

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5165405号  
(P5165405)

(45) 発行日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(24) 登録日 平成24年12月28日(2012.12.28)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO2J</b>	<b>7/10</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2J	7/10	H
<b>HO1M</b>	<b>10/44</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2J	7/10	B
			HO2J	7/10	L
			HO1M	10/44	Q

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-25423 (P2008-25423)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成20年2月5日(2008.2.5)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2009-189131 (P2009-189131A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成21年8月20日(2009.8.20)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成23年2月3日(2011.2.3)		弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(74) 代理人	100143373
			弁理士 大西 裕人
		(72) 発明者	仲辻 俊之
			大阪府守口市松下町1番1号 松下電池工業株式会社内
		審査官	赤穂 嘉紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 充電制御回路、電池パック、及び充電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二次電池を充電する充電部の動作を制御する充電制御回路であって、  
前記二次電池の端子電圧を検出する電圧検出部と、  
前記二次電池の端子電圧を一定の電圧に維持したまま充電するために、時間の経過に従って減少させるべき充電電流の減少値を示す電流減少値情報が予め記憶された記憶部と、  
前記電圧検出部により検出された前記二次電池の端子電圧が所定の基準電圧以上になったとき以降、前記記憶部に記憶されている電流減少値情報により時間の経過に応じて示される充電電流の減少値に基づいて、前記充電部により前記二次電池へ供給される充電電流を減少させる電流減少処理を行う充電制御部と

10

を備えることを特徴とする充電制御回路。

【請求項2】

前記二次電池の内部抵抗値を検出する内部抵抗検出部をさらに備え、  
前記記憶部には、  
前記電流減少値情報が、前記二次電池の内部抵抗値に応じて記憶されており、  
前記充電制御部は、  
前記電流減少処理において、前記内部抵抗検出部により検出された内部抵抗値に応じた電流減少値情報で示される充電電流の減少値に基づいて、前記充電部により前記二次電池へ供給される充電電流を減少させること

を特徴とする請求項1記載の充電制御回路。

20

## 【請求項 3】

前記二次電池の累積充電サイクル数を係数する充電サイクル計数部をさらに備え、  
前記充電制御部は、  
前記電流減少処理において、前記電流減少値情報で示される充電電流の減少値に基づき  
つつ、前記充電サイクル計数部により係数された累積充電サイクル数が増大するほど前記  
二次電池の充電電流の減少量を増大させること  
を特徴とする請求項 1 記載の充電制御回路。

## 【請求項 4】

前記電流減少値情報は、  
前記二次電池の累積充電サイクル数に応じて、前記二次電池の端子電圧を一定の電圧に  
維持したまま充電するために時間の経過に従って減少させるべき充電電流の減少値を示し  
、

前記充電制御部は、  
前記電流減少処理において、前記充電サイクル計数部により係数された累積充電サイク  
ル数及び時間の経過に応じて、前記記憶部に記憶されている電流減少値情報により示され  
る充電電流の減少値だけ、前記充電部により前記二次電池へ供給される充電電流を減少さ  
せること、  
を特徴とする請求項 3 記載の充電制御回路。

## 【請求項 5】

前記二次電池の温度を検出する温度検出部と、  
前記温度検出部により検出された前記二次電池の温度が、当該二次電池の充電に適した  
温度範囲として設定された好適温度範囲の上限を超えた場合、当該温度が高いほど前記基  
準電圧が低くなるように、当該基準電圧を設定する基準電圧設定部とをさらに備えること  
を特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の充電制御回路。

## 【請求項 6】

前記充電サイクル計数部により係数された累積充電サイクル数が増大するほど、前記基  
準電圧が低くなるように、当該基準電圧を設定する基準電圧設定部をさらに備えること  
を特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の充電制御回路。

## 【請求項 7】

前記二次電池は、  
複数のセルが直列接続された組電池であり、  
前記電圧検出部は、  
前記複数のセルの端子電圧をそれぞれ検出し、  
前記充電制御部は、  
前記電圧検出部により検出された各セルの端子電圧のうち、最大の電圧が前記基準電圧  
以上になったとき以降、前記電流減少処理を行うこと  
を特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の充電制御回路。

## 【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の充電制御回路と、  
前記二次電池と  
を備えることを特徴とする電池パック。

## 【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の充電制御回路と、  
前記二次電池と、  
前記充電部と  
を備えることを特徴とする充電システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、二次電池の充電を制御する充電制御回路、及びこれを備えた電池パック、充

10

20

30

40

50

電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、二次電池を充電する際に、まず始めに一定の電流値で充電を行う定電流充電を実行し、二次電池の端子電圧が予め設定された充電終止電圧に達すると、当該充電終止電圧を二次電池に印加して、一定の充電電圧で充電を行う定電圧充電を実行するCCCV（定電流定電圧）充電方式が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

CCCV充電方式では、二次電池が満充電になったときの開放電圧（OCV）、すなわち満充電電圧が、充電終止電圧として設定されている。二次電池には内部抵抗Rがあるから、定電流充電によって二次電池の端子電圧が充電終止電圧になったときは、当該端子電圧には、内部抵抗Rに充電電流Iが流れることにより生じる電圧降下IRが含まれており、二次電池の開放電圧はまだ充電終止電圧（＝満充電電圧）に達していない。従って、二次電池はまだ満充電になっていない。

10

【0004】

そこで、さらに定電圧充電を行うと、徐々に充電電流が減少して電圧降下IRが減少し、電圧降下IRが減少した分だけ二次電池の開放電圧が上昇する。そして、充電電流が予め微小な電流値に設定された充電終止電流値以下になり、電圧降下IRが無視できる程度に小さくなったとき、すなわち二次電池の開放電圧がほぼ満充電電圧に等しくなったときに充電を終了することで、二次電池を満充電にできるようになっている。

20

【0005】

このようなCCCV充電方式では、定電流出力と定電圧出力とを切り替える必要があるため、定電流電源回路や定電圧電源回路をそのまま充電器として用いることができない。そのため、出力電流が可変のスイッチング電源回路と、このスイッチング電源回路の出力電流を制御する充電制御回路とを用いて、定電流充電時には、充電制御回路が定電流充電用の充電電流をスイッチング電源回路に要求し、定電圧充電時には、充電制御回路が二次電池の端子電圧を監視して当該端子電圧が充電終止電圧と一致するようにスイッチング電源回路への要求電流値を調節するフィードバック制御を行うことで、CCCV充電を実行するようになっている。

