

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-514050

(P2013-514050A)

(43) 公表日 平成25年4月22日 (2013.4.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 7/04 (2006.01)	H02J 7/04 A	5G503
H01M 10/44 (2006.01)	H01M 10/44 Q	5H030
H01M 10/48 (2006.01)	H01M 10/48 P	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-543118 (P2012-543118)	(71) 出願人	390020248
(86) (22) 出願日	平成22年11月9日 (2010.11.9)		日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
(85) 翻訳文提出日	平成24年7月24日 (2012.7.24)		東京都新宿区西新宿六丁目24番1号
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/056014	(71) 出願人	507107291
(87) 国際公開番号	W02011/071639		テキサス インスツルメンツ インコーポ
(87) 国際公開日	平成23年6月16日 (2011.6.16)		レイテッド
(31) 優先権主張番号	12/653, 212		アメリカ合衆国 テキサス州 75265
(32) 優先日	平成21年12月10日 (2009.12.10)		-5474 ダラス メール ステーショ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ン 3999 ピーオーボックス 655
			474
		(74) 上記1名の代理人	100098497
			弁理士 片寄 恭三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パルス幅変調によるバッテリー充電

(57) 【要約】

充電器 (206) によってバッテリー (202) を充電するためのバッテリー管理システム (204) が、トランジスタ (208、210) と、充電ポンプ (220、222) またはプッシュプル出力ドライバ (290、292) のいずれかとを含む。トランジスタ (208、210) は、バッテリー (202) と充電器 (206) からの電圧との間の電氣的接続を増減させ、充電ポンプ (220、222) またはプッシュプル出力ドライバ (290、292) が生成するパルス幅変調駆動信号に応答してオンおよびオフすることによって充電器からバッテリーに充電電流を送出する。充電ポンプまたはプッシュプル出力ドライバは、充電器からの電圧が予備充電閾値電圧より大きいとき駆動信号を増加させ、充電器からの電圧が予備充電閾値電圧より小さいとき駆動信号を減少させる。

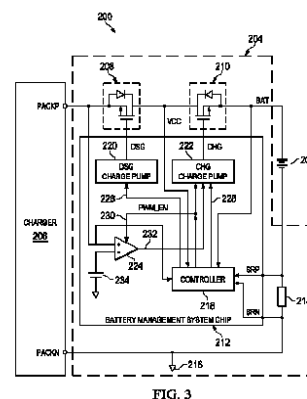


FIG. 3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

充電器によってバッテリーを充電するためのバッテリー管理システムであって、

コントローラと、コンパレータと、充電ポンプおよびプッシュプル出力ドライバの一方とを有する管理チップであって、前記管理チップが前記充電器からの電圧におよび前記バッテリーに接続するためのものであり、急速充電閾値電圧より小さい前記バッテリーの電圧に
10 応答して前記コントローラがイネーブル信号をオンにし、オンである前記イネーブル信号におよび予備充電閾値電圧より大きい前記充電器からの前記電圧に
前記コンパレータが制御信号をオンにし、オンである前記イネーブル信号におよび前記予備充電閾値電圧より小さい前記充電器からの前記電圧に
20 応答して前記コンパレータが前記制御信号をオフにし、オンである前記イネーブルおよび制御信号に
前記充電ポンプおよび前記プッシュプル出力ドライバの前記一方が駆動信号を増加させ、オンである前記イネーブル
信号におよびオフである前記制御信号に
30 応答して前記充電ポンプおよび前記プッシュプル出力ドライバの前記一方が前記駆動信号を減少させる、前記管理チップ、及び、

前記管理チップの外部に接続されてゲートで前記駆動信号を受け取るトランジスタであって、前記トランジスタも前記充電器からの前記電圧におよび前記バッテリーに接続するためのものであり、前記充電ポンプおよび前記プッシュプル出力ドライバの前記一方が前記
40 駆動信号を増加させると、前記トランジスタが前記バッテリーと前記充電器からの前記電圧との間の電氣的接続を増加させ、それによって、前記バッテリーの電圧が前記急速充電閾値
電圧より小さい限り、前記充電器からの前記電圧が前記バッテリーの前記電圧に向かってブルダウンされ、予備充電電流で前記バッテリーが充電され、前記充電ポンプおよび前記プッ
50 シュプル出力ドライバの前記一方が前記駆動信号を減少させると、前記トランジスタが前記バッテリーと前記充電器からの前記電圧との間の前記電氣的接続を減少させ、それによ
って、前記充電器が前記充電器からの前記電圧を充電器出力電圧に向かってブルアップする、前記トランジスタ、

を含む、バッテリー管理システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のバッテリー管理システムであって、

前記システムが、前記バッテリーの前記電圧を前記予備充電閾値電圧より小さく保ったま
60 ま、前記充電器からの前記電圧を最小電圧より下にブルダウンすることなくまたは前記急速充電閾値電圧より上にブルアップすることなく、前記トランジスタをオンおよびオフす
ること、および前記充電器からの前記電圧を交互に前記予備充電閾値電圧より下におよび
70 上にブルアップすることを反復し、

前記システムが、前記バッテリーの前記電圧が前記予備充電閾値電圧と前記急速充電閾値電圧の間にある間、100%のデューティサイクルで前記トランジスタをオンし、前記予
80 備充電電流で前記バッテリーを充電し、さらに、

前記システムが、前記バッテリーの前記電圧が前記急速充電閾値電圧より大きい間、100%のデューティサイクルで前記トランジスタをオンし、前記充電器からの急速充電電流
90 で前記バッテリーを充電する、

バッテリー管理システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のバッテリー管理システムであって、

前記バッテリーの前記電圧が前記予備充電閾値電圧より小さい間、前記充電ポンプおよび
100 前記プッシュプル出力ドライバの前記一方が約 10 ~ 100 マイクロ秒の応答時間を有する、

バッテリー管理システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のバッテリー管理システムであって、

前記バッテリーの前記電圧が前記予備充電閾値電圧より小さい間、前記充電ポンプおよび
110 前記プッシュプル出力ドライバの前記一方が約 20 マイクロ秒の応答時間を有する、

10

20

30

40

50

バッテリー管理システム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のバッテリー管理システムであって、

前記充電ポンプおよび前記プッシュプル出力ドライバの前記一方からの前記駆動信号が、前記充電器からの前記電圧が前記予備充電閾値電圧より上および下に循環的に変化する時間期間の間、約 400 mV 未満だけ変動する、

バッテリー管理システム。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のバッテリー管理システムであって、

前記バッテリーの前記電圧が前記予備充電閾値電圧より小さい間、前記充電器からの前記電圧が約 ± 100 mV 以下だけ変動する、

バッテリー管理システム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のバッテリー管理システムであって、

前記バッテリーの前記電圧が前記予備充電閾値電圧より小さい間、前記充電器からの前記電圧が前記予備充電閾値電圧から約 ± 100 mV 以下だけ変動する、

バッテリー管理システム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のバッテリー管理システムであって、前記予備充電閾値電圧が約 2.1 V である、バッテリー管理システム。

【請求項 9】

充電器によってバッテリーを充電するためのバッテリー管理システムであって、

パルス幅変調駆動信号に応答してオンおよびオフすることによって前記充電器からの充電電流を前記バッテリーに送出するトランジスタ、及び、

前記駆動信号を生成する充電ポンプおよびプッシュプル出力ドライバの一方であって、前記充電器からの電圧が予備充電閾値電圧より大きいとき前記駆動信号を増加させ、前記充電器からの前記電圧が前記予備充電閾値電圧より小さいとき前記駆動信号を減少させる、前記充電ポンプおよび前記プッシュプル出力ドライバの前記一方、

を含む、バッテリー管理システム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のバッテリー管理システムであって、

予備充電手順の間、前記充電器からの前記電圧および前記予備充電閾値電圧に基づいて制御信号を生成するコンパレータをさらに含み、

前記充電ポンプおよび前記プッシュプル出力ドライバの前記一方が、前記制御信号に基づいて前記駆動信号を増加および減少させる、

バッテリー管理システム。

【請求項 11】

請求項 9 に記載のバッテリー管理システムであって、

規制されたモードにおいて、前記充電ポンプおよび前記プッシュプル出力ドライバの前記一方が約 20 マイクロ秒の応答時間を有する、

バッテリー管理システム。

【請求項 12】

請求項 9 に記載のバッテリー管理システムであって、

前記充電ポンプおよび前記プッシュプル出力ドライバの前記一方によって生成される前記駆動信号が、前記充電器からの前記電圧が前記予備充電閾値電圧より上および下に循環的に変化する時間期間の間、約 250 ~ 400 mV 変動する、

バッテリー管理システム。

【請求項 13】

請求項 9 に記載のバッテリー管理システムであって、

前記充電器からの前記電圧が、前記バッテリーの電圧が前記予備充電閾値電圧より小さい

10

20

30

40

50

期間の間、前記予備充電閾値電圧より上および下に約 100 mV 以下だけ変動する、
バッテリー管理システム。

【請求項 14】

請求項 9 に記載のバッテリー管理システムであって、前記充電器からの前記電圧が、前記バッテリーの電圧が前記予備充電閾値電圧より小さい時間期間の間、約 2.2 V と約 2.0 V の間で変動する、

