

(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2015-520927

(P2015-520927A)

(43) 公表日 平成27年7月23日(2015.7.23)

(51) Int.Cl.

HO 1 M	4/58	(2010.01)
HO 1 M	4/36	(2006.01)
HO 1 M	4/13	(2010.01)
HO 1 M	10/0565	(2010.01)
HO 1 M	10/052	(2010.01)

F 1

HO 1 M	4/58
HO 1 M	4/36
HO 1 M	4/13
HO 1 M	4/13
HO 1 M	10/0565

テーマコード(参考)

5 H 0 2 9
5 H 0 5 0
A

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2015-512974 (P2015-512974)

(86) (22) 出願日

平成25年5月24日 (2013.5.24)

(85) 翻訳文提出日

平成26年12月3日 (2014.12.3)

(86) 國際出願番号

PCT/CA2013/050399

(87) 國際公開番号

W02013/173927

(87) 國際公開日

平成25年11月28日 (2013.11.28)

(31) 優先権主張番号

61/651,744

(32) 優先日

平成24年5月25日 (2012.5.25)

(33) 優先権主張国

米国(US)

(71) 出願人

309005766

バシウム・カナダ・インコーポレーテッド  
カナダ・ケベック・ジェイ4ピー・7ズイ  
ー7・ブーシエヴィル・リュ・ドゥ・クー  
ロン・1560

(74) 代理人

100108453

弁理士 村山 靖彦

(74) 代理人

100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人

100089037

弁理士 渡邊 隆

(74) 代理人

100110364

弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】リチウム電気化学的セルのための電極材料

## (57) 【要約】

本発明は、リチウム電気化学的セルのための電極材料、より具体的には表面電荷が低い粒子形状の電極材料に関する。

電気化学的活物質の粒子は、粒子が分散する媒体（水および／あるいは有機溶媒）中で測定されたとき、絶対値で 25 mV よりも小さい（-25 mV から 0 mV；0 mV から 25 mV）ゼータ電位を有する、電気化学的活物質が開示される。

さらなる一態様において、電気化学的活物質の粒子は炭素層でコーティングされ、粒子表面のかなりの部分が炭素層で覆われる。

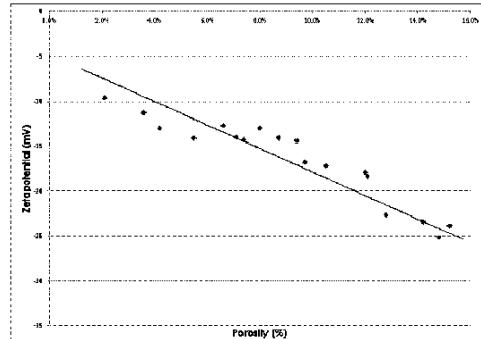


Figure 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

粒子が分散する媒体（水および／あるいは有機溶媒）中で測定されたとき、絶対値で 25 mV よりも小さい（-25 mV から 0 mV；0 mV から 25 mV）ゼータ電位を有する粒子を含む、電気化学的活物質。

**【請求項 2】**

前記粒子が、絶対値で 15 mV よりも小さいゼータ電位を有する、請求項 1 に記載の電気化学的活物質。

**【請求項 3】**

前記粒子が炭素の層でコーティングされ、前記粒子の表面のかなりの部分が前記炭素の層で覆われる、請求項 1 に記載の電気化学的活物質。 10

**【請求項 4】**

前記電気化学的活物質が LiFePO<sub>4</sub> である、請求項 1 に記載の電気化学的活物質。

**【請求項 5】**

電気化学的活物質の粒子と、電子伝導性の添加剤と、バインダーおよびイオン伝導体として作用するポリマーとリチウム塩との混合物とを含むリチウムポリマー電気化学的セルのための電極であって、前記電気化学的活物質の粒子が、該粒子が分散する媒体（水および／または有機溶媒）中で測定されたとき、絶対値で 25 mV よりも小さい（-25 mV から 0 mV；0 mV から 25 mV）ゼータ電位を有することを特徴とする電極。

