

(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.

|            |           |
|------------|-----------|
| HO2J 7/04  | (2006.01) |
| HO1M 10/44 | (2006.01) |
| HO1M 10/48 | (2006.01) |

F 1

|            |
|------------|
| HO2J 7/04  |
| HO1M 10/44 |
| HO1M 10/48 |

テーマコード(参考)

|   |       |
|---|-------|
| A | 5G503 |
| Q | 5HO30 |
| 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) |
| (86) (22) 出願日 | 平成22年11月9日 (2010.11.9)       |
| (85) 翻訳文提出日   | 平成24年7月24日 (2012.7.24)       |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2010/056014            |
| (87) 国際公開番号   | W02011/071639                |
| (87) 国際公開日    | 平成23年6月16日 (2011.6.16)       |
| (31) 優先権主張番号  | 12/653,212                   |
| (32) 優先日      | 平成21年12月10日 (2009.12.10)     |
| (33) 優先権主張国   | 米国(US)                       |

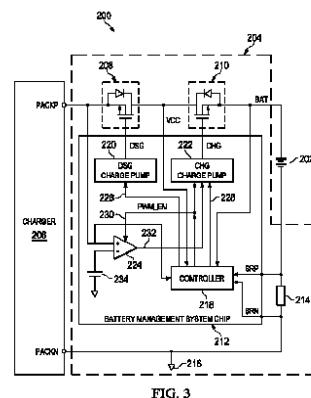
|               |   |
|---------------|---|
| (71) 出願人      | 390020248<br>日本テキサス・インスツルメンツ株式会社<br>東京都新宿区西新宿六丁目24番1号   |
| (71) 出願人      | 507107291<br>テキサス インスツルメンツ インコーポ<br>レイテッド<br>アメリカ合衆国 テキサス州 75265<br>-5474 ダラス メイル ステイショ<br>ン 3999 ピーオーボックス 655<br>474 |
| (74) 上記1名の代理人 | 100098497<br>弁理士 片寄 恒三  |

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充電

## (57) 【要約】

充電器(206)によってバッテリ(202)を充電するためのバッテリ管理システム(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(202)と充電器(206)からの電圧との間の電気的接続を増減させ、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。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

充電器によってバッテリを充電するためのバッテリ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および前記バッテリ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の電圧に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応答して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駆動信号を増加させ、オンである前記イネーブル信号およびオフである前記制御信号に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および前記バッテリ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と前記充電器からの前記電圧との間の電気的接続を増加させ、それによって、前記バッテリ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の前記電圧に向かってプルダウンされ、予備充電電流で前記バッテリが充電され、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と、前記トランジスタが前記バッテリと前記充電器からの前記電圧との間の前記電気的接続を減少させ、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プルアップする、前記トランジスタ、

を含む、バッテリ管理システム。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のバッテリ管理システムであって、

前記システムが、前記バッテリ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ま、前記充電器からの前記電圧を最小電圧より下にプ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プ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上にプ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、前記予備充電電流で前記バッテリを充電し、さらに、

前記システムが、前記バッテリ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で前記バッテリを充電する、

バッテリ管理システム。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載のバッテリ管理システムであって、

前記バッテリ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持つ、

バッテリ管理システム。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載のバッテリ管理システムであって、

前記バッテリ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持つ、

10

20

30

40

50

バッテリ管理システム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のバッテリ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、

バッテリ管理システム。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のバッテリ管理システムであって、  
前記バッテリ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、

バッテリ管理システム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のバッテリ管理システムであって、  
前記バッテリ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、

バッテリ管理システム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のバッテリ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、バッテリ管理システム。

【請求項 9】

充電器によってバッテリを充電するためのバッテリ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、バッテリ管理システム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のバッテリ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、  
バッテリ管理システム。

【請求項 11】

請求項 9 に記載のバッテリ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有する、  
バッテリ管理システム。

【請求項 12】

請求項 9 に記載のバッテリ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、

バッテリ管理システム。

【請求項 13】

請求項 9 に記載のバッテリ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100mV以下だけ変動する、バッテリ管理システム。