バッテリー管理システム。

【請求項 15】

バッテリーを充電するための方法であって、

充電器からの電圧が閾値電圧より大きい小さいかに依存するコンパレータ出力信号を生成すること、

充電ポンプおよびプッシュプル出力ドライバの一方が、パルス幅変調 (PWM) 出力電圧を生成することであって、前記充電ポンプおよび前記プッシュプル出力ドライバの前記一方が、前記コンパレータ出力信号にตอบสนองして前記 PWM 出力電圧を増加および減少させること、

前記 PWM 出力電圧でトランジスタを駆動して、前記バッテリーと前記充電器からの前記電圧との間の電氣的接続を増加および減少させること、

前記バッテリーと前記充電器からの前記電圧との間の前記電氣的接続が増加するように前記トランジスタを駆動することによって、前記充電器からの前記電圧を前記閾値電圧より下に減少させること、および、

前記バッテリーと前記充電器からの前記電圧との間の前記電氣的接続が減少するように前記トランジスタを駆動することによって、前記充電器からの前記電圧を前記閾値電圧より上に増加させること、

を含む、方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の方法であって、

前記充電器からの前記電圧を増加および減少させることによって、予備充電モードにおいて予備充電電流が前記バッテリーを充電する範囲内に前記充電器からの前記電圧を維持する、方法。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の方法であって、

前記バッテリーの電圧が前記閾値電圧より小さい時間期間の間、前記充電器からの前記電圧を維持する前記範囲が、前記閾値電圧の約 ± 100 mV である、方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の方法であって、前記閾値電圧が約 2.1 V である、方法。

【請求項 19】

請求項 15 に記載の方法であって、前記 PWM 出力電圧の増加および減少が約 20 マイクロ秒の応答時間で成される、方法。

【請求項 20】

請求項 15 に記載の方法であって、前記 PWM 出力電圧が、前記充電器からの前記電圧が前記閾値電圧より上および下に循環的に変化する時間期間の間、約 250 ~ 400 mV だけ変動する、方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

充電可能なバッテリー 102 と共に動作する電子デバイス 100 の中には、図 1 の簡略化した先行技術の概略図に示すように、バッテリー 102 の充電を制御し、ときにはその放電も制御するバッテリー管理システム 104 を、充電器 106 とバッテリー 102 の間に有するものがある。バッテリー管理システム 104 は、通常、様々な内部集積回路構成要素を備えるバッテリー管理システムチップ 108 を、バッテリー管理システムチップ 108 の外部にあ

10

20

30

40

50

る放電 F E T 1 1 0、充電 F E T 1 1 2、およびセンス抵抗器 1 1 4 とともに含む。

【 0 0 0 2 】

不適切な充電技術に起因して過熱または損傷し得るバッテリーにとって、バッテリー管理システム 1 0 4 によってイネーブルにされる制御が不可欠ことがある。例えば、リチウムイオンバッテリーが完全にまたはほぼ完全に放電した場合、再充電時にバッテリーに印加する充電電流は、バッテリーの充電がまだ高いレベルのときに印加し得る充電電流よりもかなり小さくなければならない。もし、放電しきったリチウムイオンバッテリーに比較的大きい充電電流を印加すると、バッテリーが過熱し損傷するか、またはバッテリー近傍の他の構成要素を損傷させるか、あるいはその両方が起こりえる。

【 0 0 0 3 】

そのため、このようなバッテリーは、典型的には、少なくとも 2 段階または 2 モードで、すなわち、予備充電モードおよび急速充電モードで充電される。予備充電モードでは、通常、比較的小さな予備充電電流がバッテリー 1 0 2 に印加される。急速充電モードでは、通常、より大きな急速充電電流、ときには予備充電電流の 1 0 倍ほど大きな電流、がバッテリー 1 0 2 に印加される。予備充電モードと急速充電モードの間のカットオフ点を通例「急速充電閾値電圧」と呼ぶ。急速充電閾値電圧は、バッテリー 1 0 2 の (B A T ノードでの) 電圧、または充電器 1 0 6 が F E T 1 1 0 および 1 1 2 によりバッテリー 1 0 2 に電氣的に接続されるときバッテリー 1 0 2 によってプルダウンされる、充電器 1 0 6 からの (P A C K P ノードでの) 電圧のいずれかの電圧レベルによって決まる。

【 0 0 0 4 】

充電器 1 0 6 は、典型的には、その (P A C K P ノードでの) 出力電圧が、予備充電モードを使用しなければならないことを示す程度に低くバッテリー 1 0 2 によって (バッテリーの充電レベルが低いために) プルダウンされる時点を検知するように設計される。そのため、P A C K P での電圧が急速充電閾値電圧より小さいことが検出されると、充電器 1 0 6 は、小さな予備充電電流が生成されるように充電器 1 0 6 自体を制限する。また、P A C K P での電圧が急速充電閾値電圧より大きいことが検出されると、充電器 1 0 6 は、より大きな急速充電電流を生成する。(或る種の単純な D C / D C コンバータなどの他の充電器は、その出力電流を予備充電モードに適するように調整せず、単に単一電流を出力するので、そのような状況で用いられるバッテリー管理システム 1 0 4 は、必要な場合に予備充電電流まで電流を制限しなければならない。) これに加えて、バッテリー管理システムチップ 1 0 8 は、典型的には、P A C K P での電圧または B A T での電圧が予備充電モードまたは急速充電モードのいずれを使用しなければならないかを示す時点を検知するように設計される。

【 0 0 0 5 】

予備充電モードおよび急速充電モードならびにこれら 2 つのモード間の切替えを制御するのに様々な異なる技術が用いられてきた。このような技術の中には、予備充電トランジスタ (図示せず) および外部抵抗器 (図示せず) を用いて充電 F E T 1 1 2 をバイパスし、バッテリー 1 0 2 に予備充電電流を印加するものがある。こういった技術の欠点には、予備充電トランジスタ、抵抗器、およびこの予備充電トランジスタを制御するために必要な他の構成要素の、コストおよびスペースを要することがある。

【 0 0 0 6 】

他の技術の中には、放電 F E T 1 1 0 および充電 F E T 1 1 2 を用い、バッテリー管理システムチップ 1 0 8 の外部には構成要素を追加せずに、予備充電モードを制御するものもある。例えば、予備充電モードの間バッテリー管理システムチップ 1 0 8 の V C C ノードおよび C H G ノードを (それぞれ充電 F E T 1 1 2 のソースおよびゲートに) つなぐことにより、充電 F E T 1 1 2 をオンにし、放電 F E T 1 1 0 の寄生ダイオードに順方向バイアスをかけることができるので、バッテリー 1 0 2 の (B A T ノードでの) 電圧が極めて小さいときに充電器 1 0 6 からの予備充電電流がバッテリー 1 0 2 を充電することができる。この例の欠点は、バッテリー 1 0 2 の電圧が小さすぎる場合、例えばほぼゼロの場合、V C C がバッテリー管理システムチップ 1 0 8 の最小動作電圧よりも小さくプルダウンされる可能

10

20

30

40

50

性が極めて高く、そのため、バッテリー 102 の状態を更新することができず、バッテリー保護機能が動作しないことである。

【0007】

図1のバッテリー管理システムチップ108には、放電FET110および充電FET112を用い、バッテリー管理システムチップ108の外部には構成要素を追加せずに予備充電モードを制御する先行技術の付加的な細部が示されている。この技術は通例、パルス幅変調(PWM)予備充電と呼ばれる。というのは、PWM予備充電では、予備充電モードの間、放電FET110をオンのままにしながら、充電ポンプ116および2つのスイッチ118および120によって生成される電圧を用いて充電FET112をオンおよびオフするからである。それぞれ下側閾値電圧 V_{-1} および上側閾値電圧 V_{-2} と比較される充電器106からの(PACKPノードでの)電圧に基づいて、2つのコンパレータ122および124の出力がそれぞれスイッチ118および120を動作させる。

10

【0008】

上側閾値電圧 V_{-2} は、図2に示すように、下側閾値電圧 V_{-1} より大きくなるように選択される。これに加えて、閾値電圧 V_{-1} および V_{-2} はいずれも、急速充電閾値電圧 V_{fc} より小さく、かつ、バッテリー管理システムチップ108の最小動作電圧 V_{min} より大きくなるように選択される。

【0009】

PACKPでの電圧(V_{packp})が上側閾値電圧 V_{-2} より大きいとき、コンパレータ122および124およびスイッチ118および120の機能により、充電ポンプ116の出力がCHG(図1)に接続されてCHGでの電圧(V_{chg} 、図2)が増加し、充電FET112がオンになる。一方、PACKPでの電圧(V_{packp})が下側閾値電圧 V_{-1} より小さいとき、コンパレータ122および124およびスイッチ118および120の機能により、接地126がCHGに接続されてCHGでの電圧(V_{chg})が減少し、充電FET112がオフになる。充電FET112がオンおよびオフされることにより、それぞれ、充電器からのPACKPでの電圧が電池バッテリー102にBATで電氣的に接続され、またバッテリー102からBATで電氣的に切断され、そのため、それぞれバッテリー102および充電器106によりPACKPでの電圧(V_{packp})がブルダウンおよびブルアップされる。このサイクルは、図2の簡略化した電圧および電流のグラフで示すように、PACKPでの電圧が下側閾値電圧 V_{-1} より下にブルダウンされる程度にバッテリー102の電圧(V_{batt})が十分に小さい限り繰り返される。

