(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5005886号
(P5005886)

(45)発行日　平成24年8月22日(2012.8.22)　(24)登録日　平成24年6月1日(2012.6.1)

(51)Int.Cl.			F I		
H01M	***4/68***	***(2006.01)***	H01M	4/68	Z
H01M	***4/80***	***(2006.01)***	H01M	4/80	C
H01M	***4/14***	***(2006.01)***	H01M	4/14	Z

請求項の数 7　(全 11 頁)

(21)出願番号	特願2004-564894 (P2004-564894)
(86)(22)出願日	平成15年11月10日 (2003.11.10)
(65)公表番号	特表2006-511917 (P2006-511917A)
(43)公表日	平成18年4月6日 (2006.4.6)
(86)国際出願番号	PCT/US2003/035722
(87)国際公開番号	WO2004/062005
(87)国際公開日	平成16年7月22日 (2004.7.22)
審査請求日	平成18年10月31日 (2006.10.31)
(31)優先権主張番号	10/324,068
(32)優先日	平成14年12月20日 (2002.12.20)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　504430798
ファイアフライ　エナジー　インコーポレイテッド
ＦＩＲＥＦＬＹ　ＥＮＥＲＧＹ　ＩＮＣ.
アメリカ合衆国、イリノイ州　６１６１４、ピオリア、ノース　ガレーナ　ロード　６５３３
(74)代理人　100078330
弁理士　笹島　富二雄
(74)代理人　100087505
弁理士　西山　春之
(72)発明者　ケリー，カーティス，シー.
アメリカ合衆国、イリノイ　６１５７１、ワシントン、バーチウッド　ドライブ　９１４

最終頁に続く

(54)【発明の名称】複合材料、鉛酸バッテリ用集電体、鉛酸バッテリ及び複合材料の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

網目状の気孔（１４）を含む第１カーボン発泡体層（１１）と、

網目状の気孔を含む第２カーボン発泡体層（１３）と、

前記第１及び第２カーボン発泡体層の間に配設された中間結合層（１２）と、

を含む鉛酸バッテリ用集電体に使用する複合材料（１０）であって、

前記中間結合層が、前記第１カーボン発泡体層の少なくともいくつかの前記気孔に、その平均気孔サイズと等しいか又は深い深さで浸透すると共に、前記第２カーボン発泡体層の少なくともいくつかの前記気孔に、その平均気孔サイズと等しいか又は深い深さで浸透することを特徴とする複合材料（１０）。

