

(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2010-8067

(P2010-8067A)

(43) 公開日 平成22年1月14日 (2010.1.14)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
G O 1 R 31/36	(2006.01)	G O 1 R	31/36	A	2 G O 1 6
H O 1 M 10/48	(2006.01)	H O 1 M	10/48	P	5 G 5 0 3
H O 2 J 7/00	(2006.01)	H O 2 J	7/00	Y	5 H O 3 0
		H O 2 J	7/00	S	

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-164282 (P2008-164282)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成20年6月24日 (2008. 6. 24)		ソニー株式会社
		(74) 代理人	100082762
			弁理士 杉浦 正知
		(72) 発明者	西山 祥一
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
			式会社内
		(72) 発明者	平塚 賢
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
			式会社内
		(72) 発明者	鈴木 浩之
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
			式会社内

最終頁に続く

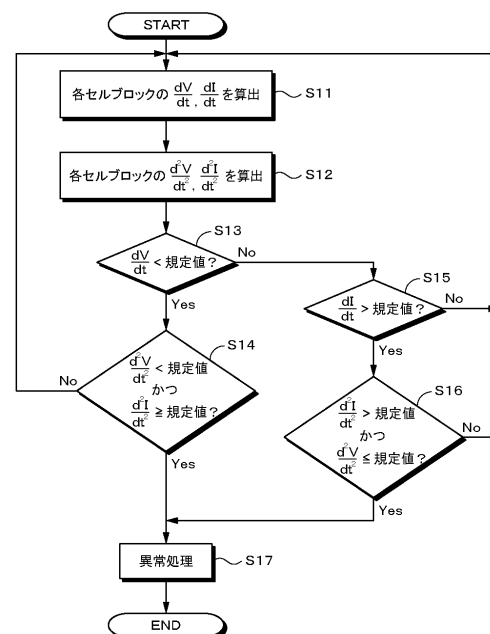
(54) 【発明の名称】 電池パックおよび制御方法

(57) 【要約】

【課題】電池セルの内部ショートによる異常を検出する。

【解決手段】定電流充電領域において所定のセルブロック10に内部ショートが発生した場合、電圧の2回微分値および充電電流の2回微分値が、それぞれ規定値と比較される。電圧の2回微分値 d^2V/dt^2 が規定値より小さく、且つ、充電電流の2回微分値 d^2I/dt^2 が規定値以上である場合には、内部ショートによる異常が発生したと判断する。また、定電圧充電領域において所定のセルブロック10に内部ショートが発生した場合、充電電流の2回微分値および電圧の2回微分値が、それぞれ規定値と比較される。充電電流の2回微分値 d^2I/dt^2 が規定値より大きく、且つ、電圧の2回微分値 d^2V/dt^2 が規定値以下である場合には、内部ショートによる異常が発生したと判断する。

【選択図】図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックと、

上記 1 または複数のセルブロックの電圧を測定し、該測定の結果に基づき上記セルブロックの異常を検出する制御部と

を有し、

上記制御部は、

上記測定された電圧に基づき上記 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値を算出し、

上記 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値から最大となる第 1 の時間微分値および最小となる第 2 の時間微分値を抽出し、

上記第 1 の時間微分値と上記第 2 の時間微分値との差分が規定値よりも小さい場合に、上記第 2 の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断する電池パック。

【請求項 2】

上記制御部による制御に基づき上記セルブロックに対する充放電電流を制御する充放電スイッチをさらに有し、

上記制御部は、

上記セルブロックの異常を検出した場合に、上記充放電スイッチを OFF にするように制御する請求項 1 に記載の電池パック。

【請求項 3】

外部の電子機器と通信を行う通信端子をさらに有し、

上記制御部は、

上記セルブロックの異常を検出した場合に、上記通信端子を介して異常が検出されたことを示す情報を上記外部の電子機器に対して送信する請求項 1 に記載の電池パック。

【請求項 4】

1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックと、

上記 1 または複数のセルブロックの電圧および充電電流を測定し、該測定の結果に基づき上記セルブロックの異常を検出する制御部と

を有し、

上記制御部は、

上記測定された電圧および充電電流に基づき上記 1 または複数のセルブロックにおける電圧および充電電流の時間微分値と、上記電圧および充電電流の 2 回時間微分値とを算出し、

上記電圧の時間微分値が規定値よりも小さいときで、上記電圧の 2 回時間微分値が上記規定値よりも小さく、且つ、上記充電電流の 2 回時間微分値が上記規定値以上である場合に上記セルブロックが異常であると判断し、

上記充電電流の時間微分値が上記規定値よりも大きいときで、上記充電電流の 2 回時間微分値が上記規定値よりも大きく、上記電圧の 2 回時間微分値が上記規定値以下である場合に、上記セルブロックが異常であると判断する電池パック。

【請求項 5】

上記制御部による制御に基づき上記セルブロックに対する充放電電流を制御する充放電スイッチをさらに有し、

上記制御部は、

上記セルブロックの異常を検出した場合に、上記充放電スイッチを OFF にするように制御する請求項 4 に記載の電池パック。

【請求項 6】

外部の電子機器と通信を行う通信端子をさらに有し、

上記制御部は、

10

20

30

40

50

上記セルブロックの異常を検出した場合に、上記通信端子を介して異常が検出されたことを示す情報を上記外部の電子機器に対して送信する請求項 4 に記載の電池パック。

【請求項 7】

1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックと、

上記 1 または複数のセルブロックの電圧および充電電流を測定し、該測定の結果に基づき上記セルブロックの異常を検出する制御部とを有し、

上記制御部は、

上記測定された電圧および充電電流に基づき、上記 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値と、上記電圧および充電電流の 2 回時間微分値とを算出し、

10

上記 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値から最大となる第 1 の時間微分値および最小となる第 2 の時間微分値を抽出し、

上記第 1 の時間微分値と上記第 2 の時間微分値との差分が規定値よりも小さいときで、上記電圧の 2 回時間微分値が上記規定値よりも小さく、且つ、上記充電電流の 2 回時間微分値が上記規定値以上である場合に、上記第 2 の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断する電池パック。

【請求項 8】

1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックの電圧を測定し、

20

上記測定された電圧に基づき上記 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値を算出し、

上記 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値から最大となる第 1 の時間微分値および最小となる第 2 の時間微分値を抽出し、

