

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6539442号
(P6539442)

(45) 発行日 令和1年7月3日 (2019. 7. 3)

(24) 登録日 令和1年6月14日 (2019. 6. 14)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 4/139 (2010. 01)	HO 1 M 4/139
HO 1 M 4/38 (2006. 01)	HO 1 M 4/38 Z
HO 1 M 4/66 (2006. 01)	HO 1 M 4/66 A
HO 1 M 4/80 (2006. 01)	HO 1 M 4/80 C
HO 1 M 4/13 (2010. 01)	HO 1 M 4/13

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2014-262498 (P2014-262498)	(73) 特許権者	591251636
(22) 出願日	平成26年12月25日 (2014. 12. 25)		現代自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2016-9682 (P2016-9682A)		HYUNDAI MOTOR COMPAN Y
(43) 公開日	平成28年1月18日 (2016. 1. 18)		大韓民国ソウル特別市瑞草区獻陵路12
審査請求日	平成29年10月30日 (2017. 10. 30)		12, Heolleung-ro, S
(31) 優先権主張番号	10-2014-0077371		eocho-gu, Seoul, Re
(32) 優先日	平成26年6月24日 (2014. 6. 24)		public of Korea
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(74) 代理人	110000051
			特許業務法人共生国際特許事務所
		(72) 発明者	柳 熙 淵
			大韓民国, ギョンギード, ヨンインーシ,
			スジグ, シンボン1ー路 48ボンーギ
			ル, 45, ビョクサン アパート 203
			ー202
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リチウム硫黄電池用陽極の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極のボディーを構成するプレート状の多孔性炭素構造体を製造する段階と、
前記炭素構造体の表面の中から広い表面一つだけを残して、残り5面をナノ粒子の導電材で緻密にコーティングし、5面に導電材コーティング層を形成する段階と、
導電材が5面にコーティングされた前記炭素構造体の内部に硫黄活物質を挿入する段階と、
前記活物質が挿入された前記炭素構造体を乾燥する段階と、
前記乾燥された炭素構造体の表面の中で導電材がコーティングされない残り一つの面を導電材で緻密にコーティングして残りの面に導電材コーティング層を形成する段階とを含むことを特徴とするリチウム硫黄電池用陽極の製造方法。

【請求項 2】

前記導電材コーティング層の形成は、キャスト法またはAerosol Deposition法でコーティングして形成することを特徴とする請求項1に記載のリチウム硫黄電池用陽極の製造方法。

【請求項 3】

前記活物質の挿入は、スラリー含浸法または溶融法で挿入することを特徴とする請求項1に記載のリチウム硫黄電池用陽極の製造方法。

【請求項 4】

前記活物質を挿入する時、活物質とともに導電材、バインダーまたはこれら全てをさら

に挿入することを特徴とする請求項1または請求項3に記載のリチウム硫黄電池用陽極の製造方法。

【請求項5】

前記乾燥は、40～80 で8～18時間乾燥することを特徴とする請求項1に記載のリチウム硫黄電池用陽極の製造方法。

【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用陽極に係り、より詳しくは、多孔性炭素構造体に活物質が挿入され、その多孔性炭素構造体の表面が導電材で緻密にコーティングされることにより、集電体なしに電極内の活物質及び導電材の含量を極大化して、充放電効率と充電容量及び寿命が向上したリチウム硫黄電池用陽極構造に関する。

10

【背景技術】

【0002】

リチウム硫黄電池用陽極は、一般に導電材、活物質、バインダー、溶媒がともに混合したスラリー状に製造され金属集電体の上にコーティングする作業を経て電極として製作される。

【0003】

このような既存の一般的なリチウム硫黄電池用陽極は、精密で真心を込めたコーティング作業を通じて製作されているので、導電材 - 導電材、導電材 - 活物質の間の接触が充実し良くできているが、セルに製作された後の使用過程で充放電が繰り返され活物質の形態が変わるようになり、一部の活物質の消失によって充放電効率とエネルギー効率が低下してセルの寿命が減るようになる。

