

(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2016-5362
(P2016-5362A)

(43) 公開日 平成28年1月12日(2016.1.12)

(51) Int.Cl.

H02J 7/00 (2006.01)
H02M 3/155 (2006.01)

F 1

H02J 7/00
H02M 3/155302A
Hテーマコード (参考)
5G503
5H730

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日特願2014-124280 (P2014-124280)
平成26年6月17日 (2014.6.17)(71) 出願人 000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(74) 代理人 110000280
特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
(72) 発明者 藤井 純一
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
住友電気工業株式会社大阪製作所内
(72) 発明者 金井 久幸
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
住友電気工業株式会社大阪製作所内
(72) 発明者 中島 由晴
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
住友電気工業株式会社大阪製作所内
F ターム (参考) 5G503 BB01 DA02 GB03

最終頁に続く

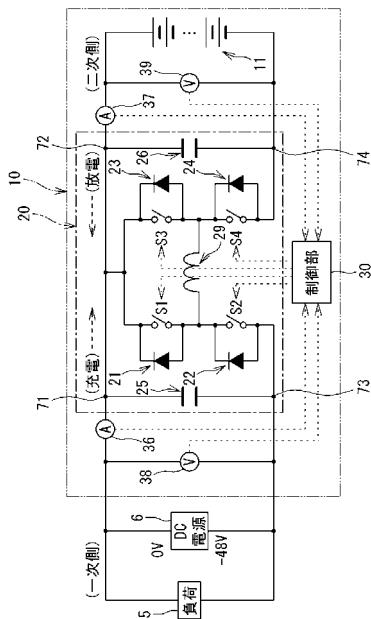
(54) 【発明の名称】 二次電池システム及び二次電池システムの制御方法

(57) 【要約】

【課題】 二次電池システムが備えている二次電池の電池容量を無駄なく使い切る。

【解決手段】 二次電池システム10は、二次電池11と、二次電池11と負荷5との間に設けられかつスイッチS1, S2, S3, S4を含むDC-DCコンバータ20と、これらスイッチを制御する制御部30とを備えている。DC-DCコンバータ20は、前記スイッチの状態に応じて、二次電池11の電圧をそのまま出力電圧とする第1放電モード、及び、前記スイッチがオンオフスイッチングすることで二次電池11の電圧を昇圧し出力する第2放電モードとなる回路構成を有している。制御部30による前記スイッチの制御により、二次電池11の電圧が負荷5の最低動作保証電圧以上の所定電圧以上である場合、DC-DCコンバータ20が前記第1放電モードとなり、二次電池11の電圧が前記所定電圧未満である場合、DC-DCコンバータ20が前記第2放電モードとなる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二次電池と、前記二次電池と負荷との間に設けられかつ複数のスイッチを含む DC - DC コンバータと、前記スイッチを制御する制御部と、を備えた二次電池システムであって、

前記 DC - DC コンバータは、前記スイッチの状態に応じて、前記二次電池の電圧をそのまま出力電圧とする第 1 放電モード、及び、前記スイッチがオンオフスイッチングすることで前記二次電池の電圧を昇圧し出力する第 2 放電モードとなる回路構成を有し、

前記制御部による前記スイッチの制御により、前記二次電池の電圧が前記負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧以上である場合、前記 DC - DC コンバータが前記第 1 放電モードとなり、前記二次電池の電圧が前記所定電圧未満である場合、前記 DC - DC コンバータが前記第 2 放電モードとなる二次電池システム

【請求項 2】

前記第 1 放電モードは、前記負荷と前記二次電池とが常時接続されたフロート状態である請求項 1 に記載の二次電池システム。

【請求項 3】

前記二次電池は、充電完了状態から電池電圧が 20 % 降下した際の電池容量が 30 % 以上残る特性を有している請求項 1 又は 2 に記載の二次電池システム。

【請求項 4】

前記 DC - DC コンバータは、単一のインダクタの両側それぞれに一対のスイッチが接続された回路構成を有していると共に、一方側の前記一対のスイッチが入力及び他方側の前記一対のスイッチが出力となって動作可能であり、かつ、前記入力と前記出力とが反対となっても動作可能である H ブリッジ回路を有している請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の二次電池システム。

【請求項 5】

二次電池と、前記二次電池と負荷との間に設けられかつ複数のスイッチを含む DC - DC コンバータと、を備えた二次電池システムの制御方法であって、

前記二次電池の電圧が、前記負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧以上である場合、前記 DC - DC コンバータの動作モードを、前記二次電池の電圧をそのまま出力電圧とする第 1 放電モードとし、

前記二次電池の電圧が、前記負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧未満である場合、前記 DC - DC コンバータの動作モードを、前記スイッチをオンオフスイッチングすることで前記二次電池の電圧を昇圧し出力する第 2 放電モードとする

二次電池システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池システム及び二次電池システムの制御方法であり、特に、二次電池から DC - DC コンバータを介して負荷へ電力供給するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、例えば停電時の非常用電源として使用することのできる二次電池を備えたシステムの市場ニーズが高まっている。前記システムの二次電池として、溶融塩電池、ナトリウム硫黄電池、リチウムイオン電池及び鉛蓄電池等が知られているが、これらの中でも、溶融塩電池（例えば特許文献 1 参照）は、高いエネルギー密度を備えていることに加えて、不燃性であるという利点を有しており注目されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 56811 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前記のようなシステムでは、設備機械等の負荷が必要とする電圧を確保するために、複数個の二次電池セルを直列に接続して二次電池（組電池）を構成するのが一般的である。二次電池セルのセル電圧は、例えばリチウム電池の場合、約3.7Vであるが、実際には3.0V～4.1Vの範囲で使用可能となるものがある。

したがって、例えば負荷の定格電圧が48Vである場合、13個のリチウム電池セルを直列に接続して二次電池（組電池）を構成すればよいが、実際、この二次電池は、39V～53.3Vの範囲で使用可能となる。