上記第 1 の時間微分値と上記第 2 の時間微分値との差分が規定値よりも小さい場合に、上記第 2 の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断する電池パックの制御方法。

【請求項 9】

1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックの電圧および充電電流を測定し、

30

上記測定された電圧および充電電流に基づき上記 1 または複数のセルブロックにおける電圧および充電電流の時間微分値と、上記電圧および充電電流の 2 回時間微分値とを算出し、

上記電圧の時間微分値が規定値よりも小さいときで、上記電圧の 2 回時間微分値が上記規定値よりも小さく、且つ、上記充電電流の 2 回時間微分値が上記規定値以上である場合に上記セルブロックが異常であると判断し、

上記充電電流の時間微分値が上記規定値よりも大きいときで、上記充電電流の 2 回時間微分値が上記規定値よりも大きく、上記電圧の 2 回時間微分値が上記規定値以下である場合に、上記セルブロックが異常であると判断する電池パックの制御方法。

【請求項 10】

40

1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックの電圧および充電電流を測定し、

上記測定された電圧および充電電流に基づき、上記 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値と、上記電圧および充電電流の 2 回時間微分値とを算出し、

上記 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値から最大となる第 1 の時間微分値および最小となる第 2 の時間微分値を抽出し、

上記第 1 の時間微分値と上記第 2 の時間微分値との差分が規定値よりも小さいときで、上記電圧の 2 回時間微分値が上記規定値よりも小さく、且つ、上記充電電流の 2 回時間微分値が上記規定値以上である場合に、上記第 2 の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断する電池パックの制御方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電池セルの内部ショートを検出する電池パックおよび制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ノート型P C (Personal Computer) や携帯電話、P D A (Personal Digital Assistants) 等の携帯型電子機器が普及し、その電源として高電圧、高エネルギー密度、軽量といった利点を有するリチウムイオン二次電池が広く使用されている。

【0003】

10

リチウムイオン二次電池は、充電の際に所定の電圧以上の電圧となる過充電状態や、放電の際に所定の電圧以下の電圧となる過放電状態となった場合に、電池セルの劣化や異常な発熱を招くおそれがある。そのため、リチウムイオン二次電池を用いた電池パックには、通常、過充電や過放電から電池を保護するための保護回路が搭載されている。

【0004】

このような保護回路では、一般に、二次電池に対する充放電電流や各電池セルのブロック毎の電圧を測定し、測定結果に基づき過充電や過放電、セルバランスなどの異常を検出する。そして、検出の結果、電池セルが異常であると判断した場合には、二次電池に対する充放電を禁止するなどの保護動作を行うようにされている。

【0005】

20

また、二次電池の電池パックでは、異常な充放電を繰り返し行った場合や、外部応力が加えられてセル内部が変形した場合、電池セルの内部に異物が混入してしまった場合などに、電池セルの内部がショートする異常が発生してしまうことがある。内部ショートの異常が発生した場合、上述した検出処理や検出結果に基づく保護動作だけでは、不十分であり、この電池セルの内部ショートにより、電池パックが発火してしまうような重大な事故につながるおそれがあるという問題点があった。

【0006】

この問題を解決するために、最近では、内部ショートによる電池セルの異常を検出する様々な方法が提案されている。例えば、下記の特許文献1には、各セルブロックの電圧を測定し、最大電圧と最小電圧との差分が所定の閾値以上となる時間が予め規定された時間継続されるか否かに応じて、電池セルの内部ショートによる異常を検出する方法が記載されている。

30

【0007】

【特許文献1】特許第3437823号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、電池パックは、環境温度の変化や電池セルの劣化度合いによって、その特性が変化してしまう。そのため、電圧差が閾値以上となる時間を、環境温度の変化や電池セルの劣化度合いを考慮して規定した場合であっても、規定時間に達する前に内部ショートによる発熱や発火などが発生してしまうおそれがあるという問題点があった。

40

【0009】

したがって、この発明の目的は、環境温度の変化などの影響を受けることなく、電池セルの内部ショートによる異常を検出することができる電池パックおよび電池パックの制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述した課題を解決するために、第1の発明は、1または複数の二次電池の電池セルが直列および/または並列に接続された1または複数のセルブロックと、

1または複数のセルブロックの電圧を測定し、測定の結果に基づきセルブロックの異常

50

を検出する制御部と
を有し、

制御部は、

測定された電圧に基づき 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値を算出し、

1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値から最大となる第 1 の時間微分値および最小となる第 2 の時間微分値を抽出し、

第 1 の時間微分値と第 2 の時間微分値との差分が規定値よりも小さい場合に、第 2 の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断する電池パックである。

【 0 0 1 1 】

10

また、第 2 の発明は、1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックと、

1 または複数のセルブロックの電圧および充電電流を測定し、測定の結果に基づきセルブロックの異常を検出する制御部と

を有し、

制御部は、

測定された電圧および充電電流に基づき 1 または複数のセルブロックにおける電圧および充電電流の時間微分値と、電圧および充電電流の 2 回時間微分値とを算出し、

電圧の時間微分値が規定値よりも小さいときで、電圧の 2 回時間微分値が規定値よりも小さく、且つ、充電電流の 2 回時間微分値が規定値以上である場合にセルブロックが異常であると判断し、

20

充電電流の時間微分値が規定値よりも大きいときで、充電電流の 2 回時間微分値が上記規定値よりも大きく、電圧の 2 回時間微分値が上記規定値以下である場合に、セルブロックが異常であると判断する電池パックである。

【 0 0 1 2 】

また、第 3 の発明は、1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックと、

1 または複数のセルブロックの電圧および充電電流を測定し、測定の結果に基づきセルブロックの異常を検出する制御部と

を有し、

30

制御部は、

測定された電圧および充電電流に基づき、1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値と、電圧および充電電流の 2 回時間微分値とを算出し、

1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値から最大となる第 1 の時間微分値および最小となる第 2 の時間微分値を抽出し、

第 1 の時間微分値と第 2 の時間微分値との差分が規定値よりも小さいときで、電圧の 2 回時間微分値が規定値よりも小さく、且つ、充電電流の 2 回時間微分値が規定値以上である場合に、第 2 の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断する電池パックである。