20

【0004】

このような問題を解決するため、リチウム硫黄電池の陽極製造のために硫黄、バインダー、導電材、溶媒をスラリー状に混合した後、metal collectorの上にキャストイングした後、乾燥して電極として使う技術が提案されている。しかし、このような技術は溶媒を使う湿式あるいは溶媒を使わない乾式方法いずれにおいて硫黄と導電材が均一な接触面(contact area)を持っている状態で混合しにくい問題がある。特に、最近になってリチウム硫黄電池の寿命が短い理由は、活物質と導電材などの均一な形態の陽極構造が緩く維持されている構造からなり、これによって充放電後の初期均衡状態が急速に崩れるという研究結果が発表されている[Journal of The Electrochemical Society, 159 (8) A1226 - A1229 (2012)]。例えば、リチウム硫黄電池の陽極構造で活物質が導電材に均一に混在している初期状態が充放電を繰り返して、均一な構造が崩れ硫黄が湧出するなどの問題が発生し充放電の容量が著しく低下する。

30

【0005】

また、特許文献1は、炭素繊維で製造した多孔性電流集電体にリチウム - 硫黄電池用陽極活物質のスラリーをコーティングして得られたリチウム - 硫黄電池用陽極に関して提案しているし、特許文献2ではカーボンフェルトを使った繊維導電体上に炭素ナノチューブが含まれた溶液を噴射して、前記繊維導電体の内部に硫黄電極活物質を含ませる方法が提案されている。

40

【0006】

そして、特許文献3では、多孔性支持体を含む電池の電極構造として、長繊維から構成された多孔性支持体からなり、活性物質として硫黄を含むリチウム - 硫黄電池構造において、前記多孔性支持体のポアに部分的に導電性物質がコーティングされた多孔性支持体を含む技術が提案されている。また、特許文献4では、カーボン繊維織布から構成されたマットに陽極活物質である硫黄(S)を含浸させた構造を持つナトリウム - 硫黄電池に関して記載している。

【0007】

50

しかし、前記のような従来技術は、電池用電極において、活物質を多孔性集電体や支持体、または導電体などに含ませる技術などを提案して充放電効率や容量改善などにある程度の進展をもたらすものであったが、まだ活物質の性能の極大化が十分ではなく、特に活物質が支持体や導電体の外部に流出して消失したり、伝導性の面で安定性に欠ける問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】韓国公開特許第2002-39823号公報

【特許文献2】韓国公開特許第2011-40565号公報

10

【特許文献3】国際公開特許第2013-123131号明細書

【特許文献4】特開平8-31451号公報

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】1. Journal of The Electrochemical Society, 159(8) A1226-A1229 (2012)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

前記のような従来技術で明らかになった問題点を解決するために、長期間、研究検討した結果、リチウム硫黄電池の陽極構造を構成することにあたり、多孔性炭素構造体に活物質を挿入し、その多孔性炭素構造体の表面を比表面積が広い導電材でコーティングして緻密な導電材コーティング層を形成すると、活物質が電極内でのみ効率的に存在し、消失なしにその利用率を極大化することができるので、充電容量を最大化して寿命特性も向上できるという事実が分かり本発明を完成した。

20

【0011】

したがって、本発明の目的は活物質が挿入された多孔性炭素構造体の表面を導電材でコーティングした新しい構造のリチウム硫黄電池用陽極を提供することにある。

【0012】

また、本発明は電極表面に比表面積が広い導電材がコーティングされ、活物質の消失なしに充放電容量を極大化することはもちろん、寿命特性も向上する改善されたリチウム硫黄電池用陽極を提供することにある。

30

【0013】

また、本発明は多孔性炭素構造体に活物質を挿入し、その表面を導電材でコーティングする新しい構造のリチウム硫黄電池用陽極を製造する方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

このような目的を達成するための、本発明によるリチウム硫黄電池用陽極は、電極のボディーを成すプレート状の多孔性炭素構造体の空隙内部に硫黄活物質が挿入されており、その多孔性炭素構造体の表面全体にはナノ粒子状の導電材が緻密にコーティングされた導電材コーティング層が形成されていることを特徴とする。

40

【0015】

また、本発明によるリチウム硫黄電池用陽極の製造方法は、陽極のボディーを構成するプレート状の多孔性炭素構造体を製造する段階、前記炭素構造体の表面の中で広い表面を一つだけ残して、残り5面をナノ粒子の導電材で緻密にコーティングし、5面に導電材コーティング層を形成する段階、導電材が5面にコーティングされた炭素構造体の内部に硫黄活物質を挿入する段階、活物質が挿入された炭素構造体を乾燥する段階、前記乾燥した炭素構造体の表面の中で導電材がコーティングされない残り一つの面を導電材で緻密にコーティングし、残りの面に導電材コーティング層を形成する段階を含むことを特徴とする。

