

(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2012-34446
(P2012-34446A)

(43) 公開日 平成24年2月16日(2012.2.16)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
H02J	7/02	(2006.01)	H02J	7/02	H	5G503		
H01M	10/44	(2006.01)	H01M	10/44	P	5H030		
H01M	10/48	(2006.01)	H01M	10/48	P			

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2010-169666 (P2010-169666)
(22) 出願日 平成22年7月28日 (2010.7.28)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100091351
弁理士 河野 哲
(74) 代理人 100088683
弁理士 中村 誠
(74) 代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
(74) 代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(74) 代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

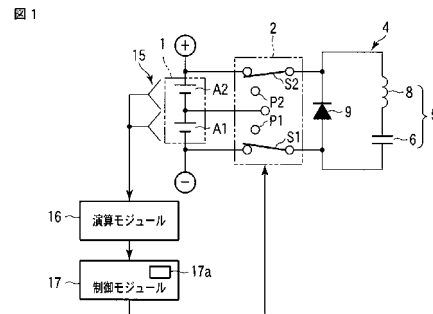
(54) 【発明の名称】 蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法

(57) 【要約】

【課題】 蓄電素子間の出力電圧が等しい場合でも蓄電素子間でエネルギーを移動することができる蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法を提供する。

【解決手段】 蓄電装置は、複数の蓄電素子と、コンデンサ6及びリアクトル8が直列に接続された共振回路5と、切替えモジュール2と、環流ダイオード9と、演算モジュール16と、制御モジュール17とを備えている。制御モジュール17は、演算モジュール16で演算されたエネルギー残量を示すエネルギー残量情報から複数の蓄電素子間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、2個以上の蓄電素子からコンデンサ6に充電した後、コンデンサからエネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、切替えモジュール2の切替え動作を制御する。制御モジュール17は、充電を終了する際、コンデンサ6が2個以上の蓄電素子から電氣的に切り離れるよう切替えモジュール2の切替え動作を制御する。

【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蓄電素子と、
コンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路と、
前記複数の蓄電素子及び共振回路間に接続され、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の
接続状態を切替え可能な切替えモジュールと、
前記共振回路に並列に接続され前記共振回路とともに回路を形成する環流ダイオードと

、
各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前
記各蓄電素子のエネルギー残量を演算する演算モジュールと、

10

前記演算モジュールで演算された前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報を取得し、
前記エネルギー残量情報に基づいて前記切替えモジュールの切替え動作を制御する制御モジ
ュールと、を備え、

前記制御モジュールは、

前記エネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているの
かどうか判断し、前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、2個以
上の蓄電素子から前記コンデンサに充電した後、前記コンデンサから前記エネルギー残量が
相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記切替えモジュールの切替え動作を制御し、

前記充電を終了する際、前記コンデンサが前記2個以上の蓄電素子から電氣的に切り離
れるよう前記切替えモジュールの切替え動作を制御することを特徴とする蓄電装置。

20

【請求項 2】

前記制御モジュールは、

前記充電の開始と同時に時間のカウントアップを開始し、前記コンデンサの電圧値が上
昇する最初の充電期間内に、前記コンデンサの電圧の値が前記2個以上の蓄電素子の総出
力電圧の値を超える範囲内となるタイミングで前記時間のカウントアップを終了するタイ
マを有し、

前記時間のカウントアップを開始すると同時に前記充電が開始し、前記時間のカウン
トアップを終了すると同時に前記充電が終了し、前記充電が終了した後に前記放電されるよ
う、前記切替えモジュールの切替え動作を制御することを特徴とする請求項1に記載の蓄
電装置。

30

【請求項 3】

前記コンデンサの電圧を検出する電圧検出モジュールをさらに備え、

前記制御モジュールは、

前記電圧検出モジュールで検出された前記電圧を示す電圧情報を基に、前記コンデンサ
の電圧値が上昇する最初の充電期間内に、前記コンデンサの電圧の値が前記2個以上の蓄
電素子の総出力電圧の値を超える範囲内となったのかどうか判断し、前記範囲内となった
場合、前記範囲内となったタイミングで前記充電を終了するよう前記切替えモジュールの
切替え動作を制御することを特徴とする請求項1に記載の蓄電装置。

【請求項 4】

直列に接続された複数の蓄電素子と、

40

コンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路と、

前記複数の蓄電素子及び共振回路間に接続され、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の
接続状態を切替え可能な切替えモジュールと、

各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前
記各蓄電素子のエネルギー残量を演算する演算モジュールと、

前記共振回路の共振電流を検出する電流検出モジュールと、

前記演算モジュールで演算された前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報及び前記電
流検出モジュールで検出された前記共振電流を示す共振電流情報を取得し、前記エネルギ
残量情報及び共振電流情報に基づいて前記切替えモジュールの切替え動作を制御する制御
モジュールと、を備え、

50

前記制御モジュールは、

前記エネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、2個以上の蓄電素子から前記コンデンサに充電した後、前記コンデンサから前記エネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記切替えモジュールの切替え動作を制御し、

前記充電を終了する際、前記共振電流情報を基に、前記共振回路の共振電流の値が最初に零となったのかどうか判断し、前記共振電流の値が最初に零となった場合、前記共振電流の値が最初に零となったタイミングで前記コンデンサが前記2個以上の蓄電素子から電氣的に切り離れるよう前記切替えモジュールの切替え動作を制御することを特徴とする蓄電装置。

10

【請求項5】

直列に接続された複数の蓄電素子と、

コンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路と、

前記複数の蓄電素子及び共振回路間に接続され、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の接続状態を切替え可能な切替えモジュールと、

前記共振回路及び切替えモジュール間に接続され、互いに並列に接続されたスイッチ及びダイオードを有した他の切替えモジュールと、

各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前記各蓄電素子のエネルギー残量を演算する演算モジュールと、

前記演算モジュールで演算された前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報を取得し、前記エネルギー残量情報に基づいて前記切替えモジュール及びスイッチの切替え動作を制御する制御モジュールと、を備え、

20

前記制御モジュールは、

前記エネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、前記スイッチを非導通状態として2個以上の蓄電素子から前記コンデンサに充電した後、前記スイッチを導通状態として前記コンデンサから前記エネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記切替えモジュール及びスイッチの切替え動作を制御することを特徴とする蓄電装置。

【請求項6】

30

前記コンデンサに並列に接続されたダイオードをさらに備えることを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載の蓄電装置。

【請求項7】

直列に接続された複数の蓄電素子のエネルギーバランス調整方法であって、

各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前記各蓄電素子のエネルギー残量を演算し、

前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、

前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、

2個以上の蓄電素子からコンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路並びに環流ダイオードが並列に接続された回路の前記コンデンサに充電した後、前記コンデンサから前記エネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の接続状態を切替え、

40

前記充電を終了する際、前記コンデンサを前記2個以上の蓄電素子から電氣的に切り離すことを特徴とするエネルギーバランス調整方法。

【請求項8】

直列に接続された複数の蓄電素子のエネルギーバランス調整方法であって、

各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前記各蓄電素子のエネルギー残量を演算し、

前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残

50

量が異なっているのかどうか判断し、

前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、

2個以上の蓄電素子からコンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路の前記コンデンサに充電した後、前記コンデンサから前記エネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の接続状態を切替え、

前記充電を終了する際、前記共振回路の共振電流を示す共振電流情報を基に、前記共振回路の共振電流の値が最初に零となったのかどうか判断し、前記共振電流の値が最初に零となった場合、前記共振電流の値が最初に零となったタイミングで前記コンデンサを前記2個以上の蓄電素子から電氣的に切り離すことを特徴とするエネルギーバランス調整方法。

【請求項9】

直列に接続された複数の蓄電素子のエネルギーバランス調整方法であって、

各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前記各蓄電素子のエネルギー残量を演算し、

前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、

前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、

2個以上の蓄電素子から互いに並列に接続されたスイッチ及びダイオードを有した切替えモジュールを介してコンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路の前記コンデンサに充電した後、前記コンデンサから前記エネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の接続状態を切替え、

前記充電する際に前記スイッチを非導通状態に切替え、前記放電する際に前記スイッチを導通状態に切替えることを特徴とするエネルギーバランス調整方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、充放電可能な蓄電装置は、複数の二次電池（電池セル）や、複数のキャパシタで構成されていることが多い。例えば、蓄電装置が複数のキャパシタを備えている場合、キャパシタは直列もしくは並列に接続されるが、直列接続されたキャパシタにおいては、キャパシタ間のエネルギーバランスを均等化して蓄積したエネルギー量を増やすように管理することが行われる。

【0003】

直列接続したキャパシタのエネルギーバランスを調整する方法の1つとしてスイッチトキャパシタ方式がある。この方式は直列接続した各キャパシタの電圧を検出する電圧検出回路と、直列接続したキャパシタと並列にスイッチを介して接続する容量の小さなコンデンサを備え、スイッチ制御回路は、電圧検出回路の検出結果に基づいて上記スイッチを切替えるものである。これにより、相対的に出力電圧の大きなキャパシタと、相対的に出力電圧の小さなキャパシタとに、コンデンサを交互に接続することができる。出力電圧の大きなキャパシタから出力電圧の小さなキャパシタにエネルギーを移動することができるため、複数のキャパシタ間のエネルギーバランスの均等化を図ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-213242号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記スイッチトキャパシタ方式を採用すると、キャパシタ間の出力電圧の差

