

(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2018-33232
(P2018-33232A)

(43) 公開日 平成30年3月1日(2018.3.1)

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード (参考)		
H02J 7/10 (2006.01)	H02J	7/10	B	5G503		
H02M 3/00 (2006.01)	H02M	3/00	K	5H730		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-163721 (P2016-163721)
(22) 出願日 平成28年8月24日 (2016.8.24)

(71) 出願人 000237721
FDK株式会社
東京都港区港南一丁目6番41号
(74) 代理人 100090022
弁理士 長門 侃二
(72) 発明者 大中 智貴
東京都港区港南一丁目6番41号 FDK
株式会社内
(72) 発明者 福井 規生
東京都港区港南一丁目6番41号 FDK
株式会社内
(72) 発明者 ▲濱▼田 健志
東京都港区港南一丁目6番41号 FDK
株式会社内

最終頁に続く

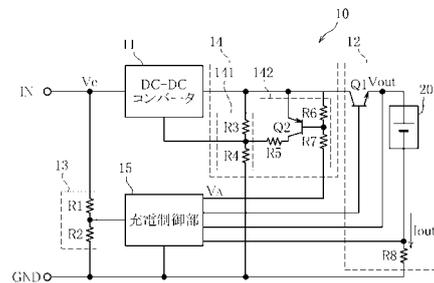
(54) 【発明の名称】 充電装置

(57) 【要約】

【課題】 入力電源の電力供給能力が変動しても二次電池の充電を継続可能な充電装置の小型化及び低コスト化を実現する。

【解決手段】 本発明の充電装置10は、DC-D Cコンバータ11、充電回路12、電源電圧検出回路13、出力電圧設定回路14を備え、充電回路12は、二次電池20に直列に接続され、二次電池20の充電電流Ioutを制限する充電電流制限抵抗R8を含み、充電電流制限抵抗R8は、DC-D Cコンバータ11の出力電圧が定格充電電圧V1であるときに二次電池20の充電電流Ioutが最大充電電流となる抵抗値を有し、充電装置10の入力電圧Veが第1閾値電圧Vth1以下に低下したことを条件として、二次電池10の充電電流が最大充電電流より低い電流に制限されるように、DC-D Cコンバータ11の出力電圧を充電電圧V2に設定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力電源から供給される直流電力を定電圧の直流電力に変換する DC - DC コンバータと、

前記 DC - DC コンバータが出力する直流電圧で二次電池を充電する充電回路と、

前記入力電源の電圧を検出する電源電圧検出回路と、

前記 DC - DC コンバータの出力電圧を設定する出力電圧設定回路と、

前記入力電源の電圧に基づいて、前記充電回路及び前記出力電圧設定回路を制御する制御装置と、を備え、

前記充電回路は、前記二次電池に直列に接続され、前記二次電池の充電電流を制限する充電電流制限抵抗を含み、前記充電電流制限抵抗は、前記 DC - DC コンバータの出力電圧が定格充電電圧であるときに前記二次電池の充電電流が最大充電電流となる抵抗値を有し、

10

前記制御装置は、前記 DC - DC コンバータの出力電圧を前記定格充電電圧に設定して前記二次電池の充電を開始し、前記入力電源の電圧が第 1 閾値電圧以下に低下したことを条件として、前記二次電池の充電電流が前記最大充電電流より低い電流に制限されるように、前記 DC - DC コンバータの出力電圧を前記定格充電電圧より低い充電電圧に設定する、充電装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の充電装置において、前記制御装置は、前記入力電源の電圧が前記第 1 閾値電圧以下に低下した後は、前記第 1 閾値電圧より高い第 2 閾値電圧以上に前記入力電源の電圧が上昇したことを条件として、前記 DC - DC コンバータの出力電圧を前記定格充電電圧に設定する、充電装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の充電装置において、前記出力電圧設定回路は、前記 DC - DC コンバータの出力電圧を分圧する分圧回路と、前記分圧回路の分圧比を変更する分圧比変更回路と、を含み、

前記 DC - DC コンバータは、前記分圧回路の分圧点の電圧が所定電圧に維持されるように出力電圧を制御する、充電装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

本発明は、ニッケル水素二次電池等の二次電池の充電装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

ニッケル水素二次電池等の二次電池は、充電することによって繰り返し使用することが可能であり、様々な分野で広く利用されている。このような二次電池を充電する充電装置においては、二次電池を充電する上で、充電電圧及び充電電流を適切に制御する必要がある。そして出来るだけ短時間で二次電池の充電を完了させる上では、二次電池が劣化しない範囲で、出来るだけ大きい充電電流で充電を行うのが望ましい。