50

【発明の効果】

【0016】

前記のような本発明によるリチウム硫黄電池用陽極は、電氣的伝導性が良い導電材で、表面をコーティングして蜜閉することにより体積膨張の条件でも電極内の電氣的伝導性を安定的に維持することができ、電極の使用過程で生成されるポリサルファイドが電解質に溶解された際、電極及びセル内の拡散を抑制してポリサルファイドと導電材の反応性を向上させる効果がある。

【0017】

また、このような構造的特徴によって、既存の集電体の代りに炭素構造体の表面に緻密に導電材をコーティングし、その導電材コーティング層が伝導性を安定に維持するようにし、集電体の役割を代わりにすることができて、セルの充放電効率、寿命、容量及びエネルギー密度などが大きく向上する効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明によるリチウム硫黄電池用陽極の構造を概念的に示す図面である。

【図2】本発明によるリチウム硫黄電池用陽極の製造過程で炭素構造体の5面に導電材コーティング層が形成された状態、その後、活物質を注入した後の炭素構造体、そして最終的に最後の残り一つの面に導電材コーティング層を形成した後の最終電極構造などを順に示す製造過程の概念図である。

【図3】本発明の実施例で製造されたリチウム硫黄電池用陽極の炭素構造体と、その表面に形成された導電材コーティング層の形成構造を示す走査電子顕微鏡の断面写真である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明を一つの好ましい具現例としてさらに詳細に説明する。

【0020】

本発明はリチウム硫黄電池用陽極構造において、陽極のボディーを成す多孔性炭素構造体に活物質が挿入され、活物質が位置する炭素構造体の外表面全体には導電材が緻密にコーティングされていて活物質が電極内にのみ存在するようにして、活物質の利用度を極大化した新しい構造のリチウム硫黄電池用陽極に関するものである。

【0021】

本発明で陽極のボディーを成す炭素構造体は、炭素繊維で製造することができ、炭素繊維を利用した不織布または微細空隙を持つ多様な形態の織物、例えばWoven Carbon Fiber、Carbon Fabric、Carbon Fiber Clothの中から選択された一つ以上の材料から構成できる。このような炭素構造体は、陽極ボディーのような形象のプレート状に形成され、好ましくは気孔率が30～90%であるものが好ましく適用される。

【0022】

本発明によると、硫黄活物質は前記多孔性炭素構造体の空隙内部に含有されているが、このような活物質は多孔性炭素構造体の空隙内で炭素構造体の間に付着、コーティングされたり、空隙が満たされた状態で均一に存在することができる。前記多孔性炭素構造体の空隙には、活物質以外にも陽極の製造に使われる導電材、バインダー、またはこれら全てをさらに含有する。この時の導電材としては、ナノ炭素繊維(vapour-grown carbon nanofibers、VGCF)、スーパー炭素(Super C)、ケッチェンブラック(Ketjen Black)、炭素繊維(Carbon Nanotube)の中から選択されたものが一つ以上使われることができるし、バインダーとしてはPVDF(Polyvinylidene Fluoride)、PVdF-co-HFP(Polyvinylidene Fluoride Co-Hexafluoropropylene)、SBR-CMC(Styrene Butadiene Rubber-Carboxymethyl Cellulose)、PVA(Polyvinyl Alcohol)、PTFE(Polytetrafluoro

10

20

30

40

50

ethylene)の中から選択された一つ以上のものが使われる。

【0023】

また、本発明は前記炭素構造体の全体表面にかけてナノ粒子の導電材が緻密にコーティングされた導電材コーティング層構造を持つ。ここで、導電材コーティング層に適用されるナノ粒子の導電材としては、例えばケッチェンブラック、スーパーカーボン(Supercarbon)の中から選択された一つ以上が使われる。このような導電材は、比表面積が大きいナノ粒子として、その粒子の大きさは粒径20~100nm、より好ましくは30~40nmであるナノ粒子導電材が好ましく使われる。

