

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5544922号  
(P5544922)

(45) 発行日 平成26年7月9日(2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月23日(2014.5.23)

(51) Int.Cl.		F I			
HO2J	7/10	(2006.01)	HO2J	7/10	B
HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J	7/00	3O2D
HO1M	10/44	(2006.01)	HO1M	10/44	P
HO1M	10/48	(2006.01)	HO1M	10/48	P

請求項の数 13 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2010-38913 (P2010-38913)	(73) 特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成22年2月24日(2010.2.24)	(74) 代理人	100125689 弁理士 大林 章
(65) 公開番号	特開2011-176939 (P2011-176939A)	(74) 代理人	100125335 弁理士 矢代 仁
(43) 公開日	平成23年9月8日(2011.9.8)	(74) 代理人	100121108 弁理士 高橋 太朗
審査請求日	平成24年12月21日(2012.12.21)	(72) 発明者	馬場 教充 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	相澤 祐介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 保護回路及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

端子電圧が上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池及び充電用の電力を発生する電源と共に用いられる保護回路であって、

前記二次電池と前記電源とを電気的に接続する第1経路と、

前記二次電池と負荷とを電気的に接続する第2経路と、

前記第1経路に設けられた第1スイッチング素子と、

前記電源から前記二次電池への充電の有無を示す充電状態を検出する充電状態検出回路と、

前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第1スイッチング素子がオフ状態になるように前記第1スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、

前記二次電池の端子電圧が前記正常動作の範囲内にある場合において、前記充電状態の検出結果が充電有りの場合、前記充電状態の検出結果が充電無しの場合と比較して、前記過充電検出回路の監視動作間隔を短くするように制御する制御回路と、を備え、

前記充電状態検出回路が前記充電状態を検出する検出動作間隔は、前記過充電検出回路の監視動作間隔よりも長い、

ことを特徴とする保護回路。

【請求項2】

端子電圧が下限電圧以上で上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池及

び充電用の電力を発生する電源と共に用いられる保護回路であって、  
 前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、  
 前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、  
 前記第1経路に設けられた第1スイッチング素子と、  
 前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、  
 前記電源から前記二次電池へ供給される充電電流の大きさを検出する充電電流検出回路と、

前記二次電池から負荷へ供給される放電電流の大きさを検出する放電電流検出回路と、  
 前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第1スイッチング素子がオフ状態になるように前記第1スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、

10

前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、

前記二次電池の端子電圧が前記正常動作の範囲内にある場合において、前記充電電流と前記放電電流とを比較し、前記充電電流が前記放電電流より大きい場合、前記過充電検出回路の監視動作間隔が前記過放電検出回路の監視動作間隔よりも短くなるように制御し、前記充電電流が前記放電電流より小さい場合、前記過放電検出回路の監視動作間隔が前記過充電検出回路の監視動作間隔よりも短くなるように制御する制御回路と、

を備えた保護回路。

20

#### 【請求項3】

端子電圧が下限電圧以上で上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池及び充電用の電力を発生する電源と共に用いられる保護回路であって、

前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、

前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、

前記第1経路に設けられた第1スイッチング素子と、

前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、

前記電源から前記二次電池への充電の有無を示す充電状態を検出する充電状態検出回路と、

前記二次電池から負荷への放電の有無を示す放電状態を検出する放電状態検出回路と、

30

前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第1スイッチング素子がオフ状態になるように前記第1スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、

前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、

前記二次電池の端子電圧が前記正常動作の範囲内にある場合において、前記充電状態の検出結果が充電無し、且つ前記放電状態の検出結果が放電無し場合、前記過充電検出回路の監視動作を停止させ、且つ前記過放電検出回路の監視動作を実行する制御回路とを、

を備えた保護回路。

40

#### 【請求項4】

端子電圧が下限電圧以上で上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池及び充電用の電力を発生する電源と共に用いられる保護回路であって、

前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、

前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、

前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、

前記電源から前記二次電池への充電の有無を示す充電状態を検出する充電状態検出回路と、

前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を

50

制御する過放電検出回路と、

前記二次電池の端子電圧が前記正常動作の範囲内にある場合において、前記充電状態の検出結果が充電有りの場合、前記充電状態の検出結果が充電無しの場合と比較して、前記過放電検出回路の監視動作間隔を長くするように制御する制御回路と、

を備えた保護回路。

【請求項 5】

端子電圧が下限電圧以上で上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池及び充電用の電力を発生する電源と共に用いられる保護回路であって、

前記二次電池と前記電源とを電気的に接続する第 1 経路と、

前記二次電池と負荷とを電気的に接続する第 2 経路と、

前記第 1 経路に設けられた第 1 スイッチング素子と、

前記二次電池から負荷への放電の有無を示す放電状態を検出する放電状態検出回路と、

前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第 1 スイッチング素子がオフ状態になるように前記第 1 スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、

前記二次電池の端子電圧が前記正常動作の範囲内にある場合において、前記放電状態の検出結果が放電有りの場合、前記放電状態の検出結果が放電無しの場合と比較して、前記過充電検出回路の監視動作間隔を長くするように制御する制御回路と、

を備えた保護回路。

【請求項 6】

充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられる保護回路であって、

前記二次電池と前記電源とを電気的に接続する第 1 経路と、

前記二次電池と負荷とを電気的に接続する第 2 経路と、

前記第 1 経路に設けられた第 1 スイッチング素子と、

前記二次電池から負荷へ電力を供給する放電の有無を示す放電状態を検出する放電状態検出回路と、

前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第 1 スイッチング素子がオフ状態になるように前記第 1 スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、

前記二次電池の端子電圧が前記上限電圧を上回る状態において、前記放電状態の検出結果が放電有りの場合、前記放電状態の検出結果が放電無しの場合と比較して、前記過充電検出回路の監視動作間隔を短くするように制御する制御回路と、

を備える保護回路。

【請求項 7】

充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられる保護回路であって、

前記二次電池と前記電源とを電気的に接続する第 1 経路と、

前記二次電池と負荷とを電気的に接続する第 2 経路と、

前記第 2 経路に設けられた第 2 スイッチング素子と、

前記二次電池から負荷へ供給される放電電流の大きさを検出する放電電流検出回路と、

前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第 2 スイッチング素子がオフ状態になるように前記第 2 スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、

前記二次電池の端子電圧が前記上限電圧を上回る状態において、前記放電電流の大きさに応じて、前記過充電検出回路の監視動作間隔を制御する制御回路と、

を備える保護回路。

【請求項 8】

充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられる保護回路であって、

10

20

30

40

50

前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、  
前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、  
前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、  
前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、  
前記二次電池の端子電圧が前記上限電圧を上回る状態において、前記過放電検出回路の監視動作を停止させるように制御する制御回路と、  
を備える保護回路。

【請求項9】

充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられる保護回路であって、  
前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、  
前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、  
前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、  
前記電源から前記二次電池への充電の有無を示す充電状態を検出する充電状態検出回路と、  
前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、  
前記二次電池の端子電圧が前記下限電圧を下回る状態において、前記充電状態の検出結果が充電有りを示す場合、前記充電状態の検出結果が充電無しの場合と比較して、前記過放電検出回路の監視動作間隔を短くするように制御する制御回路と、  
を備える保護回路。

【請求項10】

充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられる保護回路であって、  
前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、  
前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、  
前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、  
前記二次電池から負荷へ供給される放電電流の大きさを検出する放電電流検出回路と、  
前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、  
前記二次電池の端子電圧が前記下限電圧を下回る状態において、前記充電電流の大きさに応じて、前記過放電検出回路の監視動作間隔を制御する制御回路と、  
を備える保護回路。

【請求項11】

充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられる保護回路であって、  
前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、  
前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、  
前記第1経路に設けられた第1スイッチング素子と、  
前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第1スイッチング素子がオフ状態になるように前記第1スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、  
前記二次電池の端子電圧が前記下限電圧を下回る状態において、前記過充電検出回路の監視動作を停止するように制御する制御回路とを、  
備える保護回路。

【請求項12】

10

20

30

40

50

前記充電状態検出回路が前記充電状態を検出する検出動作間隔は、前記過充電検出回路又は前記過放電検出回路の監視動作間隔よりも長いことを特徴とする請求項3、4、及び9のうちいずれか1項に記載の保護回路。

【請求項13】

充電用の電力を発生する電源と、  
端子電圧が下限電圧以上であり且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と、  
負荷と、  
請求項2乃至12のうちいずれか1項に記載の保護回路と、  
を備えたことを特徴とする電子機器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池の過充電状態や過放電状態を検出して二次電池を保護する保護回路に係り、特に、過充電状態や過放電状態の検出に必要な消費電力を低減する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

充電可能な二次電池としてリチウムイオン電池が知られている。リチウムイオン電池は、高い電圧が得られ、エネルギー密度が高いのに加え、浅い充放電を繰り返すと容量が減少してしまうメモリ効果が小さいことから、携帯電話、ノートパソコン、携帯情報端末（PDA：Personal Digital Assistants）等の携帯機器に広く使用されている。

20

【0003】

一般に、二次電池では、品質維持や安全性確保のために充放電を監視する保護回路が必要であるが、特にリチウムイオン電池は、通常使用領域の電圧範囲と、過充電状態・過放電状態の危険領域の電圧範囲とが非常に接近しているのに加え、過充電状態・過放電状態による品質劣化や安全性への影響が大きいことから、過充電状態と過放電状態を検出するための電圧検出を高精度、例えば、数10mVのレベルで常時行なう必要がある。そして、過充電状態を検出すると充電をオフにし、過放電状態を検出すると放電をオフにすることで

30

【0004】

リチウムイオン電池等の二次電池を利用した携帯機器では、駆動時間を延ばすために、消費電力を削減することが求められている。このため、充放電を監視する保護回路においても消費電力を削減することが望ましい。特許文献1には、二次電池の電圧と基準電圧とを高精度に比較することによって過充電状態及び過放電状態を検出する過充電検出回路及び過放電検出回路において、消費電力を低減するために、過充電検出回路及び過放電検出回路の動作を連続的ではなく所定の間隔を空けて周期的に行なうことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献1】特開平8-23639号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、近年、二次電池は、腕時計等のより小型な機器にも用いられるようになってきている。この場合、二次電池自身も小型化しなければならず、電池容量も少なくなる。このような電池容量の少ない二次電池を用いた機器でも、駆動時間を延ばして商品性を高めるために、保護回路においても一層の省電力化が求められている。

【0007】

50

特許文献 1 に記載された過充電検出回路及び過放電検出回路の動作間隔をさらに広げることで、消費電力を低減することは可能であるが、その分、危険領域の検出が遅れるおそれがあり、品質の維持や安全性の確保が不十分となる。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することができる保護回路を提供することを解決課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