40

【0003】

しかし二次電池を充電する充電装置へ電力を供給する入力電源は、その電力供給能力が必ずしも一定でない場合も少なくない。例えばその入力電源が他の機器へも電力を供給しており、しかもその機器の負荷が変動し得るような場合には、充電装置へ供給可能な最大電力が変動し得ることになる。そのため例えば充電装置において、常に最短時間で充電可能な大きさの最大充電電流で二次電池が充電される構成になっていると、入力電源の電力供給能力が不足して入力電源の電圧が低下したときに、最小限必要な電圧の充電電圧が得られず二次電池の充電を中断せざるを得なくなる虞が生ずる。

【0004】

このような課題を解決することを目的とした従来技術の一例としては、DC - DC コン

50

バータの出力電圧で二次電池を充電する際に、入力電源である太陽電池等の電圧の変動に応じてDC-DCコンバータの出力電流特性（電圧垂下開始電流）を調整する電源装置が公知である（例えば特許文献1を参照）。また他の従来技術としては、二次電池の充電中に入力電圧の低下を検出したときに、現在の充電電流で二次電池の充電を継続可能か否かが判定する演算処理を行い、その演算処理結果に応じて、充電電流制御手段の演算増幅回路の設定を変更して充電電流を低い値に設定する充電装置が公知である（例えば特許文献2を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-014526号公報

【特許文献2】特開2006-129619号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら上記の従来技術は、いずれも装置構成が大掛かりで制御手順も複雑であるため、充電装置の小型化及び低コスト化が困難であるという課題がある。

【0007】

このような状況に鑑み本発明はなされたものであり、その目的は、入力電源の電力供給能力が変動しても二次電池の充電を継続可能な充電装置の小型化及び低コスト化を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

<本発明の第1の態様>

本発明の第1の態様は、入力電源から供給される直流電力を定電圧の直流電力に変換するDC-DCコンバータと、前記DC-DCコンバータが出力する直流電圧で二次電池を充電する充電回路と、前記入力電源の電圧を検出する電源電圧検出回路と、前記DC-DCコンバータの出力電圧を設定する出力電圧設定回路と、前記入力電源の電圧に基づいて、前記充電回路及び前記出力電圧設定回路を制御する制御装置と、を備え、前記充電回路は、前記二次電池に直列に接続され、前記二次電池の充電電流を制限する充電電流制限抵抗を含み、前記充電電流制限抵抗は、前記DC-DCコンバータの出力電圧が定格充電電圧であるときに前記二次電池の充電電流が最大充電電流となる抵抗値を有し、前記制御装置は、前記DC-DCコンバータの出力電圧を前記定格充電電圧に設定して前記二次電池の充電を開始し、前記入力電源の電圧が第1閾値電圧以下に低下したことを条件として、前記二次電池の充電電流が前記最大充電電流より低い電流に制限されるように、前記DC-DCコンバータの出力電圧を前記定格充電電圧より低い充電電圧に設定する、充電装置である。

【0009】

二次電池の充電は、充電電圧を定格充電電圧に設定して開始される。それによって二次電池は、最大充電電流で定電流充電される。このとき二次電池の充電電圧は、定格充電電圧まで徐々に上昇させるのが好ましい。ここで最大充電電流は、例えば二次電池が劣化しない範囲で流すことが可能な充電電流の最大値であり、二次電池を最短時間で充電することが可能な大きさの電流である。したがって入力電源の電力供給能力に十分な余裕があり、二次電池の充電状態が満充電になるまで最大充電電流で充電することが可能であれば、最短時間で二次電池を満充電にすることができる。

【0010】

他方、入力電源の電力供給能力が不足して入力電源の電圧が第1閾値電圧以下に低下した場合には、二次電池の充電電流が最大充電電流より低い電流に制限されるように、定格充電電圧より低い電圧に充電電圧が設定されて引き続き二次電池の充電が行われる。このときの充電電圧は、定格充電電圧より低い電圧であるとともに、二次電池を満充電まで最

10

20

30

40

50

適な充電電流で充電することが可能な大きさの電圧である。二次電池の充電電圧を定格充電電圧より低い充電電圧に下げることによって、最大充電電流より小さい電流で二次電池の定電流充電が行われることになり、その結果、二次電池の充電で消費される電力が小さくなる。

【0011】

つまり入力電源の電力供給能力が低下したときには、二次電池の充電で消費される電力が小さくなるので、その分だけ充電時間は長くなるものの、必要最小限の電圧以上の充電電圧を維持して二次電池の充電を継続することができる。それによって入力電源の電力供給能力が低下したときに、二次電池の充電電圧が必要最小限の電圧未満に低下して二次電池の充電を中断せざるを得なくなる虞を低減することができるので、入力電源の電力供給能力が変動しても二次電池の充電を継続することができる。