30

【特許文献1】特開平6-78471号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、例えばマイクロコンピュータを用いた充電制御回路によって、上述のようなフィードバック制御で、二次電池の端子電圧を一定の電圧に維持して定電圧充電を行う場合、フィードバックループの応答時間が長いと、二次電池の端子電圧が満充電電圧を超えて過電圧になってしまうおそれがあった。このような過電圧を防止するために、フィードバックの応答時間を考慮して充電電圧を満充電電圧より低めに設定することも考えられるが、この場合、充電時間が延びてしまったり、充電容量が減少してしまったりする不都合があった。フィードバック制御の応答時間を短縮するには、例えば高速なマイクロコンピュータを用いるなどして充電制御回路を高速化すればよいが、充電制御回路を高速化するとコストが増大するという不都合があった。

40

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みて為された発明であり、フィードバック制御の応答時間に起因する過電圧の発生を抑制することができる充電制御回路、及びこれを備えた電池パック、充電システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る充電制御回路は、二次電池を充電する充電部の動作を制御する充電制御回路であって、前記二次電池の端子電圧を検出する電圧検出部と、前記二次電池の端子電圧

50

を一定の電圧に維持したまま充電するために、時間の経過に従って減少させるべき充電電流の減少値を示す電流減少値情報が予め記憶された記憶部と、前記電圧検出部により検出された前記二次電池の端子電圧が所定の基準電圧以上になったとき以降、前記記憶部に記憶されている電流減少値情報により時間の経過に応じて示される充電電流の減少値に基づいて、前記充電部により前記二次電池へ供給される充電電流を減少させる電流減少処理を行う充電制御部とを備える。

【0009】

この構成によれば、二次電池の端子電圧が所定の基準電圧以上になったとき以降、二次電池に流れる充電電流が、記憶部に記憶されている電流減少値情報により時間の経過に応じて示される充電電流の減少値に基づいて減少される。そうすると、電流減少値情報は、二次電池の端子電圧を一定の電圧に維持したまま充電するために、時間の経過に従って減少させるべき充電電流の減少値を示しているから、二次電池の端子電圧が基準電圧で一定の電圧に維持されたまま充電され、すなわち基準電圧で定電圧充電が行われる。この場合、二次電池の充電電圧は、オープンループで制御されるから、フィードバック制御の応答時間に起因する過電圧の発生を抑制することができる。

10

【0010】

また、前記二次電池の内部抵抗値を検出する内部抵抗検出部をさらに備え、前記記憶部には、前記電流減少値情報が、前記二次電池の内部抵抗値に応じて記憶されており、前記充電制御部は、前記電流減少処理において、前記内部抵抗検出部により検出された内部抵抗値に応じた電流減少値情報で示される充電電流の減少値に基づいて、前記充電部により前記二次電池へ供給される充電電流を減少させることが好ましい。

20

【0011】

二次電池の端子電圧を一定の電圧に維持したまま充電するために、時間の経過に従って減少させるべき充電電流の減少値は、二次電池の劣化に伴って変化する。また、二次電池が劣化すると、二次電池の内部抵抗値が増大する。すなわち内部抵抗値は、二次電池の劣化の程度を示している。従って、この構成によれば、充電制御部によって、内部抵抗検出部によって検出された二次電池の内部抵抗値に対応して記憶部に記憶されている電流減少値情報に基づいて、電流減少処理が実行されることで定電圧充電が行われる結果、劣化の影響が低減されて、定電圧充電の精度を向上することができる。

【0012】

また、前記二次電池の累積充電サイクル数を係数する充電サイクル計数部をさらに備え、前記充電制御部は、前記電流減少処理において、前記電流減少値情報で示される充電電流の減少値に基づきつつ、前記充電サイクル計数部により係数された累積充電サイクル数が増大するほど前記二次電池の充電電流の減少量を増大させるようにしてもよい。

30

【0013】

二次電池は、累積充電サイクル数が増大するほど劣化し、二次電池の端子電圧を一定の電圧に維持できる充電電流が減少する。従って、累積充電サイクル数が増大するほど二次電池の充電電流の減少量を増大させることで、劣化の影響が低減されて、定電圧充電の精度を向上することができる。

【0014】

また、前記電流減少値情報は、前記二次電池の累積充電サイクル数に応じて、前記二次電池の端子電圧を一定の電圧に維持したまま充電するために時間の経過に従って減少させるべき充電電流の減少値を示し、前記充電制御部は、前記電流減少処理において、前記充電サイクル計数部により係数された累積充電サイクル数及び時間の経過に応じて、前記記憶部に記憶されている電流減少値情報により示される充電電流の減少値だけ、前記充電部により前記二次電池へ供給される充電電流を減少させることが好ましい。

40

【0015】

この構成によれば、充電制御部によって、二次電池の累積充電サイクル数に対応して記憶部に記憶されている電流減少値情報に基づいて、電流減少処理が実行されることで定電圧充電が行われる結果、劣化の影響が低減されて、定電圧充電の精度を向上することがで

50

きる。

【0016】

また、前記二次電池の温度を検出する温度検出部と、前記温度検出部により検出された前記二次電池の温度が、当該二次電池の充電に適した温度範囲として設定された好適温度範囲の上限を超えた場合、当該温度が高いほど前記基準電圧が低くなるように、当該基準電圧を設定する基準電圧設定部とをさらに備えることが好ましい。

【0017】

二次電池は、高温で充電を行うと、劣化が増大して好ましくない。また、安全性向上の観点で、電池工業会（BAJ：Battery Association of Japan）によって、充電に適した標準温度域の上限を超える温度では、二次電池の充電電圧を低下させることが推奨されている。そこで、この構成によれば、二次電池の温度が好適温度範囲の上限を超えた場合、基準電圧設定部によって、当該温度が高いほど基準電圧が低くなるように当該基準電圧が設定される。そうすると、充電制御部の電流減少処理によって、当該基準電圧による定電圧充電が行われるので、二次電池の温度が高いほど定電圧充電における充電電圧が低下する結果、二次電池の安全性向上、及び劣化の低減を図ることが可能となる。

10

【0018】

また、前記充電サイクル計数部により係数された累積充電サイクル数が増大するほど、前記基準電圧が低くなるように、当該基準電圧を設定する基準電圧設定部をさらに備えるようにしてもよい。

