値よりも高く設
定されており、かつ、前記リチウムイオンキャパシタの電圧の下限値は、前記直流バスの
下限値よりも低く設定されている、

20

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の電力供給装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の電力供給装置を具備する移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力供給装置および移動体に関する。

【背景技術】

【0002】

30

環境対策や燃費の向上によるライフサイクルコスト（Life Cycle Cost）向上のため、
バッテリー等を利用し回生電力の再利用を可能とした機器の製品化が進んでいる。

ここで、バッテリーは高容量化が比較的容易だが出力特性はそれほど高くなく、バッテリ
を用いた機器の設計に関して出力性能の満足がボトルネックとなる場合がある。そこで、
高容量化が比較的容易なバッテリーと、高出力化が比較的容易なキャパシタとを組み合わせ
たハイブリッド給電が提案されている。

【0003】

ハイブリッド給電に関連して幾つかの技術が提案されている。

例えば、特許文献 1 に記載の電源装置では、キャパシタ電圧が第 1 の基準電圧よりも大
きいときには、燃料電池システムの燃料ガス供給装置、酸素含有ガス供給装置など燃料電
池の補機を停止する。キャパシタ電圧が第 2 の基準電圧より小さくなると、燃料電池シス
テムを運転して燃料電池から電力を得る。

40

特許文献 1 では、これにより、燃料電池を備える電源装置において、電源装置全体のエ
ネルギー効率が低下するのを防止する、とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007-236197 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0005】

ハイブリッド給電において、キャパシタ側にコンバータを接続させる構成が用いられる場合がある。その理由は、キャパシタの電荷が減少して電圧が低下すると一般的な主機インバータの電圧範囲より低くなってしまうことから、キャパシタと主機インバータとを直接接続した構成では、キャパシタを電荷の多い状態にしておく必要があり、キャパシタの実効的な容量が小さくなってしまうためである。

【0006】

しかしながら、キャパシタ側にコンバータを接続させる構成では、コンバータの制御が遅れた場合に、バッテリーに大電流が流れる可能性がある。かかる大電流に対応するため、バッテリーの設計マージンを大きくとるか、フィードバック制御のような応答性の遅い制御を回避するか、あるいは、高速応答可能な高価な電圧・電流センサを用いる必要がある。

10

【0007】

あるいは、バッテリーとキャパシタとの両方にコンバータを取り付けることで上記の大電流に対応することも考えられるが、複数のコンバータを用いるため製造コストやランニングコストが増加してしまう。

また、特許文献1には、キャパシタと主機インバータとを直接接続する構成が示されているが、キャパシタの実効的な容量が小さくなってしまうことに対する対策は示されていない。

【0008】

本発明は、キャパシタ側にコンバータを接続する必要がなく、かつ、キャパシタの実効的な容量をより大きくすることのできる、電力供給装置および移動体を提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の態様によれば、電力供給装置は、負荷と接続され、かつ、電力源から電力を受給可能な直流バスと、前記直流バスとの間で充放電を行う蓄電池と、前記蓄電池と前記直流バスとの間に設けられた充放電制御装置と、前記直流バスと直接接続されたリチウムイオンキャパシタと、を具備する。

【0010】

前記リチウムイオンキャパシタの充放電電流測定値を時間積分して前記リチウムイオンキャパシタの電荷量を求める電荷量取得部を具備するようにしてもよい。

30

【0011】

前記リチウムイオンキャパシタの温度および前記蓄電池の温度の少なくともいずれかを求める温度取得部を具備し、前記充放電制御装置は、前記温度取得部が取得した温度が所定の温度より低いと判定すると、前記リチウムイオンキャパシタと前記蓄電池との間で充放電を行わせるようにしてもよい。

【0012】

負荷の変動によって変動する前記直流バスの電圧変動の上限値及び下限値に対して前記リチウムイオンキャパシタの電圧の上限値は、前記直流バスの上限値よりも高く設定されており、かつ、前記リチウムイオンキャパシタの電圧の下限値は、前記直流バスの下限値よりも低く設定されているようにしてもよい。

40

【0013】

本発明の第2の態様によれば、移動体は、上記のいずれかの電力供給装置を具備する。

【発明の効果】

【0014】

上記した電力供給装置および移動体によれば、キャパシタ側にコンバータを接続する必要がなく、かつ、キャパシタの実効的な容量をより大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の第1の実施形態における移動体の機能構成を示す概略ブロック図である。

