【書類名】明細書

【発明の名称】電源装置、電子機器および電源制御方法

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATION

　This application is based upon and claims the benefit of priority of the prior Japanese Patent Application No. 2014-253173, filed on December 15, 2014, the entire contents of which are incorporated herein by reference.

【技術分野】

　【０００１】

　本発明は電源装置、電子機器および電源制御方法に関する。

【背景技術】

　【０００２】

　現在、蓄電部材が広く使用されている。蓄電部材としては、例えば、リチウムイオンキャパシタやリチウムイオン電池などが知られている。蓄電部材は、携帯電話、ＰＣ（Personal Computer）、電気自動車などの電源として利用可能である。

　【０００３】

　リチウムイオンキャパシタやリチウムイオン電池などの蓄電部材については、充電時に蓄えられる電圧の上限値や、放電時の電圧の下限値が定められている場合がある。それは、上限値を超える電圧が蓄えられた場合や下限値を下回るような放電が行われると蓄電部材が劣化するからである。すなわち、リチウムイオンキャパシタやリチウムイオン電池などの蓄電部材は、過充電または過放電に弱いという特性を持っている。そこで、過充電または過放電になった場合の対処の一例として、複数のリチウムイオン電池を直列に接続し、充電途中に１つのセルでも電圧が所定値以上に上昇したら充電を中止して、所定値以上に上昇したセルの電圧を放電し、また、放電途中に１つのセルでも電圧が所定値以下に低下したら放電を中止する技術が提案されている。

　【０００４】

　また、リチウムイオン２次電池の保護回路として、充放電側接続端子と２次電池のプラス側電極とを接続するように直列に接続された２つのヒューズと、各ヒューズ間の配線と２次電池のマイナス側電極とを接続するよう配置されたスイッチング素子と、スイッチング素子のオンオフを制御する検出回路とを備えるリチウムイオン２次電池システムが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

　【０００５】

　　【特許文献１】特開２００２－５８１７０号公報

　　【特許文献２】特開２０１０－２１２１６６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

　【０００６】

　ところで、高い放電電圧を確保する方法として、複数の蓄電部材を直列に接続する方法がある。直列に接続されている複数の蓄電部材に充電する場合、正極側蓄電部材の正極と負極側蓄電部材の負極との間の両端電圧が、蓄電部材の電圧の上限値に蓄電部材の個数を乗じた値（しきい値）を超えないようにする。

　【０００７】

　ここで、リチウムイオンキャパシタやリチウムイオン電池などの蓄電部材を用いた場合、自然放電や内部劣化の度合いの違いにより、複数の蓄電部材それぞれに蓄積されている電圧が等しくない場合がある。電圧が不均等な状態で充電を行うと、両端電圧はしきい値を超えないが、一部の蓄電部材だけ過充電になってしまう場合がある。また、充電の場合だけでなく、放電の場合も同様に、電圧が不均等な状態で放電を行うと、両端電圧は下限のしきい値より低くならないが、一部の蓄電部材だけ過放電になってしまう場合がある。

　【０００８】

　このようにして、過充電または過放電を繰り返すと蓄電部材の劣化が進み、蓄電部材が故障する確率が上がってしまう。複数の蓄電部材が直列接続されている場合、１つの蓄電部材でも故障すると、複数の蓄電部材を用いた充放電ができなくなるという問題がある。

　【０００９】　１つの側面では、本発明は、充放電動作の耐故障性を高めた電源装置、電子機器および電源制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

　【００１０】

　１つの態様では、複数の蓄電部材を用いて充放電を行う電源装置が提供される。この電源装置は、蓄電回路と制御回路とを有する。蓄電回路は、複数の蓄電部材と、複数の蓄電部材のそれぞれに対応付けられ、対応する蓄電部材が故障した場合に当該蓄電部材に電流が流れないように当該蓄電部材を切り離す複数の切り離し回路とを有する。また、蓄電回路では、複数の蓄電部材が並列に接続された２以上の蓄電部材をそれぞれ有する複数の蓄電部材群にグループ化され、複数の蓄電部材群が直列に接続される。制御回路は、複数の蓄電部材のうちの故障した蓄電部材の接続位置に基づいて、蓄電回路の充放電動作を継続するかを制御する。

　【００１１】

　また、１つの態様では、複数の蓄電部材を用いて充放電を行う電源装置を備えた電子機器が提供される。電源装置は、蓄電回路と制御回路とを有する。蓄電回路は、複数の蓄電部材と、複数の蓄電部材のそれぞれに対応付けられ、対応する蓄電部材が故障した場合に当該蓄電部材に電流が流れないように当該蓄電部材を切り離す複数の切り離し回路とを有する。また、蓄電回路では、複数の蓄電部材が並列に接続された２以上の蓄電部材をそれぞれ有する複数の蓄電部材群にグループ化され、複数の蓄電部材群が直列に接続される。制御回路は、複数の蓄電部材のうちの故障した蓄電部材の接続位置に基づいて、蓄電回路の充放電動作を継続するかを制御する。

　【００１２】

　また、１つの態様では、複数の蓄電部材を有する蓄電回路の充放電を行う電源装置における電源制御方法が提供される。この電源制御方法は、複数の蓄電部材が、並列に接続された２以上の蓄電部材をそれぞれ有する複数の蓄電部材群にグループ化され、複数の蓄電部材群が直列に接続されているとともに、複数の蓄電部材のそれぞれに対応付けられた複数の切り離し回路が配置された状態において、複数の切り離し回路の少なくとも１つが、対応する蓄電部材の故障を検出すると、当該蓄電部材に電流が流れないように当該蓄電部材を切り離す。また、この電源制御方法は、電源装置が備える制御回路が、複数の蓄電部材のうちの故障した蓄電部材の接続位置に基づいて、蓄電回路の充放電動作を継続するかを制御する。

