

(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2023-18328  
(P2023-18328A)

(43)公開日 令和5年2月8日(2023.2.8)

(51)Int.Cl.  
H02J 7/00 (2006.01)  
H02J 7/02 (2016.01)

F I  
H02J 7/00  
H02J 7/02

S  
H

テーマコード(参考)  
5G503

		審査請求		未請求	請求項の数	16	O L	(全 60 頁)
(21)出願番号	特願2021-122374(P2021-122374)	(71)出願人	510078160	N E x T - e   S o l u t i o n s 株式会 社 東京都世田谷区若林一丁目18番10号 京阪世田谷ビル6F				
(22)出願日	令和3年7月27日(2021.7.27)							
		(74)代理人	110000877	弁理士法人R Y U K A 国際特許事務所				
		(72)発明者	中尾 文昭	東京都世田谷区若林一丁目18番10号 みかみビル6F N E x T - e   S o l u t i o n s 株式会社内				
		(72)発明者	竹原 和男	東京都世田谷区若林一丁目18番10号 みかみビル6F N E x T - e   S o l u t i o n s 株式会社内				
		最終頁に続く						

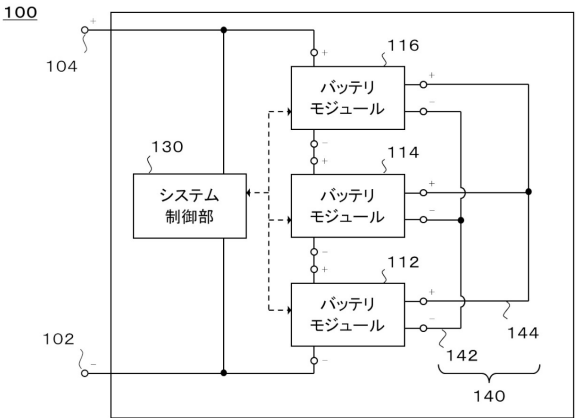
(54)【発明の名称】蓄電システム、電気機器、及び、制御装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】直列接続された組電池間の送電又は受電に関する異常が検出された場合に、組電池間における電力の送受を制限する蓄電システム、電気機器及び制御装置を提供する。

【解決手段】バッテリーパック100においては、バッテリーモジュール112～116は、バッテリーモジュール間で電力を送受する送受電部と、バッテリーモジュールの正極端子と電氣的に接続され、送受電部を介して他のバッテリーモジュールの正極端子と電氣的に接続される高電位バス144と、バッテリーモジュールの負極端子と電氣的に接続され、送受電部を介して他のバッテリーモジュールの負極端子と電氣的に接続される低電位バス142と、バッテリーモジュールの正極端子及び高電位バスの間又はバッテリーモジュールの負極端子及び低電位バスの間に配され、バッテリーモジュール間における送受電部を介した電力の送受を制限する異常動作保護素子とを備える。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

直列に接続された複数の第 1 蓄電セルを有する第 1 組電池、及び、直列に接続された複数の第 2 蓄電セルを有する第 2 組電池の間で電力を送受する送受電部と、  
前記第 1 組電池の正極端子と電氣的に接続され、前記送受電部を介して前記第 2 組電池の正極端子と電氣的に接続される第 1 電力線と、  
前記第 1 組電池の負極端子と電氣的に接続され、前記送受電部を介して前記第 2 組電池の負極端子と電氣的に接続される第 2 電力線と、  
前記第 1 組電池の前記正極端子及び前記第 1 電力線の間、又は、前記第 1 組電池の前記負極端子及び前記第 2 電力線の上に配され、前記第 1 組電池及び前記第 2 組電池の間における前記送受電部を介した電力の送受を制限する制限部と、  
を備え、  
前記第 1 組電池及び前記第 2 組電池は、直列に接続され、  
前記送受電部は、前記第 1 電力線及び前記第 2 電力線を介して、前記第 1 組電池及び前記第 2 組電池の間で電力を送受し、  
前記制限部は、前記送受電部の送電又は受電に関する異常が検出された場合に、前記第 1 組電池及び前記第 2 組電池の間における前記送受電部を介した電力の送受を制限する、  
蓄電システム。

10

## 【請求項 2】

前記制限部は、  
前記送受電部の前記異常が検出された場合に、  
（i）前記第 1 電力線を介して前記第 2 組電池から前記第 1 組電池に流入する電流を、前記異常が検出される前よりも減少させる、又は、（i i）前記電流を遮断する、  
請求項 1 に記載の蓄電システム。

20

## 【請求項 3】

（i）前記第 1 電力線、前記第 2 電力線及び前記送受電部の少なくとも 1 つにおける電流の向きが、予め定められた方向と異なる場合、（i i）前記第 1 電力線から前記第 1 組電池に流入する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合、（i i i）前記第 1 組電池から前記第 2 電力線に流出する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合、又は、（i v）前記送受電部の動作が、予め定められた動作と異なる場合に、前記送受電部の前記異常が検出される、  
請求項 1 又は請求項 2 に記載の蓄電システム。

30

## 【請求項 4】

前記第 1 組電池の前記正極端子、前記制限部、及び、前記第 1 組電池の負極端子を直列に接続する短絡回路と、  
前記短絡回路を開閉する開閉部と、  
をさらに備え、  
前記制限部は、前記短絡回路が閉じた場合に、前記第 1 組電池及び前記第 2 組電池の間における前記送受電部を介した電力の送受を制限し、  
前記開閉部は、  
前記送受電部の前記異常が検出されない場合、前記短絡回路を開き、  
前記送受電部の前記異常が検出された場合、前記短絡回路を閉じる、  
請求項 1 から請求項 3 までの何れか一項に記載の蓄電システム。

40

## 【請求項 5】

前記送受電部の前記異常を検出する検出部と、  
前記検出部が前記送受電部の前記異常を検出した場合に、前記開閉部の開閉動作を制御する開閉制御部と、  
をさらに備える、  
請求項 4 に記載の蓄電システム。

## 【請求項 6】

50

前記制限部は、フューズ、電子フューズ、PTCサーミスタ及びスイッチング素子の少なくとも1つを有する、

請求項1から請求項5までの何れか一項に記載の蓄電システム。

【請求項7】

前記送受電部は、絶縁型の双方向DC-DCコンバータを含む、

請求項1から請求項6までの何れか一項に記載の蓄電システム。

【請求項8】

前記第1組電池は、前記複数の第1蓄電セルの電圧を均等化させる第1均等化部を有する、又は、

前記第2組電池は、前記複数の第2蓄電セルの電圧を均等化させる第2均等化部を有する、

請求項1から請求項7までの何れか一項に記載の蓄電システム。

【請求項9】

前記送受電部を介して前記第2組電池から出力される電流である出力電流の大きさを制御する電流制御部をさらに備え、

前記電流制御部は、

前記出力電流の大きさが予め定められた値を超えないように前記出力電流の大きさを制御する過電流保護回路、

を有する、

請求項1から請求項8までの何れか一項に記載の蓄電システム。

【請求項10】

前記電流制御部は、

前記送受電部を介して前記第2組電池から出力される電圧である出力電圧が予め定められた値よりも小さい場合に、前記第2組電池からの出力を停止させる低電圧保護回路、

をさらに有する、

請求項9に記載の蓄電システム。

【請求項11】

前記送受電部は、前記第1電力線及び前記第2電力線から供給される電力により動作する、

請求項9又は請求項10に記載の蓄電システム。

【請求項12】

前記第1組電池と、

前記第2組電池と、

をさらに備える、

請求項1から請求項11までの何れか一項に記載の蓄電システム。

【請求項13】

請求項1から請求項12までの何れか一項に記載の蓄電システムと、

前記蓄電システムの電力を利用する負荷と、

を備える、電気機器。

【請求項14】

前記電気機器は、前記蓄電システムの電力を利用して移動する移動体である、

請求項13に記載の電気機器。

【請求項15】

蓄電システムを制御する制御装置であって、

前記蓄電システムは、

直列に接続された複数の第1蓄電セルを有する第1組電池、及び、直列に接続された複数の第2蓄電セルを有する第2組電池の間で電力を送受する送受電部と、

前記第1組電池の正極端子と電氣的に接続され、前記送受電部を介して前記第2組電池の正極端子と電氣的に接続される第1電力線と、

前記第1組電池の負極端子と電氣的に接続され、前記送受電部を介して前記第2組電池の

10

20

30

40

50

負極端子と電氣的に接続される第 2 電力線と、  
 前記第 1 組電池の前記正極端子及び前記第 1 電力線の間、又は、前記第 1 組電池の前記負極端子及び前記第 2 電力線の間配され、前記第 1 組電池及び前記第 2 組電池の間における前記送受電部を介した電力の送受を制限する制限部と、  
 前記第 1 組電池の前記正極端子、前記制限部、及び、前記第 1 組電池の負極端子を直列に接続する短絡回路と、  
 前記短絡回路を開閉する開閉部と、  
 を備え、  
 前記第 1 組電池及び前記第 2 組電池は、直列に接続され、  
 前記送受電部は、前記第 1 電力線及び前記第 2 電力線を介して、前記第 1 組電池及び前記第 2 組電池の間で電力を送受し、  
 前記制限部は、前記短絡回路が閉じた場合に、前記第 1 組電池及び前記第 2 組電池の間における前記送受電部を介した電力の送受を制限し、  
 前記制御装置は、  
 前記送受電部の送電又は受電に関する異常を検出する検出部と、  
 前記開閉部の開閉動作を制御する開閉制御部と、  
 を備え、  
 前記開閉制御部は、

(i) 前記検出部が前記送受電部の前記異常を検出していない場合、前記開閉部が前記短絡回路を開き、  
 (ii) 前記検出部が前記送受電部の前記異常を検出した場合、前記開閉部が前記短絡回路を閉じるように、前記開閉部の開閉動作を制御する、  
 制御装置。

【請求項 16】

前記検出部は、

(i) 前記第 1 電力線、前記第 2 電力線及び前記送受電部の少なくとも 1 つにおける電流の向きが、予め定められた方向と異なる場合、  
 (ii) 前記第 1 電力線から前記第 1 組電池に流入する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合、  
 (iii) 前記第 1 組電池から前記第 2 電力線に流出する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合、又は、  
 (iv) 前記送受電部の動作が、予め定められた動作と異なる場合に、  
 前記送受電部の前記異常を検出する、  
 請求項 15 に記載の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電システム、電気機器、及び、制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1～3 及び非特許文献 1 には、複数の蓄電セルを含む組電池と、組電池の複数の蓄電セルの間で電圧を均等化させる均等化回路とを備えたバッテリーモジュールが開示されている。特許文献 4 には、直列に接続された複数のバッテリーモジュールを含むバッテリーパックが開示されている。特許文献 5 には、バッテリーの保護回路が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【特許文献 1】 特開平 11-176483 号公報

【特許文献 2】 特開 2011-087377 号公報

【特許文献 3】 特開 2013-243806 号公報

【特許文献 4】 特開 2019-30180 号公報

【特許文献 5】 特開 2009-183141 号公報

【非特許文献】

【非特許文献 1】 リニアテクノロジー社、「LTC3300-1 高効率の双方向マ

ルチセル・バッテリー・バランサ」、[Online]、[2017年7月13日検索]、インターネット、〈URL:<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC3300-1>〉

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

本発明の第1の態様においては、蓄電システムが提供される。上記の蓄電システムは、例えば、直列に接続された複数の第1蓄電セルを有する第1組電池、及び、直列に接続された複数の第2蓄電セルを有する第2組電池の間で電力を送受する送受電部を備える。上記の蓄電システムは、例えば、第1組電池の正極端子と電氣的に接続され、送受電部を介して第2組電池の正極端子と電氣的に接続される第1電力線を備える。上記の蓄電システムは、例えば、第1組電池の負極端子と電氣的に接続され、送受電部を介して第2組電池の負極端子と電氣的に接続される第2電力線を備える。上記の蓄電システムは、例えば、第1組電池の正極端子及び第1電力線の間、又は、第1組電池の負極端子及び第2電力線の間配され、第1組電池及び第2組電池の間における送受電部を介した電力の送受を制限する制限部を備える。上記の蓄電システムにおいて、例えば、第1組電池及び第2組電池は、直列に接続される。上記の蓄電システムにおいて、例えば、送受電部は、第1電力線及び第2電力線を介して、第1組電池及び第2組電池の間で電力を送受する。上記の蓄電システムにおいて、例えば、制限部は、送受電部の送電又は受電に関する異常が検出された場合に、第1組電池及び第2組電池の間における送受電部を介した電力の送受を制限する。

10

20

【0004】

上記の蓄電システムにおいて、制限部は、送受電部の異常が検出された場合に、(i)第1電力線を介して第2組電池から第1組電池に流入する電流を、異常が検出される前よりも減少させる、又は、(ii)電流を遮断してよい。上記の蓄電システムにおいて、(i)第1電力線、第2電力線及び送受電部の少なくとも1つにおける電流の向きが、予め定められた方向と異なる場合、(ii)第1電力線から第1組電池に流入する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合、(iii)第1組電池から第2電力線に流出する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合、又は、(iv)送受電部の動作が、予め定められた動作と異なる場合に、送受電部の異常が検出されてよい。

30

【0005】

上記の蓄電システムは、第1組電池の正極端子、制限部、及び、第1組電池の負極端子を直列に接続する短絡回路を備えてよい。上記の蓄電システムは、短絡回路を開閉する開閉部を備えてよい。上記の蓄電システムにおいて、制限部は、短絡回路が閉じた場合に、第1組電池及び第2組電池の間における送受電部を介した電力の送受を制限してよい。上記の蓄電システムにおいて、開閉部は、送受電部の異常が検出されない場合、短絡回路を開き、送受電部の異常が検出された場合、短絡回路を閉じてよい。

【0006】

上記の蓄電システムは、送受電部の異常を検出する検出部を備えてよい。上記の蓄電システムは、検出部が送受電部の異常を検出した場合に、開閉部の開閉動作を制御する開閉制御部を備えてよい。

40

【0007】

上記の蓄電システムにおいて、制限部は、フューズ、電子フューズ、PTCサーミスタ及びスイッチング素子の少なくとも1つを有してよい。上記の蓄電システムにおいて、送受電部は、絶縁型の双方向DC-DCコンバータを含んでよい。上記の蓄電システムにおいて、第1組電池は、複数の第1蓄電セルの電圧を均等化させる第1均等化部を有してよい。上記の蓄電システムにおいて、第2組電池は、複数の第2蓄電セルの電圧を均等化させる第2均等化部を有してよい。

【0008】

上記の蓄電システムは、送受電部を介して第2組電池から出力される電流である出力電流の大きさを制御する電流制御部を備えてよい。上記の蓄電システムにおいて、電流制御部

50

は、出力電流の大きさが予め定められた値を超えないように出力電流の大きさを制御する過電流保護回路を有してよい。上記の蓄電システムにおいて、電流制御部は、送受電部を介して第2組電池から出力される電圧である出力電圧が予め定められた値よりも小さい場合に、第2組電池からの出力を停止させる低電圧保護回路を有してよい。上記の蓄電システムにおいて、送受電部は、第1電力線及び第2電力線から供給される電力により動作してよい。

#### 【0009】

上記の蓄電システムは、第1組電池を備えてよい。上記の蓄電システムは、第2組電池を備えてよい。

#### 【0010】

本発明の第2の態様においては、電気機器が提供される。上記の電気機器は、例えば、上記の第1の態様に係る蓄電システムを備える。上記の電気機器は、例えば、蓄電システムの電力を利用する負荷を備える。上記の電気機器は、蓄電システムの電力を利用して移動する移動体であってよい。

#### 【0011】

本発明の第3の態様においては、制御装置が提供される。上記の制御装置は、例えば、蓄電システムを制御する。上記の制御装置において、蓄電システムは、例えば、直列に接続された複数の第1蓄電セルを有する第1組電池、及び、直列に接続された複数の第2蓄電セルを有する第2組電池の間で電力を送受する送受電部を備える。蓄電システムは、例えば、第1組電池の正極端子と電気的に接続され、送受電部を介して第2組電池の正極端子と電気的に接続される第1電力線を備える。蓄電システムは、例えば、第1組電池の負極端子と電気的に接続され、送受電部を介して第2組電池の負極端子と電気的に接続される第2電力線を備える。蓄電システムは、例えば、第1組電池の正極端子及び第1電力線の間、又は、第1組電池の負極端子及び第2電力線の上に配され、第1組電池及び第2組電池の間における送受電部を介した電力の送受を制限する制限部を備える。蓄電システムは、例えば、第1組電池の正極端子、制限部、及び、第1組電池の負極端子を直列に接続する短絡回路を備える。蓄電システムは、例えば、短絡回路を開閉する開閉部を備える。上記の制御装置において、例えば、第1組電池及び第2組電池は、直列に接続される。上記の制御装置において、例えば、送受電部は、第1電力線及び第2電力線を介して、第1組電池及び第2組電池の間で電力を送受する。上記の制御装置において、例えば、制限部は、短絡回路が閉じた場合に、第1組電池及び第2組電池の間における送受電部を介した電力の送受を制限する。

#### 【0012】

上記の制御装置は、例えば、送受電部の送電又は受電に関する異常を検出する検出部を備える。上記の制御装置は、例えば、開閉部の開閉動作を制御する開閉制御部を備える。上記の制御装置において、開閉制御部は、例えば、(i) 検出部が送受電部の異常を検出していない場合、開閉部が短絡回路を開き、(ii) 検出部が送受電部の異常を検出した場合、開閉部が短絡回路を閉じるように、開閉部の開閉動作を制御する。

#### 【0013】

上記の制御装置において、検出部は、(i) 第1電力線、第2電力線及び送受電部の少なくとも1つにおける電流の向きが、予め定められた方向と異なる場合、(ii) 第1電力線から第1組電池に流入する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合、(iii) 第1組電池から第2電力線に流出する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合、又は、(iv) 送受電部の動作が、予め定められた動作と異なる場合に、送受電部の異常を検出してよい。

#### 【0014】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0015】

10

20

30

40

50

- 【図 1】 バッテリーパック 1 0 0 のシステム構成の一例を概略的に示す。
- 【図 2】 バッテリモジュール 1 1 2 の内部構成の一例を概略的に示す。
- 【図 3】 バッテリモジュール 1 1 4 の内部構成の一例を概略的に示す。
- 【図 4】 バランス補正部 2 2 0 の内部構成の一例を概略的に示す。
- 【図 5】 バランス補正回路 4 3 2 の内部構成の一例を概略的に示す。
- 【図 6】 D C - D C コンバータ 3 3 0 の内部構成の一例を概略的に示す。
- 【図 7】 システム制御部 1 3 0 の内部構成の一例を概略的に示す。
- 【図 8】 システム制御部 1 3 0 による制御動作の一例を概略的に示す。
- 【図 9】 バッテリモジュール 1 1 2 の内部構成の他の例を概略的に示す。
- 【図 1 0】 バッテリモジュール 1 1 2 の内部構成の他の例を概略的に示す。
- 【図 1 1】 D C - D C コンバータ 3 3 0 の内部構成の他の例を概略的に示す。
- 【図 1 2】 過電流保護回路 1 2 3 2 の回路構成の一例を概略的に示す。
- 【図 1 3】 過電流保護回路 1 2 3 2 の電圧－電流特性の一例を概略的に示す。
- 【図 1 4】 過電流保護回路 1 4 3 2 の回路構成の一例を概略的に示す。
- 【図 1 5】 過電流保護回路 1 4 3 2 の電圧－電流特性の一例を概略的に示す。
- 【図 1 6】 過電流保護回路 1 6 3 2 の回路構成の一例を概略的に示す。
- 【図 1 7】 過電流保護回路 1 6 3 2 の電圧－電流特性の一例を概略的に示す。
- 【図 1 8】 過電流保護回路 1 8 3 2 の回路構成の一例を概略的に示す。
- 【図 1 9】 過電流保護回路 1 8 3 2 の電圧－電流特性の一例を概略的に示す。
- 【図 2 0】 電流制御回路 2 0 3 0 の内部構成の一例を概略的に示す。
- 【図 2 1】 電流制御回路 2 0 3 0 の電圧－電流特性の一例を概略的に示す。
- 【図 2 2】 電気自動車 2 2 0 0 のシステム構成の一例を概略的に示す。
- 【発明を実施するための形態】

10

20

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、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。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。また、図面を参照して、実施形態について説明するが、図面の記載において、同一又は類似の部分には同一の参照番号を付して重複する説明を省く場合がある。

30

【0 0 1 7】

〔バッテリーパック 1 0 0 の概要〕

図 1 は、バッテリーパック 1 0 0 のシステム構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、バッテリーパック 1 0 0 は、電力を利用する外部の機器（負荷と称される場合がある。）に電力を供給する。上記の動作は、バッテリーパック 1 0 0 の放電と称される場合がある。本実施形態において、バッテリーパック 1 0 0 は、外部の機器から供給された電力を蓄積する。上記の動作は、バッテリーパック 1 0 0 の充電と称される場合がある。例えば、バッテリーパック 1 0 0 は、負荷からの回生電力を蓄積する。バッテリーパック 1 0 0 は、充電装置から供給される電力を蓄積してもよい。

【0 0 1 8】

本実施形態において、バッテリーパック 1 0 0 は、端子 1 0 2 と、端子 1 0 4 と、バッテリーモジュール 1 1 2 と、バッテリーモジュール 1 1 4 と、バッテリーモジュール 1 1 6 と、システム制御部 1 3 0 と、電力伝送バス 1 4 0 とを備える。本実施形態において、電力伝送バス 1 4 0 は、低電位バス 1 4 2 と、高電位バス 1 4 4 とを有する。

40

【0 0 1 9】

本実施形態において、端子 1 0 2、端子 1 0 4、バッテリーモジュール 1 1 2、バッテリーモジュール 1 1 4、及び、バッテリーモジュール 1 1 6 は、直列に接続される。また、本実施形態において、バッテリーモジュール 1 1 2、バッテリーモジュール 1 1 4、及び、バッテリーモジュール 1 1 6 の少なくとも 2 つは、電力伝送バス 1 4 0 を介して、互いに電力を送受する。これにより、バッテリーモジュール 1 1 2、バッテリーモジュール 1 1 4、及び、バッテリーモジュール 1 1 6 の間の電圧又は S O C ( S t a t e o f C h a r g e ) が均等

50

化され得る。SOCは、充放電状態を表す指標であり、例えば、満充電状態を100%、完全放電状態を0%として定義される。

#### 【0020】

しかしながら、電力伝送バス140を介して電力を送受する機能又は動作に異常が生じた場合において、上記の異常が長期間にわたって放置されると、バッテリーモジュール間の電圧又はSOCのバラツキが大きくなり得る。多くの場合、バッテリーモジュールには、過放電又は過充電からバッテリーモジュールの破損を保護するための保護回路が配されている。しかしながら、また、上記の異常がさらに長期間にわたって放置されると、過充電又は過放電によりバッテリーモジュールの劣化が促進され得る。