【請求項14】

請求項9に記載のバッテリ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2.2Vと約2.0Vの間で変動する、

バッテリ管理システム。

【請求項15】

バッテリ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か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応答して前記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、前記バッテリと前記充電器からの前記電圧との間の電気的接続を増加および減少させること、

前記バッテリと前記充電器からの前記電圧との間の前記電気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、

前記バッテリと前記充電器からの前記電圧との間の前記電気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±100mV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2.1V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250～400mV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管理システム104を、充電器106とバッテリ102の間に有するものがある。バッテリ管理システム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管理システムチップ108を、バッテリ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にとって、バッテリ管理システム 1 0 4 によってイネーブルにされる制御が不可欠なことがある。例えば、リチウムイオンバッテリ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に印加する充電電流は、バッテリ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に比較的大きい充電電流を印加すると、バッテリが過熱し損傷するか、またはバッテリ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 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 10 倍ほど大きな電流、がバッテリ 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 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 1 0 2 に電気的に接続されるときバッテリ 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 1 0 2 によって ( バッテリの充電レベルが低いために ) プルダウンされる時点を感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、単に单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感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 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 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 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 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 102 の状態を更新することができず、バッテリ保護機能が動作しないことである。

【0007】

図 1 のバッテリ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 102 に BAT で電気的に接続され、またバッテリ 102 から BAT で電気的に切断され、そのため、それぞれバッテリ 102 および充電器 106 により PACKP での電圧 ( $V\_packp$ ) がプルダウンおよびプルアップされる。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  $V\_1$  より下にプルダウンされる程度にバッテリ 102 の電圧 ( $V\_batt$ ) が充分に小さい限り繰り返される。

20

【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) バッテリ充電プロセスが急速充電モードに入るようになることが望ましい。この理由で、バッテリおよびバッテリ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。

30

【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充電手順の現実の時間スケールを表しておらず

40

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 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 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 102 に深刻な過熱が生じることがあり、問題である。

10

【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  $V_{fc}$  より小さくなつても急速充電モードに留まつたままであり、そのため、予備充電モードが完全に無効になつてしまつ。

20

【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、バッテリ管理システムチップ 108 は、バッテリ管理システム 104 の機能を制御することができないであろう。

30

【0015】

従つて、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もなくす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、バッテリ充電システムがより高価でより非効率になる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】充電器によってバッテリを充電する先行技術のバッテリ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つた、充電器によってバッテリを充電するためのバッテリ

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。

【0019】

【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。

【0020】

【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を充電するための代替のバッテリ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。

【0021】

【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を充電するための別の代替のバッテリ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】

【0022】

図3の簡略化した概略図に、充電可能なバッテリ202（リチウムイオンバッテリなど）と共に、充電器206とバッテリ202の間の（本発明の実施形態が組み込まれた）バッテリ管理システム204の制御下で動作する、例示の電子デバイス200（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。バッテリ管理システム204は、概して、放電FET208、充電FET210、バッテリ管理システムチップ212、およびセンス抵抗器214を含む。充電器206からの（PACPでの）電圧は、バッテリ管理システムチップ212の制御下で放電FET208および充電FET210を介してバッテリ202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FET210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管理システムチップ212によって制御される。そのため、充電器206からの（PACPでの）電圧とバッテリ202（BAT）との間の電気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202および充電器206に因る（PACP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206からの（PACP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、バッテリ管理システムチップ212が（PACPでの）電圧変化に応答しあつ充電FET210に適切な変更を施す時間的余裕が生じて、（PACP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FET210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、（PACPでの）電圧が、バッテリ202の急速充電閾値電圧とバッテリ管理システムチップ212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

【0023】

図3に示す概略図は、電子デバイス200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200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。

30

【0024】

図示する実施形態に従って、充電器206のソースラインは、概して、PACPで放電FET208のドレインおよびバッテリ管理システムチップ212に接続される。放電FET208のゲートは、バッテリ管理システムチップ212の「DSG」ノードに接続される。放電FET208のソースは、バッテリ管理システムチップ212のVCCおよび充電FET210のソースに接続される。充電FET210のゲートは、バッテリ管理システムチップ212の「CHG」ノードに接続される。充電FET210のドレイン

