

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5998454号
(P5998454)

(45) 発行日 平成28年9月28日 (2016. 9. 28)

(24) 登録日 平成28年9月9日 (2016. 9. 9)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 J 7/00 (2006. 01)

H O 2 J 7/00 3 O 2 C

H O 1 M 10/44 (2006. 01)

H O 1 M 10/44 P

H O 1 M 10/48 (2006. 01)

H O 1 M 10/44 1 O 1

H O 1 M 10/48 3 O 1

H O 1 M 10/48 P

請求項の数 6 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2011-243964 (P2011-243964)
(22) 出願日 平成23年11月7日 (2011. 11. 7)
(65) 公開番号 特開2013-102572 (P2013-102572A)
(43) 公開日 平成25年5月23日 (2013. 5. 23)
審査請求日 平成26年9月11日 (2014. 9. 11)

(73) 特許権者 000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号
(74) 代理人 100082762
弁理士 杉浦 正知
(74) 代理人 100123973
弁理士 杉浦 拓真
(72) 発明者 石橋 義人
東京都品川区東五反田3丁目14番13号
株式会社ソニーコンピュータサイエンス
研究所内
(72) 発明者 澤田 淳一
神奈川県藤沢市辻堂新町3丁目3番1号
ソニーエンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御装置、制御方法および制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

状態の変化に応じて変動する第1の電圧が発電部から供給され、該第1の電圧に応じた第2の電圧を生成し、該第2の電圧をバッテリーユニットに対して出力する電圧変換部と、
負荷が必要とする電力を分担して供給する複数の前記バッテリーユニットを判別する判別部と、

前記複数のバッテリーユニットがそれぞれ有するバッテリーの状況に応じて優先順位を設定し、前記優先順位に従って個々の前記バッテリーユニットが負荷に対して電力を供給可能であるか否かを、当該バッテリーユニットから供給される電圧の変動が一定範囲であるか否かに基づいて判断し、前記負荷に対する電力を供給可能な前記バッテリーユニットが複数、存在する場合に、当該電力を供給可能な複数の前記バッテリーユニットの中で放電量を再設定する制御部と

を備える制御装置。

【請求項 2】

前記制御部は、
基準信号に対する放電期間を設定することで前記バッテリーユニット毎の放電量を決定する請求項1に記載の制御装置。

【請求項 3】

所定のバッテリーユニットが放電処理を行う放電期間と、他のバッテリーユニットが放電処理を行う放電期間とが重複する請求項2に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記バッテリーの状況は、バッテリーの残容量、バッテリーの使用履歴およびバッテリーの温度の少なくとも一つである請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

【請求項 5】

状態の変化に応じて変動する第 1 の電圧が発電部から供給され、該第 1 の電圧に応じた第 2 の電圧を生成し、該第 2 の電圧をバッテリーユニットに対して出力し、

負荷が必要とする電力を分担して供給する複数の前記バッテリーユニットを判別する判別し、

前記複数のバッテリーユニットがそれぞれ有するバッテリーの状況に応じて優先順位を設定し、前記優先順位に従って個々の前記バッテリーユニットが負荷に対して電力を供給可能であるか否かを、当該バッテリーユニットから供給される電圧の変動が一定範囲であるか否かに基づいて判断し、前記負荷に対する電力を供給可能な前記バッテリーユニットが複数、存在する場合に、当該電力を供給可能な複数の前記バッテリーユニットの中で放電量を再設定する

10

制御装置における制御方法。

【請求項 6】

複数のバッテリーユニットと、

前記バッテリーユニットが着脱自在とされる制御装置とを備え、

前記制御装置は、

20

状態の変化に応じて変動する第 1 の電圧が発電部から供給され、該第 1 の電圧に応じた第 2 の電圧を生成し、該第 2 の電圧をバッテリーユニットに対して出力する電圧変換部と、

負荷が必要とする電力を分担して供給する複数の前記バッテリーユニットを判別する判別部と、

前記複数のバッテリーユニットがそれぞれ有するバッテリーの状況に応じて優先順位を設定し、前記優先順位に従って個々の前記バッテリーユニットが負荷に対して電力を供給可能であるか否かを、当該バッテリーユニットから供給される電圧の変動が一定範囲であるか否かに基づいて判断し、前記負荷に対する電力を供給可能な前記バッテリーユニットが複数、存在する場合に、当該電力を供給可能な複数の前記バッテリーユニットの中で放電量を再設定する制御部とを備える

30

制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、例えば、複数のバッテリーユニットからの放電を行う際に、バッテリーユニット毎の放電量を制御する制御装置、制御方法および制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、出力容量を向上させるために、複数の電源モジュールを並列接続し、各電源モジュールから電力を供給することが行われている。例えば、下記特許文献 1 には、複数の電源ユニットを並列接続し、複数の電源ユニットを順次、起動させる電源装置が記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 034047 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載の電源装置では、最終的に全ての電源ユニットが起動する。電源ユニ

50

ットを並列接続して動作させる際には、各電源ユニットの出力電圧を精度よく一致させる必要があるが、実際には完全に一致させることは困難である。このため、出力電圧が最も高い電源ユニットにおけるバッテリーのみが放電されることになり、特定のバッテリーのみが消耗してしまうという問題があった。さらに、電源ユニット毎の放電量を制御することができないという問題があった。

【 0 0 0 5 】

したがって、本開示の目的の一つは、複数のバッテリーユニットからの放電を行う際に、バッテリーユニット毎の放電量を制御する制御装置、制御方法および制御システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 0 6 】

上述した課題を解決するために、本開示は、例えば、

状態の変化に応じて変動する第1の電圧が発電部から供給され、該第1の電圧に応じた第2の電圧を生成し、該第2の電圧をバッテリーユニットに対して出力する電圧変換部と、負荷が必要とする電力を分担して供給する複数のバッテリーユニットを判別する判別部と

、
複数のバッテリーユニットがそれぞれ有するバッテリーの状況に応じて優先順位を設定し、優先順位に従って個々のバッテリーユニットが負荷に対して電力を供給可能であるか否かを、当該バッテリーユニットから供給される電圧の変動が一定範囲であるか否かに基づいて判断し、負荷に対する電力を供給可能なバッテリーユニットが複数、存在する場合に、当該電力を供給可能な複数のバッテリーユニットの中で放電量を再設定する制御部と
を備える制御装置である。

20

【 0 0 0 7 】

本開示は、例えば、

状態の変化に応じて変動する第1の電圧が発電部から供給され、該第1の電圧に応じた第2の電圧を生成し、該第2の電圧をバッテリーユニットに対して出力し、

負荷が必要とする電力を分担して供給する複数のバッテリーユニットを判別する判別し、
複数のバッテリーユニットがそれぞれ有するバッテリーの状況に応じて優先順位を設定し、優先順位に従って個々のバッテリーユニットが負荷に対して電力を供給可能であるか否かを、当該バッテリーユニットから供給される電圧の変動が一定範囲であるか否かに基づいて判断し、負荷に対する電力を供給可能なバッテリーユニットが複数、存在する場合に、当該電力を供給可能な複数のバッテリーユニットの中で放電量を再設定する

30

制御装置における制御方法である。

【 0 0 0 8 】

本開示は、例えば、

複数のバッテリーユニットと、
バッテリーユニットが着脱自在とされる制御装置と
を備え、

制御装置は、

状態の変化に応じて変動する第1の電圧が発電部から供給され、該第1の電圧に応じた第2の電圧を生成し、該第2の電圧をバッテリーユニットに対して出力する電圧変換部と、負荷が必要とする電力を分担して供給する複数のバッテリーユニットを判別する判別部と

40

、
複数のバッテリーユニットがそれぞれ有するバッテリーの状況に応じて優先順位を設定し、優先順位に従って個々のバッテリーユニットが負荷に対して電力を供給可能であるか否かを、当該バッテリーユニットから供給される電圧の変動が一定範囲であるか否かに基づいて判断し、負荷に対する電力を供給可能なバッテリーユニットが複数、存在する場合に、当該電力を供給可能な複数のバッテリーユニットの中で放電量を再設定する制御部とを備える

制御システムである。

【発明の効果】

50

【 0 0 0 9 】

少なくとも一つの実施形態によれば、複数のバッテリーユニットからの放電を行う際に、バッテリーユニット毎の放電量を制御できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】システムの構成例を示すブロック図である。

【図 2】コントロールユニットの構成例を示すブロック図である。

【図 3】コントロールユニットの電源系統の構成例を示すブロック図である。

【図 4】コントロールユニットにおける高圧入力電源回路の具体的な構成の一例を示す。

【図 5】バッテリーユニットの構成例を示すブロック図である。

10

【図 6】バッテリーユニットの電源系統の構成例を示すブロック図である。

【図 7】バッテリーユニットにおけるチャージャー回路の具体的な構成の一例を示す。

【図 8】A は、太陽電池の電圧 - 電流特性を示すグラフである。B は、ある曲線により太陽電池の電圧 - 電流特性が表される場合における、太陽電池の端子電圧と太陽電池の発電電力との関係を表したグラフ（P - V 曲線）である。

【図 9】A は、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線の変化に対する動作点の変化を説明するための図である。B は、コントロールユニットおよび複数のバッテリーユニットにより協調制御を行う制御システムの構成例を示すブロック図である。

【図 10】A は、太陽電池に対する照度が減少した場合における、協調制御を行ったときの動作点の変化を説明するための図である。B は、太陽電池からみた負荷が増加した場合における、協調制御を行ったときの動作点の変化を説明するための図である。

20

【図 11】太陽電池に対する照度と太陽電池からみた負荷との両方が変化した場合における、協調制御を行ったときの動作点の変化を説明するための図である。

【図 12】放電処理を分担するバッテリーユニットを判別する処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図 13】放電処理を分担するバッテリーユニットを判別する処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図 14】バッテリーユニットの放電量を決定する処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図 15】バッテリーユニット毎の放電期間の一例を説明するための図である。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、本開示の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、説明は、以下の順序で行う。

< 1 . 一実施形態 >

< 2 . 変形例 >

なお、以下に説明する実施形態および変形例は、本開示の好適な具体例であり、これらの実施形態および変形例に限定されないものとする。

【 0 0 1 2 】

< 1 . 一実施形態 >

40

「システムの構成」

図 1 は、本開示における制御システムの構成の一例を示す。制御システムは、1 または複数のコントロールユニット C U と、1 または複数のバッテリーユニット B U とから構成される。図 1 に例示する制御システム 1 は、1 のコントロールユニット C U と、3 個のバッテリーユニット B U a、B U b、B U c とから構成される。以下の説明において、個々のバッテリーユニットを区別する必要がないときは、バッテリーユニット B U と適宜称する。

【 0 0 1 3 】

制御システム 1 では、複数のバッテリーユニット B U を独立して制御することが可能とされている。さらに、複数のバッテリーユニット B U はそれぞれ独立して、制御システム 1 に接続できる。例えば、バッテリーユニット B U a およびバッテリーユニット B U b が制御シス

50

テム 1 に接続された状態で、新たにバッテリーユニット B U c を制御システム 1 に接続することができる。バッテリーユニット B U a ~ バッテリーユニット B U c が制御システム 1 に接続された状態で、バッテリーユニット B U b のみを制御システム 1 から離脱することができる。

【 0 0 1 4 】

コントロールユニット C U とそれぞれのバッテリーユニット B U とが、電力ラインによって接続されている。電力ラインは、例えば、コントロールユニット C U からバッテリーユニット B U に電力が伝送される電力ライン L 1 と、バッテリーユニット B U からコントロールユニット C U に電力が伝送される電力ライン L 2 とからなる。コントロールユニット C U とそれぞれのバッテリーユニット B U との間で、信号ライン S L を介した双方向の通信がなされる。通信は、例えば、S M B u s (System Management Bus) や U A R T (Universal asynchronous Receiver-Transmitter) などの仕様に準じた通信がなされる。

10

【 0 0 1 5 】

信号ライン S L は、1 または複数のラインによって構成され、用途に応じて、使用されるラインが定義されている。信号ライン S L は共通化されており、信号ライン S L に対して各バッテリーユニット B U が接続される。各バッテリーユニット B U は、信号ライン S L を介して伝送される制御信号のヘッダ部を分析して、自己に対する制御信号か否かを判別する。制御信号のレベル等を適宜、設定することで、バッテリーユニット B U に対するコマンドを伝送できる。バッテリーユニット B U からコントロールユニット C U に対する応答は他のバッテリーユニット B U にも伝送されるが、他のバッテリーユニット B U は、応答が伝送されることに応じた動作をすることはない。なお、この例では、電力の伝送および通信が有線により行われるものとして説明するが、無線によって行われるようにしてもよい。

20

【 0 0 1 6 】

「コントロールユニットの構成の概要」

コントロールユニット C U は、高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 を含む構成とされる。コントロールユニット C U は、1 または複数の第 1 の装置を有する。この例では、コントロールユニット C U は、2 個の第 1 の装置を有し、高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 がそれぞれ第 1 の装置に対応している。なお、高圧および低圧という表現を使用しているが、高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 に入力される電圧が同じ入力範囲でもかまわない。高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 が受け入れることができる電圧の入力範囲が重複しても一向に構わない。

30

【 0 0 1 7 】

高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 に、環境に応じて発電する発電部によって生成された電圧が供給される。例えば、発電部は、太陽光や風力によって発電する装置である。一方で、この発電部は、自然環境に応じて発電する装置に限られない。例えば、発電部が人力によって発電する装置として構成されてもよい。このように、発電エネルギーが環境や状況に応じて変動する発電装置を想定しているが、変動しない物も受け入れることが可能である。そのため、図示しているように、A C 電力の入力も行われるようになっている。なお、高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 には、同一の発電部または異なる発電部から電圧が供給される。そして、発電部によって生成される電圧が第 1 の電圧の一例とされる。

40

【 0 0 1 8 】

高圧入力電源回路 1 1 には、例えば、太陽光発電によって生成された 7 5 V (ボルト) ~ 1 0 0 V 程度の D C (Direct Current) 電圧 (V 1 0) が供給される。高圧入力電源回路 1 1 に、1 0 0 V ~ 2 5 0 V 程度の A C (Alternating Current) 電圧が供給されてもよい。高圧入力電源回路 1 1 は、太陽光発電から供給される電圧 V 1 0 の変動に応じて第 2 の電圧を生成する。例えば、電圧 V 1 0 が、高圧入力電源回路 1 1 によって降圧されることで第 2 の電圧が生成される。第 2 の電圧は、例えば、4 5 ~ 4 8 V の範囲内の D C 電圧である。

【 0 0 1 9 】

50

高圧入力電源回路 11 は、電圧 V_{10} が 75 V のときは、電圧 V_{10} を 45 V に変換する。電圧 V_{10} が 100 V のときは、電圧 V_{10} を 48 V に変換する。電圧 V_{10} が 75 V から 100 V の範囲を変化するのに応じて、高圧入力電源回路 11 は、45 V から 48 V の範囲で略リニアに変化させて、第 2 の電圧を生成する。高圧入力電源回路 11 は、生成した第 2 の電圧を出力する。なお、変化率をリニアにせず、各種フィードバック回路を用いて、その出力をそのまま利用するようにしてもよい。

【0020】

低圧入力電源回路 12 には、例えば、風力発電や人力によって生成された 10 V ~ 40 V 程度の範囲の DC 電圧 (V_{11}) が供給される。低圧入力電源回路 12 は、高圧入力電源回路 11 と同様に、電圧 V_{11} の変動に応じて第 2 の電圧を生成する。低圧入力電源回路 12 は、電圧 V_{11} が 10 V ~ 40 V の範囲を変化することによって、電圧 V_{11} を、例えば、45 V ~ 48 V の範囲の DC 電圧に昇圧する。昇圧された DC 電圧が低圧入力電源回路 12 から出力される。

10

【0021】

高圧入力電源回路 11 および低圧入力電源回路 12 からの出力電圧の両方もしくは一方が、バッテリーユニット BU に供給される。図では、バッテリーユニット BU に供給される DC 電圧が V_{12} として示されている。上述したように、電圧 V_{12} は、例えば、45 ~ 48 V の範囲の DC 電圧である。電圧 V_{12} によって、複数のバッテリーユニット BU のうち全部または一部が充電される。なお、放電しているバッテリーユニット BU に対しては、充電はなされない。

20

【0022】

コントロールユニット CU に対して、パーソナルコンピュータが接続可能とされてもよい。例えば、USB (Universal Serial Bus) によって、コントロールユニット CU とパーソナルコンピュータとが接続される。パーソナルコンピュータを使用して、コントロールユニット CU に対する制御がなされるようにしてもよい。

【0023】

「バッテリーユニットの構成の概要」

第 2 の装置の一例であるバッテリーユニットの構成の概要について説明する。以下、バッテリーユニット BU a を例にして説明するが、バッテリーユニット BU b およびバッテリーユニット BU c は、特に断わらない限り同一の構成とされる。

30

【0024】

バッテリーユニット BU a は、チャージャー（充電）回路 41 a と、ディスチャージャー（放電）回路 42 a と、バッテリー Ba とを含む構成とされる。他のバッテリーユニット BU も同様に、チャージャー（充電）回路と、ディスチャージャー（放電）回路と、バッテリーを含む構成とされている。以下の説明において、個々のバッテリーを区別する必要がないときは、バッテリー B と適宜称する。