10

【0005】

一方、設備機械等の負荷において、その動作保証電圧の範囲（動作電圧範囲）は、定格電圧の±10%とされている場合が多く、定格電圧が48Vであると、動作保証電圧の範囲は43.2V～52.8Vとなる。

この場合、二次電池の最低使用可能電圧（使用可能電圧の範囲の最小値）である39V以上であって、負荷の最低動作保証電圧（動作保証電圧の範囲の最小値）である43.2V未満の電圧範囲では、この負荷が正常に作動しないおそれがある。このため、二次電池の電圧が最低動作保証電圧（43.2V）を下回ると、この二次電池から負荷への電力供給を停止する必要がある。

20

【0006】

二次電池の電圧が、負荷の最低動作保証電圧（43.2V）を下回る場合、その二次電池には、最低使用可能電圧（39V）で電力供給可能とする電池容量が残されているにも関わらず、その電池容量を使い切らないうちに負荷への電力供給を停止する必要があり、無駄が生じる。

【0007】

そこで、本発明は、二次電池の電池容量を無駄なく使い切ることが可能となる二次電池システム、及び、このような二次電池システムの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】

【0008】

本発明の一態様に係る二次電池システムは、二次電池と、前記二次電池と負荷との間に設けられかつ複数のスイッチを含むDC-D Cコンバータと、前記スイッチを制御する制御部とを備えた二次電池システムであって、前記DC-D Cコンバータは、前記スイッチの状態に応じて、前記二次電池の電圧をそのまま出力電圧とする第1放電モード、及び、前記スイッチがオンオフスイッチングすることで前記二次電池の電圧を昇圧し出力する第2放電モードとなる回路構成を有し、前記制御部による前記スイッチの制御により、前記二次電池の電圧が前記負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧以上である場合、前記DC-D Cコンバータが前記第1放電モードとなり、前記二次電池の電圧が前記所定電圧未満である場合、前記DC-D Cコンバータが前記第2放電モードとなる。

30

【0009】

また、本発明の一態様に係る二次電池システムの制御方法は、二次電池と、前記二次電池と負荷との間に設けられかつ複数のスイッチを含むDC-D Cコンバータとを備えた二次電池システムの制御方法であって、前記二次電池の電圧が、前記負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧以上である場合、前記DC-D Cコンバータの動作モードを、前記二次電池の電圧をそのまま出力電圧とする第1放電モードとし、前記二次電池の電圧が、前記負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧未満である場合、前記DC-D Cコンバータの動作モードを、前記スイッチをオンオフスイッチングすることで前記二次電池の電圧を昇圧し出力する第2放電モードとする。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、二次電池の電池容量を無駄なく使い切ることが可能となる。

50

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一形態に係る二次電池システムの回路構成を示すブロック図である。

【図2】電源が正常に動作している状態を示す説明図である。

【図3】電源から負荷の電力供給が途絶えた状態（非常時）において、第1放電モードを説明する説明図である。

【図4】電源から負荷の電力供給が途絶えた状態（非常時）において、第2放電モードを説明する説明図である。

【図5】電源から負荷の電力供給が途絶えた状態（非常時）において、第2放電モードを説明する説明図である。

【図6】二次電池からの放電電圧の推移を示しているグラフである。

【図7】第1充電モード及び第2充電モードとなる場合のスイッチそれぞれの状態をまとめて示した説明図である。

【図8】第1放電モード及び第2放電モードとなる場合のスイッチそれぞれの状態をまとめて示した説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

[本発明の実施形態の説明]

最初に本発明の実施態様を列記して説明する。

(1) 本発明の一態様に係る二次電池システムは、二次電池と、前記二次電池と負荷との間に設けられかつ複数のスイッチを含むDC-D Cコンバータと、前記スイッチを制御する制御部とを備えた二次電池システムであって、前記DC-D Cコンバータは、前記スイッチの状態に応じて、前記二次電池の電圧をそのまま出力電圧とする第1放電モード、及び、前記スイッチがオンオフスイッチングすることで前記二次電池の電圧を昇圧し出力する第2放電モードとなる回路構成を有し、前記制御部による前記スイッチの制御により、前記二次電池の電圧が前記負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧以上である場合、前記DC-D Cコンバータが前記第1放電モードとなり、前記二次電池の電圧が前記所定電圧未満である場合、前記DC-D Cコンバータが前記第2放電モードとなる。

【0013】

このように構成された二次電池システムによれば、二次電池の電圧が、負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧以上であれば、DC-D Cコンバータが第1放電モードとなり、この負荷が必要とする電力を供給し続けることができる。しかも、この第1放電モードでは、DC-D Cコンバータは、二次電池の電圧をそのまま出力電圧とすることから、電力を供給している状態でスイッチに対するオンオフのスイッチング制御が不要であり、スイッチの故障発生を抑制することが可能となる。

そして、二次電池の電圧が、負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧未満となっても、DC-D Cコンバータが第2放電モードとなり、例えば二次電池の電池容量が無くなるまで（過放電となるまで）、電圧を昇圧して負荷に対して電力を供給することが可能となる。このため、二次電池の電池容量を無駄なく使い切ることができる。

【0014】

(2) また、前記第1放電モードは、前記負荷と前記二次電池とが常時接続されたポート状態であるのが好ましい。

この場合、二次電池から負荷への電力供給を開始する際にも、スイッチによるオンオフのスイッチング制御が不要となる。

【0015】

(3) ここで、設備機械等の負荷に関して、動作保証電圧の範囲は定格電圧の±10%に設定されている場合が多い。そこで、例えば最高動作保証電圧と同じ電池電圧で二次電池から負荷へ放電を開始し、時間が経過して、二次電池の電圧が20%降下すると、このままでは、電池電圧は負荷の最低動作保証電圧を下回ることとなり、負荷への電力供給が不能となる。

