

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6038822号  
(P6038822)

(45) 発行日 平成28年12月7日(2016.12.7)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016.11.11)

(51) Int.Cl.	F 1			
HO2J 7/00	(2006.01)	HO2J	7/00	302C
HO1M 10/44	(2006.01)	HO2J	7/00	K
HO1M 10/48	(2006.01)	HO1M	10/44	P
HO1M 2/10	(2006.01)	HO1M	10/48	P
B60L 11/18	(2006.01)	HO1M	2/10	S

請求項の数 21 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-558524 (P2013-558524)
(86) (22) 出願日	平成24年3月19日 (2012.3.19)
(65) 公表番号	特表2014-514899 (P2014-514899A)
(43) 公表日	平成26年6月19日 (2014.6.19)
(86) 國際出願番号	PCT/IB2012/000529
(87) 國際公開番号	W02012/123815
(87) 國際公開日	平成24年9月20日 (2012.9.20)
審査請求日	平成27年3月11日 (2015.3.11)
(31) 優先権主張番号	61/453,661
(32) 優先日	平成23年3月17日 (2011.3.17)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	61/504,459
(32) 優先日	平成23年7月5日 (2011.7.5)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	513233838 イーブイ チップ エナジー リミテッド EV CHIP ENERGY LTD. イスラエル 74036 ネスージオナ サイエンス パーク ゴルダ メール ブ ルバード 7 7 Golda Meir Boulevard, Science Park, Ne ss-Ziona 74036 IL
(74) 代理人	110000176 一色国際特許業務法人
(72) 発明者	ガノア, アヴラハム イスラエル 60850 ショハム ハオ デム ストリート 11

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電池パックシステム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一セットのセルを相互に接続する際に使用するスイッチチップであり、  
 主要負極端子と、  
 カスケード接続用負極端子と、  
 主要正極端子と、  
 カスケード接続用正極端子と、  
 複数のセル端子と、  
 複数のスイッチと  
 を備え、

一セットのセルが前記複数のセル端子を介して前記スイッチチップに接続され、かつ、前記複数のスイッチの第1副次セットが閉じており前記複数のスイッチのうち残余のスイッチが開いている場合、

前記一セットのセルが互いに並列に接続され、かつ、

電流は前記主要正極端子から流れ出しができるが、前記カスケード接続用正極端子から流れ出ることはできない、

一セットのセルが前記複数のセル端子を介して前記スイッチチップに接続され、かつ、前記複数のスイッチの第2副次セットが閉じており前記複数のスイッチのうち残余のスイッチが開いている場合、

前記一セットのセルが互いに直列に接続され、かつ、

10

20

電流は前記主要正極端子から流れ出しができるが、前記カスケード接続用正極端子から流れ出ることはできない。

一セットのセルが前記複数のセル端子を介して前記スイッチチップに接続され、かつ、前記複数のスイッチの第3副次セットが閉じており前記複数のスイッチのうち残余のスイッチが開いている場合、

前記一セットのセルのうち少なくとも2個のセルが互いに直列に接続され、かつ、

電流は前記カスケード接続用正極端子から流れ出しができるが、前記主要正極端子から流れ出ることはできない。

一セットのセルが前記複数のセル端子を介して前記スイッチチップに接続され、かつ、前記複数のスイッチの第4副次セットが閉じており前記複数のスイッチのうち残余のスイッチが開いている場合、

副次セット1つ分のセルは互いに並列に接続され、

少なくとも1個のセルが他のセルそれぞれから電気的に切断され、かつ、

電流は前記主要正極端子から流れ出しができるが、前記カスケード接続用正極端子から流れ出ることはできない。

一セットのセルが前記複数のセル端子を介して前記スイッチチップに接続され、かつ、前記複数のスイッチの第5副次セットが閉じており前記複数のスイッチのうち残余のスイッチが開いている場合、

1) 前記一セットのセルの副次セット1つ分のセルは互いに直列に接続され、かつ、

2) 前記一セットのセルに含まれるが、前記一セットのセルの副次セット1つ分のセルには含まれないセルは、前記一セットのセルに含まれる他のセル全てから電気的に切断されているように構成されているスイッチチップ。

#### 【請求項2】

さらに、送信機と、受信機とを有する通信回路を備え、

隣接するスイッチチップの制御部又は送信機から送信されたスイッチングコマンドを、前記受信機が受信するように動作可能に、前記受信機は前記隣接するスイッチチップの前記制御部又は前記送信機に通信可能に接続される、請求項1に記載のスイッチチップ。

#### 【請求項3】

さらに、前記通信回路が前記制御部又は別のスイッチチップから受信したコマンドのエラーをチェックし、かつ、エラーのあるコマンドを遮断するように構成されているコマンドデコーダを備える、請求項2に記載のスイッチチップ。

#### 【請求項4】

さらに、前記コマンドデコーダに接続されており、かつ、

前記通信回路が前記制御部から受信したコマンドを、電池モジュール内のスイッチング素子用のスイッチオン・オフコマンドに変換するように構成されている

スイッチング制御ロジックを備える、請求項3に記載のスイッチチップ。

#### 【請求項5】

さらに、前記スイッチング制御ロジックから前記オン・オフコマンドを受信するように構成されており、かつ、

受信した前記オン・オフコマンドに基づいて、正確な順序で正確な時間で1又は複数の前記スイッチを開閉するように構成されている

安全スイッチングシーケンサーを備える、請求項4に記載のスイッチチップ。

#### 【請求項6】

さらに

スレーブ入力端子と、

マスター出力端子と、

スレーブ通信モジュールブロックと、

マスター通信モジュールブロックと、

10

20

30

40

50

コマンドデコーダブロックと、  
スイッチング制御ロジックブロックと、  
安全スイッチングシーケンサーブロックと  
を備える、請求項1に記載のスイッチチップ。

## 【請求項7】

複数のパワー酸化金属半導体電界効果トランジスター(MOSFET)を備える、請求項1に記載のスイッチチップ。

## 【請求項8】

電池モジュールであって、  
複数のスイッチと、主要正極端子と、主要負極端子と、カスケード接続用正極端子と、  
カスケード接続用負極端子とを含むスイッチチップと、

(i) 正極端子と負極端子を有し、

前記正極端子は前記スイッチチップの第1セル端子に接続されており、

前記負極端子は前記スイッチチップの第2セル端子に接続されている第1セルと、

(ii) 正極端子と負極端子を有し、

前記正極端子は前記スイッチチップの第3セル端子に接続されており、

前記負極端子は前記スイッチチップの第4セル端子に接続されている第2セルとを  
含む

一セットのセルと  
を備え、

前記スイッチチップは、

(i) 前記複数のスイッチを、

(a) 前記一セットのセルは直列に接続され、

(b) 電流は、前記主要正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出ることは可能であるが、前記カスケード接続用正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出ることは不可能であり、

(c) 電流は、前記主要負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは可能であるが、前記カスケード接続用負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは不可能である

ように構成するよう、

(ii) 前記複数のスイッチを、

(a) 前記一セットのセルは直列に接続され、

(b) 電流は、前記カスケード接続用正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出すことは可能であるが、前記主要正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出すことは不可能であり、

(c) 電流は、前記カスケード接続用負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは可能であるが、前記主要負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは不可能である

ように構成するよう、

(iii) 前記複数のスイッチを、

(a) 前記一セットのセルは並列に接続され、

(b) 電流は、前記主要正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出ることは可能であるが、前記カスケード接続用正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出ることは不可能であり、

(c) 電流は、前記主要負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは可能であるが、前記カスケード接続用負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは不可能である

ように構成するよう

動作可能な、電池モジュール。

## 【請求項9】

10

20

30

40

50

前記スイッチチップは、制御部から送信されたスイッチングコマンドを受信するための通信回路をさらに備える、請求項 8 に記載の電池モジュール。

**【請求項 10】**

前記スイッチチップは、さらに、前記通信回路が前記制御部又は別のスイッチチップから受信したコマンドのエラーをチェックし、かつ、エラーのあるコマンドを遮断するように構成されているコマンドデコーダを備える、請求項 9 に記載の電池モジュール。

**【請求項 11】**

前記スイッチチップは、さらに、

前記コマンドデコーダに接続され、かつ、

前記通信回路が前記制御部から受信したコマンドを、前記電池モジュール内のスイッチング素子用のスイッチオン・オフコマンドに変換するように構成されているスイッチング制御ロジックを備える、請求項 10 に記載の電池モジュール。 10

**【請求項 12】**

前記スイッチチップは、さらに、

前記スイッチング制御ロジックから前記オン・オフコマンドを受信するように構成され、かつ、

受信した前記オン・オフコマンドに基づいて、正確な順序と正確な時間で 1 又は複数の前記スイッチを開閉するように構成されている安全スイッチングシーケンサーを備える、請求項 11 に記載の電池モジュール。

**【請求項 13】**

前記第 1 セルは小型セルであり、前記第 2 セルは小型セルである、請求項 8 に記載の電池モジュール。 20

**【請求項 14】**

前記スイッチチップは、3 個より多く 17 個より少ない単一セル電池を制御する、請求項 8 に記載の電池モジュール。

**【請求項 15】**

前記スイッチチップは、7 個より多く 13 個より少ない単一セル電池を制御する、請求項 8 に記載の電池モジュール。

**【請求項 16】**

電池パックシステムであって、

電池パックを備え、

前記電池パックは、

電池モジュールの第 1 コラムと電池モジュールの第 2 コラムとを有する電池モジュールの第 1 クラスターと、 30

電池モジュールの前記第 1 コラムを電池モジュールの前記第 2 コラムに並列に接続するための第 1 回路と、

電池モジュールの前記第 1 コラムを電池モジュールの前記第 2 コラムと直列に接続するための第 2 回路と、

電池モジュールの第 3 コラムと電池モジュールの第 4 コラムとを有する電池モジュールの第 2 クラスターと、 40

電池モジュールの前記第 3 コラムを電池モジュールの前記第 4 コラムと並列に接続するための第 3 回路と、

電池モジュールの前記第 3 コラムを電池モジュールの前記第 4 コラムと直列に接続するための第 4 回路とを備え、

前記第 1 コラムにおける前記電池モジュールの少なくとも 1 つは、

( i ) 前記電池モジュールの主要出力を前記第 1 回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチと、

( ii ) 前記電池モジュールのカスケード出力を前記第 2 回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチとを備え、

