

(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2013-531871

(P2013-531871A)

(43) 公表日 平成25年8月8日(2013.8.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 4/58 (2010.01)	HO 1 M 4/58	5 H O 5 O
HO 1 M 4/13 (2010.01)	HO 1 M 4/13	

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2013-516717 (P2013-516717)	(71) 出願人	512329220 ケイ 2 エナジー ソリューションズ, インコーポレイテッド K2 ENERGY SOLUTIONS, INC. アメリカ合衆国 ネバダ州 89074, ヘンダーソン, アメリカンパシフィックドライヴ 1125, スイート シー
(86) (22) 出願日	平成23年6月22日 (2011.6.22)	(74) 代理人	110001302 特許業務法人北青山インターナショナル
(85) 翻訳文提出日	平成25年2月13日 (2013.2.13)	(72) 発明者	ホッジ, ジェイムズ ディー. アメリカ合衆国 ネバダ州 89011, ヘンダーソン, ゼラニウムドライヴ 1050
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/041382		
(87) 国際公開番号	W02012/047332		
(87) 国際公開日	平成24年4月12日 (2012.4.12)		
(31) 優先権主張番号	61/357,388		
(32) 優先日	平成22年6月22日 (2010.6.22)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リチウムイオンバッテリー

(57) 【要約】

高率リチウムバッテリーが、基材上にコートされたカソード組成物を含有することができる。カソード組成物が、第1および第2の活性材料とバインダーとを含有することができる。第1および第2の活性材料が、例えば、粒度、タップ密度、および導電性成分の量などの異なった特性を有することができる。第1および第2の活性材料が組み合わせられて活性材料のより高い充填密度を達成することができ、それは、単一の活性材料で形成された従来のバッテリーと比べてより高容量のバッテリーを可能にする場合がある。

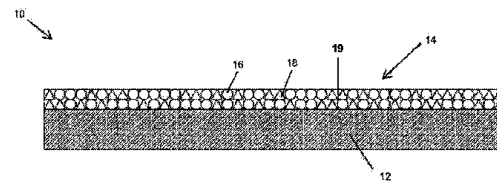


FIGURE 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の集電装置と、

前記集電装置の少なくとも 1 つと接触しているアノード活性材料と、

第 1 の平均粒度を有する第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子および第 2 の平均粒度を有する第 2 の複数のリン酸鉄リチウム粒子を含むと共に前記集電装置の少なくとも 1 つと接触しているカソード活性材料において、リン酸鉄リチウム粒子の二峰性分布を有するカソード活性材料とを含むことを特徴とするリチウムイオンバッテリー。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のリチウムイオンバッテリーにおいて、前記第 1 の平均粒度が約 3 . 5 μ m であることを特徴とするリチウムイオンバッテリー。 10

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のリチウムイオンバッテリーにおいて、前記第 2 の平均粒度が約 0 . 7 μ m であることを特徴とするリチウムイオンバッテリー。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載のリチウムイオンバッテリーにおいて、リン酸鉄リチウム粒子の全重量の関数として 5 重量% ~ 60 重量% の範囲の前記第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子の重量パーセンテージをさらに含むことを特徴とするリチウムイオンバッテリー。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のリチウムイオンバッテリーにおいて、前記第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子の前記重量パーセンテージが、リン酸鉄リチウム粒子の前記全重量の関数として 10 重量% ~ 45 重量% の範囲であることを特徴とするリチウムイオンバッテリー。 20

【請求項 6】

請求項 5 に記載のリチウムイオンバッテリーにおいて、前記第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子の前記重量パーセンテージが、リン酸鉄リチウム粒子の前記全重量の関数として 15 重量% ~ 25 重量% の範囲であることを特徴とするリチウムイオンバッテリー。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のリチウムイオンバッテリーにおいて、前記第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子の前記重量パーセンテージがリン酸鉄リチウム粒子の前記全重量の関数として 20 重量% であることを特徴とするリチウムイオンバッテリー。 30

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載のリチウムイオンバッテリーにおいて、前記カソード活性材料が、前記カソード活性材料の全重量に基づいてバインダー約 1 ~ 10 重量% をさらに含むことを特徴とするリチウムイオンバッテリー。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載のリチウムイオンバッテリーにおいて、前記カソード活性材料が、前記第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子のタップ密度または前記第 2 の複数のリン酸鉄リチウム粒子のタップ密度のどちらかよりも大きいタップ密度を有することを特徴とするリチウムイオンバッテリー。 40

【請求項 10】

請求項 9 に記載のリチウムイオンバッテリーにおいて、前記カソード活性材料が、前記第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子の前記タップ密度および前記第 2 の複数のリン酸鉄リチウム粒子の前記タップ密度の両方よりも大きいタップ密度を有することを特徴とするリチウムイオンバッテリー。

【請求項 11】

第 1 の抵抗を有する複数のリン酸鉄リチウム粒子を提供する工程と、

前記第 1 の抵抗より大きい第 2 の抵抗を有する複数のリン酸鉄リチウム粒子を前記第 1 の抵抗を有する前記複数のリン酸鉄リチウム粒子と混合して混合材を形成する工程において、前記混合材の抵抗が前記第 1 の抵抗以下である工程とを含むことを特徴とする、複数 50

のリン酸鉄リチウム粒子を含有するカソード活性材料の抵抗を低減する方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の方法において、前記第 1 の抵抗を有する前記複数のリン酸鉄リチウム粒子が約 0 . 7 μm の平均粒度を有し、前記第 2 の抵抗を有する前記複数のリン酸鉄リチウム粒子が約 3 . 5 μm の平均粒度を有することを特徴とする方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 または 1 2 に記載の方法において、混合が、リン酸鉄リチウム粒子の全重量の関数として前記第 2 の抵抗を有する前記リン酸鉄リチウム粒子 5 重量 % ~ 6 0 重量 % の範囲を前記混合材中に提供する工程を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 1 乃至 1 3 の何れか 1 項に記載の方法において、混合が、リン酸鉄リチウム粒子の前記全重量の関数として前記第 2 の抵抗を有する前記リン酸鉄リチウム粒子 1 0 重量 % ~ 4 5 重量 % の範囲を前記混合材中に提供する工程を含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 1 乃至 1 4 の何れか 1 項に記載の方法において、混合が、リン酸鉄リチウム粒子の前記全重量の関数として前記第 2 の抵抗を有する前記リン酸鉄リチウム粒子 1 5 重量 % ~ 2 5 重量 % の範囲を前記混合材中に提供する工程を含むことを特徴とする方法。

20

【請求項 1 6】

請求項 1 1 乃至 1 5 の何れか 1 項に記載の方法において、混合が、リン酸鉄リチウム粒子の前記全重量の関数として前記第 2 の抵抗を有する前記リン酸鉄リチウム粒子 2 0 重量 % を前記混合材中に提供する工程を含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