【0025】

チャージャー回路 41 a は、コントロールユニット CU から供給される電圧 V_{12} をバッテリー Ba に適応した電圧に変換する。変換された電圧に基づいて、バッテリー Ba が充電される。なお、チャージャー回路 41 a は、電圧 V_{12} の変動に応じて、バッテリー Ba に対する充電レートを変化させる。

40

【0026】

バッテリー Ba から出力された電力がディスチャージャー回路 42 a に供給される。バッテリー Ba からは、例えば、12 ~ 55 V 程度の範囲の DC 電圧が出力される。ディスチャージャー回路 42 a によって、バッテリー Ba から供給された DC 電圧 が DC 電圧 V_{13} に変換される。電圧 V_{13} は、例えば、48 V の DC 電圧である。電圧 V_{13} が、電力ライン L₂ を介して、ディスチャージャー回路 42 a からコントロールユニット CU に対して出力される。なお、バッテリー Ba から出力された DC 電圧が、ディスチャージャー回路 42 a を介さずに、外部機器に対して直接、供給されるようにしてもよい。

【0027】

50

バッテリーBは、リチウムイオンバッテリー、オリビン型リン酸鉄リチウムイオンバッテリー、鉛バッテリーなどである。各バッテリーユニットBUのバッテリーBが異なるバッテリーでもよい。例えば、バッテリーユニットBUaのバッテリーBaおよびバッテリーユニットBUbのバッテリーBbは、リチウムイオンバッテリーで構成される。バッテリーユニットBUCのバッテリーBcは、鉛バッテリーで構成される。バッテリーBにおけるバッテリーセルの個数および接続態様は適宜、変更可能である。複数のバッテリーセルが直列または並列に接続されてもよい。複数のバッテリーセルが直列に接続されたものが並列に接続されるようにしてもよい。

【0028】

複数のバッテリーユニットが放電するときは、負荷が軽い場合には、出力電圧が最も高い電圧が電圧V13として電力ラインL2に供給される。負荷が重くなるにつれて、複数のバッテリーユニットからの出力が合成され、合成された出力が電力ラインL2に供給される。電力ラインL2を介して、電圧V13がコントロールユニットCUに供給される。電圧V13がコントロールユニットCUの出力ポートから出力される。コントロールユニットCUに対しては、複数のバッテリーユニットBUから分散して電力を供給することができる。このため、個々のバッテリーユニットBUの負担を軽減することが可能となる。

【0029】

例えば、以下のような使用形態が考えられる。バッテリーユニットBUaから出力される電圧V13がコントロールユニットCUを介して外部機器に供給される。バッテリーユニットBUbに対しては、コントロールユニットCUから電圧V12が供給され、バッテリーユニットBUbのバッテリーBbが充電される。バッテリーユニットBUCは、予備電源として使用される。例えば、バッテリーユニットBUaの残容量が低下した際に、使用するバッテリーユニットをバッテリーユニットBUaからバッテリーユニットBUCに切り換える。バッテリーユニットBUCから出力された電圧V13が外部機器に供給される。もちろん、上述した使用形態は一例であり、これに限定されることはない。

【0030】

「コントロールユニットの内部構成」

図2は、コントロールユニットCUの内部構成の一例を示す。上述したように、コントロールユニットCUは、高圧入力電源回路11および低圧入力電源回路12を含む構成とされる。高圧入力電源回路11は、AC入力をDC出力に変換するAC-DCコンバータ11aと、電圧V10を45V~48Vの範囲のDC電圧に降圧するDC-DCコンバータ11bとを含む構成とされる。AC-DCコンバータ11aおよびDC-DCコンバータ11bの方式については、公知のものを適用できる。なお、高圧入力電源回路11にDC電圧のみが供給されるときは、AC-DCコンバータ11aがなくてもよい。

【0031】

DC-DCコンバータ11bの入力段および出力段のそれぞれに、電圧センサと、電子スイッチと、電流センサとが接続されている。図2および後述する図5では、電圧センサを四角で、電子スイッチを丸で、電流センサを斜線が付された丸で、それぞれ簡略化して示している。DC-DCコンバータ11bの入力段には、電圧センサ11cと、電子スイッチ11dと、電流センサ11eとが接続されている。DC-DCコンバータ11bの出力段には、電流センサ11fと、電子スイッチ11gと、電圧センサ11hとが接続されている。各センサによって得られるセンサ情報が後述するCPU(Central Processing Unit)13に供給される。各電子スイッチのオン/オフがCPU13によって制御される。

【0032】

低圧入力電源回路12は、電圧V11を45V~48Vの範囲のDC電圧に昇圧するDC-DCコンバータ12aを含む構成とされる。低圧入力電源回路12の入力段および出力段のそれぞれに、電圧センサと、電子スイッチと、電流センサとが接続されている。DC-DCコンバータ12aの入力段には、電圧センサ12bと、電子スイッチ12cと、電流センサ12dとが接続されている。DC-DCコンバータ12aの出力段には、電流センサ12eと、電子スイッチ12fと、電圧センサ12gとが接続されている。各センサによって得られるセンサ情報が後述するCPU13に供給される。各スイッチのオン/

10

20

30

40

50

オフがCPU13によって制御される。

【0033】

なお、図において、センサから延びる矢印が、センサ情報がCPU13に供給されることを示している。電子スイッチに対する矢印は、電子スイッチに対してCPU13による制御がなされることを示している。

【0034】

高圧入力電源回路11の出力電圧がダイオードを介して出力される。低圧入力電源回路12の出力電圧がダイオードを介して出力される。高圧入力電源回路11の出力電圧および低圧入力電源回路12の出力電圧が合成され、合成された電圧V12が電力ラインL1を介してバッテリーユニットBUに出力される。バッテリーユニットBUから供給された電圧V13が、電力ラインL2を介してコントロールユニットCUに供給される。次に、コントロールユニットCUに供給された電圧V13が、電力ラインL3を介して外部機器に供給される。なお、図において、外部機器に供給される電圧を電圧V14として示している。

10

【0035】

電力ラインL3がバッテリーユニットBUと接続されてもよい。このような構成により、例えば、バッテリーユニットBUaから出力された電力が、電力ラインL2を介してコントロールユニットCUに供給される。供給された電力が電力ラインL3を介してバッテリーユニットBUbに供給され、バッテリーユニットBUbを充電することができる。なお、図示は省略しているが、電力ラインL2を介してコントロールユニットCUに供給された電力が、電力ラインL1に供給されるようにしてもよい。

20

【0036】

コントロールユニットCUは、CPU13を含む構成とされる。CPU13は、コントロールユニットCUの各部を制御する。例えば、高圧入力電源回路11および低圧入力電源回路12における電子スイッチをオン/オフする。さらに、CPU13は、各バッテリーユニットBUに制御信号を供給する。CPU13は、例えば、バッテリーユニットBUの電源をオンさせる制御信号や、充電または放電を指示する制御信号を、バッテリーユニットBUに供給する。CPU13は、バッテリーユニットBU毎に異なる内容の制御信号を出力することができる。

【0037】

30

CPU13は、バス14を介してメモリ15、D/A(Digital to Analog)変換部16、A/D(Analog to Digital)変換部17および温度センサ18と接続されている。バス14は、例えば、I²Cバスで構成される。メモリ15は、EEPROM(Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory)などの不揮発性メモリにより構成される。D/A変換部16は、各種の処理で使用されるデジタル信号をアナログ信号に変換する。

【0038】

CPU13には、電圧センサや電流センサにより測定されたセンサ情報が入力される。センサ情報は、A/D変換部17によってデジタル信号に変換された後に、CPU13に入力される。温度センサ18は、環境温度を測定する。例えば、コントロールユニットCU内部の温度や、コントロールユニットCUの周囲の温度を測定する。

40

【0039】

CPU13が通信機能を有していてもよい。例えば、CPU13とパーソナルコンピュータ(PC)19との間で通信のやり取りがなされてもよい。パーソナルコンピュータに限らず、インターネットなどのネットワークに接続された機器とCPU13との間で通信がなされるようにしてもよい。

【0040】

「コントロールユニットの電源系統」

図3は、コントロールユニットCUの、主に電源系統に関する構成の一例を示す。高圧入力電源回路11の出力段には、逆流防止用のダイオード20が接続されている。低圧入力電源回路12の出力段には、逆流防止用のダイオード21が接続されている。ダイオー

50

ド 20 およびダイオード 21 により、高圧入力電源回路 11 および低圧入力電源回路 12 が OR 接続される。高圧入力電源回路 11 および低圧入力電源回路 12 の出力が合成されてバッテリーユニット BU に供給される。実際には、高圧入力電源回路 11 および低圧入力電源回路 12 の出力のうち、電圧が高い一方の出力がバッテリーユニット BU に供給されるものの、負荷となるバッテリーユニット BU の電力消費量に応じて、両方から電力が供給される状況にもなる。

【0041】

コントロールユニット CU には、ユーザによって操作可能なメインスイッチ SW1 が設けられている。メインスイッチ SW1 がオンされることで CPU13 に電力が供給され、コントロールユニット CU が起動する。CPU13 に、例えば、コントロールユニット CU に内蔵されるバッテリー 22 から電力が供給される。バッテリー 22 は、リチウムイオンバッテリーなどの充電可能なバッテリーである。バッテリー 22 からの DC 電圧が DC - DC コンバータ 23 によって、CPU13 が動作する電圧に変換される。変換された電圧が CPU13 の電源電圧として供給される。このように、コントロールユニット CU の起動時には、バッテリー 22 が使用される。バッテリー 22 に対する制御は、例えば、CPU13 によってなされる。

10

【0042】

高圧入力電源回路 11 や低圧入力電源回路 12、あるいはバッテリーユニット BU から供給される電力によってバッテリー 22 を充電することができる。バッテリーユニット BU から供給された電力がチャージャー回路 24 に供給される。チャージャー回路 24 は、DC - DC コンバータを含む構成とされる。バッテリーユニット BU から供給された電圧 V13 がチャージャー回路 24 によって所定のレベルの DC 電圧に変換される。変換された DC 電圧がバッテリー 22 に供給される。供給された DC 電圧によってバッテリー 22 が充電される。

20

【0043】

なお、高圧入力電源回路 11 や低圧入力電源回路 12、あるいはバッテリーユニット BU から供給される電圧 V13 によって CPU13 が動作するようにしてもよい。バッテリーユニット BU から供給された電圧 V13 が DC - DC コンバータ 25 によって所定のレベルの電圧に変換される。変換された電圧が、電源電圧として CPU13 に供給され、CPU13 が動作する。

30

【0044】

コントロールユニット CU が起動した後に、V10 および V11 の少なくとも一方が入力されると電圧 V12 が生成される。電圧 V12 が、電力ライン L1 を介してバッテリーユニット BU に供給される。このとき、CPU13 は、信号ライン SL を使用してバッテリーユニット BU と通信を行う。この通信によって、CPU13 は、バッテリーユニット BU に対して起動および放電を指示する制御信号を出力する。そして、CPU13 は、スイッチ SW2 をオンする。スイッチ SW2 は、例えば、FET (Field Effect Transistor) から構成される。IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) によって構成されてもよい。スイッチ SW2 がオンされることで、バッテリーユニット BU からコントロールユニット CU に電圧 V13 が供給される。

40

【0045】

スイッチ SW2 の出力側には、逆流防止用のダイオード 26 が接続されている。ダイオード 26 を接続することにより、太陽電池や風力発電などから供給される不安定な電力が、外部機器に直接供給されることを防止できる。そして、外部機器には、バッテリーユニット BU から供給される安定した電力を供給できる。もちろん、安全のために、バッテリーユニット BU の最終段にもダイオードを設けてもよい。

【0046】

バッテリーユニット BU から供給された電力を外部機器に供給するときは、CPU13 は、スイッチ SW3 をオンする。スイッチ SW3 がオンされることで、電圧 V13 に基づく電圧 V14 が、電力ライン L3 を介して外部機器に供給される。なお、電圧 V14 が他の

50

バッテリーユニットＢＵに供給され、他のバッテリーユニットＢＵのバッテリーＢが電圧Ｖ１４によって充電されてもよい。

【００４７】

ＣＰＵ１３は、電圧Ｖ１３または電圧Ｖ１４の電圧を取得する機能を有する。例えば、電力ラインＬ２または電力ラインＬ３に検出抵抗が接続され、検出抵抗の両端の電圧を測定することで、ＣＰＵ１３は、電圧Ｖ１３または電圧Ｖ１４の電圧値を取得する。そして、ＣＰＵ１３は、コントロールユニットＣＵに所定のバッテリーユニットおよび所定の負荷が接続された際の電圧変動を監視する。

【００４８】

「高圧入力電源回路の構成例」

図４は、高圧入力電源回路の具体的な構成の一例を示す。図４に示すように、高圧入力電源回路１１は、ＤＣ－ＤＣコンバータ１１ｂと、後述するフィードフォワード制御系とを備えている。図４では、電圧センサ１１ｃ、電子スイッチ１１ｄ、電流センサ１１ｅ、電流センサ１１ｆ、電子スイッチ１１ｇおよび電圧センサ１１ｈならびにダイオード２０などの図示を省略している。

【００４９】

低圧入力電源回路１２は、ＤＣ－ＤＣコンバータ１２ａが昇圧型のＤＣ－ＤＣコンバータとされること以外は、高圧入力電源回路１１の構成とほぼ同様の構成を備えているため、図示および説明を省略する。

【００５０】

ＤＣ－ＤＣコンバータ１１ｂは、例えば、スイッチング素子などを含む一次側回路３２と、トランス３３と、整流素子などを含む二次側回路３４とから構成される。図４に例示するＤＣ－ＤＣコンバータ１１ｂは、電流共振型のコンバータ（ＬＬＣ共振コンバータ）である。

【００５１】

フィードフォワード制御系は、オペアンプ３５、トランジスタ３６、抵抗Ｒｃ１、Ｒｃ２およびＲｃ３を含み、フィードフォワード制御系の出力は、例えば、ＤＣ－ＤＣコンバータ１１ｂの一次側回路３２のドライバに備えられた制御用端子に入力される。ＤＣ－ＤＣコンバータ１１ｂは、制御用端子に対する入力電圧が一定となるように、高圧入力電源回路１１からの出力電圧を調整する。

【００５２】

高圧入力電源回路１１がフィードフォワード制御系を備えることにより、高圧入力電源回路１１からの出力電圧の値が、あらかじめ設定された範囲内の電圧値となるように調整される。したがって、高圧入力電源回路１１を備えるコントロールユニットＣＵは、例えば、太陽電池などからの入力電圧の変化に応じて出力電圧を変化させる電圧変換装置の機能を有している。

【００５３】

図４に示すように、高圧入力電源回路１１からは、コンデンサ３１を含むＡＣ－ＤＣコンバータ１１ａ、一次側回路３２、トランス３３、二次側回路３４を介して出力電圧が取り出される。ＡＣ－ＤＣコンバータ１１ａは、コントロールユニットＣＵの外部からの入力

。

【００５４】

コントロールユニットＣＵからの出力は、電力ラインＬ１により、バッテリーユニットＢＵに送出される。例えば、個々のバッテリーユニットＢＵａ、ＢＵｂ、ＢＵｃ、・・・は、逆流防止用のダイオードＤ１、Ｄ２、Ｄ３、・・・を介して、出力端子Ｔｅ１、Ｔｅ２、Ｔｅ３、・・・にそれぞれ接続される。

【００５５】

以下、高圧入力電源回路１１に備えられたフィードフォワード制御系について説明する。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

オペアンプ 3 5 の非反転入力端子に対しては、高圧入力電源回路 1 1 への入力電圧を $k c$ 倍 ($k c$: 数十 ~ 百分の一程度) した電圧が入力される。一方、オペアンプ 3 5 の反転入力端子 $c 1$ に対しては、あらかじめ定められた一定の電圧 $V t_0$ を $k c$ 倍した電圧が入力されている。オペアンプ 3 5 の反転入力端子 $c 1$ に対する入力電圧 ($k c \times V t_0$) は、例えば、D / A 変換部 1 6 から印加される。電圧 $V t_0$ の値は、例えば、D / A 変換部 1 6 の内蔵メモリに保持され、必要に応じて、電圧 $V t_0$ の値を変更することが可能とされている。電圧 $V t_0$ の値が、バス 1 4 を介して C P U 1 3 に接続されたメモリ 1 5 に保持され、これを D / A 変換部 1 6 に転送するようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

10

オペアンプ 3 5 の出力端子はトランジスタ 3 6 のベースに接続されており、トランジスタ 3 6 により、オペアンプ 3 5 の非反転入力端子に対する入力電圧と反転入力端子に対する入力電圧との差に応じた電圧 - 電流変換が行われる。

【 0 0 5 8 】

トランジスタ 3 6 のエミッタに接続された抵抗 $R c 2$ の抵抗値は、抵抗 $R c 2$ と並列に接続される抵抗 $R c 1$ の抵抗値に対して大とされている。

