

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-68571

(P2010-68571A)

(43) 公開日 平成22年3月25日(2010.3.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 7/10 (2006.01)	H02J 7/10 B	5G503
	H02J 7/10 H	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-230477 (P2008-230477)	(71) 出願人	000005094
(22) 出願日	平成20年9月9日 (2008.9.9)		日立工機株式会社
			東京都港区港南二丁目15番1号
		(74) 代理人	100094983
			弁理士 北澤 一浩
		(74) 代理人	100095946
			弁理士 小泉 伸
		(74) 代理人	100099829
			弁理士 市川 朗子
		(74) 代理人	100135356
			弁理士 若林 邦彦
		(72) 発明者	荒舘 卓央
			茨城県ひたちなか市武田1060番地 日
			立工機株式会社内

最終頁に続く

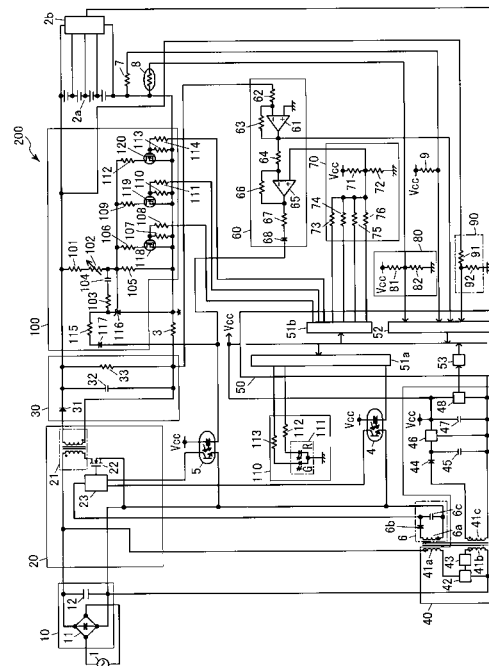
(54) 【発明の名称】 充電装置

(57) 【要約】

【課題】 安全かつ確実に容量を確保できる充電装置を提供する。

【解決手段】 複数のセル電池からなるリチウムイオン電池を、定電流・定電圧制御で充電するが、少なくとも1つのセル電圧が過電圧値に達した場合には、基準となる充電電流を下げる切替動作を行うことにより一時的に過電圧を回避し、充電を継続する。切替動作を所定回数繰り返すか、充電電流が、基準となる充電電流に応じて設定された終止電流以下に低下した場合には、充電を終了する。このような動作により、過電圧による発煙・発火などを防止すると共に、十分な電池の容量を確保することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

充電電圧を制御する充電電圧制御手段と、充電電流を制御する充電電流制御手段と、充電電流を設定するための充電電流設定手段と、セル毎の電池電圧を検出するセル電圧検出手段と、を有し、定電圧・定電流制御で充電を行う充電装置であって、

前記充電電流設定手段が前記充電電流を第1の電流値に設定して充電を行っている場合に、前記セル電圧検出手段において、複数のセルの中の少なくとも一つのセル電圧が、過電圧であると判別する所定電圧値以上の電圧であることが検出された場合は、前記充電電流を第1の電流値よりも低い第2の電流値に切り替える切替動作を行う充電電流切替手段をさらに有することを特徴とする充電装置。

10

【請求項2】

前記充電電流切替手段が、前記切替動作を所定回数以上繰り返した場合は、充電を停止することを特徴とする請求項1に記載の充電装置。

【請求項3】

定電圧制御時に前記充電電流が所定電流値以下に達した時に満充電と判別する満充電判別手段と、

前記所定電流値を前記充電電流設定手段が設定した前記充電電流毎に設定する終止電流設定手段と、
をさらに有し、

前記満充電判別手段が満充電と判別すると、充電を停止することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の充電装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、2次電池を充電する充電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電動工具において、コードレス工具を駆動する電池は、高容量化、軽量化が要望されている。この要望に応えるため、出力密度の高いリチウムイオン電池を採用する場合がある。リチウムイオン電池においては、定電流・定電圧制御によって充電を行うのが主流である。満充電の検出方法としては、リチウムイオン電池の充電電圧が最大電圧に達した時点から、充電電流が減少する性質を利用する方法がある。すなわち、充電時の充電電流を検出し、所定値以下に達した場合には満充電と判別する方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

30

【特許文献1】特開平2-192670号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記のようなリチウムイオン電池は、所定値以上の充電電圧で充電を行うと過電圧となり、最悪の場合は発火・発煙を引き起こす危険性がある。このため、充電電圧を常に高精度で監視する必要がある。例えば、複数のセルによって構成される電池パックにおいては、各セル毎の電圧を監視し、複数のセルの中で一つでも所定電圧を超えた場合には過電圧であると判別し、充電を停止しなければならない。