【請求項２】

前記中間結合層が、絶縁材料を含むことを特徴とする請求項１に記載の複合材料。

【請求項３】

前記中間結合層が、導電材料を含むことを特徴とする請求項１に記載の複合材料。

【請求項４】

前記第１及び第２カーボン発泡体層は、それぞれ０．２５ｍｍから２．０ｍｍの間の平均気孔サイズを有することを特徴とする請求項１に記載の複合材料。

【請求項５】

請求項１に記載の複合材料と、

前記第１カーボン発泡体層と前記第２カーボン発泡体層の間に配設した少なくとも１つ

の電気接続要素（２１）と、
を含むことを特徴とする鉛酸バッテリ（１００）用集電体（２）。
【請求項６】
ハウジング（１１０）と、
該ハウジングの外部の陽極端子（１２０）及び陰極端子（１２０）と、
前記ハウジング内に配設され、少なくとも１つの前記陽極端子と陰極端子にそれぞれ接続された少なくとも１つの陽極板と少なくとも１つの陰極板を含んだ少なくとも１つのセル（１３０）と、
前記陽極板と陰極板との間の容積を充填する電解液とを含み、
前記少なくとも１つの陽極板は、第１及び第２カーボン両発泡体層の少なくともいくつかの気孔に化学的に活性なペーストが浸み込むように前記第１及び第２カーボン発泡体層に配設した前記化学的に活性なペーストを有する請求項５に記載の集電体を含むことを特徴とする鉛酸バッテリ（１００）。
【請求項７】
鉛酸バッテリ用集電体に使用する複合材料（１０）の製造方法であって、
網目状の気孔（１４）を含むシート状の第１カーボン発泡体（１１）を準備し、
前記第１カーボン発泡体に結合材料層(１２)を充当し、
積層構造を形成するために前記結合材料層上に、網目状の気孔を含むシート状の第２カーボン発泡体（１３）を設置し、
前記積層構造を加熱し、
前記第１及び第２カーボン発泡体の前記気孔内への前記結合材料の浸透を促進するために前記結合材料層を軟化させ、前記積層構造を加圧することを特徴とする複合材料の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、全般的には複合材料に関し、より詳しくは、鉛酸バッテリ用集電体に使用する複合材料、鉛酸バッテリ用集電体、鉛酸バッテリ及び複合材料の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
鉛酸バッテリは、少なくとも１つの陽極集電体、同じく少なくとも１つの陰極集電体及び例えば硫酸（H_2SO_4）と蒸留水を含んだ電解液を含むことはよく知られている。通常は、鉛酸バッテリにおける陽極及び陰極集電体は鉛で構成されている。これら鉛集電体の役割は、放電プロセス及び充電プロセス間にバッテリ端子に向け、またバッテリ端子から電流を流すことにある。鉛酸バッテリ内の電気エネルギの貯蔵及び放出は、集電体上に配設したペーストに生じる化学反応によって可能とされる。このペーストで被覆された陽極及び陰極集電体は、それぞれ陽極板と陰極板と称される。鉛酸バッテリの耐久性を著しく減縮するものは陽極板の鉛集電体の腐食である。
【０００３】
鉛集電体の腐食率は、鉛酸バッテリの寿命を決定する重要な要因である。硫酸電解液がバッテリに加えられバッテリが充電されると、各陽極板の集電体は、硫酸に曝されることにより、また、陽極板の陽極電位により腐食を受ける。陽極板集電体のこの腐食の最も大きな被害の１つは、体積膨張である。特に、鉛集電体が腐食するにつれて、二酸化鉛が集電体の基材金属の鉛から形成される。この二酸化鉛腐食生成物は、二酸化鉛を形成するために消費される鉛原料より大きな体積を有する。鉛原料の腐食とその結果として起こる二酸化鉛腐食生成物の体積増加は、体積膨張として知られている。
【０００４】
体積膨張は、集電体に機械的応力を生じさせて集電体を変形させ、引き伸ばすことになる。約４％から７％の合計体積増加で、集電体が破砕する可能性がある。その結果として、バッテリ容量が低下し、最終的に、バッテリの寿命が尽きる。更に、腐食の進行段階で

、集電体内の内部短絡とセルケースの破裂が生じる。これら腐食の影響は、バッテリ内で１つ以上のセルの故障を引き起こすであろう。

【０００５】

鉛酸バッテリの寿命を延ばす１つの方法は、陽極板の集電体の腐食抵抗を増大させることである。いくつかの方法が、鉛酸バッテリの腐食プロセスを妨げるために提案されている。カーボンは鉛酸バッテリが通常動作する温度では酸化しないため、いくつかの方法は、鉛酸バッテリにおける有害な腐食プロセスを緩やかにする或いは妨げるために種々の形でカーボンの使用を伴っている。例えば、米国特許第５，５１２，３９０号（以下では、‘３９０特許とする）は、鉛に代えてグラファイト板で作製した集電体を含む鉛酸バッテリを開示している。即ち、グラファイト板は、集電体として機能するのに十分な導電性を有し、鉛より大きな腐食抵抗を有する。従って、鉛集電体の代わりにグラファイト板を用いることは、鉛酸バッテリの寿命を延ばす。