10

【0012】

そして本発明に係る充電装置において、二次電池の充電電圧は、DC-DCコンバータの出力電圧によって規定され、二次電池の充電電流は、二次電池に直列に接続される電流制限抵抗によって規定される。そのため二次電池の充電に消費される電力は、DC-DCコンバータの出力電圧が可変設定されることで自動的に増減調整されることになる。つまり本発明に係る充電装置は、二次電池の充電電流が最大充電電流より低い電流に制限されるように、入力電源の電圧の低下に応じてDC-DCコンバータの出力電圧が可変設定されるシンプルな構成であるため、入力電源の電力供給能力が変動しても二次電池の充電を継続できる充電装置を小型で低コストに構成することができる。

20

【0013】

これにより本発明の第1の態様によれば、入力電源の電力供給能力が変動しても二次電池の充電を継続可能な充電装置の小型化及び低コスト化を実現できるという作用効果が得られる。

【0014】

<本発明の第2の態様>

本発明の第2の態様は、前述した本発明の第1の態様において、前記制御装置は、前記入力電源の電圧が前記第1閾値電圧以下に低下した後は、前記第1閾値電圧より高い第2閾値電圧以上に前記入力電源の電圧が上昇したことを条件として、前記DC-DCコンバータの出力電圧を前記定格充電電圧に設定する、充電装置である。

30

入力電源の電力供給能力が不足して入力電源の電圧が第1閾値電圧以下に低下した場合には、二次電池の充電電流が最大充電電流より低い電流に制限されるように、定格充電電圧より低い電圧に充電電圧が設定されて引き続き二次電池の充電が行われる。そして充電中に入力電源の電力供給能力が回復して入力電源の電圧が第2閾値電圧以上に上昇した場合には、DC-DCコンバータの出力電圧の設定が定格充電電圧に変更される。つまり充電中に入力電源の電力供給能力が回復した場合には、その後は最大充電電流で二次電池が定電流充電される。したがって本発明の第2の態様によれば、入力電源の電力供給能力の変動に応じて柔軟かつ的確に充電電流を自動的に設定して二次電池を充電することができる。

【0015】

<本発明の第3の態様>

本発明の第3の態様は、前述した本発明の第1の態様又は第2の態様において、前記出力電圧設定回路は、前記DC-DCコンバータの出力電圧を分圧する分圧回路と、前記分圧回路の分圧比を変更する分圧比変更回路と、を含み、前記DC-DCコンバータは、前記分圧回路の分圧点の電圧が所定電圧に維持されるように出力電圧を制御する、充電装置である。

40

【0016】

本発明の第3の態様によれば、極めてシンプルな回路構成でDC-DCコンバータの出力電圧を可変設定することができるので、本発明に係る充電装置において、さらなる小型化及び低コスト化を実現することができる。

50

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、入力電源の電力供給能力が変動しても二次電池の充電を継続可能な充電装置の小型化及び低コスト化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明に係る充電装置の構成を図示した回路図。

【図2】入力電源の電力供給能力に十分な余裕がある場合の充電制御の一例を図示したタイミングチャート。

【図3】入力電源の電力供給能力が不足している場合の充電制御の一例を図示したタイミングチャート。

【図4】二次電池の充電中に入力電源の電力供給能力が回復した場合の充電制御の一例を図示したタイミングチャート。

【図5】出力電圧設定回路の要部を図示した回路図。

【図6】出力電圧設定回路の要部を図示した回路図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

尚、本発明は、以下説明する実施例に特に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変形が可能であることは言うまでもない。

【0020】

<充電装置10の構成>

本発明に係る充電装置10の構成について、図1を参照しながら説明する。

図1は、本発明に係る充電装置10の構成を図示した回路図である。

【0021】

充電装置10は、DC-DCコンバータ11、充電回路12、電源電圧検出回路13、出力電圧設定回路14、充電制御部15を備える。二次電池20は、例えばニッケル水素二次電池等の二次電池である。

【0022】

DC-DCコンバータ11は、入力端子INとグランド端子GNDに接続される入力電源（図示省略）から供給される直流電力を定電圧の直流電力に変換する定電圧電源である。より具体的にはDC-DCコンバータ11は、充電装置10の入力電圧 V_e を降圧して定電圧出力する降圧コンバータである。DC-DCコンバータ11は、特に降圧コンバータに限定されるものではなく、例えば昇圧コンバータでもよいし、昇降圧コンバータでもよい。