政府支援の説明

本発明は、米国陸軍によって与えられた C E R D E C W 1 5 P 7 T - 0 9 - C - S 3 1 4 下で政府の支援によってなされた。政府は、本発明に特定の権利を有する。

30

【0 0 0 2】

本発明は一般に、エネルギー密度の著しい減少を伴わない高出力密度を有するリチウムイオンバッテリー、および同バッテリーの製造方法に関し、より詳しくは、リチウムイオンバッテリーのカソード組成物および同カソード組成物の製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

リチウム - イオンバッテリー (しばしば、L i - イオンバッテリーと称される) は、リチウムイオンがアノードとカソードとの間で移動する再充電可能なバッテリーのタイプである。リチウムイオンは放電の間にアノードからカソードに移動し、充電の間にカソードからアノードに移動する。集電装置は、アノードとカソードとの間で電荷キャリアを結合するように作用する。最近、リチウム - イオンバッテリーの研究の焦点は、ナノサイズのリン酸鉄リチウム粉末をカソード活性材料として使用することにある。ナノサイズのリン酸鉄リチウム粉末 (ナノ粒子) はリン酸鉄リチウムバッテリーの再充電速度を高めることができることが本技術分野において主張されている。

40

【発明の概要】

【0 0 0 4】

本開示のカソードは、異なった粒度を有する少なくとも第 1 および第 2 の活性材料を含有し、それらは、従来のナノサイズのリン酸鉄リチウム粉末などの単一の活性材料を含有する従来のカソードよりも高い充填密度を達成することができる。単一の活性材料によって形成された従来のカソードを有するセルで構成されたバッテリーと比べて、本開示の実施

50

形態によるカソード組成物を有するセルで構成されたバッテリーは、放電率の大部分についてより高い容量およびより高い出力を示すことができる。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】図1は、2つのカソード活性材料の使用を示す、本開示の実施形態によるカソードの概略図である。

【図2】図2は、本開示の実施形態によるセルの出力密度の関数としてエネルギー密度を示すラゴン (Ragone) 図である。

【図3】図3は、本開示の実施形態によるセルについてアンペア数の関数として電圧を示す図である。

10

【図4】図4は、本開示の実施形態によるセルの容量の比較を示す多変量図である。

【図5】図5は、本開示の実施形態によるカソードを有する出力セルについてカソード組成物のコート重量の関数として容量を示す図である。

【図6】図6は、本開示の実施形態によるカソードを有する出力セルについてカソード組成物のコート重量の関数として容量を示す図である。

【図7】図7は、本開示の実施形態によるカソードを有するエネルギーセルおよび出力セルについて出力密度の関数としてエネルギー密度を示すラゴン (Ragone) 図である。

【図8】図8は、本開示の実施形態によるカソードを有する出力セルの放電特性を示す、15アンペアの放電における放電図である。

20

【図9】図9は、本開示の実施形態によるカソードを有するセルの様々な放電アンペア数における放電特性を示す放電図である。

【図10】図10は、図8のセルの40Aおよび50Aにおける放電特性を示す放電図である。

【図11】図11は、本開示の実施形態によるカソードを有するセルの充電/放電サイクルによる容量維持率を示すライフサイクル図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

本発明は多くの異なった形態の実施形態を可能にするが、その特定の実施形態がここにおいて詳細に説明され、本開示は本発明の原理の例示として考えられなければならないが、示された特定の実施形態に本発明を限定することを意図するものではないと理解される。

30

【0007】

バッテリーは典型的に複数のバッテリーセルを備える。セル設計の制御によって、エネルギー密度の実質的な減少を伴わない高出力密度を有するバッテリーが、第1および第2の活性材料を有するカソード組成物を用いて形成され得る。ナノサイズのリン酸鉄リチウム粉末などの単一の活性材料によって形成された従来のセルと比べて、本開示のセルは、放電領域の大部分についてより高い容量を有するバッテリーをもたらすことができる。

【0008】

図1を参照すると、バッテリーセルは、基材12上にコートされたカソード組成物14を含有するカソード10を備える。カソード組成物14は、バインダー19と混合された少なくとも第1のリチウムイオン活性材料16および第2のリチウムイオン活性材料18を含有してもよい。第1および第2の活性材料16、18は異なってもよい。例えば、第1および第2の活性材料は、異なった組成、粒度、タップ密度、および/または導電性炭素の量を有してもよい。

40

【0009】

カソード10をアノードと共に使用してリチウムイオンバッテリーセル、例えば、円筒リチウムイオンバッテリーセルの電極を形成してもよい。リチウムイオンバッテリーセルを本技術分野に公知のバッテリーとして組み立てることができる。例えば、カソード10は再充電可能なリチウム-イオン18650または26650バッテリーにおいて使用されてもよい。アノードはリチウムイオンバッテリーにおいて使用するための公知のアノード活性材料を

50

含有してもよい。例えば、アノード活性材料は黒鉛などの炭素系であるか、またはリチウム金属であってもよい。

【0010】

本技術分野に公知であるように、基材12はアルミニウムなどの金属箔であってもよい。

【0011】

活性材料16、18は、主としてリン酸鉄リチウム、リン酸マンガンリチウム、酸化コバルトリチウム、酸化ニッケルリチウムまたは他の適したリチウム含有材料を含有する組成物であってもよい。第1および第2の活性材料は、同じ組成を有してもよく、または異なった組成を有してもよい。活性材料16、18は、導電性炭素などの導電性成分をさらに含有してもよい。

10

【0012】

活性材料は約100nm～約20μm、約300nm～約10μm、約500nm～約5μm、または約800nm～約1μmの平均粒度を有してもよい。他の適した平均粒度には、約100nm、150nm、200nm、250nm、300nm、350nm、400nm、450nm、500nm、550nm、600nm、650nm、700nm、750nm、800nm、850nm、900nm、950nm、1μm、2μm、3μm、4μm、5μm、6μm、7μm、8μm、9μm、10μm、11μm、12μm、13μm、14μm、または15μmなどがある。いくつかの実施形態において、第1の活性材料16は、第2の活性材料18の平均粒度よりも大きい平均粒度を有し得る。異なった平均粒度を有する活性材料の混合物の使用は、活性材料粒子の充填密度の増加を可能にする場合がある。

20

【0013】

活性材料は約0.1g/cm³～約5g/cm³、約0.2g/cm³～約3g/cm³、約0.4g/cm³～約1g/cm³、または約0.6g/cm³～約0.8g/cm³のタップ密度を有してもよい。他の適したタップ密度には、約0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1、1.52、2.5、3、3.5、4、4.5、または5g/cm³などがある。粉末のタップ密度、または最大充填密度は、粉末試料を保有するメスシリンダーを約250回の落下/分の率で3mmの高さから落下させることによって測定され得る。好ましくは、タップ密度の測定は、以下の標準化試験：USP616、ASTMB527、DINENISO787-11およびEP2.9.34の1つまたは複数に準拠する。