#### 【0021】

本実施形態によれば、電力伝送バス140を介して電力を送受する機能又は動作に異常が生じた場合には、電力伝送バス140を介して送受される電力量が制限される。具体的には、電力伝送バス140を介して電力を送受する機能又は動作が停止したり、電力伝送バス140を介して送受される電力量が減少したりする。これにより、バッテリーモジュール間の電圧又はSOCのバラツキの拡大が抑制される。また、バッテリーモジュールの破損又は劣化が抑制される。

#### 【0022】

なお、上述されたとおり、本実施形態においては、端子102、端子104、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114、及び、バッテリーモジュール116が、直列に接続されている。そのため、電力伝送バス140を介して送受される電力量が制限された場合であっても、バッテリーパック100は、外部の機器との間で電力を送受することができる。

#### 【0023】

##### [バッテリーパック100の各部の概要]

本実施形態において、端子102及び端子104は、外部の機器と、バッテリーパック100とを電氣的に接続する。本実施形態において、端子102は、バッテリーパック100の負極端子であり、端子104は、バッテリーパック100の正極端子である。

#### 【0024】

ここで、「電氣的に接続される」とは、第1の要素と第2の要素とが、直接接続される場合に限定されない。第1の要素と第2要素との間に、導電性の第3の要素が介在していてもよい。また、「電氣的に接続される」とは、第1の要素と第2の要素とが物理的に接続されている場合に限定されない。例えば、変圧器の入力巻線と出力巻線とは物理的には接続されていないが、電氣的には接続されている。

#### 【0025】

さらに、「電氣的に接続される」とは、第1の要素と第2の要素とが現実的に電氣的に接続されている場合に限定されない。例えば、第1の要素及び第2の要素が着脱可能に構成される2つの部材のそれぞれに配されている場合において、当該2つの部材が接続されたときに、第1の要素と第2の要素とが電氣的に接続される場合、「電氣的に接続される」という用語が使用され得る。

#### 【0026】

なお、「直列に接続される」とは、第1の要素と第2の要素とが直列に電氣的に接続されることを示す。また、特に断らない限り、蓄電セル間の「電圧差」は、2つの蓄電セルの電圧（端子間電圧と称される場合がある。）を比較して、電圧が高い方の蓄電セルの電圧から、電圧が低い方の蓄電セルの電圧を引いた値を意味する。

#### 【0027】

本実施形態において、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114、及び、バッテリーモジュール116の少なくとも1つは、直列に接続された複数の蓄電セルを備える。バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114、及び、バッテリーモジュール116のそれぞれが、直列に接続された複数の蓄電セルを備えてもよい。バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114、及び、バッテリーモジュール116の少なくとも1

10

20

30

40

50



つは、各モジュールに含まれる直列に接続された複数の蓄電セルに対して並列に接続される、1以上の蓄電セルをさらに含んでもよい。

#### 【0028】

本実施形態において、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114、及び、バッテリーモジュール116の少なくとも1つは、各モジュールに含まれる複数の蓄電セルの充放電を管理する機器又は素子を備えてよい。バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114、及び、バッテリーモジュール116のそれぞれが、各モジュールに含まれる複数の蓄電セルの充放電を管理する機器又は素子を備えてもよい。バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114、及び、バッテリーモジュール116のそれぞれが、(i)直列に接続された複数の蓄電セルと、(ii)当該複数の蓄電セルの充放電を管理する機器又は素子とを備えてもよい。(i)直列に接続された複数の蓄電セル、及び、(ii)当該複数の蓄電セルの充放電を管理する機器又は素子は、物理的に同一の筐体に配されてよい。

10

#### 【0029】

本実施形態において、バッテリーモジュール112に含まれる複数の蓄電セルと、バッテリーモジュール114に含まれる複数の蓄電セルと、バッテリーモジュール116に含まれる複数の蓄電セルとが、直列に接続される。本実施形態において、バッテリーモジュール112が低電位側であり、バッテリーモジュール116が高電位側となるように、バッテリーモジュール112に含まれる複数の蓄電セルと、バッテリーモジュール114に含まれる複数の蓄電セルと、バッテリーモジュール116に含まれる複数の蓄電セルとが、直列に接続される。

20

#### 【0030】

本実施形態において、システム制御部130は、バッテリーパック100を制御する。例えば、システム制御部130は、複数のバッテリーモジュールの間における電圧又はSOCの均等化動作を制御する。システム制御部130は、複数の蓄電セルの間における電圧又はSOCの均等化動作を制御してもよい。

#### 【0031】

システム制御部130は、バッテリーパック100の状態を管理してもよい。例えば、システム制御部130は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116の電圧及びSOCの少なくとも一方を管理する。システム制御部130は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116の間の電圧及びSOCの少なくとも一方のバラつきを管理してよい。

30

#### 【0032】

システム制御部130は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116の間の電圧及びSOCの少なくとも一方のバラつきが予め定められた条件を満足するように、バッテリーパック100を制御してよい。予め定められた条件としては、上記のバラつきが予め定められた閾値より小さいという条件、上記のバラつきが予め定められた範囲内に収まるという条件などを例示することができる。システム制御部130は、電力伝送バス140を介して電力を送受する動作(バッテリーモジュール間の均等化動作と称される場合がある。)を制御することで、上記のバラつきを管理してよい。

40

#### 【0033】

システム制御部130は、バッテリーパック100の異常を検出してよい。例えば、システム制御部130は、バッテリーモジュール間の均等化動作に関する異常を検出する。バッテリーモジュール間の均等化動作に関する異常が検出された場合、例えば、システム制御部130は、複数のバッテリーモジュールの間における電力伝送バス140を介した電力の送受を制限する。これにより、バッテリーモジュール間の電圧又はSOCのバラツキの拡大が抑制される。また、バッテリーモジュールの破損又は劣化が抑制される。システム制御部130の詳細は後述される。

#### 【0034】

50

システム制御部130又はシステム制御部130の各部は、アナログ回路によって構成されてもよく、デジタル回路によって構成されてもよく、アナログ回路及びデジタル回路の組み合わせにより構成されてもよい。システム制御部130は、ハードウェアにより実現されてもよく、ソフトウェアにより実現されてもよく、ハードウェア及びソフトウェアの組み合わせにより実現されてもよい。

#### 【0035】

システム制御部130を構成する構成要素の少なくとも一部がソフトウェアにより実現される場合、当該ソフトウェアにより実現される構成要素は、一般的な構成の情報処理装置において、当該構成要素に関する動作を規定したソフトウェア又はプログラムを起動することにより実現されてよい。上記の一般的な構成の情報処理装置は、プロセッサ、ROM、RAM、通信インタフェースなどを有するデータ処理装置と、入力装置と、出力装置と、記憶装置（外部記憶装置を含む。）とを備えてよい。

10

#### 【0036】

本実施形態において、電力伝送バス140は、任意のバッテリーモジュールの間で電力を送送する。任意のバッテリーモジュールの間で電力を送送する必要がある場合には、低電位バス142及び高電位バス144が電氣的に絶縁されていてよい。任意のバッテリーモジュールの間で電力を送送する場合には、低電位バス142及び高電位バス144が電氣的に接続されていてよい。任意のバッテリーモジュールの間で電力を送送するタイミングは、例えば、システム制御部130により決定される。

#### 【0037】

本実施形態において、低電位バス142は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116のそれぞれの負極端子と電氣的に接続される。本実施形態において、高電位バス144は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116のそれぞれの正極端子と電氣的に接続される。低電位バス142及び高電位バス144と、各バッテリーモジュールとの接続の詳細は後述される。

20

#### 【0038】

バッテリーパック100は、蓄電システムの一例であってよい。バッテリーモジュール112は、第1組電池の一例であってよい。バッテリーモジュール114は、第2組電池の一例であってよい。バッテリーモジュール116は、第2組電池の一例であってよい。システム制御部130は、検出部、開閉制御部又は制御装置の一例であってよい。低電位バス142は、第2電力線の一例であってよい。高電位バス144は、第1電力線の一例であってよい。

30

#### 【0039】

電力伝送バス140を介した電力の送受は、送受電部を介した電力の送受の一例であってよい。バッテリーモジュール間の均等化動作に関する異常は、送受電部の送電又は受電に関する異常の一例であってよい。

#### 【0040】

##### 〔別実施形態の一例〕

本実施形態においては、説明を簡単にすることを目的として、バッテリーパック100が3つのバッテリーモジュールを有する場合を例として、バッテリーパック100の一例が説明された。しかしながら、バッテリーパック100は本実施形態に限定されない。

40

#### 【0041】

他の実施形態において、バッテリーパック100は、2つのバッテリーモジュールを有してよい。例えば、バッテリーパック100は、バッテリーモジュール112と、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116とを備える。

#### 【0042】

さらに他の実施形態において、バッテリーパック100は、4以上のバッテリーモジュールを有してよい。例えば、バッテリーパック100は、単一のバッテリーモジュール112と、2以上のバッテリーモジュール114と、1以上のバッテリーモジュール116とを備える。バ

50

ッテリパック１００は、単一のバッテリーモジュール１１２と、１以上のバッテリーモジュール１１４と、２以上のバッテリーモジュール１１６とを備えてもよい。

【００４３】

図２は、バッテリーモジュール１１２の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、バッテリーモジュール１１２は、端子２０２と、端子２０４と、組電池２１０と、バランス補正部２２０と、保護部２３０と、端子２４２と、端子２４４とを有する。本実施形態において、バッテリーモジュール１１２は、異常動作保護素子２５２と、スイッチング素子２５４とを有する。本実施形態によれば、端子２０４、異常動作保護素子２５２、スイッチング素子２５４、及び、端子２０２により、回路２６０が形成される。

【００４４】

本実施形態において、端子２０２は、端子１０２と電氣的に接続される。また、端子２０２は、組電池２１０の負極端と電氣的に接続される。本実施形態において、端子２０４は、バッテリーモジュール１１４の負極側の端子と電氣的に接続される。上述されたとおり、本実施形態においては、端子１０２、バッテリーモジュール１１２、バッテリーモジュール１１４、及び、バッテリーモジュール１１６及び端子１０４が、直列に接続されている。これにより、端子２０４は、端子１０４と電氣的に接続される。

【００４５】

本実施形態において、バッテリーモジュール１１２は、端子１０２及び端子１０４並びに端子２０２及び端子２０４を介して外部の機器との間で電力を送受する。また、バッテリーモジュール１１２は、端子２４２及び端子２４４を介して電力伝送バス１４０との間で電力を送受する。

【００４６】

本実施形態において、組電池２１０は、複数の蓄電セルを含む。本実施形態において、組電池２１０の負極側の一端（負極端と称される場合がある。）が端子２０２と電氣的に接続され、組電池２１０の正極側の一端（正極端と称される場合がある。）が端子２０４と電氣的に接続される。

【００４７】

組電池２１０を構成する蓄電セルは、二次電池又はキャパシタであってよい。二次電池の種類としては、リチウム電池、リチウムイオン電池、リチウム硫黄電池、ナトリウム硫黄電池、鉛電池、ニッケル水素電池、ニッケルカドミウム電池、レドックスフロー電池、金属空気電池などを例示することができる。リチウムイオン電池の種類は、特に限定されない。リチウムイオン電池の種類としては、リン酸鉄系、マンガン系、コバルト系、ニッケル系、三元系などを例示することができる。

【００４８】

組電池２１０を構成する蓄電セルは、さらに複数の蓄電セルを含んでもよい。一実施形態において、単一の蓄電セルが、直列に接続された複数の蓄電セルを含む。他の実施形態において、単一の蓄電セルが、並列に接続された複数の蓄電セルを含む。さらに他の実施形態において、単一の蓄電セルが、マトリックス状に接続された複数の蓄電セルを含む。

【００４９】

本実施形態において、バランス補正部２２０は、組電池２１０に含まれる複数の蓄電セルの電圧又はＳＯＣを均等化する。一実施形態において、バランス補正部２２０は、組電池２１０に含まれる任意の２つの蓄電セルの間で電荷を移動させることで、当該２つの蓄電セルの電圧又はＳＯＣを均等化する。他の実施形態において、バランス補正部２２０は、組電池２１０に含まれる任意の２つの蓄電セルの一方を放電することで、当該２つの蓄電セルの電圧又はＳＯＣを均等化する。

【００５０】

バランス補正部２２０は、システム制御部１３０との間で情報を送受してよい。例えば、バランス補正部２２０は、バッテリーモジュール１１２の状態を示す信号２２を、システム制御部１３０に送信する。バッテリーモジュールの状態としては、当該バッテリーモジュールの稼働状態、当該バッテリーモジュールの電圧又はＳＯＣ、当該バッテリーモジュールを流れ

10

20

30

40

50

る電流の大きさ及び／又は向き、当該バッテリーモジュールの組電池 210 に含まれる複数の蓄電セルのそれぞれの電圧又は SOC、バランス補正部 220 の稼働状態などが例示される。バッテリーモジュールの稼働状態としては、充電中、放電中、停止中などが例示される。バランス補正部 220 の稼働状態としては、稼働中、停止中などが例示される。

#### 【0051】

バランス補正部 220 は、バッテリーモジュール 112 の動作を制御するための信号 24 を、システム制御部 130 から受信してよい。例えば、バランス補正部 220 は、2つの蓄電セルの電圧又は SOC を均等化する動作（蓄電セル間の均等化動作と称される場合がある。）を制御するための信号 24 を、システム制御部 130 から受信する。蓄電セル間の均等化動作を制御するための信号 24 としては、蓄電セル間の均等化動作を有効化するための信号、蓄電セル間の均等化動作を無効化するための信号などが例示される。

10

#### 【0052】

なお、バランス補正部 220 は、システム制御部 130 からの信号 24 を受信することなく、蓄電セル間の均等化動作を実施可能に構成されてよい。例えば、バランス補正部 220 は、その内部に配された検出回路により 2つの蓄電セルの間の電圧又は SOC の差を検出し、当該差に基づいて 2つの蓄電セルの間で電荷を移動可能に構成される。

#### 【0053】

保護部 230 は、過電流、過電圧、過充電及び過放電の少なくとも一つから、組電池 210 を保護する。保護部 230 の具体的な回路構成は特に限定されるものではなく、保護部 230 は、公知の過電流保護回路を含んでもよく、公知の過電圧保護回路を含んでもよく、公知の過充電保護回路を含んでもよく、公知の過放電保護回路を含んでもよい。保護部 230 としては、例えば、特開 2009-183141 号に開示されているような、公知の過電流・過電圧保護回路を利用することができる。

20

#### 【0054】

一実施形態において、保護部 230 は、外部からの信号 26 に基づいて、組電池 210 を保護するための動作を実行する。保護部 230 は、システム制御部 130 から信号 26 を受信してもよく、バランス補正部 220 から信号 26 を受信してもよい。他の実施形態において、保護部 230 は、保護部 230 の内部に配された各種の検出回路の出力に基づいて、組電池 210 を保護するための動作を実行する。この場合、保護部 230 は、外部からの信号 26 を受信しなくてもよい。また、信号 26 は、上記の保護部 230 の内部に配された各種の検出回路からの信号であってもよい。

30

#### 【0055】

図 2 に記載された実施形態においては、保護部 230 は、端子 242 及び／又は端子 244 と、組電池 210 との間に直列に配された素子を有する場合を例として、保護部 230 の配置が説明されている。しかしながら、保護部 230 は、本実施形態に限定されない。他の実施形態において、保護部 230 は、端子 202 及び／又は端子 204 と、組電池 210 との間に直列に配された素子を備える。

#### 【0056】

一実施形態において、保護部 230 は、組電池 210 の低電圧を検出するための回路（図示されていない）、組電池 210 の過電圧を検出するための回路（図示されていない）、及び、組電池 210 の過電流を検出するための回路（図示されていない）の少なくとも 1つの出力に基づいて、端子 202 及び／又は端子 204 と、組電池 210 との間に直列に配されたスイッチング素子（図示されていない。）、又は、リセット機能若しくは復帰機能を有する電流制限素子の動作を制御する。例えば、保護部 230 は、低電圧、過電圧及び過電流の少なくとも 1つが検出された場合に、当該スイッチング素子又は電流制限素子をオフ動作させる。

40

#### 【0057】

他の実施形態において、保護部 230 は、組電池 210 の低電圧を検出するための回路（図示されていない）、組電池 210 の過電圧を検出するための回路（図示されていない）、及び、組電池 210 の過電流を検出するための回路（図示されていない）の少なくとも

50

1つの出力に基づいて、端子242及び／又は端子244と、組電池210との間に直列に配されたスイッチング素子（図示されていない。）、又は、リセット機能若しくは復帰機能を有する電流制限素子（図示されていない。）の動作を制御する。例えば、保護部230は、低電圧、過電圧及び過電流の少なくとも1つが検出された場合に、当該スイッチング素子又は電流制限素子をオフ動作させる。

#### 【0058】

本実施形態において、端子242は、低電位バス142と電氣的に接続される。また、端子242は、組電池210の負極端と電氣的に接続される。本実施形態において、端子244は、高電位バス144と電氣的に接続される。また、端子244は、組電池210の正極端と電氣的に接続される。本実施形態において、バッテリーモジュール112の組電池210の正極端及び負極端は、電力伝送バス140と物理的に接続される。これにより、バッテリーモジュール112の組電池210の正極端及び負極端は、常に、電力伝送バス140と電氣的に接続される。

#### 【0059】

本実施形態によれば、バッテリーモジュール112の組電池210は、端子242及び端子244と、電力伝送バス140とを介して、他のバッテリーモジュールの少なくとも1つとの間で電力を送受することができる。本実施形態によれば、端子242及び端子244は、例えば、（a）組電池210と、（b-1）組電池210の電力を利用する負荷又は（b-2）組電池210を充電する充電装置との間の電氣的な接続を切断又は切り替えることなく、（i）組電池210の電力を、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116の少なくとも一方に送る、又は、（ii）バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116の少なくとも一方から組電池210セルに供給される電力を受け取る。

#### 【0060】

本実施形態において、異常動作保護素子252は、電力伝送バス140を介した送電又は受電に関する異常から、バッテリーモジュール112を保護する。例えば、異常動作保護素子252は、電力伝送バス140を介した送電又は受電に関する異常から、組電池210を保護する。これにより、例えば、組電池210が、過電流、過電圧、過充電及び過放電の少なくとも1つから保護される。

#### 【0061】

異常動作保護素子252としては、フューズ、電子フューズ（E-フューズと称される場合がある）、PTC（Positive Temperature Coefficient）サーミスタ及びスイッチング素子の少なくとも1つが例示される。フューズは、リセット機能又は復帰機能を有してもよく、リセット機能又は復帰機能を有しなくてもよい。電子フューズは、1又は複数の半導体スイッチにより、従来のガラス管ヒューズ又はPTCサーミスタによる過電流の遮断機能を実現することができる。電子フューズは、過電流保護機能だけでなく、過電圧保護機能、低電圧保護機能、及び、サーマルシャットダウン機能の少なくとも1つの機能をさらに備えてもよい。

#### 【0062】

より具体的には、本実施形態において、異常動作保護素子252は、組電池210の正極端又は端子204と、高電位バス144又は端子244との間に配される。また、異常動作保護素子252は、バッテリーモジュール112と、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116との間における、電力伝送バス140を介した電力の送受を制限する。

#### 【0063】

一実施形態において、異常動作保護素子252は、高電位バス144を介して、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116からバッテリーモジュール112に流入する電流を減少させることで、電力伝送バス140を介した電力の送受を制限する。他の実施形態において、異常動作保護素子252は、高電位バス144を介して、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116からバッテリーモジュール112に流入する電

流を遮断することで、電力伝送バス140を介した電力の送受を制限する。

【0064】

本実施形態において、異常動作保護素子252は、回路260の一部を構成する。上述されたとおり、回路260は、組電池210の正極極から、異常動作保護素子252及びスイッチング素子254を通して、組電池210の負極端に戻るよう構成される。回路260は、スイッチング素子254の動作により開閉する。また、スイッチング素子254の動作は、例えば、システム制御部130からの信号28により制御される。

【0065】

本実施形態によれば、スイッチング素子254がオン動作すると、回路260が短絡し、異常動作保護素子252が電力伝送バス140を介した電力の送受を制限する。一方、スイッチング素子254がオフ動作すると、異常動作保護素子252によっては、上記の制限が解除され得る。例えば、異常動作保護素子252がリセット機能又は復帰機能を有する場合、スイッチング素子254がオフ動作すると、上記の制限が解除される。

【0066】

異常動作保護素子252は、電力伝送バス140を介した送電又は受電に関する異常が発生した場合に、電力伝送バス140を介した電力の送受を制限してよい。異常動作保護素子252は、電力伝送バス140を介した送電又は受電に関する異常が検出された場合に、電力伝送バス140を介した電力の送受を制限してよい。

【0067】

一実施形態において、低電位バス142を流れる電流、高電位バス144を流れる電流、及び、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116から電力伝送バス140への出力電流の少なくとも1つの向きが、予め定められた方向と異なる場合、電力伝送バス140を介した送電又は受電に関する異常が発生したと判定される。これにより、上記の異常が検出される。

【0068】

後述されるとおり、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116は、端子102及び端子104を介して外部の機器との間で電力を送受する。また、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116は、DC-DCコンバータを備え、当該DC-DCコンバータを介して電力伝送バス140との間で電力を送受する。バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116から電力伝送バス140に電流が流れる場合と、電力伝送バス140からバッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116に電流が流れる場合とでは、上記の出力電流の向きが逆になる。

【0069】

他の実施形態において、高電位バス144からバッテリーモジュール112に流入する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合、電力伝送バス140を介した送電又は受電に関する異常が発生したと判定される。これにより、上記の異常が検出される。

【0070】

他の実施形態において、バッテリーモジュール112から低電位バス142に流出する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合、電力伝送バス140を介した送電又は受電に関する異常が発生したと判定される。これにより、上記の異常が検出される。

【0071】

さらに他の実施形態において、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116の電力伝送バス140を介した送電又は受電に関する動作が、予め定められた動作と異なる場合、電力伝送バス140を介した送電又は受電に関する異常が発生したと判定される。これにより、上記の異常が検出される。

【0072】

予め定められた動作としては、電力伝送バス140を介した送電又は受電に関して、システム制御部130がバッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116に命じた動作が例示される。これにより、電力伝送バス140を介した送電又は受電に関し、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116が現在実施しているはずの動作と、バ

10

20

30

40

50

ッテリモジュール１１４又はバッテリーモジュール１１６が実際に実施している動作とが異なる場合に、上記の異常が検出される。

【００７３】

例えば、システム制御部１３０が、電力伝送バス１４０を介した送電又は受電に関する異常を検出した場合、異常動作保護素子２５２は、電力伝送バス１４０を介した電力の送受を制限する。より具体的には、上記の異常が検出していない場合、回路２６０が開いており、回路２６０は短絡していない。ここで、システム制御部１３０が上記の異常を検出すると、システム制御部１３０は、回路２６０を閉じるための信号２８を、スイッチング素子２５４に送信する。スイッチング素子２５４は、信号２８を受信すると、信号２８に従って回路２６０を閉じる。これにより、回路２６０が短絡し、異常動作保護素子２５２に大きな電流が流れる。本実施形態によれば、異常動作保護素子２５２を流れる電流の大きさが予め定められた値よりも大きくなると、異常動作保護素子２５２の抵抗が大きくなったり、異常動作保護素子２５２が回路２６０を遮断したりする。その結果、電力伝送バス１４０を介した電力の送受が制限される。