【0019】

この構成によれば、二次電池は累積充電サイクル数が増大するほど劣化するので、二次電池が劣化するほど基準電圧が低くなる。そうすると、充電制御部の電流減少処理によって、当該基準電圧による定電圧充電が行われるので、二次電池の劣化が進むほど定電圧充電における充電電圧が低下する結果、二次電池の安全性向上、及び劣化の低減を図ることが可能となる。

20

【0020】

また、前記二次電池は、複数のセルが直列接続された組電池であり、前記電圧検出部は、前記複数のセルの端子電圧をそれぞれ検出し、前記充電制御部は、前記電圧検出部により検出された各セルの端子電圧のうち、最大の電圧が前記基準電圧以上になったとき以降、前記電流減少処理を行うことが好ましい。

30

【0021】

この構成によれば、組電池を構成する複数のセルにアンバランスが生じた場合であっても、各セルの端子電圧のうち最大の電圧が基準電圧以上になったとき以降、充電制御部の電流減少処理によって、当該端子電圧が最大のセルが基準電圧で定電圧充電され、他のセルの充電電圧は基準電圧以下になるので、各セルの充電電圧が基準電圧を超えて過充電になるおそれが低減される。また、直列接続された各セルには同一の充電電流が流れるから、端子電圧が最大のセルが基準電圧で定電圧充電されているときに、他のセルも充電されて端子電圧が基準電圧に向かって上昇する。この結果、各セルの端子電圧にアンバランスが生じている場合であっても、各セルの端子電圧の差を減少させて、組電池全体の充電量を増大させることができる。

40

【0022】

また、本発明に係る電池パックは、上述の充電制御回路と、前記二次電池とを備える。

【0023】

また、本発明に係る充電システムは、上述の充電制御回路と、前記二次電池と、前記充電部とを備える。

【0024】

この構成によれば、二次電池の端子電圧が所定の基準電圧以上になったとき以降、二次電池に流れる充電電流が、記憶部に記憶されている電流減少値情報により時間の経過に応じて示される充電電流の減少値だけ減少される。そうすると、電流減少値情報は、二次電池の端子電圧を一定の電圧に維持したまま充電するために、時間の経過に従って減少させ

50

るべき充電電流の減少値を示しているから、二次電池の端子電圧が基準電圧で一定の電圧に維持されたまま充電され、すなわち基準電圧で定電圧充電が行われる。この場合、二次電池の充電電圧は、オープンループで制御されるから、フィードバック制御の応答時間に起因する過電圧の発生を抑制することができる。

【発明の効果】

【0025】

このような構成の充電制御回路、電池パック、及び充電システムによれば、二次電池の端子電圧が所定の基準電圧以上になったとき以降、二次電池に流れる充電電流が、記憶部に記憶されている電流減少値情報により時間の経過に応じて示される充電電流の減少値だけ減少される。そうすると、電流減少値情報は、二次電池の端子電圧を一定の電圧に維持したまま充電するために、時間の経過に従って減少させるべき充電電流の減少値を示しているから、二次電池の端子電圧が基準電圧で一定の電圧に維持されたまま充電され、すなわち基準電圧で定電圧充電が行われる。この場合、二次電池の充電電圧は、オープンループで制御されるから、フィードバック制御の応答時間に起因する過電圧の発生を抑制することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明に係る実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、その説明を省略する。

【0027】

20

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る充電制御回路を備えた電池パック、及び充電システムの構成の一例を示すブロック図である。図1に示す充電システム1は、電池パック2と充電装置3(充電部)とが組み合わされて構成されている。

【0028】

なお、この充電システム1は、電池パック2から給電が行われる図示しない負荷装置をさらに含めて、携帯型パーソナルコンピュータやデジタルカメラ、携帯電話機等の電子機器、電気自動車やハイブリッドカー等の車両、等の電子機器システムとして構成されてもよい。その場合、電池パック2は、図1では充電装置3から充電が行われるけれども、該電池パック2が前記負荷装置に装着されて、負荷装置を通して充電が行われてもよい。

30

【0029】

電池パック2は、接続端子11, 12, 13、組電池14(二次電池)、電流検出抵抗16、充電制御回路4、通信部203、及びスイッチング素子Q1, Q2を備えている。また、充電制御回路4は、アナログデジタル(A/D)変換器201、制御部202、電圧検出回路15(電圧検出部)、及び温度センサ17(温度検出部)を備えている。

【0030】

なお、充電システム1は、必ずしも電池パック2と充電装置3とに分離可能に構成されるものに限られず、充電システム1全体で一つの充電制御回路4が構成されていてもよい。また、充電制御回路4を、電池パック2と充電装置3とで分担して備えるようにしてもよい。

40

【0031】

充電装置3は、接続端子31, 32, 33、制御IC34、及び充電電流供給部35を備えている。制御IC34は、通信部36と制御部37とを備えている。充電電流供給部35は、制御部37からの制御信号に応じた電流を、接続端子31, 32を介して電池パック2へ供給する電源回路である。制御部37は、例えばマイクロコンピュータを用いて構成された制御回路である。

【0032】

電池パック2及び充電装置3は、給電を行う直流ハイ側の接続端子11, 31と、通信信号用の接続端子13, 33と、給電および通信信号のための接続端子12, 32とによって相互に接続される。通信部203, 36は、接続端子13, 33を介して互いにデー

50

タ送受信可能に構成された通信インターフェイス回路である。

【 0 0 3 3 】

電池パック 2 では、接続端子 1 1 は、充電用のスイッチング素子 Q 2 と放電用のスイッチング素子 Q 1 とを介して組電池 1 4 の正極に接続されている。スイッチング素子 Q 1 , Q 2 としては、例えば p チャネルの F E T (Field Effect Transistor) が用いられる。スイッチング素子 Q 1 は、寄生ダイオードのカソードが組電池 1 4 の方向にされている。また、スイッチング素子 Q 2 は、寄生ダイオードのカソードが接続端子 1 1 の方向にされている。

【 0 0 3 4 】

また、接続端子 1 2 は、電流検出抵抗 1 6 を介して組電池 1 4 の負極に接続されており、接続端子 1 1 からスイッチング素子 Q 2 , Q 1 、組電池 1 4 、及び電流検出抵抗 1 6 を介して接続端子 1 2 に至る電流経路が構成されている。