**【請求項 6】**

前記電気化学的活物質の粒子が、絶対値で 15 mV よりも小さいゼータ電位を有する、請求項 5 に記載の電極。 20

**【請求項 7】**

前記電気化学的活物質の粒子が炭素の層でコーティングされ、前記粒子の表面のかなりの部分が前記炭素の層で覆われる、請求項 5 に記載の電極。

**【請求項 8】**

負極と正極と固体電解質セパレータとを有するリチウムポリマー電気化学的セルであって、少なくとも前記正極は、電気化学的活物質の粒子と、電子伝導性の添加剤と、バインダーおよびイオン伝導体として作用するポリマーとリチウム塩との混合物とを含むリチウムポリマー電気化学的セルにおいて、前記電気化学的活物質の粒子は、該粒子が分散する媒体（水および／または有機溶媒）中で測定されたとき、絶対値で 25 mV よりも小さい（-25 mV から 0 mV；0 mV から 25 mV）ゼータ電位を有することを特徴とするリチウムポリマー電気化学的セル。 30

**【請求項 9】**

前記電気化学的活物質の粒子が、絶対値で 15 mV よりも小さいゼータ電位を有する、請求項 8 に記載のリチウムポリマー電気化学的セル。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、リチウム電気化学的セルのための電極材料、より具体的には表面電荷が低い粒子形状の電極材料に関する。 40

**【背景技術】****【0002】**

リチウムポリマーバッテリーは、正極を負極から分離し、電極間にイオン伝導性をもたらすために、ポリマーとリチウム塩とを含む固体電解質を用いる。負極は、リチウムもしくはリチウム合金のシートまたは、ポリマー／バインダー中の、炭素もしくは Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> などのリチウムイオンの挿入と脱離とが可能な活物質であってよく、他方で正極は、LiFePO<sub>4</sub>、LiMnO<sub>2</sub>、LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> などの電気化学的活物質の粒子と、電子伝導性の添加剤と、バインダーとして作用するだけでなく、正極の電気化学的活物質の粒子と電解質セパレータとの間の必要なイオン経路をもたらすポリマー／固体電解質とから

10

20

30

40

50

成る。

**【0003】**

液体電解質を用い、それゆえリチウムイオン電気化学的セルの電極が、電極の電気化学的活物質および／または挿入材料と電解質セパレータとの間のイオン経路をもたらすために、液体電解質が電極を浸すように多孔質でなくてはならないリチウムイオンバッテリーとは違って、リチウムポリマーバッテリーの電極は、その電極のバインダーがイオン伝導体として作用し、かつリチウムイオン電気化学的セルにあるよういかなる孔も必要ないので、気孔率は非常に低い。

**【0004】**

リチウムポリマー電気化学的セルの電極は好適には、最大エネルギー密度を得るために、電気化学的活物質の粒子が最大量詰まっており、それゆえ好適には最大に圧縮されている。電極内のいかなる気孔率も無駄な空間となり、リチウムポリマー電気化学的セルのエネルギー密度を減少させる。

**【0005】**

電極の最大の圧縮を達成するために、電気化学的活物質の粒径分布（P S D）が、参照によって本願明細書に援用される特許文献1に記載されているように重要であり、その上、粒子が水溶液および／または有機溶媒中で懸濁しているコーティングプロセスにおいて、理想的なP S Dは、必要であるが、粒子間の反発現象が電極の最大圧縮を阻むようになるので、電極の最大の圧縮と低い気孔率とを達成するためには充分ではない。

**【0006】**

それゆえ、粒子間の反発力が最小限に低下した、電気化学的活物質の必要性がある。

**【先行技術文献】**

**【特許文献】**

**【0007】**

**【特許文献1】**米国特許出願公開第2010/0273054号明細書

**【発明の概要】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0008】**

本発明の目的は、従来技術に存在する欠点の少なくともいくつかを改善することである。

**【課題を解決するための手段】**

**【0009】**

一態様において、本発明は、粒子が分散する媒体（水および／または有機溶媒）中で測定されたとき、絶対値で25mVよりも小さい（-25mVから0mV；0mVから25mV）ゼータ電位を有する、電気化学的活物質の粒子を提供する。

