

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5859122号
(P5859122)

(45) 発行日 平成28年2月10日(2016.2.10)

(24) 登録日 平成27年12月25日(2015.12.25)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 M 2/16 (2006.01)

H O 1 M 2/16 L

H O 1 M 2/16 P

H O 1 M 2/16 M

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2014-522004 (P2014-522004)
 (86) (22) 出願日 平成24年5月30日(2012.5.30)
 (65) 公表番号 特表2014-523630 (P2014-523630A)
 (43) 公表日 平成26年9月11日(2014.9.11)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2012/060094
 (87) 国際公開番号 W02013/013867
 (87) 国際公開日 平成25年1月31日(2013.1.31)
 審査請求日 平成26年3月24日(2014.3.24)
 (31) 優先権主張番号 102011079662.2
 (32) 優先日 平成23年7月22日(2011.7.22)
 (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 シュツツガルト (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 マークス ヴェーグナー
 ドイツ連邦共和国 レオンベアク ホフマ
 ンシュトラーセ 83

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー蓄積器用のセパレータおよびエネルギー蓄積器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノードと、カソードと、少なくとも1つのカソード活性材料と、セパレータ(1)とを有するリチウム硫黄電池であって、

前記セパレータ(1)は、少なくとも1つの第1の層(5)と、少なくとも2つの第2の層(6、7)とを含む、

リチウム硫黄電池において、

前記少なくとも1つの第1の層(5)は、前記カソード活性材料に関して親和性の特性を有している材料である、少なくとも1つのヘテロ原子を有しているポリマーを含んでおり、

前記少なくとも2つの第2の層(6、7)は、前記カソード活性材料に関して不親和性の特性を有している材料であり、アニオン基および/または負の極性を有する基によって官能化されたポリマーである、ポリスチロールの誘導体を含んでおり、

1つの前記第1の層(5)が、2つの前記第2の層(6、7)の間に配置されており、前記セパレータ(1)の、アノード側の最終層を除く総ての前記第1の層(5)及び前記第2の層(6、7)内に、導電性添加物が配置されている、

ことを特徴とするリチウム硫黄電池。

【請求項 2】

前記セパレータ(1)は、 $3 + 2n$ 個(n は、0以上の整数)の層を有しており、ここで前記 $3 + 2n$ 個の層は、前記第1の層(5)と前記第2の層(6、7)に関して、交互

に配置されている、請求項 1 記載の リチウム硫黄電池。

【請求項 3】

前記導電性添加物 (10) は、グラファイトまたはカーボンブラックである、請求項 1 または 2 記載の リチウム硫黄電池。

【請求項 4】

前記各第 1 の層 (5) は、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の範囲の厚さを有しており、および / または、前記各第 2 の層 (6、7) は、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の範囲の厚さを有している、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の リチウム硫黄電池。

【請求項 5】

前記各第 1 の層 (5) は、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下の範囲の厚さを有しており、および / または、前記各第 2 の層 (6、7) は、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下の範囲の厚さを有している、請求項 4 記載の リチウム硫黄電池。

10

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの第 1 の層 (5) および / または前記少なくとも 2 つの第 2 の層 (6、7) は多孔性である、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の リチウム硫黄電池。

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つの第 1 の層 (5) および / または前記少なくとも 2 つの第 2 の層 (6、7) は、電解液を受容するためのものである、請求項 6 記載の リチウム硫黄電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、エネルギー蓄積器用のセパレータに関する。本発明は殊に、周期安定性が改善されたリチウム硫黄電池用のセパレータおよびこのセパレータを含むリチウム硫黄電池に関する。

【0002】

従来技術

二次電池は、多くの使用領域に対して大きいポテンシャルを有している。ここでは、例えばレドックス対であるリチウム / 硫黄に基づく二次電池が、硫黄の高い特別な容量のため、特に有利である。しかし多くの用途では、殊に、このようなエネルギー蓄積器の周期安定性はさらなる改善のポテンシャルを有し得る。