10

【 0 0 3 5 】

電流検出抵抗 1 6 は、組電池 1 4 の充電電流および放電電流を電圧値に変換する。組電池 1 4 は、複数、例えば三個の二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 (セル) が直列に接続された組電池である。二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 は、例えばリチウムイオン二次電池やニッケル水素二次電池等の二次電池である。なお、組電池 1 4 は、例えば単電池であってもよく、例えば複数の二次電池が並列接続された組電池であってもよく、直列と並列とが組み合わされて接続された組電池であってもよい。

【 0 0 3 6 】

20

温度センサ 1 7 は、二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の温度を検出する温度センサである。そして、二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の温度は温度センサ 1 7 によって検出され、充電制御回路 4 内のアナログデジタル変換器 2 0 1 に入力される。また、組電池 1 4 の端子電圧  $V_t$ 、及び二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の各端子電圧  $V_1$  ,  $V_2$  ,  $V_3$  は電圧検出回路 1 5 によってそれぞれ検出され、充電制御回路 4 内のアナログデジタル変換器 2 0 1 に入力される。

【 0 0 3 7 】

さらにまた、電流検出抵抗 1 6 によって検出された充放電電流  $I_c$  の電流値も、充電制御回路 4 内のアナログデジタル変換器 2 0 1 に入力される。アナログデジタル変換器 2 0 1 は、各入力値をデジタル値に変換して、制御部 2 0 2 へ出力する。

30

【 0 0 3 8 】

制御部 2 0 2 は、例えば所定の演算処理を実行する C P U (Central Processing Unit) と、所定の制御プログラムが記憶された R O M (Read Only Memory) と、データを一時的に記憶する R A M (Random Access Memory) と、タイマ回路と、これらの周辺回路等とを備えて構成されている。そして、制御部 2 0 2 は、R O M に記憶された制御プログラムを実行することにより、保護制御部 2 1 1、充電制御部 2 1 2、基準電圧設定部 2 1 3、及び内部抵抗検出部 2 1 4 として機能する。

【 0 0 3 9 】

記憶部 2 1 5 は、上述の R O M や、E E P R O M (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory) 等、種々の不揮発性記憶素子を用いて構成されている。記憶部 2 1 5 には、組電池 1 4 の端子電圧  $V_t$  を満充電電圧に維持したまま充電するために、時間の経過に従って減少させるべき充電電流  $I_c$  の減少値を示す電流減少値情報が、組電池 1 4 の内部抵抗値に応じて記憶されている。

40

【 0 0 4 0 】

電流減少値情報は、例えば劣化によって内部抵抗値が異なる複数の組電池 1 4 を用いて、定電圧充電を行った場合の時間の経過に伴う充電電流の減少値を、実験的に測定することで得られる。

【 0 0 4 1 】

保護制御部 2 1 1 は、アナログデジタル変換器 2 0 1 からの各入力値から、接続端子 1 1 , 1 2 間の短絡及び充電装置 3 からの異常電流などの電池パック 2 の外部における異常

50

や、組電池 1 4 の異常な温度上昇等の異常を検出する。具体的には、例えば、電流検出抵抗 1 6 によって検出された電流値が、予め設定された異常電流判定閾値を超えると、接続端子 1 1 , 1 2 間の短絡や充電装置 3 からの異常電流に基づく異常が生じたと判定し、例えば温度センサ 1 7 によって検出された組電池 1 4 の温度が予め設定された異常温度判定閾値を超えると、組電池 1 4 の異常が生じたと判定する。そして、保護制御部 2 1 1 は、このような異常を検出した場合、スイッチング素子 Q 1 , Q 2 をオフさせて、過電流や過熱等の異常から、組電池 1 4 を保護する保護動作を行う。

【 0 0 4 2 】

また、保護制御部 2 1 1 は、例えば電圧検出回路 1 5 により検出された二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の端子電圧  $V_1$  ,  $V_2$  ,  $V_3$  のいずれかが、二次電池の過放電を防止するために予め設定された放電禁止電圧  $V_{off}$  以下になった場合、スイッチング素子 Q 1 をオフさせて、過放電による二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の劣化を防止するようになっている。放電禁止電圧  $V_{off}$  は、例えば 2 . 5 0 V に設定されている。

10

【 0 0 4 3 】

充電制御部 2 1 2 は、アナログデジタル変換器 2 0 1 からの各入力値にตอบสนองして、充電装置 3 に対して、出力を要求する充電電流の電圧値、電流値を演算し、通信部 2 0 3 から接続端子 1 3 , 3 2 を介して充電装置 3 へ送信することで、CCC V (定電流定電圧) 充電を行う。

【 0 0 4 4 】

具体的には、充電制御部 2 1 2 は、まず、予め設定された電流値  $I_{cc}$  の充電電流  $I_c$  を、充電装置 3 から供給させることにより定電流充電を実行する。電流値  $I_{cc}$  は、例えば、二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の公称容量値  $N_C$  を定電流で放電して、1 時間で二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の残容量がゼロとなる電流値を  $1 I_t$  (電池容量 (Ah) / 1 (h)) とすると、例えば、0 . 7  $I_t$  程度に設定されている。

20

【 0 0 4 5 】

なお、複数のセルが並列接続されて組電池 1 4 が構成されている場合、例えば、0 . 7  $I_t$  に並列セル数  $P_N$  を乗算した電流値が、電流値  $I_{cc}$  として用いられる。具体的には、電流値  $I_{cc}$  は、例えば公称容量値  $N_C = 2000 \text{ mAh}$  で、2 個並列であるとき、70 % で 2800 mA に設定されている。

【 0 0 4 6 】

また、充電制御部 2 1 2 は、電圧検出回路 1 5 により検出された二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の端子電圧  $V_1$  ,  $V_2$  ,  $V_3$  のうち最大の電圧が、基準電圧設定部 2 1 3 によって設定された充電終止電圧  $V_f$  (基準電圧) 以上になったとき以降、充電装置 3 によって組電池 1 4 へ供給される充電電流  $I_c$  を、内部抵抗検出部 2 1 4 によって検出された組電池 1 4 の内部抵抗  $R$  に対応して記憶部 2 1 5 に記憶されている電流減少値情報により時間の経過に応じて示される充電電流の減少値だけ減少させることにより、電流減少処理を実行する。

30

【 0 0 4 7 】

そして、充電制御部 2 1 2 は、組電池 1 4 に流れる充電電流  $I_c$  が充電終止電流値  $I_a$  以下になると、組電池 1 4 が満充電になったものと判定して充電を終了する。充電終止電流値  $I_a$  は、例えば、0 . 0 5  $I_t$  程度に設定されている。