10

20

30

40

50

が小さい場合、コンデンサを介してキャパシタ間で移動できるエネルギーは小さくなり、キャパシタの出力電圧を均等化するためには、長時間かけて行う必要がある。

【0006】

一方、蓄電装置が複数の二次電池を備えている場合、二次電池間でエネルギー残量が異なっても（エネルギーバランスが崩れていても）二次電池間の出力電圧は同じ程度となる傾向にある。このため、上記蓄電装置に対して上記スイッチトキャパシタ方式を適用した場合、エネルギー残量を均等化（エネルギーバランスを調整）したいのに、出力電圧が同じ程度であることからエネルギー残量の大きな二次電池からエネルギー残量の小さな二次電池にエネルギーを移動できないといった不都合が生じる。

この発明は以上の点に鑑みなされたもので、その目的は、蓄電素子間の出力電圧が等しい場合でも蓄電素子間でエネルギーを移動することができる蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

一実施形態に係る蓄電装置は、
直列に接続された複数の蓄電素子と、
コンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路と、
前記複数の蓄電素子及び共振回路間に接続され、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の接続状態を切替え可能な切替えモジュールと、
前記共振回路に並列に接続され前記共振回路とともに回路を形成する環流ダイオードと

、
各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前記各蓄電素子のエネルギー残量を演算する演算モジュールと、

前記演算モジュールで演算された前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報を取得し、前記エネルギー残量情報に基づいて前記切替えモジュールの切替え動作を制御する制御モジュールと、を備え、

前記制御モジュールは、

前記エネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、2個以上の蓄電素子から前記コンデンサに充電した後、前記コンデンサから前記エネルギー残量が

相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記切替えモジュールの切替え動作を制御し、
前記充電を終了する際、前記コンデンサが前記2個以上の蓄電素子から電氣的に切り離れるよう前記切替えモジュールの切替え動作を制御することを特徴としている。

【0008】

また、一実施形態に係る蓄電装置は、

直列に接続された複数の蓄電素子と、

コンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路と、

前記複数の蓄電素子及び共振回路間に接続され、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の接続状態を切替え可能な切替えモジュールと、

各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前記各蓄電素子のエネルギー残量を演算する演算モジュールと、

前記共振回路の共振電流を検出する電流検出モジュールと、

前記演算モジュールで演算された前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報及び前記電流検出モジュールで検出された前記共振電流を示す共振電流情報を取得し、前記エネルギー残量情報及び共振電流情報に基づいて前記切替えモジュールの切替え動作を制御する制御モジュールと、を備え、

前記制御モジュールは、

前記エネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、2個以上の蓄電素子から前記コンデンサに充電した後、前記コンデンサから前記エネルギー残量が

相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記切替えモジュールの切替え動作を制御し、前記充電を終了する際、前記共振電流情報を基に、前記共振回路の共振電流の値が最初に零となったのかどうか判断し、前記共振電流の値が最初に零となった場合、前記共振電流の値が最初に零となったタイミングで前記コンデンサが前記2個以上の蓄電素子から電氣的に切り離れるよう前記切替えモジュールの切替え動作を制御することを特徴としている。

【0009】

また、一実施形態に係る蓄電装置は、直列に接続された複数の蓄電素子と、コンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路と、前記複数の蓄電素子及び共振回路間に接続され、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の接続状態を切替え可能な切替えモジュールと、前記共振回路及び切替えモジュール間に接続され、互いに並列に接続されたスイッチ及びダイオードを有した他の切替えモジュールと、

各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前記各蓄電素子のエネルギー残量を演算する演算モジュールと、

前記演算モジュールで演算された前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報を取得し、前記エネルギー残量情報に基づいて前記切替えモジュール及びスイッチの切替え動作を制御する制御モジュールと、を備え、

前記制御モジュールは、前記エネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、前記スイッチを非導通状態として2個以上の蓄電素子から前記コンデンサに充電した後、前記スイッチを導通状態として前記コンデンサから前記エネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記切替えモジュール及びスイッチの切替え動作を制御することを特徴としている。

【0010】

また、一実施形態に係るエネルギーバランス調整方法は、直列に接続された複数の蓄電素子のエネルギーバランス調整方法であって、各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前記各蓄電素子のエネルギー残量を演算し、

前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、

前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、2個以上の蓄電素子からコンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路並びに環流ダイオードが並列に接続された回路の前記コンデンサに充電した後、前記コンデンサから前記エネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の接続状態を切替え、

前記充電を終了する際、前記コンデンサを前記2個以上の蓄電素子から電氣的に切り離すことを特徴としている。

【0011】

また、一実施形態に係るエネルギーバランス調整方法は、直列に接続された複数の蓄電素子のエネルギーバランス調整方法であって、各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前記各蓄電素子のエネルギー残量を演算し、

前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、

前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、2個以上の蓄電素子からコンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路の前記コンデンサに充電した後、前記コンデンサから前記エネルギー残量が相対的に少ない蓄電素

子に放電するよう、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の接続状態を切替え、

前記充電を終了する際、前記共振回路の共振電流を示す共振電流情報を基に、前記共振回路の共振電流の値が最初に零となったのかどうか判断し、前記共振電流の値が最初に零となった場合、前記共振電流の値が最初に零となったタイミングで前記コンデンサを前記2個以上の蓄電素子から電氣的に切り離すことを特徴としている。

【0012】

また、一実施形態に係るエネルギーバランス調整方法は、

直列に接続された複数の蓄電素子のエネルギーバランス調整方法であって、

各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、前記取得した出力電圧情報から前記各蓄電素子のエネルギー残量を演算し、

前記エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、

前記複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、

2個以上の蓄電素子から互いに並列に接続されたスイッチ及びダイオードを有した切替えモジュールを介してコンデンサ及びリアクトルが直列に接続された共振回路の前記コンデンサに充電した後、前記コンデンサから前記エネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子に放電するよう、前記複数の蓄電素子及び共振回路間の接続状態を切替え、

前記充電する際に前記スイッチを非導通状態に切替え、前記放電する際に前記スイッチを導通状態に切替えることを特徴としている。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1の実施形態に係る蓄電装置を示す回路図である。

【図2】上記蓄電装置の各蓄電素子における、エネルギー残量に対する出力電圧の変化をグラフで示す図である。

【図3】上記第1の実施形態に係る蓄電装置の第2蓄電素子から第1蓄電素子にエネルギーを移動する際の、手順1、手順2及び手順3における(1)コンデンサの充放電状態、(2)コンデンサの電圧値、(3)第1スイッチの接続状態、(4)第2スイッチの接続状態、を表で示す図である。

【図4】上記第1の実施形態に係る蓄電装置の第2蓄電素子から第1蓄電素子にエネルギーを移動する際の、時間に対するコンデンサの電圧値の変化を示すグラフである。

【図5】上記第1の実施形態に係る蓄電装置の第2蓄電素子から第1蓄電素子にエネルギーを移動する際の、時間に対するコンデンサの電圧値の変化を示す他のグラフである。

【図6】上記第1の実施形態に係る蓄電装置の第1蓄電素子から第2蓄電素子にエネルギーを移動する際の、手順1、手順2及び手順3における(1)コンデンサの充放電状態、(2)コンデンサの電圧値、(3)第1スイッチの接続状態、(4)第2スイッチの接続状態、を表で示す図である。

【図7】第2の実施形態に係る蓄電装置を示す回路図である。

【図8】第3の実施形態に係る蓄電装置を示す回路図である。

【図9】第4の実施形態に係る蓄電装置を示す回路図である。

【図10】上記第4の実施形態に係る蓄電装置の第2蓄電素子から第1蓄電素子にエネルギーを移動する際の、手順1、手順2及び手順3における(1)コンデンサの充放電状態、(2)コンデンサの電圧値、(3)第1スイッチの接続状態、(4)第2スイッチの接続状態、を表で示す図である。

【図11】上記第4の実施形態に係る蓄電装置の第1蓄電素子から第2蓄電素子にエネルギーを移動する際の、手順1、手順2及び手順3における(1)コンデンサの充放電状態、(2)コンデンサの電圧値、(3)第1スイッチの接続状態、(4)第2スイッチの接続状態、を表で示す図である。

【図12】第5の実施形態に係る蓄電装置を示す回路図である。

【図13】上記第5の実施形態に係る蓄電装置の第2蓄電素子から第1蓄電素子にエネルギーを移動する際の、手順1及び手順2における(1)コンデンサの充放電状態、(2)コ

10

20

30

40

50

ンデンサの電圧値、(3)第1スイッチの接続状態、(4)第2スイッチの接続状態、(5)第3スイッチの導通状態、を表で示す図である。

【図14】上記第5の実施形態に係る蓄電装置の第1蓄電素子から第2蓄電素子にエネルギーを移動する際の、手順1及び手順2における(1)コンデンサの充放電状態、(2)コンデンサの電圧値、(3)第1スイッチの接続状態、(4)第2スイッチの接続状態、(5)第3スイッチの導通状態、を表で示す図である。

【図15】上記第5の実施形態に係る蓄電装置の切替えモジュール2をスイッチ及びダイオードで形成した一例を示す回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

10

以下、図面を参照しながら第1の実施形態に係る蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法について詳細に説明する。始めに、蓄電装置の構成について説明する。

図1に示すように、蓄電装置は、蓄電モジュール1、切替えモジュール2、回路4、出力電圧検出モジュール15、演算モジュール16及び制御モジュール17を備えている。

【0015】

蓄電モジュール1は、直列に接続された複数の蓄電素子を有している。ここでは、蓄電モジュール1は、負極側に位置した第1蓄電素子A1と、正極側に位置した第2蓄電素子A2とを有している。また、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2は、それぞれ二次電池(電池セル)であり、充放電可能に形成されている。このため、蓄電モジュール1を組電池とすることができる。