40

【0004】

しかし、単に所定電圧を超えた場合に充電を停止するだけでは、電池の容量が少ないまま充電を停止させてしまうことになる場合がある。そこで、上記所定電圧は、電源電圧の許容範囲上限いっぱいの値で設定しなければならない。例えば、充電時に設定される電圧（以下、定電圧値という）が、4.2ボルト×セル数であったとすると、過電圧であると判別される所定電圧（以下、過電圧値という）は、1セルあたりプラス50mV程度の例えば4.25ボルト×セル数程度に設定する必要がある。また、過電圧値を、定電圧値である

50

4. 2ボルト×セル数を下回るような、例えば4. 15ボルト×セル数という電圧値に設定したような場合には、電源電圧の許容範囲との間に余裕ができるが、やはり電池の容量が低下してしまう。よって、前述のように、セルあたり50mVという非常に小さい範囲内で充電を停止する過電圧値を設定しなければならない。

【0005】

電池のセル間電圧にバラツキがほとんどない状態においては、50mVという非常に小さい余裕の中でも過電圧と判別されることがない。しかし、使用頻度によって電池のセル間電圧に差が生じてくることは避けられない。この差は、電池セルそのものの特性の微妙なばらつきや、電池パック内における配置等に起因する熱の影響の違い等により、個々のセル間の劣化度合いが異なることが原因である。劣化度合いが強いセルは、他のセルよりも内部抵抗が大きくなっているため、充電中の電圧の上昇具合が高くなる。この上昇具合は、充電電流が大きいほど高くなる。よって充電中において、充電電流によっては劣化度合いが大きいセルのみが上記過電圧値に達してしてしまうことがある。このような場合に、1セルでも過電圧値に達した時点で充電を停止してしまうと、容量が小さいまま充電を終了することになる。

【0006】

そこで本発明は、複数のセルからなる電池の各セル毎の劣化度合いが異なる場合にも、安全かつ確実に十分な容量を確保できる充電装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、充電電圧を制御する充電電圧制御手段と、充電電流を制御する充電電流制御手段と、充電電流を設定するための充電電流設定手段と、セル毎の電池電圧を検出するセル電圧検出手段と、を有し、定電圧・定電流制御で充電を行う充電装置であって、充電電流設定手段が充電電流を第1の電流値に設定して充電を行っている場合に、セル電圧検出手段において、複数のセルの中の少なくとも一つのセル電圧が、過電圧であると判別する所定電圧値以上の電圧であることが検出された場合は、充電電流を第1の電流値よりも低い第2の電流値に切り替える切替動作を行う充電電流切替手段をさらに有することを特徴としている。

【0008】

このような構成によると、各セル電圧毎に過電圧が判別され、過電圧となった場合には、充電電圧設定手段が設定している現在の充電電流値よりも低い第2の電流値に設定を切り替える。よって、セル電圧を一時低下させることになり、充電が継続される。

【0009】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、充電電流切替手段が、切替動作を所定回数以上繰り返した場合は、充電を停止することを特徴としている。

【0010】

このような構成により、充電時間が長すぎず、かつ電池の容量が十分確保できたと判断される時点で充電を終了させる。

【0011】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の発明において、定電圧制御時に充電電流が所定電流値以下に達した時に満充電と判別する満充電判別手段と、所定電流値を充電電流設定手段が設定した充電電流毎に設定する終止電流設定手段と、をさらに有し、前記満充電判別手段が満充電と判別すると、充電を停止することを特徴としている。

【0012】

このような構成により、設定された電流値毎の所定電流値以下になった場合には、十分な容量が確保できたとして充電を終了させる。

【発明の効果】

【0013】

本発明の請求項1記載の充電装置によれば、セル電圧が一つでも過電圧と判別された場

10

20

30

40

50

合には、充電電流を下げるにより一時的に過電圧を回避することができ、充電が継続可能となる。また、この動作を繰り返すことによって、過電圧が生じない範囲で電池の容量を十分確保することが可能になる。よって、セル間に劣化度合いのばらつきがある場合にも安全かつ確実に容量を確保することができるという優れた効果を奏し得る。

【0014】

請求項2に記載の発明によれば、上記効果に加え、所定回数、充電電流切替動作を繰り返した後に充電を停止することにより、充電時間が長すぎず、かつ容量も十分確保できる充電装置とすることができる。

【0015】

請求項3に記載の発明によれば、上記効果に加え、どのセルも過電圧と判別されない場合や、切替動作を行った後でも、その時点の設定電流値に応じた所定電流値を設定し、その所定電流値に達した時点で満充電と判別することにより充電を停止することができ、容量を効率よく十分確保することが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の一実施の形態による充電装置について図1から図5を参照しながら説明する。図1は本発明の一実施形態による充電回路200を示す回路図である。充電回路200は、整流平滑回路10、スイッチング回路20、整流平滑回路30、充電電圧制御回路100、充電電流検出素子3、充電電流制御回路60、充電電流設定回路70、フォトカプラ5、電池電圧検出回路90、フォトカプラ4、マイコン50等を有し、交流電源1と接続された状態で電池パック2aを充電する。