この課題を解決するために、本発明に係る保護回路は、端子電圧が上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池及び充電用の電力を発生する電源と共に用いられるものであって、前記二次電池と前記電源とを電気的に接続する第 1 経路と、前記二次電池と負荷とを電気的に接続する第 2 経路と、前記第 1 経路に設けられた第 1 スイッチング素子と、前記電源から前記二次電池への充電の有無を示す充電状態を検出する充電状態検出回路と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第 1 スイッチング素子がオフ状態になるように前記第 1 スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記正常動作の範囲内にある場合において、前記充電状態の検出結果が充電有りの場合、前記充電状態の検出結果が充電無しの場合と比較して、前記過充電検出回路の監視動作間隔を短くするように制御する制御回路とを備え、前記充電状態検出回路が前記充電状態を検出する検出動作間隔は、前記過充電検出回路の監視動作間隔よりも長いことを特徴とする。

10

20

【 0 0 1 0 】

充電状態検出回路が過充電検出回路の監視動作間隔よりも長い検出動作間隔で充電状態を検出する。充電有りの場合は二次電池に充電電流が流れ込むため、二次電池の端子電圧が上昇するが、充電無しの場合には二次電池の端子電圧は上昇しない。したがって、充電有りの場合は充電無しの場合と比較して通常状態から過充電状態に遷移する可能性が高い。そこで、本発明は、過充電状態に遷移する可能性が高い充電有りの場合は、過充電状態に遷移する可能性が低い充電無しの場合と比較して、過充電検出回路の監視動作間隔を短くするように制御する。これにより、充電状態に応じた監視動作を行なうことができ、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

30

【 0 0 1 3 】

本発明に係る他の保護回路は、端子電圧が下限電圧以上で上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池及び充電用の電力を発生する電源と共に用いられるものであって、前記二次電池と前記電源とを電気的に接続する第 1 経路と、前記二次電池と負荷とを電気的に接続する第 2 経路と、前記第 1 経路に設けられた第 1 スイッチング素子と、前記第 2 経路に設けられた第 2 スイッチング素子と、前記電源から前記二次電池へ供給される充電電流の大きさを検出する充電電流検出回路と、前記二次電池から負荷へ供給される放電電流の大きさを検出する放電電流検出回路と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第 1 スイッチング素子がオフ状態になるように前記第 1 スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第 2 スイッチング素子がオフ状態になるように前記第 2 スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記正常動作の範囲内にある場合において、前記充電電流と前記放電電流とを比較し、前記充電電流が前記放電電流より大きい場合、前記過充電検出回路の監視動作間隔が前記過放電検出回路の監視動作間隔よりも短くなるように制御し、前記充電電流が前記放電電流より小さい場合、前記過放電検出回路の監視動作間隔が前記過充電検出回路の監視動作間隔よりも短くなるように制御する制御回路と、を備える。

40

【 0 0 1 4 】

50

充電電流が大きくなると二次電池の端子電圧が上昇するように作用し、放電電流が大きくなると二次電池の端子電圧が下降するように作用する。そして、二次電池の端子電圧が上昇するか下降するかは、充電電流と放電電流の大小関係によって規定される。本発明によれば、充電電流が放電電流より大きい場合、過充電検出回路の監視動作間隔が過放電検出回路の監視動作間隔よりも短くなるように制御される。これにより、充電電流と放電電流の大小関係に応じた監視動作を行なうことができ、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

なお、「前記過充電検出回路の監視動作間隔が前記過放電検出回路の監視動作間隔よりも短くなるように制御」には、「前記過充電検出回路の動作を停止し、前記過放電検出回路の監視動作間隔を所定の間隔とする」場合が含まれる。また「前記過放電検出回路の監視動作間隔が前記過充電検出回路の監視動作間隔よりも短くなるように制御」には、「前記過放電検出回路の動作を停止し、前記過充電検出回路の監視動作間隔を所定の間隔とする」場合が含まれる。

#### 【0015】

本発明に係る他の保護回路は、端子電圧が下限電圧以上で上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池及び充電用の電力を発生する電源と共に用いられるものであって、前記二次電池と前記電源とを電気的に接続する第1経路と、前記二次電池と負荷とを電気的に接続する第2経路と、前記第1経路に設けられた第1スイッチング素子と、前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、前記電源から前記二次電池への充電の有無を示す充電状態を検出する充電状態検出回路と、前記二次電池から負荷への放電の有無を示す放電状態を検出する放電状態検出回路と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第1スイッチング素子がオフ状態になるように前記第1スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記正常動作の範囲内にある場合において、前記充電状態の検出結果が充電無し、且つ前記放電状態の検出結果が放電無し場合、前記過充電検出回路の監視動作を停止させ、且つ前記過放電検出回路の監視動作を実行する制御回路とを備える。

#### 【0016】

充電無し且つ放電無しの場合、二次電池の端子電圧は変化しない。本発明によれば、充電無し且つ放電無しの場合、過充電検出回路の監視動作を停止させ、過放電検出回路の監視動作を実行するから、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

#### 【0017】

本発明に係る他の保護回路は、端子電圧が下限電圧以上で上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池及び充電用の電力を発生する電源と共に用いられるものであって、前記二次電池と前記電源とを電気的に接続する第1経路と、前記二次電池と負荷とを電気的に接続する第2経路と、前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、前記電源から前記二次電池への充電の有無を示す充電状態を検出する充電状態検出回路と、

前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記正常動作の範囲内にある場合において、前記充電状態の検出結果が充電有りの場合、前記充電状態の検出結果が充電無しの場合と比較して、前記過放電検出回路の監視動作間隔を長くするように制御する制御回路とを備える。

#### 【0018】

充電有りの場合は二次電池に充電電流が流れ込むため、二次電池の端子電圧が上昇する

が、充電無しの場合には二次電池の端子電圧は上昇しない。したがって、充電有りの場合は充電無しの場合と比較して通常状態から過放電状態に遷移する可能性が低い。そこで、本発明は、過放電状態に遷移する可能性が高い充電有りの場合は、過放電状態に遷移する可能性が低い充電無しの場合と比較して、過放電検出回路の監視動作間隔を長くするように制御する。これにより、充電状態に応じた監視動作を行なうことができ、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

なお、「前記過放電検出回路の監視動作間隔を長くする」には、前記過放電検出回路の監視動作の停止が含まれる。

#### 【0019】

本発明に係る他の保護回路は、端子電圧が下限電圧以上で上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池及び充電用の電力を発生する電源と共に用いられるものであって、前記二次電池と前記電源とを電気的に接続する第1経路と、前記二次電池と負荷とを電気的に接続する第2経路と、前記第1経路に設けられた第1スイッチング素子と、前記二次電池から負荷への放電の有無を示す放電状態を検出する放電状態検出回路と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第1スイッチング素子がオフ状態になるように前記第1スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記正常動作の範囲内にある場合において、前記放電状態の検出結果が放電有りの場合、前記放電状態の検出結果が放電無しの場合と比較して、前記過充電検出回路の監視動作間隔を長くするように制御する制御回路と、を備えた保護回路。

#### 【0020】

放電有りの場合は二次電池から放電電流が流れ出るため、二次電池の端子電圧が下降するが、放電無しの場合には二次電池の端子電圧は下降しない。したがって、放電有りの場合は放電無しの場合と比較して通常状態から過充電状態に遷移する可能性が低い。そこで、本発明は、過充電状態に遷移する可能性が低い放電有りの場合は、過充電状態に遷移する可能性が高い放電無しの場合と比較して、過充電検出回路の監視動作間隔を長くするように制御する。これにより、放電状態に応じた監視動作を行なうことができ、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

なお、「前記過充電検出回路の監視動作間隔を長くする」には、前記過充電検出回路の監視動作の停止が含まれる。

#### 【0026】

本発明に係る他の保護回路は、充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられるものであって、前記二次電池と前記電源とを電気的に接続する第1経路と、前記二次電池と負荷とを電気的に接続する第2経路と、前記第1経路に設けられた第1スイッチング素子と、前記二次電池から負荷へ電力を供給する放電の有無を示す放電状態を検出する放電状態検出回路と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第1スイッチング素子がオフ状態になるように前記第1スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記上限電圧を上回る状態において、前記放電状態の検出結果が放電有りの場合、前記放電状態の検出結果が放電無しの場合と比較して、前記過充電検出回路の監視動作間隔を短くするように制御する制御回路と、を備える。

#### 【0027】

放電有りの場合は二次電池から放電電流が流れ出るため、二次電池の端子電圧が下降するが、放電無しの場合には二次電池の端子電圧は下降しない。したがって、放電有りの場合は放電無しの場合と比較して過充電状態から過放電状態に遷移する可能性が高い。そこで、本発明は、通常状態に遷移する可能性が高い放電有りの場合は、通常状態に遷移する可能性が低い放電無しの場合と比較して、過充電検出回路の監視動作間隔を短くするように制御する。これにより、放電状態に応じた監視動作を行なうことができ、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

## 【0028】

本発明に係る他の保護回路は、充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられるものであって、前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、前記二次電池から負荷へ供給される放電電流の大きさを検出する放電電流検出回路と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記上限電圧を上回る状態において、前記放電電流の大きさに応じて、前記過放電検出回路の監視動作間隔を制御する制御回路と、を備える。

10

## 【0029】

放電電流が大きくなると二次電池の端子電圧が下降するように作用する。そして、二次電池の端子電圧が下降する程度は放電電流の大きさに依存する。本発明によれば、放電電流の大きさに応じて、過放電検出回路の監視動作間隔を制御する。これにより、放電電流に応じた監視動作を行なうことができ、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

なお、前記放電電流の大きさが大きくなるにつれ、前記過放電検出回路の監視動作間隔が単調減少することが好ましい。

## 【0030】

20

本発明に係る他の保護回路は、充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられるものであって、前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と

、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記上限電圧を上回る状態において、前記過放電検出回路の監視動作を停止させるように制御する制御回路と、を備える。

## 【0031】

30

過放電検出回路は下限電圧において第2スイッチング素子のオン・オフを制御する。したがって、端子電圧が下限電圧から大きく離れた上限電圧以上の過充電状態では、動作することがない。そこで、本発明は、端子電圧が上限電圧を上回る状態において、過放電検出回路の監視動作を停止させることにより、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

## 【0032】

本発明に係る他の保護回路は、充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられるものであって、前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、前記電源から前記二次電池への充電の有無を示す充電状態を検出する充電状態検出回路と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記下限電圧を下回る状態において、前記充電状態の検出結果が充電有りを示す場合、前記充電状態の検出結果が充電無しの場合と比較して、前記過放電検出回路の監視動作間隔を短くするように制御する制御回路と、を備える。

40

## 【0033】

充電有りの場合は二次電池に充電電流が流れ込むため、二次電池の端子電圧が上昇するが、充電無しの場合には二次電池の端子電圧は上昇しない。したがって、充電有りの場合

50

は充電無しの場合と比較して過放電状態から通常状態に遷移する可能性が高い。そこで、本発明は、通常状態に遷移する可能性が高い充電有りの場合は、通常状態に遷移する可能性が低い充電無しの場合と比較して、過放電検出回路の監視動作間隔を短くするように制御する。これにより、充電状態に応じた監視動作を行なうことができ、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

**【0034】**

本発明に係る他の保護回路は、充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられる保護ものであって、前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、前記第2経路に設けられた第2スイッチング素子と、前記二次電池から負荷へ供給される放電電流の大きさを検出する放電電流検出回路と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記下限電圧を下回ったことを検出すると、前記第2スイッチング素子がオフ状態になるように前記第2スイッチング素子を制御する過放電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記下限電圧を下回る状態において、前記充電電流の大きさに応じて、前記過放電検出回路の監視動作間隔を制御する制御回路と、を備える。

