

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5887841号
(P5887841)

(45) 発行日 平成28年3月16日 (2016. 3. 16)

(24) 登録日 平成28年2月26日 (2016. 2. 26)

(51) Int. Cl.	F I
H O 2 J 7/00 (2006. 01)	H O 2 J 7/00 B
H O 2 J 7/35 (2006. 01)	H O 2 J 7/35 F
H O 1 M 10/44 (2006. 01)	H O 1 M 10/44 Q

請求項の数 6 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2011-241135 (P2011-241135)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成23年11月2日 (2011. 11. 2)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2013-99155 (P2013-99155A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成25年5月20日 (2013. 5. 20)	(74) 代理人	100082762
審査請求日	平成26年9月9日 (2014. 9. 9)		弁理士 杉浦 正知
		(74) 代理人	100123973
			弁理士 杉浦 拓真
		(72) 発明者	澤田 淳一
			神奈川県藤沢市辻堂新町3丁目3番1号
			ソニーエンジニアリング株式会社内
		(72) 発明者	鎌田 壘
			神奈川県藤沢市辻堂新町3丁目3番1号
			ソニーエンジニアリング株式会社内

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】

変動する第1の電圧が発電部から供給される複数の第1の装置と、
 前記複数の第1の装置に対して接続自在とされる第2の装置とを備え、
 前記第1の装置は、
 前記第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
 を前記第2の装置に出力する電圧変換部を備え、
 前記第2の装置は、
 前記第2の電圧の変動に応じて、バッテリーに対する充電レートを変化させる充電回路を
 備える
 制御システム。

【請求項 2】

前記電圧変換部は、
 前記第1の電圧が低下することに応じて低下させた前記第2の電圧を出力する請求項1
 に記載の制御システム。

【請求項 3】

前記充電回路は、
 前記第2の電圧が低下することに応じて、前記充電レートを小さくする請求項1または
 2に記載の制御システム。

【請求項 4】

前記第 1 の装置と前記第 2 の装置とが電力ラインを介して接続され、

前記第 2 の電圧が前記電力ラインを介して供給される請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

【請求項 5】

前記充電回路は、前記電力ラインにおける前記第 2 の電圧を取得する請求項 4 に記載の制御システム。

【請求項 6】

前記発電部は、環境に応じて発電する請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本開示は、例えば、バッテリーに対する充電レートを変化させる制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオンバッテリーに代表される二次電池が広く普及している。下記特許文献 1 には、二次電池に対して通常の充電レートで充電するか、または、高い充電レートで充電するかを、ユーザが選択できるようにしたシステムが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 083022 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、充電レートをユーザによる操作に応じて変化させるものである。例えば、太陽光発電のように、天候の変化等に起因して供給可能な電力が変化する場合に、供給可能な電力の変化に応じて充電レートを変化させることができない。

【0005】

したがって、本開示の目的の一つは、太陽光発電などの発電部が生成する電圧の変動に応じて、充電レートを変化させる制御システムを提供することにある。

30

【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

変動する第 1 の電圧が発電部から供給される複数の第 1 の装置と、

複数の第 1 の装置に対して接続自在とされる第 2 の装置とを備え、

第 1 の装置は、

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、生成した第 2 の電圧を第 2 の装置に出力する電圧変換部を備え、

第 2 の装置は、

40

第 2 の電圧の変動に応じて、バッテリーに対する充電レートを変化させる充電回路を備える

制御システムである。

【発明の効果】

【0009】

少なくとも一つの実施形態によれば、発電部からの電圧に応じて、バッテリーに対する充電レートを変化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】システムの構成例を示すブロック図である。

50

【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。

10

【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。

【発明を実施するための形態】

【0011】

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

20

< 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。

【0012】

< 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ないときは、バッテリーユニット B U と適宜称する。

30

【0013】

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。

40

【0014】

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。

【0015】

50

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。

【 0 0 1 6 】

10

「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。

【 0 0 1 7 】

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

20

【 0 0 1 8 】

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

30

【 0 0 1 9 】

高圧入力電源回路 1 1 は、電圧 V 1 0 が 7 5 V のときは、電圧 V 1 0 を 4 5 V に変換する。電圧 V 1 0 が 1 0 0 V のときは、電圧 V 1 0 を 4 8 V に変換する。電圧 V 1 0 が 7 5 V から 1 0 0 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、4 5 V から 4 8 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。