40

【 0 0 4 8 】

基準電圧設定部 2 1 3 は、温度センサ 1 7 により検出された組電池 1 4 の温度  $t$  が、二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の充電に適した好適温度範囲の一例である標準温度域 (10 以上 45 以下) の上限を超える場合、温度  $t$  が高いほど、充電終止電圧  $V_f$  が低くなるように、充電終止電圧  $V_f$  を設定する。具体的には、例えば、基準電圧設定部 2 1 3 は、温度  $t$  が 45 以下であれば、充電終止電圧  $V_f$  を満充電電圧である 4 . 2 0 V に設定し、温度  $t$  が 45 を超えて 50 以下であれば、充電終止電圧  $V_f$  を 4 . 1 0 V に設定し、温度  $t$  が 50 を超えて 60 以下であれば、充電終止電圧  $V_f$  を 4 . 0 5 V に設定する。

50

## 【 0 0 4 9 】

満充電電圧は、二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 がリチウムイオン二次電池の場合、例えば、二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の負極電位が実質的に 0 V になったときの、正極電位と負極電位との電位差すなわち二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の端子電圧  $V_1$  ,  $V_2$  ,  $V_3$  が用いられる。満充電電圧は、リチウムイオン二次電池の場合、正極活物質としてコバルト酸リチウムを用いたときに約 4 . 2 V、正極活物質としてマンガン酸リチウムを用いたときに約 4 . 3 V となる。

## 【 0 0 5 0 】

内部抵抗検出部 2 1 4 は、組電池 1 4 の内部抵抗値  $R$  を検出する。内部抵抗値  $R$  の検出方法は特に限定されないが、例えば、組電池 1 4 に流れる電流値の変化量  $I$  と、そのときの組電池 1 4 の端子電圧  $V_t$  の変化量  $V$  とから、内部抵抗値  $R = V / I$  として算出することができる。

10

## 【 0 0 5 1 】

充電装置 3 では、制御部 2 0 2 からの要求を、制御 IC 3 4 において、通信部 3 6 で受信し、制御部 3 7 が充電電流供給部 3 5 を制御して、制御部 2 0 2 からの要求に応じた電圧値、及び電流値で、充電電流供給部 3 5 から充電電流を出力させる。充電電流供給部 3 5 は、AC - DC コンバータや DC - DC コンバータ等のスイッチング電源回路を用いて構成され、例えば商用交流電源電圧から、制御部 3 7 で指示された充電電圧及び充電電流を生成し、接続端子 3 1 , 1 1 ; 3 2 , 1 2 を介して電池パック 2 へ供給する。

## 【 0 0 5 2 】

20

次に、上述のように構成された充電システム 1 の動作について説明する。図 2 は、図 1 に示す充電システム 1 の動作の一例を示す説明図である。まず、温度センサ 1 7 によって、組電池 1 4 の温度  $t$  が検出される。

## 【 0 0 5 3 】

そして、温度  $t$  が 4 5 以下のとき、基準電圧設定部 2 1 3 によって充電終止電圧  $V_f$  が満充電電圧である 4 . 2 0 V に設定され、温度  $t$  が 4 5 を超えて 5 0 以下であれば充電終止電圧  $V_f$  が 4 . 1 0 V に設定され、温度  $t$  が 5 0 を超えて 6 0 以下であれば充電終止電圧  $V_f$  が 4 . 0 5 V に設定される。図 2 は、充電終止電圧  $V_f$  が 4 . 2 0 V に設定された場合の例を示している。

## 【 0 0 5 4 】

30

また、充電制御部 2 1 2 によって、通信部 2 0 3 , 3 6 を介して制御部 3 7 へ、電流値  $I_{cc}$  の充電電流  $I_c$  を要求する要求信号が送信される。そうすると、電流値  $I_{cc}$  の充電電流  $I_c$  が充電電流供給部 3 5 から出力されて組電池 1 4 が定電流充電される ( タイミング  $T_1$  ) 。

## 【 0 0 5 5 】

そして、充電に伴い組電池 1 4 の端子電圧  $V_t$  が上昇し、電圧検出回路 1 5 で検出された端子電圧  $V_1$  ,  $V_2$  ,  $V_3$  のうち最大の電圧、例えば端子電圧  $V_1$  が充電終止電圧  $V_f$  である 4 . 2 0 V 以上になると ( タイミング  $T_2$  )、充電制御部 2 1 2 からの要求に応じて、充電装置 3 によって組電池 1 4 へ供給される充電電流  $I_c$  が、内部抵抗検出部 2 1 4 で検出された組電池 1 4 の内部抵抗  $R$  に対応して記憶部 2 1 5 に記憶されている電流減少値情報により時間の経過に応じて示される充電電流の減少値だけ減少される電流減少処理 ( タイミング  $T_2 \sim T_3$  ) が行われる。

40

## 【 0 0 5 6 】

図 3 は、図 1 に示す記憶部 2 1 5 に記憶されている電流減少値情報の一例を示す説明図である。図 3 において、縦軸は電流減少値を示し、横軸は各セル電圧の最大値が充電終止電圧  $V_f$  になった後の経過時間を示している。そして、電流減少値  $I_{d1}$  は、組電池 1 4 が劣化しておらず、従って内部抵抗  $R$  が小さい抵抗値  $R_1$  のときの電流減少値を示している。電流減少値  $I_{d2}$  は、組電池 1 4 が劣化して内部抵抗  $R$  が増大した抵抗値  $R_2$  のときの電流減少値を示している。電流減少値  $I_{d3}$  は、組電池 1 4 の劣化がさらに進んで内部抵抗  $R$  が抵抗値  $R_2$  より大きい抵抗値  $R_3$  になったときの電流減少値を示している。

50

## 【 0 0 5 7 】

記憶部 2 1 5 には、電流減少値  $I_{d1}$  ,  $I_{d2}$  ,  $I_{d3}$  のような電流カーブが、例えばデータテーブルや二次関数の演算式として記憶されている。

## 【 0 0 5 8 】

図 2 では、組電池 1 4 が劣化しておらず、内部抵抗検出部 2 1 4 で検出された組電池 1 4 の内部抵抗  $R$  の抵抗値が  $R_1$  であった場合の例を示している。内部抵抗  $R$  の抵抗値が  $R_1$  であった場合、タイミング  $T_2$  以降、充電制御部 2 1 2 によって、時間の経過に伴って、図 3 に示す電流減少値  $I_{d1}$  が、制御部 3 7 へ、充電電流  $I_c$  を減少させる要求値として送信される。