10

**【0035】**

充電電流が大きくなると二次電池の端子電圧が上昇するように作用する。そして、二次電池の端子電圧が上昇する程度は充電電流の大きさに依存する。本発明によれば、充電電流の大きさに応じて、過放電検出回路の監視動作間隔を制御する。これにより、充電電流に応じた監視動作を行なうことができ、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

20

なお、前記充電電流の大きさが大きくなるにつれ、前記過放電検出回路の監視動作間隔が単調減少することが好ましい。

**【0036】**

本発明に係る他の保護回路は、充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上、且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と共に用いられるものであって、前記二次電池と前記電源とを電氣的に接続する第1経路と、前記二次電池と負荷とを電氣的に接続する第2経路と、前記第1経路に設けられた第1スイッチング素子と、前記二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が前記上限電圧を上回ったことを検出すると、前記第1スイッチング素子がオフ状態になるように前記第1スイッチング素子を制御する過充電検出回路と、前記二次電池の端子電圧が前記下限電圧を下回る状態において、前記過充電検出回路の監視動作を停止するように制御する制御回路とを、備える。

30

**【0037】**

過充電検出回路は上限電圧において第1スイッチング素子のオン・オフを制御する。したがって、端子電圧が上限電圧から大きく離れた下限電圧を下回る過放電状態では、動作することがない。そこで、本発明は、端子電圧が下限電圧を下回る状態において、過充電検出回路の監視動作を停止させることにより、正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となる。

**【0038】**

上述した保護回路において、前記充電状態検出回路が前記充電状態を検出する検出動作間隔は、前記過充電検出回路又は前記過放電検出回路の監視動作間隔よりも長いことが好ましい。このように2段階で動作を実行することにより、消費電力をより一層削減することが可能となる。

40

**【0039】**

また、この課題を解決するために、本発明によれば、充電用の電力を発生する電源と、端子電圧が下限電圧以上であり且つ上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池と、負荷と、上記の保護回路と、を備えた電子機器が提供される。この保護回路は正常動作の限度電圧の検出精度を保ちつつ、消費電力を低減することが可能となるから、二次電池の寿命を長くしつつ、消費電力を低減して電子機器を提供できる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本実施形態の保護回路を備えた電子機器の構成を示すブロック図である。

【図2】リチウムイオン電池の電圧と状態との関係の一例を説明する図である。

【図3】二次電池の電圧と動作タイミングとの関係を説明する図である。

【図4】動作タイミングと消費電流との関係について説明する図である。

【図5】放電状態と充電状態検出の動作間隔と過充電検出回路及び過放電検出回路検出動作間隔との関係を示すタイミング図である。

【図6】過充電検出回路及び過放電検出回路の回路構成例を示す図である。

【図7】過充電検出回路及び過放電検出回路の回路構成の別例を示す図である。

【図8】制御回路による過充電検出回路と過放電検出回路の動作間隔制御の第1実施例を示すフローチャートである。

【図9】制御回路による過充電検出回路と過放電検出回路の動作間隔制御の第2実施例を示すフローチャートである。

【図10】制御回路による過放電検出回路の動作間隔制御の第3実施例を示すフローチャートである。

【図11】第3実施例において監視動作間隔を3段階以上とする場合の放電電流と過充電監視周期との関係を示すフローチャートである。

【図12】第4実施例における充電電流と過充電検出回路の監視動作間隔との関係を示す図表である。

【図13】第5実施例における差分電流と過充電検出回路及び過放電検出回路の監視動作間隔との関係を示す図表である。

【図14】第6実施例に係る監視動作間隔の制御内容を示すフローチャートである。

【図15】第6実施例の制御内容を示す図表である。

【図16】変型例に係る保護回路を備えた電子機器の構成の別例を示すブロック図である。

【図17】変型例に係る保護回路の監視動作間隔の制御内容を示すフローチャートである。

【図18】変型例の制御内容を示す図表である。

【図19】電子機器の一例たる腕時計の斜視図である。

【図20】電子機器の一例たる携帯電話機の斜視図である。

【図21】電子機器の一例たる携帯情報端末の斜視図である。

【図22】変型例に係る保護回路を備えた電子機器の構成の別例を示すブロック図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0041】

## &lt; 1. 実施形態 &gt;

本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は、本実施形態の保護回路を備えた電子機器の構成を示すブロック図である。本図に示すように電子機器10は、充電可能な二次電池100、保護回路200、充電用電源300、及び本体400を備えており、二次電池100は、保護回路200を介して、充電用電源300及び本体400と電気的に接続されている。また、本体400は、制御回路410及び負荷420を備える。よって、二次電池100は、保護回路200を介して、制御回路410及び負荷420に接続されている。電子機器10は、二次電池100を駆動電源として動作する機器であり、例えば、腕時計、携帯電話、携帯情報端末等とすることができる。

【0042】

二次電池100は、本実施形態では、リチウムイオン電池を用いるものとする。ただし、二次電池100は、リチウムイオン電池以外の二次電池であってもよく、本発明は、リチウムイオンポリマー電池等にも効果的に適用することができる。

図2は、二次電池100として用いるリチウムイオン電池の端子電圧と電池状態との関

10

20

30

40

50

係の一例を示す図である。本図に示すように、リチウムイオン電池は、 $2.60\text{V} \sim 4.20\text{V}$ が、正常動作を行なう電圧範囲である通常使用領域（通常状態）となっている。

$4.20\text{V} \sim 4.25\text{V}$ は、過充電領域とされ、この電圧範囲では過充電により特性が劣化してしまう。 $4.25\text{V}$ を超えると、電池が危険な状態になるため、使用禁止の危険領域となる。 $4.2\text{V}$ を上回る使用領域は過充電状態である。一方、 $1.00 \sim 2.60\text{V}$ は、過放電領域とされ、この電圧範囲では過放電により特性が劣化してしまう。 $1.00\text{V}$ を下回ると、電池が危険な状態になるため、使用禁止の危険領域となる。

#### 【0043】

このため、本実施形態では、通常使用領域の上限である $4.20\text{V}$ を過充電検出電圧と称し、通常使用領域の下限である $2.60\text{V}$ を過放電検出電圧と称して、正常動作の限度電圧の検出対象とする。もちろん、これらの数値は例示であり、二次電池100の特性や電子機器10の用途等に適応させるものとする。

また、二次電池100の電池状態として、その端子電圧 $V_x$ が過放電検出電圧以上で過充電検出電圧以下を正常動作が保障される通常状態と称し、その端子電圧 $V_x$ が過充電検出電圧を上回り正常動作が保障されない状態を過充電状態と称し、その端子電圧 $V_x$ が過放電検出電圧を下回り正常動作が保障されない状態を過放電状態と称する。

#### 【0044】

図1の説明に戻って、保護回路200は、二次電池100の電池状態（過充電状態、過放電状態、及び通常状態といった3つの状態）を検出し、二次電池100の保護動作を行なう。具体的には、過充電状態を検出した場合には、充電用電源300との電気的な接続を遮断し、過放電状態を検出した場合には、本体400との電気的な接続を遮断する。

#### 【0045】

充電用電源300は、二次電池100の充電に用いるための電源であり、例えば、ソーラーセルを用いることができる。ただし、充電用電源300は、電子機器10内に備えずに、充電器や定電圧電源等を用いて電子機器10の外部に設けるようにしてもよい。

本体400は、二次電池100から電力を供給される機能部であり、電子機器10を腕時計に適用した場合には、腕時計本体が相当し、電子機器10を携帯電話に適用した場合には、携帯電話本体が相当する。

#### 【0046】

本実施形態において、保護回路200は、過充電検出回路210、過放電検出回路220、充電状態検出回路230、タイミング信号発生回路240、充電制御用スイッチ250、放電制御用スイッチ260、及びダイオード270を備える。

充電制御用スイッチ250は、二次電池100と充電用電源300とを電気的に接続する経路に設けられたスイッチング素子である。放電制御用スイッチ260は、二次電池100と本体400（負荷420）とを電気的に接続する経路に設けられたスイッチング素子である。本実施形態では、いずれもスイッチング素子としてpチャネル型のトランジスタを用いる。

#### 【0047】

過充電検出回路210は、二次電池100の端子電圧 $V_x$ を監視し、過充電検出電圧を上回ったことを検出すると、充電を停止するために、充電制御用スイッチ250をオンからオフに遷移させる。具体的にはゲート電圧 $V_{g1}$ をローレベルからハイレベルに遷移させる。過充電検出電圧を上回ったことの検出は、例えば、分圧された二次電池100の電圧と過充電検出電圧に対応した基準電圧とを比較することで行なうことができる。なお、ノイズ等による誤検出を防ぐために、複数回の検出結果に基づいて判定を行なうようにしてもよい。

#### 【0048】

過放電検出回路220は、二次電池100の端子電圧 $V_x$ を監視し、過放電検出電圧を下回ったことを検出すると、放電を停止するために、放電制御用スイッチ260をオンからオフに遷移させる。具体的にはゲート電圧 $V_{g2}$ をローレベルからハイレベルに遷移させる。過放電検出電圧を下回ったことの検出は、例えば、分圧された二次電池100の電

10

20

30

40

50

圧と過放電検出電圧に対応した基準電圧とを比較することで行なうことができる。なお、ノイズ等による誤検出を防ぐために、複数回の検出結果に基づいて判定を行なうようにしてもよい。

#### 【0049】

充電状態検出回路230は、通常状態において二次電池100の充電の有無を示す充電状態を検出する。具体的には二次電池100の端子電圧 $V_x$ 及び充電用電源300の電源電圧 $V_y$ に基づいて、充電の有無を示す充電状態を検出する。例えば、ダイオード270の降下電圧を $V_{th}$ 、充電制御用スイッチ250のオン抵抗を無視すれば、 $V_y - V_{th} > V_x$ の場合に、充電状態検出回路230は充電状態を充電有りとし、 $V_y - V_{th} < V_x$ の場合に、充電状態検出回路230は充電状態を充電無しとすることができる。この検出結果は制御回路410に出力される。充電状態検出回路230は、連続的に二次電池100の充電状態を検出する必要はなく、所定の間隔、例えば、60秒間隔で二次電池100の充電状態を検出することができる。充電状態検出回路230は、例えば、電圧比較器、A/Dコンバータ等を用いて構成することができる。

10

#### 【0050】

また、本体400に設けられた制御回路410は、例えば、電子機器10の全体を制御するCPUで構成され、以下の機能を有する。

第1に、制御回路410は、端子電圧 $V_x$ に基づいて、二次電池100の電池状態を検出する。すなわち、過充電状態、通常状態、及び過放電状態といった3つの状態を検出する。この例では、ゲート電圧 $V_{g1}$ がハイレベルの場合に過充電状態であるとし、ゲート電圧 $V_{g1}$ 及び $V_{g2}$ がローレベルである場合に通常状態であるとし、ゲート電圧 $V_{g2}$ がハイレベルである場合に過放電状態であるとする。なお、端子電圧 $V_x$ を制御回路410に供給し、制御回路410が端子電圧 $V_x$ に基づいて過充電状態、通常状態、及び過放電状態といった3つの状態を判定してもよい。