【0024】

本発明によると、前記導電材コーティング層の厚さは、例えば1~30μmの厚さ、好ましくは5~15μmの厚さで炭素構造体の全体表面にかけてコーティングされていて、この時適用される各表面の導電材コーティング層の成分構成と厚さは、それぞれ同じであったり、違うこともある。

【0025】

このような導電材コーティング層は、炭素構造体の表面全体に「緻密に」コーティングされている。ここで「緻密に」コーティングされたものとは、前記炭素構造体の内に含まれている活物質が電解質に溶解されて電極及びセルの内部で拡散が進む際、その活物質が陽極の炭素構造体表面の外部に流出することを防止できる程度の形態でナノ粒子の導電材がコーティングされている状態を意味する。

【0026】

本発明によるリチウム硫黄電池用陽極は、典型的には図1に図示したような断面構造を有する。図1は、陽極のボディーを成す炭素構造体11の繊維11aによって作られる空隙内に、硫黄成分の活物質12と導電材13a、13bが均一に分布された構造を示している。特に、図1で前記炭素構造体11の表面には導電材でコーティングされた導電材コーティング層14が形成されていて密閉される効果があり、活物質12が電解質に溶解する場合、このような導電材コーティング層14によって外部流出を防止できる好ましい構造を表している。

【0027】

このような本発明によるリチウム硫黄電池用陽極の製造方法を一つの具現例で説明すると、次のとおりである。

【0028】

本発明で陽極のボディーを構成するプレート状の多孔性炭素構造体を準備する段階では、前記炭素成分の不織布または織物などで製造されたものを使う。炭素構造体を製造する方法としては、Reaction template方法、気体発泡法などを利用することができるし、好ましくはsacrificial template方法で製作されることができるが、これに限定されるのではない。この時、多孔性炭素構造体は陽極を構成するボディーの役割をするものなので、製作しようとする陽極の大きさと厚さを考慮して準備する。

【0029】

次に、前記準備された炭素構造体の表面の中、広い表面一つだけ残して、残り5面をナノ粒子の導電材で緻密にコーティングし、5面に導電材コーティング層を形成する段階を経る。

【0030】

この過程では、炭素構造体に挿入する活物質がよく注入され含有されるために、活物質などを挿入した後、導電材コーティング層を形成する。この時、工程上の難しさなどを考慮して炭素構造体の6面の中に活物質挿入工程に必要な一つの広い面のみを残し、6面の内5面にだけ優先的に導電材をコーティングし、導電材コーティング層を形成する。ここで、導電材コーティング層が形成されない面が広い表面でないと活物質挿入ができない。このような形態で炭素構造体の一つの面を除いて5面に導電材コーティング層が形成された状態は、図2の上段で概念的に示されている。

10

20

30

40

50

【0031】

本発明によると、このような導電材コーティングは、好ましい例としてはキャストイング (Casting) 法、及びエアロゾル沈着 (Aerosol Deposition) 法で行い、炭素構造体の表面にナノ粒子の導電材をコーティングする方法として、まず5面に導電材コーティング層を形成する。このような導電材コーティング層は、例えば1~20 μm の厚さ、好ましくは5~15 μm の厚さで形成する。

【0032】

前記のように、導電材コーティング層が炭素構造体の5面に形成された後に、前記炭素構造体の内部に硫黄活物質を挿入する段階を経る。

【0033】

ここで硫黄活物質の挿入はスラリー含浸法や熔融法を適用して挿入する。

【0034】

もし、スラリー含浸法を適用する場合には、硫黄活物質及び導電材などを含むスラリーを利用して挿入することになるが、この時含浸される硫黄活物質及び導電材などを含むスラリーは、例えば前記のバインダーと、NMP (N-Methyl Pyrrolidone) 溶媒などが混合したスラリーが使われる。

本発明による一つの好ましい例としては、硫黄：導電材が6：4~9：1の重量割合で混合したものが使われる。バインダーが使われる場合の好ましい例としては、硫黄：導電材：バインダーが6：2：2~7：2：1の重量割合で混合され製造されたものを含浸用スラリーとして使う。