前記第 2 コラムにおける前記電池モジュールの少なくとも 1 つは、 50

( i ) 前記電池モジュールの主要出力を前記第 1 回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチと、

( i i ) 前記電池モジュールのカスケード出力を前記第 2 回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチとを備え、

前記第 3 コラムにおける前記電池モジュールの少なくとも 1 つは、

( i ) 前記電池モジュールの主要出力を前記第 3 回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチと、

( i i ) 前記電池モジュールのカスケード出力を前記第 4 回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチとを備え、

前記第 4 コラムにおける前記電池モジュールの少なくとも 1 つは、

10

( i ) 前記電池モジュールの主要出力を前記第 3 回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチと、

( i i ) 前記電池モジュールのカスケード出力を前記第 4 回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチとを備える

電池パックシステム。

#### 【請求項 17】

さらに、前記電池パックを制御するための制御部を備える、請求項 16 に記載の電池パックシステム。

#### 【請求項 18】

前記制御部は、

20

( a ) 前記電池パックを、前記電池パックが出力する電圧が V 1 である第 1 動作モードに設定するよう、および、

( b ) V 2 > V 1 とした場合、前記電池パックを、前記電池パックが出力する電圧が V 2 である第 2 動作モードに設定するよう

動作可能である、請求項 17 に記載の電池パックシステム。

#### 【請求項 19】

V 2 が ( n ) ( 3 . 6 ) V 1 以上である、ただし n は 1 以上の数である、請求項 18 に記載の電池パックシステム。

#### 【請求項 20】

前記電池モジュールのうち少なくとも 1 つは、

30

複数のスイッチと、主要正極端子と、主要負極端子と、カスケード接続用正極端子と、カスケード接続用負極端子とを含むスイッチチップと、

( i ) 正極端子と負極端子を有する第 1 セルであって、

前記正極端子は前記スイッチチップの第 1 セル端子に接続されており、

前記負極端子は前記スイッチチップの第 2 セル端子に接続されている第 1 セルと、

( i i ) 正極端子と負極端子を有する第 2 セルであって、

前記正極端子は前記スイッチチップの第 3 セル端子に接続されており、

前記負極端子は前記スイッチチップの第 4 セル端子に接続されている第 2 セルとを含む一セットのセル

とを備える、請求項 18 に記載の電池パックシステム。

40

#### 【請求項 21】

前記制御部は、

( i ) 前記電池モジュールに前記複数のスイッチを

( a ) 前記一セットのセルは直列に接続され、

( b ) 電流は、前記主要正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出ることは可能であるが、前記カスケード接続用正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出ることは不可能であり、

( c ) 電流は、前記主要負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは可能であるが、前記カスケード接続用負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは不可能である

50

よう、構成させるように、

( i i ) 前記電池モジュールに前記複数のスイッチを

( a ) 前記一セットのセルは直列に接続され、

( b ) 電流は、前記カスケード接続用正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出すことは可能であるが、前記主要正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出すことは不可能であり、

( c ) 電流は、前記カスケード接続用負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは可能であるが、前記主要負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは不可能である

よう、構成させるように、

10

( i i i ) 前記電池モジュールに前記複数のスイッチを

( a ) 前記一セットのセルは並列に接続され、

( b ) 電流は、前記主要正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出ることは可能であるが、前記カスケード接続用正極端子を介して前記スイッチチップから流れ出ることは不可能であり、

( c ) 電流は、前記主要負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは可能であるが、前記カスケード接続用負極端子を介して前記スイッチチップに流れ込むことは不可能である

よう、構成させるように

動作可能である、請求項 20 に記載の電池パックシステム。

20

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本開示は、電池パックシステムの分野に関する。一部の実施形態においては、電気自動車( EV )用電池パックシステム及び電気自動車用パワートレインシステムに関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

電気自動車用電池パックは、通常、幾つかの電池モジュールを備え、各電池モジュールは、硬質の容器に収められた幾つかの電池( 例 : 幾つかの単一セル電池 )を備える。この電池パックの仕様は自動車製造メーカーによって定められ、これにはエンジンの極端な要求と求められた環境条件が考慮される。このため、仕様においては通常、余分な電池モジュール及び / 又は製造時の欠陥や時間の経過に伴って劣化する電池を補うためにセルに追加する電解質などの余分な物質が必要となる。また、電気自動車用電池パックでは電流と電圧の出力は固定されている。

30

##### 【発明の概要】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0003】

電気エンジンは、高速度を実現する高トルク・高電圧を生み出すために大電流を必要とするので、自動車が高加速状態から高速走行状態に移るにつれて、エンジンの電池パックへの要求は時間の経過に伴って変化する。

40

##### 【課題を解決するための手段】

##### 【0004】

本明細書では、改良された電池パックシステムについて記載する。一の態様においては、改良された電池パックシステムは、制御部に繋がれたスイッチンググリッドを備える電池パックを有する。一部の実施形態においては、スイッチンググリッドは、複数の電池モジュールと、電池モジュール及び / 又は電池パック内の複数の電池( 例 : 複数のセル )の構成を制御部に変更可能とする配線構造とを有する。スイッチンググリッドは、エンジンのその時点での要求に適合するように電池パックの出力を変更するために使用される。改良された電池パックは、電池の履歴情報や製造メーカーの推奨事項だけでなく、電池パック内の各電池で同時に起きている状態や環境条件を考慮するように構成してもよい

50

。

### 【0005】

特定の一態様においては、一セットのセルを相互に接続する際に使用するスイッチチップを提供する。一部の実施形態においては、スイッチチップは、主要負極端子と、カスケード接続用負極端子と、主要正極端子と、カスケード接続用正極端子と、複数のセル端子と、複数のスイッチとを有する。

### 【0006】

スイッチチップは以下のように構成してもよい。(a)一セットのセルが複数のセル端子を介してスイッチチップに接続され、かつ、複数のスイッチの第1副次セットが閉じており複数のスイッチのうち残余のスイッチが開いている場合、一セットのセルが互いに並列に接続され、かつ、電流は主要正極端子から流れ出しができるが、カスケード接続用正極端子から流れ出ることはできない、(b)一セットのセルが複数のセル端子を介してスイッチチップに接続され、かつ、複数のスイッチの第2副次セットが閉じており複数のスイッチのうち残余のスイッチが開いている場合、一セットのセルが互いに直列に接続され、かつ、電流は主要正極端子から流れ出しができるが、カスケード接続用正極端子から流れ出ることはできない、(c)一セットのセルが複数のセル端子を介してスイッチチップに接続され、かつ、複数のスイッチの第3副次セットが閉じており複数のスイッチのうち残余のスイッチが開いている場合、一セットのセルのうち少なくとも2個のセルが互いに直列に接続され、かつ、電流はカスケード接続用正極端子から流れ出しができるが、主要正極端子から流れ出ることはできない、(d)一セットのセルが複数のセル端子を介してスイッチチップに接続され、かつ、複数のスイッチの第4副次セットが閉じており複数のスイッチのうち残余のスイッチが開いている場合、副次セット1つ分のセルは互いに並列に接続され、少なくとも1個のセルが他のセルそれぞれから電気的に切斷され、かつ、電流は主要正極端子から流れ出しができるが、カスケード接続用正極端子から流れ出ることはできない、(e)一セットのセルが複数のセル端子を介してスイッチチップに接続され、かつ、複数のスイッチの第5副次セットが閉じており複数のスイッチのうち残余のスイッチが開いている場合、副次セット1つ分のセルは互いに直列に接続され、かつ、副次セット1つ分のセルのうち少なくとも1個のセルは副次セット1つ分のセルの他のセルそれぞれから電気的に切斷されている。

### 【0007】

一部の実施形態においては、スイッチチップは、送信機と、受信機とを有する通信回路をさらに備える。隣接するスイッチチップの制御部又は送信機から送信されたスイッチングコマンドを、受信機が受信するように動作可能に、受信機は隣接するスイッチチップの制御部又は送信機に通信可能に接続される。

### 【0008】

一部の実施形態においては、スイッチは、さらに、通信回路が制御部又は別のスイッチチップから受信したコマンドのエラーをチェックし、かつ、エラーのあるコマンドを遮断するように構成されているコマンドデコーダを備える。

### 【0009】

一部の実施形態においては、スイッチは、さらに、コマンドデコーダに接続されており、かつ、通信回路が制御部から受信したコマンドを、電池モジュール内のスイッチング素子用のスイッチオン・オフコマンドに変換するように構成されているスイッチング制御ロジックを備える。

### 【0010】

一部の実施形態においては、スイッチは、さらに、スイッチング制御ロジックからオン・オフコマンドを受信するように構成されており、かつ、受信したオン・オフコマンドに基づいて、正確な順序で正確な時間で1又は複数のスイッチを開閉するように構成されている安全スイッチングシーケンサーを備える。

### 【0011】

一部の実施形態においては、スイッチは、さらにスレーブ入力端子と、マスター出力端

10

20

30

40

50

子と、スレーブ通信モジュールブロックと、マスター通信モジュールブロックと、コマンドデコーダブロックと、スイッチング制御ロジックブロックと、安全スイッチングシーケンサブロックとを備える。

#### 【0012】

一部の実施形態においては、複数のスイッチは、複数のパワー酸化金属半導体電界効果トランジスター（MOSFET）を備える。

#### 【0013】

別の様においては、電池モジュールを提供する。一部の実施形態においては、電池モジュールは、複数のスイッチと、主要正極端子と、主要負極端子と、カスケード接続用正極端子と、カスケード接続用負極端子とを含むスイッチチップと、（i）正極端子と負極端子を有し、正極端子はスイッチチップの第1セル端子に接続されており、負極端子はスイッチチップの第2セル端子に接続されている第1セルと、（ii）正極端子と負極端子を有し、正極端子はスイッチチップの第3セル端子に接続されており、負極端子はスイッチチップの第4セル端子に接続されている第2セルとを含む一セットのセルとを備え、スイッチチップは、（i）複数のスイッチを、（a）一セットのセルは直列に接続され、（b）電流は、主要正極端子を介してスイッチチップから流れ出ることは可能であるが、カスケード接続用正極端子を介してスイッチチップから流れ出ることは不可能であり、（c）電流は、主要負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは可能であるが、カスケード接続用負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは不可能であるように構成するよう、（ii）複数のスイッチを、（a）一セットのセルは直列に接続され、（b）電流は、カスケード接続用正極端子を介してスイッチチップから流れ出すことは可能であるが、主要正極端子を介してスイッチチップから流れ出することは不可能であり、（c）電流は、カスケード接続用負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは可能であるが、主要負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは不可能であるように構成するよう、（iii）複数のスイッチを、（a）一セットのセルは並列に接続され、（b）電流は、主要正極端子を介してスイッチチップから流れ出ることは可能であるが、カスケード接続用正極端子を介してスイッチチップから流れ出ることは不可能であり、（c）電流は、主要負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは可能であるが、カスケード接続用負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは不可能であるように構成するよう、（iv）動作可能である。