30

【0003】

例えば、リチウム / 硫黄電池の場合には、これが、場合によってはいわゆるシャトル機構を有していることが公知である。これは、実質的に、生じているリチウム硫黄種の種々の可溶性に基づいている。詳細には、このような電池内で進行する全体的な反応 $\text{Li} + \text{S}_8 \rightarrow \text{Li}_2\text{S}$ は、3 ~ 8 の間の硫黄鎖長さを有する複数のポリ硫化中間段階を含んでいる。これは、流布している電解質システムにおいて良好に分解可能である。反応生成物 Li_2S_2 および Li_2S は、これに対して多くの溶解手段ないしは電解質システムにおいてほぼ分解不可能である。

【0004】

多硫化物の種々の可溶性に基づいて、鎖の長い多硫化物が金属製のリチウムアノードへと拡散する。ここでこれは直接的にリチウムと反応し、低減される。ここで生じる平均的な長さの鎖および短い長さの鎖の多硫化物が同様にカソードへと拡散し、ここで再び、長い鎖の多硫化物に酸化される、または、より高い硫酸化段階を有している存在している硫黄種とも共均一化反応する。アノードでのリチウムとの反応時に、例えば、不溶性の硫黄種が形成され得る。これはアノードで沈殿し得る。迅速な多硫化物シャトルはさらに、セルの完全な再充電を困難にし得る、または、阻止し得る。

40

【0005】

文献 US 7 282 296 B 2 号から、殊に、アクティブな金属アノードを、空気、湿気または別の電池成分との有害反応から保護するセパレータおよび電極構造が公知である。セパレータはここで、高いイオン伝導度合いを有するべきであり、これによって製造を容

50

易にし、電池の性能を改善する。ここでセパレータは、化学的なコンパチビリティが異なる2つの層を有している。第1の層は直接的に、アノードに接しており、アノードに対して化学的にコンパチブルである。従ってこれは、電池の別の成分、周辺環境またはアノード自体と、電池に対する有害結合を形成しない。第2の層は実質的に、電池の別の成分（例えば電解質）および周辺環境の別の成分に対して不透過性であり、これらの成分と電池の接触接続を阻止する。第2の層はここで、第1の層に対して化学的にコンパチブルである。

【0006】

本発明の開示内容

本発明の対象は、エネルギー蓄積器、殊にリチウム硫黄電池用のセパレータであり、これは少なくとも1つの第1の層と、少なくとも1つの第2の層とを含んでおり、この少なくとも1つの第1の層は、少なくとも1つの電極活性材料に関して親和性の特性を有する材料を含んでおり、少なくとも1つの第2の層は、電極活性材料に関して不親和性特性を有しており、ここで少なくとも1つの第1の層と少なくとも1つの第2の層は殊に、直接的に隣接して配置されている。

10

【0007】

本発明でのセパレータは、殊に、エネルギー蓄積器内でアノードとカソードを分断するための手段である。ここでこのセパレータは殊に、不所望な活性材料がアノードからカソードに達し、殊に、カソードからアノードに達するのを阻止する。さらに、セパレータは、アノードとカソードを電氣的に相互に分断するのに用いられる。

20

【0008】

活性材料はさらに、殊に、エネルギー蓄積器に自身の元来の機能性を与える材料ないしはエネルギー蓄積器の機能に必要な材料である。ここでこの活性材料は、例えば、エネルギー蓄積器が充電された状態において存在し、電子化学的なプロセスによって、放電過程の間に分解される。択一的に、活性材料は放電過程の間に形成され、エネルギー蓄積器の放電された状態において存在し得る。さらに、本願発明の活性材料とは、次のような材料のことである。すなわち、アノードおよび/またはカソード内に配置されている材料から、充電過程および/または放電過程の間に行われる電子化学プロセスによって形成される中間段階である。リチウム硫黄電池の場合には、例えば、活性材料とは、例示的な意味で、かつ制限するものではなく、種々のリチウム硫化物種ないしは多硫化物種である。

30

【0009】

セパレータは本発明では、少なくとも1つの第1の層と少なくとも1つの第2の層とを有している。層とは、本発明では、殊に各適切な層のことである。ここではセパレータは少なくとも1つの第1の層と少なくとも1つの第2の層、すなわち全体的に少なくとも2つの層を有している、または、有利には多数の層を有している。