【0035】

このようなスラリーに、炭素構造体の含浸過程では好ましくは500~5000 cpsの粘度で含浸スラリーの粘度を調節して炭素構造体内の圧力が1.2~2.6 MPaの範囲になるように圧力を加えて含浸させた方がいい。このように圧力をかけることで、不織布材質の炭素構造体の空隙内部に活物質と導電材などが短時間にあまねくて容易に侵透し、均一に分散含浸した状態が得られる。

【0036】

また、前記スラリー含浸法以外に熔融法を適用する場合は、硫黄活物質、または硫黄活物質と導電材の混合物をバインダーの使用なしに熔融させて注入したり、あるいは液状で注入して活物質を挿入する方法が使われることができるし、またはポリサルファイド (PS) や硫黄を溶解した電解質を使って挿入する方法を適用することもできる。

【0037】

この時使われる電解質としては、DME (Dimethyl Ether)、TEGDME (Triethylene glycol dimethyl ether)、Dioxlaneの中から選択された1種以上を使う。また、硫黄活物質とともに追加のバインダーを使うこともできる。

【0038】

本発明によると、熔融法を適用する場合、140~250 で1.5 MPa~2.0 MPaの圧力で注入する方法によって、数回にわたり炭素構造体に活物質を注入する。

【0039】

このように活物質を挿入した炭素構造体に乾燥する段階を行う。このような乾燥段階では、活物質を挿入した状態の炭素構造体を例えば熱風乾燥器などの乾燥器を利用して徐々に乾燥することが好ましくて、例えば40~80 で8~18時間乾燥する。

【0040】

本発明によると、前記乾燥した炭素構造体はその表面の内、導電材がコーティングされない残り一つの面を導電材で緻密にコーティングし、残りの導電材コーティング層を形成する段階を経る。

【0041】

このような最後の一つの面に形成される導電材コーティング層は、前記同様の方法でコーティングして形成することができる。この時形成される導電材コーティング層は、前記

10

20

30

40

50

成分と厚さの範囲で既にコーティングされた 5 面の導電材コーティング層と同一、もしくは、他の成分または厚さで形成する。

【 0 0 4 2 】

本発明によるこのような製造工程は図 2 に、5 面に導電材コーティング層が形成された状態の炭素構造体、そして以後ここに活物質を注入した後の炭素構造体、及び最終的に最後の一つの面に導電材コーティング層を形成した後の最終電極構造などを順に示している。

【 0 0 4 3 】

このように、本発明によって製造されたリチウム硫黄電池用陽極は、既存のリチウム硫黄電池で硫黄がリチウムと反応してポリサルファイドを生成し、この過程で変化する体積膨脹条件でも電氣的伝導性が良い導電材で表面全体を蜜閉する効果があって、電極内の電氣的伝導性を安定に維持できる。また、ポリサルファイドが電解質に溶解された時、電極及びセル内で外部への拡散や初期構造の乱れなどを抑制する効果がある。それだけでなく、この時表面にコーティングされた導電材コーティング層の比表面積が高い点を活用して、電解質に溶けているポリサルファイドの反応性を向上させる効果もある。

【 0 0 4 4 】

また、本発明の陽極構造は、充電する時にも電解質に溶解されているポリサルファイドが炭素構造体の表面にコーティングされた比表面積が高い導電材と反応性が良く充電効率が増加する効果があり、既存の集電体の代わりに炭素構造体の表面に緻密に導電材をコーティングし、伝導性を安定に維持して集電体の代わりにすることができる。そして電極表面に形成された導電材コーティング層は、電気伝導性が優秀なので充電する時にも有利な構造を持つ。

【 0 0 4 5 】

したがって、本発明によるリチウム硫黄電池用陽極は、前記のような作用効果に基づいて硫黄活物質の消失を最小化し、その利用率を極大化することでセルの充放電効率、寿命、容量、エネルギーの密度などが全て向上する。

【 0 0 4 6 】

本発明の前記のようなリチウム硫黄電池用陽極を利用してリチウム硫黄電池用セルを製作することは、通常の方法で製作することができるし、このように新しい構造の電極を陽極に適用したリチウム硫黄電池は、その充放電効率が 98% 以上の効果を表す。