【 0 0 1 3 】

40

また、第 4 の発明は、1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックの電圧を測定し、

測定された電圧に基づき 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値を算出し、

1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値から最大となる第 1 の時間微分値および最小となる第 2 の時間微分値を抽出し、

第 1 の時間微分値と第 2 の時間微分値との差分が規定値よりも小さい場合に、第 2 の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断する電池パックの制御方法である。

【 0 0 1 4 】

また、第 5 の発明は、1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に

50

接続された 1 または複数のセルブロックの電圧および充電電流を測定し、

測定された電圧および充電電流に基づき 1 または複数のセルブロックにおける電圧および充電電流の時間微分値と、電圧および充電電流の 2 回時間微分値とを算出し、

電圧の時間微分値が規定値よりも小さいときで、電圧の 2 回時間微分値が規定値よりも小さく、且つ、充電電流の 2 回時間微分値が規定値以上である場合にセルブロックが異常であると判断し、

充電電流の時間微分値が規定値よりも大きいときで、充電電流の 2 回時間微分値が上記規定値よりも大きく、電圧の 2 回時間微分値が上記規定値以下である場合に、セルブロックが異常であると判断する電池パックの制御方法である。

【 0 0 1 5 】

また、第 6 の発明は、1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックの電圧および充電電流を測定し、

測定された電圧および充電電流に基づき、1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値と、電圧および充電電流の 2 回時間微分値とを算出し、

1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値から最大となる第 1 の時間微分値および最小となる第 2 の時間微分値を抽出し、

第 1 の時間微分値と第 2 の時間微分値との差分が規定値よりも小さいときで、電圧の 2 回時間微分値が規定値よりも小さく、且つ、充電電流の 2 回時間微分値が規定値以上である場合に、第 2 の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断する電池パックの制御方法である。

【 0 0 1 6 】

上述したように、第 1 および第 4 の発明では、1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックの電圧を測定し、測定された電圧に基づき 1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値を算出し、1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値から最大となる第 1 の時間微分値および最小となる第 2 の時間微分値を抽出し、第 1 の時間微分値と第 2 の時間微分値との差分が規定値よりも小さい場合に、第 2 の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断するようにしているため、第 2 の時間微分値に対応するセルブロックにおける内部ショートによる異常を検出することができる。

【 0 0 1 7 】

また、第 2 および第 5 の発明では、1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックの電圧および充電電流を測定し、測定された電圧および充電電流に基づき 1 または複数のセルブロックにおける電圧および充電電流の時間微分値と、電圧および充電電流の 2 回時間微分値とを算出し、電圧の時間微分値が規定値よりも小さいときで、電圧の 2 回時間微分値が規定値よりも小さく、且つ、充電電流の 2 回時間微分値が規定値以上である場合にセルブロックが異常であると判断し、充電電流の時間微分値が規定値よりも大きいときで、充電電流の 2 回時間微分値が上記規定値よりも大きく、電圧の 2 回時間微分値が上記規定値以下である場合に、セルブロックが異常であると判断するようにしているため、セルブロックにおける内部ショートによる異常を検出することができる。

【 0 0 1 8 】

また、第 3 および第 6 の発明では、1 または複数の二次電池の電池セルが直列および / または並列に接続された 1 または複数のセルブロックの電圧および充電電流を測定し、測定された電圧および充電電流に基づき、1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値と、電圧および充電電流の 2 回時間微分値とを算出し、1 または複数のセルブロックにおける電圧の時間微分値から最大となる第 1 の時間微分値および最小となる第 2 の時間微分値を抽出し、第 1 の時間微分値と第 2 の時間微分値との差分が規定値よりも小さいときで、電圧の 2 回時間微分値が規定値よりも小さく、且つ、充電電流の 2 回時間微分値が規定値以上である場合に、第 2 の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断するようにしているため、第 2 の時間微分値に対応するセルブロックにおける内部ショ

10

20

30

40

50

ートによる異常を検出することができる。

【発明の効果】

【0019】

この発明は、測定された各セルブロックの電圧に基づき算出された電圧の時間微分値から最大となる第1の時間微分値および最小となる第2の時間微分値を抽出し、第1の時間微分値と第2の時間微分値との差分が規定値よりも小さい場合に、第2の時間微分値に対応するセルブロックが異常であると判断するようにしている。そのため、環境温度の変化などの影響を受けることなく、第2の時間微分値に対応するセルブロックにおける内部ショートによる異常を、時間微分値が変化した段階で迅速に検出することができるという効果がある。

10

【0020】

また、この発明は、測定されたセルブロックの電圧および充電電流に基づき算出された電圧および充電電流の時間微分値と、電圧および充電電流の2回時間微分値とに基づき、電圧の時間微分値が規定値よりも小さいときで、電圧の2回時間微分値が規定値よりも小さく、且つ、充電電流の2回時間微分値が規定値以上である場合にセルブロックが異常であると判断するようにしている。また、充電電流の時間微分値が規定値よりも大きいときで、充電電流の2回時間微分値が上記規定値よりも大きく、電圧の2回時間微分値が上記規定値以下である場合に、セルブロックが異常であると判断するようにしている。そのため、環境温度の変化などの影響を受けることなく、セルブロックにおける内部ショートによる異常を、2回時間微分値が変化した段階で迅速に検出することができるという効果がある。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、この発明の実施の一形態について、図面を参照しながら説明する。この発明の実施の一形態では、測定された二次電池の電圧および充電電流からそれぞれの時間微分値を算出し、算出した時間微分値に基づいて、二次電池に用いられている電池セルにおいて発生する内部ショートによる異常を検出するようにしている。

【0022】

図1は、この発明の実施の一形態に適用可能な電池パック1の一例の構成を示す。電池パック1は、電子機器使用時には正極端子11および負極端子12がそれぞれ外部の電子機器の正極端子および負極端子に接続され、放電が行われる。また、充電時には充電器に装着され、電気機器使用時と同様に、正極端子11および負極端子12がそれぞれ充電器の正極端子および負極端子に接続され、充電が行われる。