【０００６】

‘３９０特許のバッテリは、陽極板で腐食を減少させる結果として潜在的に寿命を延ばすが、‘３９０特許のグラファイト板は問題がある。例えば、‘３９０特許のグラファイト板は、密度が高く、それぞれが比較的小さい表面積を有する平板部材である。一般的に電極板の表面積を可能な限り増大するためにグリッド状構造に形成された従来の鉛酸バッテリの鉛電極板とは違って、‘３９０特許のグラファイト板は、模様のない滑らかなシートである。鉛酸バッテリにおいて、集電体の表面積の増大は、バッテリの規定エネルギを増加させ、故に、バッテリ能力が改善される。また、集電体の表面積を更に増加させれば、バッテリの充放電に対して要求される時間の短縮をもたらす。‘３９０特許のグラファイト板の比較的小さな表面積は、結果的に充電時間の遅い劣性能のバッテリをもたらしている。

【０００７】

更に、‘３９０特許のグラファイト板は、鉛集電体のもつ強靭性が不足している。‘３９０特許の緻密なグラファイト板は脆く、物理的な衝撃或いは振動を受けた場合に壊れ易い。そのような物理的衝撃や振動は、例えば乗り物の用途において普通に起こる。グラファイト板が破壊すると、通常の鉛集電体の体積膨張に起因する問題と同じ問題を引き起こすことになる。従って、従来の鉛集電体に比べて腐食に対する抵抗力の増大をもたらすにしても、‘３９０特許のグラファイト板の脆い性質では、実際には、通常の鉛集電体を使用する場合よりもバッテリの寿命を短縮させる結果となっている。

本発明は、従来技術に存在する１つ以上の問題或いは不利益を克服するものである。

【発明の開示】

【０００８】

本発明の１つの観点では、鉛酸バッテリ用集電体に使用する複合材料を包含している。この複合材料は、ネットワーク状、つまり網目状の気孔を含む第１カーボン発泡体層と網目状の気孔を含む第２カーボン発泡体層とを含んでいる。中間結合層が、前記第１及び第２カーボン発泡体層の間に設けられている。

【０００９】

本発明の第２の観点からは、鉛酸バッテリ用集電体に使用する複合材料の製造方法を包含している。この方法は、網目状の気孔を含むシート状の第１カーボン発泡体を準備し、その第１カーボン発泡体に結合材料層を充当することを含む。その後、網目状の気孔を含むシート状の第２カーボン発泡体材料を、積層構造を形成するために前記の結合材料層上に設置する。

【００１０】

本発明の第３の観点からは、鉛酸バッテリ用集電体を包含している。同集電体は、網目状の気孔を有する第１カーボン発泡体層と、該第１カーボン発泡体層に設けられる第１電気接続要素を含む。中間結合層が、第１電気接続要素と第１カーボン発泡体層とに設けられ、網目状の気孔を含む第２カーボン発泡体層が、中間結合層上に設けられる。

添付図面は、この明細書の一部に組み込まれ、明細書の一部を構成し、本発明の代表的

な実施形態を示し、記載された説明と共に本発明の本質を説明するのに役立つものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

下記の説明において、その一部を構成し発明が実施可能な特定の代表的な実施形態を説明するために示される添付図面を参照する。これら実施形態は当業者が発明を実施できる程度に十分詳細に説明されている。他の実施形態が利用され、また、変更が本発明の範囲から逸脱することなくなされることは理解されるであろう。従って、下記の説明は限定された意味に解釈されるものではない。可能な限り、同一の参照符号を、全図面を通じて同一部分或いは類似部分に付して用いる。

【００１２】

図１に示されるように、複合材料１０は、２つの多孔質カーボン発泡体層１１，１３を含む。結合材料１２からなる中間層１２は、カーボン発泡体層１１，１３間に配設される。結合材料１２は、カーボン発泡体層１１，１３の両方に付着され、複合材料１０において構造的な支持体を提供する。

【００１３】

複合材料１０のカーボン発泡体層１１，１３を形成するために用いたカーボン発泡体は、導電性である。ある形態では、カーボン発泡体は、約１Ω／ｃｍ未満の面積抵抗値を示す。また、別の形態では、カーボン発泡体は約０．７５Ω／ｃｍ未満の面積抵抗値を持つ。カーボン発泡体層１１，１３の導電率は、複合材料１０を例えばバッテリ内の集電体のような種々の用途に利用することを可能にする。

