

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5884414号
(P5884414)

(45) 発行日 平成28年3月15日 (2016. 3. 15)

(24) 登録日 平成28年2月19日 (2016. 2. 19)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 J 7/02 (2016. 01)

H O 2 J 7/02 F

H O 2 J 7/04 (2006. 01)

H O 2 J 7/04 L

H O 2 J 7/10 (2006. 01)

H O 2 J 7/10 L

H O 1 M 2/10 (2006. 01)

H O 1 M 2/10 E

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

H O 1 M 10/44 P

請求項の数 4 (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-244031 (P2011-244031)
 (22) 出願日 平成23年11月7日 (2011. 11. 7)
 (65) 公開番号 特開2013-102576 (P2013-102576A)
 (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 田中 寛人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御装置と、前記制御装置に接続される複数のバッテリーユニットとを含む制御システムであり、

前記制御装置は、

発電部から供給される第1の電圧の変動に応じて変動する第2の電圧を生成し、生成した前記第2の電圧を前記複数のバッテリーユニットのそれぞれに出力する電圧変換部と、

接続された前記複数のバッテリーユニットから、温度センサ情報を取得する取得部と、

前記温度センサ情報に応じて、前記複数のバッテリーユニット毎に、充電電流の大きさを設定する第1の制御部と

を備え、

前記複数のバッテリーユニットのそれぞれは、

バッテリーと、

前記第2の電圧の変動に応じて、前記バッテリーに対する充電電流を変化させる充電回路と、

前記第1の制御部によって設定された充電電流の大きさで、前記バッテリーを充電するように前記充電回路を制御する第2の制御部と、

前記温度センサ情報を取得する温度センサと

を備え、

前記第1の制御部は、

前記温度センサ情報が基準温度より高いバッテリーユニットの充電電流を小さくするように該バッテリーユニットの第2の制御部に指示する第1の制御と、

前記第1の制御にともなって、前記温度センサ情報が前記基準温度より低い、少なくとも一のバッテリーユニットの充電電流を大きくするように該バッテリーユニットの第2の制御部に指示する第2の制御と

を実行する制御システム。

【請求項2】

前記第1の制御部は、前記バッテリーユニットにおけるバッテリーからの出力量を制御し、前記温度センサ情報が基準温度より高い所定のバッテリーユニットの出力量を減少させ、前記温度センサ情報が基準温度より低い他のバッテリーユニットの出力量を増加させる制御を実行し、前記増加された出力量が前記減少された出力量以上になるように、前記他のバッテリーユニットを制御する請求項1に記載の制御システム。

10

【請求項3】

前記充電回路は、前記第2の電圧の増加に伴って充電電流を増加させ、前記第2の電圧の減少に伴って充電電流を減少させる請求項1または2に記載の制御システム。

【請求項4】

前記温度センサは、前記バッテリーの近傍、前記第2の制御部の近傍および前記充電回路の近傍の少なくとも1箇所に取り付けられる請求項1乃至3のいずれかに記載の制御システム。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本開示は、例えば、バッテリーユニットが有するセンサのセンサ情報に応じて、バッテリーユニットに対する制御を行う制御システムである。

【背景技術】

【0002】

充電可能なバッテリーが広く普及している。このようなバッテリーに対して、高温下において充電処理を行うと、充電効率が低下してバッテリーの温度が上昇する。バッテリーの温度が上昇することで、バッテリーの性能が低下するおそれがある。下記特許文献1には、複数のセルの中でセルの最低温度とセルの最高温度を比較し、温度差が所定値以上の場合に充電電力を制限する技術が記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-056962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に記載の技術は、セルの温度が所定条件になると充電電力を制限するものである。充電電力を制限するために、制限された電力が無駄になるという問題があった。

40

【0005】

したがって、本開示の目的の一つは、効率よく充電を行う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】

【0006】

上述した課題を解決するために、本開示は、例えば、
制御装置と、制御装置に接続される複数のバッテリーユニットとを含む制御システムであり、

制御装置は、

発電部から供給される第1の電圧の変動に応じて変動する第2の電圧を生成し、生成し

50

た第 2 の電圧を複数のバッテリーユニットのそれぞれに出力する電圧変換部と、
 接続された複数のバッテリーユニットから、温度センサ情報を取得する取得部と、
 温度センサ情報に応じて、複数のバッテリーユニット毎に、充電電流の大きさを設定する
 第 1 の制御部と

を備え、

複数のバッテリーユニットのそれぞれは、

バッテリーと、

第 2 の電圧の変動に応じて、バッテリーに対する充電電流を変化させる充電回路と、

第 1 の制御部によって設定された充電電流の大きさで、バッテリーを充電するように充電
 回路を制御する第 2 の制御部と、

10

温度センサ情報を取得する温度センサと

を備え、

第 1 の制御部は、

温度センサ情報が基準温度より高いバッテリーユニットの充電電流を小さくするように該
 バッテリーユニットの第 2 の制御部に指示する第 1 の制御部と、

第 1 の制御部とともに、温度センサ情報が基準温度より低い、少なくとも一のバッテ
 リーユニットの充電電流を大きくするように該バッテリーユニットの第 2 の制御部に指示する
 第 2 の制御部と

を実行する制御システムである。

【発明の効果】

20

【0010】

少なくとも一つの実施形態によれば、効率よく充電を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【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。

30

【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。

40

【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】充電制御処理の一例を説明するための図である。

【図 13】放電制御処理の一例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

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 >

50

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

【 0 0 1 3 】

< 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 C U と、1 または複数のバッテリーユニット B U とから構成される。図 1 に例示する制御システム 1 は、1 のコントロールユニット C U と、3 個のバッテリーユニット B U a、B U b、B U c とから構成される。以下の説明において、個々のバッテリーユニットを区別する必要があるときは、バッテリーユニット B U と適宜称する。

10

【 0 0 1 4 】

制御システム 1 では、複数のバッテリーユニット B U を独立して制御することが可能とされている。さらに、複数のバッテリーユニット B U はそれぞれ独立して、制御システム 1 に接続できる。例えば、バッテリーユニット B U a およびバッテリーユニット B U b が制御システム 1 に接続された状態で、新たにバッテリーユニット B U c を制御システム 1 に接続することができる。バッテリーユニット B U a ~ バッテリーユニット B U c が制御システム 1 に接続された状態で、バッテリーユニット B U b のみを制御システム 1 から離脱することができる。

【 0 0 1 5 】

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。

20

【 0 0 1 6 】

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

30

【 0 0 1 7 】

「コントロールユニットの構成の概要」

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

40

【 0 0 1 8 】

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

50

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、ＡＣ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１１および低圧入力電源回路１２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。