【発明の効果】

　【００１３】

　１つの側面では、充放電動作の耐故障性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

　【００１４】

　　【図１】第１の実施の形態の電源装置の構成例および動作例を示す図である。

　　【図２】複数の蓄電部材を直列に接続して充電した場合の比較例である。

　　【図３】複数の蓄電部材を直列に接続して放電した場合の比較例である。

　　【図４】第２の実施の形態のストレージ装置のハードウェア例を示す図である。

　　【図５】電源回路のハードウェア例を示す図である。

　　【図６】ＬＩＣユニットの内部構成例を示す図である。

　　【図７】充電時および放電時のＬＩＣの接続状態を示す図である。

　　【図８】ＬＩＣに故障が発生している場合の具体例を示す図である。

　　【図９】コントローラの処理例（その１）を示すフローチャートである。

　　【図１０】コントローラの処理例（その２）を示すフローチャートである。

　　【図１１】コントローラの処理例（その３）を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

　【００１５】

　以下、本実施の形態について図面を参照して説明する。　［第１の実施の形態］

　図１は、第１の実施の形態の電源装置の構成例および動作例を示す図である。電源装置１は、蓄電部材１１ａ～１１ｆを用いて充放電を行う装置である。蓄電部材１１ａ～１１ｆは、電荷を蓄えることが可能で、かつ、外部からの充電電圧によって充電可能な部材である。蓄積部材１１ａ～１１ｆは、例えば、リチウムイオンキャパシタである。また、蓄積部材１１ａ～１１ｆは、リチウムイオンキャパシタと同じような特性をもっている部材（例えば、リチウムイオン電池）であってもよい。

　【００１６】

　電源装置１は、蓄電部材１１ａ～１１ｆを含む蓄電回路２と、制御回路３とを有する。蓄電回路２において、蓄電部材１１ａ～１１ｆは、並列に接続された２以上の蓄電部材をそれぞれ有する蓄電部材群１２ａ～１２ｃにグループ化される。図１の例では、蓄電部材群１２ａは、並列に接続された蓄電部材１１ａ，１１ｂを含み、蓄電部材群１２ｂは、並列に接続された蓄電部材１１ｃ，１１ｄを含み、蓄電部材群１２ｃは、並列に接続された蓄電部材１１ｅ，１１ｆを含む。そして、蓄電部材群１２ａ～１２ｃは直列に接続されている。

　【００１７】

　なお、蓄電部材１１ａ，１１ｂの図１における上側の接続部が、蓄電回路２の正極をなし、蓄電部材１１ｅ，１１ｆの図１における下側の接続部が、蓄電回路２の負極をなすものとする。したがって、蓄電回路２の充電時には、充電回路からの充電電圧が、蓄電部材１１ａ，１１ｂの上側の接続部に印加される。また、蓄電回路２の放電時には、蓄電部材１１ａ，１１ｂの上側の接続部に、負荷が接続される。

　【００１８】

　蓄電回路２は、上記のように蓄電部材が３段、直列に接続された構成により、蓄電部材１個の場合の３倍の放電電圧を負荷へ出力可能になっている。なお、蓄電回路２において直列に接続される蓄電部材群の数は、必要な放電電圧に応じて２以上の任意の数とすることができる。また、各蓄電部材群において並列に接続される蓄電部材の数は、２以上の任意の数とすることができる。

　【００１９】

　また、蓄電回路２は、切り離し回路１３ａ～１３ｆを有する。切り離し回路１３ａ～１３ｆは、蓄電回路２内の蓄電部材に一対一で対応付けられている。切り離し回路１３ａ～１３ｆのそれぞれは、対応する蓄電部材が故障したとき、当該蓄電部材に電流が流れないように当該蓄電部材を蓄電回路２から切り離す。

　【００２０】

　図１の例では、蓄電部材１１ａ，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄ，１１ｅおよび１１ｆの正極側に、切り離し回路１３ａ，１３ｂ，１３ｃ，１３ｄ，１３ｅおよび１３ｆがそれぞれ接続されている。蓄電部材１１ａ～１１ｆが故障時に短絡する場合、切り離し回路１３ａ～１３ｆとしては、所定値以上の電流が流れた場合に、対応する蓄電部材の正極側電源線を開放状態にする回路を用いることができる。このような切り離し回路１３ａ～１３ｆとしては、ヒューズがある。なお、切り離し回路１３ａ，１３ｂ，１３ｃ，１３ｄ，１３ｅおよび１３ｆは、それぞれ対応する蓄電部材の負極側電源線に挿入されていてもよい。

　【００２１】

　また、例えば、切り離し回路１３ａ～１３ｆは、ヒューズの代わりに、対応する蓄電部材の正極側または負極側の電源線を開放させるスイッチを含んでもよい。この場合、例えば、制御回路３の処理により、ある蓄電部材に流れる電流値が所定値以上になると、その蓄電部材に対応するスイッチが開放状態とされてもよい。

　【００２２】

　制御回路３は、蓄電部材１１ａ～１１ｆのうちの故障した蓄電部材の接続位置に基づいて、蓄電回路２の充放電動作を継続するかを制御する。例えば、制御回路３は、蓄電部材群１２ａ～１２ｃのすべてに、故障していない蓄電部材が１つ以上含まれる場合、蓄電回路２の充放電動作を継続する。また、制御回路３は、蓄電部材群１２ａ～１２ｃのうちの少なくとも１つに含まれるすべての蓄電部材が故障した場合に、蓄電回路２の充放電動作を停止する。

　【００２３】

　ここで、図２，３を用いて、電源装置に複数の蓄電部材を直列に接続して配置した場合の一例を説明する。図２は、複数の蓄電部材を直列に接続して充電した場合の比較例である。

　【００２４】

　図２では、電源装置内に蓄電部材５ａ，５ｂ，５ｃが直列接続されている状態を表している。蓄電部材５ａ，５ｂ，５ｃの特性にバラツキがなければ、蓄電部材５ａ，５ｂ，５ｃのそれぞれには電圧が均等に蓄積される。ところが、図２の左側の例では、蓄電部材５ａ，５ｂにはともに２．３７５Ｖの電圧が蓄積されている一方、蓄電部材５ｃには２．７５Ｖの電圧が蓄積されている。これは、蓄電部材ごとの自然放電または内部劣化の違いによるものである。

　【００２５】

　充電する場合、電源装置は、蓄電部材５ａの正極と蓄電部材５ｃの負極との間の両端電圧が、蓄電部材の電圧の上限値（例えば、３．８Ｖ）に蓄電部材の個数（３個）を乗じた値（１１．４Ｖ＝３．８Ｖ×３）を超えないように制御する。図２のように、電圧が不均等になっている状態で充電すると、両端電圧（１１．０７８Ｖ）が１１．４Ｖを超えないにもかかわらず、蓄電部材５ｃのみが過充電になってしまう場合がある。

