

(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 1

HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J	7/00	302C
HO1M	10/44	(2006.01)	HO1M	10/44	P
HO1M	10/48	(2006.01)	HO1M	10/44	101
			HO1M	10/48	301
			HO1M	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ユニットを判別する判別部と、

前記複数のバッテリユニットがそれぞれ有するバッテリ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】

所定のバッテリユニットが放電処理を行う放電期間と、他のバッテリ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】

前記バッテリの状況は、バッテリの残容量、バッテリの使用履歴およびバッテリ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ユニットを判別する判別し、

前記複数のバッテリユニットがそれぞれ有するバッテリ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ユニットの中で放電量を再設定する

制御装置における制御方法。

【請求項 6】

複数のバッテリユニットと、

前記バッテリ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、

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ユニットを判別する判別部と、

前記複数のバッテリユニットがそれぞれ有するバッテリ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。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、例えば、複数のバッテリユニットからの放電を行う際に、バッテリ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。

【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

10

20

30

40

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のみが放電されることになり、特定のバッテリ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。

【0005】

したがって、本開示の目的の一つは、複数のバッテリユニットからの放電を行う際に、バッテリ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

【0006】

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ユニットを判別する判別部と、

複数のバッテリユニットがそれぞれ有するバッテリ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

【0007】

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ユニットを判別する判別し、複数のバッテリユニットがそれぞれ有するバッテリ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。

【0008】

本開示は、例えば、

複数のバッテリユニットと、

バッテリ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ユニットを判別する判別部と、

複数のバッテリユニットがそれぞれ有するバッテリ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。

40

【発明の効果】

50

【0009】

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

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【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】**【0011】**

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. 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。

【0012】

<1. 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CUと、1または複数のバッテリユニットBU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CUと、3個のバッテリユニットBUa、BUb、BUCとから構成される。以下の説明において、個々のバッテリユニットを区別する必要がないときは、バッテリユニットBUと適宜称する。

【0013】

制御システム1では、複数のバッテリユニットBUを独立して制御することが可能とされている。さらに、複数のバッテリユニットBU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、バッテリユニットBUaおよびバッテリユニットBUb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。バッテリユニット B U a ~ バッテリユニット 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ユニット B U が接続される。各バッテリユニット 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、バッテリユニット B U に対するコマンドを伝送できる。バッテリユニット 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ユニット B U にも伝送されるが、他のバッテリユニット 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 に输入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い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 】

10

20

30

40

50

高圧入力電源回路11は、電圧V10が75Vのときは、電圧V10を45Vに変換する。電圧V10が100Vのときは、電圧V10を48Vに変換する。電圧V10が75Vから100Vの範囲を変化するのに応じて、高圧入力電源回路11は、45Vから48V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10V～40V程度の範囲のDC電圧(V11)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V11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V11が10V～40Vの範囲を変化することにともなって、電圧V11を、例えば、45V～48V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。

【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、バッテリユニットBUに供給される。図では、バッテリユニットBUに供給されるDC電圧がV12として示されている。上述したように、電圧V12は、例えば、45～48Vの範囲のDC電圧である。電圧V12によって、複数のバッテリユニット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ユニットBUに対しては、充電はなされない。

10

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ユニットの構成の概要について説明する。以下、バッテリユニットBUaを例にして説明するが、バッテリユニットBUbおよびバッテリユニットBUCは、特に断わらない限り同一の構成とされる。

30

【0024】

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

【0025】

チャージャー回路41aは、コントロールユニットCUから供給される電圧V12をバッテリ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Baが充電される。なお、チャージャー回路41aは、電圧V12の変動に応じて、バッテリBaに対する充電レートを変化させる。

40

【0026】

バッテリBaから出力された電力がディスチャージャー回路42aに供給される。バッテリBaからは、例えば、12～55V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42aによって、バッテリBaから供給されたDC電圧がDC電圧V13に変換される。電圧V13は、例えば、48VのDC電圧である。電圧V13が、電力ラインL2を通して、ディスチャージャー回路42a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Baから出力されたDC電圧が、ディスチャージャー回路42a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Bは、リチウムイオンバッテリ、オリビン型リン酸鉄リチウムイオンバッテリ、鉛バッテリなどである。各バッテリユニットBUのバッテリBが異なるバッテリでもよい。例えば、バッテリユニットBUaのバッテリBaおよびバッテリユニットBUbのバッテリBbは、リチウムイオンバッテリで構成される。バッテリユニットBUCのバッテリBcは、鉛バッテリで構成される。バッテリBにおけるバッテリセルの個数および接続様態は適宜、変更可能である。複数のバッテリ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、バッテリユニットBUbのバッテリBbが充電される。バッテリユニットBUCは、予備電源として使用される。例えば、バッテリユニットBUaの残容量が低下した際に、使用するバッテリユニットをバッテリユニットBUaからバッテリユニットBUCに切り換える。バッテリユニット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 C P U 1 3 よって制御される。

【 0 0 3 3 】

なお、図において、センサから延びる矢印が、センサ情報が C P U 1 3 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 C P U 1 3 による制御がなされることを示している。

【 0 0 3 4 】

高圧入力電源回路 1 1 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 1 2 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 1 1 の出力電圧および低圧入力電源回路 1 2 の出力電圧が合成され、合成された電圧 V 1 2 が電力ライン L 1 を介してバッテリユニット B U に出力される。バッテリユニット B U から供給された電圧 V 1 3 が、電力ライン L 2 を介してコントロールユニット C U に供給される。次に、コントロールユニット C U に供給された電圧 V 1 3 が、電力ライン L 3 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 V 1 4 として示している。
。

10

【 0 0 3 5 】

電力ライン L 3 がバッテリユニット B U と接続されてもよい。このような構成により、例えば、バッテリユニット B U a から出力された電力が、電力ライン L 2 を介してコントロールユニット C U に供給される。供給された電力が電力ライン L 3 を介してバッテリユニット B U b に供給され、バッテリユニット B U b 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 L 2 を介してコントロールユニット C U に供給された電力が、電力ライン L 1 に供給されるようにしてもよい。

20

【 0 0 3 6 】

コントロールユニット C U は、C P U 1 3 を含む構成とされる。C P U 1 3 は、コントロールユニット C U の各部を制御する。例えば、高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 における電子スイッチをオン / オフする。さらに、C P U 1 3 は、各バッテリユニット B U に制御信号を供給する。C P U 1 3 は、例えば、バッテリユニット B U 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、バッテリユニット B U に供給する。C P U 1 3 は、バッテリユニット B U 毎に異なる内容の制御信号を出力することができる。