【 0 0 5 9 】

例えば、高圧入力電源回路 1 1 に対する入力電圧が、あらかじめ定められた一定の電圧 $V t_0$ よりも十分に高い電圧であったとする。このとき、トランジスタ 3 6 はオンであり、抵抗 $R c 1$ および抵抗 $R c 2$ の合成抵抗の値が抵抗 $R c 1$ の抵抗値より小となるため、図 4 に示す f 点の電位はグラウンド電位に近づく。

20

【 0 0 6 0 】

すると、フォトカプラ 3 7 を介して接続された、一次側回路 3 2 のドライバに備えられた制御用端子に対する入力電圧が低下する。制御用端子に対する入力電圧の低下を検出した D C - D C コンバータ 1 1 b は、制御用端子に対する入力電圧が一定となるように、高圧入力電源回路 1 1 からの出力電圧を引き上げる。

【 0 0 6 1 】

逆に、例えば、コントロールユニット C U に接続された太陽電池の端子電圧が低下し、高圧入力電源回路 1 1 に対する入力電圧が、あらかじめ定められた一定の電圧 $V t_0$ に近づいたとする。

30

【 0 0 6 2 】

高圧入力電源回路 1 1 に対する入力電圧が下がってくると、トランジスタ 3 6 の状態が、オンからオフの状態に近づく。トランジスタ 3 6 の状態がオンからオフの状態に近づくに伴い、抵抗 $R c 1$ および抵抗 $R c 2$ には電流が流れにくくなり、図 4 に示す f 点の電位が上昇する。

【 0 0 6 3 】

すると、一次側回路 3 2 のドライバに備えられた制御用端子に対する入力電圧が一定に保たれなくなるため、D C - D C コンバータ 1 1 b は、制御用端子に対する入力電圧が一定となるように、高圧入力電源回路 1 1 からの出力電圧を引き下げる。

【 0 0 6 4 】

40

すなわち、高圧入力電源回路 1 1 は、入力電圧があらかじめ定められた一定の電圧 $V t_0$ よりも十分に高い電圧である場合には、出力電圧を引き上げる。また、高圧入力電源回路 1 1 は、太陽電池の端子電圧が低下して、入力電圧があらかじめ定められた一定の電圧 $V t_0$ に近づくと、出力電圧を引き下げる。このように、高圧入力電源回路 1 1 を備えるコントロールユニット C U は、入力電圧の大きさに応じて出力電圧を動的に変化させる。

【 0 0 6 5 】

さらに、以下に説明するように、高圧入力電源回路 1 1 は、コントロールユニット C U の出力側で必要とされる電圧の変化に対しても出力電圧を動的に変化させる。

【 0 0 6 6 】

例えば、太陽電池の発電中に、コントロールユニット C U に対して電氣的に接続される

50

バッテリーユニットＢＵの数が増加したとする。すなわち、太陽電池の発電中において、太陽電池からみた負荷が増加したとする。

【００６７】

この場合、コントロールユニットＣＵに対して新たにバッテリーユニットＢＵが電氣的に接続されることにより、コントロールユニットＣＵに接続されている太陽電池の端子電圧が下がることになる。すると、高圧入力電源回路１１に対する入力電圧が低下するに伴い、トランジスタ３６の状態が、オンからオフの状態に近づくこととなり、高圧入力電源回路１１からの出力電圧が引き下げられる。

【００６８】

一方、例えば、太陽電池の発電中に、コントロールユニットＣＵに対して電氣的に接続されたバッテリーユニットＢＵの数が増加したとすると、太陽電池からみた負荷が増加するため、コントロールユニットＣＵに接続された太陽電池の端子電圧が上昇する。高圧入力電源回路１１に対する入力電圧が、あらかじめ定められた一定の電圧 V_{t0} よりも十分に高い電圧になると、一次側回路３２のドライバに備えられた制御用端子に対する入力電圧が低下し、高圧入力電源回路１１からの出力電圧が引き上げられる。

【００６９】

なお、抵抗 R_{c1} 、 R_{c2} および R_{c3} の抵抗値は、高圧入力電源回路１１からの出力電圧の値があらかじめ設定された範囲内の電圧値となるように適宜選択される。すなわち、抵抗 R_{c1} および R_{c2} の抵抗値により、高圧入力電源回路１１からの出力電圧の上限がきめられる。トランジスタ３６は、高圧入力電源回路１１に対する入力電圧が所定の値を超えているときに、高圧入力電源回路１１からの出力電圧の値が、あらかじめ設定された上限の電圧値を超えないようにするために配置されている。

【００７０】

一方、高圧入力電源回路１１からの出力電圧の下限は、後述するように、チャージャー回路４１ａにおけるフィードフォワード制御系のオペアンプの反転入力端子に対する入力電圧によってきめられる。

【００７１】

「バッテリーユニットの内部構成」

図５は、バッテリーユニットＢＵの内部構成の一例を示す。ここでは、バッテリーユニットＢＵａを例にして説明する。特に断らない限り、バッテリーユニットＢＵｂおよびバッテリーユニットＢＵｃは、バッテリーユニットＢＵａと同様の構成とされる。

【００７２】

バッテリーユニットＢＵａは、チャージャー回路４１ａと、ディスチャージャー回路４２ａと、バッテリーＢａを含む構成とされる。コントロールユニットＣＵからチャージャー回路４１ａに対して、電圧 V_{12} が供給される。バッテリーユニットＢＵａからの出力である電圧 V_{13} が、ディスチャージャー回路４２ａを介してコントロールユニットＣＵに供給される。ディスチャージャー回路４２ａから外部機器に対して、直接、電圧 V_{13} が供給されるようにしてもよい。

【００７３】

チャージャー回路４１ａは、ＤＣ－ＤＣコンバータ４３ａを備える。チャージャー回路４１ａに入力される電圧 V_{12} が、ＤＣ－ＤＣコンバータ４３ａによって所定電圧に変換される。変換された所定電圧がバッテリーＢａに供給され、バッテリーＢａが充電される。所定電圧は、バッテリーＢａの種類等によって異なる。ＤＣ－ＤＣコンバータ４３ａの入力段には、電圧センサ４３ｂと、電子スイッチ４３ｃと、電流センサ４３ｄとが接続されている。ＤＣ－ＤＣコンバータ４３ａの出力段には、電流センサ４３ｅと、電子スイッチ４３ｆと、電圧センサ４３ｇとが接続されている。

【００７４】

ディスチャージャー回路４２ａは、ＤＣ－ＤＣコンバータ４４ａを備える。バッテリーＢａからディスチャージャー回路４２ａに供給されるＤＣ電圧が、ＤＣ－ＤＣコンバータ４４ａによって電圧 V_{13} に変換される。変換された電圧 V_{13} がディスチャージャー回路

4 2 a から出力される。D C - D C コンバータ 4 4 a の入力段には、電圧センサ 4 4 b と、電子スイッチ 4 4 c と、電流センサ 4 4 d とが接続されている。D C - D C コンバータ 4 4 a の出力段には、電流センサ 4 4 e と、電子スイッチ 4 4 f と、電圧センサ 4 4 g とが接続されている。

【 0 0 7 5 】

バッテリーユニット B U a は、C P U 4 5 を備える。C P U 4 5 は、バッテリーユニット B U の各部を制御する。例えば、電子スイッチのオン / オフを制御する。過充電防止機能や過電流防止機能などの、バッテリー B の安全を確保する処理を C P U 4 5 が行うようにしてもよい。C P U 4 5 は、バス 4 6 に接続されている。バス 4 6 は、例えば、I²C バスである。

10

【 0 0 7 6 】

バス 4 6 には、メモリ 4 7 と、A / D 変換部 4 8 と、温度センサ 4 9 とが接続されている。メモリ 4 7 は、例えば、E E P R O M などの書き換え可能な不揮発性メモリである。A / D 変換部 4 8 は、例えば、電圧センサや電流センサによって得られるアナログのセンサ情報をデジタル情報に変換する。A / D 変換部 4 8 によってデジタル信号へと変換されたセンサ情報が C P U 4 5 に供給される。温度センサ 4 9 は、バッテリーユニット B U 内の所定箇所の温度を測定する。温度センサ 4 9 は、例えば、C P U 4 5 が実装される基板の周囲の温度と、チャージャー回路 4 1 a およびディスチャージャー回路 4 2 a の温度と、バッテリー B a の温度とを測定する。

【 0 0 7 7 】

20

「バッテリーユニットの電源系統」

図 6 は、バッテリーユニット B U a の、主に電源系統に関する構成の一例を示す。バッテリーユニット B U a には、メインスイッチは設けられていない。バッテリー B a と C P U 4 5 との間には、スイッチ S W 5 および D C - D C コンバータ 3 9 が接続されている。バッテリー B a とディスチャージャー回路 4 2 a との間には、スイッチ S W 6 が接続されている。チャージャー回路 4 1 a の入力段には、スイッチ S W 7 が接続されている。ディスチャージャー回路 4 2 a の出力段には、スイッチ S W 8 が接続されている。それぞれのスイッチ S W は、例えば、F E T により構成される。

【 0 0 7 8 】

バッテリーユニット B U a は、例えば、コントロールユニット C U からの制御信号によって起動される。コントロールユニット C U から、所定の信号ラインを介して、例えば、ハイレベルの制御信号が常に供給されている。このため、バッテリーユニット B U a のポートを所定の信号ラインに接続するだけでハイレベルの制御信号がスイッチ S W 5 に供給され、スイッチ S W 5 がオンされる。スイッチ S W 5 がオンすることで、バッテリーユニット B U a が起動する。スイッチ S W 5 がオンすることで、バッテリー B a からの D C 電圧が D C - D C コンバータ 3 9 に供給される。D C - D C コンバータ 3 9 によって、C P U 4 5 を動作させる電源電圧が生成される。生成された電源電圧が C P U 4 5 に供給され、C P U 4 5 が動作する。

30

【 0 0 7 9 】

C P U 4 5 は、コントロールユニット C U の指示に応じた制御を実行する。コントロールユニット C U から C P U 4 5 に対して、例えば、充電指示の制御信号が供給される。充電指示に応じて、C P U 4 5 は、スイッチ S W 6 およびスイッチ S W 8 をオフした後にスイッチ S W 7 をオンする。スイッチ S W 7 がオンされることで、コントロールユニット C U から供給される電圧 V 1 2 が、チャージャー回路 4 1 a に供給される。チャージャー回路 4 1 a によって電圧 V 1 2 が所定電圧に変換され、変換された所定電圧によってバッテリー B a が充電される。なお、バッテリー B に対する充電方法は、バッテリー B の種類に応じて適宜変更することができる。

40

【 0 0 8 0 】

コントロールユニット C U から C P U 4 5 に対して、例えば、放電指示の制御信号が供給される。放電指示に応じて、C P U 4 5 は、スイッチ S W 7 をオフし、スイッチ S W 6

50

およびスイッチSW8をオンする。例えば、スイッチSW6をオンしてから、一定時間後にスイッチSW8をオンする。スイッチSW6がオンされることで、バッテリーBaからのDC電圧がディスチャージャー回路42aに供給される。ディスチャージャー回路42aによって、バッテリーBaからのDC電圧が電圧V13に変換される。変換された電圧V13が、スイッチSW8を介してコントロールユニットCUに供給される。なお、本例では省略しているが、他のバッテリーユニットBUからの出力と衝突しないようにするため、スイッチSW8の後段にダイオードを追加するようにしてもよい。

【0081】

なお、コントロールユニットCUから各バッテリーユニットBUに対して、予め充電または放電するタイミングが指示されていれば、バッテリーユニットBUのCPU45は、指示されたタイミングに応じて充電または放電の動作を行うことができる。

10

【0082】

なお、CPU45の制御によって、ディスチャージャー回路42aのオン/オフを切り換えることができる(図中のCPU45からディスチャージャー回路42aに出ているON/OFF信号線)。例えば、スイッチSW6の出力側に、図示しないスイッチSW(説明の便宜を考慮して、スイッチSW10と称する)が設けられている。スイッチSW10は、ディスチャージャー回路42aを経由する第1の経路と、ディスチャージャー回路42aを経由しない第2の経路とを切り換えるスイッチである。

【0083】

ディスチャージャー回路42aをオンするときは、CPU45は、スイッチSW10を第1の経路に接続する。これにより、スイッチSW6からの出力がディスチャージャー回路42aを介してスイッチSW8に供給される。ディスチャージャー回路42aをオフするときは、CPU45は、スイッチSW10を第2の経路に接続する。これにより、スイッチSW6からの出力がディスチャージャー回路42aを介さずに直接、スイッチSW8に供給される。

20

【0084】

「チャージャー回路の構成例」

図7は、バッテリーユニットにおけるチャージャー回路の具体的な構成の一例を示す。図7に示すように、チャージャー回路41aは、DC-DCコンバータ43aと、後述するフィードフォワード制御系およびフィードバック制御系とを備えている。なお、図7では、電圧センサ43b、電子スイッチ43c、電流センサ43d、電流センサ43e、電子スイッチ43f、電圧センサ43gならびにスイッチSW7などの図示を省略している。

30

【0085】

各バッテリーユニットBUにおけるチャージャー回路も、図7に示すチャージャー回路41aの構成とほぼ同様の構成を備えている。

【0086】

DC-DCコンバータ43aは、例えば、トランジスタ51、コイル52、制御用IC(Integrated Circuit)53などから構成される。トランジスタ51は、制御用IC53により制御される。

【0087】

フィードフォワード制御系は、高圧入力電源回路11と同様に、オペアンプ55、トランジスタ56、抵抗Rb1、Rb2およびRb3を含む。フィードフォワード制御系の出力は、例えば、DC-DCコンバータ43aの制御用IC53に備えられた制御用端子に入力される。DC-DCコンバータ43a中の制御用IC53は、制御用端子に対する入力電圧が一定となるように、チャージャー回路41aからの出力電圧を調整する。

40

【0088】

すなわち、チャージャー回路41aに備えられたフィードフォワード制御系は、高圧入力電源回路11に備えられたフィードフォワード制御系と同様に作用する。

【0089】

チャージャー回路41aがフィードフォワード制御系を備えることにより、チャージャ

50

一回路 4 1 a からの出力電圧の値が、あらかじめ設定された範囲内の電圧値となるように調整される。チャージャー回路からの出力電圧の値が、あらかじめ設定された範囲内の電圧値に調整されることにより、コントロールユニット C U に電氣的に接続された各バッテリー B に対する充電電流が、高圧入力電源回路 1 1 からの入力電圧の変化に応じて調整される。したがって、チャージャー回路を備えるバッテリーユニット B U は、各バッテリー B に対する充電レートを変化させる充電装置の機能を有している。

【 0 0 9 0 】

コントロールユニット C U に電氣的に接続された各バッテリー B に対する充電レートが変化させられることにより、各バッテリーユニット B U のチャージャー回路に対する入力電圧の値（高圧入力電源回路 1 1 または低圧入力電源回路 1 2 からの出力電圧の値といってもよい。）が、あらかじめ設定された範囲内の電圧値となるように調整される。

10

【 0 0 9 1 】

チャージャー回路 4 1 a への入力、例えば、上述したコントロールユニット C U の高圧入力電源回路 1 1 または低圧入力電源回路 1 2 からの出力である。したがって、例えば、図 4 に示す端子 T e 1、T e 2、T e 3、・・・のいずれかと、チャージャー回路 4 1 a の入力端子とが接続されている。

【 0 0 9 2 】

図 7 に示すように、チャージャー回路 4 1 a からは、D C - D C コンバータ 4 3 a、電流センサ 5 4、フィルタ 5 5 を介して出力電圧が取り出される。チャージャー回路 4 1 a の端子 T b 1 には、バッテリー B a が接続される。すなわち、チャージャー回路 4 1 a からの出力は、バッテリー B a に対する入力となる。

20

【 0 0 9 3 】

後述するように、各チャージャー回路からの出力電圧の値は、各チャージャー回路に接続されるバッテリーの種類に応じて、あらかじめ設定された範囲内の電圧値となるように調整されている。各チャージャー回路からの出力電圧の範囲は、抵抗 R b 1、R b 2 および R b 3 の抵抗値が適宜選択されることにより調整される。

【 0 0 9 4 】

このように、各チャージャー回路からの出力電圧の範囲が、チャージャー回路に接続されるバッテリーの種類に応じて個別にきめられるため、バッテリーユニット B U に備えられるバッテリー B の種類は特に限定されない。各チャージャー回路内の抵抗 R b 1、R b 2 および R b 3 の抵抗値を、接続されるバッテリー B の種類に応じて適宜選択すればよいからである。

30

【 0 0 9 5 】

なお、図 7 ではフィードフォワード制御系の出力が制御用 I C 5 3 の制御用端子に入力される構成を例示したが、バッテリーユニット B U の C P U 4 5 が、制御用 I C 5 3 の制御用端子に入力を与えるようにしてもよい。例えば、バッテリーユニット B U の C P U 4 5 が、信号ライン S L を介してバッテリーユニット B U に対する入力電圧に関する情報をコントロールユニット C U の C P U 1 3 から取得するようにしてもよい。コントロールユニット C U の C P U 1 3 は、電圧センサ 1 1 h や電圧センサ 1 2 g などの測定結果から、バッテリーユニット B U に対する入力電圧に関する情報を取得することが可能である。