　【００２６】

　図３は、複数の蓄電部材を直列に接続して放電した場合の比較例である。充電時と同様に、放電時においても、蓄電部材５ａ，５ｂ，５ｃの特性にバラツキがなければ、蓄電部材５ａ，５ｂ，５ｃのそれぞれの電圧は均等になる。ところが、図３の左側の例では、蓄電部材５ａ，５ｂにはともに３．６９Ｖの電圧が蓄積されている一方、蓄電部材５ｃには３．４２Ｖの電圧が蓄積されている。これは、蓄電部材ごとの自然放電または内部劣化の違いによるものである。

　【００２７】

　放電する場合、電源装置は、両端電圧が、蓄電部材の電圧の下限値（例えば、２．２Ｖ）に蓄電部材の個数（３個）を乗じた値（６．６Ｖ＝２．２Ｖ×３）を下回らないように制御する。図３のように、電圧が不均等になっている状態で放電すると、両端電圧（６．６Ｖ）が６．６Ｖを下回らないにもかかわらず、蓄電部材５ｃのみが過放電になってしまう場合がある。

　【００２８】

　以上の図２，３の例のように、複数の蓄積部材を直列に接続し、両端電圧に基づいて過充電および過放電を防止するように制御した場合、各蓄積部材の特性のバラツキによって一部の蓄積部材の過充電や過放電が繰り返される可能性がある。このように過充電や過放電が繰り返された蓄積部材については、劣化が進み、故障する可能性が上昇する。図２，３のように直列に接続された蓄積部材の１つが故障すると、充放電ができなくなる。例えば、故障した蓄積部材が短絡することで、全体として所望の放電電圧を得ることができなくなり、正しい充放電動作を行うことができなくなる。

　【００２９】

　これに対して、図１に示す電源装置１によれば、一部の蓄電部材に故障が発生した場合でも、充放電動作を継続できる可能性がある。以下、図１に戻って説明する。

　例えば、図１左下の状態１のように、蓄電部材１１ｃが故障したとする。この場合、切り離し回路１３ｃによって蓄電部材１１ｃが切り離される。これにより、蓄電部材１１ｃと並列に接続されていた蓄電部材１１ｄの正極と負極との間が短絡された状態が解消され、蓄電部材１１ｄに電流が流れるようになる。

　【００３０】

　この状態では、蓄電部材１１ａまたは蓄電部材１１ｂと、蓄電部材１１ｄと、蓄電部材１１ｅまたは蓄電部材１１ｆとが直列に接続した状態を維持したまま、蓄電回路２の充放電動作を継続可能である。したがって、制御回路３は、蓄電部材１１ｃだけが故障したことを検知した場合には、蓄電回路２の充放電動作を継続可能と判定し、充放電動作を継続する。これにより、故障した蓄電回路が存在するにもかかわらず、充放電動作を継続できる。また、放電時には、蓄電部材３つ分の放電電圧を得ることができる。

　【００３１】

　一方、状態１の状態から、図１の右下の状態２のように蓄電部材１１ｄがさらに故障したとする。この場合、切り離し回路１３ｄによって蓄電部材１１ｄが切り離される。この状態では、蓄電部材群１２ａと蓄電部材群１２ｃとの間が接続されない状態となってしまい、蓄電回路２の充放電動作を継続することが不可能になる。したがって、制御回路３は、蓄電部材１１ｃ，１１ｄが故障したことを検知した場合には、蓄電回路２の充放電動作を継続不可能と判定し、充放電動作を停止する。

　【００３２】

　なお、制御回路３は、例えば、次のような判定条件により、蓄電回路２の充放電動作を継続するか否かを判定する。制御回路３は、蓄電部材群１２ａ～１２ｃのすべてに、故障していない蓄電部材が１つ以上含まれる場合に、充放電動作を継続する。また、制御回路３は、蓄電部材群１２ａ～１２ｃのうちの少なくとも１つに含まれるすべての蓄電部材が故障した場合に、充放電動作を停止する。

　【００３３】

　以上説明した第１の実施の形態によれば、蓄電部材の故障が発生した場合でも蓄電回路２の充放電動作を継続できる可能性が生じる。これにより、充放電動作の耐故障性を高めることができ、電源装置１の信頼性を向上させることができる。

　【００３４】

　［第２の実施の形態］

　次に、第２の実施の形態として、第１の実施の形態の電源装置１をストレージ装置に適用した場合の例について説明する。また、以下のストレージ装置における電源装置は、故障した蓄電部材を切り離して充放電動作を継続させる機能に加えて、充電時に各蓄電部材に蓄積される電圧にバラツキが生じないようにする機能を備える。

　【００３５】

　なお、第２の実施の形態では、蓄電部材としてリチウムイオンキャパシタを用いるものとするが、例えば、リチウムイオン電池を用いることもできる。以下、個々のリチウムイオンキャパシタを“ＬＩＣ（Lithium‐Ion Capacitor）”と略称する。

　【００３６】

　図４は、第２の実施の形態のストレージ装置のハードウェア例を示す図である。ストレージ装置１００は、ＣＭ（Controller Module）１０１、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）１０２，１０２ａおよびＬＥＤ（Light Emitting Diode）１０３ａ，１０３ｂを有する。なお、ストレージ装置１００は、複数のＣＭを有していてもよいし、１台または３台以上のＨＤＤを有していてもよい。ＣＭ１０１には、ホスト装置３００が接続されている。ＣＭ１０１とホスト装置３００との間では、例えば、ＳＡＮ（Storage Area Network）を通じて通信が行われる。

　【００３７】

　ＣＭ１０１は、プロセッサ１０４、ＲＡＭ（Random Access Memory）１０５、ＳＳＤ（Solid State Drive）１０６、ＤＩ（Drive Interface）１０７およびＣＡ（Channel Adapter）１０８を有する。各ユニットがバスに接続されている。また、ＣＭ１０１は、電源回路２００を有する。