40

【 0 0 2 0 】

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 1 0 V ~ 4 0 V 程度の範囲の D C 電圧 (V 1 1) 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 1 1 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 1 1 が 1 0 V ~ 4 0 V の範囲を変化することによって、電圧 V 1 1 を、例えば、4 5 V ~ 4 8 V の範囲の D C 電圧に昇圧する。昇圧された D C 電圧が低圧入力電源回路 1 2 から出力される。

50

【 0 0 2 1 】

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 D C 電圧が V 1 2 として示されている。上述したように、電圧 V 1 2 は、例えば、4 5 ~ 4 8 V の範囲の D C 電圧である。電圧 V 1 2 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 2 】

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。

10

【 0 0 2 3 】

「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 4 】

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。

20

【 0 0 2 5 】

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 6 】

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 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 3 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。

30

【 0 0 2 7 】

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。

40

【 0 0 2 8 】

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

50

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。

【0029】

例えば、以下のような使用形態が考えられる。バッテリーユニット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。

10

【0030】

「コントロールユニットの内部構成」

図2は、コントロールユニット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。

20

【0031】

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。

【0032】

30

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C P U 1 3に供給される。各スイッチのオン/オフがC P U 1 3によって制御される。

【0033】

なお、図において、センサから延びる矢印が、センサ情報がC P U 1 3に供給されることを示している。電子スイッチに対する矢印は、電子スイッチに対してC P U 1 3による制御がなされることを示している。

40

【0034】

高圧入力電源回路1 1の出力電圧がダイオードを介して出力される。低圧入力電源回路1 2の出力電圧がダイオードを介して出力される。高圧入力電源回路1 1の出力電圧および低圧入力電源回路1 2の出力電圧が合成され、合成された電圧V 1 2が電力ラインL 1を介してバッテリーユニットB Uに出力される。バッテリーユニットB Uから供給された電圧V 1 3が、電力ラインL 2を介してコントロールユニットC Uに供給される。次に、コントロールユニットC Uに供給された電圧V 1 3が、電力ラインL 3を介して外部機器に供給される。なお、図において、外部機器に供給される電圧を電圧V 1 4として示している

50

。

【 0 0 3 5 】

電力ライン L 3 がバッテリーユニット B U と接続されてもよい。このような構成により、例えば、バッテリーユニット B U a から出力された電力が、電力ライン L 2 を介してコントロールユニット C U に供給される。供給された電力が電力ライン L 3 を介してバッテリーユニット B U b に供給され、バッテリーユニット B U b を充電することができる。なお、図示は省略しているが、電力ライン L 2 を介してコントロールユニット C U に供給された電力が、電力ライン L 1 に供給されるようにしてもよい。

【 0 0 3 6 】

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

10

【 0 0 3 7 】

C P U 1 3 は、バス 1 4 を介してメモリ 1 5、D / A (Digital to Analog) 変換部 1 6、A / D (Analog to Digital) 変換部 1 7 および温度センサ 1 8 と接続されている。バス 1 4 は、例えば、I²C バスで構成される。メモリ 1 5 は、E E P R O M (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory) などの不揮発性メモリにより構成される。D / A 変換部 1 6 は、各種の処理で使用されるデジタル信号をアナログ信号に変換する。

20

【 0 0 3 8 】

C P U 1 3 には、電圧センサや電流センサにより測定されたセンサ情報が入力される。センサ情報は、A / D 変換部 1 7 によってデジタル信号に変換された後に、C P U 1 3 に入力される。温度センサ 1 8 は、環境温度を測定する。例えば、コントロールユニット C U 内部の温度や、コントロールユニット C U の周囲の温度を測定する。

【 0 0 3 9 】

C P U 1 3 が通信機能を有していてもよい。例えば、C P U 1 3 とパーソナルコンピュータ (P C) 1 9 との間で通信のやり取りがなされてもよい。パーソナルコンピュータに限らず、インターネットなどのネットワークに接続された機器と C P U 1 3 との間で通信がなされるようにしてもよい。

30

【 0 0 4 0 】

「コントロールユニットの電源系統」

図 3 は、コントロールユニット C U の、主に電源系統に関する構成の一例を示す。高圧入力電源回路 1 1 の出力段には、逆流防止用のダイオード 2 0 が接続されている。低圧入力電源回路 1 2 の出力段には、逆流防止用のダイオード 2 1 が接続されている。ダイオード 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。

