

(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2007-221993  
(P2007-221993A)

(43) 公開日 平成19年8月30日(2007.8.30)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2J 7/02 (2006.01)	HO2J 7/02 B	5G003
HO1M 10/44 (2006.01)	HO1M 10/44 Q	5H030
HO2M 3/155 (2006.01)	HO2M 3/155 H	5H730

審査請求 未請求 請求項の数 36 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2007-34045 (P2007-34045)  
 (22) 出願日 平成19年2月14日 (2007.2.14)  
 (31) 優先権主張番号 11/356, 561  
 (32) 優先日 平成18年2月16日 (2006.2.16)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 507048787  
 サミット マイクロエレクトロニクス インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 94085 カリフォルニア州 サニーベール ノース メアリー アベニュー 757  
 (74) 代理人 100077481  
 弁理士 谷 義一  
 (74) 代理人 100088915  
 弁理士 阿部 和夫  
 (72) 発明者 エム. アビド フセイン  
 アメリカ合衆国 94024 カリフォルニア州 ロスアルトス ハニーサックル プレイス 1565

最終頁に続く

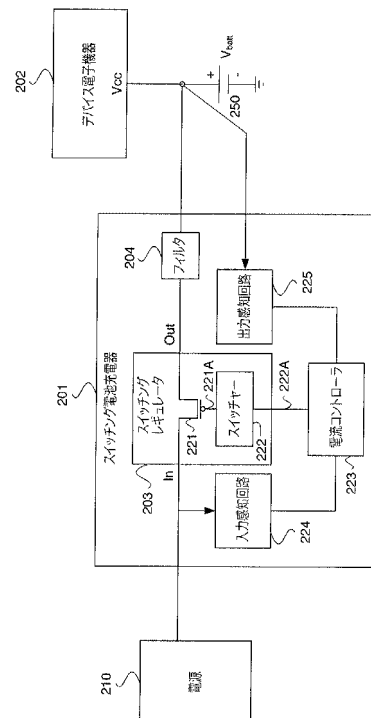
(54) 【発明の名称】 スイッチングレギュレータを用いた電池充電システムおよび電池充電方法

(57) 【要約】

【課題】 電池充電プロセスの効率を改善する、改善された電池充電器システムおよび電池充電器方法を提供すること。

【解決手段】 一実施形態において、スイッチングレギュレータは、入力電圧および入力電流を受け取る。スイッチングレギュレータの出力端子は、充電されるべき電池に結合される。スイッチングレギュレータは、スイッチングレギュレータへの電流よりも大きな電流を電池に供給する。電池の電圧が増加するにつれて、スイッチングレギュレータにより供給される電流は低減する。本発明は、電池電圧が増加するにつれて電池への電流を低減するために、アナログまたはデジタル技術のいずれかを使用して実装することができる。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

スイッチングレギュレータの入力端子において、第 1 の入力電圧および第 1 の入力電流を受け取るステップと、

前記スイッチングレギュレータの出力端子を電池の端子に結合するステップと、

前記電池の前記端子において、第 1 の出力電圧および第 1 の出力電流を発生するステップであって、前記電池への前記第 1 の出力電流は、前記第 1 の入力電流より大きく、前記第 1 の入力電圧は、前記第 1 の出力電圧より大きいステップと、

前記電池への前記第 1 の出力電圧が増加するにつれて、前記第 1 の出力電流を低減するステップと

を含むことを特徴とする電池充電方法。

10

## 【請求項 2】

前記電池への前記第 1 の出力電圧を感知し、その感知結果に従って前記第 1 の出力電流を調整して、前記第 1 の入力電流を第 1 の値より小さくするステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記スイッチングレギュレータへの前記第 1 の入力電流を感知し、その感知結果に従って前記第 1 の出力電流を調整して、前記第 1 の入力電流を第 1 の値より小さくするステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記スイッチングレギュレータのスイッチング出力電流およびスイッチング出力電圧を、フィルタを介して電池の端子に結合するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

## 【請求項 5】

前記第 1 の出力電流は、前記電池への前記第 1 の出力電圧が増加するにつれて、複数の電流値にわたって低減されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記第 1 の出力電流は、前記電池への前記第 1 の出力電圧が増加するにつれて、連続的に低減されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記第 1 の出力電流は、前記電池への前記第 1 の出力電圧が増加するにつれて、段階的に低減されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

## 【請求項 8】

前記第 1 の出力電流は、連続的に低減されて、前記スイッチングレギュレータへの一定の第 1 の入力電流を維持することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記第 1 の出力電流は、前記スイッチングレギュレータへの前記第 1 の入力電流が閾値より大きく増加した場合に段階的に低減されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記電池への前記第 1 の出力電圧を感知するステップと、

前記感知された第 1 の出力電圧が第 1 の閾値より大きい場合に、プログラマブルデータストレージ素子内の充電パラメータを、第 1 の一定出力電流に対応する第 1 の値から、第 2 の一定出力電流に対応する第 2 の値に変更するステップであって、前記第 1 の一定出力電流は、前記第 2 の一定出力電流より大きいステップとをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

40

## 【請求項 11】

前記感知された第 1 の出力電圧の増加に応答して、充電パラメータを、順次に減少する複数の一定出力電流に対応する値の範囲にわたって変更するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

## 【請求項 12】

50

前記スイッチングレギュレータへの前記第 1 の入力電流を感知するステップと、

前記感知された第 1 の入力電流が第 1 の閾値より大きい場合に、プログラマブルデータストレージ素子内の充電パラメータを、第 1 の一定出力電流に対応する第 1 の値から、第 2 の一定出力電流に対応する第 2 の値に変更するステップであって、前記第 1 の一定出力電流は、前記第 2 の一定出力電流より大きいステップとをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記感知された第 1 の入力電流に応答して、充電パラメータを、順次に減少する複数の一定出力電流に対応する値の範囲にわたって変更するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

10

【請求項 14】

前記スイッチングレギュレータの前記入力端子は、USBポートに結合されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記スイッチングレギュレータの前記出力端子は、リチウムイオン電池、ニッケル金属水素化物電池、またはニッケルカドミウム電池の結合されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 1 の出力電流は、予め定めたソフトウェアアルゴリズムにしたがって低減されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 17】

第 1 の入力端子、第 1 の出力端子、および制御入力端子を有するスイッチングレギュレータであって、前記第 1 の入力端子は、第 1 の入力電圧および第 1 の入力電流を受け取り、前記第 1 の出力端子は、電池に結合されて、第 1 の出力電圧および第 1 の出力電流を供給するスイッチングレギュレータと、

前記第 1 の出力電流を感知するように結合された少なくとも 1 つの入力端子、前記スイッチングレギュレータの制御入力端子に結合された少なくとも 1 つの出力端子、および前記入力電流の変化を検出するために前記スイッチングレギュレータの前記第 1 の入力端子に結合された、または前記第 1 の出力電圧の変化を検出するために前記電池に結合された第 2 の入力端子を有する調整可能な電流コントローラであって、前記第 2 の入力端子は、前記第 1 の入力電流または前記第 1 の出力電圧に反応して、前記電池への前記第 1 の出力電流を変更する調整可能な電流コントローラとを備え、

30

前記スイッチングレギュレータは、前記第 1 の入力電流より大きい第 1 の出力電流を前記電池に供給し、前記第 1 の出力電流は、前記電池の前記電圧が増加するにつれて低減されることを特徴とする電池充電器。

【請求項 18】

前記第 1 の出力電流を感知するための、前記スイッチングレギュレータの前記第 1 の出力端子と前記電池との間に結合された感知抵抗をさらに備え、前記調整可能な電流コントローラの前記少なくとも 1 つの入力端子は、前記感知抵抗の第 1 の端子に結合された第 1 の入力端子および前記感知抵抗の第 2 の端子に結合された第 2 の入力端子を備えることを特徴とする請求項 17 に記載の電池充電器。

40

【請求項 19】

前記スイッチングレギュレータは、電流制御モードで動作することを特徴とする請求項 17 に記載の電池充電器。

【請求項 20】

前記第 1 の出力電流は、前記第 1 の入力電流が第 1 の値以下に保たれるように調整されることを特徴とする請求項 17 に記載の充電器。

【請求項 21】

前記第 1 の入力電流を感知する感知回路をさらに備え、前記調整可能な電流コントローラ

50

ラの前記第2の入力端子は、前記入力電流の変化を検出するための前記感知回路に結合されていることを特徴とする請求項17に記載の電池充電器。

【請求項22】

前記感知回路は、前記スイッチングレギュレータの前記入力端子に結合された第1の抵抗を備えることを特徴とする請求項21に記載の電池充電器。

【請求項23】

前記感知回路と前記調整可能な電流コントローラとの間に結合されたアナログまたはデジタルコントローラをさらに備え、前記アナログまたはデジタルコントローラは、前記第1の入力電流が第1の閾値より大きく増加した場合に、前記調整可能な電流コントローラの前記第2の入力端子における制御電圧を変更することを特徴とする請求項21に記載の充電器。 10

【請求項24】

前記コントローラは、デジタルコントローラであり、前記デジタルコントローラは、前記第1の入力電流が第1の閾値より大きく増加した場合に、少なくとも1つのプログラマブルデータストレージ素子内のデジタルビットを変更することを特徴とする請求項23に記載の充電器。

【請求項25】

前記コントローラは、アナログコントローラであり、前記アナログコントローラは、前記感知回路に結合された少なくとも1つの入力端子と、前記調整可能な電流コントローラに結合された少なくとも1つの出力端子とを有し、前記アナログコントローラは、前記第1の入力電流が第1の閾値より大きく増加した場合に、前記調整可能な電流コントローラの前記第2の入力端子における電圧を変更することを特徴とする請求項23に記載の充電器。 20

【請求項26】

前記調整可能な電流コントローラの第2の入力端子は、前記第1の出力電圧の変化を検出するために、前記電池に結合されていることを特徴とする請求項17に記載の充電器。

【請求項27】

前記電池に結合された少なくとも1つの入力端子と、前記調整可能な電流コントローラの前記第2の入力端子に結合された出力端子とを有するデジタルコントローラであって、前記デジタルコントローラは、前記第1の出力電圧が第1の閾値より大きく増加した場合に、少なくとも1つのプログラマブルデータストレージ素子内のデジタルビットを変更し、変更結果に従い、前記第1の出力電流を低減するために、前記調整可能な電流コントローラの前記第2の入力端子における電圧を変更することを特徴とする請求項26に記載の充電器。 30

【請求項28】

前記電池と前記デジタルコントローラの前記少なくとも1つの入力端子との間に結合されたA/Dコンバータと、前記プログラマブルデータストレージ素子と前記調整可能な電流コントローラの前記第2の入力端子との間に結合されたDACとをさらに備えることを特徴とする請求項27に記載の充電器。

【請求項29】

前記プログラマブルデータストレージ素子はレジスタであることを特徴とする請求項27に記載の充電器。 40

【請求項30】

前記プログラマブルデータストレージ素子はレジスタであり、前記デジタルコントローラは、揮発性メモリから前記レジスタ内にデジタルビットをロードすることにより、前記レジスタ内のデジタルビットを変更することを特徴とする請求項27に記載の充電器。

【請求項31】

前記プログラマブルデータストレージ素子はレジスタであり、前記デジタルコントローラは、不揮発性メモリから前記レジスタ内にデジタルビットをロードすることにより、前記レジスタ内のデジタルビットを変更することを特徴とする請求項27に記載の充電器。 50

## 【請求項 3 2】

前記スイッチングレギュレータは、スイッチングトランジスタ、誤差増幅器、およびスイッチング回路をさらに備え、前記調整可能な電流コントローラの前記少なくとも 1 つの出力端子は、前記誤差増幅器およびスイッチング回路を介して、前記スイッチングトランジスタの制御端子に結合されていることを特徴とする請求項 1 7 に記載の充電器。