30

【 0 0 3 7 】

C P U 1 3 は、バス 1 4 を介してメモリ 1 5 、D / A (Digital to Analog)変換部 1 6 、A / D (Analog to Digital)変換部 1 7 および温度センサ 1 8 と接続されている。バス 1 4 は、例えば、I²C バスで構成される。メモリ 1 5 は、E E P R O M (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 1 6 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。

【 0 0 3 8 】

C P U 1 3 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 1 7 によってデジタル信号に変換された後に、C P U 1 3 に入力される。温度センサ 1 8 は、環境温度を測定する。例えば、コントロールユニット C U 内部の温度や、コントロールユニット C U の周囲の温度を測定する。

40

【 0 0 3 9 】

C P U 1 3 が通信機能を有していてもよい。例えば、C P U 1 3 とパーソナルコンピュータ (P C) 1 9 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 C P U 1 3 との間で通信がなされるようにしてもよい。

【 0 0 4 0 】

「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 C U 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 1 1 の出力段には、逆流防止用のダイオード 2 0 が接続されている。低圧入力電源回路 1 2 の出力段には、逆流防止用のダイオード 2 1 が接続されている。ダイオード

50

ド20およびダイオードD21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ユニットBUに供給されるものの、負荷となるバッテリユニット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22から電力が供給される。バッテリ22は、リチウムイオンバッテリなどの充電可能なバッテリである。バッテリ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22が使用される。バッテリ22に対する制御は、例えば、CPU13によってなされる。

【0042】

高圧入力電源回路11や低圧入力電源回路12、あるいはバッテリユニットBUから供給される電力によってバッテリ22を充電することができる。バッテリユニット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22に供給される。供給されたDC電圧によってバッテリ22が充電される。

【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。

【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。

【0045】

スイッチSW2の出力側には、逆流防止用のダイオードD26が接続されている。ダイオードD26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、バッテリユニットBUの最終段にもダイオードを設けてよい。

【0046】

バッテリユニット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

10

20

30

40

50

バッテリユニット B U に供給され、他のバッテリユニット B U のバッテリ B が電圧 V 1 4 によって充電されてもよい。

【 0 0 4 7 】

C P U 1 3 は、電圧 V 1 3 または電圧 V 1 4 の電圧を取得する機能を有する。例えば、電力ライン L 2 または電力ライン L 3 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、C P U 1 3 は、電圧 V 1 3 または電圧 V 1 4 の電圧値を取得する。そして、C P U 1 3 は、コントロールユニット C U に所定のバッテリ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。

【 0 0 4 8 】

「高圧入力電源回路の構成例」

10

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 1 1 は、D C - D C コンバータ 1 1 b 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 1 1 c、電子スイッチ 1 1 d、電流センサ 1 1 e、電流センサ 1 1 f、電子スイッチ 1 1 g および電圧センサ 1 1 h ならびにダイオード 2 0 などの図示を省略している。

【 0 0 4 9 】

低圧入力電源回路 1 2 は、D C - D C コンバータ 1 2 a が昇圧型の D C - D C コンバータとされること以外は、高圧入力電源回路 1 1 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。

【 0 0 5 0 】

D C - D C コンバータ 1 1 b は、例えば、スイッチング素子などを含む一次側回路 3 2 と、トランス 3 3 と、整流素子などを含む二次側回路 3 4 とから構成される。図 4 に例示する D C - D C コンバータ 1 1 b は、電流共振型のコンバータ (L L C 共振コンバータ) である。

20

【 0 0 5 1 】

フィードフォワード制御系は、オペアンプ 3 5、トランジスタ 3 6、抵抗 R c 1、R c 2 および R c 3 を含み、フィードフォワード制御系の出力は、例えば、D C - D C コンバータ 1 1 b の一次側回路 3 2 のドライバに備えられた制御用端子に入力される。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 からの出力電圧を調整する。

30

【 0 0 5 2 】

高圧入力電源回路 1 1 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 1 1 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 1 1 を備えるコントロールユニット C U 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。

【 0 0 5 3 】

図 4 に示すように、高圧入力電源回路 1 1 からは、コンデンサ 3 1 を含む A C - D C コンバータ 1 1 a、一次側回路 3 2、トランス 3 3、二次側回路 3 4 を介して出力電圧が取り出される。A C - D C コンバータ 1 1 a は、コントロールユニット C U の外部からの入力が交流電源であるときに配置される力率補正 (Power Factor Correction) 回路である。

40

【 0 0 5 4 】

コントロールユニット C U からの出力は、電力ライン L 1 により、バッテリユニット B U に送出される。例えば、個々のバッテリユニット B U a、B U b、B U c、・・・は、逆流防止用のダイオード D 1、D 2、D 3、・・・を介して、出力端子 T e 1、T e 2、T e 3、・・・にそれぞれ接続される。

【 0 0 5 5 】

以下、高圧入力電源回路 1 1 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。

50

【0056】

オペアンプ35の非反転入力端子に対しては、高圧入力電源回路11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35の反転入力端子c1に対しては、あらかじめ定められた一定の電圧V_{t₀}をk_c倍した電圧が入力されている。オペアンプ35の反転入力端子c1に対する入力電圧（k_c×V_{t₀}）は、例えば、D/A変換部16から印加される。電圧V_{t₀}の値は、例えば、D/A変換部16の内蔵メモリに保持され、必要に応じて、電圧V_{t₀}の値を変更することが可能とされている。電圧V_{t₀}の値が、バス14を介してCPU13に接続されたメモリ15に保持され、これをD/A変換部16に転送するようにしてもよい。

【0057】

10

オペアンプ35の出力端子はトランジスタ36のベースに接続されており、トランジスタ36により、オペアンプ35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。

【0058】

トランジスタ36のエミッタに接続された抵抗R_{c2}の抵抗値は、抵抗R_{c2}と並列に接続される抵抗R_{c1}の抵抗値に対して大とされている。

【0059】

例えば、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であったとする。このとき、トランジスタ36はオンであり、抵抗R_{c1}および抵抗R_{c2}の合成抵抗の値が抵抗R_{c1}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

【0060】

すると、フォトカプラ37を介して接続された、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する。制御用端子に対する入力電圧の低下を検出した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からの出力電圧を引き上げる。

【0061】

逆に、例えば、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低下し、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}に近づいたとする。

30

【0062】

高圧入力電源回路11に対する入力電圧が下がってくると、トランジスタ36の状態が、オンからオフの状態に近づく。トランジスタ36の状態がオンからオフの状態に近づくに伴い、抵抗R_{c1}および抵抗R_{c2}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。

【0063】

すると、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一定に保たれなくなるため、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からの出力電圧を引き下げる。

【0064】

40

すなわち、高圧入力電源回路11は、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11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_{t₀}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11を備えるコントロールユニットCU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。