【００１９】

高圧入力電源回路１１には、例えば、太陽光発電によって生成された７５Ｖ（ボルト）～１００Ｖ程度のＤＣ(Direct Current)電圧（Ｖ１０）が供給される。高圧入力電源回路１１に、１００Ｖ～２５０Ｖ程度のＡＣ(Alternating Current)電圧が供給されてもよい。高圧入力電源回路１１は、太陽光発電から供給される電圧Ｖ１０の変動に応じて第２の電圧を生成する。例えば、電圧Ｖ１０が、高圧入力電源回路１１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、４５～４８Ｖの範囲内のＤＣ電圧である。

10

【００２０】

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。

20

【００２１】

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よって、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。

【００２２】

高圧入力電源回路１１および低圧入力電源回路１２からの出力電圧の両方もしくは一方が、バッテリーユニットＢＵに供給される。図では、バッテリーユニットＢＵに供給されるＤＣ電圧が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、複数のバッテリーユニットＢＵのうち全部または一部が充電される。なお、放電しているバッテリーユニットＢＵに対しては、充電はなされない。

30

【００２３】

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。

【００２４】

「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ＢＵａを例にして説明するが、バッテリーユニットＢＵｂおよびバッテリーユニットＢＵｃは、特に断わらない限り同一の構成とされる。

【００２５】

バッテリーユニット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、バッテリーＢａとを含む構成とされる。他のバッテリーユニットＢＵも同様に、チャージャー（充電）回路と、ディスチャージャー（放電）回路と、バッテリー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。

50

【 0 0 2 6 】

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 1 2 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 1 2 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 7 】

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、1 2 ~ 5 5 V 程度の範囲の D C 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 D C 電圧 が D C 電圧 V 1 3 に変換される。電圧 V 1 3 は、例えば、4 8 V の D C 電圧である。電圧 V 1 3 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 D C 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。

10

【 0 0 2 8 】

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。

20

【 0 0 2 9 】

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。

30

【 0 0 3 0 】

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 3 1 】

「コントロールユニットの内部構成」

40

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 2 】

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

50

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。

【0033】

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/オフがCPU13によって制御される。

【0034】

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。

【0035】

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。

【0036】

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。

【0037】

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。

【0038】

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。

【0039】

CPU 13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、CPU 13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。

【0040】

CPU 13が通信機能を有していてもよい。例えば、CPU 13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CPU 13との間で通信がなされるようにしてもよい。

【0041】

「コントロールユニットの電源系統」

図3は、コントロールユニットCUの、主に電源系統に関する構成の一例を示す。高圧入力電源回路11の出力段には、逆流防止用のダイオード20が接続されている。低圧入力電源回路12の出力段には、逆流防止用のダイオード21が接続されている。ダイオード20およびダイオード21により、高圧入力電源回路11および低圧入力電源回路12がOR接続される。高圧入力電源回路11および低圧入力電源回路12の出力が合成されてバッテリーユニットBUに供給される。実際には、高圧入力電源回路11および低圧入力電源回路12の出力のうち、電圧が高い一方の出力がバッテリーユニットBUに供給されるものの、負荷となるバッテリーユニットBUの電力消費量に応じて、両方から電力が供給される状況にもなる。

【0042】

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CPU 13に電力が供給され、コントロールユニットCUが起動する。CPU 13に、例えば、コントロールユニットCUに内蔵されるバッテリー22から電力が供給される。バッテリー22は、リチウムイオンバッテリーなどの充電可能なバッテリーである。バッテリー22からのDC電圧がDC-DCコンバータ23によって、CPU 13が動作する電圧に変換される。変換された電圧がCPU 13の電源電圧として供給される。このように、コントロールユニットCUの起動時には、バッテリー22が使用される。バッテリー22に対する制御は、例えば、CPU 13によってなされる。

【0043】

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

【0044】

なお、高圧入力電源回路11や低圧入力電源回路12、あるいはバッテリーユニットBUから供給される電圧V13によってCPU 13が動作するようにしてもよい。バッテリーユニットBUから供給された電圧V13がDC-DCコンバータ25によって所定のレベルの電圧に変換される。変換された電圧が、電源電圧としてCPU 13に供給され、CPU 13が動作する。

【0045】

コントロールユニットCUが起動した後に、V10およびV11の少なくとも一方が入力されると電圧V12が生成される。電圧V12が、電力ラインL1を介してバッテリーユニットBUに供給される。このとき、CPU 13は、信号ラインSLを使用してバッテリーユニットBUと通信を行う。この通信によって、CPU 13は、バッテリーユニットBUに対して起動および放電を指示する制御信号を出力する。そして、CPU 13は、スイッチ

10

20

30

40

50

SW2をオンする。スイッチSW2は、例えば、FET(Field Effect Transistor)から構成される。IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)によって構成されてもよい。スイッチSW2がオンされることで、バッテリーユニットBUからコントロールユニットCUに電圧V13が供給される。

【0046】

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

10

【0047】

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

【0048】

「高圧入力電源回路の構成例」

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

20

【0049】

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

【0050】

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

30

【0051】

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

【0052】

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

40

【0053】

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

50

【 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 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。

【 0 0 5 6 】

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

【 0 0 5 7 】

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

【 0 0 5 8 】

トランジスタ3 6のエミッタに接続された抵抗 R_{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。

【 0 0 5 9 】

例えば、高圧入力電源回路1 1に対する入力電圧が、あらかじめ定められた一定の電圧 V_{t_0} よりも十分に高い電圧であったとする。このとき、トランジスタ3 6はオンであり、抵抗 R_{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。

【 0 0 6 0 】

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

【 0 0 6 1 】

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

【 0 0 6 2 】

高圧入力電源回路1 1に対する入力電圧が下がってくると、トランジスタ3 6の状態が、オンからオフの状態に近づく。トランジスタ3 6の状態がオンからオフの状態に近づくに伴い、抵抗 R_{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。

【 0 0 6 3 】

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

【 0 0 6 4 】

すなわち、高圧入力電源回路1 1は、入力電圧があらかじめ定められた一定の電圧 V_{t_0} よりも十分に高い電圧である場合には、出力電圧を引き上げる。また、高圧入力電源回

10

20

30

40

50

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。

【0067】

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

【0068】

一方、例えば、太陽電池の発電中に、コントロールユニット CU に対して電氣的に接続されたバッテリーユニット BU の数が減少したとすると、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。

【0069】

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

【0070】

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

【0071】

「バッテリーユニットの内部構成」

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

【0072】

バッテリーユニット BUa は、チャージャー回路 41a と、ディスチャージャー回路 42a と、バッテリー Ba 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。

【0073】

チャージャー回路 41a は、DC - DC コンバータ 43a を備える。チャージャー回路 41a に入力される電圧 V_{12} が、DC - DC コンバータ 43a によって所定電圧に変換される。変換された所定電圧がバッテリー Ba に供給され、バッテリー Ba が充電される。所