## 【請求項 3 3】

前記スイッチングレギュレータは、パルス幅変調回路を備えることを特徴とする請求項 1 7 に記載の充電器。

## 【請求項 3 4】

前記調整可能な電流コントローラは、前記スイッチングレギュレータへの第 1 の制御信号を発生して、前記電池への一定の第 1 の出力電流を形成し、前記調整可能な電流コントローラは、前記電池の電圧が増加するにつれて、前記第 1 の制御信号を変更して前記一定の第 1 の出力電流を連続的に低減することを特徴とする請求項 1 7 に記載の充電器。

10

## 【請求項 3 5】

前記調整可能な電流コントローラは、前記スイッチングレギュレータへの第 1 の制御信号を発生して、前記電池への一定の第 1 の出力電流を形成し、前記調整可能な電流コントローラに結合された少なくとも 1 つのデータストレージ素子は、前記第 1 の入力電流または第 1 の出力電圧の増加にตอบสนองしてコントローラにより再プログラムされ、その再プログラム結果に従い、前記調整可能な電流コントローラは、前記第 1 の制御信号を変更して前記一定の第 1 の出力電流を段階的に低減することを特徴とする請求項 1 7 に記載の充電器

20

## 【請求項 3 6】

前記調整可能な電流コントローラの前記第 2 の入力端子に結合されたレジスタをさらに備え、前記レジスタ内のデジタルビットは、前記第 1 の入力電流または第 1 の出力電圧の増加にตอบสนองして、第 1 の値から第 2 の値に変更され、変更結果に従い、前記第 1 の出力電流は低減されることを特徴とする請求項 1 7 に記載の充電器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、スイッチング電池充電器に関し、より詳細には、スイッチング電池充電システムおよび電池充電方法に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

電池は、モバイル電子デバイスの動力源として長く使用されている。電池は、回路の動作を可能にする電流および電圧の形で、エネルギーを供給する。しかしながら、電池に蓄えられたエネルギーの量は限られており、電子デバイスが使用されていると、電池は電力を失う。電池のエネルギー供給が消耗されると、電池の電圧はその定格電圧から下がり始め、電力を電池に頼っている電子デバイスは最早適切に動作しなくなる。そのような閾値は、異なる種類の電子デバイスでは異なる。

## 【0003】

多くの種類の電池は、使い捨て用に設計されている。そのような電池は、充電が消耗されると廃棄される。しかしながら、いくつかの電池は、充電可能に設計されている。充電可能な電池は一般に、なんらかの形の電池充電システムを要する。一般的な電池充電システムは、たとえば AC 壁コンセントなどの電力源から電力を電池内に移動する。充電プロセスは一般に、電源からの電圧および電流を処理するステップおよび調整するステップを含み、それにより、電池に供給される電圧および電流は、特定の電池の充電仕様を満たす。たとえば、電池に供給される電圧または電流が大きすぎると、電池は損傷を受けたり、破裂さえしたりする可能性がある。一方、電池に供給される電圧または電流が小さすぎると、充電プロセスは極めて非効率的であったり、まったく非効率的であったりする可能性がある。電池の充電仕様の非効率的な使用は、たとえば、極めて長い充電時間につながる

40

50

可能性がある。加えて、充電プロセスが効率的に実行されないと、電池のセル容量（つまり、電池が保持することのできるエネルギーの量）が最適化されない場合がある。さらに、非効率的な充電は、電池の使用可能な寿命（つまり、特定の電池で利用可能な充電/放電サイクルの数）に影響を与える可能性がある。さらに、非効率的な充電は、電池の特性が経時的に変化することから生じる可能性がある。これらの問題は、電池の規定電圧および充電電流を含む電池の特性は電池ごとに異なりうる、という事実により悪化される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

既存の電池充電器は、一般に静的システムである。充電器は、特定の電源から電力を受け取り、電池の充電仕様に基づいて特定の電池に電圧および電流を供給するように構成されている。しかしながら、既存の充電器の柔軟性のなさは、上述の非効率性や問題の多くをもたらす。既存のシステムよりもより柔軟な電池充電システムおよび電池充電方法、または特定の電池もしくは変化する電池の充電環境に適合することさえできる電池充電システムおよび電池充電方法を得ることは望ましい。

10

【0005】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、電池充電プロセスの効率を改善する、改善された電池充電器システムおよび電池充電器方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

本発明は、スイッチングレギュレータを用いた電池充電システムおよび電池充電方法を提供することにより、これら及び他の問題を解決する。

【0007】

一実施形態において、本発明は、スイッチングレギュレータの入力端子において、第1の入力電圧および第1の入力電流を受け取るステップと、前記スイッチングレギュレータの出力端子を電池の端子に結合するステップと、前記電池の前記端子において、第1の出力電圧および第1の出力電流を発生するステップとを含み、前記スイッチングレギュレータは、前記第1の出力電流を制御し、前記電池への前記第1の出力電流は前記第1の入力電流より大きく、前記第1の入力電圧は前記第1の出力電圧より大きく、さらに、前記第1の出力電流を、前記電池への前記第1の出力電圧が増加するにつれて低減させるステップを含むことを特徴とする電池充電方法を含む。

30

【0008】

一実施形態において、本発明は、前記電池への前記第1の出力電圧を感知し、その感知結果に従って前記第1の出力電流を調整して、前記第1の入力電流を第1の値より小さくするステップをさらに含むことを特徴とする。

【0009】

一実施形態において、本発明は、前記スイッチングレギュレータへの前記第1の入力電流を感知し、その感知結果に従って前記第1の出力電流を調整して、前記第1の入力電流を第1の値より小さくするステップをさらに含むことを特徴とする。

40

一実施形態において、本発明は、前記スイッチングレギュレータのスイッチング出力電流およびスイッチング出力電圧を、フィルタを介して電池の端子に結合するステップをさらに含むことを特徴とする。

【0010】

一実施形態において、前記第1の出力電流は、前記電池への前記第1の出力電圧が増加するにつれて、複数の電流値にわたって低減されることを特徴とする。

【0011】

一実施形態において、前記第1の出力電流は、前記電池への前記第1の出力電圧が増加するにつれて、連続的に低減されることを特徴とする。

【0012】

50

一実施形態において、前記第1の出力電流は、前記電池への前記第1の出力電圧が増加するにつれて、段階的に低減されることを特徴とする。

【0013】

一実施形態において、前記第1の出力電流は、連続的に低減されて、前記スイッチングレギュレータへの一定の第1の入力電流を維持することを特徴とする。

【0014】

一実施形態において、前記第1の出力電流は、前記スイッチングレギュレータへの前記第1の入力電流が閾値より大きく増加した場合に段階的に低減されることを特徴とする。

【0015】

一実施形態において、本発明は、前記電池への前記第1の出力電圧を感知するステップと、前記感知された第1の出力電圧が第1の閾値より大きい場合に、プログラマブルデータストレージ素子内の充電パラメータを、第1の一定出力電流に対応する第1の値から、第2の一定出力電流に対応する第2の値に変更するステップであって、前記第1の一定出力電流は、前記第2の一定出力電流より大きいステップとをさらに含むことを特徴とする。

10

【0016】

一実施形態において、本発明は、前記感知された第1の出力電圧の増加にตอบสนองして、充電パラメータを、順次に減少する複数の一定出力電流に対応する値の範囲にわたって変更するステップをさらに含むことを特徴とする。

【0017】

一実施形態において、本発明は、前記スイッチングレギュレータへの前記第1の入力電流を感知するステップと、前記感知された第1の入力電流が第1の閾値より大きい場合に、プログラマブルデータストレージ素子内の充電パラメータを、第1の一定出力電流に対応する第1の値から、第2の一定出力電流に対応する第2の値に変更するステップであって、前記第1の一定出力電流は、前記第2の一定出力電流より大きいステップとをさらに含むことを特徴とする。

20

【0018】

一実施形態において、本発明は、前記感知された第1の入力電流の増加にตอบสนองして、充電パラメータを、順次に減少する複数の一定出力電流に対応する値の範囲にわたって変更するステップをさらに含むことを特徴とする。

30

【0019】

一実施形態において、前記スイッチングレギュレータの前記入力端子は、USBポートに結合されることを特徴とする。

【0020】

一実施形態において、前記スイッチングレギュレータの前記出力端子は、リチウムイオン電池、ニッケル金属水素化物電池、またはニッケルカドミウム電池の結合されることを特徴とする。

【0021】

一実施形態において、前記第1の出力電流は、予め定めたソフトウェアアルゴリズムにしたがって低減されることを特徴とする。

40

【0022】

別の実施形態において、本発明は、スイッチングレギュレータの入力端子において、第1の入力電圧および第1の入力電流を受け取るステップと、前記スイッチングレギュレータへの前記第1の入力電流より大きい、前記スイッチングレギュレータから前記電池への第1の制御された出力電流を発生するステップと、前記電池の電圧または前記スイッチングレギュレータへの前記第1の入力電流を感知するステップと、前記第1の制御された出力電流を、前記電池の前記電圧が増加するにつれて低減させるステップとを含むことを特徴とする電池充電方法を含む。

【0023】

一実施形態において、前記スイッチングレギュレータは、電流制御モードで動作するこ

50

とを特徴とする。

【0024】

一実施形態において、前記電池の前記電圧は、感知され、前記電池の増加する電圧を感知することに応答して、前記第1の制御された出力電流は連続的に低減されることを特徴とする。

【0025】

一実施形態において、前記電池の前記電圧は、感知され、前記電池の増加する電圧を感知することに応答して、前記第1の制御された出力電流は段階的により小さい値に設定されることを特徴とする。

【0026】

一実施形態において、前記第1の入力電流は、感知され、前記第1の制御された出力電流は連続的に低減されて、前記スイッチングレギュレータへの一定の第1の入力電流を維持することを特徴とする。

10

【0027】

一実施形態において、前記第1の入力電流は、感知され、前記第1の制御された出力電流は、前記スイッチングレギュレータへの前記第1の入力電流が閾値を超えて増加した場合に、段階的に低減される。

【0028】

一実施形態において、前記方法は、プログラマブルデータストレージ素子内の充電パラメータを、第1の一定出力電流に対応する第1の値から、第2の一定出力電流に対応する第2の値に変更するステップであって、前記第1の一定出力電流は、前記第2の一定出力電流より大きいステップをさらに含むことを特徴とする。

20

【0029】

一実施形態において、前記方法は、プログラマブルデータストレージ素子内の充電パラメータを、前記電池の増加する電圧に応答して、順次に減少する一定出力電流に対応する値の範囲にわたって変更するステップをさらに含むことを特徴とする。

【0030】

一実施形態において、前記方法は、プログラマブルデータストレージ素子内の充電パラメータを、第1の一定出力電流に対応する第1の値から、前記第1の入力電流が閾値を超えて増加した場合に前記第1の出力電流より小さい第2の一定出力電流に対応する第2の値に変更するステップをさらに含むことを特徴とする。

30

【0031】

別の形態において、本発明は、第1の入力端子、第1の出力端子、および制御入力端子を有するスイッチングレギュレータであって、前記第1の入力端子は、第1の入力電圧および第1の入力電流を受け取り、前記第1の出力端子は、電池に結合されて、第1の出力電圧および第1の出力電流を供給するスイッチングレギュレータと、前記第1の出力電流を感知するように結合された少なくとも1つの入力端子、前記スイッチングレギュレータの制御入力端子に結合された少なくとも1つの出力端子、および前記第1の入力電流の変化を検出するために前記スイッチングレギュレータの前記第1の入力端子に結合された、または前記第1の出力電圧の変化を検出するために前記電池に結合された第2の入力端子を有する調整可能な電流コントローラであって、前記第2の入力端子は、前記第1の入力電流または前記第1の出力電圧に応答して、前記電池への前記第1の出力電流を変更する調整可能な電流コントローラとを備え、前記スイッチングレギュレータは、前記第1の入力電流より大きい第1の出力電流を前記電池に供給し、前記第1の出力電流は、前記電池の前記電圧が増加するにつれて低減されることを特徴とする電池充電器を含む。