40

【 0 0 9 6 】

以下、チャージャー回路 4 1 a に備えられたフィードフォワード制御系について説明する。

【 0 0 9 7 】

オペアンプ 5 5 の非反転入力端子に対する入力は、チャージャー回路 4 1 a への入力電圧を $k b$ 倍（ $k b$ ：数十～百分の一程度）した電圧とされる。一方、オペアンプ 5 5 の反転入力端子 b 1 に対する入力は、高圧入力電源回路 1 1 または低圧入力電源回路 1 2 からの出力電圧の下限として設定しようとする電圧 $V b$ を $k b$ 倍した電圧である。オペアンプ 5 5 の反転入力端子 b 1 に対する入力電圧（ $k b \times V b$ ）は、例えば、C P U 4 5 から印加される。

50

【0098】

したがって、チャージャー回路41aに備えられたフィードフォワード制御系は、チャージャー回路41aに対する入力電圧が、あらかじめ定められた一定の電圧 V_b よりも十分に高い電圧である場合に、チャージャー回路41aからの出力電圧を引き上げる。また、チャージャー回路41aに対する入力電圧が、あらかじめ定められた一定の電圧 V_b に近づくと、フィードフォワード制御系は、チャージャー回路41aからの出力電圧を引き下げる。

【0099】

トランジスタ56は、図4に示すトランジスタ36と同様に、チャージャー回路41aに対する入力電圧が所定の値を超えているときに、チャージャー回路41aからの出力電圧の値が、あらかじめ設定された上限を超えないようにするために配置されている。なお、チャージャー回路41aからの出力電圧の値の範囲は、抵抗 R_{b1} 、 R_{b2} および R_{b3} の抵抗値の組み合わせによってきまる。そのため、抵抗 R_{b1} 、 R_{b2} および R_{b3} の抵抗値は、各チャージャー回路に接続されるバッテリーBの種類に応じて調整される。

【0100】

また、チャージャー回路41aは、上述したように、フィードバック制御系をも備えている。フィードバック制御系は、例えば、電流センサ54、オペアンプ57およびトランジスタ58などから構成される。

【0101】

バッテリーBaに供給される電流量があらかじめ設定された規定値を超えると、フィードバック制御系により、チャージャー回路41aからの出力電圧が引き下げられ、バッテリーBaに供給される電流量が制限される。フィードバック制御系による、バッテリーBaに供給される電流量の制限の程度は、各チャージャー回路に接続されるバッテリーBの定格にあわせてきめられる。

【0102】

フィードフォワード制御系またはフィードバック制御系により、チャージャー回路41aからの出力電圧が引き下げられると、バッテリーBaに供給される電流量が制限されることになる。バッテリーBaに供給される電流量が制限されると、結果として、チャージャー回路41aに接続されたバッテリーBaに対する充電が減速される。

【0103】

次に、本開示の実施形態において実行されてもよい協調制御を説明する前に、MPPT制御と、電圧追従法による制御とを例にとり、それぞれの制御方式について説明する。

【0104】

「MPPT制御」

まず、以下に、MPPT制御の概略について説明を行う。

【0105】

図8Aは、太陽電池の電圧 - 電流特性を示すグラフである。図8A中、縦軸は、太陽電池の端子電流を表し、横軸は、太陽電池の端子電圧を表している。図8A中、 I_{sc} は、光照射時において、太陽電池の端子間を短絡したときの出力電流を表し、 V_{oc} は、光照射時において、太陽電池の端子間を開放したときの出力電圧を表している。 I_{sc} および V_{oc} は、それぞれ短絡電流および開放電圧と呼ばれる。

【0106】

図8Aに示すように、光照射時において、太陽電池の端子電流は、太陽電池の端子間を短絡したときが最大であり、このとき、太陽電池の端子電圧はほぼ0Vである。一方、光照射時において、太陽電池の端子電圧は、太陽電池の端子間を開放したときが最大であり、このとき、太陽電池の端子電流はほぼ0Aである。

【0107】

いま、太陽電池の電圧 - 電流特性を示すグラフが、図8Aに示す曲線C1で表されるとする。ここで、太陽電池に対して負荷を接続したとすると、接続される負荷の必要としている消費電力により、太陽電池から取りだされる電圧と電流がきまる。このときの太陽電

10

20

30

40

50

池の端子電圧および端子電流の組により表される、曲線 C 1 上の点を、太陽電池の動作点という。なお、図 8 A は、動作点の位置を模式的に示したものであり、実際の動作点の位置を示すものではない。本開示の他の図における動作点に関しても、同様とする。

【0108】

太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線上において動作点を変化させると、端子電圧と端子電流との積、すなわち発電電力が最大となる端子電圧 V_a および端子電流 I_a の組が見つかる。太陽電池により得られる電力が最大となる端子電圧 V_a および端子電流 I_a の組により表される点は、太陽電池の最適動作点と呼ばれる。

【0109】

太陽電池の電圧 - 電流特性を示すグラフが図 8 A に示す曲線 C 1 で表されるとき、太陽電池から得られる最大の電力は、最適動作点を与える V_a と I_a との積により求められる。すなわち、太陽電池の電圧 - 電流特性を示すグラフが図 8 A に示す曲線 C 1 で表されるとき、太陽電池から得られる最大の電力は、図 8 A において網掛けで示された領域の面積 ($V_a \times I_a$) により表される。なお、($V_a \times I_a$) を ($V_{oc} \times I_{sc}$) で割った量がフィルクタである。

【0110】

最適動作点は、太陽電池に接続される負荷の必要としている電力により変化し、最適動作点を表す点 P_A は、太陽電池に接続される負荷の必要としている電力の変化にしたがって曲線 C 1 上を動く。負荷の必要としている電力量が少ない場合、負荷への電流の供給は、最適動作点における端子電流よりも少ない電流で事足りる。そのため、このときの太陽電池の端子電圧の値は、最適動作点における電圧値よりも高い値になる。一方、負荷の必要としている電力量が、最適動作点で供給できる電力量よりも大きい場合には、この時点の照度で提供できる電力を超えているため、太陽電池の端子電圧が 0 まで低下していくものと考えられる。

【0111】

図 8 A に示す曲線 C 2 および C 3 は、例えば、太陽電池に対する照度が変化した場合における、太陽電池の電圧 - 電流特性を示している。例えば、図 8 A に示す曲線 C 2 は、太陽電池に対する照度が増加した場合における電圧 - 電流特性に対応し、図 8 A に示す曲線 C 3 は、太陽電池に対する照度が減少した場合における電圧 - 電流特性に対応する。

【0112】

例えば、太陽電池に対する照度が増加し、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が、曲線 C 1 から曲線 C 2 に変化したとすると、最適動作点も太陽電池に対する照度の増加に伴って変化する。なお、このとき、最適動作点は、曲線 C 1 上の点から曲線 C 2 上の点にうつる。

【0113】

M P P T 制御とは、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線の変化に対して最適動作点を求め、太陽電池から得られる電力が最大となるように、太陽電池の端子電圧（または端子電流）を制御することにほかならない。

【0114】

図 8 B は、ある曲線により太陽電池の電圧 - 電流特性が表される場合における、太陽電池の端子電圧と太陽電池の発電電力との関係を表したグラフ（P - V 曲線）である。

【0115】

図 8 B に示すように、最大動作点を与える端子電圧において、太陽電池の発電電力が最大値 P_{max} をとるものとする、最大動作点を与える端子電圧は、山登り法と呼ばれる手法により求めることができる。以下に説明する一連の手順は、一般的には、太陽電池と、電力系統との間に接続されるパワーコンディショナー（power conditioner）の C P U などにより実行される。

【0116】

例えば、まず、太陽電池から入力される電圧の初期値を V_0 として、このときの発電電力 P_0 が計算される。次に、 $V_1 = V_0 +$ （ここでは > 0 とする。）として、太陽電池

から入力される電圧が だけ増加させられる。次に、太陽電池から入力される電圧を V_1 として、このときの発電電力 P_1 が計算される。次に、得られた P_0 と P_1 とが比較され、 $P_1 > P_0$ である場合には、 $V_2 = V_1 +$ として、太陽電池から入力される電圧が だけ増加させられる。次に、太陽電池から入力される電圧を V_2 として、このときの発電電力 P_2 が計算される。次に、得られた P_1 と P_2 とが比較され、 $P_2 > P_1$ である場合には、 $V_3 = V_2 +$ として、太陽電池から入力される電圧が だけ増加させられる。次に、太陽電池から入力される電圧を V_3 として、このときの発電電力 P_3 が計算される。

【0117】

ここで、 $P_3 < P_2$ であったとすると、最大動作点を与える端子電圧は、 V_2 と V_3 との間にある。このように、 の大きさを調節することにより、任意の精度で最大動作点を与える端子電圧を求めることができる。上述した手順に、二分法 (bisection method algorithm) を適用してもよい。なお、太陽電池の光照射面に部分的に影ができたときなど、 $P-V$ 曲線が2以上のピークを有していると単純な山登り法では対応できないため、制御プログラムに工夫が必要である。

10

【0118】

M P P T 制御によれば、太陽電池からみた負荷が常に最適になるように端子電圧が調整されるため、それぞれの気象条件下で、太陽電池から最大の電力を取り出すことができる。その一方で、最大動作点を与える端子電圧の計算にアナログ/デジタル変換 (A/D 変換) が必要とされるほか、計算に乗算が含まれるために、制御に時間を要してしまう。そのため、M P P T 制御では、空が急に曇りだして太陽電池に対する照度が急激に変化したときなど、太陽電池に対する照度の急激な変化に対応できないときがある。

20

【0119】

「電圧追従法による制御」

ここで、図8Aに示す曲線 $C_1 \sim C_3$ を比較すると、太陽電池に対する照度の変化 (電圧 - 電流特性を表す曲線の変化といってもよい。) に対して、開放電圧 V_{oc} の変化は、短絡電流 I_{sc} の変化と比較して小さい。また、いずれの太陽電池もよく似た電圧 - 電流特性を示し、最大動作点を与える端子電圧は、結晶シリコン太陽電池の場合、開放電圧のおよそ80%の付近にあることが知られている。したがって、太陽電池の端子電圧として適当な電圧値を設定し、太陽電池の端子電圧が、その設定された電圧値となるようにコンバータの出力電流を調整すれば、太陽電池から効率よく電力を取り出せると予想される。このような電流制限による制御は、電圧追従法と呼ばれる。

30

【0120】

以下に、電圧追従法による制御の概略を説明する。前提として、太陽電池とパワーコンディショナーとの間にスイッチング素子が配置され、太陽電池とスイッチング素子との間に電圧測定手段が配置されているものとする。また、太陽電池は、光照射がされた状態にあるものとする。

【0121】

まず、スイッチング素子がオフとされ、スイッチング素子のオフから所定の時間が経過した時に、電圧測定手段により太陽電池の端子電圧が測定される。スイッチング素子のオフから太陽電池の端子電圧の測定までに所定の時間の経過を待つのは、太陽電池の端子電圧が安定するのを待つためである。このときの端子電圧は、開放電圧 V_{oc} である。

40

【0122】

次に、測定により得られた開放電圧 V_{oc} の例えば80%の電圧値が、目標電圧値として計算され、目標電圧値がメモリなどに一時的に保持される。次に、スイッチング素子がオンとされ、パワーコンディショナー内のコンバータへの通電が開始される。このとき、太陽電池の端子電圧が、目標電圧値となるように、コンバータの出力電流が調整される。上述した一連の手順が、任意の時間間隔で実行される。

【0123】

電圧追従法による制御は、M P P T 制御と比較して、太陽電池により得られる電力の損失が大きい、簡単な回路で実現でき、低コストであるため、コンバータを備えるパワー

50

コンディショナーを、安価なものとできる。

【0124】

図9Aは、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線の変化に対する動作点の変化を説明するための図である。図9A中、縦軸は、太陽電池の端子電流を表し、横軸は、太陽電池の端子電圧を表している。また、図9A中の白丸は、MPP T制御を行ったときの動作点を表し、図9A中の黒丸は、電圧追従法による制御を行ったときの動作点を表している。

【0125】

いま、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が、曲線C5であったとする。次に、太陽電池に対する照度の変化に伴い、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が、曲線C5からC8に順に変化したとすると、それぞれの制御方式による動作点も太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線の変化に伴って変化する。なお、太陽電池への照度の変化に対する開放電圧 V_{oc} の変化が小さいため、図9A中においては、電圧追従法による制御を行ったときの目標電圧値をほぼ一定の値 V_s とみなしている。

【0126】

図9Aからわかるように、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が曲線C6である場合には、MPP T制御の動作点と電圧追従法による制御の動作点との間の乖離の度合いは小さい。そのため、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が曲線C6である場合には、いずれの制御の場合においても、太陽電池により得られる発電電力に大きな違いはないと考えられる。

【0127】

一方、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が曲線C8である場合には、MPP T制御の動作点と電圧追従法による制御の動作点との間の乖離の度合いが大きい。例えば、図9Aに示すように、MPP T制御を適用したときの端子電圧と電圧追従法による制御を適用したときの端子電圧との差 V_6 および V_8 を比較すると、 $V_6 < V_8$ となっている。そのため、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が曲線C8である場合には、MPP T制御を適用したときに太陽電池から得られる発電電力と電圧追従法による制御を適用したときに太陽電池から得られる発電電力との差は大きい。

【0128】

「コントロールユニットおよびバッテリーユニットの協調制御」

次に、コントロールユニットおよびバッテリーユニットの協調制御の概略を説明する。以下、コントロールユニットおよびバッテリーユニットの協調（連動）による制御を、協調制御と適宜称する。

【0129】

図9Bは、コントロールユニットおよび複数のバッテリーユニットにより協調制御を行う制御システムの構成例を示すブロック図である。

【0130】

図9Bに示すように、例えば、コントロールユニットCUには、チャージャー回路およびバッテリーの組を備える1または複数のバッテリーユニットBUが接続される。図9Bに示すように、1または複数のバッテリーユニットBUは、電力ラインL1に対して並列に接続されている。なお、図9BではコントロールユニットCUが1つの場合を例示したが、制御システムがコントロールユニットCUを複数備える場合も同様に、1または複数のコントロールユニットCUは、電力ラインL1に対して並列に接続される。

【0131】

一般的には、太陽電池から得られた電力により1台のバッテリーの充電を行おうとする場合、太陽電池とバッテリーとの間に介在されたパワーコンディショナーにより、上述したMPP T制御または電圧追従法による制御が実行される。該1台のバッテリーには、複数のバッテリーが内包されて一体として動作する物も含まれるが、該1台のバッテリーは、複数のバッテリーとはいえ、単一の種類からなることが一般的である。言い換えれば、上述したMPP T制御または電圧追従法による制御は、太陽電池と、1台のバッテリーとの間に接続されるパワーコンディショナーの単体で実行されることが想定されている。そして、充電中に

10

20

30

40

50

おける、充電の対象となるバッテリーの台数、構成（並列、直列等の接続の態様）には変化がなく、充電中における、充電の対象となるバッテリーの台数、構成は、一般に固定されている。

【0132】

一方、協調制御においては、コントロールユニットCUおよび複数のバッテリーユニットBUa、BUb、Buc、・・・のそれぞれが、コントロールユニットCUの出力電圧と、複数のバッテリーユニットBUの必要とする電圧とのバランスがとれるように自律的に制御を行う。上述したように、バッテリーユニットBUa、BUb、Buc、・・・に内包されるバッテリーBは、いずれの種類でもよい。すなわち、本開示によるコントロールユニットCUは、複数種のバッテリーBに対する協調制御を行うことが可能とされる。

10

【0133】

さらに、図9Bに示す構成例では、個々のバッテリーユニットBUの着脱も自在であり、太陽電池の発電中に、コントロールユニットCUに接続されるバッテリーユニットBUの数も変化しうる。図9Bに示す構成例では、太陽電池の発電中において、太陽電池からみた負荷も変化しうるが、協調制御によれば、太陽電池に対する照度の変化のみならず、太陽電池の発電中における、太陽電池からみた負荷の変化にも対応が可能である。これは、従来の構成にはなかった大きな特徴の一つである。

【0134】

上述したコントロールユニットCUとバッテリーユニットBUとを接続することにより、コントロールユニットCUからの供給能力に応じて充電レートを動的に変化させる制御システムを構築することが可能となる。以下、協調制御の一例についての説明を行う。なお、以下の説明では、初期の状態において、コントロールユニットCUに対して1のバッテリーユニットBUaが接続された制御システムを例にとるが、コントロールユニットCUに対して複数のバッテリーユニットBUが接続されている場合も同様である。

20

【0135】

例えば、コントロールユニットCUの入力側に太陽電池が、出力側にバッテリーユニットBUaが接続されているとする。また、例えば、太陽電池の出力電圧の上限が100Vであるものとし、太陽電池の出力電圧の下限を75Vに抑えたいとする。すなわち、 $V_{t_0} = 75V$ と設定されており、オペアンプ35の反転入力端子に対する入力電圧が、 $(k_c \cdot 75)V$ であるとする。

