

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-103231
(P2008-103231A)

(43) 公開日 平成20年5月1日(2008.5.1)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|-----------------------|---------------|-------------|
| HO 1 M 4/70 (2006.01) | HO 1 M 4/70 A | 5HO17 |
| HO 1 M 4/02 (2006.01) | HO 1 M 4/02 D | 5HO29 |
| HO 1 M 4/38 (2006.01) | HO 1 M 4/38 | 5HO50 |
| HO 1 M 4/48 (2006.01) | HO 1 M 4/48 | |
| HO 1 M 4/58 (2006.01) | HO 1 M 4/58 | |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-285921 (P2006-285921)
(22) 出願日 平成18年10月20日 (2006.10.20)

(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(74) 代理人 100097445
弁理士 岩橋 文雄
(74) 代理人 100109667
弁理士 内藤 浩樹
(74) 代理人 100109151
弁理士 永野 大介
(72) 発明者 小川 裕子
大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内
(72) 発明者 本田 和義
大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内

最終頁に続く

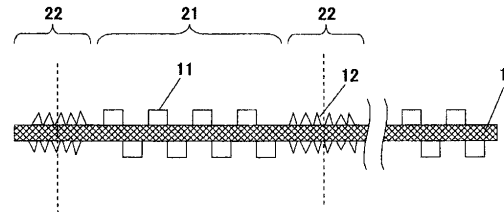
(54) 【発明の名称】 リチウム二次電池用電極

(57) 【要約】

【課題】 活物質を形成した電極端部は、走行系等によるダメージを受けやすく、衝撃により活物質が集電体から剥離するという課題を有する。

【解決手段】 集電体 1 上にリチウムを吸蔵放出可能な活物質 2 を担持した電極であって、前記集電体の少なくとも一つの面に突起部が規則的に形成された第 1 の領域 2 1 と、突起部がランダムに形成された第 2 の領域 2 2 とを形成し、前記集電体 1 を前記活物質 2 の密着性が高い第 2 の領域 2 2 でスリットすることで、走行系からの衝撃による剥離を抑制し歩留まりに優れたリチウム二次電池用電極およびその製造方法を提供する。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

集電体上にリチウムを吸蔵放出可能な活物質を担持した電極であって、前記集電体は、突起部が規則的に形成された第 1 の領域と、突起部がランダムに形成された第 2 の領域を、同一面上に有することを特徴とするリチウム二次電池用電極。

【請求項 2】

前記第 1 の領域に形成された突起部の上部が平坦であることを特徴とする請求項 1 記載のリチウム二次電池用電極。

【請求項 3】

前記第 2 の領域は、少なくとも前記集電体の幅方向に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のリチウム二次電池用電極。

10

【請求項 4】

前記第 2 の領域の表面粗さ R_a が $0.5 \mu m$ 以上 $5 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のリチウム二次電池用電極。

【請求項 5】

前記活物質は、前記集電体の突起部を核に柱状成長していることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載のリチウム二次電池用電極。

【請求項 6】

前記負極活物質が、ケイ素、錫、ゲルマニウムあるいはこれら主成分とする合金、酸化物、窒化物であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載のリチウム二次電池用電極。

20

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載のリチウム二次電池用電極を用いたリチウム二次電池。

【請求項 8】

集電体上にリチウムを吸蔵放出可能な活物質を担持した電極であって、前記集電体は、突起部が規則的に形成された第 1 の領域と、突起部がランダムに形成された第 2 の領域とを、少なくとも一つの面に有し前記第 2 の領域が形成された部分をスリットすることを特徴とするリチウム二次電池用電極の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、突起部を有する集電体上に活物質が形成された電極とそれを用いたリチウム二次電池に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、パーソナルコンピュータ、携帯電話などのポータブル機器の開発に伴い、その電源としての電池の需要が増大している。上記のような用途に用いられる電池には、高いエネルギー密度と優れたサイクル特性が望まれている。