40

【0032】

一実施形態において、前記電池充電器は、前記第1の出力電流を感知するための、前記スイッチングレギュレータの前記第1の出力端子と前記電池との間に結合された感知抵抗をさらに備え、前記調整可能な電流コントローラの前記少なくとも1つの入力端子は、前記感知抵抗の第1の端子に結合された第1の入力端子および前記感知抵抗の第2の端子に

50

結合された第 2 の入力端子を備えることを特徴とする。

【0033】

一実施形態において、前記スイッチングレギュレータは、電流制御モードで動作することを特徴とする。

【0034】

一実施形態において、前記第 1 の出力電流は、前記第 1 の入力電流が第 1 の値以下に保たれるように調整されることを特徴とする。

【0035】

一実施形態において、前記電池充電器は、前記第 1 の入力電流を感知する感知回路をさらに備え、前記調整可能な電流コントローラの前記第 2 の入力端子は、前記入力電流の変化を検出するための前記感知回路に結合されていることを特徴とする。 10

【0036】

一実施形態において、前記感知回路は、前記スイッチングレギュレータの前記入力端子に結合された第 1 の抵抗を備えることを特徴とする。

【0037】

一実施形態において、前記電池充電器は、前記感知回路と前記調整可能な電流コントローラとの間に結合されたアナログまたはデジタルコントローラをさらに備え、前記アナログまたはデジタルコントローラは、前記第 1 の入力電流が第 1 の閾値より大きく増加した場合に、前記調整可能な電流コントローラの前記第 2 の入力端子における制御電圧を変更することを特徴とする。 20

【0038】

一実施形態において、前記コントローラは、デジタルコントローラであり、前記デジタルコントローラは、前記第 1 の入力電流が第 1 の閾値より大きく増加した場合に、少なくとも 1 つのプログラマブルデータストレージ素子内のデジタルビットを変更することを特徴とする。

【0039】

一実施形態において、前記コントローラは、アナログコントローラであり、前記アナログコントローラは、前記感知回路に結合された少なくとも 1 つの入力端子と、前記調整可能な電流コントローラに結合された少なくとも 1 つの出力端子とを有し、前記アナログコントローラは、前記第 1 の入力電流が第 1 の閾値より大きく増加した場合に、前記調整可能な電流コントローラの前記第 2 の入力端子における電圧を変更することを特徴とする。 30

【0040】

一実施形態において、前記調整可能な電流コントローラの第 2 の入力端子は、前記第 1 の出力電圧の変化を検出するために、前記電池に結合されていることを特徴とする。

【0041】

一実施形態において、前記充電器は、前記電池に結合された少なくとも 1 つの入力端子と、前記調整可能な電流コントローラの前記第 2 の入力端子に結合された出力端子とを有するデジタルコントローラであって、前記デジタルコントローラは、前記第 1 の出力電圧が第 1 の閾値より大きく増加した場合に、少なくとも 1 つのプログラマブルデータストレージ素子内のデジタルビットを変更し、変更結果に従い、前記第 1 の出力電流を低減するために、前記調整可能な電流コントローラの前記第 2 の入力端子における電圧を変更することを特徴とする。 40

【0042】

一実施形態において、前記充電器は、前記電池と前記デジタルコントローラの前記少なくとも 1 つの入力端子との間に結合された A / D コンバータと、前記プログラマブルデータストレージ素子と前記調整可能な電流コントローラの前記第 2 の入力端子との間に結合された DAC とをさらに備えることを特徴とする。

【0043】

一実施形態において、前記プログラマブルデータストレージ素子はレジスタであることを特徴とする。 50

## 【 0 0 4 4 】

一実施形態において、前記プログラブルデータストレージ素子はレジスタであり、前記デジタルコントローラは、揮発性メモリから前記レジスタ内にデジタルビットをロードすることにより、前記レジスタ内のデジタルビットを変更することを特徴とする。

## 【 0 0 4 5 】

一実施形態において、前記プログラブルデータストレージ素子はレジスタであり、前記デジタルコントローラは、不揮発性メモリから前記レジスタ内にデジタルビットをロードすることにより、前記レジスタ内のデジタルビットを変更することを特徴とする。

## 【 0 0 4 6 】

一実施形態において、前記スイッチングレギュレータは、スイッチングトランジスタ、誤差増幅器、およびスイッチング回路をさらに備え、前記調整可能な電流コントローラの前記少なくとも1つの出力端子は、前記誤差増幅器およびスイッチング回路を介して、前記スイッチングトランジスタの制御端子に結合されていることを特徴とする。

10

## 【 0 0 4 7 】

一実施形態において、前記スイッチングレギュレータは、パルス幅変調回路を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 4 8 】

一実施形態において、前記調整可能な電流コントローラは、前記スイッチングレギュレータへの第1の制御信号を発生して、前記電池への一定の第1の出力電流を形成し、前記調整可能な電流コントローラは、前記電池の電圧が増加するにつれて、前記第1の制御信号を変更して前記一定の第1の出力電流を連続的に低減することを特徴とする。

20

## 【 0 0 4 9 】

一実施形態において、前記調整可能な電流コントローラは、前記スイッチングレギュレータへの第1の制御信号を発生して、前記電池への一定の第1の出力電流を形成し、前記調整可能な電流コントローラに結合された少なくとも1つのデータストレージ素子は、前記第1の入力電流または第1の出力電圧の増加にตอบสนองしてコントローラにより再プログラムされ、その再プログラム結果に従い、前記調整可能な電流コントローラは、前記第1の制御信号を変更して前記一定の第1の出力電流を段階的に低減することを特徴とする。

## 【 0 0 5 0 】

一実施形態において、前記充電器は、前記調整可能な電流コントローラの前記第2の入力端子に結合されたレジスタをさらに備え、前記レジスタ内のデジタルビットは、前記第1の入力電流または第1の出力電圧の増加にตอบสนองして、第1の値から第2の値に変更され、変更結果に従い、前記第1の出力電流は低減されることを特徴とする。

30

## 【 0 0 5 1 】

別の実施形態において、本発明は、電池充電方法であって、スイッチングトランジスタの第1の端子において、第1の電圧および第1の電流を受け取るステップであって、前記第1の電圧および第1の電流は、前記スイッチングトランジスタの前記第1の端子に電源から結合されるステップと、前記スイッチングトランジスタの制御入力端子においてスイッチング信号を受け取り、前記スイッチング信号に従い、第2の電圧および第2の電流を、前記スイッチングトランジスタの第2の端子に発生するステップと、前記第2の電圧および第2の電流をフィルタリングして、フィルタリングされた電圧およびフィルタリングされた電流を生成するステップと、前記フィルタリングされた電圧およびフィルタリングされた電流を、電池の端子に結合するステップであって、前記電池の前記端子における前記フィルタリングされた電圧は、前記スイッチングトランジスタの前記第1の端子における前記第1の電圧より小さく、前記電池の前記端子への前記フィルタリングされた電流は、前記スイッチングトランジスタの前記第1の端子への前記第1の電流より大きいステップと、前記第1の電圧より小さい値に対応する範囲にわたって前記電池の前記電圧が増加するにつれて、前記第1の電流の値より大きい電流値の範囲にわたって前記フィルタリングされた電流を低減するステップとを含むことを特徴とする方法を含む。

40

## 【 0 0 5 2 】

50

一実施形態において、フィルタリングするステップは、前記第2の電流を、少なくとも1つのインダクタを介して、前記電池に結合するステップを含むことを特徴とする。

【0053】

一実施形態において、前記フィルタリングされた電流は、前記第1の電流が、第1の値より小さく保たれるように調整されることを特徴とする。

【0054】

一実施形態において、前記方法は、前記フィルタリングされた電流および前記電池の前記電圧を感知して、その感知結果に従い、前記フィルタリングされた電流を制御するステップをさらに含むことを特徴とする。

【0055】

一実施形態において、前記方法は、前記第1の電流および前記フィルタリングされた電流を感知して、その感知結果に従い、前記フィルタリングされた電流を制御するステップをさらに含むことを特徴とする。

【0056】

一実施形態において、前記電源は、USBポートであることを特徴とする。

【0057】

別の実施形態において、本発明は、少なくとも1つのスイッチングトランジスタを備えるスイッチングレギュレータであって、前記スイッチングトランジスタは、第1の入力電圧および第1の入力電流を受け取る第1の入力端子、および第1の出力電圧および第1の出力電流を供給するために電池に結合された第1の出力端子を有するスイッチングレギュレータと、前記電池への前記第1の出力電流を制御するための電流コントローラであって、前記電池への前記第1の出力電流を感知するための少なくとも1つの入力端子、制御信号にตอบสนองして前記出力信号を調整するための第2の入力端子、および前記スイッチングレギュレータに結合された第1の出力端子を有する電流コントローラと、前記スイッチングトランジスタの前記第1の入力端子または前記電池に結合された第1の入力端子、および前記電流コントローラの前記第2の入力端子に結合された少なくとも1つの出力端子を有するコントローラとを備える充電器であって、前記コントローラは、前記第1の入力電流または前記第1の出力電圧の増加にตอบสนองし、前記コントローラは、前記第1の入力電流または第1の出力電圧が増加した場合に、前記電流コントローラの前記第2の入力端子における前記制御信号を変更して前記第1の出力電流を低減し、前記スイッチングレギュレータは、前記第1の入力電流より大きい第1の出力電流を前記電池に供給し、前記第1の出力電流は、前記電池への前記第1の出力電圧が増加するにつれて、低減されることを特徴とする充電器を含む。

【0058】

一実施形態において、前記充電器は、前記スイッチングトランジスタの前記第1の出力端子に結合されて前記第1の出力電流を感知する出力感知抵抗をさらに備え、前記電流コントローラは、前記第1の出力電流を制御するために、前記出力感知抵抗の第1および第2の端子に結合されていることを特徴とする。

【0059】

一実施形態において、前記充電器は、前記スイッチングトランジスタの前記第1の入力端子に結合されて前記第1の入力電流を感知する入力感知抵抗をさらに備え、前記コントローラは、前記入力感知抵抗の第1および第2の端子に結合されていることを特徴とする。

【0060】

一実施形態において、前記コントローラは、アナログコントローラを備え、前記アナログコントローラは、前記第1の入力電流にตอบสนองして、前記電流コントローラの前記第2の入力端子において制御電圧を発生して前記第1の出力電流を低減することを特徴とする。

【0061】

一実施形態において、前記コントローラは、デジタルコントローラを備え、前記回路は、前記入力感知抵抗の両端間に結合された入力端子および前記デジタルコントローラに結

10

20

30

40

50

合された出力端子を有する A / D コンバータと、前記デジタルコントローラに結合されたレジスタと、前記レジスタに結合された入力端子および前記電流コントローラの前記第 2 の入力端子に結合された出力端子を有する DAC とをさらに備え、前記デジタルコントローラは、前記第 1 の入力電流の増加に应答して前記レジスタを再プログラムし、その再プログラム結果に従い、前記第 1 の出力電流が低減されることを特徴とする。

【0062】

一実施形態において、前記電池充電器は、不揮発性メモリをさらに備え、前記デジタルコントローラは、前記不揮発性メモリ内に格納されたパラメータで前記レジスタを再プログラムすることを特徴とする。

【0063】

一実施形態において、前記電池充電器は、揮発性メモリをさらに備え、前記デジタルコントローラは、前記揮発性メモリ内に格納されたパラメータで前記レジスタを再プログラムすることを特徴とする。

【0064】

一実施形態において、前記コントローラの前記第 1 の入力端子は、前記電池に結合されていることを特徴とする。

【0065】

一実施形態において、前記コントローラは、アナログコントローラを備え、前記アナログコントローラは、前記電流コントローラの前記第 2 の入力端子において制御電圧を発生して、前記第 1 の出力電圧に应答して前記第 1 の出力電流を低減することを特徴とする。