10

20

30

40

50

定電圧は、バッテリー B a の種類等によって異なる。D C - D C コンバータ 4 3 a の入力段には、電圧センサ 4 3 b と、電子スイッチ 4 3 c と、電流センサ 4 3 d とが接続されている。D C - D C コンバータ 4 3 a の出力段には、電流センサ 4 3 e と、電子スイッチ 4 3 f と、電圧センサ 4 3 g とが接続されている。

【 0 0 7 4 】

ディスチャージャー回路 4 2 a は、D C - D C コンバータ 4 4 a を備える。バッテリー B a からディスチャージャー回路 4 2 a に供給される D C 電圧が、D C - D C コンバータ 4 4 a によって電圧 V 1 3 に変換される。変換された電圧 V 1 3 がディスチャージャー回路 4 2 a から出力される。D C - D C コンバータ 4 4 a の入力段には、電圧センサ 4 4 b と、電子スイッチ 4 4 c と、電流センサ 4 4 d とが接続されている。D C - D C コンバータ 4 4 a の出力段には、電流センサ 4 4 e と、電子スイッチ 4 4 f と、電圧センサ 4 4 g とが接続されている。

10

【 0 0 7 5 】

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

【 0 0 7 6 】

バス 4 6 には、メモリ 4 7 と、A / D 変換部 4 8 と、温度センサ 4 9 とが接続されている。メモリ 4 7 は、例えば、E E P R O M などの書き換え可能な不揮発性メモリである。A / D 変換部 4 8 は、例えば、電圧センサや電流センサによって得られるアナログのセンサ情報をデジタル情報に変換する。A / D 変換部 4 8 によってデジタル信号へと変換されたセンサ情報が C P U 4 5 に供給される。

20

【 0 0 7 7 】

温度センサ 4 9 は、バッテリーユニット B U a 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、バッテリー B a の温度とを測定する。さらに、温度センサ 4 9 は、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 の温度を測定する。例えば、チャージャー回路 4 1 a における電子スイッチ 4 3 c および電子スイッチ 4 3 f の温度を測定する。充電時には、電子スイッチ 4 3 c および電子スイッチ 4 3 f の温度が高温になりやすい。このため、後述する充電制御処理では、少なくとも電子スイッチ 4 3 c および電子スイッチ 4 3 f の温度に関する温度情報がコントロールユニット C U に供給されるようにしてもよい。

30

【 0 0 7 8 】

温度センサ 4 9 によって測定された温度情報が A / D 変換部 4 8 によってデジタル信号に変換される。デジタル信号に変換された温度情報が C P U 4 5 に供給される。C P U 4 5 は、例えば、コントロールユニット C U の要求に応じて、温度情報をコントロールユニット C U に送信する。コントロールユニット C U の要求に関わらず、C P U 4 5 は、温度情報を、コントロールユニット C U に周期的に送信するようにしてもよい。

【 0 0 7 9 】

なお、本例では、温度センサ 4 9 の温度情報を A / D 変換部 4 8 でデジタル信号に変換しているが、C P U 4 5 に A / D 変換機能をもたせ、C P U 4 5 で直接変換するようにしてもよい。さらに、温度センサ 4 9 自身が変換処理機能を有し、C P U 4 5 からの読み出し処理に応じて、デジタル変換した温度情報を C P U 4 5 に供給するようにしてもよい。

40

【 0 0 8 0 】

「バッテリーユニットの電源系統」

図 6 は、バッテリーユニット B U a の、主に電源系統に関する構成の一例を示す。バッテリーユニット B U a には、メインスイッチは設けられていない。バッテリー B a と C P U 4 5 との間には、スイッチ S W 5 および D C - D C コンバータ 3 9 が接続されている。バッテリー B a とディスチャージャー回路 4 2 a との間には、スイッチ S W 6 が接続されている。

50

チャージャー回路 4 1 a の入力段には、スイッチ S W 7 が接続されている。ディスチャージャー回路 4 2 a の出力段には、スイッチ S W 8 が接続されている。それぞれのスイッチ S W は、例えば、F E T により構成される。

【 0 0 8 1 】

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 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。

10

【 0 0 8 2 】

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。

20

【 0 0 8 3 】

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。

30

【 0 0 8 4 】

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 5 】

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。

40

【 0 0 8 6 】

「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

50

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 W7 などの図示を省略している。

【 0 0 8 7 】

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 8 】

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。

10

【 0 0 8 9 】

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 9 0 】

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 9 1 】

20

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 9 2 】

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

30

【 0 0 9 3 】

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 4 】

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。

40

【 0 0 9 5 】

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 6 】

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

50

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_{b1} 、 R_{b2} および R_{b3} 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。

【0097】

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 53 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 CPU 45 が、制御用 IC 53 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 CPU 45 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 CPU 13 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 13 は、電圧センサ 11 h や電圧センサ 12 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。

10

【0098】

以下、チャージャー回路 41 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。

【0099】

オペアンプ 55 の非反転入力端子に対する入力電圧は、チャージャー回路 41 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 55 の反転入力端子 b1 に対する入力電圧は、高圧入力電源回路 11 または低圧入力電源回路 12 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 55 の反転入力端子 b1 に対する入力電圧 ($k_b \times V_b$) は、例えば、CPU 45 から印

20

【0100】

したがって、チャージャー回路 41 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 41 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 41 a からの出力電圧を引き上げる。また、チャージャー回路 41 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 41 a からの出力電圧を引き下げる。

【0101】

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 41 a 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 41 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 41 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。

30

【0102】

また、チャージャー回路 41 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 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。

【0103】

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 41 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 の定格にあわせて定められる。

40

【0104】

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 41 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 41 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。

50

【 0 1 0 5 】

次に、M P P 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し、本開示において実行されてもよい協調制御について説明する。

【 0 1 0 6 】

「M P P T制御」

まず、以下に、M P P T制御の概略について説明を行う。

【 0 1 0 7 】

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。

10

【 0 1 0 8 】

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。

【 0 1 0 9 】

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。

20

【 0 1 1 0 】

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。

【 0 1 1 1 】

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。

30

【 0 1 1 2 】

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。

40

【 0 1 1 3 】

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。

50

【 0 1 1 4 】

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。

【 0 1 1 5 】

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。

【 0 1 1 6 】

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。

【 0 1 1 7 】

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 CPU などにより実行される。

【 0 1 1 8 】

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。

【 0 1 1 9 】

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

【 0 1 2 0 】

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。

【 0 1 2 1 】

「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

10

20

30

40

50

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。

【 0 1 2 2 】

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 3 】

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。

【 0 1 2 4 】

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。

【 0 1 2 5 】

電圧追従法による制御は、MPPT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ーコンディショナーを、安価なものとする。