20

【0016】

共振回路5は、直列に接続されたコンデンサ6及びリアクトル8を有している。環流ダイオード9は、共振回路5に並列に接続され、共振回路5とともに回路4を形成している。

【0017】

切替えモジュール2は、複数の蓄電素子及び共振回路5間に接続され、複数の蓄電素子及び共振回路5間の接続状態を切替え可能に形成されている。ここでは、切替えモジュール2は、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2、並びに共振回路5間に接続され、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2、並びに共振回路5間の接続状態を切替え可能に形成されている。

30

【0018】

切替えモジュール2は、第1スイッチS1及び第2スイッチS2を有している。第1スイッチS1は、環流ダイオード9の陽極側と、第1蓄電素子A1の負極側又は正極側とを接続するか、又は中間点p1に接続するよう接続状態を切替えるものである。第2スイッチS2は、環流ダイオード9の陰極側と、第2蓄電素子A2の正極側又は負極側とを接続するか、又は中間点p2に接続するよう接続状態を切替えるものである。ここで、中間点p1、p2とは、蓄電モジュール1に接続されていない接続点を意味している。

【0019】

出力電圧検出モジュール15は、各蓄電素子の出力電圧を検出し、出力電圧を示す出力電圧情報を信号にて出力するものである。

40

【0020】

演算モジュール16には、出力電圧検出モジュール15から信号が与えられる。演算モジュール16は、出力電圧検出モジュール15が出力する出力電圧情報を取得し、取得した出力電圧情報から各蓄電素子のエネルギー残量を演算するものである。演算モジュール16は、演算したエネルギー残量を示すエネルギー残量情報を信号にて出力するものである。ここでは、演算モジュール16は、演算回路である。

【0021】

制御モジュール17には、演算モジュール16から信号が与えられる。制御モジュール17は、演算モジュール16で演算されたエネルギー残量を示すエネルギー残量情報を取得し、エネルギー残量情報に基づいて切替えモジュール2の切替え動作を制御するものである。

50

このため、制御モジュール 17 から出力される切替え信号により、第 1 スイッチ S 1 及び第 2 スイッチ S 2 の接続状態が切替えられる。ここでは、制御モジュール 17 は、制御回路である。

上記切替えモジュール 2、回路 4、演算モジュール 16 及び制御モジュール 17 は、基板上に設けられ、配線されている。

【0022】

次に、各蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2）の出力電圧の特性について説明する。図 2 は、各蓄電素子のエネルギー残量（SOC : state of charge）に対する出力電圧の変化をグラフで示した図である。

【0023】

図 2 に示すように、各蓄電素子の出力電圧の値は、エネルギー残量に応じて V 1 から V 0 まで変動する。エネルギー残量が 100% 付近及び 0% 付近の場合、上記蓄電素子の出力電圧は大きく変動することが分かる。一方、エネルギー残量が 20% 乃至 50% 付近の場合、上記蓄電素子の出力電圧は一定となり、ほとんど変動しないことが分かる。上記のことから、各蓄電素子は、エネルギー残量の変化に合わせて出力電圧が変動する変動領域を有していると言することができる。

【0024】

このため、図 1 及び図 2 に示すように、演算モジュール 16 は、エネルギー残量を演算する際、各蓄電素子の変動領域の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、各蓄電素子のエネルギー残量を演算することが好ましい。これにより、演算モジュール 16 は、各蓄電素子のより詳細なエネルギー残量を演算することができる。

【0025】

次に、上記制御モジュール 17 の制御について説明する。

図 1 に示すように、制御モジュール 17 は、取得したエネルギー残量情報から複数の蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2）間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。

【0026】

複数の蓄電素子間でエネルギー残量が異なっている場合、制御モジュール 17 は、2 個以上の蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2）からコンデンサ 6 に充電した後、コンデンサ 6 からエネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 又は第 2 蓄電素子 A 2）に放電するよう、切替えモジュール 2 の切替え動作を制御するものである。上記充電を終了する際、制御モジュール 17 は、コンデンサ 6 が 2 個以上の蓄電素子から電氣的に切り離れるよう切替えモジュール 2 の切替え動作を制御するものである。これにより、エネルギー残量が相対的に多い蓄電素子からエネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子に、エネルギーを移動することができる。

【0027】

詳しくは、この実施形態において、制御モジュール 17 はタイマ 17 a を有している。タイマ 17 a は、充電の開始と同時に時間のカウンタアップを開始し、コンデンサ 6 の電圧値が上昇する最初の充電期間内に、コンデンサ 6 の電圧の値が 2 個以上の蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2）の総出力電圧の値を超える範囲内となるタイミングで時間のカウンタアップを終了するものである。なお、時間のカウンタアップを終了するタイミングは、共振回路 5 の定数から予めタイマ 17 a に設定することができる。

【0028】

このため、制御モジュール 17 は、時間のカウンタアップを開始すると同時に上記充電が開始し、時間のカウンタアップを終了すると同時に上記充電が終了し、上記充電が終了した後に上記放電されるよう、切替えモジュール 2 の切替え動作を制御することができる。

【0029】

複数の蓄電素子間でエネルギー残量が同等の場合、制御モジュール 17 は、蓄電素子間でのエネルギーの移動を行わないよう、第 1 スイッチ S 1 と第 2 スイッチ S 2 のスイッチ動作

10

20

30

40

50

を停止すればよい。

【 0 0 3 0 】

その他、第 1 スイッチ S 1 及び第 2 スイッチ S 2、並びに蓄電モジュール 1 間を非接続状態とし、回路 4 (コンデンサ 6) を蓄電モジュール 1 から電氣的に切り離してもよい。この際、第 1 スイッチ S 1 及び第 2 スイッチ S 2 を中間点 p 1、p 2 に接続させることができる。

【 0 0 3 1 】

次に、上記蓄電装置を用いたエネルギーバランス調整方法について説明する。エネルギーバランス調整方法において、特に、制御モジュール 1 7 の制御の例 (手順 1、手順 2 及び手順 3) について説明する。始めに、第 1 蓄電素子 A 1 より第 2 蓄電素子 A 2 の方のエネルギー残量が多い場合のエネルギーバランス調整方法について説明する。

10

【 0 0 3 2 】

図 1 及び図 3 に示すように、直列に接続された第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 のエネルギーバランス調整方法が開始されると、まず、演算モジュール 1 6 は、各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、取得した出力電圧情報から各蓄電素子のエネルギー残量を演算する。次いで、制御モジュール 1 7 は、エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギー残量が異なっているのかが判断する。

【 0 0 3 3 】

図 1、図 3 及び図 4 に示すように、制御モジュール 1 7 が、第 1 蓄電素子 A 1 より第 2 蓄電素子 A 2 の方のエネルギー残量が多いと判断した場合、手順 1 において、制御モジュール 1 7 は、時間のカウントアップを開始し、第 1 スイッチ S 1 を第 1 蓄電素子 A 1 の負極側に接続させ、第 2 スイッチ S 2 を第 2 蓄電素子 A 2 の正極側に接続させる。

20

【 0 0 3 4 】

ここで、第 1 蓄電素子 A 1 の出力電圧の値を $E 1 (V 0 \quad E 1 \quad V 1)$ 、第 2 蓄電素子 A 2 の出力電圧の値を $E 2 (V 0 \quad E 2 \quad V 1)$ とする。

すると、制御モジュール 1 7 が時間のカウントアップを開始すると同時に、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 からコンデンサ 6 に充電が開始される。ここで、充電が開始される前のコンデンサ 6 の電圧値は、例えば $E 1$ である。その後、制御モジュール 1 7 は、時間のカウントアップを終了し、第 1 スイッチ S 1 を中間点 p 1 に接続させ、第 2 スイッチ S 2 を中間点 p 2 に接続させる。すなわち、制御モジュール 1 7 は、コンデンサ 6 が第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 から電氣的に切り離れるよう切替えモジュール 2 の切替え動作を制御する。これにより、時間のカウントアップを終了すると同時にコンデンサ 6 への充電が終了する。

30

【 0 0 3 5 】

ここでは、コンデンサ 6 の電圧値が上昇する最初の充電期間内に、コンデンサ 6 の電圧の値が第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 の総出力電圧の値 ($E 1 + E 2$) を超える範囲内となるタイミングでコンデンサ 6 への充電を終了している。コンデンサ 6 の電圧値は、例えば ($> E 1 + E 2$) となる。

【 0 0 3 6 】

言うまでもないが、蓄電装置がリアクトル 8 を備えていることにより、コンデンサ 6 に電圧値が $E 1 + E 2$ を超える値となるまで充電することを可能にしている。このため、コンデンサ 6 には、電圧値が $E 1 + E 2$ を超える値となるまで充電した方が好ましい。

40

【 0 0 3 7 】

なお、コンデンサ 6 を第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 から電氣的に切り離すタイミング (時間のカウントアップを終了するタイミング) は、コンデンサ 6 の電圧値が上昇する最初の充電期間内が好ましいが、コンデンサ 6 の電圧値が最初にピーク (充電期間及び放電期間の境界) に達したときであってもよい。

【 0 0 3 8 】

但し、コンデンサ 6 の電圧値が下降する放電期間に、コンデンサ 6 を第 1 蓄電素子 A 1

50

及び第2蓄電素子A2から電氣的に切り離す(時間のカウントアップを終了する)ことは好ましくない。なぜなら、放電期間では、共振電流の流れる方向が逆になり、共振電流の流れが環流ダイオード9で遮断されるため、第2スイッチS2や環流ダイオード9の破壊を招く恐れがあるためである。