【0065】

さらに、以下に説明するように、高圧入力電源回路11は、コントロールユニットCU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。

【0066】

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

50

バッテリユニット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ユニットBUが電気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に対して電気的に接続されたバッテリユニットBUの数が減少したとすると、太陽電池からみた負荷が減少するため、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_{t_0} 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。

10

【0069】

なお、抵抗Rc1、Rc2およびRc3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Rc1およびRc2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くときに、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。

20

【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】

「バッテリユニットの内部構成」

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

30

【0072】

バッテリユニット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Baと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V12が供給される。バッテリユニットBUaからの出力である電圧V13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V13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V12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Baに供給され、バッテリBaが充電される。所定電圧は、バッテリ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。

40

【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V13に変換される。変換された電圧V13がディスチャージャー回路

50

42a から出力される。DC - DC コンバータ 44a の入力段には、電圧センサ 44b と、電子スイッチ 44c と、電流センサ 44d とが接続されている。DC - DC コンバータ 44a の出力段には、電流センサ 44e と、電子スイッチ 44f と、電圧センサ 44g とが接続されている。

【0075】

バッテリユニット BUa は、CPU45 を備える。CPU45 は、バッテリユニット BU 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 B の安全を確保する処理を CPU45 が行うようにしてもよい。CPU45 は、バス 46 に接続されている。バス 46 は、例えば、I²C バスである。

10

【0076】

バス 46 には、メモリ 47 と、A / D 変換部 48 と、温度センサ 49 とが接続されている。メモリ 47 は、例えば、EEPROM 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 48 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 48 によってデジタル信号へと変換されたセンサ情報が CPU45 に供給される。温度センサ 49 は、バッテリユニット BU 内の所定箇所の温度を測定する。温度センサ 49 は、例えば、CPU45 が実装される基板の周囲の温度と、チャージャー回路 41a およびディスチャージャー回路 42a の温度と、バッテリ B a の温度とを測定する。

【0077】

20

「バッテリユニットの電源系統」

図 6 は、バッテリユニット BUa の、主に電源系統に関する構成の一例を示す。バッテリユニット BUa には、メインスイッチは設けられていない。バッテリ Ba と CPU45 との間には、スイッチ SW5 および DC - DC コンバータ 39 が接続されている。バッテリ Ba とディスチャージャー回路 42a との間には、スイッチ SW6 が接続されている。チャージャー回路 41a の入力段には、スイッチ SW7 が接続されている。ディスチャージャー回路 42a の出力段には、スイッチ SW8 が接続されている。それぞれのスイッチ SW は、例えば、FET により構成される。

【0078】

バッテリユニット BUa は、例えば、コントロールユニット CU 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 CU 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、バッテリユニット BUa 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 SW5 に供給され、スイッチ SW5 がオンされる。スイッチ SW5 がオンすることで、バッテリユニット BUa が起動する。スイッチ SW5 がオンすることで、バッテリ Ba からの DC 電圧が DC - DC コンバータ 39 に供給される。DC - DC コンバータ 39 によって、CPU45 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 CPU45 に供給され、CPU45 が動作する。

30

【0079】

CPU45 は、コントロールユニット CU の指示に応じた制御を実行する。コントロールユニット CU から CPU45 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、CPU45 は、スイッチ SW6 およびスイッチ SW8 をオフした後にスイッチ SW7 をオンする。スイッチ SW7 がオンされることで、コントロールユニット CU から供給される電圧 V12 が、チャージャー回路 41a に供給される。チャージャー回路 41a によって電圧 V12 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 Ba が充電される。なお、バッテリ B に対する充電方法は、バッテリ B の種類に応じて適宜変更することができる。

40

【0080】

コントロールユニット CU から CPU45 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、CPU45 は、スイッチ SW7 をオフし、スイッチ SW6

50

およびスイッチ SW 8 をオンする。例えば、スイッチ SW 6 をオンしてから、一定時間後にスイッチ SW 8 をオンする。スイッチ SW 6 がオンされることで、バッテリ 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 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 SW 8 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、他のバッテリユニット BU からの出力と衝突しないようにするために、スイッチ SW 8 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れば、バッテリユニット 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 IC 53 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 IC 53 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 IC 53 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 に電気的に接続された各バッテリ 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ユニット B U は、各バッテリ 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 に電気的に接続された各バッテリ 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つてもよい。）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 への入力は、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、DC - DC 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 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 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の種類に応じて個別にきめられるため、バッテリユニット B U に備えられるバッテリ 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 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 IC 5 3 の制御用端子に入力される構成を例示したが、バッテリユニット B U の CPU 4 5 が、制御用 IC 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、バッテリユニット B U の CPU 4 5 が、信号ライン S L を介してバッテリユニット 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 CPU 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 CPU 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 × V b）は、例えば、CPU 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Vb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Vb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たときに、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Rb1、Rb2およびRb3の抵抗値の組み合わせによってきまる。そのため、抵抗Rb1、Rb2およびRb3の抵抗値は、各チャージャー回路に接続されるバッテリBの種類に応じて調整される。

10

【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Bの定格にあわせてきめられる。

20

【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Baに対する充電が減速される。

【0103】

30

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、MPP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】

「MPP制御」

まず、以下に、MPP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、Isc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、Voc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。IscおよびVocは、それぞれ短絡電流および開放電圧と呼ばれる。

40

【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

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C1上の点を、太陽電池の動作点という。なお、図8A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Vaおよび端子電流Ia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Vaおよび端子電流Ia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8Aに示す曲線C1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VaとIa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8Aに示す曲線C1で表されるとき、太陽電池から得られる最大の電力は、図8Aにおいて網掛けで示された領域の面積(Va × Ia)により表される。なお、(Va × Ia)を(Voc × Isc)で割った量がフィルファクタである。

10

【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PA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C1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。

20

【0111】

図8Aに示す曲線C2およびC3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8Aに示す曲線C2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8Aに示す曲線C3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】

30

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C1から曲線C2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C1上の点から曲線C2上の点にうつる。

【0113】

MPP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】

40

図8B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8B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Pmaxをとるものとすると、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CPU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V0として、このときの発電電力P0が計算される。次に、 $V_1 = V_0 + \Delta V$ （ここでは $\Delta V > 0$ とする。）として、太陽電池

50

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、 $V_2 = V_1 + \Delta V$ 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、 $V_3 = V_2 + \Delta V$ 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。

【 0 1 1 7 】

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 10 ある。このように、 ΔV 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。

【 0 1 1 8 】

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、計算に乘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

【 0 1 1 9 】

「電圧追従法による制御」

ここで、図 8 A に示す曲線 C 1 ~ 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つてもよい。）に対して、開放電圧 $V_{o c}$ の変化は、短絡電流 $I_{s c}$ 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。 30 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。

