

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5449650号
(P5449650)

(45) 発行日 平成26年3月19日(2014.3.19)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 2 J	7/10	(2006.01)	HO 2 J	7/10	H
HO 1 M	10/44	(2006.01)	HO 2 J	7/10	B
			HO 2 J	7/10	P
			HO 1 M	10/44	Q

請求項の数 37 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2007-34045 (P2007-34045)	(73) 特許権者	595020643
(22) 出願日	平成19年2月14日 (2007.2.14)		クアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開2007-221993 (P2007-221993A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公開日	平成19年8月30日 (2007.8.30)		ED
審査請求日	平成21年11月18日 (2009.11.18)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(31) 優先権主張番号	11/356,561		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(32) 優先日	平成18年2月16日 (2006.2.16)		ハウス・ドライブ 5775
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100108855
前置審査			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久

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) 【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、電源からの第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から電池の端子への第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、ここにおいて前記スイッチングレギュレータは、前記第1の入力電流および前記第1の出力電流のうちの少なくとも1つを制御し、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い、

前記スイッチングレギュレータが前記第1の入力電流に基づく電流制御モードにあるときに、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の入力電流がほぼ一定に維持されるように前記第1の出力電流を低減するステップと、ここにおいて前記第1の入力電流は前記電源および前記スイッチングレギュレータ間で感知され、さらに前記第1の出力電流は前記スイッチングレギュレータへの総電力が前記電源から利用可能な総電力を超えないように低減される、
を含むことを特徴とする電池充電方法。

【請求項 2】

前記電池への前記第1の出力電圧を感知し、前記第1の出力電圧に従って前記第1の出力電流を調整して、前記入力電流を第1の値より小さくする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。

10

20

【請求項 3】

前記第 1 の入力電流に従って前記第 1 の出力電流を調整して、第 1 の値より小さくする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 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、フィルタを介して前記電池の前記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。

【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。

10

【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。

【請求項 8】

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 の入力電流が一定に維持されるように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 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。

20

【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、
感知された前記第 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。

【請求項 11】

感知された前記第 1 の出力電圧の増加にตอบสนองして、前記充電パラメータを、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。

30

【請求項 12】

感知された前記第 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】

感知された前記第 1 の入力電流にตอบสนองして、前記充電パラメータを、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。

40

【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に結合されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

50

【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。

【請求項 17】

前記電池への前記第1の出力電圧は、前記第1の出力電流が複数の電流値にわたって減少するのと同一の期間に複数の電圧値にわたって増加することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 18】

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、電源からの第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、

前記電源からの前記第1の入力電流を感知するよう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、並びに前記第1の出力電圧の変化を検出するように前記電池、又は前記第1の出力電流の変化を検出するように前記スイッチングレギュレータの前記第1の出力端子に結合された少なくとも1つ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つの出力端子をさらに有する調整可能な電流コントローラとを備え、

ここにおいて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前記第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、前記スイッチングレギュレータが前記第1の入力電流に基づく電流制御モードにあるときに、前記電池の前記電圧が増加するにつれて、前記第1の入力電流がほぼ一定に維持されるように低減され、前記第1の入力電流は前記電源および前記スイッチングレギュレータ間で感知され、前記第1の出力電流は前記電源および前記スイッチングレギュレータ間で感知され、さらに前記第1の出力電流は、前記スイッチングレギュレータへの総電力が前記電源から利用可能な総電力を超えないように低減されることを特徴とする電池充電器。

【請求項 19】

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18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18に記載の電池充電器。

【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は、前記第1の入力電流の変化を検出するために前記感知回路に結合されることを特徴とする請求項18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第1のコントローラであって前記第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第1のコントローラをさらに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 24】

前記第1の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

10

20

30

40

50

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に記載の電池充電器。

【請求項25】

前記第1のコントローラは、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に結合される電圧を変更することを特徴とする請求項23に記載の電池充電器。

【請求項26】

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ることを特徴とする請求項18に記載の電池充電器。

【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少なくとも1つ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少なくとも1つ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に記載の電池充電器。

