

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5762562号
(P5762562)

(45) 発行日 平成27年8月12日(2015.8.12)

(24) 登録日 平成27年6月19日(2015.6.19)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 M 10/39 (2006.01)

H O 1 M 10/39 A

H O 1 M 10/052 (2010.01)

H O 1 M 10/052

H O 1 M 10/0562 (2010.01)

H O 1 M 10/0562

H O 1 M 4/40 (2006.01)

H O 1 M 4/40

H O 1 M 4/62 (2006.01)

H O 1 M 4/62 Z

請求項の数 13 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-546627 (P2013-546627)
 (86) (22) 出願日 平成23年11月7日(2011.11.7)
 (65) 公表番号 特表2014-501436 (P2014-501436A)
 (43) 公表日 平成26年1月20日(2014.1.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2011/069502
 (87) 国際公開番号 W02012/089383
 (87) 国際公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)
 審査請求日 平成25年9月2日(2013.9.2)
 (31) 優先権主張番号 102010064302.5
 (32) 優先日 平成22年12月29日(2010.12.29)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390023711
 ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
 ミット ベシユレンクテル ハフツング
 ROBERT BOSCH GMBH
 ドイツ連邦共和国 シュツットガルト (番地なし)
 Stuttgart, Germany
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
 ンハルト
 (74) 代理人 100099483
 弁理士 久野 琢也
 (72) 発明者 ウルリヒ アイゼレ
 ドイツ連邦共和国 シュトゥットガート
 ベックラーシュトラッセ 6 ベー
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体電解質ベースのリチウム－硫黄電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リチウム - 硫黄電池であって、

- アノード(1)と、
- カソード(2)と、

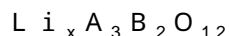
を含み、前記アノード(1)は、リチウムを含み、かつ前記カソード(2)は、硫黄を含み、その際、前記のアノード(1)とカソード(2)とは、少なくとも1つの、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質(3)によって隔離されており、前記のリチウム - 硫黄電池は、少なくとも1つの、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質(4, 4a, 4b)を含み、かつ前記のリチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質(3)の、カソード(2)に対向する側は、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質製の層(4)で覆われている前記電池。

【請求項 2】

請求項1に記載のリチウム - 硫黄電池であって、前記のリチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質(3)は、ガーネット構造を有する前記電池。

【請求項 3】

請求項1または2に記載のリチウム - 硫黄電池であって、前記のリチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質(3)は、一般式：



[式中、3 x 7であり、かつAは、カリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロン

チウム、バリウム、イットリウム、ランタン；プラセオジウム、ネオジウム、サマリウム、ユーロピウム、ガドリニウム、テルビウム、ジスプロシウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、イッテルビウムおよび／またはルテチウムを表し、かつBは、ジルコニウム、ハフニウム、ニオブ、タンタル、タングステン、インジウム、スズ、アンチモン、ビスマスおよび／またはテルルを表す]のガーネット構造を有する前記電池。

【請求項4】

請求項1から3までのいずれか1項に記載のリチウム-硫黄電池であって、前記のアノード(1)は、金属リチウムまたはリチウム合金から形成されている前記電池。

【請求項5】

請求項1から4までのいずれか1項に記載のリチウム-硫黄電池であって、前記カソード(2)は、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質(4a)製の少なくとも1つの伝導エレメント(L)を有し、前記の1もしくは複数の伝導エレメント(L)上にはリチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質(4b)製の構造(S)が形成されており、前記の構造(S)は、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質結晶(4b)によって形成されている前記電池。

10

【請求項6】

請求項5に記載のリチウム-硫黄電池であって、前記の伝導エレメント(L)の一方の部分は、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質(3)と接触し、かつ前記の伝導エレメント(L)のもう一方の部分は、カソード集電体(5)と接触する前記電池。

20

【請求項7】

請求項1から6までのいずれか1項に記載のリチウム-硫黄電池であって、前記のリチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質(4, 4a, 4b)は、チタン酸リチウムを含む前記電池。