【0023】

充電回路12は、DC-DCコンバータ11が出力する直流電圧で二次電池20を充電する回路であり、トランジスタQ1及び充電電流制限抵抗R8を含む。トランジスタQ1は、DC-DCコンバータ11から二次電池20への充電経路を開閉する半導体スイッチであり、当該実施例においてはNPN型バイポーラトランジスタである。トランジスタQ1は、コレクタがDC-DCコンバータ11の出力に接続されており、エミッタが二次電池20の正極に接続される。またトランジスタQ1は、ベースが充電制御部15に接続されており、充電制御部15によってON/OFF制御される。

【0024】

充電電流制限抵抗R8は、二次電池20に直列に接続され、二次電池20の充電電流 I_{out} を制限する抵抗である。充電電流制限抵抗R8は、DC-DCコンバータ11の出力電圧が定格充電電圧 V_1 であるときに二次電池20の充電電流 I_{out} が最大充電電流（第1充電電流 I_1 （図2～図4））となる抵抗値を有する。

【0025】

電源電圧検出回路13は、充電装置10の入力電圧 V_e を検出する回路であり、2つの

10

20

30

40

50

抵抗 R 1、R 2 を含む分圧回路である。抵抗 R 1 は、一端が入力端子 I N に接続されており、他端が抵抗 R 2 の一端に接続されている。抵抗 R 2 の他端は、グランド端子 G N D に接続されている。抵抗 R 1 と抵抗 R 2 の接続点は、充電制御部 1 5 に接続されている。

【 0 0 2 6 】

出力電圧設定回路 1 4 は、D C - D C コンバータ 1 1 の出力電圧を設定する回路であり、分圧回路 1 4 1 及び分圧比変更回路 1 4 2 を含む。

【 0 0 2 7 】

分圧回路 1 4 1 は、D C - D C コンバータ 1 1 の出力電圧を分圧する回路であり、2 つの抵抗 R 3、R 4 を含む。抵抗 R 3 は、一端が D C - D C コンバータ 1 1 の出力に接続されており、他端が抵抗 R 4 の一端に接続されている。抵抗 R 4 の他端は、グランド端子 G N D に接続されている。抵抗 R 3 と抵抗 R 4 との接続点（分圧点）は、D C - D C コンバータ 1 1 のフィードバック制御端子に接続されている。D C - D C コンバータ 1 1 は、抵抗 R 3 と抵抗 R 4 との接続点の電圧が所定電圧に維持されるよう出力電圧を制御する。

10

【 0 0 2 8 】

分圧比変更回路 1 4 2 は、分圧回路 1 4 1 の分圧比を変更する回路であり、3 つの抵抗 R 5 ~ R 7 及びトランジスタ Q 2 を含む。抵抗 R 5 は、一端が抵抗 R 3 と抵抗 R 4 との接続点に接続されており、他端がトランジスタ Q 2 のコレクタに接続されている。抵抗 R 6 は、一端が D C - D C コンバータ 1 1 の出力に接続されており、他端が抵抗 R 7 の一端に接続されている。抵抗 R 7 の他端は、充電制御部 1 5 に接続されている。この抵抗 R 7 と充電制御部 1 5 の間に、アンプ又は D / A コンバータを接続してもよい。トランジスタ Q 2 は、分圧回路 1 4 1 の抵抗 R 3 に対する抵抗 R 5 の並列接続を開閉する半導体スイッチであり、当該実施例においては P N P 型バイポーラトランジスタである。トランジスタ Q 2 は、コレクタが抵抗 R 5 の他端に接続されており、エミッタが D C - D C コンバータ 1 1 の出力に接続されており、ベースが抵抗 R 6 と抵抗 R 7 との接続点に接続されている。

20

【 0 0 2 9 】

充電制御部 1 5 は、公知のマイコン制御装置であり、二次電池 2 0 の充電制御を実行する制御装置である。また充電制御部 1 5 は、マイコン制御装置以外にもアンプを用いた制御回路でもよい。充電制御部 1 5 は、さらに充電装置 1 0 の入力電圧 V_e に基づいて充電回路 1 2 及び出力電圧設定回路 1 4 を制御する。より具体的には充電制御部 1 5 は、抵抗 R 1 と抵抗 R 2 の接続点の電圧に基づいて、トランジスタ Q 1 の O N / O F F 制御、トランジスタ Q 2 のベース電流制御を実行する。