10

20

30

#### 【0014】

一部の実施形態においては、スイッチチップは、制御部から送信されたスイッチングコマンドを受信するための通信回路をさらに備える。一部の実施形態においては、スイッチチップは、コマンドデコーダであって、通信回路が制御部又は別のスイッチチップから受信したコマンドのエラーをチェックし、かつ、エラーのあるコマンドを遮断するように構成されたコマンドデコーダをさらに備える。一部の実施形態においては、スイッチチップは、スイッチング制御ロジックを備える。スイッチング制御ロジックはコマンドデコーダに接続されており、かつ、スイッチング制御ロジックは、通信回路が制御部から受信したコマンドを、電池モジュール内のスイッチング素子用のスイッチオン・オフコマンドに変換するように構成されている。一部の実施形態においては、スイッチチップは、さらに安全スイッチングシーケンサーを備え、安全スイッチングシーケンサーは、スイッチング制御ロジックからオン・オフコマンドを受信するように構成されており、かつ、受信したオン・オフコマンドに基づいて、正確な順序で正確な時間で1又は複数のスイッチを開閉するように構成されている。

40

#### 【0015】

一部の実施形態においては、第1セルは小型セルであり、第2セルは小型セルである。一部の実施形態においては、スイッチチップは、3個より多く17個より少ない単一セル電池を制御する。一部の実施形態においては、スイッチチップは、7個より多く13個より少ない単一セル電池を制御する。

#### 【0016】

50

別の態様においては、電池パックシステムを提供する。一部の実施形態においては、電池パックシステムは電池パックを備える。電池パックは、電池モジュールの第1コラムと電池モジュールの第2コラムとを有する電池モジュールの第1クラスターと、電池モジュールの第1コラムを電池モジュールの第2コラムに並列に接続するための第1回路と、電池モジュールの第1コラムを電池モジュールの第2コラムと直列に接続するための第2回路と、電池モジュールの第3コラムと電池モジュールの第4コラムとを有する電池モジュールの第2クラスターと、電池モジュールの第3コラムを電池モジュールの第4コラムと並列に接続するための第3回路と、電池モジュールの第3コラムを電池モジュールの第4コラムと直列に接続するための第4回路とを備える。このとき、第1コラムにおける電池モジュールの少なくとも1つは、(i)電池モジュールの主要出力を第1回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチと、(ii)電池モジュールのカスケード出力を第2回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチとを備え、第2コラムにおける電池モジュールの少なくとも1つは、(i)電池モジュールの主要出力を第1回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチと、(ii)電池モジュールのカスケード出力を第2回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチとを備え、第3コラムにおける電池モジュールの少なくとも1つは、(i)電池モジュールの主要出力を第3回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチと、(ii)電池モジュールのカスケード出力を第4回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチとを備え、第4コラムにおける電池モジュールの少なくとも1つは、(i)電池モジュールの主要出力を第3回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチと、(ii)電池モジュールのカスケード出力を第4回路に接続、または、同回路から切り離すためのスイッチとを備える。

#### 【0017】

一部の実施形態においては、電池パックシステムは、電池パックを制御するための制御部をさらに備える。制御部は、(a)電池パックを、電池パックが outputする電圧がV1である第1動作モードに設定するように、および、(b)V2 > V1とした場合、電池パックを、電池パックが outputする電圧がV2である第2動作モードに設定するように動作可能である。V2がn(3.6)V1以上である、ただしnは1以上の数である。一部の実施形態においては、電池モジュールのうち少なくとも1つは、複数のスイッチと、主要正極端子と、主要負極端子と、カスケード接続用正極端子と、カスケード接続用負極端子とを含むスイッチチップと、(i)正極端子と負極端子を有する第1セルであって、正極端子はスイッチチップの第1セル端子に接続されており、負極端子はスイッチチップの第2セル端子に接続されている第1セルと、(ii)正極端子と負極端子を有する第2セルであって、正極端子はスイッチチップの第3セル端子に接続されており、負極端子はスイッチチップの第4セル端子に接続されている第2セルとを含む一セットのセルとを備える。

#### 【0018】

一部の実施形態においては、制御部は、(i)電池モジュールに複数のスイッチを(a)一セットのセルは直列に接続され、(b)電流は、主要正極端子を介してスイッチチップから流れ出ることは可能であるが、カスケード接続用正極端子を介してスイッチチップから流れ出ることは不可能であり、(c)電流は、主要負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは可能であるが、カスケード接続用負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは不可能であるよう、構成させるように、(ii)電池モジュールに複数のスイッチを(a)一セットのセルは直列に接続され、(b)電流は、カスケード接続用正極端子を介してスイッチチップから流れ出すことは不可能であり、(c)電流は、カスケード接続用負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは可能であるが、主要負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは不可能であるよう、構成させるように、(iii)電池モジュールに複数のスイッチを(a)一セットのセルは並列に接続され、(b)電流は、主要正極端子を介してスイッチチップから流れ出ることは可能であるが、カスケード接続用正極

10

20

30

40

50

端子を介してスイッチチップから流れ出ることは不可能であり、(c)電流は、主要負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは可能であるが、カスケード接続用負極端子を介してスイッチチップに流れ込むことは不可能であるよう、構成させるように動作可能である。

#### 【0019】

他の特徴については、以下に記載する。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0020】

【図1】図1は、一部の実施形態に係る電池パックシステムの一例を示す。

【図2】図2は、電池パックシステムのもう一つの一例を示しており、電子モータを有する乗物で利用される電池パックシステムを示す。 10

【図3】図3は、一部の実施形態に係る電池パックの一例を示す。

【図4】図4は、一部の実施形態に係る電池モジュールの一例を示す。

【図5】図5は、一部の実施形態に係る電池モジュールの一例を示す。

【図6】図6は、一部の実施形態に係る電池モジュールの一例を示す。

【図7】図7は、一部の実施形態に係る電池モジュールの一例を示す。

【図8】図8は、一部の実施形態に係る電池モジュールの一例を示す。

【図9】図9は、一部の実施形態に係る電池パックの別の例を示す。

【図10】図10は、一部の実施形態に係る、特殊な専用チップに基づく電池モジュールの別の例を示す。 20

【図11】図11は、一部の実施形態に係る主要制御部の機能プロック図である。

【図12】図12は、一部の実施形態に係る電池パックシステムが使用される可能性のある環境を示す。

【図13】図13は、別の実施形態に係る電池モジュールを示す。

【図14】図14は、さらに別の実施形態に係る電池モジュールを示す。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0021】

従来、電池パックシステムには適度な数の電池と幾つかの制御部が備えられている。これらの制御部はそれぞれ、主に安全上の理由から、前述の電池のうちの一群の電池を監視する(例:前述の電池のうち10個)。このような制御部は、前述の電池の一群における各電池の電圧、温度、電流を検知する。また、電池パックが通常動作中に、過充電された電池を放電することにより各電池の充電量を揃える。緊急時(例:特定のセルの温度又は電圧が予め定められた値に達した場合)には、制御部は、統括制御部に信号を送信し、主電源スイッチをオフにして電気エンジンから電池パックを切断する。このようなメカニズムは安全上適しているが、電池パックが必要としているその他のパラメータには当てはまらない。 30

#### 【0022】

業界においては、セルの公称電圧が、セルを製造するために使用される化学物質の各種電気化学的パラメータであるセルの化学的性質によって決まるることはよく知られている。しかし、使用時においては、セル端子の実際の電圧は、時間の経過とともに変化し、かつ、セルの内部インピーダンスに影響を与える様々なパラメータに依存する。このパラメータとしては、負荷電流の実際値が挙げられ、ほか周囲温度、セルの充電状態、セルの使用期間がある。 40

#### 【0023】

電気自動車用電池パックの場合は、リチウムイオンが最も普及しており、各セルの公称電圧値は3.6Vである。電気エンジンは、列車や潜水艦のような多くの運搬用乗物で一般に利用されている。これらのエンジンは、非常に高効率で、エンジンに供給される電圧及び電流に応じて段階的な出力が得られる。電圧及び電流は数百の単位の範囲にあり、電圧によりモータの回転速度が影響される一方、電流によりトルクが決まる。モータの出力の馬力は、トルクと回転速度の積に正比例する。 50

## 【0024】

数百ボルトの範囲に到達するためには、数十個のセルを直列に接続し、そして鎖状にしたもの数十個を並列に接続し、ピーク電流の供給に対応する。セルは比較的大容量を持つように製造されているので、特定のセルが動作不良を起こした場合、電池パック全体の性能に与える影響は重大である。さらに、電池パックの構成は定まっていてかつ予め定義されているので、この動作不良セルが電池の出力性能に悪影響を与える場合であっても、このセルを該電池パックの構成から電気的に取り除くことができない。

## 【0025】

電池のパラメータは、時間の経過とともに、および、環境条件及び使用条件に関連して変化するという事実にさらなる条件を加える。また、その構造は製造工程において予め定義されており定まっているので、最適ではないが固定された構成で接続されているセルに追加物質を補う必要がある。実際に、このことが原因で、電気自動車用電池製造メーカーは前述の問題に対処するために、電池パック設計・製造において60%を超える容量を割り当てるうことになる。10