40

【 0 0 4 1 】

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

50

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、ＣＰＵ１３によってなされる。

【００４２】

高圧入力電源回路１１や低圧入力電源回路１２、あるいはバッテリーユニット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。

10

【００４３】

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

【００４４】

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

20

【００４５】

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

30

【００４６】

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

【００４７】

「高圧入力電源回路の構成例」

40

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。

【００４８】

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。

50

【0049】

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。

【0050】

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。

10

【0051】

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。

【0052】

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。

20

【0053】

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

【0054】

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。

30

【0055】

オペアンプ35の非反転入力端子に対しては、高圧入力電源回路11への入力電圧を k_c 倍(k_c : 数十~百分の一程度)した電圧が入力される。一方、オペアンプ35の反転入力端子c1に対しては、あらかじめ定められた一定の電圧 V_{t0} を k_c 倍した電圧が入力されている。オペアンプ35の反転入力端子c1に対する入力電圧($k_c \times V_{t0}$)は、例えば、D/A変換部16から印加される。電圧 V_{t0} の値は、例えば、D/A変換部16の内蔵メモリに保持され、必要に応じて、電圧 V_{t0} の値を変更することが可能とされている。電圧 V_{t0} の値が、バス14を介してCPU13に接続されたメモリ15に保持され、これをD/A変換部16に転送するようにしてもよい。

40

【0056】

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。

【0057】

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。

【0058】

例えば、高圧入力電源回路11に対する入力電圧が、あらかじめ定められた一定の電圧 V_{t0} よりも十分に高い電圧であったとする。このとき、トランジスタ36はオンであり

50

、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。

【0059】

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。

【0060】

逆に、例えば、コントロールユニット CU に接続された太陽電池の端子電圧が低下し、高圧入力電源回路 11 に対する入力電圧が、あらかじめ定められた一定の電圧 V_{t0} に近づいたとする。

10

【0061】

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。

【0062】

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。

20

【0063】

すなわち、高圧入力電源回路 11 は、入力電圧があらかじめ定められた一定の電圧 V_{t0} よりも十分に高い電圧である場合には、出力電圧を引き上げる。また、高圧入力電源回路 11 は、太陽電池の端子電圧が低下して、入力電圧があらかじめ定められた一定の電圧 V_{t0} に近づくと、出力電圧を引き下げる。このように、高圧入力電源回路 11 を備えるコントロールユニット CU は、入力電圧の大きさに応じて出力電圧を動的に変化させる。

【0064】

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。

【0065】

30

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。

【0066】

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。

【0067】

40

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。

【0068】

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

50

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。

【0069】

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。

【0070】

「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。

【0071】

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 V12 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 V13 が、ディスチャージャー回路 42a を介してコントロールユニット CU に供給される。ディスチャージャー回路 42a から外部機器に対して、直接、電圧 V13 が供給されるようにしてもよい。

【0072】

チャージャー回路 41a は、DC - DC コンバータ 43a を備える。チャージャー回路 41a に入力される電圧 V12 が、DC - DC コンバータ 43a によって所定電圧に変換される。変換された所定電圧がバッテリー 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。

【0073】

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 V13 に変換される。変換された電圧 V13 がディスチャージャー回路 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。

【0074】

バッテリーユニット BUa は、CPU 45 を備える。CPU 45 は、バッテリーユニット BU の各部を制御する。例えば、電子スイッチのオン / オフを制御する。過充電防止機能や過電流防止機能などの、バッテリー B の安全を確保する処理を CPU 45 が行うようにしてもよい。CPU 45 は、バス 46 に接続されている。バス 46 は、例えば、I²C バスである。

【0075】

バス 46 には、メモリ 47 と、A / D 変換部 48 と、温度センサ 49 とが接続されている。メモリ 47 は、例えば、EEPROM などの書き換え可能な不揮発性メモリである。A / D 変換部 48 は、例えば、電圧センサや電流センサによって得られるアナログのセンサ情報をデジタル情報に変換する。A / D 変換部 48 によってデジタル信号へと変換されたセンサ情報が CPU 45 に供給される。温度センサ 49 は、バッテリーユニット BU 内の所定箇所の温度を測定する。温度センサ 49 は、例えば、CPU 45 が実装される基板の周囲の温度と、チャージャー回路 41a およびディスチャージャー回路 42a の温度と、バッテリー Ba の温度とを測定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