【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少なくとも1つ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に記載の電池充電器。

【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に記載の電池充電器。

【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に記載の電池充電器。

【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に記載の電池充電器。

【請求項32】

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前記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ることを特徴とする請求項18に記載の電池充電器。

【請求項33】

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18に記載の電池充電器。

【請求項34】

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、前記電池への前記第1の出力電流を形成し、調整可能な電流コントローラは

10

20

30

40

50

、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出力電流を連続的に低減することを特徴とする請求項18に記載の電池充電器。

【請求項35】

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前記第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出力電流を段階的に低減することを特徴とする請求項18に記載の電池充電器。

【請求項36】

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18に記載の電池充電器。

【請求項37】

前記電池への前記第1の出力電圧は、前記第1の出力電流が複数の電流値にわたって減少するのと同じ期間に複数の電圧値にわたって増加することを特徴とする請求項18に記載の電池充電器。

【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。

【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】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

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。

【 0 0 0 5 】

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。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

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。

【 0 0 0 7 】

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。

20

【 0 0 0 8 】

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。

【 0 0 0 9 】

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。

30

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。

【 0 0 1 0 】

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。

【 0 0 1 1 】

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。

40

【 0 0 1 2 】

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。

【 0 0 1 3 】

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。

【 0 0 1 4 】

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。

50

【 0 0 1 5 】

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。

【 0 0 1 6 】

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。

10

【 0 0 1 7 】

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。

【 0 0 1 8 】

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。

20

【 0 0 1 9 】

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。

【 0 0 2 0 】

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。

【 0 0 2 1 】

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。

30

【 0 0 2 2 】

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。

40

【 0 0 2 3 】

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。

【 0 0 2 4 】

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。

【 0 0 2 5 】

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

50

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。

【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。

【0029】

一実施形態において、前記方法は、プログラ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ตอบสนอง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。

【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ตอบสนอง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。

【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】

10

20

30

40

50

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。

【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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【0044】

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。

【0045】

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。

50

【0046】

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。

【0047】

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。

【0048】

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。

10

【0049】

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。

20

【0050】

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。

【0051】

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。

30

40

【0052】

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

50

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ตอบสนอง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

10

20

30

40

50

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の出力電圧に応答して前記第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応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、および制御信号に応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の出力電圧に応答して、前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

10

20

30

40

50

い。

【 0 0 8 3 】

一実施形態において、スイッチング電池充電器 1 0 3 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 1 5 0 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 1 0 3 は、電圧制御モードで動作し、電池 1 5 0 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 1 0 3 により電池 1 5 0 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、プログラマ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。

【 0 0 8 4 】

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合物電池、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。

【 0 0 8 5 】

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 2 0 3 を備えるスイッチング電池充電器 2 0 1 を示している。デバイス電子機器 2 0 2 は、電池 2 5 0 から電力を受け取る電源供給端子（「V_{cc}」）を備える。電池 2 5 0 が消耗されたとき、電源 2 1 0 からの電圧および電圧を、スイッチングレギュレータ 2 0 3 およびフィルタ 2 0 4 を通じて、電池 2 5 0 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 2 0 3 は、スイッチングデバイス 2 2 1、スイッチング回路（「スイッチャー」）2 2 2、調節可能電流コントローラ 2 2 3、出力感知回路 2 2 5、および入力感知回路 2 2 4 を備えることができる。スイッチングレギュレータ 2 0 3 は、トランジスタ 2 2 1 の制御端子においてスイッチング制御信号 2 2 1 A を発生するスイッチング回路 2 2 2 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 2 2 1 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。

【 0 0 8 6 】

電流制御モードにおいて、出力感知回路 2 2 5 が、電池への出力電流を感知する。電流コントローラ 2 2 3 が、出力感知回路 2 2 5 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応答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応答して、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
10 応答して、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、
20 （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
30 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、
40 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】

10

20

30

40

50

図4 A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750 mA、スイッチングレギュレータへの電流を500 mA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420 B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700 mAに低減される。図4 A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 t_2 において閾値430 A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 t_3 で充電サイクルを終える。