50

【図 2】本発明の第 2 の実施形態における移動体の機能構成を示す概略ブロック図である。

【図 3】同実施形態におけるコントローラが行う負荷配分における処理手順の例を示す説明図である。

【図 4】本発明の第 3 の実施形態における移動体の機能構成を示す概略ブロック図である。

【図 5】同実施形態におけるリチウムイオンキャパシタの温度と抵抗値との関係の例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施形態を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0017】

<第 1 の実施形態>

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態における移動体の機能構成を示す概略ブロック図である。同図において、移動体 1 は、電力供給装置 100 と、電力源 210 と、負荷 220 とを具備する。電力供給装置 100 は、DC/DC コンバータ 110 と、蓄電池 120 と、リチウムイオンキャパシタ 130 と、直流バス 140 とを具備する。DC/DC コンバータ 110 と、リチウムイオンキャパシタ 130 と、電力源 210 と、負荷 220 とは、それぞれ直流バス 140 に接続している。また、DC/DC コンバータ 110 は蓄電池 120 にも接続している。

【0018】

移動体 1 は、電力を用いて移動（例えば走行）する装置である。例えば、RTG（Rubber Tired Gantry Crane、タイヤ式トランスファークレーン）、または、鉄道車両など様々な移動体を移動体 1 とすることができる。

負荷 220 は、電力を消費する装置である。負荷 220 は、例えば、モータなど移動体 1 の動力源、または、照明装置や通信機器などの補機、あるいはこれらの組み合わせなど、電療を消費する様々な装置を負荷 220 とすることができる。

電力源 210 は、直流バス 140 を介して負荷 220 に電力を供給する。電力源 210 は、例えば発電機または燃料電池など電力を生成する装置であってもよいし、例えば鉄道車両のパンタグラフなど移動体 1 の外部から電力の供給を受ける装置であってもよい。電力源 210 は、直流バス 140 へ電力を常時出力するものであってもよいし、断続的に出力するものであってもよい。

【0019】

電力供給装置 100 は、電力源 210 からの電力を蓄え、電力源 210 からの電力の不足時に負荷 220 に電力を供給する。

蓄電池 120 は、直流バス 140 との間で充放電を行う。

DC/DC コンバータ 110 は、蓄電池 120 と直流バス 140 との間に設けられ、バス電圧と電池電圧との電圧変換を行う。また、DC/DC コンバータ 110 は、蓄電池 120 の充放電を制御する。DC/DC コンバータ 110 は、充放電制御装置の例に該当する。

【0020】

リチウムイオンキャパシタ 130 は、直流バス 140 と直接（すなわち、他の機器を介さずに）接続され、直流バス 140 との間で充放電を行う。

ここで、リチウムイオンキャパシタは、例えばリチウムイオンバッテリーなどの蓄電池よりも出力特性に優れており、より大きい電力を出力可能である。一方、リチウムイオンキャパシタは、容量特性では蓄電池よりも劣っている。

また、電気二重層コンデンサ（Electric Double-Layer Capacitor；EDLC）が放電して電圧 0 に近づくのに対し、リチウムイオンキャパシタは、例えばセル電圧範囲が 2 .

10

20

30

40

50

2 ボルト (V) から 3.8 ボルトであるなど、放電を行ってもある程度の大きさの電圧値を維持している。このため、図 1 のようにリチウムイオンキャパシタ 130 を直流バス 140 に直接接続して直流バス 140 の電圧可変範囲内 (例えば、負荷 220 の例としての主機インバータの制御可能電圧範囲内) でリチウムイオンキャパシタ 130 に充放電を行わせても、リチウムイオンキャパシタ 130 の実効容量の低下が少なくて済む。

【0021】

以上のように、直流バス 140 は、負荷 220 と接続され、かつ、電力源 210 から電力を受給可能であり、蓄電池 120 とリチウムイオンキャパシタ 130 とが直流バス 140 との間で充放電を行う。特にリチウムイオンキャパシタ 130 は、直流バス 140 と直接接続されている。

10

このように、キャパシタとしてリチウムイオンキャパシタ 130 を用いることで、直流バス 140 の電圧可変範囲内でリチウムイオンキャパシタ 130 に充放電を行わせても、リチウムイオンキャパシタ 130 の実効容量の低下が少なくて済む。