したがって、前記二次電池が、充電完了状態から電池電圧が20%降下した際の電池容量が30%以上残る特性を有している場合、充電完了状態であってかつ前記のとおり負荷の最高動作保証電圧と同じ電池電圧で、この二次電池から負荷へ放電を開始し、時間が経過して、電池電圧が最低動作保証電圧に到達すると、電池容量は30%以上残ることとなる。これでは、二次電池の電池容量が十分に使われておらず、無駄になってしまふ。しかし、二次電池が前記のような特性を有していても、DC-DCコンバータが第2放電モードとなり、二次電池の電池容量が無くなるまで（過放電となるまで）、電圧を昇圧して負荷に対して電力を供給することが可能となるため、二次電池の電池容量を無駄なく使い切ることができる。

【0016】

10

(4) また、前記DC-DCコンバータは、単一のインダクタの両側それぞれに一対のスイッチが接続された回路構成を有していると共に、一方側の前記一対のスイッチが入力及び他方側の前記一対のスイッチが出力となって動作可能であり、かつ、前記入力と前記出力とが反対となつても動作可能であるHブリッジ回路を有している。

この場合、DC-DCコンバータは、条件に応じて二次電池から放電可能となつたり二次電池へ充電可能となつたりし、双方向のコンバータとして機能することができる。

【0017】

20

(5) また、本発明の一態様にかかる二次電池システムの制御方法は、二次電池と、前記二次電池と負荷との間に設けられかつ複数のスイッチを含むDC-DCコンバータとを備えた二次電池システムの制御方法であつて、前記二次電池の電圧が、前記負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧以上である場合、前記DC-DCコンバータの動作モードを、前記二次電池の電圧をそのまま出力電圧とする第1放電モードとし、前記二次電池の電圧が、前記負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧未満である場合、前記DC-DCコンバータの動作モードを、前記スイッチをオンオフスイッチングすることで前記二次電池の電圧を昇圧し出力する第2放電モードとする。

【0018】

30

この制御方法によれば、二次電池の電圧が、負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧以上であれば、DC-DCコンバータが第1放電モードとなり、この負荷が必要とする電力を供給し続けることができる。しかも、この第1放電モードでは、DC-DCコンバータは、二次電池の電圧をそのまま出力電圧とすることから、電力を供給している状態でスイッチに対するオンオフのスイッチング制御が不要であり、スイッチの故障発生を抑制することができる。

そして、二次電池の電圧が、負荷の最低動作保証電圧以上の所定電圧未満となつても、DC-DCコンバータが第2放電モードとなり、二次電池の電池容量が無くなるまで（過放電となるまで）、電圧を昇圧して負荷に対して電力を供給することが可能となる。このため、二次電池の電池容量を無駄なく使い切ることができる。

【0019】

40

[本発明の実施形態の詳細]

以下、好ましい実施形態について図面を参照しつつ説明する。

<二次電池システムについて>

図1は、本発明の一形態に係る二次電池システム10の回路構成を示すブロック図である。本実施形態の二次電池システム10は、設備機械等の負荷5が電源6に接続されて構成されている回路に接続されている。この二次電池システム10は、電源6のバックアップ電源として二次電池11を備えている他に、DC-DCコンバータ20及び制御部30を備えている。

【0020】

50

通常、負荷5は、電源6に接続されており、この電源6から電力供給されるが、この電源6が停電した場合や、電源6を使用しない場合にのみ、二次電池システム10（二次電池11）から負荷5へ電力が供給される。なお、本実施形態では、電源6から負荷5へ電力供給されている通常時において、二次電池11はフロート接続された状態にあり、電源

6からの電力供給が停止すると二次電池11から電力供給される。このため、本実施形態の二次電池システム10を無停電電源装置として使用することができる。

【0021】

負荷5を、様々な電気機器とすることができますが、本実施形態の負荷5は直流のものであり、また、前記電源6も直流の電源である。なお、電源6が交流である場合、負荷5との間にAC-DCコンバータが介在していてもよい。

本実施形態では、負荷5の定格電圧は48Vであり、その動作保証電圧は定格電圧の±10%、つまり、43.2V～52.8Vである。電源6は、定格電圧(48V)を負荷5に対して供給するように構成されており、また、後にも説明するが、二次電池システム10は、定格電圧(48V)から最低動作保証電圧(動作保証電圧の範囲の最小値:43.2V)までの電圧を負荷5に対して供給するように構成されている。

10

【0022】

負荷5が必要とする電圧、つまり定格電圧48Vを確保するために、二次電池11は、複数個の電池セルを直列に接続して構成された組電池からなる。本実施形態では、電池セルのセル電圧が3.7Vであるため、13個の電池セルが直列接続されている。また、本実施形態の二次電池11(電池セル)は、放電を継続して行うと、電池電圧が降下する特性を有しており、このような二次電池11の例としてはリチウム電池や溶融塩電池等がある。

【0023】

制御部30は、基板上に実装されたマイコンからなり、所定の制御プログラムに従ってDC-DCコンバータ20が有するスイッチS1, S2, S3, S4それぞれのオンオフスイッチングを制御することができ、また、後述する二次電池システム10の制御を実行する。

20

【0024】

DC-DCコンバータ20は、インダクタ29、スイッチS1, S2, S3, S4、及び整流器21, 22, 23, 24を備えている。本実施形態のDC-DCコンバータ20は更にキャパシタ25, 26を備えている。

スイッチS1, S2, S3, S4それぞれは、オンオフのスイッチング(切り替え)を行う構成であり、オン状態で通電可能、オフ状態で通電を遮断する。なお、以下に説明する図7と図8では、各スイッチのオンをONと記載し、オフをOFFと記載している。

30

スイッチS1, S2, S3, S4は、様々な形式のものを採用可能であるが、本実施形態は半導体スイッチング素子であり、特に、FET(Field Effect Transistor:電界効果トランジスタ)である。スイッチS1, S2, S3, S4それぞれは、制御部30から出力される制御信号(駆動信号)を受けてオンからオフ及びオフからオンへと切り替わる。

【0025】

DC-DCコンバータ20は、負荷5及び電源6と、二次電池11との間に設けられており、DC-DCコンバータ20を構成する前記各素子は、図1に示すように電気的に接続されている。このDC-DCコンバータ20では、Hブリッジが構成されており、インダクタ29を中心とした対称型の回路構成を有している。以下、具体的な回路構成を説明する。なお、DC-DCコンバータ20において、電源6及び負荷5が接続される側を「一次側」と呼び、二次電池11と接続される側を「二次側」と呼ぶ。