【 0 1 2 6 】

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、MPPT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。

【 0 1 2 7 】

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。

【 0 1 2 8 】

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、MPPT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。

【 0 1 2 9 】

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、MPPT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、MPPT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、 $V_6 \leq V_8$ となっている。そのため、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が曲線C8である場合には、MPPT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 3 0 】

「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」

10

20

30

40

50

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 3 1 】

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 3 2 】

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。

【 0 1 3 3 】

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。

【 0 1 3 4 】

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ット C U 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。

【 0 1 3 5 】

さらに、図 9 B に示す構成例では、個々のバッテリーユニット B U 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 C U に接続されるバッテリーユニット B U の数も変化しうる。図 9 B 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。

【 0 1 3 6 】

上述したコントロールユニット C U とバッテリーユニット B U とを接続することにより、コントロールユニット C U 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 C U に対して 1 のバッテリーユニット B U a 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 C U に対して複数のバッテリーユニット B U が接続されている場合も同様である。

【 0 1 3 7 】

例えば、コントロールユニット C U の入力側に太陽電池が、出力側にバッテリーユニット B U a 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 1 0 0 V であるものとし、太陽電池の出力電圧の下限を 7 5 V に抑えたいとする。すなわち、 $V_{t_0} = 75 \text{ V}$ と設定されており、オペアンプ 3 5 の反転入力端子に対する入力電圧が、(k c

10

20

30

40

50

・ 75) V であるとする。

【 0 1 3 8 】

また、コントロールユニット C U からの出力電圧の上限および下限が、例えば、48 V および 45 V にそれぞれ設定されているものとする。すなわち、 $V_b = 45 \text{ V}$ 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、 $(k_b \times 45) \text{ V}$ であるとする。なお、コントロールユニット C U からの出力電圧の上限である 48 V という値は、高圧入力電源回路 11 内の抵抗 R_{c1} および R_{c2} 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 C U からの出力の目標電圧値が、48 V に設定されているものとする。

【 0 1 3 9 】

さらに、バッテリーユニット B U a のチャージャー回路 41 a からの出力電圧の上限および下限が、例えば、42 V および 28 V 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 41 a 内の抵抗 R_{b1} 、 R_{b2} および R_{b3} は、チャージャー回路 41 a からの出力電圧の上限および下限がそれぞれ 42 V および 28 V となるように選択されている。

【 0 1 4 0 】

なお、チャージャー回路 41 a への入力電圧が上限であるときに、バッテリー B a 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 B a 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 41 a への入力電圧が 48 V であるときに、バッテリー B a 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 41 a への入力電圧が 45 V であるときに、バッテリー B a 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 45 V ~ 48 V 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。

【 0 1 4 1 】

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 41 a 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 C U から供給される電力内で充電処理がなされる。

【 0 1 4 2 】

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

【 0 1 4 3 】

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。図 10 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 10 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 10 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 10 A に示す曲線 C 5 ~ C 8 は、太陽電池に対する照度が増加した場合における、太陽電池の電圧 - 電流特性を示している。

【 0 1 4 4 】

いま、バッテリー B a の必要としている電力が 100 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 11 およびチャージャー回路 41 a を介してバッテリー B a に供給される電力 (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 5 】

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_{12}) は、上限の 48 V となる。すなわち、バッテリーユニット B U a への

10

20

30

40

50

入力電圧が上限の 48 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 42 V とされ、バッテリー 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、バッテリーへの充電を 100 % で行うよう説明したが、バッテリーへの充電は 100 % に限定されず、充電レートは、バッテリーの特性に応じて適宜調整が可能である。

【0146】

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。

10

【0147】

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 へと変換し、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 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 100 % の電力を供給できなくなってくる。

【0148】

ここで、太陽電池の端子電圧が、100 V から、下限である $V_{t_0} = 75 \text{ V}$ 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、48 V から $V_b = 45 \text{ V}$ に向けて引き下げはじめる。

20

【0149】

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。

【0150】

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

30

【0151】

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。

【0152】

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。

40

【0153】

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。

【0154】

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

50

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、MPPT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。

【0155】

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とバッテリーユニット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。

【0156】

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からのバッテリーユニット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、バッテリー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 V_{t_0} の値の選び方によっては、MPPT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Baに対して供給することができる。

【0157】

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。

【0158】

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。

【0159】

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

【0160】

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。

【0161】

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。

【0162】

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。

【0163】

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。

【0164】

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

10

20

30

40

50

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に対する出力電圧は、上限である48 Vと考えてよい。

【0165】

バッテリーユニットB U aに接続されたバッテリーB a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C 0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B aの必要としている電力が100 wであるため、図10 Bに網掛けで示す領域S 1の面積は、100 wに等しい。

【0166】

太陽電池の動作点が曲線C 0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41 aを介してバッテリー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状態である。したがって、太陽電池の動作点が曲線C 0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C Uからの出力電圧およびバッテリーB aに供給される電圧は、それぞれ100 V、48 Vおよび42 Vである。

【0167】

ここで、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。バッテリーユニットB U aに接続されているバッテリーB aと同様に、バッテリーユニットB U bに接続されているバッテリーB bが、充電のために100 w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。

【0168】

合計で200 wの電力を2つのバッテリーに供給するためには、例えば、バッテリーユニットB U aのチャージャー回路41 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41 bからの出力電圧を維持させたまま、出力電流の合計を2倍にしなければならない。

【0169】

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41 aおよび41 bからの出力電流の増加に伴って太陽電池の端子電圧も低下してしまうため、太陽電池の動作点がg点にあるときと比較して、出力電流の合計を2倍より大きくする必要がある。そうすると、図10 Bに示すように、太陽電池の動作点が、例えば、曲線C 0上のh点にな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。

【0170】

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150 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。

【0171】

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、100 Vから、下限である V_{t0} = 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11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、48 Vから V_b = 45 Vに向けて引き下げはじめる。

【0172】

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41 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41 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

10

20

30

40

50

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 7 3 】

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 7 4 】

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。

10

【 0 1 7 5 】

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 6 】

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。

20

【 0 1 7 7 】

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

30

【 0 1 7 8 】

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 9 】

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。

40

【 0 1 8 0 】

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 8 1 】

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

50

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 を介してバッテリー 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、バッテリー 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。

【0182】

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。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。

10

【0183】

コントロールユニット CU 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 41a、41b がバッテリー 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。

【0184】

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。

20

【0185】

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_{t0} と比較して十分大きい値となる。太陽電池から高圧入力電源回路 11 ならびにチャージャー回路 41a および 41b を介して 2 つのバッテリーに供給される電力が、2 つのバッテリーを充電するのに必要としている電力を上回ると、協調制御による充電レートの調整が緩和されるか、自動的に解除される。

