

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6381987号  
(P6381987)

(45) 発行日 平成30年8月29日 (2018. 8. 29)

(24) 登録日 平成30年8月10日 (2018. 8. 10)

(51) Int. Cl.	F I
<b>H02J 7/10 (2006.01)</b>	H02J 7/10 H
	H02J 7/10 L
	H02J 7/10 B

請求項の数 16 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2014-128313 (P2014-128313)	(73) 特許権者	000137292
(22) 出願日	平成26年6月23日 (2014. 6. 23)		株式会社マキタ
(65) 公開番号	特開2016-10198 (P2016-10198A)		愛知県安城市住吉町3丁目11番8号
(43) 公開日	平成28年1月18日 (2016. 1. 18)	(74) 代理人	110000578
審査請求日	平成28年12月21日 (2016. 12. 21)		名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	梅村 卓也
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株
			株式会社マキタ内
		(72) 発明者	小早川 忠彦
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株
			株式会社マキタ内
		(72) 発明者	鈴木 均
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株
			株式会社マキタ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 充電制御装置、バッテリーパック及び充電器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

バッテリー温度を検出する温度検出部と、

前記バッテリー温度と充電電流の上限値との関係を表す充電電流特性、及び、前記バッテリー温度と充電電圧の上限値との関係を表す充電電圧特性、が記憶された記憶部と、

前記温度検出部にて検出されたバッテリー温度と、前記記憶部に記憶された充電電流特性及び充電電圧特性とに基づき、充電器からバッテリーへの充電電流及び充電電圧の上限値をそれぞれ設定する上限値設定部と、

を備え、

前記記憶部には、前記充電電流特性として、基準電流特性と、該基準電流特性に比べ前記バッテリー温度に対する電流値が高い第1電流特性及び該基準電流特性に比べ前記バッテリー温度に対する電流値が低い第2電流特性の少なくとも一方と、が記憶されると共に、前記充電電圧特性として、基準電圧特性と、該基準電圧特性に比べ前記バッテリー温度に対する電圧値が高い第1電圧特性及び該基準電流特性に比べ前記バッテリー温度に対する電圧値が低い第2電圧特性の少なくとも一方と、が記憶されており、

前記上限値設定部は、前記記憶部に記憶された複数の前記充電電流特性及び前記充電電圧特性の中から、前記バッテリーへの充電電流及び充電電圧の上限値を設定するのに用いる前記充電電流特性及び前記充電電圧特性を選択することを特徴とする充電制御装置。

【請求項2】

前記上限値設定部は、前記充電器から前記バッテリーへの充電電流値に関連するパラメー

10

20

タに基づき、前記充電電流特性及び前記充電電圧特性を選択することを特徴とする請求項 1 に記載の充電制御装置。

【請求項 3】

前記上限値設定部は、前記充電器から前記バッテリーへ供給可能な出力可能電流値に基づき、前記充電電流特性及び前記充電電圧特性を選択することを特徴とする請求項 2 に記載の充電制御装置。

【請求項 4】

前記上限値設定部は、前記温度検出部にて検出されたバッテリー温度と前記記憶部に記憶された基準電流特性とに基づき得られる充電電流の上限値よりも前記出力可能電流値が大きい場合には、前記充電電流特性及び前記充電電圧特性として、前記第 1 電流特性及び第 2 電圧特性を選択することを特徴とする請求項 3 に記載の充電制御装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 電流特性及び第 1 電圧特性において、前記充電電流及び前記充電電圧の上限値を設定して充電を許可する温度範囲は、前記基準電流特性及び前記基準電圧特性の温度範囲よりも広いことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 の何れか 1 項に記載の充電制御装置。

【請求項 6】

前記上限値設定部は、前記充電電流特性及び前記充電電圧特性として、第 1 電流特性及び第 1 電圧特性を選択し、該第 1 電流特性及び第 1 電圧特性と、前記温度検出部にて検出されたバッテリー温度とに基づき、前記基準電流特性及び前記基準電圧特性の温度範囲とは異なる温度範囲内で前記充電電流及び充電電圧の上限値を設定したときには、その旨を報

20

【請求項 7】

前記出力可能電流値が、前記温度検出部にて検出されたバッテリー温度と前記第 1 電流特性に基づき得られる充電電流の上限値以上であるとき、前記充電器から前記バッテリーへの充電を禁止する第 1 の充電禁止部、

を備えたことを特徴とする請求項 3、4、若しくは、請求項 3 又は請求項 4 を引用する請求項 5、6、の何れか 1 項に記載の充電制御装置。

【請求項 8】

前記出力可能電流値が得られないとき、前記充電器から前記バッテリーへの充電を禁止する第 2 の充電禁止部、

を備えたことを特徴とする請求項 3、4、7、若しくは、請求項 3 又は請求項 4 を引用する請求項 5、6、の何れか 1 項に記載の充電制御装置。

30

【請求項 9】

前記出力可能電流値が得られないとき、前記温度検出部にて検出されたバッテリー温度が所定の充電可能温度範囲内であれば、前記充電電流及び充電電圧の上限値として予め設定された値を設定して、前記充電器から前記バッテリーへの充電を許可する充電許可部、

を備えたことを特徴とする請求項 3、4、7、若しくは、請求項 3 又は請求項 4 を引用する請求項 5、6、の何れか 1 項に記載の充電制御装置。

【請求項 10】

前記出力可能電流値と前記第 1 電流特性とに基づき、前記バッテリーへの充電を開始する前記バッテリー温度の温度領域を決定する充電開始温度決定部、

を備えたことを特徴とする請求項 3、4、7 ~ 9、若しくは、請求項 3 又は請求項 4 を引用する請求項 5、6、の何れか 1 項に記載の充電制御装置。

40

【請求項 11】

前記記憶部は、前記バッテリーに設けられ、前記充電開始温度決定部は、前記充電器に設けられており、

前記充電開始温度決定部は、前記バッテリーに設けられた前記記憶部から前記第 1 電流特性を取得し、前記温度領域を決定することを特徴とする請求項 10 に記載の充電制御装置。

【請求項 12】

50

前記上限値設定部は、前記充電器から前記バッテリーに供給される実充電電流を検出すると共に、該検出した実充電電流値と前記各充電電流特性から得られる現在の温度条件下での充電電流の上限値とを比較し、該比較した結果に基づき、前記実充電電流の通電に適した前記充電電圧特性を選択することを特徴とする請求項 2 に記載の充電制御装置。

【請求項 13】

前記上限値設定部は、前記充電器から前記バッテリーへの充電開始時には、前記充電電圧特性として、前記充電電圧の上限値が最も低い前記第 2 電圧特性を選択することを特徴とする請求項 12 に記載の充電制御装置。

【請求項 14】

前記上限値設定部は、前記温度検出部にて検出されたバッテリー温度が所定の充電可能温度範囲内にあるとき、前記充電電圧特性として、前記第 2 電圧特性を選択して、前記充電器から前記バッテリーへの充電を開始させ、その後、前記実充電電流値を用いて前記充電電圧特性を選択することで、前記充電電圧の上限値を設定して前記バッテリーへの充電を行う温度範囲を広げること特徴とする請求項 13 に記載の充電制御装置。

10

【請求項 15】

バッテリーと、

請求項 1 ~ 請求項 10 及び請求項 12 ~ 請求項 14 の何れか 1 項に記載の充電制御装置と、

を備えたことを特徴とするバッテリーパック。

【請求項 16】

20

請求項 1 ~ 請求項 10 及び請求項 12 ~ 請求項 14 の何れか 1 項に記載の充電制御装置を備えたことを特徴とする充電器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バッテリー温度に応じて充電電流及び充電電圧の上限値を制限する充電制御装置、この充電制御装置を備えたバッテリーパック、及び、充電器に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン電池等のバッテリーにおいては、図 12 に例示するように、バッテリーの温度範囲を低温領域 ( $T_1 \sim T_2$ )、常温領域 ( $T_2 \sim T_3$ ) 及び高温領域 ( $T_3 \sim T_4$ ) に分類し、その領域毎に、充電電流及び充電電圧の上限値が規定されている (例えば、特許文献 1 等参照)。

30

【0003】

これは、充電時の安全性を確保すると共に、充電による電池寿命の低下を抑制するためであり、充電時には、図 12 に示す充電電流特性とバッテリー温度とから得られる上限値以下の充電電流にて充電を行う。そして、バッテリー電圧が、図 12 に示す充電電圧特性とバッテリー温度とから得られる上限値に達すると、バッテリーへの充電を停止する。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 55729 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記充電電流特性及び充電電圧特性は、それぞれ、充電対象となるバッテリーに対し一つ設定されることから、バッテリーの充電に使用する充電器の能力によっては、バッテリーへの充電を最適に実行することができないという問題があった。

【0006】

例えば、充電電流特性にて規定される充電電流の上限値に比べ、充電器の出力可能電流

50

が大きい場合、充電器からの出力電流を上限値以下に低下させて、バッテリーへの充電を行うことになるので、充電器の充電能力を利用して、バッテリーを短時間で充電することができない。

【0007】

また、充電電流特性及び充電電圧特性では、図12に例示するように、バッテリーへの充電が可能な温度範囲がT1～T4に規定されることから、この温度範囲よりも低い温度若しくは高い温度では、バッテリーへの充電を実施することができないという問題もある。

【0008】

また、充電電圧特性では、バッテリー温度に応じて充電電圧の上限値が一義的に設定されるため、バッテリーの充電容量を増加させるために、充電電圧を上昇させることができず、バッテリーを所望充電容量まで充電することができないという問題もある。

10

【0009】

また、充電電流の上限値は、充電電流特性にて規定されることから、例えば、使用回数(充放電回数)が多いバッテリーに対し、低充電電流にて優しい充電を行いたい場合に、充電電流が大きくなりすぎるとい問題もある。

【0010】

本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、バッテリーや充電器の状態若しくは周囲の環境状態等に応じて、バッテリー充電時の温度範囲や充電電流及び充電電圧の上限値を変更可能とすることで、バッテリーへの充電を良好に実行できるようにすることを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の充電制御装置は、バッテリー温度を検出する温度検出部、及び、バッテリー温度と充電電流の上限値との関係を表す充電電流特性及びバッテリー温度と充電電圧の上限値との関係を表す充電電圧特性が記憶された記憶部、を備える。

【0012】

そして、上限値設定部が、温度検出部にて検出されたバッテリー温度と、記憶部に記憶された充電電流特性及び充電電圧特性とに基づき、充電器からバッテリーへの充電電流及び充電電圧の上限値をそれぞれ設定する。

【0013】

また、記憶部には、充電電流特性として、基準電流特性と、基準電流特性に比べバッテリー温度に対する電流値が高い第1電流特性及び基準電流特性に比べバッテリー温度に対する電流値が低い第2電流特性の少なくとも一方と、が記憶される。

30

【0014】

また、記憶部には、充電電圧特性として、基準電圧特性と、基準電圧特性に比べバッテリー温度に対する電圧値が高い第1電圧特性及び基準電圧特性に比べバッテリー温度に対する電圧値が低い第2電圧特性の少なくとも一方と、が記憶される。

【0015】

そして、上限値設定部は、記憶部に記憶された複数の充電電流特性及び充電電圧特性の中から、バッテリーへの充電電流及び充電電圧の上限値を設定するのに用いる充電電流特性及び充電電圧特性を選択し、充電電流及び充電電圧の上限値を設定する。

40

【0016】

従って、本発明によれば、図13に示すように、横軸を充電電流及び縦軸を充電電圧とする座標系で、基準電流特性及び基準電圧特性に基づき規定される充電電流及び充電電圧を原点としたとき、その原点から離れた充電電流若しくは充電電圧を、充電時の上限値として選択することができる。

【0017】

このため、例えば、充電器の充電能力が高い場合に、充電電流を原点の基準電流よりも高くし、充電電圧を原点の基準電圧値よりも低くすることで、充電によるバッテリーの劣化を抑制しつつ、充電器からバッテリーへ高速充電を実施させることができる。

50

## 【 0 0 1 8 】

また、例えば、充電電流を原点の基準電流よりも低くし、充電電圧を原点の基準電圧値よりも高くすることで、充電によるバッテリーの劣化を抑制しつつ、充電器からバッテリーへの充電容量を増加させることができる。

## 【 0 0 1 9 】

また、例えば、充電電流を原点の基準電流よりも低くし、充電電圧を原点の基準電圧値よりも低くすることで、使用回数（充放電回数）が多いバッテリーに対して、優しい充電（低電流・低電圧充電）を実施させることができる。

## 【 0 0 2 0 】

また、例えば、特定条件下で、充電電流及び充電電圧を原点の基準電流及び基準電圧よりも高くすることで、充電器に対し、バッテリーを高速でしかも高電圧に充電させることもできる。

10

## 【 0 0 2 1 】

なお、上限値設定部が選択した充電電圧特性から得られる充電電圧の上限値は、バッテリーへの充電完了を判定するための充電完了電圧、充電時のバッテリー電圧の異常を検出するための異常判定電圧、定電流定電圧（CCC V : Constant Current - Constant Voltage）充電を行う際のCV値、若しくは、充電時の目標充電電圧値の一つとして利用することができる。