【００７４】

本実施形態において、スイッチング素子２５４は、回路２６０を開閉する。例えば、スイッチング素子２５４は、電力伝送バス１４０を介した送電又は受電に関する異常が検出されない場合、回路２６０を開く。スイッチング素子２５４は、電力伝送バス１４０を介した送電又は受電に関する異常が検出された場合、回路２６０を閉じる。本実施形態において、スイッチング素子２５４は、システム制御部１３０からの信号２８に従って、回路２

10

20

【００７５】

スイッチング素子２５４の種類は特に限定されるものではないが、スイッチング素子２５４としては、メカニカルスイッチ、半導体スイッチなどが例示される。半導体スイッチとしては、トランジスタ、サイリスタ、トライアックなどが例示される。トランジスタとしては、バイポーラトランジスタ（ＢＪＴ）、電界効果トランジスタ（ＦＥＴ）などが例示される。

【００７６】

本実施形態において、回路２６０は、端子２０４と、異常動作保護素子２５２と、スイッチング素子２５４と、端子２０２とを直列に接続する。上述されたとおり、スイッチング素子２５４が回路２６０を閉じると、回路２６０は短絡する。

30

【００７７】

バッテリーモジュール１１２の端子２０２は、第１組電池の負極端子の一例であってよい。バッテリーモジュール１１２の組電池２１０の負極端は、第１組電池の負極端子の一例であってよい。バッテリーモジュール１１２の端子２０４は、第１組電池の正極端子の一例であってよい。バッテリーモジュール１１２の組電池２１０の正極端は、第１組電池の正極端子の一例であってよい。バッテリーモジュール１１２の組電池２１０は、第１組電池の一例であってよい。バッテリーモジュール１１２の組電池２１０に含まれる複数の蓄電セルは、複数の第１蓄電セルの一例であってよい。バッテリーモジュール１１２のバランス補正部２２０は、第１均等化部の一例であってよい。異常動作保護素子２５２は、制限部の一例であってよい。スイッチング素子２５４は、開閉部の一例であってよい。回路２６０は、短絡回路の一例であってよい。

40

【００７８】

低電位バス１４２を流れる電流、高電位バス１４４を流れる電流、及び、バッテリーモジュール１１４又はバッテリーモジュール１１６の出力電流の少なくとも１つの向きは、第１電力線、第２電力線及び送受電部の少なくとも１つにおける電流の向きの一例であってよい。高電位バス１４４を介して、バッテリーモジュール１１４又はバッテリーモジュール１１６からバッテリーモジュール１１２に流入する電流は、送受電部及び第１電力線を介して第２組電池から第１組電池に流入する電流の一例であってよい。バッテリーモジュール１１４又はバッテリーモジュール１１６の電力伝送バス１４０を介した送電又は受電に関する動作は

50

、送受電部の動作の一例であってよい。

【0079】

〔別実施形態の一例〕

本実施形態においては、異常動作保護素子252が、組電池210の正極端又は端子204と、高電位バス144又は端子244との間に配される場合を例として、バッテリーモジュール112の一例が説明された。しかしながら、バッテリーモジュール112は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、異常動作保護素子252が、組電池210の負極端又は端子202と、低電位バス142又は端子242との間に配されてよい。

【0080】

図3は、バッテリーモジュール114の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、バッテリーモジュール114は、端子202と、端子204と、組電池210と、バランス補正部220と、保護部230と、DC-DCコンバータ330と、端子242と、端子244とを有する。なお、バッテリーモジュール116も、バッテリーモジュール114と同様の内部構成を有してよい。

【0081】

本実施形態において、バッテリーモジュール114は、(i) DC-DCコンバータ330を備える点、(ii) DC-DCコンバータ330が端子242及び端子244を有する点、(iii) 端子242と、組電池210の負極端又は端子202とが物理的に接続されていない点、(iv) 端子244と、組電池210の正極端又は端子204とが物理的に接続されていない点、並びに、(v) 異常動作保護素子252及びスイッチング素子254を備えない点で、バッテリーモジュール112と相違する。バッテリーモジュール114において、上記の相違点以外の特徴は、バッテリーモジュール112と同様の構成を有してよい。

【0082】

本実施形態においては、組電池210の負極端又は端子202と、低電位バス142又は端子242とが、DC-DCコンバータ330を介して電氣的に接続される。組電池210の正極端又は端子204と、高電位バス144又は端子244とが、DC-DCコンバータ330を介して電氣的に接続される。

【0083】

本実施形態において、DC-DCコンバータ330は、電力伝送バス140を介して、バッテリーモジュール114の組電池210と、他のバッテリーモジュールの少なくとも1つとの間で電力を送受する。例えば、DC-DCコンバータ330は、(a) 組電池210と、(b-1) 組電池210の電力を利用する負荷又は(b-2) 組電池210を充電する充電装置との間の電氣的な接続を切断又は切り替えることなく、(i) 組電池210の電力を、バッテリーモジュール112及びバッテリーモジュール116の少なくとも一方に送る、又は、(ii) バッテリーモジュール112及びバッテリーモジュール116の少なくとも一方から組電池210セルに供給される電力を受け取る。DC-DCコンバータ330は、送電又は受電される電圧を任意の値に調整してもよい。

【0084】

本実施形態において、DC-DCコンバータ330は、送電若しくは受電を開始するための信号を受信したことに応じて、送電若しくは受電を開始してよい。DC-DCコンバータ330は、送電若しくは受電を停止するための信号を受信したことに応じて、送電若しくは受電を停止してよい。例えば、DC-DCコンバータ330は、システム制御部130からの信号32に基づいて、送電若しくは受電を開始したり、送電若しくは受電を停止したりする。信号32は、動作を開始することを示す情報と、送電動作及び受電動作の何れの動作を実行すべきかを示す情報とを含む信号であってよい。信号32は、送電動作を開始することを示す信号であってよい。信号32は、受電動作を開始することを示す信号であってよい。信号32は、現在の動作を停止することを示す情報であってよい。

【0085】

DC-DCコンバータ330の詳細は特に限定されるものではないが、DC-DCコンバ



ータ330は、絶縁型のDC-DCコンバータ330であってよい。DC-DCコンバータ330は、双方向のDC-DCコンバータであってよい。バッテリーモジュール114は、複数のDC-DCコンバータ330を備えてもよい。

【0086】

DC-DCコンバータ330は、フォワード方式のDC-DCコンバータであってよく、フライバック方式のDC-DCコンバータであってよい。バッテリーパック100においては、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116の定格電圧が異なる場合がある。そのため、DC-DCコンバータ330は、対応できる電圧の範囲が広いフライバック方式のDC-DCコンバータであることが好ましい。

10

【0087】

DC-DCコンバータ330は、自励方式DC-DCコンバータであってよく、他励方式DC-DCコンバータであってよい。DC-DCコンバータ330は、非同期整流方式のDC-DCコンバータであってよく、同期整流方式のDC-DCコンバータであってよい。DC-DCコンバータ330の制御方法は特に限定されるものではないが、定電流制御を実施することが好ましい。DC-DCコンバータ330の一実施形態の詳細については後述される。

【0088】

バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116の端子202は、第2組電池の負極端子の一例であってよい。バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116の組電池210の負極端は、第2組電池の負極端子の一例であってよい。バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116の端子204は、第2組電池の正極端子の一例であってよい。バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116の組電池210の正極端は、第2組電池の正極端子の一例であってよい。バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116の組電池210は、第2組電池の一例であってよい。バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116の組電池210に含まれる複数の蓄電セルは、複数の第2蓄電セルの一例であってよい。バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116のバランス補正部220は、第2均等化部の一例であってよい。DC-DCコンバータ330は、送受電部の一例であってよい。

20

【0089】

〔別実施形態の一例〕

図2に関連して説明したバッテリーモジュール112は、DC-DCコンバータ330を備えていない。しかしながら、バッテリーモジュール112は、上記の実施形態に限定されない。バッテリーモジュール112が、バッテリーモジュール114と同様の構成を有してもよい。バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116の少なくとも1つが、双方向のDC-DCコンバータを備えることが好ましい。

30

【0090】

図4は、バランス補正部220の内部構成の一例を概略的に示す。図4は、バランス補正部220の内部構成の一例を、端子202、端子204及び組電池210とともに示す。本実施形態において、組電池210は、蓄電セル412、蓄電セル414、蓄電セル416及び蓄電セル418を含む、直列に接続された複数の蓄電セルから構成される。本実施形態において、バランス補正部220は、バランス補正回路432、バランス補正回路434及びバランス補正回路436を含む、複数のバランス補正回路を備える。本実施形態において、バランス補正部220は、モジュール制御部490を備える。

40

【0091】

本実施形態において、バランス補正回路432は、蓄電セル412及び蓄電セル414の電圧を均等化させる。本実施形態において、バランス補正回路432は、蓄電セル414の端子204側の一端（正極側という場合がある。）に電氣的に接続される。バランス補正回路432は、蓄電セル414の端子202側の一端（負極側という場合がある。）と、蓄電セル412の正極側との接続点443に電氣的に接続される。バランス補正回路4

50

32は、蓄電セル412の負極側に電氣的に接続される。

【0092】

本実施形態において、バランス補正回路432が、隣接する2つの蓄電セルの電圧を均等化させる場合について説明する。しかしながら、バランス補正回路432は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、バランス補正回路432は、直列に接続された3以上の蓄電セルのうち、任意の2つの蓄電セルの電圧を均等化させてもよい。

【0093】

本実施形態において、バランス補正回路434は、蓄電セル414及び蓄電セル416の電圧を均等化させる。バランス補正回路434は、接続点443と、蓄電セル414の正極側及び蓄電セル416の負極側の接続点445と、蓄電セル416の正極側及び蓄電セル418の負極側の接続点447とに、電氣的に接続される。バランス補正回路434は、バランス補正回路432と同様の構成を有してよい。

【0094】

本実施形態において、バランス補正回路436は、蓄電セル416及び蓄電セル418の電圧を均等化させる。バランス補正回路436は、接続点445と、接続点447と、蓄電セル418の正極側とに、電氣的に接続される。バランス補正回路436は、バランス補正回路432と同様の構成を有してよい。

【0095】

本実施形態において、モジュール制御部490は、モジュール制御部490が搭載されたバッテリーモジュールの動作を制御する。モジュール制御部490は、組電池210の電力を利用して駆動してよい。

【0096】

例えば、モジュール制御部490は、バランス補正回路432、バランス補正回路434、及び／又は、バランス補正回路436を制御する。一実施形態において、モジュール制御部490は、電荷を移動させる方向を決定する。例えば、モジュール制御部490は、セル間の均等化動作の対象となる2つの蓄電セルの電圧又はSOCに基づいて、電荷を移動させる方向を決定する。モジュール制御部490は、電荷を移動させる方向を示す情報を含む信号を、対応するバランス補正回路に送信してよい。他の実施形態において、モジュール制御部490は、各バランス補正回路を作動させるか否かを決定する。また、モジュール制御部490は、各バランス補正回路を停止させるか否かを決定する。モジュール制御部490は、各バランス補正回路の作動又は停止を示す情報を含む信号を、対応するバランス補正回路に送信してよい。

【0097】

本実施形態において、モジュール制御部490は、組電池210及び／又はバランス補正部220の状態に関する情報を収集する。モジュール制御部490は、組電池210及び／又はバランス補正部220の状態に関する情報を、システム制御部130に送信してよい。例えば、モジュール制御部490は、複数の蓄電セルそれぞれの電圧を示す情報を、システム制御部130に送信する。例えば、モジュール制御部490は、組電池210の端子間電圧を示す情報を、システム制御部130に送信する。例えば、モジュール制御部490は、各バランス補正回路の動作状況を示す情報を、システム制御部130に送信する。

【0098】

蓄電セル412は、第1蓄電セル又は第2蓄電セルの一例であってよい。蓄電セル414は、第1蓄電セル又は第2蓄電セルの一例であってよい。蓄電セル416は、第1蓄電セル又は第2蓄電セルの一例であってよい。蓄電セル418は、第1蓄電セル又は第2蓄電セルの一例であってよい。バランス補正回路432は、第1均等化部又は第2均等化部の一例であってよい。バランス補正回路434は、第1均等化部又は第2均等化部の一例であってよい。バランス補正回路436は、第1均等化部又は第2均等化部の一例であってよい。

【0099】

10

20

30

40

50

図5は、バランス補正回路432の内部構成の一例を概略的に示す。図5は、バランス補正回路432の内部構成の一例を、蓄電セル412、蓄電セル414及びモジュール制御部490ともに示す。なお、バランス補正回路434及びバランス補正回路436も、バランス補正回路432と同様の内部構成を有してよい。

【0100】

本実施形態において、バランス補正回路432は、インダクタ550と、スイッチング素子552と、スイッチング素子554と、均等化制御部570とを有する。バランス補正回路432は、ダイオード562と、ダイオード564とを有してもよい。バランス補正回路432は、電圧監視部580を有してもよい。電圧監視部580は、例えば、電圧検出部582と、電圧検出部584と、差分検出部586とを含む。

10

【0101】

均等化制御部570、並びに、スイッチング素子554及びスイッチング素子552は、物理的に同一の基板に配置されてもよく、物理的に異なる基板に配置されてもよい。均等化制御部570及びモジュール制御部490は、物理的に同一の基板に形成されてもよく、物理的に異なる基板に形成されてもよい。

【0102】

本実施形態においては、インダクタ550を流れるインダクタ電流を検出するための電流検出部として、(i)蓄電セル414と、インダクタ550と、スイッチング素子554又はダイオード564とを含む第1の回路の適切な位置に設けられた抵抗器、及び、(ii)蓄電セル412と、インダクタ550と、スイッチング素子552又はダイオード562とを含む第2の回路の適切な位置に設けられた抵抗器を利用する場合について説明する。上記の抵抗器は、シャント抵抗器であってよい。

20

【0103】

しかしながら、電流検出部は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、スイッチング素子552の内部抵抗及び、スイッチング素子554の内部抵抗の少なくとも一方が、電流検出部として利用されてもよい。さらに他の実施形態において、電流検出部は、インダクタ550に流れる電流を検出して、インダクタ550の電流値を示す情報を含む信号を均等化制御部570に伝送する電流計であってよい。

【0104】

本実施形態において、バランス補正回路432は、(i)蓄電セル414の正極側と、(ii)蓄電セル414の負極側及び蓄電セル412の正極側の接続点443と、(iii)蓄電セル412の負極側とに電氣的に接続される。これにより、蓄電セル414と、スイッチング素子554と、インダクタ550とを含む第1の開閉回路が形成される。また、蓄電セル412と、インダクタ550と、スイッチング素子552とを含む第2の開閉回路が形成される。

30

【0105】

本実施形態において、インダクタ550は、蓄電セル414及びスイッチング素子554の間に配され、蓄電セル414及びスイッチング素子554に直列に接続される。これにより、インダクタ550及びスイッチング素子554が協働して、蓄電セル412及び蓄電セル414の少なくとも一方の電圧又はSOCを調整する。本実施形態において、インダクタ550の一端は、接続点443に電氣的に接続される。インダクタ550の他端は、スイッチング素子552及びスイッチング素子554の接続点545に電氣的に接続される。

40

【0106】

本実施形態によれば、スイッチング素子552及びスイッチング素子554が、交互にオン動作及びオフ動作（オン・オフ動作という場合がある。）を繰り返すことで、インダクタ550にインダクタ電流 $I_L$ が生じる。これにより、蓄電セル412と蓄電セル414との間でインダクタ550を介して電気エネルギーを授受することができる。その結果、蓄電セル412及び蓄電セル414の電圧を均等化させることができる。

【0107】

50

本実施形態において、スイッチング素子552は、インダクタ550の他端と蓄電セル412の負極側との間に電氣的に接続される。スイッチング素子552は、均等化制御部570から駆動信号52を受信して、駆動信号52に基づきオン動作又はオフ動作を行う。スイッチング素子552の動作に伴い、第2の開閉回路が開閉する。スイッチング素子552は、MOSFETなどの半導体トランジスタであってよい。

【0108】

本実施形態において、スイッチング素子554は、インダクタ550の他端と蓄電セル414の正極側との間に電氣的に接続される。スイッチング素子554は、均等化制御部570から駆動信号54を受信して、駆動信号54に基づきオン動作又はオフ動作を行う。スイッチング素子554の動作に伴い、第1の開閉回路が開閉する。スイッチング素子554は、MOSFETなどの半導体トランジスタであってよい。

【0109】

本実施形態において、ダイオード562は、インダクタ550の他端と蓄電セル412の負極側との間に電氣的に接続される。ダイオード562は、スイッチング素子552と並列に配される。スイッチング素子552がMOSFETなどの半導体素子である場合、ダイオード562は、スイッチング素子552のソース・ドレイン間に等価的に形成される寄生ダイオードであってもよい。

【0110】

本実施形態において、ダイオード562は、蓄電セル412の負極側からインダクタ550の他端へ方向に電流を流す。一方、ダイオード562は、インダクタ550の他端から蓄電セル412の負極側へ方向には電流を流さない。つまり、蓄電セル412の負極側から蓄電セル412の正極側の向きに流れる電流は、ダイオード562を通過することができるが、蓄電セル412の正極側から蓄電セル412の負極側の向きに流れる電流は、ダイオード562を通過することができない。

【0111】

本実施形態において、ダイオード564は、インダクタ550の他端と蓄電セル414の正極側との間に電氣的に接続される。ダイオード564は、スイッチング素子554と並列に配される。スイッチング素子554がMOSFETなどの半導体素子である場合、ダイオード564は、スイッチング素子554のソース・ドレイン間に等価的に形成される寄生ダイオードであってもよい。

【0112】

本実施形態において、ダイオード564は、インダクタ550の他端から蓄電セル414の正極側へ方向に電流を流す。一方、ダイオード564は、蓄電セル414の正極側からインダクタ550の他端へ方向には電流を流さない。つまり、蓄電セル414の負極側から蓄電セル414の正極側の向きに流れる電流は、ダイオード564を通過することができるが、蓄電セル414の正極側から蓄電セル414の負極側の向きに流れる電流は、ダイオード564を通過することができない。

【0113】

バランス補正回路432がダイオード562及びダイオード564を有することで、スイッチング素子552及びスイッチング素子554が共にオフ状態となっている期間に、第1の回路又は第2の回路にインダクタ電流 $I_L$ が残留した場合であっても、当該インダクタ電流 $I_L$ がダイオード562又はダイオード564を通して回路内を流れ続けることができる。これにより、バランス補正回路432は、インダクタ550に一旦生じたインダクタ電流 $I_L$ を無駄なく利用することができる。また、バランス補正回路432は、インダクタ電流 $I_L$ を遮断した場合に生じるサージ電圧の発生を抑制することができる。

【0114】

本実施形態において、均等化制御部570は、スイッチング素子552及びスイッチング素子554の少なくとも一方を制御して、バランス補正回路432を制御する。例えば、均等化制御部570は、モジュール制御部490からの信号58に基づいて、スイッチング素子552及びスイッチング素子554の少なくとも一方を制御する。信号58は、図

4に関連して説明された、モジュール制御部490からバランス補正回路に送信される信号と同様の構成を有してよい。

#### 【0115】

本実施形態において、均等化制御部570は、スイッチング素子552のオン・オフ動作を制御するための駆動信号52をスイッチング素子552に供給する。また、均等化制御部570は、スイッチング素子554のオン・オフ動作を制御するための駆動信号54をスイッチング素子554に供給する。

#### 【0116】

一実施形態において、均等化制御部570は、スイッチング素子552及びスイッチング素子554が交互に（又は相補的に）オン・オフ動作を繰り返すように、駆動信号52及び駆動信号54を供給する。これにより、バランス補正回路432が作動している間、第1の回路に電流が流れている状態と、第2の回路に電流が流れている状態とが交互に切り替わるスイッチング動作が繰り返される。

#### 【0117】

他の実施形態において、均等化制御部570は、スイッチング素子552及びスイッチング素子554の一方がオン・オフ動作を繰り返し、スイッチング素子552及びスイッチング素子554の他方がオフ状態を維持するように、駆動信号52及び駆動信号54を供給する。これにより、バランス補正回路432が作動している間、第1の回路に電流が流れている状態と、第2の回路に電流が流れている状態とが交互に切り替わるスイッチング動作が繰り返される。

#### 【0118】

均等化制御部570は、駆動信号52及び駆動信号54を組み合わせて、バランス補正回路432を制御するために用いられる様々な制御信号を生成してよい。一実施形態において、均等化制御部570は、スイッチング素子554をオン動作させ、スイッチング素子552をオフ動作させるための第1制御信号を生成する。他の実施形態において、均等化制御部570は、スイッチング素子554をオフ動作させ、スイッチング素子552をオン動作させるための第2制御信号を生成する。さらに他の実施形態において、均等化制御部570は、スイッチング素子554をオフ動作させ、スイッチング素子552をオフ動作させるための第3制御信号を生成する。第1制御信号、第2制御信号及び第3制御信号のそれぞれは、駆動信号52及び駆動信号54により構成されてよい。

#### 【0119】

均等化制御部570は、例えば、バランス補正回路432の作動状態において、バランス補正回路432がスイッチング動作を繰り返すようにバランス補正回路432を制御する。均等化制御部570は、バランス補正回路432の作動期間中、バランス補正回路432が、スイッチング動作を予め定められた周期で繰り返すように、駆動信号52及び駆動信号54を、スイッチング素子552及びスイッチング素子554に供給してよい。また、均等化制御部570は、例えば、バランス補正回路432の停止状態において、バランス補正回路432がスイッチング動作を停止するようにバランス補正回路432を制御する。

#### 【0120】

スイッチング動作は、(i)スイッチング素子554がオン動作し、スイッチング素子552がオフ動作する第1の動作と、(ii)スイッチング素子554がオフ動作し、スイッチング素子552がオン動作する第2の動作とを含んでよい。スイッチング動作は、第1の動作及び第2の動作に加えて、スイッチング素子554及びスイッチング素子552の両方がオフ動作する第3の動作を含んでもよい。第1の動作、第2の動作及び第3の動作の順序は、任意に決定されてよいが、第1の動作に引き続いて第2の動作が実施されることが好ましい。スイッチング動作は、上記の第1の動作、第2の動作及び第3の動作とは異なる他の動作を含んでもよい。