【 0 1 2 0 】

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。

【 0 1 2 1 】

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 $V_{o c}$ である。 40

【 0 1 2 2 】

次に、測定により得られた開放電圧 $V_{o c}$ の例え 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。

【 0 1 2 3 】

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が、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 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、M P P 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、M P P 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、M P P 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、M P P 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V₆およびV₈を比較すると、V₆ < V₈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、M P P 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の組を備える1または複数のバッテリユニット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台のバッテリの充電を行おうとする場合、太陽電池とバッテリ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M P P T制御または電圧追従法による制御が実行される。該1台のバッテリには、複数のバッテリが内包されて一体として動作する物も含まれるが、該1台のバッテリは、複数のバッテリとはいえ、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M P P 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、複数個のバッテリユニット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、バッテリユニットBUa、BUb、BUC、・・・に内包されるバッテリ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が、バッテリ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が、バッテリ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であるときが、バッテリ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であるときが、バッテリ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とする。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。

【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。

【0142】

いま、バッテリB a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B aに供給される電力(供給量)が、バッテリB a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B aに供給される電力が、バッテリB a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からのバッテリユニットBU aに対する出力電圧(電圧V12)は、上限の48Vとなる。すなわち、バッテリユニットBU aへの入力電圧が上限の48Vであるため、バッテリユニットBU a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B a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、バッテリへのチャージを100%で行うよう説明したが、バッテリへのチャージは100%に限らず、充電レートは、バッテリ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からのバッテリユニットBU a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へと変化し、太陽電池の端子電圧が徐々に低下することに伴って、コントロールユニットCUからのバッテリユニットBU aに対する出力電圧も低下する。コントロールユニットCUからのバッテリユニットBU a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B a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 $V_{t_0} = 75V$ 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、バッテリユニットBU a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。

10

20

30

40

50

【0147】

コントロールユニットCUからのバッテリユニットBUaに対する出力電圧が引き下げる場合、バッテリユニットBUaへの入力電圧が低下するため、バッテリユニットBUaのチャージャー回路41aは、バッテリBa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41aからの出力電圧が引き下げる場合、バッテリBa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41aに接続されたバッテリBaに対する充電が減速される。すなわち、バッテリBaに対する充電レートが引き下げる。

【0148】

バッテリBaに対する充電レートが引き下げる場合、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

【0149】

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CUからのバッテリユニットBUaに対する出力電圧の引き下げの度合いが減少し、バッテリユニットBUaへの入力電圧が上昇する。バッテリユニットBUaへの入力電圧が上昇することにより、バッテリユニットBUaのチャージャー回路41aは、チャージャー回路41aからの出力電圧を引き上げ、バッテリBaに対する充電レートを引き上げる。

【0150】

バッテリBaに対する充電レートが引き上げられる場合、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CUの高圧入力電源回路11は、バッテリユニットBUaに対する出力電圧を引き下げる。20

【0151】

以後、コントロールユニットCUからのバッテリユニットBUa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。

【0152】

協調制御は、MPP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、CPUによる計算が介在しない。そのため、協調制御は、MPP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

【0153】

また、高圧入力電源回路11およびチャージャー回路41a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CUとバッテリユニットBUa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。

【0154】

ここで、曲線C5上の点aにいたときはコントロールユニットCUが100W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CUからのバッテリユニットBUa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C7上のc点にうつったとする。このとき、バッテリBaに対して供給される電力は100Wを下回ることとなるが、図10Aに示すように、電圧Vt₀の値の選び方によっては、MPP制御を行った場合と比較しても遜色のない電力をバッテリBaに対して供給することができる。40

【0155】

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C7から曲線C8へと変化し、太陽電池の動作点は、例えば、曲線C8上のd点にうつる。

【0156】

10

20

30

40

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B a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B a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により表されるとする。

【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】

バッテリユニットBUaに接続されたバッテリ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Baに供給される電力が、バッテリ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、バッテリユニットBUaと同様の構成を備えるバッテリユニット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。バッテリユニットBUaに接続されているバッテリBaと同様に、バッテリユニットBUbに接続されているバッテリBbが、充電のために100Wの電力を必要とするものとすると、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つのバッテリに供給するためには、例えば、バッテリユニットB U aのチャージャー回路41aおよびバッテリユニットB U bのチャージャー回路41b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41aおよび41b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C0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B aおよびバッテリ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11は、バッテリユニット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、バッテリユニットB U aのチャージャー回路41aおよびバッテリユニットB U bのチャージャー回路41bは、バッテリ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して、コントロールユニットC Uからのバッテリユニット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。

40

【0173】

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、個々のバッテリユニットは連動制御されていないため、個々のバッテリ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ことに変わりはない。

【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C0上のg点からi点へとうつ

50

る。なお、図10Bにおいては、説明の都合上、曲線C0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、個々のバッテリユニットBU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、個々のバッテリユニットBU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CUに対して接続されるバッテリユニットBU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C5～C8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CUに対して、充電のために100Wの電力を必要とするバッテリBaを備えたバッテリユニットBUa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C7により表され、太陽電池の動作点が、曲線C7上のp点により表されるとする。

【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Vt₀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Vt₀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41aを介してバッテリBa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Baを充電するチャージャー回路41aに対しては、100W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C7から曲線C6へと変化したとする。また、バッテリユニットBUaと同様の構成を備えるバッテリユニット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。このとき、太陽電池の動作点は、例えば、曲線C7上のp点から、曲線C6上のq点にうつる。

40

【0181】

コントロールユニットCUに対して2つのバッテリユニットが接続されたことにより、チャージャー回路41a、41bがバッテリBa、Bbにフルで充電する際の消費電力は200W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、200W未満（例えば150W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C6から曲線C5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 つのバッテリに供給される電力が、2 つのバッテリ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 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 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、複数のバッテリユニットのバッテリの出力電圧が異なる場合に、複数のバッテリ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が放電することになり、特定のバッテリのみが消耗する。さらに、出力元のバッテリ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、バッテリユニット間で連携した処理を行なうことは実際上、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

に挿えている。

【0193】

D C - D C コンバータを使用した場合でも、各バッテリ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、特定のバッテリユニットの出力電圧が他のバッテリユニットの出力電圧より 0 . 0 1 V 程度高いだけで、特定のバッテリ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、複数のバッテリユニットを使用している。複数のバッテリユニット毎のバッテリの状況は異なる。例えば、バッテリの使用履歴、温度、残容量などは、バッテリ毎で異なる。このため、あるバッテリユニットのバッテリは新品なので放電量を大きくしたいとか、あるバッテリユニットのバッテリ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、あるバッテリユニットが放電する電力量である。放電量が、バッテリ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 C U によって行われる。