## 【 0 0 2 2 】

ここで、上限値設定部は、バッテリーや充電器の状態若しくは周囲の環境状態等に応じて、充電電流特性及び充電電圧特性を選択するように構成すればよい。

20

具体的には、例えば、充電器からバッテリーへの充電電流値に関連するパラメータに基づき、充電電流特性及び充電電圧特性を選択するようにしてもよい。

## 【 0 0 2 3 】

この場合、充電器からバッテリーへの充電電流値に関連するパラメータとしては、充電器からバッテリーへ供給可能な出力可能電流値を利用するようにしてもよいし、充電器からバッテリーへ実際に供給される実充電電流値を利用するようにしてもよい。

## 【 0 0 2 4 】

また、充電電流値に関連するパラメータとして出力可能電流値を利用する際には、上限値設定部は、バッテリー温度と基準電流特性とに基づき得られる充電電流の上限値よりも出力可能電流値が大きい場合に、充電電流特性及び充電電圧特性として、第1電流特性及び第2電圧特性を選択するようにしてもよい。

30

## 【 0 0 2 5 】

このようにすれば、充電器からの出力可能電流値が図13に示す原点の基準電流よりも大きく、充電器の充電能力が高い場合に、充電電圧を基準電圧よりも低い第2電圧以下に制限しつつ、充電電流の上限を基準電流よりも大きい第1電流にすることで、高速充電を実現できる。

## 【 0 0 2 6 】

また、この場合、バッテリーへの充電電流を基準電流よりも大きくするが、充電電圧を基準電圧よりも低い第2電圧以下に制限するので、高速充電によってバッテリーの寿命が短くなるのを抑制できる。

40

## 【 0 0 2 7 】

一方、基準電流特性及び基準電圧特性に比べて電流値又は電圧値が高い第1電流特性及び第1電圧特性においては、充電電流及び充電電圧の上限値を設定して充電を許可する温度範囲が、基準電流特性及び基準電圧特性の温度範囲よりも広くなるようにしてもよい。

## 【 0 0 2 8 】

このようにすれば、上限値設定部にて、充電電流特性及び充電電圧特性として、第1電流特性及び第1電圧特性を選択することにより、バッテリーへの充電が可能な温度範囲を広げることができる。

## 【 0 0 2 9 】

50

また、上限値設定部が、充電電流特性及び前記充電電圧特性として、第1電流特性及び第1電圧特性を選択し、バッテリー温度に基づき、基準電流特性及び基準電圧特性の温度範囲とは異なる温度範囲（換言すれば、基準電流特性及び基準電圧特性の温度範囲を拡張した拡張領域）内で充電電流及び充電電圧の上限値を設定したときには、その旨を報知するようにしてもよい。

【0030】

つまり、第1電流特性及び第1電圧特性において、上記拡張領域は、基準電流特性及び基準電圧特性において充電電流及び充電電圧の上限値が「0」となる領域であるので、充電電流及び充電電圧の上限値は、通常の温度領域よりも小さくなる。

【0031】

このため、バッテリー温度が拡張領域にあるときに、上限値設定部が、第1電流特性及び第1電圧特性を選択して充電電流及び充電電圧の上限値を設定したときには、従来実施できなかった温度領域での充電が可能になるものの、充電時間が通常よりも長くなる。

【0032】

そして、このように充電時間が長くなると、使用者に不信感を与えることが考えられることから、その旨を報知することで、使用者に充電時間が通常よりも長くなることを通知するのである。

【0033】

次に、充電器からバッテリーへの出力可能電流値が、温度検出部にて検出されたバッテリー温度と第1電流特性に基づき得られる充電電流の上限値以上であるときには、第1の充電禁止部にて、充電器からバッテリーへの充電を禁止するようにしてもよい。

【0034】

このようにすれば、出力可能電流値が充電電流の上限値以上であるときに、充電器からバッテリーへの充電が開始されるのを防止し、充電電流をより確実に上限値以下に制限することができる。

【0035】

なお、出力可能電流値が得られないときには、第2の充電禁止部にて、充電器からバッテリーへの充電を禁止するようにしてもよい。

一方、出力可能電流値が得られないときには、温度検出部にて検出されたバッテリー温度が所定の充電可能温度範囲内であれば、充電許可部にて、充電電流及び充電電圧の上限値として予め設定された値を設定して、充電器からバッテリーへの充電を許可するようにしてもよい。

【0036】

このようにすれば、充電器からバッテリーへの出力可能電流値が得られない場合であっても、充電器からバッテリーへの充電を実施することができる。

なお、この場合、充電許可部は、充電電流及び充電電圧の上限値として、充電によりバッテリーを劣化させることのないよう、少なくとも、基準電流特性及び基準電圧特性にて得られる上限値よりも低い値（例えば、第2電流特性、第2電圧特性にて得られる上限値）を設定するよう構成するとよい。

【0037】

ところで、充電電流特性及び充電電圧特性において、充電電流の上限値や充電電圧の上限値が「0」になる温度領域では、バッテリーへの充電が禁止されることから、バッテリーへの充電を開始する温度領域については、必ずしも規定する必要はない。

【0038】

しかし、充電器からの出力可能電流が大きい場合、充電開始時のバッテリー温度によっては、充電開始直後に充電電流が上限値を超えてしまい、バッテリーを劣化させてしまうことも考えられる。

【0039】

このため、本発明の充電制御装置には、更に、出力可能電流値と第1電流特性とに基づきバッテリーへの充電を開始する際のバッテリー温度の温度領域を決定する、充電開始温度決

10

20

30

40

50

定部を設けるようにしてもよい。

【0040】

またこの場合、記憶部が、バッテリーに設けられ、充電開始温度決定部は、充電器に設けられているときには、充電開始温度決定部は、バッテリーに設けられた記憶部から第1電流特性を取得し、温度領域を決定するようにすればよい。

【0041】

また次に、上限値設定部が、充電電流特性及び充電電圧特性を選択するのに用いるパラメータとして、充電器からバッテリーへ実際に供給される実充電電流値を利用する場合、上限値設定部は、次のように構成してもよい。

【0042】

つまり、この場合、上限値設定部は、充電器からバッテリーに供給される実充電電流を検出すると共に、その検出した実充電電流値と各充電電流特性から得られる現在の温度条件下での充電電流の上限値とを比較し、その比較結果に基づき、実充電電流の通電に適した充電電圧特性を選択するように構成する。

【0043】

このようにすれば、例えば、実充電電流値が第2電流特性から得られる上限値よりも低い場合には、電圧値が高い第1電圧特性を選択する。実充電電流値が基準電流特性から得られる上限値（基準電流）よりも低い場合には、基準電圧特性を選択し、実充電電流値が基準電流よりも高い場合には、電圧値が低い第2電圧特性を選択する。というように、実充電電流値に応じて、バッテリーを劣化させることのないよう、充電電圧の上限値を良好に設定することが可能となる。

【0044】

なお、上記のように実充電電流値に基づき充電電圧特性を選択する場合、充電器からバッテリーへの充電を開始する迄は、実充電電流が流れないので、充電電圧特性を選択することができない。

【0045】

このため、上限値設定部は、充電器からバッテリーへの充電開始時には、充電電圧特性として、充電電圧の上限値が最も低い第2電圧特性を選択するようにしてもよい。

またこの場合、上限値設定部は、温度検出部にて検出されたバッテリー温度が所定の充電可能温度範囲内にあるときに、充電電圧特性として第2電圧特性を選択して、充電器からバッテリーへの充電を開始させ、その後、実充電電流値を用いて充電電圧特性を選択することで、充電電圧の上限値を設定して、バッテリーへの充電を行う温度範囲を広げるようにしてもよい。

【0046】

このようにすれば、バッテリー温度が高い場合や低い場合に、バッテリーへの充電を開始して、バッテリーを劣化させてしまうのを抑制できる。

なお、本発明の充電制御装置は、バッテリーと共にバッテリーパックに収納して、バッテリーパックの一機能として実現するようにしてもよい。

【0047】

また、バッテリー固有の特性を記憶した記憶部以外の構成要素の全て若しくは一部を充電器側に設けることで、バッテリーパックと充電器とで、本発明の充電制御装置としての機能を実現するようにしてもよい。

【0048】

また更に、本発明の充電制御装置は、充電器に設けて、充電器の一機能として実現するようにしてもよい。この場合、充電器には、記憶部から充電対象となるバッテリーの特性を読み出すことができるように、使用者が充電対象となるバッテリーの種類を指定できるようにするとよい。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】バッテリーパック及び充電器の外観を表す斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 2】第 1 実施形態のバッテリーパック及び充電器の回路構成を表す回路図である。

【図 3】バッテリー制御回路内の ROM に記憶された充電電流特性及び充電電圧特性を表す説明図である。

【図 4 A】バッテリー制御回路にて充電器接続時に実行される上限値設定処理の一部を表すフローチャートである。

【図 4 B】図 4 A に示す上限値設定処理の残りの部分を表すフローチャートである。

【図 5 A】バッテリー制御回路にて充電中に実行される上限値設定処理の一部を表すフローチャートである。

【図 5 B】図 5 A に示す上限値設定処理の残りの部分を表すフローチャートである。

【図 6 A】図 4 A に示す上限値設定処理の変形例を表すフローチャートである。

10

【図 6 B】図 4 B に示す上限値設定処理の変形例を表すフローチャートである。

【図 7】図 5 A に示す上限値設定処理の変形例を表すフローチャートである。

【図 8】第 2 実施形態のバッテリー制御回路にて充電器接続時に実行される上限値設定処理を表すフローチャートである。

【図 9】第 2 実施形態のバッテリー制御回路にて充電中に実行される上限値設定処理を表すフローチャートである。

【図 10】第 3 実施形態のバッテリーパック及び充電器の回路構成を表す回路図である。

【図 11】第 3 実施形態の充電制御回路にてバッテリー接続時に実行される上限値設定処理の一部を表すフローチャートである。

【図 12】従来の充電電流特性及び充電電圧特性の一例を表す説明図である。

20

【図 13】本発明の充電電流及び充電電圧の上限値の設定動作を説明する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0050】

以下に本発明の実施形態を図面と共に説明する。

[第 1 実施形態]

図 1 に示すように、本実施形態の充電システムは、例えば、充電式電動工具、充電式掃除機、充電式草刈り器等、各種充電式電動機器に着脱自在に装着されて、その動力源である直流モータ等に電源供給を行うバッテリーパック 2 と、バッテリーパック 2 を充電するための充電器 50 とから構成されている。

【0051】

30

充電器 50 は、電源コード 54 を介して外部電源（一般に商用電源：交流電圧）から電源供給を受けることにより、バッテリー充電用の充電電圧（直流電圧）を生成し、バッテリーパック 2 内のバッテリー 10（図 2 参照）に電源供給を行うものである。

【0052】

充電器 50 の上面には、バッテリーパック 2 を装着（換言すれば載置）するための装着部 52 が形成されている。この装着部 52 は、バッテリーパック 2 をスライドさせて装着できるように、バッテリーパック 2 の裏面の装着部 3 の形状に対応して形成されている。

【0053】

また、装着部 52 には、バッテリーパック 2 の装着時に、バッテリーパック 2 の裏面に形成された端子部 4 と嵌合可能な端子部 53 が形成されている。

40

そして、充電器 50 の端子部 53 及びバッテリーパック 2 の端子部 4 には、それぞれ、バッテリーパック 2 を充電器 50 の装着部 52 に装着した際、相互に接続される端子 56 ~ 59、6 ~ 9 が設けられている（図 2 参照）。

【0054】

なお、バッテリーパック 2 において、端子 6、7 は、バッテリー 10 の正極側及び負極側にそれぞれ接続されて、充電器 50 からの充電電流や充電式電動機器への放電電流を流すための正極端子及び負極端子である。また、端子 8 は、充電器 50 や充電式電動機器との間で通信を行うための通信端子であり、端子 9 は、充電器 50 から内部回路駆動用の電源電圧（直流定電圧）Vcc を受けるための端子である。

【0055】

50

また、充電器50において、端子56、57は、バッテリーパック2が装着された際に、バッテリーパック2の正極端子6及び負極端子7にそれぞれ接続されて、バッテリー10への充電を行うための正極端子及び負極端子である。また、端子58は、バッテリーパック2の端子8に接続されて、バッテリーパック2との間で通信を行うための通信端子であり、端子59は、充電器50内で生成された内部回路駆動用の電源電圧Vccをバッテリーパック2に供給するための端子である。

【0056】

次に、バッテリーパック2及び充電器50の回路構成を、図2を用いて説明する。

図2に示すように、バッテリーパック2内には、充放電可能な複数(図では5個)のセル11、12、13、14、15を直列接続してなるバッテリー10が収納されている。

10

【0057】

そして、バッテリー10の正極側は正極端子6に接続され、バッテリー10の負極側は負極端子7に接続されている。なお、バッテリー10は、充電時に充電電流及び充電電圧の上限を規制する必要のあるリチウムイオン電池である。

【0058】

また、バッテリーパック2には、電圧検出回路20、温度検出回路22、及び、電流検出回路24、レギュレータ26、充電器検出回路28、及び、バッテリー制御回路30が備えられている。

【0059】

ここで、電圧検出回路20は、バッテリー10を構成する各セル11~15のセル電圧Vcell、及び、バッテリー10両端のバッテリー電圧VBを検出し、バッテリー制御回路30に入力するためのものである。