【0039】

続いて、手順2において、蓄電モジュール1及び共振回路5間の非接続状態を維持することにより、コンデンサ6に与えられた電圧は保持され、コンデンサ6の電圧値は $E_1 + E_2$ を超える値、例えば に保持される。

また、コンデンサ6への充電を終了したタイミングで、共振回路5の共振電流は流れる状態にあるが、環流ダイオード9等で回路4を形成することにより、共振電流が継続して流れる通路を形成することができる。なお、共振電流はコンデンサ6に流れ込むため、コンデンサ6の電圧は、共振電流が零になるまで若干上昇することになる。

【0040】

続いて、図1、図3及び図5に示すように、手順3において、制御モジュール17は、第1スイッチS1及び第2スイッチS2の接続状態を変え第1スイッチS1を第1蓄電素子A1の負極側に接続させ、第2スイッチS2を第2蓄電素子A2の負極側に接続させる。すると、コンデンサ6から第1蓄電素子A1に放電され、エネルギーバランス調整方法が終了する。時間のカウントアップも放電においても開始し、ここでは、コンデンサ6の電圧値 は、第1蓄電素子A1の出力電圧の値 E_1 の2倍を超えているため、コンデンサ6は、電圧値がマイナスとなるまで放電される。

【0041】

例えば、コンデンサ6の電圧が最初のマイナス電圧から E_1 に到達する時間も予め共振回路の時定数から計算できるので、時間のカウントアップから電圧が E_1 に到達するであろう時点で、第1スイッチS1を中間点p1に接続させ、第2スイッチS2を中間点p2に接続させる。するとコンデンサ電圧は E_1 電圧を維持して、本提案動作の初期動作へと戻ることができる。

【0042】

そして、上記エネルギーバランス調整方法を繰り返し行うことにより、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2の出力電圧が同程度の場合でも、第2蓄電素子A2から第1蓄電素子A1にエネルギーを移動することができる。このため、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギー残量は、同等になるよう調整される。

【0043】

次に、第2蓄電素子A2より第1蓄電素子A1の方のエネルギー残量が多い場合のエネルギーバランス調整方法について説明する。

【0044】

図1及び図6に示すように、直列に接続された第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギーバランス調整方法が開始されると、まず、演算モジュール16は、各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、取得した出力電圧情報から各蓄電素子のエネルギー残量を演算する。次いで、制御モジュール17は、エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。

【0045】

制御モジュール17が、第2蓄電素子A2より第1蓄電素子A1の方のエネルギー残量が多いと判断した場合、手順1において、制御モジュール17は、時間のカウントアップを開始し、第1スイッチS1を第1蓄電素子A1の負極側に接続させ、第2スイッチS2を第2蓄電素子A2の正極側に接続させる。すると、制御モジュール17は、時間のカウントアップを開始すると同時に第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2からコンデンサ6に充電が開始される。ここで、充電が開始される前のコンデンサ6の電圧値は、例えば E_2 である。その後、制御モジュール17は、時間のカウントアップを終了し、第1スイッチS1を中間点p1に接続させ、第2スイッチS2を中間点p2に接続させる。すなわち、

制御モジュール 17 は、コンデンサ 6 が第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 から電氣的に切り離れるよう切替えモジュール 2 の切替え動作を制御する。これにより、時間のカウンタアップを終了すると同時にコンデンサ 6 への充電が終了する。

【0046】

ここでは、コンデンサ 6 の電圧値が上昇する最初の充電期間内に、コンデンサ 6 の電圧の値が第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 の総出力電圧の値 ($E_1 + E_2$) を超える範囲内となるタイミングでコンデンサ 6 への充電を終了している。コンデンサ 6 の電圧値は、例えば ($> E_1 + E_2$) となる。

【0047】

続いて、手順 2 において、蓄電モジュール 1 及び共振回路 5 間の非接続状態を維持することにより、コンデンサ 6 に与えられた電圧は保持され、コンデンサ 6 の電圧値は $E_1 + E_2$ を超える値、例えば に保持される。

また、コンデンサ 6 への充電を終了したタイミングで、共振回路 5 の共振電流は流れる状態にあるが、環流ダイオード 9 等で回路 4 を形成することにより、共振電流が継続して流れる通路を形成することができる。これにより、共振電流がコンデンサ 6 に与えられることで、共振電流を自然に止める (零にする) ことができる。

【0048】

続いて、手順 3 において、制御モジュール 17 は、第 1 スイッチ S 1 及び第 2 スイッチ S 2 の接続状態を変え第 1 スイッチ S 1 を第 1 蓄電素子 A 1 の正極側に接続させ、第 2 スイッチ S 2 を第 2 蓄電素子 A 2 の正極側に接続させる。すると、コンデンサ 6 から第 2 蓄電素子 A 2 に放電され、エネルギーバランス調整方法が終了する。時間のカウンタアップも放電においても開始し、ここでは、コンデンサ 6 の電圧値 は、第 2 蓄電素子 A 2 の出力電圧の値 E_2 の 2 倍を超えているため、コンデンサ 6 は、電圧値がマイナスとなるまで放電される。

【0049】

例えば、コンデンサ 6 の電圧が最初のマイナス電圧から E_2 に到達する時間も予め共振回路の時定数から計算できるので、時間のカウンタアップから電圧が E_2 に到達するであろう時点で、第 1 スイッチ S 1 を中間点 p 1 に接続させ、第 2 スイッチ S 2 を中間点 p 2 に接続させる。するとコンデンサ電圧は E_2 電圧を維持して、本提案動作の初期動作へと戻ることができる。

【0050】

そして、上記エネルギーバランス調整方法を繰り返し行うことにより、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 の出力電圧が同程度の場合でも、第 1 蓄電素子 A 1 から第 2 蓄電素子 A 2 にエネルギーを移動することができる。このため、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 のエネルギー残量は、同等になるよう調整される。

【0051】

上記のように構成された第 1 の実施形態に係る蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法によれば、蓄電装置は、第 1 蓄電素子 A 1、第 2 蓄電素子 A 2、切替えモジュール 2、共振回路 5、環流ダイオード 9、演算モジュール 16 及び制御モジュール 17 を備えている。

【0052】

エネルギーバランス調整方法において、制御モジュール 17 は、エネルギー残量情報から第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギー残量が異なっている場合、制御モジュール 17 は、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 からコンデンサ 6 に充電した後、コンデンサ 6 からエネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子 (第 1 蓄電素子 A 1 又は第 2 蓄電素子 A 2) に放電するよう、切替えモジュール 2 の切替え動作を制御することができる。

【0053】

これにより、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 の出力電圧が同程度の場合でも、

10

20

30

40

50

第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2間でエネルギーを移動することができ、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギー残量が同等になるよう調整することができる。しかも、短時間で蓄電素子間のエネルギー残量が同等になるよう調整することができる。このため、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギーを最大限使用することが可能となる。

【0054】

環流ダイオード9等で回路4を形成することにより、共振電流が継続して流れる通路を形成することができるため、第1スイッチS1の破壊を防止することができる。

【0055】

制御モジュール17は、タイマ17aを有している。タイマ17aは、充電の開始と同時に時間のカウンタアップを開始し、コンデンサ6の電圧値が上昇する最初の充電期間内に、コンデンサ6の電圧の値が2個以上の蓄電素子(第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2)の総出力電圧の値を超える範囲内となるタイミングで時間のカウンタアップを終了することができる。

10

【0056】

このため、制御モジュール17は、時間のカウンタアップを開始すると同時に充電が開始し、時間のカウンタアップを終了すると同時に充電が終了し、充電を終了する際、コンデンサ6が第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2から電氣的に切り離れるよう切替えモジュールの切替え動作を制御することができる。

【0057】

コンデンサ6の電圧値が下降する放電期間に、コンデンサ6を第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2から電氣的に切り離すことを防止できるため、第2スイッチS2や環流ダイオード9の破壊を防止することができる。

20

【0058】

上記のことから、蓄電素子間の出力電圧が等しい場合でも蓄電素子間でエネルギーを移動することができる蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法を得ることができる。

【0059】

次に、第2の実施形態に係る蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法について詳細に説明する。この実施形態において、他の構成は上述した第1の実施形態と同一であり、同一の部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。始めに、蓄電装置の構成について説明する。

30

【0060】

図7に示すように、制御モジュール17は、上記タイマ17aを有していない。蓄電装置は、電圧検出モジュール18を備えている。電圧検出モジュール18は、コンデンサ6の電圧(両電極間の電位差)を検出し、上記電圧を示す電圧情報を信号にて出力するものである。制御モジュール17には、電圧検出モジュール18から信号が与えられる。電圧検出モジュール18は、上記共振回路5と同じ基板上に設けられ、配線されている。

【0061】

次に、上記制御モジュール17の制御について説明する。

制御モジュール17は、電圧検出モジュール18が出力する電圧情報を取得し、取得した電圧情報を基に、コンデンサ6の電圧値が上昇する最初の充電期間内に、コンデンサ6の電圧の値が2個以上の蓄電素子(第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2)の総出力電圧の値($E1 + E2$)を超える範囲内となったのかどうか判断する。

40

【0062】

制御モジュール17は、上記範囲内となった場合、上記範囲内となったタイミングで充電を終了するよう切替えモジュール2の切替え動作を制御するものである。なお、制御モジュール17には、2個以上の蓄電素子(第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2)の総出力電圧の値($E1 + E2$)を超える範囲内の電圧値を予め設定することができる。このため、制御モジュール17は、コンデンサ6の電圧値が設定値を超えた際に充電を終了するよう切替えモジュール2の切替え動作を制御することができる。