【請求項8】

請求項1から7までのいずれか1項に記載のリチウム-硫黄電池であって、前記のリチウム-硫黄電池は、固体電解質(3, 4, 4a, 4b)ベースのリチウム-硫黄電池である前記電池。

【請求項9】

請求項1から8までのいずれか1項に記載のリチウム-硫黄電池であって、前記のカソードは、少なくとも1つの、電子を伝導する固体(G)を含む前記電池。

30

【請求項10】

請求項1から9までのいずれか1項に記載のリチウム-硫黄電池の駆動方法において、前記のリチウム-硫黄電池が、115以上の温度で駆動される前記駆動方法。

【請求項11】

請求項10に記載の方法であって、前記のリチウム-硫黄電池は、115以上、189以下の温度範囲で駆動される前記方法。

【請求項12】

請求項10に記載の方法であって、前記のリチウム-硫黄電池は、200以上の温度で駆動される前記方法。

40

【請求項13】

請求項1から9までのいずれか1項に記載のリチウム-硫黄電池の、115以上の温度での使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リチウム-硫黄電池、リチウム-硫黄電池のための駆動方法ならびにリチウム-硫黄電池の使用に関する。

【0002】

従来技術

50

バッテリーは、今日では、可搬型の用途にも定置型の用途にも重要である。リチウム - 硫黄電池は、サイズが小さくても 2500 Wh/kg という高い理論比エネルギー密度を達成できるので、該電池には特に関心が持たれている。

【0003】

本発明の開示

本発明の対象は、リチウム - 硫黄電池であって、アノード（負極）とカソード（正極）とを含み、前記アノードは、リチウムを含み、かつ前記カソードは、硫黄を含む前記電池である。その際、前記のアノードとカソードは、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない、少なくとも1種の固体電解質によって隔離されている。

【0004】

本発明の範囲において、特に、リチウムイオン伝導性とは、 25°C で $1 \times 10^{-6} \text{ S/cm}$ 以上のリチウムイオン伝導性を有する材料を表しうる。電子を伝導しないとは、本発明の範囲においては、 25°C で $1 \times 10^{-8} \text{ S/cm}$ 未満の電子伝導性を有する材料を表しうる。

【0005】

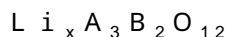
リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質によるアノードとカソードの隔離は、低い温度で、例えば 115°C 未満の温度でも、高い温度で、例えば 115°C 以上の温度でも、前記のように短絡を防げるという利点を有する。更に、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質セパレータは、特に固体電解質のみを含み、従って液状の、任意に引火性の電解質を用いずに駆動できる、固体ベースのリチウム - 硫黄電池の提供を可能にする。

【0006】

一実施形態においては、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質は、ガーネット構造を有する。リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない、ガーネット構造を有する固体電解質において、硫黄は、好ましくは不溶性であるか、または殆ど可溶性でないにすぎない。更に、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない、ガーネット構造を有する固体電解質は、可燃性でなく、かつ毒性でない。リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない、ガーネット構造を有する固体電解質は、特に、高い温度での駆動のために好ましいことが判明した。

【0007】

更なる一実施形態の範囲においては、前記のリチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質は、一般式：



[式中、 $3 \leq x \leq 7$ であり、かつAは、カリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、イットリウム、ランタン；プラセオジウム、ネオジウム、サマリウム、ユーロピウム、ガドリニウム、テルビウム、ジスプロシウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、イッテルビウムおよび/またはルテチウムを表し、かつBは、ジルコニウム、ハフニウム、ニオブ、タンタル、タングステン、インジウム、スズ、アンチモン、ビスマスおよび/またはテルルを表す]のガーネット構造を有する。

【0008】

例えば、前記のリチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質は、式： $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ のガーネット構造を有してよい。

【0009】

更なる一実施形態の範囲においては、前記のアノードは、金属リチウムまたはリチウム合金から、特に金属リチウムから形成されている。ここで、好ましくは、高い最大電圧を達成できる。リチウムは 189°C の融点を有し、かつリチウム - 硫黄電池は、低い温度でも、高い温度でも、特に 189°C を上回る温度でも駆動できるので、該リチウムアノードは、駆動温度に応じて、固体で存在しても液状で存在してもよい。

