

(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2010-500709

(P2010-500709A)

(43) 公表日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 10/0567 (2010.01)	H01M 10/00 112	5H029
H01M 10/0568 (2010.01)	H01M 10/00 113	
H01M 10/0569 (2010.01)	H01M 10/00 114	
H01M 10/052 (2010.01)	H01M 10/00 102	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 12 頁)

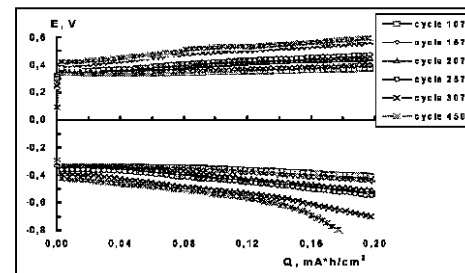
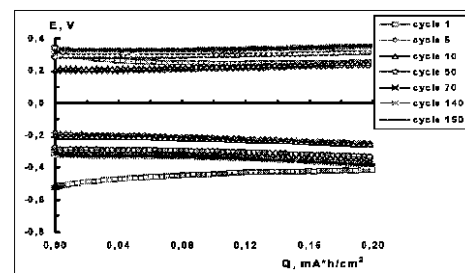
(21) 出願番号	特願2009-523355 (P2009-523355)	(71) 出願人	507030472
(86) (22) 出願日	平成19年8月9日 (2007.8.9)		オクシス・エナジー・リミテッド
(85) 翻訳文提出日	平成21年4月10日 (2009.4.10)		イギリス国オックスフォードシャー州オー
(86) 国際出願番号	PCT/GB2007/050479		エックス14・3ディービー, アビンドン
(87) 国際公開番号	W02008/017888		, カルハム・サイエンス・センター・ディ
(87) 国際公開日	平成20年2月14日 (2008.2.14)		ー5, カルハム・イノベーション・セン
(31) 優先権主張番号	0615870.3		ター
(32) 優先日	平成18年8月10日 (2006.8.10)	(74) 代理人	100099623
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 奥山 尚一
(31) 優先権主張番号	60/854,097	(74) 代理人	100096769
(32) 優先日	平成18年10月25日 (2006.10.25)		弁理士 有原 幸一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100107319
			弁理士 松島 鉄男
		(74) 代理人	100114591
			弁理士 河村 英文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属リチウム電極およびそのための電解質を有するセルまたは電池

(57) 【要約】

リチウムまたはリチウム含有合金で作られた負極（アノード）を備える充電電池用の電解質であって、1種類または数種類の非水性有機溶媒と、1種類または数種類のリチウム塩と、リチウム電極のサイクル寿命を増加させる1種類または数種類の添加剤とを含む電解質。ここで電解質の添加剤は式 Li_2S_n を有する多硫化リチウムである。このような電解質と、リチウムまたはリチウム含有合金で作られた負極と、金属リチウムまたは第2のリチウム含有合金で作られた負極とを含む電池。電解質の溶液は、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、エチルメチルカーボネート、メチルプロピルカーボネート、メチルプロピルプロピオネート、エチルプロピルプロピオネート、メチルアセテート、エチルアセテート、プロピルアセテート、ジメトキシエタン、1,3-ジオキサラン、ジグライム（2-メトキシエチルエーテル）、テトラグライム、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、 γ -ブチロラクトン、およびスルホランを含む群より選択される少なくとも1種類の溶媒ま



Polarization of the cell: Li / separator, electrolyte / Li

Electrolyte: 0.25 M Li_2S_8 and 1M $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ solution in sulfolane;
 A range of cycling potential: ± 1.0 V;
 Cathode and anode current density: 0.2 mA/cm²;
 A time of anode and cathode polarization: 1 hour;
 Temperature: +30 °C.