　【００３８】

　プロセッサ１０４は、ＣＭ１０１の情報処理を制御する。プロセッサ１０４は、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＦＰＧＡ（Field Programmable GateArray）などである。プロセッサ１０４は、マルチプロセッサであってもよい。プロセッサ１０４は、ＣＰＵ、ＤＳＰ、ＡＳＩＣ、ＦＰＧＡなどの２以上の要素の組合せであってもよい。

　【００３９】

　ＲＡＭ１０５は、ＣＭ１０１の主記憶装置である。ＲＡＭ１０５は、プロセッサ１０４に実行させるＯＳ（Operating System）のプログラムやアプリケーションプログラムの少なくとも一部を一時的に記憶する。また、ＲＡＭ１０５は、プロセッサ１０４による処理に用いる各種データを記憶する。

　【００４０】

　ＳＳＤ１０６は、ＣＭ１０１の補助記憶装置である。ＳＳＤ１０６は、不揮発性の半導体メモリである。ＳＳＤ１０６には、ＯＳのプログラム、アプリケーションプログラム、および各種データが格納される。なお、ＣＭ１０１は、補助記憶装置として、ＳＳＤ１０６の代わりにＨＤＤを備えていてもよい。

　【００４１】

　ＤＩ１０７は、ＨＤＤ１０２，１０２ａと通信するためのインタフェースである。ＣＡ１０８は、ホスト装置３００と通信するためのインタフェースである。

　電源回路２００は、ストレージ装置１００の外部の外部電源から入力されるＤＣ（Direct Current）電圧を基に駆動電圧を生成し、ＣＭ１０１の内部の各部に駆動電圧を供給する。また、電源回路２００は、停電時に、ＲＡＭ１０５に格納されたキャッシュデータの消失を防止するために、ＬＩＣを用いてＲＡＭ１０５に駆動電圧を供給する機能を備える。また、電源回路２００は、非停電時には、外部からのＤＣ電源を用いてＬＩＣを充電する。

　【００４２】

　ＬＥＤ１０３ａ，１０３ｂは、電源回路２００が有するＬＩＣに故障が発生した場合に点灯する。後述するように、電源回路２００内の一部のＬＩＣに故障が発生したものの、他のＬＩＣを用いて充放電動作を継続できる場合に、ＬＥＤ１０３ａが点灯する。また、電源回路２００内のＬＩＣの故障によって充放電動作を継続できない場合に、ＬＥＤ１０３ｂが点灯する。なお、このような故障状態の報知は、例えば、液晶ディスプレイの表示によって行われてもよいし、あるいは、音声出力によって行われてもよい。また、上記２つの状態は、例えば、１つのＬＥＤの点滅と点灯によって区別されてもよい。

　【００４３】

　図５は、電源回路のハードウェア例を示す図である。なお、図５では、電源回路２００の構成のうち、ＲＡＭ１０５に対する電源供給に関する構成のみ示す。電源回路２００は、突き合せ回路２０１、ダイオード２０２，２０３、コントローラ２１０、電源供給回路２２０、充電回路２３０、放電用ＦＥＴ（Field Effect Transistor）２４０、ＬＩＣユニット２５０を有する。

　【００４４】

　コントローラ２１０は、ＣＰＵ２１１、ＲＡＭ２１２、フラッシュメモリ２１３、電圧モニタ２１４およびインタフェース（Ｉ／Ｆ）回路２１５を有する。なお、コントローラ２１０は、図１の制御回路３の一例である。

　【００４５】

　ＣＰＵ２１１は、コントローラ２１０全体を制御する。ＣＰＵ２１１は、マルチプロセッサであってもよい。

　ＲＡＭ２１２は、コントローラ２１０の主記憶装置である。ＲＡＭ２１２は、複数のアプリケーションプログラムの少なくとも一部を一時的に記憶する。また、ＲＡＭ２１２は、ＣＰＵ２１１による処理に用いる各種データを記憶する。

　【００４６】

　フラッシュメモリ２１３は、コントローラ２１０の補助記憶装置である。フラッシュメモリ２１３は、不揮発性の半導体メモリである。フラッシュメモリ２１３には、アプリケーションプログラムおよび各種データが格納される。

　【００４７】

　電圧モニタ２１４は、ＬＩＣユニット２５０に含まれるＬＩＣの電圧値を検出する。　インタフェース回路２１５は、ＣＰＵ２１１からの指示に基づいて、充電回路２３０、放電用ＦＥＴ２４０、ＬＩＣユニット２５０およびＬＥＤ１０３ａ，１０３ｂのそれぞれに対して、制御信号を出力する。

　【００４８】

　突き合せ回路２０１は、外部電源からのＤＣ電圧が入力されている場合には、その入力電圧を出力し、ＤＣ電圧が入力されていない場合には、ＬＩＣユニット２５０から放電用ＦＥＴ２４０を介して入力される電圧を出力する。突き合せ回路２０１の出力電圧は、ＲＡＭ１０５および充電回路２３０に供給される。なお、突き合せ回路２０１からの出力電圧は、図示しない電圧変換回路によってＲＡＭ１０５の駆動電圧に変換され、変換後の駆動電圧がＲＡＭ１０５に供給されてもよい。

　【００４９】

　ダイオード２０２は、突き合せ回路２０１と電源供給回路２２０との間の配線に流れる電流の向きを、突き合せ回路２０１から電源供給回路２２０への方向に制限する。ダイオード２０３は、放電用ＦＥＴ２４０と電源供給回路２２０との間の配線に流れる電流の向きを、放電用ＦＥＴ２４０から電源供給回路２２０への方向に制限する。

　【００５０】

　電源供給回路２２０は、コントローラ２１０に一定の駆動電圧を供給する回路である。停電が発生していない場合、電源供給回路２２０は、外部電源から突き合せ回路２０１を介して供給される電圧を駆動電圧に変換し、コントローラ２１０に供給する。一方、停電が発生した場合、電源供給回路２２０は、ＬＩＣユニット２５０から放電用ＦＥＴ２４０を介して供給される電圧を駆動電圧に変換し、コントローラ２１０に供給する。

　【００５１】

　充電回路２３０は、コントローラ２１０からＬＩＣユニット２５０に対する充電の開始指示を受けた場合に、外部電源から供給される電圧を充電のための所定の電圧に変換してＬＩＣユニット２５０に供給する。