【0010】

前記のカソードは、電子伝導性の向上のために、例えば黒鉛、カーボンナノチューブ、

10

20

30

40

50

カーボンブラックならびにリチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質構造からなる群から選択される１もしくは複数の材料を含んでよい。

【００１１】

更なる一実施形態の範囲においては、前記のリチウム - 硫黄電池は、特にカソード側に、少なくとも１つの、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質を含む。特にカソード側の、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質によって、好ましくはそうでなければ電解質と硫黄と導電性構造との間の３相の反応帯域を、２相の反応帯域へと、すなわち一方でリチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質と、他方で硫黄との間の２相の反応帯域へと減らすことができ、更に、反応動力学を高めることができる。

【００１２】

更なる一実施形態の範囲においては、前記のリチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質の、カソードに対向する側は、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質製の層で覆われている。ここで、好ましくは特に、電解質と硫黄と導電性構造との間の３相の反応帯域を、２相の反応帯域へと、すなわち一方でリチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質と、他方で硫黄との間の２相の反応帯域へと減らすことができ、更に、反応動力学を高めることができる。

【００１３】

その代わりにまたはそれに加えて、前記カソードは、少なくとも１つの、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質を含んでよい。好ましくは、前記のリチウムおよび電子を伝導する固体電解質は、その場合に硫黄で溶浸されている。そのことは、前記カソードが、硫黄が固体として存在する低い温度でも、特に 115 未満の温度でもリチウムイオンを伝導するという利点を有する。更に、ここで好ましくは、液状であり、任意に引火性の電解質を省くことができる。こうして、好ましくは固体ベースのリチウム - 硫黄電池が提供されうる。

【００１４】

更なる一実施形態の範囲においては、従って、前記のリチウム - 硫黄電池は、固体電解質ベースのあるいは固体ベースのリチウム - 硫黄電池である。その場合に特に、前記のリチウム - 硫黄電池は、室温 (25) で液状の電解質を含まず、例えば (任意に溶融された硫黄および / またはポリスルフィドを除いて) 固体電解質のみを含むことができる。かかるリチウム - 硫黄電池は、好ましくは 115 以上の温度で、例えば 200 以上の温度で、任意に 300 以上の温度でも、115 未満の温度でも駆動できる。好ましくは、かかるリチウム - 硫黄電池の場合には、液状で、任意に引火性の電解質の添加を省くことができる。ここで、好ましくは安全性とサイクル安定性を向上させることができる。更に、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質は同時に良導体として機能しうるので、導電性の向上のための追加の添加剤を省くことができ、かつ電池の全エネルギー密度を最適化することができる。

【００１５】

更なる一実施形態の範囲においては、前記のカソードは、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質製の少なくとも１種の伝導エレメントを含む。かかる伝導エレメントを介して、好ましくは、リチウムイオンも電子も硫黄反応相手へと輸送することができる。前記の伝導エレメントは、例えば多孔質の、例えば海綿状の物体の形で、および / または例えばナノワイヤまたはナノファイバー製のワイヤメッシュまたはファイバーメッシュの形で、および / またはナノチューブの形で形成されてよい。ナノワイヤ、ナノファイバー、あるいはナノチューブとは、その際、特に、500 nm 以下の、例えば 100 nm 以下の平均直径を有するワイヤまたはファイバーまたはチューブを表すことができる。しかし、同様に、前記カソードは、複数の、例えば棒状の、板状の、もしくは格子状の伝導エレメントを含むこともできる。

【００１６】

更なる一実施形態の範囲において、１もしくは複数の伝導エレメントの一方の部分は、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質と接触し、かつ１もしくは複数の

10

20

30

40

50

伝導エレメントのもう一方の部分は、カソード集電体と接触する。このようにして、良好なリチウムイオン伝導と電子伝導を保証できる。例えば、多孔質物体またはワイヤメッシュもしくはファイバーメッシュの形で形成される伝導エレメントの一方の部分は、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質と接触し、かつ多孔質物体またはワイヤメッシュもしくはファイバーメッシュの形で形成される伝導エレメントのもう一方の部分は、カソード集電体と接触しうる。

