

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5978596号
(P5978596)

(45) 発行日 平成28年8月24日(2016.8.24)

(24) 登録日 平成28年8月5日(2016.8.5)

(51) Int.Cl.

F I

H O 2 J 7/00 (2006.01)

H O 2 J 7/00 3 O 3 A

H O 2 J 7/02 (2016.01)

H O 2 J 7/02 F

H O 1 M 10/44 (2006.01)

H O 1 M 10/44 P

請求項の数 5 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2011-244038 (P2011-244038)
 (22) 出願日 平成23年11月7日(2011.11.7)
 (65) 公開番号 特開2013-102578 (P2013-102578A)
 (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

審査官 緑川 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御装置および制御方法

(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の電圧に連動して変動する第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、

前記第1の電圧と基準値との関係に応じて、前記第2の電圧に応じて消費電力を変化させる前記バッテリーユニットの台数を決定し、決定結果に基づくバッテリーユニットに対して充電の開始または停止を指示する制御部と

を備える制御装置。

【請求項2】

前記制御部は、

前記第1の電圧が前記基準値より大きい場合に前記バッテリーユニットの台数を増やし、前記第1の電圧が前記基準値より小さい状態が所定時間継続した場合に前記バッテリーユニットの台数を減らすように決定する請求項1に記載の制御装置。

【請求項3】

前記制御部は、

前記バッテリーユニットが備える充電回路における消費電力を考慮して、前記バッテリーユニットの台数を決定する請求項1に記載の制御装置。

【請求項4】

前記発電部は、太陽光発電部で構成される請求項1乃至3のいずれか1項に記載の制御

10

20

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る電圧変換部が、該第 1 の電圧に連動して変動する第 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、

制御部が、前記第 1 の電圧と基準値との関係に応じて、前記第 2 の電圧に応じて消費電力を変化させる前記バッテリーユニットの台数を決定し、決定結果に基づくバッテリーユニットに対して充電の開始または停止を指示する

制御方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本開示は、例えば、バッテリーユニットに対して充電制御を行う制御装置および制御方法に関する。

【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。

20

【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 に記載における複数の電源ユニットは、一定の入力から電圧を生成するものであり、電源ユニットに対して充電を行うことができない問題があった。

【0005】

30

したがって、本開示の目的の一つは、1 または複数のバッテリーユニットに対する充電制御を行う制御装置および制御方法に関する。

【課題を解決するための手段】

【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 の電圧に連動して変動する第 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、

第 1 の電圧と基準値との関係に応じて、第 2 の電圧に応じて消費電力を変化させるバッテリーユニットの台数を決定し、決定結果に基づくバッテリーユニットに対して充電の開始または停止を指示する制御部と

40

を備える制御装置である。

【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る電圧変換部が、該第 1 の電圧に連動して変動する第 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、

制御部が、第 1 の電圧と基準値との関係に応じて、第 2 の電圧に応じて消費電力を変化させるバッテリーユニットの台数を決定し、決定結果に基づくバッテリーユニットに対して充電の開始または停止を指示する

50

制御方法である。

【発明の効果】

【0008】

少なくとも一つの実施形態によれば、1または複数のバッテリーユニットに対する充電制御を効率的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【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。

【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。

【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】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動作点の変化の一例を説明するための図である。

【図13】第1の台数制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図14】第2の台数制御処理を説明するための図である。

【図15】第2の台数制御処理を説明するための図である。

【図16】第2の台数制御処理の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

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。

【0011】

< 1. 一実施形態 >

「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ーユニット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個のバッテリーユニット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BUと適宜称する。

【0012】

制御システム1では、複数のバッテリーユニットBUを独立して制御することが可能とされている。さらに、複数のバッテリーユニットBUはそれぞれ独立して、制御システム1に

10

20

30

40

50

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。

【0013】

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

【0014】

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しない。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

【0015】

「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

30

【0016】

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

【0017】

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。

50

【 0 0 1 8 】

高圧入力電源回路 1 1 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 1 1 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 1 1 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。

【 0 0 1 9 】

低圧入力電源回路 1 2 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 1 2 は、高圧入力電源回路 1 1 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 1 2 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 1 2 から出力される。

【 0 0 2 0 】

高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 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 B U に供給される。図では、バッテリーユニット B U 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 B U 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 B U に対しては、充電はなされない。

【 0 0 2 1 】

コントロールユニット C U 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、U S B (Universal Serial Bus) によって、コントロールユニット C U 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 C U に対する制御がなされるようにしてもよい。

【 0 0 2 2 】

「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 B U a を例にして説明するが、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、特に断わらない限り同一の構成とされる。

【 0 0 2 3 】

バッテリーユニット B U a は、チャージャー（充電）回路 4 1 a と、ディスチャージャー（放電）回路 4 2 a と、バッテリー B a とを含む構成とされる。他のバッテリーユニット B U 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。

【 0 0 2 4 】

チャージャー回路 4 1 a は、コントロールユニット C U から供給される電圧 V_{12} をバッテリー B a 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 B a が充電される。なお、チャージャー回路 4 1 a は、電圧 V_{12} の変動に応じて、バッテリー B a に対する充電レートを変化させる。

【 0 0 2 5 】

バッテリー B a から出力された電力がディスチャージャー回路 4 2 a に供給される。バッテリー B a 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 4 2 a によって、バッテリー B a 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 L 2 を介して、ディスチャージャー回路 4 2 a からコントロールユニット C U に対して出力される。なお、バッテリー B a から出力された DC 電圧が、ディスチャージャー回路 4 2 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。

【 0 0 2 6 】

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 B U 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 B U a のバッテリー B a およびバッテリーユニット B U b のバッテリー B b 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 B U c のバッテリー B c 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。

【 0 0 2 7 】

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 V 1 3 として電力ライン L 2 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 L 2 に供給される。電力ライン L 2 を介して、電圧 V 1 3 がコントロールユニット C U に供給される。電圧 V 1 3 がコントロールユニット C U の出力ポートから出力される。コントロールユニット C U に対しては、複数のバッテリーユニット B U 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 B U の負担を軽減することが可能となる。

【 0 0 2 8 】

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 B U a から出力される電圧 V 1 3 がコントロールユニット C U を介して外部機器に供給される。バッテリーユニット B U b に対しては、コントロールユニット C U から電圧 V 1 2 が供給され、バッテリーユニット B U b のバッテリー B b が充電される。バッテリーユニット B U c 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 B U a 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 B U a からバッテリーユニット B U c に切り換える。バッテリーユニット B U c から出力された電圧 V 1 3 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。

【 0 0 2 9 】

「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 C U 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 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。高圧入力電源回路 1 1 は、A C 入力を D C 出力に変換する A C - D C コンバータ 1 1 a と、電圧 V 1 0 を 4 5 V ~ 4 8 V の範囲の D C 電圧に降圧する D C - D C コンバータ 1 1 b とを含む構成とされる。A C - D C コンバータ 1 1 a および D C - D C コンバータ 1 1 b 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 1 1 に D C 電圧のみが供給されるときは、A C - D C コンバータ 1 1 a がなくてもよい。

【 0 0 3 0 】

D C - D C コンバータ 1 1 b 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。D C - D C コンバータ 1 1 b の入力段には、電圧センサ 1 1 c と、電子スイッチ 1 1 d と、電流センサ 1 1 e とが接続されている。D C - D C コンバータ 1 1 b の出力段には、電流センサ 1 1 f と、電子スイッチ 1 1 g と、電圧センサ 1 1 h 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 C P U (Central Processing Unit) 1 3 に供給される。各電子スイッチのオン / オフが C P U 1 3 によって制御される。