30

【0014】

1つの実施形態において、第1の活性材料16は、第2の活性材料18と比べてより多量の導電性炭素を含有し、出力活性材料として設計されるが、第2の活性材料18はエネルギー活性材料として設計される。適した第1の活性材料16は、約4.3重量%のリチウム、約34.8重量%の鉄、約19.3重量%のリン酸塩、および約1.3重量%の炭素を含有することができる。第1の活性材料16は、1.5μm未満の粒度分布(d₁₀)、3.5μm未満の粒度分布(d₅₀)、6μm未満の粒度分布(d₉₀)、および15ミクロン未満の粒度分布(d_{99.9})を有することができる。適した第2の活性材料18は約4.55重量%のリチウム、約32.9重量%の鉄、約19.1重量%のリン酸塩、および約2.25重量%の炭素を含有することができる。第2の活性材料16は、0.3μm未満の粒度分布(d₁₀)、0.7μm未満の粒度分布(d₅₀)、5μm未満の粒度分布(d₉₀)を有することができる。第1および第2の活性材料は約1:1～約1:9の比で混合されてもよい。他の適した比には、1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、1:6、1:7、1:8、または1:9などがある。

40

【0015】

活性材料はバインダーと組み合わせられてもよい。バインダーは、活性材料を基材12上に結合および保持するのを助けることができる。適したバインダーには、例えばポリフッ化ビニリデン(PVDF)がある。バインダーは、カソード組成物14の全重量に基づ

50

いて約 1 ~ 10 重量%の範囲の量において含有されてもよい。しかしながら、バインダーの量はバッテリーセルのタイプ、例えば、出力セルまたはエネルギーセルに依存する場合がある。出力セルにおいて、カソード組成物 14 中のバインダーの量は、エネルギーセルと比べて増加される場合がある。出力セルについては、例えば、バインダーは約 5 ~ 10 重量%の範囲において含有されてもよい。エネルギーセルについては、例えば、バインダーは約 1 ~ 5 重量%の範囲において含有されてもよい。

【0016】

カソード組成物 14 は基材 12 の少なくとも 1 つの面上にコートされる。しかしながら、カソード組成物 14 は、基材 12 の対向した面上にコートされ得る。また、カソード組成物 14 は、基材 12 の全表面を被覆するようにコートされ得る。カソード組成物 14 は、基材 12 の 1 つの面に対して約 50 g/cm^2 ~ 約 150 g/cm^2 、約 75 g/cm^2 ~ 約 125 g/cm^2 、約 90 g/cm^2 ~ 約 115 g/cm^2 のコート重量において基材 12 上にコートされてもよい。他の適したコート重量には、約 50、55、60、65、70、75、80、85、90、95、100、105、110、115、120、125、130、135、140、145、または 150 g/cm^2 などがある。コート重量を用いてカソード 10 の特性を調整してもよい。例えば、より薄いコート重量を有するカソードを有するセルで構成されたバッテリーは、より低いインピーダンスおよびより高い出力密度を有するが、より厚いコート重量を有するカソードを有するセルで構成されたバッテリーは、より高いインピーダンスおよびより高いエネルギー密度を有する。ナノリン酸鉄リチウム粉末を用いて形成された従来のリチウムイオンバッテリーのカソードと比べたとき、本開示の実施形態によるカソード 10 は、コート重量を減少させることによって起こることが予想されるバッテリー容量の相応する減少をもたらさずにより低いコート重量を用いて形成され得る。理論によって縛られることを意図しないが、従来の活性材料を用いて、より薄いコート重量はイオンの移動をより急速に生じさせ、それは放電率の相応する増加および容量の減少をもたらすと考えられる。本開示のカソード組成物 14 は、従来のカソード組成物と比べたとき、より低いコート重量において実質的に同様なまたはより高い容量を示す。理論によって縛られることを意図しないが、さらに、カソード組成物 14 を用いて達成された増加した充填密度は、より低いコート重量において容量の維持または増加を可能にすると考えられる。

【0017】

例えば、出力セルまたはエネルギーセルに使用するためにカソード組成物 14 を設計してもよい。出力セルで構成されたバッテリーは 2.5 . 6 V において約 3 . 6 A h の容量を有し得るが、エネルギーセルで構成されたバッテリーは、2.5 . 6 V において約 4 . 35 A h の容量を有する。出力セルで構成されたバッテリーは、連続放電約 3.5 A、60 秒の最大パルス放電約 7.0 A、および 10 秒の最大パルス放電約 11.0 A を有する場合がある。エネルギーセルで構成されたバッテリーは、連続放電約 2.0 A、60 秒の最大パルス放電約 4.0 A、および 10 秒の最大パルス放電約 6.0 A を有する場合がある。

【0018】

別の実施形態において、リチウムイオンバッテリーは、複数の集電装置と、集電装置の少なくとも 1 つと接触しているアノード活性材料と、第 1 の平均粒度を有する第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子および第 2 の平均粒度を有する第 2 の複数のリン酸鉄リチウム粒子を含み；集電装置の少なくとも 1 つと接触しているカソード活性材料とを備え、カソード活性材料はリン酸鉄リチウム粒子の二峰性分布を有する。このバッテリーの実施形態において、第 1 の平均粒度は約 3 . 5 μm であってもよく、および / または第 2 の平均粒度は約 0 . 7 μm であってもよい。このバッテリーのさらなる実施形態において、第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子は、リン酸鉄リチウム粒子の全重量の関数としてカソード材料中に 5 重量% ~ 60 重量%、10 重量% ~ 45 重量%、または 15 重量% ~ 25 重量%の範囲の重量パーセンテージにおいて含有されてもよい。第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子は、リン酸鉄リチウム粒子の全重量の 20 重量%としてカソード材料中に含有されてもよい。別の実施形態において、カソード活性材料は、カソード活性材料の全重量に基づいてバイ

ンダー約 1 ~ 10 重量 % を含有することができる。

【 0 0 1 9 】

さらに別の実施形態において、カソード活性材料は、第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子のタップ密度または第 2 の複数のリン酸鉄リチウム粒子のタップ密度のどちらかよりも大きいタップ密度を有する。さらに、カソード活性材料は、第 1 の複数のリン酸鉄リチウム粒子のタップ密度および第 2 の複数のリン酸鉄リチウム粒子のタップ密度の両方よりも大きいタップ密度を有する。

【 0 0 2 0 】

さらに別の実施形態において、複数のリン酸鉄リチウム粒子を含有するカソード活性材料の抵抗は、第 1 の抵抗を有する複数のリン酸鉄リチウム粒子を提供する工程と、第 1 の抵抗より大きい第 2 の抵抗を有する複数のリン酸鉄リチウム粒子を第 1 の抵抗を有する複数のリン酸鉄リチウム粒子と混合して混合材を形成し、混合材の抵抗が第 1 の抵抗以下である工程とを有する方法によって低減され得る。第 1 の抵抗を有する複数のリン酸鉄リチウム粒子は約 0 . 7 μm の平均粒度を有することができ、第 2 の抵抗を有する複数のリン酸鉄リチウム粒子は約 3 . 5 μm の平均粒度を有することができる。