20

#### 【0051】

第2に、制御回路410は負荷420の動作を制御する。さらに、制御回路420は負荷420に流れる放電電流の大きさを取得するとともに放電の有無を検知する。すなわち、制御回路410は、二次電池100から負荷420へ供給される放電電流の大きさを検出する放電電流検出回路として機能するとともに放電の有無を示す放電状態を検出する放電状態検出回路として機能する。負荷420は、本体400において電力を消費する各種の構成部分である。そして、いずれかの構成部分が動作して負荷420がオンで放電有り、すべての構成部分が動作を停止し負荷420がオフで放電無しとなる。制御回路410は、各種の構成部分に動作指示を与えるので、動作指示に基づいて放電有り又は放電無しを放電状態として検出する。

30

例えば、携帯電話の通信信号や衛星信号に含まれる時刻情報を受信して自動的に時刻合わせを実行する腕時計では、通信モジュール、指針を動かすモーター、振動を発生する振動モーター、あるいはブザーなどが負荷420に該当する。制御回路410は、所定の条件が充足された場合に通信モジュールを動作させて正確な時刻を取得する。あるいは、所定の時刻で振動モーターを起動し、現在が所定の時刻であることを振動によって利用者に知らせる。制御回路410は負荷420に流れる放電電流の大きさを取得するために、放電電流を計測してもよいが、動作を実行するための所定の条件と放電電流の大きさを予め対応づけて記憶したテーブルを備え、制御回路410は当該テーブルを参照して放電電流の大きさを取得してもよい。

40

#### 【0052】

第4に、制御回路410は、電池状態、充電状態、及び放電状態などに基づいて過充電検出回路210及び過放電検出回路220の監視動作タイミングを指定する制御信号CTLを生成する。

#### 【0053】

ダイオード270は、二次電池100から充電用電源300に電流が流れ、充電用電源300に悪影響を与えることを防止するために用いている。

50

タイミング信号発生回路 240 は、過充電検出回路 210 の監視動作タイミングと、過放電検出回路 220 の監視動作タイミングとを、制御回路 410 で生成される制御信号 CTL に従って制御する。本実施形態では、過充電検出回路 210 及び過放電検出回路 220 の監視動作タイミングを、二次電池 100 の充電状態及び放電状態に応じて変化させるようにしている。過充電検出回路 210 及び過放電検出回路 220 の監視動作タイミングは、同期させてもよいし、非同期であってもよい。また、二次電池 100 の特性等に応じて、過充電検出回路 210 の監視動作タイミング及び過放電検出回路 220 の監視動作タイミングのいずれか一方を変化させるようにしてもよい。

#### 【0054】

より具体的には、タイミング信号発生回路 240 は、二次電池 100 が過充電状態、過放電状態になるおそれがある状況では、二次電池 100 の電圧の監視間隔が短くなるように監視動作タイミングを変化させることで、正常動作の限度電圧の検出精度を保ち、すぐには過充電状態、過放電状態になるおそれがない状況では、二次電池 100 の電圧の監視間隔が長くなるように監視動作タイミングを変化させることで、消費電力を低減させる。

#### 【0055】

タイミング信号発生回路 240 が制御する過充電検出回路 210 及び過放電検出回路 220 の監視動作タイミングには各種の態様があるが、そのすべての態様を網羅して説明にするのは煩雑であるので、この例では、監視動作タイミングの典型例として「ベタ」「1秒周期」「10秒周期」を取り上げる。なお、「ベタ」とは、常時、監視動作を実行することを意味である。図 3 に二次電池の電圧と過充電検出回路 210 及び過放電検出回路 220 の監視動作タイミングを示す。

図 3 に示されるように、この例では、通常状態においては、充電制御用スイッチ 250、放電制御用スイッチ 260 のいずれもオン (ON) となるようにしている。

#### 【0056】

そして、第 1 に、通常状態において、充電状態の検出結果が充電有りであり、且つ放電状態の検出結果が放電無しの場合、過充電検出回路 210 の監視動作タイミングを「1秒周期」又は「ベタ」とし、過放電検出回路 220 の監視動作タイミングを「10秒周期」とする。

第 2 に、通常状態において、充電状態の検出結果が充電無しであり、且つ放電状態の検出結果が放電有りの場合、過充電検出回路 210 の監視動作タイミングを「10秒周期」とし、過放電検出回路 220 の監視動作タイミングを「1秒周期」又は「ベタ」とする。

第 3 に、通常状態において、充電状態の検出結果が充電有りであり、且つ放電状態の検出結果が放電有りの場合、過充電検出回路 210 の監視動作タイミングを「1秒周期」又は「ベタ」とし、過放電検出回路 220 の監視動作タイミングを「1秒周期」又は「ベタ」とする。

第 4 に、通常状態において、充電状態の検出結果が充電無しであり、且つ放電状態の検出結果が放電無しの場合、過充電検出回路 210 の監視動作タイミングを「10秒周期」とし、過放電検出回路 220 の監視動作タイミングを「10秒周期」とする。

#### 【0057】

すなわち、通常状態において、充電有りの場合は、充電無しの場合と比較して過充電検出回路 210 の監視動作タイミングの間隔を短くしている。これは、充電有りの場合は、充電が継続されることによって、通常状態から過充電状態に変化する可能性が充電無しの場合よりも高いからである。

一方、通常状態において、放電有りの場合は、放電無しの場合と比較して過放電検出回路 220 の監視動作タイミングの間隔を短くしている。これは、放電有りの場合は、放電が継続されることによって、通常状態から過放電状態に変化する可能性が放電無しの場合よりも高いからである。

ここで、過充電検出回路 210 についてのみ上述したように状況に応じて監視動作タイミングの間隔を変更し、過放電検出回路 220 については監視動作タイミングの間隔を固定としてもよいし、あるいは、過放電検出回路 220 についてのみ上述したように状況に

10

20

30

40

50

応じて監視動作タイミングの間隔を変更し、過充電検出回路 210 については監視動作タイミングの間隔を固定としてもよい。

【0058】

次に、電池状態が過充電状態である場合は、二次電池 100 を保護するために、放電制御用スイッチ 260 をオン (ON) して端子電圧  $V_x$  を降下させる一方、充電制御用スイッチ 250 をオフ (OFF) にして端子電圧  $V_x$  が上昇しないように制御する。このとき、過充電検出回路 210 の監視動作タイミングの間隔を、充電の有無や放電の有無と無関係に、「1秒周期」又は「ベタ」とする。すなわち、過充電状態である場合は、通常状態における充電無しの場合と比較して、監視動作タイミングの間隔を短く設定している。これによって、過充電状態から通常状態に遷移したことを遅滞なく検知することが可能となる。

10

また、過放電検出回路 220 の監視動作を停止する。過充電状態から過放電状態に遷移するためには、必ず、通常状態を経る必要がある。したがって、過充電状態において監視動作を停止しても直ちに過放電状態に遷移するものではないから、二次電池 100 の安全性を確保しながら、消費電力を低減することができる。

【0059】

次に、電池状態が過放電状態である場合は、二次電池 100 を保護するために、充電制御用スイッチ 250 をオン (ON) して端子電圧  $V_x$  を上昇させる一方、放電制御用スイッチ 260 をオフ (OFF) にして端子電圧  $V_x$  が下降しないように制御する。このとき、過放電検出回路 220 の監視動作タイミングの間隔を、充電の有無や放電の有無と無関係に、「10秒周期」とする。これによって、通常状態から過充電状態に遅滞なく検知することが可能となる。また、過放電状態である場合は、充電制御用スイッチが OFF となり、本体 400 への電源供給が停止されるため、負荷 420 への放電は無いので、通常状態における放電有りの場合と比較して、監視動作タイミングの間隔を長く設定している。

20

また、過充電検出回路 210 の監視動作を停止する。過放電状態から過充電状態に遷移するためには、必ず、通常状態を経る必要がある。したがって、過放電状態において監視動作を停止しても直ちに過充電状態に遷移するものではないから、二次電池 100 の安全性を確保しながら、消費電力を低減することができる。

【0060】

ここで、監視動作タイミングの「ベタ」「1秒周期」「10秒周期」それぞれの場合に、検出回路 (過充電検出回路 210、過放電検出回路 220) で消費される電流について具体的に説明する。なお、1回の検出動作は、0.1秒で行なわれ、その間、 $3.0\mu A$  の電流が検出回路に流れるものとする。

30

図 4 (a) は、「ベタ」すなわち動作間隔 0 で連続的に二次電池 100 の電圧を検出する場合に検出回路に流れる電流を示している。本図の例では、「ベタ」の場合、1秒当り  $3.0\mu A$  消費されることになる。

【0061】

図 4 (b) は、「1秒周期」で二次電池 100 の電圧を検出する場合に検出回路に流れる電流を示している。検出時間は 0.1秒であり、その後の 0.9秒は検出動作は休止し、電流は消費されない。本図の例では、「1秒周期」の場合、1秒当り  $0.3\mu A$  消費されることになる ( $3.0\mu A \times 0.1\text{秒} / 1\text{秒}$ )。

40

図 4 (c) は、「10秒周期」で二次電池 100 の電圧を検出する場合に検出回路に流れる電流を示している。検出時間は 0.1秒であり、その後の 9.9秒は検出動作は休止し、電流は消費されない。本図の例では、「10秒周期」の場合、1秒当り  $0.03\mu A$  消費されることになる ( $3.0\mu A \times 0.1\text{秒} / 10\text{秒}$ )。

【0062】

仮に、二次電池 100 の容量を  $10\text{mAh}$  とし、負荷 420 で消費する電流を  $0.5\mu A$  とすると、検出回路が過充電検出回路 210、過放電検出回路 220 の 2つ使用されていることを考慮して、「ベタ」の場合の駆動時間を求めると、 $10\text{mAh}$  [電池容量] / ( $0.5\mu A$  [負荷動作] +  $3\mu A$  [過充電検出] +  $3\mu A$  [過放電検出]) / 24時間

50

= 64日 = 約2ヶ月となる。

【0063】

同様に、「1秒周期」の場合の駆動時間を求めると、 $10\text{mAh}[\text{電池容量}] / (0.5\text{uA}[\text{負荷動作}] + 0.3\text{uA}[\text{過充電検出}] + 0.3\text{uA}[\text{過放電検出}]) / 24\text{時間} = 379\text{日} = \text{約1年}$ となる。

また、「10秒周期」の場合の駆動時間を求めると、 $10\text{mAh}[\text{電池容量}] / (0.5\text{uA}[\text{負荷動作}] + 0.03\text{uA}[\text{過充電検出}] + 0.03\text{uA}[\text{過放電検出}]) / 24\text{時間} = 744\text{日} = \text{約2年}$ となる。

したがって、検出回路の監視動作タイミングをできるだけ10秒周期にすることにより、消費電力を削減し、駆動時間を延ばすことが可能となる。

10

【0064】

また、図5に示す例では、充電状態検出回路230による充電状態の検出間隔が、過充電検出回路210の監視動作間隔よりも長くなるように制御している。すなわち、過充電検出回路210の監視動作が、1秒周期、10秒周期のいずれかであるのに対して、充電状態検出回路230の検出動作は、60秒周期としている。また、通常状態において、制御回路410は、負荷420の動作を制御しているので、放電状態を常に把握している。