【 0 0 3 1 】

低圧入力電源回路 1 2 は、電圧 V 1 1 を 4 5 V ~ 4 8 V の範囲の D C 電圧に昇圧する D C - D C コンバータ 1 2 a を含む構成とされる。低圧入力電源回路 1 2 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。D C - D C コンバータ 1 2 a の入力段には、電圧センサ 1 2 b と、電子スイッチ 1 2 c と、電流センサ 1 2 d とが接続されている。D C - D C コンバータ 1 2 a の出力段には、電流センサ 1 2 e と、電子スイッチ 1 2 f と、電圧センサ 1 2 g 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/オフがCPU13によって制御される。

【0032】

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。

【0033】

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

【0034】

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

【0035】

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。

30

【0036】

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。

【0037】

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

【0038】

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。

【0039】

「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

50

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 2 0 およびダイオード 2 1 により、高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 が O R 接続される。高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 の出力が合成されてバッテリーユニット B U に供給される。実際には、高圧入力電源回路 1 1 および低圧入力電源回路 1 2 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 B U に供給されるものの、負荷となるバッテリーユニット B U 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。

【 0 0 4 0 】

コントロールユニット C U には、ユーザによって操作可能なメインスイッチ S W 1 が設けられている。メインスイッチ S W 1 がオンされることで C P U 1 3 に電力が供給され、コントロールユニット C U が起動する。C P U 1 3 に、例えば、コントロールユニット C U に内蔵されるバッテリー 2 2 から電力が供給される。バッテリー 2 2 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 2 2 からの D C 電圧が D C - D C コンバータ 2 3 によって、C P U 1 3 が動作する電圧に変換される。変換された電圧が C P U 1 3 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 C U の起動時には、バッテリー 2 2 が使用される。バッテリー 2 2 に対する制御は、例えば、C P U 1 3 によってなされる。

【 0 0 4 1 】

高圧入力電源回路 1 1 や低圧入力電源回路 1 2 、あるいはバッテリーユニット B U から供給される電力によってバッテリー 2 2 を充電することができる。バッテリーユニット B U から供給された電力がチャージャー回路 2 4 に供給される。チャージャー回路 2 4 は、D C - D C コンバータを含む構成とされる。バッテリーユニット B U から供給された電圧 V 1 3 がチャージャー回路 2 4 によって所定のレベルの D C 電圧に変換される。変換された D C 電圧がバッテリー 2 2 に供給される。供給された D C 電圧によってバッテリー 2 2 が充電される。

【 0 0 4 2 】

なお、高圧入力電源回路 1 1 や低圧入力電源回路 1 2 、あるいはバッテリーユニット B U から供給される電圧 V 1 3 によって C P U 1 3 が動作するようにしてもよい。バッテリーユニット B U から供給された電圧 V 1 3 が D C - D C コンバータ 2 5 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 C P U 1 3 に供給され、C P U 1 3 が動作する。

【 0 0 4 3 】

コントロールユニット C U が起動した後に、V 1 0 および V 1 1 の少なくとも一方が入力されると電圧 V 1 2 が生成される。電圧 V 1 2 が、電力ライン L 1 を介してバッテリーユニット B U に供給される。このとき、C P U 1 3 は、信号ライン S L を使用してバッテリーユニット B U と通信を行う。この通信によって、C P U 1 3 は、バッテリーユニット B U 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、C P U 1 3 は、スイッチ S W 2 をオンする。スイッチ S W 2 は、例えば、F E T (Field Effect Transistor) から構成される。I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) によって構成されてもよい。スイッチ S W 2 がオンされることで、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 に電圧 V 1 3 が供給される。

【 0 0 4 4 】

スイッチ S W 2 の出力側には、逆流防止用のダイオード 2 6 が接続されている。ダイオード 2 6 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 B U 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 B U の最終段にもダイオードを設けてもよい。

【 0 0 4 5 】

バッテリーユニット B U から供給された電力を外部機器に供給するときは、C P U 1 3 は、スイッチ S W 3 をオンする。スイッチ S W 3 がオンされることで、電圧 V 1 3 に基づく

10

20

30

40

50

電圧 V_{14} が、電力ライン L_3 を介して外部機器に供給される。なお、電圧 V_{14} が他のバッテリーユニット B_U に供給され、他のバッテリーユニット B_U のバッテリー B が電圧 V_{14} によって充電されてもよい。

【0046】

「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。

10

【0047】

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。

【0048】

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。

【0049】

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 R_{c1} 、 R_{c2} および R_{c3} 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。

20

【0050】

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。

30

【0051】

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。

【0052】

コントロールユニットCUからの出力は、電力ライン L_1 により、バッテリーユニット B_U に送出される。例えば、個々のバッテリーユニット B_Ua 、 B_Ub 、 B_Uc 、・・・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 Te_1 、 Te_2 、 Te_3 、・・・にそれぞれ接続される。

40

【0053】

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。

【0054】

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 c_1 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 c_1 に対する入力電圧 ($k_c \times V_{t0}$) は

50

、例えば、D/A変換部16から印加される。電圧 V_{t_0} 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_{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。

【0055】

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。

【0056】

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。

10

【0057】

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_{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。

【0058】

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。

20

【0059】

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_{t_0} に近づいたとする。

【0060】

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。

30

【0061】

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。

【0062】

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_{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_{t_0} に近づく、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。

40

【0063】

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。

【0064】

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る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。

【0065】

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

50

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。

【0066】

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_{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。

10

【0067】

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。

【0068】

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。

20

【0069】

「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。

【0070】

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 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 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。

30

【0071】

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。

40

【0072】

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 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。

【0073】

50

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。

【0074】

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。

【0075】

「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。

【0076】

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。

【0077】

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。

【0078】

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およびスイッチS W 8をオンする。例えば、スイッチS W 6をオンしてから、一定時間後にスイッチS W 8をオンする。スイッチS W 6がオンされることで、バッテリーB aからのD C電圧がディスチャージャー回路4 2 aに供給される。ディスチャージャー回路4 2 aによって、バッテリーB aからのD C電圧が電圧V 1 3に変換される。変換された電圧V 1 3が、スイッチS W 8を介してコントロールユニットC U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B Uからの出力と衝突しないようにするため、スイッチS W 8の後段にダイオードを追加するようにしてもよい。

【 0 0 7 9 】

なお、C P U 4 5の制御によって、ディスチャージャー回路4 2 aのオン/オフを切り換えることができる(図中のC P U 4 5からディスチャージャー回路4 2 aに出ているO N / O F F 信号線)。例えば、スイッチS W 6の出力側に、図示しないスイッチS W (説明の便宜を考慮して、スイッチS W 1 0と称する)が設けられている。スイッチS W 1 0は、ディスチャージャー回路4 2 aを経由する第1の経路と、ディスチャージャー回路4 2 a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。

【 0 0 8 0 】

ディスチャージャー回路4 2 aをオンするときは、C P U 4 5は、スイッチS W 1 0を第1の経路に接続する。これにより、スイッチS W 6からの出力がディスチャージャー回路4 2 aを介してスイッチS W 8に供給される。ディスチャージャー回路4 2 aをオフするときは、C P U 4 5は、スイッチS W 1 0を第2の経路に接続する。これにより、スイッチS W 6からの出力がディスチャージャー回路4 2 aを介さずに直接、スイッチS W 8に供給される。

【 0 0 8 1 】

「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4 1 aは、D C - D C コンバータ4 3 a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4 3 b、電子スイッチ4 3 c、電流センサ4 3 d、電流センサ4 3 e、電子スイッチ4 3 f、電圧センサ4 3 gならびにスイッチS W 7などの図示を省略している。