10

【 0 0 2 1 】

混合は、リン酸鉄リチウム粒子の全重量の関数として第 2 の抵抗を有するリン酸鉄リチウム粒子 5 重量 % ~ 60 重量 % の範囲、10 重量 % ~ 45 重量 % の範囲、15 重量 % ~ 25 重量 % の範囲、または 20 重量 % を混合材中に提供する工程を有することができる。

20

【 実施例 】

【 0 0 2 2 】

以下の実施例は説明のために提供され、本発明の範囲を限定することを意図しない。

実施例 1 ~ 4 カソード組成物

表 1 に示された組成を有するカソード組成物 1 4 を用いてカソードを製造した。

表 1: カソード組成物およびコート重量

	第 1 の活性材料	第 2 の活性材料	コート重量
実施例 1	20%	80%	1 つの面に対して 115 g/m ²
実施例 2	20%	80%	1 つの面に対して 90 g/m ²
実施例 3	0%	100%	1 つの面に対して 115 g/m ²
実施例 4	0%	100%	1 つの面に対して 90 g/m ²

30

【 0 0 2 3 】

第 1 の活性材料は約 3 . 5 μm の平均粒度および約 1 . 0 g / c m ³ のタップ密度を有する。第 2 の活性材料は約 0 . 7 μm の平均粒度および約 0 . 6 g / c m ³ のタップ密度を有する。第 1 および第 2 の活性材料の組成は以下の表 2 に記載される。第 1 および第 2 の活性材料の物理的特性は以下の表 3 に記載される。

表 2 : 第 1 および第 2 の活性材料の組成

元素	第 1 の活性材料	第 2 の活性材料
リチウム	4.3 wt. %	4.55 wt. %
鉄	34.8 wt. %	32.9 wt. %
リン酸塩	19.3 wt. %	19.1 wt. %
炭素	1.3 wt. %	2.25 wt. %

40

表 3：第 1 および第 2 の活性材料の物理的特性

	第 1 の活性材料	第 2 の活性材料
粒度分布 (d_{10})	$\leq 1.5 \mu\text{m}$	$\leq 0.3 \mu\text{m}$
粒度分布 (d_{50})	$\leq 3.5 \mu\text{m}$	$\leq 0.7 \mu\text{m}$
粒度分布 (d_{90})	$\leq 6.0 \mu\text{m}$	$\leq 5.00 \mu\text{m}$
粒度分布 ($d_{99.9}$)	$\leq 15.0 \mu\text{m}$	得られない
タップ密度	$1.0 \pm 0.2 \text{ g/cm}^3$	$0.6 \pm 0.1 \text{ g/cm}^3$
比表面積	$12.5 \pm 2.5 \text{ m}^2/\text{g}$	$14.0 \pm 3.0 \text{ m}^2/\text{g}$

10

【 0 0 2 4 】

表 4 および図 2 および図 3 を参照すると、セルの状態データを試験した。第 1 の活性材料を混合物に添加することによって容量とインピーダンスとの両方が低減される。また、コート重量を低減することによって容量とインピーダンスとの両方が低減される。より低いコート重量、より低いインピーダンスのカソードを有するセルで構成されたバッテリーはより高い出力密度を有するが、より大きいコート重量、より高いインピーダンスのカソードを有するセルで構成されたバッテリーはより高いエネルギー密度を有する。図 2 および図 3 に示されるように、第 1 および第 2 の活性材料の組み合わせを含有するカソード組成物を有するセルは、第 2 の活性材料だけを含有するカソード組成物を有するセルと比べてより高いエネルギー密度においてより高い出力密度を示す。特に、1 つの面に対して約 90 g/cm^2 のコート重量（すなわち、軽いコート重量）において基材 12 上にコートされる第 1 および第 2 の活性材料の混合物を含有するカソード組成物 14 を有するセルは、高エネルギー密度および高出力密度の最良のバランスを示した。

20

表 4: 状態データ

	容量 D2 (mAh)	開放電圧 (V)	インピーダンス(mΩ)
実施例 1	1211.0	3.2999	23.24
実施例 2	1115.8	3.2998	15.53
実施例 3	1247.3	3.2993	24.41
実施例 4	1150.8	3.2992	19.91

30

【 0 0 2 5 】

セルのコート重量および活性材料含有量の操作によって、特定の出力またはエネルギー密度を有する特注のセルを製造してもよい。図 4 を参照すると、例えば、軽いコート重量において全て第 2 の活性材料を使用することによって最も高い有効出力密度を生じ、より大きいコート重量において、最も高いエネルギー密度を生じる。

【 0 0 2 6 】

実施例 5 ~ 16 コート重量が出力セルの容量およびインピーダンスに与える効果

40

本開示の実施形態による出力セルを 18650 出力セルにおいて使用することができる。表 5 に示された寸法によってセルを作製することができる。カソード組成物 14 は、活性材料 - 約 1 対約 4 の比の実施例 1 の第 1 および第 2 の活性材料の混合物を含有することができる。セルの特性から計算された時のセルの予想容量およびインピーダンスを表 5 に示す。

表 5

	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10
カソードのコート重量 (1つの面に対しての g/m ²)	115	90	80	70	60	50
アノードのコート重量 (1つの面に対しての g/m ²)	52.2	40.9	36.3	31.8	27.3	22.7
セパレータの厚さ (cm)	0.020	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
厚さ (cm)	0.222	0.184	0.169	0.154	0.139	0.124
長さ (cm)	796	950	1040	1140	1260	1420
幅 (cm)	55	55	55	55	55	55
カソード膜のグラム数 (g)	10.0	9.3	9.1	8.7	8.2	7.7
予想容量 (mAh)PO	1239.1	1156.9	1125.5	1079.2	1021.9	959.1
予想インピーダンス(mΩ)	15.0	12.6	11.5	10.5	9.5	8.4

10

	実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14	実施例 15	実施例 16
カソードのコート重量 (1つの面に対しての g/m ²)	40	30	20	15	10	5
アノードのコート重量 (1つの面に対しての g/m ²)	18.2	13.6	9.1	6.8	4.5	2.3
セパレータの厚さ(cm)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
厚さ (cm)	0.109	0.094	0.079	0.072	0.064	0.057
長さ (cm)	1610	1870	2230	2460	2750	3120
幅 (cm)	55	55	55	55	55	55
カソード膜のグラム数 (g)	7.0	6.1	4.8	4.0	3.0	1.6
予想容量 (mAh)PO	869.1	755.9	599.0	494.0	365.8	203.5
予想インピーダンス(mΩ)	7.4	6.4	5.4	4.9	4.3	3.8