20

30

【0010】

より大きな急速充電電流は小さな予備充電電流より早くリチウムイオンバッテリーを充電し得るので、できる限り速やかに(時間T5で)バッテリー充電プロセスが急速充電モードに入るようにすることが望ましい。この理由で、バッテリーおよびバッテリー管理システムのメーカーは、急速充電閾値電圧をできる限り小さくするように努めてきた。この傾向のため、 V_{-1} および V_{-2} が事実上「押しつぶされ」て $V_{fc} \sim V_{min}$ の範囲がますます狭くなっている。しかし、コンパレータ122および124、スイッチ118および120(ならびにスイッチ118および120をオンおよびオフするのに用いる高電圧レベルシフタ(図示せず))、ならびに充電FET112に応答遅れ時間があり、充電ポンプ116の駆動能力は有限である。このような応答遅れ時間や、 $V_{-1} \sim V_{-2}$ の範囲がますます狭くなることで、これらの構成要素をできる限り速やかに駆動してPACKPでの電圧(V_{packp})が V_{-1} および V_{-2} をオーバーシュートする量が大きくなり過ぎないようにするためのこれらの構成要素の電力消費要件および製造許容差要件がますます厳しくなる。

40

【0011】

図2の簡略化した電圧および電流のグラフは、構成要素112および118~124が充分速やかに駆動されない場合のPWM予備充電の深刻な弱点を示している。(図2のグラフは、PWM予備充電を用いるバッテリー充電手順の現実の時間スケールを表しておらず

50

、この手順の特定の側面をより明確に示すために簡略化していることに留意されたい。例えば、時間 T_2 と T_3 の間の V_{packp} 、 V_{chg} 、および充電電流のサイクル間ピッチは誇張されており、時間 T_3 後の V_{chg} のグラフは平坦にして理想化している。）

【0012】

構成要素 112 および 118 ~ 124 が充分速やかに駆動されない場合、充電 FET 112 の各オン/オフサイクルにおいて、図示するように、PACKPでの電圧 (V_{packp}) は V_2 をオーバーシュートするだけでなく、急速充電閾値電圧 V_{fc} もオーバーシュートすることがある。そのため、 V_{packp} は、充電器 106 の最大出力電圧 (V_{max}) によってのみ制限されることになる。この反復 (cycling) は、予備充電モードの開始 (時間 T_2) からバッテリー 102 の電圧 (V_{batt}) が下側閾値電圧 V_1 のレベルまで上昇する時間 (時間 T_3) の間、継続し得る。時間 T_3 では、バッテリー 102 の電圧がもはや PACKPでの電圧 (V_{packp}) を V_1 より下にプルダウンさせないので、コンパレータ 122 および 124 の出力の上下への反復が止まる。しかし、 V_{packp} が V_{fc} をオーバーシュートするたびにバッテリー充電手順が急速充電モードに入るという不適切な動作が生じ、そのため、充電電流が急速充電レベル (I_{fc}) まで上昇し、 V_{packp} が再び V_{fc} より小さくなると、予備充電レベル (I_{pc}) に戻る。急速充電電流を繰り返し印加すると、バッテリー 102 に深刻な過熱が生じることがあり、問題である。

【0013】

ただ、この充電電流の反復では、充電器 106 が急速充電モードに入った後で再び予備充電モードに入ることができると仮定している。しかし、多くの市販の充電器にはそのような能力はなく、急速充電モードに一度入ると、 V_{packp} が V_{fc} より小さくなっても急速充電モードに留まったままであり、そのため、予備充電モードが完全に無効になってしまう。

【0014】

さらに、構成要素 112 および 118 ~ 124 が充分速やかに駆動されない場合、PACKPでの電圧 (V_{packp}) が充電 FET 112 のオン/オフサイクルごとに、(下向きに振れるときに) V_1 をオーバーシュートするだけでなく、バッテリー管理システムチップ 108 の最小動作電圧 V_{min} もオーバーシュートする危険性があり得る。もしこの状況が生じたら、バッテリー管理システムチップ 108 は、バッテリー管理システム 104 の機能を制御することができないであろう。

【0015】

従って、構成要素 112 および 118 ~ 124 を充分速やかに駆動して、PACKPでの電圧 (V_{packp}) が下側閾値電圧 V_1 および上側閾値電圧 V_2 をオーバーシュートしないようにし、それによって、バッテリー管理システムチップ 108 の最小動作電圧 V_{min} または急速充電閾値電圧 V_{fc} をオーバーシュートする危険性をなくすることが不可欠である。しかし、設計の制約により V_{fc} がますます V_{min} に近くなると、適切な応答時間または遅れ期間を有するように構成要素を製造するコストが増加する。これに加えて、これらの構成要素の電力消費も増加し続け、そのため、バッテリー充電システムがより高価でより非効率になる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】充電器によってバッテリーを充電する先行技術のバッテリー管理システムを有する先行技術の電子デバイスの簡略化した概略図である。

【0017】

【図 2】図 1 に示す簡略化した先行技術概略図の選択されたノードにおける電圧および電流の簡略化したグラフである。

【0018】

【図 3】本発明の実施形態に従った、充電器によってバッテリーを充電するためのバッテリー

10

20

30

40

50

管理システムを有する電子デバイスの簡略化した概略図である。

【 0 0 1 9 】

【 図 4 】 本発明の実施形態に従った、図 3 に示す簡略化した概略図の選択されたノードにおける電圧および電流の簡略化したグラフである。

【 0 0 2 0 】

【 図 5 】 本発明の別の実施形態に従った、充電器によってバッテリーを充電するための代替のバッテリー管理システムを有する代替の電子デバイスの簡略化した概略図である。

【 0 0 2 1 】

【 図 6 】 本発明のさらに別の実施形態に従った、充電器によってバッテリーを充電するための別の代替のバッテリー管理システムを有する別の代替の電子デバイスの簡略化した概略図である。

10

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

図 3 の簡略化した概略図に、充電可能なバッテリー 2 0 2 (リチウムイオンバッテリーなど) と共に、充電器 2 0 6 とバッテリー 2 0 2 の間の (本発明の実施形態が組み込まれた) バッテリー管理システム 2 0 4 の制御下で動作する、例示の電子デバイス 2 0 0 (例えば、携帯電話、PDA、MP3 プレーヤ、ノートブックコンピュータなど) を示す。バッテリー管理システム 2 0 4 は、概して、放電 FET 2 0 8、充電 FET 2 1 0、バッテリー管理システムチップ 2 1 2、およびセンス抵抗器 2 1 4 を含む。充電器 2 0 6 からの (PACKP での) 電圧は、バッテリー管理システムチップ 2 1 2 の制御下で放電 FET 2 0 8 および充電 FET 2 1 0 を介してバッテリー 2 0 2 に (BAT で) 印加される。ただし、前述の先行技術の場合とは異なり、充電 FET 2 1 0 は、予備充電モードの間は比較的ゆっくりとオンおよびオフするようにバッテリー管理システムチップ 2 1 2 によって制御される。そのため、充電器 2 0 6 からの (PACKP での) 電圧とバッテリー 2 0 2 (BAT) との間の電氣的接続が比較的ゆっくりとそれぞれ増加および減少し、その結果、それぞれバッテリー 2 0 2 および充電器 2 0 6 に因る (PACKP での) 電圧が比較的ゆっくりとそれぞれプルダウンおよびプルアップされる。充電器 2 0 6 からの (PACKP での) 電圧がこのように比較的ゆっくりと増減することにより、バッテリー管理システムチップ 2 1 2 が (PACKP での) 電圧変化に応答しかつ充電 FET 2 1 0 に適切な変更を施す時間的余裕が生じて、(PACKP での) 電圧の脈動が直流電圧に「近く」なる程度に小さく維持される。このようにして、充電 FET 2 1 0 を駆動するのに過大な電力を消費することなく、あるいは、本明細書で説明する構成要素のいずれの製造においても過剰な許容差を必要とすることなく、(PACKP での) 電圧が、バッテリー 2 0 2 の急速充電閾値電圧とバッテリー管理システムチップ 2 1 2 の最小動作電圧の間の極めて狭い範囲内で比較的一定に保持される。

20

30

【 0 0 2 3 】

図 3 に示す概略図は、電子デバイス 2 0 0 を簡略化して示している。そのため、本明細書で示し説明する構成要素に加えて、電子デバイス 2 0 0 には多くの構成要素が追加されることがある。さらに、これら図示しない追加の構成要素の中には、本発明を損ねることなく、図示する構成要素の一部の間に配置し得るものがある。従って、以下の説明は、単に表示のためであり例示を目的としており、このように構成要素を追加すると、本明細書で示し説明する構成要素の一部の実際の機能および特性を微妙に変えることがあることに留意されたい。

40

【 0 0 2 4 】

図示する実施形態に従って、充電器 2 0 6 のソースラインは、概して、PACKP で放電 FET 2 0 8 のドレインにおよびバッテリー管理システムチップ 2 1 2 に接続される。放電 FET 2 0 8 のゲートは、バッテリー管理システムチップ 2 1 2 の「DSG」ノードに接続される。放電 FET 2 0 8 のソースは、バッテリー管理システムチップ 2 1 2 のVCC および充電 FET 2 1 0 のソースに接続される。充電 FET 2 1 0 のゲートは、バッテリー管理システムチップ 2 1 2 の「CHG」ノードに接続される。充電 FET 2 1 0 のドレイン