30

【0136】

また、コントロールユニットCUからの出力電圧の上限および下限が、例えば、48Vおよび45Vにそれぞれ設定されているものとする。すなわち、 $V_b = 45V$ と設定されており、オペアンプ55の反転入力端子に対する入力電圧が、 $(k_b \times 45)V$ であるとする。なお、コントロールユニットCUからの出力電圧の上限である48Vという値は、高圧入力電源回路11内の抵抗Rc1およびRc2を適宜選択することにより調整されている。言い換えれば、コントロールユニットCUからの出力の目標電圧値が、48Vに設定されているものとする。

【0137】

さらに、バッテリーユニットBUaのチャージャー回路41aからの出力電圧の上限および下限が、例えば、42Vおよび28Vにそれぞれ設定されているものとする。したがって、チャージャー回路41a内の抵抗Rb1、Rb2およびRb3は、チャージャー回路41aからの出力電圧の上限および下限がそれぞれ42Vおよび28Vとなるように選択されている。

40

【0138】

なお、チャージャー回路41aへの入力電圧が上限であるときに、バッテリーBaに対する充電レート100%である状態に対応し、入力電圧が下限であるときに、バッテリーBaに対する充電レート0%である状態に対応する。すなわち、チャージャー回路41aへの入力電圧が48Vであるときに、バッテリーBaに対する充電レートが100%である状態に対応し、チャージャー回路41aへの入力電圧が45Vであるときに、バッテリーBaに

50

対する充電レートが0%である状態に対応する。入力電圧が45V～48Vの範囲で変動することに応じて、充電レートが0～100%の範囲で設定される。

【0139】

なお、協調制御とは別に、バッテリーへの充電レート制御を平行して行うようにしてもよい。すなわち、充電初期では定電流充電が行われるため、チャージャー回路41aからの出力をフィードバック調整して充電電流を一定以下に保てるように充電電圧を調整し、最終段階では、充電電圧を一定以下に保つようにする。ここで、調整される充電電圧は、上記協調制御で調整された電圧以下とされる。これにより、コントロールユニットCUから供給される電力内で充電処理がなされる。

【0140】

まず、太陽電池に対する照度が増加した場合における、協調制御を行ったときの動作点の変化について説明を行う。

【0141】

図10Aは、太陽電池に対する照度が減少した場合における、協調制御を行ったときの動作点の変化を説明するための図である。図10A中、縦軸は、太陽電池の端子電流を表し、横軸は、太陽電池の端子電圧を表している。また、図10A中の白丸は、MPP T制御を行ったときの動作点を表し、図10A中の網掛けがされた丸は、協調制御を行ったときの動作点を表している。図10Aに示す曲線C5～C8は、太陽電池に対する照度が増加した場合における、太陽電池の電圧 - 電流特性を示している。

【0142】

いま、バッテリーBaの必要としている電力が100w（ワット）であるものとし、太陽電池の電圧 - 電流特性が、曲線C5（最も晴れた状態）により表されるとする。このときの太陽電池の動作点は、例えば、曲線C5上のa点により表され、太陽電池から高圧入力電源回路11およびチャージャー回路41aを介してバッテリーBaに供給される電力（供給量）が、バッテリーBaの必要としている電力（需要量）を上回っているとする。

【0143】

太陽電池からバッテリーBaに供給される電力が、バッテリーBaの必要としている電力を上回っている場合、コントロールユニットCUからのバッテリーユニットBUaに対する出力電圧（電圧V12）は、上限の48Vとなる。すなわち、バッテリーユニットBUaへの入力電圧が上限の48Vであるため、バッテリーユニットBUaのチャージャー回路41aからの出力電圧が上限の42Vとされ、バッテリーBaに対する充電が、充電レート100%で行われる。なお、余剰分の電力は、例えば、熱などとして捨てられる。なお、バッテリーへの充電を100%で行うよう説明したが、バッテリーへの充電は100%に限定されず、充電レートは、バッテリーの特性に応じて適宜調整が可能である。

【0144】

この状態から空が曇りだすと、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線は、曲線C5から曲線C6へと変化する。空が曇りだすことにより、太陽電池の端子電圧が徐々に低下し、コントロールユニットCUからのバッテリーユニットBUaに対する出力電圧も徐々に低下する。したがって、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が、曲線C5から曲線C6へと変化することに伴い、太陽電池の動作点は、例えば、曲線C6上のb点にうつる。

【0145】

この状態からさらに空が曇りだすと、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が曲線C6から曲線C7へと変化する。太陽電池の端子電圧が徐々に低下することによって、コントロールユニットCUからのバッテリーユニットBUaに対する出力電圧も低下する。コントロールユニットCUからのバッテリーユニットBUaに対する出力電圧がある程度低下すると、制御システムは、バッテリーBaに対して100%の電力を供給できなくなってくる。

【0146】

ここで、太陽電池の端子電圧が、100Vから、下限である $V_{t0} = 75V$ に近づいてくると、コントロールユニットCUの高圧入力電源回路11は、バッテリーユニットBUaに対する出力電圧を、48Vから $V_b = 45V$ に向けて引き下げはじめる。

【 0 1 4 7 】

コントロールユニットC UからのバッテリーユニットB U aに対する出力電圧が引き下げられると、バッテリーユニットB U aへの入力電圧が低下するため、バッテリーユニットB U aのチャージャー回路4 1 aは、バッテリーB aに対する出力電圧を引き下げはじめる。チャージャー回路4 1 aからの出力電圧が引き下げられると、バッテリーB aに供給される充電電流が減少されることとなり、チャージャー回路4 1 aに接続されたバッテリーB aに対する充電が減速される。すなわち、バッテリーB aに対する充電レートが引き下げられる。

【 0 1 4 8 】

バッテリーB aに対する充電レートが引き下げられると、消費電力が低下することになるため、太陽電池からみた負荷が小さくなる。すると、太陽電池からみた負荷の減少分だけ太陽電池の端子電圧が上昇（回復）する。

10

【 0 1 4 9 】

太陽電池の端子電圧が上昇すると、コントロールユニットC UからのバッテリーユニットB U aに対する出力電圧の引き下げの度合いが減少し、バッテリーユニットB U aへの入力電圧が上昇する。バッテリーユニットB U aへの入力電圧が上昇することにより、バッテリーユニットB U aのチャージャー回路4 1 aは、チャージャー回路4 1 aからの出力電圧を引き上げ、バッテリーB aに対する充電レートを引き上げる。

【 0 1 5 0 】

バッテリーB aに対する充電レートが引き上げられると、太陽電池からみた負荷が大きくなり、太陽電池からみた負荷の増加分だけ太陽電池の端子電圧が低下する。太陽電池の端子電圧が低下すると、コントロールユニットC Uの高圧入力電源回路1 1は、バッテリーユニットB U aに対する出力電圧を引き下げる。

20

【 0 1 5 1 】

以後、コントロールユニットC UからのバッテリーユニットB U aに対する出力電圧が、ある値に収束して電力の需要量と供給量との間のバランスのとれるまで、上述した充電レートの調整が自動的に繰り返される。

【 0 1 5 2 】

協調制御は、M P P T制御とは異なり、ソフトウェアによる制御ではない。そのため、協調制御には、最大動作点を与える端子電圧の計算が不要である。また、協調制御による充電レートの調整においては、C P Uによる計算が介在しない。そのため、協調制御は、M P P T制御と比較して消費電力が小さく、上述した充電レートの調整も、数ナノ秒～数百ナノ秒程度と短時間で実行される。

30

【 0 1 5 3 】

また、高圧入力電源回路1 1およびチャージャー回路4 1 aは、自身に対する入力電圧の大きさを検知して出力電圧を調整するだけなので、アナログ/デジタル変換も不要であり、コントロールユニットC UとバッテリーユニットB U aとの間の通信も不要である。したがって、協調制御は、複雑な回路を必要とせず、協調制御を実現するための回路は、小さなものとなる。

【 0 1 5 4 】

ここで、曲線C 5上の点aにいたときはコントロールユニットC Uが1 0 0 wの電力を供給できていたと仮定し、コントロールユニットC UからのバッテリーユニットB U aに対する出力電圧がある値に収束したとする。すなわち、太陽電池の動作点が、例えば、曲線C 7上のc点にうつったとする。このとき、バッテリーB aに対して供給される電力は1 0 0 wを下回ることとなるが、図1 0 Aに示すように、電圧 V_{t_0} の値の選び方によっては、M P P T制御行った場合と比較しても遜色のない電力をバッテリーB aに対して供給することができる。

40

【 0 1 5 5 】

さらに空が曇りだすと、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線は、曲線C 7から曲線C 8へと変化し、太陽電池の動作点は、例えば、曲線C 8上のd点にうつる。

【 0 1 5 6 】

50

図10Aに示すように、協調制御のもとでは、電力の需要量と供給量との間のバランスが調整されるので、太陽電池の端子電圧が電圧 V_{t_0} を下回ることはない。すなわち、協調制御のもとでは、太陽電池に対する照度が極端に低下した場合であっても、太陽電池の端子電圧が電圧 V_{t_0} を下回ることはない。

【0157】

太陽電池に対する照度が極端に低下した場合、太陽電池の端子電圧が、電圧 V_{t_0} に近い値となり、バッテリーBaに対して供給される電流量は、ごくわずかなものとなる。したがって、太陽電池に対する照度が極端に低下した場合には、バッテリーBaの充電に時間を要することとなるが、制御システムにおける電力の需要量と供給量との間のバランスがとれているため、制御システムがダウンすることはない。

10

【0158】

上述したように、協調制御による充電レートの調整は、非常に短時間で実行されるため、協調制御によれば、急に空が曇りだして太陽電池に対する照度が急激に減少した場合であっても、制御システムのダウンを回避することができる。

【0159】

次に、太陽電池からみた負荷が変化した場合における、協調制御を行ったときの動作点の変化について説明を行う。

【0160】

図10Bは、太陽電池からみた負荷が増加した場合における、協調制御を行ったときの動作点の変化を説明するための図である。図10B中、縦軸は、太陽電池の端子電流を表し、横軸は、太陽電池の端子電圧を表している。また、図10B中の網掛けがされた丸は、協調制御を行ったときの動作点を表している。

20

【0161】

いま、太陽電池に対する照度の変化がないものとし、太陽電池の電圧 - 電流特性が、図10Bに示す曲線C0により表されたとする。

【0162】

制御システムの起動の直後においては、制御システム内部の電力消費がほぼないと考えられるため、太陽電池の端子電圧は、開放電圧にほぼ等しいと考えてよい。したがって、制御システムの起動の直後における太陽電池の動作点は、例えば、曲線C0上のe点にあるものと考えてよい。なお、このときのコントロールユニットCUからのバッテリーユニットBuAに対する出力電圧は、上限である48Vと考えてよい。

30

【0163】

バッテリーユニットBuAに接続されたバッテリーBaに対する電力の供給が開始されると、太陽電池の動作点は、例えば、曲線C0上のg点にうつる。なお、本例の説明においては、バッテリーBaの必要としている電力が100wであるため、図10Bに網掛けで示す領域S1の面積は、100wに等しい。

【0164】

太陽電池の動作点が曲線C0上のg点にあるときの制御システムの状態は、太陽電池から高圧入力電源回路11およびチャージャー回路41aを介してバッテリーBaに供給される電力が、バッテリーBaの必要としている電力を上回っている状態である。したがって、太陽電池の動作点が曲線C0上のg点にあるときの太陽電池の端子電圧、コントロールユニットCUからの出力電圧およびバッテリーBaに供給される電圧は、それぞれ100V、48Vおよび42Vである。

40

【0165】

ここで、バッテリーユニットBuAと同様の構成を備えるバッテリーユニットBubが、コントロールユニットCUに対して新たに接続されたとする。バッテリーユニットBuAに接続されているバッテリーBaと同様に、バッテリーユニットBubに接続されているバッテリーBbが、充電のために100wの電力を必要とするものとする、消費電力が増加し、太陽電池からみた負荷が急激に大きくなる。

【0166】

50

合計で200wの電力を2つのバッテリーに供給するためには、例えば、バッテリーユニットB U aのチャージャー回路4 1 aおよびバッテリーユニットB U bのチャージャー回路4 1 bからの出力電圧を維持させたまま、出力電流の合計を2倍にしなければならない。

【0167】

ところが、発電装置が太陽電池である場合、チャージャー回路4 1 aおよび4 1 bからの出力電流の増加に伴って太陽電池の端子電圧も低下してしまうため、太陽電池の動作点がg点にあるときと比較して、出力電流の合計を2倍より大きくする必要がある。そうすると、図10Bに示すように、太陽電池の動作点が、例えば、曲線C 0上のh点になればならないこととなり、太陽電池の端子電圧が極端に低下してしまう。太陽電池の端子電圧が極端に低下すると、制御システムがダウンするおそれがある。

10

【0168】

協調制御では、バッテリーユニットB U bが新たに接続されたことにより、太陽電池の端子電圧が低下すると、制御システムにおける電力の需要量と供給量との間のバランスの調整がなされる。具体的には、バッテリーB aおよびバッテリーB bに供給される電力が合計で例えば150wとなるように、2つのバッテリーに対する充電レートが自動的に引き下げられる。

【0169】

すなわち、バッテリーユニットB U bが新たに接続されたことにより、太陽電池の端子電圧が低下すると、コントロールユニットC UからのバッテリーユニットB U aおよびB U bに対する出力電圧も低下する。太陽電池の端子電圧が、100Vから、下限である V_{t_0} = 75Vに近づいてくると、コントロールユニットC Uの高圧入力電源回路1 1は、バッテリーユニットB U aおよびB U bに対する出力電圧を、48Vから $V_b = 45V$ に向けて引き下げはじめる。

20

【0170】

コントロールユニットC UからのバッテリーユニットB U aおよびB U bに対する出力電圧が引き下げられると、バッテリーユニットB U aおよびB U bへの入力電圧が低下する。すると、バッテリーユニットB U aのチャージャー回路4 1 aおよびバッテリーユニットB U bのチャージャー回路4 1 bは、バッテリーB aおよびB bに対する出力電圧をそれぞれ引き下げはじめる。チャージャー回路からの出力電圧が引き下げられると、チャージャー回路に接続されたバッテリーに対する充電が減速される。すなわち、それぞれのバッテリーに対する充電レートが引き下げられることになる。

30

【0171】

それぞれのバッテリーに対する充電レートが引き下げられると、全体として消費電力が低下することになるため、太陽電池からみた負荷が小さくなり、太陽電池からみた負荷の減少分だけ太陽電池の端子電圧が上昇（回復）する。

【0172】

以後、太陽電池に対する照度が急激に減少した場合と同様に、コントロールユニットC UからのバッテリーユニットB U aおよびB U bに対する出力電圧が、ある値に収束して電力の需要量と供給量との間のバランスのとれるまで、充電レートの調整が行われる。

【0173】

40

なお、実際に収束する電圧値がいくつになるかは状況によって異なる。そのため、実際に収束する電圧値ははっきりとはわからないが、太陽電池の端子電圧が下限である V_{t_0} = 75Vになると充電がなされなくなるため、下限である V_{t_0} の値よりは若干高い電圧で収束するものと推定される。また、個々のバッテリーユニットは連動制御されていないため、個々のバッテリーユニットが同じ構成であっても、使用される素子のばらつきにより充電レートは異なっているものと推測される。ただし、結果として全体を協調制御できるとに変わりはない。

【0174】

協調制御による充電レートの調整が非常に短時間で実行されるため、バッテリーユニットB U bが新たに接続されると、太陽電池の動作点は、曲線C 0上のg点からi点へとうつ

50

る。なお、図 10 B においては、説明の都合上、曲線 C 0 上に太陽電池の動作点の一例として h 点を図示したが、協調制御のもとでは、太陽電池の動作点が実際に h 点にうつるわけではない。

【0175】

このように、協調制御では、太陽電池からみた負荷の増加に対して、個々のバッテリーユニット B U のチャージャー回路が、自身に対する入力電圧の大きさを検知して、個々のバッテリーユニット B U のチャージャー回路が、自身の吸いこむ電流量を自動的に抑制する。協調制御によれば、コントロールユニット C U に対して接続されるバッテリーユニット B U の数が増加して太陽電池からみた負荷が急激に増加した場合であっても、制御システムのダウンを回避することができる。

10

【0176】

次に、太陽電池に対する照度と太陽電池からみた負荷との両方が変化した場合における、協調制御を行ったときの動作点の変化について説明を行う。

【0177】

図 11 は、太陽電池に対する照度と太陽電池からみた負荷との両方が変化した場合における、協調制御を行ったときの動作点の変化を説明するための図である。図 11 中、縦軸は、太陽電池の端子電流を表し、横軸は、太陽電池の端子電圧を表している。また、図 11 中の網掛けがされた丸は、協調制御を行ったときの動作点を表している。図 11 に示す曲線 C 5 ~ C 8 は、太陽電池に対する照度が変化した場合における、太陽電池の電圧 - 電流特性を示している。