## 【0026】

ここでは図1を参照する。図1は、従来型の電池パックシステムが有する不備の少なくとも一部に対処した、一部の実施形態に係る電池パックシステム100を示す図である。

## 【0027】

図1に示すように、電池パックシステム100は電池パック104を有し、この電池パック104は(i)幾つかの電池101(例:幾つかの単一セル電池、以下「セル」と呼ぶ)と、(ii)前述のセル101を種々異なるモードで接続可能にする電池スイッティンググリッド102(周知の「3D Battery Switching Grid(商標)」302)とを有する。一部の実施形態においては、3D Battery Switching Gridは複数の安価なチップ(周知の「スイッチチップ」)を有し、このチップはそれぞれ、電池パックのセルの特定の副次セットを構成する役割を担っている。また、このチップはそれぞれ、セルの特定の副次セットに接続された1セットのスイッチと、これらスイッチを制御する回路ロジックを備えている。電池パックシステム100は、さらに主要制御部106(周知のEV Processor(商標))を備えてよい。この主要制御部は、各セルの特定のパラメータ(例:充電状態、電圧、電流、温度、圧力等)を検知することによってこれらセルの状態を監視し、かつ、その時点でのエンジンの要求と検知したパラメータに少なくとも部分的にはに基づいてスイッティンググリッドを制御する。さらに、該制御部について、セルの使用歴、製造メーカーが有するモータ挙動図表、運転者の運転歴や好みを考慮してもよい。そうすれば、電池パックシステム100ではセルの出力をより効率よく利用可能となり、安全性が向上する。さらに、それ異なるモータに対して、かつ、そのモータからのその時点での要求に対して、運転者の挙動や指示及び運転環境に基づいて最適な動力源を提供する。一部の実施形態においては、EV Processorは、電池パック104内に組み込まれている。2030

## 【0028】

一部の実施形態においては、図1に示すように、電池パックシステム100は幾つかのセルを備えている。これらのセルはそれぞれ個別に監視されており、かつ、自動車のエンジンで使用されている間や充電中において、様々なモード(例:並列、直列、その他の構造)で互いに電気的に接続することができる。セルを互いに電気的に接続する前述の方法については、自動車からの実際の要求に最適化するように、前述のEV Processorによって定期的に変化させてもよい(例:高トルクが必要な場合、電流が最大量となるように電池システムを構成できる)。セルそれぞれの具体的な構成は、環境条件を始め、その時点での当該セルの状態、使用歴、その時点でセルが行っている作業により決まる。40

## 【0029】

例えば、電池パックシステム100を低温条件において動作させなければならない場合、より多くのセルを直列に接続させ、各セルが寄与する電圧の劣化の埋め合わせをするようにできる。この方法は、時間的な劣化の埋め合わせの場合にも適用可能である。別の例50

として、あるセルが動作不良を起こしている場合に、この動作不良セルを電池パックの構成から電気的に取り除いてもよく、この場合はその動作不良による悪影響は防止される。

#### 【0030】

一部の実施形態においては、セルは比較的小型なものでもよく（例えば、20 A hに対して2 A hのようにセルが比較的小容量であってもよい）、このようなセルは小型セルと呼ぶことがある。小型セルを使用すると、適切な細かさで管理作業を行うことができる。電池製造メーカーは、より一層適切な態様に電池を設計することができ、かつ、時間が経過した時点でより大容量・高性能な状態を、同一重量及び体積で実現できる。小型セルを利用することの利点としては、より小さいことにより、小型セルはより使用可能なサイクル数を増やすことができ、かつ、小型セルからの放熱性を改善できる。

10

#### 【0031】

電気自動車用電池パックは、自動車の空間と重量の大部分を占める非常に大きな物体である。電池パックの設計に関しては、エネルギー容量と、空間占有率と、重量の間でトレードオフがなされる。つまり、エネルギー容量を増やすためには電池パックを大きくする必要があるが、高価な材料を使用するとコストが嵩み、車内のスペースも犠牲になり、また、車両の重量も増える。従来型の電池パックは、使用する電気エンジンで必要な最大電圧及び電流と、電池寿命を確保するために必要であり、かつ、充電されるまでの間に必要なエネルギー容量を提供できるように設計されている。

#### 【0032】

今日ある電気自動車用電池パックのほとんどはリチウムイオン電池のセルを利用したもののであるので、セルを過熱及び過充電について監視する必要があり、さもなければセルが爆発する可能性がある。4.2 v又は製造メーカーが定めた指定温度に達すると、電池セルは危険と見なされ、これにより主電池スイッチが閉じて自動車は直ちに停止する。自動車においてリチウムイオンの利用を可能にするには、このような動作モードは不可欠である。

20

#### 【0033】

従来型の電池パックの設計を改良するには、単一の安価なチップを複数実際に含んでいるスイッチンググリッド（周知の3D Battery Switching Grid）を追加する。前述の安価なチップにより、制御部106は電池パック内の各セルを個別に管理することができる。ここで図2を参照する。図2は、3Dスイッチンググリッドの概念を示す。図2に示すように、電池パック104は、セル101の集合だけではなく、スイッチ202の集合も持つ。図2の実施形態にさらに示すように、セル101一つ一つに対し少なくとも2個のスイッチがついている。図示の例においては、スイッチ202a及びスイッチ202bは、（1）セル101aを他のセルと直列に接続するため、又は、（2）セル101aを他のセル全てから電気的に切断するために使用されている。このように、電池パック104内の各セルを、当該電池パックに電気的に含んだり、電気的に当該電池パックから取り除いたりすることができる。

30

#### 【0034】

スイッチンググリッドによれば、より高い電圧又はより大きなピーク電流を供給する構造、又は、セル順序を変えられる構造を取ることが可能となる。また、スイッチンググリッドによれば、セルを充電する順序を変えることが可能となり、使用状況が異なる場合においても一部又は全てのセルを使用することが可能になり、これにより電池の経年劣化を最適化する。また、スイッチンググリッドによれば、全ての電池のスイッチを切って自動車を停止させなくても、問題が発生した状況の早期の段階で電池パック104から動作不良セルを一時的又は永久に電気的に取り除くことができるので、より安全な方法で使用することができる。

40

#### 【0035】

ここでは図3を参照する。図3には、一部の実施形態に係る電池パック104の構造例を示す。図3に示すように、例示した電池パック104は、電池モジュール301のクラスターを2個有する。第1クラスター（クラスター1）は、M個の電池モジュールの組（

50

又は「コラム」) 2 個(コラム 1 a 及びコラム 1 b)と、コラム 1 a とコラム 1 b を直列に接続するために使用されるカスケード接続線 5 8 5 からなる。同様に、第 2 クラスター(クラスター 2)は、M 個の電池モジュールの組(又は「コラム」)2 個(コラム 2 a 及びコラム 2 b)と、コラム 2 a とコラム 2 b を直列に接続するために使用されるカスケード接続線からなる。図 3 に記載の例においては、M = 3 である。一部の実施形態においては、電池モジュール 3 0 1 は、一セットのセル(例:セル 4 個、セル 8 個、又は、その他の個数のセル)と、スイッチンググリッド 1 0 2 となる部品(例:一セットのスイッチを有する前述のスイッチチップの一つ)とを有する。

#### 【0036】

電池モジュール 3 0 1 a 及び 3 0 1 b 内にスイッチをどのように構成するかにより、コラム 1 a をコラム 1 b と並列にするか、直列にするかが決まる。同様に、電池モジュール 3 0 1 c 及び 3 0 1 d 内にスイッチをどのように構成するかにより、コラム 2 a をコラム 2 b と並列にするか直列にするかが決まる。このように、クラスターそれぞれについて、当該クラスター内のコラムは並列に接続されてもよく、また、直列に接続されてもよい。しかしながら、例示した実施形態では、クラスター 1 のコラムはいずれも、クラスター 2 のコラムに直列に接続することはできない。このため、電池パック 1 0 4 では、少なくとも 2 つの動作モードをとることができる。一方は、各クラスターのコラムを並列に接続するものであり、もう一方は、各クラスターのコラムを直列に接続するものである。ただし、ある一つのクラスターの全てのコラムが直列又は並列に接続される必要はない。例えば、4 個のコラムを有するクラスターの場合は、以下のように構成してもよい。コラム 1 とコラム 2 が直列に並ぶことにより第 1 メタコラムを形成し、コラム 3 とコラム 4 が直列に並ぶことにより第 2 メタコラムを形成し、該第 1 メタコラムが該第 2 メタコラムと並列に並ぶ。電池モジュールのセルが直列又は並列のいずれで接続されるかに応じて該電池モジュール 3 0 1 の出力する電圧が V a ボルト又は V b ボルトとなるように各電池モジュール 3 0 1 を構成することができるので、後述するように、動作モードをさらに追加してもよい。各電池モジュールの出力する電圧が V i ボルト(例: V a 又は V b)であり、かつ、各クラスターの全てのコラムが並列に接続されている場合、電池パック 1 0 4 の出力する電圧は M × V i ボルトとなる。しかしながら、各電池モジュールの出力する電圧が V i ボルトであり、かつ、各クラスター内のコラムが直列に接続されている場合、電池パック 1 0 4 の出力する電圧は B × M × V a ボルトとなる。ここで B はクラスター内のコラムの個数である。本明細書に記載のとおり、主要制御部は、例えば、エンジンからの要求や環境に関するデータに基づいて電池パック 1 0 4 を構成してもよい。よって、エンジンが高電圧を必要とする場合は、主要制御部が 1 又は複数のコマンドを電池パックに送信してもよい。この 1 又は複数のコマンドは、電池パックにおいて各クラスター内のコラムを直列に接続させるか、各電池モジュール内のセルを直列に接続させるか、又は、その両方を行う。同様に、エンジンが大きなピーク電流を必要とする場合は、主要制御部が 1 又は複数のコマンドを電池パックに送信してもよい。この 1 又は複数のコマンドは、電池パックにおいて各クラスター内のコラムを並列に接続させるか、各電池モジュール内のセルを並列に接続させるか、又は、その両方を行う。

#### 【0037】

上記の構造においては、コラム内の 1 つ又は幾つかの電池モジュールが動作不良を起こした場合、これらの電池モジュールの電池パック全体に対する影響は、電池モジュール内のスイッチを用いて当該電池モジュールを一時的又は永久に迂回することにより削減できる。さらに上記の構造は別の利点があり、製造メーカーが設計したエネルギー容量の冗長性を、電池パック内に適切に拡張することができ、かつ、エンジンの任意の時点における実際の要求に応じて電流や電圧を増大させることに利用できる。

#### 【0038】

ここでは図 4 ~ 8 を参照する。図 4 ~ 8 は、電池モジュール 3 0 1 の一例を示し、この電池モジュール 3 0 1 は 4 個の電池 c 1、c 2、c 3、c 4(例: 4 個の小型セル)と、一セットのスイッチ(s 0 ~ s 1 4)と、主要正極端子 4 0 2 と、主要負極端子 4 0 4 と