40

50

は、バッテリ202の正端子にB A Tで接続され、B A Tはバッテリ管理システムチップ212にも接続される。バッテリ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 2 0 8および充電F E T 2 1 0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 2 0 8および充電F E T 2 1 0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202のB A Tまでの電気的接続が維持される。

10

#### 【0026】

充電器206がF E T 2 0 8および2 1 0を介してバッテリ202に接続されると、バッテリ202は概して、充電器206からの電圧をバッテリ202の電圧レベルまでプルダウンする。バッテリ202がフル充電されている場合、この電圧プルダウンはごくわずかである。しかし、バッテリ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202のB A Tでの電圧または充電器206からのプルダウンされた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管理システムチップ212により検出される。これに応答して、バッテリ管理システムチップ212が、バッテリ管理システム204を予備充電モードにしてバッテリ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202の電圧レベルまでプ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。

20

#### 【0027】

バッテリ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、バッテリ管理システムチップ212は、バッテリ管理システム204を急速充電モードにしてバッテリ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202が充分に放電されている場合、バッテリ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ることが可能な状態になるまでバッテリ202を充電する(そして、バッテリ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動作することが好ましい。

30

#### 【0028】

急速充電モードでは、バッテリ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 2 0 8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

40

50

E T 2 1 0 のゲート駆動電圧は、以下で説明するように、増減される。

【0 0 2 9】

予備充電モードでは、充電器 2 0 6 からの電圧が最初に P A C K P で印加されると、P A C K P 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管理システムチップ 2 1 2 により検出され、バッテリ管理システムチップ 2 1 2 は、C H G 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、バッテリ管理システムチップ 2 1 2 の最小動作電圧より大きい。）その結果、充電器 2 0 6 の P A C K P とバッテリ 2 0 2 の B A T との間で電気的接続が充電 F E T 2 1 0 を介して増加する。バッテリ 2 0 2 の B A T での電圧が予備充電閾値電圧よりも小さい場合、P A C K P と B A T の間で電気的接続が増加すると、P A C K P での電圧がバッテリ 2 0 2 の電圧レベルに向かって、P A C K P での電圧が予備充電閾値電圧より小さいが、バッテリ管理システムチップ 2 1 2 の最小動作電圧より大きい値になるまでバッテリ 2 0 2 によってプルダウンされる。次いで、P A C K P 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管理システムチップ 2 1 2 が検出すると、バッテリ管理システムチップ 2 1 2 は C H G 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 2 0 6 の P A C K P とバッテリ 2 0 2 の B A T の間で電気的接続が充電 F E T 2 1 0 を介して減少し、それにより、バッテリ 2 0 2 の電圧の P A C K P での電圧に対する効果が小さくなる。その結果、P A C K P での（ひいては V C C での）電圧がバッテリ管理システムチップ 2 1 2 の最小動作電圧よりも小さくなる前に、充電器 2 0 6 が P A C K P での電圧を充電器 2 0 6 の最大出力電圧レベルに向けてプルアップする。

10

20

30

40

50

【0 0 3 0】

しかし、P A C K P 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管理システムチップ 2 1 2 が検出すると、バッテリ管理システムチップ 2 1 2 は、C H G 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、バッテリ管理システム 2 0 4 は、C H G ノードでのゲート駆動電圧信号の増加および減少、充電 F E T 2 1 0 を介する電気的接続の増加および減少、およびそれに対応する P A C K P 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 2 0 2 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 2 0 2 の電圧が予備充電閾値電圧より上に上昇すると、バッテリ管理システムチップ 2 1 2 はもはや、P A C K P 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、バッテリ管理システムチップ 2 1 2 が、C H G 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。

【0 0 3 1】

予備充電モード時の正味効果は、バッテリ 2 0 2 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 P A C K P 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 F E T 2 1 0 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管理システムチップ 2 1 2 の構成要素および動作によるものである。