「 バッテリーユニットの電源系統 」

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

【 0 0 7 7 】

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。

【 0 0 7 8 】

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。

【 0 0 7 9 】

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 8 0 】

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 に出ているお 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 1 】

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

10

20

30

40

50

ッチSW6からの出力がディスチャージャー回路42aを介さずに直接、スイッチSW8に供給される。

【0082】

「チャージャー回路の構成例」

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

【0083】

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

【0084】

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

【0085】

フィードフォワード制御系は、高圧入力電源回路11と同様に、オペアンプ55、トランジスタ56、抵抗Rb1、Rb2およびRb3を含む。フィードフォワード制御系の出力は、例えば、DC-DCコンバータ43aの制御用IC53に備えられた制御用端子に

【0086】

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

【0087】

チャージャー回路41aがフィードフォワード制御系を備えることにより、チャージャー回路41a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CUに電氣的に接続された各バッテ

【0088】

コントロールユニットCU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BU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11または低圧入力電源回路12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。

【0089】

チャージャー回路41aへの入力、例えば、上述したコントロールユニットCUの高圧入力電源回路11または低圧入力電源回路12からの出力である。したがって、例えば、図4に示す端子Te1、Te2、Te3、・・・のいずれかと、チャージャー回路41aの入力端子とが接続されている。

【0090】

図7に示すように、チャージャー回路41aからは、DC-DCコンバータ43a、電流センサ54、フィルタ55を介して出力電圧が取り出される。チャージャー回路41aの端子Tb1には、バッテリーBaが接続される。すなわち、チャージャー回路41aからの出力は、バッテリーBaに対する入力となる。

【0091】

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

10

20

30

40

50

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_{b1} 、 R_{b2} および R_{b3} の抵抗値が適宜選択されることにより調整される。

【0092】

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_{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。

【0093】

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 $IC53$ 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 $CPU45$ が、制御用 $IC53$ 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 $CPU45$ が、信号ライン SL 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 $CPU13$ 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 $CPU13$ は、電圧センサ $11h$ や電圧センサ $12g$ 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。

【0094】

以下、チャージャー回路 $41a$ に備えられたフィードフォワード制御系について説明する。

【0095】

オペアンプ 55 の非反転入力端子に対する入力、チャージャー回路 $41a$ 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、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、 $CPU45$ から印加される。

【0096】

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

【0097】

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

【0098】

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

【0099】

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 $41a$ 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

10

20

30

40

50

わせてきめられる。

【0100】

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

【0101】

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。

【0102】

「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。

【0103】

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

【0104】

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

【0105】

いま、太陽電池の電圧 - 電流特性を示すグラフが、図8Aに示す曲線C1で表されるとする。ここで、太陽電池に対して負荷を接続したとすると、接続される負荷の必要としている消費電力により、太陽電池から取りだされる電圧と電流がきまる。このときの太陽電池の端子電圧および端子電流の組により表される、曲線C1上の点を、太陽電池の動作点という。なお、図8Aは、動作点の位置を模式的に示したものであり、実際の動作点の位置を示すものではない。本開示の他の図における動作点に関しても、同様とする。

【0106】

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。

【0107】

太陽電池の電圧 - 電流特性を示すグラフが図8Aに示す曲線C1で表されるとき、太陽電池から得られる最大の電力は、最適動作点を与える 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8Aに示す曲線C1で表されるとき、太陽電池から得られる最大の電力は、図8Aにおいて網掛けで示された領域の面積($V_a \times I_a$)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。

【0108】

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C1上を動く。負荷の必要としている電力量が少ない場合、負荷への電流の供給は、最適動作点における端子電流よりも少ない電流で事足りる。そのため、このときの太陽電池の端子電圧の値は、最適動作点における電圧値よりも高い値になる。一方、負荷の必要としている電力量が、最適動作点で供給できる電力量よりも大きい場合には、この時点の照度で提供できる電力を超えているため、太陽電池の端子電圧が0まで低下していくも

10

20

30

40

50

のと考えられる。

【 0 1 0 9 】

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。

【 0 1 1 0 】

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。

10

【 0 1 1 1 】

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 2 】

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 3 】

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。

20

【 0 1 1 4 】

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。

30

【 0 1 1 5 】

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。

40

【 0 1 1 6 】

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 1 7 】

「電圧追従法による制御」

50

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 1 8 】

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 1 9 】

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 0 】

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 1 】

電圧追従法による制御は、MPP 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、安価なものとする。

【 0 1 2 2 】

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。図 9 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 9 A 中の白丸は、MPP T 制御を行ったときの動作点を表し、図 9 A 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 3 】