　【００５２】

　放電用ＦＥＴ２４０は、ＬＩＣユニット２５０に蓄積された電圧を放電させるための制御素子である。例えば、放電用ＦＥＴ２４０は、ＭＯＳ（Metal-Oxide-Semiconductor）－ＦＥＴである。放電用ＦＥＴ２４０は、コントローラ２１０の指示により開閉し、ＬＩＣユニット２５０から突き合せ回路２０１およびダイオード２０３へ出力される電流の通電、遮断を制御する。放電用ＦＥＴ２４０は、充電時にオフ（遮断状態）になり、充電時以外の場合にオン（通電状態）になるように制御される。

　【００５３】

　ＬＩＣユニット２５０は、停電時にＲＡＭ１０５に供給するための電圧を蓄積するための回路であり、複数のＬＩＣを有する。なお、ＬＩＣユニット２５０は、図１の蓄電回路２の一例である。

　【００５４】

　図６は、ＬＩＣユニットの内部構成例を示す図である。なお、図６では、ＬＩＣユニットと充電回路２３０、放電用ＦＥＴ２４０およびコントローラ２１０との接続関係についても示している。

　【００５５】

　ＬＩＣユニット２５０には、セル２５１～２５３、ヒューズ２５４ａ～２５４ｆおよび切替え回路２５５ａ～２５５ｆが含まれている。

　第２の実施の形態では、並列に接続された２つのＬＩＣを“セル”と呼ぶ。セル２５１には、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂが含まれる。セル２５２には、ＬＩＣ２５２ａ，２５２ｂが含まれる。セル２５３には、ＬＩＣ２５３ａ，２５３ｂが含まれる。ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂの各正極側配線の接続点は、充電回路２３０および放電用ＦＥＴ２４０に接続され、ＬＩＣ２５３ａ，２５３ｂの負極側配線の接続点は、グランド（ＧＮＤ）に接続されている。

　【００５６】　ヒューズ２５４ａ，２５４ｂ，２５４ｃ，２５４ｄ，２５４ｅ，２５４ｆは、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂ，２５２ａ，２５２ｂ，２５３ａ，２５３ｂそれぞれに対応付けて配置されている。なお、ヒューズ２５４ａ～２５４ｆは、図１の切り離し回路１３ａ～１３ｆの一例である。

　【００５７】

　ヒューズ２５４ａ～２５４ｆは、対応するＬＩＣの正極側の配線に挿入され、当該配線に所定値以上の電流が流れたときに焼き切れて、当該配線を開放状態にする。これにより、ヒューズ２５４ａ～２５４ｆは、対応するＬＩＣが故障して短絡したときに、当該ＬＩＣに電流が流れるのを防ぐ。例えば、ＬＩＣ２５１ａが故障して短絡したときにヒューズ２５４ａが切断されることで、故障したＬＩＣ２５１ａに電流が流れるのを防ぐ。なお、ヒューズ２５４ａ～２５４ｆは、対応するＬＩＣの負極側の配線に挿入されていてもよい。

　【００５８】

　切替え回路２５５ａ～２５５ｆは、ＭＯＳ－ＦＥＴなどのスイッチ素子であり、コントローラ２１０からの指示に基づいて、それぞれが挿入された配線の通電、遮断を切り替える。切替え回路２５５ａは、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂの各負極側配線の接続点と、ＬＩＣ２５２ａ，２５２ｂの各正極側配線の接続点との間に配置される。切替え回路２５５ｂは、ＬＩＣ２５２ａ，２５２ｂの各負極側配線の接続点と、ＬＩＣ２５３ａ，２５３ｂの各正極側配線の接続点との間に配置される。

　【００５９】

　切替え回路２５５ｃは、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂの各負極側配線の接続点と、ＬＩＣ２５２ａ，２５２ｂの各負極側配線の接続点との間に配置される。切替え回路２５５ｄは、ＬＩＣ２５２ａ，２５２ｂの各負極側配線の接続点と、ＬＩＣ２５３ａ，２５３ｂの各負極側配線の接続点との間に配置される。

　【００６０】

　切替え回路２５５ｅは、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂの各正極側配線の接続点と、ＬＩＣ２５２ａ，２５２ｂの各正極側配線の接続点との間に配置される。切替え回路２５５ｆは、ＬＩＣ２５２ａ，２５２ｂの各正極側配線の接続点と、ＬＩＣ２５３ａ，２５３ｂの各正極側配線の接続点との間に配置される。

　【００６１】

　コントローラ２１０によって切替え回路２５５ａ～２５５ｆの通電、遮断の状態が制御されることで、セル２５１～２５３が直列に接続される接続状態と、セル２５１～２５３が並列に接続される接続状態とが切り替えられる。

　【００６２】

　電圧モニタ２１４は、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂ，２５２ａ，２５２ｂ，２５３ａ，２５３ｂのそれぞれの正極側の電圧値を検出する。コントローラ２１０のＣＰＵ２１１は、電圧モニタ２１４によって検出される電圧値を基に、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂ，２５２ａ，２５２ｂ，２５３ａ，２５３ｂのそれぞれに蓄積された電圧を算出することができる。

　【００６３】

　図７は、充電時および放電時のＬＩＣの接続状態を示す図である。なお、図７ではヒューズ２５４ａ～２５４ｆおよび切替え回路２５５ａ～２５５ｆの図示を省略している。

　図７の上部は、充電時のＬＩＣの接続状態を示している。コントローラ２１０の制御により、切替え回路２５５ａ，２５５ｂがオフ（遮断状態）にされ、切替え回路２５５ｃ～２５５ｆがオン（通電状態）とされることで、セル２５１～２５３が直列に接続される。この状態では、直列方向のＬＩＣの段数が１段であり、６つのＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂ，２５２ａ，２５２ｂ，２５３ａ，２５３ｂが並列に接続された状態となることから、以下、この接続状態を“１直列６並列”と記載する場合がある。

　【００６４】

　一方、図７の下部は、放電時のＬＩＣの接続状態を示している。コントローラ２１０の制御により、切替え回路２５５ａ，２５５ｂがオンにされ、切替え回路２５５ｃ～２５５ｆがオフにされることで、セル２５１～２５３が直列に接続される。この状態では、２個のＬＩＣが並列に接続されたセルが３段直列に接続されることから、以下、この接続状態を“３直列２並列”と記載する場合がある。３直列２並列の状態では、１つのＬＩＣによる放電電圧の３倍の放電電圧が得られる。