【００１４】

また、複合材料１０のカーボン発泡体層１１，１３に用いられたカーボン発泡体は、腐食に対する抵抗力（耐食性）がある。一般的に、カーボンは、非常に高い温度でのみ酸化し、腐食環境においてさえも腐食に耐える。複合材料１１に使用されたカーボン発泡体は、この腐食抵抗性を保持し、従って、複合材料１０を、例えば鉛酸バッテリの腐食環境において使用することが可能である。

【００１５】

更に、カーボン発泡体層１１，１３は、ネットワーク状、つまり網目状の気孔１４の存在によって軽量である。本発明のカーボン発泡体は、少なくとも６０％の気孔率値を有する。言い換えれば、カーボン発泡体１１，１３の体積の少なくとも６０％が、気孔１４として含まれている。加えて、カーボン発泡体は、少なくとも９０％の開放気孔率値を持つ。言い換えれば、気孔１４の少なくとも９０％が、網目状の気孔１４が十分に開放の網目を形成するように隣接する気孔に開放している。この開放の網目状の気孔１４により、各カーボン発泡体１１，１３の密度は約０．６ｇｍ／ｃｍ^{3}未満となる。更に、カーボン発泡体の平均気孔サイズは、約０．２５ｍｍから約２．０ｍｍの間である。

【００１６】

カーボン発泡体に加えて、グラファイト発泡体もまた、複合材料１０を形成するために使用することが可能である。そのようなグラファイト発泡体の１つは、商標名ＰｏｃｏＦｏａｍ^{TM}の下にＰｏｃｏＧｒａｐｈｉｔｅ社から入手できる。グラファイト発泡体の密度と気孔構造は、カーボン発泡体と似ている。グラファイト発泡体とカーボン発泡体の間の主な相違は、発泡体の構造的要素を構成するカーボン原子の配向である。例えば、カーボン発泡体では、カーボンは主に非晶質である。しかしながら、グラファイト発泡体では、多くのカーボンは、層状構造のグラファイト内に整列している。グラファイト構造の整列された性質のために、グラファイト発泡体は、カーボン発泡体より高い導電率を呈する。ＰｏｃｏＦｏａｍ^{TM}グラファイト発泡体は、約１００μΩ－ｃｍ（マイクロオーム－センチメートル）から約４００μΩ－ｃｍ（マイクロオーム－センチメートル）の間の電気抵抗値を示す。

【００１７】

複合材料１０において、結合材料１２は、カーボン発泡体１１，１３の間に配設される

。結合材料１２は、カーボン発泡体層１１とカーボン発泡体層１３のそれぞれの少なくともいくつかの気孔１４に浸透することによってカーボン発泡体１１と１３を付着させる。一つの実施形態では、結合材料１２は、カーボン発泡体層１１の平均気孔サイズと等しいか或いはそれよりも深い深さでカーボン発泡体層１１の気孔に浸透する。同様に、同実施形態で、結合材料１２は、カーボン発泡体層１３の平均気孔サイズと等しいか或いはそれよりも深い深さでカーボン発泡体層１３の気孔に浸透してもよい。カーボン発泡体層１１，１３における結合材料１２の浸透深さは、カーボン発泡体層１１，１３の平均気孔サイズよりも浅くならないように限定するものではない。むしろ、適切な結合は、発泡体層１１，１３内の少なくとも１つのカーボン構造（例えば気孔周辺要素）を含むのに十分な浸透深さで生成される。カーボン発泡体層１１，１３内への結合材料１２の浸透は、それぞれ浸透ゾーン１５，１６によって図１に示される。

【００１８】

種々の材料が、結合材料１２として利用される。結合材料１２は、高分子を含む絶縁材料を含む。例えば、１つの実施形態では、結合材料１２は、ポリプロピレンを含む。また、別の実施形態では、結合材料１２は、広範囲なエポキシのいずれかを含む。更に別の実施形態では、導電材料が、結合材料１２として使用される。そのような導電材料は、例えば種々の金属及び導電性高分子を含む。