#### 【0121】

本実施形態において、電圧監視部580は、蓄電セル412及び蓄電セル414の少なく

とも一方の電圧を監視する。本実施形態において、電圧監視部 580 は、電圧検出部 582 及び電圧検出部 584 により、蓄電セル 412 の電圧及び蓄電セル 414 の電圧を検出する。電圧監視部 580 は、蓄電セル 412 の電圧及び蓄電セル 414 の電圧を差分検出部 586 に入力して、蓄電セル 412 及び蓄電セル 414 の電圧差を検出する。電圧監視部 580 は、検出された電圧差を示す信号 56 を生成して、モジュール制御部 490 に送信する。信号 56 は、蓄電セル 412 の電圧及び蓄電セル 414 の電圧のどちらが大きいことを示す情報を含んでもよい。信号 56 は、蓄電セル 412 の電圧及び蓄電セル 414 の電圧を示す情報を含んでもよい。

【0122】

〔別実施形態の一例〕

本実施形態において、バランス補正回路 432 が、インダクタ 550、スイッチング素子 552 及びスイッチング素子 554 を利用して、蓄電セル 412 及び蓄電セル 414 の電圧を均等化させる場合について説明した。しかしながら、バランス補正回路 432 は本実施形態に限定されない。バランス補正回路 432 は、公知の均等化方式、又は、将来開発された均等化方式により、蓄電セル 412 及び蓄電セル 414 の電圧を均等化させてよい。一実施形態において、抵抗を利用して電圧が高い方の蓄電セルのエネルギーを放出するバランス補正回路が利用される。他の実施形態において、トランスを利用して電荷を移動させるバランス補正回路が利用される。

【0123】

図 6 は、DC-DC コンバータ 330 の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、DC-DC コンバータ 330 は、トランス 610 を備える。本実施形態において、DC-DC コンバータ 330 は、スイッチング素子 622 と、ダイオード 634 と、放電制御部 642 と、電流検出部 652 と、コンデンサ 662 とを備える。これにより、組電池 210 の電力を、他のバッテリーモジュールに供給することができる。

【0124】

本実施形態において、DC-DC コンバータ 330 は、スイッチング素子 624 と、ダイオード 632 と、充電制御部 644 と、電流検出部 654 と、コンデンサ 664 とを備える。これにより、他のバッテリーモジュールから供給された電力を利用して、組電池 210 を充電することができる。

【0125】

本実施形態において、トランス 610 は 2 つのコイルを備える。トランス 610 は、一方のコイルから他方のコイルにエネルギーを伝送する。また、トランス 610 は、他方のコイルから一方のコイルにエネルギーを伝送する。

【0126】

本実施形態において、トランス 610 の一方のコイルの一端は、組電池 210 の正極端と電氣的に接続される。トランス 610 の一方のコイルの他端は、スイッチング素子 622 の一端と電氣的に接続される。スイッチング素子 622 の他端は、組電池 210 の負極端と電氣的に接続される。

【0127】

本実施形態において、トランス 610 の他方のコイルの一端は、端子 244 と電氣的に接続される。トランス 610 の他方のコイルの他端は、スイッチング素子 624 の一端と電氣的に接続される。スイッチング素子 624 の他端は、端子 242 と電氣的に接続される。

【0128】

本実施形態において、スイッチング素子 622 は、放電制御部 642 からの信号に基づいて、オン動作及びオフ動作を行う。スイッチング素子 622 は、MOSFET などの半導体トランジスタであってよい。本実施形態において、スイッチング素子 624 は、充電制御部 644 からの信号に基づいて、オン動作及びオフ動作を行う。スイッチング素子 624 は、MOSFET などの半導体トランジスタであってよい。

【0129】

10

20

30

40

50

本実施形態において、ダイオード632は、トランス610の一方のコイルの他端と、組電池210の負極端との間に電氣的に接続される。ダイオード632は、スイッチング素子622と並列に配される。スイッチング素子622がMOSFETなどの半導体素子である場合、ダイオード632は、スイッチング素子622のソース・ドレイン間に等価的に形成される寄生ダイオードであってもよい。本実施形態において、ダイオード632は、組電池210の負極端から組電池210の正極端への方に電流を流す。一方、ダイオード632は、組電池210の正極端から組電池210の負極端への方には電流を流さない。

#### 【0130】

本実施形態において、ダイオード634は、トランス610の他方のコイルの他端と、端子242との間に電氣的に接続される。ダイオード634は、スイッチング素子624と並列に配される。スイッチング素子624がMOSFETなどの半導体素子である場合、ダイオード634は、スイッチング素子624のソース・ドレイン間に等価的に形成される寄生ダイオードであってもよい。本実施形態において、ダイオード634は、端子242から端子244への方に電流を流す。一方、ダイオード634は、端子244から端子242への方には電流を流さない。

#### 【0131】

本実施形態において、放電制御部642は、スイッチング素子622を制御する。例えば、放電制御部642は、スイッチング素子622のオン動作及びオフ動作を制御するための信号を生成して、生成された信号をスイッチング素子622に送信する。放電制御部642は、パルス幅変調器を有してよい。放電制御部642は、パルス幅変調器を利用して、上記の信号を生成してよい。

#### 【0132】

一実施形態において、放電制御部642は、電流検出部652から、トランス610に流れる電流の大きさを示す情報を取得する。放電制御部642は、トランス610に流れる電流の大きさを示す情報に基づいて、スイッチング素子622のオン動作及びオフ動作を制御するための信号を生成してもよい。

#### 【0133】

例えば、放電制御部642は、トランス610の一方のコイルに流れる電流の大きさが予め定められた条件を満足するように、スイッチング素子622のオン動作及びオフ動作を制御するための信号を生成する。予め定められた条件としては、トランス610の一方のコイルに流れる電流の大きさが、DC-DCコンバータ330の定格電流値に略等しいという条件であってよい。

#### 【0134】

他の実施形態において、放電制御部642は、端子242及び端子244の間の電圧が予め定められた条件を満足するように、スイッチング素子622のオン動作及びオフ動作を制御するための信号を生成する。予め定められた条件としては、端子242及び端子244の間の電圧が予め定められた値と略等しいという条件、端子242及び端子244の間の電圧が予め定められた範囲内に収まるという条件などを例示することができる。

#### 【0135】

本実施形態において、放電制御部642は、放電制御部642の動作の状況を示す情報を含む信号62を、システム制御部130に送信する。放電制御部642の動作の状況を示す情報としては、作動していることを示す情報、停止していることを示す情報、作動量を示す情報などが例示される。放電制御部642は、駆動用の電源（図示されていない。）を備えてもよく、組電池210から供給される電力を利用して駆動してもよく、電力伝送バス140から供給される電力を利用して駆動してもよい。

#### 【0136】

本実施形態において、充電制御部644は、スイッチング素子624を制御する。例えば、充電制御部644は、スイッチング素子624のオン動作及びオフ動作を制御するための信号を生成して、生成された信号をスイッチング素子624に送信する。充電制御部6

10

20

30

40

50

４４は、パルス幅変調器を有してよい。充電制御部６４４は、パルス幅変調器を利用して、上記の信号を生成してよい。

【０１３７】

一実施形態において、充電制御部６４４は、電流検出部６５２から、トランス６１０に流れる電流の大きさを示す情報を取得する。充電制御部６４４は、トランス６１０に流れる電流の大きさを示す情報に基づいて、スイッチング素子６２４のオン動作及びオフ動作を制御するための信号を生成してもよい。

【０１３８】

例えば、充電制御部６４４は、トランス６１０の他方のコイルに流れる電流の大きさが予め定められた条件を満足するように、スイッチング素子６２４のオン動作及びオフ動作を制御するための信号を生成する。予め定められた条件としては、トランス６１０の他方のコイルに流れる電流の大きさが、ＤＣ－ＤＣコンバータ３３０の定格電流値に略等しいという条件であってよい。

【０１３９】

他の実施形態において、充電制御部６４４は、組電池２１０に印加される電圧が予め定められた条件を満足するように、スイッチング素子６２４のオン動作及びオフ動作を制御するための信号を生成する。予め定められた条件としては、組電池２１０に印加される電圧が予め定められた値と略等しいという条件、組電池２１０に印加される電圧が予め定められた範囲内に収まるという条件などを例示することができる。

【０１４０】

本実施形態において、充電制御部６４４は、充電制御部６４４の動作の状況を示す情報を含む信号６４を、システム制御部１３０に送信する。充電制御部６４４の動作の状況を示す情報としては、作動していることを示す情報、停止していることを示す情報、作動量を示す情報などが例示される。充電制御部６４４は、駆動用の電源（図示されていない。）を備えてもよく、電力伝送バス１４０から供給される電力を利用して駆動してもよい。

【０１４１】

本実施形態において、電流検出部６５２は、トランス６１０の一方のコイルを流れる電流を検出する。電流検出部６５２は、検出された電流の大きさを示す情報を放電制御部６４２に提供する。本実施形態において、電流検出部６５４は、トランス６１０の他方のコイルを流れる電流を検出する。電流検出部６５２は、検出された電流の大きさを示す情報を放電制御部６４２に提供する。

【０１４２】

本実施形態において、コンデンサ６６２の一端は、トランス６１０の一方のコイルの一端と電氣的に接続される。コンデンサ６６２の他端は、スイッチング素子６２２の他端と電氣的に接続される。コンデンサ６６２は、組電池２１０と並列に配される。本実施形態において、コンデンサ６６４の一端は、トランス６１０の他方のコイルの一端と電氣的に接続される。コンデンサ６６４の他端は、スイッチング素子６２４の他端と電氣的に接続される。コンデンサ６６４は、バッテリーモジュール１１２の異常動作保護素子２５２を介して、バッテリーモジュール１１２の組電池２１０と並列に配される。

【０１４３】

図７は、システム制御部１３０の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、システム制御部１３０は、モジュール管理部７２０と、モジュールバランス管理部７４０とを備える。本実施形態において、モジュール管理部７２０は、電圧管理部７２２と、電流管理部７２４と、ＳＯＣ管理部７２６と、セルバランス管理部７２８とを有する。本実施形態において、モジュールバランス管理部７４０は、指示管理部７４２と、動作管理部７４４と、異常検出部７４６と、保護信号出力部７４８とを有する。

【０１４４】

本実施形態において、モジュール管理部７２０は、バッテリーモジュール１１２、バッテリーモジュール１１４及びバッテリーモジュール１１６のそれぞれの状態を管理する。例えば、モジュール管理部７２０は、各バッテリーモジュールの状態を示す情報を取得する。モジュ

10

20

30

40

50



ール管理部720は、各バッテリーモジュールに配された蓄電セルの状態を示す情報を取得してもよい。

【0145】

例えば、モジュール管理部720は、各バッテリーモジュールのモジュール制御部490から、各バッテリーモジュールの状態を示す情報を含む信号22を受信する。モジュール管理部720及びその各部は、各バッテリーモジュールの状態を示す情報を、記憶装置（図示されていない。）に格納する。

【0146】

本実施形態において、電圧管理部722は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116のそれぞれの電圧を管理する。電圧管理部722は、各バッテリーモジュールの電圧の大きさを示す情報を管理してよい。電圧管理部722は、時刻を示す情報と、当該時刻における上記の電圧の大きさを示す情報とを対応付けて管理してよい。上記の電圧としては、組電池210の端子間電圧、及び／又は、端子242及び端子244の電位差などが例示される。

【0147】

本実施形態において、電流管理部724は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116のそれぞれの組電池210を流れる電流を管理する。電流管理部724は、各バッテリーモジュールの組電池210を流れる電流の大きさを示す情報を管理してよい。電流管理部724は、各バッテリーモジュールの組電池210を流れる電流の向きを示す情報を管理してよい。電流管理部724は、時刻を示す情報と、当該時刻における上記の電流の大きさ及び向きの少なくとも一方を示す情報とを対応付けて管理してよい。

【0148】

本実施形態において、SOC管理部726は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116のそれぞれの組電池210のSOCを管理する。SOC管理部726は、各バッテリーモジュールのSOCの大きさを示す情報を管理してよい。SOC管理部726は、時刻を示す情報と、当該時刻における上記のSOCの大きさを示す情報とを対応付けて管理してよい。

【0149】

本実施形態において、セルバランス管理部728は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116のそれぞれの組電池210に含まれる複数の蓄電セルを管理する。セルバランス管理部728は、上記の蓄電セルに関する情報を管理してよい。例えば、セルバランス管理部728は、各蓄電セルの電圧又はSOCを示す情報を管理する。

【0150】

セルバランス管理部728は、各バッテリーモジュールにおける蓄電セル間の均等化動作を制御することで、各バッテリーモジュールの蓄電セルの電圧又はSOCを管理してよい。例えば、セルバランス管理部728は、各バッテリーモジュールの各蓄電セルの電圧又はSOCに基づいて、各バッテリーモジュールにおける蓄電セル間の均等化動作を制御するための信号24を生成する。セルバランス管理部728は、対象となるバッテリーモジュールに、信号24を送信してよい。

【0151】

本実施形態において、モジュールバランス管理部740は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116のうち、少なくとも2つのバッテリーモジュールの間の均等化動作を管理する。モジュールバランス管理部740は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116の電圧及び／又はSOCが略同一となるように、上記の均等化動作を管理する。

【0152】

本実施形態において、指示管理部742は、システム制御部130から各バッテリーモジュールに対する、均等化動作に関する指示を管理する。例えば、指示管理部742は、電圧

10

20

30

40

50

管理部 7 2 2 及び／又は SOC 管理部 7 2 6 が取得した各バッテリーモジュールの電圧及び／又は SOC に基づいて、バッテリーモジュール 1 1 4 及びバッテリーモジュール 1 1 6 の少なくとも一方に配された DC-DC コンバータ 3 3 0 の動作を制御するための信号 3 2 を生成する。指示管理部 7 4 2 は、対象となるバッテリーモジュールに、上記の信号 3 2 を送信する。

#### 【0153】

上述されたとおり、バッテリーモジュール 1 1 4 及びバッテリーモジュール 1 1 6 は、DC-DC コンバータ 3 3 0 を介して、電力伝送バス 1 4 0 との間で電力を送受する。指示管理部 7 4 2 は、上記のバッテリーモジュールに配された DC-DC コンバータ 3 3 0 の動作を制御することで、当該バッテリーモジュールと、電力伝送バス 1 4 0 との間における電力の送受を制御することができる。

#### 【0154】

一方、バッテリーモジュール 1 1 2 は、端子 2 4 2 及び端子 2 4 4 が電力伝送バス 1 4 0 と物理的に接続されている。組電池 2 1 0 の端子間電圧が端子 2 4 2 及び端子 2 4 4 の電位差よりも小さい場合、組電池 2 1 0 が充電され得る。また、組電池 2 1 0 の端子間電圧が端子 2 4 2 及び端子 2 4 4 の電位差よりも大きい場合、組電池 2 1 0 が放電し得る。指示管理部 7 4 2 は、バッテリーモジュール 1 1 4 及び／又はバッテリーモジュール 1 1 6 に配された DC-DC コンバータ 3 3 0 の動作を制御して、低電位バス 1 4 2 及び高電位バス 1 4 4 の電位差を制御することで、バッテリーモジュール 1 1 2 と、電力伝送バス 1 4 0 との間における電力の送受を制御することができる。

#### 【0155】

より具体的には、指示管理部 7 4 2 は、例えば、(i) 電力伝送バス 1 4 0 に送電するバッテリーモジュールの DC-DC コンバータ 3 3 0 に、送電動作を開始させるための命令、及び、(ii) 電力伝送バス 1 4 0 から受電するバッテリーモジュールの DC-DC コンバータ 3 3 0 に、受電動作を開始させるための命令の少なくとも一方を含む信号を生成する。指示管理部 7 4 2 は、各バッテリーモジュールのそれぞれの組電池 2 1 0 を構成する複数の蓄電セルのそれぞれの電圧又は SOC に基づいて、上記の信号を生成してよい。指示管理部 7 4 2 は、各バッテリーモジュールのそれぞれの組電池 2 1 0 の電圧又は SOC に基づいて、上記の信号を生成してよい。

#### 【0156】

指示管理部 7 4 2 は、例えば、(i) 電力伝送バス 1 4 0 に送電するバッテリーモジュールの DC-DC コンバータ 3 3 0 に、送電動作を停止させるための命令、及び、(ii) 電力伝送バス 1 4 0 から受電するバッテリーモジュールの DC-DC コンバータ 3 3 0 に、受電動作を停止させるための命令の少なくとも一方を含む信号を生成する。指示管理部 7 4 2 は、各バッテリーモジュールのそれぞれの組電池 2 1 0 を構成する複数の蓄電セルのそれぞれの電圧又は SOC に基づいて、上記の信号を生成してよい。指示管理部 7 4 2 は、各バッテリーモジュールのそれぞれの組電池 2 1 0 の電圧又は SOC に基づいて、上記の信号を生成してよい。

#### 【0157】

本実施形態において、指示管理部 7 4 2 は、上記の信号 3 2 の送信先を示す情報と、信号 3 2 の内容を示す情報とを対応づけて管理する。一実施形態において、指示管理部 7 4 2 は、上記の信号 3 2 が送信された時刻を示す情報と、上記の信号 3 2 の送信先を示す情報と、信号 3 2 の内容を示す情報とを対応づけて管理する。他の実施形態において、指示管理部 7 4 2 は、各バッテリーモジュールの識別情報と、各バッテリーモジュールに対する最新の信号 3 2 の内容を示す情報とを対応づけて管理する。

#### 【0158】

本実施形態において、動作管理部 7 4 4 は、バッテリーモジュールの間の均等化動作の状況を管理する。動作管理部 7 4 4 は、例えば、バッテリーモジュール 1 1 4 及びバッテリーモジュール 1 1 6 に配された DC-DC コンバータ 3 3 0 の動作の状況を管理する。動作管理部 7 4 4 は、上記の DC-DC コンバータ 3 3 0 のそれぞれの動作の状況を示す情報を取

得し、当該情報を管理してよい。

【0159】

例えば、動作管理部744は、上記のDC-DCコンバータ330のそれぞれについて、放電電圧の大きさ、放電電流の大きさ、放電電流の向き、充電電圧の大きさ、充電電流の大きさ、及び、充電電流の向きの少なくとも1つを示す情報を取得し、当該情報を管理する。例えば、動作管理部744は、上記のDC-DCコンバータ330のそれぞれについて、上述された放電制御部642及び／又は充電制御部644の動作の状況を示す情報を取得し、当該情報を管理する。

【0160】

本実施形態において、異常検出部746は、バッテリーモジュール間の均等化動作に関する異常を検出する。例えば、異常検出部746は、バッテリーモジュール114及びバッテリーモジュール116に配されたDC-DCコンバータ330の異常を検出する。より具体的には、異常検出部746は、上記のDC-DCコンバータ330の送電又は受電に関する異常を検出する。

【0161】

異常検出部746は、モジュール管理部720が管理している各種の情報に基づいて、上記の異常を検出してよい。上記の異常が検出された場合、異常検出部746は、異常が検出されたことを示す情報を、保護信号出力部748に出力してよい。

【0162】

一実施形態において、異常検出部746は、低電位バス142、高電位バス144及びDC-DCコンバータ330の少なくとも1つにおける電流の向きが、予め定められた方向と異なる場合に、上記の異常を検出する。予め定められた方向としては、(i)指示管理部742により定められた均等化動作が正常に実施されている場合における電流の方向、(ii)バッテリーモジュール112の電圧又はSOCに基づいて決定される方向などが例示される。

【0163】

例えば、バッテリーモジュール112の電圧又はSOCが予め定められた値よりも大きい場合、バッテリーモジュール112から電力伝送バス140に向かう方向が、上記の予め定められた方向として決定される。同様に、バッテリーモジュール112の電圧又はSOCが予め定められた値よりも小さい場合、電力伝送バス140からバッテリーモジュール112に向かう方向が、上記の予め定められた方向として決定される。

【0164】

他の実施形態において、異常検出部746は、高電位バス144からバッテリーモジュール112に流入する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きい場合に、上記の異常を検出する。予め定められた値としては、(i)指示管理部742により定められた均等化動作が正常に実施されている場合における電流の大きさ、(ii)バッテリーモジュール112の電圧又はSOCに基づいて決定される電流の大きさなどが例示される。

【0165】

例えば、予め定められた値は、バッテリーモジュール112の電圧又はSOCが大きくなるほど、当該予め定められた値が小さくなるように決定される。例えば、予め定められた値は、バッテリーモジュール112の電圧又はSOCが第1の値よりも大きい場合、当該予め定められた値が第2の値よりも小さくなるように決定される。

【0166】

上記の予め定められた値は、保護部230の過電流保護の設定値よりも小さくてよい。これにより、異常検出部746は、保護部230が作動する前に上記の異常を検出することができる。その結果、例えば、保護部230に配されたヒューズの溶断が防止される。

【0167】

他の実施形態において、異常検出部746は、バッテリーモジュール112及び低電位バス142の間を流れる電流の大きさ及び方向の少なくとも一方が、予め定められた条件に合致する場合に、上記の異常を検出する。予め定められた条件としては、バッテリーモジュール

10

20

30

40

50

ル112から低電位バス142に流出する電流の大きさが、予め定められた値よりも大きいという条件、バッテリーモジュール112及び低電位バス142の間を流れる電流の向きが予め定められた第1方向と異なるという条件などが例示される。バッテリーモジュール112及び低電位バス142の間を流れる電流の向きが予め定められた第1方向と異なるという条件は、バッテリーモジュール112及び高電位バス144の間を流れる電流の向きが予め定められた第2方向と異なるという条件であってもよい。

【0168】

予め定められた値としては、(i) 指示管理部742により定められた均等化動作が正常に実施されている場合における電流の大きさ、(ii) バッテリーモジュール112の電圧又はSOCに基づいて決定される電流の大きさなどが例示される。例えば、予め定められた値は、バッテリーモジュール112の電圧又はSOCが、他のバッテリーモジュール114及び／又はバッテリーモジュール116の電圧又はSOCよりも小さいほど、上記の電流が大きくなるように決定される。例えば、予め定められた値は、バッテリーモジュール112の電圧又はSOCと、他のバッテリーモジュール114及び／又はバッテリーモジュール116の電圧又はSOCとの差が小さいほど、当該予め定められた値が小さくなるように決定される。

【0169】

上記の予め定められた値は、保護部230の過電流保護の設定値よりも小さくてよい。これにより、異常検出部746は、保護部230が作動する前に上記の異常を検出することができる。その結果、例えば、保護部230に配されたヒューズの溶断が防止される。

【0170】

予め定められた第1方向としては、(i) 指示管理部742により定められた均等化動作が正常に実施されている場合における電流の方向、(ii) バッテリーモジュール112の電圧又はSOCに基づいて決定される電流の方向などが例示される。これにより、例えば、バッテリーモジュール112の保護部230における過電流保護の設定値よりも小さな大きさの電流が、正常時とは異なる方向に流れている場合であっても、バッテリーモジュール112の組電池210が迅速に保護され得る。