10

20

30

40

50

、カスケード接続用正極端子 582 と、カスケード接続用負極端子 581 とを有する。簡明にするために、電池 c1 ~ c4 は単セル装置に限定されないと理解の元に、当該電池 c1 ~ c4 をセルと呼ぶものとする。

#### 【0039】

スイッチ s1 ~ s4、s6 ~ s8、s10 ~ s13 はセル c1 ~ c4 を相互に接続するために使用され、一方、スイッチ s0、s5、s9、s14 はクラスターのコラムをカスケード接続するために使用される。すなわち、スイッチ s0、s5、s9、s14 により、電池モジュールを、同一クラスターの隣接コラム内にある別の電池モジュールに直列に接続することができる。例えば、端子 581 と 582 はそれぞれ、別々のカスケード接続線に接続されている。カスケード接続線の他端は、隣接するコラムにある電池モジュールの、対応するカスケード接続用端子に接続される。例えば、図 3 に示すように、電池モジュール 301a の端子 581 はカスケード接続線 585 に接続され、このカスケード接続線の他端は電池モジュール 301b の端子 582 に接続される。コラム 1a をコラム 1b に直列に接続するには、(A) 電池モジュール 301aにおいては、スイッチ s4 ~ s8 を閉じてそれ以外のスイッチを開くように構成し、かつ、(B) 電池モジュール 301bにおいては、スイッチ s6 ~ s10 を閉じてそれ以外のスイッチを開くように構成する。

10

#### 【0040】

図 4 ~ 8 に示すように、本発明の様々な実施形態に係る電池モジュール（その各部分は単一のチップ上に形成されてもよい）においては、C 個のセルをオンオフすることができ、これら C 個のセルは、直列又は並列に接続されたり、グリッドから取り除いたりすることができます。例えば、電池モジュールにおいては、C 個のセルを電気的に並列又は直列に接続することができる。別の例としては、C 個のセルそれぞれについて、電池モジュールは、当該セルを電池モジュール内の他の全てのセルから電気的に切り離すことができる。このように、電池モジュールは、電池パック内の C 個のセルを管轄する。

20

#### 【0041】

このように、電池モジュール内の 1 つ又は幾つかのセルが動作不良を起こした場合、これらのセルの電池パック全体に対する影響は、電池モジュール内のスイッチを用いて当該セルを一時的又は永久に迂回することにより削減することができる。さらに上記の構造は別の利点があり、製造メーカーが設計したエネルギー容量の冗長性を、電池パック内に適切に拡張することができ、かつ、エンジンの任意の時点における実際の要求に応じて電流や電圧を増大させることに利用できる。

30

#### 【0042】

上に述べたように、電池モジュール 301 の素子は、集積回路又は「マイクロチップ」（省略して「チップ」と呼ぶ）としてこれを実装してもよい。すなわち、一部の実施形態においては、電池モジュール 301 は、チップと、このチップに接続された一セットのセルを有する。該チップは、一セットのセルを構成する役割を担う。例えば、該チップはセルを互いに直列又は並列に接続する役割を担う。チップは、デジタル素子、アナログ素子、及び、通信素子を備えてよい。また、承認を受けていない設計者が電池モジュールを利用するなどを防ぎ、かつ、起こりうる制御エラーを自動車として要求されるレベルまで減らすノイズ耐性通信モジュールがあるが、チップはこのような通信モジュールを利用してもよい。一部の実施形態においては、チップのスイッチング素子に POWER FET 技術を利用して、オン抵抗を非常に小さくすることが可能となり、エネルギー効率上必要とされている、自己電力消費を低く抑えることが可能となる。チップは、安全スイッチングシーケンサーを備えてよい。この安全スイッチングシーケンサーは、セル一つ一つの正確なスイッチング順序及び正確なスイッチング時間を管理して危険な状況を防ぐものである。一部の実施形態においては、チップは、小型の CPU とソフトウェアコードとを有してもよい。この小型の CPU 及びソフトウェアコードは、制御部から受信したコマンドに応答して動作するだけでなく、決まった作業については制御部のように動作することもできる。また、特定の局所的な状況に応答して特定の動作を自動的に行うこと、例えば、チップが動作不良を検知したあるセル又は幾つかのセルを直ちに切り離すことなどができる。

40

50

る。

#### 【0043】

前述のスイッチング素子は、電池を使用する用途に応じたスイッチング時間に対応する必要がある。電気自動車の場合は、必要なスイッチング時間は比較的遅く、スイッチング素子、例えば前述のパワーMOSFETを必要とすることはあまりない。

#### 【0044】

スイッチング素子を電池モジュール内に配する配列により、電池スイッチンググリッドを構築する際の柔軟性のレベルが決まる。経済的解決法となる設計を可能にするには、電池モジュール1個あたりのスイッチング素子の個数をできる限り少なくすることが望ましい。さらに、スイッチング素子のそれぞれが $1 \times I$ の電流のみに耐える必要があり、スイッチング素子を比較的小型にできることが望ましい。幾つかのセルから電流を集める接続は電池モジュールのチップ外で行うものとし、これにはチップの端子の幾つかを利用する。

10

#### 【0045】

図5は、電池モジュール内のセルが全て互いに並列に接続されるように構成された電池モジュールを示している。すなわち、c1はc2と並列であり、c2はc3と並列であり、c3はc4と並列である。この構成は、スイッチs1～s4、s10～s13を閉じ、かつ、残りのスイッチを開いたままにすることにより実現する。図6は、セルc1を前述の並列回路から取り除くように構成された電池モジュールを示している。この構成は、スイッチs2～s4、s11～s13を閉じ、かつ、残りのスイッチを開いたままにすることにより実現する。

20

#### 【0046】

図7は、電池モジュール内のセルが全て直列に接続されるように構成された電池モジュールを示している。すなわち、c1はc2に直列であり、c2はc3に直列であり、c3はc4に直列である。この構成は、スイッチs4、s6～s8、s10を閉じ、かつ、残りのスイッチを開いたままにすることにより実現する。この構成においては、電流（例：従来型の電流）は主要正極端子402から流れ出ることができ、主要負極端子404に流れ込むことができる。カスケード接続が必要な場合は、スイッチs5とs9を閉じ、かつ、スイッチs4とs10を開く。このカスケード接続構成においては、電流は、カスケード接続用正極端子582から入って、セルc1～c4を通り、カスケード接続用負極端子581に流れ出すことができる。図8は、セルc1を前述の直列回路から取り除くように構成された電池モジュールを示している。この構成は、スイッチs4、s7、s8、s11を閉じ、かつ、残りのスイッチを開いたままにすることにより実現する。

30

#### 【0047】

図6及び図8に記載されるように、前述のスイッチは、問題のあるセルを該電池モジュールから完全に取り除きつつも残りのセルのほとんどを利用できるような態様で接続されている。これらのスイッチ（例：パワーFET）については、スイッチオフ時のインピーダンスが非常に高く、主スイッチ1210（図2又は図12参照）を作動させて自動車を停止させなくても安全に動作不良セルを取り除けることが好ましい。

40

#### 【0048】

電気エンジンは、高速度を実現する高トルク・高電圧を生み出すために大電流を必要とするので、大電流を必要とする自動車の発進時から、該エンジンが高電圧を必要とする自動車がスピードを上げなければならない状態に亘って、電池からの要求は変化している。必要とされる電圧の通常の範囲は48～800ボルトであり、電流は数アンペア～300アンペアの範囲で変化する。この構成では1:Cの動的な出力領域が可能である。ここでは、Cは各電池モジュールが扱うセルの個数を指し、基本となる電流のC倍か、基本となる電圧のC倍か、その間のいずれかの値で運転可能であることを意味する。

#### 【0049】

上に述べたように、図4に示す電池モジュール301の例では、電池モジュールは4個のセル（c1～c4）を管轄しており、該電池モジュールがこれらのセルを並列又は直列

50

に接続可能な態様で、スイッチは接続されている。さらに、上に述べたように、残りのスイッチは、より高い電池電圧に対応する構造において、コラムのカスケード接続を可能にする。この構造の利点は、スイッチの個数を相対的に少なくし単純な経路構造を維持しながらも、非常に柔軟性が高い。この構成は特徴的であるが、その理由は、各支線から電流を集めることを電池モジュール外部の配線において行っているからである。これは、各パワーFETが $1 \times I$ だけの電流を流せるように設計することを可能にし、チップの面積をできる限り小型化し、価格も最も抑制できている。

#### 【0050】

ここでは図13を参照する。図13は、別の実施形態に係る電池モジュール301の構成を示す。この例では、簡潔にするために3個のセルが示されている。本実施形態においては、セルc1～c4の相互接続に、スイッチs1～s8とs10～s12が使われてあり、クラスター内のコラムのカスケード接続に、スイッチs9とs13が使われている。本実施形態においては、電池モジュールは直列配置となっているときに、セルそれぞれを個別に残りのセルから切り離すことができる。例えば、これらのセルが直列に接続されており、かつ、セルc2が不良であることが確認された場合、スイッチs8を開きスイッチs11を閉じることにより、c2を切り離すことができる。

10

#### 【0051】

ここでは図14a～図14cを参照する。これらの図は、図3の実施形態と類似の電池モジュール301の実施形態を示している。一つの相違点は、中央のセルがないことと、使用しているセルの電流容量が図3の実施形態で使用しているセルよりも大きいことである。この実施形態では、図3の電池モジュールで使用しているものと同じチップが他の構成を実現するのに再利用可能なことを示している。

20

#### 【0052】

ここでは図3を再び参照する。図3はクラスターを2個だけ有する電池パックの一例を示すが、他の実施形態に従う電池パックはより多くのクラスターを有してもよい。同様に、図3は、クラスター1個当たりコラムは2個のみであり、コラム1個当たり電池モジュール301の個数が3個の電池パックの一例を示すが、他の実施形態では他の構成であってもよい。

#### 【0053】

例えば、図9は電池パック104の実施形態である。この電池パック104は、電池モジュールのクラスターをN個有し、各クラスターは電池モジュールのコラムをB個有し、各コラムは電池モジュールをM個有しており、合計で $N \times B \times M$ 個の電池モジュールを有する。電池パックはそれぞれ、C、M、B、Nの異なるパラメータにより設計可能であり、これにより特定の自動車又は生産ラインの要求に最適化させる。ある配置では、クラスター同士は互いに並列に接続されている。各クラスターにおいては、クラスター内のコラムを、並列又は直列に接続してもよい。また、各コラムにおいては、コラム内の電池モジュールを直列に接続することができる。