40

【0026】

インダクタ29の一次側の端部に第1スイッチS1の一端及び第2スイッチS2の一端が接続されており、インダクタ29の二次側の端部に第3スイッチS3の一端及び第4スイッチS4の一端が接続されている。一对の第1及び第2スイッチS1, S2は、インダクタ29に並列接続されている。一对の第3及び第4スイッチS3, S4は、インダクタ29に並列接続されている。第1スイッチS1の他端と第3スイッチS3の他端とは接続されており、更に、これら他端の接続部は、一次側の第1端子71及び二次側の第2端子72を結ぶ線路に接続されている。第2スイッチS2の他端と第4スイッチS4の他端と

50

は接続されておらず、第2スイッチS2の他端は第3端子73と接続され、第4スイッチS4の他端は第4端子74と接続されている。第1スイッチS1と第1整流器21とは並列接続され、第2スイッチS2と第2整流器22とは並列接続され、第3スイッチS3と第3整流器23とは並列接続され、第4スイッチS4と第4整流器24とは並列接続されている。第1キャパシタ25は第1端子71と第3端子73との間に接続され、第2キャパシタ26は第2端子72と第4端子74との間に接続されている。

【0027】

このような構成によれば、スイッチS1, S2, S3, S4が制御部30によってそれぞれ制御されることにより、DC-DCコンバータ20は、二次電池11から負荷5へ電力を供給させる放電状態、及び、電源6から二次電池11へ電力を供給させる充電状態のどちらかの状態となることができる。また、スイッチS1, S2, S3, S4が制御部30によってそれぞれ制御されることにより、DC-DCコンバータ20は、充電に関して二つの動作モードを探ることができ、また、放電に関して二つの動作モードを探ることができる。

10

【0028】

なお、二次電池11にとって、一次側から二次側へ電流が流れる場合が充電であり、二次側から一次側へ電流が流れる場合が放電となる。このため、DC-DCコンバータ20は、端子71, 73が入力となりかつ端子72, 74が出力となることで充電状態となり、これとは反対に、端子72, 74が入力となりかつ端子73, 71が出力となることで放電状態となる。

20

【0029】

DC-DCコンバータ20の「充電状態」には、第1充電モード及び第2充電モードが含まれる。第1充電モードでは、DC-DCコンバータ20が昇圧充電回路として機能する。第2充電モードでは、DC-DCコンバータ20が降圧充電回路として機能する。

図7は、第1充電モード及び第2充電モードとなる場合のスイッチS1, S2, S3, S4それぞれの状態をまとめて示した説明図である。図7に示すスイッチS1, S2, S3, S4それぞれにおいて、「オン(ON)」は短絡状態、「オフ(OFF)」は開放状態、「SW」は例えばPWM制御等により適当な昇圧比又は降圧比となるようにオンオフ切り替えを継続して行うオンオフスイッチング状態である。

30

【0030】

DC-DCコンバータ20の「放電状態」には、第1放電モード及び第2放電モードが含まれる。第1放電モードでは、二次電池11をフロート接続した状態とする。第2放電モードでは、DC-DCコンバータ20が昇圧放電回路として機能する。

図8は、第1放電モード及び第2放電モードとなる場合のスイッチS1, S2, S3, S4それぞれの状態をまとめて示した説明図である。図8に示すスイッチS1, S2, S3, S4それぞれにおいて、「オン(ON)」は短絡状態、「オフ(OFF)」は開放状態、「SW」は例えばPWM制御等により適当な昇圧比となるようにオンオフ切り替えを継続して行うオンオフスイッチング状態である。

【0031】

DC-DCコンバータ20が第1放電モードにある状態を、図3に示している。また、DC-DCコンバータ20が第2放電モードにある状態を、図4及び図5に示している。第2放電モードでは、図4の状態と図5の状態とが交互に繰り返されることで、二次電池11の電圧を昇圧して負荷5へ供給することが可能となる。

40

【0032】

また、図1において、二次電池システム10は、一次側の電流及び電圧を計測する電流計36及び電圧計38を有しており、また、二次側の電流及び電圧を計測する電流計37及び電圧計39を有している。一次側の電圧計38は、第1端子71と第3端子73との間の電圧を計測し、二次側の電圧計39は、第2端子72と第4端子74との間の電圧を計測する。計測値は制御部30に送信され、制御部30は計測値に基づいてスイッチング制御を行う。

50

【0033】

以上より、DC - DCコンバータ20の構成をまとめて説明すると、図1に示すように、このDC - DCコンバータ20は、単一のインダクタ29の両側それぞれに一对のスイッチ(S1, S2) (S3, S4)が接続されたHブリッジ回路を有している。

そして、この回路構成を有するDC - DCコンバータ20を、機能面から説明すると、DC - DCコンバータ20は、一方側の一対のスイッチ(S1, S2)が入力、及び、他方側の一対のスイッチ(S3, S4)が出力となって充電動作可能である。更に、前記入力と前記出力とが反対となつても動作可能であり、このように反対になると放電動作可能となる。つまり、このDC - DCコンバータ20は、条件に応じて二次電池11から放電可能となつたり二次電池11へ充電可能となつたりし、双方向のコンバータとして機能することができる。しかも、充電の際に昇圧又は降圧可能となり、また、放電の際に昇圧可能である。

10

【0034】

機能面に関して更に説明すると、DC - DCコンバータ20は、図7に示すように、複数のスイッチS1, S2, S3, S4のオンオフの状態に応じて、つまりオンオフの切り替えに応じて、スイッチS3, S4がオンオフスイッチングすることで電源6の電圧を昇圧して二次電池11へ出力する第1充電モード、及び、スイッチS1, S2がオンオフスイッチングすることで電源6の電圧を降圧して二次電池11へ出力する第2充電モードとなることができる。