20

【0060】

なお、各セル11~15のセル電圧Vcellは、バッテリー制御回路30において、セル11~15の異常や各セル電圧Vcellのばらつきを判定するのに利用される。

また、温度検出回路22は、バッテリー10の過熱防止のために、バッテリー10に内蔵された温度検出素子(図示せず)を介して、バッテリー10の内部温度(セル温度Tcell)を検出し、その検出結果をバッテリー制御回路30に出力する。

【0061】

また、電流検出回路24は、負極端子7からバッテリー10の負極に至る通電経路に設けられて、この経路を流れる電流を検出するものであり、例えば、その通電経路に直列に設けられた抵抗と、抵抗の両端電圧を電流の検出結果としてバッテリー制御回路30に出力する検出回路とにより構成される。

30

【0062】

一方、レギュレータ26は、ダイオードD1又はD2を介して供給される直流電圧を受けて、内部回路駆動用の電源電圧(直流定電圧)を生成し、バッテリー制御回路30及びその周辺回路へ供給するためのものである。

【0063】

ダイオードD1のアノードは、バッテリー10の正極側に接続され、ダイオードD1のアノードは、充電器50から電源電圧Vccの供給を受ける端子9に接続されている。そして、ダイオードD1、D2のカソードは、互いに接続されて、バッテリー電圧若しくは充電器50の電源電圧Vccをレギュレータ26に入力するようにされている。

40

【0064】

このため、レギュレータ26は、バッテリー10から電源供給を受けて内部回路駆動用の電源電圧を生成することができる。

また、レギュレータ26は、バッテリー10の充電容量が低下していて電源電圧を生成できないときには、充電器50に接続された際に充電器50から供給される電源電圧Vccを受けて、内部回路駆動用の電源電圧を生成することができる。

【0065】

また、充電器検出回路28は、バッテリーパック2が充電器50に装着された際に、充電

50

器 5 0 の電源電圧  $V_{cc}$  が印加される端子 9 に接続されており、その端子電圧から、バッテリーパック 2 が充電器 5 0 に装着されたことを検出するためのものである。そして、その検出結果は、バッテリー制御回路 3 0 に入力される。

【 0 0 6 6 】

次に、バッテリー制御回路 3 0 は、CPU 3 2、ROM 3 4、RAM 3 6 等を中心とするマイクロコンピュータ（マイコン）にて構成されている。

そして、バッテリー制御回路 3 0 は、レギュレータ 2 6 から電源供給を受けて動作し、電圧検出回路 2 0、温度検出回路 2 2、及び、電流検出回路 2 4 からの検出信号に基づき、バッテリー 1 0 の状態を監視する。

【 0 0 6 7 】

また、バッテリー制御回路 3 0 には、バッテリーパック 2 が装着された充電器 5 0 や充電式電動機器との間で通信を行うための通信ポートが備えられており、この通信ポートは、通信線を介して通信端子 8 に接続されている。

【 0 0 6 8 】

そして、バッテリー制御回路 3 0 は、セル電圧、充放電電流、バッテリー温度等の異常を検出すると、通信端子 8 を介して、充電器 5 0 や充電式電動機器にその旨を表す異常検出信号を送信し、バッテリー 1 0 への充放電を停止させる。

【 0 0 6 9 】

また、バッテリー制御回路 3 0 は、充電器検出回路 2 8 にて充電器 5 0 への装着が検出されると、充電電流及び充電電圧の上限値（上限充電電流、上限充電電圧）を設定する上限値設定処理を実行する。なお、この上限値設定処理は、本発明に関わる主要な処理であるため、後に詳しく説明する。

【 0 0 7 0 】

そして、バッテリー制御回路 3 0 は、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電時には、充電電流及び充電電圧がこの上限値を越えることのないよう、充電電流及び充電電圧を監視する。

【 0 0 7 1 】

一方、充電器 5 0 は、外部電源（商用電源等）から電力供給を受けてバッテリー 1 0 を充電するための充電回路 6 2、充電回路 6 2 によるバッテリー 1 0 への充電を制御する充電制御回路 7 0、及び、充電器 5 0 の動作状態を表示するための表示部 6 4 を備える。

【 0 0 7 2 】

充電回路 6 2 は、外部電源からの供給電力にてバッテリー 1 0 充電用の直流電圧を生成すると共に、内部回路駆動用の電源電圧  $V_{cc}$  を生成する。

また、充電回路 6 2 は、充電制御回路 7 0 による制御の下に、バッテリー 1 0 への出力電流（充電電流）を、最小電流値  $I_{chmin}$  から最大電流値  $I_{chmax}$  までの間で変更できるようにされている。

【 0 0 7 3 】

なお、この電流値は、充電器 5 0 の能力によって決まる値であり、充電制御回路 7 0 内に予め記憶されている。

充電制御回路 7 0 は、バッテリー制御回路 3 0 と同様、CPU 7 2、ROM 7 4、RAM 7 6 等を中心とするマイクロコンピュータ（マイコン）にて構成されている。

【 0 0 7 4 】

そして、バッテリーパック 2 が装着されると、通信端子 5 8 を介してバッテリーパック 2 から入力される充電電流の上限値（上限充電電流  $I_{max}$ ）に基づき、バッテリー 1 0 への充電電流が上限充電電流  $I_{max}$  を越えることのないよう、充電回路 6 2 を制御し、バッテリー 1 0 への充電を実施させる。

【 0 0 7 5 】

また、表示部 6 4 は、LED 1 ~ LED 3 の 3 つの発光ダイオード（LED）にて構成されており、充電制御回路 7 0 は、これら 3 つの LED を選択的に点灯又は点滅させることで、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電状態を表示する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 6 】

次に、バッテリー制御回路 3 0 にて実行される上限値設定処理について説明する。

なお、この処理を実行するに当たって、バッテリー制御回路 3 0 の R O M 3 4 内には、上限値設定処理を含む各種制御処理を実行するための制御プログラムが記憶される他、図 3 に示す充電電圧特性及び充電電流特性を表すマップが記憶されている。

## 【 0 0 7 7 】

図 3 に示すように、本実施形態では、充電電圧特性及び充電電流特性として、図 1 2 に示した従来のものと同じ基準電圧特性及び基準電流特性に加えて、第 1 電圧特性及び第 1 電流特性と、第 2 電圧特性及び第 2 電流特性との、合計 3 種類の充電電圧特性及び充電電流特性が用意されている。

10

## 【 0 0 7 8 】

第 1 電圧特性及び第 1 電流特性は、基準電圧特性及び基準電流特性よりも電圧値若しくは電流値が高い値に設定されており、第 2 電圧特性及び第 2 電流特性は、基準電圧特性及び基準電流特性よりも電圧値若しくは電流値が低い値に設定されている。

## 【 0 0 7 9 】

また、基準電圧特性及び基準電流特性と、第 2 電圧特性及び第 2 電流特性においては、充電可能な温度領域が、低温領域 ( T 1 ~ T 2 )、常温領域 ( T 2 ~ T 3 ) 及び高温領域 ( T 3 ~ T 4 ) の 3 つに区分されている。

## 【 0 0 8 0 】

そして、これら 3 つの温度領域の内、低温領域 ( T 1 ~ T 2 ) 及び高温領域 ( T 3 ~ T 4 ) では、常温領域 ( T 2 ~ T 3 ) よりも上限値が小さくなるよう、充電電圧及び充電電流の上限値が設定されている。

20

## 【 0 0 8 1 】

これに対し、第 1 電圧特性及び第 1 電流特性においては、充電可能な温度領域として、上記 3 つの温度領域に加え、低温領域 ( T 1 ~ T 2 ) よりも低温側の拡張領域 ( T 0 ~ T 1 ) と、高温領域 ( T 3 ~ T 4 ) よりも高温側の拡張領域 ( T 4 ~ T 5 ) が設定されている。

## 【 0 0 8 2 】

そして、これら 5 つの温度領域の内、低温領域 ( T 1 ~ T 2 )、常温領域 ( T 2 ~ T 3 )、及び、高温領域 ( T 3 ~ T 4 ) では、基準電圧特性及び基準電流特性よりも大きくなるよう、充電電圧及び充電電流の上限値が設定されている。

30

## 【 0 0 8 3 】

また、低温領域 ( T 1 ~ T 2 ) 及び高温領域 ( T 3 ~ T 4 ) の上限値は、常温領域 ( T 2 ~ T 3 ) よりも小さい値になっており、低温側拡張領域 ( T 0 ~ T 1 ) 及び高温側拡張領域 ( T 4 ~ T 5 ) の上限値は、低温領域 ( T 1 ~ T 2 ) 若しくは高温領域 ( T 3 ~ T 4 ) よりも更に小さい値になっている。

## 【 0 0 8 4 】

上限値設定処理は、バッテリーパック 2 が充電器 5 0 に装着されて充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電が開始される迄に実行される充電器接続時の処理と、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電が開始されてから実行される充電中の処理とに分けられる。

40

## 【 0 0 8 5 】

そこで、まず図 4 A、図 4 B を用いて、充電器接続時に実行される上限値設定処理を説明し、その後、図 5 A、図 5 B を用いて、充電中に実行される上限値設定処理を説明する。

## 【 0 0 8 6 】

図 4 A に示すように、充電器接続時に実行される上限値設定処理では、まず S 1 1 0 ( S はステップを表す ) にて、充電制御回路 7 0 から出力電流の通信要求があったか否かを判断する。

## 【 0 0 8 7 】

そして、充電器 5 0 から出力電流の通信要求がなければ、S 1 2 0 に移行して、温度検

50

出回路 22 を介してセル温度  $T_{cell}$  (換言すればバッテリー温度) を測定し、S 130 に移行する。

【0088】

S 130 では、セル温度  $T_{cell}$  は、上述した低温領域から高温領域までの温度範囲 ( $T_1 \sim T_4$ ) 内にあるか否かを判断する。そして、セル温度  $T_{cell}$  が、その温度範囲内になければ、充電制御回路 70 に LED 1 の点滅要求を送信する。この結果、充電制御回路 70 は、バッテリー 10 への充電を待機する待機状態となり、表示部 64 の LED 1 を点滅させることで、その旨を使用者に通知する。

【0089】

一方、S 130 にて、セル温度  $T_{cell}$  は、低温領域から高温領域までの温度範囲 ( $T_1 \sim T_4$ ) 内にあると判断されると、S 150 に移行し、充電制御回路 70 に LED 1 の点灯要求を送信する。すると、充電制御回路 70 は、表示部 64 の LED 1 を点灯させることで、使用者に、バッテリー 10 の通常充電を開始することを通知する。

【0090】

バッテリー制御回路 30 は、S 150 にて、LED 1 の点灯要求を送信すると、図 4 B に示す S 160 に移行し、充電電流特性としてセル温度  $T_{cell}$  に対する上限電流値が最も小さくなる第 2 電流特性を選択する。そして、S 160 では、その選択した第 2 電流特性から、S 120 にて測定した現在のセル温度  $T_{cell}$  に対応する第 2 電流を読み取り、その電流値を、充電時の上限充電電流  $I_{max}$  として設定する。

【0091】

また、続く S 170 では、充電電圧特性として、セル温度  $T_{cell}$  に対する充電電圧値が最も小さくなる第 2 電圧特性を選択し、第 2 電圧特性から、現在のセル温度  $T_{cell}$  に対応する第 2 電圧を読み取り、その電圧値を、バッテリー 10 への充電完了を判定する充電完了電圧  $V_{set}$  として設定する。

【0092】

そして、続く S 180 では、バッテリー 10 の充電モードとして、充電モード 2 を設定し、S 190 にて、上限充電電流  $I_{max}$  を充電制御回路 70 に送信する。すると、充電制御回路 70 は、充電回路 62 からの出力電流を上限充電電流  $I_{max}$  以下の出力電流に設定して、充電回路 62 からバッテリー 10 への充電を開始する。

【0093】

次に、S 110 にて、充電制御回路 70 から出力電流の通信要求があったと判断されると、S 210 に移行して、充電制御回路 70 との通信により、充電器 50 (詳しくは充電回路 62) からバッテリー 10 へ出力可能な最小電流値  $I_{chmin}$  及び最大電流値  $I_{chmax}$  を取得する。

【0094】

そして、続く S 220 では、温度検出回路 22 を介してセル温度  $T_{cell}$  (バッテリー温度) を測定し、S 230 にて、セル温度  $T_{cell}$  は、低温側拡張領域 ( $T_0 \sim T_1$ ) の最低温度  $T_0$  よりも低いか、若しくは、高温側拡張領域 ( $T_4 \sim T_5$ ) の最高温度  $T_5$  よりも高いか、を判断する。

【0095】

つまり、S 230 では、セル温度  $T_{cell}$  は、第 1 電圧特性及び第 1 電流特性に対応した充電可能温度範囲 ( $T_0 \sim T_5$ ) から外れているか否かを判断する。

そして、セル温度  $T_{cell}$  が、その温度範囲 ( $T_0 \sim T_5$ ) 内になければ、S 300 に移行し、S 140 と同様、充電制御回路 70 に LED 1 の点滅要求を送信することで、充電制御回路 70 を充電待機状態にして、その旨を使用者に通知させ、S 220 に移行する。