【００１９】

本発明の複合材料を製作するために、結合材料層は、シート状のカーボン発泡体に充当される。次に、シート状の第２カーボン発泡体が、積層構造を構成するために結合材料層上に配置される。結合材料が大部分の高分子や金属の場合のように固体で与えられた場合は、結合材料を軟化及び／又は溶かすためにその積層構造を加熱する。結合材料を軟化及び／又は溶かすことは、カーボン発泡体の気孔内への結合材料の浸透を促進する。熱に加えて、圧力もまた積層構造に加えることができる。外部圧力は、カーボン発泡体の気孔に結合材料を強制的に浸透するために役立つ。本発明の一つの実施形態では、熱と圧力を同時に加える。しかしながら、ある状況では、圧力を除いて熱を加える。また、別の状況では、熱の適用と、圧力の適用は分離させる。

【００２０】

結合材料が、例えばエポキシのような液体で充当される場合、結合材料は、熱或いは圧力を加えることなくシート状の２つのカーボン発泡体それぞれの気孔に浸透するが、結合材料が液体で充当された場合でも、熱と圧力を加えることによって、結合材料の粘性を低減し、カーボン発泡体の気孔内への結合材料の浸透が促進される。

【００２１】

図２の（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の複合材料を含む集電体２０を示す。図２の（Ａ）、（Ｂ）に示されるように、集電体２０は、導電性の結合材料２２によって互いに結合されたカーボン発泡体層１１，１３を含む。結合材料２２は、カーボン発泡体層１１，１３の少なくともいくつかの気孔に浸透する。更に、結合材料２２は、カーボン発泡体層１１，１３のそれぞれの平均気孔サイズと等しいか或いはそれよりも深い深さでカーボン発泡体層１１，１３の気孔に浸透する。

【００２２】

電気接続要素２１は、結合材料２２内に配置され、集電体２０に対して外部の電気的接続を提供する。電気接続要素２１は、カーボン発泡体層１１，１３の一方或いは両方の端面を超えて延びるタブ３１を含む。また、電気接続要素２１は、集電体２０内に延びる少なくとも１つの導電部３３（図３に示す）を含む。

【００２３】

図２の（Ａ）、（Ｂ）に示される一つの実施形態では、集電体２０の結合材料２２は、導電材料である。例えば、結合材料２２は、金属或いは導電性高分子を含む。結合材料２２が導電性であるため、集電体２０への外部電気接続は、１つの電気接続要素２１だけを用いてなされる。特に、タブ３１は結合材料２２を介して両カーボン発泡体層１１，１３に電気的に接続される。

【００２４】
図３は、本発明の一つの実施形態による電気接続要素２１を示す。電気接続要素２１は、タブ３１とタブ３１から延びる少なくとも１つの導電部３３を含む。タブ３１と少なくとも１つの導電部３３が金属で作られるが、一方、図３に示された一つの実施形態では、タブ３１と導電部３３の両方が複数のカーボンファイバで形成される。特に、タブ３１は、互いに隣接され結合された複数のカーボンファイバで形成される。タブ３１から延びる場合、複数のカーボンファイバは、導電部３３を形成するために広げられる。図３に示されるように、ファイバを広げる場合、例えば、集電体２０の至るところに比較的均等にカーボンファイバを配置できる。そのような配置は、タブ３１とカーボン発泡体層１１及び／又は１３の間の良好な電気接続を維持するのに役立つ。

【００２５】
また、タブ３１は、タブ３１へのいくつかのタイプの電気的接続を形成するために使用される被覆３２を含む。例えば、カーボンファイバがタブ３１を作るために使用される場合、被覆３２は金属を含む。そのような金属被覆は、タブ３１の耐久性を改善し、タブ３１と外部回路の間の良好な電気接続を促進する。