【0010】

本発明では、第1の層は次のような材料を含んでいる、または、次のような材料から成る。すなわち、少なくとも1つの電極活性材料に関して親和性の特性を有している材料である。これは本発明では、殊に、第1の層が少なくとも1つの活性材料に関して吸引力を有していることを意味する。殊に、親和特性は例えば立体化学的結合、共有結合または静電結合しようと努めることを含んでいる。従って、殊に、僅かな吸引力から、各状態の共有結合までに含まれる。これによって、活性材料を第1の層に固定することができる。第2の層はさらに、電極活性材料に関して不親和性の特性を有する材料を含んでいる、またはこのような材料から成る。不親和性の特性とは、本発明では、殊に、親和性が存在しないのではなく、例えば突き放す力が存在することである。これは例えば、同様に、静電力によって実現される。さらに、本発明での不親和性の特性とは、同様に、活性材料を通さないことである。これは例えば、それを通して活性材料が達する孔または貫通チャネル等を有していない第2の層が設けられていることによって行われる。従って、活性材料のためのこの第2の層は、透過性ではない。従って、第2の層は、活性材料に対するバリヤ、例えば拡散バリヤを形成する。

40

50

【0011】

この少なくとも1つの第1の層と、少なくとも1つの第2の層はここで有利には直接的に隣接して配置され得る。これは本発明では殊に次のことを意味している。すなわち、少なくとも2つのこれらの層が中間層を配置することなく設けられている、すなわち相互に直接的に接していることを意味している。

【0012】

本発明のセパレータによって、活性材料が不所望に、例えばカソードからアノードに達してしまうこと、またはアノードからカソードに達してしまうことが格段に低減される、または、むしろ完全に阻止される。これによって例えば、リチウム硫黄電池の場合には、殊に、シャトルメカニズムが効果的に阻止される。

10

【0013】

これによって例えば、充電過程および/または放電過程の効率がより効果的になり、さらに、不溶性の沈殿物による活性材料の損失が低減される、または、完全に阻止される。さらに、例えば、リチウム硫黄電池の場合には、元素状態で存在する硫黄内での多硫化物の完全な酸化が保証される。これによって、容量が改善する。

【0014】

全体的に少なくとも2つの層から成る本発明の多層構造によって、保持作用が特に有効になる。詳細には例えば第2の層によって、活性材料の移動が既に格段に低減される、またはむしろ完全に阻止される。活性材料不親和性特性を有する第2の層のこのような構造にもかかわらずに、活性材料が第2の層を貫通する場合には、これは第1の層によって引きつけられ、ここに留まる。このようにして、活性材料が第2の層を通過してしまった場合にも、対向電極への移動が低減される。択一的に、活性材料はまず第1の層内に固定され、これによって第2の層の通過がさらに困難になる。従って、活性材料の保持は、従来技術から公知の解決方法に対して格段に低減される。

20

【0015】

さらに、セパレータは、ほぼ制限されない周期持続時間にわたって安定したままである。これによって、活性材料の保持も多くの周期数にわたって、安定する。これは、セパレータ自体の長期安定性を高め、さらに、このセパレータが設けられているエネルギー蓄積器の長期安定性を高める。

【0016】

さらに、本発明のセパレータは、個々の層の形状およびデザインに関して、ほぼ制限されずに実施可能である。従って、本発明のセパレータは、多くの用途に適合可能である、ないしは多くの用途に対して使用可能である。これによって、本発明のセパレータが設けられているエネルギー蓄積器も、多くの用途を有するようになる。

30

【0017】

ここで基本的に、どの配向にこれらの層が配置されるのかは自由に選択可能である。しかし有利には、第2の層は、その活性材料が保持されるべき電極に向けて配向される。従って、リチウム硫黄電池の場合には、例えば第2の層はカソードの方向に配向可能である。これに対して第1の層は、アノードの方向に配向可能である。この場合には、活性材料は、カソードの空間的な周辺内に保持され、これは、容量をさらに改善することができる。