50

【0063】

次に、上記蓄電装置を用いたエネルギーバランス調整方法について説明する。エネルギーバランス調整方法において、特に、制御モジュール17の制御の例（手順1、手順2及び手順3）について説明する。ここでは、第1蓄電素子A1より第2蓄電素子A2の方のエネルギー残量が多い場合のエネルギーバランス調整方法について説明する。

【0064】

直列に接続された第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギーバランス調整方法が開始されると、まず、演算モジュール16は、各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、取得した出力電圧情報から各蓄電素子のエネルギー残量を演算する。次いで、制御モジュール17は、エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。

10

【0065】

制御モジュール17が、第1蓄電素子A1より第2蓄電素子A2の方のエネルギー残量が多いと判断した場合、手順1において、制御モジュール17は、第1スイッチS1を第1蓄電素子A1の負極側に接続させ、第2スイッチS2を第2蓄電素子A2の正極側に接続させる。すると、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2からコンデンサ6に充電が開始される。ここで、充電が開始される前のコンデンサ6の電圧値は、例えばE1である。

【0066】

その後、制御モジュール17は、電圧検出モジュール18で検出された電圧を示す電圧情報を基に、コンデンサ6の電圧値が上昇する最初の充電期間内に、コンデンサ6の電圧の値が第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2の総出力電圧の値（ $E1 + E2$ ）を超える範囲内となったのかどうか判断する。

20

【0067】

制御モジュール17は、上記範囲内となった場合、上記範囲内となったタイミングで、第1スイッチS1を中間点p1に接続させ、第2スイッチS2を中間点p2に接続させる。すなわち、制御モジュール17は、コンデンサ6が第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2から電氣的に切り離れるよう切替えモジュール2の切替え動作を制御する。これにより、コンデンサ6への充電が終了する。

【0068】

ここでは、コンデンサ6の電圧値が上昇する最初の充電期間内に、コンデンサ6の電圧の値が第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2の総出力電圧の値（ $E1 + E2$ ）を超える範囲内となるタイミングでコンデンサ6への充電を終了している。コンデンサ6の電圧値は、例えば（ $> E1 + E2$ ）となる。

30

【0069】

なお、コンデンサ6を第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2から電氣的に切り離すタイミングは、コンデンサ6の電圧値が上昇する最初の充電期間内が好ましいが、コンデンサ6の電圧値が最初にピーク（充電期間及び放電期間の境界）に達したときであってもよい。

【0070】

続いて、手順2において、蓄電モジュール1及び共振回路5間の非接続状態を維持することにより、コンデンサ6に与えられた電圧は保持され、コンデンサ6の電圧値は $E1 + E2$ を超える値、例えば に保持される。

40

また、コンデンサ6への充電を終了したタイミングで、共振回路5の共振電流は流れる状態にあるが、環流ダイオード9等で回路4を形成することにより、共振電流が継続して流れる通路を形成することができる。なお、共振電流はコンデンサ6に流れ込むため、コンデンサ6の電圧は、共振電流が零になるまで若干上昇することになる。

【0071】

続いて、手順3において、制御モジュール17は、第1スイッチS1及び第2スイッチS2の接続状態を変え第1スイッチS1を第1蓄電素子A1の負極側に接続させ、第2スイッチS2を第2蓄電素子A2の負極側に接続させる。すると、コンデンサ6から第1蓄

50

電素子 A 1 に放電され、エネルギーバランス調整方法が終了する。ここでは、コンデンサ 6 の電圧値は、第 1 蓄電素子 A 1 の出力電圧の値 E 1 の 2 倍を超えているため、コンデンサ 6 は、電圧値がマイナスとなるまで放電される。

【0072】

そして、上記エネルギーバランス調整方法を繰り返し行うことにより、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 の出力電圧が同程度の場合でも、第 2 蓄電素子 A 2 から第 1 蓄電素子 A 1 にエネルギーを移動することができる。このため、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 のエネルギー残量は、同等になるよう調整される。

【0073】

上記のように構成された第 2 の実施形態に係る蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法によれば、蓄電装置は、第 1 蓄電素子 A 1、第 2 蓄電素子 A 2、切替えモジュール 2、共振回路 5、環流ダイオード 9、演算モジュール 16、制御モジュール 17 及び電圧検出モジュール 18 を備えている。

10

【0074】

エネルギーバランス調整方法において、制御モジュール 17 は、エネルギー残量情報から第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギー残量が異なっている場合、制御モジュール 17 は、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 からコンデンサ 6 に充電した後、コンデンサ 6 からエネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 又は第 2 蓄電素子 A 2）に放電するよう、切替えモジュール 2 の切替え動作を制御することができる。

20

【0075】

これにより、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 の出力電圧が同程度の場合でも、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギーを移動することができ、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 のエネルギー残量が同等になるよう調整することができる。しかも、短時間で蓄電素子間のエネルギー残量が同等になるよう調整することができる。このため、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 のエネルギーを最大限使用することが可能となる。

【0076】

環流ダイオード 9 等で回路 4 を形成することにより、共振電流が継続して流れる通路を形成することができるため、第 1 スイッチ S 1 の破壊を防止することができる。

30

【0077】

蓄電装置は、コンデンサ 6 の電圧を検出する電圧検出モジュール 18 を備えている。制御モジュール 17 は、電圧検出モジュール 18 で検出された電圧を示す電圧情報を基に、コンデンサ 6 の電圧値が上昇する最初の充電期間内に、コンデンサ 6 の電圧の値が 2 個以上の蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2）の総出力電圧の値を超える範囲内となった場合、上記範囲内となったタイミングで充電を終了するよう切替えモジュール 2 の切替え動作を制御することができる。

【0078】

コンデンサ 6 の電圧値が下降する放電期間に、コンデンサ 6 を第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 から電氣的に切り離すことを防止できるため、第 2 スイッチ S 2 や環流ダイオード 9 の破壊を防止することができる。

40

【0079】

上記のことから、蓄電素子間の出力電圧が等しい場合でも蓄電素子間でエネルギーを移動することができる蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法を得ることができる。

【0080】

次に、第 3 の実施形態に係る蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法について詳細に説明する。この実施形態において、他の構成は上述した第 2 の実施形態と同一であり、同一の部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。また、エネルギーバランス調整方法は、第 2 の実施形態と同一であり、その詳細な説明を省略する。

50

【 0 0 8 1 】

図 8 に示すように、蓄電装置はダイオード 7 を備えている。ダイオード 7 はコンデンサ 6 に並列に接続されている。ダイオード 7 の陽極は第 1 スイッチ S 1 に接続され、その陰極はリアクトル 8 に接続されている。ダイオード 7 は、コンデンサ 6 の電圧が逆電圧になることを防止するためのものである。このため、コンデンサ 6 から第 1 蓄電素子 A 1 への放電終了後のコンデンサ 6 の電圧値は零となる。ダイオード 7 は、上記共振回路 5 と同じ基板上に設けられ、配線されている。

【 0 0 8 2 】

ここでは、電圧検出モジュール 1 8 は、ダイオード 7 の電圧（両極間の電位差）を検出するように構成されているが、これに限らず、コンデンサ 6 の電圧を検出するよう構成されていてもよい。

10

【 0 0 8 3 】

上記のように構成された第 3 の実施形態に係る蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法によれば、蓄電装置は、第 1 蓄電素子 A 1、第 2 蓄電素子 A 2、切替えモジュール 2、共振回路 5、環流ダイオード 9、演算モジュール 1 6、制御モジュール 1 7 及び電圧検出モジュール 1 8 を備えている。このため、第 2 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 8 4 】

ダイオード 7 はコンデンサ 6 に並列に接続されている。このため、コンデンサ 6 から第 1 蓄電素子 A 1 又は第 2 蓄電素子 A 2 への放電終了後のコンデンサ 6 の電圧値を零にすることができる。また、放電期間に、共振電流の流れる方向が逆になることはないため、第 2 スイッチ S 2 や環流ダイオード 9 の破壊を防止することができる。

20

【 0 0 8 5 】

上記のことから、蓄電素子間の出力電圧が等しい場合でも蓄電素子間でエネルギーを移動することができる蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法を得ることができる。

【 0 0 8 6 】

次に、第 4 の実施形態に係る蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法について詳細に説明する。この実施形態において、他の構成は上述した第 3 の実施形態と同一であり、同一の部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。始めに、蓄電装置の構成について説明する。

30

【 0 0 8 7 】

図 9 に示すように、蓄電装置は、環流ダイオード 9 及び電圧検出モジュール 1 8 を備えていない。蓄電装置は、電流検出モジュール 1 9 を備えている。ここでは、電流検出モジュール 1 9 は、電流検出器で形成されている。電流検出モジュール 1 9 は、共振回路 5 の共振電流を検出し、上記共振電流を示す共振電流情報を信号にて出力するものである。制御モジュール 1 7 には、電流検出モジュール 1 9 から信号が与えられる。電流検出モジュール 1 9 は、上記共振回路 5 と同じ基板上に設けられ、配線されている。

【 0 0 8 8 】

次に、上記制御モジュール 1 7 の制御について説明する。

制御モジュール 1 7 は、演算モジュール 1 6 で演算されたエネルギー残量を示すエネルギー残量情報及び電流検出モジュール 1 9 で検出された共振電流を示す共振電流情報を取得し、エネルギー残量情報及び共振電流情報に基づいて切替えモジュール 2 の切替え動作を制御する。