30

【 0 0 3 0 】

< 充電装置 1 0 の動作 >

充電装置 1 0 の動作について、図 2 ~ 図 4 を参照しながら説明する。

図 2 は、充電装置 1 0 の動作を図示したタイミングチャートであり、入力電源の電力供給能力に十分な余裕がある場合の充電制御の一例を図示したものである。

【 0 0 3 1 】

充電制御部 1 5 は、D C - D C コンバータ 1 1 の出力電圧を定格充電電圧 V_1 に設定して二次電池 2 0 の充電を開始する（タイミング T 1）。より具体的には充電制御部 1 5 は、充電制御電圧 V_A を下げた状態でトランジスタ Q 1 を O N する。するとトランジスタ Q 2 のベース電流 I_{Q2B} は最大となるため、充電電圧 V_{out} 及び充電電流 I_{out} は最小で動作開始する。充電制御電圧 V_A を徐々に上げていくことによりトランジスタ Q 2 のベース電流 I_{Q2B} は徐々に低下していく。それによって二次電池 2 0 の充電電圧 V_{out} 及び充電電流 I_{out} が上昇していくとともに、充電装置 1 0 の入力電圧 V_e が低下していく。

40

【 0 0 3 2 】

入力電源の電力供給能力に十分な余裕がある場合には、充電装置 1 0 の入力電圧 V_e が第 1 閾値電圧 V_{th1} 以下に低下する前に、二次電池 2 0 の充電電圧 V_{out} が定格充電電圧 V_1 まで上昇し、それによって二次電池 2 0 の充電電流 I_{out} が第 1 充電電流 I_1 まで上昇する（タイミング T 2）。したがって二次電池 2 0 は、最大充電電流である第 1

50

充電電流 I_1 で充電される。ここで最大充電電流は、例えば二次電池 20 が劣化しない範囲で流すことが可能な充電電流 I_{out} の最大値であり、二次電池 20 を最短時間で充電することが可能な大きさの電流である。

【0033】

充電制御部 15 は、二次電池 20 の充電中、つまりトランジスタ Q_1 が ON している間は、例えばサーミスタ等の感温素子（図示省略）で検出した二次電池 20 の温度から二次電池 20 の充電状態を検出する。そして充電制御部 15 は、二次電池 20 の充電状態が満充電になった時点で、トランジスタ Q_1 を OFF して二次電池 20 の充電を終了する（タイミング T_3 ）。このように入力電源の電力供給能力に十分な余裕がある場合には、最大充電電流である第 1 充電電流 I_1 で二次電池 20 を充電することができるので、最短時間で二次電池 20 を満充電にすることができる。

10

【0034】

図 3 は、充電装置 10 の動作を図示したタイミングチャートであり、入力電源の電力供給能力が不足している場合の充電制御の一例を図示したものである。

【0035】

充電制御部 15 は、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧を定格充電電圧 V_1 に設定して二次電池 20 の充電を開始する（タイミング T_{11} ）。それによって二次電池 20 の充電電圧 V_{out} 及び充電電流 I_{out} が上昇していくとともに、充電装置 10 の入力電圧 V_e が低下していく。そして入力電源の電力供給能力が不足している場合には、二次電池 20 の充電電圧 V_{out} が定格充電電圧 V_1 まで上昇する前に、充電装置 10 の入力電圧 V_e が第 1 閾値電圧 V_{th1} 以下に低下する（タイミング T_{12} ）。

20

【0036】

第 1 閾値電圧 V_{th1} は、定格充電電圧 V_1 及び最大充電電流（第 1 充電電流 I_1 ）で二次電池 20 を定電流充電する上で、入力電源の電力供給能力が不足している状態を検出するためのものである。そのため第 1 閾値電圧 V_{th1} は、例えば定格充電電圧 V_1 を出力可能な DC-DC コンバータ 11 の入力電圧の下限と同じ電圧か、それよりも高い電圧に設定される。また第 1 閾値電圧 V_{th1} は、例えば充電装置 10 の入力電圧 V_e の定格値と検出値との電位差 V として設定してもよい。

【0037】

充電制御部 15 は、充電装置 10 の入力電圧 V_e が第 1 閾値電圧 V_{th1} 以下に低下した時点で、充電制御電圧 V_A の上昇を止め、印加している電圧をひとつ前の状態に戻す（タイミング T_{12} ）。それによって分圧回路 141 の抵抗 R_4 に流れる電流が固定される。そうすることにより分圧回路 141 の分圧比が変更される。その分圧比の変更によって、分圧回路 141 の分圧点（抵抗 R_3 と R_4 の接続点）の電圧が上昇するため、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧が低下し、その結果、二次電池 20 の充電電流が最大充電電流（第 1 充電電流 I_1 ）より低い電流に制限されるように、自動的に DC-DC コンバータ 11 の出力電圧が充電電圧 V_2 に低下する。つまり充電制御部 15 は、充電装置 10 の入力電圧 V_e が第 1 閾値電圧 V_{th1} 以下に低下したことを条件として、二次電池 20 の充電電流が最大充電電流（第 1 充電電流 I_1 ）より低い電流（第 2 充電電流 I_2 ）に制限されるように、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧を定格充電電圧 V_1 より低い充電電圧 V_2 に設定する。この充電電圧 V_2 は、定格充電電圧 V_1 より低い電圧であるとともに、入力電源の供給能力最大限の電流で二次電池 20 を満充電まで充電することが可能な大きさの電圧であり、例えば二次電池 20 の必要最小限の充電電圧と同じ電圧か、それよりも高い電圧に設定される。