電力供給装置 100 では、リチウムイオンキャパシタ 130 を具備することで、蓄電池のみを有する構成との比較において、蓄電池 120 の出力を小さくすることができる。蓄電池 120 の出力が小さくて済むことで、DC/DC コンバータ 110 の出力も小さなものとすることができる。これにより、電力供給装置 100 では、製造コストや運用コストを低減させ得る。

【0022】

また、電気二重層コンデンサを用いる構成との比較において、電力供給装置 100 では、リチウムイオンキャパシタ 130 を直流バス 140 に直接接続しても、リチウムイオンキャパシタ 130 の実効容量の低下が少なくて済む。

20

また、キャパシタ側にコンバータを設ける構成との比較において、高容量のコンバータが不要となる。これにより、電力供給装置 100 では、製造コストや運用コストを低減させ得る。また、応答の遅れによる問題が生じないため、高速応答可能な高価な電圧・電流センサを用いる必要無しに電力フィードバック制御を行うことができ、もって、負荷配分をより適切に決定し得る。

【0023】

リチウムイオンキャパシタ 130 の電圧の上限値は、例えば、負荷の変動によって変動する直流バス 140 の電圧変動の上限値よりも高く設定される。また、リチウムイオンキャパシタ 130 の電圧の下限値は、例えば、直流バス 140 の電圧変動の下限値よりも低く設定される。

30

【0024】

< 第 2 の実施形態 >

第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態で説明した電力供給装置のさらに具体的な例について説明する。

図 2 は、本発明の第 2 の実施形態における移動体の機能構成を示す概略ブロック図である。同図において、移動体 1 は、電力供給装置 100 と、電力源 210 と、負荷 220 とを具備する。電力供給装置 100 は、DC/DC コンバータ 110 と、蓄電池 120 と、リチウムイオンキャパシタ 130 と、直流バス 140 と、を具備する。

40

【0025】

同図において、図 1 の各部に対応して同様の機能を有する部分には同一の符号 (1、100、110、120、130、140、210) を付して説明を省略する。

図 2 では、コントローラ 190 が明示されている点、および、負荷 220 の例としてインバータ 221 が示されている点で、図 1 と異なる。

インバータ 221 は、例えば移動体 1 の走行用モータに接続されるインバータなど、主機インバータ (主機に接続されるインバータ) である。

【0026】

コントローラ 190 は、DC/DC コンバータ 110 を制御することで、蓄電池 120 とリチウムイオンキャパシタ 130 との負荷配分を行う。

50

ここで、リチウムイオンキャパシタ 130 を用いることで、蓄電池 120 の負担するピーク電力を抑え、ピーク電力に合わせて大容量となっていた蓄電池 120 を、より小さな容量としている。かかる蓄電池 120 の小容量化に対応して、コントローラ 190 は、負荷の大きさに応じた負荷配分を行う。

【0027】

図 3 は、コントローラ 190 が行う負荷配分における処理手順の例を示す説明図である。

同図の処理において、コントローラ 190 は、電力供給装置 100 に対する要求される負荷（出力電力） P が、所定の力行閾値 $P1$ より大きいかなんかを判定する（ステップ S101）。力行閾値 $P1$ は、蓄電池 120 が放電可能な電力の範囲内で設置されている。

10

【0028】

要求される負荷 P が力行閾値 $P1$ より大きいと判定した場合（ステップ S101、YES）、コントローラ 190 は、リチウムイオンキャパシタ 130 に対して $P - P1$ の負荷を配分し、蓄電池 120 に対して $P1$ の負荷を配分する（ステップ S102）。このように、コントローラ 190 は、比較的出力の小さい蓄電池 120 には一定の負荷を配分し、比較的出力の大きいリチウムイオンキャパシタ 130 に対して不足分の電力を配分する。

【0029】

一方、要求される負荷 P が力行閾値 $P1$ 以下であると判定した場合（ステップ S101、NO）、コントローラ 190 は、電力供給装置 100 に対する要求される負荷 P が、所定の回生閾値 $P2$ より小さいかなんかを判定する（ステップ S111）。回生閾値 $P2$ は、蓄電池 120 が充電可能な電力の範囲内で設置されている負値（充電要求を示す）である。