【0066】

一実施形態において、前記コントローラは、デジタルコントローラを備え、前記回路は、前記電池に結合された入力端子および前記デジタルコントローラに結合された出力端子を有する A / D コンバータと、前記デジタルコントローラに結合されたレジスタと、前記レジスタに結合された入力端子および前記電流コントローラの前記第 2 の入力端子に結合された出力端子を有する DAC とをさらに備え、前記デジタルコントローラは、前記第 1 の出力電圧の増加に应答して前記レジスタを再プログラムし、その再プログラム結果に従い、前記第 1 の出力電流が低減されることを特徴とする。

【0067】

一実施形態において、前記電池充電器は、不揮発性メモリをさらに備え、前記デジタルコントローラは、前記不揮発性メモリ内に格納されたパラメータで前記レジスタを再プログラムすることを特徴とする。

【0068】

一実施形態において、前記電池充電器は、揮発性メモリをさらに備え、前記デジタルコントローラは、前記揮発性メモリ内に格納されたパラメータで前記レジスタを再プログラムすることを特徴とする。

【0069】

一実施形態において、前記コントローラと前記電流コントローラは、同一の集積回路上にあることを特徴とする。

【0070】

一実施形態において、前記コントローラと前記電流コントローラは、異なる集積回路上にあることを特徴とする。

【0071】

別の実施形態において、本発明は、少なくとも 1 つのスイッチングトランジスタを備えるスイッチングレギュレータであって、前記スイッチングトランジスタは、第 1 の入力電圧および第 1 の入力電流を受け取る第 1 の入力端子、および第 1 の出力電圧および第 1 の出力電流を供給するための、電池に結合された第 1 の出力端子を有するスイッチングレギュレータと、前記スイッチングレギュレータに結合され、前記電池への前記出力電流を感知して制御し、および制御信号に应答して前記電池への前記第 1 の出力電流を変更するための電流コントローラ手段と、前記第 1 の入力電流または第 1 の出力電圧に应答して、前

10

20

30

40

50

記電流コントローラ手段への前記制御信号を発生するためのコントローラ手段とを備え、前記スイッチングレギュレータは、前記第1の入力電流より大きい第1の出力電流を前記電池に供給し、前記第1の出力電流は、前記電池の前記電圧が増加するにつれて調整されることを特徴とする。

【0072】

一実施形態において、前記電池充電器は、前記第1の入力電流を感知するための感知回路手段をさらに備えることを特徴とする。

【0073】

一実施形態において、前記電池充電器は、前記第1の出力電流を感知するための感知回路手段をさらに備えることを特徴とする。

【0074】

一実施形態において、前記コントローラ手段は、アナログ回路を備えることを特徴とする。

【0075】

一実施形態において、前記コントローラ手段は、デジタル回路を備えることを特徴とする。

【0076】

一実施形態において、前記電流コントローラ手段は、前記第1の出力電流に対応する電圧を受け取るための第1および第2の入力端子と、前記電池の前記電圧が増加するにつれて、前記第1の出力電流を低減するための制御信号を受け取るための第2の入力端子とを備えることを特徴とする。

【0077】

一実施形態において、前記電池充電器は、前記第1の出力電圧を制御するための電圧制御手段をさらに備えることを特徴とする。

【0078】

一実施形態において、前記スイッチングレギュレータは、前記スイッチングトランジスタの制御端子に、スイッチング信号を供給するためのスイッチング回路手段をさらに備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0079】

本発明によれば、スイッチングレギュレータを制御することにより、電池充電プロセスの効率を改善する、改善された電池充電器システムおよび電池充電器方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0080】

以下の詳細な説明および添付の図面は、本発明の性質および利点のより正確な理解を提供する。

【0081】

本明細書で説明されるのは、スイッチング電池充電システムおよび電池充電方法の技術である。以下の記述において、説明の目的から、多くの例および具体的詳細が、本発明の完全な理解を提供するために説明される。しかしながら、当業者は、特許請求の範囲により規定される本発明は、これらの例の中のいくつか又はすべての特徴を、単独で、または以下に記述する他の特徴と組み合わせて含むことができ、さらに、本明細書に記述される特徴および概念の明らかな修正や等価物を含むことができることを理解するだろう。

【0082】

図1は、本発明の一実施形態によるスイッチング電池充電器を備える電子デバイス101を備えるシステム100を示している。電子デバイス101は、電池150を動力源としたデバイス電子機器102を備える。電池は、スイッチング電池充電器103を用いて再充電することができる。スイッチング電池充電器103は、第1の電源110（たとえば、USB（Universal Serial Bus）ポートの電源供給ラインから

10

20

30

40

50

の入力電圧  $V_{in}$ ) に結合された第 1 の入力端子と第 1 の出力端子とを備え、以下に詳細に説明されるフィルタを通じて、少なくとも 1 つの電池に安定化出力を供給する。フィルタに供給された出力電圧および電流は、スイッチングされた波形である。本説明の目的のために、スイッチングレギュレータの出力をフィルタの出力とし、この出力は、電池へのフィルタされた出力電流 (すなわち、電池充電電流) と、電池端子におけるフィルタされた出力電圧とを含む。充電器 103 は、たとえば、入力電流、電池電流および / または電圧を感知するための内部回路をさらに備えてもよい。充電器 103 は、そのような情報を使用して、電源 110 から電池 150 の端子への、電圧および電流の移送を制御してもよい。

#### 【0083】

一実施形態において、スイッチング電池充電器 103 は、電流制御モードで動作し、充電サイクルの第 1 の時間にわたって、電池 150 に制御された電流を供給する。充電サイクルの第 2 の時間にわたって、充電器 103 は、電圧制御モードで動作し、電池 150 に制御された電圧を供給する。電流制御モードにおいて、スイッチング充電器の出力電流 (すなわち、電池への電流) は、回路の制御パラメータとして使用される (たとえば、電池への電流を用いて、スイッチングを制御するフィードバックループを制御することができる)。同様に、電圧制御モードにおいて、スイッチング充電器の出力電圧 (すなわち、電池への電圧) は、回路の制御パラメータとして使用される (たとえば、電池の電圧を用いて、スイッチングを制御するフィードバックループを制御することができる)。たとえば、充電器が電流制御モードであるとき (たとえば、電池電圧がある閾値以下であるとき)、スイッチングレギュレータは、電池に供給される出力電流を制御してもよい。ついで、システムは、電池の電圧が指定された閾値を超えて増加した場合、電流制御モードから電圧制御モードに切り替わる。電池の電圧が特定のレベルまで上昇すると、システムは、ついで、電池の電圧を (たとえば、一定の電池電圧を維持することにより) 制御し、このとき制御されていない電流は、次第に減少する。一実施形態において、スイッチングレギュレータ 103 により電池 150 に供給される電流を、電池が充電されるにつれて (たとえば、電池電圧が増加するにつれて) 変更することができる。ある具体的な例では、供給される電流は、プログラブルデータストレージ素子 (たとえば、レジスタまたはメモリ) に格納された格納充電パラメータを変化させるデジタルコントローラにより変化される。別の具体的な例では、供給される電流は、出力電流を制御する電流コントローラの制御入力端子において制御信号を変化させるアナログコントローラにより変化される。

#### 【0084】

本発明の実施形態は、多様な電子デバイスにおいて使用することができ、また多様な種類および構成の電池を充電するために使用することができる。本発明のある側面の利点を説明するために、リチウムイオン (「 $Li^+$ 」) 電池を充電することに関連して例を説明する。しかしながら、以下の例は、説明の目的のためのみであり、リチウムポリマー電池、ニッケル金属水素化物電池、またはニッケルカドミウム電池などの、異なる電圧および充電仕様を有する他の種類の電池も、本明細書に説明する技術を使用して有利に充電することができることを理解されたい。

#### 【0085】

図 2 は、本発明の一実施形態によるスイッチングレギュレータ 203 を備えるスイッチング電池充電器 201 を示している。デバイス電子機器 202 は、電池 250 から電力を受け取る電源供給端子 (「 $V_{cc}$ 」) を備える。電池 250 が消耗されたとき、電源 210 からの電圧および電圧を、スイッチングレギュレータ 203 およびフィルタ 204 を通じて、電池 250 に結合することにより再充電することができる。たとえば、電源は DC 電源とすることができる。本明細書に説明される技術は、AC 電源に適用することもできることを理解されたい。それゆえ、図 2 は、DC 電力を用いる 1 つの例示的システムである。スイッチングレギュレータ 203 は、スイッチングデバイス 221、スイッチング回路 (「スイッチャー」) 222、調節可能電流コントローラ 223、出力感知回路 225、および入力感知回路 224 を備えることができる。スイッチングレギュレータ 203 は

10

20

30

40

50

、トランジスタ 221 の制御端子においてスイッチング制御信号 221A を発生するスイッチング回路 222 を備える点で、線形レギュレータと区別される。たとえば、スイッチングデバイス 221 は、PMOS トランジスタとすることができる。しかしながら、スイッチングデバイスは、たとえば、1 つ又は複数のバイポーラまたは MOS トランジスタなどの、他の種類のデバイスを用いて実装することができることを理解されたい。

#### 【0086】

電流制御モードにおいて、出力感知回路 225 が、電池への出力電流を感知する。電流コントローラ 223 が、出力感知回路 225 に結合されて出力電流を制御する。電流コントローラ 223 は、出力電流に対応する入力を出力感知回路から受け取る。電流コントローラ 223 は、これらの入力を用いてスイッチング回路 222 を制御し、スイッチング回路 222 は次に、スイッチングデバイス 221 の制御端子に出力電流を修正する信号を供給する。例示的なスイッチング制御の仕組みには、スイッチングデバイス 221 の制御端子をパルス幅変調することが含まれる。スイッチングレギュレータ 203 の出力端子は、フィルタ 204 を通じて電池 250 の端子に結合される。電池端子における電圧または電流は、電池への電池電圧または電流を感知することにより制御することができる。電流制御モードにおいて、電流コントローラ 223 は、感知された電池電流を受け取り制御信号 222A を修正して、スイッチング回路 222 およびスイッチングデバイス 221 のふるまいを変化させて、電池電圧を制御された値に維持することができる。同様に、電圧制御モードにおいて、(以下に述べる)電圧コントローラは、感知された電池電圧を受け取り制御信号 222A を修正して、スイッチング回路 222 およびスイッチングデバイス 221 のふるまいを変化させて、電池電圧を制御された値に維持することができる。このようにして、電池への電圧または電流を、制御された値に維持することができる。以下により詳細に説明するように、電流コントローラ 223 は、電池の電圧、またはスイッチングレギュレータへの入力電流のいずれかに結合された別の入力端子を備え、電池の電圧が増加するにつれて、電池電流の変更を制御することができる。この目的のために電池電圧または入力電流のいずれをも使用することができるので、システムは、入力感知回路 224 を備えても備えなくともよい。

#### 【0087】

一実施形態において、スイッチングレギュレータ 203 は、電源 210 から電圧および電流を受け取り、電源から受け取った電流よりも大きい充電電流を電池に供給する。たとえば、電源から受け取った電圧が電池電圧よりも大きい場合、スイッチングレギュレータは次いで、スイッチングレギュレータへの入力電流よりも大きな充電電流を電池に供給することができる。スイッチングレギュレータの入力端子での電圧が電池の電圧よりも大きいとき(しばしば「バック(Buck)」構成と呼ばれる)、スイッチングレギュレータの「理想的」な電圧と電流の関係は次式で与えられる。

$$V_{out} = C * V_{in},$$

$$I_{out} = I_{in} / C$$

ここで C は定数である。たとえば、パルス幅変調されたスイッチングレギュレータにおいて、C は、スイッチングデバイスの制御入力端子におけるスイッチング波形の「デューティサイクル」D である。上記数式は次のように、出力電流は、入力電流、入力電圧および出力電圧の関数であることを明らかにする。

$$I_{out} = I_{in} * (V_{in} / V_{out})$$

この数式は、「理想的」バックレギュレータに対して当てはまることを理解されたい。現実の実装においては、出力は非理想性(すなわち、効率ロス)のために出力レベルが下がり、それは 10% 程度である場合がある(すなわち、効率 = 90%)。この式は、電池 250 への充電電流は、入力電流より大きい可能性があることを示している(すなわち、入力電圧  $V_{in}$  が出力電圧よりも大きいとき)。さらに、充電サイクルの初期では、電池電圧は、充電サイクルの後の時点よりも小さい。それゆえ、充電サイクルの初期において(すなわち、 $V_{batt} = V_{out}$  として、 $V_{in} / V_{batt}$  がより大きいとき)、電池への電流は、充電サイクルの後の時点(すなわち、 $V_{in} / V_{batt}$  がより小さいと