20

【 0 0 2 7 】

30

図 5 を参照すると、実施例 5 ～ 1 6 は、コート重量を減少させる時に容量およびインピーダンスが相応して減少することを示す。

【 0 0 2 8 】

実施例 1 7 ～ 2 8 コート重量がエネルギーセルに与える効果

本開示の実施形態によるエネルギーセルを 1 8 6 5 0 エネルギーセルにおいて使用することができる。表 6 に示された寸法によってセルを製造することができる。カソード組成物 1 4 は、活性材料 - 約 1 対 4 の比の実施例 1 の第 1 および第 2 の活性材料の混合物を含むことができる。セルの特性から計算された時のセルの予想キャパシタンスおよびインピーダンスを表 6 に示す。

表 6

	実施例 17	実施例 18	実施例 19	実施例 20	実施例 21	実施例 22
カソードのコート重量 (1つの面に対しての g/m ²)	186	170	155	140	125	110
アノードのコート重量 (1つの面に対しての g/m ²)	86.162	78.750	71.801	64.853	57.904	50.956
セパレータの厚さ(cm)	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
厚さ (cm)	0.321	0.298	0.277	0.255	0.234	0.212
長さ (cm)	590	630	680	740	800	890
幅 (cm)	55	55	55	55	55	55
カソード膜のグラム数(g)	12.0	11.7	11.5	11.3	10.9	10.7
予想容量 (mAh)PO	1487.6	1451.5	1428.4	1403.8	1354.7	1326.1
予想インピーダンス (mΩ)	25.0	23.4	21.7	19.9	18.4	16.6

	実施例 23	実施例 24	実施例 25	実施例 26	実施例 27	実施例 28
カソードのコート重量 (1つの面に対しての g/m ²)	95	80	65	50	35	20
アノードのコート重量 (1つの面に対しての g/m ²)	44.007	37.059	30.110	23.162	16.213	9.265
セパレータの厚さ	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
厚さ (cm)	0.191	0.169	0.147	0.126	0.104	0.083
長さ (cm)	990	1110	1280	1500	1810	2280
幅 (cm)	55	55	55	55	55	55
カソード膜のグラム数(g)	10.3	9.7	9.1	8.2	6.9	4.9
予想容量 (mAh)	1273.5	1201.9	1125.5	1013.7	854.8	612.7
予想インピーダンス (mΩ)	14.9	13.3	11.5	9.8	8.1	6.5

10

20

30

【 0 0 2 9 】

図 6 を参照すると、実施例 17 ~ 28 は、コート重量を減少させる時に容量およびインピーダンスが相応して減少することを示す。

【 0 0 3 0 】

実施例 29 本開示の実施形態によるカソード組成物 14 を有するセルと従来のナノ LFP セルとの比較

本開示の実施形態によるカソード組成物 14 を用いて 18650 出力セルおよび 18650 エネルギーセルを形成した。出力セルおよびエネルギーセルのカソード組成物 14 は、約 1 対 4 の比の実施例 1 の第 1 および第 2 の活性材料の混合物を含有した。

【 0 0 3 1 】

本実施例のカソードを有するセルで構成されたバッテリーの放電率範囲についての容量を、ナノサイズのリン酸鉄リチウムである単一の活性材料から形成された従来のカソードを有するセルで構成されたバッテリーの容量と比較した。図 7 に示されるように、本実施例のセルで構成されたバッテリーは、試験された放電率範囲の大部分について従来のバッテリーセルより高い容量を示す。図 8 はさらに、15 A m p の放電において本実施例のセルで構成されたバッテリーによって示された、より高い容量を示す。図 8 はさらに、放電曲線の大部分について本実施例のセルで構成されたバッテリーによって示された高い出力を示す。また、放電曲線は、本実施例のセルで構成されたバッテリーが放電曲線の大部分について安定な電圧を示したことを示す。

40

【 0 0 3 2 】

50

実施例 3 0 本開示によるカソード組成物 1 4 を有する 2 6 6 5 0 セルの放電特性

実施例 2 9 の出力セルのカソード組成物 1 4 を 2 6 6 5 0 バッテリーのセルに組み込み、その放電特性を約 1 . 2 5 アンペア ~ 約 5 0 アンペアの電流の範囲について試験した。図 9 および図 1 0 を参照すると、放電曲線は、本開示によるセルで構成されたバッテリーは放電曲線の大部分について安定な電圧を示すことを表す。

【 0 0 3 3 】

実施例 3 1 ライフサイクルを反復した時の容量維持率

実施例 3 0 のセルに準拠するセルで構成された 2 6 6 5 0 バッテリーを試験してライフサイクルを反復した時の容量維持率を測定した。バッテリーは、1 0 0 0 回を超える全放電サイクルについて初期容量の 8 0 % 超を維持した。図 1 1 は、3 0 0 0 サイクルについて実施例 3 0 によるセルで構成された 3 つのバッテリーの容量維持率を示す。バッテリーは、2 0 % ~ 8 0 % の充電状態で約 7 . 8 アンペアで充電および放電された。全容量は、約 1 . 3 アンペアで放電することによって 5 0 サイクル毎に検査された。

【 0 0 3 4 】

前述の記載から、多数の変型および改良が本発明の精神および範囲から逸脱せずに達成され得ることが理解されよう。本明細書において説明された特定の機器に対して制限を設けないことが意図され、もしくは推論されるべきであると理解されなければならない。もちろん、全てのこのような改良を請求の範囲内にあるものとして添付された請求の範囲によって扱うことが意図される。