30

【0023】

電池パック1は、主に、二次電池2、制御部3、スイッチ回路4を備える。なお、図1に示す電池パック1の構成は、この発明の実施の一形態に関係の深い部分のみを示し、それ以外の部分については、繁雑さを避けるため省略する。二次電池2は、リチウムイオン二次電池等の二次電池であり、複数の電池セルが直列および/または並列に接続されたものである。この例では、電池セルが2並列3直列に接続された場合を示す。また、二次電池2は、並列に接続された電池セルで構成されたセルブロック10が直列に接続されたものとされている。

40

【0024】

制御部3は、二次電池2の各セルブロック10の電圧を測定する。また、制御部3は、電流検出抵抗5を使用して電流の大きさおよび向きを測定する。これら各種の測定は、所定時間毎に定期的に行われる。そして、セルブロック10の電圧および二次電池2の充放電電流の測定結果に基づき、電池セルの内部ショートの検出処理を行う。内部ショートの検出処理方法の詳細については後述する。

【0025】

また、制御部3は、測定結果に基づき異常を検出した際に、スイッチ回路4に対して制御信号を送ることにより、過充電、過放電を防止する。

50

【 0 0 2 6 】

通信端子 1 3 および 1 4 は、P C (Personal Computer) 等の電子機器に装着された際に、所定の通信規格に基づき電池パック 1 の異常を示す情報等の各種情報を電子機器に送信する。通信規格としては、例えば、主に電源管理用に用いられる S M B u s (System Management Bus) の規格を用いることができる。

【 0 0 2 7 】

制御部 3 は、セルブロック 1 0 の内部ショートによる異常を検出した際に、通信端子 1 3 および 1 4 を介して、異常であることを示す情報を電池パック 1 に接続された電子機器に対して送信する。

【 0 0 2 8 】

スイッチ回路 4 は、充電制御 F E T 1 5 a および放電制御 F E T 1 6 a とから構成されている。電池電圧が過充電検出電圧となったときは、制御部 3 からの制御信号に基づき充電制御 F E T 1 5 a を O F F とし、充電電流が流れないように制御される。なお、充電制御 F E T 1 5 a の O F F 後は、寄生ダイオード 1 5 b を介することによって放電のみが可能となる。

【 0 0 2 9 】

また、電池電圧が過放電検出電圧となったときは、制御部 3 からの制御信号に基づき放電制御 F E T 1 6 a を O F F とし、放電電流が流れないように制御される。なお、放電制御 F E T 1 6 a の O F F 後は、寄生ダイオード 1 6 b を介することによって充電のみが可能となる。

【 0 0 3 0 】

このような電池パック 1 において、電池セルの内部ショートによる異常の検出方法について説明する。二次電池 2 に対する充電方式としては、一般に、C C C V (Constant Current Constant Voltage: 定電流定電圧) 充電方式が用いられる。C C C V 充電方式では、図 2 に示すように、二次電池 2 の電圧が所定の電圧に達するまでは定電流で充電し、二次電池 2 の電圧が所定の電圧に達した後は定電圧で充電する。そして、充電電流が規定の終止電流に収束した時点で充電が終了となる。

【 0 0 3 1 】

二次電池 2 に対する充電方式として C C C V 充電方式が用いられる場合、充電開始直後から二次電池 2 の電圧が所定の電圧に達するまでの定電流充電領域においては、一定の充電電流で二次電池 2 に対する充電が行われる。

【 0 0 3 2 】

このとき、内部ショートが発生していない正常なセルブロック 1 0 の電圧は、単調に増加し、少なくとも減少することはない。一方、内部ショートが発生する異常なセルブロック 1 0 の電圧は、内部ショートが発生した時点で電圧が減少する。そのため、セルブロック 1 0 の電圧が減少した時点で、内部ショートが発生したと考えることができる。

【 0 0 3 3 】

しかしながら、例えば、定電流充電中に何らかの原因により、充電器から二次電池 2 に対して供給される充電電流が変動して低下した場合においても、セルブロック 1 0 の電圧が減少してしまう。そのため、電圧が減少した原因が、内部ショートによるものか、または、充電電流の変動によるものかを判断することができない。

【 0 0 3 4 】

そこで、この発明の実施の一形態では、定電流充電領域における各セルブロック 1 0 の電圧の時間微分値を制御部 3 において算出し、この電圧の時間微分値の差分に基づいて、内部ショートを検出するようにした。なお、以下では、「電圧の時間微分値」のことを、単に「電圧の微分値」と記載して説明する。

【 0 0 3 5 】

例えば、二次電池 2 を構成する各セルブロック 1 0 のうち、所定のセルブロック 1 0 において内部ショートが発生した場合について考える。図 3 は、定電流充電領域における各セルブロック 1 0 の電圧および電圧の微分の波形を示す。横軸は時間を示し、縦軸は各セ

10

20

30

40

50

ルブロック 10 の電圧および電圧の微分値を示す。

【0036】

図 3 に示すように、定電流充電領域において、正常なセルブロック（以下、正常ブロックと適宜称する）の電圧値は常に増加または一定値であり、少なくとも減少することがない。したがって、正常ブロックにおける電圧の微分値は、常に正または“0”の値となる。

【0037】

一方、内部ショートが発生する異常なセルブロック（以下、異常ブロックと適宜称する）の電圧値は、内部ショートが発生するまで正常ブロックの電圧と略同一の値となり、正または“0”の値となる。そして、内部ショートが発生した場合には、内部ショートが発生した時点 X_1 において異常ブロックの電圧が減少する。したがって、内部ショートが発生する異常ブロックにおける電圧の微分値は、内部ショートが発生した時点 X_1 で負の値となる。

10

【0038】

ここで、2つのセルブロックにおける電圧の微分値の差分を算出した場合について考える。2つのセルブロックが正常ブロックである場合、それぞれの正常ブロックの電圧の微分値は、略同一の正または“0”の値となる。そのため、これらのセルブロック 10 における電圧の微分値の差分は、略“0”となると考えられる。

【0039】

一方、2つのセルブロックのうち、いずれか一方のセルブロックが異常ブロックである場合、異常ブロックにおける電圧の微分値は、内部ショートが発生した時点で負の値となる。そのため、これらのセルブロック 10 における電圧の微分値の差分は、負の値となると考えられる。