【0017】

整流平滑回路10は、全波整流回路11と平滑用コンデンサ12からなり、交流電源1から入力される交流を整流平滑する。スイッチング回路20は、高周波トランス21、MOSFET22とPWM制御IC23からなる。PWM制御IC23は、フォトカプラ5から入力される制御信号に基づきMOSFET22の駆動パルス幅を変えて整流平滑回路30の出力電圧を調整するスイッチング電源ICである。なお、フォトカプラ5は充電電流信号伝達回路である。

【0018】

整流平滑回路30は、ダイオード31、平滑コンデンサ32、放電用抵抗33からなり、スイッチング回路20の出力を整流平滑し、充電電圧制御回路100に出力している。

【0019】

充電電圧制御回路100は、抵抗101、103、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、ポテンショメータ102、コンデンサ104、シャントレギュレータ116、整流ダイオード117、FET118、119、120から構成される。充電電圧は、抵抗101およびポテンショメータ102の直列抵抗、および、抵抗105と抵抗106、抵抗109または抵抗112との並列抵抗の分圧値がシャントレギュレータ116の基準値となるように定められる。抵抗106、109、112はそれぞれ、マイコン50の出力ポート51bからの信号によってFET118、119、120がオンオフすることによって選択される。ポテンショメータ102は、確定耕地や装置間のばらつきなどを微調整するために設けられている可変抵抗である。抵抗101、抵抗103、105、106、109、112の抵抗値は、以下の条件に適合するようにそれぞれ定める。

【0020】

例えば、抵抗101、ポテンショメータ102の直列抵抗と、抵抗105とで定められる値は2セルのリチウムイオン電池を充電するための値、抵抗105、抵抗106の並列抵抗（FET118をオンさせることによる並列抵抗）とで定められる値は3セルのリチウムイオン電池を充電するための値、抵抗105、抵抗109の並列抵抗（FET119をオンさせることによる並列抵抗）とで定められる値は4セルのリチウムイオン電池を充電するための値、抵抗105、抵抗112の並列抵抗（FET120をオンさせることに

よる並列抵抗)とで定められる値は5セルのリチウムイオン電池を充電するための値と定める。

【0021】

また、ポテンショメータ102の出力側が、コンデンサ104、抵抗103、抵抗115およびダイオード117を介してフォトカプラ5と接続されており、充電電圧制御回路100の出力電圧に応じた信号をPWM制御IC23に伝達することによって、充電電圧制御回路100は、セル数に応じた充電電圧を出力する。

【0022】

電流検出素子3は、電池パック2aに流れる充電電流を検出する抵抗であり、整流平滑回路30の出力側と電池パック2aとの間に接続されている。

10

【0023】

充電電流制御回路60は、オペアンプ61、65、抵抗62、63、64、66、67、ダイオード68からなる。抵抗62は、整流平滑回路30とオペアンプ61の反転入力端子との間に接続され、抵抗63は、オペアンプ61の反転入力端子と出力端子との間に接続されている。オペアンプ61の非反転入力端子は接地され、出力端子は、マイコン50および抵抗64に接続されている。また、抵抗64は、オペアンプ65の反転入力端子に接続されている。抵抗66は、オペアンプ65の反転入力端子と出力端子との間に接続されている。オペアンプ65の非反転入力端子は、充電電流設定回路70と接続され、出力端子は、抵抗67、ダイオード68を介してフォトカプラ5に接続されている。充電電流制御回路60は、電流検出素子3による検出値と、充電電流設定回路70の設定値とを比較した結果に応じた信号を、フォトカプラ5に出力することによって、充電電流を制御している。

20

【0024】

充電電流設定回路70は、抵抗71～76から構成される。基準電圧Vccが抵抗71、72によって分圧された値が充電電流を設定する際の基準値となる。また、抵抗73、74、75、76がマイコン50の出力ポート51bに接続されており、それぞれの抵抗が接続されている出力ポートからロー信号を出力することによって充電電流を設定する際の基準値を変化させ、その結果充電電流を変化させることができる。

【0025】

例えばいずれのポートからも出力信号を出力させない場合は、基準電圧Vccの値を抵抗71と抵抗72が分圧した値が充電電流制御回路60に出力され、充電電流を設定するための基準値となる。この基準値に応じた信号が充電電流制御回路60からフォトカプラ5に出力され、PWM制御IC23を制御することによって充電電流を変化させる。この際の充電電流を電流I1とする。抵抗73に接続している出力ポートからロー信号を出力した場合は、抵抗71、及び抵抗72と抵抗73との並列抵抗によって分圧された値が充電電流を設定する際の基準値となる。この際の充電電流を例えば電流I2とする。以下同様の抵抗74、75、76に接続している出力ポートからそれぞれロー信号を出力した場合の充電電流はI3、I4、I5とする($I1 > I2 > I3 > I4 > I5$)。

30

【0026】

マイコン50は、出力ポート51a、51b、A/D入力ポート52、リセットポート53から構成される制御回路である。出力ポート51aは、フォトカプラ4、および表示手段110に信号を出力している。出力ポート51bは、充電電流設定回路70に充電電流を設定するための信号を出力し、充電電圧設定回路100に、充電電圧を設定するための信号を出力している。A/D入力ポート52には、セル数判別素子7、温度検出回路80および電池電圧検出回路90からの信号が入力されている。