【 図 1 】

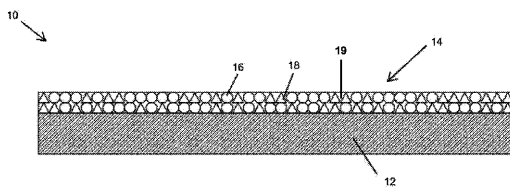


FIGURE 1

【 図 2 】

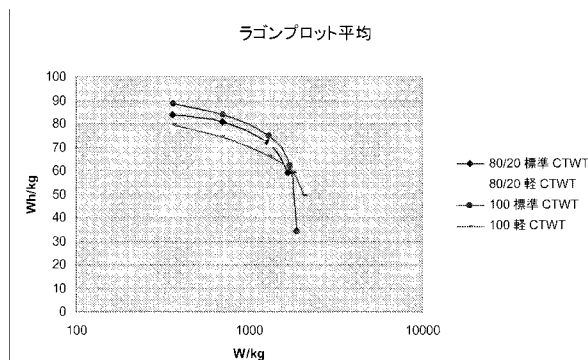


図 2

【 図 3 】

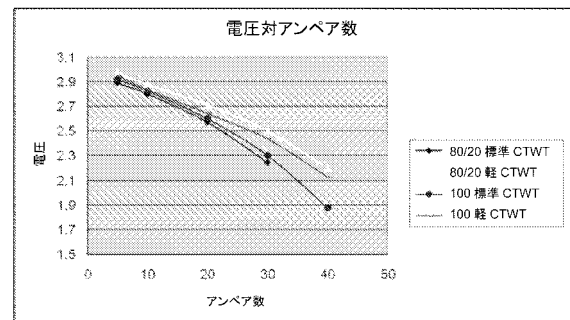


図 3

【図 4】

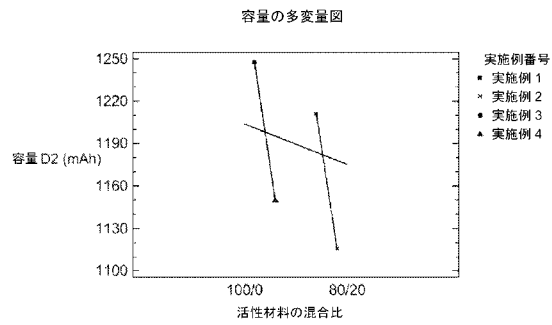


図 4

【図 5】

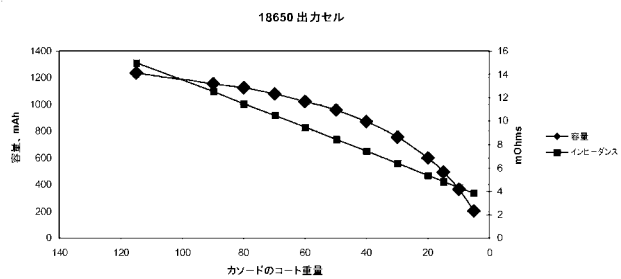


図 5

【図 8】

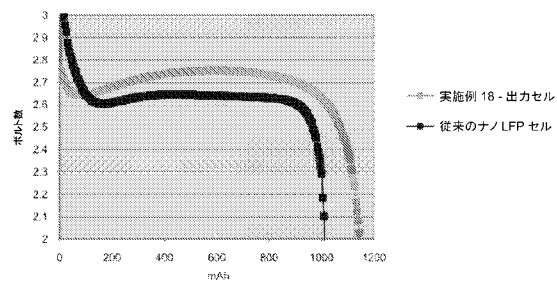


図 8

【図 9】

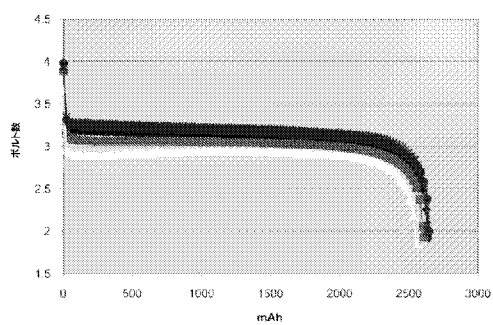


図 9

【図 6】

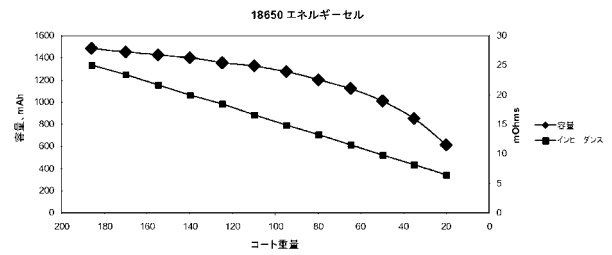


図 6

【図 7】

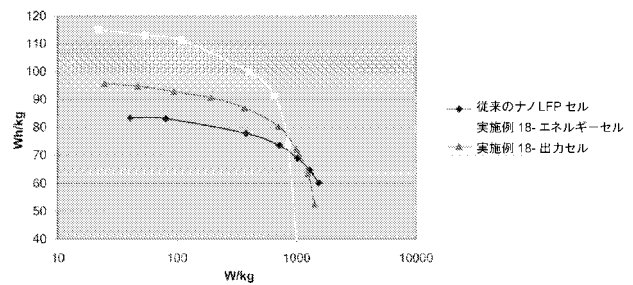


図 7

【図 10】

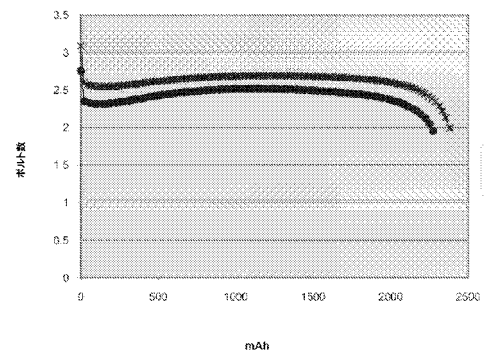


図 10

【図 11】

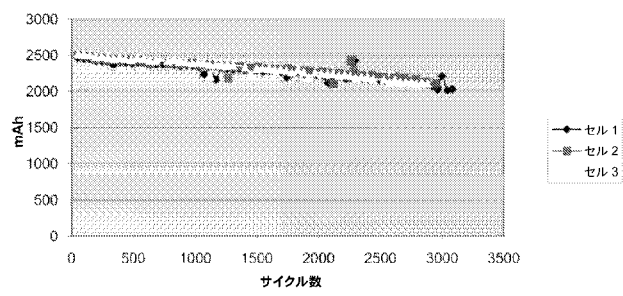




図 11

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2011/041382
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01M 4/136(2010.01)i, H01M 10/0525(2010.01)i, H01M 4/58(2010.01)i, H01M 4/1397(2010.01)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) H01M 4/136; H01M 4/40; H01M 4/48; H01M 4/54; C01B 35/00; H01M 4/02; H01B 1/02; H01B 1/00; B32B 1/00; H01M 4/58		
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: active material, iron phosphate, bimodal, lithium		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009-0155689 A1 (ZAGHIB, KARIM et al.) 18 June 2009 See abstract, figures 1-10, paragraphs [0011]-[0138], claims 1-38.	1-3, 11-13
A	US 2007-0054187 A1 (NUSPL, GERHARD et al.) 08 March 2007 See abstract, figures 1-3, paragraphs [0004]-[0092], claims 1-6, 8-26.	1-3, 11-13
A	US 2010-0068623 A1 (BRAUN, PAUL V. et al.) 18 March 2010 See abstract, figures 1-16, paragraphs [0006]-[0080], claims 1-26.	1-3, 11-13
A	US 2009-0212267 A1 (DOBBS, ROBERT J. et al.) 27 August 2009 See abstract, figures 1-17, paragraphs [0006]-[0156], claims 1-54.	1-3, 11-13
A	US 2009-0075083 A1 (BI, XIANGXIN et al.) 19 March 2009 See abstract, figures 1-106, paragraphs [0006]-[0520], claims 1-19.	1-3, 11-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 APRIL 2012 (10.04.2012)		Date of mailing of the international search report 12 APRIL 2012 (12.04.2012)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer Cho Ki Yun Telephone No. 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2011/041382**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 5-7, 10
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

Claims 5-7 and 10 are in reference to multiple dependent claims 4 and 9, which are not subjected to the meaningful search in accordance with the second and the third sentences of Rule 6.4(a).