【 0 0 8 2 】

各バッテリーユニットB U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4 1 aの構成とほぼ同様の構成を備えている。

【 0 0 8 3 】

D C - D C コンバータ4 3 aは、例えば、トランジスタ5 1、コイル5 2、制御用I C (Integrated Circuit) 5 3などから構成される。トランジスタ5 1は、制御用I C 5 3により制御される。

【 0 0 8 4 】

フィードフォワード制御系は、高圧入力電源回路1 1と同様に、オペアンプ5 5、トランジスタ5 6、抵抗R b 1、R b 2およびR b 3を含む。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4 3 aの制御用I C 5 3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4 3 a中の制御用I C 5 3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4 1 aからの出力電圧を調整する。

【 0 0 8 5 】

すなわち、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は、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と同様に作用する。

【 0 0 8 6 】

チャージャー回路4 1 aがフィードフォワード制御系を備えることにより、チャージャー回路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 8 7 】

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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 8 8 】

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 8 9 】

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。

【 0 0 9 0 】

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 1 】

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。

【 0 0 9 2 】

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。

【 0 0 9 3 】

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 4 】

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

【 0 0 9 5 】

したがって、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は、チャージャー回路 4 1 a 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 4 1 a からの出力電圧を引き上げる。また、チャージャー回路 4 1 a 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 4 1 a からの出力電圧を引き下げる。

【 0 0 9 6 】

トランジスタ 5 6 は、図 4 に示すトランジスタ 3 6 と同様に、チャージャー回路 4 1 a

10

20

30

40

50

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 4 1 a 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 4 1 a 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。

【0097】

また、チャージャー回路 4 1 a 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 5 4、オペアンプ 5 7 およびトランジスタ 5 8 などから構成される。

【0098】

バッテリー B a 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 4 1 a からの出力電圧が引き下げられ、バッテリー B a 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 B a 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。

【0099】

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 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 に供給される電流量が制限されることになる。バッテリー B a 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 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。

【0100】

次に、本開示の実施形態の理解を容易とするため、MPP T 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。

【0101】

「MPP T 制御」

まず、以下に、MPP T 制御の概略について説明を行う。

【0102】

図 8 A は、太陽電池の電圧 - 電流特性を示すグラフである。図 8 A 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 8 A 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。

【0103】

図 8 A 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 0 V 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 0 A である。

【0104】

いま、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。

【0105】

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。

【0106】

10

20

30

40

50

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ファクタである。

【0107】

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。

10

【0108】

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。

20

【0109】

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。

【0110】

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。

【0111】

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。

30

【0112】

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。

【0113】

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。

40

【0114】

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

50

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。

【0115】

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。

10

【0116】

「電圧追従法による制御」

ここで、図8Aに示す曲線C1~C3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。

20

【0117】

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。

【0118】

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。

30

【0119】

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。

【0120】

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コンディショナーを、安価なものとできる。

40

【0121】

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。

【0122】

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

50

C 8 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 9 A 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。

【 0 1 2 3 】

図 9 A 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 C 6 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 C 6 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。

10

【 0 1 2 4 】

一方、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が曲線 C 8 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 9 A 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 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 C 8 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。

【 0 1 2 5 】

「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」

20

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。

【 0 1 2 6 】

図 9 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。

【 0 1 2 7 】

図 9 B に示すように、例えば、コントロールユニット C U 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 B U が接続される。図 9 B に示すように、1 または複数のバッテリーユニット B U は、電力ライン L 1 に対して並列に接続されている。なお、図 9 B ではコントロールユニット C U 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 C U 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 C U は、電力ライン L 1 に対して並列に接続される。

30

【 0 1 2 8 】

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 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 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。

40

【 0 1 2 9 】

一方、協調制御においては、コントロールユニット C U および複数のバッテリーユニット B U a、B U b、B U c、・・・のそれぞれが、コントロールユニット C U の出力電圧と、複数個のバッテリーユニット B U 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 B U a、B U b、B U c、・・・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

50

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。

【0130】

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の数も変化する。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するが、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。

【0131】

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。

10

【0132】

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。

20

【0133】

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。

【0134】

30

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。

【0135】

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を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。

40

【0136】

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。

50

【 0 1 3 7 】

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。

【 0 1 3 8 】

図 1 0 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。図 1 0 A 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 1 0 A 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 1 0 A 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 1 0 A 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。

10

【 0 1 3 9 】

いま、バッテリー B a の必要としている電力が 1 0 0 w (ワット) であるものとし、太陽電池の電圧 - 電流特性が、曲線 C 5 (最も晴れた状態) により表されたとする。このときの太陽電池の動作点は、例えば、曲線 C 5 上の a 点により表され、太陽電池から高圧入力電源回路 1 1 およびチャージャー回路 4 1 a を介してバッテリー B a に供給される電力 (供給量) が、バッテリー 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。

【 0 1 4 0 】

太陽電池からバッテリー B a に供給される電力が、バッテリー 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 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 (電圧 V 1 2) は、上限の 4 8 V となる。すなわち、バッテリーユニット B U a への入力電圧が上限の 4 8 V であるため、バッテリーユニット B U a のチャージャー回路 4 1 a からの出力電圧が上限の 4 2 V とされ、バッテリー B a に対する充電が、充電レート 1 0 0 % 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 1 0 0 % で行うよう説明したが、バッテリーへの充電は 1 0 0 % 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。

20

【 0 1 4 1 】

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 C 5 から曲線 C 6 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 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 C 5 から曲線 C 6 へと変化するに伴い、太陽電池の動作点は、例えば、曲線 C 6 上の b 点にうつる。

30

【 0 1 4 2 】

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 C 6 から曲線 C 7 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伴って、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 に対する出力電圧も低下する。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程度低下すると、制御システムは、バッテリー B a に対して 1 0 0 % の電力を供給できなくなってくる。

【 0 1 4 3 】

ここで、太陽電池の端子電圧が、1 0 0 V から、下限である $V_{t_0} = 75 V$ 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 に対する出力電圧を、4 8 V から $V_b = 45 V$ に向けて引き下げはじめる。

40

【 0 1 4 4 】

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 5 】

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

50

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。

【 0 1 4 6 】

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 4 7 】

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。

【 0 1 4 8 】

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 4 9 】

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。

【 0 1 5 0 】

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 1 】

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。

【 0 1 5 2 】

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 3 】

図 1 0 A 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。

【 0 1 5 4 】

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 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、バッテリー 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

10

20

30

40

50

れているため、制御システムがダウンすることはない。

【0155】

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。

【0156】

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。

【0157】

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。

10

【0158】

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。

【0159】

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。

20

【0160】

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。

【0161】

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。

30

【0162】

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。

40

【0163】

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BUaのチャージャー回路41aおよびバッテリーユニットBUb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。

【0164】

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点になけ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

50

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。

【 0 1 6 5 】

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 1 5 0 w 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。

【 0 1 6 6 】

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、1 0 0 V から、下限である V_{t_0} = 7 5 V 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、4 8 V から $V_b = 4 5 V$ に向けて引き下げはじめる。

【 0 1 6 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 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。

【 0 1 6 8 】

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。

【 0 1 6 9 】

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。

【 0 1 7 0 】

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} = 7 5 V 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ことに変わりはない。

【 0 1 7 1 】

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 点へとうつる。なお、図 1 0 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。

【 0 1 7 2 】

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

10

20

30

40

50

ダウンを回避することができる。

【 0 1 7 3 】

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。

【 0 1 7 4 】

図 1 1 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 1 1 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 1 1 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 1 1 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。

10

【 0 1 7 5 】

まず、コントロールユニット C U に対して、充電のために 1 0 0 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。