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リチウムまたはリチウム含有合金で作られた負極（アノード）を備える充電電池用の電解質であって、1種類または数種類の非水性有機溶媒と、1種類または数種類のリチウム塩と、リチウム電極のサイクル寿命を増加させる1種類または数種類の添加剤とを含む電解質。

【請求項 2】

前記電解質の溶液が、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、エチルメチルカーボネート、メチルプロピルカーボネート、メチルプロピルプロピオネート、エチルプロピルプロピオネート、メチルアセテート、エチルアセテート、プロピルアセテート、ジメトキシエタン、1,3-ジオキサラン、ジグライム（2-メトキシエチルエーテル）、テトラグライム、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、 γ -ブチロラクトン、およびスルホランを含む群から選択される少なくとも1種類の溶媒または数種類の溶媒を含む、請求項1に記載の電解質。

【請求項 3】

前記電解質の溶液が、ヘキサフルオロリン酸リチウム（ LiPF_6 ）、ヘキサフルオロヒ酸リチウム（ LiAsF_6 ）、過塩素酸リチウム（ LiClO_4 ）、リチウムスルホンイミドトリフルオロメタン（ $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ ）、およびトリフルオロスルホン酸リチウム（ $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ ）、もしくは他のリチウム塩、もしくは別のアルカリ金属の塩、またはそれらの混合物からなる群より選択される少なくとも1種類の塩または数種類の塩を含む、請求項1または2に記載の電解質。

【請求項 4】

前記電解質の添加剤が式 Li_2S_n を有する多硫化リチウムである、請求項1～3のいずれかに記載の電解質。

【請求項 5】

前記多硫化リチウムにおける n の値が2～20の範囲内である、請求項4に記載の電解質。

【請求項 6】

前記多硫化リチウムにおける n の値が2～12の範囲内である、請求項4に記載の電解質。

【請求項 7】

前記多硫化リチウムにおける n の値が12～20の範囲内である、請求項4に記載の電解質。

【請求項 8】

リチウム塩の濃度が、非プロトン性溶媒（溶媒混合物）中における使用される塩の飽和溶液濃度の0.1～90%の範囲内にある、請求項1～7のいずれかに記載の電解質。

【請求項 9】

前記多硫化リチウムの濃度が、0.01Mから、非プロトン性溶媒（溶媒混合物）中における使用される塩の飽和溶液濃度の90%までである、請求項4～8のいずれか一項に記載の電解質。

【請求項 10】

金属リチウムまたは第1のリチウム含有合金で作られた負極（アノード）と、請求項1～9のいずれか一項に記載の電解質とを含む、電気化学セルまたは電池。

【請求項 11】

金属リチウム、または前記第1のリチウム含有合金とは異なる第2のリチウム含有合金もしくは前記第1のリチウム含有合金と同じ第2のリチウム含有合金で作られた正極（カソード）をさらに含む、請求項10に記載のセルまたは電池。

【請求項 12】

実質的に添付の図面を参照して本明細書に説明される電解質または添付の図面に示される電解質。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

実質的に添付の図面を参照して本明細書に説明されるセルもしくは電池、または添付の図面に示されるセルもしくは電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気化学的電力工学に関し、特に、金属リチウムまたはリチウム含有合金で作られた負極（アノード）を含む電気エネルギーの二次的化学的供給源（充電電池）に関する。本発明は、特定の電解質によってリチウム電極のサイクル寿命を増加する方法にも関する。