40

【0003】

上記要望に対して、有機電解液、有機電解液をポリマーやゲル化剤を用いて非流動化したゲルポリマー電解質のような各種の非水電解質を電解質に用い、リチウムイオンを電荷移動用媒体とする非水電解質リチウム二次電池が開発されてきた。正極材料としては、 $LiCoO_2$ 、 $LiNiO_2$ 、 $LiMn_2O_4$ などのように各種電解質との間でリチウムイオンを可逆的に吸蔵・放出し高い可逆電位を示す材料が発見されている。負極材料としては黒鉛、カーボンなどの各種炭素体などのように低い可逆電位を示す材料が発見されている。これら活物質を正極あるいは負極に用い、正極と負極とをセパレーターを介して対向配置させて構成するリチウム二次電池が開発、量産化されている。

【0004】

50

しかしながらポータブル機器の機能向上に伴い、電源に対してはこれまで以上の高いエネルギー密度が求められている。

【0005】

このような中、Liと金属間化合物を形成し、リチウムを吸蔵、放出することで非常に高い容量が得られる高容量負極材料（以下、負極活物質ともいう）として、Si（ケイ素）やSn（スズ）あるいはこれらを主成分とした合金材料が注目されている。例えば、Siの理論放電容量は約4199mAh/gであり、黒鉛の理論放電容量の約11倍である。

【0006】

しかしながら、これら負極材料は、リチウムイオンを吸蔵する際に構造が大きく変化し、膨張する。その結果、活物質粒子が割れたり、集電体から活物質層が剥がれたりすることによって、活物質と集電体との電子伝導性が低下し、結果としてサイクル特性が低下するといった課題を有していた。

10

【0007】

その課題を解決するために、活物質層に、リチウムイオン吸蔵時の膨張空間を形成する提案がなされている（特許文献1）。

【0008】

特許文献1では、集電体上に規則的な突起を形成し、その上に柱状にパターン化された活物質を形成している。この構成により、柱状に形成された活物質間の空隙が活物質の体積膨張を吸収することができ、活物質の集電体からの剥離を回避している。

20

【特許文献1】特開2004-127561号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1では、活物質層に膨張空間を設けることにより、Li吸蔵時の体積膨張を吸収することが出来るが、突起部上部が平坦に形成されているため、その上に形成される活物質界面との接着力が低下する。特に電極端部では製造工程における走行系等によるダメージを受けやすく、衝撃により活物質が集電体から剥離するという課題を有している。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するため、本発明は集電体上にリチウムを吸蔵放出可能な活物質を担持した電極であって、前記集電体の少なくとも一つの面に突起部が規則的に形成された第1の領域と、突起部がランダムに形成された第2の領域を有するものである。

30

【0011】

また、本発明は、前記活物質が前記集電体の突起部上に柱状成長しており、前記第1の領域に形成された突起部の上部が平坦であり、前記第2の領域は、前記第1の領域に比べて前記活物質との密着性に優れることを特徴とする。

【0012】

また、本発明の前記第2の領域は、少なくとも前記集電体の幅方向の電極端部に形成されており、衝撃およびスリットによって前記集電体から前記活物質が剥離するのを抑制することを特徴としており、充放電特性に優れる。

40

【0013】

また、本発明の前記第2の領域は、前記第2の領域の表面粗さRaが0.5μm以上5μm以下であることを特徴としており、前記活物質が剥離するのを抑制する。

【0014】

また、本発明は、前記負極活物質は、ケイ素、錫、ゲルマニウムあるいはこれら主成分とする合金、酸化物、窒化物であることを特徴としており、これらの物質を負極の活物質として用いることにより高容量性に優れる。

【0015】

更にまた、本発明は、集電体上にリチウムを吸蔵放出可能な活物質を担持した電極であ

50

って、前記集電体は、突起部が規則的に形成された第1の領域と、突起部がランダムに形成された第2の領域とを少なくとも一つの面に有し、前記第2の領域が形成された部分をスリットすることにより、スリット時の活物質の剥離を抑制することで歩留まりに優れた製造方法を提供する。

【発明の効果】

【0016】

本発明の集電体、電池極板およびそれを用いた2次電池、およびそれらの製造方法によれば、高容量活物質を用い、かつダメージの受けやすい電極端面部の活物質剥がれを抑制することができる。また電極の製造時に第2の領域でスリットすることにより、活物質の剥離を防止できるという効果も有する。その結果、サイクル特性の優れたリチウム二次電池を提供することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0018】