【0171】

さらに他の実施形態において、異常検出部746は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116における均等化動作の状況が予め定められた状況と異なる場合に、上記の異常を検出する。例えば、異常検出部746は、バッテリーモジュール112、バッテリーモジュール114又はバッテリーモジュール116のDC-DCコンバータ330の動作が予め定められた動作と異なる場合に、上記の異常を検出する。予め定められた動作としては、(i) 指示管理部742が指示した動作、(ii) 特定の方向に特定の大きさの電流を発生させる動作などが例示される。

【0172】

一実施形態において、異常検出部746は、指示管理部742が管理している各バッテリーモジュールに対する均等化動作に関する指示の内容と、動作管理部744が管理している各バッテリーモジュールの均等化動作の状況とに基づいて、上記の均等化動作の状況又はDC-DCコンバータ330の動作が予め定められた動作と異なるか否かを判定する。均等化動作又はDC-DCコンバータ330の動作としては、放電制御部642の動作、充電制御部644の動作などが例示される。

【0173】

例えば、指示管理部742が電力伝送バス140を介してバッテリーモジュール114からバッテリーモジュール112に電力を供給することを決定した場合、異常検出部746は、指示管理部742がバッテリーモジュール114に送信した信号32により示される指示の内容と、動作管理部744がバッテリーモジュール114から受信した信号62及び／又は信号64により示される放電制御部642及び／又は充電制御部644の動作状況とを比較する。両者が矛盾する場合、異常検出部746は異常を検出する。

【0174】

他の実施形態において、異常検出部 7 4 6 は、電圧管理部 7 2 2 が管理している各バッテリーモジュールの電圧の大きさ、電流管理部 7 2 4 が管理している各バッテリーモジュールを流れる電流の大きさ及び向き、SOC 管理部 7 2 6 が管理している各バッテリーモジュールの電圧の大きさ、及び、これらの組み合わせに基づいて、上記の均等化動作の状況又は DC-DC コンバータ 3 3 0 の動作が予め定められた動作と異なるか否かを判定する。各バッテリーモジュールを流れる電流の大きさ及び向きは、例えば、各バッテリーモジュールの端子 2 4 2 又は端子 2 4 4 の電流を測定する電流計（図示されていない。）により測定されてよい。

#### 【0175】

例えば、異常検出部 7 4 6 は、(i) DC-DC コンバータ 3 3 0 がシステム制御部 1 3 0 からの指示のとおり動作した場合における各バッテリーモジュールの電流の大きさ、電流の向き、及び／又は、電圧若しくは SOC の推移と、(ii) 実際に観測された各バッテリーモジュールの電流の大きさ、電流の向き、及び／又は、電圧若しくは SOC の推移とを比較する。両者が矛盾する場合、異常検出部 7 4 6 は異常を検出する。

#### 【0176】

本実施形態において、保護信号出力部 7 4 8 は、バッテリーモジュール 1 1 2 のスイッチング素子 2 5 4 の動作を制御するための信号 2 8 を出力する。信号 2 8 は、スイッチング素子 2 5 4 の開閉動作を制御するための信号であってよい。保護信号出力部 7 4 8 は、異常検出部 7 4 6 が異常を検出した場合に、上記の信号 2 8 を出力する。保護信号出力部 7 4 8 は、例えば、異常が検出されたことを示す信号を異常検出部 7 4 6 から受信した場合に、上記の信号 2 8 を出力してよい。

#### 【0177】

保護信号出力部 7 4 8 は、(i) 異常検出部 7 4 6 が異常を検出していない場合、スイッチング素子 2 5 4 が回路 2 6 0 を開き、(ii) 異常検出部 7 4 6 が異常を検出した場合、スイッチング素子 2 5 4 が回路 2 6 0 を閉じるように、スイッチング素子 2 5 4 の開閉動作を制御してよい。例えば、異常検出部 7 4 6 が異常を検出した場合、保護信号出力部 7 4 8 は、回路 2 6 0 を閉じるための信号 2 8 をスイッチング素子 2 5 4 に送信する。一実施形態において、スイッチング素子 2 5 4 は、信号 2 8 を受信していない場合、回路 2 6 0 を開くように構成される。他の実施形態において、異常検出部 7 4 6 が異常を検出していない場合、保護信号出力部 7 4 8 は、回路 2 6 0 を開くための信号 2 8 をスイッチング素子 2 5 4 に送信してもよい。

#### 【0178】

モジュールバランス管理部 7 4 0 は、制御装置の一例であってよい。異常検出部 7 4 6 は、検出部の一例であってよい。保護信号出力部 7 4 8 は、開閉制御部の一例であってよい。

#### 【0179】

図 8 は、システム制御部 1 3 0 による制御動作の一例を概略的に示す。本実施形態においては、説明を簡単にするを目的として、電力伝送バス 1 4 0 を介して、バッテリーモジュール 1 1 4 からバッテリーモジュール 1 1 2 に電力が供給される場合を例として、バッテリーモジュール間の均等化動作に関する制御の一例が説明される。

#### 【0180】

図 8 には、バッテリーモジュール 1 1 2 の電圧変動 8 2 0 の一例と、バッテリーモジュール 1 1 4 の電圧変動 8 4 0 の一例とが示される。電圧変動 8 2 2 は、バッテリーモジュール 1 1 4 の DC-DC コンバータ 3 3 0 が正常に動作している場合における、バッテリーモジュール 1 1 2 の電圧変動を示す。電圧変動 8 2 4 は、バッテリーモジュール 1 1 4 の DC-DC コンバータ 3 3 0 に異常が生じた場合における、バッテリーモジュール 1 1 2 の電圧変動を示す。同様に、電圧変動 8 4 2 は、バッテリーモジュール 1 1 4 の DC-DC コンバータ 3 3 0 が正常に動作している場合における、バッテリーモジュール 1 1 4 の電圧変動を示す。電圧変動 8 4 4 は、バッテリーモジュール 1 1 4 の DC-DC コンバータ 3 3 0 に異常が生じた場合における、バッテリーモジュール 1 1 4 の電圧変動を示す。

## 【0181】

本実施形態によれば、時刻  $t_1$  において、バッテリーモジュール112の電圧は  $V_L$  であり、バッテリーモジュール114の電圧は  $V_H$  である。また、システム制御部130は、時刻  $t_2$  において、バッテリーモジュール112及びバッテリーモジュール114の電圧が  $V_{AV}$  となるように、バッテリーモジュール114のDC-DCコンバータ330の動作を制御するための信号28を、バッテリーモジュール114に送信する。 $V_{AV}$ は、 $V_L$ 及び $V_H$ の平均値であってよい。

## 【0182】

バッテリーモジュール114のDC-DCコンバータ330が正常に動作した場合、バッテリーモジュール112の電圧は電圧変動822のとおりに移り、バッテリーモジュール114の電圧は電圧変動842のとおりに移る。一方、バッテリーモジュール114のDC-DCコンバータ330が正常に動作していない場合、バッテリーモジュール112及びバッテリーモジュール114の電圧がシステム制御部130が意図したとおりに移らない可能性がある。

10

## 【0183】

例えば、DC-DCコンバータ330が故障した場合、DC-DCコンバータ330が、指示管理部742により指示された動作を実施しなかったり、当該動作とは異なる動作を実施したりする可能性がある。その結果、低電位バス142及び高電位バス144の電位差が、指示管理部742が設定した目標値より大きくなったり、小さくなったりする可能性がある。

20

## 【0184】

低電位バス142及び高電位バス144の電位差と、上記の目標値との相違が大きくなると、電力伝送バス140からバッテリーモジュール112に流入する電流又は電力が予定されていた値よりも大きくなったり、バッテリーモジュール112から電力伝送バス140に流出する電流又は電力が予定されていた値よりも大きくなったりする。例えば、上記の電流の大きさが、バッテリーモジュールの保護部230に配された過電流保護回路の設定値よりも小さい場合、バッテリーモジュールの保護部230を備えていても、バッテリーモジュールの過充電又は過放電が引き起こされる可能性がある。

## 【0185】

本実施形態によれば、電圧変動842及び電圧変動844に示されるとおり、DC-DCコンバータ330に異常が発生すると、本来上昇するはずのバッテリーモジュール112の電圧が低下する。また、本来低下するはずのバッテリーモジュール114の電圧が上昇する。

30

## 【0186】

しかしながら、本実施形態によれば、時刻  $t_3$  において、異常検出部746がバッテリーモジュール間の均等化動作の異常を検出する。また、保護信号出力部748が、バッテリーモジュール112のスイッチング素子254の動作を制御するための信号28を出力する。これにより、スイッチング素子254が閉じ、回路260が短絡する。

## 【0187】

回路260が短絡すると、異常動作保護素子252に大きな電流が流れる。その結果、異常動作保護素子252の抵抗が増加したり、異常動作保護素子252を流れる電流が遮断されたりすることにより、電力伝送バス140からバッテリーモジュール112の組電池210に流入する電流が制限される。これにより、バッテリーモジュール112の電圧の低下が停止する、又は、当該電圧の低下速度が減少する。本実施形態によれば、時刻  $t_3$  以降の時刻において、バッテリーモジュール112の電圧は  $V_{FL}$  となり、バッテリーモジュール112の過放電が防止される。

40

## 【0188】

また、スイッチング素子254が閉じると、スイッチング素子254を介して端子242及び端子244が電氣的に接続される。これにより、低電位バス142及び高電位バス144の電位差が0又は略0になる。その結果、バッテリーモジュール114の電圧の上昇が

50

停止する、又は、当該電圧の上昇速度が減少する。本実施形態によれば、時刻  $t_3$  以降の時刻において、バッテリーモジュール 114 の電圧は  $V_{FH}$  となり、バッテリーモジュール 114 の過充電が防止される。

【0189】

以上のとおり、本実施形態によれば、バッテリーモジュール間の均等化動作に関する異常が検出された場合、バッテリーモジュール間の均等化動作が停止したり、均等化の速度が低下したりする。これにより、たとえば DC-DC コンバータ 330 が故障した場合であっても、より安全なバッテリーパック 100 が構築される。

【0190】

図 9 は、バッテリーモジュール 112 の内部構成の他の例を概略的に示す。図 9 は、保護部 230 が過電圧・過電流保護機能を備える場合におけるバッテリーモジュール 112 の一例を示す。本実施形態において、保護部 230 は、電流検出部 932 と、スイッチング素子 934 と、保護回路 936 とを備える。

【0191】

本実施形態において、電流検出部 932 は、端子 204 と、組電池 210 の正極端との間に配される。電流検出部 932 は、端子 204 と、組電池 210 の正極端との間を流れる電流の大きさを検出する。電流検出部 932 は、端子 204 と、組電池 210 の正極端との間を、予め定められた値よりも大きな電流が流れたことを検出してよい。

【0192】

電流検出部 932 は、端子 204 と、組電池 210 の正極端及び異常動作保護素子 252 の接続点との間に配されてよい。電流検出部 932 は、端子 204 と、組電池 210 の正極端及び異常動作保護素子 252 の接続点との間を流れる電流の大きさを検出してよい。電流検出部 932 は、端子 204 と、組電池 210 の正極端及び異常動作保護素子 252 の接続点との間を、予め定められた値よりも大きな電流が流れたことを検出してよい。

【0193】

電流検出部 932 は、検出された電流の大きさを示す情報を、保護回路 936 に出力する。電流検出部 932 は、予め定められた値よりも大きな電流が流れたことを示す情報を、保護回路 936 に出力してもよい。

【0194】

なお、電流検出部 932 の配置は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、電流検出部 932 は、端子 202 と、組電池 210 の負極端との間に配される。

【0195】

電流検出部 932 としては、公知の電流検出センサが利用され得る。電流検出センサの具体的な構成は特に限定されない。

【0196】

本実施形態において、スイッチング素子 934 は、端子 204 と、組電池 210 の正極端との間に配される。電流検出部 932 は、端子 204 と、組電池 210 の正極端及び異常動作保護素子 252 の接続点との間に配されてよい。スイッチング素子 934 は、保護回路 936 からの制御信号に基づいてオン動作又はオフ動作を実行する。例えば、保護回路 936 が制御信号を出力していない場合、スイッチング素子 934 は、オン状態を維持する。スイッチング素子 934 が保護回路 936 からの制御信号を受信した場合、スイッチング素子 934 は、オフ動作を実行する。

【0197】

なお、スイッチング素子 934 の配置は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、スイッチング素子 934 は、端子 202 と、組電池 210 の負極端との間に配される。

【0198】

スイッチング素子 934 の種類は特に限定されるものではないが、スイッチング素子 934 としては、メカニカルスイッチ、半導体スイッチなどが例示される。半導体スイッチとしては、トランジスタ、サイリスタ、トライアックなどが例示される。トランジスタとし

10

20

30

40

50

ては、バイポーラトランジスタ（B J T）、電界効果トランジスタ（F E T）などが例示される。

#### 【0199】

本実施形態において、保護回路936は、低電圧保護（U V Pと称される場合がある。）及び過電圧保護（O V Pと称される場合がある。）及び過電流保護（O C Pと称される場合がある。）の少なくとも1つの機能を有する。保護回路936は、例えば、スイッチング素子934の動作を制御することで、上記の機能を実現する。

#### 【0200】

例えば、保護回路936は、バランス補正部220のモジュール制御部490から、組電池210を構成する複数の蓄電セルのそれぞれの電圧を示す情報（セル電圧情報と称される場合がある）を取得する。セル電圧情報には、組電池210の端子間電圧を示す情報が含まれていてもよい。

10

#### 【0201】

保護回路936は、上記の電圧情報により示される各蓄電セルの電圧が、予め定められた数値範囲の範囲内であるか否かを判定する。複数の蓄電セルの少なくとも1つの電圧が上記の数値範囲の下限値よりも小さい場合、保護回路936は、組電池210が低電圧状態にあると判定し、スイッチング素子934をオフ動作させるための信号を、スイッチング素子934に出力する。一方、複数の蓄電セルの少なくとも1つの電圧が上記の数値範囲の上限値よりも大きい場合、保護回路936は、組電池210が過電圧状態にあると判定し、スイッチング素子934をオフ動作させるための信号を、スイッチング素子934に出力する。

20

#### 【0202】

例えば、保護回路936は、電流検出部932から、電流検出部932が検出した電流の大きさを示す情報（検出電流情報と称される場合がある。）を取得する。上述されたとおり、検出電流情報は、予め定められた値よりも大きな電流が検出されたことを示す情報であつてもよい。

#### 【0203】

保護回路936は、検出電流情報により示される電流の大きさが、予め定められた値よりも大きいと判定する。予め定められた値よりも大きな電流が検出されたことを示す情報が検出電流情報に含まれる場合、保護回路936は、検出電流情報により示される電流の大きさが予め定められた値よりも大きいと判定してよい。検出電流情報により示される電流の大きさが予め定められた値よりも大きい場合、保護回路936は、組電池210が過電流状態にあると判定し、スイッチング素子934をオフ動作させるための信号を、スイッチング素子934に出力する。

30

#### 【0204】

一実施形態において、組電池210が過電流状態にあるか否かを判定するための設定値（組電池210の過電流に関する設定値と称される場合がある。）は、異常動作保護素子252の電流の大きさに関する設定値よりも大きくなるように設定される。スイッチング素子934がオフ動作すると、バッテリモジュール112及び外部の機器の間における電力の送受が停止する。一方、異常動作保護素子252が動作して、組電池210及び電力伝送バス140の間における電力の送受が停止しても、バッテリモジュール112及び外部の機器の間における電力の送受は継続され得る。そのため、異常動作保護素子252の電流の大きさに関する設定値が、組電池210の過電流に関する設定値よりも小さい場合、ユーザの利便性を犠牲にすることなく、バッテリモジュール間の均等化動作の不具合による蓄電セルの劣化が抑制され得る。他の実施形態において、組電池210が過電流状態にあるか否かを判定するための設定値と、異常動作保護素子252の電流の大きさに関する設定値とが同一であつてもよい。

40

#### 【0205】

保護回路936は、アナログ回路によって構成されてもよく、デジタル回路によって構成されてもよく、アナログ回路及びデジタル回路の組み合わせにより構成されてもよい。保

50



護回路 936 は、ハードウェアにより実現されてもよく、ソフトウェアにより実現されてもよく、ハードウェア及びソフトウェアの組み合わせにより実現されてもよい。

#### 【0206】

図 10 は、バッテリーモジュール 112 の内部構成の他の例を概略的に示す。図 10 は、異常動作保護素子 252 及びスイッチング素子 254 が保護部 230 としても機能する場合におけるバッテリーモジュール 112 の一例を示す。図 10 に関連して説明されるバッテリーモジュール 112 は、保護部 230 を備えない点と、スイッチング素子 254 が信号 26 及び信号 28 に基づいて動作する点とを除き、図 2 に関連して説明されるバッテリーモジュール 112 と同様の構成を有してよい。

#### 【0207】

本実施形態によれば、バッテリーモジュール間の均等化動作に関する異常が検出された場合、スイッチング素子 254 は、信号 28 に基づいて回路 260 を短絡させる。一方、組電池 210 の過電圧又は過電流が検出された場合、スイッチング素子 254 は、信号 26 に基づいて回路 260 を短絡させる。

#### 【0208】

図 11 は、DC-DC コンバータ 330 の内部構成の他の例を概略的に示す。また、図 11 を用いて、充電制御部 644 が電力伝送バス 140 から供給される電力を利用して駆動する場合を例として、DC-DC コンバータ 330 の一例が説明される。図 11 に関連して説明される DC-DC コンバータ 330 は、電流制御回路 1130 を備える点を除き、図 6 に関連して説明される DC-DC コンバータ 330 と同様の構成を有してよい。

#### 【0209】

本実施形態において、電流制御回路 1130 は、組電池 210 の放電電流（バッテリーモジュールの出力電流と称される場合がある。）の大きさを制御する。これにより、電力伝送バス 140 を介して組電池 210 から出力される電流の大きさが制御される。

#### 【0210】

本実施形態において、電流制御回路 1130 は、過電流保護回路 1132 を備える。過電流保護回路 1132 は、出力電流の大きさが予め定められた値を超えないように、出力電流の大きさを制御する。例えば、電流制御回路 1130 は、端子 242 及び端子 244 の電位差が小さくなると、出力電流の大きさが小さくなるように、放電制御部 642 を制御する。電流制御回路 1130 は、放電制御部 642 を制御するための信号 82 を出力することで、放電制御部 642 を制御してよい。過電流保護回路 1132 の詳細は後述される。

#### 【0211】

電流制御回路 1130 は、電流制御部の一例であってよい。電力伝送バス 140 から供給される電力により動作する DC-DC コンバータ 330 は、第 1 電力線及び第 2 電力線から供給される電力により動作する送受電部の一例であってよい。

#### 【0212】

図 12 は、過電流保護回路 1232 の回路構成の一例を概略的に示す。過電流保護回路 1232 は、上述された過電流保護回路 1132 の一例であってよい。過電流保護回路 1232 は、フォールドバック型、フォールドバック制御型などと称される過電流保護回路の一例であってよい。

#### 【0213】

本実施形態において、過電流保護回路 1232 は、例えば、抵抗 1212 と、抵抗 1214 と、抵抗 1216 と、コンパレータ 1220 とを備える。図 12 においては、説明を簡単にするを目的として、コンパレータ 1220 の正側電源端子及び負側電源端子が図示されていない。コンパレータ 1220 の正側電源端子は、例えば、端子 244 と電氣的に接続される。コンパレータ 1220 の負側電源端子は、例えば、端子 242 と電氣的に接続される。

#### 【0214】

抵抗 1212 の一端は、端子 244 と、コンパレータ 1220 の反転入力端子とに電氣的

10

20

30

40

50

に接続される。抵抗1212の他端は、トランス610の一端と、抵抗1214の一端とに電氣的に接続される。抵抗1214の他端は、コンパレータ1220の非反転入力端子と、抵抗1216の一端とに電氣的に接続される。抵抗1216の他端は、ダイオード634の一端と、端子242とに電氣的に接続される。ダイオード634の他端は、トランス610の他端と電氣的に接続される。コンパレータ1220は、信号82を出力する。コンパレータ1220が出力した信号82は、放電制御部642に送信される。信号82は、放電制御部642に配されたパルス幅変調器1242の動作を制御するための信号であってよい。

#### 【0215】

図13は、過電流保護回路1232の電圧－電流特性の一例を概略的に示す。特性1300に示されるとおり、過電流保護回路1232は、出力電流 $I_{OUT}$ が過電流設定値 $I_{LIMIT}$ に達すると、出力電流 $I_{OUT}$ 及び出力電圧 $V_{OUT}$ が低下する特性を有する。

なお、本実施形態によれば、過電流保護回路1232の出力電流 $I_{OUT}$ が0[V]になっても、過電流保護回路1232の出力電流 $I_{OUT}$ の大きさは、0[A]より大きく定格電流よりも小さな値を有する。他の実施形態において、過電流保護回路1232の出力電流 $I_{OUT}$ が0[V]になった場合、過電流保護回路1232の出力電流 $I_{OUT}$ の大きさが0[A]になってもよい。

#### 【0216】

図14は、過電流保護回路1432の回路構成の一例を概略的に示す。過電流保護回路1432は、上述された過電流保護回路1132の一例であってよい。過電流保護回路1432は、フォールドバック型、フォールドバック制御型などと称される過電流保護回路の一例であってよい。

#### 【0217】

本実施形態において、過電流保護回路1432は、例えば、抵抗1212と、抵抗1214と、抵抗1216と、抵抗1412と、ツェナーダイオード1420と、コンパレータ1220とを備える。図14においては、説明を簡単にすることを目的として、コンパレータ1220の正側電源端子及び負側電源端子が図示されていない。コンパレータ1220の正側電源端子は、例えば、端子244と電氣的に接続される。コンパレータ1220の負側電源端子は、例えば、端子242と電氣的に接続される。

#### 【0218】

抵抗1212の一端は、端子244と、コンパレータ1220の反転入力端子とに電氣的に接続される。抵抗1212の他端は、トランス610の一端と、抵抗1214の一端とに電氣的に接続される。抵抗1214の他端は、コンパレータ1220の非反転入力端子と、抵抗1216の一端とに電氣的に接続される。抵抗1216の他端は、抵抗1412の一端と、ツェナーダイオード1420の一端とに電氣的に接続される。ツェナーダイオード1420の他端は、トランス610の一端と、抵抗1212の他端と、抵抗1214の一端とに電氣的に接続される。抵抗1412の他端は、ダイオード634の一端と、端子242とに電氣的に接続される。ダイオード634の他端は、トランス610の他端と電氣的に接続される。コンパレータ1220は、信号82を出力する。コンパレータ1220が出力した信号82は、放電制御部642に送信される。信号82は、放電制御部642に配されたパルス幅変調器1242の動作を制御するための信号であってよい。