20

【0030】

要求される負荷 P が回生閾値 $P2$ より小さいと判定した場合（ステップ S111、YES）、コントローラ 190 は、リチウムイオンキャパシタ 130 に対して $P - P2$ の充電電力を配分し、蓄電池 120 に対して $P2$ の充電電力を配分する（ステップ S112）。このように、コントローラ 190 は、充電可能電力の比較的小さい蓄電池 120 には一定の充電電力を配分し、充電可能電力の比較的大きいリチウムイオンキャパシタ 130 に対して余剰分の充電電力を配分する。

【0031】

要求される負荷 P が回生閾値 $P2$ 以上であると判定した場合（ステップ S121、YES）、容量の比較的小さいリチウムイオンキャパシタ 130 の電荷を目標値として優先的に充電させ、次に、蓄電池 120 の SOC（State Of Charge、充電率）を目標値として負荷配分を行う。

30

負荷配分を行うために、コントローラ 190 は、以下を測定する。

【0032】

1. 直流バス電圧（電圧 $V11$ ）。
2. インバータ 221 を流れる電流と、電力源 210 からの電流との差（電流 $C11$ ）。
3. DC/DC コンバータ 110 を介して蓄電池 120 の方へ流れる電流（電流 $C12$ ）。
4. リチウムイオンキャパシタ 130 の電流（電流 $C13$ ）。

40

【0033】

電圧 $V11 \times$ 電流 $C11$ にて、蓄電池 120 およびリチウムイオンキャパシタ 130 への入力電力が求まる。

電圧 $V11 \times$ 電流 $C12$ にて、蓄電池 120 に入る電力が求まる。

また、電圧 $V11 \times$ 電流 $C13$ にて、リチウムイオンキャパシタ 130 の電力が求まる。

このように、電力配分元の電力と、配分先の電力とが求まる。

【0034】

50

また、コントローラ 190 は、リチウムイオンキャパシタ 130 の充電率（電荷量）と、蓄電池 120 の充電率とを算出する。

ここで、コントローラ 190 は、リチウムイオンキャパシタ 130 の電流 i を時間積分し、式（１）に基づいてリチウムイオンキャパシタ 130 の電荷量 Q を算出する。

【００３５】

【数 １】

$$Q = \int i dt \quad \dots (1)$$

【００３６】

10

コントローラ 190 は、電荷量取得部の例に該当する。

電流に誤差が含まれる場合、電荷量算出値の真値に対する誤差が増大する可能性がある。そこで、コントローラ 190 は、電流一定以下のタイミングで式（２）に基づいてリチウムイオンキャパシタ 130 の電荷量 Q の算出値をリセットする。

【００３７】

【数 ２】

$$Q = CV \quad \dots (2)$$

【００３８】

20

ここで、 C は静電容量である。

リチウムイオンキャパシタ 130 の充電量を電圧から判断した場合、リチウムイオンキャパシタ 130 の電荷による電圧に加えて、リチウムイオンキャパシタ 130 の内部抵抗による電圧を測定することになる。その結果、回生時において、リチウムイオンキャパシタ 130 の電荷による電圧よりも高い電圧を測定し、充電量が実際よりも多く算出される。その結果、充電量が目標充電量に達していなくても充電を打ち切ってしまう可能性がある。

また、力行時において、リチウムイオンキャパシタ 130 の電荷による電圧よりも低い電圧を測定し、充電量が実際よりも少なく算出される。その結果、リチウムイオンキャパシタ 130 の充電量が目標充電量より多い場合でも、リチウムイオンキャパシタ 130 からの放電を打ち切ってしまう可能性がある。

30

これに対して、コントローラ 190 は、リチウムイオンキャパシタ 130 の電流を積分して電荷量を求めることで、リチウムイオンキャパシタ 130 の電荷量をより正確に求めることができ、負荷配分をより適切に行うことができる。

【００３９】

以上のように、コントローラ 190 は、リチウムイオンキャパシタ 130 の充放電電流測定値を時間積分してリチウムイオンキャパシタの電荷量を求める。これにより、コントローラ 190 は、リチウムイオンキャパシタ 130 の電荷量をより正確に求めることができ、負荷配分をより適切に行うことができる。

【００４０】

40

< 第 3 の実施形態 >

図 4 は、本発明の第 3 の実施形態における移動体の機能構成を示す概略ブロック図である。同図において、移動体 3 は、電力供給装置 300 と、電力源 210 と、負荷 220 とを具備する。電力供給装置 300 は、DC / DC コンバータ 110 と、蓄電池 120 と、リチウムイオンキャパシタ 130 と、直流バス 140 と、コントローラ 390 と、温度取得部 391 とを具備する。