50

は、バッテリー 202 の正端子に B A T で接続され、B A T はバッテリー管理システムチップ 212 にも接続される。バッテリー 202 の負端子は、センス抵抗器 214 の正端部に接続され、この正端部はバッテリー管理システムチップ 212 の「S R P」（センス抵抗器の正の）ノードにも接続される。センス抵抗器 214 の負端部は、バッテリー管理システムチップ 212 の「S R N」（センス抵抗器の負の）ノードに、接地 216 に、および P A C K N で充電器 206 のリターンラインに接続される。

【0025】

バッテリー管理システムチップ 212 が D S G ノードおよび C H G ノードでゲート駆動電圧信号を生成すると、放電 F E T 208 および充電 F E T 210 がそれぞれオンになる。充電器 206 が取り付けられバッテリー 202 がフル充電された電子デバイス 200 の通常動作では、放電 F E T 208 および充電 F E T 210 はいずれもオンになって、充電器 206 の P A C K P からバッテリー 202 の B A T までの電氣的接続が維持される。

【0026】

充電器 206 が F E T 208 および 210 を介してバッテリー 202 に接続されると、バッテリー 202 は概して、充電器 206 からの電圧をバッテリー 202 の電圧レベルまでブルダウンする。バッテリー 202 がフル充電されている場合、この電圧ブルダウンはごくわずかである。しかし、バッテリー 202 がまったく充電されていないか、または充電が極めて低い場合には、バッテリー 202 の B A T での電圧または充電器 206 からのブルダウンされた P A C K P（または V C C）での電圧のいずれかによって、電圧が小さいことがバッテリー管理システムチップ 212 により検出される。これに应答して、バッテリー管理システムチップ 212 が、バッテリー管理システム 204 を予備充電モードにしてバッテリー 202 を充電する。これに加えて、充電器 206 からの P A C K P での電圧がバッテリー 202 の電圧レベルまでブルダウンされるので、（本明細書では「スマート」充電器と称する）ほとんどの充電器 206 は、この電圧レベルを感知し、それに従って予備充電モードまたは急速充電モードに入るように出力電流を調整することができる。

【0027】

バッテリー 202 がフル充電されておらず、B A T または P A C K P での電圧が（急速充電閾値電圧と称する）或る電圧レベルより大きい場合、バッテリー管理システムチップ 212 は、バッテリー管理システム 204 を急速充電モードにしてバッテリー 202 を急速に充電する。これに加えて、充電器 206 がスマート充電器である場合、充電器 206 は、P A C K P での電圧を感知し、比較的大きな急速充電電流を出力する。一方、B A T または P A C K P での電圧が急速充電閾値電圧より小さくなる程度にバッテリー 202 が十分に放電されている場合、バッテリー管理システムチップ 212 は、以下で説明するように、バッテリー管理システム 204 を予備充電モードにして、急速充電モードに切り替えることが可能な状態になるまでバッテリー 202 を充電する（そして、バッテリー管理システムチップ 212 の最小動作電圧よりも大きい V C C に電圧を維持する）。また、充電器 206 がスマート充電器である場合、充電器 206 は、P A C K P での電圧が小さいことを感知し、予備充電モードの間、比較的小さい予備充電電流を出力する。さらに、充電器 206 がスマート充電器である場合には、充電器 206 およびバッテリー管理システム 204 がほぼ同じ急速充電閾値電圧を用いて予備充電モードおよび急速充電モードにおいてともに最良の状態で作動することが好ましい。

【0028】

急速充電モードでは、バッテリー管理システムチップ 212 が、D S G ノードおよび C H G ノード両方でのゲート駆動電圧信号を最大出力に維持することが好ましい。これにより、バッテリー 202 ができ限り急速に充電するように充電器 206 からの利用可能な最大電圧をバッテリー 202 に印加することができる。一方、予備充電モードでは、バッテリー管理システムチップ 212 は、好ましくは、D S G ノードでのゲート駆動電圧信号を最大出力に維持するが、C H G ノードでのゲート駆動電圧信号は、充電器 206 からの P A C K P での電圧レベルに応じて増減させる。言い換えれば、放電 F E T 208 が全面的にオンに維持され、そのため、充電器 206 からの電流が最大容量で通過し得る。しかし、充電 F

10

20

30

40

50

ＥＴ２１０のゲート駆動電圧は、以下で説明するように、増減される。

【００２９】

予備充電モードでは、充電器２０６からの電圧が初めにＰＡＣＫＰで印加されると、ＰＡＣＫＰでの電圧が（本明細書では予備充電閾値電圧と称する）別の或るレベルよりも大きいことがバッテリー管理システムチップ２１２により検出され、バッテリー管理システムチップ２１２は、ＣＨＧノードでゲート駆動電圧信号を印加する。（予備充電閾値電圧は、急速充電閾値電圧より小さく、バッテリー管理システムチップ２１２の最小動作電圧より大きい。）その結果、充電器２０６のＰＡＣＫＰとバッテリー２０２のＢＡＴとの間で電氣的接続が充電ＦＥＴ２１０を介して増加する。バッテリー２０２のＢＡＴでの電圧が予備充電閾値電圧よりも小さい場合、ＰＡＣＫＰとＢＡＴの間で電氣的接続が増加すると、ＰＡＣＫＰでの電圧がバッテリー２０２の電圧レベルに向かって、ＰＡＣＫＰでの電圧が予備充電閾値電圧より小さいが、バッテリー管理システムチップ２１２の最小動作電圧より大きい値になるまでバッテリー２０２によってプルダウンされる。次いで、ＰＡＣＫＰでの電圧が予備充電閾値電圧より小さいことをバッテリー管理システムチップ２１２が検出すると、バッテリー管理システムチップ２１２はＣＨＧノードでのゲート駆動電圧信号を減少させる。そのため、充電器２０６のＰＡＣＫＰとバッテリー２０２のＢＡＴの間で電氣的接続が充電ＦＥＴ２１０を介して減少し、それにより、バッテリー２０２の電圧のＰＡＣＫＰでの電圧に対する効果が小さくなる。その結果、ＰＡＣＫＰでの（ひいてはＶＣＣでの）電圧がバッテリー管理システムチップ２１２の最小動作電圧よりも小さくなる前に、充電器２０６がＰＡＣＫＰでの電圧を充電器２０６の最大出力電圧レベルに向けてプルアップする。

10

20

【００３０】

しかし、ＰＡＣＫＰでの電圧が予備充電閾値電圧よりも再び大きくなることをバッテリー管理システムチップ２１２が検出すると、バッテリー管理システムチップ２１２は、ＣＨＧノードでのゲート駆動電圧信号を再び増加させる。こうして、得られた結果が繰り返される。従って、バッテリー管理システム２０４は、ＣＨＧノードでのゲート駆動電圧信号の増加および減少、充電ＦＥＴ２１０を介する電氣的接続の増加および減少、およびそれに対応するＰＡＣＫＰでの電圧の予備充電閾値電圧より下および上への減少および増加を、バッテリー２０２の電圧が予備充電閾値電圧より上に上昇するまで反復する。バッテリー２０２の電圧が予備充電閾値電圧より上に上昇すると、バッテリー管理システムチップ２１２はもはや、ＰＡＣＫＰでの電圧が予備充電閾値電圧より小さくなることを検出しなくなるので、バッテリー管理システムチップ２１２が、ＣＨＧノードでのゲート駆動電圧信号を最大レベルに維持する。

30

【００３１】

予備充電モード時の正味効果は、バッテリー２０２の電圧が予備充電閾値電圧より小さいときには、急速充電閾値電圧よりも小さい予備充電閾値電圧より上および下への比較的狭い範囲内にＰＡＣＫＰでの電圧を維持することである。この電圧レベルは、上記で説明した先行技術で必要とされるほど速やかに充電ＦＥＴ２１０を駆動することを必要とせずに維持される。これは、以下で説明するバッテリー管理システムチップ２１２の構成要素および動作によるものである。

【００３２】

他の構成要素（図示せず）の中でもとりわけ、バッテリー管理システムチップ２１２は、本発明のいくつかの実施形態に従って、概して、コントローラ２１８、ＤＳＧ（放電）充電ポンプ２２０、ＣＨＧ（充電）充電ポンプ２２２、およびコンパレータ２２４を含む。ＤＳＧ充電ポンプ２２０およびＣＨＧ充電ポンプ２２２の出力は、それぞれＤＳＧノードおよびＣＨＧノードに接続される。充電器２０６からのＰＡＣＫＰでの入力電圧は、コンパレータ２２４に供給される。これに加えて、いくつかの実施形態に従って、コントローラ２１８が、充電器２０６のＰＡＣＫＰ（またはＶＣＣ）から、ＳＲＰノードおよびＳＲＮノードから、およびバッテリー２０２のＢＡＴから入力電圧信号（または電圧を示す変換されたデジタルデータ）を受け取る。（バッテリー２０２と直列に配置されるセンス抵抗器２１４を用いて、電流が感知され、ＳＲＰ－ＳＲＮ間に電圧が供給される。センス抵抗器

40

50

214は、バッテリー202を過剰充電または過剰放電から保護するためにも用いられる。
)