20

【0178】

まず、コントロールユニット C U に対して、充電のために 100 w の電力を必要とするバッテリー B a を備えたバッテリーユニット B U a が接続されているものとする。また、このときの太陽電池の電圧 - 電流特性が、曲線 C 7 により表され、太陽電池の動作点が、曲線 C 7 上の p 点により表されたとする。

【0179】

図 11 に示すように、p 点における太陽電池の端子電圧が、太陽電池の出力電圧の下限としてあらかじめ設定された電圧 V_{t0} にかなり近づいているとする。太陽電池の端子電圧が電圧 V_{t0} にかなり近づいていることは、制御システムにおいて、協調制御による充電レートの調整が実行され、充電レートが非常に抑えられていることを意味する。すなわち、太陽電池の動作点が図 11 に示す p 点により表される状態では、チャージャー回路 41 a を介してバッテリー B a に供給される電力が、太陽電池から高圧入力電源回路 11 に供給される電力を大幅に上回っていることを示している。したがって、太陽電池の動作点が図 11 に示す p 点により表される状態においては、充電レートの調整が大きくなされ、バッテリー B a を充電するチャージャー回路 41 a に対しては、100 w よりもかなり小なる電力が供給されている。

30

【0180】

次に、太陽電池に対する照度が増加し、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が、曲線 C 7 から曲線 C 6 へと変化したとする。また、バッテリーユニット B U a と同様の構成を備えるバッテリーユニット B U b が、コントロールユニット C U に対して新たに接続されたとする。このとき、太陽電池の動作点は、例えば、曲線 C 7 上の p 点から、曲線 C 6 上の q 点にうつる。

40

【0181】

コントロールユニット C U に対して 2 つのバッテリーユニットが接続されたことにより、チャージャー回路 41 a、41 b がバッテリー B a、B b にフルで充電する際の消費電力は 200 w となるが、太陽電池に対する照度が十分でない場合、協調制御が継続され、消費電力が、200 w 未満（例えば 150 w など）に調整される。

【0182】

次に、空が晴れあがるなどして、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が、曲線 C 6 から曲線 C 5 へと変化したとする。このとき、太陽電池に対する照度の増加に伴って太陽電

50

池の発電電力が増加してくると、太陽電池からの出力電流が増加する。

【0183】

太陽電池に対する照度が十分に増加し、太陽電池の発電電力がさらに増加すると、あるところで太陽電池の端子電圧が電圧 V_{t_0} と比較して十分大きい値となる。太陽電池から高圧入力電源回路 11 ならびにチャージャー回路 41a および 41b を介して 2 つのバッテリーに供給される電力が、2 つのバッテリーを充電するのに必要としている電力を上回ると、協調制御による充電レートの調整が緩和されるか、自動的に解除される。

【0184】

このとき、太陽電池の動作点は、例えば、曲線 C5 上の r 点で表され、個々のバッテリー Ba および Bb に対する充電は、100% の充電レートで行われる。

10

【0185】

次に、太陽電池に対する照度が減少し、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が、曲線 C5 から曲線 C6 へと変化したとする。

【0186】

すると、太陽電池の端子電圧が低下し、太陽電池の端子電圧があらかじめ設定された電圧 V_{t_0} に近づくと、協調制御による充電レートの調整が再び実行される。このときの太陽電池の動作点は、曲線 C6 上の q 点で表される。

【0187】

次に、太陽電池に対する照度がさらに減少し、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が、曲線 C6 から曲線 C8 へと変化したとする。

20

【0188】

すると、太陽電池の端子電圧が電圧 V_{t_0} を下回らないように充電レートが調整されるため、太陽電池からの端子電流が減少し、太陽電池の動作点が、曲線 C6 上の q 点から、曲線 C8 上の s 点にうつる。

【0189】

協調制御では、個々のバッテリーユニット BU に対する入力電圧があらかじめ定められた電圧 V_{t_0} を下回らないように、コントロールユニット CU と個々のバッテリーユニット BU との間で電力の需要量と供給量との間のバランスが調整される。したがって、協調制御によれば、個々のバッテリーユニット BU からみた入力側の供給能力に応じて、個々のバッテリー B に対する充電レートをリアルタイムで変化させることができる。このように、協調制御によれば、太陽電池に対する照度の変化のみならず、太陽電池からみた負荷の変化に対しても対応が可能である。

30

【0190】

上述したように、本開示は、商用電源を必要としない。したがって、電源装置や電力網が整備されていない地域においても、本開示は有効である。

【0191】

「負荷判断処理と放電制御処理」

ところで、複数のバッテリーユニットのバッテリーの出力電圧が異なる場合に、複数のバッテリーユニットを並列接続して動作させることを想定する。動作が開始されると、一般に、最も高い出力電圧のバッテリーが放電することになり、特定のバッテリーのみが消耗する。さらに、出力元のバッテリーを切り替えた場合に、出力電圧が変動する。この出力電圧の変動が、出力電圧の供給を受ける負荷（外部機器）に対するノイズとなり、負荷に悪影響を与えるおそれがある。切り替わった出力電圧が小さく、負荷の消費電力が大きければ、電圧がドロップしてしまうこともある。

40

【0192】

このような問題に対応するために、バッテリーユニット間で連携した処理を行うことで出力電圧を調整するようにしてもよい。しかしながら、本開示において例示したような、システムに対してバッテリーユニットが自由に接続または離脱できるような場合は、バッテリーユニット間で連携した処理を行うことは実際上、困難である。そこで、本開示では、上述したように、DC - DC コンバータを使用して、出力電圧を所定電圧（例えば、48V）

50

に揃えている。

【0193】

DC-DCコンバータを使用した場合でも、各バッテリーユニットの出力電圧が完全に一致しない場合がある。例えば、特定のバッテリーユニットの出力電圧が他のバッテリーユニットの出力電圧より0.01V程度高いだけで、特定のバッテリーユニットのみから放電することも生じ得る。もちろん、負荷に対して電力を供給する過程で出力電圧の差異が吸収され、複数のバッテリーユニットが正常に動作することもあるが、いずれの場合でもどのバッテリーユニットがどれだけ放電しているかを把握して、放電量を制御することができない。

【0194】

本開示において例示するシステムでは、複数のバッテリーユニットを使用している。複数のバッテリーユニット毎のバッテリーの状況は異なる。例えば、バッテリーの使用履歴、温度、残容量などは、バッテリー毎で異なる。このため、あるバッテリーユニットのバッテリーは新品なので放電量を大きくしたいとか、あるバッテリーユニットのバッテリーは劣化が進んでいるから放電量を小さくしたいといった要望がある。しかしながら、上述したように、バッテリー毎の放電量を制御することができないため、このような要望に対応することができないという問題があった。さらに、負荷の消費電力がわからないため、負荷との関係でバッテリーユニットを全て使用すべきなのか、それとも一部のバッテリーユニットだけを使用すればよいのかを判別することができなかった。

【0195】

そこで、本開示では、例えば、負荷判断処理および放電制御処理を行うことで、これらの要望にも対応できるようにしている。以下、負荷判断処理および放電制御処理について説明する。なお、放電量は、例えば、あるバッテリーユニットが放電する電力量である。放電量が、バッテリーユニットが放電する期間（放電期間）で定義されてもよい。放電量が、バッテリーユニット毎の分配率で定義されてもよい。

【0196】

図12は、負荷判断処理の流れの一例を示すフローチャートである。負荷判断処理は、コントロールユニットCUによって行われる。

【0197】

処理が開始される。ステップS1の処理では、コントロールユニットCUによって各バッテリーの状況を取得する処理がなされる。例えば、コントロールユニットCUのCPU13は、各バッテリーユニットBUのCPU45に対して、それぞれのバッテリーユニットBUが有するバッテリーBの状況を要求する要求信号を送出する。要求信号は、例えば、共通の信号ラインSLを介して送信される。要求信号は、バッテリーユニットBU毎の識別子がヘッダに記述されて送信されてもよいし、識別子を記述せずに全てのバッテリーユニットBUに同報送信されるようにしてもよい。

【0198】

要求信号に応じて、各バッテリーユニットBUのCPU45は、自身が有するバッテリーBの状況を示す応答信号をコントロールユニットCUに送出する。バッテリーの状況とは、バッテリーの残容量や、充放電回数や使用時間の累計などのバッテリーの使用履歴や、バッテリーの温度などを示すデータである。応答信号が各バッテリーユニットBUからコントロールユニットCUに供給される。コントロールユニットCUは、応答信号に基づいて、バッテリーユニットBUaのバッテリーBa、バッテリーユニットBUbのバッテリーBbおよびバッテリーユニットBUCのバッテリーBcのそれぞれの状況を取得できる。なお、各バッテリーユニットBUからの応答信号が衝突しないようにするため、応答信号が所定の間隔をもってそれぞれ伝送される。次に、処理がステップS2に進む。

【0199】

ステップS2では、バッテリーBの残容量に応じた順位付けがなされる。例えば、残容量が多い順に、1番目、2番目、3番目・・・というような順位付けが各バッテリーユニットBUに対してなされる。ここでは、バッテリーユニットBUbに対して1番目の順位が付与され、バッテリーユニットBUaに対して2番目の順位が付与され、バッテリーユニットBU

10

20

30

40

50

c に対して 3 番目の順位が付与されたものとする。そして、処理がステップ S 3 に進む。

【 0 2 0 0 】

ステップ S 3 およびステップ S 4 では、ステップ S 2 で決定した順位を補正する補正処理が行われる。ステップ S 3 では、バッテリーの使用歴による補正処理が行われる。例えば、順位が 1 番目のバッテリーユニット B U a のバッテリー B a と、順位が 2 番目のバッテリーユニット B U b のバッテリー B b の残容量の差が所定範囲内であり、残容量の差が少ないとする。このようなとき、バッテリー B a の使用歴がバッテリー B b より長い場合は、1 番目と 2 番目の順位を入れ替える。もちろん、補正処理を行った場合でも順位が変わらない場合もある。

【 0 2 0 1 】

10

ステップ S 4 では、バッテリーユニット B U 内の温度に応じた補正処理が行われる。例えば、バッテリーユニット B U の温度が高いバッテリーユニット B U が下位の順位になるように補正処理が行われる。ステップ S 2、ステップ S 3 およびステップ S 4 の処理は、実行されなくてもよい。少なくとも一の処理が実行されるようにしてもよい。さらに、バッテリーの状況を規定するパラメータによって他の補正処理が追加されてもよい。例えば、放電可能電力量による補正処理が行われてもよい。放電可能電力量が小さい、言い換えれば、あまり放電電流を流せないバッテリーを有するバッテリーユニットの順位が、下位になる補正処理が行われてもよい。そして、処理がステップ S 5 に進む。

【 0 2 0 2 】

ステップ S 5 では、1 番目の順位が付与されたバッテリーユニット B U b が選択される。そして、処理がステップ S 6 に進み、コントロールユニット C U からバッテリーユニット B U b に対する放電指示がなされる。放電指示の処理の内容は上述しているので、重複した説明を省略する。なお、ステップ S 6 の処理が行われる際には、例えば、コントロールユニット C U の電力ライン L 4 に負荷が接続されており、負荷が起動しているものとする。このとき、負荷が必要とする電力（負荷の消費電力）がどの程度のものかは不明である。そして、処理がステップ S 7 に進む。

20

【 0 2 0 3 】

ステップ S 7 では、負荷が必要とする電力を、バッテリーユニット B U b が供給できるかが判定される。この処理は、例えば、コントロールユニット C U の C P U 1 3 が電力ライン L 2 に供給されている電圧 V 1 3 の電圧変動を監視することで行われる。負荷側における電圧の変動を監視するようにしてもよい。ここで、電力ライン L 2 には、電圧 V 1 3 の一例として、バッテリーユニット B U b からの D C 電圧 4 8 V が供給されている。若し、負荷の消費電力が大きい（負荷が重い場合）は、電圧 V 1 3 が大きく降下する。場合にはよっては、電圧 V 1 3 がドロップする。例えば、閾値を設け、電圧 V 1 3 が閾値以下になった場合は、負荷が必要とする電力をバッテリーユニット B U b が供給できないと判断する。若し、電圧 V 1 3 が降下しない、または、電圧 V 1 3 の変動が所定範囲内である場合は、負荷が必要とする電力をバッテリーユニット B U b が供給できると判断され、バッテリーユニット B U b の放電処理が停止される。そして、処理がステップ S 8 に進む。

30

【 0 2 0 4 】

ステップ S 8 では、ステップ S 7 の処理が全てのバッテリーユニット B U に対して行われたか否かが判断される。行われていない場合は、処理がステップ S 5 に戻る。ステップ S 5 では、2 番目のバッテリーユニット B U a が選択される。そして、ステップ S 6 およびステップ S 7 において、バッテリーユニット B U a に対する放電指示と、負荷が必要とする電力を供給できるか否かの判定が行われる。判定後にバッテリーユニット B U a の放電処理が停止され、処理がステップ S 8 に進む。

40

【 0 2 0 5 】

ステップ S 8 では、ステップ S 7 の処理が全てのバッテリーユニット B U に対して行われたか否かが判断される。行われていない場合は、処理がステップ S 5 に戻る。ステップ S 5 では、3 番目のバッテリーユニット B U c が選択される。そして、ステップ S 6 およびステップ S 7 において、バッテリーユニット B U c に対する放電指示と、負荷が必要とする電

50

力を供給できるか否かの判定が行われる。判定後にバッテリーユニット B U c の放電処理が停止され、処理がステップ S 8 に進む。

【 0 2 0 6 】

ステップ S 8 では、全てのバッテリーユニット B U に対する処理が終了したか否かが判断される。バッテリーユニット B U a、バッテリーユニット B U b およびバッテリーユニット B U c に対してステップ S 7 の処理が終了したことから、処理がステップ S 9 に進む。ステップ S 9 では、個々のバッテリーユニット B U が、負荷が必要とする電力を出力できるか否かが判断される。全てのバッテリーユニット B U が、負荷が必要とする電力を供給できない場合には、処理が処理 A に進む。なお、処理 A の詳細については後述する。少なくとも一のバッテリーユニット B U が、負荷が必要とする電力を供給できると判定された場合は、処理が終了する。

10

【 0 2 0 7 】

ここでは、ステップ S 7 における判定において、例えば、バッテリーユニット B U a、バッテリーユニット B U b およびバッテリーユニット B U c のそれぞれが、負荷が必要とする電力を供給できると判定されたものとする。すなわち、バッテリーユニット B U a、バッテリーユニット B U b およびバッテリーユニット B U c は、それぞれ単独で負荷に対応することができる。しかしながら、バッテリーユニット B U a、バッテリーユニット B U b およびバッテリーユニット B U c がそれぞれ有するバッテリーの状況は異なるため、後述する放電制御処理では、1 台のみで放電させるのではなく、3 台のバッテリーユニットで放電処理を分担させる。

20

【 0 2 0 8 】

なお、ステップ S 7 の処理で、負荷が必要とする電力を供給できないと判断されたバッテリーユニットは、後述する放電制御処理では使用されない。例えば、バッテリーユニット B U c が、ステップ S 7 の処理において、負荷が必要とする電力を供給できないと判定されたとする。この場合は、後述する放電制御処理では、バッテリーユニット B U c は使用されずに、2 台のバッテリーユニット（バッテリーユニット B U a およびバッテリーユニット B U b）で分担して出力する処理が行われる。

【 0 2 0 9 】

上述した処理では、全てのバッテリーユニットに対してステップ S 7 の判定処理を行ったが、以下のように適宜、変更できる。例えば、電力ライン L 2 に流れる電流が略一定値であれば、電圧との関係で各バッテリーユニット B U の出力（電力）が略同じになる。このような場合には、全てのバッテリーユニットに対してステップ S 7 の判定処理を行うのではなく、一のバッテリーユニットのみにステップ S 7 の判定処理を行うようにしてもよい。

30

【 0 2 1 0 】

以下のように変形することも可能である。例えば、ステップ S 1 において各バッテリーユニット B U の出力を取得する。このとき、全てのバッテリーユニットの出力が略同じ場合は、いずれか一のバッテリーユニットのみにに対して処理を行うようにしてもよい。さらに、処理を効率化するために、出力が小さいバッテリーユニットからステップ S 7 の判定処理などを行うようにしてもよい。最も出力が小さいバッテリーユニットが負荷に対応できれば、他のバッテリーユニットも全て負荷に対応できることになり、ステップ S 7 の処理を一部、省略できる。全てのバッテリーユニットに対してステップ S 7 の処理を行う場合には、ステップ S 1 ~ ステップ S 3 の処理が省略されてもよい。

40

【 0 2 1 1 】

負荷判断処理が処理 A に進む場合について、図 1 3 のフローチャートを参照して説明する。処理 A が行われることは、負荷が重い等という理由で、接続されているバッテリーユニット中の 1 台のバッテリーユニットでは、負荷に対応できないことを意味する。このため、複数のバッテリーユニット B U を使用して負荷に対応する。ステップ S 1 1 では、複数（例えば、2 台）のバッテリーユニット B U が選択される。そして、処理がステップ S 1 2 に進む。ステップ S 1 2 では、2 台のバッテリーユニット B U に対する放電指示がなされ、2 台のバッテリーユニット B U が放電処理を行う。そして、処理がステップ S 1 3 に進む。ステ