40

【0018】

ある実施形態では、セパレータは、 $3 + 2n$ 個の層を有することができる。ここで $3 + 2n$ 個の層は、第1の層および第2の層に関して交互に配置可能である。従って全体的に、本発明のセパレータは、特に有利には、2つより多くの層に広がる。本発明では、この実施形態において、2つの層、すなわち1つの第1の層と1つの第2の層を設ける他に、殊に3つ以上の層が設けられ得る。これは特に有利には、層配置が、常に、活性材料に関して親和性の特性を有する第1の層と活性材料に関して不親和特性を有する第2の層だけでなく拡張されることによって実現される。従って、常に、 $3 + 2n$ 個の層が存在する。ここで、 n は0または各整数であり得る($n = 0, 1, 2, 3 \dots$)。この構成では常に

50

、奇数の層が設けられているので、さらに有利には、それぞれ第2の層が、第1の層よりも多く存在し得る。従ってこの実施形態では、常に有効なバリヤを活性材料に対して形成する、または活性材料を引きつける多くの層が設けられる。これによって特に効果的に、活性材料が電極から対向電極へと移動するのが阻止される。

【0019】

さらに、殊に、この実施形態では、3つ以上の層が設けられている場合に、ある実施形態では、第1の層が第2の層の間に配置され得る。この実施形態では、活性材料に対する効果的なハウジングないしはかごが実現される。その内部では活性材料が固定される。詳細には、活性材料は、活性材料に関して親和性の層によってのみ引きつけられないしは結合されるのではない。さらに付加的に、第1の層を制限している2つの第2の層によって、第1の層からの流出が阻止される。従って、活性材料の不所望な移動、例えばアノードからカソードへの移動が、この実施形態においてはさらに効果的に阻止される。このような構成はここで、3つの層を設ける場合だけではなく、多数の第1ないしは第2の層を設ける場合にも可能である。殊に、3つ以上の層を設ける場合、この実施形態では、活性材料の通過が特に効果的に阻止される。なぜなら、活性材料に対して多数のハウジングが形成されているからである。従って、活性材料が1つのハウジングを通過する場合でも、活性材料は隣接するハウジング内で確実に固定される。このような構成は、ここで基本的に、各適切な層組み合わせないしは層配置によって形成可能である。さらに、1つの第1の層のみ、または任意の数の第1の層を、2つの第2の層の間に配置することができる。

【0020】

別の構成では、セパレータは、殊に少なくとも1つの第1の層内に配置されている伝導性添加物(Leitzusatz)を有し得る。伝導性添加物を設けることによって、第1の層内に集合する活性材料による容量損失が阻止される。詳細には、殊に第1の層内で不動にされている、ないしは、第1の層内に位置付けされている活性材料が基本的にまずは、エネルギー蓄積器の機能のための活性の電極成分としてもはや使用可能でなくなる。活性材料は例えばアノードに達しないので、またこれがひとりでにカソードに移動できない場合にも、この状態は場合によっては活性材料の損失、ひいては場合によっては、本発明のセパレータが設けられているエネルギー蓄積器の容量損失を生じさせ得る。このような作用は、この実施形態では効果的に阻止される。従って、セパレータ層ひいては活性材料の電気的な接触接続が実現され得る。

【0021】

伝導性添加物は本願発明では殊に、導電性の材料であり、例えばグラファイトまたはカーボンブラックである。これは有利には少なくとも1つの第1の層内に配置され得る。なぜなら殊に、ここでは活性材料の高い濃度が予期されているからである。しかし少なくとも1つの第2の層内でも、接触接続を実現するために伝導性添加物を使用することができる。この接触接続によってここでは、層構造内に不動化された活性材料の電子化学的な酸化および還元が可能になる。これによって、エネルギー蓄積器の容量が、安定的に保たれる。しかし有利には伝導性添加物は、全ての層内に配置されるのではない。なぜなら、そうでないと、場合によっては、アノードとカソードとの間の電気的な接続が短絡を生じさせることがあるからである。少なくとも1つの層は、伝導性添加物無く構成され得る。ここで有利には、アノードの方に配向されている層、すなわち殊に最終層は、伝導性添加物を有していない。この場合には、活性材料は依然として問題なく、例えば、カソードと相互作用することができる。

【0022】

ここで有利には、伝導性添加物は、20%以上の量で存在する。この量では既に、層構造体ないしは層構造体内に位置付けされている活性材料の十分な電子化学結合が実現される。しかしここで、活性材料に関する親和性ないしは不親和性の特性は実質的に保持される。