10

【背景技術】

【0002】

金属リチウムは、高い比容量（ 3.88 Ah/g ）を有するので、高容量充電電池の負極の形成のための最も魅力的な材料の1つとなっている。

【0003】

リチウム金属電極の欠点の1つとしてサイクル寿命の短さが知られており、これはリチウムがカソード析出中にデンドライトを形成しやすいことによって引き起こされる。

【0004】

金属リチウムおよび非水性電解質に基づく電気化学系は、熱力学的に安定ではないことが知られている。例えば、電解質成分とのリチウムの相互作用の生成物の皮膜がリチウム電極表面上に常に形成される。この皮膜の性質は、電解質系の成分の化学的性質によって決定される。リチウム電極の表面上の不動態皮膜は、多くの電解質中で形成されることがあり、リチウムイオンに対する高いイオン伝導性と、電解質自体に対する良好な保護特性とを有する。場合によっては、このような皮膜は「固体電解質界面」と呼ばれる。これらは、リチウムイオンに対する高い伝導性、および低い電子伝導性を有するため、これらは、続いて起こる電解質成分との相互作用から金属リチウムを保護し、同時に電気化学反応の進行を妨害しない。カソードの分極中、一部のリチウムは、不動態層の下のアノード上にめっきされる。このようにめっきされたリチウムからは、アノードの大部分に十分に結合した緻密な析出物が形成される（「コンパクトリチウム（compact lithium）」）。さらにリチウムは、欠陥または不純物を含有する不動態皮膜領域中にデンドライトの形態で析出する（「デンドライトリチウム」）。緻密リチウムおよびデンドライトリチウムと電解質系の成分との相互作用中、一部のリチウムは、熱力学的に安定でほぼ不溶性の化合物（酸化物およびフッ化物）を形成する（「化学結合リチウム」）。緻密リチウム、デンドライトリチウム、および化学結合リチウムの間のバランスは、電極表面の状態によって、電解質系の組成および性質によって、分極の形態によって、およびカソード析出中にリチウムがめっきされるアノードの基材の性質によって決定される。最終的に、リチウムサイクルの効率を決定するのはこのバランスである。

20

30

【0005】

アノードの分極中、緻密リチウムは溶解し、基材との電子接触が良好な領域中でデンドライトリチウムは部分的に溶解する。デンドライトリチウムの非溶解部分は、微細分散した粉末を形成し、これはリチウム電極の表面上に蓄積する。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

リチウム金属のサイクル寿命を増加する方法を本発明において提案する。本発明では、多硫化リチウムを電解質系中に加え、リチウムデンドライトの形成速度が、電解質中に溶解した多硫化リチウムとの相互作用によって起こるリチウム溶解の速度以下となる条件下で充電（リチウムのアノード析出）を行うことを提案する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

本発明の第1の態様によると、リチウムまたはリチウム含有合金で作られた負極（アノード）を備える充電電池用の電解質であって、1種類または数種類の非水性有機溶媒と、1種類または数種類のリチウム塩と、リチウム電極のサイクル寿命を増加する1種類または数種類の添加剤とを含む電解質が提供される。

【0008】

電解質の溶液は、好ましくは、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、エチルメチルカーボネート、メチルプロピルカーボネート、メチルプロピルプロピオネート、エチルプロピルプロピオネート、メチルアセテート、エチルアセテート、プロピルアセテート、ジメトキシエタン、1,3-ジオキサラン、ジグライム（2-メトキシエチルエーテル）、テトラグライム、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、 γ -ブチロラクトン、およびスルホランを含む群より選択される少なくとも1種類の溶媒または数種類の溶媒を含む。

10

【0009】

電解質の溶液は、好ましくは、ヘキサフルオロリン酸リチウム（ LiPF_6 ）、ヘキサフルオロヒ酸リチウム（ LiAsF_6 ）、過塩素酸リチウム（ LiClO_4 ）、リチウムスルホニルイミドトリフルオロメタン（ $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ ）、トリフルオロスホン酸リチウム（ $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ ）、もしくは別のリチウム塩、もしくは別のアルカリ金属塩、またはそれらの混合物からなる群より選択される少なくとも1種類の塩または数種類の塩を含む。

【0010】

20

電解質の添加剤は好都合には、式 Li_2S_n を有する多硫化リチウムである。

【0011】

多硫化リチウムにおける n の値は好ましくは、端点の値を含めて2～20の範囲内、または端点の値を含めて2～12の範囲内、または端点の値を含めて12～20の範囲内である。

【0012】

好ましい実施形態においては、リチウム塩の濃度は、非プロトン性溶媒（溶媒混合物）中における使用される塩の飽和溶液濃度の0.1～90%の範囲内にある。

【0013】

好ましい実施形態においては、多硫化リチウム濃度は、0.01Mから、非プロトン性溶媒（溶媒混合物）中における使用される塩の飽和溶液濃度の90%までである。

30

【0014】

塩の飽和濃度は、使用される個別の塩／溶媒系に依存し、温度および圧力にも依存することは理解されたい。しかし、一般的な動作条件における飽和濃度と比較した塩または多硫化リチウムの濃度が重要であり、このことが、上限濃度を規定するために%値での相対濃度が使用される理由である。多硫化物濃度の下限に関しては、少なくとも0.01Mの最小絶対濃度が好ましい。