【0186】

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

30

【0187】

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。

【0188】

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_{t0} 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。

【0189】

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。

40

【0190】

すると、太陽電池の端子電圧が電圧 V_{t0} 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。

【0191】

協調制御では、個々のバッテリーユニット BU に対する入力電圧があらかじめ定められた電圧 V_{t0} を下回らないように、コントロールユニット CU と個々のバッテリーユニット BU との間で電力の需要量と供給量との間のバランスが調整される。したがって、協調制御によれば、個々のバッテリーユニット BU からみた入力側の供給能力に応じて、個々のバッ

50

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。

【 0 1 9 2 】

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。

【 0 1 9 3 】

「充電制御処理」

図 1 2 は、充電制御処理の一例を説明するための図である。コントロールユニット C U には、太陽光発電部などから、例えば、600wの電力が供給されている。コントロールユニット C U は、供給される電力によってバッテリーユニット B U のバッテリー B を充電する。

10

【 0 1 9 4 】

図 1 2 に示すように、コントロールユニット C U には、複数のバッテリーユニットとして、バッテリーユニット B U a、バッテリーユニット B U b およびバッテリーユニット B U c が接続されている。時刻 t 0 のタイミングでは、コントロールユニット C U の制御に応じて、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 が充電処理を実行している。このとき、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 は、充電電流を、例えば、3 A (アンペア) に設定して充電処理を実行している。

20

【 0 1 9 5 】

なお、バッテリーユニット B U a の電圧は充電処理により変動するため、バッテリーユニット B U a における電力も変動する。バッテリーユニット B U b についても同様である。しかしながら、バッテリーユニット B U a における電力とバッテリーユニット B U b の電力の合計が、外部から供給される電力 (一例として 600 W) を超えないように、充電電流の大きさが適切に設定されている。

【 0 1 9 6 】

バッテリーユニット B U が充電処理を行う際の充電電流の大きさは、例えば、コントロール C U によって設定される。コントロールユニット C U は、各バッテリーユニット B U から予めバッテリー B に関する情報を通信によって取得する。バッテリー B の情報は、例えば、バッテリー B を充電するための充電電流の大きさや、定格容量などである。この情報は、任意に設定できる。コントロールユニット C U は、バッテリー B の情報を適宜、参照しつつ、バッテリーユニット毎に充電電流の大きさを設定する。なお、時刻 t 0 のタイミングでは、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 c に対する充電指示はなされていない。これは、バッテリーユニット B U c に対する充電電流の大きさが 0 A に設定されることと等価である。

30

【 0 1 9 7 】

コントロールユニット C U は、バッテリーユニット B U から温度情報を取得する。例えば、コントロールユニット C U は、温度情報を要求する要求信号を、各バッテリーユニットに周期的に送出する。要求信号に応じて、各バッテリーユニット B U が温度情報をコントロールユニット C U に送出する。なお、温度情報を要求する要求信号は、例えば、充電処理を行っている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 に対して送出される。充電処理を行っていないバッテリーユニット B U c に要求信号が送出されてもよい。

40

【 0 1 9 8 】

温度情報は、バッテリーユニット B U がそれぞれ有する温度センサ 4 9 によって取得される。温度センサ 4 9 が複数のセンサによって構成されている場合には、バッテリーユニット毎の複数の温度情報がコントロールユニット C U に対して送出される。

【 0 1 9 9 】

時刻 t 0 から時刻 t 1 に遷移したとする。時刻 t 1 のタイミングで、例えば、バッテリーユニット B U b の温度が高温になったとする。高温か否かの判断は、コントロールユニット C U の C P U 1 3 によって行われる。C P U 1 3 は、バッテリーユニット B U からの温度

50

情報が閾値以上になった場合に、高温であると判断する。高温である場合に、バッテリーユニット B U b が充電処理を継続すると、バッテリーユニット B U b のチャージャー回路やバッテリー、C P U などに悪影響を与えるおそれがある。

【 0 2 0 0 】

そこで、コントロールユニット C U は、バッテリーユニット B U b の所定箇所の温度を低下させる制御を行う。コントロールユニット C U は、例えば、バッテリーユニット B U b が行う充電処理における充電電流を小さくする。例えば、3 A の充電電流を 1 A に小さくする。バッテリーユニット B U b の温度情報が別の閾値より大幅に高い場合には、充電電流を 1 A より更に小さくするようにしてもよい。これらの閾値は、いくつ設けてもよいし、それに対応する充電電流量も任意に設定してもよい。

10

【 0 2 0 1 】

コントロールユニット C U の制御に応じて、バッテリーユニット B U b の C P U 4 5 は充電電流を小さくする処理を行う。充電電流が小さくされることで、例えば、バッテリーユニット B U b のチャージャー回路の温度が下がる。C C C V (Constant Voltage Constant Current) 方式で充電処理が行われる場合は、C C 領域における充電電流を小さくするようにしてもよい。なお、充電電流を小さくする制御に限らず、充電電流を 0 A に設定し、充電処理を停止させる制御が行われるようにしてもよい。

【 0 2 0 2 】

なお、充電電流を小さくすることには、C (capacity) で規定される充電レートを小さくする制御が含まれる。すなわち、例えば、1 C の充電レートを 0.5 C に小さくすることは、実質的に充電電流を小さくすることに他ならないからである。

20

【 0 2 0 3 】

t 1 のタイミングで、バッテリーユニット B U b における充電電流が小さくなることで、バッテリーユニット B U b における電力が減少する。この電力が減少した分（以下、余剰電力とも称する）を他のバッテリーユニット B U に振り分ける処理を行う。ここでは、バッテリーユニット B U a における充電電流の大きさを 3 A から 5 A に大きくすることで、余剰電力を使用する。充電電流の大きさが大きくされることで、バッテリーユニット B U a のバッテリー B を素早く充電できる。もちろん、バッテリーユニット B U a の充電電流を大きくするのではなく、バッテリーユニット B U c の充電処理を開始させるようにしてもよい。バッテリーユニット B U a の充電電流を大きくしつつ、バッテリーユニット B U c の充電処理を開始させるようにしてもよい。

30

【 0 2 0 4 】

以上のように、本開示において例示する充電制御処理では、充電中に高温になったバッテリーユニットの充電電流を小さくする。充電処理を停止させるようにしてもよい。そして、生じた余剰電力に基づいて、他のバッテリーユニットの充電処理における充電電流を大きくする。このような処理を行うことで、外部から供給される電力を無駄にせず効率よく充電を行うことができる。

【 0 2 0 5 】

充電制御処理は以下のように変形できる。コントロールユニット C U に供給される太陽光発電等の電力は、変動する。このため、外部から供給される電力が低下したときに、充電電流を小さくような制御が上述した制御に組み合わせられてもよい。さらに、外部から供給される電力が増加したときに、充電電流を大きくような制御が上述した制御に組み合わせられてもよい。