30

#### 【0054】

この構造における利点は、電池モジュール内の各パワーFETを流れる電流を $1 \times I$ に制限できることである。ここでIは特定の設計に対応している最大電流である。つまり、電池モジュールのスイッチング制御がどのような構成であるかを問わず、電池モジュール自体の外にある特別な配線構造により電流が集められ、経済的に問題の解決を図ることができる。経済的な配列としては、C=4～16とした場合に対応する個数のスイッチから構成されることが現在のところ分かっている。用途によっては、Cが8～12の範囲にあるほうがより好ましい。

40

#### 【0055】

並列構造を多く採用すれば、オン抵抗を抑制するとともに小電流・低電圧を指定可能な比較的小型のパワーFETが使用可能になる。よって、電力の損失がより少くなり、エネルギー効率が向上する。

#### 【0056】

50

具体的に、この構造では、 $C \times B \times N$  個のセルを並列に接続して、全てのセルから  $I \times (C \times B \times N)$  の最大電流を取り出して供給することができる。また、制御を変更することにより、 $C \times M \times B$  個のセルを直列に接続して、 $V \times (C \times M \times B)$  ボルトに到達することができる。各クラスター内のコラムをカスケード接続することは、電池モジュールの相互接続に使用するスイッチを配置することにより可能となる（図3参照）。このように大電流を取り出し超高電圧を達成することが可能となることにより、自動車製造メーカーは、定まった電池構造の制限を受けずに管理実績を向上させることが可能となる。また、電池モジュール外の 3D Battery Switching Grid の特定の経路設計を実現するとともに、電池モジュール内のスイッチング素子を配列できる。

## 【0057】

10

図10は、一部の実施形態に係る電池モジュール301の一例のブロック図である。本実施形態においては、電池モジュール301は、(a)スイッチと制御回路を有するチップ1002と、(b)セル1004のモジュールとを備える（この例ではセルのモジュールはセルを4個有するが、別の構成も可能である。例えば、セルを8個とすることは経済的であることが分かっている）。図10に示すチップ1002の例は、アナログ部分とデジタル部分よりなる。アナログ部分は、前述のような特殊な配列に配置されたパワーMOSFETから構成される。一つの実施形態では、スイッチ（例：パワーモスFET）の個数は、 $3 + 3 \times 8 = 27$  である。

## 【0058】

20

これらのアナログスイッチは、幾つかのブロックを有するチップ1002のデジタル部分により制御される。この幾つかのブロックのうちの一つに、自動車の安全基準を満たすエラー耐性のある方式で EVP processor からスイッチングコマンドを受信することができる通信モジュールがある。この通信モジュールはマスター（例：送信機）とスレーブ（例：受信機）から構成されており、1つの電池モジュールと他の電池モジュールとの間でコマンドを直列伝送することが可能であり、それにより、電池パック内でスイッチングコマンドが有線伝送される回数は最小となる。一部の実施形態においては、スイッチチップ1002のスレーブ通信ユニットは、(i)上流側にあるスイッチチップ1002のマスター通信ユニットからスイッチング情報を受信し、(ii)自分宛のスイッチング情報を選択し、(iii)上流側にあるチップから受信したスイッチング情報の残余の部分を、マスター通信ユニットを介して通信チェーン内の隣接するチップに送信する。このような態様で、スイッチングコマンドを伝送するために電池内に敷設される通信線の数を抑制する。すなわち、例えば、電池モジュールは、デイジーチェーン配置に構成されてもよい。つまり、電池モジュールの1つが外部の制御部からスイッチング情報を受信してこのスイッチング情報のうちの一部又は全てを通信チェーン内の隣接する電池モジュールに引き渡す、又は、いずれも引き渡さず、通信チェーン内の隣接する電池モジュール等においても同様の動作が行われるように構成されてもよい。

30

## 【0059】

受信したコマンドは、コマンドデコーダがチェックし、電池モジュール内にスイッチングにおける望ましくない状況を引き起こすか、又は、電池モジュール又は電池パック内により大規模に望ましくない状況を引き起こす可能性のある起りうる機能エラーを除去する。コマンドデコーダは、スイッチング制御ロジック用にコマンドを変更する。

40

## 【0060】

前述のスイッチング制御ロジックは、スイッチング順序を電池モジュール内の各スイッチング素子を実際にオン・オフする順序に分割する。

## 【0061】

安全スイッチングシーケンサーは、各スイッチのオン・オフコマンドを受け取る。そして、パワーFETそれがスイッチされなければならない正確な順序及びタイミングを決定する。これには、スイッチング素子の速さと、スイッチングシーケンサー動作時におけるエネルギー消費を考慮する。言うまでもなく、いかなるセルも短絡させないことや、電池モジュール又は電池パック内にアンバランスな構造を一瞬たりとも生じさせないこと

50

など、安全上の理由も考慮する。

**【0062】**

E V Processor 106 高性能・高出力を有する制御部

小型の電池セルを多数使用するという思想は、各時点で必要な作業と使用方法に応じたスイッチング方法の実現を効率的に処理可能な、特別に高出力なチップを使用することに組み込まれている。

**【0063】**

図11は、ここで提案するE V Processor 106の機能ブロック図である。

**【0064】**

このE V Processorは、高性能のアルゴリズムを実行できる処理装置に基づいています。また、この処理装置は、電気エンジンが電気自動車用電池を効率的に利用するため、かつ、電池寿命を延ばし安全性を高めることを可能にするために必要な計算処理について、この処理に最適な種々異なるアクセラレータを活用できる。

10

**【0065】**

前述のE V Processorは、電池モジュール内の各セルを管理可能な制御アルゴリズムと「劣化」アルゴリズムを実装している。電池セルを管理するこの画期的な方法により、電池のエネルギー効率を向上させて自動車の走行距離を伸ばすことができ、また、電池コストが抑制される。前述の解決法ではさらに、自動車を停止させずに電池パックから動作不良のセルを個別に切り離すことにより、電池使用時における安全性を向上させる。同様の理由から、「充電に失敗した状態」という第二種の過誤も減少する。

20

**【0066】**

前述のE V Processorは、別個のソフトウェア(SW)モデルを2つ実行する。そのうち1つはSmart Load(商標)であり、これは個々のセルをあらゆる条件において管理し、かつ、電池パックの性能を著しく向上させる素子である。もう1つはDynamic Power(商標)であり、これは車両システム供給用素子である。これは、電気自動車のインバーター1202に最適な方式で、エンジンからのその時点で特定の要求に合う電圧及び電流条件を供給するように設計されている(図12参照)。

20

**【0067】**

Smart Loadは、電池パック全体としてではなくセルを個々に取り扱う点で、既存の電気自動車用電池よりも一步進んだ独立型電池システムブースターである。一方、Dynamic Powerは自動車メーカーとの提携が必要である。また、エネルギーを節約できるだけでなく、簡易でより安価なインバーター1202を使用しても走行性能が上げられることを示している。

30

**【0068】**

前述のE V Processorは、アナログ又はデジタル入力を用いて電池セルを検知でき、セルスイッチンググリッド(例:電池パック104内のスイッチ)をデジタル出力を用いて管理でき、拡張用のポートを介してデバイスを追加して接続できる。また、内部メモリやフラッシュメモリを利用して電池履歴や各セルの統計データを保持することができ、このデータベースを外部メモリに拡張できる。また、E V Processorを特定のバスを介して外部のエンジンに接続することができ、例えば電池を保管することなどのために、自動車の主要制御部や他のデバイスと有線又は無線接続で通信できる。

40

**【0069】**

環境やエンジンからの要求の変化に最適化させ、かつ、時間的な劣化状態の違いや一部のセルの動作不良に対処することが可能な動的な方式で、電池の構造を動作途中でも変更可能であることにより、電池仕様が再定義される。また、このことは、パラメータや環境を変えた様々な状況、特に温度変化に対応して、電池を使用できるかどうかに、主として影響する。

**【0070】**

図12は、本明細書に記載の電池パックシステム100の実施形態を含む電気自動車用パワートレインシステム1200の一例である。図に示すように、このシステム1200

50

はインバーター 1202 に接続されたモータ 1204 を備えている。このインバーター 1202 は、電池パック 104 の出力端子に電気的に接続されており、これにより電池パック 104 から電流出力を受け取る。システム 1200 は、さらに、主要制御部 1206 と、各構成部を通信可能にするバス 1208 とを備える。例えば、EV Processor は、バスを利用して、主要制御部からデータを取得したり、電池パック 104 内の電池モジュール 301 にコマンドを送信したりすることができる。また、EV Processor を、制御用ソフトウェアやアルゴリズムの形態で、電池パック 104 内に又は主要制御部 1206 の一部として搭載することができる。

#### 【0071】

##### 実施例

###### 1. セルが出力する電圧が定格電圧よりも低い

化学的構造のため、電池パック内的一部のセルが不良となる場合がある。例えば、製造時のミスのために、出力する電圧が定格電圧よりも低くなる。電池パックのその時点での構造では、この不良セルが鎖状の直列構造に存在し続ける。この結果、当該電池から出力される電圧は常にこの分だけ減少することになる。時間の経過とともに、出力する電圧が下がるセルが増えていき、電池が出力する電圧は著しく低下する。

#### 【0072】

この問題に対処するために、製造メーカーは予備のセルを直列に追加して使用して実際に必要な電圧よりも電圧を高くして、このようにシステムに組み込んでいる。

#### 【0073】

本明細書に記載のシステムでは、一定の時間間隔で、EV Processor がその時点でのエンジン速度を読み取り、この速度に最も適した電圧を決定し、この最適電圧を供給するために必要な、直列接続セル数を算出する。これは、それぞれの速度における最適電圧を指定したエンジンの製造情報を利用することにより実現できる。そして、EV Processor はセル履歴データベースを読み取り、各セルの使用サイクル回数を確認する。EV Processor は、さらに、各セルのその時点での電圧を読み取り、次の該一定時間においてどのセルを使うか、次の該一定時間において何個のセルを直列又は並列に接続するかを決定する。