【0015】

本発明の第2の態様によると、金属リチウムまたは第1のリチウム含有合金で作られた負極（アノード）と、第1の態様による電解質とを含む電気化学セルまたは電池が提供される。

40

【0016】

セルまたは電池は、好ましくは、金属リチウム、または第1のリチウム含有合金とは異なる第2のリチウム合金、もしくは第1のリチウム含有合金と同じ第2のリチウム含有合金で作られた正極（カソード）を含む。

【0017】

本発明のある実施形態は、標準温度および圧力、すなわち25℃および1atmにおける動作に適合している。

【0018】

別の実施形態は、-40～+150℃、-20～+110℃、または-10～+50℃

50

の範囲の温度での動作に適合させることができる。他の温度および圧力ならびにそれらの範囲も有用となり得る。

【0019】

本発明がより十分に理解されるため、および実行可能な方法を示すために、これより例として以下の図面を参照する。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】一実施形態によるセル分極を示している。

【図2】一実施形態によるセル分極を示している。

【発明を実施するための形態】

【0021】

リチウム電極のサイクル寿命を改善する問題を解決するためにいくつかの方法を使用することができる。

【0022】

第1の方法は、リチウム電極の表面上に硬い電解質皮膜（有機または非有機）を形成することに基づいている。このような皮膜は多数の必要な性質、

- ・ 高いリチウムイオン伝導性
- ・ 高いリチウムイオン輸率
- ・ 低い電子伝導性
- ・ 良好な機械的性質（強度および弾性）
- ・ 金属リチウム表面への高い付着性

を有する。

【0023】

固体電解質の皮膜は、金属リチウムと電解質成分との接触中に形成することができ、および／またはリチウム電極製造プロセス中に特別に形成することもできる（例えば、気相からのモノマーの重合によって、またはケイ素などの種々の物質の真空蒸着によって形成できる）。この方法の主要な欠点は、このような保護皮膜の性質がリチウム電極のサイクル寿命中に徐々に低下することである。

【0024】

第2の方法は、電解質中に特定の成分を加えることを含む。可能性のあるすべての添加剤は、作用機構により大まかに2つの大きなグループに分けることができる。

【0025】

1. 界面活性剤。これらは、溶液からリチウム電極表面上に吸着されて保護皮膜（層）を形成する。このような種類の添加剤は、電解質系の成分との相互作用からリチウム電極表面を保護する一方、吸着した層を通過するリチウムイオンの移動は妨害せず、電気化学反応の進行も妨害しない。多くの種類の界面活性化合物（アルコールなど）を添加剤として使用することができる。

【0026】

2. 化学的活性（反応性）添加剤。以下のように区別することができる。

- ・ 金属リチウムとの相互作用の間にリチウム表面上に高イオン伝導性の保護皮膜を形成する添加剤。このような添加剤の中では、リチウムのカソード分極またはアノード分極の間に生成されるイオンまたはフリーラジカルによって重合を開始することができる種々のビニルモノマーが挙げられる。

【0027】

- ・ 合金を形成する添加剤。これらは、電解質に対して可溶性であり、リチウム析出物の電位よりも高い正電位でカソード分極プロセス中にアノード上に析出することによって金属リチウムと合金を生成することができる金属化合物である。カルシウム、マグネシウム、およびアルミニウムのハロゲン化合物（ハロゲン化物）をこのような種類の化合物と見なすことができる。

【0028】

10

20

30

40

50

・ アノード分極中に正極において還元可能な可溶性化合物を、（金属リチウムと反応した場合に）生成する酸化－還元添加剤。これらは、いわゆるデンドライト「捕捉剤」または金属リチウムの「溶媒」となる。

【0029】

デンドライト「捕捉剤」の使用は、リチウム電極のサイクル寿命の改善のために最も有効な方法の1つである。デンドライト「捕捉剤」は、多数の特定の性質を有するべきである。