【００４１】

同図において、図 1 の各部に対応して同様の機能を有する部分には同一の符号（110、120、130、140、210、220）を付して説明を省略する。

温度取得部 391 は、リチウムイオンキャパシタ 130 の温度および蓄電池 120 の温

50

度の少なくともいずれかを求める。

コントローラ 390 は、前記温度取得部が取得した温度が所定の温度より低いと判定すると、DC/DC コンバータ 110 を制御して、リチウムイオンキャパシタ 130 と蓄電池 120 との間で充放電を行わせる。コントローラ 390 と DC/DC コンバータ 110 との組み合わせにて、充放電制御装置の例に該当する。

【0042】

図 5 は、リチウムイオンキャパシタ 130 の温度と抵抗値との関係の例を示すグラフである。同図のグラフの横軸は温度を示し、縦軸は抵抗値を示す。

同図に示すように、リチウムイオンキャパシタ 130 の温度が低くなるほど抵抗値（内部抵抗）が大きくなる。蓄電池 120 も同様である。

10

【0043】

内部抵抗が大きくなることで、通電時の電圧変化が大きくなる。その結果、直流バス 140 の電圧変化可能範囲内（例えば、負荷 220 としての主機インバータの動作電圧範囲内）で行える充放電量が低減する。すなわち、リチウムイオンキャパシタ 130 の実効容量が低下してしまう。

ここで、空調設備等を設けて低温を防止することや、低温動作を考慮してリチウムイオンキャパシタ 130 の容量や蓄電池 120 の容量を大きくすることも考えられるが、設備コストが増大してしまう。

【0044】

そこで、コントローラ 390 がタイマ機能を有し、移動体 1 の始動前に温度取得部 391 の取得した温度が低温か否か（例えば、図 5 に示す温度閾値 T11 以下か否か）を判定する。低温であると判定した場合、コントローラ 390 は、DC/DC コンバータ 110 を制御して、リチウムイオンキャパシタ 130 と蓄電池 120 との間で充放電を行わせる。コントローラ 390 は、例えば、温度取得部 391 の取得する温度が温度閾値より大きくなるまで、リチウムイオンキャパシタ 130 と蓄電池 120 との間で充放電を行わせる。

20

【0045】

以上のように、温度取得部 391 は、リチウムイオンキャパシタ 130 の温度および蓄電池 120 の温度の少なくともいずれかを求める。そして、コントローラ 390 は、温度取得部 391 が取得した温度が所定の温度より低いと判定すると、DC/DC コンバータ 110 を制御して、リチウムイオンキャパシタ 130 と蓄電池 120 との間で充放電を行わせる。

30

これにより、移動体 3 では、リチウムイオンキャパシタ 130 や蓄電池 120 の内部抵抗を低減させ、実効容量の低減を回避することができる。

【0046】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【符号の説明】

【0047】

40

- 1、3 移動体
- 100、300 電力供給装置
- 110 DC/DC コンバータ
- 120 蓄電池
- 130 リチウムイオンキャパシタ
- 140 直流バス
- 190、390 コントローラ
- 210 電力源
- 220 負荷
- 221 インバータ