#### 【0074】

一部の実施形態においては、大型のセルの代わりに多数の小型セルを使用して、プロセッサが非常に細かく電池電圧を制御できるようにする。一部のセルが動作不良となって除外された場合であっても、当該電池容量に対する全影響は無視することができる。

#### 【0075】

定期的に繰り返されるこのような処理の結果、電池が出力する電圧を時間が経過しても一定とすることができ、鎖状部内的一部の電池セルの劣化が原因で電圧を損失するという問題に対処することができる。

#### 【0076】

そして、電池製造メーカーは、電池構造内の冗長セルを減らすように定めることができる。その理由は、常時直列接続されるセルを減らし、代わりに、必要なピーク電流を供給する並列構造にこの追加分のセルによって対応できるからである。

#### 【0077】

##### 2. 環境温度による電圧降下

周囲温度が著しく低下した場合に電池が出力する電圧は低くなることはよく知られている。この問題に対処するために、製造メーカーは、直列接続セルを追加する仕様にしている。必要な電圧よりも大きい電圧が通常の周囲温度において出力するこの追加分のセルを、システムに組み込んでいる。

#### 【0078】

本明細書に記載のシステムでは、一定の時間間隔で、EV Processor がその時点でのエンジン速度を読み取り、最適電圧を供給するために必要な、直列接続セルの量を算出する。そして、EV Processor はセル履歴データベースを読み取り、各セル

10

20

30

40

50

の使用サイクル回数を確認する。EV Processorは、さらに、その時点での周囲温度に対する各セルの実電圧を読み取り、次の該一定時間においてどのセルを使うか、次の該一定時間において何個のセルを直列又は並列に接続するかを決定する。

#### 【0079】

##### 3. 電池を効率的に充電すること

多数のセルを有し、長期間に亘って（リチウムイオン自動車電池においては5年）良好に動作する必要がある大型の電池の場合、充電作業が電池の寿命と利用者の安全のために重要となっている。電池の電流を一定とする構造では、全ての電池セルを一度に処理する充電処理となっている。この充電処理は、一部のセルが過充電された場合、有害となることがある。そのため、当該セルを特定の電圧値まで放電させるレベリング用安全機構を設け、全てのセルの電圧を予め定められた電圧範囲に維持している。10

#### 【0080】

本明細書に記載のシステムでは、一定の充電時間間隔で、EV Processorが、各セルの実際の電圧とセル履歴データベースを読み取り、セルが既に行なった充電サイクルの回数を確認する。そして、次の充電時間においてどのセルを充電するか、次の充電時間において最適な充電電流を生じるために何個のセルを直列又は並列に接続するかを、EV Processorは決定する。許容最大電圧に達したセルは除外され、残りのセルは充電を継続する。これにより、全てのセルがその最大容量まで充電できる。このように、電池の容量を充分に利用することができる。20

#### 【0081】

この充電処理の結果、充電不要のセルは充電鎖状部から除外され、不必要的充電により劣化せずにすむ。これらのセルはまた、過充電状態に曝されることが少ないので、電池はより一層安全に使用される。より多くのセルを並列に充電するので、総充電時間はN分の一に短くすることができ、セル1個当たりの充電電流が低くても充電でき、電池の寿命が長くなる。そして、電池製造メーカーは、電池構造内のセルの数を減らすように定めることができる。その理由は、常時直列接続されるセルを減らし、代わりに、劣化によるトラブルに対処し、かつ、必要なピーク電流を供給する並列構造にこの追加分のセルによって対応できるからである。20

#### 【0082】

##### 4. 電池を効率的に放電すること

多数のセルを有し、長期間に亘って（リチウムイオン自動車電池においては5年）良好に動作する必要がある大型の電池の場合、放電作業が電池の寿命のために重要となっている。リチウムイオンの化学的性質により、セルの充電は最小2.5Vまでに制限されている。電池をそれよりも低い値まで放電すると、セルに回復不可能な損傷を与えることになり、電池パック全体が使用できなくなる。電池の電流を一定とする構造では、全ての電池セルを一度に処理する放電処理となっている。この放電処理は、一部のセルが過放電された場合、有害となることがある。そのため、2.5Vに達したセルが1つでもあれば電池パック全体の放電を停止する仕組みを設けている。この仕組みにより、それぞれのセルを限界容量まで利用することができなくなり、電池パック内の最も弱いセルによって容量が制限されてしまう。200サイクル充電しただけで、電池パック内の各セル間の状態の差は大きくなっている。そのため電池容量を効率的に利用できなくなることがよく知られている。40

#### 【0083】

本明細書に記載のシステムでは、一定の充電時間間隔で、EV Processorが各セルの実際の電圧を読み取る。そして、次の充電時間においてどのセルを放電するか、次の充電時間において最適な放電電流を生じるために何個のセルを直列又は並列に接続するかを、EV Processorは決定する。許容最小電圧の2.5Vに達したセルは除外され（例：前述のように電気的に切り離される）、残りのセルは放電を継続する。これにより、全てのセルがその最小容量まで放電できる。このように、電池の全容量を利用することができます。50

**【 0 0 8 4 】**

この放電処理の結果、放電サイクルが終了したセルは放電鎖状部から除外され、残りのセルの放電の継続を制限しない。これらのセルはまた、過放電状態に曝されることが少ないので、電池は一層安定した状態で使用されることになり電池の寿命が長くなる。そして、電池製造メーカーは、電池構造内のセルの数を減らすように定めることができる。その理由は、常時接続されるセルを減らし、劣化によるトラブルに対処し、電池の総コストを減らすことができるからである。

**【 0 0 8 5 】****5 . 最適化された E V モータ性能**

多数のセルを有し、長期間に亘って良好に動作する必要がある大型の電池パックの場合、モータからの変化し続ける要求に応じて最適値の電流／電圧を供給することは難度の高い作業である。電池の電流を一定とする構造では、必要なトルク性能のために必要な最大電流に対応するために並列接続された十分な数のセルを有する構造に電池パックを組み立てることが、製造メーカーに提起される。同時に、必要な馬力に対応するために必要される最高電圧に対応するために十分な数のセルを直列に組み上げることが、製造メーカーに提起される。このような設計工程は、電池パックの重量とコストによって制限を受け、製造メーカーに自動車性能の値での妥協を強いることになる。

10

**【 0 0 8 6 】**

本明細書に記載のシステムでは、一定の時間間隔で、E V P r o c e s s o r が、データベースに保存された自動車製造メーカーのエンジンに関する図表と、各セルの実際の電圧とを、セル履歴データベースと同様に読み取り、セルが既に行った充電サイクルの回数を確認する。そして、次の該一定時間においてどのセルを使うか、次の該一定時間において何個のセルを直列又は並列に接続して最適な構造を作り必要なモータ電圧及び電流に対応するかを、E V P r o c e s s o r は決定する。柔軟に対応可能な構造でセルを使用するこのような方法によれば、製造メーカーは、電池の構造設計において新たな自由度を獲得する。また、同一の電池コストで、トルクや馬力といったモータ関連の数値をより向上でき、利用者にはより高性能の自動車が提供される。

20

**【 0 0 8 7 】**

電池製造メーカーはまた、電池構造内のセルの数を減らすように定めることができる。その理由は、異なる時間に必要とされる極端な電流又は電圧に対応するために、異なるセル構造を使用できるからである。

30

**【 0 0 8 8 】**

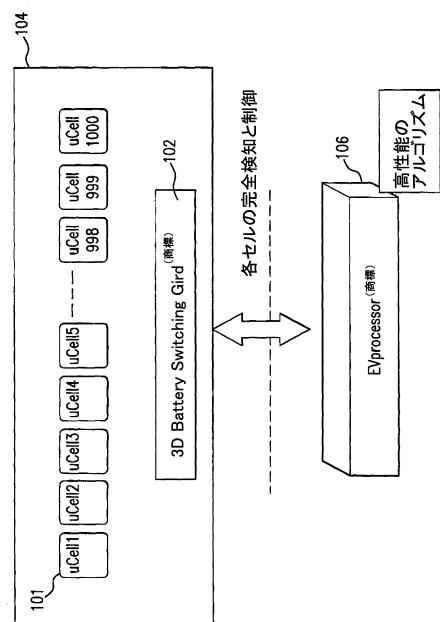
インバーターは、電池の直流固定出力からモータが必要とする交流を得ることに対応しなければならないが、その構造に対して今日投資される多大なコストやエネルギー、構造の複雑さが、前述のような電池の出力利用の先進的なケースでは、回避される。E V P r o c e s s o r では、その時々刻々の電圧を生じさせるために直列接続されたセルの量を変え続けることによって必要とされる交流出力を生み出すことで、インバーターの機能に取って代わることができる。

**【 0 0 8 9 】****電池のその他の用途**

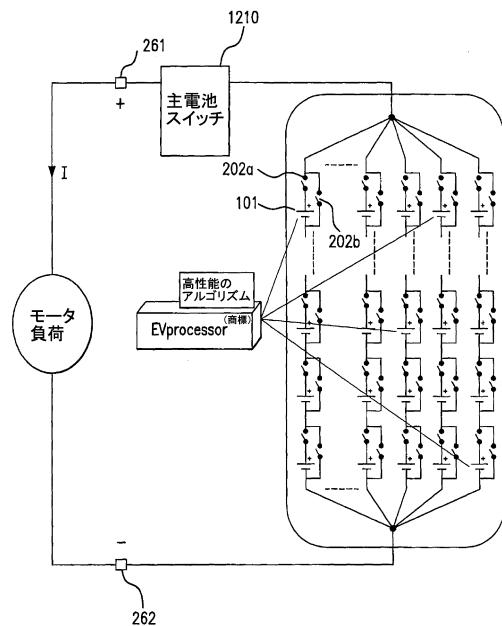
40

本発明の主たる目的は電気自動車用電池パックをより活用されることであるが、電池パックシステム 1 0 0 を、携帯電話やラップトップ型コンピュータのような異なる用途に使用することもできる。もちろん、それぞれの利用状況における経済性は異なる。しかし、電池をセルに分割し、これらを 3 D Battery S w i t c h i n g G r i d の電池スイッチンググリッドで接続し、高性能のマイクロマネジメント及び制御方法を採用する基本的な実施方法は、すべての状況に適合可能である。