【0096】

また、S 230 にて、セル温度  $T_{cell}$  が、第 1 電圧特性及び第 1 電流特性に対応した充電可能温度範囲 ( $T_0 \sim T_5$ ) 内にあると判断された場合には、S 240 に移行し、セル温度  $T_{cell}$  は、低温側拡張領域 ( $T_0 \sim T_1$ ) 内、若しくは、高温側拡張領域 ( $T_4 \sim T_5$ ) 内にあるか否かを判断する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 7 】

そして、セル温度  $T_{cell}$  が、低温側拡張領域 ( $T_0 \sim T_1$ ) 内、若しくは、高温側拡張領域 ( $T_4 \sim T_5$ ) 内にある場合には、 $S_{310}$  に移行して、 $ROM_{34}$  内の第 1 電流特性から現在のセル温度  $T_{cell}$  に対応した第 1 電流を読み取り、 $S_{210}$  にて充電器 50 から取得した最小電流値  $I_{chmin}$  が、その読み取った第 1 電流よりも小さいか否かを判断する。

## 【 0 0 9 8 】

充電器 50 から出力可能な最小電流値  $I_{chmin}$  が第 1 電流以上である場合、充電電流が大きくなりすぎることから、 $S_{300}$  に移行して、充電制御回路 70 を充電待機状態にする。

10

## 【 0 0 9 9 】

一方、充電器 50 から出力可能な最小電流値  $I_{chmin}$  が第 1 電流よりも小さい場合には、セル温度  $T_{cell}$  が低温側拡張領域 ( $T_0 \sim T_1$ ) 若しくは高温側拡張領域 ( $T_4 \sim T_5$ ) 内にあっても、第 1 電流以下の充電電流にて、バッテリー 10 への充電 (この場合、低電流・低電圧による低速充電) が可能である。

## 【 0 1 0 0 】

このため、 $S_{310}$  にて、最小電流値  $I_{chmin}$  が第 1 電流よりも小さいと判断されると、 $S_{320}$  に移行し、充電制御回路 70 に  $LED_1$ 、 $LED_3$  の点灯要求を送信する。すると、充電制御回路 70 は、 $LED_1$ 、 $LED_3$  を点灯させることで、低速充電を実施することを使用者に通知する。

20

## 【 0 1 0 1 】

このように、 $S_{320}$  にて  $LED_1$ 、 $LED_3$  の点灯要求を送信すると、図 4 B に示す  $S_{330}$  に移行し、充電電流特性として第 1 電流特性を選択する。そして、 $S_{330}$  では、その選択した第 1 電流特性から、現在のセル温度  $T_{cell}$  に対応する第 1 電流を読み取り、その電流値を、充電時の上限充電電流  $I_{max}$  として設定する。

## 【 0 1 0 2 】

また、続く  $S_{340}$  では、充電電圧特性として、第 1 電圧特性を選択し、第 1 電圧特性から、現在のセル温度  $T_{cell}$  に対応する第 1 電圧を読み取り、その電圧値を充電完了電圧  $V_{set}$  として設定し、 $S_{400}$  に移行する。

## 【 0 1 0 3 】

$S_{400}$  では、バッテリー 10 の充電モードとして、充電モード 1 を設定する。そして、充電モード設定後は、 $S_{190}$  にて、上限充電電流  $I_{max}$  を充電制御回路 70 に送信することで、充電制御回路 70 に、上限充電電流  $I_{max}$  以下の充電電流にて、バッテリー 10 への充電を開始させる。

30

## 【 0 1 0 4 】

次に、 $S_{240}$  にて、セル温度  $T_{cell}$  が、低温側拡張領域 ( $T_0 \sim T_1$ ) 内、若しくは、高温側拡張領域 ( $T_4 \sim T_5$ ) 内にはないと判断された場合には、 $S_{250}$  に移行し、セル温度  $T_{cell}$  は、低温領域 ( $T_1 \sim T_2$ ) 内、若しくは、高温領域 ( $T_3 \sim T_4$ ) 内にあるか否かを判断する。

## 【 0 1 0 5 】

セル温度  $T_{cell}$  が、低温領域 ( $T_1 \sim T_2$ ) 内、若しくは、高温領域 ( $T_3 \sim T_4$ ) 内にある場合には、 $S_{290}$  に移行し、上述した  $S_{310}$  と同様、最小電流値  $I_{chmin}$  が、現在のセル温度  $T_{cell}$  に対応した第 1 電流よりも小さいか否かを判断する。

40

## 【 0 1 0 6 】

そして、最小電流値  $I_{chmin}$  が第 1 電流以上である場合には、充電電流が大きくなりすぎることから、 $S_{300}$  に移行して、充電制御回路 70 を充電待機状態にする。

また、最小電流値  $I_{chmin}$  が第 1 電流よりも小さい場合には、第 1 電流以下の充電電流にて、バッテリー 10 への充電が可能であることから、 $S_{280}$  に移行し、充電制御回路 70 に  $LED_1$  の点灯要求を送信する。

## 【 0 1 0 7 】

50

一方、S 2 5 0にて、セル温度  $T_{cell}$  が、低温領域 ( $T_1 \sim T_2$ ) 内、若しくは、高温領域 ( $T_3 \sim T_4$ ) 内にないと判断された場合、つまり、セル温度  $T_{cell}$  が、常温領域 ( $T_2 \sim T_3$ ) 内にある場合には、S 2 6 0に移行する。

【0108】

S 2 6 0では、上述したS 3 1 0、S 2 9 0と同様、最小電流値  $I_{chmin}$  が、現在のセル温度  $T_{cell}$  に対応した第1電流よりも小さいか否かを判断する。

そして、最小電流値  $I_{chmin}$  が第1電流以上である場合には、充電電流が大きくなりすぎ、しかも、その後の温度変化によって、最小電流値  $I_{chmin}$  が第1電流よりも低下することはないことから、S 2 7 0に移行して、充電制御回路70にLED1、LED2の交互点滅要求を送信する。

10

【0109】

すると、充電制御回路70は、LED1、LED2を交互に点滅させることで、当該充電器50では、現在接続されているバッテリー10への充電はできないこと(充電不可)を使用者に通知する。

【0110】

また、S 2 6 0にて、最小電流値  $I_{chmin}$  が第1電流よりも小さいと判断された場合には、第1電流以下の充電電流にて、バッテリー10への充電が可能であることから、S 2 8 0に移行し、充電制御回路70にLED1の点灯要求を送信する。

【0111】

S 2 8 0にて、充電制御回路70にLED1の点灯要求を送信した際には、S 1 5 0にて、LED1の点灯要求を送信したときと同様、充電制御回路70は、表示部64のLED1を点灯させることで、使用者に、バッテリー10の通常充電を開始することを通知する。

20

【0112】

そして、バッテリー制御回路30は、S 2 8 0にてLED1の点灯要求を送信した後は、図4BのS 3 5 0に移行し、S 3 5 0以降の処理を実行することで、バッテリー10への通常充電時の上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を設定する。

【0113】

すなわち、S 3 5 0では、バッテリー10への充電が実施される度に更新されるRAM36内の充電カウンタから、充電回数を読み取り、バッテリー10の充電回数は、第1閾値(例えば、500回)以上であるか否かを判断する。なお、充電カウンタは、RAM36の不揮発性領域に記憶されている。

30

【0114】

S 3 5 0にて、充電回数が第1閾値以上であると判断されると、S 3 6 0に移行して、最小電流値  $I_{chmin}$  は、第2電流特性と現在のセル温度  $T_{cell}$  とから得られる第2電流よりも大きいと判断する。

【0115】

そして、最小電流値  $I_{chmin}$  が第2電流よりも大きい場合には、S 3 7 0に移行して、上限充電電流  $I_{max}$  を最小電流値  $I_{chmin}$  に設定し、最小電流値  $I_{chmin}$  が第2電流以下である場合には、S 3 8 0に移行して、上限充電電流  $I_{max}$  を第2電流に設定する。

40

【0116】

また、続くS 3 9 0では、充電電圧特性として第2電圧特性を選択し、充電完了電圧  $V_{set}$  を、その選択した第2電圧特性と現在のセル温度  $T_{cell}$  とから得られる第2電圧に設定する。

【0117】

つまり、バッテリー10の充電回数が第1閾値以上である場合、バッテリー10の使用回数が多く、劣化している可能性があるため、S 3 6 0～S 3 9 0では、上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を最も小さい値に設定して、バッテリー10に対し優しい充電を実施できるようにする。

【0118】

50

次に、S 3 5 0 にて、充電回数は第 1 閾値未満であると判断された場合には、S 4 1 0 に移行して、最小電流値  $I_{chmin}$  は、基準電流特性と現在のセル温度  $T_{cell}$  とから得られる基準電流よりも大きいかなかを判断する。

【 0 1 1 9 】

そして、最小電流値  $I_{chmin}$  が基準電流以下であれば、S 4 2 0 に移行して、充電器 5 0 から出力可能な最大電流値  $I_{chmax}$  は、第 2 電流特性と現在のセル温度  $T_{cell}$  とから得られる第 2 電流よりも大きいかなかを判断する。

【 0 1 2 0 】

S 4 2 0 にて、最大電流値  $I_{chmax}$  が第 2 電流以下であると判断された場合には、充電器 5 0 からの出力電流が第 2 電流を越えることはないので、S 4 3 0 に移行して、上限充電電流  $I_{max}$  を第 2 電流に設定する。

【 0 1 2 1 】

そして、続く S 4 4 0 では、充電電圧特性として第 1 電圧特性を選択し、充電完了電圧  $V_{set}$  を、その選択した第 1 電圧特性と現在のセル温度  $T_{cell}$  とから得られる第 1 電圧に設定することで、充電完了電圧  $V_{set}$  を基準電圧よりも高くする。

【 0 1 2 2 】

これは、バッテリー 1 0 への充電電流が基準電流よりも小さい第 2 電流以下であり、充電電圧を基準電圧よりも高くしても、バッテリー 1 0 を劣化させることなく、バッテリー 1 0 を充電できるからである。

【 0 1 2 3 】

次に、S 4 2 0 にて、最大電流値  $I_{chmax}$  が第 2 電流よりも大きいと判断された場合には、充電器 5 0 から出力可能な電流値が第 2 電流から基準電流の間にあることから、S 4 5 0 に移行して、上限充電電流  $I_{max}$  を基準電流に設定する。

【 0 1 2 4 】

そして、続く S 4 6 0 では、充電電圧特性として基準電圧特性を選択し、充電完了電圧  $V_{set}$  を、その選択した基準電圧特性と現在のセル温度  $T_{cell}$  とから得られる基準電圧に設定する。

【 0 1 2 5 】

次に、S 4 1 0 にて、最小電流値  $I_{chmin}$  は基準電流よりも大きいと判断された場合には、S 4 8 0 に移行し、セル温度  $T_{cell}$  が常温領域 ( $T_2 \sim T_3$ ) 内にあり、且つ、バッテリー 1 0 の充電回数は第 2 閾値 (例えば、1 0 0 回) 以下であるかなかを判断する。

【 0 1 2 6 】

そして、S 4 8 0 にて、セル温度  $T_{cell}$  が常温領域 ( $T_2 \sim T_3$ ) 内で、充電回数が第 2 閾値以下であると判断された場合には、バッテリー 1 0 の劣化が進行しにくい温度範囲にあり、使用回数によるバッテリーの劣化進行度も少ないので、S 3 3 0 にて上限充電電流  $I_{max}$  を第 1 電流に設定し、S 3 4 0 にて充電完了電圧  $V_{set}$  を第 1 電圧に設定する。

【 0 1 2 7 】

一方、S 4 8 0 にて否定判定された場合には、S 4 9 0 に移行して、上限充電電流  $I_{max}$  を、基準電流よりも大きい第 1 電流に設定し、S 5 0 0 にて、充電完了電圧  $V_{set}$  を、基準電圧よりも低い第 2 電圧に設定する。

【 0 1 2 8 】

これは、充電器 5 0 からの出力可能電流を基準電流以下に抑えることができないためである。つまり、S 4 9 0、S 5 0 0 では、上限充電電流  $I_{max}$  を基準電流よりも大きい第 1 電流に設定した分、充電完了電圧  $V_{set}$  を基準電圧よりも低い第 2 電圧に設定することで、バッテリー 1 0 を劣化させることなく、バッテリー 1 0 を充電できるようにしている。

【 0 1 2 9 】

そして、上記のように、S 3 3 0、S 3 4 0、S 3 7 0 ~ S 3 9 0、S 4 3 0 ~ S 5 0 0 にて、上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を設定すると、S 4 0 0 に移行して、充電モードを充電モード 1 に設定し、S 1 9 0 にて、上限充電電流  $I_{max}$  を充電制御回路 7 0 に送信することで、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電を開始させる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 3 0 】

こうして、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電を開始させると（換言すれば、バッテリー 1 0 への充電中には）、バッテリー制御回路 3 0 は、図 5 A 及び図 5 B に示す手順で、上限値設定処理を実行する。

## 【 0 1 3 1 】

なお、図 5 A 及び図 5 B において、図 4 A 及び図 4 B に示す処理と同様の処理については、同じステップ番号が付与されている。このため、下記の説明では、図 4 A 及び図 4 B と同一ステップ番号の処理については、詳細な説明を省略する。