【0197】

処理が開始される。ステップ S 1 の処理では、コントロールユニット C U によって各バッテリ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 C U の C P U 1 3 は、各バッテリユニット B U の C P U 4 5 に対して、それぞれのバッテリユニット B U が有するバッテリ 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 S L を介して送信される。要求信号は、バッテリユニット B U 每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ユニット B U 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、各バッテリユニット B U の C P U 4 5 は、自身が有するバッテリ B の状況を示す応答信号をコントロールユニット C U に送出する。バッテリの状況とは、バッテリの残容量や、充放電回数や使用時間の累計などのバッテリの使用履歴や、バッテリの温度などを示すデータである。応答信号が各バッテリユニット B U からコントロールユニット C U に供給される。コントロールユニット C U は、応答信号に基づいて、バッテリユニット B U a のバッテリ B a 、バッテリユニット B U b のバッテリ B b およびバッテリユニット B U c のバッテリ B c のそれぞれの状況を取得できる。なお、各バッテリユニット B U からの応答信号が衝突しないようにするために、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 S 2 に進む。

【0199】

ステップ S 2 では、バッテリ 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ユニット B U に対してなされる。ここでは、バッテリユニット B U b に対して1番目の順位が付与され、バッテリユニット B U a に対して2番目の順位が付与され、バッテリユニット B U

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。

【0200】

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 番目のバッテリユニット B U a のバッテリ B a と、順位が 2 番目のバッテリユニット B U b のバッテリ 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 B a の使用歴がバッテリ 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。

【0201】

ステップ S 4 では、バッテリユニット B U 内の温度に応じた補正処理が行われる。例えば、バッテリユニット B U の温度が高いバッテリユニット 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を有するバッテリユニットの順位が、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。

10

【0202】

ステップ S 5 では、1 番目の順位が付与されたバッテリユニット 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

【0203】

ステップ S 7 では、負荷が必要とする電力を、バッテリユニット B U b が供給できるか否かが判定される。この処理は、例えば、コントロールユニット C U の C P U 13 が電力ライン L 2 に供給されている電圧 V 13 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 13 の一例として、バッテリユニット B U b からの DC 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 13 が大きく降下する。場合にはよっては、電圧 V 13 がドロップする。例えば、閾値を設け、電圧 V 13 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ユニット B U b が供給できないと判断する。若し、電圧 V 13 が降下しない、または、電圧 V 13 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ユニット B U b が供給できると判断され、バッテリユニット 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

【0204】

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

【0205】

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。バッテリユニット B U a、バッテリユニット B U b およびバッテリユニット 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、バッテリユニット B U a、バッテリユニット B U b およびバッテリユニット 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、バッテリユニット B U a、バッテリユニット B U b およびバッテリユニット 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、バッテリユニット B U a、バッテリユニット B U b およびバッテリユニット B U c がそれぞれ有するバッテリ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断されたとする。この場合は、後述する放電制御処理では、バッテリユニット B U c は使用されずに、2台のバッテリユニット（バッテリユニット B U a およびバッテリユニット 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、全てのバッテリユニットの出力が略同じ場合は、いずれか一のバッテリユニットのみ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ユニットが負荷に対応できれば、他のバッテリ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 13 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ユニット中の1台のバッテリユニットでは、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S13では、2台のバッテリユニットBU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S14に進む。

【0212】

ステップS14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台のバッテリユニット(バッテリユニットBUa、バッテリユニットBUb、バッテリユニットBUC)を使用していることか、3通りの組み合わせが存在する。全ての組み合せについてステップS13の処理が行われていなければ、処理がステップS11に戻る。そして、ステップS11において、他の組合せになるようにして2台のバッテリユニットBUが選択される。全ての組み合せについてステップS13の処理が行われていれば、処理がステップS15に進む。

10

【0213】

ステップS15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台のバッテリユニットBUを使用して放電処理がなされる。3台のバッテリユニットBU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、全てのバッテリユニットBU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S15において、少なくとも一のバッテリ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。

【0214】

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、何台のバッテリユニットBU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

【0215】

次に、コントロールユニットCUが行う放電制御処理について説明する。図14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S21の処理が行われる。ステップS21では、コントロールユニットCUが各バッテリユニットBUのバッテリBの状況を取得する。この処理は、図12におけるステップS1の処理と略同様のであるので重複した説明を省略する。なお、図12におけるステップS1の処理で取得したバッテリB毎の状況をコントロールユニットCUのメモリ15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S22に進む。

30

【0216】

ステップS22では、コントロールユニットCUのCPU13が、コントロールユニットCUに接続されているバッテリユニットBU毎の放電量を決定する処理を行う。CPU13は、例えば、バッテリユニットBUa、バッテリユニットBUbおよびバッテリユニットBUC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Bの状況に応じて放電分配率が決定される。

【0217】

例えば、残容量が多いバッテリを有するバッテリユニットBUや、バッテリに対する充放電回数が少ないバッテリユニットBUや、温度が低いバッテリユニットBUや、放電可能電力量が大きいバッテリユニットBU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よい。図12のステップS2のように、バッテリユニットBU毎に順位を付し、順位の高いバッテリユニットBUが放電する割合が高くなるように放電分配率が決定するようにしてもよい。

40

【0218】

バッテリBの状況に応じて、各バッテリユニットに対する放電分配率が決定される。例えば、バッテリユニットBUCの1の割合に対して、バッテリユニットBUaが2に、バッテリユニットBUb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CU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。

10

【 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、バッテリユニット B U a、バッテリユニット B U b およびバッテリユニット 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。

20

【 0 2 2 2 】

図 15 A は、3 台で分担する場合の各バッテリユニット 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ユニット B U の放電状況の一例を示す。図 15 A のバッテリユニット B U の出力（図における高さ）は電圧のレベルを示す。各バッテリユニット B U の出力電圧は、例えば、48 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 15 B は、それぞれの場合における電力を示す。なお、図 15 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。

30

【 0 2 2 3 】

始めに、1 台分のバッテリユニットの出力を 3 台のバッテリ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、バッテリユニット B U a が放電処理を開始する。バッテリユニット 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 B a から放電がなされ、バッテリユニット B U a から電圧が出力される。バッテリユニット 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。

40

【 0 2 2 5 】

t 1 のタイミングでバッテリユニット B U b が放電処理を開始する。バッテリユニット 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 B b から放電がなされ、バッテリユニット B U b から電圧が出力される。バッテリユニット 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

50

されている。バッテリユニット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ユニットB U cが放電処理を開始する。バッテリユニット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B cから放電がなされ、バッテリユニットB U cから電圧が出力される。バッテリユニット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ユニットB Uによる放電処理が繰り返される。

