

(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2015-508552

(P2015-508552A)

(43) 公表日 平成27年3月19日 (2015.3.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 10/44 (2006.01)	H01M 10/44 P	5G503
H02J 7/00 (2006.01)	H02J 7/00 A	5H029
H01M 2/10 (2006.01)	H01M 2/10 E	5H030
H01M 2/20 (2006.01)	H01M 2/20 A	5H040
H01M 10/052 (2010.01)	H01M 10/052	5H043
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2014-547282 (P2014-547282)
 (86) (22) 出願日 平成24年12月5日 (2012.12.5)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年8月18日 (2014.8.18)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2012/067844
 (87) 国際公開番号 W02013/090080
 (87) 国際公開日 平成25年6月20日 (2013.6.20)
 (31) 優先権主張番号 61/570,920
 (32) 優先日 平成23年12月15日 (2011.12.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 514154271
 エイ 1 2 3 システムズ インコーポレイ
 テッド
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O
 2 4 5 1 ウォーザン ウェスト ストリ
 ート 200
 (71) 出願人 314016775
 ヴー ヴィエット
 アメリカ合衆国 ミシガン州 48188
 カントン ハイ メドー クロッシング
 51254

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッドバッテリーシステム

(57) 【要約】

【課題】

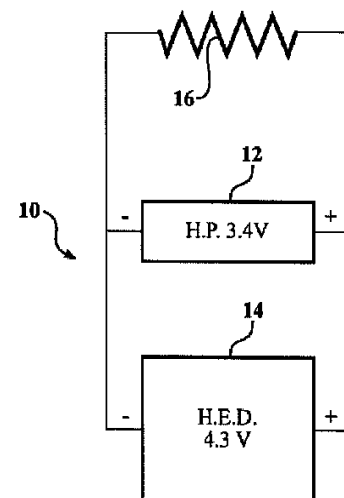
高エネルギー密度を有し、したがって単位体積及び／又は重量当たり大量の電気エネルギーを蓄えて供給することができ、また高レベルのピーク出力もまた供給することができる、リチャージャブルバッテリーシステムが必要である。

【解決手段】

再充電可能なハイブリッドバッテリーシステムは、高出力バッテリーの構成要素及び高エネルギー密度バッテリーの構成要素を含む。高エネルギー密度バッテリーの電圧は充電状態に応じて変化するが、バッテリーシステムの動作範囲にわたって、高出力バッテリーの電圧より大きいままである。

【選択図】 図1

FIG. 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

並列電気関係で接続される高出力バッテリー及び高エネルギー密度バッテリーを含むハイブリッドリチャージャブルバッテリーシステムであって、

前記高エネルギー密度バッテリーの開回路電圧は、前記高出力バッテリーの開回路電圧よりも、少なくとも 80 % の放電深度までは大きい、バッテリーシステム。

【請求項 2】

前記高出力バッテリー及び前記高エネルギー密度バッテリーはリチウムバッテリーであって、前記高出力バッテリー及び前記高エネルギー密度バッテリーのカソード材料組成、電極組成及びアノード材料組成のうちの少なくとも 1 つは異なる、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

10

【請求項 3】

前記高エネルギー密度バッテリーの開回路電圧は、前記高エネルギー密度バッテリーの放電度に対して傾斜するプロファイルを有し、開回路電圧が放電深度 0 で 4 . 0 - 4 . 4 の範囲内であって、放電深度 0 . 8 で 3 . 0 - 3 . 5 の範囲内にある、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 4】

前記高出力バッテリーの開回路電圧は、放電深度 0 で 3 . 2 - 3 . 5 の範囲内であって、放電深度 0 . 5 で 3 . 1 - 3 . 5 の範囲内にある、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

20

【請求項 5】

前記高エネルギー密度バッテリーのエネルギー密度は少なくとも 250 WH / kg である、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 6】

前記高出力バッテリーのピーク出力密度は、前記高出力バッテリーが完全に充電された状態から 2 V まで放電するときに 5 秒間測定して少なくとも 5 KW / kg である、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 7】

前記高エネルギー密度バッテリーのカソードは、リチウム混合金属酸化物材料を含む、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

30

【請求項 8】

前記リチウム混合金属酸化物材料は、少なくともニッケル及びコバルトの酸化物を含む、請求項 7 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 9】