【0093】

図4 B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4 B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410 A（たとえば、100 mA）を供給するように設定されている。したがって、入力電流410 Bは、電池電流よりも小さい（たとえば、100 mA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402 A（たとえば、700 mA）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403 A（たとえば、約475 mA）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500 mA）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、500 mAなどの許容可能な最大のレベル）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。

10

20

30

40

50

【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520A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530Aを備える。

10

20

【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。

30

【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/D549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

40

50

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I²C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。

【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の出力電圧に応答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。

【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る。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

10

20

30

40

50

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。

【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。

10

【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。

20

【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の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。

30

40

【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

50

。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の入力端子を備えて電池電圧を感知する。電圧制御モードにおいて、電圧コントローラ630の出力端子は、スイッチングレギュレータ610への制御信号を発生する。

【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
応答して、電流コントローラに制御信号を発生するための手段を提供する。アナログコン
トローラ645は、電池電圧を感知するための電池端子、またはスイッチングレギュレ
ータへの入力電流を感知するための入力電流感知回路のいずれかに結合することができ
る。この例では、入力電流感知回路は、スイッチングレギュレータ610の入力端子に結合さ
れた電流感知抵抗602である。この例では、アナログコントローラ645は、電池に結
合された入力端子を有してもよいし、または、感知抵抗601の両端に結合された2つの
入力端子を備えてもよい。感知入力電流または電池電圧のいずれかに応答して、アナ
ログコントローラは、電流コントローラ620の制御入力端子646の1つ又は複数の制御信
号を変更して、電池電流を変更する。アナログコントローラ645は、多様な異なる入
力端子または出力回路技術を使用して入力電流または電池電圧を感知し、電流コント
ローラ620の具体的実装に応じて適切な1つ又は複数の信号を発生することができる。
アナログコントローラ645は、たとえば、増幅器、電流源、リミッタおよび/または比較回路
などを備え、感知した電圧または電流を処理して電流コントローラ620への制御入力端
子646に1つ又は複数の制御信号を発生して、電池電流を調整することができる。多様
な感知回路およびアナログ回路を使用することができることを理解されたい。それゆえ、
電流制御モードにおいて発生された電池電流は、感知された電池電圧入力または感知さ
れた入力電流のいずれかに応答して、アナログコントローラ645により調整することが
できる。したがって、電流コントローラ620は、上述のように、スイッチングレギュレ
ータへの電流よりも大きい電池への電流を発生することができる。電流コントローラ620
は、電池への入力電流およびアナログコントローラ645からの制御信号を感知するこ
とができ、電池電流は、電池の電圧が増加するにつれて低減することができる。

【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
コントローラ701、電流コントローラ702、および入力端子708と出力端子709
との間に結合された電圧および電流を制御するためのトランジスタ707（たとえば、P
MOSトランジスタ）に結合されたスイッチングレギュレータ703を備える。電流コン
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71
0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

10

20

30

40

50

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。

10

【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

20

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。

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

30

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回答して、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回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回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。

40

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

50

それゆえ、DIFFがフィードバックにより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。しなしながら、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

10

20

30

40

50

電流が増加するにつれて、 V_{sense} が増加する。 V_{sense} 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、 $V_{sense}/R2$ ）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、 V_{ctrl} 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、 V_{sense} 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
- 520A 制御入力端子
- 527 コンパレータ
- 530A 制御入力端子