30

40

【0038】

二次電池 20 の充電電流が最大充電電流（第 1 充電電流 I_1 ）より低い電流に制限されるように、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧が充電電圧 V_2 に低下することによって、二次電池 20 の充電電流 I_{out} が第 2 充電電流 I_2 まで低下し、それによって二次電池 20 の充電電圧 V_{out} が充電電圧 V_2 まで低下する（タイミング T_{13} ）。つまり入力電源の電力供給能力が不足して充電装置 10 の入力電圧 V_e が第 1 閾値電圧 V_{th1} 以

50

下に低下した場合には、二次電池 20 の充電電流が最大充電電流（第 1 充電電流 I_1 ）より低い電流（第 2 充電電流 I_2 ）に制限されるように、定格充電電圧 V_1 より低い充電電圧 V_2 で引き続き二次電池 20 の充電が行われる。そして二次電池 20 の充電電圧 V_{out} を充電電圧 V_2 に下げることによって、最大充電電流より小さい第 2 充電電流 I_2 で二次電池 20 の定電流充電が行われることになり、その結果、二次電池 20 の充電で消費される電力が小さくなる。そして充電制御部 15 は、二次電池 20 の充電状態が満充電になった時点で、トランジスタ Q_1 及び Q_2 を OFF して二次電池 20 の充電を終了する（タイミング T_{14} ）。

【0039】

このように入力電源の電力供給能力が低下したときには、二次電池 20 の充電で消費される電力が小さくなるので、その分だけ充電時間は長くなるものの、入力電源の電力供給能力の最大限の充電電流（第 2 充電電流 I_2 ）を維持して二次電池 20 の充電を継続することができる。それによって入力電源の電力供給能力が低下したときに、二次電池 20 の充電電圧 V_{out} が必要最小限の電圧未満に低下して二次電池 20 の充電を中断せざるを得なくなる虞を低減することができるので、入力電源の電力供給能力が変動しても二次電池 20 の充電を継続することができる。

【0040】

そして本発明に係る充電装置 10 において、二次電池 20 の充電電圧 V_{out} は、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧によって規定され、二次電池 20 の充電電流 I_{out} は、二次電池 20 に直列に接続される充電電流制限抵抗 R_8 によって規定される。そのため二次電池 20 の充電に消費される電力は、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧が可変設定されることで自動的に増減調整されることになる。つまり本発明に係る充電装置 10 は、二次電池 10 の充電電流が最大充電電流より低い電流に制限されるように、充電装置 10 の入力電圧 V_e の低下に応じて DC-DC コンバータ 11 の出力電圧が可変設定されるシンプルな構成であるため、小型で低コストに構成することができる。したがって本発明によれば、入力電源の電力供給能力が変動しても二次電池 20 の充電を継続可能な充電装置 10 の小型化及び低コスト化を実現することができる。

【0041】

図 4 は、充電装置 10 の動作を図示したタイミングチャートであり、二次電池 20 の充電中に入力電源の電力供給能力が回復した場合の充電制御の一例を図示したものである。

【0042】

充電制御部 15 は、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧を定格充電電圧 V_1 に設定して二次電池 20 の充電を開始する（タイミング T_{21} ）。それによって二次電池 20 の充電電圧 V_{out} 及び充電電流 I_{out} が上昇していくとともに、充電装置 10 の入力電圧 V_e が低下していく。そして入力電源の電力供給能力が不足している場合には、二次電池 20 の充電電圧 V_{out} が定格充電電圧 V_1 まで上昇する前に、充電装置 10 の入力電圧 V_e が第 1 閾値電圧 V_{th1} 以下に低下する（タイミング T_{22} ）。

【0043】

充電制御部 15 は、充電装置 10 の入力電圧 V_e が第 1 閾値電圧 V_{th1} 以下に低下した時点で、充電制御電圧 V_A の上昇を止め、印加している電圧をひとつ前の状態に戻す（タイミング T_{22} ）。それによって DC-DC コンバータ 11 の出力電圧が充電電圧 V_2 に低下する。そして二次電池 10 の充電電流が最大充電電流より低い電流に制限されるように、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧が充電電圧 V_2 に低下することによって、二次電池 20 の充電電圧 V_{out} が充電電圧 V_2 まで低下し、それによって入力電源の供給能力の最大限で二次電池 20 の充電電流 I_{out} を流し続けることができる（タイミング T_{23} ）。