【 0 1 7 6 】

図 1 1 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_{t_0} にか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_{t_0} にか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 1 1 に示す p 点により表される状態では、チャージャー回路 4 1 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 1 1 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 1 1 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 4 1 a に対しては、1 0 0 w よりもかなり小なる電力が供給されている。

20

【 0 1 7 7 】

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。

30

【 0 1 7 8 】

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 4 1 a、4 1 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 2 0 0 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、2 0 0 w 未満（例えば 1 5 0 w など）に調整される。

【 0 1 7 9 】

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。

40

【 0 1 8 0 】

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 1 1 ならびにチャージャー回路 4 1 a および 4 1 b 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。

【 0 1 8 1 】

このとき、太陽電池の動作点は、例えば、曲線 C 5 上の r 点で表され、個々のバッテリー

50

B a および B b に対する充電は、100%の充電レートで行われる。

【0182】

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 C 5 から曲線 C 6 へと変化したとする。

【0183】

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 C 6 上の q 点で表される。

【0184】

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 C 6 から曲線 C 8 へと変化したとする。

【0185】

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 C 6 上の q 点から、曲線 C 8 上の s 点にうつる。

【0186】

協調制御では、個々のバッテリーユニット B U 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 C U と個々のバッテリーユニット B U 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 B U 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。

【0187】

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。

【0188】

「台数制御処理」

次に、台数制御処理について説明する。台数制御処理は、充電処理を行うバッテリーユニットの台数を変更する処理である。図 12 は、太陽電池に関する照度が変化した場合の電圧 - 電流特性を示している。図 12 では、さらに、充電するバッテリーユニットの台数が変化したときの動作点の変化を示している。

【0189】

天候が晴れた状態では、太陽電池の電圧 - 電流特性が、例えば、曲線 C 5 により表されるとする。充電処理を行うバッテリーユニットの台数が 0 台のときの動作点が a a 点となる。充電処理を行うバッテリーユニットの台数が増加するにつれ、バッテリーユニットを流れる電流が大きくなる。例えば、1 台のバッテリーユニットが充電処理を開始すると、動作点が a a 点から b b 点にうつる。2 台のバッテリーユニットが充電処理を開始すると、動作点が b b 点から c c 点にうつる。3 台のバッテリーユニットが充電処理を開始すると、動作点が c c 点から d d 点にうつる。

【0190】

天候が曇った状態では、太陽電池の電圧 - 電流特性が、例えば、曲線 C 8 により表されるとする。充電処理を行うバッテリーユニットの台数が 0 台のときの動作点が e e 点となる。充電処理を行うバッテリーユニットの台数が増加するにつれ、バッテリーユニットを流れる電流が大きくなる。例えば、1 台のバッテリーユニットが充電処理を開始すると、動作点が e e 点から f f 点にうつる。2 台のバッテリーユニットが充電処理を開始すると、動作点が f f 点から g g 点にうつる。ここで、電圧 V が電圧 V_{t_0} になる、もしくは電圧 V_{t_0} に近づくと上述した協調制御がはたらく。このため、充電処理を行う台数を 3 台に増加させても、動作点は、曲線 C 8 上をほとんど移動しない。このときの動作点を g g' で示している。g g と g g' の位置は略同じである。但し、g g は 2 台のバッテリーユニットによって

10

20

30

40

50

充電処理が行われ、 $g g'$ は 2 台で充電したときの電力を 3 台のバッテリーユニットで分け合うことで充電処理が行われる状態である。

【0191】

ここで、太陽光発電の出力は天候によって変化する。もちろん、太陽光発電に限らず、風力発電や人力発電も状態によって、その出力が変化するものである。このように、発電部の出力が変化した場合に、充電処理を行うバッテリーユニットの台数を如何なるように変更するかが課題となり得る。例えば、動作点が $d d$ から $g g'$ に移動した場合に、台数を減らして動作点を $g g$ にすべきか否かを判断する必要がある。

【0192】

一つのやり方として、天候の変化に応じて台数を変更することが考えられる。例えば、晴れた状態では、充電処理を行うバッテリーユニットの数を 1 台、2 台、3 台と増やしていく。そして、天候が曇ってきた場合には、3 台目の充電処理を停止し、充電処理を行うバッテリーユニットの台数を 2 台にする。しかしながら、天候の変化には規則性がない。特に晴れまたは曇りを繰り返すような天気の場合には、3 台目のバッテリーユニットが充電処理を開始または停止する処理を繰り返すことになる。このような状態は、3 台目のバッテリーユニットが有するバッテリーやチャージャー回路に負担がかかり、好ましくない。そこで、本開示では、以下の台数制御処理を行う。

【0193】

「第 1 の台数制御処理」

図 13 は、第 1 の台数制御処理の、処理の流れの一例を示すフローチャートである。以下に説明する処理は、特に断らない限り、コントロールユニット C U の C P U 13 によって行われる。第 1 の台数制御処理が開始される。ステップ S 1 では、充電処理を行うべきバッテリーユニットが上位になるように、順位が決定される。例えば、バッテリーの残容量が少ないバッテリーユニットや、バッテリーの充電可能量が大きいバッテリーユニットが上位になるように、順位付けがなされる。ここでは、第 1 順位がバッテリーユニット B U a に割り当てられ、第 2 順位がバッテリーユニット B U b に割り当てられ、第 3 順位がバッテリーユニット B U c に割り当てられたものとする。そして、処理がステップ S 2 に進む。

【0194】

ステップ S 2 では、発電部からの入力があるか否かの判断が行われる。発電部は、上述した太陽光発電や風力、人力などで発電するものである。発電部からの入力がない場合は、ステップ S 2 の処理を繰り返す。発電部からの入力がある場合は、処理がステップ S 3 に進む。発電部からの入力は、コントロールユニット C U の高圧入力電源回路 11 または低圧入力電源回路 12 に供給される。発電部からコントロールユニット C U に供給される電圧を適宜、受電電圧と称する。受電電圧は、例えば、天気の変化などの状態に変化によって変動する。

【0195】

ステップ S 3 では、高圧入力電源回路 11 が起動する。電圧を供給する発電部によっては、低圧入力電源回路 12 が起動する。そして、処理がステップ S 4 に進む。

【0196】

ステップ S 4 では、バッテリーユニット B U が選択される。例えば、ステップ S 1 の処理で順位付けがなされたバッテリーユニットのうち、第 1 順位のバッテリーユニットが選択される。ここでは、バッテリーユニット B U a が選択される。そして、処理がステップ S 5 に進む。ステップ S 5 では、バッテリーユニット B U a に対する充電指示が行われる。充電指示は、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 a に対して行われる。充電指示に応じて、バッテリーユニット B U a が充電処理を開始する。なお、コントロールユニット C U からの指示に応じて、バッテリーユニット B U が充電を開始する処理および充電を停止する処理の詳細は上述してあるため、重複した説明を省略する。そして、処理がステップ S 6 に進む。

【0197】

ステップ S 6 では、受電電圧が閾値より大きいかが判断される。なお、閾値より大

10

20

30

40

50

きいということは、閾値より大きいまたは閾値以上を意味する。閾値より小さいということは、閾値より小さいまたは閾値以下を意味する。閾値は、例えば、 V_{t_0} の値（75 V）に数V程度のオフセットを設けた値に設定される。例えば、閾値が78 V程度に設定される。受電電圧が、閾値より大きい場合は、処理がステップS7に進む。