20

【0040】

したがって、この発明の実施の一形態では、算出された各セルブロック 10 の電圧の微分値のうち、正常ブロックにおける微分値であると考えられる最大の微分値 dV_{max}/dt と、異常ブロックにおける微分値であると考えられる最小の微分値 dV_{min}/dt とを抽出する。

【0041】

そして、最大の微分値と最小の微分値との差分である電圧微分差 $dV_{min}/dt - dV_{max}/dt$ を算出する。そして、数式(1)に基づき、算出された電圧微分差と予め設定された規定値とを比較する。

30

$$dV_{min}/dt - dV_{max}/dt < \text{規定値} \quad \cdots (1)$$

【0042】

算出された電圧微分差が規定値よりも小さい値となった場合には、最小となる微分値 dV_{min}/dt のセルブロック 10 が異常ブロックであり、内部ショートが発生したと判断することができる。

【0043】

ここで、例えば全てのセルブロック 10 が正常である場合、上述したように各セルブロック 10 の電圧の微分値は、略同一であるため、電圧微分差は、略“0”となる。そのため、設定される規定値としては、理想的には“0”とすることができるが、実際には、ノイズレベル等を考慮した値を設定すると好ましい。また、セルブロック 10 が正常である場合には、電圧微分差が略同一となるため、予め設定される規定値は、環境温度の変化等によらず一定の値を選ぶことができる。

40

【0044】

なお、各セルブロック 10 の電圧の微分値を算出し、微分値が負の値となった時点で、このセルブロック 10 において内部ショートが発生したと判断することもできる。しかしながら、正常なセルブロック 10 の電圧の微分値が常に“0”以上の正の値となるため、正常なセルブロックとの電圧微分差を算出することにより、内部ショートを検出する際の判断に用いられる値を大きくすることができる。

50

【 0 0 4 5 】

したがって、電圧微分差を算出することにより、各セルブロック 1 0 の電圧の微分値のみに基づいて判断する場合と比較して、より高い精度で内部ショートによる異常を検出することができる。

【 0 0 4 6 】

また、上述のように各セルブロック 1 0 の電圧微分差を用いることにより、充電電流の変動による内部ショートの誤検出を防ぐことができる。例えば、図 4 に示すように、二次電池 2 に対する充電電流が変動した場合について考える。

【 0 0 4 7 】

セルブロック 1 0 が直列に接続された二次電池 2 では、全てのセルブロック 1 0 に対して略同一の充電電流が流れている。ここで、時点 Y_1 において充電電流が変動して低下した場合には、セルブロック 1 0 が正常であるか否かにかかわらず、各セルブロック 1 0 の電圧が減少する。

【 0 0 4 8 】

このとき、各セルブロック 1 0 における電圧の変動量は略同一となり、各セルブロック 1 0 の電圧の微分値は、略同一の負の値となる。すなわち、各セルブロック 1 0 の電圧の微分値を用いて算出されたセルブロック間の電圧微分差は、略 “ 0 ” となる。

【 0 0 4 9 】

したがって、充電電流が変動した場合には、電圧微分差が規定値よりも小さい値となることがないため、充電電流の変動による内部ショートによる異常の誤検出を防ぐことができる。

【 0 0 5 0 】

図 5 に示すフローチャートを参照して、この発明の実施の一形態に適用可能な内部ショートによる異常の検出方法について説明する。なお、特別な記載がない限り、以下の処理は、制御部 3 の制御の下で行われるものとする。ステップ S 1 において、測定された各セルブロック 1 0 の電圧に基づき、各セルブロック 1 0 における電圧の微分値 dV/dt が算出される。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 2 では、算出された各セルブロック 1 0 における電圧の微分値から最大となる微分値 dV_{max}/dt および最小となる微分値 dV_{min}/dt が選択され、これらの微分値の差分である電圧微分差 $dV_{min}/dt - dV_{max}/dt$ が算出される。そして、上述の数式 (1) に基づき電圧微分差 $dV_{min}/dt - dV_{max}/dt$ と予め設定された規定値とが比較される。

【 0 0 5 2 】

電圧微分差が規定値よりも小さい値である場合には、最小となる微分値 dV_{min}/dt のセルブロック 1 0 において内部ショートによる異常が発生したと判断し、処理がステップ S 3 に移行する。ステップ S 3 では、例えばスイッチ回路 4 を制御して二次電池 2 に対する充放電を禁止したり、二次電池 2 に充電されているエネルギーを放電するなどの異常処理が行われる。また、通信端子 1 3 および 1 4 を介して、電池パック 1 に接続された電子機器に二次電池 2 の異常を示す情報が送信され、一連の処理が終了する。

【 0 0 5 3 】

一方、ステップ S 2 において電圧微分差が規定値以上である場合には、セルブロック 1 0 が正常であると判断し、処理がステップ S 1 に戻り、各セルブロック 1 0 の電圧の微分差が算出される。このステップ S 1 およびステップ S 2 の処理は、所定時間毎に巡回的に行われる。

【 0 0 5 4 】

このように、この発明の実施の一形態では、各セルブロック 1 0 の電圧の微分値を算出し、微分値に基づいて算出された電圧微分差と規定値とを比較することにより、内部ショートによる異常を検出することができる。また、電圧微分差に基づいて内部ショートによる異常を検出することにより、充電電流の変動による異常の誤検出を防ぐことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

次に、この発明の実施の一形態の変形例について説明する。上述した実施の一形態で説明したように、定電流充電領域においてセルブロック 10 に内部ショートが発生した場合には、充電中であるにもかかわらず、図 3 に示すように内部ショートが発生した時点で電圧が減少するため、電圧の微分値 dV/dt が正の値から負の値となる。

【 0 0 5 6 】

しかしながら、何らかの原因によって充電電流が変動して低下した場合も同様に、図 4 に示すように電圧が減少するため、電圧の微分値 dV/dt が負の値となってしまう。

【 0 0 5 7 】

また、定電圧充電領域では、図 2 に示すように、二次電池 2 の電圧が所定の電圧に達した際に定電圧で充電を行うため、充電電流が徐々に減少する。しかしながら、例えば図 6 に示すように、定電圧充電領域内の時点 X_3 で内部ショートが発生した場合には、定電圧で充電された状態で充電電流が減少しているにもかかわらず、電流が増加する。