いま、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が、曲線 C 5 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 C 5 から 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 4 】

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、MPP T 制御の動作点と電圧追従法による制御の動作点との間の乖離の度合いは小さい。そのため、太陽電池の電圧 - 電流特性を表す曲線が曲線 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。

【 0 1 2 5 】

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、MPP T 制御の動作点と電圧追従法による制御の動作点との間の乖離の度合いが大きい。例えば、図 9 A に示すように、MPP T 制御を適用したときの端子電圧と電圧追従法による制御を適用

10

20

30

40

50

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 6 】

「コントロールユニットおよびバッテリーユニットの協調制御」

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

【 0 1 2 7 】

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 8 】

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 2 9 】

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 0 】

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 1 】

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 2 】

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

10

20

30

40

50

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。

【0133】

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モジュール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、 $V_{t0} = 75V$ 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、 $(k_c \times 75)V$ であるとする。

【0134】

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 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。

【0135】

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 R_{b1} 、 R_{b2} および R_{b3} 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。

【0136】

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

【0137】

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。

【0138】

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。

【0139】

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

【0140】

いま、バッテリーBaの必要としている電力が100w(ワット)であるものとし、太陽電池の電圧 - 電流特性が、曲線C5(最も晴れた状態)により表されたとする。このときの太陽電池の動作点は、例えば、曲線C5上のa点により表され、太陽電池から高圧入力

10

20

30

40

50

電源回路 11 およびチャージャー回路 41a を介してバッテリー Ba に供給される電力（供給量）が、バッテリー Ba の必要としている電力（需要量）を上回っているとする。

【0141】

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

10

【0142】

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

【0143】

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

20

【0144】

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

【0145】

コントロールユニット Cu からのバッテリーユニット Bu 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 Bu a への入力電圧が低下するため、バッテリーユニット Bu a のチャージャー回路 41a は、バッテリー Ba に対する出力電圧を引き下げはじめる。チャージャー回路 41a からの出力電圧が引き下げられると、バッテリー Ba に供給される充電電流が減少されることとなり、チャージャー回路 41a に接続されたバッテリー Ba に対する充電が減速される。すなわち、バッテリー Ba に対する充電レートが引き下げられる。

30

【0146】

バッテリー Ba 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。

【0147】

太陽電池の端子電圧が上昇すると、コントロールユニット Cu からのバッテリーユニット Bu 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 Bu a への入力電圧が上昇する。バッテリーユニット Bu 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 Bu a のチャージャー回路 41a は、チャージャー回路 41a からの出力電圧を引き上げ、バッテリー Ba に対する充電レートを引き上げる。

40

【0148】

バッテリー Ba 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 Cu の高圧入力電源回路 11 は、バッテリーユニット Bu a に対する出力電圧を引き下げる。

【0149】

50

以後、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。

【0150】

協調制御は、MPPT制御とは異なり、ソフトウェアによる制御ではない。そのため、協調制御には、最大動作点を与える端子電圧の計算が不要である。また、協調制御による充電レートの調整においては、CPUによる計算が介在しない。そのため、協調制御は、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。

【0151】

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。

【0152】

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。

【0153】

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。

【0154】

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。

【0155】

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。

【0156】

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。

【0157】

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。

【0158】

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。

【0159】

10

20

30

40

50

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。

【0160】

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。

【0161】

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。

【0162】

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。

【0163】

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。

【0164】

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。

【0165】

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 点になら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。

【0166】

協調制御では、バッテリーユニット BUb 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 Ba およびバッテリー Bb に供給される電力が合計で例えば 150w となるように、2 つのバッテリーに対する充電レートが自動的に引き下げられる。

【0167】

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

【 0 1 6 8 】

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 9 】

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 0 】

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 1 】

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 2 】

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 3 】

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

【 0 1 7 4 】

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 5 】

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。

【 0 1 7 6 】

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

10

20

30

40

50

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 点により表されるとする。

【 0 1 7 7 】

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

10

【 0 1 7 8 】

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。

【 0 1 7 9 】

20

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 8 0 】

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。

【 0 1 8 1 】

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。

30

【 0 1 8 2 】

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 B a および B b に対する充電は、1 0 0 % の充電レートで行われる。