## 【 0 1 3 2 】

図 5 A に示すように、充電中の上限値設定処理では、まず S 5 1 0 にて、電圧検出回路 2 0 を介してバッテリー電圧  $V_B$  を測定すると共に、温度検出回路 2 2 を介してセル温度  $T_{cell}$ （バッテリー温度）を測定する。

10

## 【 0 1 3 3 】

次に、S 5 2 0 では、バッテリー電圧  $V_B$  が充電完了電圧  $V_{set}$  以上であるか否かを判断し、バッテリー電圧  $V_B$  が充電完了電圧  $V_{set}$  以上であれば、S 5 4 0 に移行する。

S 5 4 0 では、充電制御回路 7 0 に充電停止要求を送信することで、充電回路 6 2 からバッテリー 1 0 への充電を停止させる。また、続く S 5 5 0 では、充電制御回路 7 0 に LED 2 の点滅要求を送信し、当該上限値設定処理を終了する。この結果、充電制御回路 7 0 は、表示部 6 4 の LED 2 を点灯させることで、バッテリー 1 0 への充電が完了したことを使用者に通知する。

20

## 【 0 1 3 4 】

次に、S 5 2 0 にて、バッテリー電圧  $V_B$  が充電完了電圧  $V_{set}$  よりも低いと判定された場合には、バッテリー 1 0 への充電が完了していないので、S 5 3 0 に移行し、充電モードは、充電モード 1 に設定されているか否かを判断する。

## 【 0 1 3 5 】

そして、充電モードが充電モード 1 でない場合には、S 1 4 0 に移行し、セル温度  $T_{cell}$  が、充電モード 2 での充電が許可された、低温領域から高温領域までの温度範囲（ $T_1 \sim T_4$ ）内にあるか否かを判断する。

## 【 0 1 3 6 】

S 1 4 0 にて、セル温度  $T_{cell}$  がその温度範囲（ $T_1 \sim T_4$ ）内にないと判断された場合には、S 5 4 0 及び S 5 5 0 の処理を実行し、当該上限値設定処理を終了する。

30

また、S 1 4 0 にて、セル温度  $T_{cell}$  が、低温領域から高温領域までの温度範囲（ $T_1 \sim T_4$ ）内にあると判断された場合には、図 5 B の S 1 6 0 に移行する。

## 【 0 1 3 7 】

そして、図 4 B と同様、S 1 6 0 にて、上限充電電流  $I_{max}$  を第 2 電流に設定し、S 1 7 0 にて充電完了電圧  $V_{set}$  を第 2 電圧に設定した後、S 1 9 0 にて、上限充電電流  $I_{max}$  を充電制御回路 7 0 に送信し、S 5 1 0 に移行する。

## 【 0 1 3 8 】

次に、S 5 3 0 にて、充電モードが充電モード 1 であると判断された場合には、S 2 3 0 に移行し、その後、図 4 A、図 4 B に示した充電器接続時の上限値設定処理と略同様の手順で、上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を設定する。

40

## 【 0 1 3 9 】

そして、上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を設定すると、S 1 9 0 にて、上限充電電流  $I_{max}$  を充電制御回路 7 0 に送信し、S 5 1 0 に移行する。

なお、S 2 3 0 移行の処理で、図 4 A、図 4 B に示した上限値設定処理と異なる点は、次の通りである。

## 【 0 1 4 0 】

すなわち、充電中の上限値設定処理では、S 2 5 0 及び S 2 9 0 の処理を実行しない。

また、S 2 3 0 にて、セル温度  $T_{cell}$  が充電可能温度範囲（ $T_0 \sim T_5$ ）から外れていると判断された場合、或いは、S 2 6 0 又は S 3 1 0 にて、最小電流値  $I_{chmin}$  が第 1 電

50

流以上であると判断された場合には、S 5 4 0、S 5 5 0 の処理を実行した後、当該上限値設定処理を終了する。

【 0 1 4 1 】

以上説明したように、本実施形態の充電システムにおいては、バッテリー制御回路 3 0 の R O M 3 4 内に、充電電流特性として、基準電流特性と第 1 電流特性と第 2 電流特性との 3 種類の充電電流特性が記憶されている。また、R O M 3 4 内には、これら各充電電流特性に対応して、基準電圧特性と第 1 電圧特性と第 2 電圧特性との 3 種類の充電電圧特性も記憶されている。

【 0 1 4 2 】

そして、バッテリー制御回路 3 0 は、上限値設定処理を実行することで、充電器 5 0 から  
10  
の出力可能電流値（詳しくは、充電器 5 0 が出力可能な最小電流値  $I_{chmin}$  及び最大電流値  $I_{chmax}$  ）やバッテリー 1 0 の充電回数（換言すればバッテリー 1 0 の劣化状態）等に基づき、複数の充電電流特性及び充電電圧特性の中から、バッテリー 1 0 の充電に適した特性を選択し、上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を設定する（S 3 5 0 ~ S 5 0 0 ）

【 0 1 4 3 】

このため、本実施形態の充電システムによれば、充電器 5 0 やバッテリー 1 0 の状態に応じて、バッテリー 1 0 を充電するのに適した上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を設定することができる。

【 0 1 4 4 】

また、バッテリー制御回路 3 0 は、充電器 5 0 から出力可能電流値（最小電流値  $I_{chmin}$ 、最大電流値  $I_{chmax}$  ）を取得できないときには、バッテリー温度（セル温度  $T_{cell}$  ）が、低温領域、常温領域、高温領域の範囲内（ $T_1 \sim T_4$  ）にあることを条件として、上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を第 2 電流及び第 2 電圧に設定する（S 1 3 0、S 1 6 0、S 1 7 0 ）。

【 0 1 4 5 】

このため、バッテリー制御回路 3 0 は、充電器 5 0 から出力可能電流値が得られない場合であっても、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電を実施させることができる。

また、第 1 電流特性及び第 1 電圧特性には、バッテリー 1 0 への充電が可能な温度範囲として、基準電流特性若しくは基準電圧特性の温度範囲よりも広い拡張領域が設定されている。

【 0 1 4 6 】

このため、セル温度  $T_{cell}$ （バッテリー温度）が拡張領域にある場合に、第 1 電流特性及び第 1 電圧特性を選択して、上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を設定することで、バッテリー 1 0 への充電可能温度範囲を広げることができる。

【 0 1 4 7 】

また、拡張領域で、上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  として、第 1 電流及び第 1 電圧を選択することにより、バッテリー 1 0 への低速充電を実施するときには、表示部 6 4 を通常充電時とは異なる表示状態（L E D 1、L E D 3 の点灯）にする。

【 0 1 4 8 】

このため、使用者は、表示部 6 4 の表示状態から、バッテリー 1 0 の充電に時間がかかることを検知でき、低速充電を行うことによって使用者に違和感を与えるのを防止できる。

また、セル温度  $T_{cell}$ （バッテリー温度）が、充電電流特性及び充電電圧特性で規定される低温領域、常温領域、高温領域、及び拡張領域の何れかにあるとき、各温度領域で充電を開始するか否かは、各温度領域での第 1 電流と充電器 5 0 から出力可能な最小電流値  $I_{chmin}$  とに基づき判定される（S 2 2 0 ~ S 3 2 0 ）。

【 0 1 4 9 】

従って、充電器 5 0 によりバッテリー 1 0 への充電を開始可能な温度範囲は、この判定動作により、充電器 5 0 から出力可能な最小電流値  $I_{chmin}$  が第 1 電流よりも小さいことを条件として決定されることになる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 5 0 】

よって、本実施形態の充電システムによれば、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電開始直後に充電電流が上限値を超えてしまい、バッテリー 1 0 を劣化させてしまうことを防止できる。

## 【 0 1 5 1 】

なお、本実施形態においては、温度検出回路 2 2 が、本発明の温度検出部に相当し、ROM 3 4 が、本発明の記憶部に相当し、上限値設定処理を実行するバッテリー制御回路 3 0 が、本発明の上限値設定部に相当する。

## 【 0 1 5 2 】

また、上限値設定処理の内、充電器 5 0 から出力可能な最小電流値  $I_{chmin}$  が第 1 電流以上であるときに充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電を禁止する処理 ( S 2 6 0、S 2 7 0、S 2 9 0 ~ S 3 1 0、S 5 4 0 等 ) は、本発明の第 1 の充電禁止部として機能する。

10

## 【 0 1 5 3 】

また、上限値設定処理の内、充電器接続時に、充電器 5 0 から出力可能な最小電流値  $I_{chmin}$  と第 1 電流とに基づきバッテリー 1 0 への充電開始温度範囲を決定する処理 ( S 2 2 0 ~ S 3 2 0 ) は、本発明の充電開始温度決定部として機能する。

## 【 0 1 5 4 】

また、上限値設定処理の内、充電器 5 0 から出力可能電流値を取得できないときにバッテリー 1 0 への充電を実施させる処理 ( S 1 1 0 ~ S 1 3 0、S 1 6 0、S 1 7 0 ) は、本発明の充電許可部として機能する。

20

## [ 変形例 ]

本実施形態では、充電器 5 0 から出力可能電流値 ( 最小電流値  $I_{chmin}$ 、最大電流値  $I_{chmax}$  ) を取得できないとき、セル温度  $T_{cell}$  が所定の温度範囲内 (  $T_1 \sim T_4$  ) にあれば、上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を第 2 電流及び第 2 電圧に設定して、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電を実施させる。

## 【 0 1 5 5 】

しかし、充電器 5 0 から出力可能電流値 ( 最小電流値  $I_{chmin}$ 、最大電流値  $I_{chmax}$  ) を取得できないときには、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電を禁止するようにしてもよい。

30

## 【 0 1 5 6 】

そして、このためには、バッテリー制御回路 3 0 において、充電器接続時の上限値設定処理を図 6 A、図 6 B に示すように実行し、充電中の上限値設定処理を図 7 に示すように実行するよう構成すればよい。

## 【 0 1 5 7 】

すなわち、充電時接続時の上限値設定処理では、図 6 A、図 6 B に示すように、S 1 1 0 にて、充電器 5 0 から出力電流の通信要求がないと判断されると、充電器 5 0 から出力可能電流を取得できないので、そのまま S 2 7 0 に移行し、図 4 A、図 4 B に示した S 1 2 0 ~ S 1 8 0 の処理を実行しないようにする。

## 【 0 1 5 8 】

また、この場合、充電モードを設定する必要がないので、S 4 0 0 の処理も実行しないようにする。

40

また、充電中の上限値設定処理では、図 7 に示すように、充電モードの判定、及び、充電モード 2 の場合にセル温度  $T_{cell}$  の判定を行う、図 5 A に示した S 5 3 0 及び S 1 3 0 の処理を実行しないようにする。

## 【 0 1 5 9 】

なお、図 7 は、図 5 A に示す上限値設定処理に対応し、処理の後半部分が省略されているが、この後半部分は、図 6 B に示した充電時接続時の上限値設定処理と同様に実行すればよい。

## 【 0 1 6 0 】

50

そして、このようにしても、本発明の所期の目的を達成することができる。

なお、この変形例では、S 1 1 0 及び S 2 7 0 の処理が、本発明の第 2 の充電禁止部として機能する。

#### [ 第 2 実施形態 ]

第 1 実施形態では、バッテリー制御回路 3 0 は、充電器 5 0 から出力可能電流値（最小電流値  $I_{chmin}$ 、最大電流値  $I_{chmax}$ ）を取得し、その電流値を用いて、上限充電電流  $I_{max}$  及び充電完了電圧  $V_{set}$  を設定するものとして説明したが、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 へ実際に供給される実充電電流を用いて、充電完了電圧  $V_{set}$  を設定するようにしてもよい。

#### 【 0 1 6 1 】

そこで、本発明の第 2 実施形態として、実充電電流を用いて充電完了電圧  $V_{set}$  を設定する場合にバッテリー制御回路 3 0 にて実行される上限値設定処理を、図 8 及び図 9 を用いて説明する。

#### 【 0 1 6 2 】

図 8 に示すように、充電器接続時に実行される上限値設定処理では、まず S 6 1 0 にて、温度検出回路 2 2 を介してセル温度  $T_{cell}$ （バッテリー温度）を測定する。

そして、続く S 6 2 0 では、セル温度  $T_{cell}$  が、常温領域の温度範囲（ $T_2 \sim T_3$ ）内にあるか否かを判断し、セル温度  $T_{cell}$  が、その温度範囲内になれば、S 6 3 0 に移行して、充電制御回路 7 0 に LED 1 の点滅要求を送信し、再度 S 6 1 0 に移行する。

#### 【 0 1 6 3 】

なお、S 6 3 0 にて LED 1 の点滅要求を送信すると、充電制御回路 7 0 は、バッテリー 1 0 への充電を待機する待機状態となり、表示部 6 4 の LED 1 を点滅させることで、その旨を使用者に通知する。

#### 【 0 1 6 4 】

次に、S 6 2 0 にて、セル温度  $T_{cell}$  は、常温領域の温度範囲（ $T_2 \sim T_3$ ）内にあると判断されると、S 6 4 0 に移行し、充電制御回路 7 0 に LED 1 の点灯要求を送信する。すると、充電制御回路 7 0 は、表示部 6 4 の LED 1 を点灯させることで、使用者に、バッテリー 1 0 の通常充電を開始することを通知する。