10

20

30

40

50

き)における電池への電流よりも大きい。一実施形態において、電池への電流(すなわち、スイッチングレギュレータの出力電流)は制御されて初期値に設定され、そして電池電圧が増加するにつれ、出力電流が減少される。上記数式は、電池電圧が増加するにつれて、スイッチングレギュレータの出力における所与の電流に対して、スイッチングレギュレータへの電流が増加し始めることを示している。この効果は、先に示したスイッチングレギュレータの電圧と電流の関係からもたらされる。たとえば、 $I_{out}$ および $V_{in}$ が固定の場合、 $I_{in}$ は、 $V_{out}$ が増加するにつれて増加しなければならない。したがって、異なる実施形態では出力電圧または入力電流が感知され、そして電池電圧が増加するにつれて電池への電流が減少される。

#### 【0088】

たとえば、スイッチングレギュレータ203は、電流制御モードで動作することができ、このとき、出力感知回路225は、スイッチングレギュレータの出力電流(すなわち、電池入力電流)を感知し、電流コントローラ223は、電池の電圧が増加するにつれて、電池への電流の低減を制御する。一実施形態において、電流コントローラ223は、増加する電池電圧に対応する制御信号にตอบสนองして電池電流を低減することができ、制御信号は、電流コントローラ223に電池電流を低減するよう伝える。別の実施形態において、入力感知回路224は、スイッチングレギュレータへの入力電流を感知し、電流コントローラ223は、増加する入力電流に対応する制御信号にตอบสนองして、電池への電流を低減する。等価的に、入力電流または電池電圧に関係する他のパラメータをモニタして、電池への電流を調整するための所望の情報を取得することもできる。一実施形態において、(以下により詳細に説明する)コントローラを用いて、第1の入力電流または第1の出力電圧にตอบสนองして、電流コントローラへの1つ又は複数の制御信号を発生する。コントローラは、感知されたパラメータ(たとえば、アナログまたはデジタル信号としての入力電流または電池電圧)を受け取り、電流コントローラ223への1つ又は複数の制御信号を発生する回路であり、出力端子における電流を調整する。感知回路、コントローラおよび電流コントローラは、電池に印加されるスイッチングレギュレータ出力電圧が増加するにつれてスイッチングレギュレータ出力電流(すなわち、電池充電電流)が連続的に低減されるように、(全体を又は一部を)アナログ回路として実装することができる。別の実施形態において、コントローラおよび/または電流コントローラは、電池電圧が増加するにつれて電池充電電流が段階的に低減されるように、(全体を又は一部を)デジタル回路として実装することができる。これら回路の例を以下に述べる。

#### 【0089】

図3は、本発明の一実施形態によるスイッチングレギュレータを用いた電池の充電を示している。301で、入力電圧および入力電流が、スイッチングレギュレータの入力端子で受け取られる。302で、スイッチングレギュレータの出力端子におけるスイッチング出力電流および電圧が、電池の端子に結合される。たとえば、スイッチングトランジスタの出力端子を、フィルタを介して電池端子に結合することができる。303で、出力電圧(すなわち、電池電圧)および出力電流(すなわち、電池入力電流)が、スイッチングレギュレータの出力端子に発生される。304で、電池への出力電圧が増加するにつれて電池への電流が低減される。上述のように、スイッチングレギュレータは、電池電圧を直接に感知するか、入力電流または他の関連するパラメータを感知することのいずれかにより、電池電圧の上昇を検出することができる。

#### 【0090】

図4A~4Bは、本発明の一実施形態によるスイッチングレギュレータを用いた電池の充電を示している。図4Aのグラフは、横軸の時間に対して、右の縦軸に電流、左の縦軸に電池の電圧をプロットしたものである。時間に応じた電池の電圧が線401で示され、電池への電流が線402で示され、スイッチングレギュレータへの電流が線403で示されている。この例は、深く消耗されたLi+電池を充電するための充電サイクルを示している。電池は、2つの基本的モードで充電される。それらは、電流制御モード( $t=0$ ,  $t_2$ )と電圧制御モード( $t=t_2$ ,  $t_3$ )である。この例では、電池の電圧は、最初、

10

20

30

40

50

なんらかの特定の閾値（たとえば、3ボルト）以下であり、電池が深く消耗されていることを示している。したがって、電流制御モードは、最初、一定のプリチャージ（precharge）電流410（たとえば、100mA）を発生することができる。一定のプリチャージ電流410は、電池電圧の増加を引き起こす。電池電圧がプリチャージ閾値420（たとえば、3ボルト）を超えて増加すると、システムは、電池へ供給される電流を増加する。第2の電流は、しばしば「高速充電（fast charge）」電流と呼ばれる。

#### 【0091】

図4Aが示すように、電池への電流は、スイッチングレギュレータが受け取る電流よりも大きくなりうる。たとえば、高速充電サイクルの始めでは、電池への電流を750mA、スイッチングレギュレータへの電流を500mAに初期設定することができる。したがって、電池の電圧は、電池が充電されるにつれて増加しだす。電池電圧が増加するにつれて、電池への電流を低減して、入力電流がほぼ一定を保つようにしてもよい。上述したように、電池の電圧が増加すると、そしてスイッチングレギュレータにより供給される電流が一定に保たれると、スイッチングレギュレータへの電流は増加しだす。いくつかの応用では、入力電流を何らかの閾値以下に維持して、スイッチングレギュレータへの総電力が電源で利用可能な総電力を超えないようにすることが望まれる場合がある。この例では、入力電流はほぼ一定に維持され、電池への電流が、電池電圧が増加するにつれて減少される。たとえば、電池電圧が420Bにおいて約3ボルトを超えて増加すると、電池への電流は約700mAに低減される。図4Aから、電池の電圧が増加するにつれて電流が順次に減少され、入力電流がほぼ一定に維持されていることが分かる。上述のように、アナログまたはデジタル技術のいずれを用いても、電池電流を制御することができる。加えて、このシステムは、スイッチングレギュレータへの入力電流または電池電圧のいずれを感知しても、電池電流制御を実装することができる。

#### 【0092】

電池の電圧が時刻t2において閾値430Aを超えて増加すると、システムは、自動的に電池に一定電圧（すなわち、「フロート（float）」電圧）を供給するように遷移する。電流制御モード中に電池がフロート電圧まで増加すると、システムは、電圧制御モードに遷移し、電池におけるフロート電圧を維持する。システムが電圧制御モードである間、電池への電流430は、減少し出す（すなわち、「次第に減少」または「下落」する）。いくつかの実施形態において、電流がなんらかの最小閾値440に達した後に、充電器をオフにすることが望ましいことがある。それゆえ、電池電流が最小値より下に下がると、システムは自動的に充電器を停止し、時刻t3で充電サイクルを終える。

#### 【0093】

図4Bは、電池電圧に対して、スイッチングレギュレータへの入力電流と、スイッチングレギュレータにより供給される電池電流を示している。図4Bのグラフは、左の縦軸に電流を、横軸に電池電圧をプロットしたものである。最初、電池電圧はなんらかの閾値（たとえば、3ボルト）以下であり、システムはプリチャージモードであり、またスイッチングレギュレータは電池に一定のプリチャージ電流410A（たとえば、100mA）を供給するように設定されている。したがって、入力電流410Bは、電池電流よりも小さい（たとえば、100mA未満）。システムが（たとえば、電池電圧が3ボルトなどのなんらかの閾値を超えて増加することの結果として）高速充電モードに遷移すると、電池電流をプリチャージ値から最大値402A（たとえば、700mA）にリセットすることができる。スイッチングレギュレータから電池に供給される電流が増加すると、入力電流も同様に新しい値403A（たとえば、約475mA）に増加する。しかしながら、出力電流が一定に保たれているとすると、電池電圧が閾値を超えて増加するにつれて入力電流は増加する。いくつかの応用では、USB電源等の電源は、なんらかの最大値（たとえば、USBに関して500mA）を超えて入力電流をスイッチングレギュレータに供給することができない場合がある。電池への電流を設定するとき、最大入力値を考慮に入れることがある。したがって、入力電流がなんらかの閾値（たとえば、500mAなどの許容可能

10

20

30

40

50

な最大のレベル)まで増加すると、システムは、電池電流を先の値より小さい新たな値 402 B にリセットすることができ、入力電流はそれに従い 403 B において閾値(たとえば、約 450 mA)より小さく低減される。電池への出力電流は、電池への出力電圧が増加するにつれて段階的に低減することができ、その結果、図 4 B に示すように、入力電流が閾値以下に保たれる。一実施形態において、出力電流は、スイッチングレギュレータへの入力電流の感知および入力電流が閾値を超えて増加したことの判定にตอบสนองして、段階的に低減される。別の実施形態では、出力電流は、電池電圧の感知にตอบสนองして段階的に低減される。

#### 【0094】

図 5 は、本発明の一実施形態による電池充電システム 500 の例示的実装を示している。この例は、電池電圧が増加するにつれて電池電流を調整するために、デジタルコントローラ 545 およびプログラマブルストレージを用いる、1つの可能な実装を示している。電池充電器 500 は、電源からの入力電圧および電流を受け取るための入力端子を有するスイッチングレギュレータ 510 を備える。スイッチングレギュレータ 510 の出力端子は、インダクタ 503 およびキャパシタ 504 で構成されたフィルタを介して、電池 550 に接続されている。電流感知抵抗 501 は、電池への電流経路内に含めることもできる。電流コントローラ 520 は、電池電流を感知するために、電流感知抵抗 501 の第 1 の端子に結合された第 1 の入力端子と、電流感知抵抗 501 の第 2 の端子に結合された第 2 の入力端子とを有する。電流制御モードにおいて、電流コントローラ 520 は、感知された電池電流を受け取り、スイッチングレギュレータ 510 の制御入力端子に制御信号を提供する。この例では、電流コントローラ 520 は、調整可能な電流コントローラであり、スイッチングレギュレータにより発生される出力電流を調整するための制御信号を受け取る制御入力端子 520 A を備える。システム 500 は、充電サイクルの電圧制御モードのための電圧コントローラ 530 をさらに備える。電圧コントローラ 530 は、電池電圧を感知するために電池の端子に結合された第 1 の入力端子を備える。電圧制御モードにおいて、電圧コントローラ 530 の出力端子は、スイッチングレギュレータ 510 への制御信号を発生する。この例では、電圧コントローラ 530 は、調整可能な電圧コントローラであり、スイッチングレギュレータにより発生される出力電流を調整するための制御入力端子 530 A を備える。

#### 【0095】

充電システム 500 は、電流制御モードおよび電圧制御モードにおいてスイッチングレギュレータを設定するために、電流コントローラ 520 および電圧コントローラ 530 に結合されたデータストレージをさらに備える。レジスタまたはメモリなどのプログラマブルデータストレージ素子は、電池 550 の充電中にスイッチングレギュレータ 510 を制御するための複数の充電パラメータを格納することができる。パラメータは、電池の充電に使用される電圧および/または電流、または他のパラメータを変更し、それによって電池充電効率を改善するように再プログラムされることが可能である。データストレージは、たとえば揮発性メモリまたは不揮発性メモリのいずれでもよく、充電パラメータは、異なる充電サイクルにわたって又は(電池が充電されている)単一の充電サイクルの間に再プログラムされることが可能である。