【0033】

コントローラ218は、本明細書で説明する機能を行い得る、または本明細書で説明する特徴を有する、任意の適切な特定用途向け集積回路またはプログラマブル汎用マイクロコントローラとし得る。コントローラ218は、コントローラ218への入力に応答して、バッテリー管理システムチップ212を含めてバッテリー管理システム204の動作を制御する。いくつかの実施形態では、コントローラ218は、イネーブル信号226および228を生成してDSG充電ポンプ220およびCHG充電ポンプ222をそれぞれ制御する。これに加えて、コントローラ218は、パルス幅変調イネーブル(PWM__EN)信号230を生成してコンパレータ224およびCHG充電ポンプ222を制御して、予備充電モードの間、パルス幅変調を行う。また、PWM__EN信号230に응答して、コンパレータ224が(PACKPでの電圧および予備充電閾値電圧のレベルに設定される基準電圧234に基づく)制御信号232を出力する。制御信号232は、以下で説明するように、CHG充電ポンプ222のパルス幅変調も制御する。

【0034】

DSG充電ポンプイネーブル信号226は、バッテリー202の電圧が電子デバイス200の動作に充分であるとコントローラ218が判断したとき、または、充電器206が取り付けられており電子デバイス200に電力を供給していることをPACKPでの電圧が示すときに、コントローラ218によってアサートされる。DSG充電ポンプイネーブル信号226の受信に응答して、DSG充電ポンプ220がオンになり、DSGノードにおいてDSG駆動電圧を出力して放電FET208のゲートを駆動する。一方、バッテリー202の電圧が極めて小さい値に減少しているとき(例えば、充電器206が取り付けられずに電子デバイス200が長時間動作している間)、コントローラ218は、DSG充電ポンプイネーブル信号226をデアサートして放電FET208をオフにする。放電FET208がオフの状態では、バッテリー202は、放電し続けることができず、電子デバイス200に電力を供給することができない。このようにして、バッテリー202がその再充電能力を失うほど放電することが防止される。

【0035】

いくつかの実施形態に従って、コントローラ218によるCHG充電ポンプイネーブル信号228およびPWM__EN信号230のアサートは、急速充電モードまたは予備充電モードのいずれが用いられているかに依存する。CHG充電ポンプイネーブル信号228は、例えば、充電器206がバッテリー202を充電する(ひいては電子デバイス200に電力を供給する)ために取り付けられ、バッテリー202のBATでの電圧がバッテリー202の充電に急速充電モードを使用すべきことを示しているとコントローラ218が判断したとき、コントローラ218によってアサートされる。(あるいは、コントローラ218は、この判断を、FET208および210が少なくとも一度オンになり、バッテリー202の電圧が充電器206からの電圧をブルダウンする機会があった後で、充電器206からのPACKPでの電圧が急速充電モードを使用すべきことを示しているかどうかに基づいて行ってもよい。)CHG充電ポンプイネーブル信号228の受信に응答して、CHG充電ポンプ222は、CHGノードにおいてCHG駆動電圧を出力して充電FET210のゲートをその最大駆動電圧で駆動する。そのため、充電FET210は、素早くPACKPとBATの間の電氣的接続を最大にすることができる。

【0036】

いくつかの実施形態に従って、バッテリー202のBATでの電圧がバッテリー202を充電するのに予備充電モードを使用すべきことを示しているとコントローラ218が判断したとき、コントローラ218はPWM__EN信号230をアサートする。PWM__EN信号230は、コンパレータ224およびCHG充電ポンプ222を活動状態にする。PWM__EN信号230に응答して、コンパレータ224は、予備充電閾値電圧のレベルに設定される基準電圧234よりPACKPでの電圧が大きいとき、制御信号232をアサー

トシ（例えば、論理ハイ電圧を出力し）、P A C K Pでの電圧が基準電圧234より小さいとき、制御信号232をデアサートする（例えば、論理ロー電圧を出力する）。制御信号232はC H G充電ポンプ222に印加される。

【0037】

P W M__E N信号230によって活動状態にされると、C H G充電ポンプ222は、コンパレータ224によって制御信号232がアサートされるときにのみ、C H GノードにおいてC H G駆動電圧を生成する。言い換えれば、予備充電モードでは、コンパレータ224によって判断されるように、C H G充電ポンプ222が、P A C K Pでの電圧が予備充電閾値電圧より大きいときC H G駆動電圧を増加させ、P A C K Pでの電圧が予備充電閾値電圧より小さいときC H G駆動電圧を減少させる。

10

【0038】

これに加えて、いくつかの実施形態では、C H G充電ポンプ222は、好ましくは、P W M__E N信号230および制御信号232に応答して、C H G充電ポンプイネーブル信号228に応答する場合といくらか異なる特性を示す。特に、C H G充電ポンプ222は、C H G駆動電圧をできる限り素早く最大にすることによりC H G充電ポンプイネーブル信号228に応答するが、C H G充電ポンプ222は、よりゆっくりとC H G駆動電圧を増加（および減少）させることによってP W M__E N信号230および制御信号232に（従来の手段により）応答する。言い換えれば、C H G充電ポンプ222は、C H G駆動電圧を比較ゆるやかにプルアップおよびプルダウンさせる「規制された」モードで予備充電の間用いられる。

20

【0039】

本実施形態の構造および機能は、スイッチ118および120がC H Gとの接続を接地126と充電ポンプ116の出力との間で繰り返し速やかに切り替えるように動作される上記（図1）で説明した先行技術と対照的である。先行技術の充電ポンプ116は、「規制される」のではなく、常に全面的にオンである。従って、C H Gとの接続を接地126と充電ポンプ116の出力との間で切り替えると、パルス幅変調時の各サイクルで充電F E T 210のゲートを全面的にオンおよび全面的にオフに駆動しようとする先行技術のバッテリー管理システムチップ108になる。

【0040】

しかし、これまで説明した本発明の実施形態では、C H G駆動信号が上述した先行技術と比べて比較的ゆっくりと変化するように規制されているので、それに応答して、充電F E T 210がP A C K PとB A Tの間の電氣的接続を比較的ゆっくりと増加及び低減させる。上述した先行技術と比べて、P A C K PとB A Tの間の電氣的接続が比較的ゆっくりと変化するので、充電器206からのP A C K Pでの電圧も比較的ゆっくりとプルダウンおよびプルアップされる。これに加えて、上述した先行技術と比べて、充電器206からのP A C K Pでの電圧は比較的ゆっくりと変化するので、P A C K Pでの電圧が上または下方向に極めて大きく遷移し得る前に、コンパレータ224がP A C K Pでの電圧変化に応答することができる（かつ、P A C K Pでの電圧変化によって生じる信号変化がバッテリー管理システム204を伝播し得る）。その結果、図4を参照して以下で説明するように、P A C K Pでの電圧は、図2に示す先行技術のP A C K Pでの電圧（V__p a c k p）と比べて比較的安定になり、ほとんど直流電圧のように見える。

30

40

【0041】

図4の電圧および電流のグラフは、典型的な予備充電手順または方法を含む例を用いて、本発明の実施形態の或る態様をより明確かつ簡単に図示するために、或る面で簡略化され理想化されている。例えば、これらのグラフは必ずしも一定の縮尺で描かれておらず、これらのグラフの中でもいくつかのグラフ間の或る関係を強調するためにグラフのいくつかの部分が圧縮または拡大あるいは誇張されていることを理解されたい。これに加えて、これらのグラフの一部の直線に見えるいくつかの部分は、必ずしもそれほど直線ではないことがある。その他にも現実に起こり得る変動がグラフに含まれることもある。

【0042】

50

図4では、 V_batt と標示するグラフは、本発明の実施形態に従った、バッテリー202のBATでの電圧の応答特性を簡略化して示している。 V_packp と標示するグラフは、本発明の実施形態に従った、充電器206からのPACKPでの電圧の応答特性を簡略化して示している。 V_chg と標示するグラフは、本発明の実施形態に従った、充電FET210のゲートに印加されるCHG駆動電圧の応答特性を簡略化して示している。 V_chg' と標示するグラフ部分は、本発明の実施形態に従った、充電FET210のゲートに印加されるCHG駆動電圧の代替の応答特性を示している。充電電流と標示するグラフは、本発明の実施形態に従った、バッテリー202を充電するために充電器206（この例では上記で定義したような「スマート」充電器）によって生成される電流の応答特性を簡略化して示している。

10

【0043】

また、 V_min と標示する電圧レベルは、バッテリー管理システムチップ212の最小動作電圧のレベルの例を表す。 V_pc と標示する電圧レベルは、予備充電閾値電圧のレベルの例を表す。 V_fc と標示する電圧レベルは、急速充電閾値電圧のレベルの例を表す。 V_max と標示する電圧レベルは、充電器206の最大出力電圧のレベルの例を表す。 I_pc と標示する電流レベルは、充電器206による予備充電電流出力のレベルの例を表す。 I_fc と標示する電流レベルは、充電器206による急速充電電流出力のレベルの例を表す。