10

20

30

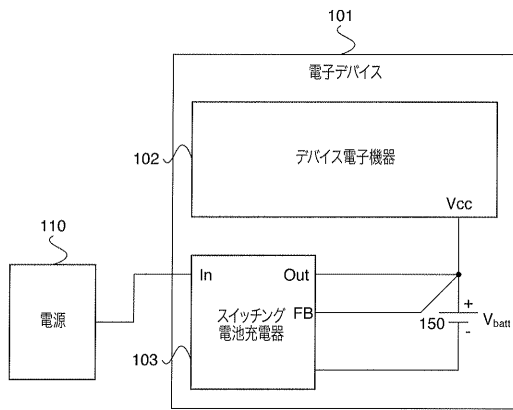
40

50

- 5 4 1 デジタルバス
- 5 5 0 電池
- 6 0 1、6 0 2 電流感知抵抗
- 6 0 3 インダクタ
- 6 0 4 キャパシタ
- 6 4 6 制御入力端子
- 6 5 0 電池
- 7 0 7 トランジスタ
- 7 0 8 入力端子
- 7 0 9 出力端子
- 7 1 0、7 1 1 入力端子
- 7 1 2 電流感知入力端子
- 7 1 3 ノード
- 7 1 4 基準電圧
- 7 5 1 制御入力端子