【 0 0 5 8 】

したがって、充電電流の微分値 dI/dt は、定電圧充電領域において負の値となるが、内部ショートが発生する時点 X_3 では、正の値となる。

【 0 0 5 9 】

このとき、充電電流の微分値 dI/dt が負の値から正の値に変化した時点で、内部ショートが発生したと判断することもできる。しかしながら、何らかの原因により充電電流が変動して増大した場合にも、充電電流の微分値 dI/dt が負の値から正の値に変化してしまう。

【 0 0 6 0 】

そのため、電圧および充電電流の微分値を用いた場合、電圧および充電電流の微分値の変化が内部ショートによるものであるか、または、充電電流の変動によるものであるかを判断することができない。

【 0 0 6 1 】

そこで、この発明の実施の一形態の変形例では、セルブロック 10 の電圧の 2 回微分値と、充電電流の 2 回微分値とを用いることによって、セルブロック 10 の内部ショートによる異常を検出するようにした。

【 0 0 6 2 】

まず、定電流充電領域における内部ショートの検出方法について説明する。例えば、図 7 に示すように、時点 X_2 において所定のセルブロック 10 に内部ショートが発生した場合、セルブロック 10 の電圧の 2 回微分値 d^2V/dt^2 は、規定値よりも小さい値となる。また、この場合の充電電流の 2 回微分値 d^2I/dt^2 は、定電流充電であるため、規定値以上の値となる。なお、上述の実施の一形態と同様に、設定される規定値としては、理想的には“0”とすることができるが、実際には、ノイズレベル等を考慮した値が設定される。

【 0 0 6 3 】

すなわち、内部ショートが発生した場合、電圧および充電電流の 2 回微分値と規定値との関係は、数式 (2) に示す関係となる。

$$d^2V/dt^2 < \text{規定値} \quad \text{且つ} \quad d^2I/dt^2 > \text{規定値} \quad \cdots (2)$$

【 0 0 6 4 】

一方、図 8 に示すように、時点 Y_2 において充電電流が変動して低下した場合、セルブロック 10 の電圧の 2 回微分値 d^2V/dt^2 は、規定値よりも小さい値となる。また、この場合の充電電流の 2 回微分値 d^2I/dt^2 は、充電電流が低下するため、規定値よりも小さい値となる。

【 0 0 6 5 】

すなわち、充電電流が低下した場合、電圧および充電電流の 2 回微分値と規定値との関係は、数式 (3) に示す関係となる。

$$d^2V/dt^2 < \text{規定値} \quad \text{且つ} \quad d^2I/dt^2 < \text{規定値} \quad \cdots (3)$$

【 0 0 6 6 】

したがって、定電流充電領域では、数式(2)に基づき電圧および充電電流の2回微分値と、規定値とを比較することにより、セルブロック10において内部ショートが発生しているか否かを判断することができる。また、数式(2)を満足する場合のみを内部ショートによる異常と判断することにより、充電電流の変動による誤検出を防ぐことができる。

【 0 0 6 7 】

次に、定電圧充電領域における内部ショートの検出方法について説明する。例えば、図9に示すように、定電圧充電領域内の時点 X_3 において所定のセルブロック10に内部ショートが発生した場合、セルブロック10の充電電流の2回微分値 $d^2 I / dt^2$ は、規定値よりも大きい値となる。また、この場合の電圧の2回微分値 $d^2 V / dt^2$ は、定電圧充電であるため、規定値以下の値となる。

10

【 0 0 6 8 】

すなわち、内部ショートが発生した場合、充電電流および電圧の2回微分値と規定値との関係は、数式(4)に示す関係となる。

$$d^2 I / dt^2 > \text{規定値} \quad \text{且つ} \quad d^2 V / dt^2 \leq \text{規定値} \quad \cdots (4)$$

【 0 0 6 9 】

一方、図8に示すように、時点 Y_3 において充電電流が変動して増大した場合、充電電流の2回微分値 $d^2 I / dt^2$ は、規定値よりも大きい値となる。また、この場合の電圧の2回微分値 $d^2 V / dt^2$ は、充電電流が増大することにより電圧が増加するため、規定値よりも大きい値となる。

20

【 0 0 7 0 】

すなわち、充電電流が増大した場合、充電電流および電圧の2回微分値と規定値との関係は、数式(5)に示す関係となる。

$$d^2 I / dt^2 > \text{規定値} \quad \text{且つ} \quad d^2 V / dt^2 > \text{規定値} \quad \cdots (5)$$

【 0 0 7 1 】

したがって、定電圧充電領域では、数式(4)に基づき充電電流および電圧の2回微分値と、規定値とを比較することにより、セルブロック10において内部ショートが発生しているか否かを判断することができる。また、数式(4)を満足する場合のみを内部ショートによる異常と判断することにより、充電電流の変動による誤検出を防ぐことができる。

30

【 0 0 7 2 】

図10に示すフローチャートを参照して、この発明の実施の一形態の変形例に適用可能な内部ショートによる異常の検出方法について説明する。なお、特別な記載がない限り、以下の処理は、制御部3の制御の下で行われるものとする。

【 0 0 7 3 】

ステップS11では、測定された各セルブロック10の電圧および充電電流に基づき、各セルブロック10における電圧および充電電流の微分値 dV/dt および dI/dt が算出される。また、ステップS12では、ステップS11で算出された電圧および充電電流の微分値 dV/dt および dI/dt に基づき、電圧および充電電流の2回微分値 $d^2 V / dt^2$ および $d^2 I / dt^2$ が算出される。

40

【 0 0 7 4 】

ステップS13において、電圧の微分値 dV/dt と予め設定された規定値とが比較される。電圧の微分値 dV/dt が規定値よりも小さい値であると判断された場合には、処理がステップS14に移行する。

【 0 0 7 5 】

ステップS14では、数式(2)に基づき電圧の2回微分値 $d^2 V / dt^2$ および充電電流の2回微分値 $d^2 I / dt^2$ が、それぞれ規定値と比較される。数式(2)を満足する場合、すなわち、電圧の2回微分値 $d^2 V / dt^2$ が規定値より小さく、且つ、充電電流の2回微分値 $d^2 I / dt^2$ が規定値以上である場合には、内部ショートによる異常が