10

【0228】

次に、この2台分のバッテリユニットの出力を3台のバッテリ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、バッテリユニットB U aとバッテリユニットB U bとの組合せおよびバッテリユニットB U bとバッテリユニット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。

20

【0229】

図15Aに示すように、バッテリユニット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。

30

【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、複数のバッテリユニットで放電を分担するときでも、バッテリ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。

40

【0232】

このように、負荷に対する出力を複数のバッテリユニットで分担できる。さらに、バッテリユニットが有するバッテリの状況に応じて、バッテリ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

50

a と t₁ b とが重複するように、放電期間が設定される。

【 0 2 3 4 】

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、バッテリユニットBUa が放電処理を停止するタイミングを t₁ より時間的にやや後にし、バッテリユニットBUb が放電処理を開始するタイミングを t₁ より時間的にやや前にする。なお、各バッテリユニットBU 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。

【 0 2 3 5 】

なお、1台のバッテリ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。

10

【 0 2 3 6 】

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ユニットを判別できる。判別されたバッテリユニットの中で、それぞれのバッテリユニットが有するバッテリ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、あるバッテリユニットを多く使用したいや、あるバッテリ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。

20

【 0 2 3 7 】

< 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。

【 0 2 3 8 】

例えば、各バッテリユニットにおける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、所望のバッテリユニットのみを出力させる制御を実現できる。

30

【 0 2 3 9 】

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。

【 0 2 4 0 】

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ユニットを判別する判別部と

40

、前記複数のバッテリユニットがそれぞれ有するバッテリの状況に応じて、前記複数のバッテリ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、

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)

所定のバッテリユニットが放電処理を行う放電期間と、他のバッテリ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)

前記バッテリの状況は、バッテリの残容量、バッテリの使用履歴およびバッテリ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ユニットを判別し、

前記複数のバッテリユニットがそれぞれ有するバッテリの状況に応じて、前記複数のバッテリ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)

複数のバッテリユニットと、

20

前記複数のバッテリ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ユニットを判別する判別部と、

該複数のバッテリユニットがそれぞれ有するバッテリの状況に応じて、該複数のバッテリ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】