【0065】

前述のように、充電状態検出回路230における検出結果は、二次電池100が通常状態から過充電状態に遷移する可能性の判定に用いるものであるため、充電状態検出回路230の検出精度は、過充電検出回路210の検出精度ほどの高精度は要求されない。そこで、充電状態検出回路230による充電状態の検出間隔が、過充電検出回路210の監視動作間隔よりも長くしている。これにより、充電状態検出回路230による二次電池100の充電状態の検出で消費される電力量を低減させることができる。

20

また、この例では、期間T1乃至T4において、端子電圧Vxは2.6Vから4.2Vまでの範囲にあり、電池状態は通常状態である。

【0066】

期間T1においては、充電状態の検出結果は充電無しであり、また、放電状態の検出結果も放電無しである。このため、過充電検出回路210の監視動作間隔は10秒に、過放電検出回路220の監視動作間隔は10秒に設定される。

30

次に、期間T2においては、充電状態の検出結果は充電有りであり、また、放電状態の検出結果も放電無しである。充電によって端子電圧Vxが過充電検出電圧を超える可能性があるため、過充電検出回路210の監視動作間隔を1秒に、過放電検出回路220の監視動作間隔を10秒に設定する。

【0067】

次に、期間T3においては、充電状態の検出結果は充電有りであり、また、放電状態の検出結果も放電有りである。充電によって端子電圧Vxが過充電検出電圧を超える可能性があるため過充電検出回路210の監視動作間隔を1秒に設定し、放電によって端子電圧Vxが過放電検出電圧を下回る可能性があるため過充電検出回路210と過放電検出回路220との監視動作間隔を1秒に設定する。

40

次に、期間T4においては、充電状態の検出結果は充電無しであり、また、放電状態の検出結果は放電有りである。放電によって端子電圧Vxが過放電検出電圧を下回る可能性があるため過放電検出回路220の監視動作間隔を1秒に設定し、過充電検出回路210の監視動作間隔を10秒に設定する。

【0068】

なお、過充電検出回路210及び過放電検出回路220は、例えば、図6に示すような回路で構成することができる。本図の例では、いずれの検出回路も、二次電池100の電圧VBを抵抗R11(R21)と抵抗R12(R22)とで分圧した電圧を、コンパレータCmp1(Cmp2)を用いて検出電圧に対応した基準電圧V1(V2)と比較することで、検出電圧を上回ったこと(下回ったこと)を検出し、ラッチ回路211(221)

50

を介して、充電制御用スイッチ 250 (放電制御用スイッチ 260) を制御するようにしている。ここで、括弧なし符号は、過充電検出回路 210 の構成を示し、括弧内符号は、過放電検出回路 220 の構成を示している。

#### 【0069】

基準電圧  $V_1$  ( $V_2$ ) との比較による監視動作は、タイミング信号発生回路 240 からタイミング信号  $TS_1$  ( $TS_2$ ) によってオンオフが連動して切替えられるスイッチ  $Sw_1$  ( $Sw_2$ ) とスイッチ  $Sw_1$  ( $Sw_2$ ) によってコンパレータ  $Cmp_1$  ( $Cmp_2$ ) への電源供給を入切することで監視動作間隔が制御される。

#### 【0070】

すなわち、「ベタ」で監視動作を行なう場合には、スイッチ  $Sw_1$  ( $Sw_2$ ) とスイッチ  $Sw_1$  ( $Sw_2$ ) は、常時オンにし、「1秒周期」で監視動作を行なう場合には、スイッチ  $Sw_1$  ( $Sw_2$ ) とスイッチ  $Sw_1$  ( $Sw_2$ ) は、1秒周期でオンオフを繰り返し、「10秒周期」で監視動作を行なう場合には、スイッチ  $Sw_1$  ( $Sw_2$ ) とスイッチ  $Sw_1$  ( $Sw_2$ ) は、10秒周期でオンオフを繰り返すようにする。

10

#### 【0071】

あるいは、過充電検出回路 210 及び過放電検出回路 220 は、図 7 に示すような回路で構成してもよい。本図の例では、破線矩形 C に示すように、二次電池 100 の電圧  $V_B$  を分圧する抵抗を抵抗  $R_1$ 、抵抗  $R_2$ 、抵抗  $R_3$  で構成し、過充電検出回路 210 と過放電検出回路 220 とで共用するようにしている。このような構成とすることで、検出回路

20

における消費電力を一層低減させることができる。

次に、制御回路 410 による過充電検出回路 210 と過放電検出回路 220 の監視動作間隔の具体的な制御内容について、各種の実施例を説明する。

#### 【0072】

< 1-1 : 第 1 実施例 >

図 8 は、通常状態における制御回路 410 による過充電検出回路 210 の動作間隔制御の第 1 実施例を示すフローチャートである。本フローチャートの処理は、充電状態検出回路 230 による充電状態の検出の毎に実行される。

まず、制御回路 410 は、充電状態検出回路 230 が検出した充電状態を取得し ( $S101$ )、充電状態の検出結果が充電中であるか否かを判定する ( $S102$ )。充電中であれば、過充電検出回路 210 の監視動作間隔を 1 秒周期に設定し ( $S103$ )、充電中

30

#### 【0073】

なければ、過充電検出回路 210 の監視動作間隔を 10 秒周期に設定する ( $S104$ )。なお、充電中であるか否かの判定において、複数回の判定結果が一致した場合に、充電中である、あるいは充電中でないと判定してもよい。1 回の充電状態の検出結果のみを用いると、ノイズによって誤判定となる場合があるが、複数回の判定結果の一致を条件とすることによって、判定の精度を向上させることができる。

40

#### 【0074】

< 1-2 : 第 2 実施例 >

図 9 は、通常状態における制御回路 410 による過放電検出回路 220 の動作間隔制御の第 2 実施例を示すフローチャートである。本フローチャートの処理は、所定の周期で実行される。

まず、制御回路 410 は、放電状態を取得する ( $S201$ )。通常状態において、制御回路 410 は、負荷 420 の動作を制御しているので、放電状態を常に把握している。次

50

に、制御回路410は、放電状態の検出結果が放電中であるか否かを判定する(S202)。具体的には、負荷420の構成部分のいずれかを動作させている場合には、放電中とする。放電中であれば、過放電検出回路220の監視動作間隔を1秒周期に設定し(S203)、放電中でなければ、過放電検出回路220の監視動作間隔を10秒周期に設定する(S204)。なお、ノイズによる誤判定を回避するために、放電中であるか否かの判定において、複数回の判定結果が一致した場合に、放電中である、あるいは放電中でないと判定してもよい。

#### 【0075】

すなわち、放電状態の検出結果が放電有りの場合には、放電無しの場合と比較して、過放電検出回路220の監視動作間隔を短く設定する。これにより、過放電検出電圧を下回る可能性が高い場合に単位時間当たりの監視動作回数を増加させて、二次電池100を過放電から保護することができる一方、過放電検出電圧を下回る可能性が低い場合には単位時間当たりの監視動作回数を減少させることにより、消費電力を削減することが可能となる。

#### 【0076】

<1-3:第3実施例>

次に、放電電流の大きさに基づく過放電検出回路220の監視動作間隔の制御について説明する。

図10は、通常状態における制御回路410による過放電検出回路220の動作間隔制御の第3実施例を示すフローチャートである。上述したように制御回路410は放電電流検出回路として機能する。まず、制御回路410は、通常時よりも負荷420が重くなる場合、過放電検出回路220の監視動作間隔を1秒に設定する(S301)。重負荷を例示すれば、通信モジュールを起動し、時刻合わせを実行する場合は該当する。この場合、大きな放電電流が二次電池100から負荷420へ流れる。これにより、端子電圧 $V_x$ は下降し、過放電検出電圧を下回る可能性がある。そこで、過放電検出回路220の監視動作間隔を1秒と短く設定した。そして、制御回路410は重負荷の動作を開始させ(S302)、所定の条件が充足されると重負荷の動作を停止させる(S303)。この後、制御回路410は、過放電検出回路220の監視動作間隔を10秒に設定する(S304)。

#### 【0077】

ここで、放電電流の大きさに着目すると、重負荷が動作中は放電電流が大きく、重負荷の動作が停止中は放電電流が小さい。すなわち、制御回路410は、放電電流が大きい場合は、放電電流が小さい場合と比較して、過放電検出回路220の監視動作間隔が短くなるように制御する。これにより、放電電流が大きく過放電状態に遷移する可能性が高い場合には、放電状態の単位時間当たりの検出回数を増加させ、放電電流が小さく過放電状態に遷移する可能性が低い場合には、放電状態の単位時間当たりの検出回数を減少させることができる。この結果、二次電池100の端子電圧 $V_x$ が過放電検出電圧を下回るのを防止して、二次電池100を保護することができ、しかも、消費電力を削減することが可能となる。

#### 【0078】

この例では、監視動作間隔を1秒と10秒の2段階に設定したが、図11に示すように3段階以上としてもよい。この例では、100mA以上で監視動作間隔を「ベタ」すなわち常時監視とし、10mA以上100mA未満で監視動作間隔を「1秒」、1mA以上10mA未満で監視動作間隔を「5秒」、0.1mA以上1mA未満で監視動作間隔を「10秒」、0.1mAを上回り1mA未満で監視動作間隔を「10秒」、0mAを上回り0.1mA未満で監視動作間隔を「30秒」、0mAの場合に動作停止とする。すなわち、放電電流が増加するにつれ、監視動作間隔が単調減少すれば良い。これにより、二次電池100の保護と消費電力の削減とをより一層バランスさせることが可能となる。なお、この例では、放電電流が増加するにつれ、監視動作間隔が段階的に単調減少するものであったが、連続的に単調減少してもよい。また、「ベタ」は監視動作間隔がゼロになったもの

10

20

30

40

50

として、動作停止は監視動作間隔が無限大になったものとして捉えることができる。

【0079】

< 1 - 4 : 第4実施例 >

通常状態における制御回路410による動作間隔制御の第4実施例は、充電電流の大きさと過充電検出回路210の監視動作間隔との関係に関するものである。充電電流は二次電池100の端子電圧 $V_x$ は上昇させる方向に作用する。したがって、通常状態において、充電電流が流れると、端子電圧 $V_x$ が次第に上昇して過充電検出電圧を上回り、過充電状態になる可能性がある。そこで、第4実施例では、図12に示すように充電電流の大きさに応じて過充電検出回路210の監視動作間隔を切り替える。

【0080】

この例では、充電用電源300としてソーラーセルを用いるものとする。ソーラーセルは照度に応じた大きさの充電電流を発生する。本実施例において、充電電流の大きさは充電状態検出回路230で検出する。充電電流の検出には各種の方法があるが、この例では、電源電圧 $V_y$ に基づいて充電電流を検出している。ソーラーセルの起電圧は、照度に応じて定まり、起電圧が高いほど充電電流が大きくなる。したがって、電源電圧 $V_y$ から充電電流を特定することができる。なお、電源電圧 $V_y$ を制御回路410に供給し、制御回路410において充電電流の大きさを特定してもよい。