3. ☒ Claims Nos.: 4,8-9,14-16
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2011/041382

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009-0155689 A1	18.06.2009	US 2010-0327223 A1	30.12.2010
US 2007-0054187 A1	08.03.2007	CA 2537278 A1	09.06.2005
		CA 2537278 C	13.11.2007
		CN 1867514 A	22.11.2006
		DE 10353266 A1	16.06.2005
		EP 1682446 A1	26.07.2006
		EP 2336085 A2	22.06.2011
		JP 04-176804 B2	05.11.2008
		JP 2007-511458 A	10.05.2007
		JP 2007-511458 T	10.05.2007
		KR 10-2006-0120112 A	24.11.2006
		TW 266744 B	21.11.2006
		US 2011-0017947 A1	27.01.2011
		US 7807121 B2	05.10.2010
		US 7998618 B2	16.08.2011
		WO 2005-051840 A1	09.06.2005
US 2010-0068623 A1	18.03.2010	US 2008-0246580 A1	09.10.2008
		US 2010-0065889 A1	18.03.2010
		US 7872563 B2	18.01.2011
		WO 2008-124343 A2	16.10.2008
		WO 2008-124343 A3	16.10.2008
US 2009-0212267 A1	27.08.2009	CN 101952999 A	19.01.2011
		EP 2235770 A2	06.10.2010
		JP 2011-508378 A	10.03.2011
		JP 2011-508378 T	10.03.2011
		KR 10-2010-0114502 A	25.10.2010
		WO 2009-082492 A2	02.07.2009
		WO 2009-082492 A3	24.09.2009
US 2009-0075083 A1	19.03.2009	AU 1999-12891 A1	24.05.1999
		AU 2002-224399 A8	29.04.2002
		AU 2002-239458 A8	11.06.2002
		AU 2002-243617 A8	30.07.2002
		AU 2002-24399 A1	29.04.2002
		AU 2002-303385 A8	11.11.2002
		AU 2002-323145 A8	03.03.2003
		AU 2002-367056 A1	30.07.2003
		AU 2002-367056 A8	30.07.2003
		AU 2002-39458 A1	11.06.2002
		AU 2003-241284 A1	27.10.2003
		CA 2333259 A1	02.12.1999
		CA 2349945 A1	18.05.2000
		CA 2350201 A1	18.05.2000
		CA 2364262 A1	14.09.2000
		CA 2412601 A1	27.12.2001
		CA 2425838 A1	25.04.2002

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2011/041382

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		CA 2427103 A1	06.06.2002
		CA 2435880 A1	01.08.2002
		CN 100484752 C	06.05.2009
		CN 1155469 C0	30.06.2004
		CN 1202908 C0	25.05.2005
		CN 1263537 C0	12.07.2006
		CN 1277627 A0	20.12.2000
		CN 1277734 A0	20.12.2000
		CN 1286733 C0	29.11.2006
		CN 1305411 A0	25.07.2001
		CN 1308968 C0	04.04.2007
		CN 1322185 A0	14.11.2001
		CN 1328486 A0	26.12.2001
		CN 1329575 A0	02.01.2002
		CN 1343378 A0	03.04.2002
		CN 1347561 A0	01.05.2002
		CN 1374883 A0	16.10.2002
		CN 1402888 A0	12.03.2003
		CN 1429336 A0	09.07.2003
		CN 1434765 A0	06.08.2003
		CN 1443376 A0	17.09.2003
		CN 1471439 A	28.01.2004
		CN 1471439 C0	19.04.2006
		CN 1503728 A	09.06.2004
		CN 1503728 C0	09.06.2004
		CN 1531480 A	22.09.2004
		CN 1531480 C0	22.09.2004
		CN 1555308 A	15.12.2004
		CN 1555308 C0	08.08.2007
		CN 1571726 A	26.01.2005
		CN 1571726 C0	13.12.2006
		CN 1589236 A	02.03.2005
		CN 1589236 C0	25.04.2007
		CN 1831189 A0	13.09.2006
		CN 1915837 A	21.02.2007
		CN 1915837 C0	21.02.2007
		CN 1982242 A	20.06.2007
		CN 1982242 B	08.09.2010
		CN 1982242 C0	20.06.2007
		EP 1016149 A1	05.07.2000
		EP 1027394 A1	16.08.2000
		EP 1027400 A1	16.08.2000
		EP 1027400 B1	29.12.2004
		EP 1027721 A1	16.08.2000
		EP 1027721 B1	25.06.2008
		EP 1082405 A1	14.03.2001
		EP 1082405 B1	18.08.2010
		EP 1129035 A1	05.09.2001
		EP 1131154 A1	12.09.2001
		EP 1131154 A4	04.05.2005

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2011/041382

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		EP 1163703 A1	19.12.2001
		EP 1165442 A1	02.01.2002
		EP 1166286 A1	02.01.2002
		EP 1230016 A1	14.08.2002
		EP 1230016 A4	12.05.2004
		EP 1249047 A1	16.10.2002
		EP 1249047 B1	25.08.2010
		EP 1279018 A1	29.01.2003
		EP 1279018 A4	29.03.2006
		EP 1280657 A1	05.02.2003
		EP 1301954 A1	16.04.2003
		EP 1333935 A1	13.08.2003
		EP 1335829 A2	20.08.2003
		EP 1335829 A4	23.08.2006
		EP 1335829 B1	05.10.2011
		EP 1338043 A1	27.08.2003
		EP 1383646 A1	28.01.2004
		EP 1383646 A4	26.09.2007
		EP 1417094 A1	12.05.2004
		EP 1417094 B1	11.03.2009
		EP 1425162 A2	09.06.2004
		EP 1448478 A1	25.08.2004
		EP 1886802 A2	13.02.2008
		EP 1886802 A3	30.07.2008
		EP 2366736 A1	21.09.2011
		JP 04-222829 B2	12.02.2009
		JP 04-524410 B2	11.06.2010
		JP 04-535677 B2	25.06.2010
		JP 04-646490 B2	17.12.2010
		JP 04-833408 B2	30.09.2011
		JP 2001-510930 A	07.08.2001
		JP 2001-521979 A	13.11.2001
		JP 2001-521980 A	13.11.2001
		JP 2001-522130 A	13.11.2001
		JP 2002-516351 A	04.06.2002
		JP 2002-523327 A	30.07.2002
		JP 2002-529224 A	10.09.2002
		JP 2002-529352 A	10.09.2002
		JP 2002-536286 A	29.10.2002
		JP 2002-539064 A	19.11.2002
		JP 2003-505233 A	12.02.2003
		JP 2003-514353 A	15.04.2003
		JP 2003-531370 A	21.10.2003
		JP 2003-535702 A	02.12.2003
		JP 2003-536231 A	02.12.2003
		JP 2004-508669 A	18.03.2004
		JP 2004-511342 A	15.04.2004
		JP 2004-514940 A	20.05.2004
		JP 2004-524396 A	12.08.2004
		JP 2004-537767 A	16.12.2004