## 【 0 0 5 9 】

図 4 は、組電池 1 4 が劣化して、内部抵抗検出部 2 1 4 で検出された組電池 1 4 の内部抵抗  $R$  の抵抗値が  $R_2$  であった場合の例を示している。内部抵抗  $R$  の抵抗値が  $R_2$  であった場合、タイミング  $T_2$  以降、充電制御部 2 1 2 によって、時間の経過に伴って、図 3 に示す電流減少値  $I_{d2}$  が、制御部 3 7 へ、充電電流  $I_c$  を減少させる要求値として送信される。

## 【 0 0 6 0 】

そうすると、制御部 3 7 からの制御信号に応じて、充電電流供給部 3 5 によって、図 2 に示すタイミング  $T_2 \sim T_3$  の期間における充電電流  $I_c$  が、組電池 1 4 へ供給される。

## 【 0 0 6 1 】

この場合、電流減少値情報は、二次電池の端子電圧を満充電電圧に維持したまま充電するために、時間の経過に従って減少させるべき充電電流  $I_c$  の減少値を示しているから、電流減少値  $I_{d1}$  に応じて充電電流  $I_c$  が減少されると、充電終止電圧  $V_f$  に達している端子電圧  $V_1$  は、充電終止電圧  $V_f$  に維持されたまま充電が行われる結果、二次電池 1 4 1 が定電圧充電される。

## 【 0 0 6 2 】

そうすると、二次電池 1 4 1 は、オープンループで充電電流が制御されて定電圧充電されるので、フィードバック制御を行った場合のような制御ループの応答時間に起因する過電圧が、発生することがない。

## 【 0 0 6 3 】

そして、まだ充電終止電圧  $V_f$  に達していない端子電圧  $V_2$  ,  $V_3$  のみ、充電終止電圧  $V_f$  に近づくように徐々に上昇し、二次電池 1 4 2 , 1 4 3 についても略満充電になるまで充電される。これにより、二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の特性や充電深度にバラツキが生じて端子電圧  $V_1$  ,  $V_2$  ,  $V_3$  に差が生じている場合であっても、二次電池 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 の端子電圧が充電終止電圧  $V_f$  を超えて過充電されるおそれを低減しつつ、端子電圧の低い二次電池についても端子電圧が略充電終止電圧  $V_f$  になるまで、すなわち略満充電になるまで充電することができる。

## 【 0 0 6 4 】

また、二次電池の端子電圧を満充電電圧に維持したまま充電するために、時間の経過に従って減少させるべき充電電流  $I_c$  の減少値は、二次電池の劣化に伴って変化する。また、二次電池が劣化すると、内部抵抗  $R$  が増大する。すなわち内部抵抗  $R$  は、二次電池の劣化の程度を示している。

## 【 0 0 6 5 】

そこで、充電制御部 2 1 2 は、内部抵抗検出部 2 1 4 によって検出された組電池 1 4 の内部抵抗  $R$  に対応して記憶部 2 1 5 に記憶されている電流減少値情報に基づいて、タイミング  $T_2 \sim T_3$  の電流減少処理を実行するので、最も端子電圧が高い二次電池 1 4 1 における定電圧充電の精度を向上することができる。

## 【 0 0 6 6 】

図 5 は、温度センサ 1 7 によって検出された温度  $t$  が  $45$  を超えて  $50$  以下であったときに、基準電圧設定部 2 1 3 によって充電終止電圧  $V_f$  が  $4.10V$  に設定された場合の例を示している。

10

20

30

40

50

## 【0067】

充電終止電圧 $V_f$ が4.10Vに設定されると、端子電圧 $V_1$ が4.10V以上になったとき(タイミング $T_2$ )以降、充電制御部212からの要求に応じて、充電装置3によって組電池14へ供給される充電電流 $I_c$ が、内部抵抗検出部214で検出された組電池14の内部抵抗 $R$ に対応して記憶部215に記憶されている電流減少値情報により時間の経過に応じて示される充電電流の減少値だけ減少される結果、二次電池141が4.10Vで定電圧充電され、かつ二次電池142, 143の端子電圧も、4.10V以下に抑えられる(タイミング $T_2 \sim T_3$ )。

## 【0068】

二次電池は、高温で充電を行うと、劣化が増大して好ましくない。また、安全性向上の観点で、電池工業会(BAJ: Battery Association of Japan)によって、充電に適した標準温度域(10以上45以下)を超える温度では、二次電池の充電電圧を低下させることが推奨されている。そこで、基準電圧設定部213によって、組電池14の温度 $t$ が充電に適した標準温度域(10以上45以下)を超える場合、温度 $t$ が高いほど、充電終止電圧 $V_f$ が低くなるように充電終止電圧 $V_f$ が設定されて充電電圧が低下されるようにされている。これにより、二次電池の安全性を向上しつつ劣化を低減することができる。

10

## 【0069】

そして、電流検出抵抗16で検出された充電電流 $I_c$ が充電終止電流値 $I_a$ 以下になると、充電制御部212によって、通信部203, 36を介して制御部37へ、充電の終了を要求する要求信号が送信される。そうすると、充電電流供給部35によって、充電電流 $I_c$ がゼロにされて充電動作が終了する(タイミング $T_3$ )。

20

## 【0070】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係る充電制御回路を備えた電池パック、及び充電システムについて説明する。図6は、本発明の第2実施形態に係る充電制御回路4aを備えた電池パック2a、及び充電システム1aの構成の一例を示すブロック図である。図1に示す充電システム1aは、電池パック2aと充電装置3とが組み合わされて構成されている。

## 【0071】

図6に示す充電制御回路4aは、図1に示す充電制御回路4とは、下記の点で異なる。すなわち、図6に示す充電制御回路4aは、制御部202aが、内部抵抗検出部214を備えず、代わりに充電サイクル数計数部216を備える点で異なる。また、充電制御部212aの動作が異なる。

30

## 【0072】

また、記憶部215に記憶されている電流減少値情報は、組電池14の累積充電サイクル数に応じて、組電池14の端子電圧を一定の電圧に維持したまま充電するために時間の経過に従って減少させるべき充電電流の減少値を示している。その他の構成は図1に示す充電システム1と同様であるのでその説明を省略し、以下本実施形態の特徴的な点について説明する。