【 0 0 1 7 】

特に、前記のカソードは、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質製の複数の伝導エレメントを含んでよく、そのうちそれぞれ一方の部分は、前記のリチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質と接触し、かつもう一方の部分は、前記カソード集電体と接触している。このようにして、特に良好なリチウムイオン伝導と電子伝導を保証できる。例えば、前記のカソードは、平坦なまたはアーチ形の、互いに隔たれた板状のまたは格子状の複数の伝導エレメントを含んでよく、前記伝導エレメントは、それぞれ、一方では、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質と接触し、かつ他方では、カソード集電体と接触する。その際、伝導エレメントは、互いに実質的に平行に配置されていてよい。例えば、伝導エレメントは、ブラインドの薄片と同様に互いに配置されていてよい。リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質およびカソード集電体に関しては、前記伝導エレメントは、実質的に垂直に配置されていてよい。

【 0 0 1 8 】

更なる一実施形態の範囲においては、1もしくは複数の伝導エレメント上に、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質製の構造が形成されている。前記構造によって、好ましくは前記伝導エレメントの表面積、ひいてはリチウム - 硫黄 - レドックス反応に提供される表面積を拡大することができる。前記構造は、例えば数マイクロメートルまたは数ナノメートルの範囲の構造であってよい。

【 0 0 1 9 】

前記の伝導エレメントおよび構造は、同じリチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質からも、異なるリチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質からも形成されていてよい。特に、前記の伝導エレメントおよび構造は、同じリチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質から形成されていてよい。

【 0 0 2 0 】

更なる一実施形態の範囲においては、前記構造は、例えば針状の、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質結晶によって形成されている。かかる構造は、例えば水熱合成法によって前記伝導エレメント上に形成されていてよい、あるいは形成されていてよい。

【 0 0 2 1 】

更なる一実施形態の範囲においては、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質は、少なくとも1種のチタン酸リチウムを含むか、あるいはかかるチタン酸リチウムである。チタン酸リチウムとは、本発明の範囲においては、純粋なチタン酸リチウムも、チタン酸リチウム - 混合酸化物あるいはドーブされたチタン酸リチウムであって、1または複数の異種原子（リチウムおよびチタンとは別の金属カチオン）、特に異種原子酸化物を含み、特に、該異種原子の数は、全体で、チタン原子の数に対して、0%超、10%以下、例えば0%超、1%以下であるものも意味しうる。

【 0 0 2 2 】

チタン酸リチウム - 混合酸化物あるいはドーブされたチタン酸リチウムの場合には、好ましくは、リチウムイオン伝導性および電子伝導性は、異種原子の種類と量によって調整することができる。

【 0 0 2 3 】

特に、前記のチタン酸リチウムは、チタン酸リチウム - 混合酸化物、例えば $\text{Li}_{4-x}\text{Mg}_x\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ [式中、 $0 < x < 2$ または $0 < x < 1$]、および/または $\text{Li}_{4-x}\text{Mg}_x\text{Ti}_{5-y}(\text{Nb}, \text{Ta})_y\text{O}_{12}$ [式中、 $0 < x < 2$ または $0 < x < 1$ および $0 < y < 0.1$ または $0 < y < 0.05$]、および/または $\text{Li}_{2-x}\text{Mg}_x\text{Ti}_{3-y}(\text{Nb}, \text{Ta})_y\text{O}_7$ [式中

10

20

30

40

50

、 $0 \leq x \leq 1$ または $0 \leq x \leq 0.5$ および $0 \leq y \leq 0.03$] を含むか、または前記混合酸化物であってよい。

【0024】

更なる一実施形態の範囲においては、前記のカソードは、少なくとも1つの、電子を伝導する（およびリチウムイオンを伝導しない）固体であって、特に黒鉛、カーボンブラック、カーボンナノチューブおよびそれらの組み合わせからなる群から選択される固体を含む。