【0081】

図12に示す例では、照度が0 luxでは充電電流が0 mAとなる。このとき、制御回路410は過充電検出回路210の動作を停止させる。これは、充電電流が無いので端子電圧 $V_x$ が上昇して通常状態から過充電状態に遷移する可能性が無いからである。

また、照度が0 luxを上回り1000 lux未満では充電電流が0 mAを上回り0.1 mA未満となる。このとき、制御回路410は過充電検出回路210の監視動作間隔を30秒に設定する。次に、照度が1000 luxを上回り5000 lux未満では充電電流が0.1 mAを上回り1 mA未満となる。このとき、制御回路410は過充電検出回路210の監視動作間隔を10秒に設定する。次に、照度が5000 luxを上回り10000 lux未満では充電電流が1 mAを上回り10 mA未満となる。このとき、制御回路410は過充電検出回路210の監視動作間隔を1秒に設定する。次に、照度が10000 lux以上では充電電流が10 mA以上となる。このとき、制御回路410は過充電検出回路210の監視動作間隔をベタに設定する。

【0082】

充電電流と監視動作間隔の関係は、充電電流が増加するにつれ、監視動作間隔が単調減少すれば良い。これにより、二次電池100の保護と消費電力の削減とをより一層バランスさせることが可能となる。なお、この例では、充電電流が増加するにつれ、監視動作間隔が段階的に単調減少するものであったが、連続的に単調減少してもよい。

【0083】

< 1 - 5 : 第5実施例 >

上述した第3実施例は放電電流に着目したものであり、第4実施例は充電電流に着目したものであった。二次電池100の端子電圧 $V_x$ は、二次電池100に流れ込む充電電流と二次電池100から流れ出る放電電流によって定まる。第5実施例は、放電電流と充電電流との差分に基づいて、過充電検出回路210及び過放電検出回路220の監視動作間隔を制御するものである。

【0084】

第5実施例において、制御回路410は、第1に放電電流と充電電流との差分電流を算出する。第2に、差分電流に対応して過充電検出回路210及び過放電検出回路220の監視動作間隔を設定する。図13に差分電流と過充電検出回路210及び過放電検出回路220の監視動作間隔の関係を示す。制御回路410は、図13に示す関係を記憶したテーブルを参照して、監視動作間隔を決定する。

【0085】

この例では、差分電流が0 mAを上回る場合、すなわち、放電電流が充電電流より大き

10

20

30

40

50

い場合、過充電検出回路 210 の動作を停止させる。これは、放電電流が充電電流と比較して大きければ、端子電圧  $V_x$  は下降するので、通常状態から過充電状態に遷移する可能性が無いからである。一方、端子電圧  $V_x$  が下降するので、通常状態から過放電状態に遷移する可能性がある。そして、差分電流が大きいほど、過放電状態に遷移する可能性が高くなる。このため、制御回路 410 は、差分電流が大きくなるに従って、過放電検出回路 220 の監視動作間隔を短くするように制御する。

【0086】

また、差分電流が 0 mA の場合、すなわち、放電電流と充電電流とが等しい場合、端子電圧  $V_x$  に変化はない。このため、通常状態が維持され、過充電状態及び過放電状態に遷移することは無い。そこで、制御回路 410 は、差分電流が 0 mA の場合、過充電検出回路 210 及び過放電検出回路 220 の動作を停止させ、消費電力を低減している。

10

【0087】

次に、差分電流が 0 mA を下回る場合、すなわち、充電電流が放電電流より大きい場合、過放電検出回路 220 の動作を停止させる。これは、充電電流が放電電流と比較して大きければ、端子電圧  $V_x$  は上昇するので、通常状態から過放電状態に遷移する可能性が無いからである。一方、端子電圧  $V_x$  が上昇するので、通常状態から過充電状態に遷移する可能性がある。そして、差分電流が小さいほど、過充電状態に遷移する可能性が高くなる。このため、制御回路 410 は、差分電流が小さくなるに従って、過充電検出回路 210 の監視動作間隔を短くするように制御する。

【0088】

20

< 1 - 6 : 第 6 実施例 >

図 14 は、第 6 実施例に係る監視動作間隔の制御内容を示すフローチャートである。ただし、この制御は通常状態であることを前提とする。また、この例では、ソーラーセルの充電電流が 10 mA、重負荷が通信モジュールであり放電電流が 100 mA であるものとする。

【0089】

まず、充電状態検出回路 230 が充電状態を検出すると (S401)、制御回路 410 は、充電状態の検出結果が充電中 (充電有り) であるか否かを判定する (S402)。充電中であれば、さらに放電中 (放電有り) であるか否かを判定する (S403)。そして、ステップ S403 の判定条件が肯定される場合、すなわち、充電有り且つ放電有りの場合、制御回路 410 は、過充電検出回路 210 の動作を停止させ、過放電検出回路 220 の監視動作間隔を 1 秒に設定する (S404)。

30

一方、ステップ S403 の判定条件が否定される場合、すなわち、充電有り且つ放電無しの場合、制御回路 410 は、過充電検出回路 210 の監視動作間隔をベタに設定し、過放電検出回路 220 の監視動作間隔を 10 秒に設定する (S405)。

【0090】

また、充電状態の検出結果が充電無しであって、ステップ S402 の判定条件が否定された場合、制御回路 410 は、放電中 (放電有り) か否かを判定する (S406)。ステップ S406 の判定条件が肯定される場合、すなわち、充電無し且つ放電有りの場合、制御回路 410 は、過充電検出回路 210 の監視動作間隔を 10 秒に設定し、過放電検出回路 220 の監視動作間隔をベタに設定する (S407)。一方、ステップ S406 の判定条件が否定される場合、すなわち、充電無し且つ放電無しの場合、制御回路 410 は、過充電検出回路 210 の監視動作間隔を 30 秒に設定し、過放電検出回路 220 の監視動作間隔を停止する (S408)。

40

【0091】

図 14 のフローチャートから導かれるように、第 6 実施例では、図 15 に示すような制御が行なわれることになる。この場合には、同図に示すように、通常状態で充電有り且つ放電有りの場合に過充電検出回路 210 の監視動作が停止される。これは、放電電流が 100 mA で充電電流が 10 mA であって、放電電流が充電電流と比較して十分大きいからである。この場合、差分電流は 90 mA となる。図 13 に示す関係を参照すれば、過充電

50

監視動作は停止である一方、過放電監視動作は1秒間隔で実行する。

このように、本実施例においては、充電と放電とが同時に行われる場合には、差分電流に基づいて監視動作間隔を制御したので、消費電流を削減しつつ二次電池100を確実に保護することができる。

【0092】

< 2 . 変型例 >

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、例えば、以下に述べる各種の変形が可能である。

(1) 上述した実施形態では、本体400に設けられた制御回路410が、保護回路200内の過充電検出回路210及び過放電検出回路220を制御したが、本発明はこれに限定されるものではなく、図16に示すように制御回路410を保護回路200に設けてもよい。この場合、制御回路410は、常時電力が供給されるので、放電制御用スイッチ260がオフ状態になっても動作することが可能である。制御回路410は本体400のCPU421から放電電流の大きさを示す信号を受け取る。なお、放電制御用スイッチ260から本体400に至る経路に抵抗を設け、その両端の電圧を計測する放電電流検出回路を保護回路200の内部に設けてもよい。

10

【0093】

図17に過充電検出回路210及び過放電検出回路220の監視動作間隔の制御内容を示す。まず、制御回路410は、ゲート電圧 $V_{g1}$ 及びゲート電圧 $V_{g2}$ に基づいて、電池状態を検出する(S501)。すなわち、制御回路410は、端子電圧 $V_x$ が過放電検出電圧(2.6V)を下回れば過放電状態であると判別し、端子電圧 $V_x$ が過放電検出電圧以上で過充電検出電圧以下であれば通常状態と判別し、端子電圧 $V_x$ が過充電検出電圧を上回れば過充電状態であると判別する。

20

【0094】

次に、制御回路410は電池状態が過充電状態であるか否かを判定し(S502)、過充電状態である場合は、さらに、放電状態の検出結果が放電有りか否かを判定する(S503)。制御回路410は放電有りの場合、過充電検出回路210の監視動作間隔が1秒となるように制御し、過放電検出回路220の監視動作を停止させる(S504)。一方、放電状態の検出結果が放電無しを示す場合は、過充電検出回路210の監視動作間隔が10秒となるように制御し、過放電検出回路220の監視動作を停止させる(S505)。

30

【0095】

次に、ステップS502の判定条件が否定された場合、制御回路410は電池状態が過放電状態であるか否かを判定し(S505)、過放電状態である場合は、さらに、充電状態の検出結果が充電有りか否かを判定する(S506)。制御回路410は充電有りの場合、過放電検出回路220の監視動作間隔が1秒となるように制御し、過充電検出回路210の監視動作を停止させる(S507)。一方、充電状態の検出結果が充電無しを示す場合は、過放電検出回路220の監視動作間隔が10秒となるように制御し、過充電検出回路210の監視動作を停止させる(S508)。

【0096】

また、ステップS505の判定条件が否定された場合は、電池状態が通常状態となる。この場合、制御回路410は、上述した実施形態で説明した通常処理を実行する(S509)。図17のフローチャートから導かれるように、変型例では、図18に示すような制御が行なわれることになる。

40

【0097】

すなわち、制御回路410は、過充電状態において、放電状態の検出結果は放電有りの場合、放電無しの場合と比較して、過充電検出回路210の監視動作間隔が短くなるように制御する。これは、放電有りの場合には、端子電圧 $V_x$ が下降し過放電検出電圧を下回り通常状態に遷移する可能性があるが、放電無しの場合は端子電圧 $V_x$ が維持され通常状態に遷移する可能性が低いからである。このように過充電状態において、放電の有無に応じ

50

て過充電検出回路 210 の監視動作間隔を制御したので、二次電池 100 を適切に保護しつつ、消費電力を削減できる。

【0098】

また、制御回路 410 は、過放電状態において、充電状態の検出結果が充電有りの場合、充電無しの場合と比較して、過放電検出回路 220 の監視動作間隔が短くなるように制御する。これは、充電有りの場合には、端子電圧  $V_x$  が上昇し過充電検出電圧を上回り通常状態に遷移する可能性があるが、充電無しの場合は端子電圧  $V_x$  が維持され通常状態に遷移する可能性が低いからである。このように過放電状態において、放電の有無に応じて過充電検出回路 210 の監視動作間隔を制御したので、二次電池 100 を適切に保護しつつ、消費電力を削減できる。

10

【0099】

なお、過充電状態において、放電電流の大きさに応じて過充電検出回路 210 の監視動作間隔を制御してもよい。放電電流の大きさが大きくなれば、二次電池の端子電圧が早く下降するので、それだけ過充電検出電圧を下回り、過充電状態から通常状態へ遷移する可能性が高くなる。つまり、放電電流が大きくなればなるほど、より短時間で過充電検出電圧を下回る可能性が高くなる。そこで、放電電流が大きくなると過充電検出回路 210 の監視動作間隔が単調減少するように制御することが好ましい。