20

【0035】

更に、このDC - DCコンバータ20は、図8に示すように、複数のスイッチS1, S2, S3, S4のオンオフの状態に応じて、つまりオンオフの切り替えに応じて、二次電池11の電圧をそのまま出力電圧とする第1放電モード(図3参照)、及び、スイッチS1, S2がオンオフスイッチングすることで二次電池11の電圧を昇圧し出力する第2放電モード(図4及び図5参照)となることができる。なお、図8に示すように、第1放電モードでは、全てのスイッチS1, S2, S3, S4をオンオフスイッチングさせておらず、つまり昇圧制御や降圧制御を行うことなく、二次電池11の電圧をそのまま出力電圧としている。

30

【0036】

<二次電池システム10の制御方法について>

以上の回路構成を備えた二次電池システム10の制御方法について説明する。

図2は、電源6が正常に動作している状態を示す説明図である。図2に示す状態では、制御部30からの制御信号により、第2スイッチS2がオン、第4スイッチS4がオン、第1スイッチS1がオフ、第3スイッチS3がオフの状態に維持されている。この場合、電源6から負荷5へ電力が供給され、また、電源6の電力は二次電池システム10にも供給される状態にある。二次電池11の電圧が電源6の電圧よりも小さい場合、充電が行われる。二次電池11の電圧は、電圧計39によって測定され、電源6の電圧は、電圧計38によって測定される。

40

【0037】

二次電池11への充電に関して説明する。二次電池11の最高使用可能電圧(使用可能電圧の範囲の最大値)が、負荷5の最高動作保証電圧(動作保証電圧の範囲の最大値)よりも高くて、この二次電池11に対して、負荷5の最高動作保証電圧以上に充電は行われない。つまり、二次電池11の電圧が負荷5の最高動作保証電圧に到達すると、制御部30の機能により充電が停止される。したがって、この二次電池11では、その電池電圧が負荷5の最高動作保証電圧となった状態が、充電完了状態であり、また、この状態が満充電状態とも言える。

【0038】

二次電池11による放電に関して説明する。図3は、電源6から負荷5への電力供給が途絶えた状態(非常時)を示す説明図である。電源6からの電力供給が途絶える原因としては、例えば電源6の故障、及びこの電源6へ給電する主電源(商用電源)の故障等があ

50

る。このように電源 6 からの電力供給が突然停止しても、その停止前から、図 3 に示すように、DC - DC コンバータ 20 の第 2 スイッチ S2 及び第 4 スイッチ S4 がオン状態に維持されており、第 1 スイッチ S1 及び第 3 スイッチ S3 がオフ状態に維持されている。このため、電源 6 の停止と同時に、二次電池 11 から負荷 5 へ電力供給が可能となり、負荷 5 が必要とする電圧を二次電池 11 は供給することができる。つまり、電源 6 からの電力供給が停止すると、DC - DC コンバータ 20 は、放電状態となる。

【0039】

図 6 は、二次電池 11 からの放電電圧の推移を示しているグラフである。横軸は、二次電池 11 の放電開始時からの経過時間であり、縦軸は、電圧を示している。図 6 中の実線は、二次電池 11 から負荷 5 への供給電圧 (BUS_V) の推移であり、破線は、二次電池 11 の電圧 (BAT_V) の推移である。

図 6 中の電圧 V_a は、負荷 5 の最低動作保証電圧（動作保証電圧の最低値）であり、本実施形態では、最低動作保証電圧が 43.2V である。図 6 によれば、二次電池 11 の放電開始時から約 5 時間経過すると、二次電池 11 の電池電圧 (BAT_V) が、最低動作保証電圧 V_a (43.2V) まで降下し、それ以降、更に電池電圧 (BAT_V) は降下する。二次電池 11 はこのような特性を有している。

【0040】

そこで、二次電池 11 の電池電圧は電圧計 39 によって計測されており、その計測値が制御部 30 に送信され、制御部 30 は、この計測値と、負荷 5 の最低動作保証電圧 (V_a : 43.2V) 以上の「所定電圧 V_b 」の値とを比較する。なお、この「所定電圧 V_b 」の値は規定の値であり、制御部 30 にデータとして記憶されている。

比較の結果、二次電池 11 の電池電圧（電圧計 39 の計測値）が、前記所定電圧 V_b 以上である場合、つまり、図 6 において、二次電池 11 の放電開始から約 5 時間については、DC - DC コンバータ 20 は前記第 1 放電モード（図 3 参照）にあり、スイッチ S1, S2, S3, S4 においてオンオフスイッチングすることなく、二次電池 11 の電圧をそのまま出力電圧として、負荷 5 へ出力する。

【0041】

なお、前記「所定電圧 V_b 」は、負荷 5 の最低動作保証電圧 V_a に対して余裕を持たせた電圧であり、この余裕を例えば 0.5V ~ 1V とするのが好ましい。余裕を 0.5V とする場合、所定電圧 V_b は 43.7V となり、二次電池 11 の電池電圧 (BAT_V) が、所定電圧 V_b (43.7V) 以上である場合、DC - DC コンバータ 20 は前記第 1 放電モード（図 3 参照）にある。

ただし、前記余裕をゼロとして、負荷 5 の最低動作保証電圧 V_a を「所定電圧 V_b 」としてもよい。この場合、最低動作保証電圧 V_a を閾値として、第 1 放電モードから、後に説明する第 2 放電モードへと切り替えられる。

しかし、所定電圧 V_b に余裕を持たせるのが好ましい。これは、余裕をゼロとして最低動作保証電圧 V_a を基準としてモードの切り替えを行う場合、モード切り替えのタイミングによっては負荷 5 が動作しない時間が生じるかもしれないが、余裕を設けて最低動作保証電圧 V_a よりも大きな所定電圧 V_b を、モード切り替えの基準とすることにより、事前に第 1 放電モードから第 2 放電モードへ切り替えることができ、この結果、負荷 5 が動作しない時間を生じさせないようにすることができるためである。

なお、この所定電圧 V_b の値は設定値であり、制御部 30 に予め記憶されている。また、制御部 30 に記憶させる所定電圧 V_b の値は、負荷 5 (最低動作保証電圧 V_a) に応じて変更可能（書き換え可能）である。