40

【 0 0 8 9 】

制御モジュール 1 7 は、エネルギー残量情報から複数の蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2）間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、2 個以上の蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2）からコンデンサ 6 に充電した後、コンデンサ 6 からエネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 又は第 2 蓄電素子 A 2）に放電するよう、切替えモジュール 2 の切替え動作を制御する。

50

【 0 0 9 0 】

制御モジュール 17 は、充電を終了する際、共振電流情報を基に、共振回路 5 の共振電流の値が最初に零となったのかどうか判断し、共振電流の値が最初に零となった場合、共振電流の値が最初に零となったタイミングでコンデンサ 6 が 2 個以上の蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2）から電氣的に切り離れるよう切替えモジュール 2 の切替え動作を制御する。

【 0 0 9 1 】

次に、上記蓄電装置を用いたエネルギーバランス調整方法について説明する。エネルギーバランス調整方法において、特に、制御モジュール 17 の制御の例（手順 1、手順 2 及び手順 3）について説明する。始めに、第 1 蓄電素子 A 1 より第 2 蓄電素子 A 2 の方のエネルギー残量が多い場合のエネルギーバランス調整方法について説明する。

10

【 0 0 9 2 】

図 9 及び図 10 に示すように、直列に接続された第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 のエネルギーバランス調整方法が開始されると、まず、演算モジュール 16 は、各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、取得した出力電圧情報から各蓄電素子のエネルギー残量を演算する。次いで、制御モジュール 17 は、エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。

【 0 0 9 3 】

制御モジュール 17 が、第 1 蓄電素子 A 1 より第 2 蓄電素子 A 2 の方のエネルギー残量が多いと判断した場合、手順 1 において、制御モジュール 17 は、第 1 スイッチ S 1 を第 1 蓄電素子 A 1 の負極側に接続させ、第 2 スイッチ S 2 を第 2 蓄電素子 A 2 の正極側に接続させる。すると、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 からコンデンサ 6 に充電が開始される。

20

【 0 0 9 4 】

その後、制御モジュール 17 は、電流検出モジュール 19 で検出された共振電流を示す共振電流情報を基に、共振回路 5 の共振電流の値が最初に零となったのかどうか判断する。制御モジュール 17 は、共振電流の値が最初に零となった場合、共振電流の値が最初に零となったタイミングで、第 1 スイッチ S 1 を中間点 p 1 に接続させ、第 2 スイッチ S 2 を中間点 p 2 に接続させる。すなわち、制御モジュール 17 は、コンデンサ 6 が第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 から電氣的に切り離れるよう切替えモジュール 2 の切替え動作を制御する。これにより、コンデンサ 6 への充電が終了する。

30

【 0 0 9 5 】

ここでは、コンデンサ 6 の電圧値が最初にピーク（充電期間及び放電期間の境界）に達したときに、コンデンサ 6 が第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 から電氣的に切り離されるため、コンデンサ 6 の電圧値は、 $2 \times (E_1 + E_2)$ となる。

【 0 0 9 6 】

続いて、手順 2 において、蓄電モジュール 1 及び共振回路 5 間の非接続状態を維持することにより、コンデンサ 6 に与えられた電圧は保持され、コンデンサ 6 の電圧値は $2 \times (E_1 + E_2)$ に保持される。

40

また、コンデンサ 6 への充電を終了したタイミングで、共振回路 5 の共振電流は零となるため、上述した実施形態のように、環流ダイオード 9 等で回路 4 を形成する必要はない。

【 0 0 9 7 】

続いて、手順 3 において、制御モジュール 17 は、第 1 スイッチ S 1 及び第 2 スイッチ S 2 の接続状態を変え第 1 スイッチ S 1 を第 1 蓄電素子 A 1 の負極側に接続させ、第 2 スイッチ S 2 を第 2 蓄電素子 A 2 の負極側に接続させる。すると、コンデンサ 6 から第 1 蓄電素子 A 1 に放電され、エネルギーバランス調整方法が終了する。ここでは、コンデンサ 6 から第 1 蓄電素子 A 1 への放電終了後のコンデンサ 6 の電圧値は零となる。

【 0 0 9 8 】

50

そして、上記エネルギーバランス調整方法を繰り返し行うことにより、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2の出力電圧が同程度の場合でも、第2蓄電素子A2から第1蓄電素子A1にエネルギーを移動することができる。このため、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギー残量は、同等になるよう調整される。

【0099】

次に、第2蓄電素子A2より第1蓄電素子A1の方のエネルギー残量が多い場合のエネルギーバランス調整方法について説明する。

図9及び図11に示すように、直列に接続された第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギーバランス調整方法が開始されると、まず、演算モジュール16は、各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、取得した出力電圧情報から各蓄電素子のエネルギー残量を演算する。次いで、制御モジュール17は、エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。

【0100】

制御モジュール17が、第2蓄電素子A2より第1蓄電素子A1の方のエネルギー残量が多いと判断した場合、手順1において、制御モジュール17は、第1スイッチS1を第1蓄電素子A1の負極側に接続させ、第2スイッチS2を第2蓄電素子A2の正極側に接続させる。すると、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2からコンデンサ6に充電が開始される。

【0101】

その後、制御モジュール17は、電流検出モジュール19で検出された共振電流を示す共振電流情報を基に、共振回路5の共振電流の値が最初に零となったのかどうか判断する。制御モジュール17は、共振電流の値が最初に零となった場合、共振電流の値が最初に零となったタイミングで、第1スイッチS1を中間点p1に接続させ、第2スイッチS2を中間点p2に接続させる。すなわち、制御モジュール17は、コンデンサ6が第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2から電氣的に切り離れるよう切替えモジュール2の切替え動作を制御する。これにより、コンデンサ6への充電が終了する。

【0102】

ここでは、コンデンサ6の電圧値が最初にピーク（充電期間及び放電期間の境界）に達したときに、コンデンサ6が第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2から電氣的に切り離されるため、コンデンサ6の電圧値は、 $2 \times (E1 + E2)$ となる。

【0103】

続いて、手順2において、蓄電モジュール1及び共振回路5間の非接続状態を維持することにより、コンデンサ6に与えられた電圧は保持され、コンデンサ6の電圧値は $2 \times (E1 + E2)$ に保持される。

【0104】

続いて、手順3において、制御モジュール17は、第1スイッチS1及び第2スイッチS2の接続状態を変え第1スイッチS1を第1蓄電素子A1の正極側に接続させ、第2スイッチS2を第2蓄電素子A2の正極側に接続させる。すると、コンデンサ6から第2蓄電素子A2に放電され、エネルギーバランス調整方法が終了する。ここでは、コンデンサ6から第2蓄電素子A2への放電終了後のコンデンサ6の電圧値は零となる。

【0105】

そして、上記エネルギーバランス調整方法を繰り返し行うことにより、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2の出力電圧が同程度の場合でも、第2蓄電素子A2から第1蓄電素子A1にエネルギーを移動することができる。このため、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギー残量は、同等になるよう調整される。

【0106】

上記のように構成された第4の実施形態に係る蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法によれば、蓄電装置は、第1蓄電素子A1、第2蓄電素子A2、切替えモジュール2、共振回路5、演算モジュール16及び制御モジュール17を備えている。

10

20

30

40

50

【0107】

エネルギーバランス調整方法において、制御モジュール17は、エネルギー残量情報から第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2間でエネルギー残量が異なっている場合、制御モジュール17は、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2からコンデンサ6に充電した後、コンデンサ6からエネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子(第1蓄電素子A1又は第2蓄電素子A2)に放電するよう、切替えモジュール2の切替え動作を制御することができる。

【0108】

これにより、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2の出力電圧が同程度の場合でも、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2間でエネルギーを移動することができ、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギー残量が同等になるよう調整することができる。しかも、短時間で蓄電素子間のエネルギー残量が同等になるよう調整することができる。このため、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギーを最大限使用することが可能となる。

10

【0109】

制御モジュール17は、電流検出モジュール19で検出された共振電流を示す共振電流情報を基に、共振回路5の共振電流の値が最初に零となったタイミングで、コンデンサ6が第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2から電氣的に切り離れるよう切替えモジュール2の切替え動作を制御することができる。

20

【0110】

コンデンサ6への充電が終了した後に、共振電流を零とすることができるため、環流ダイオード9等で回路4を形成すること無しに蓄電装置を形成することができる。また、共振電流が流れる場合に生じる恐れある第2スイッチS2の破壊を防止することができる。

【0111】

そして、コンデンサ6の電圧値が $2 \times (E1 + E2)$ となるよう、コンデンサ6に充電することができるため、一層短時間で蓄電素子間のエネルギー残量が同等になるよう調整することができる。

【0112】

さらに、コンデンサ6の電圧値が下降する放電期間に、コンデンサ6を第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2から電氣的に切り離すことを防止できるため、第2スイッチS2や環流ダイオード9の破壊を防止することができる。

30

【0113】

ダイオード7はコンデンサ6に並列に接続されている。このため、コンデンサ6から第1蓄電素子A1又は第2蓄電素子A2への放電終了後のコンデンサ6の電圧値を零にすることができる。また、放電期間に、共振電流の流れる方向が逆になることはないため、第2スイッチS2の破壊を防止することができる。

上記のことから、蓄電素子間の出力電圧が等しい場合でも蓄電素子間でエネルギーを移動することができる蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法を得ることができる。

【0114】

次に、第5の実施形態に係る蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法について詳細に説明する。この実施形態において、他の構成は上述した第4の実施形態と同一であり、同一の部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。始めに、蓄電装置の構成について説明する。