また、過放電状態において、充電電流の大きさに応じて過充電検出回路 210 の監視動作間隔を制御してもよい。充電電流の大きさが大きくなれば、二次電池の端子電圧が早く上昇するので、それだけ過放電検出電圧を上回り、過放電状態から通常状態へ遷移する可能性が高くなる。つまり、充電電流が大きくなればなるほど、より短時間で過放電検出電圧を上回る可能性が高くなる。そこで、充電電流が大きくなると過充電検出回路 210 の監視動作間隔が単調減少するように制御することが好ましい。

20

【0100】

(2) 上述した実施形態及び変形例では、過充電検出回路 210 を用いて二次電池 100 の端子電圧を監視し、過充電検出電圧を上回ったことを検出すると、充電制御用スイッチ 250 をオフにした。また、過放電検出回路 220 を用いて二次電池 100 の端子電圧を監視し、過放電検出電圧を下回ったことを検出すると、放電制御用スイッチ 260 をオフにした。これは、高電位側と低電位側に危険領域が存在するリチウムイオン電池などを二次電池 100 として使用することを前提とするものである。本発明はこれに限定されるものではなく、高電位側に危険領域があり、低電位側に危険領域がないニッケル・カドミウム電池などを二次電池 100 として使用してもよい。この場合には、低電位側の危険領域がないので、過放電検出回路 220 及び放電制御用スイッチ 260 を省略することができる。

30

【0101】

この場合、保護回路 200 は、充電用の電力を発生する充電用電源 300 と、端子電圧が上限電圧以下であることが正常動作の条件となる二次電池 100 と共に用いられることを前提とする。そして、保護回路 200 は、二次電池 100 と充電用電源 300 とを電気的に接続する第 1 経路に設けられた充電制御用スイッチ 250 と、記二次電池 100 と負荷 420 とを電気的に接続する第 2 経路と、二次電池 100 の端子電圧を検出する充電状態検出回路 230 と、二次電池の端子電圧を監視し、当該端子電圧が上限電圧を上回ったことを検出すると、充電制御用スイッチ 250 がオフ状態になるように制御する過充電検出回路 210 と、充電状態検出回路 230 によって検出された二次電池 100 の端子電圧に応じて過充電検出回路 210 の監視動作間隔を制御するタイミング信号発生回路 240 とを備える。

40

【0102】

(3) 上述した実施形態及び変形例では、通常状態から過充電状態へ遷移する場合と、過充電状態から通常状態へ遷移する場合とで、同じ過充電検出電圧を用いた。本発明はこれに限定されるものではなく、第 1 過充電検出電圧を上回ると通常状態から過充電状態へ遷移し、第 2 過充電検出電圧を下回ると過充電状態から通常状態へ遷移させてもよい。この

50

場合、第1過充電検出電圧を第2過充電検出電圧より高電圧に設定する。このように状態遷移にヒステリシス特性を持たせることによって、制御系を安定させることができる。

また、第1過放電検出電圧を下回ると通常状態から過放電状態へ遷移し、第2過放電検出電圧を上回ると過放電状態から通常状態へ遷移させてもよい。この場合、第1過放電検出電圧を第2過放電検出電圧より低電圧に設定する。このように状態遷移にヒステリシス特性を持たせることによって、制御系を安定させることができる。

【0103】

(4) 上述した実施形態及び変形例では、保護回路200にダイオード270を設け、二次電池100と充電用電源300とを接続する第1経路と、二次電池100と負荷410とを接続する第2経路とを独立して設けた。本発明はこれに限定されるものではなく、第1経路と第2経路とが共用されるものであってもよい。

10

【0104】

図22に変型例に係る保護回路205を用いた電子機器の回路構成を示す。この例では、第1端子Taと第2端子Tbとを接続する1つの経路に充電制御用スイッチ251と放電制御用スイッチ261とが設けられている。また、ダイオード271が充電用電源300と第2端子Tbとの間に設けられており、本体400は第2端子Tbと接続されている。

ここで、保護回路205は、二次電池100の端子電圧 $V_x$ が過放電検出電圧以上で過充電検出電圧以下の通常状態において、充電制御用スイッチ251及び放電制御用スイッチ261をオン状態にする。

20

【0105】

また、保護回路205は、二次電池100の端子電圧 $V_x$ が過放電検出電圧を下回る過放電状態において、充電制御用スイッチ251がオン状態で放電制御用スイッチ261がオフ状態にする。この場合、放電制御用スイッチ261と並列に形成される寄生ダイオードを介して充電電流を二次電池100に供給することができる。

また、保護回路205は、二次電池100の端子電圧 $V_x$ が過充電検出電圧を上回る過充電状態において、充電制御用スイッチ251がオフ状態で放電制御用スイッチ261がオン状態にする。この場合、充電制御用スイッチ251と並列に形成される寄生ダイオードを介して放電電流を本体400に供給することができる。

【0106】

<3. 電子機器>

上述した実施形態及び変形例説明した保護回路は、各種の電子機器に適用することができる。

30

図19に、本発明に係る保護回路を備えた電子機器を適用した腕時計の構成を示す。腕時計2000は、文字板2002及び指針2003からなる時刻表示部を備える。文字板2002の一部には開口が形成され、ソーラーセル2004が設けられている。ソーラーセル2004は、上述した充電用電源300の一例である。また、腕時計2000には、リュウズ2005やボタン2006、2007が設けられている。腕時計2000の駆動電源として、二次電池100が用いられ、二次電池100を過充電状態、過放電状態から保護するために、本発明に係る保護回路が用いられる。

40

【0107】

図20に、本発明に係る保護回路を備えた電子機器を適用した携帯電話機の構成を示す。携帯電話機3000は、複数の操作ボタン3001及びスクロールボタン3002、ならびに液晶装置3003を備える。携帯電話機3000の駆動電源として、二次電池100が用いられ、二次電池100を過充電状態、過放電状態から保護するために、本発明に係る保護回路が用いられる。

【0108】

図21に、本発明に係る保護回路を備えた電子機器を適用した携帯情報端末(PDA: Personal Digital Assistants)の構成を示す。携帯情報端末4000は、複数の操作ボタン4001及びスクロールボタン4002、ならびに液晶装置4003を備える。携帯

50

情報端末4000の駆動電源として、二次電池100が用いられ、二次電池100を過充電状態、過放電状態から保護するために、本発明に係る保護回路が用いられる。

なお、本発明に係る保護回路が適用される電子機器としては、図19から図21に示したもののほか、ビデオカメラ、デジタルカメラ、カーナビゲーション装置、電子手帳、電子ペーパー、電卓、テレビ電話、POS端末、などが挙げられる。

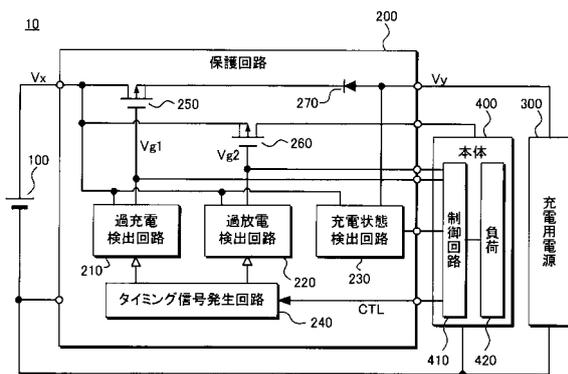
【符号の説明】

【0109】

10...電子機器、100...二次電池、200,205...保護回路、210...過充電検出回路、220...過放電検出回路、230...充電状態検出回路、240...タイミング信号発生回路、250...充電制御用スイッチ、260...放電制御用スイッチ、270...ダイオード、300...充電用電源、400...本体、410...制御回路、420...負荷、2000...腕時計、3000...携帯電話機、4000...携帯情報端末、Vx...端子電圧、Vy...電源電圧。

10

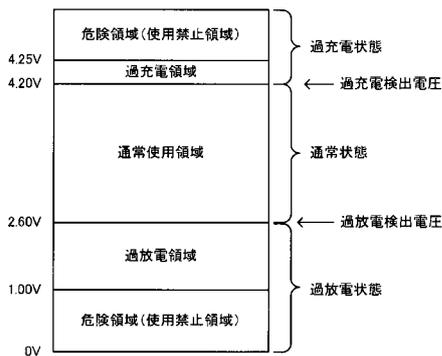
【図1】



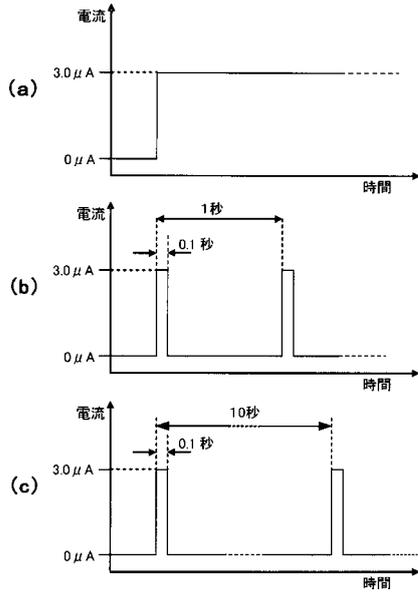
【図3】

端子電圧	電池状態	充電有無	放電有無	過充電監視周期	過放電監視周期	充電制御用スイッチ	放電制御用スイッチ
$V_x > 4.2$	過充電	—	—	1秒orベタ	動作停止	OFF	ON
$4.2 \geq V_x \geq 2.6$	通常	有り	無し	1秒orベタ	10秒	ON	ON
	通常	無し	有り	10秒	1秒orベタ	ON	ON
	通常	有り	有り	1秒orベタ	1秒orベタ	ON	ON
	通常	無し	無し	10秒	10秒	ON	ON
$2.6 > V_x$	過放電	—	—	動作停止	10秒	ON	OFF