(実施の形態)

本実施形態のリチウム二次電池用電極は、図3に示すように、シート状の集電体1と、集電体1の表面に形成された活物質2とを有する。

【0019】

活物質2は図示せず、集電体1のみを表面から見た図が、図1である。集電体1は、図1の矢印で示すように、長手方向および幅方向を有する。集電体1の表面には、図1に示すように幅方向中央部に第1の突起11が形成された第1の領域21と、幅方向両端部に第2の突起12が形成された第2の領域22がある。

20

【0020】

第1の領域21の幅は、電池の用途によって異なり、特に限定されない。たとえば、60～65mmである。第2の領域22の幅は、製造上必要な幅であり、たとえば、0.25～5mm、より好ましくは、0.5～2.5mmである。また、第1の領域と第2の領域は幅方向に連続的に形成されていてもよいし、第1の領域と第2の領域の間に、たとえば突起のない領域などの間の領域(第3の領域)が存在してもよい。

【0021】

図2は、集電体1を図1のAA断面で切断した断面図である。分かりやすいように、集電体1のスリット前の状態、すなわち、幅方向に複数の集電体1が連続している状態を表示してある。

30

【0022】

図1及び図2より明らかなように、第1の領域21と、第2の領域22では、突起の形状、突起の配置が異なっている。第1の領域21では、突起11は比較的規則的に形成されているのに対して、第2の領域22では、突起12は比較的不規則(ランダム)に形成されている。

【0023】

また、突起11, 12は、通常、図2に示すように、集電体1の両表面に形成されるが、一面のみに形成されている場合も本発明は有効である。

40

【0024】

集電体1は、銅、ニッケル、鉄から選ばれる少なくとも一つの元素を含む金属が好ましく、これらを主成分とした合金材料を用いることもできる。特にこの中でも屈曲性、延伸性に優れリチウムとの反応が無い、銅または銅合金が特に好ましい。例えば銅の場合は、電解銅箔、電解銅合金箔、さらにあらかじめ粗化処理を施した電解銅箔、粗化処理を施した圧延銅箔などが用いることができる。

【0025】

集電体1の厚みとしては、任意の厚みを用いることができるが、5 μ m～100 μ mが好ましく、特に8 μ m～35 μ mが好ましい。これは、厚みが100 μ m以上の場合、集

50

電体の強度は確保されるが、電池全体に占める集電体体積が大きくなり、電池の高容量化が期待できない。一方、 $5\ \mu\text{m}$ より薄いと、強度が確保できず、集電体に皺あるいは破断が発生するからである。

【0026】

次に、第1の突起11を規則的に配置形成する目的は、気相法等で活物質層を形成する際に、集電体の突起部分による陰影によって、活物質層に空間を設けることにある。集電体突起部分による陰影効果は、斜め蒸着に代表されるような、斜め入射の気相法で活物質層を形成する場合に、特に顕著に現れる。このように活物質層の空間割合を大きくすることでリチウム吸蔵時の活物質層膨張を吸収することができる。

【0027】

本発明の第1の突起11のパターン形状に特に制限はないが、凸部11は $10\sim 20\ \mu\text{m}$ 角が好ましく、凹部の幅は $10\ \mu\text{m}$ 程度が好ましい。したがって、第1の突起11の形成されている周期は、 $20\sim 30\ \mu\text{m}$ である。なお、この周期は、幅方向および長手方向で、同一であっても、異なってもよいが、両方とも、この範囲に収まっているのが望ましい。凹部の幅が広いと集電体突起部分による陰影効果がなくなり、凹部の幅が狭いと活物質粒子の空間割合が小さくなる。また、突起11の頭頂部が平坦で、断面形状は柱状、多角形、円柱、円錐、台形などが好ましい。このように突起の頭頂部を平坦にすることで活物質粒子は突起11を核にして垂直方向に柱状成長し、粒子が太く成長するのを抑制することができる。また、これらの形状を有するパターンはレジスト工法とメッキ工法の組合せで容易に作製することができる。