前記高出力バッテリーのカソードは、リン酸鉄リチウム材料を含む、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 10】

前記リン酸鉄リチウム材料はナノ相リン酸鉄リチウム材料である、請求項 9 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 11】

前記高エネルギー密度バッテリーのアノードはケイ素及び / 又はスズを含む、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

40

【請求項 12】

前記高出力バッテリーのアノードは黒鉛炭素を含む、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 13】

前記バッテリーシステムの容量の少なくとも 90 % は、前記高エネルギー密度バッテリーによって供給される、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 14】

前記バッテリーシステムは、前記高エネルギー密度バッテリーと前記高出力バッテリー

50

の間の電流の流れを制御する働きをするコントローラをさらに含む、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 15】

前記システムは、充電器及びコントローラをさらに含み、

前記コントローラは、前記充電器と、前記高出力バッテリー及び前記高エネルギー密度バッテリーの少なくとも 1 つとの間の電流の流れを制御する働きをする、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 16】

前記高出力バッテリーのインピーダンスは、前記高エネルギー密度バッテリーのインピーダンスの 80 - 120 % の範囲内にある、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

10

【請求項 17】

前記高出力バッテリーのインピーダンスは、前記高エネルギー密度バッテリーのインピーダンスの 90 - 110 % の範囲内にある、請求項 1 に記載のバッテリーシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はリチャージャブルバッテリー、より詳細には高ピーク出力及び持続的出力を供給することができるリチャージャブルバッテリーシステムに関する。特に、本発明は、高ピーク出力レベルを供給するように最適化された高出力セル及び大量の持続的出力を供給するように最適化された高エネルギー密度セルを含む、ハイブリッドバッテリーシステム

20

【背景技術】

【0002】

本出願は、2011年12月15日に提出された米国仮出願61/570,920の優先権を主張し、その開示はここで参照することにより含まれる。

【0003】

高エネルギー密度を有し、したがって単位体積及び/又は重量当たり大量の電気エネルギーを蓄えて供給することができ、また高レベルのピーク出力もまた供給することができる、リチャージャブルバッテリーシステムが必要である。このような高エネルギー - 高出力バッテリーシステムは、軍装備品、通信設備及びロボット工学を含むたくさんの応用において非常に有用である。しかしながら、リチャージャブルバッテリーのエネルギー密度及び出力密度は、お互い逆向きの関係であり、このことが、このようなリチャージャブルバッテリーシステムの設計を複雑にする。

30

【0004】

高出力密度バッテリーは、高エネルギー密度に最適化されたバッテリーよりも、常に低いエネルギー密度を有する。出力はエネルギーを放電するバッテリーの能力と関係しており、それゆえに高出力バッテリーにおけるエネルギーの解放は、高エネルギー密度バッテリーにおけるものよりも速い。このような高出力負荷は、安全性の問題を作り出し、かつバッテリーのサイクル寿命に影響を与え、かなり大きな抵抗過熱を発生させる。結果的に、高出力バッテリーのセルサイズ、セル構造、及び化学的性質は、熱管理を考慮するように選択されなければならない。結果的に、高出力バッテリーは、単位体積及び/又は大きさ当たり、高エネルギー密度バッテリーほど多くのエネルギーを蓄えて供給することができない。

40

【0005】

一方で、高エネルギー密度バッテリーは、単位体積及び/又は重量当たり最大エネルギーを供給するように最適化され、したがって、高出力バッテリーと比較できる速さで安全に出力を供給することはできない。それゆえに、安全な信頼できる動作を達成するために、低エネルギー密度で高レベルの出力を供給するように、又は高エネルギー密度及び低ピーク出力容量を有するように、バッテリーシステムは最大化されなければならない。