【0030】

その酸化された形態は、

- ・ 電解質に対して十分可溶性であり、
- ・ 金属リチウムに対して高い反応性があり、
- ・ リチウム表面上の不動態皮膜を容易に透過し、
- ・ 電解質系の他の成分に対して不活性であるべきである。

10

【0031】

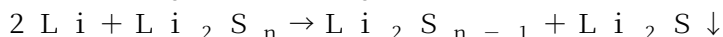
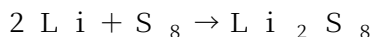
その還元された形態は、

- ・ リチウム表面上に保護皮膜が形成されるように、電解質に対する溶解性はわずかであり、
- ・ 高リチウムイオン伝導性および低電子伝導性を有する還元生成物の不動態皮膜を形成し、
- ・ 正極減極剤の酸化電位と同じまたは同様の範囲の電位において正極上で容易に酸化されるが、同時に正極を不動態化させることはなく、
- ・ 正極減極剤に対して不活性となるべきである。

20

【0032】

硫黄および多硫化リチウムは、このようなデンドライト「捕捉剤」となることができる。実際、硫化物系において、金属リチウムは硫黄（硫黄が電解質中に溶解されている場合）または多硫化リチウムのいずれかと反応する。



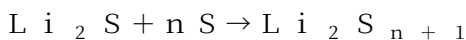
【0033】

硬い可溶性生成物である硫化リチウムの皮膜がこのプロセスでリチウム表面に形成される。この皮膜はリチウム電極上の電気化学的プロセスの進行を妨害しない。

30

【0034】

硫化リチウムは、硫黄を生成し、十分に可溶性の化合物である多硫化リチウムと反応することができる。多硫化リチウムは以下の反応によって液相中で形成される。



【0035】

多硫化リチウムの溶解性は、電子供与体－受容体の性質、および使用される溶媒の極性に大きく依存し、さらに多硫化物鎖の長さにも依存しており、多硫化物鎖の長さは溶媒および電解質塩の性質および濃度に依存する。

【0036】

デンドライト「捕捉剤」としての多硫化リチウムは、他の添加剤と比較した場合に多数の利点を有している。すなわち、これらはより低い当量を有し、良好な溶解性を有して長鎖および中鎖の多硫化物を形成し、短鎖多硫化物の形態ではより低い溶解性を有する。

40

〔実施例〕

【実施例1】

【0037】

2つのリチウム電極と、それらの電極の間に配置したセパレータのCelgard 3501（日本国、東京の東燃化学株式会社の商標であり、ニューヨーク州ピッツフォードのMobil Chemical Company, Films Divisionよりも入手可能）とを使用してセルを作製した。このセパレータ膜はセルに挿入する前に電解

50

質を吸収させた。リチウム電極は、厚さ38ミクロンの高純度リチウム箔（米国のChemetal Foot Corporationより入手可能）から作製した。リチウム電極の電流コレクタとして銅箔を使用した。スルホラン（99.8%、英国のSigma-Aldrichより入手可能なGC用標準物質）中のトリフルオロメタンスルホン酸リチウム（ミネソタ州セントポールの3M Corporationより入手可能）の1M溶液を電解質として使用した。

【0038】

電池テスターのバイトロード（Bitrode）MCV 16-0.1-5（Bitrode Corporation）上で0.2mA/cm²の電流負荷で上記セルのサイクル試験を行った。カソードおよびアノードの分極はそれぞれ1時間行った。このセルのサイクル中に得られたクロノポテンショグラムを図1に示す。

10

【実施例2】

【0039】

（多硫化リチウムを含有する電解質の調製）

2gの昇華させた99.5%硫黄（英国のフィッシャー・サイエンティフィック）および0.57gの98%硫化リチウム（英国のSigma-Aldrich）を、共に高速ミル（Microtron MB550）中で15~20分間、乾燥アルゴン雰囲気（含水率20~25ppm）下で粉碎した。硫化リチウムおよび硫黄の粉碎混合物をフラスコに入れ、50mlの電解質をそのフラスコに加えた。スルホラン（99.8%、英国のSigma-Aldrichより入手可能なGC用標準物質）中のトリフルオロメタンスルホン酸リチウム（ミネソタ州セントポールの3M Corporationより入手可能）の1M溶液を電解質として使用した。マグネチックスターラーを使用して室温でフラスコの内容物を24時間混合した。このようにして、スルホラン中のトリフルオロメタンスルホン酸リチウムの1M溶液中の、多硫化リチウムLi₂S₆の0.25M溶液を作製した。