【0025】

本発明によるリチウム - 硫黄電池の更なる特徴および利点に関して、それとともに明示的に、本発明による方法、本発明による使用および図面の説明に対する解説が参照される。

10

【0026】

本発明の更なる対象は、アノードとカソードを含み、前記アノードがリチウムを含み、かつカソードが硫黄を含み、かつ前記アノードおよびカソードが、少なくとも1つの、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質によって隔離されているリチウム - 硫黄電池の駆動方法において、前記のリチウム - 硫黄電池が、 115°C 以上の温度で駆動される前記駆動方法である。特に、前記方法は、本発明によるリチウム - 硫黄電池の駆動のために適している。

【0027】

115°C の温度では硫黄は溶融するので液状であり、それによって、好ましくは導電性構造、例えば黒鉛などおよび/またはカソード集電体の構造のより良好な電氣的接触は、硫黄中に溶解されたポリスルフィドの対流によるより良好な電荷輸送を達成できる。従って、好ましくは、リチウムイオンを伝導する材料のカソード材料への添加を省くこともできる。例えば、前記のカソードは、硫黄に加えて、導電性の向上のための黒鉛などの添加剤のみを含むことができ、それによって、材料コストは好ましくは削減することができる。更に、駆動温度を 115°C を上回る温度に高めることによって、固体電解質のリチウムイオン伝導性を高めることができる。

20

【0028】

$115^\circ\text{C} \sim 189^\circ\text{C}$ の温度範囲においては、前記のリチウムアノードは、その際、好ましくはまだ固体であるため、このように駆動されるリチウム - 硫黄電池を用いると、ナトリウム - 硫黄電池（ナトリウムの融点 = 98°C ）といった類似物と比較してより高い安全性が達成できる。

30

【0029】

更なる一実施形態の範囲においては、従って、前記のリチウム - 硫黄電池は、 115°C 以上、 189°C 以下の温度範囲で駆動される。

【0030】

もう一つの更なる実施形態の範囲においては、しかしながら、前記のリチウム - 硫黄電池は、 200°C 以上の温度で、任意に 300°C 以上の温度で駆動される。ここで、好ましくは、リチウムイオンを伝導する固体電解質ならびに硫黄のリチウムイオン伝導性を更に高めることができる。

40

【0031】

本発明による方法の更なる特徴および利点に関して、それとともに明示的に、本発明によるリチウム - 硫黄電池、その使用および図面の説明に対する解説が参照される。

【0032】

更に、本発明は、本発明によるリチウム - 硫黄電池の、 115°C 以上の温度での、特に 200°C 以上の温度での、例えば 300°C 以上の温度での使用である。

【0033】

本発明による方法の更なる特徴および利点に関して、それとともに明示的に、本発明によるリチウム - 硫黄電池、本発明による方法および図面の説明に対する解説が参照される。

50

【 0 0 3 4 】

図面および実施例

本発明による対象の更なる利点および好ましい実施形態を、図面によって具体的に示し、以下の記載において説明する。その際、図面は、記載している符号のみを有するものと考慮すべきであり、本発明をいかように限定することを意図するものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 5 】

【図 1】図 1 は、本発明によるリチウム - 硫黄電池の第一の実施形態の概略断面図を示す。

【図 2 a】図 2 a は、本発明によるリチウム - 硫黄電池の第二の実施形態の概略断面図を示す。

10

【図 2 b】図 2 b は、図 2 a で印した領域の拡大図を示す。

【 0 0 3 6 】

図 1 は、本発明によるリチウム - 硫黄電池の第一の実施形態を示しており、前記電池は、アノード (1) およびカソード (2) を含み、その際、前記のアノード (1) およびカソード (2) は、少なくとも 1 つの、リチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質 (3)、例えばガーネット構造を有する固体電解質 (3) によって隔離されている。前記アノード (1) は、例えば金属リチウムから構成されていてよい。図 1 は、前記カソード (2) が硫黄に加えて、電子を伝導する固体 (G)、例えば黒鉛を含むことを具体的に示している。かかるリチウム - 硫黄電池は、特に 1 1 5 以上の温度での駆動のために適している。従って、図 1 に示されるリチウム - 硫黄電池は、高温リチウム - 硫黄電池としても呼称できる。