【 0 1 8 3 】

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。

40

【 0 1 8 4 】

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。

【 0 1 8 5 】

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。

【 0 1 8 6 】

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、

50

曲線 C 8 上の s 点にうつる。

【 0 1 8 7 】

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。

【 0 1 8 8 】

10

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 8 9 】

< 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 1 9 0 】

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。

20

【 0 1 9 1 】

なお、本開示は、以下の構成をとることもできる。

(1)

発電部から第 1 の電圧が供給され、

前記第 1 の電圧の変動に応じて第 2 の電圧を生成する第 1 の装置と、

前記第 1 の装置から前記第 2 の電圧が供給され、

前記第 2 の電圧の変動に応じて、バッテリーに対する充電レートを変化させる第 2 の装置と

からなる制御システム。

30

(2)

前記第 1 の装置は、

前記第 1 の電圧が低下することに応じて、前記第 2 の電圧を低下させる (1) に記載の制御システム。

(3)

前記第 2 の装置は、

前記第 2 の電圧が低下することに応じて、前記充電レートを小さくする (1) または (2) に記載の制御システム。

(4)

前記第 2 の電圧が電力ラインを介して供給される (1) 乃至 (3) のいずれか 1 に記載の制御システム。

40

(5)

前記第 2 の装置は、前記電力ラインにおける前記第 2 の電圧を取得する (4) に記載の制御システム。

(6)

前記発電部は、環境に応じて発電する (1) 乃至 (5) のいずれか 1 に記載の制御システム。

(7)

複数の第 1 の装置と、複数の第 2 の装置とからなる (1) 乃至 (6) のいずれか 1 に記載の制御システム。

50

(8)

発電部から第 1 の電圧が供給され、前記第 1 の電圧の変動に応じて第 2 の電圧を生成する装置と接続され、

前記装置から前記第 2 の電圧が供給され、

前記第 2 の電圧の変動に応じて、バッテリーに対する充電レートを変化させる制御装置。

(9)