【0044】

時間T1は、充電器206を電子デバイス200に接続してバッテリー202の充電を開始する典型的な時間を示す。時間T1と時間T2の間にバッテリー管理システム204が起動し、電圧が安定になる。充電器206からのPACKPでの電圧（ V_packp のグラフ）は、T1 - T2期間に高く（最大で V_max まで）なり、電子デバイス200を始動させることができる。充電FET210のゲートに印加されるCHG駆動電圧（ V_chg のグラフ）は初めは小さい（ほぼゼロ）ままであり、そのため、充電FET210がオフのまま保たれ、予備充電モードを用いなければならないかどうか判断し得る前に、充電器206からのPACKPでの電圧がバッテリー202に印加されないようにする。 V_chg のグラフは、充電FET210を最初にオンにするためにCHG充電ポンプ222がCHG駆動電圧を生成し始めると、T1 - T2期間の終わり近くで上昇する。（放電FET208のゲートに印加されるDSG駆動電圧は示していないが、CHG駆動電圧が生成される直前に高くなる。）バッテリー202は、この例ではほぼ完全に放電され、そのため、バッテリー202のBATでの電圧（ V_batt のグラフ）はT1 - T2期間は極めて小さい。バッテリー202のBATでの電圧（ V_batt のグラフ）は、バッテリー管理システム204がバッテリー202を完全に空にさせないと仮定しているので、ゼロにならない。そうではあるが、この例では、バッテリー202の電圧は予備充電閾値電圧 V_pc より小さい。それに加えて、充電器206からの電流（充電電流のグラフ）は、好ましくは、より小さな予備充電電流レベル I_pc で開始される。これは、充電器206が急速充電モードに入ることができるかどうかまだ判断されていないからであり、この判断がなされる前に、より大きな急速充電電流 I_fc をバッテリー管理システム204またはバッテリー202に印加するのは望ましくないからである。

20

30

40

【0045】

T2 - T3期間が始まるころ、CHG駆動電圧（ V_chg のグラフ）は充電FET210をオンにするのに十分に立ち上がっており、PACKPとBATの間で十分な電氣的接続が確立されてバッテリー202がPACKPでの電圧（ V_packp のグラフ）をプルダウンすることができる。バッテリー202の初期電圧（ V_batt のグラフ）はこの例ではかなり小さいので、充電器206からのPACKPでの電圧は急速充電閾値電圧 V_fc より下にプルダウンされ、そのため、バッテリー管理システム204は、上記で説明したように予備充電モードに入る。その結果、PACKPでの電圧（ V_packp のグラフ）が予備充電閾値電圧 V_pc より下にさらにプルダウンされると、PACKPでの電圧（ V_packp のグラフ）は、振動、または「循環」または「脈動」し始める。こ

50

の脈動は、上記で説明したように、予備充電閾値電圧 V_{pc} 辺りの比較的小さな量であり、 $T_2 - T_3$ 期間の間続く。ここで充電器 206 からの P A C K P での電圧はバッテリー 202 に接続されているので、バッテリー 202 が再充電され始めると、バッテリー 202 の B A T での電圧 (V_{bat} のグラフ) が上昇し始める。充電 F E T 210 のゲートに印加される C H G 駆動電圧 (V_{chg} のグラフ) も、 V_{bat} のグラフと比較的平行に上昇するが、上記で説明した C H G 充電ポンプ 222 の反復作用のためにいくらか振動を伴っている。この充電電流のグラフは、 $T_2 - T_3$ 期間の間は、典型的にはいくらかの振動 (図示せず) を伴うが、予備充電電流レベル I_{pc} で比較的一定のままである。

【0046】

ほぼ時間 T_3 において、バッテリー 202 は、バッテリー 202 の B A T での電圧 (V_{bat} のグラフ) が予備充電閾値電圧 V_{pc} に達するほど十分に再充電されている。そのため、P A C K P での電圧 (V_{pack} のグラフ) はもはや予備充電閾値電圧 V_{pc} より下にプルダウンされない。その結果、P A C K P での電圧 (V_{pack} のグラフ) はもはや予備充電閾値電圧 V_{pc} より上および下に脈動しない。これは、コンパレータ 224 および C H G 充電ポンプ 222 がもはやそれらの出力を変えないからである。従って、P A C K P での電圧 (V_{pack} のグラフ) は、 $T_3 - T_4$ の期間中、ほぼバッテリー 202 の B A T での電圧 (V_{bat} のグラフ) のレベル (またはこれより大きくても無視し得る程度) までプルダウンされたままである。バッテリー 202 の B A T での電圧 (V_{bat} のグラフ) は、バッテリー 202 が継続して再充電されるにつれ継続して上昇する。また、充電 F E T 210 のゲートに印加される C H G 駆動電圧 (V_{chg} のグラフ) もほぼ T_3 で概して振動が止まる。これは、C H G 充電ポンプ 222 がもはやその出力を変えないからである。その代わりに、充電 F E T 210 のゲートに印加される C H G 駆動電圧 (V_{chg} のグラフ) は徐々に上昇し始め、最終的にその最大値で平坦となる。さらに、充電電流のグラフは、予備充電電流レベル I_{pc} で継続して比較的一定である。これは、P A C K P での電圧 (V_{pack} のグラフ) がまだ急速充電閾値電圧 V_{fc} よりも上に上昇していないからである。そのため、バッテリー管理システム 204 および充電器 206 は引き続き予備充電モードのままである。

【0047】

ほぼ時間 T_4 で、バッテリー 202 は、バッテリー 202 の B A T での電圧 (V_{bat} のグラフ) は急速充電閾値電圧 V_{fc} に達するほど十分に再充電されている。そのため、P A C K P での電圧 (V_{pack} のグラフ) はもはや急速充電閾値電圧 V_{fc} より下にプルダウンされない。その結果、急速充電モードを使用し得ることが充電器 206 およびバッテリー管理システムチップ 212 により検出される。そこで、充電器 206 は急速充電電流を生成し始め、そのため、充電電流のグラフが時間 T_4 の直後に予備充電電流レベル I_{pc} から急速充電電流レベル I_{fc} まで上昇する。この例では、充電 F E T 210 のゲートに印加される C H G 駆動電圧 (V_{chg} のグラフ) が $T_3 - T_4$ 期間ですでに最大値で平坦になっており、そのため、 V_{chg} のグラフに際だった変化はない。しかし、典型的な別の状況を示す V_{chg}' のグラフでは、C H G 充電ポンプ 222 の駆動出力が時間 T_4 までに最大出力電圧になっていない。このような状況では、充電器 206 およびバッテリー管理システムチップ 212 が急速充電モードに切り替わるので、充電 F E T 210 のゲートに印加される C H G 駆動電圧 (V_{chg}' のグラフ) の増加率も急激に増加し、すなわち、 V_{chg}' のグラフの傾きが時間 T_4 で増加し、最終的に、充電 F E T 210 のゲートに印加される C H G 駆動電圧 (V_{chg}' のグラフ) は、その最大値で平坦となる。これに加えて、充電器 206 からの電流が増加するので、P A C K P での電圧 (V_{pack} のグラフ) は、バッテリー 202 の B A T での電圧レベル (V_{bat} のグラフ) より極めてわずかに増加するが、時間 T_4 後は、 V_{bat} のグラフに概して平行のままである。バッテリー 202 の B A T での電圧 (V_{bat} のグラフ) は、時間 T_5 のバッテリー充電手順の終了まで上昇し続ける。

【0048】

図 2 および図 4 のグラフは必ずしも一定の縮尺で描かれていないが、これまでになされ

た試験およびシミュレーションに従って、両方の図のT2 - T3期間のV_{pack}およびV_{chg}のグラフ部分の振動の振幅は、これら2つの技術の相対的な差を正当に表している。例えば、いずれの場合でも、V_{max}の値は約4.2Vであり、V_{min}の値は約2.0Vであった。しかし、先行技術の場合(図2)には、V_{fc}の値は約2.8Vであり、図4の例のV_{fc}の値は約2.5Vでより厳しい値であった。これに加えて、図2のV₁およびV₂の値はそれぞれ約2.2Vおよび2.4Vであり、V_{min}の値より大きい方向に約200mVの余裕があった。一方、図4のV_{pc}の値は約2.1Vであり、V_{min}の値より大きい方向に約100mVしか余裕が生じず、はるかに厳しく拘束されている。このより厳しい拘束を用いると、本発明の実施形態は急速充電閾値電圧V_{fc}をできる限り小さくするという製造業者の傾向とよりよく連動し、V_{fc}およびV_{min}を事実上さらに狭い範囲内に「押しつぶし」得ることがわかる。

10

【0049】

図2の先行技術のV_{chg}のグラフ部分は、約1.9Vまでの振幅の振れを示している。これに加えて、先行技術のV_{pack}のグラフ部分は、約2.0Vまでの振幅の振れを示している。上記の設定の例でこれらの振幅の振れを伴う先行技術のV_{pack}およびV_{chg}のグラフ部分を得るには、図1および図2の先行技術の例は、その構成要素の性能に対して約2マイクロ秒の応答時間を実現するのに十分な電力で駆動される必要がある。