20

【 0 0 3 7 】

図 1 は、更に、前記のリチウム - 硫黄電池が、カソード側に、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質 (4)、例えばチタン酸リチウムを含むことを具体的に示している。その際に、特に、前記のリチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質 (3) の、カソード (2) に対向する側は、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質 (4) 製の層 (4) で覆われている。

【 0 0 3 8 】

更に、図 1 は、前記アノード (1) がアノード集電体 (6) を有し、かつ前記カソード (2) がカソード集電体 (5) を有することを示している。

30

【 0 0 3 9 】

図 2 a および図 2 b に示される第二の実施形態は、本質的に、図 1 に示される第一の実施形態とは、前記のリチウム - 硫黄電池がセパレータ (3) を覆う、リチウムイオンおよび電子を伝導する層 (4) を有し、かつカソード (2) が (電子を伝導する固体 (G) の代わりに) リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質 (4 a) 製の、例えばチタン酸リチウム製の複数の伝導エレメント (L) を有し、そのうちそれぞれ一方の部分は、前記のリチウムイオンを伝導し、電子を伝導しない固体電解質 (3) と接触し、かつもう一方の部分は、前記カソード集電体 (5) と接触しているという点で異なる。

【 0 0 4 0 】

40

図 2 b は、伝導エレメント (L) 上にリチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質 (4 b) 製の構造 (S) が形成されていることを示している。これは、例えば、針状の、リチウムイオンおよび電子を伝導する固体電解質結晶、例えばチタン酸リチウム結晶であってよい。これらは、例えば水熱合成法によって、前記伝導エレメント (L) 上に形成することができる。

【 0 0 4 1 】

かかるリチウム - 硫黄電池は、1 1 5 以上の温度での駆動のためにも、1 1 5 未満の温度での駆動のためにも適している。従って、図 2 a および図 2 b に示されるリチウム - 硫黄電池は、高温リチウム - 硫黄電池とも、低温リチウム - 硫黄電池とも呼称できる。

【符号の説明】

50

【 0 0 4 2 】

1 アノード、 2 カソード、 3、 4、 4 a、 4 b 固体電解質、 5 カソード集電体、 6 アノード集電体、 G 固体、 L 伝導エレメント、 S 構造

【 図 1 】

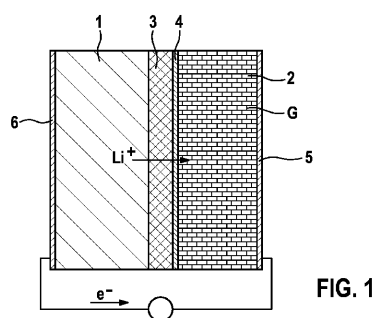


FIG. 1

【 図 2 A - 2 B 】

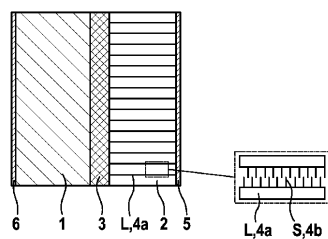


FIG. 2A

FIG. 2B

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 4/38 (2006.01) H 0 1 M 4/38 Z
H 0 1 M 4/13 (2010.01) H 0 1 M 4/13

(72)発明者 アンドレ モク
 ドイツ連邦共和国 グロースシェーナウ ヴィーゼンヴェーク 17

(72)発明者 アラン ロジャット
 ドイツ連邦共和国 シュトゥットガート ハウプトシュテッター シュトラーセ 57

審査官 富士 美香

(56)参考文献 特開平06-275313(JP,A)
 特開2010-272344(JP,A)
 特開2010-251256(JP,A)
 特開平11-283665(JP,A)
 特開昭57-212783(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 M 10/39
 H 0 1 M 4/38
 H 0 1 M 4/40
 H 0 1 M 4/62
 H 0 1 M 10/052
 H 0 1 M 10/0562
 H 0 1 M 4/13