#### 【0219】

図15は、過電流保護回路1432の電圧－電流特性の一例を概略的に示す。特性1500に示されるとおり、過電流保護回路1232は、出力電流 $I_{OUT}$ が過電流設定値 $I_{LIMIT}$ に達すると、出力電流 $I_{OUT}$ が定電流状態のまま、出力電圧 $V_{OUT}$ が $V_{set}$ になるまで出力電圧 $V_{OUT}$ が直線的に垂下する特性を有する。また、過電流保護回路1232は、出力電圧 $V_{OUT}$ が $V_{set}$ に達すると、出力電流 $I_{OUT}$ も出力電圧 $V_{OUT}$ も低下する特性を有する。

#### 【0220】

図16は、過電流保護回路1632の回路構成の一例を概略的に示す。過電流保護回路1

632は、上述された過電流保護回路1132の一例であってよい。過電流保護回路1632は、垂下型、固定電流制限型などと称される過電流保護回路の一例であってよい。

#### 【0221】

本実施形態において、過電流保護回路1632は、例えば、抵抗1612と、電源1620と、コンパレータ1640とを備える。図16においては、説明を簡単にするを目的として、コンパレータ1640の正側電源端子及び負側電源端子が図示されていない。コンパレータ1640の正側電源端子は、例えば、端子244と電氣的に接続される。コンパレータ1640の負側電源端子は、例えば、端子242と電氣的に接続される。

#### 【0222】

トランス610の一端は、端子244に電氣的に接続される。抵抗1612の一端は、端子242と、コンパレータ1640の非反転入力端子とに電氣的に接続される。抵抗1612の他端は、電源1620の負極端と、ダイオード634の一端とに電氣的に接続される。電源1620の正極端は、コンパレータ1640の反転入力端子に電氣的に接続される。ダイオード634の他端は、トランス610の他端と電氣的に接続される。コンパレータ1640は、信号82を出力する。コンパレータ1640が出力した信号82は、放電制御部642に送信される。信号82は、放電制御部642に配されたパルス幅変調器1242の動作を制御するための信号であってよい。

#### 【0223】

図17は、過電流保護回路1632の電圧－電流特性の一例を概略的に示す。特性1700に示されるとおり、過電流保護回路1632は、出力電圧 $I_{OUT}$ が過電流設定値 $I_{LIMIT}$ に達すると、出力電流 $I_{OUT}$ が定電流状態のまま出力電圧 $V_{OUT}$ が直線的に垂下する特性を有する。

#### 【0224】

図18は、過電流保護回路1832の回路構成の一例を概略的に示す。過電流保護回路1832は、上述された過電流保護回路1132の一例であってよい。過電流保護回路1832は、定電力制御電圧垂下型などと称される過電流保護回路の一例であってよい。

#### 【0225】

本実施形態において、過電流保護回路1832は、例えば、抵抗1812と、抵抗1814と、抵抗1816と、抵抗1818と、電源1820と、コンパレータ1842と、コンパレータ1844とを備える。図18においては、説明を簡単にするを目的として、コンパレータ1842及びコンパレータ1844の正側電源端子及び負側電源端子が図示されていない。上記の正側電源端子は、例えば、端子244と電氣的に接続される。上記の負側電源端子は、例えば、端子242と電氣的に接続される。

#### 【0226】

抵抗1812の一端は、端子242と、コンパレータ1844の非反転入力端子とに電氣的に接続される。抵抗1812の他端は、電源1820の負極端と、抵抗1814の一端と、ダイオード634の一端とに電氣的に接続される。抵抗1814の他端は、コンパレータ1842の反転入力端子と、抵抗1816の一端と、抵抗1818の一端とに電氣的に接続される。抵抗1816の他端は、トランス610の一端と、端子244とに電氣的に接続される。抵抗1818の他端は、コンパレータ1842の出力端子と、コンパレータ1844の反転入力端子とに電氣的に接続される。電源1820の正極端は、コンパレータ1842の非反転入力端子に電氣的に接続される。ダイオード634の他端は、トランス610の他端と電氣的に接続される。コンパレータ1844は、信号82を出力する。コンパレータ1844が出力した信号82は、放電制御部642に送信される。信号82は、放電制御部642に配されたパルス幅変調器1242の動作を制御するための信号であってよい。

#### 【0227】

図19は、過電流保護回路1832の電圧－電流特性の一例を概略的に示す。特性1900に示されるとおり、過電流保護回路1832は、出力電圧 $I_{OUT}$ が過電流設定値 $I_{LIMIT}$ に達すると、出力電圧 $V_{OUT}$ が低下しながら出力電流 $I_{OUT}$ が増加する特性

を有する。特性 1900 に示されるとおり、過電流保護回路 1832 の出力電流  $I_{OUT}$  は、設定値  $I_{MAX}$  を超えないように制御される。

#### 【0228】

図 20 は、電流制御回路 2030 の内部構成の一例を概略的に示す。電流制御回路 2030 は、過電流保護回路 1132 と、低電圧保護回路 2034 とを備える点で、電流制御回路 1130 と相違する。上記の相違点以外の特徴に関し、電流制御回路 2030 は、電流制御回路 1130 と同様の構成を有してよい。

#### 【0229】

本実施形態において、低電圧保護回路 2034 は、DC-DC コンバータ 330 の出力電圧が予め定められた値よりも小さい場合に、組電池 210 からの出力が停止するように、組電池 210 の出力を制御する。例えば、低電圧保護回路 2034 は、端子 242 及び端子 244 の電位差が予め定められた値よりも小さくなると、出力電流の大きさが小さくなるように、放電制御部 642 を制御する。本実施形態によれば、DC-DC コンバータ 330 を介して組電池 210 から電力伝送バス 140 に出力される電圧が予め定められた値よりも小さい場合、組電池 210 からの出力が停止する。これにより、バッテリーパック 100 の安全性がさらに向上する。

#### 【0230】

図 21 は、電流制御回路 2030 の電圧-電流特性の一例を概略的に示す。図 21 を用いて、電流制御回路 2030 の過電流保護回路 1132 が過電流保護回路 1232 である場合を例として、低電圧保護回路 2034 の作用が説明される。特性 2100 に示されるとおり、電流制御回路 2030 は、出力電流  $I_{OUT}$  が過電流設定値  $I_{LIMIT}$  に達すると、出力電圧  $V_{OUT}$  が  $V_{UVP}$  になるまでは、特性 1300 と同様に、出力電流  $I_{OUT}$  及び出力電圧  $V_{OUT}$  が低下する特性を有する。電流制御回路 2030 は、出力電圧  $V_{OUT}$  が  $V_{UVP}$  に達すると、出力電流  $I_{OUT}$  が 0 [V] になった場合に出力電流  $I_{OUT}$  の大きさが 0 [A] になるように、出力電流  $I_{OUT}$  及び出力電圧  $V_{OUT}$  が低下する特性を有する点で、過電流保護回路 1232 と相違する。

#### 【0231】

図 20 及び図 21 においては、電流制御回路 2030 が、過電流保護回路 1232 と、低電圧保護回路 2034 とを備える場合を例として、低電圧保護回路 2034 の機能の一例が説明された。しかしながら、電流制御回路 2030 は、本実施形態に限定されない。他の実施形態において、電流制御回路 2030 は、任意の種類の過電流保護回路と、低電圧保護回路 2034 とを備えてよい。例えば、電流制御回路 2030 は、過電流保護回路 1432、過電流保護回路 1632 又は過電流保護回路 1832 と、低電圧保護回路 2034 とを備える。

#### 【0232】

図 22 は、電気自動車 2200 のシステム構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、電気自動車 2200 は、バッテリーパック 100 と、モータ 2210 とを備える。電気自動車 2200 は、バッテリーパック 100 の電力を利用して移動する。モータ 2210 は、バッテリーパック 100 の電力を利用して動力を発生させる。

#### 【0233】

本実施形態によれば、例えば、バッテリーモジュール 112、バッテリーモジュール 114 及びバッテリーモジュール 116 が、電気自動車 2200 の異なる位置に配される。複数のバッテリーモジュールが電気自動車 2200 の異なる位置に配された場合、各バッテリーモジュールが配された位置によって、各バッテリーモジュールを取り巻く環境が異なる。上記の環境としては、温度、湿度、温度変化、湿度変化などを例示することができる。そのため、時間の経過に伴って、複数のバッテリーモジュールの間で、劣化状態のバラつきが大きくなり得る。その結果、複数のバッテリーモジュールの間における電圧又は SOC のバランスが当初の設定値から外れることがあり得る。例えば、電気自動車 2200 がバス、トラックなどの大型の車両である場合、複数のバッテリーモジュールの距離がより大きくなることから、上記の傾向が特に顕著になる。

10

20

30

40

50

## 【0234】

しかしながら、本実施形態のバッテリーパック100によれば、複数のバッテリーモジュールの間における電圧又はSOCのバランスが崩れた場合であっても、複数のバッテリーモジュールの間で電力を送受することができる。これにより、バッテリーパック100の性能が回復する。また、バッテリーパック100を効率的に利用することができる。

## 【0235】

電気自動車2200は、電気機器又は移動体の一例であってよい。モータ2210は、負荷の一例であってよい。

## 【0236】

## 〔別実施形態の一例〕

本実施形態においては、電気自動車2200を例として、電力を利用する電気機器の詳細が説明された。しかしながら、電気機器は、電気自動車2200に限定されない。電気機器の種類は特に限定されるものではないが、他の実施形態において、電気機器は、定置式の電源設備又は蓄電設備であってもよく、家電製品であってもよい。

## 【0237】

本実施形態においては、電気自動車2200を例として、電力を利用して移動する移動体の詳細が説明された。しかしながら、移動体は、電気自動車2200に限定されない。移動体の種類は特に限定されるものではないが、移動体としては、車両、船舶、飛行体などが例示される。車両としては、自動車、自動二輪車、電動ユニットを有する立ち乗り用の乗り物、電車などが例示される。自動車としては、電気自動車、燃料電池自動車、ハイブリッド自動車、小型コンピュータ、電動カートなどが例示される。自動二輪車としては、電動バイク、電動三輪バイク、電動自転車などが例示される。船舶としては、船、ホバークラフト、水上バイク、潜水艦、潜水艇、水中スクータなどが例示される。飛行体としては、飛行機、飛行船又は風船、気球、ヘリコプター、ドローンなどが例示される。

## 【0238】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。例えば、技術的に矛盾しない範囲において、特定の実施形態について説明した事項を、他の実施形態に適用することができる。また、各構成要素は、名称が同一で、参照符号が異なる他の構成要素と同様の特徴を有してもよい。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

## 【0239】

特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず」、「次に」、「次に」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

## 【符号の説明】

## 【0240】

22 信号、24 信号、26 信号、28 信号、32 信号、52 駆動信号、54 駆動信号、56 信号、58 信号、62 信号、64 信号、82 信号、100 バッテリーパック、102 端子、104 端子、112 バッテリーモジュール、114 バッテリーモジュール、116 バッテリーモジュール、130 システム制御部、140 電力伝送バス、142 低電位バス、144 高電位バス、202 端子、204 端子、210 組電池、220 バランス補正部、230 保護部、242 端子、244 端子、252 異常動作保護素子、254 スイッチング素子、260 回路、330 DC-DCコンバータ、412 蓄電セル、414 蓄電セル、416 蓄電セル、418 蓄電セル、432 バランス補正回路、434 バランス補正回路、436 バラン

10

20

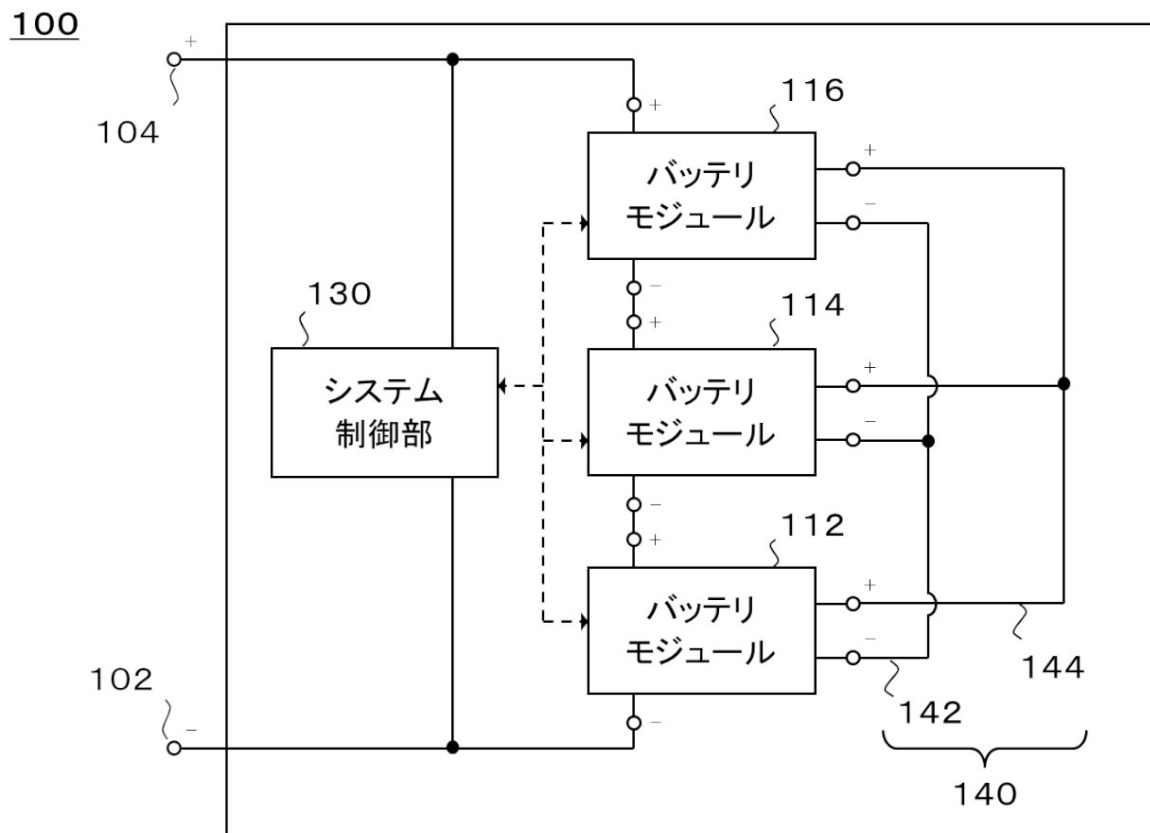
30

40

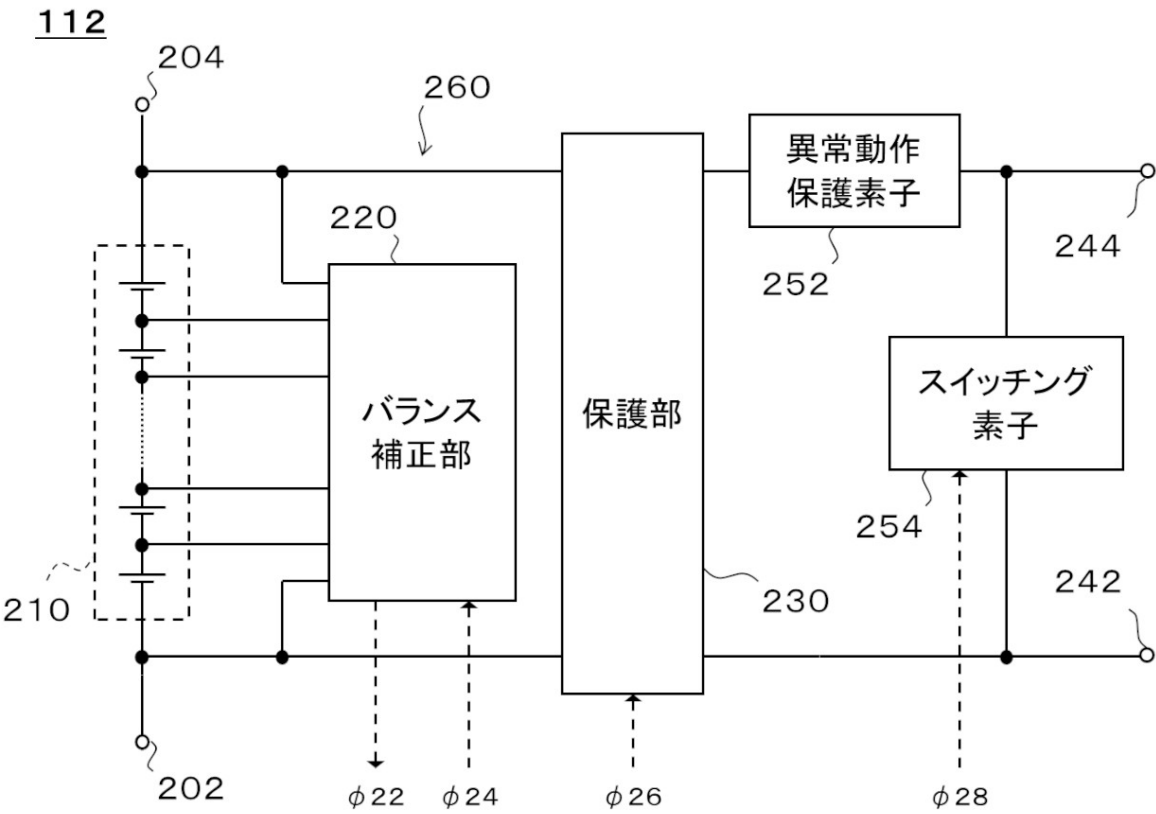
50

ス補正回路、443 接続点、445 接続点、447 接続点、490 モジュール制御部、545 接続点、550 インダクタ、552 スwitchング素子、554 スwitchング素子、562 ダイオード、564 ダイオード、570 均等化制御部、580 電圧監視部、582 電圧検出部、584 電圧検出部、586 差分検出部、610 トランス、622 スwitchング素子、624 スwitchング素子、632 ダイオード、634 ダイオード、642 放電制御部、644 充電制御部、652 電流検出部、654 電流検出部、662 コンデンサ、664 コンデンサ、720 モジュール管理部、722 電圧管理部、724 電流管理部、726 SOC管理部、728 セルバランス管理部、740 モジュールバランス管理部、742 指示管理部、744 動作管理部、746 異常検出部、748 保護信号出力部、820 電圧変動、822 電圧変動、824 電圧変動、840 電圧変動、842 電圧変動、844 電圧変動、932 電流検出部、934 スwitchング素子、936 保護回路、1130 電流制御回路、1132 過電流保護回路、1212 抵抗、1214 抵抗、1216 抵抗、1220 コンパレータ、1232 過電流保護回路、1242 パルス幅変調器、1300 特性、1412 抵抗、1420 ツェナーダイオード、1432 過電流保護回路、1500 特性、1612 抵抗、1620 電源、1632 過電流保護回路、1640 コンパレータ、1700 特性、1812 抵抗、1814 抵抗、1816 抵抗、1818 抵抗、1820 電源、1832 過電流保護回路、1842 コンパレータ、1844 コンパレータ、1900 特性、2030 電流制御回路、2034 低電圧保護回路、2100 特性、2200 電気自動車、2210 モータ