【0044】

充電制御部 15 は、二次電池 20 の充電状態が満充電になる前に、入力電源の電力供給能力が回復し、充電装置 10 の入力電圧 V_e が第 2 閾値電圧 V_{th2} 以上に上昇した場合には、その時点で充電制御電圧 V_A の上昇を開始する（タイミング T_{24} ）。それによ

10

20

30

40

50

て分圧回路 141 の抵抗 R3 に対して抵抗 R5 が並列に接続されていない状態になるので、分圧回路 141 の分圧比が元の分圧比に変更される。その分圧比の変更によって、分圧回路 141 の分圧点（抵抗 R3 と R4 の接続点）の電圧が低下するため、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧が上昇し、その結果、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧が定格充電電圧 V1 に上昇する。つまり充電制御部 15 は、充電装置 10 の入力電圧 Ve が第 1 閾値電圧 Vth1 以下に低下した後は、第 1 閾値電圧 Vth1 より高い第 2 閾値電圧 Vth2 以上に充電装置 10 の入力電圧 Ve が上昇したことを条件として、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧を定格充電電圧 V1 に設定する。

【0045】

第 2 閾値電圧 Vth2 は、定格充電電圧 V1 及び最大充電電流（第 1 充電電流 I1）で二次電池 20 を定電流充電することが可能な程度に、入力電源の電力供給能力が回復したことを検出するためのものである。そのため第 2 閾値電圧 Vth2 は、少なくとも第 1 閾値電圧 Vth1 以上の電圧に設定され、好ましくは第 1 閾値電圧 Vth1 よりも高い電圧に設定される。また第 2 閾値電圧 Vth2 は、例えば充電装置 10 の入力電圧 Ve の定格値と検出値との電位差 Vとして設定してもよい。

10

【0046】

DC-DC コンバータ 11 の出力電圧が定格充電電圧 V1 に上昇することによって、二次電池 20 の充電電圧 Vout 及び充電電流 Iout が上昇していくとともに、充電装置 10 の入力電圧 Ve が低下していく。そして充電装置 10 の入力電圧 Ve が第 1 閾値電圧 Vth1 以下に低下する前に、二次電池 20 の充電電圧 Vout が定格充電電圧 V1 まで上昇し、それによって二次電池 20 の充電電流 Iout が第 1 充電電流 I1 まで上昇する（タイミング T25）。したがって二次電池 20 は、入力電源の電力供給能力が回復した後は最大充電電流である第 1 充電電流 I1 で充電される。そして充電制御部 15 は、二次電池 20 の充電状態が満充電になった時点で、トランジスタ Q1 を OFF して二次電池 20 の充電を終了する（タイミング T26）。

20

【0047】

このように入力電源の電力供給能力が不足していて充電電圧 V2 で二次電池 20 の充電が行われている場合であっても、充電中に入力電源の電力供給能力が回復した場合には、DC-DC コンバータ 11 の出力電圧の設定が充電電圧 V2 から定格充電電圧 V1 に変更される。つまり充電中に入力電源の電力供給能力が回復した場合には、その後は最大充電電流（第 1 充電電流 I1）で二次電池 20 が定電流充電される。それによって入力電源の電力供給能力の変動に応じて柔軟かつ的確に充電電流 Iout を設定して二次電池 20 を充電することができる。

30

【0048】

図 5 及び図 6 は、出力電圧設定回路 14 の要部を図示した回路図であり、図 5 は、トランジスタ Q2 が OFF している状態、図 6 は、トランジスタ Q2 が ON している状態をそれぞれ図示したものである。

【0049】

電流 i3 は、抵抗 R3 に流れる電流である。電流 i4 は、抵抗 R4 に流れる電流である。電流 i5 は、抵抗 R5 に流れる電流である。電圧 Vfe は、抵抗 R3 と抵抗 R4 との接続点の電圧である。前述したように DC-DC コンバータ 11 は、電圧 Vfe が一定の電圧に維持されるよう出力電圧を制御する。二次電池 20 を充電しているときの DC-DC コンバータ 11 の出力電圧、つまり充電電圧 Vout は、以下の式（1）で表される。

40

$$V_{out} = R_3 \times i_3 + V_{fe} \quad \dots (1)$$

トランジスタ Q2 が OFF している状態（図 5）では、 $i_3 = i_4$ となる。また電圧 Vfe は、以下の式（2）で表される。

$$V_{fe} = R_4 \times i_4 \quad \dots (2)$$

他方、トランジスタ Q2 が ON している状態（図 6）では、二次電池 20 の充電電流が定電流制御となる。そして $i_4 = i_3 + i_5$ となるため、電圧 Vfe は、以下の式（3）