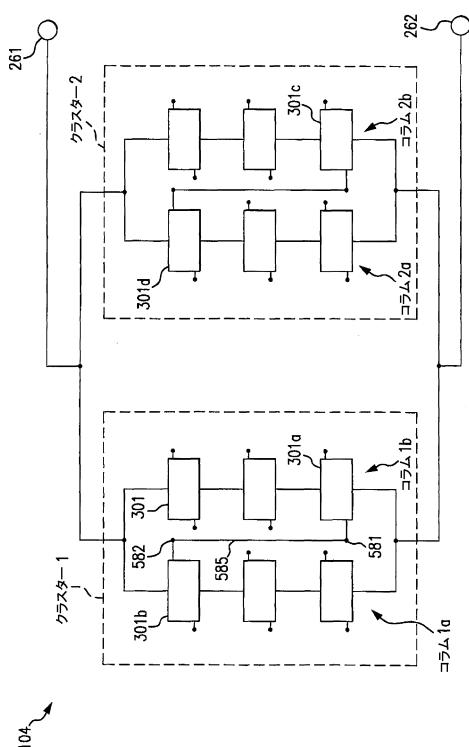
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

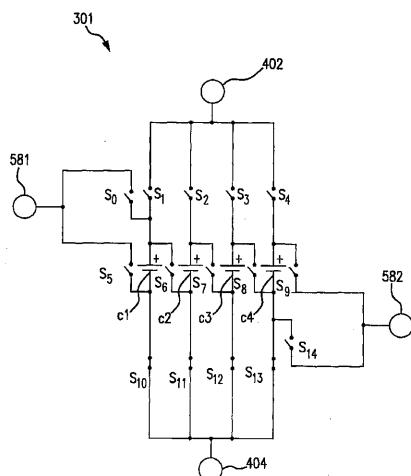


FIG.4

【図5】

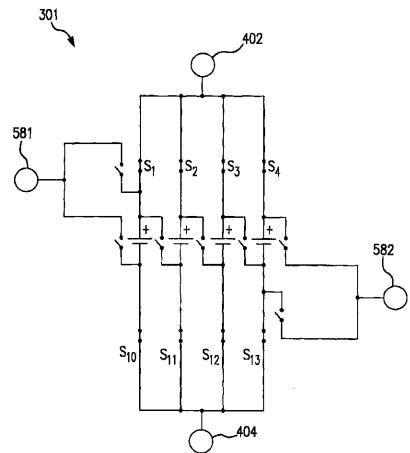


FIG.5

【図6】

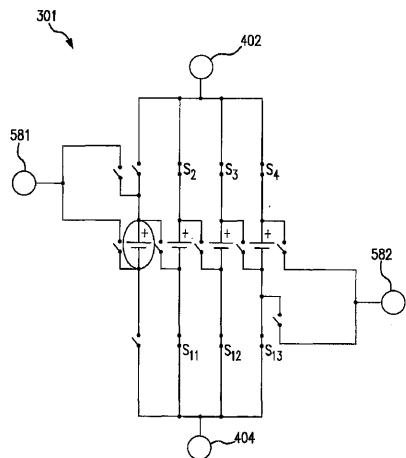


FIG.6

【図7】

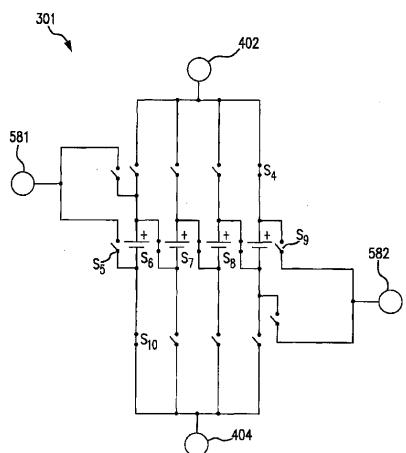


FIG.7

【図8】

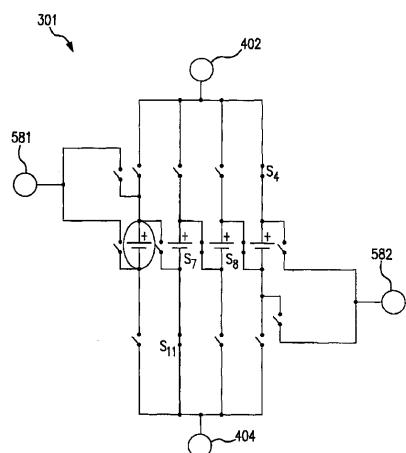
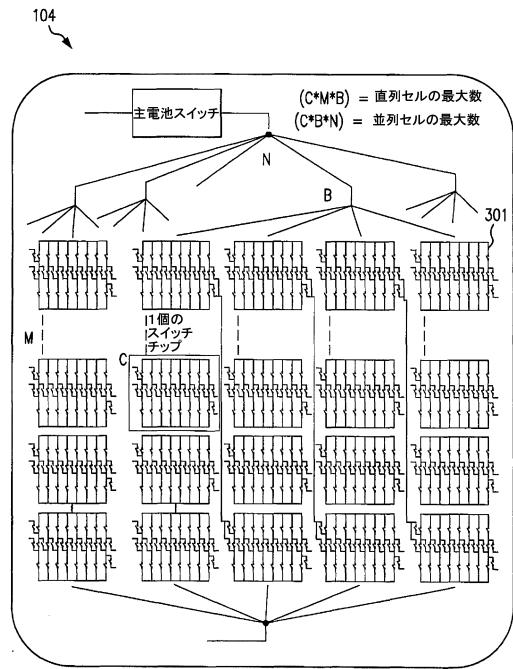
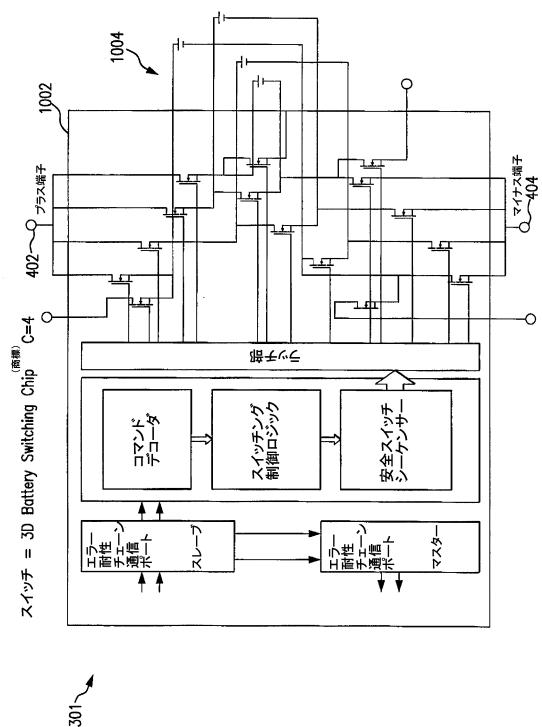


FIG.8

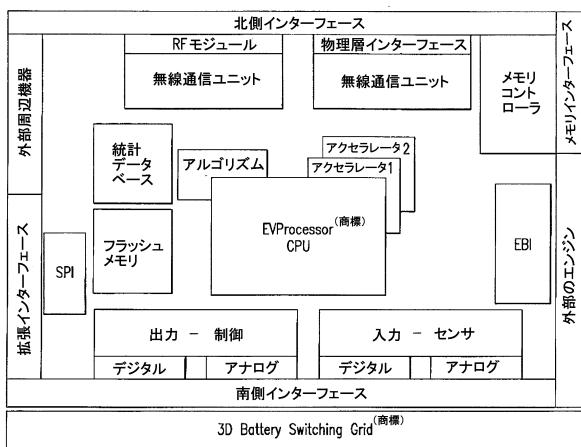
【図9】



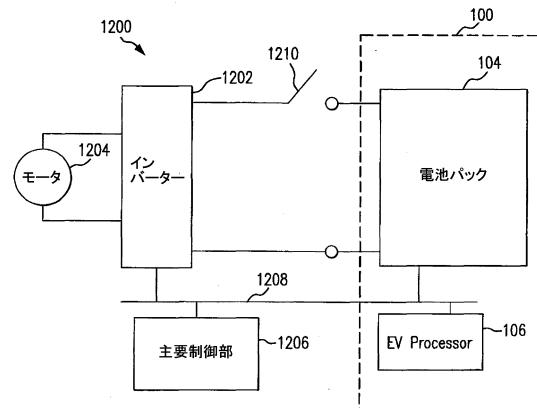
【図10】



【図11】



【図12】



【図 1 3】

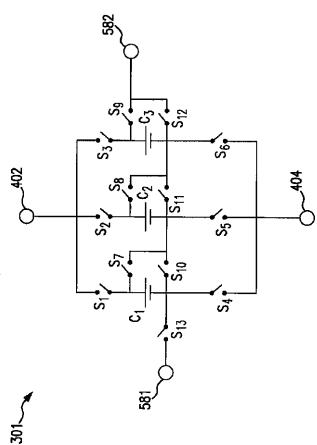


FIG.13

【図 1 4 A - 1 4 C】

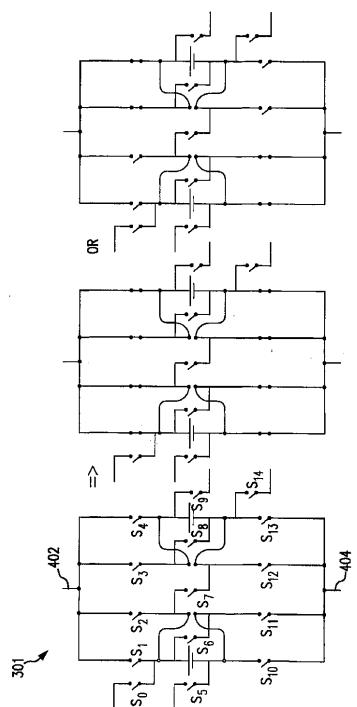
FIG. 14A  
FIG. 14B  
FIG. 14C

FIG. 14C

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

B 6 0 L 11/18

B

審査官 早川 卓哉

(56)参考文献 特開2008-148387 (JP, A)

特開2010-172062 (JP, A)

特開2002-291165 (JP, A)

特開平11-234909 (JP, A)

米国特許出願公開第2010/0261043 (US, A1)

米国特許出願公開第2008/0054327 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 02 J 7 / 00 - 7 / 12

H 02 J 7 / 34 - 7 / 36

H 01 M 10 / 42 - 10 / 48

H 01 M 2 / 10

B 6 0 L 3 / 00

B 6 0 L 11 / 18