40

【 0 2 0 6 】

高温と判断するための閾値を段階的に設定し、設定された段階に応じて、充電電流を段階的に小さくするようにしてもよい。

【 0 2 0 7 】

「放電制御処理」

図 1 3 は、放電制御処理の一例を説明するための図である、システムの構成は、上述した充電制御処理におけるシステムと同様である。コントロールユニット C U、バッテリーユ

50

ニットB U a、バッテリーユニットB U bおよびバッテリーユニットB U cはそれぞれ、例えば、600wの電力を供給できる能力があるとする。コントロールユニットC Uに対して接続される負荷は、例えば、600wの電力を必要とする。

【0208】

時刻t 0のタイミングでは、バッテリーユニットB U aから300wの電力がコントロールユニットC Uに供給されている。さらに、バッテリーユニットB U bから300wの電力がコントロールユニットC Uに供給されている。コントロールユニットC Uは、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から供給される600wの合成電力を負荷に対して供給する。

10

【0209】

コントロールユニットC Uは、例えば、放電処理を行っている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の温度情報を取得する。温度情報を取得する処理は、上述した充電制御処理と同様の処理であるので、重複した説明を省略する。コントロールユニットC UのC P U 13は、温度情報が高温であるか否かの判断を行う。例えば、温度情報が閾値以上であれば高温と判断する。ここでは、バッテリーユニットB U bが高温であると判断されたものとする。

【0210】

コントロールユニットC Uは、バッテリーユニットB U bが高温であることから、バッテリーユニットB U bから出力される電力を小さくする。例えば、バッテリーユニットB U bの放電電流を小さくする制御を、コントロールユニットC UのC P U 13が行う。C P U 13の制御に応じて、バッテリーユニットB U bのC P U 45が放電電流を小さくする処理を行う。この処理によって、バッテリーユニットB U bから出力される電力が減少する。ここでは、負荷が600wの電力を必要としている。そこで、温度が高いバッテリーユニットから供給される電力が減少した場合に、減少した分の電力を他のバッテリーユニットで補うようにしている。

20

【0211】

t 1のタイミングで、例えば、バッテリーユニットB U bからの出力が100wに減少する。減少した200w分の電力を、例えば、バッテリーユニットB U aで補う。コントロールユニットC Uは、バッテリーユニットB U aから出力される電力が500wになるように、バッテリーユニットB U aに対する制御を行う。バッテリーユニットB U aは、コントロールユニットC Uの制御に応じて放電電流を大きくし、出力される電力を500wまで増加させる。この処理によって、負荷に対する600wの電力を供給できる。なお、負荷に対する電力の供給を継続するため、先にバッテリーユニットB U aからの電力を増加させた後に、バッテリーユニットB U bの電力を減少させる。

30

【0212】

上述した放電制御処理では、減少した電力をバッテリーユニットB U aで補うようにしたが、減少した電力をバッテリーユニットB U c単体で補うようにしてもよい。例えば、時刻t 1のタイミングで、バッテリーユニットB U aから300wの電力が供給され、バッテリーユニットB U bから200wの電力が供給され、バッテリーユニットB U cから100wの電力が供給されるようにしてもよい。さらに、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 cで補うようにしてもよい。また、負荷が必要とする電力に対して余裕を持たせて電力を供給するようにしてもよい。例えば、負荷が600wの電力を必要とする場合に、合計で650wの電力がバッテリーユニットB Uから供給されるようにしてもよい。

40

【0213】

以上のように例示した放電制御処理により、異常が生じたバッテリーユニットから供給された電力が減少しても、他のバッテリーユニットから供給される電力で、減少した電力に相当する電力を補うことができる。そして、負荷に対する電力の供給を継続できる。

【0214】

50

< 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 1 5 】

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。本開示を、充電制御処理と放電制御処理とを行う充放電制御装置などとして構成することもできる。

10

【 0 2 1 6 】

なお、本開示は、以下の構成をとることもできる。

(1)

制御装置と、前記制御装置に接続される複数のバッテリーユニットとを含む充電制御システムであり、

前記制御装置は、

前記複数のバッテリーユニットの少なくとも 1 のバッテリーユニットから、センサ情報を取得する取得部と、

前記センサ情報に応じて、前記複数のバッテリーユニット毎に、充電電流の大きさを設定する制御部と

20

を備え、

前記複数のバッテリーユニットのそれぞれは、

バッテリーと、

前記制御部によって設定された充電電流の大きさに、前記バッテリーを充電する充電制御部と、

前記センサ情報を取得するセンサと

を備える充電制御システム。

(2)

前記センサが温度を測定する温度センサである (1) に記載の充電制御システム。

(3)

30

前記制御部は、

前記温度センサにより得られる温度情報が基準温度より高いバッテリーユニットの充電電流を小さくする第 1 の制御と、

前記第 1 の制御にともなって、前記温度情報が前記基準温度より低い、少なくとも一のバッテリーユニットの充電電流を大きくする第 2 の制御と

を実行する (2) に記載の充電制御システム。

(4)

前記複数のバッテリーユニットのそれぞれは、

外部から供給される電圧を所定の電圧に変換する変換部を備え、

前記センサは、前記バッテリーの近傍、前記充電制御部の近傍および前記変換部の近傍の少なくとも 1 箇所に取り付けられる (1) 乃至 (3) のいずれか 1 に記載の充電制御システム。

40

(5)

前記複数のバッテリーユニットの少なくとも 1 のバッテリーユニットから、センサ情報を取得する取得部と、

前記センサ情報に応じて、前記複数のバッテリーユニット毎に、充電電流の大きさを設定する制御部と

を備える充電制御装置。

(6)

前記複数のバッテリーユニットの少なくとも 1 のバッテリーユニットから、センサ情報を取

50

得し、

前記センサ情報に応じて、前記複数のバッテリーユニット毎に、充電電流の大きさを設定する充電制御装置における充電制御方法。

(7)