**【0010】**

また、ゼータ電位の測定は、周囲温度で中性pHの媒体において行われる。

**【0011】**

さらなる一態様において、電気化学的活物質の粒子は炭素層でコーティングされ、粒子表面のかなりの部分が炭素層で覆われる。

**【0012】**

さらなる一態様において、本発明は、電気化学的活物質の粒子と、電子伝導性の添加剤と、バインダーおよびイオン伝導体として作用するポリマーとリチウム塩との混合物とを含むリチウムポリマー電気化学的セルのための電極において、電気化学的活物質の粒子が、粒子が分散する媒体（水および／あるいは有機溶媒）中で測定されたとき、絶対値で25mVよりも小さい（-25mVから0mV；0mVから25mV）ゼータ電位を有することを特徴とする電極を提供する。

**【0013】**

追加の一態様において、本発明は、負極と、正極と、固体電解質セパレータとを有するリチウムポリマー電気化学的セルであって、少なくとも正極は、電気化学的活物質の粒子

10

20

30

40

50

と、電子伝導性の添加剤と、バインダーおよびイオン伝導体として作用するポリマーとリチウム塩との混合物とを含むリチウムポリマー電気化学的セルにおいて、電気化学的活物質の粒子が、粒子が分散する媒体（水および／または有機溶媒）中で測定されたとき、絶対値で 25 mV よりも小さい（-25 mV から 0 mV；0 mV から 25 mV）ゼータ電位を有することを特徴とするリチウムポリマー電気化学的セルを提供する。

#### 【0014】

本発明の実施形態はそれぞれ、上述の目的および／または態様の少なくとも 1 つを有するが、それらすべてを有する必要はない。理解しておくべきことは、上述の目的を達成しようとする試みから生じた本発明のいくつかの態様は、これらの目的をかなえないかもしれません、および／または本願明細書に具体的に列挙されない別の目的をかなえるかもしれないということである。

10

#### 【0015】

本発明の実施形態の、追加のおよび／または代替的な特徴と態様と利点とは、以下の記述と付属の図と添付の請求項とから明らかとなるであろう。

#### 【0016】

本発明並びにその別の態様とさらなる特徴をよりよく理解するために、付属の図と併用して用いられるべき以下の記述について言及される。図に示されるのは以下である。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0017】

【図 1】電気化学的活物質の試験的な粒子のゼータ電位と、電気化学的活物質の試験的な粒子で作られた電極の気孔率との関係を表わすグラフである。

20

【図 2】図 1 の電気化学的活物質の試験的な粒子のゼータ電位と、電気化学的活物質の試験的な粒子を含む電極の抵抗との関係を表わすグラフである。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0018】

リチウムポリマー電気化学的セルの正極は、好適にはコーティングプロセスによって作られ、当該コーティングプロセスは、水溶液あるいは有機溶媒中の電極の構成物質（電気化学的活物質の粒子と電子伝導性の添加剤とポリマーとリチウム塩）を混合し分散させて、その後分散系／溶液を薄いフィルムの形状で層状にし、乾燥したフィルムを得るために水および／または溶媒を蒸発させる工程から成る。

30

#### 【0019】

実質的に、電気化学的活物質をできるだけ多く電極に詰め込むことを意味する、電極の最大の圧縮を達成するための試みの過程において、発明者は、電気化学的活物質の粒子が、水溶液および／または有機溶液に分散しているとき、粒子間の反発現象が起こることを見出した。この粒子間の反発現象は、粒子が互いに非常に緊密であるときに、水溶液および／または有機溶液内の粒子の表面電荷に直接関連する。実際に、電気化学的活物質の粒子が互いに非常に緊密になると、それらの表面電荷は隣り合う粒子と反発することによって、粒子を密に詰めるのを阻害するよう作用し始め、それゆえ電極の最大の圧縮を阻害するよう作用し始める。

30

#### 【0020】

電極の圧縮を最大にしつつ電極の気孔率を最小にすることに対するこの最後の障壁を緩和するために、ゼータ電位を広範囲なものとする表面電荷で選択された、電気化学的活物質の試験的な粒子で、テストが行われた。実際に発見されたのは、電気化学的活物質の粒子の低表面電荷が、粒子間の反発を減少させたことと、コーティングプロセスを介して、より稠密であり、その結果気孔率がより少ない電極を作ることを可能にしたことである。