【0006】

50

しかしながら、上記の通り、実際の応用において頻繁に、高レベルのピーク出力もまた提供することができる小型の高エネルギー密度出力源が必要とされる。いくつかのアプローチが、これらの相反する目標を達成するための試みの中で先行技術により実施されてきた。ある例においては、先行技術は、高出力パルスを蓄積して速やかに供給するバッテリーシステムにおいてコンデンサ（キャパシタ）又はウルトラキャパシタ蓄電デバイスを含んでいた。このようなアプローチは、長期間にわたってキャパシタシステムによって供給される総出力量が比較的小さい範囲に限定され、このようなシステムの実用は非常に限定される。さらに、出力が長期間にわたって持続されなければならないときに、キャパシタシステムの傾斜する電圧プロファイルは望ましいものでない。典型的な場合では、ウルトラキャパシタを基にしたシステムにおいて蓄えられた出力の25%のみが実際に使用できる。他のアプローチにおいては、再充電できる高エネルギー密度バッテリーシステムは、補助の予備的な再充電できないバッテリーを含む。このようなシステムは特定の出力／エネルギープロファイルの要求を満たしうるが、予備的なバッテリーは定期的に置き換えられなければならないため、持続した動作には実用的ではない。他の例においては、先行技術は、高エネルギー密度を有するように最適化された第2セルグループと併用して高出力を供給するように最適化された第1セルグループを含むハイブリッドリチャージャブルバッテリーシステムを作成してきた。このようなシステムは、米国特許出願公報2007/0212596だけでなく、米国特許7,399,554及び7,635,541において示されている。従来知識では今まで、このタイプのハイブリッドバッテリーシステムにおいては、高エネルギー及び高出力のセルグループの電圧は、システムの適切な動作を維持するために同一でなければならないと考えられてきた。したがって、先行技術のハイブリッドバッテリーシステムは、高出力及び高エネルギーセグメントに一般的に同一のバッテリーの化学的性質を利用して作成された。化学的性質及び電圧の整合の必要性は、ハイブリッドバッテリーシステムの設計オプションを限定し、さらに充電／放電制御回路を含むことを求め、これらのハイブリッドシステムの大きさ、重量及び究極的なエネルギー密度を妥協して解決する。先行技術において、出力及びエネルギー電極の同様の化学的性質を利用する制約は、ハイブリッドバッテリーシステムのオプションを限定してきたが、本発明によって克服される。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下で説明されるように、本発明は、異なる電圧、充電／放電特性、及び化学的性質を有する高出力セル及び高エネルギー密度セルを含む再充電可能なハイブリッドバッテリーシステムを提供する限りにおいて、先行技術との決別を示すものである。本発明の異なるセルもまた、インピーダンスの整合を考慮して設計され、結果として、本発明のシステムは、充電及び放電に関しては固有の自動制御であり、充電コントローラ、スイッチ等の使用を減らす又はなくす。本発明のこれらのような利点は、以下に続く図面、議論及び明細書から明らかになる。

【0008】

並列した電気的關係で接続される高出力バッテリー及び高エネルギー密度バッテリーを含む、ハイブリッドリチャージャブルバッテリーシステムが開示される。高エネルギー密度バッテリーの開回路電圧は、少なくとも放電深度80%まで、高出力バッテリーの開回路電圧よりも大きい。具体的な例においては、高出力バッテリー及び高エネルギー密度バッテリーはリチウムバッテリーであり、高出力バッテリー及び高エネルギー密度バッテリーのカソード材料組成、電極組成及びアノード材料組成のうちの少なくとも1つは異なる。

【0009】

特定の例においては、高出力バッテリーの開回路電圧は、放電深度0で3.2 - 3.5の範囲内にあり、放電深度0.5で3.1 - 3.5の範囲内にある。ある実施形態においては、高エネルギー密度バッテリーのエネルギー密度は、少なくとも250 WH / kgである。特定の例においては、高エネルギー密度バッテリーのカソードは、少なくともニッ

10

20

30

40

50

ケル及びコバルトの酸化物を含みうるリチウム混合金属酸化物材料を含む。ある例においては、高出力バッテリーのカソードは、ナノ相リン酸鉄リチウム材料を含みうるリン酸鉄リチウム(lithium iron phosphate)材料を含む。高エネルギー密度バッテリーのアノードは、ケイ素及び/又はスズを含みうる、そして高出力バッテリーのアノードは黒鉛炭素を含みうる。

【0010】

具体的な実施においては、バッテリーシステムの容量の少なくとも90%は、高エネルギー密度バッテリーによって供給される。

【0011】

ある例においては、高出力バッテリーのインピーダンスは高エネルギー密度バッテリーのインピーダンスの80 - 120%の範囲内にあり、ある具体的な例においては、高出力バッテリーのインピーダンスは高エネルギー密度バッテリーのインピーダンスの90 - 110%の範囲内にある。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、本発明のバッテリーシステムの略図を示す。