複数のバッテリーユニットの少なくとも1のバッテリーユニットから、温度情報を取得する温度情報取得部と、

前記温度情報が基準温度より高い所定のバッテリーユニットの出力量を減少させ、前記温度情報が基準温度より低い他のバッテリーユニットの出力量を増加させる制御部と

を備え、

前記制御部は、

前記増加された出力量が前記減少された出力量以上になるように、前記他のバッテリーユニットを制御する放電制御装置。

【符号の説明】

【0217】

1・・・制御システム

11・・・高圧入力電源回路

12・・・低圧入力電源回路

13・・・CPU

41a・・・チャージャー回路

43a・・・DC-DC

45・・・CPU

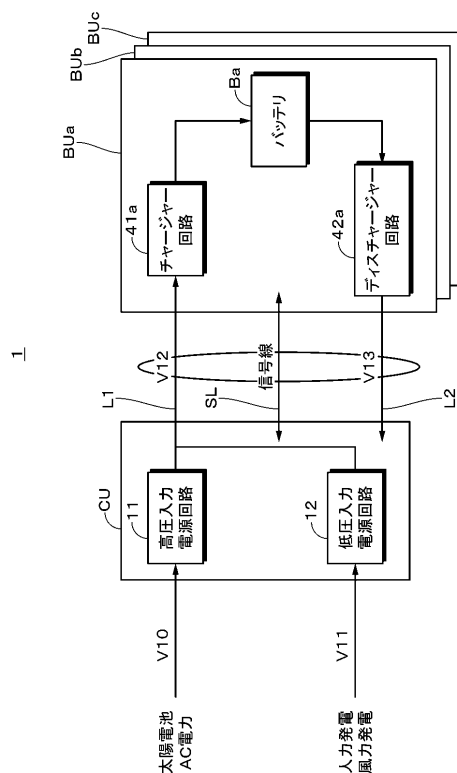
49・・・温度センサ

Ba・・・バッテリー

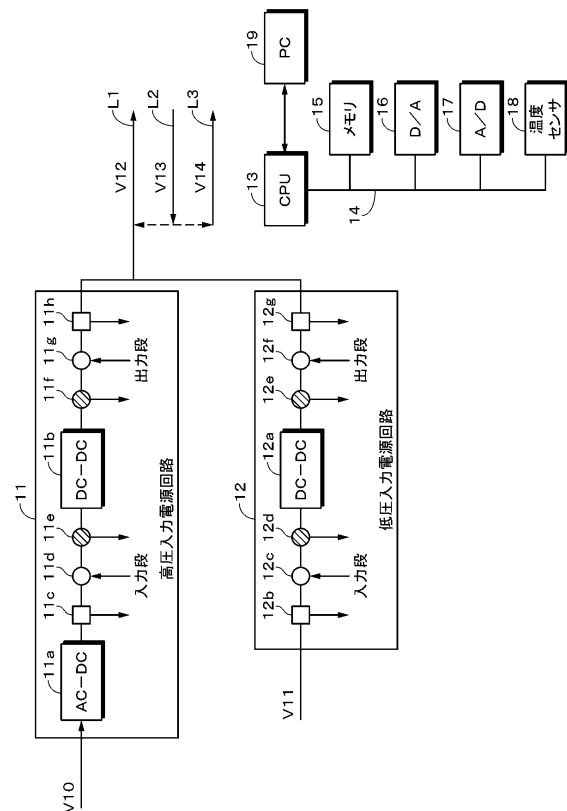
CU・・・コントロールユニット

BU・・・バッテリーユニット

【図1】



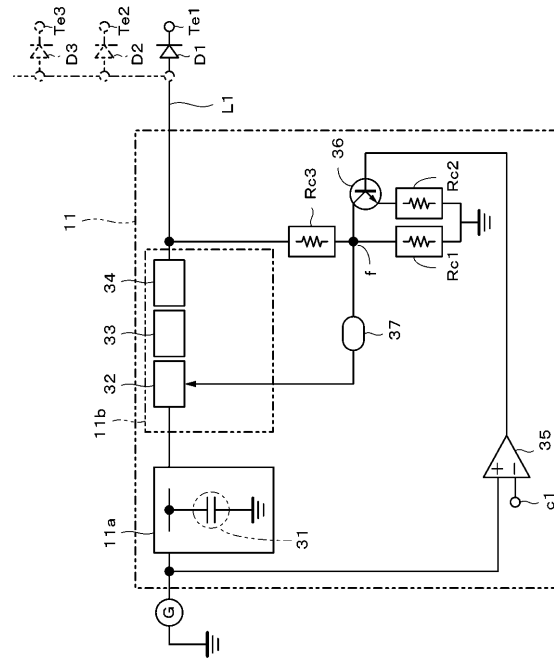
【図2】



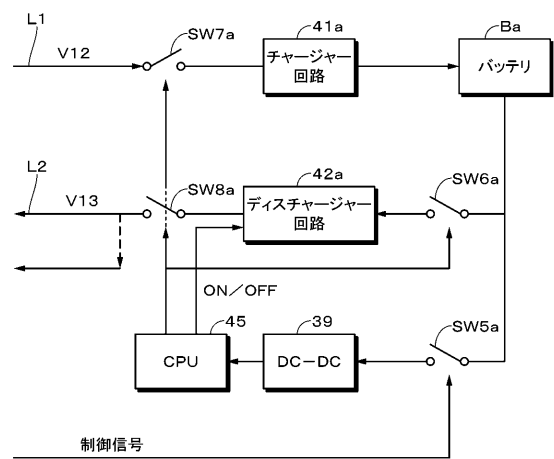
10

20

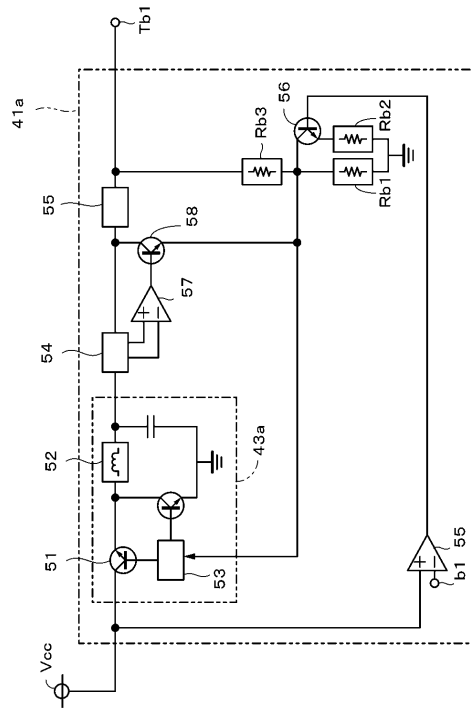
【圖 4】



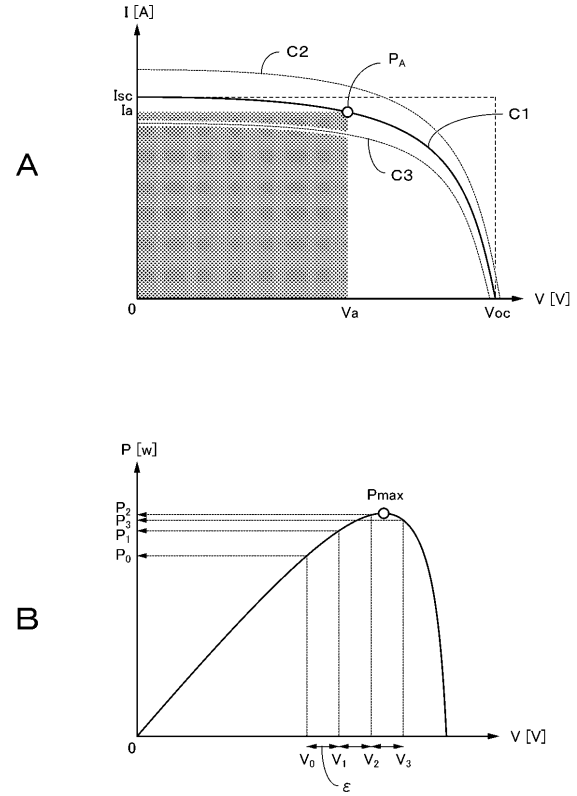
【 図 6 】