【0198】

受電電圧が閾値より大きいことは、発電部からの供給量がバッテリーユニットでの需要量を上回ることを意味する。そこで、ステップS7では、充電するバッテリーユニットの台数（以下、適宜、充電台数と称する）を増やす。ここでは、第1順位のバッテリーユニットBUaが既に充電処理を行っていることから、ステップS7では、第2順位のバッテリーユニットBUbに対する充電指示がなされる。充電指示に応じて、バッテリーユニットBUbが充電処理を開始する。そして、処理がステップS6に戻る。受電電圧が閾値より大きい場合には、ステップS1で付した順位にしたがって、バッテリーユニットBUに対する充電指示が順次、なされる。

10

【0199】

ステップS6において、受電電圧が閾値より小さい場合には、処理がステップS8に進む。ステップS8では、受電電圧が閾値より小さい状態が所定時間、続いているか否かが判断される。所定時間は、例えば、数分から10分程度に設定される。受電電圧が閾値より小さい状態が所定時間、続いていなければ、処理がステップS6に戻る。

【0200】

受電電圧が閾値より小さい状態が所定時間、続いている場合は、処理がステップS9に進む。受電電圧が閾値より小さいことは、バッテリーユニットでの需要量が発電部からの供給量を上回っていることを意味する。このため、ステップS9では、最後に充電処理を開始したバッテリーユニットにおける充電処理を停止させる。そして、処理がステップS6に戻る。

20

【0201】

このように、第1の台数制御処理では、受電電圧が閾値より小さい場合でも、充電台数をすぐに減らさない。所定時間経過したか否かが判断された後に充電台数が減らされる。これにより、例えば、天候が晴れから曇りに変化し、すぐに曇りから晴れに変化した場合でも、台数の変更が行われない。すなわち、あるバッテリーユニットにおいて充電処理の開始および停止が頻繁に繰り返されることを防止できる。

30

【0202】

ステップS7の処理を行う前に、ステップS8と同様の処理が行われてもよい。しかしながら、発電部からの供給量がバッテリーユニットでの需要量を上回る場合には、発電部からの供給量を効率的に使用するために、所定時間の経過を待たずに充電台数を増やすことが好ましい。充電台数を増やす処理および充電台数を減らす処理のいずれか一方のみの処理において、所定時間の経過を判断すれば、バッテリーユニットBUにおいて充電処理の開始および停止が頻繁に繰り返されることを防止できる。

【0203】

なお、ステップS6における閾値との比較において、充電台数を増やす場合と充電台数を減らす場合とに応じて、閾値を異なる値にしてもよい。台数を増やす場合には、閾値は、例えば、上述した78 V程度に設定される。台数を減らす場合には、閾値を V_{t_0} の値（例えば、75 V）か、 V_{t_0} よりやや高い75.5 V程度が好ましい。

40

【0204】

「第2の台数制御処理」

次に第2の台数制御処理について説明する。第2の台数制御処理の理解を容易にするために、具体的な例を使用して説明する。なお、具体例において、各バッテリーユニットのチャージ電力が100 wとする。例えば、太陽光発電からの供給量を210 wとする。

【0205】

図14は、第1の具体例を示す。2台のバッテリーユニットBUが充電処理を行っている場合は、供給量（210 w）が需要量（バッテリーユニットBUが2台であることから20

50

0 w)を上回る。したがって、協調制御は働かずオフとなっている。このとき、供給量における10 w分が使用されずに損失となる。各バッテリーユニットBUにおけるチャージャー回路41では、12 wの電力が消費されたとする。そうすると、2台のバッテリーユニットに、実際にチャージされる電力(以下、適宜、実効チャージ電力と称する)は、200 w - 24 w(2台分のチャージャー回路で消費される電力)となり、176 wとなる。

【0206】

太陽光発電の供給量がバッテリーユニット側の需要量を上回ることから、通常であれば、充電台数を増やす。しかしながら、第2の台数制御処理では、チャージャー回路における消費電力を考慮して、発電部からの電力をより効率的に使用できるように制御する。

【0207】

10

例えば、充電台数を3台に増やしたとする。この場合は、バッテリーユニット側の需要量(300 w)が太陽光発電からの供給量(210 w)を上回るので、協調制御がオンする。太陽光発電の供給量は全て、チャージ電力として使用される。このため、損失は無い。この場合に実効チャージ電力は、210 w - 36 w(3台分のチャージャー回路で消費される電力)となり、174 wとなる。

【0208】

それぞれの実効チャージ電力を対比すると、176 wの方が太陽光発電の供給量を効率的に使用している。このような場合は、充電台数を増やさずに2台のままにする。もし、現在の充電台数が3台であれば、充電台数を2台に減らす。

【0209】

20

図15は、第2の具体的を示す。2台のバッテリーユニットBUが充電処理を行っている場合は、供給量(210 w)が需要量(バッテリーユニットBUが2台であることから200 w)を上回る。したがって、協調制御は働かずオフとなっている。このとき、供給量における10 w分が使用されずに損失となる。

【0210】

チャージャー回路41における消費電力は、バッテリーユニットBUのバッテリー毎によって異なる場合がある。第1の具体例では、チャージャー回路41では12 wの電力が消費されるものとして説明したが、第2の具体例では、チャージャー回路41では8 wの電力が消費されるものとする。そうすると、2台のバッテリーユニットに、実際にチャージされる電力(以下、適宜、実効チャージ電力と称する)は、200 w - 16 w(2台分のチャージャー回路で消費される電力)となり、184 wとなる。

30

【0211】

太陽光発電の供給量がバッテリーユニット側の需要量を上回ることから、通常であれば、充電台数を増やす。しかしながら、第2の台数制御処理では、チャージャー回路における消費電力を考慮して、発電部からの電力をより効率的に使用できるように制御する。

【0212】

例えば、充電台数を3台に増やしたとする。この場合は、バッテリーユニット側の需要量(300 w)が太陽光発電からの供給量(210 w)を上回るので、協調制御がオンする。太陽光発電の供給量は全て、チャージ電力として使用される。このため、損失は無い。この場合に実効チャージ電力は、210 w - 24 w(3台分のチャージャー回路で消費される電力)となり、186 wとなる。

40

【0213】

それぞれの実効チャージ電力を対比すると、186 wの方が太陽光発電の供給量を効率的に使用している。このような場合は、充電台数を増やして3台のままにする。もし、現在の充電台数が3台であれば、充電台数を減らさずに維持する。以上のように、チャージャー回路における消費電力を考慮して、太陽光発電から供給される電力を効率的に使用する。

【0214】

太陽光発電からの供給量が変化する場合もある。例えば、空が晴れ上がり、上述した太陽光発電の供給量(210 w)が220 wに増加する。この場合、充電台数が2台のとき

50

の実行チャージ電力は、200w - 24wとなり、176wとなる。これに対して、充電台数が3台のときの実行チャージ電力は、220w - 36wとなり、184wとなる。すなわち、充電台数が3台の方が効率がよいので、充電台数を2台から3台に増やす、または、充電台数を3台のままにして減らさないようにする。このように、太陽光発電の供給量が変化した場合でも、実行チャージ電力による比較を行うことで、充電台数を適切に設定できる。

【0215】

なお、バッテリーユニットのチャージャー回路毎の消費電力が異なる場合がある。その場合でも、チャージャー回路の消費電力の合計が算出できるため、実行チャージ電力を求めることができる。

10

【0216】

図16は、第2の台数制御処理の、処理の流れの一例を示すフローチャートである。第2の台数制御処理が開始される。ステップS11では、所定時間が経過するまで待機する。所定時間が、例えば、数分程度に設定される。所定時間が経過すると、処理がステップS12に進む。

【0217】

ステップS12では、受電電圧および電流値の測定が行われ、測定された受電電圧および電流値が記録される。そして、処理がステップS13に進む。ステップS13では、受電電圧および電流値が所定回数、記録されたか否かが判断される。所定回数、記録されていない場合は、処理がステップS11に戻る。そして、所定時間が経過した後に、受電電圧および電流値の測定および記録が再度、行われる。受電電圧および電流値が所定回数、記録された場合は、処理がステップS14に進む。