　【００６５】

　ここで、３直列２並列の状態で、両端電圧（セル２５１の正極側とセル２５３の負極側との間の電圧）が所定のしきい値を超えないように充電を行った場合には、一部のＬＩＣだけが過充電になる場合がある。例えば、自然放電の進み方や内部劣化の状態といった特性のバラツキによって、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂ，２５２ａ，２５２ｂ，２５３ａ，２５３ｂに蓄積された電圧が不均等な状態で充電が開始されたとする。ここで、充電開始時にＬＩＣ２５１ａが他のＬＩＣより高電圧であったとすると、両端電圧がしきい値を超えない場合であっても、ＬＩＣ２５１ａだけが所定の上限電圧を超えて過充電になる可能性がある。

　【００６６】

　これに対し、コントローラ２１０は、ＬＩＣユニット２５０の充電開始時にＬＩＣの接続状態を１直列６並列にする。この状態では、すべてのＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂ，２５２ａ，２５２ｂ，２５３ａ，２５３ｂに対して充電回路２３０から同一の電圧が印加される。このため、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂ，２５２ａ，２５２ｂ，２５３ａ，２５３ｂの間に特性のバラツキがある場合でも、すべてのＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂ，２５２ａ，２５２ｂ，２５３ａ，２５３ｂに均一の電圧が蓄積されるようになる。したがって、ＬＩＣユニット２５０の両端電圧が所定のしきい値を超えないように充電動作を制御しても、一部のＬＩＣのみが過充電になるという事態の発生が防止され、その結果、ＬＩＣの劣化を抑制し、故障発生確率を低減できる。

　【００６７】

　一方、コントローラ２１０は、ＬＩＣユニット２５０の充電が完了すると、ＬＩＣの接続状態を３直列２並列にする。これにより、１つのＬＩＣによる放電電圧の３倍の放電電圧を、放電用ＦＥＴ２４０を介してＲＡＭ１０５に供給することができる。

　【００６８】

　図８は、ＬＩＣに故障が発生している場合の具体例を示す図である。図８（Ａ）は、放電時にＬＩＣ２５２ａが故障した場合を示している。ＬＩＣ２５２ａが故障して短絡状態になると、ヒューズ２５４ｃへ一時的に大電流が流れ、ヒューズ２５４ｃが切断される。これにより、故障したＬＩＣ２５２ａに並列に接続されたＬＩＣ２５２ｂの両端が短絡された状態が回避され、ＬＩＣが３段直列に接続された状態が維持される。よって、放電電圧を維持したまま放電動作を継続可能となる。

　【００６９】

　コントローラ２１０は、ＬＩＣ２５２ａの両端の電圧が急激に低下したことを検出することで、ＬＩＣ２５２ａが故障したと判定する。このとき、コントローラ２１０は、セル２５２に含まれるＬＩＣ２５２ａ，２５２ｂの全てが故障しているか否かを判定する。コントローラ２１０は、ＬＩＣ２５２ｂが故障していないと判定する。ＬＩＣ２５２ｂが故障していないことから、コントローラ２１０は、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂ，２５２ｂ，２５３ａ，２５３ｂを用いた放電動作を継続可能であると判断する。この場合、コントローラ２１０は、放電用ＦＥＴ２４０を開いた状態のままにして、放電動作を継続させる。

　【００７０】

　このように、放電時に直列と並列との組み合わせによる接続状態にすることで、セルに含まれる一部のＬＩＣが故障していても放電動作を継続することができる。よって、ＬＩＣユニット２５０によるＲＡＭ１０５のバックアップ電源としての機能の寿命を延ばし、その動作の信頼性を向上させることができる。

　【００７１】

　一方、図８（Ｂ）は、図８（Ａ）の状態からさらにＬＩＣ２５２ｂが故障した場合を示している。ＬＩＣ２５２ｂが故障して短絡状態になると、ヒューズ２５４ｄが切断される。コントローラ２１０は、ＬＩＣ２５２ｂの両端の電圧が急激に低下したことを検出することで、ＬＩＣ２５２ｂが故障したと判定する。このとき、コントローラ２１０は、セル２５２に含まれるＬＩＣ２５２ａ，２５２ｂの全てが故障したと判定する。コントローラ２１０は、セル２５２に含まれるＬＩＣ２５２ａ，２５２ｂの全てが故障しているので、放電動作を継続できないと判断し、放電用ＦＥＴ２４０を閉じさせて放電動作を中止させる。

　【００７２】

　なお、第２の実施の形態では、並列に接続された２つのＬＩＣを含むセルが３段直列に接続され得る構成を示したが、セル内のＬＩＣの数は複数であれば限定されない。また、直列に接続され得るセルの数も複数であれば限定されない。

　【００７３】

　また、図８では、ＬＩＣが３直列２並列に接続された状態でＬＩＣの故障が発生した場合を示した。しかしながら、例えば、ＬＩＣユニット２５０が充電中であり、ＬＩＣが１直列６並列に接続された場合にＬＩＣの故障が発生した場合でも、コントローラ２１０は、すべてのセルにおいて故障していないＬＩＣが１つ以上存在する場合には、充電回路２３０に充電動作を継続させる。

　【００７４】

　ところで、コントローラ２１０には、２つのＬＥＤ１０３ａ，１０３ｂが接続されている。コントローラ２１０は、図８（Ａ）の例のように、ＬＩＣユニット２５０内の一部のＬＩＣが故障しているものの、充放電動作を継続可能である場合には、ＬＥＤ１０３ａを点灯させる。一方、コントローラ２１０は、図８（Ｂ）のように、ＬＩＣの故障により充放電動作を継続できなくなった場合には、ＬＥＤ１０３ｂを点灯させる。

　【００７５】

　これにより、コントローラ２１０は、一部のＬＩＣが故障しているものの充放電動作を継続可能である場合と、ＬＩＣの故障により充放電動作を継続できなくなった場合とを区別してユーザに報知できる。ユーザは、これらの状態を区別して認識可能になる。特に、前者の状態が報知されることにより、ユーザは、充放電動作を継続できなくなる前に、ＬＩＣの故障を認識し、故障したＬＩＣを交換することができる。