40

#### 【0021】

ゼータ電位は、粒子の表面電荷の測定基準である。測定は、粒子が分散する媒体（水および／または有機溶媒）中で行われる。粒子の表面電荷は、反発を起こすためにすべて負あるいはすべて正なので、粒子のゼータ電位の測定は粒子間の反発力を示している。それ

50

ゆえ、25mVより低くてはならないのは、粒子のゼータ電位の絶対値（正あるいは負）である。好適には、粒子のゼータ電位の絶対値は、15mVより低くあるべきである。

#### 【0022】

コーティングプロセスにおいて、電気化学的活物質の粒子がゼロに近いゼータ電位を有するならば、水溶液または有機溶液内の粒子の懸濁液は、不安定になり沈殿するかもしれない。これを避けるための1つの方法は、粒子の最終速度を落とすために、懸濁液の粘度を増やし、懸濁液の沈降率を減速させることである。そしてもちろん、適切な混合が常に維持されるべきである。

#### 【0023】

それゆえ、電極の製造で使われる電気化学的活物質の粒子の表面電荷（ゼータ電位）と、結果的にできる電極の圧縮と多孔性との間に、直接の相関関係がある。電気化学的活物質の試験的な粒子のゼータ電位のミリボルト(mV)と、それぞれの電気化学的活物質で作られた電極の気孔率のパーセント(%)との間の関係を表わしている図1に表わされているように、電気化学的活物質の粒子のゼータと作られる電極の気孔率との間に強い関連性があるということがわかる。作られる電極の気孔率は、使われる粒子のゼータ電位とともに減少する。グラフは、使われる粒子のゼータ電位が25mVより低ければ、10%より低い気孔率を有する電極が得られる可能性が高くなることを示している。無孔性の電極を得る可能性は、使われる粒子のゼータ電位の絶対値が低くなると高まり、粒子のゼータ電位の絶対値が15mVより低くなると、可能性ははるかに高くなる。

10

#### 【0024】

目的は、無孔性の電極を得ることであり、ゼータ電位ができる限り低い、電気化学的活物質の粒子を使えば、無孔性の電極が得られる可能性が高くなる。

20

#### 【0025】

電気化学的活物質としてのC-LiFePO<sub>4</sub>の粒子の具体的なケースにおいて、これらの粒子は、それらの電子伝導性を高めるために、炭素の薄い層で、顕微鏡レベルでコーティングされる。この炭素の薄い層が保護物として作用し、それによって粒子を隔離して、粒子の有効表面電荷を減少させるということが見出された。その認識から、粒子の表面のかなりの部分が炭素の薄い層でコーティングされることを確実にするために、炭素コーティングを制御することによって、25mVより低くC-LiFePO<sub>4</sub>の粒子の表面電荷を減少させることができた。

30

#### 【0026】

電極の製造プロセスにおいて、電気化学的活物質の粒子はしばしば、粒子の凝集体が壊されて粒径分布が最適であることを確実にするために、水溶液あるいは有機溶液中に分散している間、機械的ストレスにさらされる。C-LiFePO<sub>4</sub>の粒子の具体的なケースにおいて、材料へのストレスは、粒子の炭素コーティングを劣化させ、それゆえ粒子の表面電荷を増やす作用を有するほど強くはないことが重要である。

#### 【0027】

上に炭素があってもなくてもよい、Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>、LiMnO<sub>2</sub>、LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>などのような、その他の電気化学的活物質に関して、粒子の表面電荷は、前述と同様のやり方で影響を受けてよく、あるいは表面の化学的性質によって改変されてよい。

40

#### 【0028】

さらに、電気化学的活物質の試験的な粒子のゼータ電位と作られる電極の電子の抵抗との間に、直接の相関関係があるということが見出された。電気化学的活物質の試験的な粒子のゼータ電位(mV)と、電気化学的活物質の試験的な粒子で作られる電極の抵抗との間の関係を表わすグラフである図2において示されるように、作られる電極の抵抗は、使われる粒子のゼータ電位とともに減少することが分かる。それゆえ、ゼータ電位が低い、つまり25mVよりも低く、好適には15mVよりも低い、電気化学的活物質の粒子は、作られる電極の抵抗を減らす効果も有し、ゼータ電位が低い電気化学的活物質の粒子で作られる電極が取り付けられた電気化学的セルの性能をそれ自体さらに改善する。