20

【0218】

ステップS14では、太陽光発電の電圧 - 電流特性（V - I曲線）が推定される。そして、処理がステップS15に進む。ステップS15では、協調制御がオンであるか否かが判断される。この判断は、受電電圧と閾値とを比較することで行われる。受電電圧が閾値より小さければ、協調制御がオンと判断され、処理がステップS16に進む。受電電圧が閾値より大きければ、協調制御がオフと判断され、処理がステップS20に進む。閾値は、 V_{t0} または V_{t0} よりやや大きい値に設定される。

30

【0219】

協調制御がオンされているということは、バッテリーユニットの需要量が太陽光発電からの供給量を上回ることを意味する。したがって、ステップS16以降の処理は、充電台数を減らすべきか否かを判断する処理である。

【0220】

ステップS16では、充電台数を減らしたときのチャージ電力が算出される。例えば、図14の第1の具体例では、充電台数を3台から2台に減らしたときのチャージ電力が200wと算出される。そして、処理がステップS17に進む。ステップS17では、太陽光発電の現在の供給電力とステップS16で算出された電力との差分が算出される。そして、差分の絶対値（以下、差分電力と適宜、称する）が算出される。太陽光発電の現在の供給電力を210wとすると、差分電力は210w - 200wとなり、10wと算出される。そして、処理がステップS18に進む。

40

【0221】

ステップS18では、差分電力とチャージャー回路における消費電力が比較される。第1の具体例では、1台当たりのチャージャー回路における消費電力が12wである。このため、ステップS18における判定は、NOとなり、処理がステップS11に戻る。すなわち、充電台数が減らされない。上述した第2の具体例のように、1台当たりのチャージャー回路における消費電力が8wである場合は、処理がステップS19に進み、充電台数を減らす処理が行われる。そして、処理がステップS11に戻る。

50

【0222】

ステップS15の判断で、協調制御がオフされているということは、太陽光発電からの供給量がバッテリーユニットの需要量を上回ることを意味する。したがって、ステップS20以降の処理は、充電台数を増やすべきか否かを判断する処理である。

【0223】

ステップS20では、余剰電力が算出される。余剰電力とは、例えば、協調制御が行われるまでの余剰の電力である。図14の第1の具体例では、充電台数を2台ではチャージ電力が200wである。充電台数が3台になると協調制御が行われることから、余剰電力が10wと算出される。そして、処理がステップS21に進む。

【0224】

ステップS21では、余剰電力とチャージャー回路における消費電力が比較される。第1の具体例では、1台当たりのチャージャー回路における消費電力が12wである。このため、ステップS21における判定は、NOとなり、処理がステップS11に戻る。すなわち、充電台数が増やされない。上述した第2の具体例のように、1台当たりのチャージャー回路における消費電力が8wである場合は、処理がステップS22に進み、充電台数を3台に増やす処理が行われる。そして、処理がステップS11に戻る。

【0225】

以上のように、例えば、チャージャー回路における消費電力を考慮して、充電処理を行うバッテリーユニットの台数を変更する。これにより、発電部から供給される電力を使用して、バッテリーユニットに充電を効率的に行うことができる。

【0226】

上述した第1および第2の台数制御処理が、組み合わせて実行されるようにしてもよい。例えば、ステップS8とステップS9との間に、ステップS16～ステップS19の処理が行われ、ステップS6とステップS7との間にステップS20～ステップS22の処理が行われるようにしてもよい。ステップS11～ステップS14の処理が予め行われるようにしてもよい。

【0227】

<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。

【0228】

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。

【0229】

なお、本開示は、以下の構成をとることもできる。

(1)

状態の変化に応じて変動する電圧が、発電部から供給される供給部と、

前記電圧と基準値との関係に応じて、充電を行うバッテリーユニットの台数を変更する制御部と
を備える制御装置。

(2)

前記制御部は、

前記電圧が前記基準値より大きい場合に前記台数を増やし、前記電圧が前記基準値より小さい状態が所定時間継続した場合に前記台数を減らす(1)に記載の制御装置。

(3)

前記制御部は、

前記電圧が前記基準値より小さい場合に第1の電力を算出し、前記第1の電力が、前記バッテリーユニットが有する充電制御部の消費電力より小さい場合に前記台数を減らし、

10

20

30

40

50

前記電圧が前記基準値より大きい場合に第２の電力を算出し、前記第２の電力が、前記バッテリーユニットが有する充電制御部の消費電力より大きい場合に前記台数を増やす（１）に記載の制御装置。