【 0 0 4 7 】

よって、本発明は前記のような本発明によるリチウム硫黄電池用陽極を含むリチウム硫黄電池を含む。

【 0 0 4 8 】

このような本発明による新しい陽極構造が適用されたリチウム硫黄電池は、自動車用として有効に適用することができる。

【 0 0 4 9 】

以下、本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明は実施例によって限定されるものではない。

【 0 0 5 0 】

< 実施例 1 >

【 0 0 5 1 】

J N T G 社（韓国）で購入した炭素構造体（気孔率 87%）を切断して、電極製造用炭素構造体を用意した（横 X 縦 X 厚さ = 50 mm X 50 mm X 0.2 mm）。

【 0 0 5 2 】

用意した炭素構造体に、30 nm の大きさのナノ粒子 K e t j e n B l a c k をキャストリング法でコーティングし、10 μm の厚さで前面を除いた 5 面にわたってコーティング層を形成した（図 2 参照）。

【 0 0 5 3 】

このように5面が導電材でコーティングされた炭素構造体の内に硫黄及び導電材含有スラリーを含浸させた。この時、硫黄及び導電材(CNT)は、NMPに溶解されたPVDFバインダーとともにスラリー状で存在するが、この時混合物は硫黄：導電材(CNT)：PVDFを6：2：2の重量割合にスラリー化し、その粘度が1000cpsとなるように調節して炭素構造体内の圧力を1.5MPa加えて炭素構造体に前記スラリーを含沈させた。

【0054】

前記のように、硫黄活物質が含浸した炭素構造体を熱風乾燥器に60℃で12時間維持し乾燥させた。乾燥した炭素構造体の残り一つの面を再び前記のような方法でKetjen Blackナノ粒子を利用して10μmに緻密にコーティングし、リチウム硫黄電池用陽極を製造した。

【0055】

<実施例2～4>

【0056】

前記実施例と同様に実施するが、次の表1のように導電材の種類及びコーティング方法を変えて、それぞれリチウム硫黄電池用陽極を製造した。

【0057】

<比較例1>

【0058】

既存の方法のように、アルミニウム集電体の上に硫黄：導電材(VGCF)：PVDF = 6：2：2の重さの比で、キャスト法を通じてリチウム硫黄電池用陽極を製造した。

【0059】

<比較例2>

【0060】

前記実施例1と同様に実施したが、導電材を変更してそれぞれリチウム硫黄電池用陽極を製造した。

【0061】

【表1】

構成	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1	比較例2
炭素構造層	炭素繊維	炭素繊維	炭素繊維	炭素繊維	—	—
コーティング層の素材	Ketjen Black	Ketjen Black	SuperC	SuperC	—	—
コーティング法	Casting	Aerosol Deposition	Casting	Aerosol Deposition	—	—
陽極及びバインダー	硫黄PVDF	硫黄PVDF	硫黄PVDF	硫黄PVDF	硫黄PVDF	硫黄PVDF
導電材	VGCF	VGCF	SuperC	SuperC	VGCF	SuperC

【 0 0 6 2 】

< 実験例 1 >

【 0 0 6 3 】

前記<実施例 1>で製造したリチウム硫黄電池用陽極に対して、表面に形成された導電材コーティング層の形成状態を確認するために走査電子顕微鏡で撮影した結果、図 3 のように、左側の薄く見える炭素構造体の中に硫黄活物質と導電材が含有された状態が確認され、右側の表面部位では緻密に導電材コーティング層が形成されたことが確認できた。

【 0 0 6 4 】

< 実験例 2 >

【 0 0 6 5 】

10

前記<実施例>と<比較例>で製作した電極を陽極に適用して、既存のリチウム硫黄バッテリーセルの製作方法を通じてセルを製作し、充放電寿命評価と充放電効率などの物性を試した。その実験結果は次の表 1 に示す。

【 0 0 6 6 】

【表 2】

測定項目	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	比較例 1	比較例 2
寿命評価 (30 回充 放電後 容量基準)	980 mAh/g -S	960 mAh/g -S	1020 mAh/g -S	970 mAh/g -S	830 mAh/g -S	800 mAh/g -S

20

【 0 0 6 7 】

前記表 2 の結果より、導電材コーティング層が適用されたセルの性能が最小 1 7 % 以上向上することを確認できた。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 8 】