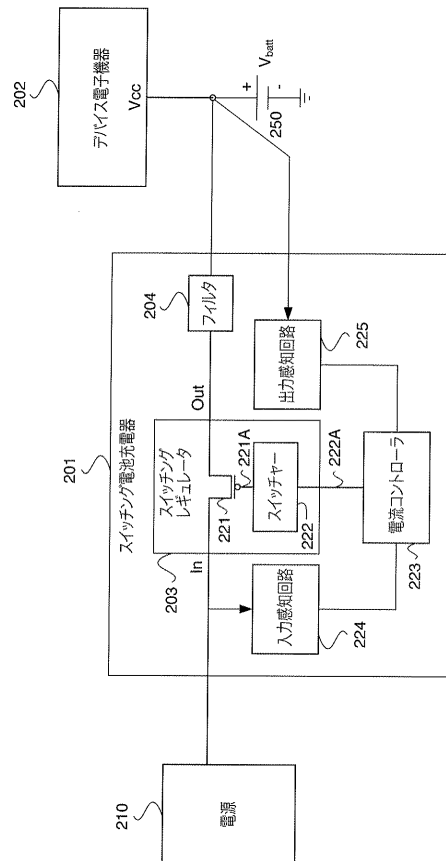
【図1】

100

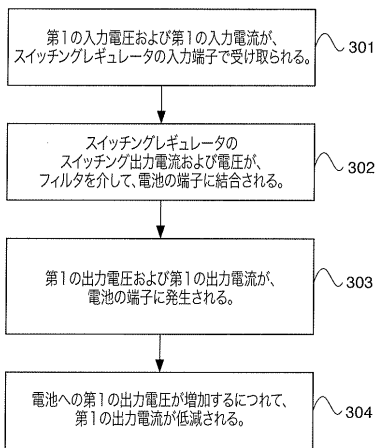


【図2】

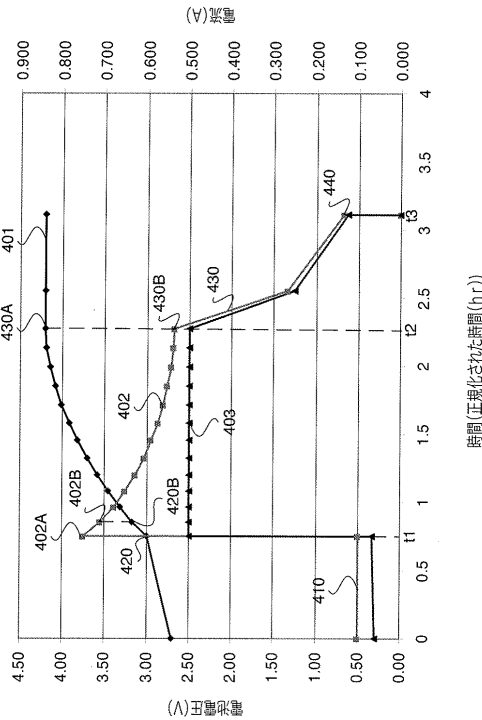
200



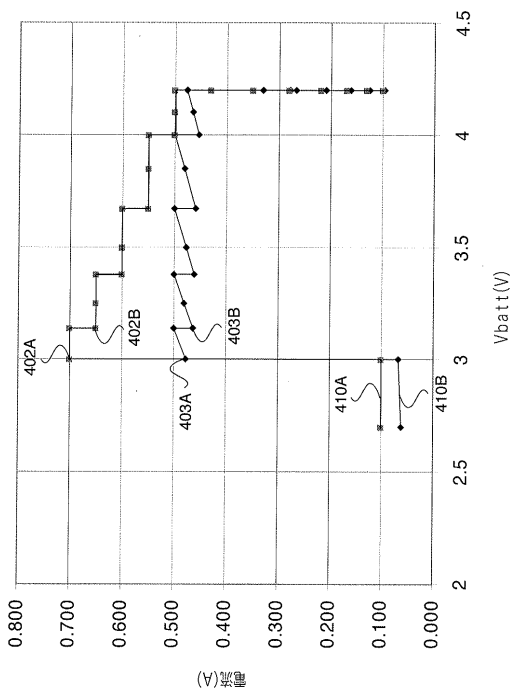
【図3】



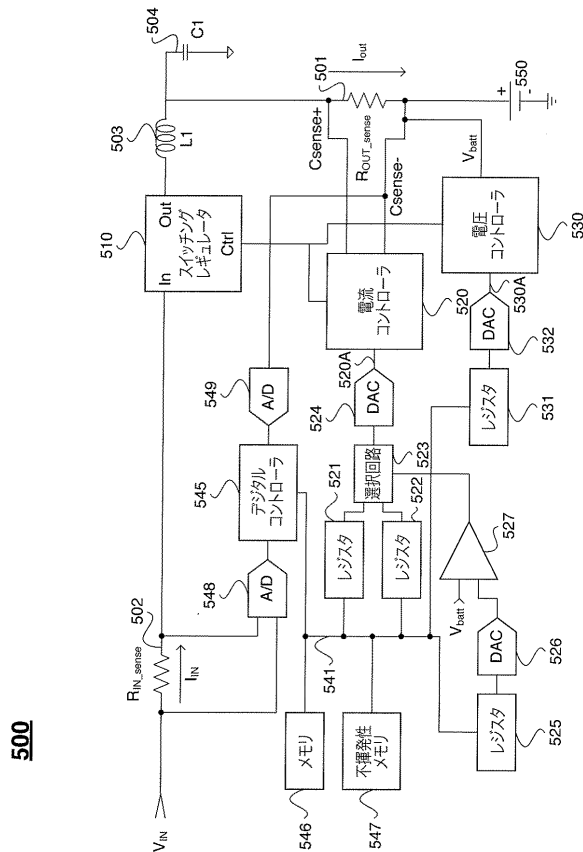
【図4A】



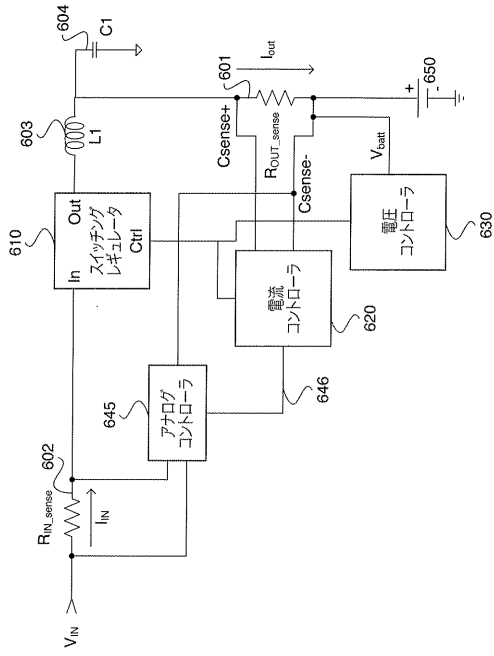
【図4B】



【図5】

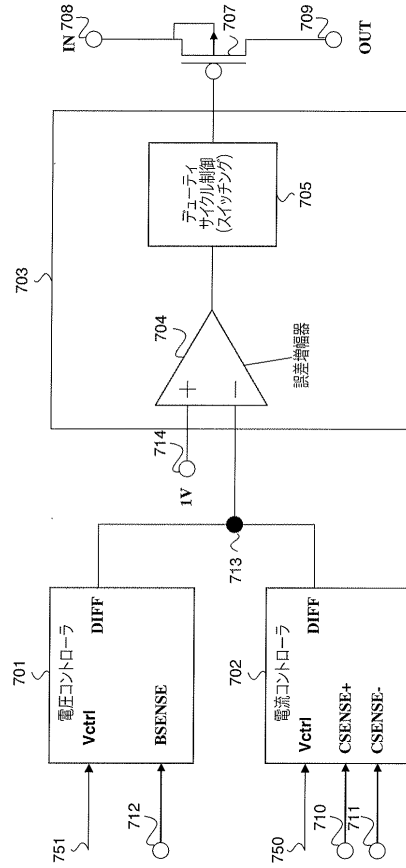


【図6】



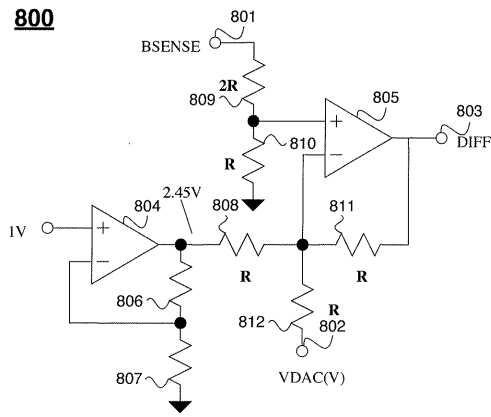
600

【図7】



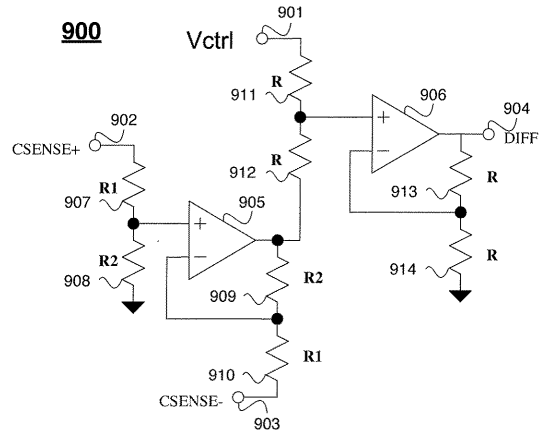
700

【図8】



800

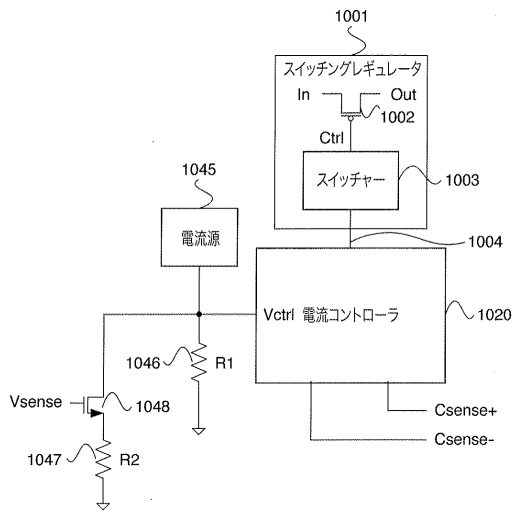
【図9】



900

【図10】

1000



フロントページの続き

- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100172580
弁理士 赤穂 隆雄
- (74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (72)発明者 エム・アビド フセイン
アメリカ合衆国 9 4 0 2 4 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 1
5 6 5
- (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

審査官 石川 晃

- (56)参考文献 特開平05 - 300667 (JP, A)
特開2005 - 086871 (JP, A)
特開2000 - 092734 (JP, A)
特開平10 - 225006 (JP, A)
特開2002 - 216987 (JP, A)
特開2005 - 012889 (JP, A)
国際公開第2005/050813 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/10
H01M 10/44