　【００７６】

　次に、コントローラ２１０の処理についてフローチャートを用いて説明する。図９～１１は、コントローラの処理例を示すフローチャートである。以下、図９～１１に示す処理をステップ番号に沿って説明する。なお、図９の処理は、電源回路２００に外部電源からのＤＣ電源の供給が開始され、コントローラ２１０が起動したときに開始される。

　【００７７】

　（Ｓ１１）コントローラ２１０は、放電用ＦＥＴ２４０をオフにする。これにより、ＬＩＣユニット２５０の放電が阻止される。

　（Ｓ１２）コントローラ２１０は、切替え回路２５５ａ，２５５ｂをオフにし、切替え回路２５５ｃ～２５５ｆをオンにして、ＬＩＣの接続状態を１直列６並列の状態に切り替える。

　【００７８】

　（Ｓ１３）コントローラ２１０は、充電回路２３０に充電開始の指示をする。これにより、ＬＩＣ２５１ａ，２５１ｂ，２５２ａ，２５２ｂ，２５３ａ，２５３ｂに充電回路２３０からの出力電圧が印加される。

　【００７９】

　次のステップＳ１４，Ｓ１５の判定処理は、一定時間ごとに繰り返し実行される。

　（Ｓ１４）コントローラ２１０は、電圧モニタ２１４による検出電圧に基づいて、両端電圧が所定の上限しきい値を超えたかを判定する。ここで言う両端電圧とは、並列に接続されたセル２５１～２５３の正極と負極との間の電圧である。上限しきい値は、例えば、３．８Ｖである。両端電圧が上限しきい値以下である場合、処理をステップＳ１５に進める。両端電圧が上限しきい値を超えた場合、処理を図１０のステップＳ２１に進める。

　【００８０】

　（Ｓ１５）コントローラ２１０は、ＬＩＣの故障が発生したかを判定する。ＬＩＣの故障は、ＬＩＣの両極間の電圧が急激に低下した（または、０Ｖになった）ことにより検知される。ＬＩＣの故障が発生した場合、処理をステップＳ１６に進める。ＬＩＣの故障が発生していない場合、処理をステップＳ１４に進める。

　【００８１】

　（Ｓ１６）コントローラ２１０は、ＬＥＤ１０３ａを点灯させて、ＬＩＣの故障が発生し、かつ、充放電動作が継続されている旨をアラームする。

　（Ｓ１７）コントローラ２１０は、全てのＬＩＣが故障しているセルが存在しているか否かを判定する。全てのＬＩＣが故障しているセルが存在している場合、処理をステップＳ１８に進める。全てのＬＩＣが故障しているセルが存在していない場合、処理をステップＳ１４に進める。

　【００８２】

　（Ｓ１８）コントローラ２１０は、充電回路２３０に充電中止の指示をする。また、コントローラ２１０は、放電用ＦＥＴ２４０をオフのままにする。これにより、ＬＩＣユニット２５０の充放電動作が停止する。

　【００８３】

　（Ｓ１９）コントローラ２１０は、ＬＥＤ１０３ｂを点灯させて、ＬＩＣの故障により充放電動作が停止した旨をアラームする。そして、処理を終了する。

　（Ｓ２１）コントローラ２１０は、充電回路２３０に充電中止の指示をする。これにより、ＬＩＣユニット２５０の充電動作が停止する。

　【００８４】

　（Ｓ２２）コントローラ２１０は、切替え回路２５５ａ，２５５ｂをオンにし、切替え回路２５５ｃ～２５５ｆをオフにして、ＬＩＣの接続状態を３直列２並列の状態に切り替える。

　【００８５】

　（Ｓ２３）コントローラ２１０は、放電用ＦＥＴ２４０をオンにする。これにより、停電になった時に、いつでも放電が可能な状態（スタンバイ状態）になる。

　（Ｓ２４）コントローラ２１０は、外部電源からのＤＣ電圧の入力があるかを、一定時間ごとに判定する。そして、外部電源からのＤＣ電圧の入力がなくなった場合（すなわち、停電が発生した場合）、処理を図１１のステップＳ３１に進める。この場合、ＬＩＣユニット２５０は放電状態に遷移し、ＬＩＣユニット２５０からＲＡＭ１０５への電源供給が開始される。

　【００８６】

　次のステップＳ３１～Ｓ３３の判定処理は、一定時間ごとに繰り返し実行される。

　（Ｓ３１）コントローラ２１０は、外部電源からのＤＣ電圧の入力があるかを判定する。外部電源からのＤＣ電圧の入力がない場合、処理をステップＳ３２に進める。外部電源からのＤＣ電圧の入力が再開された場合、処理を図９のステップＳ１１に進める。

　【００８７】

　（Ｓ３２）コントローラ２１０は、電圧モニタ２１４による検出電圧に基づいて、両端電圧が所定の下限しきい値を下回ったかを判定する。ここで言う両端電圧とは、直列に接続されたセル２５１～２５３のうち、セル２５１の正極とセル２５３の負極との間の電圧である。下限しきい値は、例えば、２．２Ｖである。両端電圧が下限しきい値以上である場合、処理をステップＳ３３に進める。両端電圧が下限しきい値を下回った場合、処理をステップＳ３７に進める。後者の場合、放電動作が停止される。

　【００８８】

　（Ｓ３３）コントローラ２１０は、ＬＩＣの故障が発生したかを判定する。ＬＩＣの故障が発生した場合、処理をステップＳ３４に進める。ＬＩＣの故障が発生していない場合、処理をステップＳ３１に進める。　【００８９】

　（Ｓ３４）コントローラ２１０は、ＬＥＤ１０３ａを点灯させて、ＬＩＣの故障が発生し、かつ、充放電動作が継続されている旨をアラームする。

　（Ｓ３５）コントローラ２１０は、全てのＬＩＣが故障しているセルが存在しているか否かを判定する。全てのＬＩＣが故障しているセルが存在している場合、処理をステップＳ３６に進める。全てのＬＩＣが故障しているセルが存在していない場合、処理をステップＳ３１に進める。