【0042】

この図 3 に示す第 1 放電モードでは、DC - DC コンバータ 20 における回路構成は、フロート接続に相当しており、二次電池 11 の電圧（図 6 中の破線 BAT_V）が、そのまま負荷 5 への供給電圧 (BUS_V) となる。そして、二次電池 11 の電圧 (BAT_V) が、前記所定電圧 V_b (43.7V) となるまで、フロート接続が維持される。

つまり、電源 6 の故障前、この電源 6 から負荷 5 へ電力供給がされている通常時におい

10

20

30

40

50

て、制御部30の制御により、スイッチS2とスイッチS4とがオン、スイッチS1とスイッチS3とがオフとされているが、電源6の故障後においても、そのままオンオフのスイッチングがされない状態が維持される。

【0043】

このように、電源6から負荷5への電力供給が途絶え、二次電池11から負荷5への電力供給が開始されても、スイッチS1, S2, S3, S4においてスイッチング制御は行われない。したがって、第1放電モードでは、スイッチS1, S2, S3, S4において、例えばショート故障のようなスイッチ故障の発生を抑制することができ、また、スイッチングによる損失が発生しないという利点がある。

【0044】

そして、第1放電モードが継続され、二次電池11の電圧(BAT_V)が、前記所定電圧Vb(43.7V)を下回ると、第2放電モードに切り替えられる。以下、この動作について説明する。

【0045】

二次電池11の電圧(BAT_V)が電圧計39によって計測されており、その計測値が制御部30に送信され、制御部30が、この計測値と、前記所定電圧Vbの値とを比較する。そして、二次電池11の電圧(BAT_V)が、所定電圧Vb(43.7V)を下回っていると判定されると、制御部30は、放電電圧について、少なくとも負荷5の最低動作保証電圧を維持するように、DC-DCコンバータ20により昇圧制御を行う。この昇圧制御を行っている場合の二次電池システム10が図4及び図5に示されている。

10

20

【0046】

二次電池11の電圧(BAT_V)が、所定電圧Vbを下回ると、昇圧制御のために、制御部30から制御信号がスイッチS1, S2, S3, S4へ出力され、この制御信号に起因して、図4及び図5に示すように、第3スイッチS3はオフ状態を維持し、第4スイッチS4はオン状態を維持し、第1スイッチS1及び第2スイッチS2をオンオフスイッチングする。このスイッチング制御により、出力電圧を、負荷5の最低動作保証電圧Va以上の値(例えば、所定電圧Vb)とする昇圧制御が行われる。

30

【0047】

そして、このような昇圧制御を行う第2放電モードは、二次電池11の電池容量がゼロとなる電圧(過放電保護電圧)まで継続される。つまり、二次電池11の電池容量がゼロ(過放電保護電圧)となるまで、二次電池11の電力を負荷5に供給することができ、二次電池11の電池容量を無駄なく使い切ることが可能となる。

【0048】

以上のように、この二次電池システム10に含まれる二次電池11は、放電を継続することで、徐々に電池電圧が低下し、やがて負荷5の最低動作保証電圧Vaを下回るような特性を有するが、本実施形態の二次電池システム10の制御方法によれば、このような二次電池11の電圧(BAT_V)が、負荷5の最低動作保証電圧Va以上の所定電圧Vb以上である場合には、DC-DCコンバータ20の動作モードを、第1放電モードとして、スイッチS1, S2, S3, S4をオンオフスイッチングすることなく、二次電池11の電圧をそのまま出力電圧とする。そして、二次電池11の電圧(BAT_V)が、前記所定電圧Vb未満である場合には、DC-DCコンバータ20の動作モードを、第2放電モードとして、スイッチS1, S2, S3, S4を適宜オンオフスイッチングすることで二次電池11の電圧を昇圧し出力する。

40

【0049】

このように構成された二次電池システム10及びその制御方法によれば、二次電池11の電圧(BAT_V)が、負荷5の最低動作保証電圧Va以上の所定電圧Vb以上であれば、DC-DCコンバータ20が第1放電モードとなり、この負荷5が必要とする電力を供給し続けることができる。しかも、この第1放電モードでは、DC-DCコンバータ20は、二次電池11の電圧をそのまま出力電圧とすることから、電力を供給している状態でスイッチS1, S2, S3, S4に対するオンオフのスイッチング制御が不要であり、

50

スイッチ S 1 , S 2 , S 3 , S 4 の故障発生を抑制することが可能となる。

【 0 0 5 0 】

この第 1 放電モードは、二次電池 1 1 及び電源 6 が、負荷 5 に常時接続されたたフロート状態であるため、二次電池 1 1 から負荷 5 への電力供給を開始する際にも、スイッチ S 1 , S 2 , S 3 , S 4 のオンオフのスイッチング制御が不要となる。また、電源 6 から負荷 5 への電力供給が停止されると、瞬時に二次電池 1 1 から負荷 5 への電力供給を開始することが可能となる。つまり、二次電池システム 1 0 は、無停電電源装置として機能することができる。

【 0 0 5 1 】

そして、二次電池 1 1 の電圧 (B A T _ V) が、所定電圧 V b 未満となっても、D C - D C コンバータ 2 0 が第 2 放電モードとなり、二次電池 1 1 の電池容量が無くなるまで (過放電となるまで) 、電圧を昇圧して負荷 5 に対して電力を供給することが可能となる。このため、二次電池 1 1 の電池容量を無駄なく使い切ることができる。この放電の際、二次電池 1 1 の電圧が例えば所定電圧 V b となるまで昇圧され、負荷 5 に対して所定電圧 V b の電力を供給することが可能となる。

【 0 0 5 2 】

また、前記のとおり、二次電池 1 1 は、放電を継続することで、負荷 5 の最低動作保証電圧 V a を下回るような特性を有しており、更に、この二次電池 1 1 は、充電完了状態 (満充電状態) から電池電圧が 2 0 % 降下した際の電池容量が 3 0 % 以上残る特性を有している。