【0028】

集電体の表面突起部11の高さとしては、 $1\sim 20\ \mu\text{m}$ が好ましく、特に $3\sim 10\ \mu\text{m}$ が好ましい。これは、突起高さが $1\ \mu\text{m}$ より小さいと、応力緩和が不十分になる。突起高さが $20\ \mu\text{m}$ 以上の場合、電池全体に占める突起部体積が大きくなり、電池の高容量化が期待できないからである。

【0029】

しかしながらこれらを有する集電体上に形成された活物質層は、集電体界面との密着強度が弱く、衝撃などによって剥離しやすいという課題を有する。

【0030】

これに対してランダムな突起を有する集電体は、活物質層と集電体界面の密着強度を大きくすることができる。本発明はこのように密着性の高い第2の領域22を集電体の幅方向の端部に設けることを特徴とし、走行系およびスリットによるダメージから活物質が集電体界面から剥離するのを抑制することができる。これにより、優れた充放電特性が得られる。

【0031】

第2の突起12がランダムに形成された第2の領域22の形成方法としては、ウェットエッチングにより容易に作製することができる。集電体に銅を用いる際のエッチャントとしては、希硫酸+過酸化水溶液等の酸を使用し、循環式のシャワー工程エッチングすることにより、 R_a が $0.1\sim 1.0\ \mu\text{m}$ 程度の突起を成型することができる。また第1の領域21をレジストで保護し、第2の領域22に粒径が数 $\mu\text{m}\sim$ 十数 μm 程度のアルミナやジルコニアなどのセラミック粉末を圧縮空気で吹き付けるサンドブラスト法等のドライエッチングによっても R_a が $0.5\sim 5\ \mu\text{m}$ 程度の突起を成型することができる。

【0032】

第2の領域22の集電体表面粗さ R_a が $0.5\ \mu\text{m}$ 未満の場合、活物質2との付着力が低下し剥離が発生しやすい。また R_a を大きくするためには集電体1の厚みも大きくする必要があり、厚みが $35\ \mu\text{m}$ 以下の集電体においては、サンドブラスト法などによって R_a を $5\ \mu\text{m}$ 以上に加工することは困難である。このため R_a は $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。このような表面粗さを設けることにより、集電体界面と活物質の密着強度を大きくすることができる。表面粗さ R_a は、日本工業規格(JIS B 0601 1994)に定められており、例えば表面粗さ計等により測定することができる。

10

20

30

40

50

【0033】

次に図3に前記集電体1上に活物質2を成膜した電極の断面の概略図を示す。

【0034】

薄膜を形成する際に突起を有する基板を使用する場合、突起凸部の先端部では蒸気圧が高く、突起の凹部では蒸気圧が低くなり基板表面上で蒸気圧分布が発生する。このため、突起を有する基板を使用する場合、突起の先端部分を核として柱状に成長しやすい。

【0035】

さらに本発明の実施の形態においては、集電体1の第1の領域21の突起11の陰影によって活物質層2に柱状成長した柱と柱の間に空間が生じ、この陰影効果は、斜め蒸着に代表されるような斜め入射の気相法で活物質層2を形成する際に、特に顕著に現れる。

10

【0036】

このように活物質層内の空間割合を大きくすることでリチウム吸蔵時の活物質層膨張を吸収することができる。

【0037】

集電体1の第2の領域22においては、互いに隣接する突起凸部の間隔、凸部の高さ、谷間凹部の深さがランダムに配列して形成されており、突起凸部12の中心間距離(すなわち周期)は、 $0.1 \sim 6 \mu\text{m}$ 、凸部の突起高さは、 $0.5 \sim 20 \mu\text{m}$ 、表面粗さRaは、 $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲であることが好ましい。なお、周期は、幅方向および長手方向で、同一であっても、異なってもよいが、両方とも、この範囲に収まっているのが望ましい。このような表面形状であれば、活物質層2が成長する際に柱と柱の間の空間に分布が生じ、さらに第2の領域22のRaが $0.5 \mu\text{m}$ から $5 \mu\text{m}$ の範囲においては、突起と突起の間隔が柱の高さより十分に小さく、活物質層2が柱状成長する際にお互いに接触し阻害する。その為、柱状粒子が太く成長することが出来ない。