#### 【0096】

この例では、デジタルコントローラ 545 を使用して、電池の電圧が増加するにつれて、電流コントローラ 520 の制御入力を変更して電池電流を変更する。一実施形態において、感知回路(たとえば、入力感知抵抗 502)は、スイッチングレギュレータの入力電流を感知するのに使用することができる。この例では、入力感知抵抗 502 は、スイッチングレギュレータが受け取る第 1 の入力電流を感知する手段である。同等の感知手段には、たとえばトランジスタや誘導的感知技術を含むことができる。抵抗 502 の端子は、A/D (analog-to-digital) コンバータ 548 を通してデジタルコントローラ 545 に結合されている。別の実施形態では、電池の電圧を、A/D 549 を通してデジタルコントローラ 545 に結合することができる。コントローラ 545 は、感知さ

10

20

30

40

50

れた入力電流または出力電圧を受け取って電流コントローラ520を調整し、上述のように電池電流を制御する。たとえば、デジタルコントローラ545を用いて、データストレージ素子を充電パラメータでプログラムする。充電パラメータは次に、アナログ信号に変換されて、電流コントローラ520の制御入力端子520Aに結合される。データストレージ内の充電パラメータは、たとえばデジタルバス541（たとえば、シリアルバスまたはパラレルバス）を用いて、コントローラ545を介してプログラムすることができる。したがって、充電パラメータは、予め定めたソフトウェアアルゴリズムの制御の下で変更することができる。コントローラ545は、スイッチングレギュレータおよびスイッチング電池充電器回路と同一の集積回路上に備えることができ、または、電子デバイス内の別の集積回路上に備えることができる。一実施形態において、デジタルバスは、たとえばI<sup>2</sup>CバスまたはUSB(Universal Serial Bus)を使用して結合または実装することができる。

10

#### 【0097】

一実施形態において、充電パラメータは、それぞれ複数のデジタルビットとして格納することができる。そして異なる充電パラメータを、ローカルまたはリモートでありうる（たとえば、同一の集積回路もしくはシステム上にあるか、または別の集積回路もしくはシステム上にある）揮発性メモリ546または不揮発性メモリ547からレジスタ522内にプログラムすることができる。複数の充電パラメータに対応するデジタルビットはついで、電圧または電流などのアナログパラメータに変換されることができる。アナログパラメータは次に、電流コントローラ520の制御入力端子に結合され、そして続いてスイッチングレギュレータ510の制御入力端子に結合されて、電池電流を変化させることができる。一実施形態において、デジタルビットは、たとえばDAC(digital-to-analog converter)524を用いてアナログパラメータに変換することができる。A/DおよびDACについては、多様な技術を用いることができる。この例では、DAC524と、レジスタ522と、デジタルコントローラ545と、A/D548またはA/D549のいずれかとは、第1の入力電流または第1の出力電圧にตอบสนองして電流コントローラへの制御信号を発生する手段を構成する。他の感知および制御回路技術を用いることが可能であり、抵抗による感知、A/D、レジスタやDACは単なる例示であることを理解されたい。

20

#### 【0098】

一実施形態において、充電サイクルは、プリチャージおよび高速充電電流制御モード、ならびに電圧制御モードを含む。たとえば、電池への電流は、レジスタ521および522内にデジタル値として格納されているパラメータによりプログラムすることができる。レジスタ521は、デジタルプリチャージパラメータ値を格納し、レジスタ522は、1つ又は複数のデジタル高速充電パラメータ値を格納することができる。異なる高速充電パラメータ値は、選択的に電流コントローラ520に結合され、感知された電池電圧または感知された電池電流のいずれかに基づいて電池に供給される電流を設定することができる。この例では、レジスタ525は、プリチャージ閾値を設定するためのデジタル値を保持することができる。レジスタ525のビットは、DAC526への入力とすることができる。DAC526は、ビットを電圧等のアナログパラメータに移す。DAC526の電圧出力は、基準として使用することができ、コンパレータ527の電池電圧と比較される。電池電圧がプログラムされたプリチャージ閾値より小さいとき、コンパレータは、選択回路523（たとえば、マルチプレクサ）を使用して、レジスタ521内の格納されたプリチャージ電流値をDAC524に結合することができる。DAC524は次に、プリチャージ電流に対応するデジタル値を受け取り、レギュレータを制御するためのアナログパラメータを発生してプログラムされた電流値を発生する。電池電圧がレジスタ525内にプログラムされた値を超えて増加すると、コンパレータは状態を変更し、選択回路523が、レジスタ522内の格納された高速充電電流値をDAC524に結合する。DAC524は次に、高速充電電流に対応する新しいデジタル値を受け取り、スイッチングレギュレータを制御するためのアナログパラメータを発生して新しくプログラムされた電流値を伝え

30

40

50

る。上述の回路は単なる例示的実装の1つであることを理解されたい。別の例では、プリチャージ閾値は、電池電圧を用いて制御し、分圧器を駆動することができる。分圧器の特定のタップは、プログラマブルレジスタによりデジタルに選択することができる。選択されたタップは次いで、コンパレータに結合され、たとえば参照電圧と比較される。

#### 【0099】

電池電圧が増加するにつれて、デジタルコントローラ545は、レジスタ522を再プログラムして電池電流を変えることができる。たとえば、デジタルコントローラ545は、電池電圧を閾値と（ソフトウェアまたはハードウェアのいずれかで）比較して、電池電圧が閾値より大きければレジスタを再プログラムすることができる。電池電圧が増加するにつれて、コントローラ545は、電池電圧を異なる閾値と比較して出力電流を変えることができる。閾値は、たとえば、線形に間隔を空けることができ、または特定のシステム要件にしたがって決定することができる。あるいは、デジタルコントローラ545は、レギュレータ入力電流を閾値と（ソフトウェアまたはハードウェアのいずれかで）比較して、入力電流が閾値よりも大きければレジスタを再プログラムすることができる。

10

#### 【0100】

電圧制御モードについて、電圧コントローラ530は、電流制御から電圧制御に変更するための閾値を格納するレジスタ531に結合されている。レジスタ531は、閾値をデジタル値として格納する。レジスタ531のデジタルビットは、DAC432に入力され、電池の一定のプログラムされた電圧を維持するためのアナログパラメータに変換される。電池電圧がレジスタ531内にプログラムされた電圧を超えて増加すると、システムは電圧制御モードに遷移し、レギュレータの出力端子において一定のプログラムされた電圧が維持され、電流は徐々に減少する。

20

#### 【0101】

デジタルコントローラ545は、システムの他のデジタル情報を操作するのに使用することもできる。コントローラは、たとえばメモリまたはレジスタから読み書きするための回路や、シリアルまたはパラレルバスを介して他の電子機器とのインターフェイスをとるなどの他のシステム制御機能を含むことができる。上述のように、充電パラメータは、たとえばEEPROMなどの不揮発性メモリ547、または揮発性メモリ546内に格納することができる。不揮発性または揮発性メモリは、スイッチングレギュレータと同一の集積回路上にあることができ、またはメモリは外部であってもよい。メモリが外部である場合、システムは、外部資源にアクセスするためのインターフェイス（図示せず）をさらに備えることができる。この例では、パラメータは、不揮発性メモリ546内に格納され、レジスタ521、522、525および531に伝えられる。

30

#### 【0102】

本発明の実施形態は、さらに、予め定めたソフトウェアアルゴリズムに従って1つ又は複数の充電パラメータを再プログラムすることを含む。充電プロセスを制御するソフトウェアは、充電プロセスを動的に制御するために、前もって書き込んで電子デバイスにロードすることができる。たとえば、電子デバイスは、マイクロプロセッサやマイクロコントローラとすることができるプロセッサを備えることができる。プロセッサは、揮発性または不揮発性メモリ内の充電制御ソフトウェアにアクセスすることができ、充電パラメータを再プログラムするためのアルゴリズムを実行することができる。アルゴリズムは、たとえば電池が充電されている間に1つ又は複数の充電パラメータを変更することができ、または、複数の充電サイクルにわたって1つ又は複数の充電パラメータを変更することができる。アルゴリズムは、（たとえば、動的プログラミングのための）レジスタまたは（たとえば、静的プログラミングのための）不揮発性メモリのいずれかの中のパラメータ値を変更することができる。たとえば、アルゴリズムは、入力端子が電池の状態を感知したときに受け取られることができ、そしてアルゴリズムは、そのような状態に基づいてプログラムされた高速充電電流を修正することができる。図5に示された例から、デジタル制御をシステムに備えることは、多様なパラメータの柔軟なプログラマビリティを可能にし、それらパラメータには、出力電流の変化を制御するための、充電中に電池に供給される電

40

50

流や、電池電圧または入力電流と比較される閾値などが含まれる。そのような閾値は、複数の充電サイクルにわたって修正することができ、単一の充電サイクルの間でさえ修正することができる。

#### 【0103】

図6は、本発明の一実施形態による電池充電システム600の例示的実装を示している。この例は、電池電圧が増加するにつれて電池電流を調整するためのアナログコントローラ645を用いた可能な実装の1つを示している。電池充電器600は、電源からの電圧および電流を受け取るための入力端子を有するスイッチングレギュレータ610を備える。スイッチングレギュレータ610の出力端子は、インダクタ603およびキャパシタ604で構成されたフィルタを介して電池650に結合されている。図5の電池充電器システム500に関して説明したように、電流制御モードにおいて、電流コントローラ620は、出力電流を感知し、電池に供給される電流を制御するために、スイッチングレギュレータ610の制御入力端子に制御信号を供給する。この例では、電流感知抵抗601は、電池への電流経路内に含まれ、電流コントローラ620は、電池電流を感知するための、電流感知抵抗601の第1の端子に結合された第1の入力端子と、電流感知抵抗601の第2の端子に結合された第2の入力端子とを有する。図5の充電器500のように、電流コントローラ620は、調整可能な電流コントローラであり、スイッチングレギュレータにより発生された出力電流を調整するための制御信号を受け取る制御入力端子646を備える。システム600は、充電サイクルの電圧制御モードのための電圧コントローラ630をさらに備える。電圧コントローラ630は、電池の端子に結合された第1の入力端子 10  
20