【0050】

20

一方、図4のV_{chg}のグラフ部分は、約0.25V~0.4Vまでの振幅の振れしか示さず、これは、先行技術の例に対してほぼ5~8倍の改善になっている。これに加えて、図4のV_{pack}のグラフ部分は、約200mV(2.2V-2.0V)までの振幅の振れしか示さず、これは、先行技術の例に対して一桁すなわち10倍の改善である。さらに、上記の設定でこれらの振幅の振れを伴う典型的なV_{pack}およびV_{chg}のグラフ部分を得るには、図3および図4の実施形態は、その構成要素(例えばCHG充電ポンプ222)の性能に対して約10~100マイクロ秒(または約20マイクロ秒)の応答時間を実現するのに十分な電力で駆動されればよく、これは、先行技術の例に対して極めて大きな改善であり、そのため、より安価な(すなわち、応答時間がより遅く、消費電力がより小さい)構成要素を用いることができる。言い換えれば、図2の先行技術のグラフを得るために図1および図2の先行技術の例で用いた設定はより緩かったにもかかわらず、図3および図4の典型的な実施形態では、より優れた結果を得るのにより少ない電力と、より少なく、安価な構成要素しか必要としなかった。

30

【0051】

上記の先行技術の例(図1および図2)ならびに本発明の実施形態(図3および図4)で用いた値は単に表示のためであり、単に例示を目的として提示されていることを理解されたい。本発明は、特許請求の範囲で求められる場合を除き、これらの値に必ずしも限定されない。

【0052】

40

図5は、代替の電子デバイス236を示す。電子デバイス236はいくつかの典型的な代替の設計を含む。この実施形態では、例えば、代替実施形態のバッテリー管理システム238が、充電器242によるバッテリー240の充電を制御する。代替例のいくつかにおいて、充電器242は、上記で説明したような、その出力の電圧レベルを感知することができ、それに従って出力電流を調整して予備充電モードまたは急速充電モードに入ることができる「スマート」充電器ではない。そうではなく、充電器242は、いくつかの単純なDC/DCコンバータなどであり、単一の電流レベルを出力する。従って、この代替例に対するバッテリー管理システム238は、予備充電モードのために必要なときに電流を制限するように適応されている。

【0053】

バッテリー管理システム238は、概して、放電FET244、充電FET246、バッ

50

テリ管理システムチップ 248、センス抵抗器 250、および電流制限器回路 252を含む。放電 FET 244 および充電 FET 246 はそれぞれ、図 3 に示す実施形態の放電 FET 208 および充電 FET 210 と同様のものとし得る。これに加えて、放電 FET 244 および充電 FET 246 は、放電 FET 208 および充電 FET 210 と同様に、VCC、BAT、DSG、および CHG に接続され得る。ただし、放電 FET 244 は、充電器 242 の出力に P A C K P で直接接続される代わりに、電流制限器回路 252 の出力に P A C K P ' で接続されることが好ましい。一方、電流制限器回路 252 は、充電器 242 の出力に P A C K P で接続されて、予備充電モードのために必要なときに充電器 242 からの電流を制限する。また、バッテリー 240 は、好ましくは、図 3 に示すバッテリー 202 と同様に、放電 FET 246 およびセンス抵抗器 250 に接続される。センス抵抗器 250 は、好ましくは、図 3 に示すセンス抵抗器 214 と同様に、バッテリー管理システムチップ 248 の S R P ノードおよび S R N ノードに、接地 254 に、および充電器 242 のリターンラインの P A C K N に接続される。

10

20

30

40

50

【0054】

バッテリー管理システムチップ 248 は、概して、コントローラ 256、DSG (放電) 充電ポンプ 258、CHG (充電) 充電ポンプ 260、コンパレータ 262、および基準電圧 264 を有する。これらは、本明細書で説明するものを除き、図 3 に示すコントローラ 218、DSG 充電ポンプ 220、CHG 充電ポンプ 222、コンパレータ 224、および基準電圧 234 とそれぞれ同様とし得る。コントローラ 256 は、コントローラ 218 に関して先に説明したように、予備充電モードまたは急速充電モードのいずれを用いるかを判断するために、P A C K P ' (図示の場合) または P A C K P および / または B A T のいずれかでの電圧を受け取る。コントローラ 256 は、予備充電モードを使用すべきと判断したときに、電流制限器回路 252 に制限電流信号 266 をアサートする。制限電流信号 266 のアサートに応答して、電流制限器回路 252 は、充電器 242 からの電流をより小さい予備充電電流に制限するが、好ましくは、P A C K P ' での電圧を P A C K P での電圧とほぼ同じレベルに維持する。

【0055】

CHG 充電ポンプ 260 およびコンパレータ 262 がそれぞれ (図 3 の) CHG 充電ポンプ 222 およびコンパレータ 224 と本質的に同じであり、上記で説明したように、コントローラ 256 が PWM__EM 信号 230 および CHG 充電ポンプイネーブル信号 228 を生成して CHG 充電ポンプ 260 およびコンパレータ 262 を制御する代替の実施形態では、制限電流信号 266 は、PWM__EM 信号 230 (図 3) とし得る。言い換えれば、このような実施形態では、PWM__EM 信号 230 は、バッテリー管理システム 238 を予備充電モードにするように CHG 充電ポンプ 260、コンパレータ 262、および電流制限器回路 252 を制御することになる。

【0056】

ただし、図 5 に示す代替の実施形態では、コントローラ 256 は PWM__EM 信号 230 を生成しない。従って、コントローラ 256 が制限電流信号 266 を (P A C K P '、P A C K P、または B A T での電圧に応じて) 別途生成して、電流制限器回路 252 に充電電流をより小さな予備充電電流に制限させる。これに加えて、別の代替例に従って、PWM__EM 信号 230 および CHG 充電ポンプイネーブル信号 (例えば、上記の 228) を用いて CHG 充電ポンプ 260 を制御する代わりに、単一のイネーブル信号 268 を用いて CHG 充電ポンプ 260 を制御する。さらに、PWM__EM 信号 230 を用いてコンパレータ 262 を制御する代わりに、コンパレータ 262 は単純に常にオンのままとする。従ってこの代替例では、コンパレータ 262 は、その出力を、P A C K P ' (または P A C K P) での電圧が予備充電閾値電圧 (すなわち基準電圧 264) より上に上昇およびそれより下に下降するときに切り替えるが、P A C K P ' (または P A C K P) での電圧がもはや予備充電閾値電圧より下に下降しない程度にバッテリー 240 の B A T での電圧が十分に上昇した後は、一定出力を維持する。これに加えて、CHG 充電ポンプ 260 は、コンパレータ 262 の出力に応答して、上記で説明したように、その出力を増減させる。

そして、コンパレータ 262 がその出力の変化を停止した後、バッテリー管理システム 238 が予備充電モードまたは急速充電モードのいずれにあっても、CHG 充電ポンプ 260 はその応答特性を維持する。従って、この代替例は、例えば、CHG 充電ポンプ 260 の動作が急速充電モード時も予備充電モード時と同じまま維持されれば十分な実施形態で用いられることがあり、コンパレータ 262 がその出力を変化させる必要がないときでもコンパレータ 262 が消費する電力は取るに足らないものである。

【0057】

スマート充電器とともに機能する実施形態（図3）は、PWM__EM 信号 230 を含む代替例（図3）または PWM__EM 信号 230 を含まない代替例（図5）のいずれを組み込んでもよい。また、スマート充電器を用いない実施形態（図5）も、PWM__EM 信号 230 を含む代替例（図3）または PWM__EM 信号 230 を含まない代替例（図5）のいずれを組み込んでもよい。

10

【0058】

図6は、別の代替の電子デバイス 270 を示す。電子デバイス 270 の一部にはいくつかの代替の設計が追加して施されている。この実施形態では、例えば、別の代替のバッテリー管理システム 272 が、充電器 276 によるバッテリー 274 の充電を制御する。この代替のバッテリー管理システム 272 は、概して、放電 FET 278、充電 FET 280、バッテリー管理システムチップ 282、およびセンス抵抗器 284 を含む。

【0059】

図3および図5に示す実施形態では、放電 FET 208 および 244 ならびに充電 FET 210 および 246 が NMOS FET として示されている。しかし、図6に示す実施形態では、放電 FET 278 および充電 FET 280 は PMOS FET として示されている。

20

【0060】

放電 FET 278 および充電 FET 280 は、図6に示すように、PACKP、VCC、BAT、DSG、および CHG ノードに接続され得る。これに加えて、バッテリー 274 が、好ましくは、図3および図5に示すバッテリー 202 および 240 と同様に、充電 FET 280 およびセンス抵抗器 284 に接続される。センス抵抗器 284 は、好ましくは、図3および図5に示すセンス抵抗器 214 および 250 と同様に、バッテリー管理システムチップ 282 の SRP ノードおよび SRN ノードに、接地 286 に、および充電器 276 のリターンラインの PACKN に接続される。

30

【0061】

この実施形態では、バッテリー管理システム 272 が予備充電モードのために必要なときに電流を制限するように適応されていないので、充電器 276 は、上記で説明したようなスマート充電器であると仮定する。従って、電流制限器回路（例えば図5の252）は示されていない。しかし、図6に示す実施形態は、スマート充電器ではない充電器とともに動作するためにこのような電流制限器 252 を含むように適応し得ることを理解されたい。

【0062】

バッテリー管理システムチップ 282 は、概して、コントローラ 288、DSG（放電）プッシュプル出力ドライバ 290、CHG（充電）プッシュプル出力ドライバ 292、コンパレータ 294、および基準電圧 296 を含む。コントローラ 288、コンパレータ 294、および基準電圧 296 は、図3を参照して上記で説明したコントローラ 218、コンパレータ 224、および基準電圧 234 と同様である。それに加えて、図6の PACKP、VCC、BAT、SRP、および SRN からコントローラ 288 への入力信号は、図3の PACKP、VCC、BAT、SRP、および SRN からコントローラ 218 への入力信号と同様である。さらに、図6の DSG プッシュプル出力ドライバインーブル信号 298、CHG プッシュプル出力ドライバインーブル信号 300、PWM__EM 信号 302、および制御信号 304 はそれぞれ、図3の制御およびインーブル信号 226、228、230、および 232 と同様である。