20

【0038】

このため集電体1の第2の領域22においては、第1の領域21にくらべて活物質層2の柱状粒子が密に成長し空間割合が少なくなる。これによって第2の領域22においては、集電体1と活物質法2の密着強度が高まり、剥離が抑制される。

【0039】

以上、説明したように、第1の領域21の突起11が形成されている周期に比べて、第2の領域の突起の周期は、小さい。第1の領域21の突起11を集電体1の表面全域に形成すると、スリット時に課題があり、第2の領域22の突起12を表面全域に形成すると、活物質2の特性が確保できなくなる。したがって、第1、第2の領域に異なった周期の突起を形成する必要がある。

30

【0040】

本発明で用いる活物質は、リチウムイオンを吸蔵、放出するものであれば特に限定されないが、負極材料の場合にはケイ素、ゲルマニウム、錫単体或いはこれらの合金や、酸化ケイ素、窒化珪素、酸化錫等これらの酸化物、窒化物が、高エネルギー密度を得る上で好ましい。また、これらの材料群は、リチウムとの反応性と繰り返し充放電における耐久性が高いという観点から非晶質または低結晶性であることが好ましい。ここで、低結晶性とは、結晶粒の粒径が 50nm 以下の領域を言う。結晶粒の粒径は、X線回折分析で得られる回折像の中で最も強度の大きなピークの半価幅から、Scherrerの式によって算出される。また、非晶質とは、X線回折分析で得られる回折像において、 $2\theta = 15 \sim 40^\circ$ の範囲にブロードなピークを有することを言う。また、正極材料の場合には、 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMn_2O_4 が高エネルギー密度を得る上で好ましい。これらの材料群では、リチウムとの反応性と繰り返し充放電における耐久性が高いという観点から結晶質であることが好ましい。

40

【0041】

次に、活物質層2を形成する方法について説明する。活物質層2を真空プロセスで形成する方法としては、蒸着法、スパッタ法、CVD法などを用いることが出来るが、中でも蒸着法が効率的に活物質層を形成する観点から特に望ましい。蒸着法は電子ビーム蒸着を

50

用いても良く、抵抗加熱蒸着を行っても良い。シリコンや錫の酸化物や窒化物の蒸着を行う場合には、酸化物や窒化物を蒸発材料として用いてもよく、また、シリコンや錫を蒸発させながら酸素ガスや窒素ガス、またはこれらガスをイオン化あるいはラジカル化したものを差し向けることによって反応蒸着を行っても良い。

【0042】

活物質層2の厚さは、必要な容量などにもよるが、通常は $5\ \mu\text{m}$ ～ $40\ \mu\text{m}$ の範囲である。活物質層2が $5\ \mu\text{m}$ 未満になると、電池全体に占める活物質の割合が小さくなり、電池のエネルギー密度が低下する。また、活物質層2が $40\ \mu\text{m}$ を超えると集電体と活物質層との界面における応力が大きくなり、本発明の構成を用いた場合でも集電体の変形などが発生する。

10

【0043】

図4は、蒸着法を用いた場合の本発明における極板の製造方法を示す模式図である。排気ポンプ3で排気されている真空槽4の中で、巻き出しロール5から巻き出された長尺の集電体1は搬送ローラ6及び円筒状のキャン7の周面に沿って走行し、巻き取りロール8に巻き取られる。その間に蒸発源9より活物質蒸気が供給され、マスク10の開口部を通過した蒸気により集電体1の表面に活物質層2が形成される。その後、巻き取りロール8により巻き取られることで活物質層2形成した集電体1を製造することが出来る。

【0044】

次に、集電体を複数本に切断するスリット工程について図5を用いて説明する。

【0045】

原反31である活物質層2を形成した集電体は、搬送ローラ32により送り出され、複数の刃を設けたスリット刃により所定の電極幅に切断される。従来においてはこのスリット工程の際に、電極端部では走行系との摩擦によるダメージを受け、衝撃により活物質が集電体から剥離するという大きな課題を有していた。

20

【0046】

一方、本発明の実施の形態においては、電極端部を第2の突起12がランダムに形成された第2の領域22とすることで、活物質2との密着性が向上しスリット工程の際にも集電体からの剥離を抑制することが可能となる。この際、走行系との摩擦が発生する前記第2の領域22の幅は、走行の安定性を確保するため $0.5\ \text{mm}$ から $10\ \text{mm}$ 、より好ましくは $1\ \text{mm}$ から $5\ \text{mm}$ 程度であることが好ましい。