本発明によるリチウム硫黄電池用陽極は、リチウム硫黄電池の新しい陽極に適用する場合、既存に比べて充放電効率と寿命が延長したリチウム硫黄電池として適用可能である。

30

【 0 0 6 9 】

特に、本発明による新しい陽極構造を利用するリチウム硫黄電池は、自動車用として活用できる。

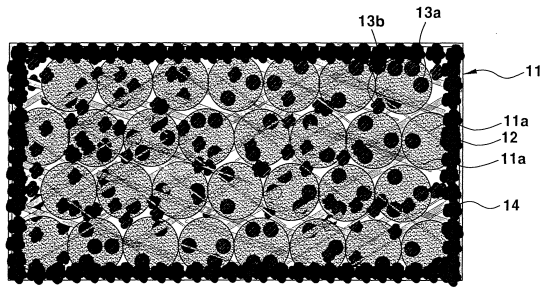
【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

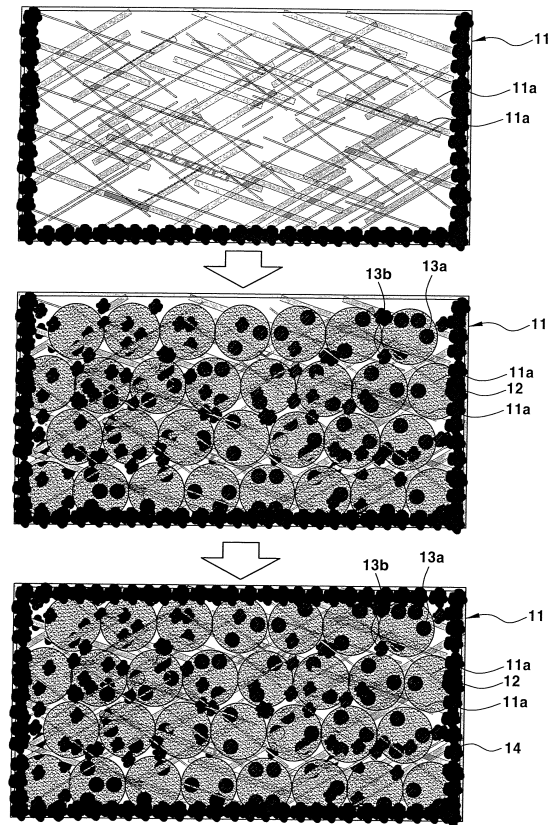
- 1 1 炭素構造体
- 1 1 a 繊維
- 1 2 硫黄活物質
- 1 3 導電材
- 1 4 導電材コーティング層

40

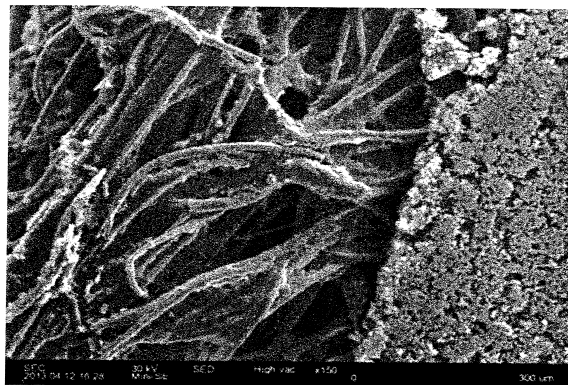
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 李 允 智

大韓民国, ギョンギ - ド, プチョン - シ, ウォンミ - グ, ジュンドン - 路 279 ボン - ギル, 24, ウンハ マウル アパート 513 - 101

(72)発明者 禹 熙 晋

大韓民国, ギョンギ - ド, ヨンイン - シ, ギフン - グ, マブク - 路 105 ボン - ギル, 7, ヒョundai キア モーターズ ドミトリ, 209

(72)発明者 朴 相 鎮

大韓民国, ギョンギ - ド, プチョン - シ, ウォンミ - グ, ジョマル - 路, 134, ボラム マウル アパート 1114 - 1903

審査官 小森 利永子

(56)参考文献 国際公開第2012/175486 (WO, A1)

特開2002-203542 (JP, A)

国際公開第2013/027155 (WO, A1)

国際公開第2013/030321 (WO, A1)

国際公開第2013/096751 (WO, A1)

米国特許出願公開第2012/0207994 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 4/13 - 4/62

H01M 4/66

H01M 4/80

H01M 10/05 - 10/0587