40

【0115】

図12に示すように、蓄電装置は、電流検出モジュール19を備えていない。切替えモジュール2には、蓄電モジュール1に接続されていない接続点(中間点p1、p2)は設けられていない。蓄電装置は、他の切替えモジュールとしての切替えモジュール10を備えている。切替えモジュール10は、共振回路5及び切替えモジュール2間に接続されている。切替えモジュール10は、互いに並列に接続されたスイッチ11及びダイオード1

50

2を有している。ダイオード12の陽極は第2スイッチS2に接続され、その陰極はリアクトル8に接続されている。

【0116】

次に、上記制御モジュール17の制御について説明する。

制御モジュール17は、演算モジュール16で演算されたエネルギー残量を示すエネルギー残量情報を取得し、エネルギー残量情報に基づいて切替えモジュール2の切替え動作を制御する。

【0117】

制御モジュール17は、エネルギー残量情報から複数の蓄電素子(第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2)間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断し、複数の蓄電素子間で前記エネルギー残量が異なっている場合、スイッチ11を非導通状態として2個以上の蓄電素子(第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2)からコンデンサ6に充電した後、スイッチ11を導通状態としてコンデンサ6からエネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子(第1蓄電素子A1又は第2蓄電素子A2)に放電するよう、切替えモジュール2及びスイッチ11の切替え動作を制御する。

10

【0118】

次に、上記蓄電装置を用いたエネルギーバランス調整方法について説明する。エネルギーバランス調整方法において、特に、制御モジュール17の制御の例(手順1及び手順2)について説明する。始めに、第1蓄電素子A1より第2蓄電素子A2の方のエネルギー残量が多い場合のエネルギーバランス調整方法について説明する。

20

【0119】

図12及び図13に示すように、直列に接続された第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギーバランス調整方法が開始されると、まず、演算モジュール16は、各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、取得した出力電圧情報から各蓄電素子のエネルギー残量を演算する。次いで、制御モジュール17は、エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。

【0120】

制御モジュール17が、第1蓄電素子A1より第2蓄電素子A2の方のエネルギー残量が多いと判断した場合、手順1において、制御モジュール17は、第1スイッチS1を第1蓄電素子A1の負極側に接続させ、第2スイッチS2を第2蓄電素子A2の正極側に接続させ、スイッチ11を非導通状態にする。すると、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2からコンデンサ6に充電が開始される。

30

【0121】

その後、ダイオード12の作用により、共振回路5の共振電流の値が零となり、コンデンサ6への充電が終了する。共振回路5の共振電流の値は自動的に零となるため、コンデンサ6には、電圧値が最初にピーク(充電期間及び放電期間の境界)に達したときの値 $2 \times (E_1 + E_2)$ が印加される。

【0122】

続いて、手順2において、制御モジュール17は、第1スイッチS1及び第2スイッチS2の接続状態並びにスイッチ11の導通状態を変え、第1スイッチS1を第1蓄電素子A1の負極側に接続させ、第2スイッチS2を第2蓄電素子A2の負極側に接続させ、スイッチ11を導通状態にする。すると、コンデンサ6から第1蓄電素子A1に放電され、エネルギーバランス調整方法が終了する。ここでは、コンデンサ6から第1蓄電素子A1への放電終了後のコンデンサ6の電圧値は零となる。

40

【0123】

そして、上記エネルギーバランス調整方法を繰り返し行うことにより、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2の出力電圧が同程度の場合でも、第2蓄電素子A2から第1蓄電素子A1にエネルギーを移動することができる。このため、第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2のエネルギー残量は、同等になるよう調整される。

50

【 0 1 2 4 】

次に、第 2 蓄電素子 A 2 より第 1 蓄電素子 A 1 の方のエネルギー残量が多い場合のエネルギーバランス調整方法について説明する。

図 1 2 及び図 1 4 に示すように、直列に接続された第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 のエネルギーバランス調整方法が開始されると、まず、演算モジュール 1 6 は、各蓄電素子の出力電圧を示す出力電圧情報を取得し、取得した出力電圧情報から各蓄電素子のエネルギー残量を演算する。次いで、制御モジュール 1 7 は、エネルギー残量を示すエネルギー残量情報から第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。

【 0 1 2 5 】

制御モジュール 1 7 が、第 2 蓄電素子 A 2 より第 1 蓄電素子 A 1 の方のエネルギー残量が多いと判断した場合、手順 1 において、制御モジュール 1 7 は、第 1 スイッチ S 1 を第 1 蓄電素子 A 1 の負極側に接続させ、第 2 スイッチ S 2 を第 2 蓄電素子 A 2 の正極側に接続させ、スイッチ 1 1 を非導通状態にする。すると、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 からコンデンサ 6 に充電が開始される。

【 0 1 2 6 】

その後、ダイオード 1 2 の作用により、共振回路 5 の共振電流の値が零となり、コンデンサ 6 への充電が終了する。共振回路 5 の共振電流の値は自動的に零となるため、コンデンサ 6 には、電圧値が最初にピーク（充電期間及び放電期間の境界）に達したときの値 $2 \times (E 1 + E 2)$ が印加される。

【 0 1 2 7 】

続いて、手順 2 において、制御モジュール 1 7 は、第 1 スイッチ S 1 及び第 2 スイッチ S 2 の接続状態並びにスイッチ 1 1 の導通状態を変え、第 1 スイッチ S 1 を第 1 蓄電素子 A 1 の正極側に接続させ、第 2 スイッチ S 2 を第 2 蓄電素子 A 2 の正極側に接続させ、スイッチ 1 1 を導通状態にする。すると、コンデンサ 6 から第 2 蓄電素子 A 2 に放電され、エネルギーバランス調整方法が終了する。ここでは、コンデンサ 6 から第 2 蓄電素子 A 2 への放電終了後のコンデンサ 6 の電圧値は零となる。

【 0 1 2 8 】

そして、上記エネルギーバランス調整方法を繰り返し行うことにより、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 の出力電圧が同程度の場合でも、第 1 蓄電素子 A 1 から第 2 蓄電素子 A 2 にエネルギーを移動することができる。このため、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 のエネルギー残量は、同等になるよう調整される。

【 0 1 2 9 】

上記のように構成された第 5 の実施形態に係る蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法によれば、蓄電装置は、第 1 蓄電素子 A 1、第 2 蓄電素子 A 2、切替えモジュール 2、共振回路 5、演算モジュール 1 6 及び制御モジュール 1 7 を備えている。

【 0 1 3 0 】

エネルギーバランス調整方法において、制御モジュール 1 7 は、エネルギー残量情報から第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギー残量が異なっているのかどうか判断する。第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギー残量が異なっている場合、制御モジュール 1 7 は、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 からコンデンサ 6 に充電した後、コンデンサ 6 からエネルギー残量が相対的に少ない蓄電素子（第 1 蓄電素子 A 1 又は第 2 蓄電素子 A 2）に放電するよう、切替えモジュール 2 の切替え動作を制御することができる。

【 0 1 3 1 】

これにより、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 の出力電圧が同程度の場合でも、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 間でエネルギーを移動することができ、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 のエネルギー残量が同等になるよう調整することができる。しかも、短時間で蓄電素子間のエネルギー残量が同等になるよう調整することができる。このため、第 1 蓄電素子 A 1 及び第 2 蓄電素子 A 2 のエネルギーを最大限使用することが可能と

10

20

30

40

50

なる。

【0132】

蓄電装置は、切替えモジュール10を備えている。コンデンサ6への充電を開始した後、共振回路5の共振電流の値は自動的に零とすることができるため、環流ダイオード9等で回路4を形成すること無しに蓄電装置を形成することができる。また、共振電流が流れる場合に生じる恐れある第2スイッチS2の破壊を防止することができる。

【0133】

そして、コンデンサ6の電圧値が $2 \times (E1 + E2)$ となるよう、コンデンサ6に充電することができるため、一層短時間で蓄電素子間のエネルギー残量が同等になるよう調整することができる。

10

【0134】

さらに、コンデンサ6の電圧値が下降する放電期間に、コンデンサ6を第1蓄電素子A1及び第2蓄電素子A2から電氣的に切り離すことを防止できるため、第2スイッチS2や環流ダイオード9の破壊を防止することができる。

【0135】

ダイオード7はコンデンサ6に並列に接続されている。このため、コンデンサ6から第1蓄電素子A1又は第2蓄電素子A2への放電終了後のコンデンサ6の電圧値を零にすることができる。また、放電期間に、共振電流の流れる方向が逆になることはないため、第2スイッチS2の破壊を防止することができる。

上記のことから、蓄電素子間の出力電圧が等しい場合でも蓄電素子間でエネルギーを移動することができる蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法を得ることができる。

20

【0136】

なお、この発明は上記実施の形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化可能である。また、上記実施の形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【0137】

例えば、図15に示すように、第5の実施形態に係る蓄電装置の切替えモジュール2は、スイッチ及びダイオードで形成することができる。切替えモジュール2は、第1スイッチS4、第2スイッチS5、第3スイッチS6及び第4スイッチS7、並びに各スイッチに並列に接続されたダイオード3で形成されている。

30

【0138】

上述した各実施形態において、蓄電装置は、2個の蓄電素子を備えているが、3個以上の蓄電素子を備えていても上述した効果を得ることができる。

【0139】

上記蓄電素子は、二次電池に限定されるものではなく、種々変形可能であり、充放電が可能なキャパシタ等であってもよく、この場合も、蓄電素子間でエネルギーを移動することができる。

【0140】

本発明の蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法は、上述した蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法に限らず、各種の蓄電装置及びエネルギーバランス調整方法に適用することが可能である。