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2011/041382

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		JP 2005-500242 A	06.01.2005
		JP 2005-504701 A	17.02.2005
		JP 2010-100061 A	06.05.2010
		JP 2010-265171 A	25.11.2010
		KR 10-0597057 B1	06.07.2006
		KR 10-0597580 B1	10.07.2006
		KR 10-0635312 B1	18.10.2006
		KR 10-0670713 B1	18.01.2007
		KR 10-0696972 B1	20.03.2007
		KR 10-0696973 B1	20.03.2007
		KR 10-0769491 B1	24.10.2007
		KR 10-0772467 B1	02.11.2007
		KR 10-0778731 B1	23.11.2007
		KR 10-0807655 B1	28.02.2008
		KR 10-0816116 B1	24.03.2008
		KR 10-0890981 B1	27.03.2009
		KR 10-0930557 B1	09.12.2009
		KR 10-0934679 B1	31.12.2009
		KR 10-2001-0072686 A	31.07.2001
		KR 10-2002-0004959 A	16.01.2002
		KR 10-2002-0018997 A	09.03.2002
		KR 10-2003-0077592 A	01.10.2003
		KR 10-2004-0012671 A	11.02.2004
		KR 10-2005-0111650 A	25.11.2005
		TW 266090 A	11.11.2006
		TW 266090 B	11.11.2006
		TW 420651 A	01.02.2001
		TW 488100 A	21.05.2002
		TW 488100 B	21.05.2002
		TW 590988 A	11.06.2004
		TW 590988 B	11.06.2004
		TW 1318693 A	21.12.2009
		US 05952125 A	14.09.1999
		US 05989514 A	23.11.1999
		US 06099798 A	08.08.2000
		US 06106798 A	22.08.2000
		US 06130007 A	10.10.2000
		US 06136287 A	24.10.2000
		US 2001-000912 A1	10.05.2001
		US 2001-020581 A1	13.09.2001
		US 2001-045063 A1	29.11.2001
		US 2001-046468 A1	29.11.2001
		US 2001-051118 A1	13.12.2001
		US 2002-064497 A1	30.05.2002
		US 2002-075126 A1	20.06.2002
		US 2002-142218 A1	03.10.2002
		US 2002-164119 A1	07.11.2002
		US 2002-179886 A1	05.12.2002
		US 2002-192137 A1	19.12.2002
		US 2002-192476 A1	19.12.2002

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2011/041382

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 2003-031438 A1	13.02.2003
		US 2003-035642 A1	20.02.2003
		US 2003-044346 A1	06.03.2003
		US 2003-077221 A1	24.04.2003
		US 2003-077513 A1	24.04.2003
		US 2003-117691 A1	26.06.2003
		US 2003-118841 A1	26.06.2003
		US 2003-127316 A1	10.07.2003
		US 2003-198590 A1	23.10.2003
		US 2003-203205 A1	30.10.2003
		US 2003-207129 A1	06.11.2003
		US 2003-228415 A1	11.12.2003
		US 2003-232200 A1	18.12.2003
		US 2004-105163 A1	03.06.2004
		US 2004-120882 A1	24.06.2004
		US 2004-173780 A1	09.09.2004
		US 2004-197659 A1	07.10.2004
		US 2005-042152 A1	24.02.2005
		US 2005-118411 A1	02.06.2005
		US 2005-132659 A1	23.06.2005
		US 2005-158690 A1	21.07.2005
		US 2005-170192 A1	04.08.2005
		US 2005-200036 A1	15.09.2005
		US 2005-232878 A1	20.10.2005
		US 2005-264811 A1	01.12.2005
		US 2005-271805 A1	08.12.2005
		US 2006-132020 A1	22.06.2006
		US 2006-141142 A1	29.06.2006
		US 2006-147369 A1	06.07.2006
		US 2007-116409 A1	24.05.2007
		US 2007-202319 A1	30.08.2007
		US 2007-208123 A1	06.09.2007
		US 2008-003522 A1	03.01.2008
		US 2008-026220 A9	31.01.2008
		US 2008-069945 A1	20.03.2008
		US 2008-131356 A1	05.06.2008
		US 2008-131357 A1	05.06.2008
		US 2009-233098 A1	17.09.2009
		US 2009-255189 A1	15.10.2009
		US 2009-288601 A1	26.11.2009
		US 2010-209328 A1	19.08.2010
		US 2010-314588 A1	16.12.2010
		US 2011-017952 A1	27.01.2011
		US 6193936 B1	27.02.2001
		US 6225007 B1	01.05.2001
		US 6290735 B1	18.09.2001
		US 6387531 B1	14.05.2002
		US 6471930 B2	29.10.2002
		US 6482374 B1	19.11.2002
		US 6506493 B1	14.01.2003

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2011/041382

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 6508855 B2	21.01.2003
		US 6599631 B2	29.07.2003
		US 6607706 B1	19.08.2003
		US 6680041 B1	20.01.2004
		US 6692660 B2	17.02.2004
		US 6749648 B1	15.06.2004
		US 6788866 B2	07.09.2004
		US 6849334 B2	01.02.2005
		US 6881490 B2	19.04.2005
		US 6890624 B1	10.05.2005
		US 6919054 B2	19.07.2005
		US 6952504 B2	04.10.2005
		US 7029513 B2	18.04.2006
		US 7039264 B2	02.05.2006
		US 7101520 B2	05.09.2006
		US 7112449 B1	26.09.2006
		US 7132783 B1	07.11.2006
		US 7164818 B2	16.01.2007
		US 7214446 B1	08.05.2007
		US 7224882 B2	29.05.2007
		US 7226966 B2	05.06.2007
		US 7258706 B2	21.08.2007
		US 7306845 B2	11.12.2007
		US 7323158 B2	29.01.2008
		US 7391940 B2	24.06.2008
		US 7423512 B1	09.09.2008
		US 7437047 B2	14.10.2008
		US 7507382 B2	24.03.2009
		US 7816439 B2	19.10.2010

フロントページの続き

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

(72)発明者 ターナー, ジョセフ シー.

アメリカ合衆国 ネバダ州 89002, ヘンダーソン, アゼレアスプリングスアヴェニュー 184

Fターム(参考) 5H050 AA02 AA08 BA17 CA01 CB08 CB12 EA24 GA10 HA01 HA05
HA08 HA17