【図2】図2は、本発明で使用されるタイプの高エネルギー密度セル及び高出力セルの、開回路電圧(OCV)対放電深度(DOD)をプロットするグラフである。

【図3】図3は、本発明の高エネルギー密度バッテリー及びハイブリッドバッテリーシステムの、時間における自己放電対充電/放電サイクルの数をプロットするグラフである。

20

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明は多くの実施形態にて実施されうる。ある具体的な実施形態はここで説明されるが、ここに示された教示を考慮すれば、他の実施形態も当業者にとっては明らかである。ここで図1を参照すると、本発明の基本的なハイブリッドバッテリーシステム10が示される。図から分かるように、システム10は、高エネルギー密度バッテリー14と並列な電氣的関係で配置された高出力バッテリー12を含む。さらに示されるように、並列の一連のバッテリーは、同様に負荷16に接続される。バッテリーシステムが再充電されるこれらの例においては、負荷16は電力源によって置き換えられる。本開示のコンテキスト内で、ハイブリッドバッテリーシステムの2つの構成要素は、高出力バッテリーと高エネルギー密度バッテリーといわれる。当然のことながら、これらの構成要素はそれぞれ、単一の電気化学セル、又は、直列及び/又は並列な電氣的関係で接続される複数の電気セルを含みうる。本開示のコンテキスト内で、これらの構成要素に適用されるような用語「バッテリー」は、単一セル及び個別セルの集合体を両方とも含むように理解される。

30

【0014】

図1で示されるように、高エネルギー密度バッテリー14の開回路電圧は4.3Vであり、それ自体は、3.4Vの高出力バッテリー12の開回路電圧よりも大きい。このような電圧関係は、回路において電圧は整合されなければならないと考えていた従来の知識とは逆である。

【0015】

このタイプの典型的なシステムにおいては、システムのエネルギー容量の少なくとも80%は、高エネルギー密度バッテリー14によって供給され、残りは高出力バッテリー12によって供給される。特定の例においては、容量の少なくとも90%である。具体的な例においては、バッテリーシステムの容量のおよそ95 - 96%は高エネルギー密度バッテリー14によって供給されるように、システムは構成される。

40

【0016】

本発明のある実施形態においては、高エネルギー密度バッテリー14及び高出力バッテリー12のインピーダンスは、高出力バッテリーのインピーダンスが高エネルギー密度バッテリーのインピーダンスの80 - 120%の範囲内にあるように、整合される。特定の例においては、高出力バッテリーのインピーダンスが高エネルギー密度バッテリーのイン

50

ピーダンスの 90 - 110 % の範囲内にるように整合される。

【0017】

高エネルギー密度バッテリー 14 は単位重量当たり比較的大量の電気エネルギーを蓄えることができ、具体例としては、少なくとも 250 Wh / kg のエネルギー密度を有する。このバッテリーのエネルギー密度は、単位体積当たり 550 Wh / L まで及ぶ。高エネルギー密度バッテリーの出力密度は、100 % の充電状態から 2 V 5 秒で、典型的には 1 kW / kg 未満である。バッテリー用の典型的なカソード材料は、ニッケル / コバルト酸化物のような金属酸化物を含み、当分野において知られているように、高温安全性及び酷使耐性を良くするようさらに作用するコーティングを含みうる。このタイプのバッテリーのアノード材料は、典型的には、ケイ素及びスズ並びにこれらの合金及び混合物のような高エネルギー密度材料を含む。高エネルギー密度バッテリーの典型的な電解質は、不燃性の添加物及び LiPF₆ のようなリチウム塩を含む。これらの添加物は一般的には、1 M 未満の濃度で表され、セル容量の 1 C よりも大きい放電率が起きているとき、バッテリーを停止する効果がある。LiPF₆ 以外の材料は、同様に安全性を高めるのに使用されうる。このタイプのバッテリーにおけるさらなる安全性の考慮は、セル温度が 100 °C を超えるときに、低融点のポリプロピレンセパレータ材料の崩壊を防ぐために、NCS のような熱抵抗障壁の使用を含む。したがって、高エネルギー密度バッテリーは、単位重量 / 体積当たり大量の電気エネルギーを確実に安全に蓄え、かつ供給するように最適化されることが分かる。