50

3 9 1 温度取得部

【図 1】

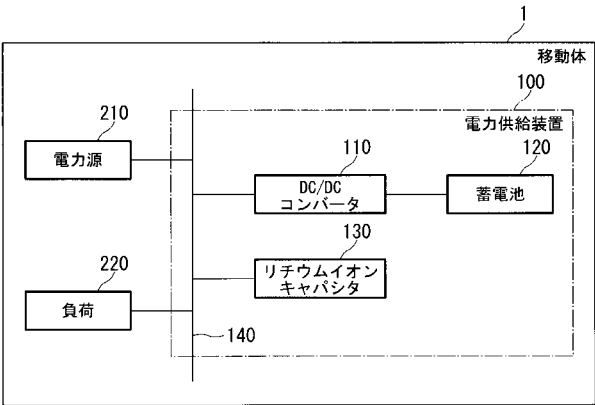


図 1

【図 2】

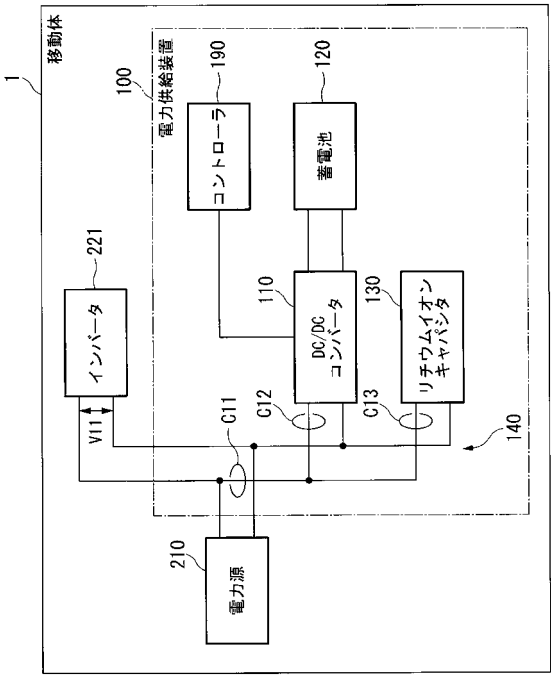


図 2

【図 3】

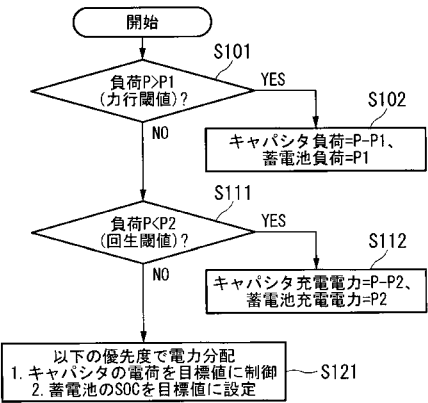


図 3

【図 4】

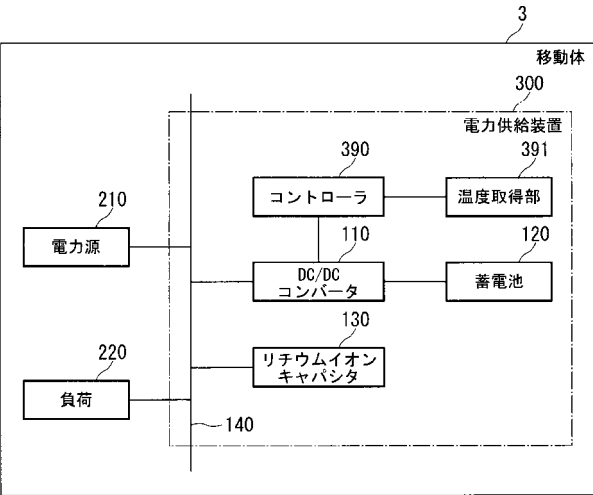


図 4

【図 5】

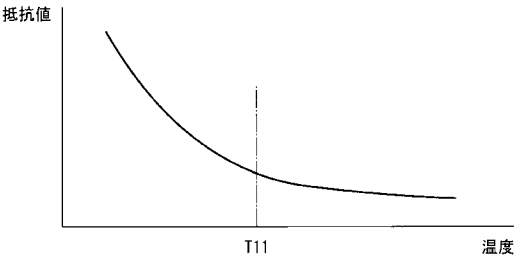


図5

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)	
H 0 1 G	9/28	(2006.01)	H 0 1 G	9/00	5 3 1
H 0 1 G	11/08	(2013.01)	H 0 1 G	11/08	
H 0 1 M	10/637	(2014.01)	H 0 1 M	10/637	

(74)代理人 100149548

弁理士 松沼 泰史

(72)発明者 若杉 一幸

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 森田 克明

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 吉岡 伸郎

広島県広島市西区観音新町四丁目 6 番 2 2 号 三菱重工マシナリーテクノロジー株式会社内

(72)発明者 古川 祐紀

広島県広島市西区観音新町四丁目 6 番 2 2 号 三菱重工マシナリーテクノロジー株式会社内

F ターム (参考) 5E078 AA01 AA15 AB06 JA02 JA04 JA05 JA12 ZA11

5G503 AA05 AA07 BA04 BB01 CA05 CA08 CB11 DA19 GB03 GB06

GD06

5H030 AA01 AS08 BB01 BB08 FF22

5H031 AA09 HH06 KK03