50

ステップ S 1 3 では、2 台のバッテリーユニット B U を使用したときに、負荷が必要とする電力を供給できるか否かが判定される。そして、処理がステップ S 1 4 に進む。

【 0 2 1 2 】

ステップ S 1 4 では、全ての組合せを確認したか否かが判断される。ここでは、3 台のバッテリーユニット (バッテリーユニット B U a、バッテリーユニット B U b、バッテリーユニット B U c) を使用していることか、3 通りの組み合わせが存在する。全ての組み合わせについてステップ S 1 3 の処理が行われていなければ、処理がステップ S 1 1 に戻る。そして、ステップ S 1 1 において、他の組合せになるようにして 2 台のバッテリーユニット B U が選択される。全ての組み合わせについてステップ S 1 3 の処理が行われていれば、処理がステップ S 1 5 に進む。

10

【 0 2 1 3 】

ステップ S 1 5 において、全ての組合せにおいて、負荷が必要とする電力を供給できない場合は、再び処理 A が行われる。すなわち、3 台のバッテリーユニット B U を使用して放電処理がなされる。3 台のバッテリーユニット B U を使用しても、負荷が必要とする電力を供給できない場合には、全てのバッテリーユニット B U を使用しても負荷が必要とする電力を供給できない。このような場合は、例えば、エラー表示や警告音が放音される。ステップ S 1 5 において、少なくとも一のバッテリーユニットの組合せにおいて供給量が十分と判断された場合は、処理が終了する。

【 0 2 1 4 】

消費電力が不明な負荷が接続された場合でも、上述した処理によって、何台のバッテリーユニット B U を放電させれば、負荷が必要とする電力を供給できるかを判断できる。負荷の消費電力を厳密に判断するなどの複雑な処理を要しない。

20

【 0 2 1 5 】

次に、コントロールユニット C U が行う放電制御処理について説明する。図 1 4 は、放電制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。放電制御処理が開始され、ステップ S 2 1 の処理が行われる。ステップ S 2 1 では、コントロールユニット C U が各バッテリーユニット B U のバッテリー B の状況を取得する。この処理は、図 1 2 におけるステップ S 1 の処理と略同様ののであるので重複した説明を省略する。なお、図 1 2 におけるステップ S 1 の処理で取得したバッテリー B 毎の状況をコントロールユニット C U のメモリ 1 5 に保持しておくようにしてもよい。そして、処理がステップ S 2 2 に進む。

30

【 0 2 1 6 】

ステップ S 2 2 では、コントロールユニット C U の C P U 1 3 が、コントロールユニット C U に接続されているバッテリーユニット B U 毎の放電量を決定する処理を行う。C P U 1 3 は、例えば、バッテリーユニット B U a、バッテリーユニット B U b およびバッテリーユニット B U c が放電する割合 (以下、適宜、放電分配率と称する) を決定する。単純なモデルでは、この割合は 1 / 3 に決定されるが、本開示では、バッテリー B の状況に応じて放電分配率が決定される。

【 0 2 1 7 】

例えば、残容量が多いバッテリーを有するバッテリーユニット B U や、バッテリーに対する充放電回数が少ないバッテリーユニット B U や、温度が低いバッテリーユニット B U や、放電可能電力量が大きいバッテリーユニット B U からの放電量が多くなるように、放電分配率が決定される。バッテリー B の状況を規定するパラメータのうち、どのパラメータを優先させるかは、適宜変更できる。それぞれのパラメータに対して重み付けをしてもよい。図 1 2 のステップ S 2 のように、バッテリーユニット B U 毎に順位を付し、順位の高いバッテリーユニット B U が放電する割合が高くなるように放電分配率が決定されるようにしてもよい。

40

【 0 2 1 8 】

バッテリー B の状況に応じて、各バッテリーユニットに対する放電分配率が決定される。例えば、バッテリーユニット B U c の 1 の割合に対して、バッテリーユニット B U a が 2 に、バッテリーユニット B U b が 3 の割合になるように放電分配率が決定される。放電分配率は、例えば、コントロールユニット C U によって自動的に決定されてもよく、ユーザが決定す

50

るようにしてもよい。そして、処理がステップ S 2 3 に進む。

【 0 2 1 9 】

ステップ S 2 3 では、コントロールユニット C U から各バッテリーユニット B U に対して放電のタイミングを指示する指示信号が送出される。指示信号のヘッダにはバッテリーユニット毎の I D が記述される。指示信号の指示内容（コマンドデータ）の部分には、同期信号を受信したタイミングを基準にして、放電を開始するタイミングと放電を終了するタイミングとが規定される。指示信号が共通の信号ライン S L を介して伝送される。

【 0 2 2 0 】

各バッテリーユニット B U は、信号ライン S L 上を伝送される指示信号を取り込み、ヘッダを解析することで自分宛ての指示信号が否かを判断する。自分宛ての指示信号であれば、指示信号に規定されたタイミングで放電を行う。以上のバッテリーユニット B U 側の処理は、例えば、C P U 4 5 によって行われる。各バッテリーユニット B U の C P U 4 5 には、例えば、R T C (Real Time Clock) が接続されており、R T C から供給される時間情報を使用して、C P U 4 5 がタイミングを判別できるようにされている。このように、予め放電するタイミングをバッテリーユニット毎に設定している。これにより、タイミング毎にコントロールユニット C U からバッテリーユニット B U に対して放電指示の制御信号を送出する必要がなくなり、処理を迅速化できる。そして、処理がステップ S 2 4 に進む。

【 0 2 2 1 】

ステップ S 2 4 では、コントロールユニット C U から各バッテリーユニット B U に対して同期信号が送信される。同期信号は、例えば、共通の信号ライン S L を介して、バッテリーユニット B U a、バッテリーユニット B U b およびバッテリーユニット B U c に対して同報送信される。そして、処理がステップ S 2 5 に進む。ステップ S 2 5 では、同期信号に応じて、各バッテリーユニット B U が所定のタイミングで放電を開始する。もちろん、同期信号を共通の信号ライン S L とは別のラインで伝送してもよい。

【 0 2 2 2 】

図 1 5 A は、3 台で分担する場合の各バッテリーユニット B U の放電状況の一例と、2 台で分担する場合の各バッテリーユニット B U の放電状況の一例を示す。図 1 5 A のバッテリーユニット B U の出力（図における高さ）は電圧のレベルを示す。各バッテリーユニット B U の出力電圧は、例えば、4 8 V に揃うように設定されているため、電圧のレベルを示す高さは略同じである。図 1 5 B は、それぞれの場合における電力を示す。なお、図 1 5 では、それぞれの場合の放電状況を連続的に図示しているが、処理が連続的に行われる必要はない。

【 0 2 2 3 】

始めに、1 台分のバッテリーユニットの出力を 3 台のバッテリーユニットで分担する例について説明する。t 0 のタイミングで、同期信号（sync）が供給されることに応じて、例えば、バッテリーユニット B U a が放電処理を開始する。バッテリーユニット B U a 1 台の出力で、負荷が必要とする電力を供給できることは、上述した負荷判断処理で確認されている。

【 0 2 2 4 】

放電処理によってバッテリー B a から放電がなされ、バッテリーユニット B U a から電圧が出力される。バッテリーユニット B U a における放電処理の詳細は上述してあるので、重複した説明を省略する。バッテリーユニット B U a は、t 1 のタイミングで放電処理を停止する。t 0 および t 1 は、上述した指示信号の指示内容（コマンドデータ）に規定されている。バッテリーユニット B U a は、t 1 a で示す放電期間の間、放電処理を行う。

【 0 2 2 5 】

t 1 のタイミングでバッテリーユニット B U b が放電処理を開始する。バッテリーユニット B U b 1 台の出力で、負荷が必要とする電力を供給できることは、上述した負荷判断処理で確認されている。放電処理によってバッテリー B b から放電がなされ、バッテリーユニット B U b から電圧が出力される。バッテリーユニット B U b は、t 2 のタイミングで放電処理を停止する。t 1 および t 2 は、上述した指示信号の指示内容（コマンドデータ）に規定

されている。バッテリーユニットB U bは、t 1 bで示す放電期間の間、放電処理を行う。

【0226】

t 2のタイミングでバッテリーユニットB U cが放電処理を開始する。バッテリーユニットB U c 1台の出力で、負荷が必要とする電力を供給できることは、上述した負荷判断処理で確認されている。放電処理によってバッテリーB cから放電がなされ、バッテリーユニットB U cから電圧が出力される。バッテリーユニットB U cは、t 3のタイミングで放電処理を停止する。t 2およびt 3は、上述した指示信号の指示内容(コマンドデータ)に規定されている。バッテリーユニットB U cは、t 1 cで示す放電期間の間、放電処理を行う。

【0227】

t 1 aとt 1 bとt 1 cとの比が、略2 : 3 : 1に設定される。このようにして、放電期間を適切に設定することで、上述した放電分配率を実現することができる。このとき、図15Bに示すように、負荷に供給される電力は略1台分のバッテリーユニットの出力である。t 3のタイミングで、次に同期信号がコントロールユニットC Uから供給され、上述した各バッテリーユニットB Uによる放電処理が繰り返される。

【0228】

次に、この2台分のバッテリーユニットの出力を3台のバッテリーユニットで分担する例について説明する。ここでは、上述した負荷判断処理の処理Aにおいて、例えば、バッテリーユニットB U aとバッテリーユニットB U bとの組合せおよびバッテリーユニットB U bとバッテリーユニットB U cとの組合せたときに、負荷が必要とする電力を供給できると判定されたものとする。なお、順位および放電分配率は、出力を3台で分担するときの順位および放電分配率と同じに設定されたものとする。

【0229】

図15Aに示すように、バッテリーユニットB U aは、t 1 0のタイミングにおける最初の同期信号に応じて、放電処理を開始する。そして、t 1 1のタイミングで放電処理を終了する。すなわち、バッテリーユニットB U aは、t 1 0からt 1 1までの期間を放電期間t 2 aとして放電する。バッテリーユニットB U bは、t 1 0のタイミングにおける最初の同期信号に応じて、放電処理を開始する。この放電処理は継続される。t 1 0のタイミングで供給される同期信号から、t 1 2のタイミングで供給される次の同期信号までの期間でみれば、バッテリーユニットB U bは、t 1 0からt 1 2までの期間を放電期間t 2 bとして放電する。バッテリーユニットB U cは、t 1 1のタイミングで放電処理を開始する。そして、t 1 2のタイミングで放電処理を終了する。すなわち、バッテリーユニットB U cは、t 1 1からt 1 2までの期間を放電期間t 2 cとして放電する。

【0230】

t 2 cとt 2 aとの比が略1 : 2に設定される。これにより、t 2 aとt 2 bとt 2 cとの比が略2 : 3 : 1に設定される。このように、複数のバッテリーユニットで放電を分担するときでも、バッテリーの状況に応じて放電分配率が決定でき、放電分配率に応じた放電処理を行うことができる。

【0231】

負荷が必要とする電力を、2台のバッテリーユニットB Uの出力で分担している。このため、図15Bに示すように、電力は例えば、略2倍になる。なお、電力が略2倍にならない場合でも、図14で説明した負荷判断処理で、負荷が必要とする電力を供給できることが確認されているため問題は生じない。

【0232】

このように、負荷に対する出力を複数のバッテリーユニットで分担できる。さらに、バッテリーユニットが有するバッテリーの状況に応じて、バッテリーユニットに対する放電制御を行うことができる。

【0233】

なお、出力するバッテリーユニットが切り替わる際に、処理の遅延などにより出力が瞬間的に0または著しく低下する可能性がある。このため、放電期間が重なるように設定されることが好ましい。図15において、例えば、t 1のタイミングにおいて、放電期間t 1

10

20

30

40

50

aとt 1 bとが重複するように、放電期間が設定される。

【0234】

放電期間が重複するように設定する処理は、例えば、CPU13によって行われる。CPU13は、例えば、バッテリーユニットB U aが放電処理を停止するタイミングをt 1より時間的にやや後にし、バッテリーユニットB U bが放電処理を開始するタイミングをt 1より時間的にやや前にする。なお、各バッテリーユニットB UにおけるCPU45が、指示された放電開始タイミングよりやや前に放電処理を開始し、指示された放電終了タイミングよりやや後に放電処理を停止する制御を行うようにしてもよい。

【0235】

なお、1台のバッテリーユニットの出力で負荷に対応できる場合でも、1台のバッテリーユニットの出力が負荷の消費電力に対して余裕がない場合は、2台のバッテリーユニットで分担して出力するようにしてもよい。さらに、例えば、所定のバッテリーユニットが離脱された場合や、負荷が必要とする電力が変動した場合に、バッテリーユニット毎の放電分配率などが動的に変更されるようにしてもよい。

【0236】

以上のように、負荷の消費電力などが不明である場合にも、負荷が必要とする電力を分担して出力するバッテリーユニットを判別できる。判別されたバッテリーユニットの中で、それぞれのバッテリーユニットが有するバッテリーの状況に応じて放電期間などを変更できる。これにより、例えば、あるバッテリーユニットを多く使用したいや、あるバッテリーユニットの使用は最小限に抑えたいなどの要望に対応することができる。

【0237】

< 2 . 変形例 >

以上、本開示の一実施形態について説明したが、本開示は、上述した実施形態に限定されることはなく、種々の変形が可能である。実施形態における構成、数値、材料などは全て一例であり、例示した構成等に限定されることはない。例示した構成等は、技術的矛盾が生じない範囲において、適宜、変更することができる。

【0238】

例えば、各バッテリーユニットにおけるDC - DCコンバータの出力側に可変抵抗器を接続してもよい。可変抵抗器の抵抗値を適宜、変更する。可変抵抗器の抵抗値が大きくなることでDC - DCコンバータからの出力電圧（例えば、48V）が低下する。これにより、48Vを出力し続けている他のDC - DCコンバータからの出力電圧が外部機器に供給される。すなわち、可変抵抗器の抵抗値を変化させることで、所望のバッテリーユニットのみを出力させる制御を実現できる。

【0239】

制御システムにおけるコントロールユニットおよびバッテリーユニットが携帯可能とされてもよい。上述した制御システムが、例えば、自動車や家屋などに適用されてもよい。

【0240】

なお、本開示は、以下の構成をとることもできる。

(1)

負荷が必要とする電力を分担して供給する複数のバッテリーユニットを判別する判別部と

、
前記複数のバッテリーユニットがそれぞれ有するバッテリーの状況に応じて、前記複数のバッテリーユニットに対する放電制御を行う制御部と
を備える制御装置。

(2)

前記制御部は、

前記複数のバッテリーユニット毎の放電量を決定することで前記放電制御を行う(1)に記載の制御装置。

(3)

前記制御部は、

10

20

30

40

50

基準信号に対する放電期間を設定することで前記バッテリーユニット毎の放電量を決定する(2)に記載の制御装置。

(4)

所定のバッテリーユニットが放電処理を行う放電期間と、他のバッテリーユニットが放電処理を行う放電期間とが重複する(3)に記載の制御装置。

(5)

前記バッテリーの状況は、バッテリーの残容量、バッテリーの使用履歴およびバッテリーの温度の少なくとも一つである(1)乃至(4)のいずれか1に記載の制御装置。

(6)

前記判別部は、

10

前記バッテリーユニットを前記負荷に対して順次、接続していき、該接続されたバッテリーユニットから供給される電圧を監視することで、前記複数のバッテリーユニットを判別する(1)乃至(5)のいずれか1に記載の制御装置。

(7)

負荷が必要とする電力を分担して供給する複数のバッテリーユニットを判別し、

前記複数のバッテリーユニットがそれぞれ有するバッテリーの状況に応じて、前記複数のバッテリーユニットに対する放電制御を行う

制御装置における制御方法。

(8)