40

【符号の説明】

【0141】

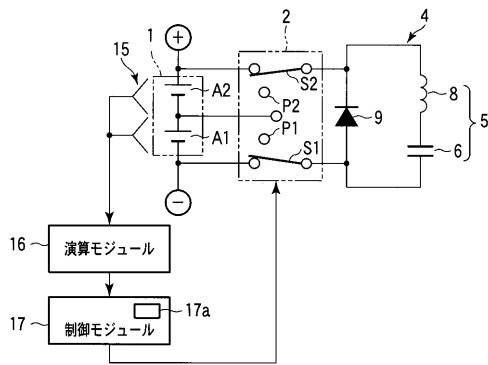
1...蓄電モジュール、A1...第1蓄電素子、A2...第2蓄電素子、2, 10...切替えモジュール、S1, S4...第1スイッチ、S2, S5...第2スイッチ、S6...第3スイッチ、S7...第4スイッチ、3, 7, 12...ダイオード、4...回路、5...共振回路、6...コンデンサ、8...リアクトル、9...環流ダイオード、11...スイッチ、15...出力電圧検出モジュール、16...演算モジュール、17...制御モジュール、17a...タイマ、18...電圧検

50

出モジュール、19... 電流検出モジュール。

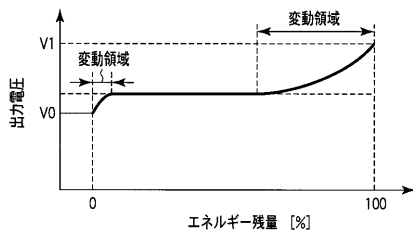
【 図 1 】

図 1



【 図 2 】

図 2



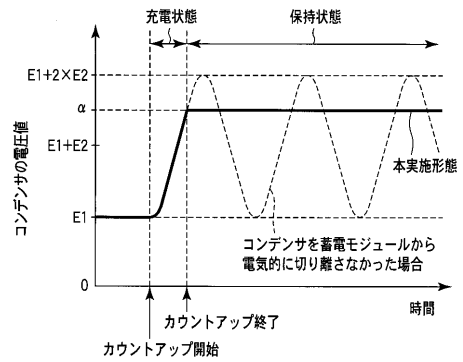
【 図 3 】

図 3

	コンデンサの充放電状態	コンデンサの電圧値	第1スイッチの接続状態	第2スイッチの接続状態
手順1	充電	$> (E1+E2)$	第1蓄電素子の負極側と接続	第2蓄電素子の正極側と接続
手順2	保持	$> (E1+E2)$	中間点と接続	中間点と接続
手順3	放電	< 0	第1蓄電素子の負極側と接続	第2蓄電素子の負極側と接続

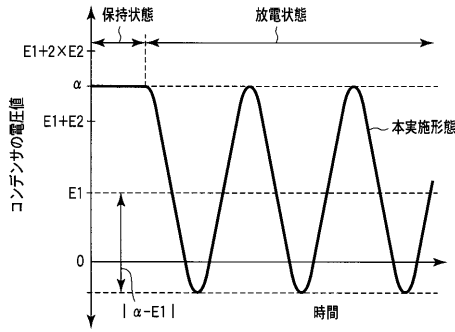
【 図 4 】

図 4



【 図 5 】

図 5



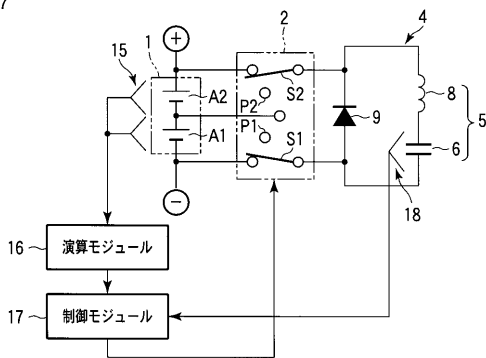
【 図 6 】

図 6

	コンデンサの充放電状態	コンデンサの電圧値	第1スイッチの接続状態	第2スイッチの接続状態
手順1	充電	$> (E1+E2)$	第1蓄電素子の負極側と接続	第2蓄電素子の正極側と接続
手順2	保持	$> (E1+E2)$	中間点と接続	中間点と接続
手順3	放電	< 0	第1蓄電素子の正極側と接続	第2蓄電素子の正極側と接続

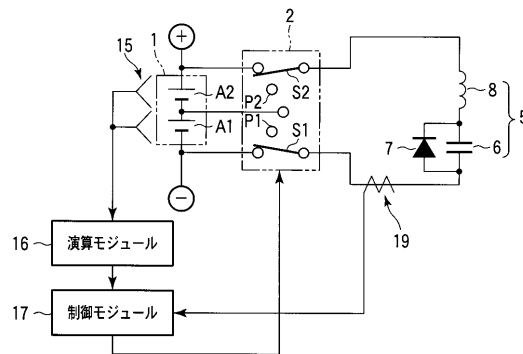
【 図 7 】

図 7



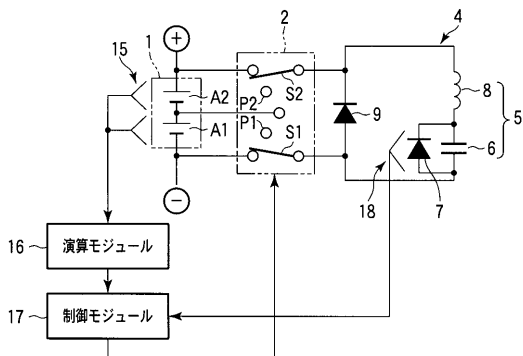
【 図 9 】

図 9



【 図 8 】

図 8



【 図 10 】

図 10

	コンデンサの充放電状態	コンデンサの電圧値	第1スイッチの接続状態	第2スイッチの接続状態
手順1	充電	$2 \times (E1+E2)$	第1蓄電素子の負極側と接続	第2蓄電素子の正極側と接続
手順2	保持	$2 \times (E1+E2)$	中間点と接続	中間点と接続
手順3	放電	0	第1蓄電素子の負極側と接続	第2蓄電素子の負極側と接続

【 図 1 1 】

図 11

	コンデンサの充放電状態	コンデンサの電圧値	第1スイッチの接続状態	第2スイッチの接続状態
手順1	充電	$2 \times (E1 + E2)$	第1蓄電素子の負極側と接続	第2蓄電素子の正極側と接続
手順2	保持	$2 \times (E1 + E2)$	中間点と接続	中間点と接続
手順3	放電	0	第1蓄電素子の正極側と接続	第2蓄電素子の正極側と接続

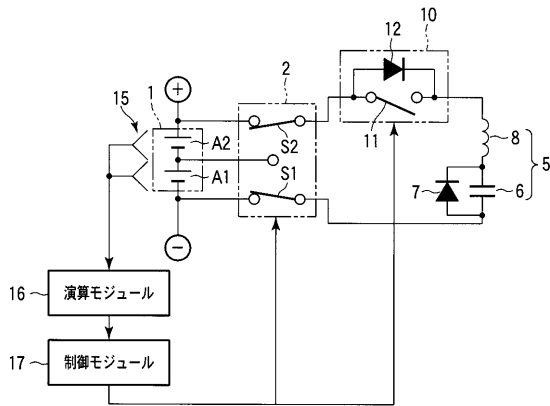
【 図 1 3 】

図 13

	コンデンサの充放電状態	コンデンサの電圧値	第1スイッチの接続状態	第2スイッチの接続状態	スイッチ11の導通状態
手順1	充電	$2 \times (E1 + E2)$	第1蓄電素子の負極側と接続	第2蓄電素子の正極側と接続	非導通状態 (オフ状態)
手順2	放電	0	第1蓄電素子の負極側と接続	第2蓄電素子の負極側と接続	導通状態 (オン状態)

【 図 1 2 】

図 12



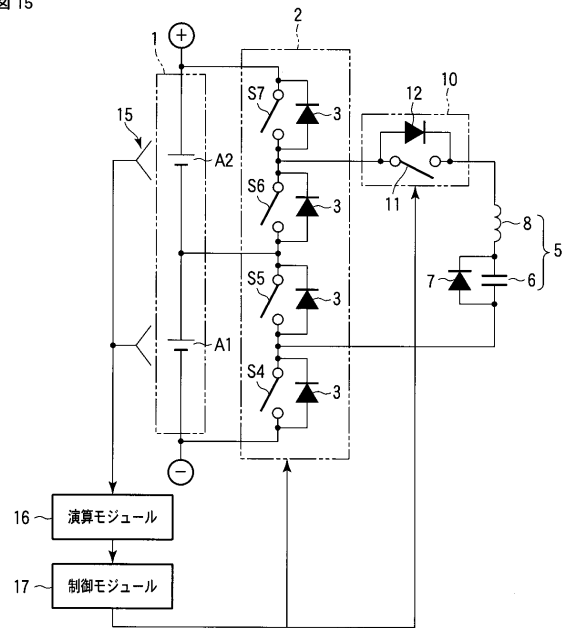
【 図 1 4 】

図 14

	コンデンサの充放電状態	コンデンサの電圧値	第1スイッチの接続状態	第2スイッチの接続状態	スイッチ11の導通状態
手順1	充電	$2 \times (E1 + E2)$	第1蓄電素子の負極側と接続	第2蓄電素子の正極側と接続	非導通状態 (オフ状態)
手順2	放電	0	第1蓄電素子の正極側と接続	第2蓄電素子の正極側と接続	導通状態 (オン状態)

【 図 1 5 】

図 15



フロントページの続き

- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 門田 行生

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA03 BB01 CA11 CC02 GD03 GD06 HA02
5H030 AA01 FF41 FF43 FF44