40

【0027】

フォトカプラ4は、充電制御信号伝達回路であり、マイコン50の出力ポート51aから充電開始の制御信号を受信すると、PWM制御IC23にその制御信号を伝達してスイッチング動作を開始させ、充電停止の制御信号を受信すると、PWM制御IC23にその制御信号を伝達してスイッチング動作を停止させる。

50

【0028】

表示回路110は、充電の状態を表示するための表示手段でLED111、抵抗112、113から構成される。LED111は赤と緑と橙の3色を発色できるような構成のものである。赤は充電前を表し、橙は充電中を表し、緑は充電終了後を表すものとする。

【0029】

また、マイコン50、オペアンプ61、65などの電源として電源40、PWM制御IC23の電源として整流平滑回路6が備えられている。電源40は、トランス41a~41c、スイッチング素子42、制御素子43、整流ダイオード44、コンデンサ45、47、レギュレータ46、リセットIC48からなる。整流平滑回路6は、PWM制御IC23の電源となる整流平滑回路で、トランス6a、整流ダイオード6b、平滑コンデンサ6cから構成される。

10

【0030】

電池パック2aは、複数の素電池（セルともいう）を直列接続した電池パックである。本実施の形態においては、リチウムイオン電池を想定している。電池パック2aは、保護IC2b、セル数判別素子7、電池温度検出素子8と接続されている。電池パック2aの各セルは、保護IC2bに接続されている。保護IC2bは、セル毎の電池電圧を監視し、電池パック2aを構成する複数のセル中のひとつでも過電圧或いは過放電であると判別した場合は、過電圧または過放電であるという信号を、充電装置・電池間の端子を介してマイコン50へ出力する。なお、過電圧とは、あらかじめ決められた所定電圧（以下、過電圧値という）よりもセル電圧が高いと判別された場合、過放電とは、あらかじめ決められた所定電圧（過電圧値とは異なる）よりもセル電圧が低いと判別された場合をいう。

20

【0031】

電池パック2aに隣接してセル数判別抵抗7が設けられ、セル数判別回路9の抵抗と基準値であるVccの値を分圧する。分圧された値は、マイコン50のA/Dポート52に入力され、マイコン50はFET118、119、120をオンオフすることによりセル数に対応した充電電圧を設定する。

【0032】

さらに電池パック2aに近接してサーミスタ等の感温素子8が設けられ、電池パック2aの温度に応じた信号を電池温度検出回路80に伝達する。

【0033】

電池温度検出回路80は、抵抗81、82から構成される。基準電圧Vccは感温素子8と抵抗82との並列抵抗と、抵抗81により分圧され、その値がマイコン50のA/Dポート52に電池温度情報として出力される。

30

【0034】

電池電圧検出回路90は、抵抗91、92から構成される。電池電圧検出回路90は、電池パック2aのプラス側と接続されており、この電池電圧は抵抗91、92によって分圧され、その値がマイコン50のA/Dポート52に電池電圧情報として入力されている。

【0035】

次に本実施の形態における充電制御の動作の一例を、図2のフローチャートを用いて説明する。

40

【0036】

まず、電源を投入するとマイコン50は出力ポート51a及び52bをイニシャルセットする。次に、表示手段110において、充電前であることを表示する。本実施形態においては、表示手段110の抵抗123に連なるマイコン50の出力ポートからハイ信号を出力し、表示手段110を赤点灯させることにより充電前であることを表示する（ステップ201）。次に、電池が充電器に接続されたか否かを判別する（ステップ202）。電池の接続は例えば、電池温度検出回路80を介して入力されるマイコン50のA/Dポート52の値に変化があった場合に電池が接続されたとすればよい。次にセル数判別回路9を介して入力されるマイコン50のA/Dポート52の値よりセル数を判別する（ステッ

50

プ 2 0 3)。次に、ステップ 2 0 3 において判別したセル数に応じて出力電圧を設定する（ステップ 2 0 4）。

【0 0 3 7】

出力電圧は、抵抗 1 0 1、ポテンショメータ 1 0 2 の直列抵抗、および、抵抗 1 0 5 と、抵抗 1 0 6、抵抗 1 0 9 または抵抗 1 1 2 との並列抵抗の分圧値がシャントレギュレータ 1 1 6 の基準値となるように定められる。本実施形態においては、例えば、抵抗 1 0 1、ポテンショメータ 1 0 2 の直列抵抗と、抵抗 1 0 5 とで定められる値は 2 セルのリチウムイオン電池を充電するための値とする。また、抵抗 1 0 1、ポテンショメータ 1 0 2 の直列抵抗と、抵抗 1 0 5 と抵抗 1 0 6 との並列抵抗（マイコン 5 0 の出力ポート 5 1 b より信号を出力することにより F E T 1 1 8 をオンさせた場合の並列抵抗）とで定められる値は 3 セルのリチウムイオン電池を充電するための値、抵抗 1 0 5 と抵抗 1 0 9 の並列抵抗（マイコン 5 0 の出力ポート 5 1 b より信号を出力することにより F E T 1 1 9 をオンさせた場合の並列抵抗）とで定められる値は 4 セルのリチウムイオン電池を充電するための値、抵抗 1 0 5 と抵抗 1 1 2 の並列抵抗（マイコン 5 0 の出力ポート 5 1 b より信号を出力することにより F E T 1 2 0 をオンさせた場合の並列抵抗）とで定められる値は 5 セルのリチウムイオン電池を充電するための値と定める。