#### 【 0 1 6 5 】

そして、充電制御回路 7 0 に LED 1 の点灯要求を送信した後は、S 6 5 0 に移行し、充電完了電圧  $V_{set}$  を、現在のセル温度  $T_{cell}$  と第 2 電圧特性とから得られる第 2 電圧に設定し、その第 2 電圧を充電制御回路 7 0 に送信することで、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電を開始させる。

#### 【 0 1 6 6 】

なお、このように、セル温度  $T_{cell}$  が、常温領域（ $T_2 \sim T_3$ ）内にあるときに、第 2 電圧を充電完了電圧  $V_{set}$  として設定して、充電を開始させるのは、充電器接続時には、実充電電流を検出することができないからである。

#### 【 0 1 6 7 】

つまり、セル温度  $T_{cell}$  が常温領域（ $T_2 \sim T_3$ ）内にあるときは、第 1 電流が最も高い温度領域であり、充電器 5 0 の出力電流は常温領域の第 1 電流を超えないように予め設計しておくことで、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 に供給される充電電流が上限電流に達することを防止できる。そこで、本実施形態では、充電開始温度を常温領域（ $T_2 \sim T_3$ ）内に制限することで、バッテリー 1 0 への充電をより安全に実施できるようにしている。

#### 【 0 1 6 8 】

次に、充電中に実行される上限値設定処理では、図 9 に示すように、S 7 1 0 にて、電圧検出回路 2 0 及び温度検出回路 2 2 を介してバッテリー電圧  $V_B$  及びセル温度  $T_{cell}$  を測定すると共に、電流検出回路 2 4 を介して、現在実際に流れている充電電流  $I_{now}$ （実充電電流）を測定する。

#### 【 0 1 6 9 】

そして、続く S 7 2 0 では、バッテリー電圧  $V_B$  が充電完了電圧  $V_{set}$  に達しているか、

10

20

30

40

50

或いは、充電電流  $I_{now}$  が第 1 電流よりも大きいかな否かを判断する。なお、第 1 電流は、現在のセル温度  $T_{cell}$  に基づき第 1 電流特性から取得した電流値である。

【 0 1 7 0 】

S 7 2 0 にて、バッテリー電圧  $V_B$  が充電完了電圧  $V_{set}$  に達している、或いは、充電電流  $I_{now}$  が第 1 電流よりも大きい、と判断されると、S 7 3 0 に移行して、充電制御回路 7 0 に充電停止要求を送信することで、充電回路 6 2 からバッテリー 1 0 への充電を停止させる。

【 0 1 7 1 】

また、続く S 7 4 0 では、充電制御回路 7 0 に LED 2 の点灯要求を送信し、当該上限値設定処理を終了する。この結果、充電制御回路 7 0 は、表示部 6 4 の LED 2 を点灯させることで、バッテリー 1 0 への充電が完了したことを使用者に通知する。

10

【 0 1 7 2 】

次に、S 7 2 0 にて、バッテリー電圧  $V_B$  は充電完了電圧  $V_{set}$  よりも低く、しかも、充電電流  $I_{now}$  は第 1 電流以下であると判断された場合には、S 7 5 0 に移行する。

そして、S 7 5 0 では、セル温度  $T_{cell}$  は、低温側拡張領域 ( $T_0 \sim T_1$ ) の最低温度  $T_0$  よりも低いか、或いは、高温側拡張領域 ( $T_4 \sim T_5$ ) の最高温度  $T_5$  よりも高いか、を判断する。

【 0 1 7 3 】

つまり、S 7 5 0 では、セル温度  $T_{cell}$  は、第 1 電圧特性及び第 1 電流特性に対応した充電可能温度範囲 ( $T_0 \sim T_5$ ) から外れているかな否かを判断する。

20

そして、セル温度  $T_{cell}$  がその温度範囲 ( $T_0 \sim T_5$ ) 内になければ、S 7 3 0 に移行して、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 への充電を停止させる。

【 0 1 7 4 】

また、セル温度  $T_{cell}$  がその温度範囲 ( $T_0 \sim T_5$ ) 内であれば、S 7 6 0 に移行して、セル温度  $T_{cell}$  が、低温領域の最低温度  $T_1$  よりも低いか、或いは、高温領域の最高温度  $T_4$  よりも高いかを判断する。

【 0 1 7 5 】

つまり、S 7 6 0 では、セル温度  $T_{cell}$  が、低温領域から高温領域までの温度範囲 ( $T_1 \sim T_4$ ) から外れているかな否かを判断する。

そして、セル温度  $T_{cell}$  が、その温度範囲 ( $T_1 \sim T_4$ ) 外にあると判断された場合 (つまり、セル温度  $T_{cell}$  が低温側拡張領域 ( $T_0 \sim T_1$ ) 若しくは高温側の拡張領域 ( $T_4 \sim T_5$ ) 内にある場合) には、S 7 8 0 に移行して、充電電流  $I_{now}$  は、第 2 電流特性から得られる第 2 電流よりも小さいかな否かを判断する。

30

【 0 1 7 6 】

S 7 8 0 にて、充電電流  $I_{now}$  は第 2 電流よりも小さいと判断された場合、或いは、S 7 6 0 にて、セル温度  $T_{cell}$  が、上記温度範囲 ( $T_1 \sim T_4$ ) 内にあると判断された場合には、S 7 7 0 に移行し、充電完了電圧  $V_{set}$  を第 1 電圧特性から得られる第 1 電圧に設定し、S 7 1 0 に移行する。

【 0 1 7 7 】

一方、S 7 8 0 にて、充電電流  $I_{now}$  は第 2 電流以下であると判断された場合には、続く S 7 9 0 にて、充電電流  $I_{now}$  は、基準電流特性から得られる基準電流よりも小さいかな否かを判断する。

40

【 0 1 7 8 】

そして、充電電流  $I_{now}$  が基準電流よりも小さい場合には、S 8 0 0 にて、充電完了電圧  $V_{set}$  を、基準電圧特性から得られる基準電圧に設定し、S 7 1 0 に移行する。

また、充電電流  $I_{now}$  が基準電流以上である場合には、充電完了電圧  $V_{set}$  を、第 2 電圧特性から得られる第 2 電圧に設定し、S 7 1 0 に移行する。

【 0 1 7 9 】

このように、本実施形態では、充電器 5 0 からバッテリー 1 0 へ実際に供給される充電電流  $I_{now}$  を測定し、その電流値に基づき、充電完了電圧  $V_{set}$  を第 1 電圧、基準電圧、及

50

び、第 2 電圧の何れかに設定する。

【 0 1 8 0 】

このため、本実施形態の充電システムにおいては、充電器 5 0 が実際に出力することのできる充電電流  $I_{now}$  に応じて、充電完了電圧  $V_{set}$  を設定することができる。よって、本実施形態においても、第 1 実施形態と同様、充電器 5 0 の能力に応じて、バッテリー 1 0 を劣化させることなく、バッテリー 1 0 を充電することができる。

[ 第 3 実施形態 ]

第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、本発明の上限値設定部としての機能を、バッテリーパック 2 内のバッテリー制御回路 3 0 にて実現するものとして説明したが、上限値設定部としての機能は、充電器 5 0 の充電制御回路 7 0 により実現するようにしてもよい。

10

【 0 1 8 1 】

そこで、本発明の第 3 実施形態として、充電器 5 0 の充電制御回路 7 0 にて上限値設定部としての機能を実現する場合のシステム構成、及び、充電制御回路 7 0 にて実行すべき上限値設定処理について説明する。

【 0 1 8 2 】

図 1 0 に示すように、充電制御回路 7 0 にて、上限値設定部としての機能を実現する場合、バッテリーパック 2 内にバッテリー制御回路 3 0 を設ける必要はない。

そして、セル温度  $T_{cell}$  を検出するための温度検出回路 2 2 からの検出信号や、バッテリー 1 0 のセル間の電位を、バッテリーパック 2 の端子 4 2 ~ 4 6 及び充電器 5 0 の端子 8 2 ~ 8 6 を介して、充電制御回路 7 0 に入力できるようにする。

20

【 0 1 8 3 】

また、電流検出回路 2 4 は、充電器 5 0 側に設け、電流検出信号を、充電制御回路 7 0 に入力するように構成する。

また、図 3 に示した充電電圧特性及び充電電流特性は、バッテリー 1 0 固有の特性であることから、バッテリーパック 2 には、これら各特性を記憶した不揮発性メモリ 4 0 を設ける。

【 0 1 8 4 】

そして、バッテリーパック 2 が充電器 5 0 に装着された際には、充電制御回路 7 0 が、バッテリーパック 2 側の端子 4 8 及び充電器 5 0 側の端子 8 8 を介して、不揮発性メモリ 4 0 に接続されて、不揮発性メモリ 4 0 から上記各特性データを読み込むことができるようにする。

30

【 0 1 8 5 】

なお、不揮発性メモリ 4 0 には、充電回数を記憶しておき、充電器 5 0 がバッテリー 1 0 を充電したときには、充電制御回路 7 0 が、不揮発性メモリ 4 0 内の充電回数を更新するようにするとよい。

【 0 1 8 6 】

次に、充電制御回路 7 0 にて実行すべき上限値設定処理は、基本的には、第 1 実施形態の変形例にて、図 6 A、図 6 B 及び図 7 を用いて説明した上限値設定処理と同様の手順で実行するようにすればよい。

【 0 1 8 7 】

但し、図 6 A に示す充電器接続時の上限値設定処理は、図 1 1 に示すように、充電器 5 0 にバッテリーパック 2 が接続されたとき（バッテリー接続時）に、充電制御回路 7 0 が開始するようにする。

40

【 0 1 8 8 】

また、充電制御回路 7 0 が上限値設定処理を実行する場合、出力可能電流は、充電制御回路 7 0 内の ROM 7 4 に記憶されているため、図 6 A に示す S 1 1 0 の判定処理は不要である。

【 0 1 8 9 】

そして、図 1 1 に示すように、バッテリー接続時に充電制御回路 7 0 が上限値設定処理を開始したときには、S 9 1 0 にて、セル温度  $T_{cell}$ （バッテリー温度）を測定し、続く S 9

50

20にて、バッテリーパック2の不揮発性メモリ40から、第1充電電流特性を取得した後、S230～S320の処理を実行するようにすればよい。

【0190】

そして、このように、充電器50の充電制御回路70にて、上限値設定処理を実行するようにしても、第1実施形態若しくは第2実施形態と同様の効果を得ることができる。

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内にて、種々の態様をとることができる。

【0191】

例えば、上記各実施形態では、充電電圧特性から得られる充電電圧の上限値は、バッテリー10への充電完了を判定するための充電完了電圧として利用するものとしたが、充電電圧特性から得られる充電電圧の上限値は、バッテリー電圧の異常を判定するための異常判定電圧、定電流定電圧(CCCV: Constant Current - Constant Voltage)充電を行う際のCV値、及び、充電時の目標充電電圧値の少なくとも一つを設定するのに用いるようにしてもよい。

【0192】

また、上記実施形態の説明では、バッテリー制御回路30が充電器50から出力可能電流値を取得する際には、充電制御回路70との間で通信を行い、充電制御回路70がバッテリーパック2から充電電流特性及び充電電圧特性を取得する際には、バッテリーパック2内の不揮発性メモリ40からデータを読み取るものとして説明した。

【0193】

しかし、これらの情報は、例えば、充電器50やバッテリーパック2に、これらの特性を特定し得る識別情報を付与しておき、バッテリー制御回路30若しくは充電制御回路70が、その識別情報を読み取ることで、充電器50の出力可能電流値やバッテリー10の充電電流特性及び充電電圧特性を、予め記憶された複数の情報の中から選択するようにしてもよい。

【0194】

なお、識別情報としては、バーコードや2次元コード等の光学的に読み取り可能な情報であってもよく、或いは、抵抗値等の電気的特性を検出することで識別し得る電気的情報であってもよい。

【0195】

一方、本発明は、バッテリー10を充電する際に選択可能な複数の充電電流特性及び充電電圧特性を用意しておき、充電器50から出力可能な充電電流(特にその最小値)等に基づき充電電流特性及び充電電圧特性を選択して、充電電流及び充電電圧の上限値を設定するものとした。

【0196】

しかし、例えば、図4Aに示すS230～S320の処理のように、従来に比べて充電可能な温度領域を拡張した第1電流特性及び第1電圧特性のような充電電流特性及び充電電圧特性を用意しておき、充電器50から出力可能な最小電流値と充電電流特性とを用いて、充電電流の最小値が規定電流を超えることのない温度範囲を、充電開始温度範囲として設定するようにするだけでもよい。

【0197】

このようにすれば、充電器50の能力に応じて、バッテリー10への充電を実施する温度範囲を変化させることができることになり、従来に比べ、バッテリー10を充電し得る温度範囲を拡大することができる。

【0198】

この場合、充電制御装置は、充電器が出力可能な最小電流値に応じて、充電を許可する温度領域を決めるように構成すればよい。

具体的には、充電電流特性にて規定される規定電流値に比べ、充電器から出力可能な最小電流値が低い場合に、充電を許可する温度領域を広げるようにする。

【0199】

10

20

30

40

50

こうすることで、充電によるバッテリーの劣化を抑えて、充電の信頼性を高めつつ、充電可能温度範囲を広げることができ、充電システムの利便性を向上できる。

つまり、電動工具用バッテリーは、急速で充電することが求められており、およそ1～2時間で充電できるような温度を、許可温度( $T_1 \sim T_4$ )とすることが一般的であった。