#### 【0029】

50

目的は、抵抗がゼロに向かう傾向がある電極を得ることであり、ゼータ電位ができる限り低い、電気化学的にアクティブな材料の粒子を使えば、抵抗が非常に低い電極を得る可能性が高くなる。

### 【0030】

本発明の上述の実施形態に対する改変と改良とは、当業者には明らかであろう。前述の記述は、限定するよりもむしろ例として意図されている。それゆえ本発明の範囲は、添付の請求項の範囲によってのみ限定されるよう意図されている。

【図1】

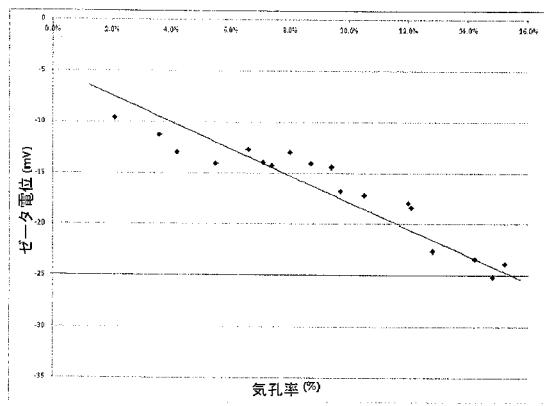


Figure 1

【図2】

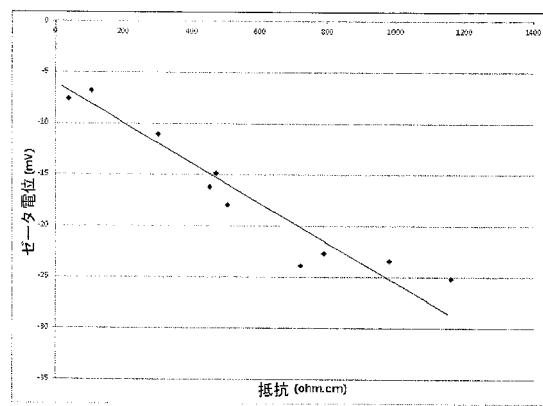


Figure 2

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CA2013/050399																		
<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>            IPC: <b>H01M 4/36</b> (2006.01), <b>H01M 4/13</b> (2010.01), <b>H01M 4/58</b> (2010.01)            According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																				
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b>            Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  <b>IPC: H01M</b></p>																				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																				
Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used) Canadian Patent Database, TotalPatent, PAJ and Google Scholar																				
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 6,855,273 B2 (Ravet et al) 15 February 2005 (15-02-2005)            col.1, lines 10-16; col.3, lines 52-55, Example 1 and claim 25</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>X Y</td> <td>CA 2,678,591 A1 (DAEJUNG EM CO., LTD; KOKAM CO., LTD)            7 May 2009 (07-05-2009)            abstract, [1], [15], [42], [53], [55], [56], [117]-[119] and Fig. 8</td> <td>1 and 2 5, 6, 8 and 9</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CA 2,787,989 A1 (SUED-CHEMIE AG) 4 August 2011 (04-08-2011)            claims 1 and 8</td> <td>1-3</td> </tr> <tr> <td>X, P</td> <td>JP 2012-256509 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 27 December 2012 (27-12-2012)</td> <td>1, 2</td> </tr> <tr> <td>X, P</td> <td>US 2012/0196096 A1 (UEMATSU et al) 02 August 2012 (02-08-2012)</td> <td>1, 2</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 6,855,273 B2 (Ravet et al) 15 February 2005 (15-02-2005) col.1, lines 10-16; col.3, lines 52-55, Example 1 and claim 25	1-9	X Y	CA 2,678,591 A1 (DAEJUNG EM CO., LTD; KOKAM CO., LTD) 7 May 2009 (07-05-2009) abstract, [1], [15], [42], [53], [55], [56], [117]-[119] and Fig. 8	1 and 2 5, 6, 8 and 9	X	CA 2,787,989 A1 (SUED-CHEMIE AG) 4 August 2011 (04-08-2011) claims 1 and 8	1-3	X, P	JP 2012-256509 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 27 December 2012 (27-12-2012)	1, 2	X, P	US 2012/0196096 A1 (UEMATSU et al) 02 August 2012 (02-08-2012)	1, 2
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
X	US 6,855,273 B2 (Ravet et al) 15 February 2005 (15-02-2005) col.1, lines 10-16; col.3, lines 52-55, Example 1 and claim 25	1-9																		
X Y	CA 2,678,591 A1 (DAEJUNG EM CO., LTD; KOKAM CO., LTD) 7 May 2009 (07-05-2009) abstract, [1], [15], [42], [53], [55], [56], [117]-[119] and Fig. 8	1 and 2 5, 6, 8 and 9																		
X	CA 2,787,989 A1 (SUED-CHEMIE AG) 4 August 2011 (04-08-2011) claims 1 and 8	1-3																		
X, P	JP 2012-256509 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 27 December 2012 (27-12-2012)	1, 2																		
X, P	US 2012/0196096 A1 (UEMATSU et al) 02 August 2012 (02-08-2012)	1, 2																		
<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 "B" 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 another 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  25 July 2013 (24-07-2013)	Date of mailing of the international search report  09 August 2013 (09-08-2013)																			
Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 001-819-953-2476	Authorized officer  Irina Kargina (819) 997-3059																			