【図1】



【図 2】



10

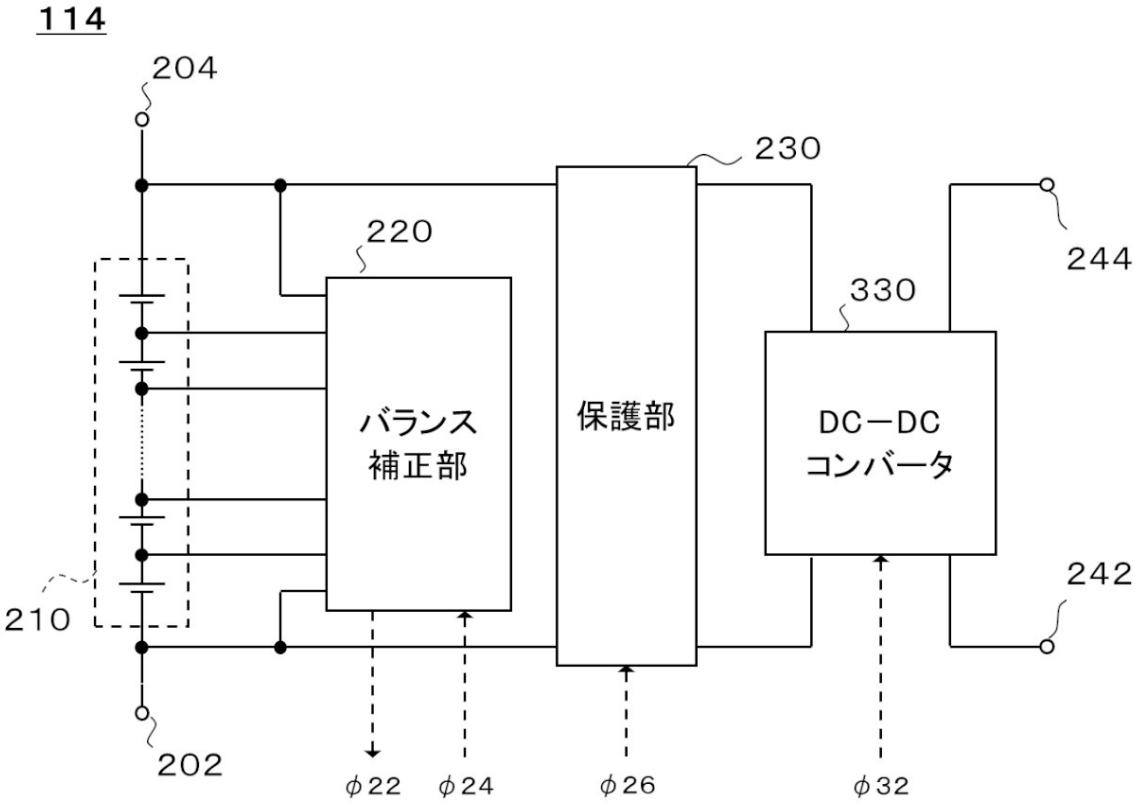
20

30

40

50

【図3】



10

20

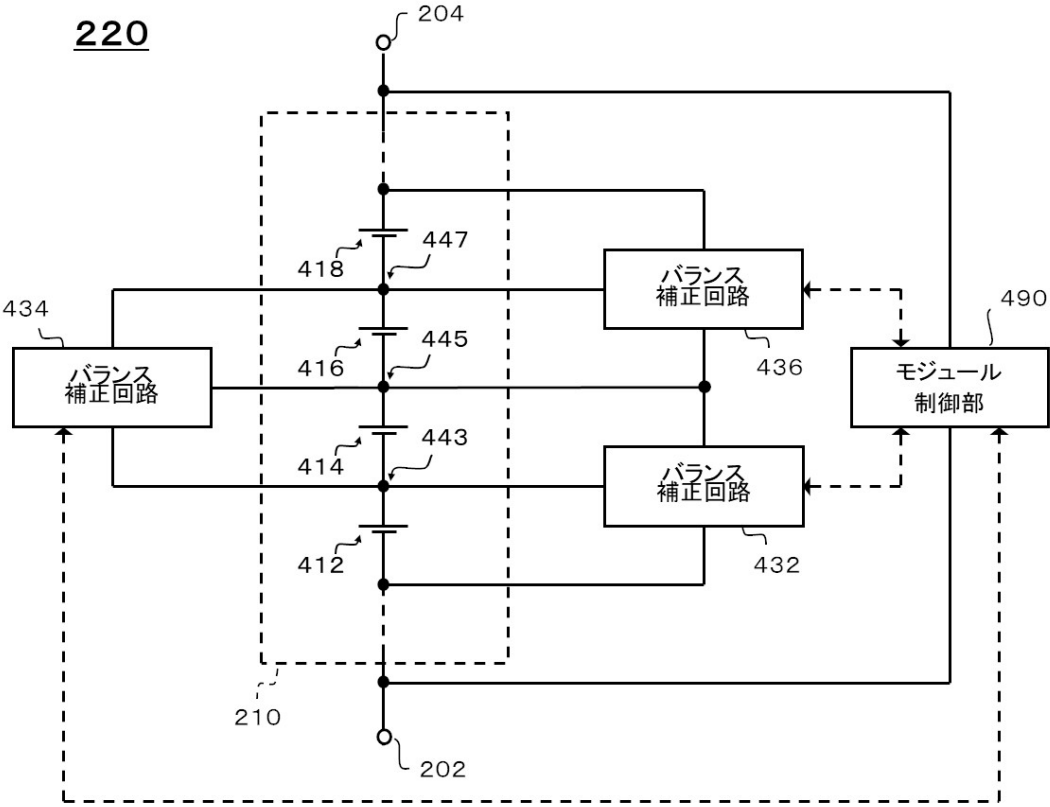
30

40

50

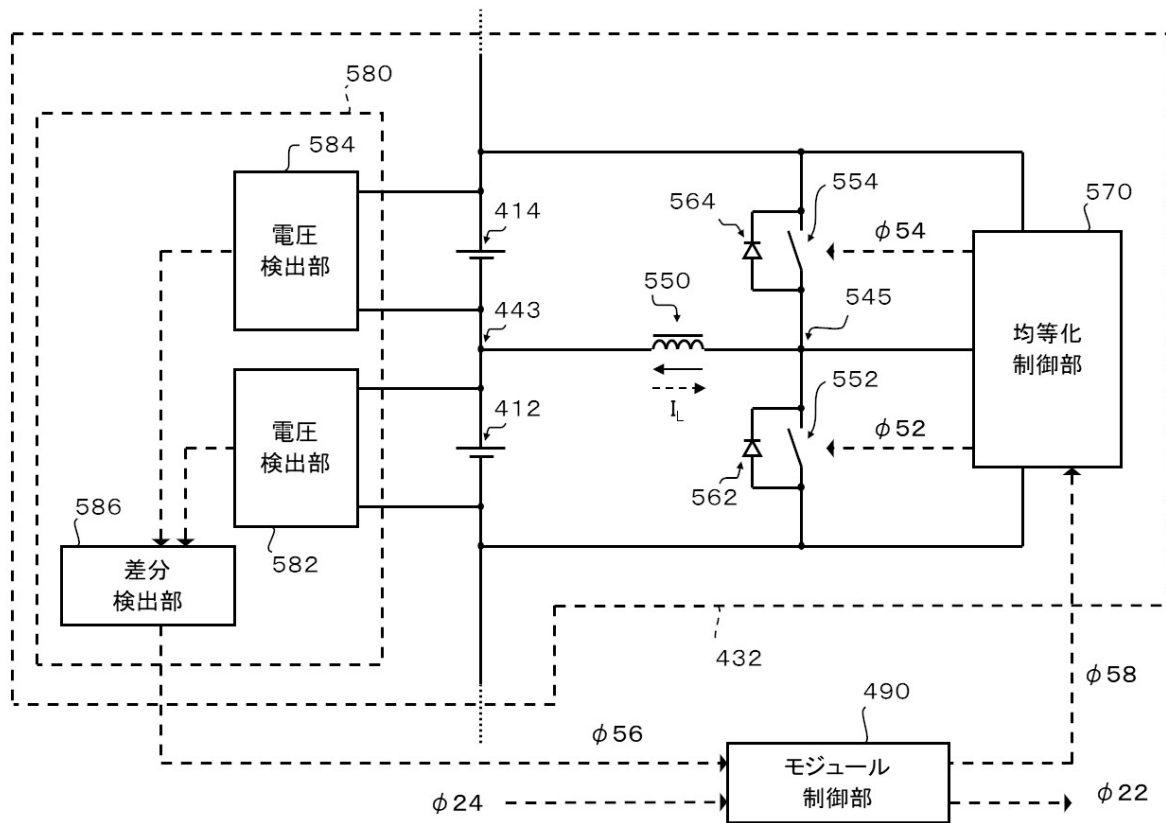


【図 4】



【図 5】

432



10

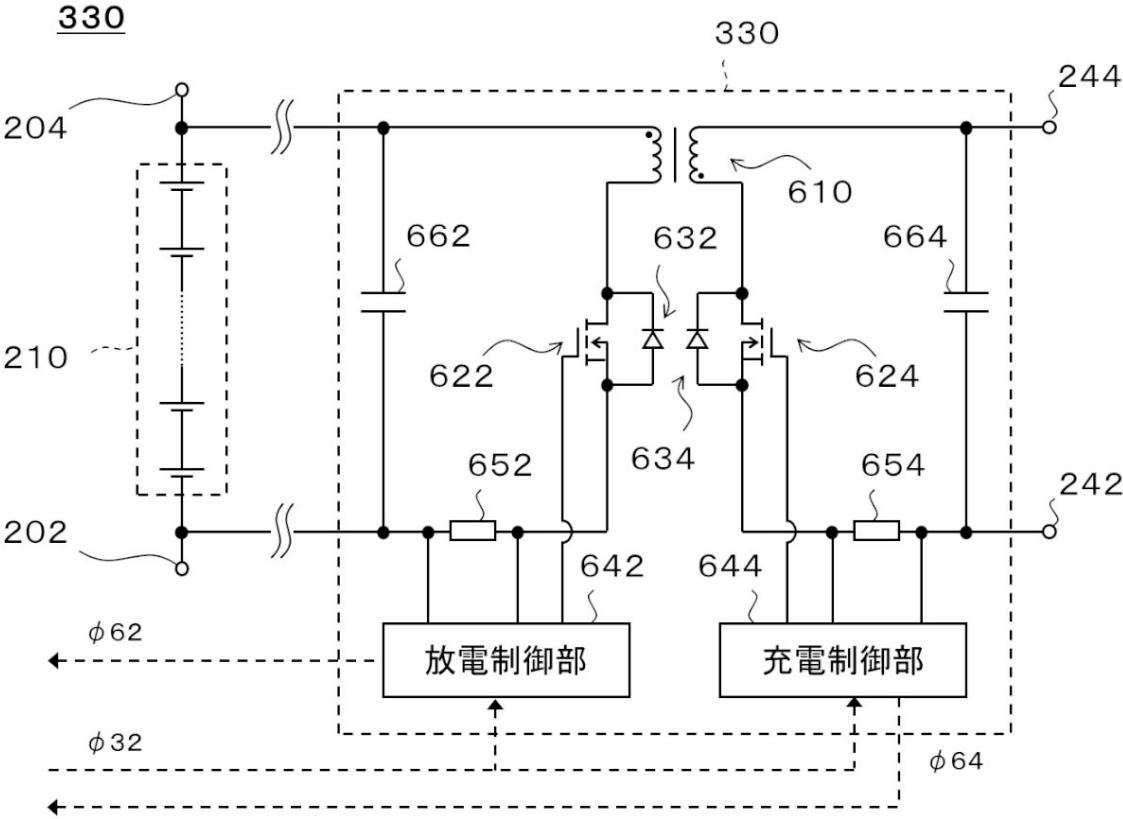
20

30

40

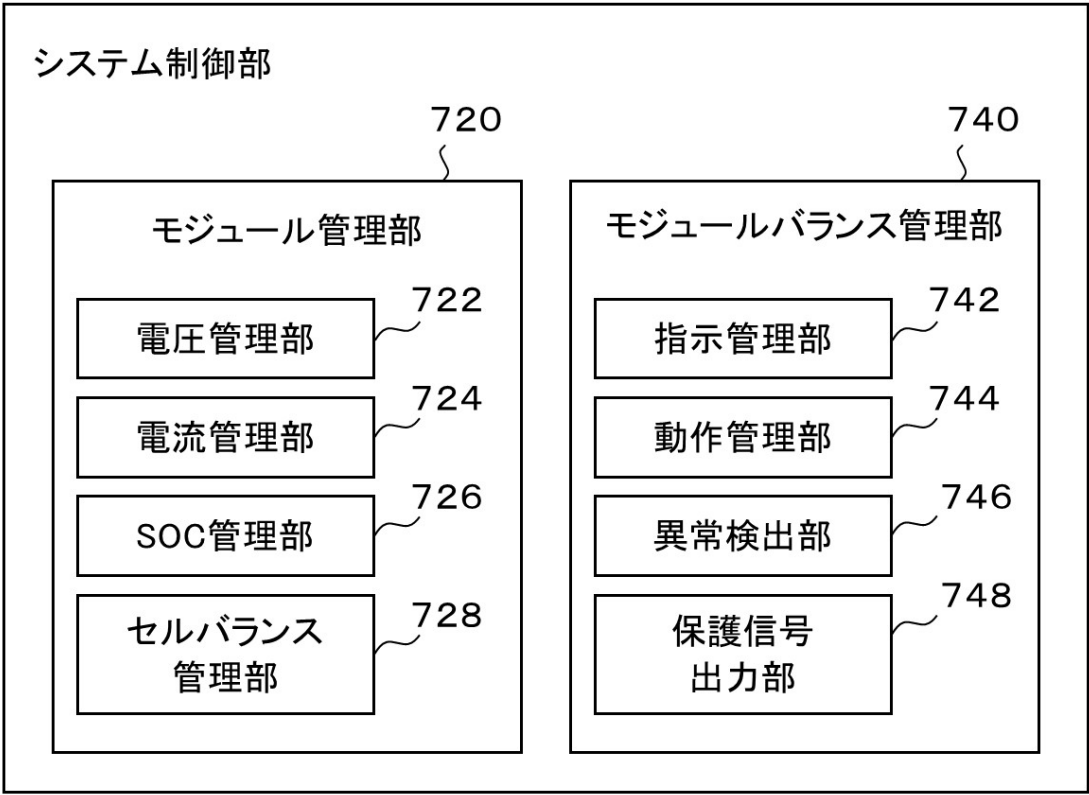
50

【図 6】



【図 7】

130



10

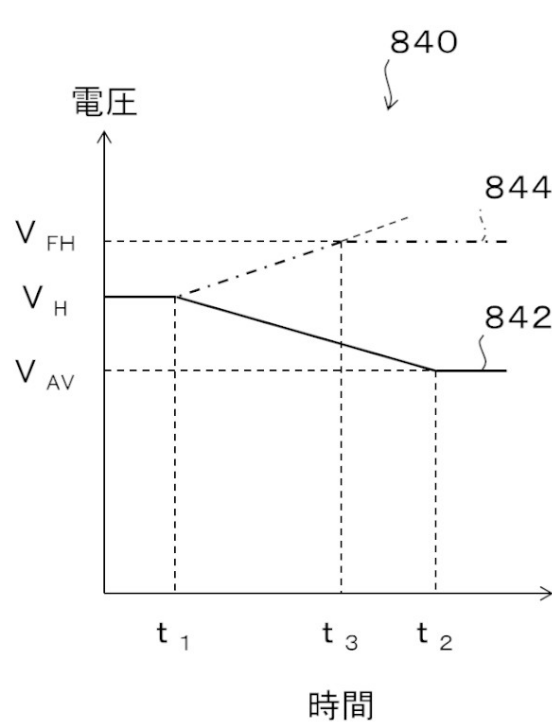
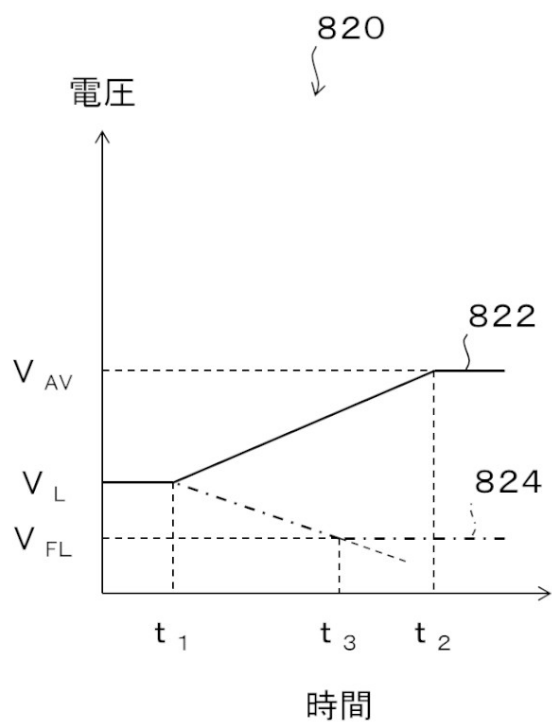
20