【0 0 3 2】

他の構成要素（図示せず）の中でもとりわけ、バッテリ管理システムチップ 2 1 2 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 2 1 8 、 D S G (放電) 充電ポンプ 2 2 0 、 C H G (充電) 充電ポンプ 2 2 2 、およびコンパレータ 2 2 4 を含む。D S G 充電ポンプ 2 2 0 および C H G 充電ポンプ 2 2 2 の出力は、それぞれ D S G ノードおよび C H G ノードに接続される。充電器 2 0 6 からの P A C K P での入力電圧は、コンパレータ 2 2 4 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 2 1 8 が、充電器 2 0 6 の P A C K P (または V C C ) から、 S R P ノードおよび S R N ノードから、およびバッテリ 2 0 2 の B A T 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 2 0 2 と直列に配置されるセンス抵抗器 2 1 4 を用いて、電流が感知され、 S R P - S R N 間に電圧が供給される。センス抵抗器

214は、バッテリ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、バッテリ管理システムチップ212を含めてバッテリ管理システム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に応答して、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。

10

【0034】

DSG充電ポンプイネーブル信号226は、バッテリ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の受信に応答して、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。

20

【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202のBATでの電圧がバッテリ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202の電圧が充電器206からの電圧をプ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の受信に応答して、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の間の電気的接続を最大にすることができる。

30

【0036】

いくつかの実施形態に従って、バッテリ202のBATでの電圧がバッテリ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に応答して、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

40

50

トし（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に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の間の電気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の間の電気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

#### 【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。それに加えて、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。

40

#### 【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202のBATTでの電圧の応答特性を簡略化して示している。 $V_{pack}$ 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PACK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PACKでの電圧（ $V_{pack}$ 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PACKでの電圧がバッテリ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202は、この例ではほぼ完全に放電され、そのため、バッテリ202のBATT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202のBATTでの電圧（ $V_{batt}$ のグラフ）は、バッテリ管理システム204がバッテリ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 $I_{fc}$ をバッテリ管理システム204またはバッテリ202に印加するのは望ましくないからである。

20

## 【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をオンにするのに充分に立ち上がっており、PACKとBATTの間で充分な電気的接続が確立されてバッテリ202がPACKでの電圧（ $V_{pack}$ のグラフ）をプルダウンすることができる。バッテリ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PACK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、PACKでの電圧（ $V_{pack}$ 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、PACKでの電圧（ $V_{pack}$ のグラフ）は、振動、または「循環」または「脈動」し始める。こ

30

40

50

の脈動は、上記で説明したように、予備充電閾値電圧  $V_{p_c}$  辺りの比較的小さな量であり、T2-T3期間の間続く。ここで充電器206からのPACPでの電圧はバッテリ202に接続されているので、バッテリ202が再充電され始めると、バッテリ202のBATでの電圧( $V_{batt}$ のグラフ)が上昇し始める。充電FET210のゲートに印加されるCHG駆動電圧( $V_{chg}$ のグラフ)も、 $V_{batt}$ のグラフと比較的平行に上昇するが、上記で説明したCHG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、T2-T3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  $I_{p_c}$  で比較的一定のままである。