【0023】

別の構成では、この少なくとも1つの第1の層は、1 μm 以上100 μm 以下の領域の

厚さ、例えば10 μm 以上50 μm 以下の厚さを有し得る、および/または、少なくとも1つの第2の層は、1 μm 以上100 μm 以下の領域の厚さ、例えば10 μm 以上50 μm 以下の厚さを有し得る。このような厚さは、効果的なバリヤないしは充分な大きさの受容領域を形成するのに充分である。さらに、セパレータが格段に個別化される。これによって、本発明のセパレータは殊に、この実施形態において、多数のコンパクトな用途にも使用可能になる。

【0024】

別の実施形態では、少なくとも1つの第1の層は少なくとも1つのヘテロ原子を有しているポリマーを含んでいる、または、これから成る、および/または、第2の層は、アニオン基および/または負の極性が与えられた基によって官能化されたポリマーを含んでいる、または、これから成る。第1の層の材料に関して、少なくとも1つの、殊に個々の原子として分子構造内に埋設されたヘテロ原子を有するポリマーが特に適している。なぜなら、これは特に強い親和性を、例えば、多硫化物に対して有しているからである。従ってこれらの材料は、リチウム硫黄電池内での使用に対して有利である。ここで、このヘテロ原子は自由に選択可能である。非制限的な例は、酸素または硫黄を含んでいる。第1の層に対するポリマーの例は、ポリエチレン酸化物またはその誘導体等を含んでいる。誘導体は、ここで殊に、ポリエチレン酸化物をベースにしているないしはポリエチレン酸化物を含有している材料を意味している。第2の層に対する材料に関しては、アニオン基および/または負の極性が与えられた基によって官能化されたポリマーが有利である。ここでこのようなポリマーは、殊に、その負の電荷または極性が、大きい分子領域にわたって局部分布化されているアニオン基または負の極性が与えられた基を有し得る。従ってこれは殊に、変化形の負の電荷または極性を有するポリマーのことであり得る。このようなポリマーは、十分に高いリチウムイオン伝導性を、リチウムイオンとの僅かな相互作用のみによって実現することができる。さらに、このようなポリマーは、殊に非局在化された負の電荷に基づいて、ないしは負の極性に基づいて、相応する硫化物種に対する静電的な突き離し力を提供する。これによって、バリヤ作用が、リチウムイオン搬送に悪影響を及ぼさずに、形成される。アニオン系の官能化されたポリマーに対する例は、ポリスチロールの誘導体であり、これは例えばポリスチロールスルホン酸塩、4-ハロゲン-ポリスチロール(ここでは、ハロゲンはブロム、沃素またはクロールであり得る)、4-ニトロ-ポリスチロール、4-ヒドロキシ-ポリスチロール、2,6-ジヒドロキシ-4-ニトロ-ポリスチロールまたはこれらの適切な組み合わせである。

【0025】

別の実施形態では、この少なくとも1つの第1の層および/またはこの少なくとも1つの第2の層は、殊に電解質液を受容するために多孔性であり得る。適切な電解質系は、例えばリチウムビストリフルオロメタンスルホン酸イミド(LiTFSI)における1,3-ジオキソラン(DOL)およびジメトキシエタン(DME)を含んでいる。従ってこの構成では、セパレータは、適切な電解質を受け入れることができ、従って良好なイオン伝導性が得られる。ここで、第1の層ないしは第2の層の材料の選択時に、イオン伝導特性を考慮する必要はない。相応する材料の選択はむしろ、活性材料との相互作用に向けられる。従ってこの構成ではセパレータは、特に効果的である。適切な多孔率は、ここで、20%以上90%以下の範囲、殊に30%以上70%以下の範囲にある。

【0026】

本発明の構成要件はさらに、エネルギー蓄積器、殊にリチウム硫黄電池であり、これは少なくとも1つの本発明のセパレータを含んでいる。本発明のエネルギー蓄積器は殊に、セパレータに関して記載した利点を有している。詳細には、本発明のエネルギー蓄積器は殊に、改善された周期特性と改善された耐久性を有している。

【0027】

本発明の構成要件の別の利点および有利な構成を図示し、以下の明細書で説明する。図面は説明のためだけのものであり、本発明をいかようにも制限するものではないことに留意されたい。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 8 】