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No. PCT/CA2013/050399
--

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of the 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.  Claim Nos. :  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely :
  
  
  
2.  Claim Nos. : 1 (part), 2 (part), 5 (part), 6 (part), 8 (part) and 9 (part)  
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 :  
  
**See Extra sheet**
  
  
  
3.  Claim Nos. :  
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 additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
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 claim 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 claim 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**International application No.  
PCT/CA2013/050399**Continuation of Box No. II**

Present claims 1, 2, 5, 6, 8 and 9 relate to a large number of possible electrochemically active materials. Support within the meaning of Article 6 of the PCT and/or description within the meaning of Article 5 of the PCT is to be found, however, for only a very small proportion of the materials claimed. In the present case, the claims so lack support and the application so lacks disclosure, that a meaningful search over the whole of the claimed scope is impossible. Consequently, the search has been carried out for those parts of the claims which appear to be mentioned in the description. The prior art search has been restricted to materials comprising carbon-coated LiFePO<sub>4</sub> (defined in claim 4 and disclosed in [0025]), and Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>, LiMnO<sub>2</sub> or LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, with carbon coating, or modified by surface chemistry (see [0027]).

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CA2013/050399

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date	
US6855273B2	15 February 2005 (15-02-2005)	CA2270771A1 CA2307119A1 CA2307119C CA2625896A1 CA2658728A1 CA2658741A1 CA2658741C CA2658748A1 DE60037609D1 DE60037609T2 DE60041896D1 EP1049182A2 EP1049182A3 EP1049182B1 EP1796189A2 EP1796189A3 EP1796189B1 JP2001015111A JP5175011B2 JP2008186807A US2002195591A1 US2004140458A1 US6962666B2 US2006060827A1 US7344659B2 US2008257721A1 US7815819B2 US2011097479A1 US8173049B2 US2011086273A1 US8257616B2 US2012213919A1 US2012214072A1	30 October 2000 (30-10-2000) 30 October 2000 (30-10-2000) 28 July 2009 (28-07-2009) 30 October 2000 (30-10-2000) 30 October 2000 (30-10-2000) 30 October 2000 (30-10-2000) 28 September 2010 (28-09-2010) 30 October 2000 (30-10-2000) 14 February 2008 (14-02-2008) 08 January 2009 (08-01-2009) 07 May 2009 (07-05-2009) 02 November 2000 (02-11-2000) 11 February 2004 (11-02-2004) 02 January 2008 (02-01-2008) 13 June 2007 (13-06-2007) 20 June 2007 (20-06-2007) 25 March 2009 (25-03-2009) 19 January 2001 (19-01-2001) 03 April 2013 (03-04-2013) 14 August 2008 (14-08-2008) 26 December 2002 (26-12-2002) 22 July 2004 (22-07-2004) 08 November 2005 (08-11-2005) 28 March 2006 (23-03-2006) 18 March 2008 (18-03-2008) 23 October 2008 (23-10-2008) 19 October 2010 (19-10-2010) 28 April 2011 (28-04-2011) 08 May 2012 (08-05-2012) 14 April 2011 (14-04-2011) 04 September 2012 (04-09-2012) 23 August 2012 (23-08-2012) 23 August 2012 (23-08-2012)	30 October 2000 (30-10-2000) 30 October 2000 (30-10-2000) 28 July 2009 (28-07-2009) 30 October 2000 (30-10-2000) 30 October 2000 (30-10-2000) 30 October 2000 (30-10-2000) 28 September 2010 (28-09-2010) 30 October 2000 (30-10-2000) 14 February 2008 (14-02-2008) 08 January 2009 (08-01-2009) 07 May 2009 (07-05-2009) 02 November 2000 (02-11-2000) 11 February 2004 (11-02-2004) 02 January 2008 (02-01-2008) 13 June 2007 (13-06-2007) 20 June 2007 (20-06-2007) 25 March 2009 (25-03-2009) 19 January 2001 (19-01-2001) 03 April 2013 (03-04-2013) 14 August 2008 (14-08-2008) 26 December 2002 (26-12-2002) 22 July 2004 (22-07-2004) 08 November 2005 (08-11-2005) 28 March 2006 (23-03-2006) 18 March 2008 (18-03-2008) 23 October 2008 (23-10-2008) 19 October 2010 (19-10-2010) 28 April 2011 (28-04-2011) 08 May 2012 (08-05-2012) 14 April 2011 (14-04-2011) 04 September 2012 (04-09-2012) 23 August 2012 (23-08-2012) 23 August 2012 (23-08-2012)
CA2678591A1	07 May 2009 (07-05-2009)	AU2007360837A1 AU2007360837B2 CN101657920A CN101657920B EP2206181A1 EP2206181A4 JP2011502332A KR100889622B1 RU2403654C1 US2010203388A1 WO2009057834A1	07 May 2009 (07-05-2009) 09 June 2011 (09-06-2011) 24 February 2010 (24-02-2010) 19 December 2012 (19-12-2012) 14 July 2010 (14-07-2010) 26 December 2012 (26-12-2012) 20 January 2011 (20-01-2011) 20 March 2009 (20-03-2009) 10 November 2010 (10-11-2010) 12 August 2010 (12-08-2010) 07 May 2009 (07-05-2009)	
CA2787989A1	04 August 2011 (04-08-2011)	CA2787989A1 CN102971894A DE102010006082A1 EP2529434A1 JP2013518376A KR20120132489A TW2011133994A US2013108925A1 WO2011092277A1	04 August 2011 (04-08-2011) 13 March 2013 (13-03-2013) 18 August 2011 (18-08-2011) 05 December 2012 (05-12-2012) 05 December 2012 (05-12-2012) 05 December 2012 (05-12-2012) 01 October 2011 (01-10-2011) 02 May 2013 (02-05-2013) 04 August 2011 (04-08-2011)	
JP2012256509A	27 December 2012 (27-12-2012)	None		
US2012196096A1	02 August 2012 (02-08-2012)	CN102675964A DE102012201391A1 JP2012177098A	19 September 2012 (19-09-2012) 02 August 2012 (02-08-2012) 13 September 2012 (13-09-2012)	

---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

H 01M 10/052

テーマコード(参考)

(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,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,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,H,U,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

(72) 発明者 パトリック・ルブラン

カナダ・ケベック・J 4 B · 8 K 5 · ブーシュヴィル・アルザス · 3 4 3

(72) 発明者 フレデリク・コットン

カナダ・ケベック・H 2 A · 3 K 5 · モントリオール・モルソン · 7 1 8 1

(72) 発明者 アラン・ヴァレー

カナダ・ケベック・J 3 X · 2 A 2 · ヴァレンヌ・デ・アンブラン · 2 2

(72) 発明者 エディソン・メン

カナダ・ケベック・J 2 Y · 1 X 9 · プロサード・ネルソン・ストリート · 8 0 8 0

F ターム(参考) 5H029 AJ06 AK01 AK03 AL03 AL06 AM07 AM16 HJ00 HJ18

5H050 AA12 CA01 CA09 CB03 CB07 EA08 FA17 FA18 HA00 HA18