複数のバッテリーユニットと、

20

前記複数のバッテリーユニットと接続される制御装置と

を備え、

前記制御装置は、

前記複数のバッテリーユニットの中から、負荷が必要とする電力を分担して供給する複数のバッテリーユニットを判別する判別部と、

該複数のバッテリーユニットがそれぞれ有するバッテリーの状況に応じて、該複数のバッテリーユニットに対する放電制御を行う制御部と

を備える制御システム。

【符号の説明】

【0241】

30

1・・・制御システム

11・・・高圧入力電源回路

12・・・低圧入力電源回路

13・・・(コントロールユニットの)CPU

45・・・(バッテリーユニットの)CPU

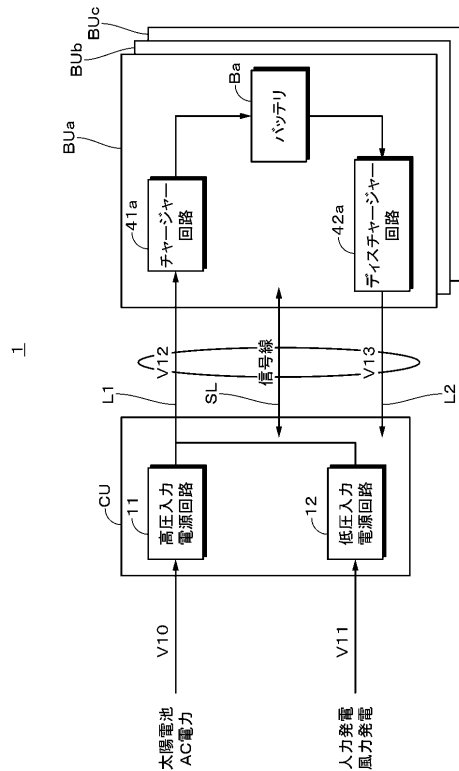
41a・・・チャージャー回路

44a・・・DC-DC

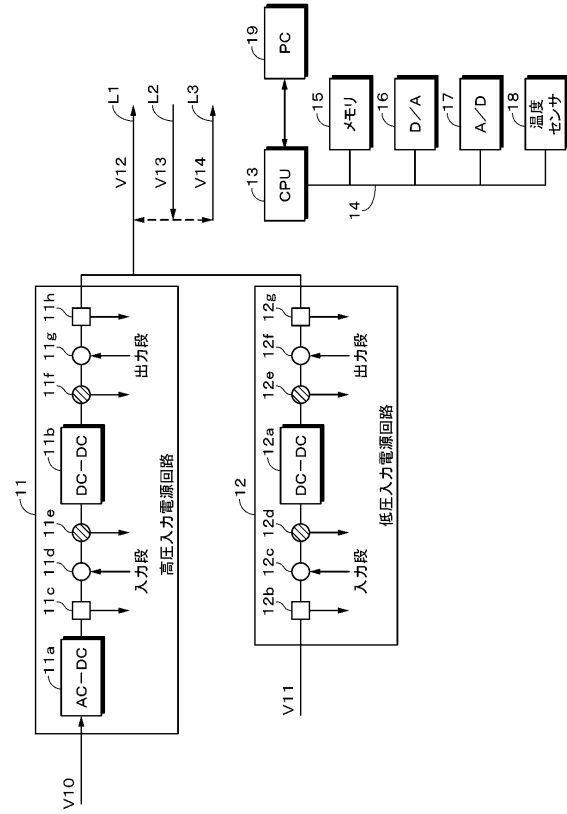
Ba・・・バッテリー

CU・・・コントロールユニット

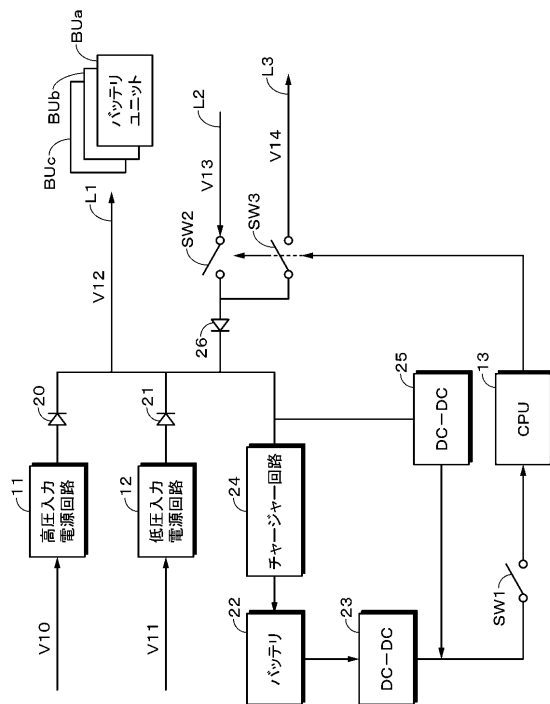
【図 1】



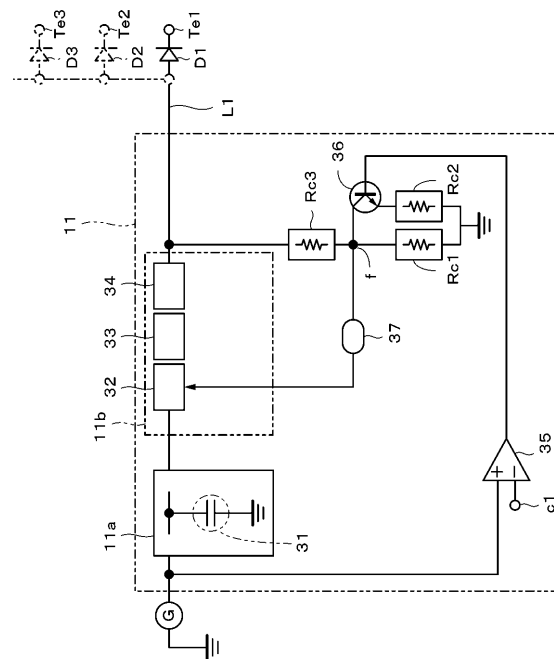
【図 2】



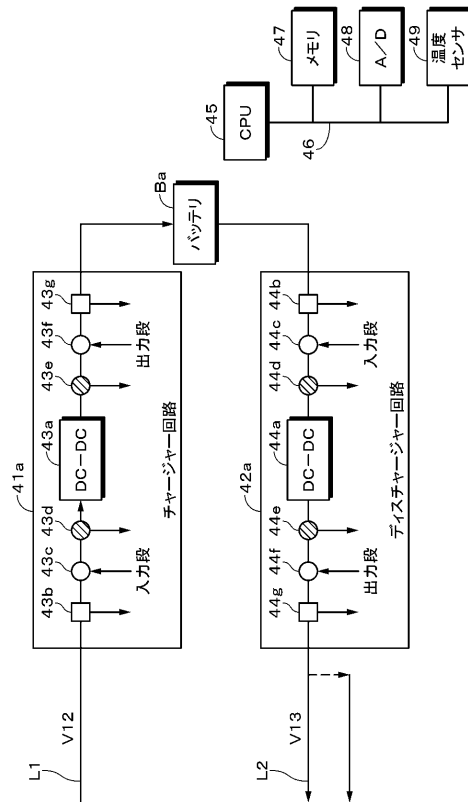
【図 3】



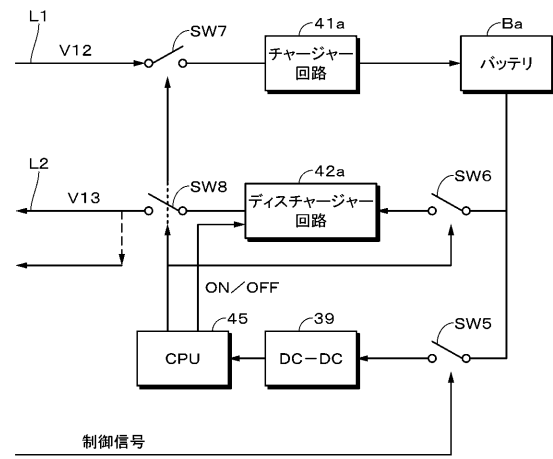
【図 4】



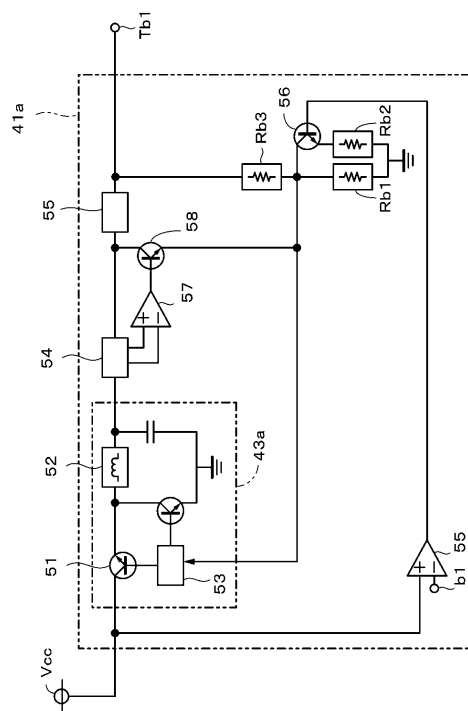
【図 5】



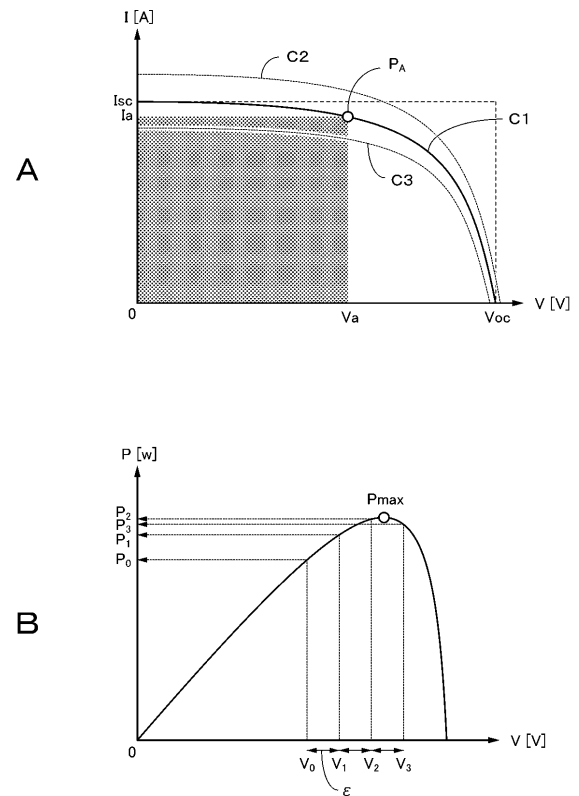
【図 6】



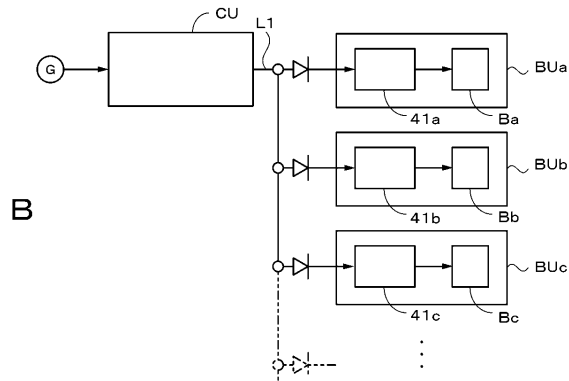
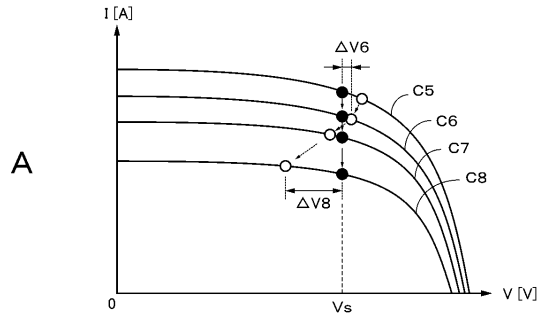
【図 7】



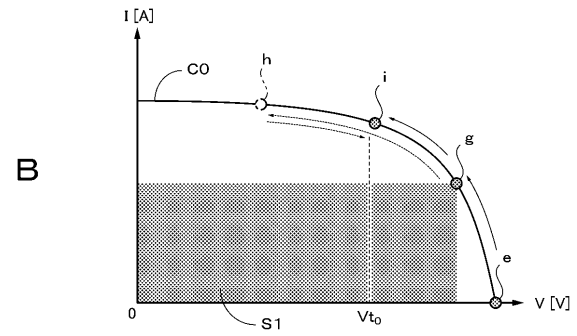
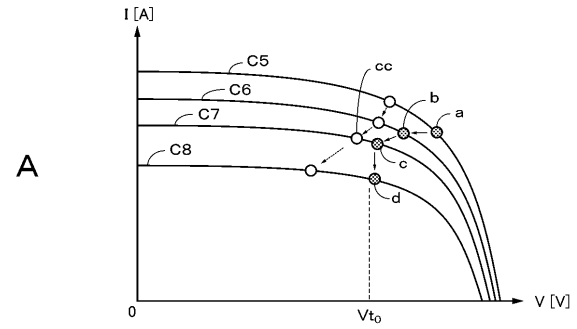
【図 8】



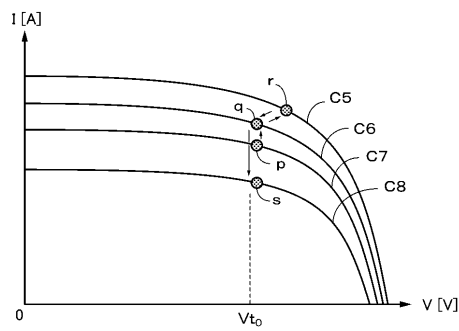
【図 9】



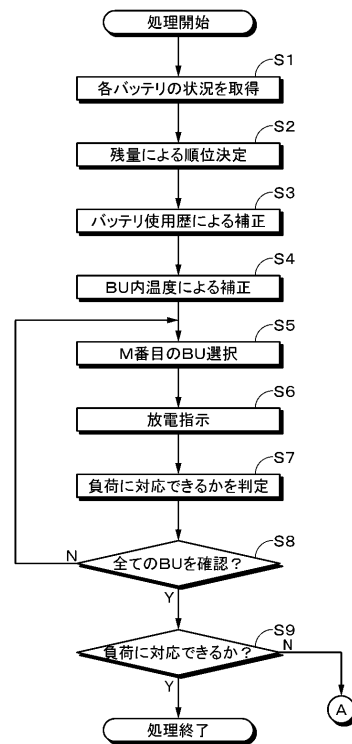
【図 10】



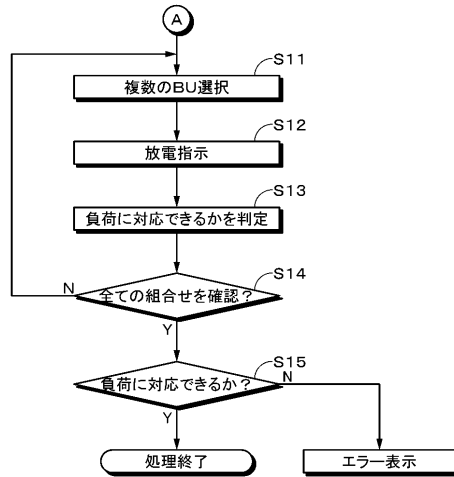
【図 11】



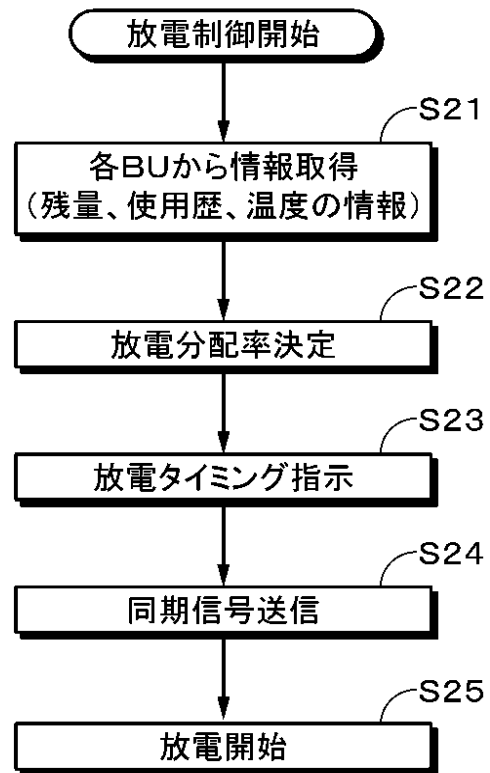
【図 12】



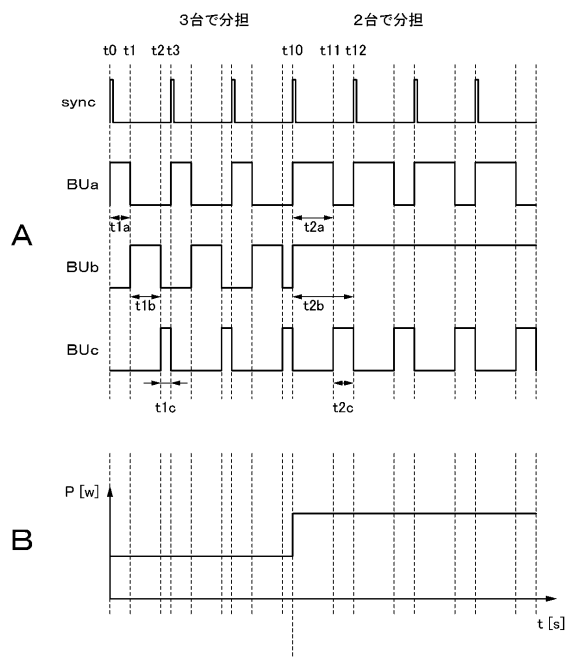
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 鎌田 壘

神奈川県藤沢市辻堂新町3丁目3番1号 ソニーエンジニアリング株式会社内

審査官 緑川 隆

(56)参考文献 特開2011-061990(JP,A)

特開平09-294340(JP,A)

特開2003-235178(JP,A)

特開2001-169468(JP,A)

特開2000-116014(JP,A)

特開2010-232106(JP,A)

特開2004-147477(JP,A)

特開2011-101523(JP,A)

特開2008-118790(JP,A)

特開2008-109840(JP,A)

特開2010-178500(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/00 - 7/12, 7/34 - 7/36

H01M 10/44

H01M 10/48