## 【0073】

充電サイクル数計数部216は、組電池14の累積充電サイクル数を係数する。具体的には、充電サイクル数計数部216は、例えば、電流検出抵抗16によって検出された組電池14の充電電流 $I_c$ を積算することにより、累積充電電荷量を算出する。そして、充電サイクル数計数部216は、この累積充電電荷量を組電池14の電池容量で除算することにより、組電池14の累積充電サイクル数を係数する。なお、充電サイクル数計数部216は、充電電流 $I_c$ の代わりに放電電流を積算することにより、累積放電電荷量を算出し、累積充電電荷量とするようにしてもよい。

40

## 【0074】

組電池14の内部抵抗 $R$ は、サイクル劣化に応じて増大する傾向があり、内部抵抗 $R$ と累積充電サイクル数との間には、相関関係がある。従って、内部抵抗 $R$ の代わりに組電池

50

14の累積充電サイクル数を用いることで、図1に示す充電制御回路4と同様の制御を行うことが可能である。

【0075】

そこで、充電制御部212aは、タイミングT2以降、充電サイクル数計数部216により係数された累積充電サイクル数及び時間の経過に応じて、記憶部215に記憶されている電流減少値情報により示される充電電流の減少値だけ、充電装置3により組電池14へ供給される充電電流を減少させることにより、電流減少値情報で示される充電電流の減少値に基づきつつ、充電サイクル計数部216により係数された累積充電サイクル数が増大するほど組電池14の充電電流の減少量を増大させる。

【0076】

これにより、例えば累積充電サイクル数が300サイクルになったとき、電流減少処理中における充電電流の最大値を、例えば $0.7 I_t$ から $0.5 I_t$ に減少させ、さらに累積充電サイクル数が500サイクルになったとき、電流減少処理中における充電電流の最大値を、例えば $0.5 I_t$ から $0.3 I_t$ に減少させたりする。

【0077】

そうすると、累積充電サイクル数と内部抵抗値Rとの間には、相関関係があるので、結果的に、最も端子電圧が高い二次電池141は、図1に示す充電システム1の場合と同様、オープンループで充電電流が制御されて定電圧充電される。その結果、フィードバック制御を行った場合のような制御ループの応答時間に起因する過電圧が、発生することがない。また、内部抵抗値Rを検出するために充電を停止したり充電電流を変化させたりする必要がないので、内部抵抗値Rを検出するために充電時間が増大するおそれが低減される。

【0078】

なお、記憶部215に、組電池14の累積充電サイクル数に応じた電流減少値情報を記憶させておく例に限られず、例えば、記憶部215には、組電池14が新品のときの電流減少値情報を記憶しておき、充電制御部212aが、充電サイクル数計数部216により係数された累積充電サイクル数に応じて、所定の関数、例えば二次関数を用いて記憶部215に記憶されている電流減少値情報を補正して用いるようにしてもよい。

【0079】

また、基準電圧設定部213は、充電サイクル計数部216により係数された累積充電サイクル数が増大するほど、充電終止電圧 $V_f$ が低くなるように、充電終止電圧 $V_f$ を設定するようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0080】

本発明は、携帯型パーソナルコンピュータやデジタルカメラ、携帯電話機等の電子機器、電気自動車やハイブリッドカー等の車両、等の電池搭載装置において、二次電池の充電を制御する充電制御回路、及びこれを備えた電池パック、充電システムとして好適に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明の第1実施形態に係る充電制御回路を備えた電池パック、及び充電システムの構成の一例を示すブロック図である。

【図2】図1に示す充電システムの動作の一例を示す説明図である。

【図3】図1に示す記憶部に記憶されている電流減少値情報の一例を示す説明図である。

【図4】組電池が劣化して内部抵抗が増大した場合における充電システムの動作の一例を示す説明図である。

【図5】組電池の温度が高くなった場合における充電システムの動作の一例を示す説明図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る充電制御回路を備えた電池パック、及び充電システムの構成の一例を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

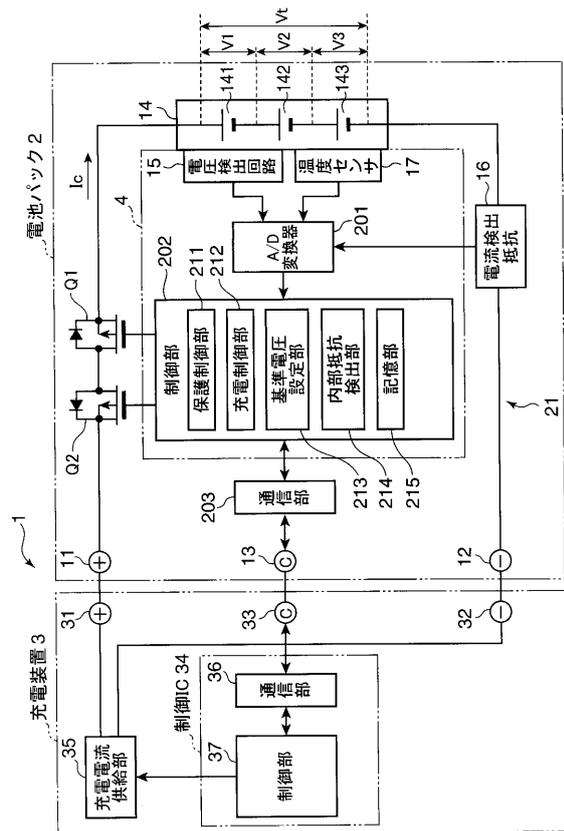
【0082】

- 1 充電システム
- 2 電池パック
- 3 充電装置
- 4 充電制御回路
- 14 組電池
- 15 電圧検出回路
- 16 電流検出抵抗
- 17 温度センサ
- 31 接続端子
- 35 充電電流供給部
- 141, 142, 143 二次電池
- 201 アナログデジタル変換器
- 202 制御部
- 211 保護制御部
- 212 充電制御部
- 213 基準電圧設定部
- 214 内部抵抗検出部
- 215 記憶部
- 216 充電サイクル数計数部
- Ia 充電終止電流値
- Id1, Id2, Id3 電流減少値
- Vf 充電終止電圧