【００２６】
図４の（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の複合材料を含む別の集電体４０を示す。図４の（Ａ）、（Ｂ）に示されるように、集電体４０は、結合材料４２によって互いに結合されたカーボン発泡体層１１，１３を含む。複合材料１０の結合材料と同様に、結合材料４２は、カーボン発泡体層１１，１３の少なくともいくつかの気孔に浸透する。更に、結合材料４２は、カーボン発泡体層１１，１３のそれぞれの平均気孔サイズと等しいか或いはそれよりも深い深さでカーボン発泡体層１１，１３の気孔に浸透する。

【００２７】
図４の（Ａ）、（Ｂ）に示される一つの実施形態では、結合材料４２は、絶縁材料である。結合材料４２が絶縁材料であるため、集電体４０への外部電気接続は、２つの電気接続要素２１を使用してなされる。特に、集電体４０を製造する場合、第１電気接続要素２１は、例えばカーボン発泡体層１１上に配置される。それから、結合材料４２が、第１電気接続要素２１とカーボン発泡体層１１の両方に与えられる。絶縁結合材料４２が第１電気接続要素２１を被覆するので、積層構造を作るために結合材料４２に与えられるカーボン発泡体層１３と電気的に接続するために追加の電気接続要素が要求される。従って、結合材料４２上にカーボン発泡体層１３を設置する前に、予め第２電気接続要素２１を、結合材料４２上に設置する。第２電気接続要素２１は、カーボン発泡体層１３と外部の電気接続を提供する。

【００２８】
従って、２つの電気接続要素２１が、図４（Ｂ）に示されている。それぞれは、結合材料４２とそれぞれのカーボン発泡体層１１，１３との間の元々の接触面（即ち、カーボン発泡体層１１又は１３のどちらかに結合材料４２を浸透させる前）に介在する。例えば図３に示されるように構成される電気接続要素２１は、それぞれのカーボン発泡体層の気孔内への結合材料４２の浸透を妨げない。

【００２９】
図４（Ｂ）に示された本発明の代表的な実施形態は２つの電気接続要素２１を含むが、カーボン発泡体層１１，１３への電気接続を、代わりの形態によって達成することが可能である。例えば、単一の電気接続要素２１を、導電部３３が両カーボン発泡体層１１，１３に電気的に接続されるように構成する。例えば、導電部３３を、その導電部のいくつかがカーボン発泡体層１１に接続し、他の導電部がカーボン発泡体層１３に接続するように配置する。もう１つの方法として、電気接続要素２１を、単一の電気接続要素２１が両カーボン発泡体層１１，１３に接続するような結合材料４２の厚さに比べて十分な厚さを持つ大きさにする。これら上述の例では、１つの電気接続要素２１で十分であろう。

【００３０】
図５は、本発明の一つの実施形態によるバッテリ１００を示す。バッテリ１００は、ハ

ウジング１１０と、ハウジング１００の外側にある端子１２０を含む。少なくとも１つのセル１３０がハウジング１１０内に配設される。セル１３０は少なくとも１つだけは必要であるが、多数のセルがバッテリ１００の所望の電位を与えるために直列に接続されてもよい。

【００３１】

それぞれのセル１３０は、例えば硫酸と蒸留水を含む電解液に浸された互い違いの陽極板と陰極板から構成される。陽極板と陰極板の両方は、例えば鉛酸化物を含むペースト材で覆われた集電体を含む。上述したように、図２の（Ａ）、（Ｂ）と図４の（Ａ）、（Ｂ）は、バッテリ１００の陽極板及び／又は陰極板を構成するために使用される本発明のいくつかの例としての実施形態による集電体２０，４０を示す。バッテリの集電体上に配置したペーストの化学反応が、エネルギの貯蔵と放出を可能にする。このペーストの成分は、集電体用に選択された材料ではなく、集電体が陽極板又は陰極板のどちらかに機能するかによって決定される。