【0200】

しかし、これでは、許可温度よりも低い温度(例えば、 $0^\circ\text{C}$ 以下)でバッテリーを充電することができないことから、許可温度範囲を広げることが求められている。

この要望に対し、許可温度範囲を広げると、充電器の種類によっては、許可温度内の低温側若しくは高温側にて、バッテリーへの充電可能領域(電流、電圧)を超えて充電してしまうことがある。

【0201】

これに対し、上記のように、充電器が出力可能な最小電流値に応じて、充電を許可する温度領域を決めるようにすれば、既存の充電器を利用して、その充電器でバッテリーへの充電を正常に実施し得る最も広い許可温度範囲を設定できるようになる。

【0202】

なお、この場合、例えば、図3の第1電流特性において、 $T_1$ を第1基準最低温度、 $T_1$ から $T_2$ までの温度範囲内の電流値を基準最低電流値、第1基準最低温度 $T_1$ よりも低い温度領域( $T_0 \sim T_1$ )での電流値を第1最低充電電流値、とすると、次のように温度範囲を設定するとよい。

【0203】

つまり、この場合、充電器が出力可能な最小電流値が、基準最低電流値及び第1最低充電電流値よりも低いときに、バッテリー温度が、第1基準最低温度 $T_1$ よりも低い第1最低温度 $T_0$ 以上であれば、充電を許可するようになるとよい。

【0204】

また、例えば、図3の第1電流特性において、 $T_4$ を第1基準最高温度、 $T_3$ から $T_4$ までの温度範囲内の電流値を基準最低電流値、第1基準最高温度 $T_4$ よりも高い温度領域( $T_4 \sim T_5$ )での電流値を第2最低充電電流値、とすると、次のように温度範囲を設定するとよい。

【0205】

つまり、この場合、充電器から出力可能な最小電流値が、基準最低電流値及び第2最低充電電流値よりも低いときに、バッテリー温度が、第1基準最高温度 $T_4$ よりも高い第2最高温度 $T_5$ 以下であれば、充電を許可するようになるとよい。

【0206】

一方、充電電流特性にて規定される規定電流値に比べ、充電器から出力可能な最小電流値が高い場合に、充電を許可する温度領域を狭くするにしてもよい。このようにすれば、充電器から出力可能な最小電流値が高く、充電を許可できない温度範囲が存在し、使用不可能であった充電器であっても、充電を許可する温度範囲を狭くすることで、充電の信頼性を高めつつ、充電器を使用可能とすることができる。

【0207】

例えば、従来よりも高容量に特化したリチウムイオン電池を使う場合、高容量に特化した分、充電電流を下げないと寿命を確保することができない。そのような高容量に特化した電池に対して、今までは許可温度は同じだったため使えなかった充電器が、許可温度を最小電流値に応じて変えることで使えるようになる。

【0208】

なお、この場合、例えば、図3の第1電流特性において、 $T_2$ を第2基準最低温度、 $T_1$ から $T_2$ までの温度範囲内の電流値を基準最低電流値、第2基準最低温度 $T_2$ よりも高い温度領域( $T_2 \sim T_3$ )での電流値を第3最低充電電流値、とすると、次のように温度範囲を設定するとよい。

【0209】

つまり、この場合、充電器から出力可能な最小電流値が、基準最低電流値よりも大きく

10

20

30

40

50

、且つ、第3最低充電電流値よりも低いときに、バッテリー温度が、第1基準最低温度 $T_1$ よりも高い第2基準最低温度 $T_2$ 以上であれば、充電を許可（換言すれば、第2基準最低温度 $T_2$ 未満で充電を禁止）するようにするとよい。

【0210】

また、例えば、図3の第1電流特性において、 $T_3$ を第2基準最高温度、 $T_3$ から $T_4$ までの温度範囲内の電流値を基準最低電流値、第2基準最高温度 $T_3$ よりも低い温度領域（ $T_2 \sim T_3$ ）での電流値を第4最低充電電流値、とすると、次のように温度範囲を設定するとよい。

【0211】

つまり、この場合、充電器から出力可能な最小電流値が、基準最低電流値よりも大きく、且つ、第4最低充電電流値よりも低いときに、バッテリー温度が、第1基準最高温度 $T_4$ よりも低い第2基準最高温度 $T_3$ 以下であれば、充電を許可（換言すれば、第2基準最高温度 $T_3$ よりも高いときに充電を禁止）するようにするとよい。

【0212】

一方、上記のように、充電器から出力可能な最小電流値に基づき、充電を許可する温度を設定するに当たって、充電器から最小電流値を取得できないことも考えられる。この場合、例えば、最小電流値を取得できない充電器の中で、最も高い最小電流値を予め記憶しておき、その最小電流値に基づき、充電を許可する温度を設定するようにすれば、最小電流値を取得できない充電器を使って、バッテリーを安全に充電できるようになる。

【0213】

つまり、例えば、過去に製造された充電器を使って、従来よりも高容量に特化したリチウムイオン電池を充電する場合には、その充電器から最小電流値を取得できないことが考えられる。しかし、充電器の製造会社では、過去に製造した充電器の最小電流値を把握しているため、過去に製造された各種充電器の最小電流値は取得できる。

【0214】

そこで、その取得した各種充電器の最小電流値の中から、最も安全にバッテリーを充電し得る最小電流値（つまり、最も高い最小電流値）を予め記憶しておき、充電器から最小電流値を取得できないときには、その記憶した最小電流値を使って温度範囲を設定するようにするのである。

【0215】

そして、このようにすれば、バッテリーへの充電に用いる充電器が、最小電流値を出力できない充電器である場合にも、信頼性を損なうことなく、バッテリーへの充電を実施することが可能となる。

【符号の説明】

【0216】

2 ... バッテリーパック、3 ... 装着部、4 ... 端子部、10 ... バッテリー、20 ... 電圧検出回路、22 ... 温度検出回路、24 ... 電流検出回路、26 ... レギュレータ、28 ... 充電器検出回路、30 ... バッテリー制御回路、34 ... ROM、40 ... 不揮発性メモリ、50 ... 充電器、52 ... 装着部、53 ... 端子部、54 ... 電源コード、62 ... 充電回路、64 ... 表示部、64 ... 充電制御回路、70 ... 充電制御回路。