#### 【0046】

ほぼ時間T3において、バッテリ202は、バッテリ202のBATでの電圧( $V_{batt}$ のグラフ)が予備充電閾値電圧  $V_{p_c}$  に達するほど充分に再充電されている。そのため、PACPでの電圧( $V_{pack_p}$ のグラフ)はもはや予備充電閾値電圧  $V_{p_c}$  より下にプルダウンされない。その結果、PACPでの電圧( $V_{pack_p}$ のグラフ)はもはや予備充電閾値電圧  $V_{p_c}$  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CHG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、PACPでの電圧( $V_{pack_p}$ のグラフ)は、T3-T4の期間中、ほぼバッテリ202のBATでの電圧( $V_{batt}$ のグラフ)のレベル(またはこれより大きくて無視し得る程度)までプルダウンされたままである。バッテリ202のBATでの電圧( $V_{batt}$ のグラフ)は、バッテリ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FET210のゲートに印加されるCHG駆動電圧( $V_{chg}$ のグラフ)もほぼT3で概して振動が止まる。これは、CHG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FET210のゲートに印加されるCHG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  $I_{p_c}$  で継続して比較的一定である。これは、PACPでの電圧( $V_{pack_p}$ 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T4で、バッテリ202は、バッテリ202のBATでの電圧( $V_{batt}$ のグラフ)は急速充電閾値電圧  $V_{fc}$  に達するほど充分に再充電されている。そのため、PACPでの電圧( $V_{pack_p}$ 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T4の直後に予備充電電流レベル  $I_{p_c}$  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FET210のゲートに印加されるCHG駆動電圧( $V_{chg}$ のグラフ)がT3-T4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、CHG充電ポンプ222の駆動出力が時間T4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FET210のゲートに印加されるCHG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T4で増加し、最終的に、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、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、PACPでの電圧( $V_{pack_p}$ のグラフ)は、バッテリ202のBATでの電圧レベル( $V_{batt}$ のグラフ)より極めてわずかに増加するが、時間T4後は、 $V_{batt}$ のグラフに概して平行のままである。バッテリ202のBATでの電圧( $V_{batt}$ のグラフ)は、時間T5のバッテリ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

10

20

30

40

50

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\_p a c k pおよびV\_c h g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\_f cの値は約2.8Vであり、図4の例のV\_f c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V\_1およびV\_2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\_p c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\_f c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\_f c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\_c h g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\_p a c k p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\_p a c k pおよびV\_c h g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充分な電力で駆動される必要がある。

20

#### 【0050】

一方、図4のV\_c h g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\_p a c k p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\_p a c k pおよびV\_c h g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充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】

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管理システム238が、充電器242によるバッテリ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る、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ようにすることができる「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。

40

#### 【0053】

バッテリ管理システム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FET244および充電FET246はそれぞれ、図3に示す実施形態の放電FET208および充電FET210と同様のものとし得る。これに加えて、放電FET244および充電FET246は、放電FET208および充電FET210と同様に、VCC、BAT、DSG、およびCHGに接続され得る。ただし、放電FET244は、充電器242の出力にPACKPで直接接続される代わりに、電流制限器回路252の出力にPACKP'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からの電流を制限する。また、バッテリ240は、好ましくは、図3に示すバッテリ202と同様に、放電FET246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、バッテリ管理システムチップ248のSRPノードおよびSRNノードに、接地254に、および充電器242のリターンラインのPACKNに接続される。

10

20

30

40

50

#### 【0054】

バッテリ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、PACKP'(図示の場合)またはPACKPおよび/またはBAT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、PACKP'での電圧をPACKP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。言い換れば、このような実施形態では、PWM\_EM信号230は、バッテリ管理システム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(PACKP'、PACKP、またはBAT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、PACKP'(またはPACKP)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、PACKP'(またはPACKP)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240のBATでの電圧が充分に上昇した後は、一定出力を維持する。それに加えて、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充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管理システム 272 が、充電器 276 によるバッテリ 274 の充電を制御する。この代替のバッテリ管理システム 272 は、概して、放電 FET 278、充電 FET 280、バッテリ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 274 が、好ましくは、図3および図5に示すバッテリ 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バイブル信号 298、CHG プッシュプル出力ドライババイブル信号 300、PWM\_EM 信号 302、および制御信号 304 はそれぞれ、図3の制御およびイネーブル信号 226、228、230、および 232 と同様である。