10

【0 0 3 8】

次に充電するための充電電流を I_1 に設定する（ステップ 2 0 5）。充電電流を I_1 に設定するには、抵抗 7 3、7 4、7 5、7 6 に接続される出力ポートから信号を出さないようにすればよい。

20

【0 0 3 9】

さらに、充電電流 I_1 に対応する終止電流の値を設定する（ステップ 2 0 6）。本実施の形態においては、リチウムイオン電池は定電流・定電圧制御で充電が行われるものとし、定電圧制御時に充電電流がある所定電流（終止電流）まで降下した場合に満充電と判別するものとする。充電電流が電流 I_1 の場合においては、それに対応する終止電流として例えば電流 I_{10} を設定値として定める。

【0 0 4 0】

その後、出力ポート 5 1 a よりハイ信号を出力し、それによりフォトカプラ 4 を介しスイッチング電源 I C 2 3 に信号を伝達することにより充電を開始する（ステップ 2 0 7）。充電を開始したら表示手段 1 1 0 より充電中であることを表示する（ステップ 2 0 8）。例えば、表示手段 1 1 0 の抵抗 1 1 2 及び抵抗 1 1 3 に連なる出力ポートよりハイ信号を出力し橙点灯させることで充電中であることを表示する。

30

【0 0 4 1】

続いて、電池パック内の保護 I C 2 b から複数のセルの中の一つでも、ある所定電圧値以上（過電圧値以上）である場合に出力される過充電信号が入力されているか否かを判別する（ステップ 2 0 9）。

【0 0 4 2】

ステップ 2 0 9 において、過充電であることを示す過充電信号が入力されている場合は、電流検出素子 3 の検出値によりマイコン 5 0 にて充電電流が I_1 であるか否かを判別する（ステップ 2 1 0）。充電電流が I_1 である場合は、充電電流を I_2 ($I_2 < I_1$) に降下する（ステップ 2 1 1：図 5 の時刻 t_3 ）。充電電流を I_2 に設定するには、抵抗 7 3 に接続される出力ポート 5 1 b からロー信号を出力すればよい。電流を降下したことにより電池電圧は一旦降下するので、電池パック内の保護 I C 2 b からの過充電であることを示す信号は出力されなくなる。その後電圧は再度上昇していく。

40

【0 0 4 3】

次に、充電電流 I_2 に対応する終止電流の値を設定する（ステップ 2 1 2）。本実施の形態においては、リチウムイオン電池は定電流・定電圧制御で充電が行われるものとし、定電圧制御時に充電電流がある所定電流（終止電流）まで降下した場合に満充電と判別するものとする。充電電流が I_2 の場合においては、それに対応する終止電流として例えば電流 I_{20} を設定値として定める。

50

【0044】

ステップ210において充電電流がI1では無いと判別された場合は、充電電流がI2であるか否かを判別する（ステップ213）。充電電流がI2である場合は、充電電流をI3（ $I3 < I2$ ）に降下する（ステップ214：図5の時刻t4）。充電電流をI3に設定するには、抵抗74に接続される出力ポート51bからロー信号を出力すればよい。電流を降下したことにより電池電圧は一旦降下するので、電池パック内の保護IC2bからの過充電であることを示す信号は出力されなくなる。その後電圧は再度上昇していく。

【0045】

次に、充電電流I3に対応する終止電流の値を設定する（ステップ215）。本実施の形態においては、リチウムイオン電池は定電流・定電圧制御で充電が行われるものとし、定電圧制御時に充電電流がある所定電流（終止電流）まで降下した場合に満充電と判別するものとする。充電電流がI3の場合においては、それに対応する終止電流として例えば電流I30を設定値として定める。

【0046】

ステップ213において充電電流がI2では無いと判別された場合は、充電電流がI3であるか否かを判別する（ステップ216）。充電電流がI3である場合は、充電電流をI4（ $I4 < I3$ ）に降下する（ステップ217：図5の時刻t5）。充電電流をI4に設定するには、抵抗75に接続される出力ポート51bからロー信号を出力すればよい。電流を降下したことにより電池電圧は一旦降下するので、電池パック内の保護IC2bからの過充電であることを示す信号は出力されなくなる。その後電圧は再度上昇していく。

【0047】

次に、充電電流I4に対応する終止電流の値を設定する（ステップ218）。本実施の形態においては、リチウムイオン電池は定電流・定電圧制御で充電が行われるものとし、定電圧制御時に充電電流がある所定電流（終止電流）まで降下した場合に満充電と判別するものとする。充電電流がI4の場合においては、それに対応する終止電流として例えば電流I40を設定値として定める。