（４）

前記第１の電力は、前記発電部が供給する電力と前記台数を減らしたときの前記バッテリーユニットにおける合計電力との差分であり、

前記第２の電力は、前記発電部が供給する電力と前記バッテリーユニットにおける合計電力との差分である（３）に記載の制御装置。

（５）

前記発電部は、太陽光発電部で構成される（１）乃至（４）のいずれか１に記載の制御装置。

10

（６）

状態の変化に応じて変動する電圧が発電部から供給され、

前記電圧と基準値との関係に応じて、充電を行うバッテリーユニットの台数を変更する制御方法。

【符号の説明】

【 0 2 3 0 】

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

20

１３・・・ＣＰＵ

４１ａ・・・チャージャー回路

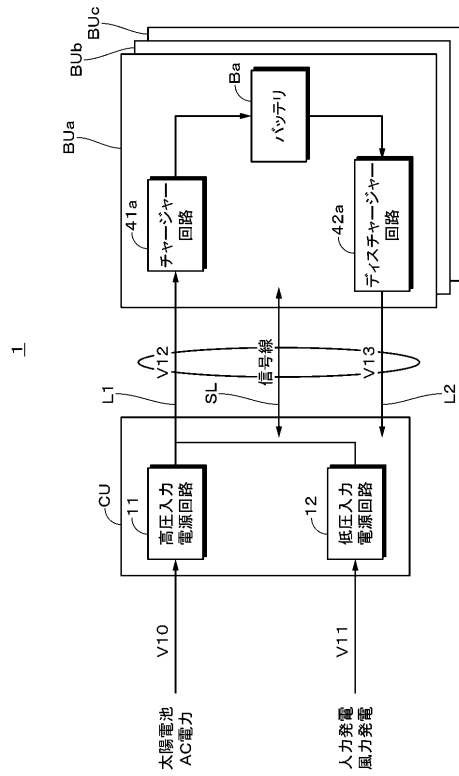
４５・・・ＣＰＵ

Ｂ・・・バッテリー

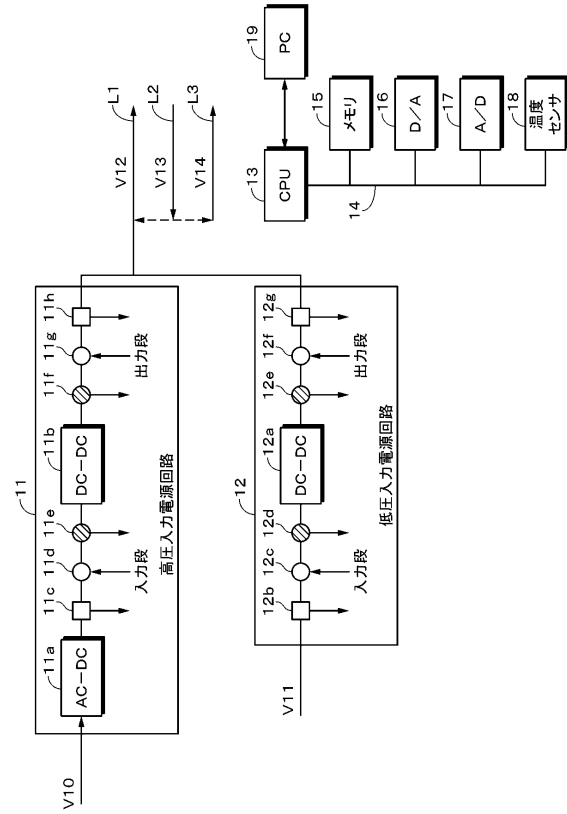
ＣＵ・・・コントロールユニット

ＢＵ・・・バッテリーユニット

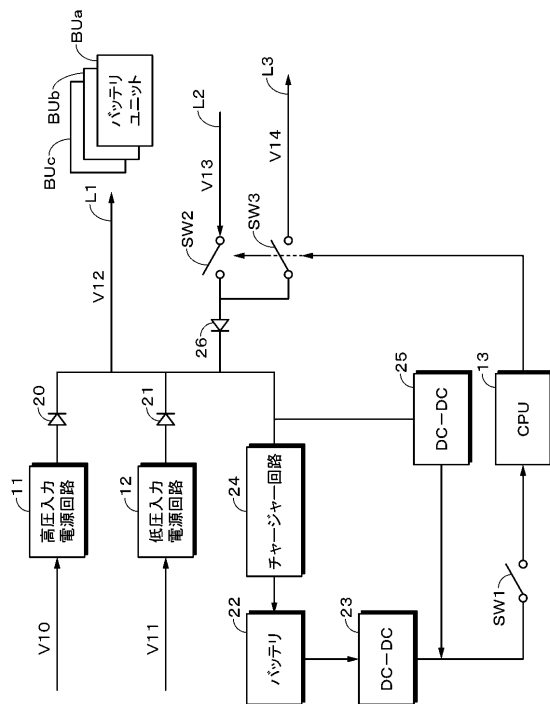
【図 1】



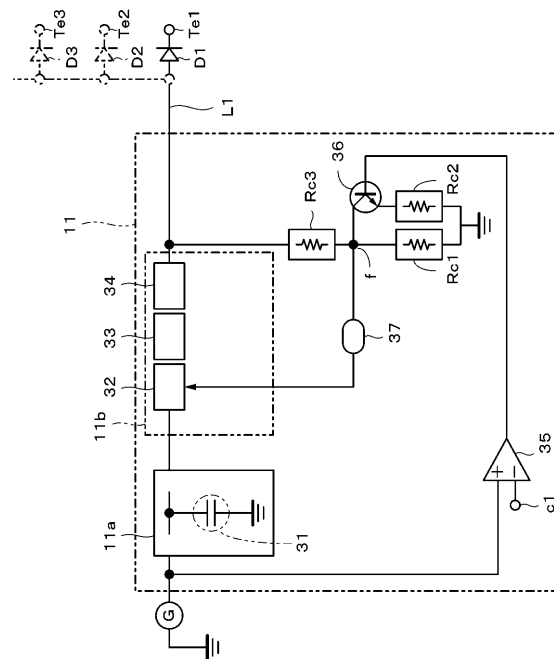
【図 2】



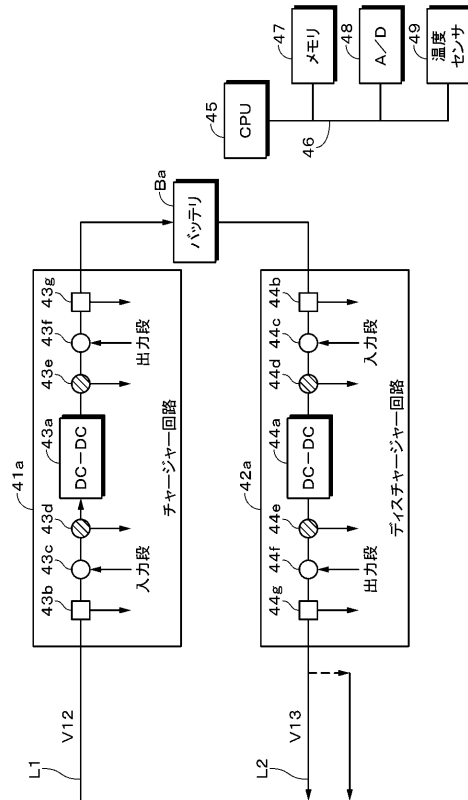
【図 3】



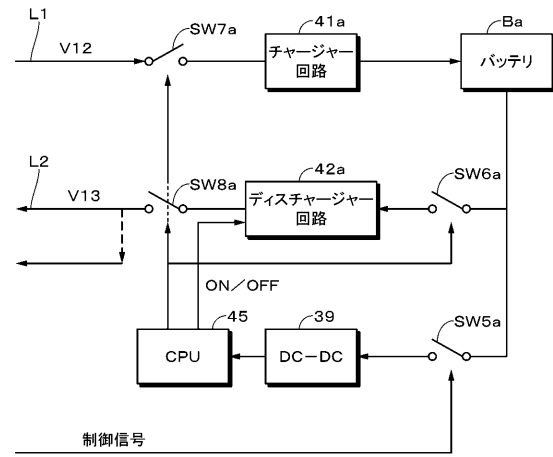
【図 4】



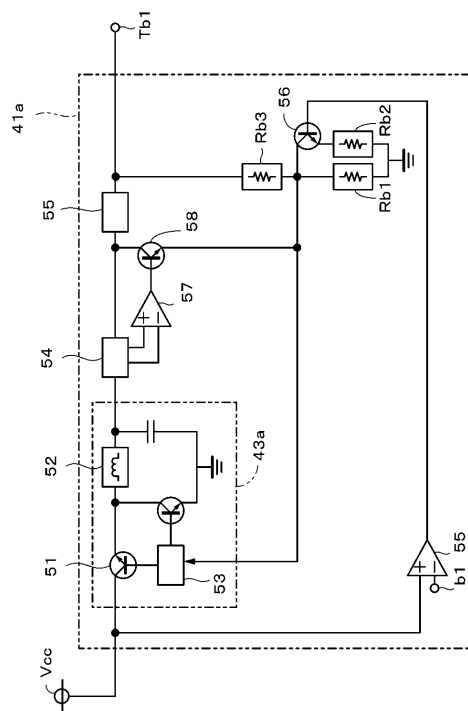
【図 5】



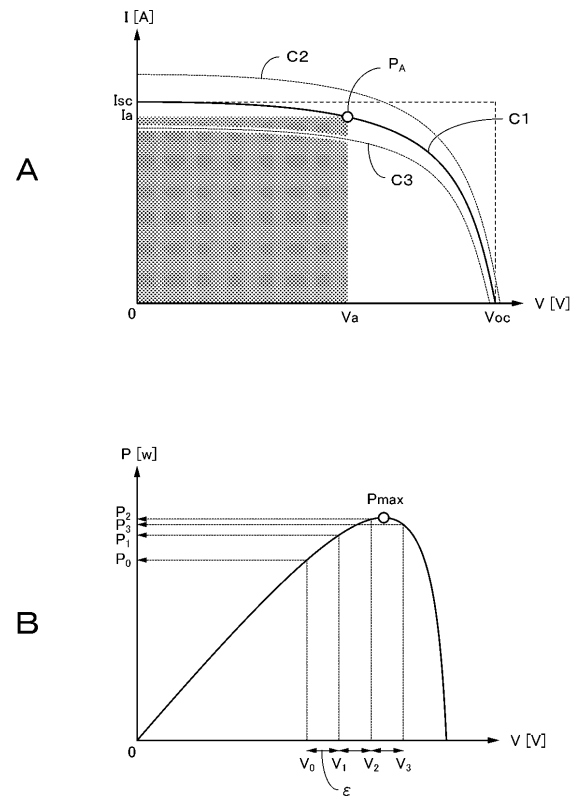
【図 6】



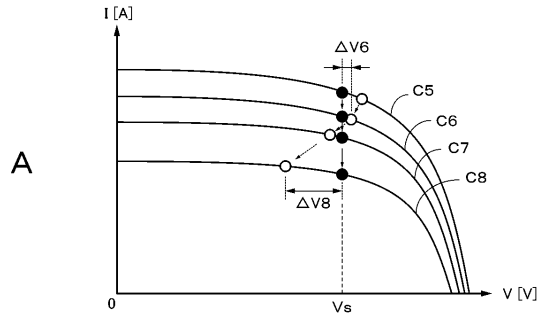
【図 7】