40

50

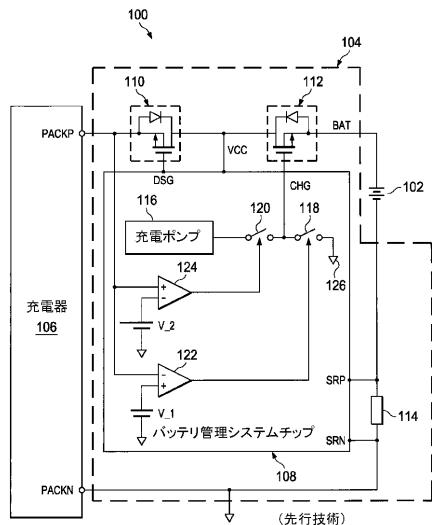
## 【0063】

放電FET278および充電FET280はNMOS FETではなくPMOS FETなので、充電ポンプの代わりにDSGおよびCHG プッシュプル出力ドライバ290および292を用いて、それぞれDSGおよびCHGにおいてゲート駆動信号を生成して、それぞれ放電FET278および充電FET280を駆動するのが好ましい。DSG プッシュプル出力ドライババイブル信号298に応答して、DSG プッシュプル出力ドライバ290が放電FET278のゲートを駆動し、放電FET278の機能は、上記で説明したような放電FET208または244(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、CHG プッシュプル出力ドライババイブル信号300、PWM\_EM信号230、および制御信号304に応答して、CHG プッシュプル出力ドライバ292が充電FET280のゲートを駆動し、充電FET280の機能は、上記で説明したような充電FET210または246(図3または図5)の機能と全体的に同様となる。従って、CHG プッシュプル出力ドライバ292は、CHG プッシュプル出力ドライババイブル信号300に応答してできる限り素早く充電FET280をオンにするが、CHG プッシュプル出力ドライバ292は、PWM\_EM信号302および制御信号304に(従来の手段により)応答して充電FET280をよりゆっくりとオンおよびオフする。言い換えれば、CHG プッシュプル出力ドライバ292は、充電FET280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、バッテリ管理システム272により、NMOS FETの代わりにPMOS FETを用いて、図4のV\_packpのグラフと同様に、PACKPでの電圧が比較的安定でほぼ直流電圧になる。