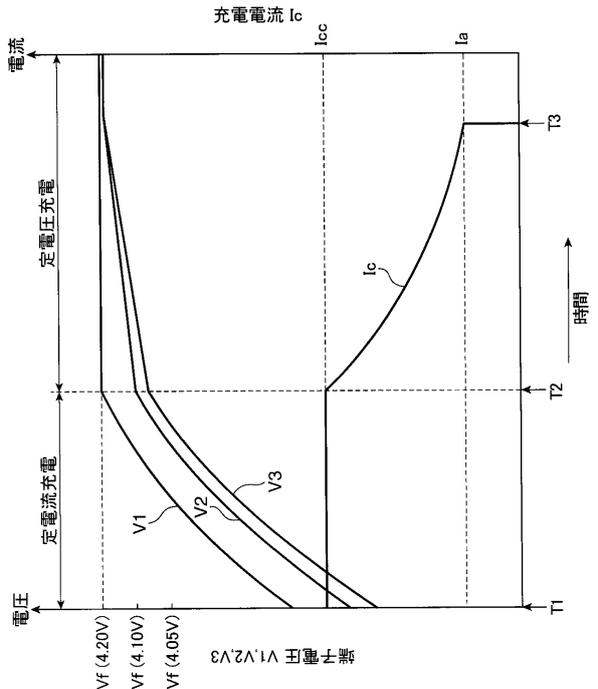
10

20

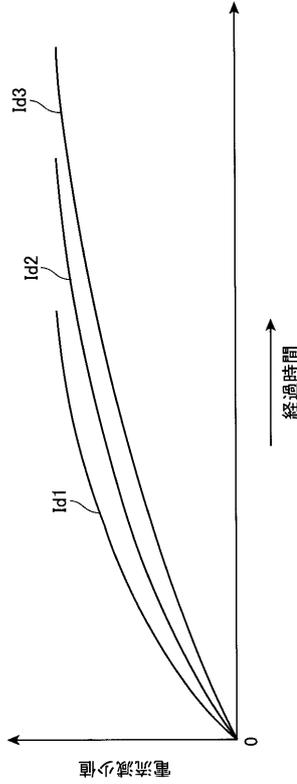
【図1】



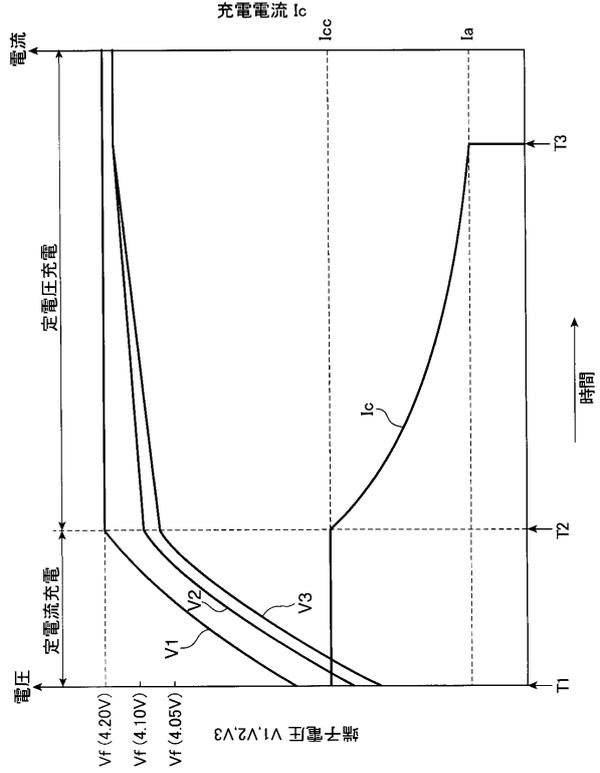
【図2】



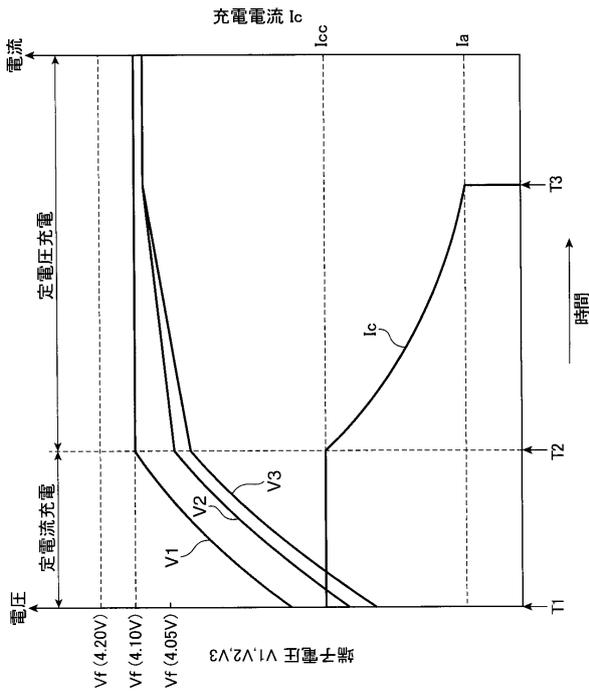
【図3】



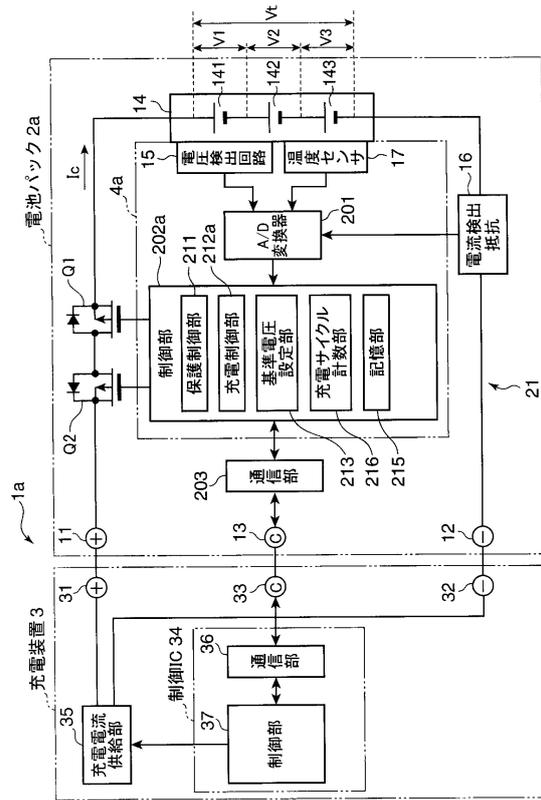
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-186684(JP,A)  
特開平01-144330(JP,A)  
特開平10-174303(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02J 7/10  
H01M 10/44