30

【0047】

その後、スリット刃33により所定の電極幅に切り分けられた極板35は巻き取りロール34により巻き取られることで、一度の成膜工程で複数本分の極板35を製造することが可能となる。

【0048】

所定の電極幅にスリットされた負極板は、セパレーターを介して正極と対向して捲回、または積層される。セパレーターとしてポリプロピレン製のセパレーター（セルガード社製、厚さ $20\ \mu\text{m}$ ）等を用いることが出来る。

【0049】

正極板は、例えば厚さ $15\ \mu\text{m}$ の圧延A1箔の集電体上に、活物質として LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMn_2O_4 などの粉体とアセチレンブラック（AB）とを、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）等の有機バインダとともに混練したものを塗布・乾燥後、圧延したものを使用することが出来る。

40

【0050】

その後、電解液の注液が行われ、図6に一例を示した捲回電池や、積層電池などを構成する。電池の構成は負極板を、エチレンカーボネートなどの環状カーボネート類とジメチルカーボネートなどの鎖状カーボネート類との混合溶媒に6フッ化リン酸リチウムなどを溶解した電解液を含んだセパレーターを介して正極板と対向させることで行われる。円筒型、扁平型、コイン型、角形等の様々な形状の電池が製造可能である。

【0051】

50

これら一連の工程によって、負極板の第1の領域21に形成された活物質層の空間は、充電時の負極板膨張時に必要な膨張空間として使用される。従って、負極活物質の応力緩和が可能となるため、正極負極間の短絡を抑制することができ、更に、集電体と活物質2の密着力の強い領域22でスリットすることによって、製造工程での活物質の剥離を抑制することが可能となり、歩留まりの高い電池を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明は、薄膜工程により活物質を形成する際にスリット工程での活物質の剥離による歩留まりの低下を抑制する製造方法を提供するものである。本発明の製造方法により得られる極板は電池産業分野に限らず、電気化学素子全般への応用が可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明の一実施形態に係る集電体1を表す概略平面図

【図2】本発明の一実施形態に係る集電体1を表す断面図

【図3】集電体上に活物質を成膜した電極の概略断面図

【図4】負極板製造装置の一例を示す模式図

【図5】本発明の一実施形態にかかる電極の製造におけるスリット工程の一例を示す模式図

【図6】円筒電池の縦断面を概略的に示す図

20

【符号の説明】

【0054】

- 1 集電体
- 2 活物質
- 3 排気ポンプ
- 4 真空槽
- 5 巻き出しロール
- 6 搬送ローラ
- 7 キャン
- 8 巻き取りロール
- 9 蒸着源
- 10 マスク
- 11 第1の突起
- 12 第2の突起
- 21 第1の領域
- 22 第2の領域
- 30 スリット装置
- 31 原反
- 32 搬送ローラ
- 33 スリット刃
- 34 巻き取りロール
- 35 極板
- 41 正極
- 42 負極
- 43 正極リード
- 44 負極リード
- 45 上部絶縁リング
- 46 下部絶縁リング
- 47 電極間
- 48 封口板
- 49 絶縁パッキン