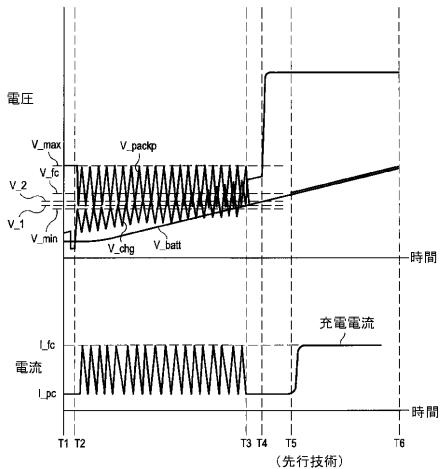
10

20

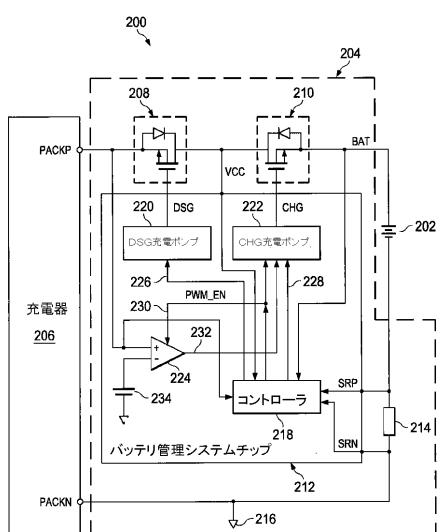
【図1】



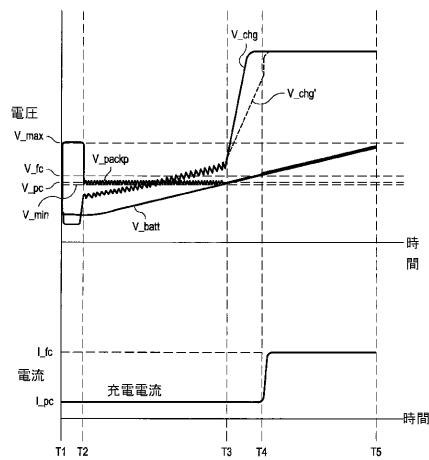
【図2】



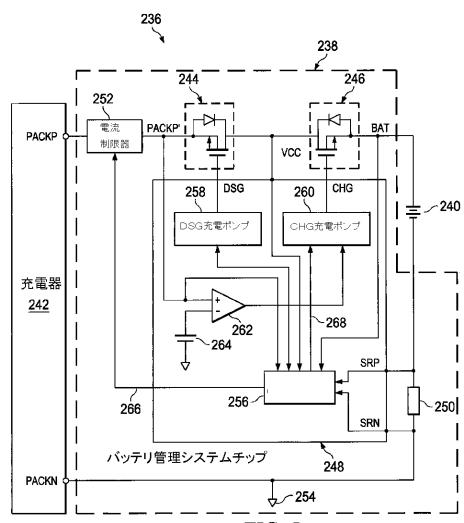
【図3】



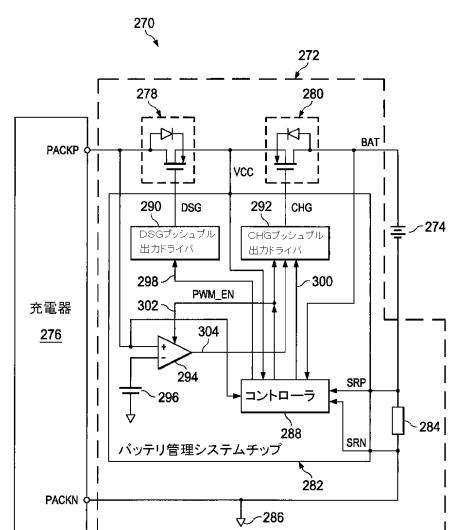
【図4】



【図5】



【図6】



## 【国際調査報告】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT   |  | International application No.<br><b>PCT/US2010/056014</b>    |
|---|--|--|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  |  |  |
| <b>H02J 7/10(2006.01)i, H01M 10/44(2006.01)i</b>  |  |  |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC   |  |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>   |  |  |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>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<br>Korean utility models and applications for utility models<br>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)<br>eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: battery, pre-charge, fast-charge, PWM, comparator, MOSFET, transistor   |  |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>   |  |  |
| 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<br>See the abstract; paragraphs [0061], [0077]; claim 1; figures 3, 6.                          | 1-20   |
| A   | US 06075343A A (HSU CHIH-MING) 13 June 2000<br>See the abstract; claim 1; figure 1.  | 1-20   |
| A   | US 2009-0184687 A1 (SCHROEDER WARREN RICHARD et al.) 23 July 2009<br>See the abstract; claim 1; figure 10.   | 1-20   |
| A   | US 2007-0188139 A1 (HUSSAIN M. ABID et al.) 16 August 2007<br>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. |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> |  |  |
| Date of the actual completion of the international search<br>23 MAY 2011 (23.05.2011)   | Date of mailing of the international search report<br><b>24 MAY 2011 (24.05.2011)</b>  |  |
| Name and mailing address of the ISA/KR<br> Korean Intellectual Property Office<br>Government Complex-Daejeon, 189 Cheongsa-ro,<br>Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea<br>Facsimile No. 82-42-472-7140   | Authorized officer<br>WEE Jae Woo<br>Telephone No. 82-42-481-8540<br> |  |

**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<br>KR 10-1006538 B1<br>KR 10-2007-0117563 A<br>SG 124315 A1<br>WO 2006-080900 A1                                      | 03.08.2006<br>07.01.2011<br>12.12.2007<br>30.08.2006<br>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<br>CN 101051762 CO<br>EP 1821383 A2<br>JP 2007-221993 A<br>KR 10-0902527 B1<br>KR 10-2007-0082542 A<br>US 7880445 B2 | 10.10.2007<br>10.10.2007<br>22.08.2007<br>30.08.2007<br>15.06.2009<br>21.08.2007<br>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,R,S,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 75025, プラノ, セナ ヒルズ エルエヌ 2209

(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 75082, リチャードソン, マーシュフィールド ディーア  
ール 3805

(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 75251, ルーカス, パートン クリーク シーティー 1  
505

F ターム(参考) 5G503 BA01 BB02

5H030 AS11 BB01 BB04 FF43