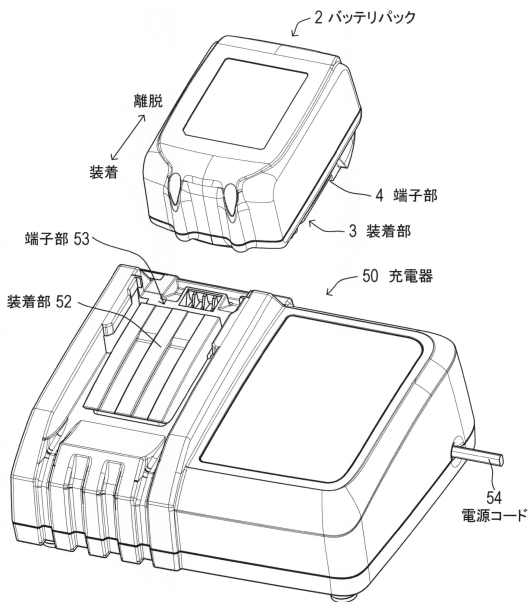
10

20

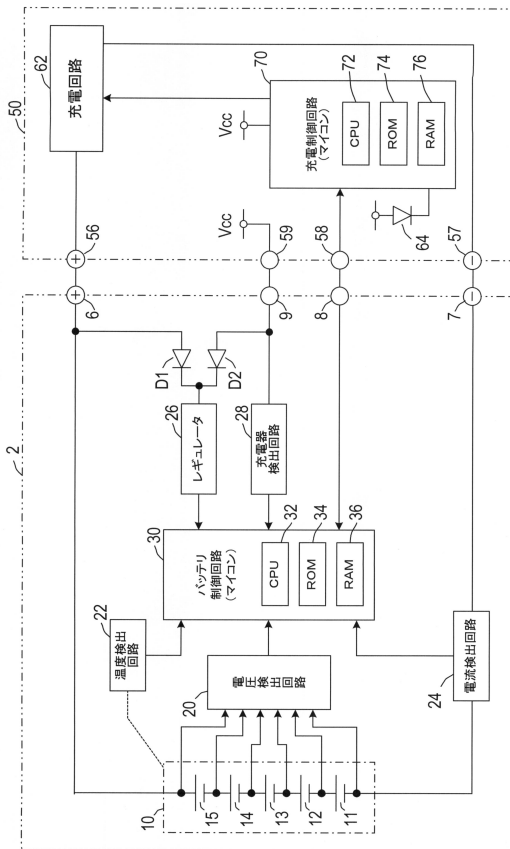
30

40

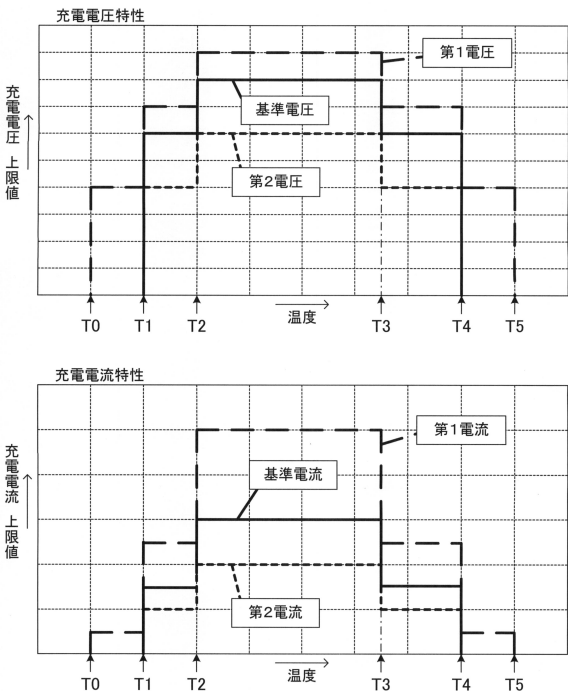
【図1】



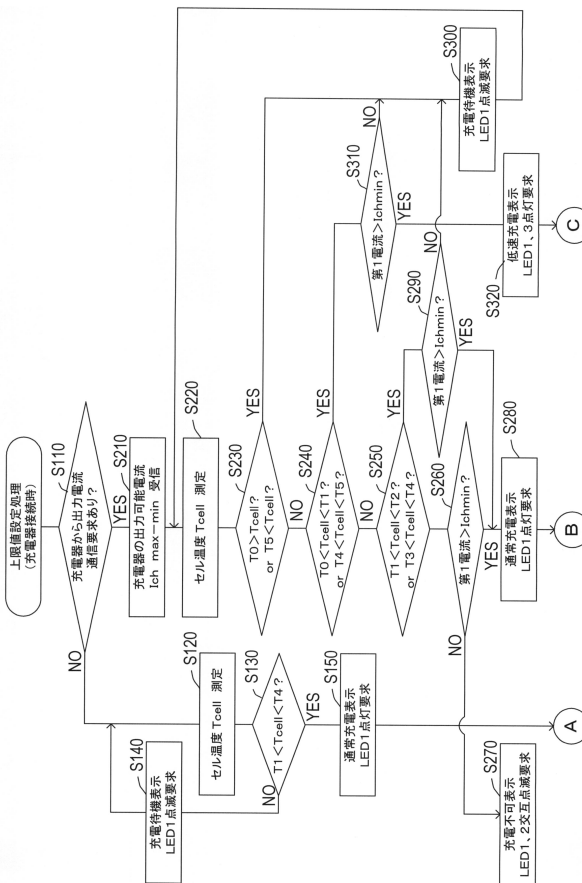
【図2】



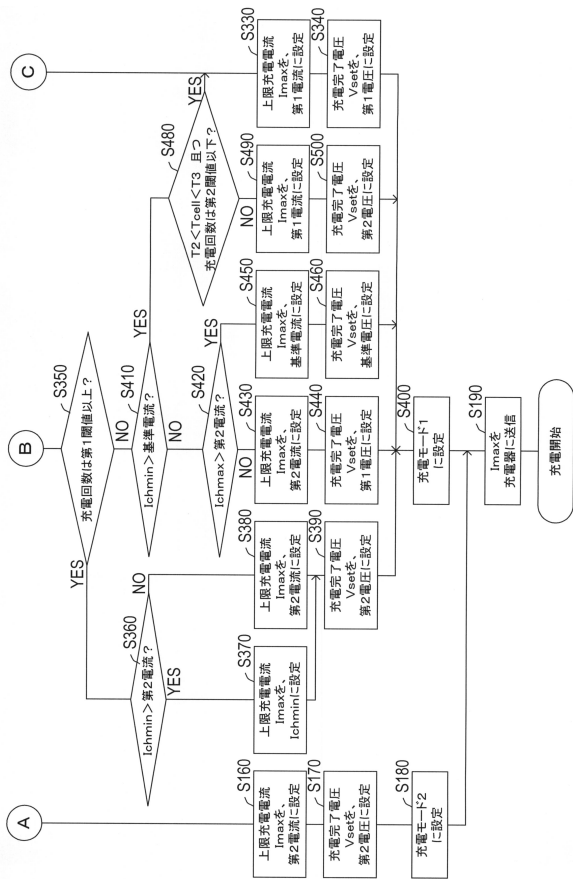
【図3】



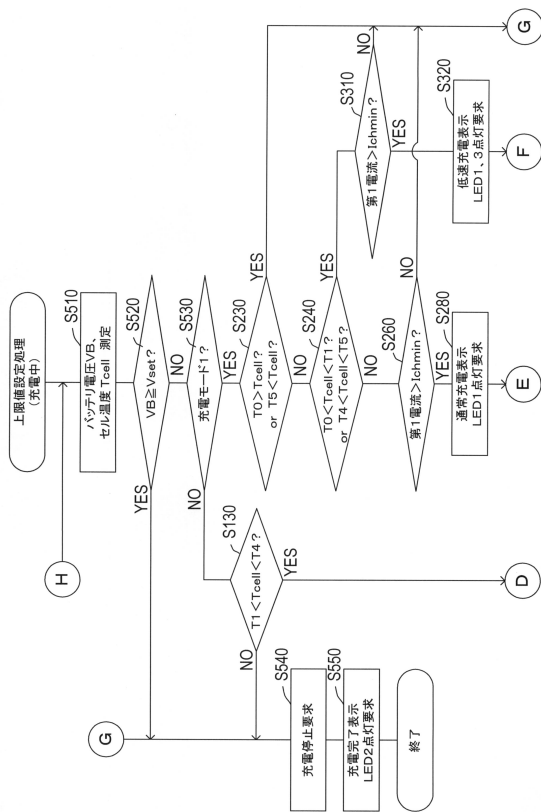
【図4A】



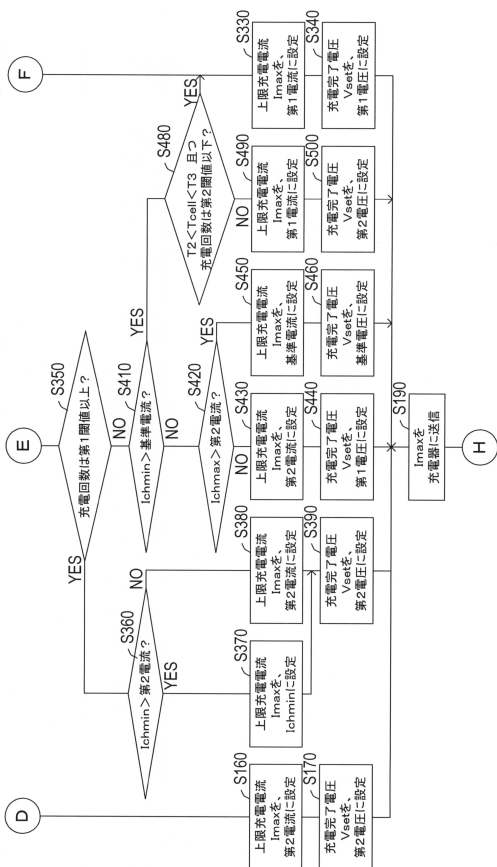
【図4B】



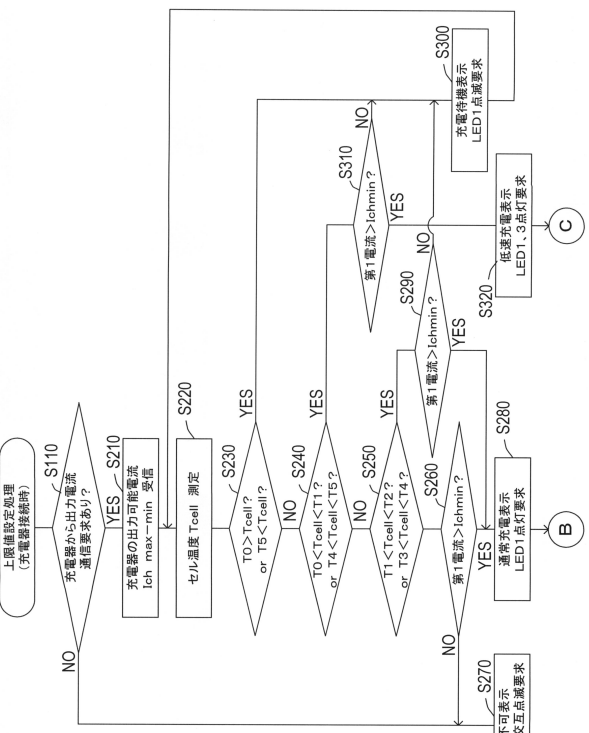
【図5A】



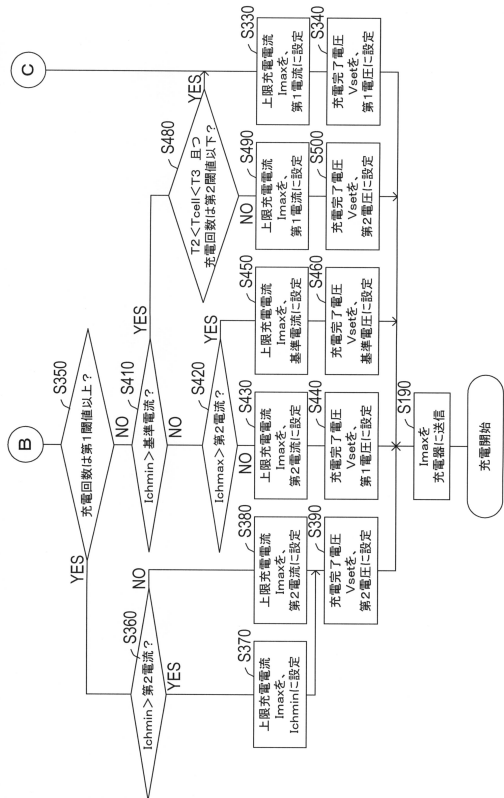
【図5B】



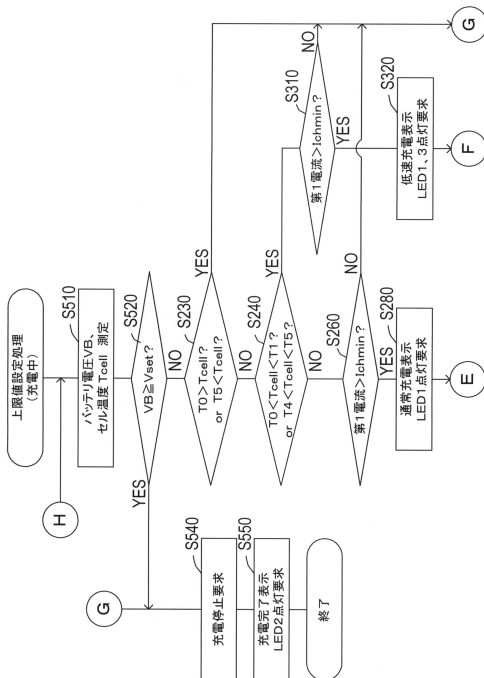
【図6A】



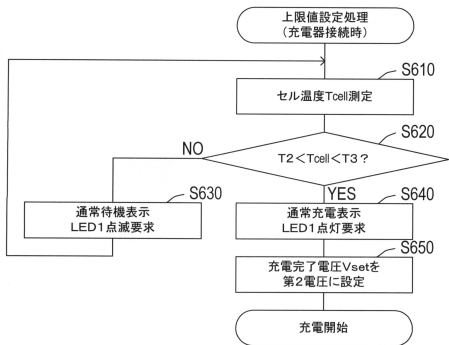
【図6B】



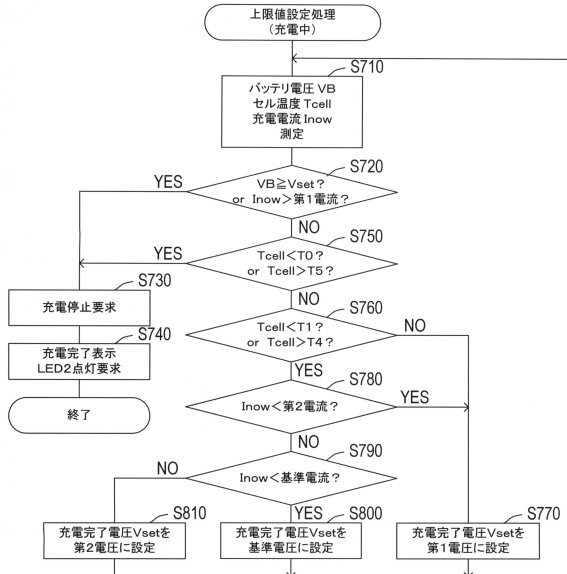
【図7】



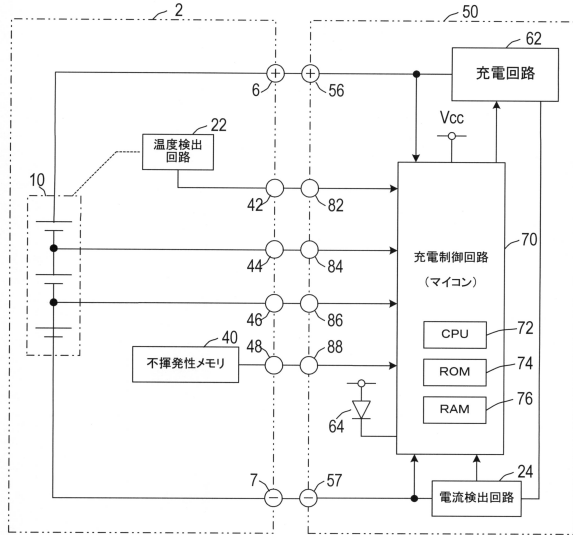
【図8】



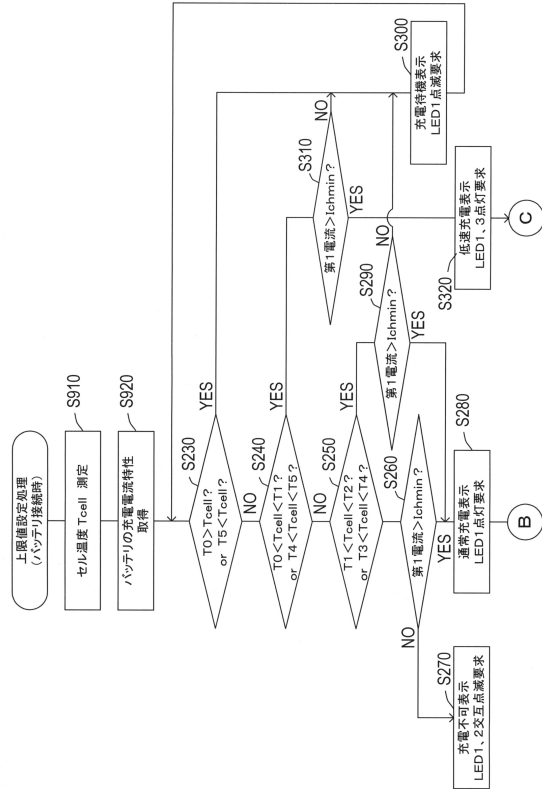
【図9】



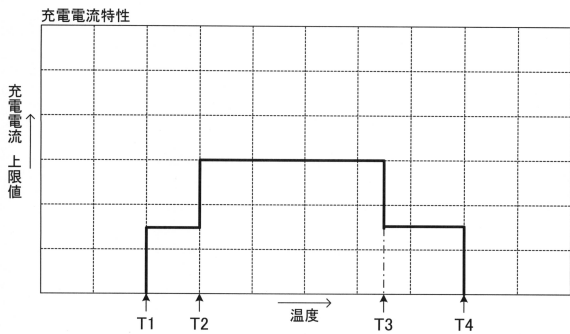
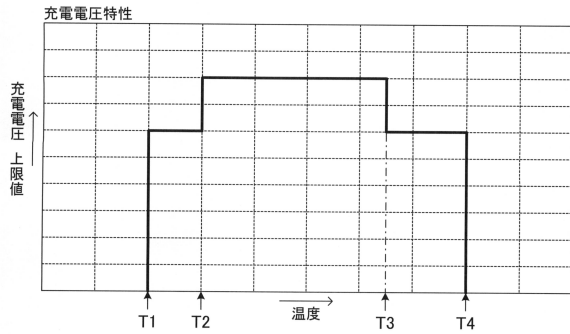
【図10】



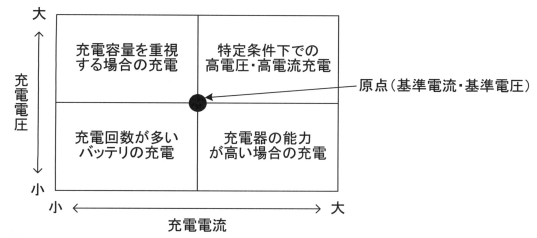
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

審査官 坂東 博司

- (56)参考文献 特開平10 - 174303 (JP, A)  
特開2010 - 040499 (JP, A)  
特開2001 - 136673 (JP, A)  
特開2011 - 045224 (JP, A)  
特開2013 - 153614 (JP, A)  
米国特許出願公開第2010 / 0007310 (US, A1)  
米国特許出願公開第2011 / 0043166 (US, A1)  
米国特許出願公開第2013 / 0181683 (US, A1)  
米国特許第06275009 (US, B1)  
特開2004 - 191193 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/10