10

【0018】

高出力バッテリー 12 は比較的小さく、短絡を含む非常に高い流出速度に耐えるために熱的に安定している一方、例外的なパルス出力を提供するように最適化されうる。高出力バッテリーの典型的なエネルギー密度は、上の方へは、70 Wh / kg 及び 150 Wh / L に及ぶ。高出力バッテリー 12 のピーク出力密度は、100 % の充電状態で、2 V 5 秒で、典型的には 5 kW / kg よりも大きい。高出力バッテリーにおいて使用される典型的なカソード材料は、リン酸鉄リチウム材料のようなリチウム金属リン酸塩材料を含む。高出力バッテリー 12 のアノード材料は典型的には、黒鉛炭素又は大きい放電深度にわたって平らな電圧プロファイルを生成することができる材料のようなその他の材料、を含む。

20

【0019】

図 2 を参照すると、本発明で利用されうる典型的な高エネルギー密度バッテリーセル及び高出力バッテリーセルの開回路電圧 (OCV) 対放電深度 (DOD) を比較するグラフが示される。曲線 18 は、本発明の第 1 高エネルギー密度セルの開回路電圧特性を示しており、ここでその開回路電圧は放電深度 0 % (つまり充電度 100 %) でおよそ 4.1 V 及び放電深度 10 % でおよそ 3.95 V である。図に示すように、放電深度 80 % でこのセルの開回路電圧はおよそ 3.3 V である。曲線 20 は、本発明において使用されうる他の高エネルギー密度セルの電圧特性を示し、このセルは放電深度 0 % でおよそ 4.2 V の開回路電圧を有する。放電深度 10 % で、その開回路電圧はおよそ 4.05 V であり、放電深度 80 % で、その開回路電圧はおよそ 3.35 V である。高エネルギー密度セルの 3 つ目のタイプは曲線 22 によって特徴づけられ、このセルは完全に充電された状態でおおよそ 4.3 V の開回路電圧を有し、放電深度 10 % でおよそ 4.15 V の開回路電圧を有し、放電深度 80 % でおよそ 3.45 V の開回路電圧を有する。これらのセルすべてについて注目すべきことは、これらの電圧 / 放電深度プロファイルは、これらのセル電圧が充電 / 放電状態に応じて著しく減少するように、強力に傾斜することである。

30

40

【0020】

曲線 24 は、本発明で使用される典型的な高出力セルの電圧プロファイルを示す。この高出力セルは、典型的にはナノフォスフェイト (nanophosphate) を包含する上記のタイプでありうる。曲線 24 について注目すべきことは、充電状態に応じて、比較的变化が少なく電圧において顕著な変化を明示しないことである。この点で、放電深度 10 % でのセルの電圧はおよそ 3.35 V であり、放電深度 80 % での電圧はおよそ 3.25 V である。

【0021】

50

前述の図に示すように、リチャージャブルバッテリーシステムの全体の動作範囲にわたって、高エネルギー密度バッテリーの開回路電圧は、充電状態に応じて著しく減少するが、高出力バッテリーの開回路電圧よりもなお大きいように、高エネルギー密度バッテリー及び高出力バッテリーを含む材料は選択される。本発明に従って、バッテリーの特性をそのように選択することで、及び上述のようなインピーダンス整合をすることで、本発明のハイブリッドバッテリーシステムは、あらゆる充電制御回路等を必要としないで本質的にバランスを保たれることが理解される。

【 0 0 2 2 】

本発明は、簡単な信頼できるハイブリッドバッテリーシステムの製造を可能にし、この中でバッテリー電圧は、2つのバッテリー構成要素間で、及びハイブリッドバッテリーシステムと負荷又は充電デバイス間で、唯一のエネルギー移動機構である。本システムの動作において、高エネルギー密度バッテリー14は、非常に高い引き出しを経験して高出力バッテリー12からの寄与が増える場合を除いて、一般に出力の大部分を負荷に供給する。負荷の引き出しが減ると、高エネルギー密度バッテリー14は、負荷へエネルギーの大部分を再び供給する一方、高出力バッテリー12を同様に再充電する。当然のことながら、ある例示においては、様々な制御要素が本発明のハイブリッドバッテリーシステムに含まれる。例えば、電圧駆動のスイッチは、システムの充電/放電の応答を制御するために、ハイブリッドシステムに含まれる。これらのタイプのスイッチは顕著な出力損失を少しも生み出さず、先行技術のハイブリッドバッテリーシステムによって要求される電圧変換要素と差異が認められる。