50

発生したと判断し、処理がステップ S 1 7 に移行する。

【 0 0 7 6 】

また、数式 (2) を満足しない場合には、セルブロック 1 0 が正常であると判断し、処理がステップ S 1 1 に戻る。

【 0 0 7 7 】

一方、ステップ S 1 3 において、電圧の微分値 dV/dt が規定値以上であると判断された場合には、処理がステップ S 1 5 に移行する。ステップ S 1 5 では、充電電流の微分値 dI/dt と予め設定された規定値とが比較される。充電電流の微分値 dI/dt が規定値よりも大きい値であると判断された場合には、処理がステップ S 1 6 に移行する。

【 0 0 7 8 】

また、充電電流の微分値 dI/dt が規定値以下であると判断された場合には、処理がステップ S 1 1 に戻る。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 6 では、数式 (4) に基づき充電電流の 2 回微分値 d^2I/dt^2 および電圧の 2 回微分値 d^2V/dt^2 が、それぞれ規定値と比較される。数式 (4) を満足する場合、すなわち、充電電流の 2 回微分値 d^2I/dt^2 が規定値より大きく、且つ、電圧の 2 回微分値 d^2V/dt^2 が規定値以下である場合には、内部ショートによる異常が発生したと判断し、処理がステップ S 1 7 に移行する。

【 0 0 8 0 】

また、数式 (4) を満足しない場合には、セルブロック 1 0 が正常であると判断し、処理がステップ S 1 1 に戻る。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 7 では、例えばスイッチ回路 4 を制御して二次電池 2 に対する充放電を禁止したり、二次電池 2 に充電されているエネルギーを放電するなどの異常処理が行われる。また、通信端子 1 3 および 1 4 を介して、電池パック 1 に接続された電子機器に二次電池 2 の異常を示す情報が送信され、一連の処理が終了する。

【 0 0 8 2 】

このように、この発明の実施の一形態の変形例では、各電池セル 1 0 の電圧および充電電流の 2 回微分値を算出し、これらの電圧および充電電流の 2 回微分値と規定値とを比較することにより、内部ショートによる異常を検出することができる。また、電圧および充電電流の 2 回微分値に基づいて内部ショートによる異常を検出することにより、充電電流の変動による異常の誤検出を防ぐことができる。

【 0 0 8 3 】

なお、上述の実施の一形態で説明した電圧微分差と規定値とを比較した後、さらに、実施の一形態の変形例で説明した電圧および充電電流の 2 回微分値と規定値とを比較するようにしてもよい。

【 0 0 8 4 】

具体的には、各セルブロック 1 0 の電圧に基づき算出された電圧の微分値の中から抽出した最大の微分値 dV_{max}/dt および最小の微分値 dV_{min}/dt の差分である電圧微分差と規定値とを、上述の数式 (1) に基づき比較する。また、セルブロック 1 0 の電圧および充電電流に基づき算出された電圧の 2 回微分値 d^2V/dt^2 および充電電流の 2 回微分値 d^2I/dt^2 と規定値とを、上述の数式 (2) に基づき比較する。

【 0 0 8 5 】

そして、数式 (1) に基づき、電圧微分差が規定値よりも小さい値となるときで、数式 (2) に基づき、電圧の 2 回微分値が規定値より小さく、且つ、充電電流の 2 回微分値が規定値以上である場合に、最小の微分値に対応するセルブロック 1 0 において内部ショートによる異常が発生したと判断する。

【 0 0 8 6 】

こうすることにより、セルブロック 1 0 における内部ショートによる異常を、より正確に検出することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 7 】

以上、この発明の実施の一形態および実施の一形態の変形例について説明したが、この発明は、上述したこの発明の実施の一形態および実施の一形態の変形例に限定されるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内で様々な変形や応用が可能である。例えば、二次電池としては、リチウムイオン二次電池に限らず、ニッケル水素蓄電池やニッケルカドミウム蓄電池などの二次電池を用いてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 8 】

【 図 1 】 この発明の実施の一形態に適用可能な電池パックの一例の構成を示すブロック図である。

10

【 図 2 】 定電流定電圧充電方式による充電特性の一例を示す略線図である。

【 図 3 】 定電流充電領域における各セルブロックの電圧、電圧の微分および電圧微分差の波形を示す略線図である。

【 図 4 】 充電電流が変化した場合の電圧、電圧の微分および電圧微分差の波形を示す略線図である。

【 図 5 】 この発明の実施の一形態に適用可能な内部ショートによる異常検出方法について説明するためのフローチャートである。

【 図 6 】 定電圧充電領域におけるセルブロックの充電電流の微分の波形を示す略線図である。

【 図 7 】 定電流充電領域におけるセルブロックの電圧および充電電流の 2 回微分の波形を示す略線図である。

20

【 図 8 】 充電電流が変化した場合の電圧および充電電流の 2 回微分の波形を示す略線図である。

【 図 9 】 定電圧充電領域におけるセルブロックの充電電流および電圧の 2 回微分の波形を示す略線図である。

【 図 1 0 】 この発明の実施の一形態の変形例に適用可能な内部ショートによる異常検出方法について説明するためのフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 9 】