50

で表される。

$$V_{fe} = R_4 \times (i_3 + i_5) \dots (3)$$

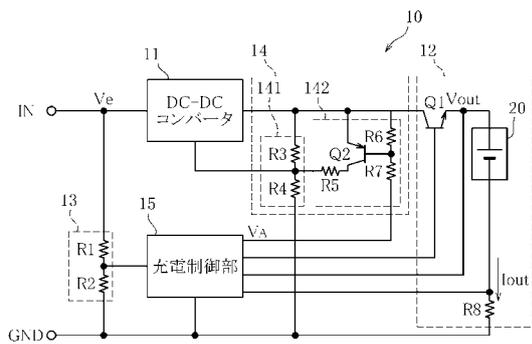
DC-DCコンバータ11は、電圧 V_{fe} が一定の電圧に維持されるように出力電圧を制御するため、トランジスタ Q_2 のベース電流 I_{Q2B} が増加するに従って電流 i_5 が増加すると、それによって電流 i_3 が減少していく。そして電流 i_3 が減少していくと、それによって充電電圧 V_{out} が低下していくことになる。

【符号の説明】

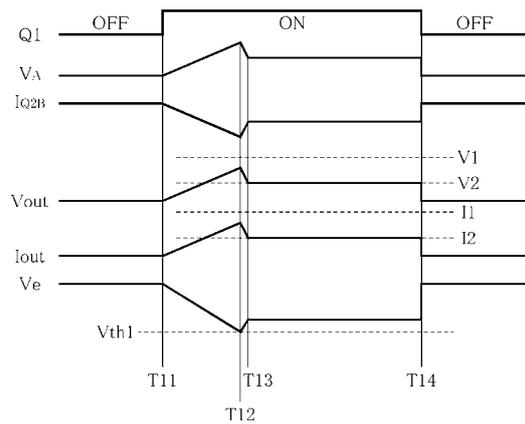
【0050】

- 10 充電装置
- 11 DC-DCコンバータ
- 12 充電回路
- 13 電源電圧検出回路
- 14 出力電圧設定回路
- 15 充電制御部
- 20 二次電池
- 141 分圧回路
- 142 分圧比変更回路
- R8 充電電流制限抵抗

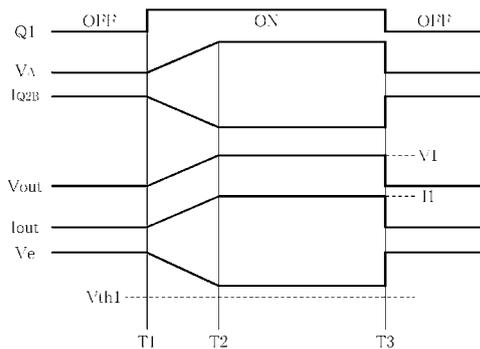
【図1】



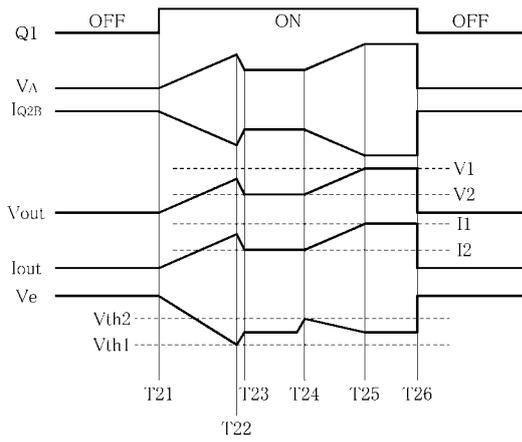
【図3】



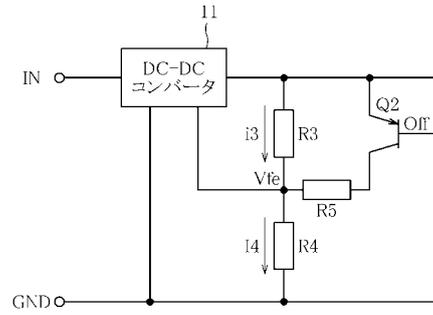
【図2】



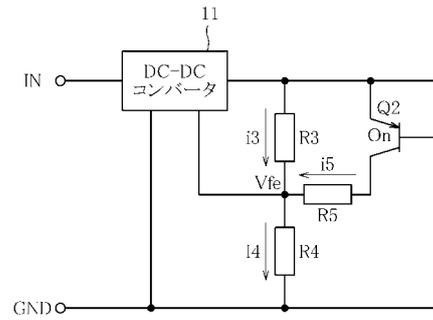
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5G503 AA01 AA06 BA01 BB01 CA12 CB11 CC07 GB03
5H730 AS01 AS17 EE57 EE59 EE60 FD11 FD41