　【００９０】

　（Ｓ３６）コントローラ２１０は、ＬＥＤ１０３ｂを点灯させて、ＬＩＣの故障により充放電動作が停止した旨をアラームする。

　（Ｓ３７）コントローラ２１０は、放電用ＦＥＴ２４０をオフにして、放電動作を停止させる。そして、処理を終了する。

　【００９１】

　なお、図１０では、コントローラ２１０は、スタンバイ状態では何の判定処理も行っていないが、次のような判定処理を行ってもよい。例えば、コントローラ２１０は、スタンバイ状態において、図１１のステップＳ３２の判定処理を定期的に行い、両端電圧が下限しきい値を下回ったと判定した場合には、処理をステップＳ３７に進めてもよい。さらに、コントローラ２１０は、スタンバイ状態において、ステップＳ３３の判定処理を定期的に行ってもよい。この場合、コントローラ２１０は、故障したＬＩＣを検出した場合、ステップＳ３４，Ｓ３５の処理を実行し、ステップＳ３５で全てのＬＩＣが故障しているセルが存在すると判定した場合、処理をステップＳ３６に進める。

　【００９２】

　なお、第２の実施の形態では、ＲＡＭ１０５に電圧を供給するために電源回路２００を設けたが、ＰＣなどの情報処理装置をはじめとする電子機器に含まれる任意の部品に電圧を供給するために電源回路２００を設けてもよい。

　【００９３】

　また、上記の各実施の形態は、矛盾のない範囲で複数の実施の形態を組み合わせて実施することができる。

【符号の説明】

　【００９４】

　１　電源装置

　２　蓄電回路

　３　制御回路

　１１ａ～１１ｆ　蓄電部材

　１２ａ～１２ｃ　蓄電部材群

　１３ａ～１３ｆ　切り離し回路【書類名】特許請求の範囲

【請求項１】

　複数の蓄電部材を用いて充放電を行う電源装置において、

　前記複数の蓄電部材と、前記複数の蓄電部材のそれぞれに対応付けられ、対応する蓄電部材が故障した場合に当該蓄電部材に電流が流れないように当該蓄電部材を切り離す複数の切り離し回路とを有する蓄電回路であって、前記複数の蓄電部材は、並列に接続された２以上の蓄電部材をそれぞれ有する複数の蓄電部材群にグループ化され、前記複数の蓄電部材群が直列に接続された前記蓄電回路と、

　前記複数の蓄電部材のうちの故障した蓄電部材の接続位置に基づいて、前記蓄電回路の充放電動作を継続するかを制御する制御回路と、

　を有する電源装置。

【請求項２】

　前記複数の蓄電部材の接続状態を、前記複数の蓄電部材群が直列に接続される第１の状態と、前記複数の蓄電部材群が並列に接続される第２の状態とに切り替える切り替え回路をさらに有し、

　前記制御回路は、前記蓄電回路の充電開始時に前記接続状態を前記第２の状態に切り替え、前記蓄電回路の充電完了時に前記接続状態を前記第１の状態に切り替えるように前記切り替え回路を制御する、

　請求項１記載の電源装置。

【請求項３】

　前記制御回路は、前記複数の蓄電部材群のうちの少なくとも１つに含まれるすべての蓄電部材が故障した場合に、前記充放電動作を停止するとともに、前記電源装置に接続された報知装置に報知情報を出力させる、

　請求項１または２記載の電源装置。

【請求項４】

　前記制御回路は、

　前記複数の蓄電部材群のすべてに、故障していない蓄電部材が１つ以上含まれる場合に、前記充放電動作を継続するとともに、前記電源装置に接続された報知装置に第１の報知情報を出力させ、

　前記複数の蓄電部材群のうちの少なくとも１つに含まれるすべての蓄電部材が故障した場合に、前記充放電動作を停止するとともに、前記報知装置に第２の報知情報を出力させる、

　請求項１または２記載の電源装置。

【請求項５】

　複数の蓄電部材を用いて充放電を行う電源装置を備えた電子機器において、

　前記電源装置は、

　前記複数の蓄電部材と、前記複数の蓄電部材のそれぞれに対応付けられ、対応する蓄電部材が故障した場合に当該蓄電部材に電流が流れないように当該蓄電部材を切り離す複数の切り離し回路とを有する蓄電回路であって、前記複数の蓄電部材は、並列に接続された２以上の蓄電部材をそれぞれ有する複数の蓄電部材群にグループ化され、前記複数の蓄電部材群が直列に接続された前記蓄電回路と、

　前記複数の蓄電部材のうちの故障した蓄電部材の接続位置に基づいて、前記蓄電回路の充放電動作を継続するかを制御する制御回路と、

　を有する、電子機器。

【請求項６】

　複数の蓄電部材を有する蓄電回路の充放電を行う電源装置における電源制御方法において、

　前記複数の蓄電部材が、並列に接続された２以上の蓄電部材をそれぞれ有する複数の蓄電部材群にグループ化され、前記複数の蓄電部材群が直列に接続されているとともに、前記複数の蓄電部材のそれぞれに対応付けられた複数の切り離し回路が配置された状態において、前記複数の切り離し回路の少なくとも１つが、対応する蓄電部材の故障を検出すると、当該蓄電部材に電流が流れないように当該蓄電部材を切り離し、

　前記電源装置が備える制御回路が、前記複数の蓄電部材のうちの故障した蓄電部材の接続位置に基づいて、前記蓄電回路の充放電動作を継続するかを制御する、

　電源制御方法。【書類名】要約書

【要約】

【課題】充放電動作の耐故障性を高めること。

【解決手段】電源装置１は、蓄電回路２と制御回路３を有する。蓄電回路２は、複数の蓄電部材１１ａ～１１ｆと、複数の蓄電部材のそれぞれに対応付けられ、対応する蓄電部材が故障した場合に当該蓄電部材に電流が流れないように当該蓄電部材を切り離す複数の切り離し回路１３ａ～１３ｆとを有する。蓄電回路２では、複数の蓄電部材１１ａ～１１ｆが、並列に接続された２以上の蓄電部材をそれぞれ有する複数の蓄電部材群１２ａ～１２ｃにグループ化され、複数の蓄電部材群１２ａ～１２ｃが直列に接続される。制御回路３は、複数の蓄電部材１１ａ～１１ｆのうちの故障した蓄電部材の接続位置に基づいて、蓄電回路２の充放電動作を継続するかを制御する。

【選択図】図１