また、本実施形態の二次電池システム 1 0 が備える二次電池 1 1 は、放電を継続することで、負荷 5 の最低動作保証電圧 V a を下回るような特性を有しており、更に、充電完了状態 (満充電状態) から電池電圧が 2 0 % 降下した際の電池容量が 5 0 % 以上残る特性を有しているものであってもよい。

このように、電池電圧が 2 0 % 降下した際に電池容量が多く残る (3 0 % 又は 5 0 % 残る) ような二次電池 1 1 であっても、本実施形態の二次電池システム 1 0 によれば、二次電池 1 1 の電池容量を無駄なく使い切ることができる。なお、前記のような特性を有する二次電池としては、例えば、リチウム電池、溶融塩電池等がある。

【 0 0 5 3 】

ここで、二次電池 1 1 の電池電圧が 2 0 % 降下した際に電池容量、及び、二次電池 1 1 の電池容量の使い切りに関して更に説明する。

前記のとおり、本実施形態の負荷 5 では、動作保証電圧の範囲が定格電圧の ± 1 0 % に設定されている。そこで、負荷 5 の最高動作保証電圧 (動作保証電圧の範囲の最大値) と同じ電池電圧でかつ充電完了状態 (満充電状態) にある二次電池 1 1 から負荷 5 へ放電を開始し、時間が経過して、その二次電池 1 1 の電池電圧が 2 0 % 降下すると、このままでは、その電池電圧は負荷 5 の最低動作保証電圧 (動作保証電圧の範囲の最小値) を下回ることとなり、負荷 5 への電力供給が不能となる。

【 0 0 5 4 】

そして、本実施形態のように二次電池 1 1 が、充電完了状態 (満充電状態) から電池電圧が 2 0 % 降下した際の電池容量が 3 0 % (又は 5 0 %) 以上残る特性を有している場合には、充電完了状態であってかつ前記のとおり最高動作保証電圧と同じ電池電圧で、この二次電池 1 1 から負荷 5 へ放電を開始し、時間が経過して、電池電圧が最低動作保証電圧に到達すると、電池容量は 3 0 % (又は 5 0 %) 以上残ることとなる。これでは、二次電池 1 1 の電池容量が十分に使われておらず、無駄になってしまふ。

【 0 0 5 5 】

そこで、二次電池 1 1 が前記のような特性を有していても、本実施形態の二次電池システム 1 0 によれば、放電を継続して行い電池電圧が降下して最低動作保証電圧に到達しても、D C - D C コンバータ 2 0 が第 2 放電モードとなる。これにより、二次電池 1 1 の電池容量が無くなるまで (過放電となるまで) 、電圧を昇圧して負荷 5 に対して電力を供給することが可能となり、二次電池 1 1 の電池容量を無駄なく使い切ることができる。

10

20

30

40

50

【0056】

[付記]

なお、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味ではなく、特許請求の範囲によつて示され、特許請求の範囲と均等の意味、及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0057】

前記実施形態では、第1放電モードでは、二次電池11はフロート接続されている場合について説明したが、電源6からの電力供給が途絶えた際にのみ、例えばスイッチS2とスイッチS4との内の一方がオンの状態のままで、他方がオフからオンへと切り替えられ、二次電池11から負荷5へ電力の供給が開始され、その後は、第2放電モードに切り替えられるまでの間、スイッチS2, S4のオンオフスイッチングが行われないように制御してもよい。

この場合も、電源6からの電力供給が途絶えた際にのみ、一つのスイッチ(S2又はS4)がオフからオンへと一度切り替えられるが、その後、第1放電モードの間は、スイッチのオンオフの切り替えがないため、故障(ショート故障)発生の確率を低減することが可能となる。