20

【実施例3】

【0040】

実施例1に記載されるようにして、実施例2による電解質を吸収させたCelgard 3501で分離した2つのリチウム電極を有する電気化学セルを作製した。

【0041】

MCV 16-0.1-5電池テスター（Bitrode Corporation）上で0.2mA/cm²の電流負荷で上記セルのサイクルを行った。カソードおよびアノードの分極はそれぞれ1時間行った。このセルのサイクル中に得られたクロノポテンショグラムを図2に示す。

30

【0042】

図1および2を比較すると、電解質組成物中に多硫化リチウムを加えることで、リチウム電極のサイクル寿命が3倍を超えて増加することが示されている。

【0043】

本明細書の説明および特許請求の範囲の全体を通して、単語「含む」（comprise）および「含有する」（contain）およびこれらの単語の変形、例えば「含んでいる」（comprising）および「含む」（comprises）は、「含むが、それらに限定されるものではない」ことを意味し、他の部分、添加剤、成分、整数、およびステップを排除することを意図するものではなく排除するものではない。

40

【0044】

本明細書の説明および特許請求の範囲の全体を通して、文脈上で他の意味が必要となるのであれば、単数形は複数形を包含している。特に、不定冠詞が使用される場合、文脈上で他の意味が必要となるのであれば、本明細書は複数形および単数形を意図しているものと理解すべきである。

【0045】

本発明の特定の態様、実施形態、または実施例とともに記載されている特徴、整数、特

50

性、化合物、化学的部分、または基は、それによって矛盾が生じるのでなければ、本明細書に記載の任意の他の態様、実施形態、または実施例に適用可能であることを理解されたい。

【図 1】

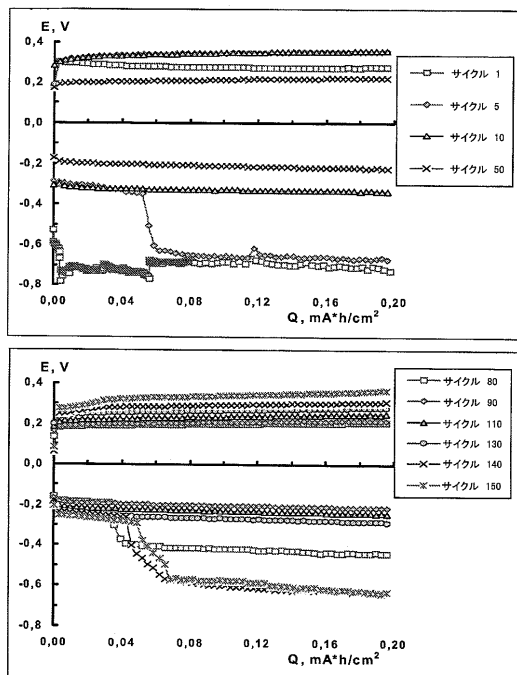


図1. セル(Li/セパレータ、電解質/Li)の分極

電解質: スルホン中に1Mの $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 溶液
 サイクルの電位の範囲: $\pm 1.0\text{ V}$
 カソードおよびアノードの電流密度: $0.2\text{ mA}/\text{cm}^2$
 アノードおよびカソードの分極の時間: 1時間
 温度: $+30^\circ\text{C}$