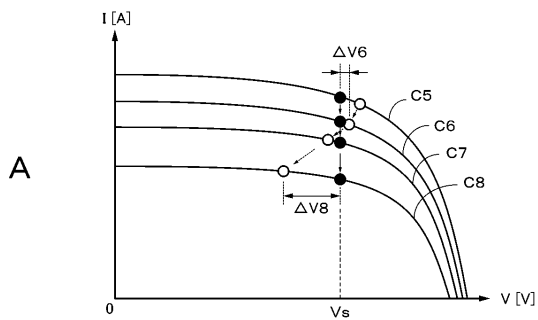
【図 7】



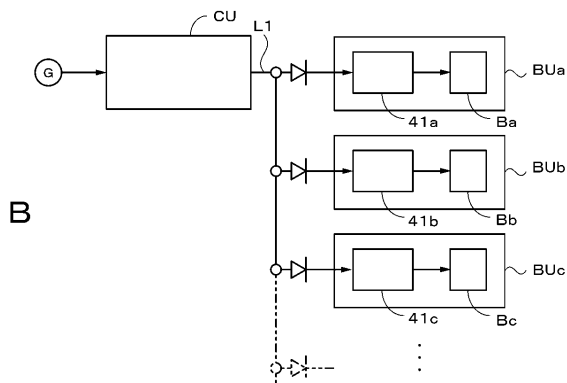
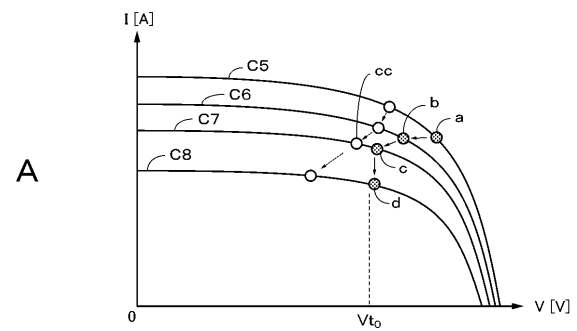
【図 8】



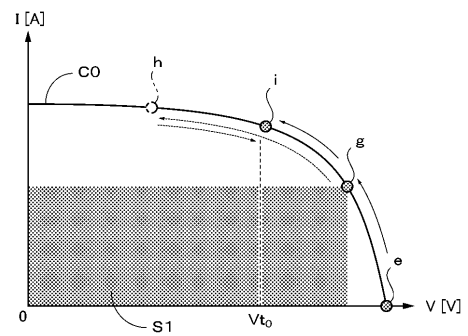
【図 9】



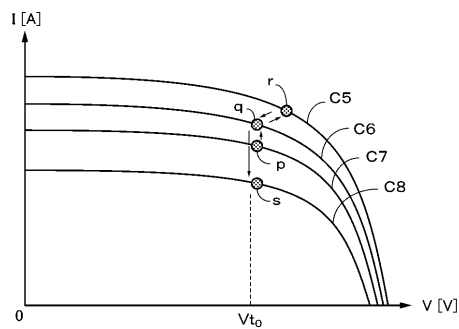
【図 10】



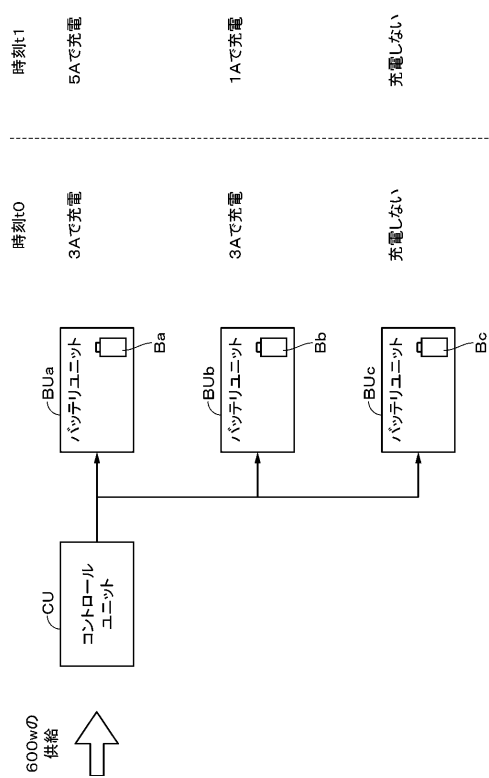
B



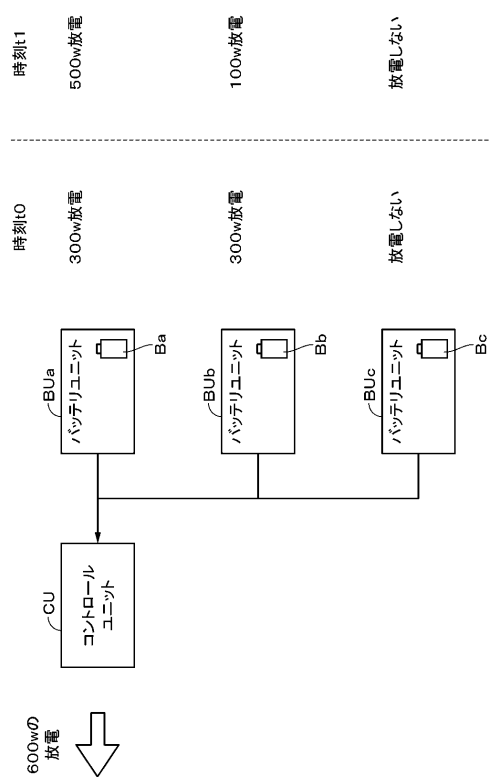
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
H 0 1 M	10/48	(2006.01)	H 0 1 M	10/44 1 0 1
			H 0 1 M	10/48 3 0 1
			H 0 1 M	10/48 P

(56)参考文献 特開2010-124575(JP,A)
特開2008-278561(JP,A)
特開2008-154302(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 M 2 / 1 0、1 0 / 4 2 - 1 0 / 4 8
H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2、7 / 3 4 - 7 / 3 6