【0 2 4 1】

30

1 制御システム

1 1 . . . 高圧入力電源回路

1 2 . . . 低圧入力電源回路

1 3 . . . (コントロールユニットの) C P U

4 5 . . . (バッテリユニットの) C P U

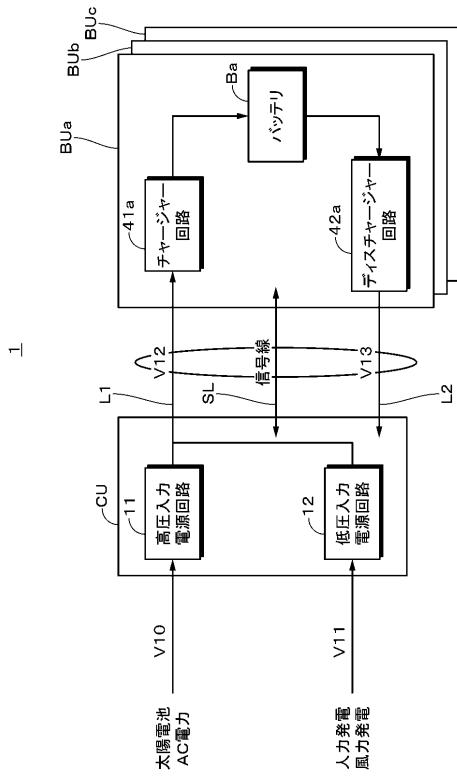
4 1 a . . . チャージャー回路

4 4 a . . . D C - D C

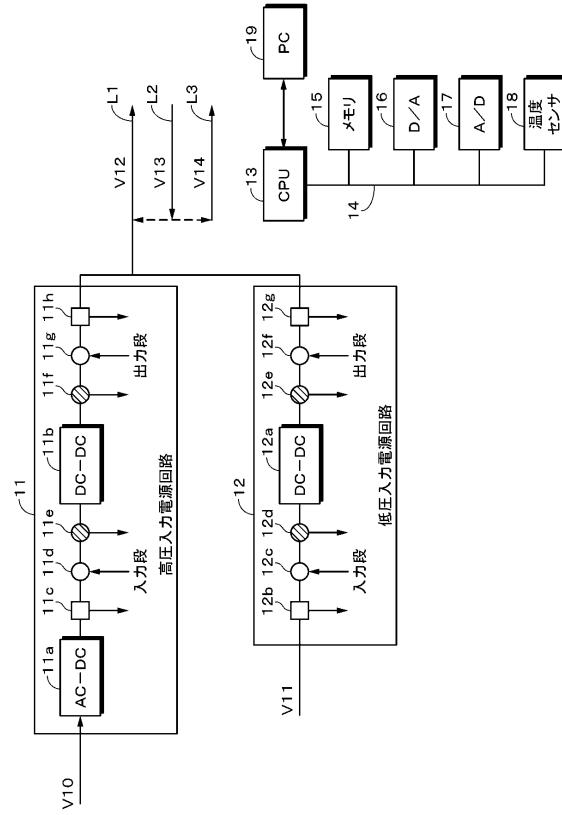
B a . . . バッテリ

C U . . . コントロールユニット

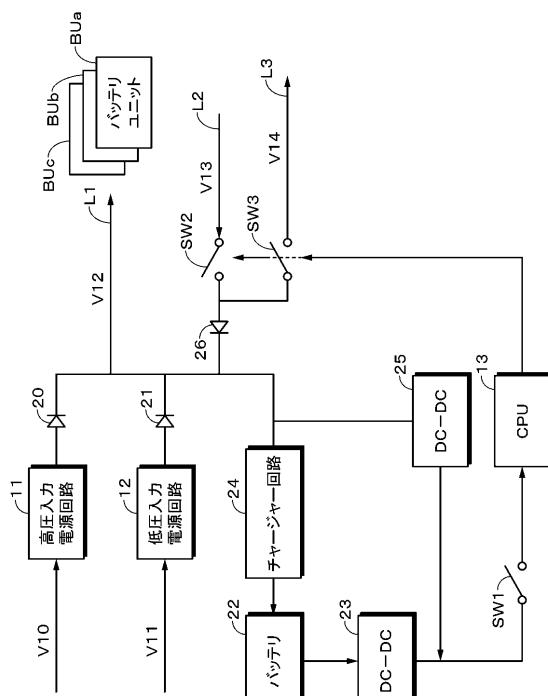
【図1】



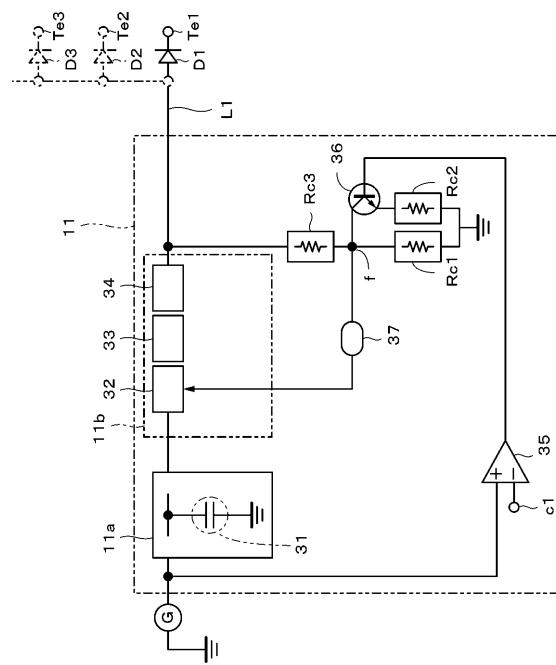
【図2】



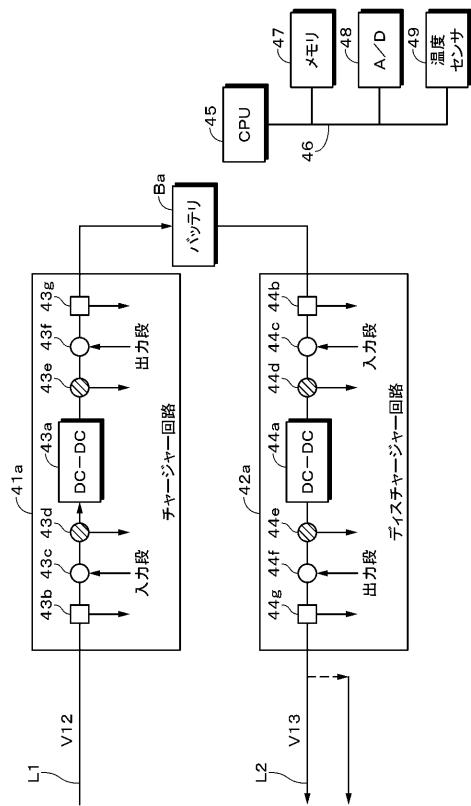
【図3】



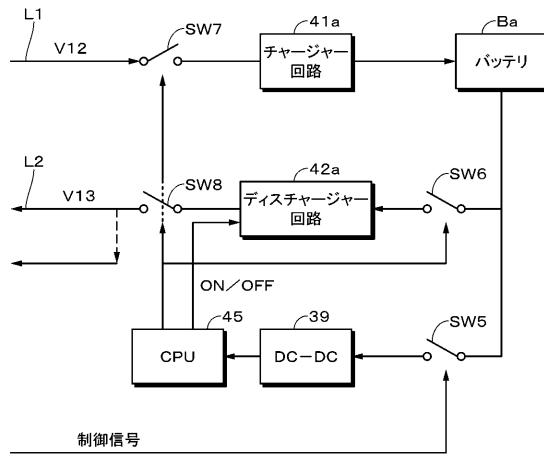
【図4】



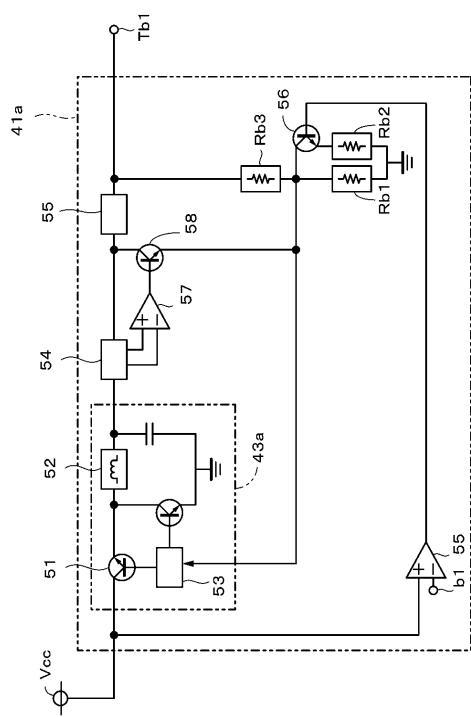
【 図 5 】



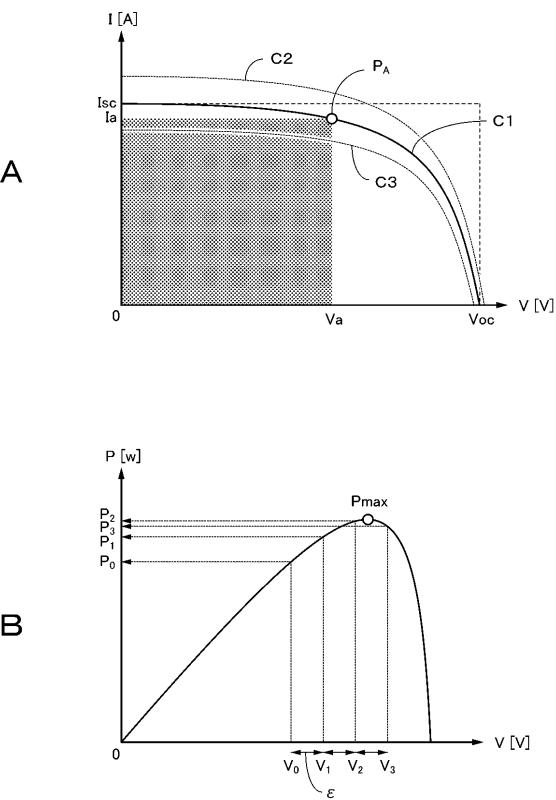