第 1 の装置に対して、発電部から第 1 の電圧が供給され、

前記第 1 の装置によって、前記第 1 の電圧の変動に応じて第 2 の電圧が生成され、

第 2 の装置に対して、前記第 1 の装置から前記第 2 の電圧が供給され、

前記第 2 の装置によって、前記第 2 の電圧の変動に応じてバッテリーに対する充電レートが変化させられる

制御方法。

【符号の説明】

【 0 1 9 2 】

1 制御システム

1 1 高圧入力電源回路

1 2 低圧入力電源回路

4 1 a チャージャー回路

B a バッテリー

C U コントロールユニット

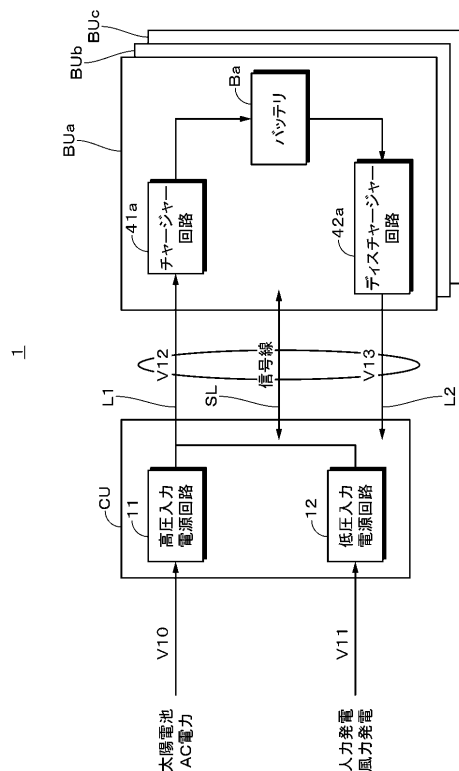
B U バッテリーユニット

V 1 0 (V 1 1) 第 1 の電圧

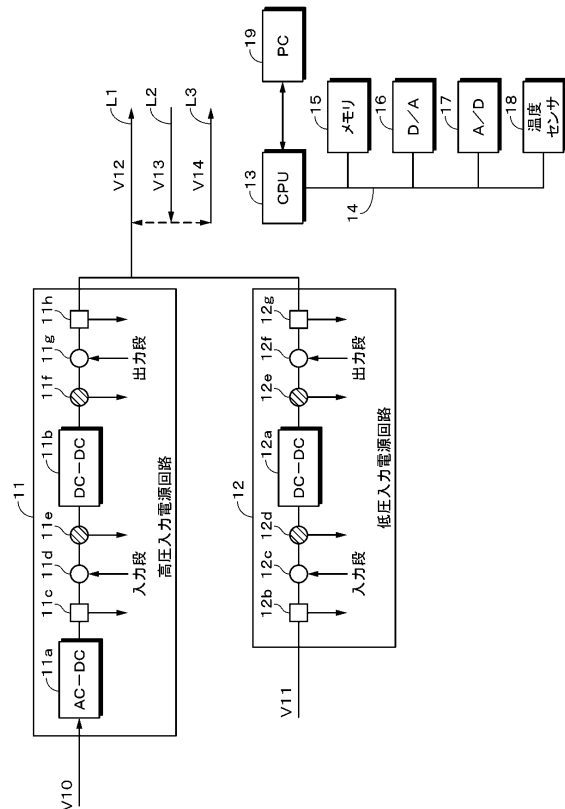
V 1 2 第 2 の電圧

20

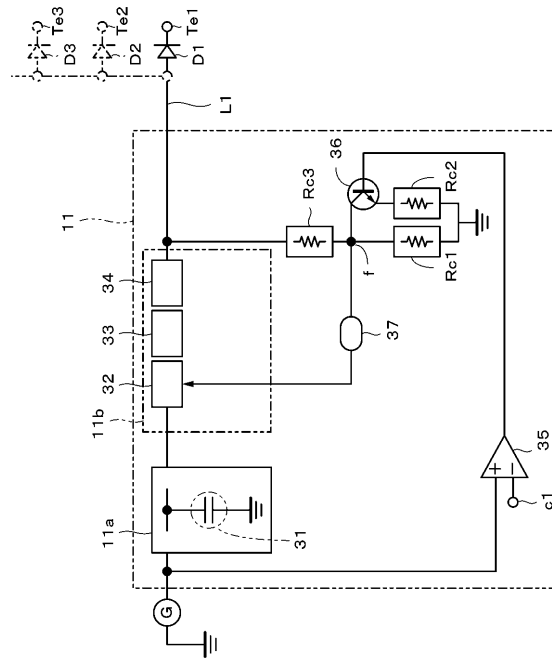
【 図 1 】



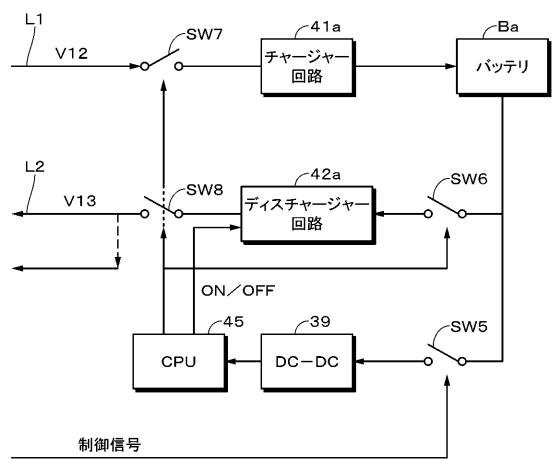
【 図 2 】



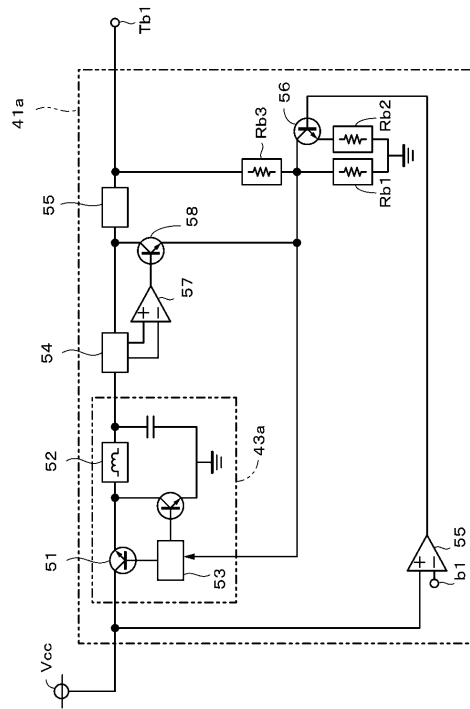
【圖 4】



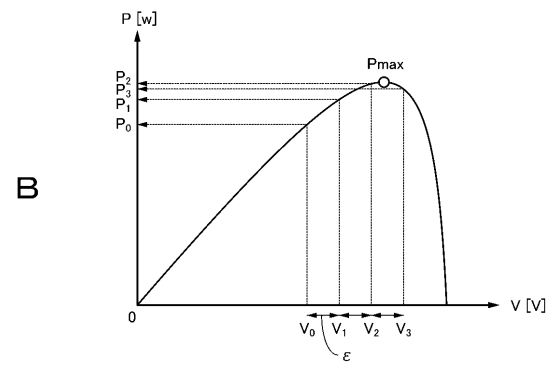
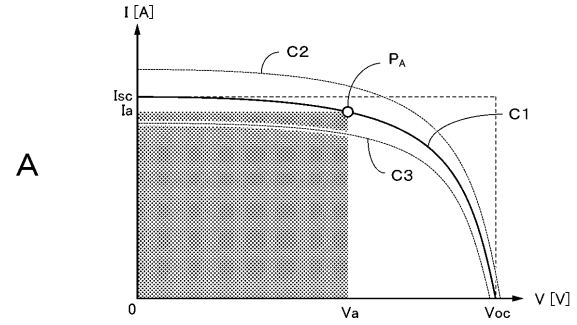