【 0 0 2 3 】

本発明の教示に従って、高エネルギー密度バッテリーが高出力バッテリーと一体化されるとき、2つのタイプのバッテリーは、負の特性を最小化する一方、各バッテリーの構成要素の利点を最大化するように、相乗的に相互作用する。高エネルギー密度セルは、ケイ素及び/又はスズ、又はこれらの混合物から作られたアノード材料を、典型的には含む。これらのアノード材料は非常に高い密度のエネルギー貯蔵を可能にするが、高い放電率で動作するときに機械故障になりがちであり、この機械故障はこれらのセルの動作寿命に不利な影響を与える。本発明のハイブリッドシステムにおいて、高出力セルを含むことは、ケイ素アノード上での高い放電率動作の不利な効果を最小化することが理解される。

【 0 0 2 4 】

図3は、ケイ素アノードを利用する従来の高エネルギーバッテリー及び本発明に従ったハイブリッドバッテリーのサイクル寿命データのグラフである。グラフは、経験した充電/放電サイクルの数に応じて、セルの放電時間を示す。図に示すように、従来セルの性能は90充電/放電サイクル後に鋭く落ちるが、本発明のハイブリッドセルは、180サイクルまで性能面で大きい落ち込みは示さず、180サイクルを超えても大きい落ち込みは示さないかもしれない。注目すべきは、本発明は、充電コントローラ、スイッチングデバイス等の必要性を無くしているが、特定の応用へのある例示においては、リレースイッチ、ダイオード等は、高エネルギー密度バッテリー及び高出力バッテリーをお互いに及び/又は負荷と、接続し及び接続解除するよう切り替えるために、ハイブリッドバッテリーシステムに含まれることである。このようなシステムは、典型的には特定の用途で使用され、本発明の範囲内である。

【 0 0 2 5 】

ここで示された本発明の思想の教示を考慮すれば、これらの非常に多くの修正形態及び変形形態は、当該技術分野の当業者にとって容易に明らかである。前述した図面、議論及び明細書は、本発明の特定の実施形態の説明的なものであり、これらの実施に限定することを意図されていない。本発明の範囲を定めるのは、次に述べる特許請求の範囲であり、これにはすべての均等物は含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 6 】