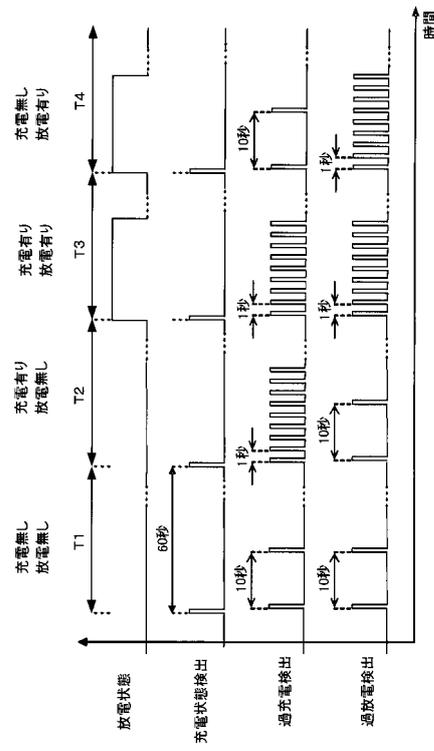
【図2】



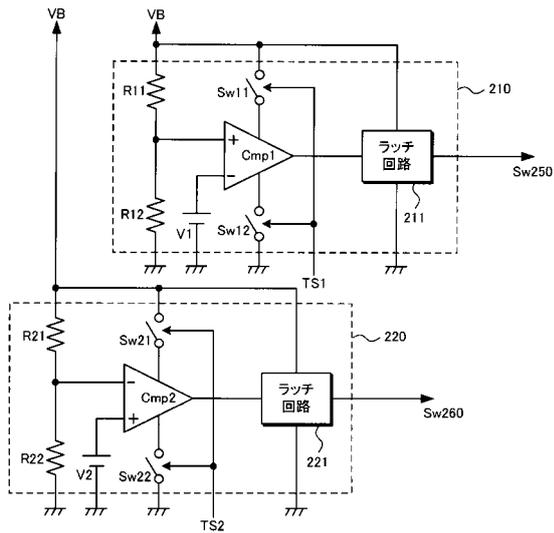
【図4】



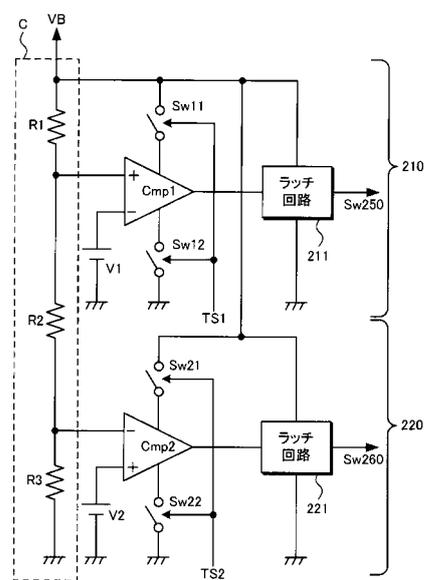
【図5】



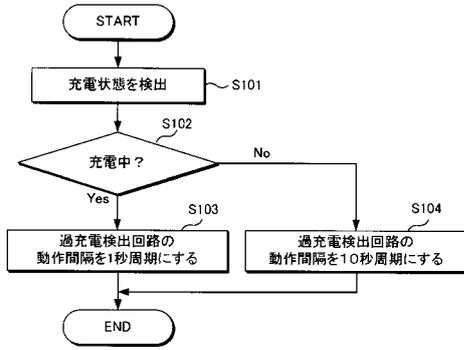
【図6】



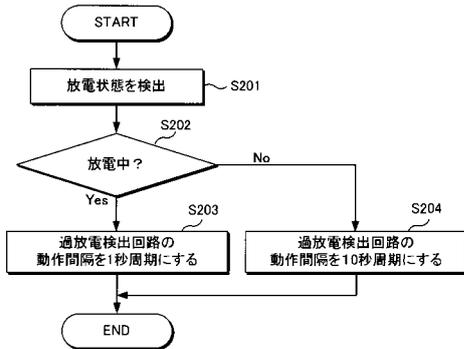
【図7】



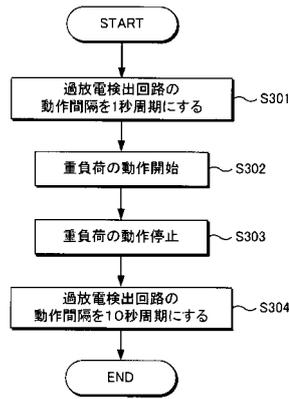
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

放電電流 (負荷の大きさ)	過放電監視周期
100mA~	ベタ
10mA~100mA	1秒
1mA~10mA	5秒
0.1mA~1mA	10秒
0mA~0.1mA	30秒
0mA	動作停止

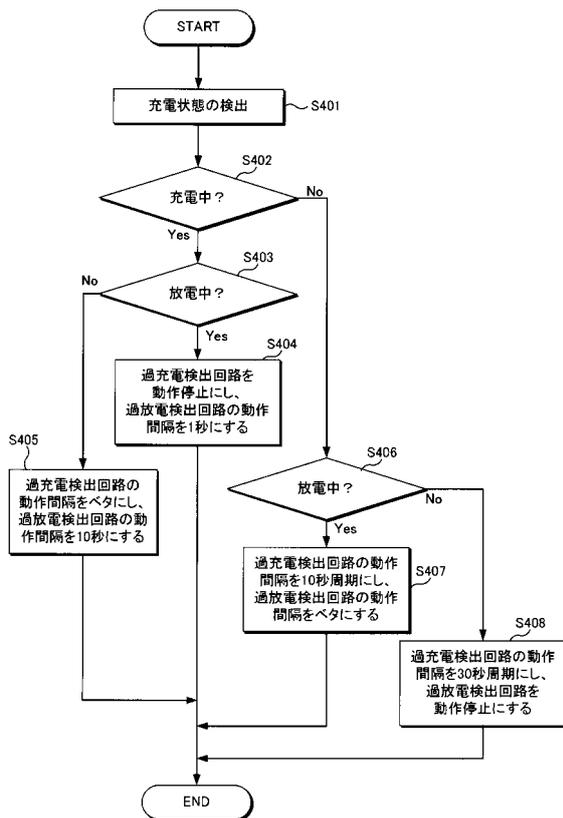
【図 12】

充電電流	過充電監視周期	照度
0mA	動作停止	0lux
0mA~0.1mA	30秒	0~1000lux
0.1mA~1mA	10秒	1000~5000lux
1mA~10mA	1秒	5000~10000lux
10mA~	ベタ	10000lux~

【図 13】

差分電流 = 放電電流 - 充電電流	過充電監視周期	過放電監視周期
100mA~	動作停止	ベタ
10mA~100mA	動作停止	1秒
1mA~10mA	動作停止	5秒
0.1mA~1mA	動作停止	10秒
0mA~0.1mA	動作停止	30秒
0mA	動作停止	動作停止
0mA~0.1mA	30秒	動作停止
-0.1mA~-1mA	10秒	動作停止
-1mA~-10mA	1秒	動作停止
-10mA~	ベタ	動作停止

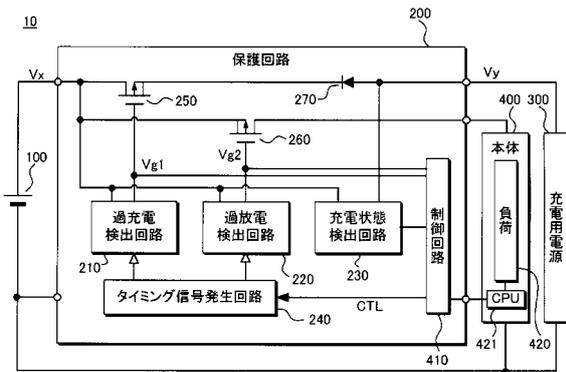
【図 14】



【図15】

端子電圧	電池状態	充電有無	放電有無	過充電監視周期	過放電監視周期	充電制御用スイッチ	放電制御用スイッチ
$V_x > 4.2$	過充電	—	—	1秒	動作停止	OFF	ON
$4.2 \geq V_x \geq 2.6$	通常	有り	無し	ベタ	10秒	ON	ON
	通常	無し	有り	10秒	ベタ	ON	ON
	通常	有り	有り	動作停止	1秒	ON	ON
	通常	無し	無し	30秒	動作停止	ON	ON
$2.6 > V_x$	過放電	—	—	動作停止	10秒	ON	OFF

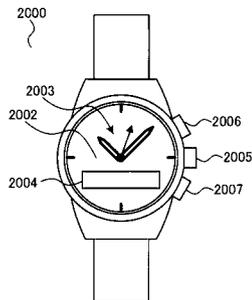
【図16】



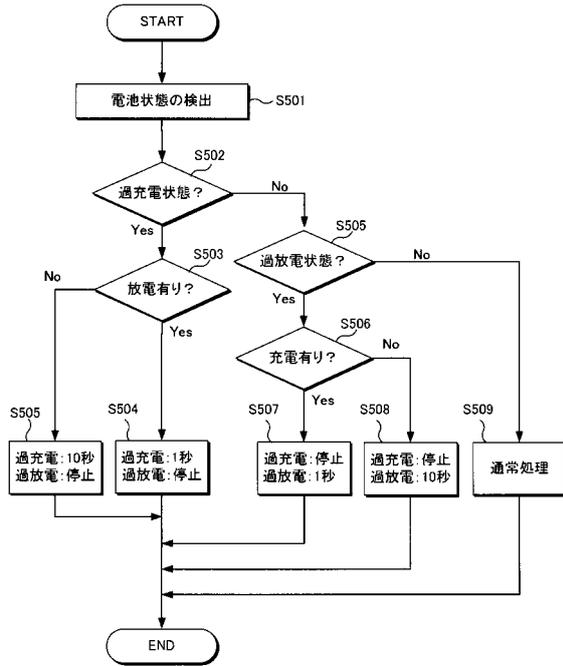
【図18】

端子電圧	電池状態	充電有無	放電有無	過充電監視周期	過放電監視周期	充電制御用スイッチ	放電制御用スイッチ
$V_x > 4.2$	過充電	—	無し	10秒	動作停止	OFF	ON
			有り	1秒	動作停止	OFF	ON
$4.2 \geq V_x \geq 2.6$	通常	有り	無し	1秒	動作停止	ON	ON
	通常	無し	有り	動作停止	1秒	ON	ON
	通常	有り	有り	1秒	1秒	ON	ON
	通常	無し	無し	動作停止	動作停止	ON	ON
$2.6 > V_x$	過放電	有り	—	動作停止	1秒	ON	OFF
		無し	—	動作停止	10秒	ON	OFF

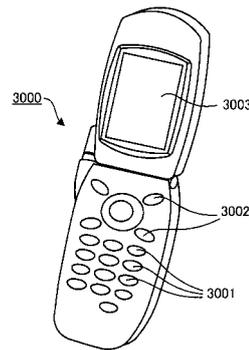
【図19】



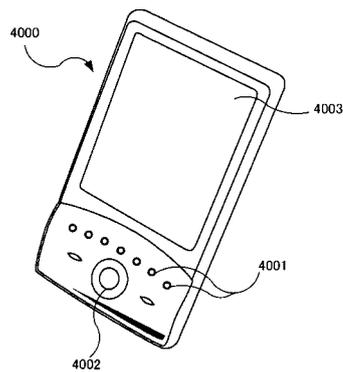
【図17】



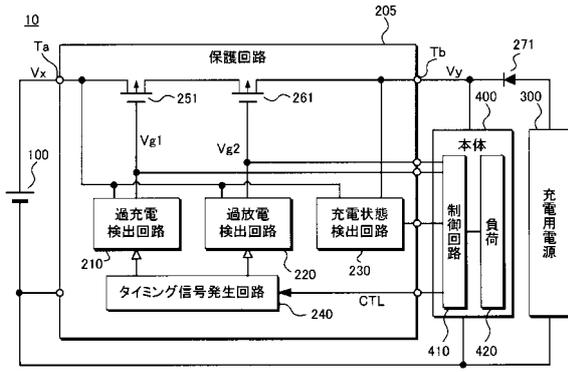
【図20】



【図21】



【図 22】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-208779(JP,A)  
特開2000-102176(JP,A)  
特開平08-023639(JP,A)  
特開平10-313542(JP,A)  
特開平11-283677(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J	7/10
H01M	10/44
H01M	10/48
H02J	7/00