【 図 6 】



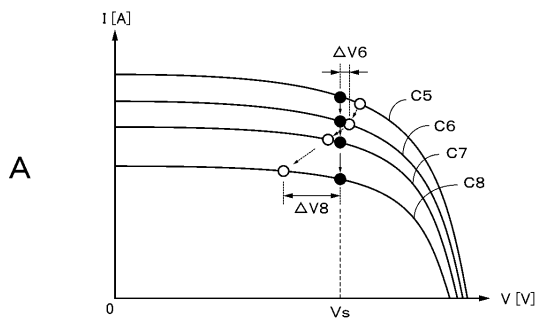
【図 7】



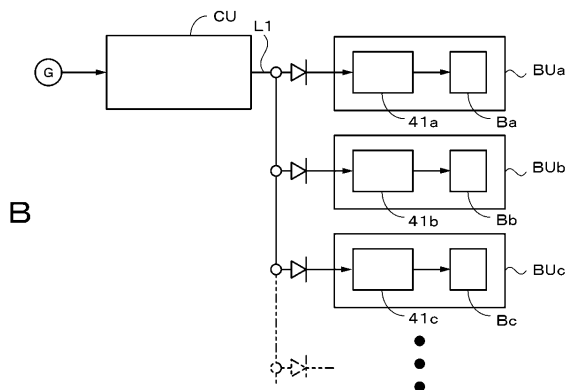
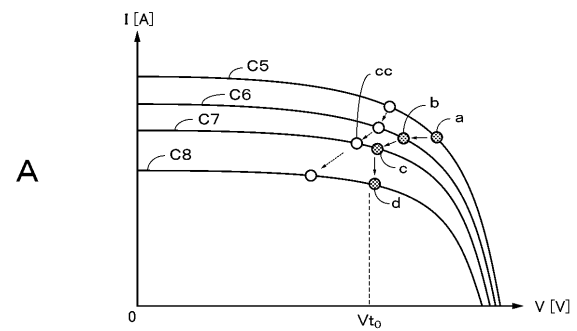
【図 8】



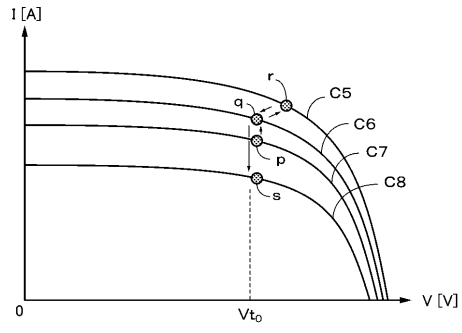
【図 9】



【図 10】

B

【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 石橋 義人
東京都品川区東五反田3丁目14番13号 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所内
- (72)発明者 田島 茂
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 岩田 淳

- (56)参考文献 特開2009-017686(JP,A)
特開2011-097817(JP,A)
特開2007-221958(JP,A)
特開2009-207239(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05F	1/12 - 1/44
	1/45 - 7/00
H01M	10/42 - 10/48
H02J	7/00 - 7/12
	7/34 - 7/36