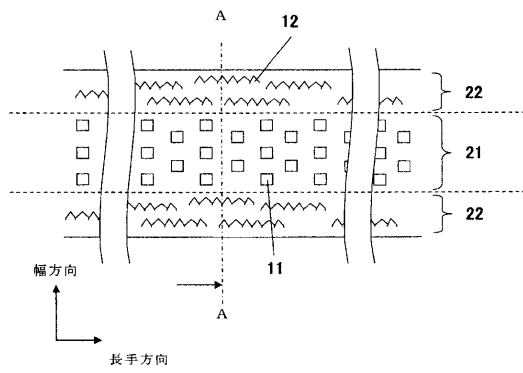
30

40

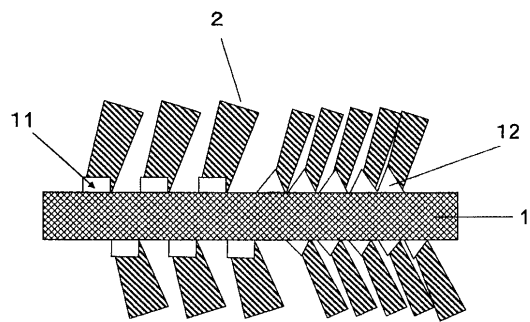
50

5 0 極板群

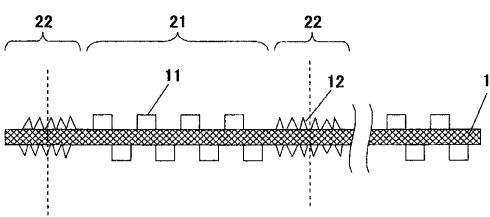
【 図 1 】



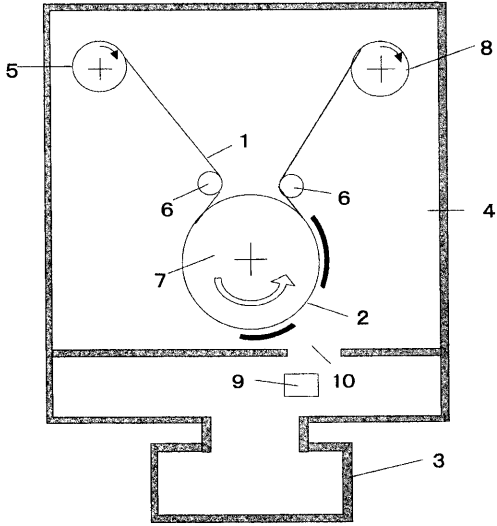
【 図 3 】



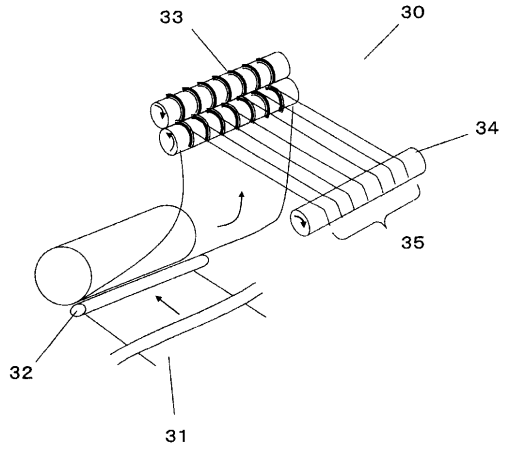
【 図 2 】



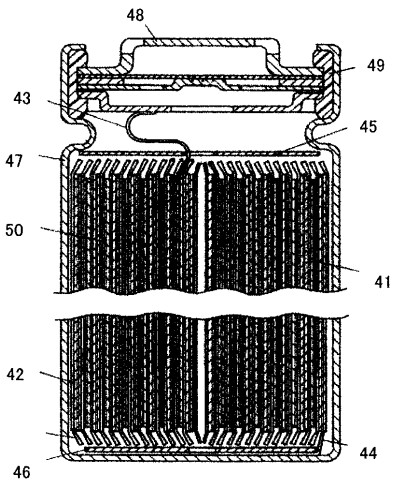
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



 フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | | F I | | テーマコード(参考) |
|----------------------|------------------|---------|-------|------------|
| <i>H 0 1 M 10/40</i> | <i>(2006.01)</i> | H 0 1 M | 10/40 | Z |
| <i>H 0 1 M 4/04</i> | <i>(2006.01)</i> | H 0 1 M | 4/02 | B |
| | | H 0 1 M | 4/04 | A |

Fターム(参考) 5H017 AA03 AS02 BB16 CC01 DD01 EE01 EE04 HH03 HH05
 5H029 AJ11 AJ14 AK03 AL01 AL02 AL11 AM03 AM07 BJ02 BJ03
 BJ04 BJ12 BJ14 DJ07 DJ12 EJ01 HJ04
 5H050 AA14 AA19 BA17 CA08 CA09 CB01 CB02 CB11 DA03 DA04
 EA10 EA24 FA02 FA15 GA04 HA04