1 電池パック

30

2 二次電池

3 制御部

4 スイッチ回路

5 電流検出抵抗

1 0 セルブロック

1 1 正極端子

1 2 負極端子

1 3 通信端子

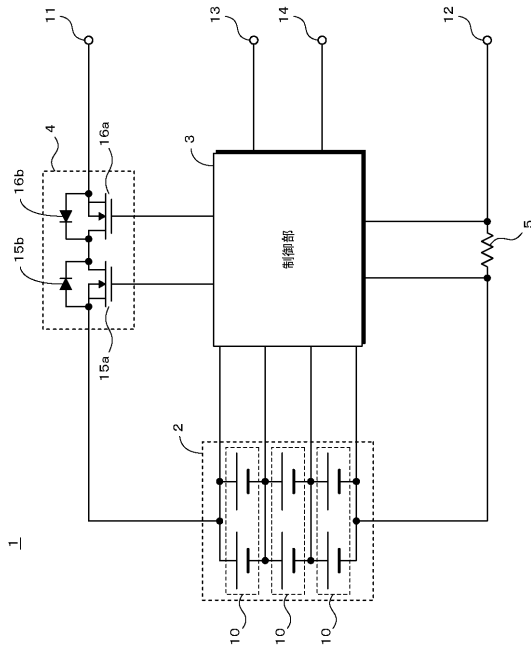
1 4 通信端子

1 5 a 充電制御 F E T

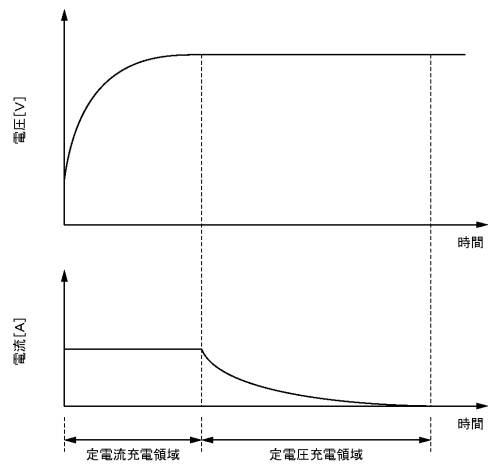
40

1 6 a 放電制御 F E T

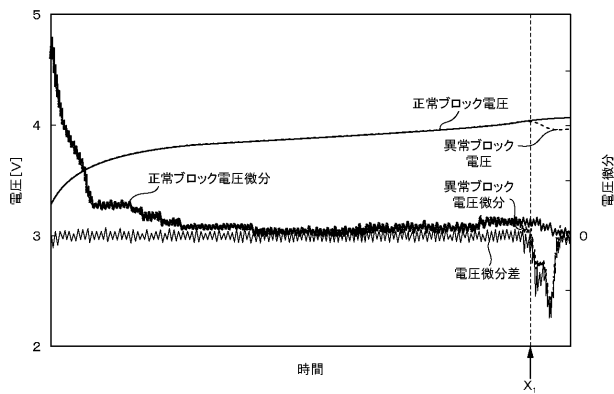
【図 1】



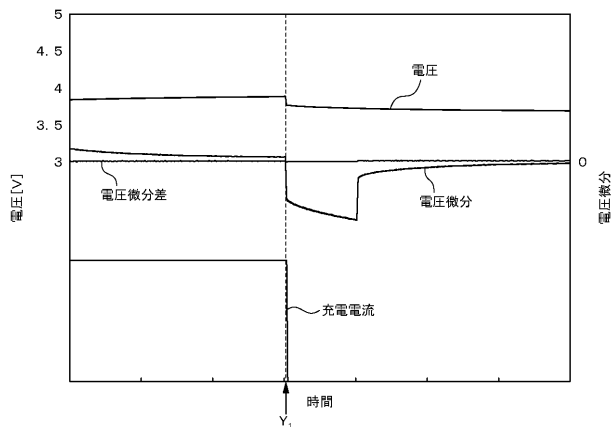
【図 2】



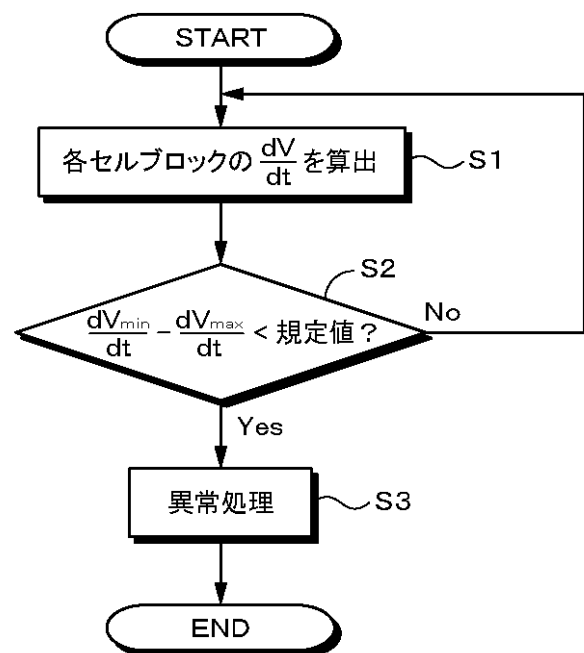
【図 3】



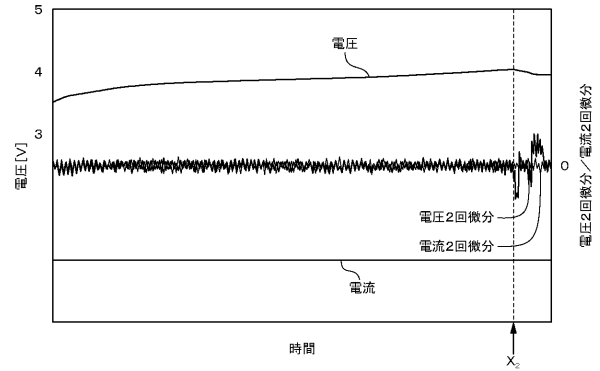
【図 4】



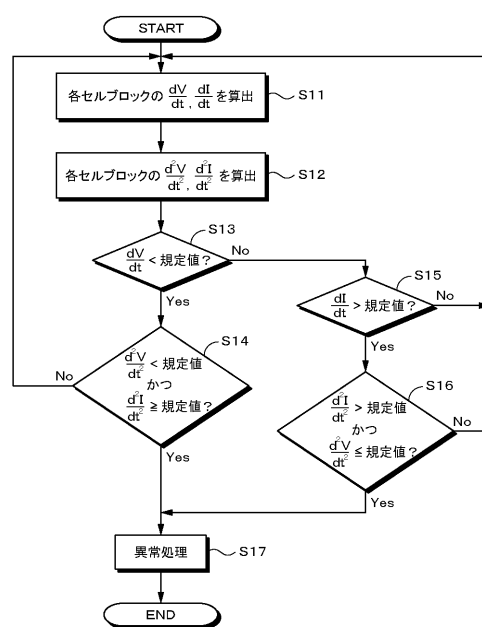
【図 5】



【圖 7】



【 ㄨ 1 0 】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 健彦

福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内

Fターム(参考) 2G016 CA07 CB03

5G503 AA01 BA02 BB01 EA08

5H030 AA06 AS14 BB00 FF42 FF44