【0048】

ステップ216において充電電流がI3では無いと判別された場合は、充電電流がI4であるか否かを判別する（ステップ219）。充電電流がI4である場合は、充電電流をI5（ $I5 < I4$ ）に降下する（ステップ220：図5の時刻t6）。充電電流をI5に設定するには、抵抗76に接続される出力ポート51bからロー信号を出力すればよい。電流を降下したことにより電池電圧は一旦降下するので、電池パック内の保護IC2bからの過充電であることを示す信号は出力されなくなる。その後電圧は再度上昇していく。

【0049】

次に、充電電流I5に対応する終止電流の値を設定する（ステップ221）。本実施の形態においては、リチウムイオン電池は定電流・定電圧制御で充電が行われるものとし、定電圧制御時に充電電流がある所定電流（終止電流）まで降下した場合に満充電と判別するものとする。充電電流がI5の場合においては、それに対応する終止電流として例えば電流I50を設定値として定める。

【0050】

ステップ219において充電電流がI4では無いと判別された場合は、充電電流はI5で充電されており、この場合は充電を終了する（ステップ223：図5の時刻t7）。

【0051】

また、ステップ209において、過充電であることを示す過充電信号が入力されていない場合は、満充電であるか否かを判別する（ステップ222）。本実施の形態においては、リチウムイオン電池は定電流・定電圧制御で充電が行われるものとし、定電圧制御時に充電電流がある所定電流（終止電流）まで降下した場合に満充電と判別するものとする。終止電流は電流毎にステップ206、212、215、218、221で設定した値を用いるものとする。

【0052】

ステップ 2 2 2 において満充電であると判別された場合は出力ポート 5 1 a におけるフォトカプラ 4 に連なるポートからハイ信号を出力し、PWM 制御 IC 2 3 を停止状態にすることによって充電を終了する(ステップ 2 2 3)。充電停止後の表示手段 1 1 0 の表示は緑点灯である(ステップ 2 2 4)。緑点灯させるためには表示手段 1 1 0 の抵抗 1 1 3 に連なる出力ポートよりハイ信号出力させる。その後電池が充電器から抜けた場合(ステップ 2 1 8)は、ステップ 2 0 1 に戻る。

【0053】

次に、上記のような制御により充電を行う際の充電中の電流と電圧の変化について、図 3 から図 5 を参照しながら詳細に説明する。図 3 に、本実施形態における通常時(複数のセルの中の一つも過電圧であると判別しなかった場合)の充電波形の一例を示す。横軸は時刻 t 、縦軸は、充電電流 I 、セル毎の電圧 V_c および電池パックの電圧 V_p (以下、電池電圧という)を示している。なお、本実施の形態において、過電圧は各セル毎の電圧 V_c で判別し、定電圧は電池パック 2 a 全体の電池電圧 V_p で判別している。図 3 では、説明の都合上、セル毎の電圧 V_c と電池電圧 V_p とを 1 本の曲線で示しているが、電池電圧 V_p は、概ね電圧 V_c にセル数を乗じた値になっている。

【0054】

充電が開始されると、まずは一定の電流(本実施の形態においては充電電流 I_1)で充電が行われる。電流が流れるとともにセル毎の電圧 V_c および電池電圧 V_p も上昇していき、定電圧制御回路 1 0 0 によって設定された定電圧値に達する。定電圧値とは、例えば 1 セルあたり 4.2 ボルト等とあらかじめ決めておく電圧値であり、電池パック 2 a が 4 つのセルで構成されている場合には、 $4.2 \times 4 = 16.8$ ボルトとなる。電池電圧 V_p が定電圧値(例えば、 $V_p = 16.8 \text{ V}$)に達すると(時刻 t_0)、充電電流 I は降下していき、ある所定電流値(終止電流: 充電電流 I_1 のときには I_{10})に達した時点で満充電と判別し、充電を停止する(時刻 t_1)。

【0055】

一方、図 4 に示すようにセル間の電圧バランスが崩れ、複数のセルの中の一つが過充電であると判別する過電圧値に達してしまう場合を考える。図 4 は、複数のセルの中のある一つのセルが過電圧値以上の電圧に達してしまつて充電を停止した場合の充電波形の一例である。横軸は時刻 t 、縦軸は、充電電流 I 、セル毎の電圧 V_c および電池電圧 V_p を示している。図 4 に示すように、破線で示した劣化度合いの強いセルの電圧は、時刻 t_2 で過電圧値に達している。一方、他のセルや電池電圧は時刻 t_2 では定電圧値に達していない。この際に、従来の充電装置側の制御としては、電池パック 2 a の複数セルの中の一つでも過電圧値以上の電圧に達してしまったため、充電を停止するものとしている。

【0056】

このような制御においては、わずかなセル間のバランス崩れで、充電が充分なされないうちに終了してしまい、容量が適正に入らない状態になってしまう。このような現象は、充電のために図 1 における充電電圧制御回路 1 0 0 で定めた定電圧値と、過電圧値との間の差が少ないほど起こりやすい。例えば、定電圧値が 4.20 ボルト $\times$ セル数であったとすると、過電圧値が 4.35 ボルト/セルと設定されるよりも、4.25 ボルト/セルと設定されるほうがより上述したような充電停止が起こりやすくなる。すなわち、過充電による発煙・発火の危険性を確実に排除することと、電池の容量を確保することとは相反する要素となっている。