【００３２】

バッテリ１００の陽極板と陰極板を製造するために、化学的に活性なペーストが集電体のカーボン発泡体内の網目状の気孔に浸透するように、当該ペーストを集電体２０，４０に充当する。初期においては、陽極板と陰極板の両方の集電体２０，４０に与えられる化学的に活性なペーストは、実質的に化学組成に関しては同じである。例えば、そのペーストは、酸化鉛（ＰｂＯ）を含む。また、鉛の他の酸化物を適用してもよい。また、ペーストは、例えば、鉛の割合の変化、構造繊維、導電材料、カーボン、及びバッテリ寿命に関する容量変化を調節する増量剤を含む種々の添加物を含んでもよい。実際には、化学的に活性なペーストの構成要素を、集電体２０，４０の気孔１４内に配置されるペーストを形成するために少量の硫酸と水で混合する。

【００３３】

ペーストが集電体２０，４０上に付着されると、陽極板と陰極板が形成される。陽極板を形成するために、酸化鉛ペーストを含む集電体２０，４０に、例えば硬化工程（curing process）を施す。この硬化工程は、ペースト内の硫酸鉛の結晶成長を促すために集電体２０，４０を高温、多湿に曝すことを含む。陰極板を形成するためには、酸化鉛を含む集電体２０，４０を、一つの選択的工程としての乾燥工程に付することを除いてはそのままの状態で放置する。

【００３４】

陽極板と陰極板が、バッテリ１００（図５に示す）のセルを形成するために一緒に組み立てられたとき、バッテリ１００は、充電（即ち、形成）プロセスを受ける。この充電プロセスの間、陽極板の硬化されたペーストは、電気的に二酸化鉛（PbO_2）に変化され、陰極板のペーストは、スポンジ鉛に変換される。逆に、バッテリ１００のその後の放電中は、陽極板と陰極板の両方のペーストは硫酸鉛に変換される。

【産業上の利用可能性】

【００３５】

本発明の複合材料は、腐食抵抗、大きい表面積、導電性、或いは軽量の材料が望まれる多種多様の用途に有用である。１つの可能性のある用途では、本発明の複合材料は、例えば鉛酸バッテリのようなバッテリ内の集電体として役立つ。集電体はバッテリの化学的に活性な構成要素を支持してバッテリ端子間で電流の流れを促進する。

【００３６】

集電体２０，４０がカーボン発泡体を含むため、これら集電体は、硫酸に曝され、鉛酸バッテリ内の陽極板の陽極電位に曝された場合でさえ腐食に耐える。その結果として、そのバッテリは、カーボン発泡体集電体のないバッテリと比較して著しく寿命が延びる。

【００３７】

カーボン発泡体は、各集電体２０，４０に大きな表面積を与える網目状の気孔を含む。カーボン発泡体で構成した集電体は、従来の鉛集電体によって与えられる表面積の２０００倍以上の表面積を呈する。集電体２０，４０に伴う大きな表面積は、大きな固有のエネ

ルギ値を持つバッテリをもたらす。例えば、カーボン発泡体材料の開放セル、気孔の網目状及び比較的小さい気孔サイズに由来して陽極板と陰極板の化学的に活性なペーストは、集電体２０，４０の導電カーボン材料と密接に一体化される。従って、個々の反応サイドで化学的に活性なペースト内に生じる電子は、ペーストを介してほんの短い距離だけ移動して集電体２０，４０の導電性カーボン発泡体に遭遇する。次いで、この電流が、例えば電気接続要素２１の導電部３３によって運ばれるのである。

【００３８】

その結果として、カーボン発泡体集電体２０，４０を備えたバッテリは、改善されたエネルギ値及び電力値を供することができる。言い換えれば、これらバッテリは、負荷をかけたときに、鉛集電体又はグラファイト集電体を含むバッテリよりも長時間規定閾値以上の電圧を維持する。また、これらバッテリは、鉛集電体又はグラファイト集電体を含むバッテリよりも素早く放電する。

【００３９】

また、本発明のバッテリによって提供された電力値の増大は、充電時間の低減をもたらす。従って、バッテリは、充電エネルギが制限された時間だけ利用可能である用途に適している。例えば、車両では、多大なエネルギが通常の制動中に失われる。この制動エネルギを回生し、そして、例えばハイブリッド車のバッテリ充電に使用する。しかしながら、その制動エネルギは、短い期間（即ち、制動が行なわれている間）しか使用できない。この減少された充電時間を考慮して、本発明のバッテリは、そのような制動エネルギの有効な貯蔵手段を提供する。