40

50

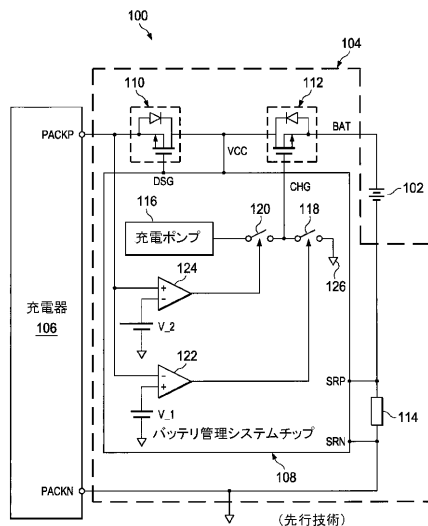
【 0 0 6 3 】

放電 F E T 2 7 8 および充電 F E T 2 8 0 は N M O S F E T ではなく P M O S F E T なので、充電ポンプの代わりに D S G および C H G プッシュプル出力ドライバ 2 9 0 および 2 9 2 を用いて、それぞれ D S G および C H G においてゲート駆動信号を生成して、それぞれ放電 F E T 2 7 8 および充電 F E T 2 8 0 を駆動するのが好ましい。D S G プッシュプル出力ドライバ 2 9 0 が放電 F E T 2 7 8 のゲートを駆動し、放電 F E T 2 7 8 の機能は、上記で説明したような放電 F E T 2 0 8 または 2 4 4 (図 3 または 図 5) の機能と全体的に同様となる。これに加えて、C H G プッシュプル出力ドライバ 2 9 2、P W M _ E M 信号 2 3 0、および制御信号 3 0 4 に応答して、C H G プッシュプル出力ドライバ 2 9 2 が充電 F E T 2 8 0 のゲートを駆動し、充電 F E T 2 8 0 の機能は、上記で説明したような充電 F E T 2 1 0 または 2 4 6 (図 3 または 図 5) の機能と全体的に同様となる。従って、C H G プッシュプル出力ドライバ 2 9 2 は、C H G プッシュプル出力ドライバ 2 9 2 は、P W M _ E M 信号 3 0 2 および制御信号 3 0 4 に (従来の手段により) 応答して充電 F E T 2 8 0 をよりゆっくりとオンおよびオフする。言い換えれば、C H G プッシュプル出力ドライバ 2 9 2 は、充電 F E T 2 8 0 を比較的徐々にオンおよびオフする「規制された」モードでの予備充電時に用いられる。このようにして、バッテリー管理システム 2 7 2 により、N M O S F E T の代わりに P M O S F E T を用いて、図 4 の V_{packp} のグラフと同様に、P A C K P での電圧が比較的安定でほぼ直流電圧になる。

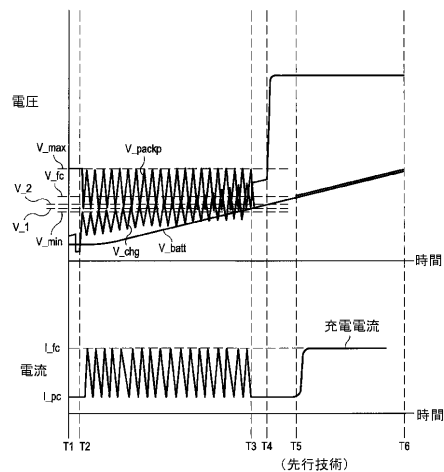
10

20

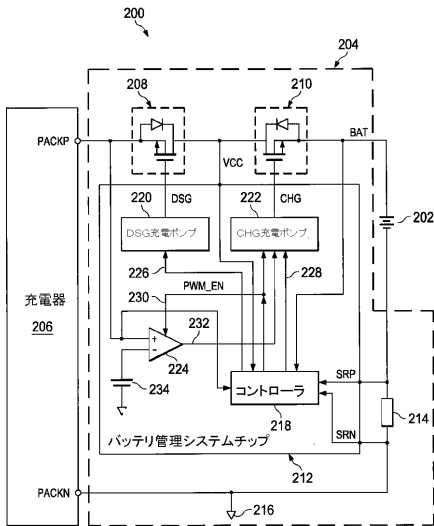
【 図 1 】



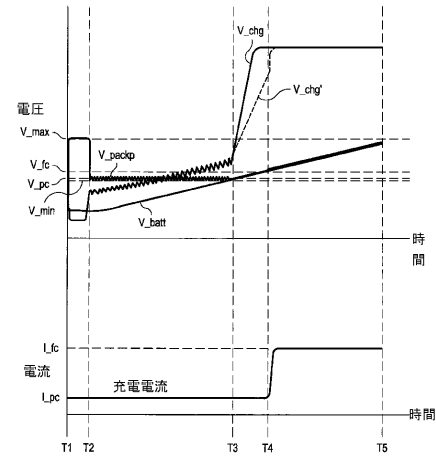
【 図 2 】



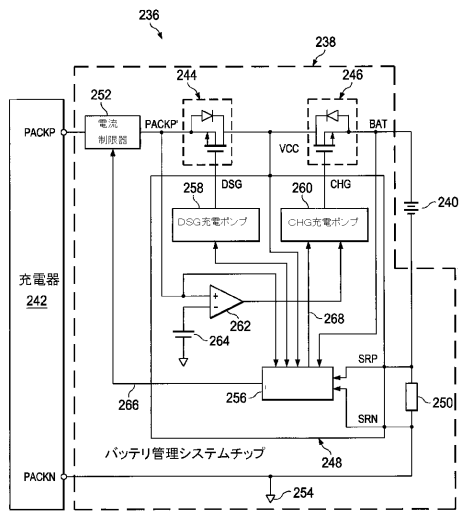
【図 3】



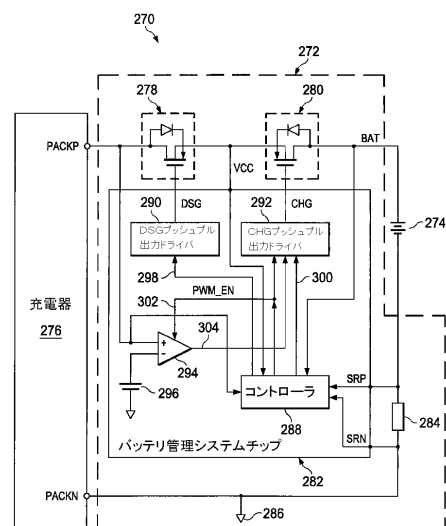
【図 4】





【図 5】



【図 6】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2010/056014
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H02J 7/10(2006.01)i, H01M 10/44(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J 7/10; G08B 21/00; H02J 7/00; H01M 10/44		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: battery, pre-charge, fast-charge, PWM, comparator, MOSFET, transistor		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008-0169705 A1 (TAN ENG SOON DAVE et al.) 17 July 2008 See the abstract; paragraphs [0061], [0077]; claim 1; figures 3, 6.	1-20
A	US 06075343A A (HSU CHIH-MING) 13 June 2000 See the abstract; claim 1; figure 1.	1-20
A	US 2009-0184687 A1 (SCHROEDER WARREN RICHARD et al.) 23 July 2009 See the abstract; claim 1; figure 10.	1-20
A	US 2007-0188139 A1 (HUSSAIN M. ABID et al.) 16 August 2007 See the abstract; claim 1; figures 4A, 5.	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 MAY 2011 (23.05.2011)		Date of mailing of the international search report 24 MAY 2011 (24.05.2011)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer WEE Jae Woo Telephone No. 82-42-481-8540 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2010/056014

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008-0169705 A1	17.07.2008	CA 2594756 A1 KR 10-1006538 B1 KR 10-2007-0117563 A SG 124315 A1 WO 2006-080900 A1	03.08.2006 07.01.2011 12.12.2007 30.08.2006 03.08.2006
US 06075343A A	13.06.2000	None	
US 2009-0184687 A1	23.07.2009	None	
US 2007-0188139 A1	16.08.2007	CN 101051762 A CN 101051762 G0 EP 1821383 A2 JP 2007-221993 A KR 10-0902527 B1 KR 10-2007-0082542 A US 7880445 B2	10.10.2007 10.10.2007 22.08.2007 30.08.2007 15.06.2009 21.08.2007 01.02.2011

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ウェイビアオ ジャン

アメリカ合衆国 テキサス州 7 5 0 2 5 , プラノ , セナ ヒルズ エルエヌ 2 2 0 9

(72)発明者 マーク エイ ハムレット

アメリカ合衆国 テキサス州 7 5 0 8 2 , リチャードソン , マーシュフィールド ディーアール 3 8 0 5

(72)発明者 ジェイ ランダル クーパー

アメリカ合衆国 テキサス州 7 5 2 5 1 , ルーカス , パートン クリーク シーティー 1 5 0 5

Fターム(参考) 5G503 BA01 BB02

5H030 AS11 BB01 BB04 FF43