#### 【0104】

この例では、アナログコントローラ645は、第1の入力電流または第1の出力電圧に 30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510  
520  
530  
540  
550  
560  
570  
580  
590  
600  
610  
620  
630  
640  
650  
660  
670  
680  
690  
700  
710  
720  
730  
740  
750  
760  
770  
780  
790  
800  
810  
820  
830  
840  
850  
860  
870  
880  
890  
900  
910  
920  
930  
940  
950  
960  
970  
980  
990  
1000  
1010  
1020  
1030  
1040  
1050  
1060  
1070  
1080  
1090  
1100  
1110  
1120  
1130  
1140  
1150  
1160  
1170  
1180  
1190  
1200  
1210  
1220  
1230  
1240  
1250  
1260  
1270  
1280  
1290  
1300  
1310  
1320  
1330  
1340  
1350  
1360  
1370  
1380  
1390  
1400  
1410  
1420  
1430  
1440  
1450  
1460  
1470  
1480  
1490  
1500  
1510  
1520  
1530  
1540  
1550  
1560  
1570  
1580  
1590  
1600  
1610  
1620  
1630  
1640  
1650  
1660  
1670  
1680  
1690  
1700  
1710  
1720  
1730  
1740  
1750  
1760  
1770  
1780  
1790  
1800  
1810  
1820  
1830  
1840  
1850  
1860  
1870  
1880  
1890  
1900  
1910  
1920  
1930  
1940  
1950  
1960  
1970  
1980  
1990  
2000  
2010  
2020  
2030  
2040  
2050  
2060  
2070  
2080  
2090  
2100  
2110  
2120  
2130  
2140  
2150  
2160  
2170  
2180  
2190  
2200  
2210  
2220  
2230  
2240  
2250  
2260  
2270  
2280  
2290  
2300  
2310  
2320  
2330  
2340  
2350  
2360  
2370  
2380  
2390  
2400  
2410  
2420  
2430  
2440  
2450  
2460  
2470  
2480  
2490  
2500  
2510  
2520  
2530  
2540  
2550  
2560  
2570  
2580  
2590  
2600  
2610  
2620  
2630  
2640  
2650  
2660  
2670  
2680  
2690  
2700  
2710  
2720  
2730  
2740  
2750  
2760  
2770  
2780  
2790  
2800  
2810  
2820  
2830  
2840  
2850  
2860  
2870  
2880  
2890  
2900  
2910  
2920  
2930  
2940  
2950  
2960  
2970  
2980  
2990  
3000  
3010  
3020  
3030  
3040  
3050  
3060  
3070  
3080  
3090  
3100  
3110  
3120  
3130  
3140  
3150  
3160  
3170  
3180  
3190  
3200  
3210  
3220  
3230  
3240  
3250  
3260  
3270  
3280  
3290  
3300  
3310  
3320  
3330  
3340  
3350  
3360  
3370  
3380  
3390  
3400  
3410  
3420  
3430  
3440  
3450  
3460  
3470  
3480  
3490  
3500  
3510  
3520  
3530  
3540  
3550  
3560  
3570  
3580  
3590  
3600  
3610  
3620  
3630  
3640  
3650  
3660  
3670  
3680  
3690  
3700  
3710  
3720  
3730  
3740  
3750  
3760  
3770  
3780  
3790  
3800  
3810  
3820  
3830  
3840  
3850  
3860  
3870  
3880  
3890  
3900  
3910  
3920  
3930  
3940  
3950  
3960  
3970  
3980  
3990  
4000  
4010  
4020  
4030  
4040  
4050  
4060  
4070  
4080  
4090  
4100  
4110  
4120  
4130  
4140  
4150  
4160  
4170  
4180  
4190  
4200  
4210  
4220  
4230  
4240  
4250  
4260  
4270  
4280  
4290  
4300  
4310  
4320  
4330  
4340  
4350  
4360  
4370  
4380  
4390  
4400  
4410  
4420  
4430  
4440  
4450  
4460  
4470  
4480  
4490  
4500  
4510  
4520  
4530  
4540  
4550  
4560  
4570  
4580  
4590  
4600  
4610  
4620  
4630  
4640  
4650  
4660  
4670  
4680  
4690  
4700  
4710  
4720  
4730  
4740  
4750  
4760  
4770  
4780  
4790  
4800  
4810  
4820  
4830  
4840  
4850  
4860  
4870  
4880  
4890  
4900  
4910  
4920  
4930  
4940  
4950  
4960  
4970  
4980  
4990  
5000  
5010  
5020  
5030  
5040  
5050  
5060  
5070  
5080  
5090  
5100  
5110  
5120  
5130  
5140  
5150  
5160  
5170  
5180  
5190  
5200  
5210  
5220  
5230  
5240  
5250  
5260  
5270  
5280  
5290  
5300  
5310  
5320  
5330  
5340  
5350  
5360  
5370  
5380  
5390  
5400  
5410  
5420  
5430  
5440  
5450  
5460  
5470  
5480  
5490  
5500  
5510  
5520  
5530  
5540  
5550  
5560  
5570  
5580  
5590  
5600  
5610  
5620  
5630  
5640  
5650  
5660  
5670  
5680  
5690  
5700  
5710  
5720  
5730  
5740  
5750  
5760  
5770  
5780  
5790  
5800  
5810  
5820  
5830  
5840  
5850  
5860  
5870  
5880  
5890  
5900  
5910  
5920  
5930  
5940  
5950  
5960  
5970  
5980  
5990  
6000  
6010  
6020  
6030  
6040  
6050  
6060  
6070  
6080  
6090  
6100  
6110  
6120  
6130  
6140  
6150  
6160  
6170  
6180  
6190  
6200  
6210  
6220  
6230  
6240  
6250  
6260  
6270  
6280  
6290  
6300  
6310  
6320  
6330  
6340  
6350  
6360  
6370  
6380  
6390  
6400  
6410  
6420  
6430  
6440  
6450  
6460  
6470  
6480  
6490  
6500  
6510  
6520  
6530  
6540  
6550  
6560  
6570  
6580  
6590  
6600  
6610  
6620  
6630  
6640  
6650  
6660  
6670  
6680  
6690  
6700  
6710  
6720  
6730  
6740  
6750  
6760  
6770  
6780  
6790  
6800  
6810  
6820  
6830  
6840  
6850  
6860  
6870  
6880  
6890  
6900  
6910  
6920  
6930  
6940  
6950  
6960  
6970  
6980  
6990  
7000  
7010  
7020  
7030  
7040  
7050  
7060  
7070  
7080  
7090  
7100  
7110  
7120  
7130  
7140  
7150  
7160  
7170  
7180  
7190  
7200  
7210  
7220  
7230  
7240  
7250  
7260  
7270  
7280  
7290  
7300  
7310  
7320  
7330  
7340  
7350  
7360  
7370  
7380  
7390  
7400  
7410  
7420  
7430  
7440  
7450  
7460  
7470  
7480  
7490  
7500  
7510  
7520  
7530  
7540  
7550  
7560  
7570  
7580  
7590  
7600  
7610  
7620  
7630  
7640  
7650  
7660  
7670  
7680  
7690  
7700  
7710  
7720  
7730  
7740  
7750  
7760  
7770  
7780  
7790  
7800  
7810  
7820  
7830  
7840  
7850  
7860  
7870  
7880  
7890  
7900  
7910  
7920  
7930  
7940  
7950  
7960  
7970  
7980  
7990  
8000  
8010  
8020  
8030  
8040  
8050  
8060  
8070  
8080  
8090  
8100  
8110  
8120  
8130  
8140  
8150  
8160  
8170  
8180  
8190  
8200  
8210  
8220  
8230  
8240  
8250  
8260  
8270  
8280  
8290  
8300  
8310  
8320  
8330  
8340  
8350  
8360  
8370  
8380  
8390  
8400  
8410  
8420  
8430  
8440  
8450  
8460  
8470  
8480  
8490  
8500  
8510  
8520  
8530  
8540  
8550  
8560  
8570  
8580  
8590  
8600  
8610  
8620  
8630  
8640  
8650  
8660  
8670  
8680  
8690  
8700  
8710  
8720  
8730  
8740  
8750  
8760  
8770  
8780  
8790  
8800  
8810  
8820  
8830  
8840  
8850  
8860  
8870  
8880  
8890  
8900  
8910  
8920  
8930  
8940  
8950  
8960  
8970  
8980  
8990  
9000  
9010  
9020  
9030  
9040  
9050  
9060  
9070  
9080  
9090  
9100  
9110  
9120  
9130  
9140  
9150  
9160  
9170  
9180  
9190  
9200  
9210  
9220  
9230  
9240  
9250  
9260  
9270  
9280  
9290  
9300  
9310  
9320  
9330  
9340  
9350  
9360  
9370  
9380  
9390  
9400  
9410  
9420  
9430  
9440  
9450  
9460  
9470  
9480  
9490  
9500  
9510  
9520  
9530  
9540  
9550  
9560  
9570  
9580  
9590  
9600  
9610  
9620  
9630  
9640  
9650  
9660  
9670  
9680  
9690  
9700  
9710  
9720  
9730  
9740  
9750  
9760  
9770  
9780  
9790  
9800  
9810  
9820  
9830  
9840  
9850  
9860  
9870  
9880  
9890  
9900  
9910  
9920  
9930  
9940  
9950  
9960  
9970  
9980  
9990  
10000

#### 【0105】

図7は、本発明の一実施形態による電池充電器の例である。電池充電器700は、電圧 50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864  
865  
866  
867  
868  
869  
870  
871  
872  
873  
874  
875  
876  
877  
878  
879  
880  
881  
882  
883  
884  
885  
886  
887  
888  
889  
890  
891  
892  
893  
894  
895  
896  
897  
898  
899  
900  
901  
902  
903  
904  
905  
906  
907  
908  
909  
910  
911  
912  
913  
914  
915  
916  
917  
918  
919  
920  
921  
922  
923  
924  
925  
926  
927  
928  
929  
930  
931  
932  
933  
934  
935  
936  
937  
938  
939  
940  
941  
942  
943  
944  
945  
946  
947  
948  
949  
950  
951  
952  
953  
954  
955  
956  
957  
958  
959  
960  
961  
962  
963  
964  
965  
966  
967  
968  
969  
970  
971  
972  
973  
974  
975  
976  
977  
978  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996  
997  
998  
999  
1000

トローラ702は、出力電流感知抵抗（たとえば、0.1オームの抵抗）を介して電流を感知するための第1の入力端子710と第2の入力端子711を備える。端子710は、抵抗の正端子に結合され、この正端子は、トランジスタ707の端子709と結合され、端子711は抵抗の負端子に結合され、この負端子は電池に結合される（スイッチングレギュレータでは、端子709はインダクタに結合され、インダクタの他端子は、端子710に結合されることができる）。電流コントローラ702は、端子710と端子711との間で感知された電流に応答して、スイッチングレギュレータにより発生される電流の量を制御するための制御入力端子750をさらに備える。電流コントローラ702の出力端子は、レギュレータ703の入力端子に結合される。電圧コントローラ701は、電池に結合されている電池感知入力端子712と、たとえばDACに結合することができる制御入力端子751とを備える。電圧コントローラ701の出力端子も、スイッチングレギュレータ703の入力端子に結合されている。スイッチングレギュレータ703は、基準電圧714（たとえば、1ボルト）に結合された第1の入力端子と、電圧コントローラ701および電流コントローラ702の出力端子と結合された第2の入力端子とを有する誤差増幅器704を備えることができる。誤差増幅器704の出力端子は、たとえばパルス幅変調（「PWM」）回路のデューティサイクル制御入力端子などの、スイッチング回路705の入力端子に結合される。本発明を実施するのに種々のスイッチング技術を用いることができることを理解されたい。ノード713は、レギュレータの負帰還ノードである。それゆえ、電流制御または電圧制御のいずれの条件下においても、ループは、誤差増幅器の基準電圧（たとえば、1ボルト）と同一の電圧にノード713を向かわせる。

#### 【0106】

図8は、本発明の一実施形態による電圧コントローラの例である。電圧コントローラ800は、本発明の異なる実施形態を実施するのに使用することができる制御回路の単なる例示の1つである。この例では、電池感知端子801は、充電されるべき電池に結合されている。第2の入力端子802は、VDAC（digital to analog converter）の出力端子に結合され、電池端子の電圧をプログラムされた電圧値に設定する。端子802は、VDACを介して、充電パラメータを格納するレジスタまたはメモリに結合して、電池の電圧を設定することができる。電池電圧は、充電パラメータを変更し、それによって端子802における電圧を異なる値の範囲にわたり変更することで調整することができる。たとえば、上述のように、電圧コントローラ800の出力DIFFは、誤差増幅器基準と同一の電圧、この例では1ボルトに駆動される。増幅器804および805と抵抗806～812の回路網を備える差動加算回路網（differential summing network）は、出力端子における電圧DIFF、電池電圧BSENSEおよびDAC電圧VDAC（V）の間に次の関係を確立する。

$$DIFF = BSENSE - (2.45V + VDAC(V))$$

それゆえ、DIFFがフィードバックループにより1ボルトに駆動されるとき、電池電圧はDACの出力端子における電圧の関数である。

$$DIFF = 1 \text{ ボルトのとき、} BSENSE = 3.45 + VDAC(V)$$

したがって、電池電圧は、DACの入力端子に結合されたビットのデジタル値を変更することでプログラムすることができる。

#### 【0107】

図9は、本発明の一実施形態における電流コントローラの例である。電流コントローラ900は、本発明の異なる実施形態を実施するのに使用することができる制御回路の単なる例示の1つである。この例では、正電流感知端子902および負電流感知端子903が、充電されるべき電池の入力端子における感知抵抗の両端間に結合される。制御入力端子901は、制御電圧（「Vctrl」）に結合され、デジタルまたはアナログコントローラに応答して、電池への制御された電流を設定する。たとえばVctrlは、出力電圧または入力電流のいずれかに応答するアナログ回路からアナログ電圧を受け取って、電池電流が増加するにつれて電池電流を低減する。あるいはまた、端子901は、DACを介して、電池への電流を設定するための充電パラメータを格納するレジスタまたはメモリに結