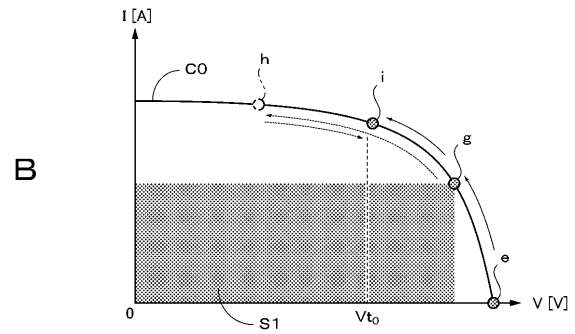
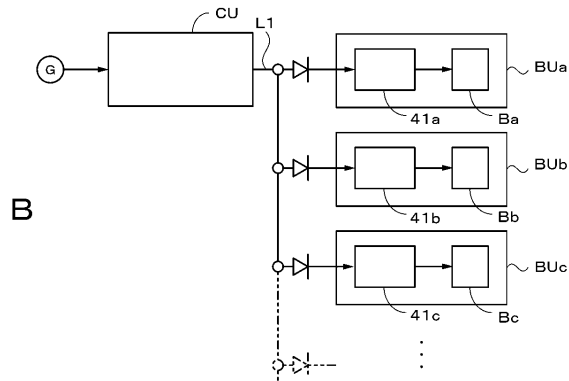
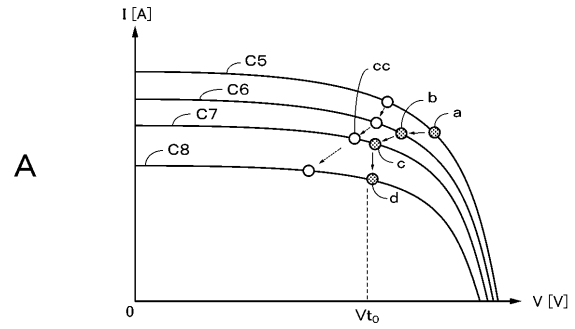
【図 8】



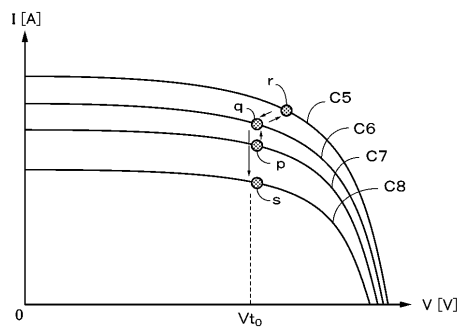
【図 9】



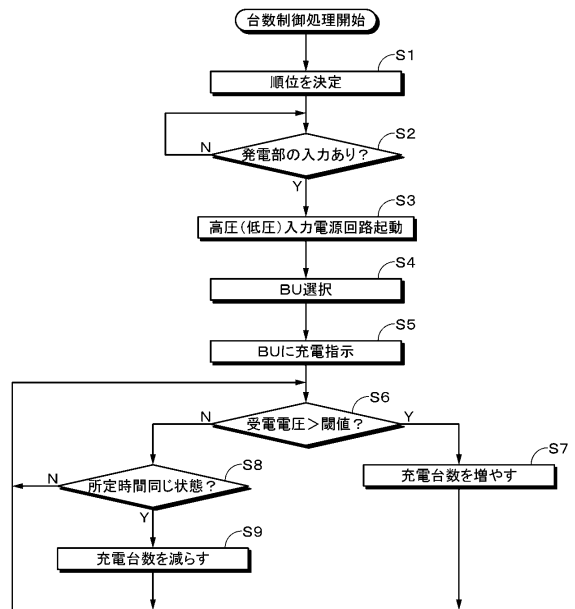
【図 10】



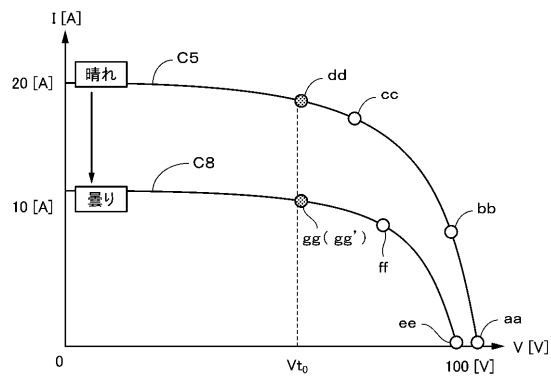
【図 11】



【図 13】



【図 12】



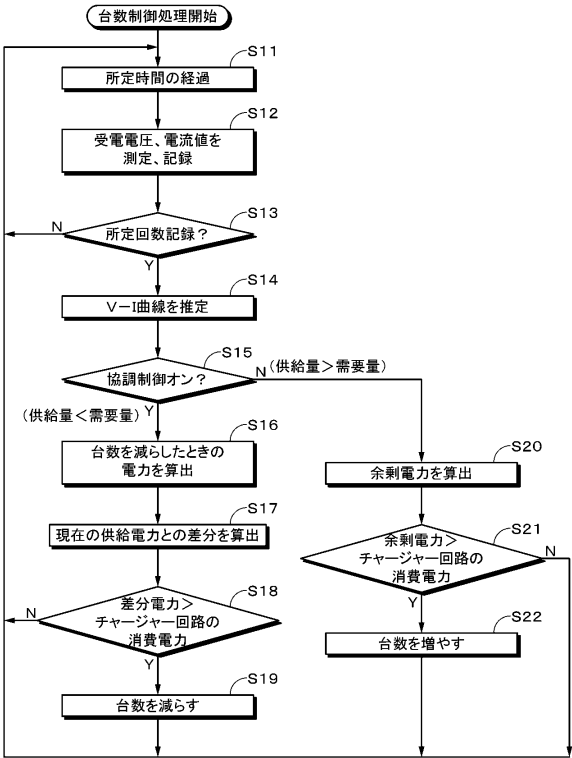
【図 14】

BU台数	協調制御	チャージ電力	損失	チャージャー回路消費電力	実効チャージ電力
2台	オフ	200W	10W	12W	176W $200W - (12W \times 2)$
3台	オン	210W	0W	12W	174W $210W - (12W \times 3)$

【図 15】

BU台数	協調制御	チャージ電力	損失	チャージャー回路消費電力	実効チャージ電力
2台	オフ	200W	10W	8W	184W $200W - (8W \times 2)$
3台	オン	210W	0W	8W	186W $210W - (8W \times 3)$

【図 16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-061990(JP,A)
特開2011-120395(JP,A)
特開2005-278302(JP,A)
特開平09-294340(JP,A)
特開2010-104117(JP,A)
特開2011-159194(JP,A)
特開平06-121472(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