【図 2】

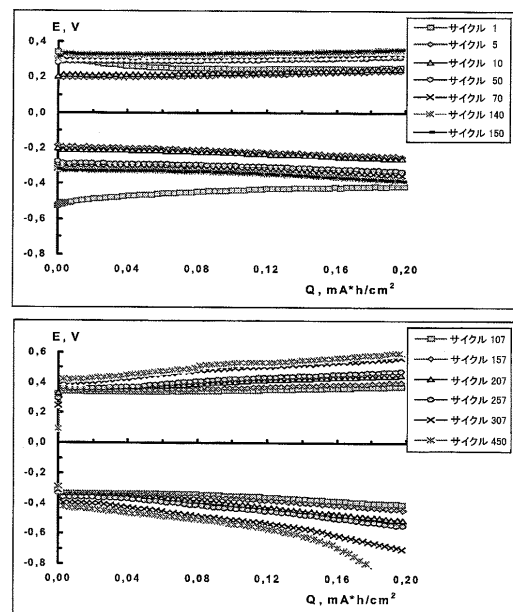


図2. セル(Li/セパレータ、電解質/Li)の分極

電解質: スルホン中0.25Mの Li_2S_6 および1Mの $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 溶液
 サイクル試験の電位の範囲: $\pm 1.0\text{ V}$
 カソードおよびアノードの電流密度: $0.2\text{ mA}/\text{cm}^2$
 アノードおよびカソードの分極の時間: 1時間
 温度: $+30^\circ\text{C}$

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2007/050479

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. HO1M4/40 HO1M10/40		
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) HO1M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, COMPENDEX, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 962 171 A (BOGUSLAVSKY LEONID I [US] ET AL) 5 October 1999 (1999-10-05)	1-10,12, 13 11
Y	-----	
X	EP 1 420 475 A (SAMSUNG SDI CO LTD [KR]) 19 May 2004 (2004-05-19) paragraphs [0001], [0008], [0010], [0019], [0022], [0025] - [0031], [0039] - [0041], [0047], [0053]	1-3,8
Y	-----	
A	----- -/-	11 4-7,9, 10,12,13
☒ 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 document 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. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 4 December 2007		Date of mailing of the international search report 04/01/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Kuhn, Tanja

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/GB2007/050479

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CHANG D-R ET AL: "Binary electrolyte based on tetra(ethylene glycol) dimethyl ether and 1,3-dioxolane for lithium-sulfur battery" JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 112, no. 2, 14 November 2002 (2002-11-14), pages 452-460, XP004391006 ISSN: 0378-7753	1-10,12, 13
A	page 452, column 1, paragraph 2 - page 453, column 1, paragraph 2 page 454, column 1, paragraph 1 - page 456, column 1, paragraph 1	11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2007/050479

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5962171	A	05-10-1999	AU 3388697 A	07-01-1998
			DE 69709740 D1	21-02-2002
			DE 69709740 T2	22-08-2002
			EP 0910874 A1	28-04-1999
			JP 2000512427 T	19-09-2000
			WO 9748145 A1	18-12-1997
EP 1420475	A	19-05-2004	CN 1501539 A	02-06-2004
			JP 2004172121 A	17-06-2004
			KR 20040043227 A	24-05-2004
			US 2004096737 A1	20-05-2004

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100118407

弁理士 吉田 尚美

(74)代理人 100125380

弁理士 中村 綾子

(74)代理人 100130960

弁理士 岡本 正之

(74)代理人 100125036

弁理士 深川 英里

(74)代理人 100142996

弁理士 森本 聡二

(72)発明者 コロスニーツィン, ウラディーミル

ロシア国, ウファ 450052, アクサコワ・ストリート 62-37

(72)発明者 カラセーワ, エレーナ

ロシア国, ウファ 450054, オクチャブリヤ・プロスペクト 49/1-40

Fターム(参考) 5H029 AJ05 AK11 AL12 AM03 AM04 AM05 AM07 HJ10

【要約の続き】

たは数種類の溶媒を含むことができる。電解質の溶液は、ヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6)、ヘキサフルオロヒ酸リチウム (LiAsF_6)、過塩素酸リチウム (LiClO_4)、リチウムスルホニルイミドトリフルオロメタン ($\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$)、およびトリフルオロスルホン酸リチウム ($\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$)、もしくはその他のリチウム塩、もしくは別のアルカリ金属の塩、またはそれらの混合物からなる群より選択される少なくとも1種類の塩または数種類の塩をさらに含むことができる。