【0057】

次に、本実施の形態における充電装置において、複数のセルの中の一つが過電圧値以上に達してしまった場合の充電波形の一例を図 5 に示す。横軸は、時刻 t 、縦軸は、充電電流 I 、セル毎の電圧 V_c および電池電圧 V_p を示している。本実施の形態においては、あるセル(劣化度合いの強いセル)が過電圧値以上に達した場合には、充電電流を降下する(時刻 t_3)。充電電流を降下すると電池電圧が一旦降下し、過電圧値未満になるため、充電が続行される。その後再度電池電圧が上昇し、過電圧値に達した場合は更に充電電流を降下させる(時刻 t_4)。その後、この動作を繰返し時刻 t_4 、 t_5 、 t_6)、所定回数繰

返した後充電を停止する(時刻 t_7)。このような制御を行うことで、安全のために過電圧値を所定電圧値に対して例えば、セルあたり約1.2%増というような余裕のない範囲に設定しても、極端な容量不足を招くことなく適正な充電を行うことができる。

【0058】

一例として、1.5アンペアアワー(Ah)の電池に対し、図4のような制御を行った場合に、0.7Ahの充電がなされた場合、本実施の形態のように図5のような制御を行ったとすると、1.3Ahの充電を行うことができる。

【0059】

なお、本実施の形態による充電電流制御回路60は、本発明の充電電流制御手段に相当し、充電電流設定回路70は、充電電流設定手段に相当し、保護IC2およびマイコン50が、セル電圧検出手段に相当する。また、マイコン50は、切替手段、満充電判別手段、終止電流設定手段にも相当する。

【0060】

以上説明したように、本実施の形態による充電装置によれば、電池パックを構成する複数のセルそれぞれの電圧値を検出し、そのうちの1つでもあらかじめ決められた過電圧値を超えた場合には、充電電流を低い電流値に切り替えることによって過充電の状態を一時的に解消して充電を続行する。このような電流値の切替動作を繰り返すことによって、過電圧が生じない範囲で電池の発火や発煙などの危険性を避けながら電池の容量を増加させることが可能になる。よって、セル間に劣化度合いのばらつきがある場合にも安全かつ確実に容量を確保することができる。

【0061】

また、所定回数、充電電流切替動作を繰り返した後充電を停止することにより、充電時間が長すぎず、かつ容量も十分確保できる。さらに、いずれのセルも過電圧値に達しなかった場合や、切替動作を行った後も、その時点の設定電流値に応じた終止電流を設定し、その終止電流値に達した時点で満充電と判別することができ、効率よく容量を十分確保することが可能である。

【0062】

本発明による充電装置は、上述した実施の形態に限定されず、特許請求の範囲に記載した範囲で種々の変形や改良が可能である。例えば、本実施の形態においては、リチウムイオン電池の充電を想定したが、同様に定電流・定電圧制御により充電する電池で、過電圧値が定電圧値に対し余裕がないというような同様の性質をもつ電池であれば適用可能である。

【0063】

過電圧値および定電圧値の設定値については上記に限定されず、他の設定値でもよい。この場合、過電圧値と定電圧値との差が少ないほど定電圧・定電流制御では電池の容量の確保が困難になるため、本発明の効果は増大する。また、電池パックを構成するセル数が多いほど、電池の劣化度合いのばらつきが大きくなる可能性があるため、本発明の効果は増大する。

【0064】

過電圧値に到達した場合に電流の設定値を切り替える切替動作は上記に限定されず、充電時間と容量の確保との観点から適宜決定されることが好ましい。

【0065】

充電装置の回路構成については、同様の作用・効果を有するものであれば他の構成でもよい。

【産業上の利用可能性】

【0066】

本発明の充電装置は、リチウムイオン電池の充電に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】本実施の形態による充電装置の回路図。