【符号の説明】

【0058】

5 負荷

10

6 電源

10 二次電池システム

20

11 二次電池

20 DC - DCコンバータ

21 第1整流器

22 第2整流器

23 第3整流器

24 第4整流器

25 第1キャパシタ

26 第2キャパシタ

30

29 インダクタ

30 制御部

36 電流計

37 電流計

38 電圧計

39 電圧計

71 第1端子

72 第2端子

73 第3端子

74 第4端子

40

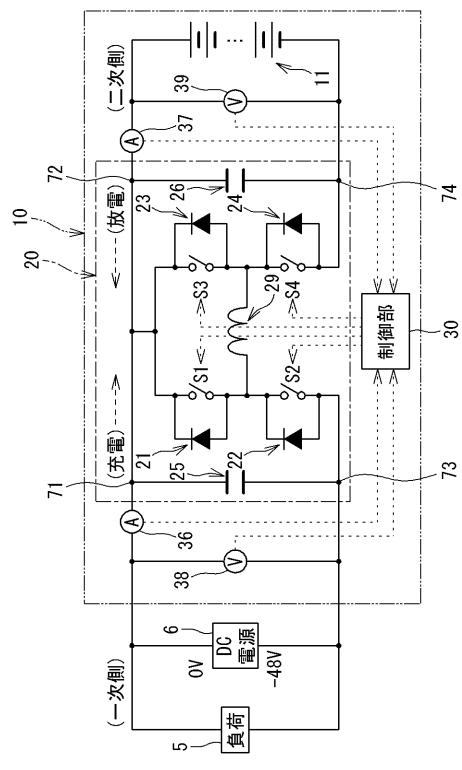
S1 スイッチ

S2 スイッチ

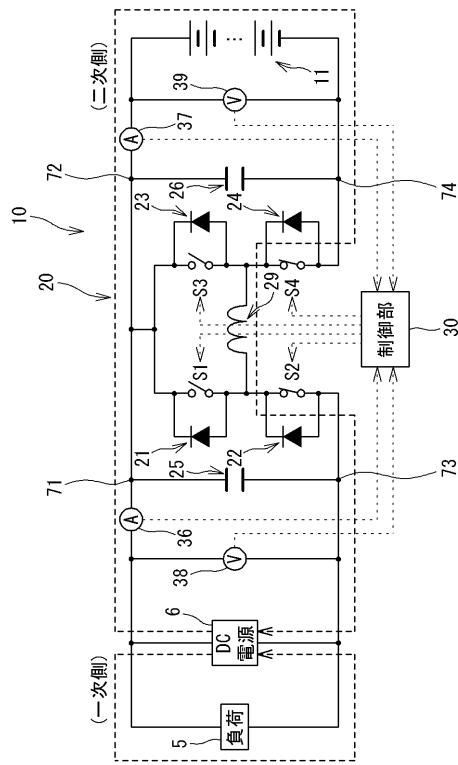
S3 スイッチ

S4 スイッチ

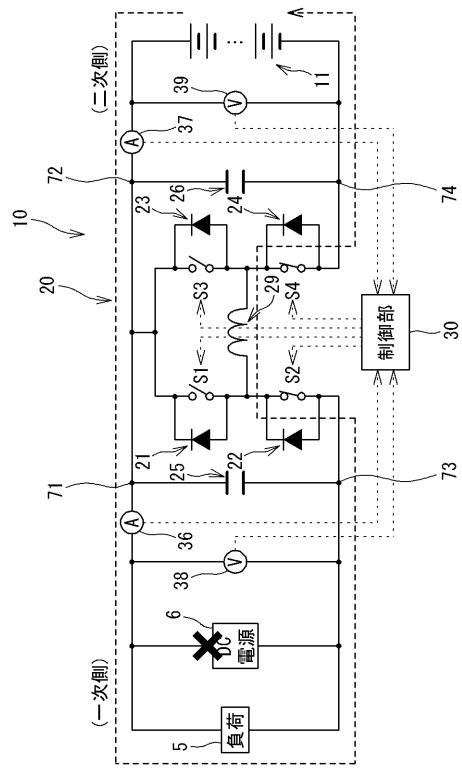
【図 1】



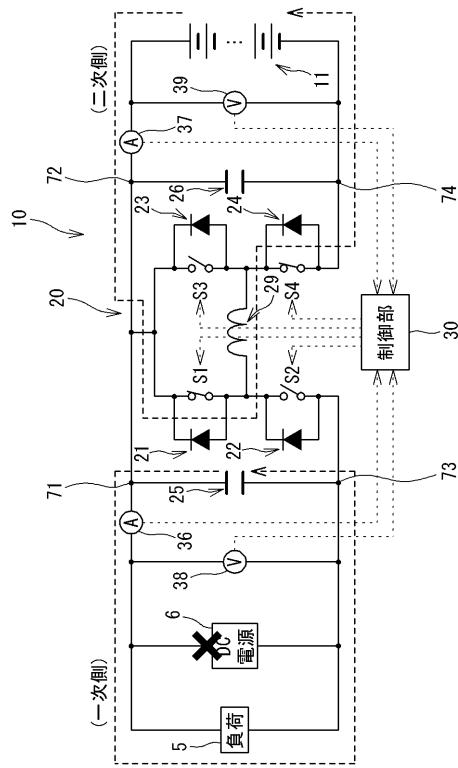
【図 2】



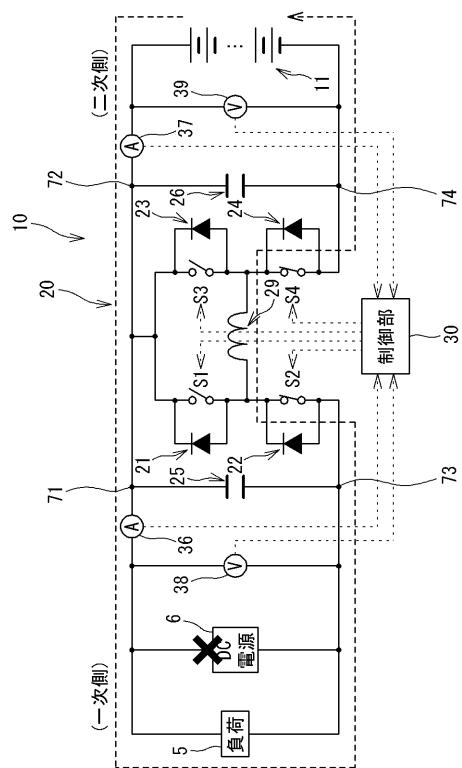
【図 3】



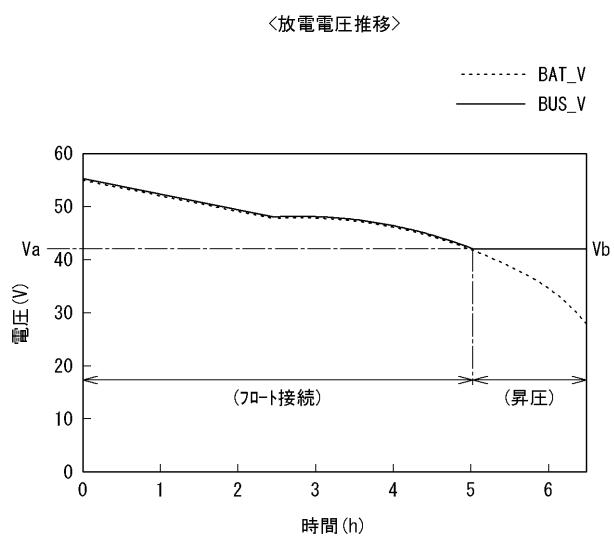
【図 4】



【図5】



【図6】



【図7】

	第1端子71 第3端子73	第2端子72 第4端子74	モード	S1	S2	S3	S4
充電	入力	出力	第1充電モード (昇圧)	OFF	ON	SW	SW
			第2充電モード (降圧)	SW	SW	OFF	ON

【図8】

	第1端子71 第3端子73	第2端子72 第4端子74	モード	S1	S2	S3	S4
放電	出力	入力	第1放電モード	OFF	ON	OFF	ON
			第2放電モード	SW	SW	OFF	ON

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H730 AS01 AS04 AS05 AS08 AS17 BB13 BB14 BB98 DD02 DD16
EE59 EE60 FD01 FD11 FD31 FD41 FF09 FG12