30

40

50

【図 8】



10

20

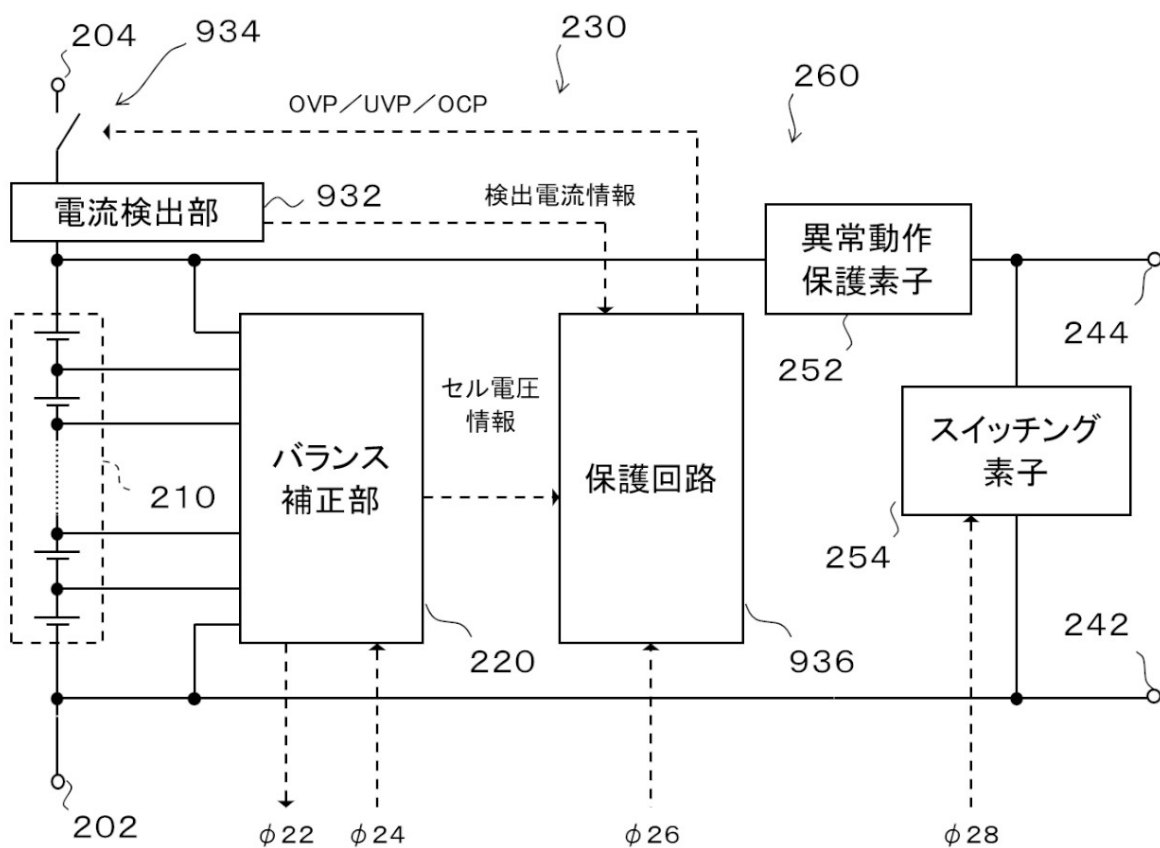
30

40

50

【図 9】

112



10

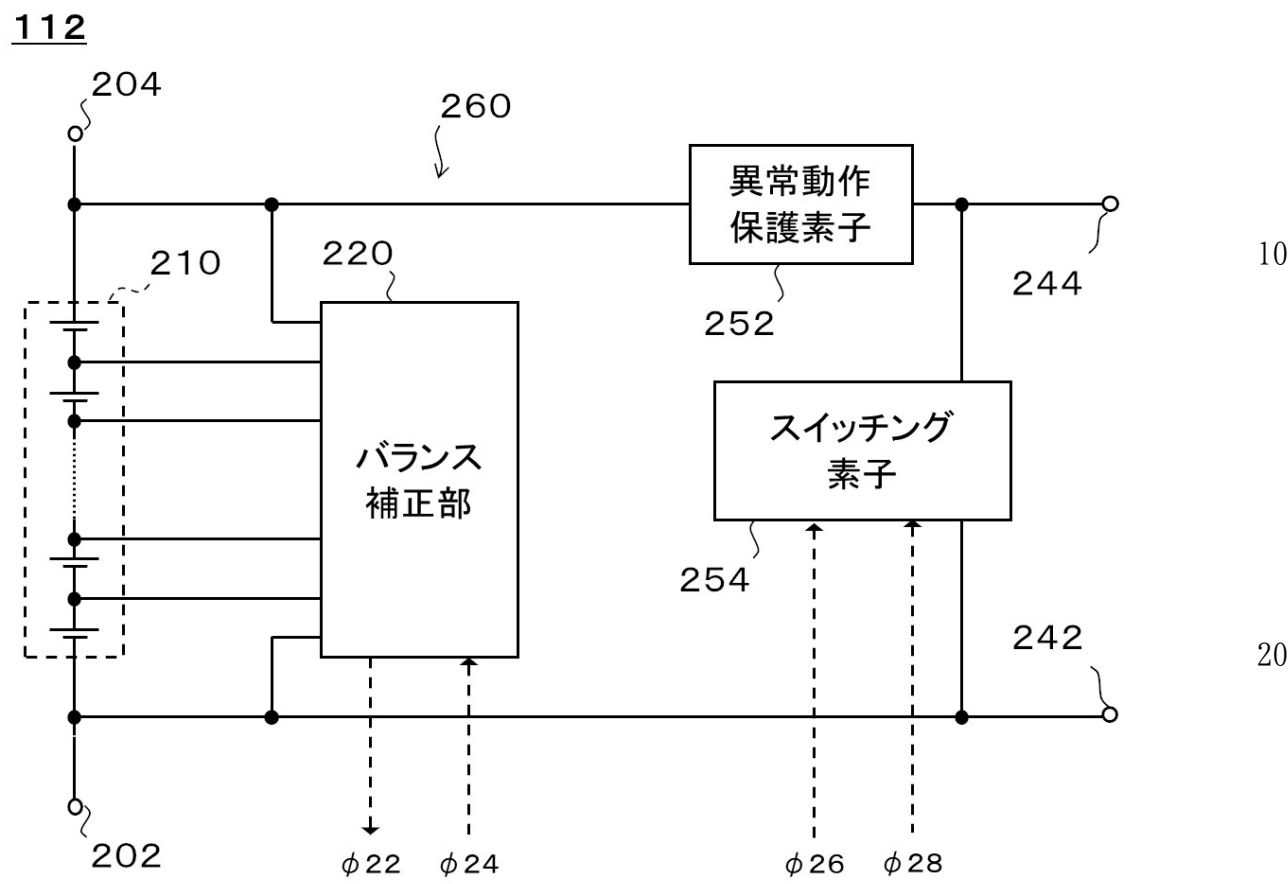
20

30

40

50

【図 1 0】



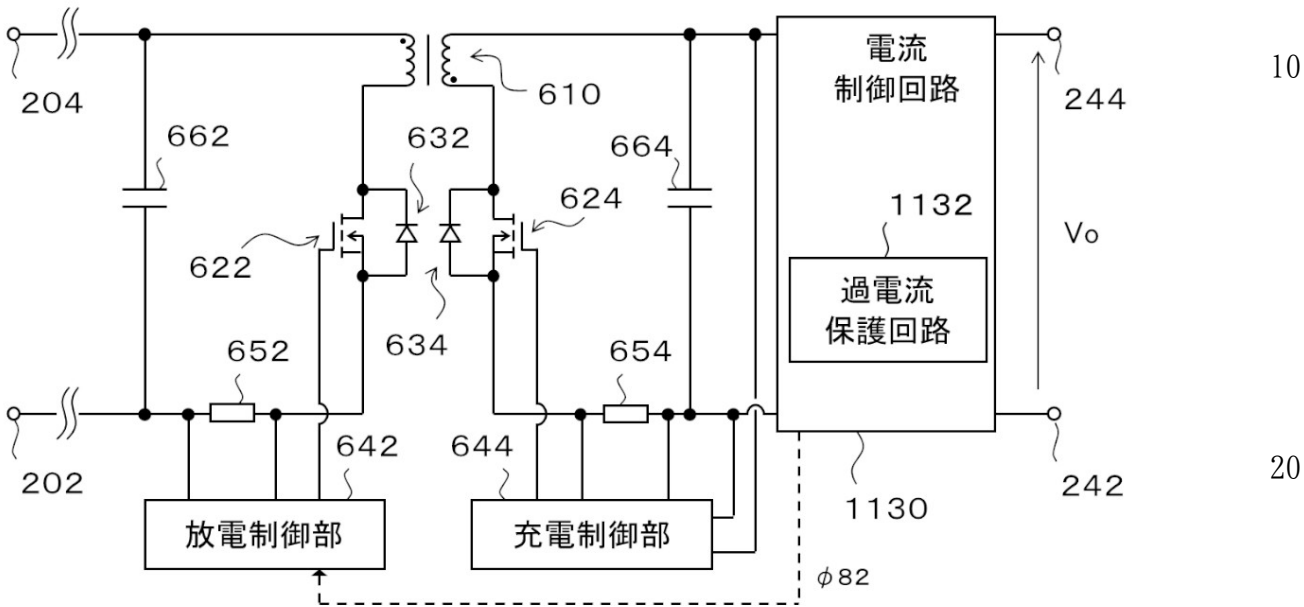
30

40

50

【図 1 1】

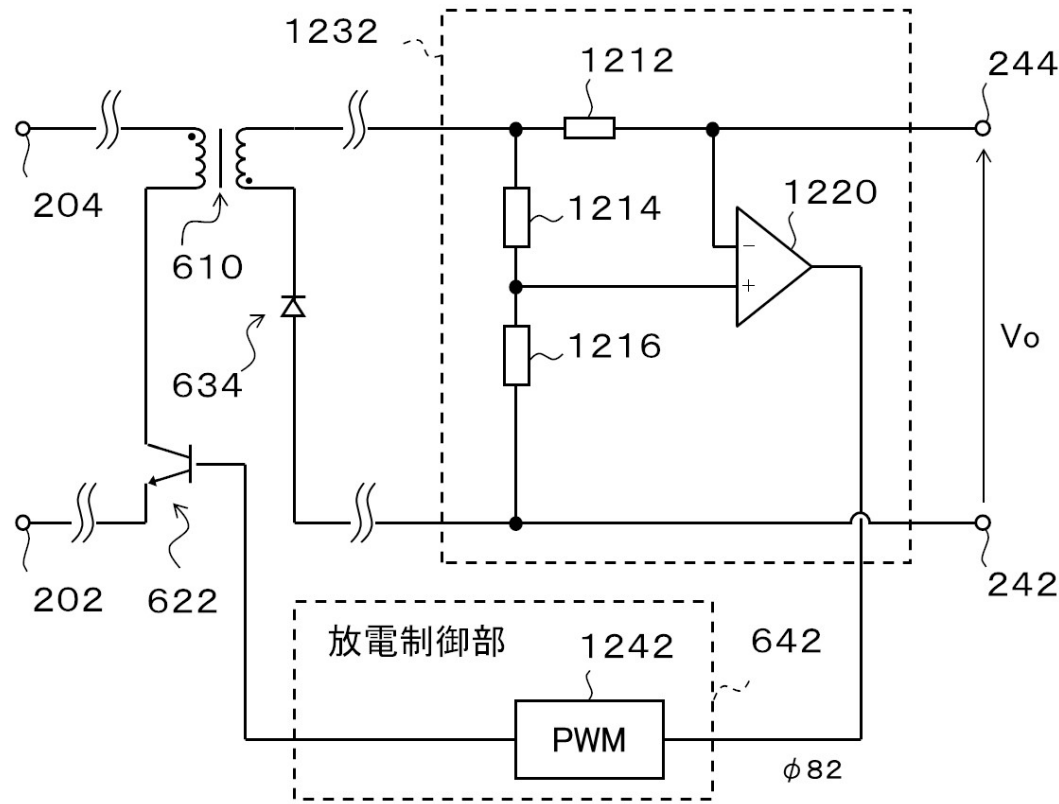
330





【図 1 2】

1232



10

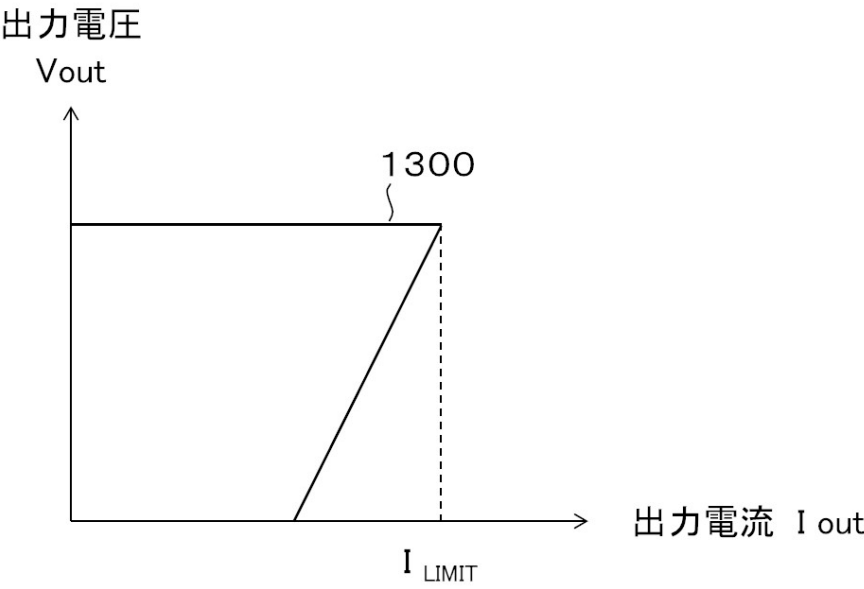
20

30

40

50

【図 1 3】



10

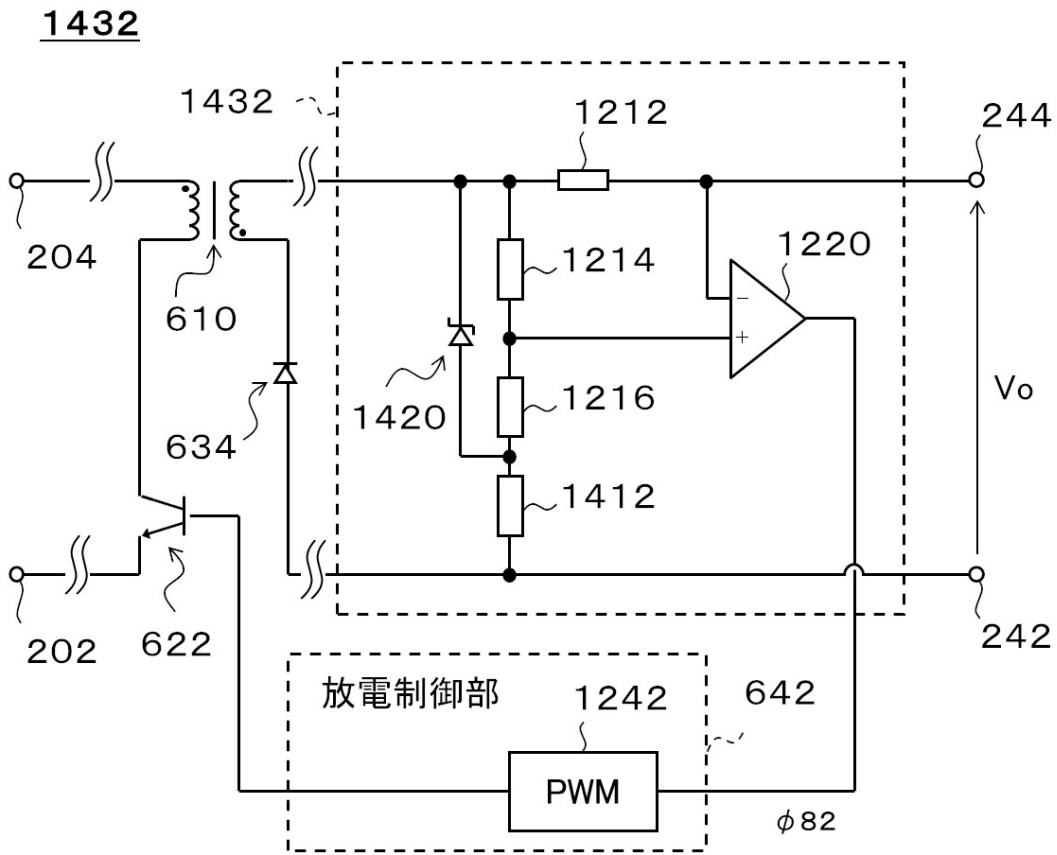
20

30

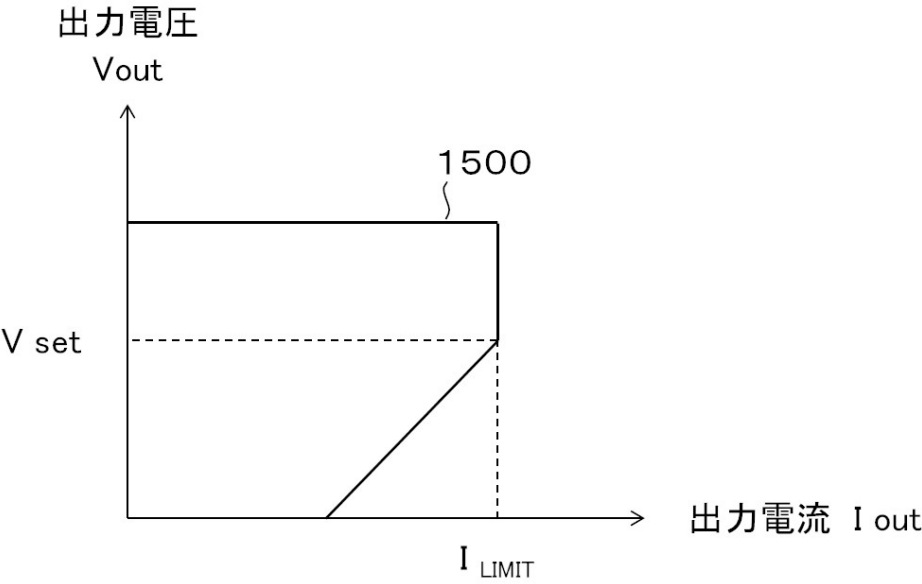
40

50

【図 1 4】



【図 1 5】



10

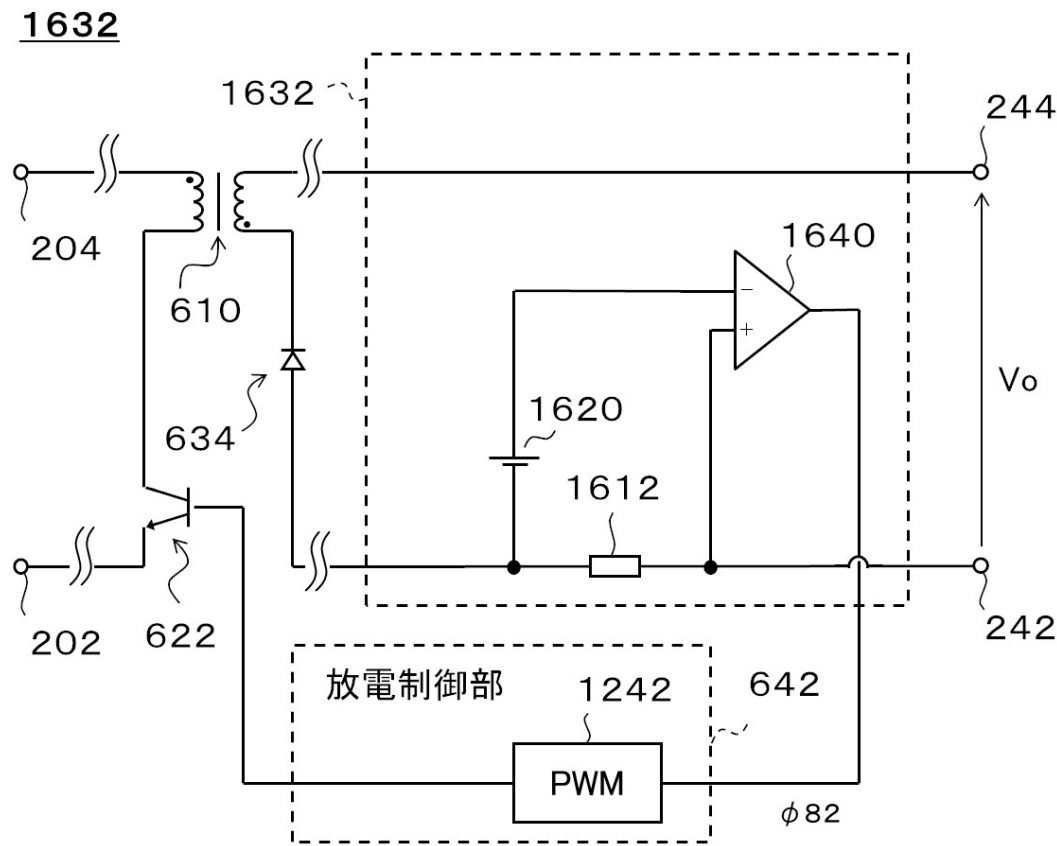
20

30

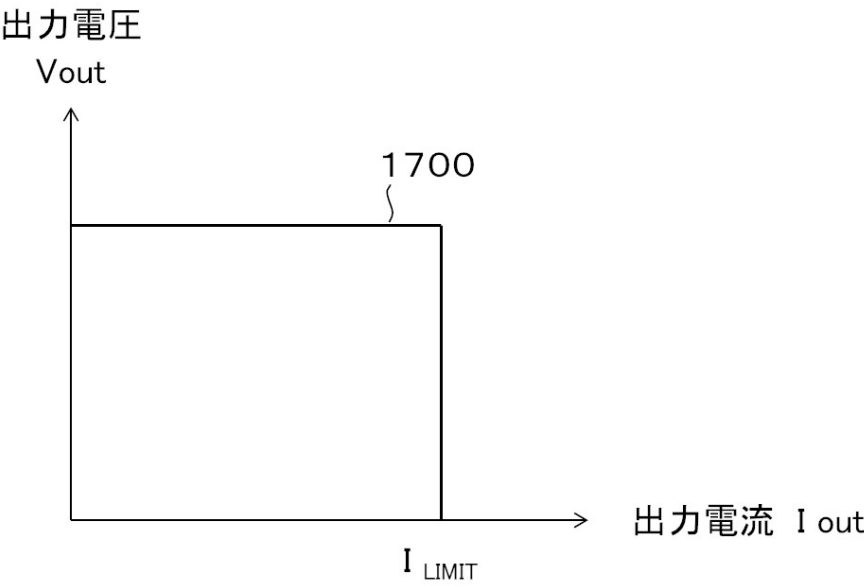
40

50

【図 1 6】



【図 1 7】



10

20

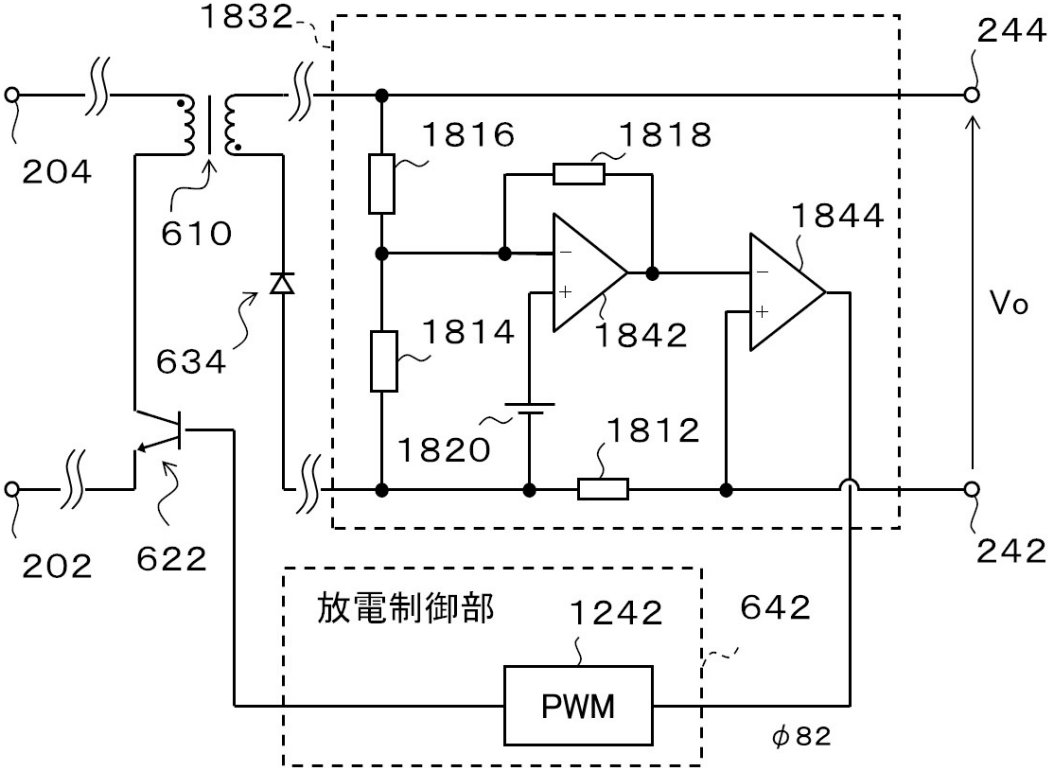
30

40

50

【図 1 8】

1832



10

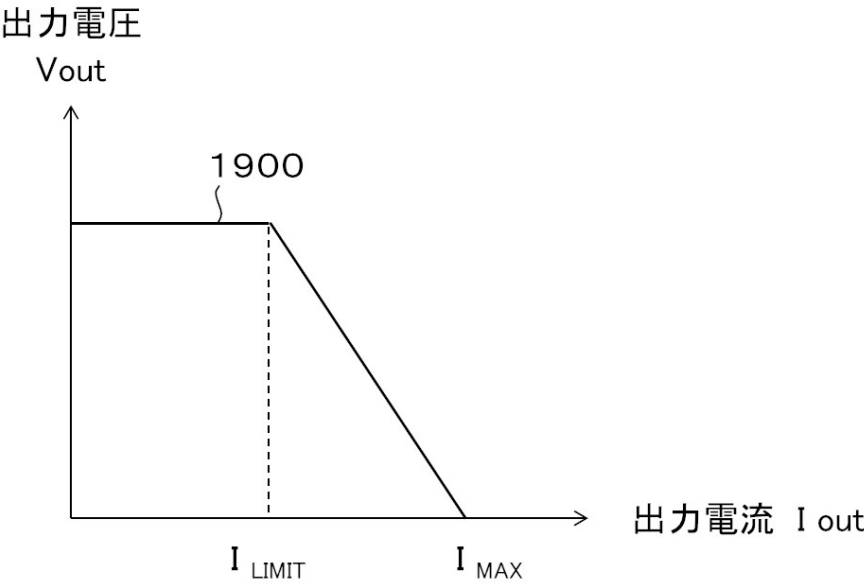
20

30

40

50

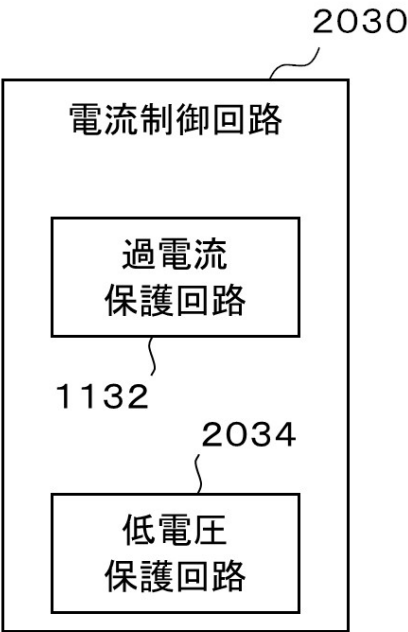
【図 1 9】





【図 2 0】

2030



10

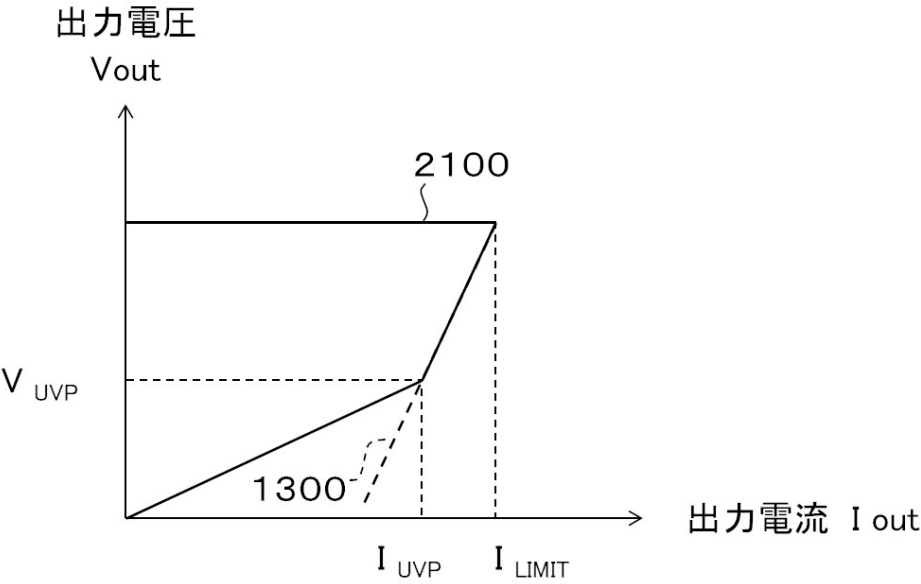
20

30

40

50

【図 2 1】



10

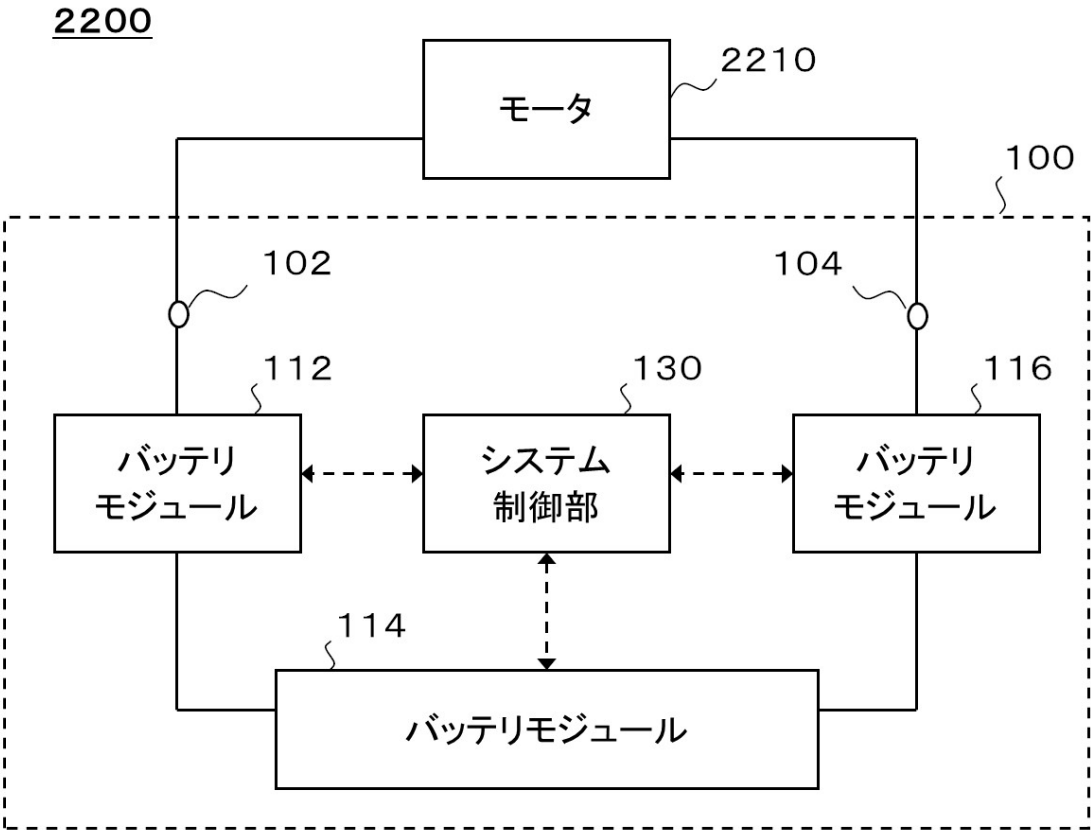
20

30

40

50

【図 2 2】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA03 BB02 CA01 CA08 CA11 CC02 FA06 FA14 GB03  
HA02