10

20

30

40

50

【図 2】 本実施の形態による充電装置の動作を示すフローチャート。

【図 3】 本実施の形態による充電電流および充電電圧の変化を示す図。

【図 4】 従来の充電装置における充電電流および充電電圧の変化を示す図。

【図 5】 本実施の形態による充電電流および充電電圧の変化を示す図。

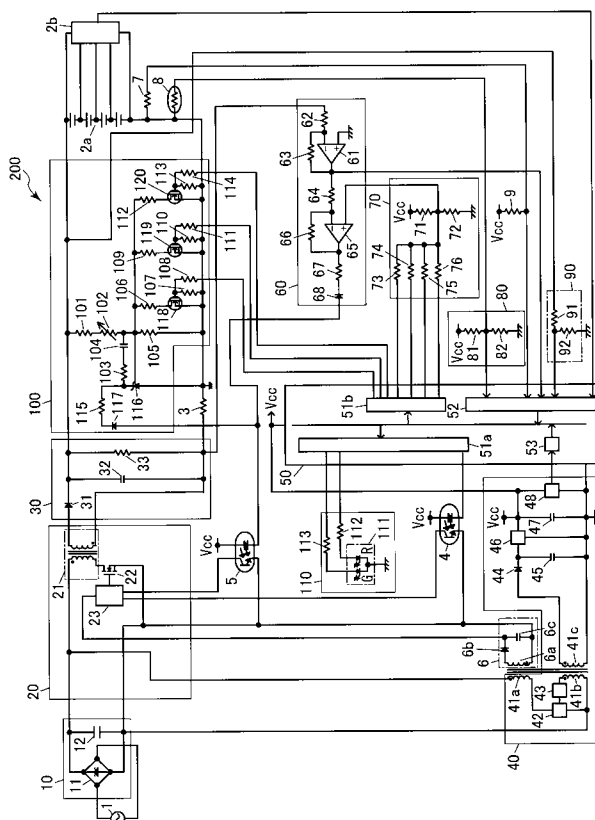
【符号の説明】

【0068】

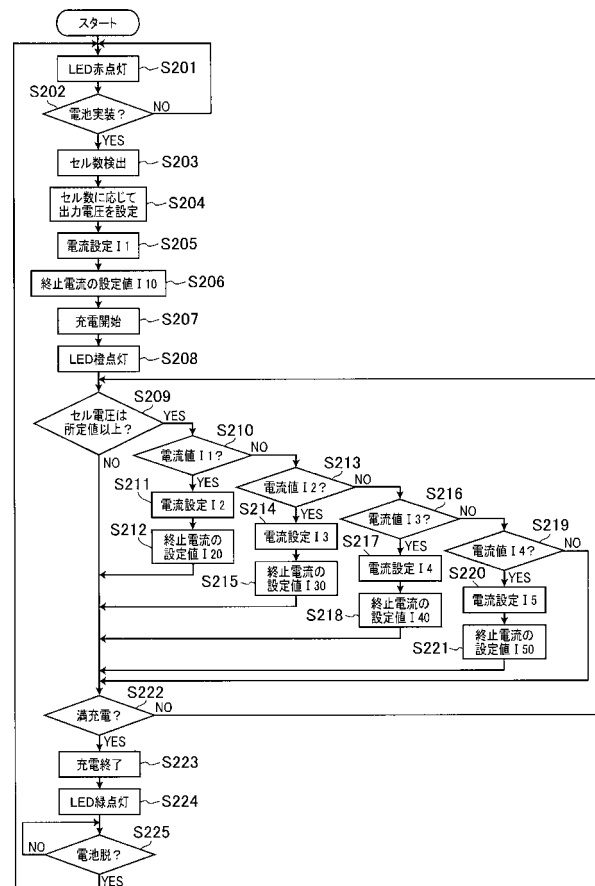
1：交流電源 3：充電電流検出素子 4、5 フォトカプラ 6、10、30：整流平滑回路 20：スイッチング回路 40：電源 50：マイコン 60：充電電流制御回路 70：充電電流設定回路 80：温度検出回路 90：電池電圧検出回路 100：充電電圧制御回路 110：表示回路 200：充電回路

10

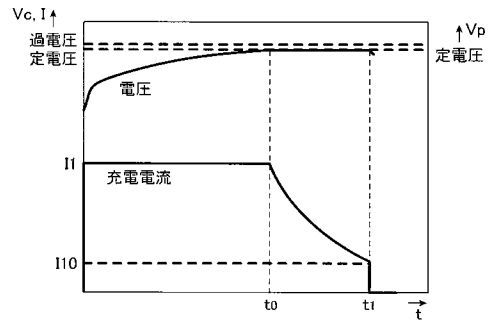
【図 1】



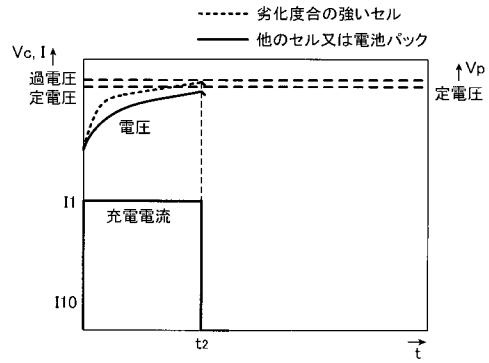
【図 2】



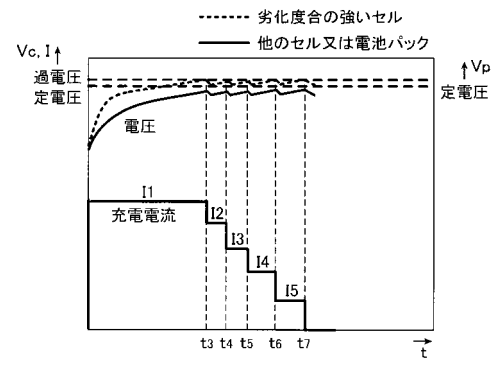
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 船橋 一彦

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA03 BB02 CA03 CA12 CA14 GA10 GC04 GD03 GD06