合することができる。電池電流は、充電パラメータを変更し、電池電圧または入力電流のいずれかに応答するデジタルコントローラにより調整し、それによって端子901の電圧を異なる値の範囲にわたって変更することができる。例として、上述したように、電流コントローラ900の出力DIFFは、誤差増幅器基準と同一の電圧に駆動され、その電圧はこの例では1ボルトである。増幅器905および906と抵抗907~914の回路網を備える差動加算回路網は、出力端子における電圧DIFF、電圧で測定された電池電流、CSENSE+およびCSENSE-、ならびに制御電圧の間に次の関係を確立する。

$$DIFF = R2 / R1 (CSENSE+ - CSENSE-) + Vctrl$$

それゆえ、DIFFがフィードバックループにより1ボルトにドライブされるとき、電池電流はVctrlの電圧の関数である。

$$DIFF = 1 \text{ ボルト、および } R2 / R1 = 5 \text{ のとき、 } (CSENSE+ - CSENSE-) = (1V - Vctrl) / 5$$

したがって、スイッチングレギュレータにより電池に供給される電流は、制御電圧を変化させることにより（たとえば、DACの入力端子に結合されたビットのデジタル値を変化させることにより）変化させることができる。上述した図7~8の回路は差動加算技術を使用するが、他の電流および/または電圧加算技術を使用して出力電池電流および電圧を感知し、制御信号を発生して、スイッチングレギュレータの制御入力端子を駆動することができることを理解されたい。

#### 【0108】

図7~9を参照すると、本発明の1つの特徴に、「ワイヤードOR」構成を用いて、電流コントローラおよび電圧コントローラの出力端子をレギュレータに接続することを含めることができる。たとえば、一実施形態において、電圧コントローラ800内の増幅器805の出力プル・ダウン・トランジスタと、電流コントローラ900内の増幅器906の出力プル・ダウン・トランジスタは、「弱い(weak)」デバイスである。たとえば、DIFFノードから電流をシンクするためのデバイスは、DIFFノードに電流を供給するための増幅器805および906内のデバイスよりもかなり小さい。電流制御モードの間、電池電圧がVDAC(V)によりプログラムされた値よりも小さいとき、増幅器805の正入力(BSENSE)は、負入力よりも低く、増幅器805の出力端子は、DIFFから電流をシンクしようとする。しかしながら、電流コントローラ増幅器906の出力は、DIFFノードを正方向に駆動する。それゆえ、増幅器805のプル・ダウン出力が増幅器906のプル・ダウン出力より弱いので、システムは、一定電流コントローラ900により支配される。同様に、電池の電圧(BSENSE)が、増幅器805の正入力および負入力等しい点まで増加したとき、電圧コントローラが、支配的になる。この点で、感知抵抗を通じた電流は減少し始め、増幅器906の出力は下がり始める。しかしながら、増幅器906のプル・ダウン出力は増幅器805のプル・アップ出力よりも弱いので、システムは、一定電圧コントローラ800により支配される。

#### 【0109】

図10は、本発明の一実施形態によるアナログコントローラの例を示している。電流コントローラ1020は、「Csense+」に結合された第1の入力端子と、「Csense-」に結合された第2の入力端子とを備える。ここで、Csense+は出力電流感知抵抗の正端子に結合され、Csense-は出力電流感知抵抗の負端子に結合される。電流コントローラ1020は、スイッチングレギュレータ1001の制御入力端子1004に制御信号を発生する。スイッチングレギュレータ1001は、スイッチング回路1003を備え、このスイッチング回路1003は次に、スイッチングトランジスタ1002のゲートにスイッチング信号（たとえば、パルス幅変調信号）を発生する（スイッチングレギュレータ1001は誤差増幅器も備えることができるが説明のために省略されている）。電流コントローラ1020はさらに、制御入力端子Vctrlを備える。Vctrlにおける電圧は、電池電流を制御するために使用することができる。この例では、電流コントローラ1020の制御入力端子における電圧は、抵抗1046（「R1」）への電流源1045により設定される。システムがプリチャージモードのとき、電流源1045に

10

20

30

40

50

より供給される電流は、システムが高速充電モードにあるときに供給される電流よりも小さくすることができる。システムが最初に高速充電モードにはいるとき、抵抗1046への電流は、所望の最大出力電流に対応するVctrlにおける最大電圧を設定することができる。高速充電サイクルの始めにおける最大出力電流は、抵抗1046の選択を含む種々の方法で設計上の選択により設定することができる。電圧Vsenseは、スイッチングレギュレータ入力電圧または電池電圧のいずれかから引き出される。当初、高速充電モードが始まるとき、電圧Vsenseは、導電状態の端にあるトランジスタ1048をバイアスする。電池の電圧が増加するにつれて、またはスイッチングレギュレータへの入力電流が増加するにつれて、Vsenseが増加する。Vsenseが増加するにつれて、トランジスタ1048はオンになり、電流（すなわち、Vsense/R2）が導通する。トランジスタ1048は、抵抗1046から電流を奪い、それにより電流コントローラ1020の制御入力端子における電圧の低減を引き起こす。したがって、Vctrlが減少するにつれて、電流コントローラ1020は、スイッチングレギュレータ1001により発生される出力電流を低減する。それゆえ、電池電圧が増加するにつれて、または入力電流が増加するにつれて、Vsenseは、電流コントローラ1020に出力電池電流を低減させる。

#### 【0110】

上述の記述は、本発明の様々な実施形態を、本発明の側面がどのように実装されうるかの例とともに説明する。上述の例および実施形態は、唯一の実施形態として考えるべきではなく、特許請求の範囲により規定される本発明の柔軟性および利点を明らかにするために提示されている。以上の開示、および特許請求の範囲に基づいて、他の構成、実施形態、実装および等価物が当業者には明らかとなり、また特許請求の範囲により規定される本発明の精神および範囲から逸脱することなく用いることができる。本明細書に用いた用語および表現は、様々な実施形態および例を記述するために用いられている。これらの用語および表現は、図示され説明された特徴の等価物またはその一部を排除するものと解釈すべきではなく、添付の特許請求の範囲の範囲内で種々の変形が可能であることを認識されたい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0111】

【図1】本発明の一実施形態による、スイッチング電池充電器を備える電子デバイスを示す図である。

【図2】本発明の一実施形態による、スイッチングレギュレータを備えるスイッチング電池充電器を示す図である。

【図3】本発明の一実施形態による、スイッチングレギュレータを用いた電池の充電を示す図である。

【図4A】本発明の複数の実施形態による、スイッチングレギュレータを用いた電池の充電を示す図である。

【図4B】本発明の複数の実施形態による、スイッチングレギュレータを用いた電池の充電を示す図である。

【図5】本発明の一実施形態による、電池充電システムの例示的実装を示す図である。

【図6】本発明の一実施形態による、電池充電システムの例示的実装を示す図である。

【図7】本発明の一実施形態による、電池充電器の例を示す図である。

【図8】本発明の一実施形態による、電圧コントローラの例を示す図である。

【図9】本発明の一実施形態による、電流コントローラの例を示す図である。

【図10】本発明の一実施形態による、アナログコントローラの例を示す図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0112】

150 電池

221A スwitching制御信号

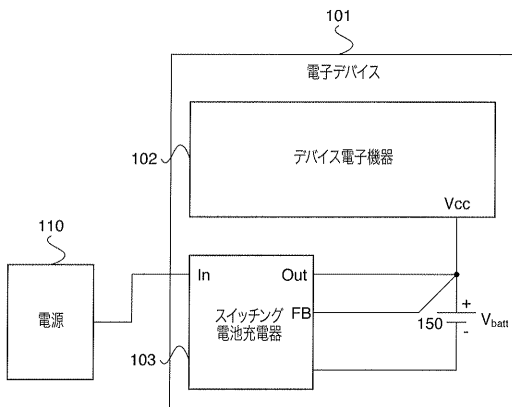
222A 制御信号

- 250 電池
- 501 電流感知抵抗
- 502 入力感知抵抗
- 503 インダクタ
- 504 キャパシタ
- 520 A 制御入力端子
- 527 コンパレータ
- 530 A 制御入力端子
- 541 デジタルバス
- 550 電池
- 601、602 電流感知抵抗
- 603 インダクタ
- 604 キャパシタ
- 646 制御入力端子
- 650 電池
- 707 トランジスタ
- 708 入力端子
- 709 出力端子
- 710、711 入力端子
- 712 電流感知入力端子
- 713 ノード
- 714 基準電圧
- 751 制御入力端子

10

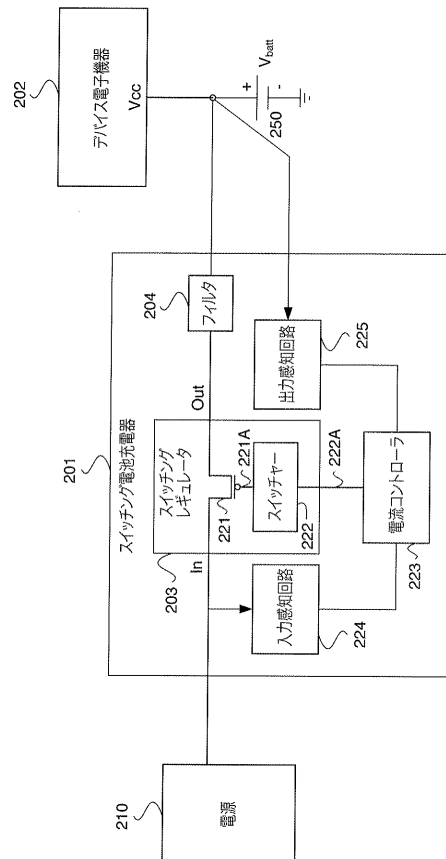
20

【図1】  
**100**



【図2】

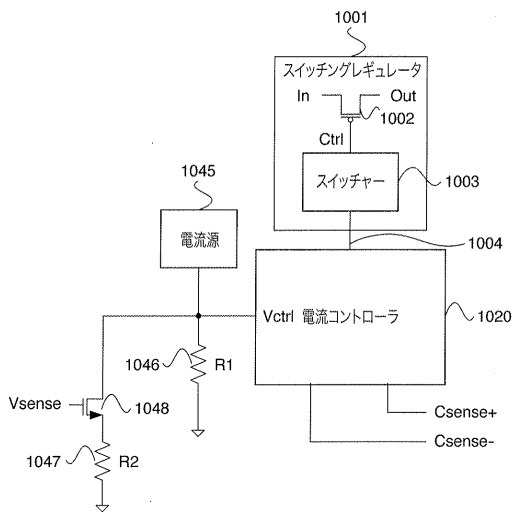
**200**







【 図 1 0 】  
1000



---

フロントページの続き

(72)発明者 ケニス シー・アドキンス

アメリカ合衆国 4 5 0 4 0 オハイオ州 メーソン リッチモンド パーク ドライブ 5 5 6  
9

(72)発明者 ジョージオス コンスタンティノス パパリゾス

アメリカ合衆国 9 4 4 0 4 カリフォルニア州 フォスター シティ コモンズ レーン 2 1  
1

Fターム(参考) 5G003 AA01 BA01 CA03 CA14 CC07 GA01 GB03 GC05

5H030 AS18 BB01 FF42 FF43

5H730 AA20 AS01 AS17 BB13 DD04 FD03 FD13 FG05