【図 1】本発明のエネルギー蓄積器内に配置されている本発明のセパレータの 1 つの実施形態の概略図

【図 2】本発明のエネルギー蓄積器内に配置されている本発明のセパレータの別の実施形態の概略図

【図 3】本発明のエネルギー蓄積器内に配置されている本発明のセパレータの別の実施形態の概略図

【実施例】

【 0 0 2 9 】

10

図 1 には、本発明のセパレータ 1 の実施形態が示されている。セパレータ 1 は、殊にエネルギー蓄積器 2 内に配置される。エネルギー蓄積器 2 は、例えばリチウムイオン電池であり得る。これは、電動工具、コンピュータ、ハイブリッド車両、電気車両または別の様式の移動用途または定常用途に使用される。ここでは殊に、高い特別なエネルギーを有するエネルギー蓄積器 2 が有利である。

【 0 0 3 0 】

エネルギー蓄積器 2 は、アノード 3 とカソード 4 とを有している。アノード 3 とカソード 4 は、ここで殊に、エネルギー蓄積器 2 の種類に依存して構成されており、適切な活性材料を含み得る。リチウム硫黄電池の場合には、例えば、アノードは金属リチウムから形成され得る。カソード 4 はさらにカソードマトリクスを形成し得る。これは典型的に硫黄、伝導性添加物、例えばグラファイト、カーボンブラック、カーボンナノチューブ、カーボンナノファイバーまたは、別の導電性炭素種、並びに結合剤、例えばポリフッ化ビニリデン (P V D F)、セルローズベースの結合剤またはテフロンを含み得る。伝導性添加物は有利であり得る。なぜなら、元素状態の硫黄も、硫化リチウムおよび二硫化リチウムも導電性でないからである。殊に、カソード 4 はここで、リチウム硫黄セルの場合には、エネルギー蓄積器 2 の充電状態に応じて、多硫化物を活性材料として有している。

20

【 0 0 3 1 】

例えば、カソード 4 からアノード 3 への活性材料の移動を阻止するために、セパレータ 1 は少なくとも 1 つの第 1 の層 5 と少なくとも 1 つの第 2 の層 6、7 を含んでいる。図 1 では、2 つの層 6、7 が設けられている。ここで少なくとも 1 つの第 1 の層 5 は、少なくとも 1 つの電極活性材料 (例えば 1 つまたは複数の多硫化物) に関して親和性の特性を有している材料を有している。これに対して、少なくとも 1 つの第 2 の層 6、7 は少なくとも 1 つの電極活性材料 (例えば 1 つまたは複数の多硫化物) に関して不親和性の特性を有している材料を有している。図 1 では、ここで、少なくとも 1 つの第 1 の層 5 と少なくとも 1 つの第 2 の層 6、7 が直接的に隣接して配置され得ることが見て取れる。さらに、図 1 では、少なくとも 1 つの第 1 の層 5 が、それぞれ、2 つの第 2 の層 6、7 の間に配置されている。

30

【 0 0 3 2 】

少なくとも 1 つの第 1 の層 5 は、1 μm 以上 100 μm 以下の範囲、例えば 10 μm 以上 50 μm 以下の範囲の厚さを有している。択一的または付加的に、少なくとも 1 つの第 2 の層 6、7 は、1 μm 以上 100 μm 以下の範囲、例えば 10 μm 以上 50 μm 以下の範囲の厚さを有している。これによって、所望の、セパレータ 1 の保持特性が特に有効になる。ここでは良好な小型化が実現される。

40

【 0 0 3 3 】

さらに、少なくとも 1 つの第 1 の層 5 は、少なくとも 1 つのヘテロ原子を有するポリマーを含んでいる、および / または、少なくとも 1 つの第 2 の層 6、7 は、アニオン基および / または負の極性を有する基によって官能化されたポリマーを含んでいる。制限するものでない有利な例は、少なくとも 1 つの第 1 の層 5 に対してポリエチレン酸化物またはポリエチレン酸化物の誘導体を含んでおり、少なくとも 1 つの第 2 の層 6、7 に対してポリスチロールまたはポリスチロールの誘導体を含んでいる。