10 システム

10

20

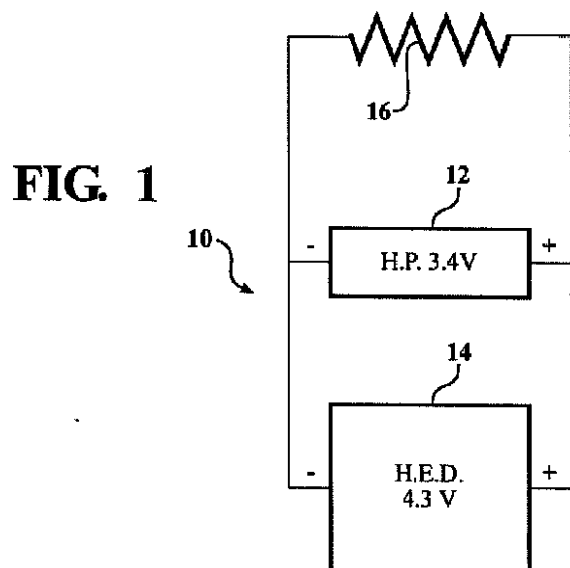
30

40

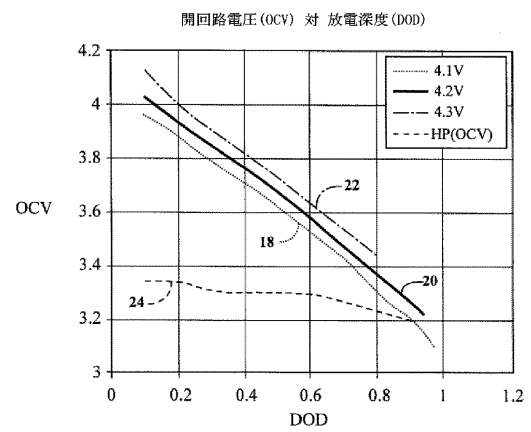
50

- 1 2 高出力バッテリー
- 1 4 高エネルギー密度バッテリー
- 1 6 負荷

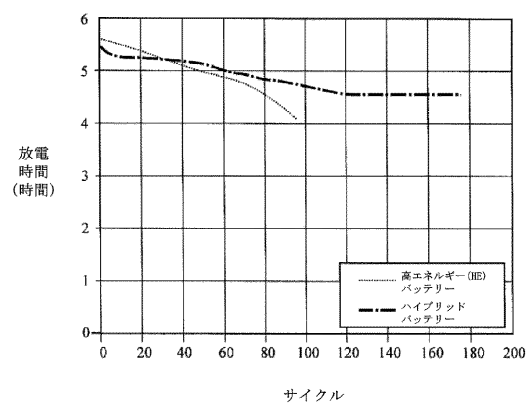
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2012/067844
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H02J 7/04(2006.01)i, H01M 10/42(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 7/04; H02J 7/34; B60L 11/18; B60W 20/00; H02J 7/00; H02P 31/00; B60K 6/28		
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: density, power, voltage, battery		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-260346 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 30 October 2008 See abstract, paragraphs [0018]-[0021] and figures 1, 4.	1-17
Y	JP 2001-339872 A (HITACHI LTD.) 17 December 2001 See abstract, paragraphs [0009], [0015], [0025] and figure 1.	1-17
A	US 2010-0131137 A1 (TAKAHIDE IIDA) 27 May 2010 See claims 1-7 and figures 2, 6, 8.	1-17
A	US 2009-0289589 A1 (TAKESHI FUJINO et al.) 26 November 2009 See paragraphs [0032]-[0046] and figure 1.	1-17
A	KR 10-2011-0010000 A (LG ELECTRONICS INC.) 31 January 2011 See abstract, claims 1-2 and figure 1.	1-17
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 20 MARCH 2013 (20.03.2013)		Date of mailing of the international search report 21 MARCH 2013 (21.03.2013)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer CHOI, Jeong Yoon Telephone No. 82-42-481-8153 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2012/067844

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2008-260346 A	30.10.2008	None	
JP 2001-339872 A	07.12.2001	JP 3487952 B2 JP 8289410 A US 5780980 A	19.01.2004 01.11.1996 14.07.1998
US 2010-0131137 A1	27.05.2010	CN 101682204 A EP 2159897 A1 EP 2159897 A4 EP 2159897 B1 JP 05-036416 B2 JP 2008-312381 A KR 10-1135656 B1 KR 2010-0022109 A WO 2008-153170 A1	24.03.2010 03.03.2010 08.06.2011 02.01.2013 13.07.2012 25.12.2008 13.04.2012 26.02.2010 18.12.2008
US 2009-0289589 A1	26.11.2009	JP 2010-004732 A US 8084988 B2	07.01.2010 27.12.2011
KR 10-2011-0010000 A	31.01.2011	None	

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 M 4/58 (2010.01)	H 0 1 M 4/58	5 H 0 5 0
	H 0 2 J 7/00 3 0 2 C	

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, BN, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(71) 出願人 314016764

ウィクソム マイケル アール

アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 1 0 3 アン アーバー サウス レヴェナ 2 1 5

(74) 代理人 100092093

弁理士 辻居 幸一

(74) 代理人 100082005

弁理士 熊倉 禎男

(74) 代理人 100067013

弁理士 大塚 文昭

(74) 代理人 100086771

弁理士 西島 孝喜

(74) 代理人 100109070

弁理士 須田 洋之

(74) 代理人 100109335

弁理士 上杉 浩

(74) 代理人 100120525

弁理士 近藤 直樹

(74) 代理人 100196612

弁理士 鎌田 慎也

(72) 発明者 ヴー ヴィエット

アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 1 8 8 カントン ハイ メドロー クロッシング 5 1 2 5 4

(72) 発明者 ウィクソム マイケル アール

アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 1 0 3 アン アーバー サウス レヴェナ 2 1 5

F ターム(参考) 5G503 BB02 DA02

5H029 AJ02 AJ03 AK01 AK03 AL07 AL11 AM01 AM07 BJ06 HJ18

HJ19 HJ20

5H030 AA01 AS11 BB00

5H040 AA06 AS11 AY01 DD03 GG01 NN05

5H043 AA17 BA19 CA21 FA22 LA31 LA32

5H050 AA08 BA17 CA01 CA07 CA08 CB08 CB11 HA18 HA19 HA20