【 四 6 】



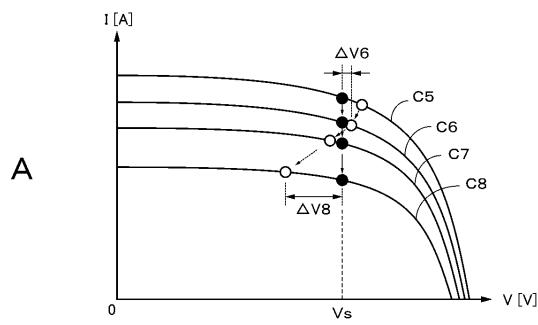
【図7】



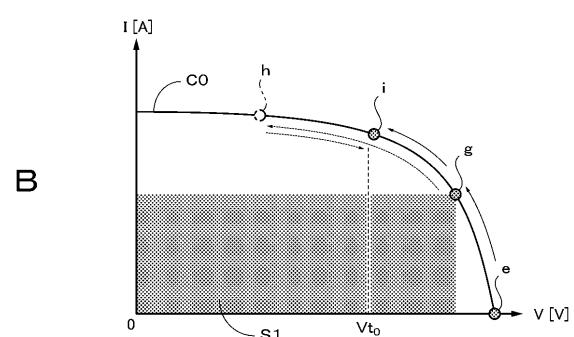
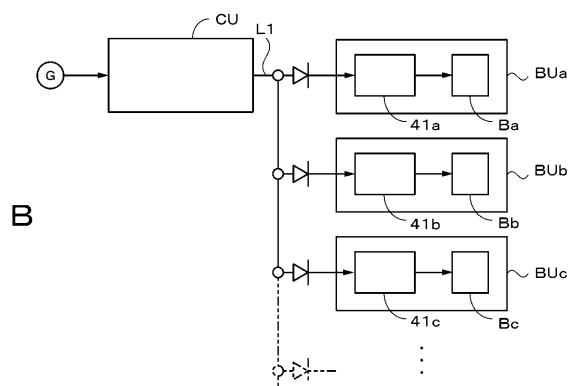
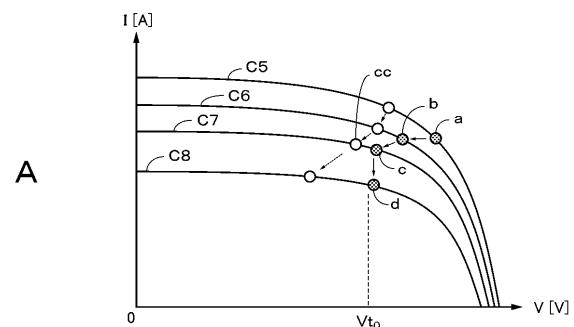
【 四 8 】



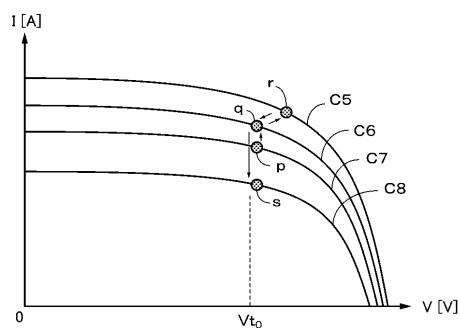
【図9】



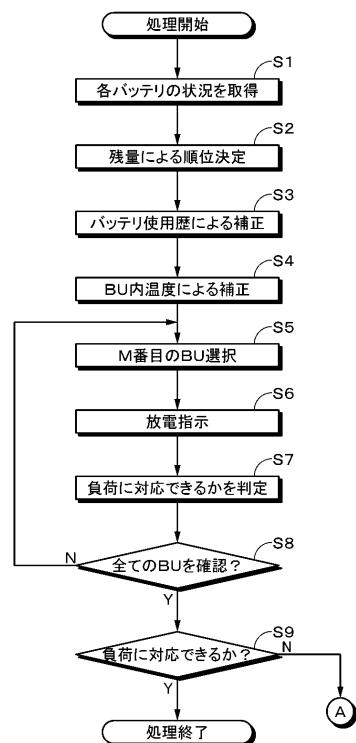
【図10】



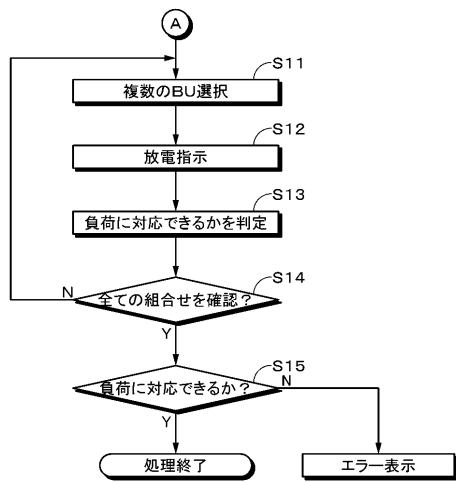
【図11】



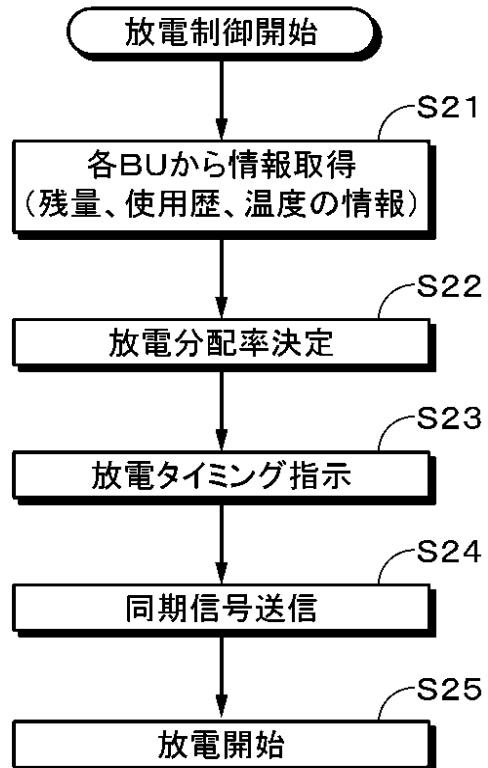
【図12】



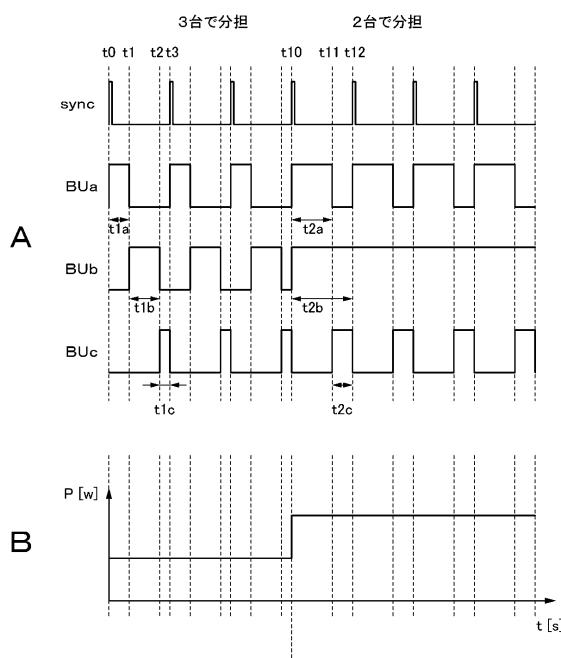
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 鎌田 墓

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