50

【0034】

相応する層5、6、7に対する材料の選択に依存せず、良好なイオン伝導性をセパレータ1によって設定するために、ひいてはエネルギー蓄積器2の性能強化された機能を実現するために、少なくとも1つの第1の層5および/または少なくとも1つの第2の層6、7は、多孔性であり得る。これによって、殊に電解液が受容される。ここで、全体的なセパレータは多孔性であり得る、または所定の電解質領域のみが多孔性であり得る。

【0035】

図2には、本発明のセパレータ1ないしは本発明のエネルギー蓄積器2の別の実施形態が示されている。セパレータ1ないしはエネルギー蓄積器2は、ここで、実質的に、図1の記載に相応する。従って、同じまたは相応する構成部分には同じ参照番号が付けられている。さらに図1に示されたセパレータ1ないしはエネルギー蓄積器2の特徴は、同様に、図2に示されているセパレータ1ないしはエネルギー蓄積器2にも当てはまる。

10

【0036】

図2の実施形態では、セパレータ1は、全体で5つの層を含んでいる。ここでは2つの第1の層5および8と、3つの第2の層6、7および9が設けられている。図1の実施形態と同様に、図2の実施形態でも、セパレータ1は $3 + 2n$ 個の層を有している。ここで $3 + 2n$ 個の層は、第1の層5、8と第2の層6、7、9に関して交互に配置されている。

【0037】

図3には、本発明のセパレータないしは本発明のエネルギー蓄積器2の別の実施形態が示されている。このセパレータ1ないしはエネルギー蓄積器2は、ここで、実質的に、図1および2に示されたものに相応する。従って同じまたは相応する構成部分には同じ参照番号が付けられている。さらに、図1に示された、セパレータ1ないしはエネルギー蓄積器2の特徴は、図3に示されたセパレータ1ないしはエネルギー蓄積器2に同様に当てはまる。

20

【0038】

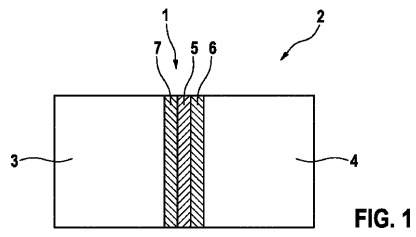
図3では、セパレータ1は伝導性添加物10を有している。この伝導性添加物10は例えば、少なくとも第1の層5のみ、ないしは複数の第1の層5、8内に配置可能である。さらに、伝導性添加物はあらゆる任意の層に配置可能である。しかし有利には、伝導性添加物はアノード3の方を向いている層7内には設けられていない。

30

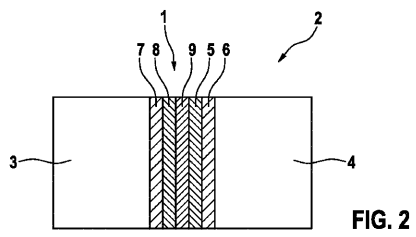
【0039】

伝導性添加物は例えばグラファイトまたはカーボンブラックを有し得る、またはこれらの材料から成る。さらに伝導性添加物10は20%以下の範囲内の量で存在している。

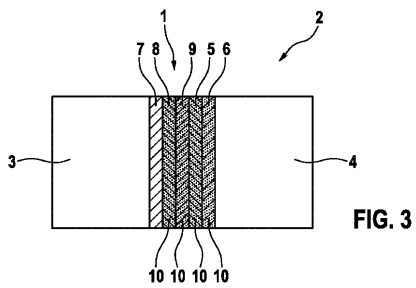
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジャン ファヌウ
ドイツ連邦共和国 シュトゥットガート イム ガイガー 97
- (72)発明者 イェンス グリミンガー
ドイツ連邦共和国 ゼンデン ゲーターシュトラッセ 12
- (72)発明者 マーティン テンツァー
ドイツ連邦共和国 シュヴィーバーディングェン ルートヴィヒスプアガー シュトラッセ 26

審査官 山内 達人

- (56)参考文献 特表2002-532852(JP, A)
特開2005-079096(JP, A)
特表2005-530323(JP, A)
特表2002-532854(JP, A)
国際公開第03/012896(WO, A1)
化学大辞典8, 共立出版株式会社, 1964年, 縮刷版, pp. 757-758

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 2/14 - 2/18