【００４０】

また、カーボン発泡体集電体の多孔質は、エネルギ貯蔵装置の化学的に活性なペーストを保持するために改善された基材を創製する。カーボン発泡体集電体の気孔内にペーストを浸透させることによって、ペーストは、集電体から分離し難くなる。この特性は、乗り物や振動がよく起こる用途には重要である。

【００４１】

更に、約０．６ｇ／ｃｍ^{3}以下の密度を持つカーボン発泡体集電体を含むことによって、バッテリは、鉛集電体又はグラファイト集電体を含むバッテリより大幅に軽い。本発明の他の観点や特徴は、添付の図面、詳細な説明及び添付の請求の範囲を検討することによって得ることができよう。

【図面の簡単な説明】

【００４２】

【図１】本発明の代表的な実施形態による複合材料の断面図である。

【図２】（Ａ）は本発明の代表的な実施形態による集電体の平面図であり、（Ｂ）は図２（Ａ）の集電体の２Ｂ－２Ｂ線断面図である。

【図３】本発明の代表的な実施形態による電気接続要素の図である。

【図４】（Ａ）は本発明の代表的な実施形態による別の集電体の平面図であり、（Ｂ）は図４（Ａ）の集電体の４Ｂ－４Ｂ線断面図である。

【図５】本発明の代表的な実施形態によるバッテリの概略破断図である。

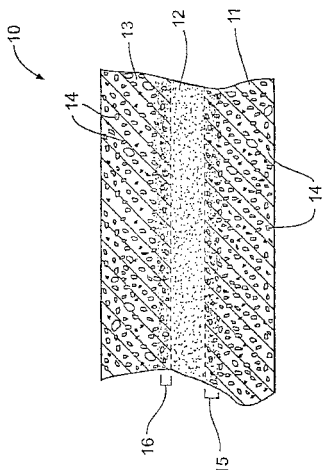
【符号の説明】

【００４３】

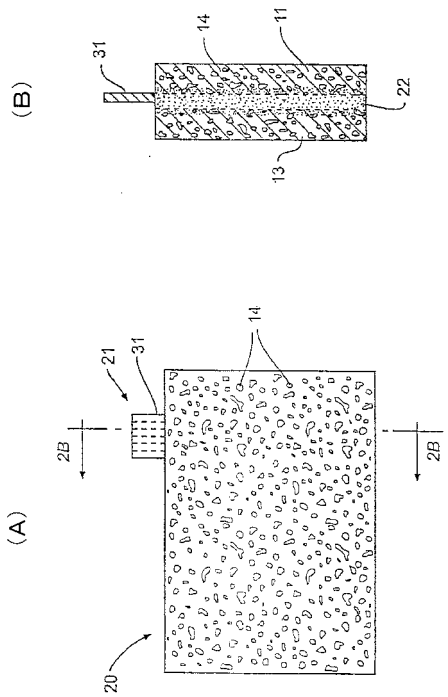
１０　複合材料
１１　第１カーボン発泡体層
１３　第２カーボン発泡体層
１２　結合材料（中間結合層）
１４　気孔
２０　集電体
２１　電気接続要素
３１　タブ
１００　バッテリ

１１０　　ハウジング
１２０　　陽極端子、陰極端子
１３０　　セル

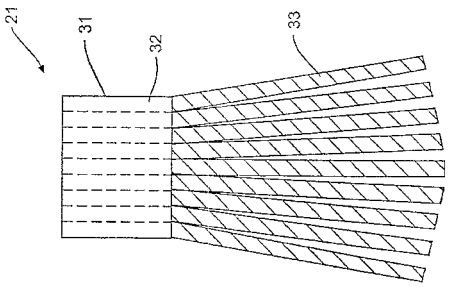
【図１】



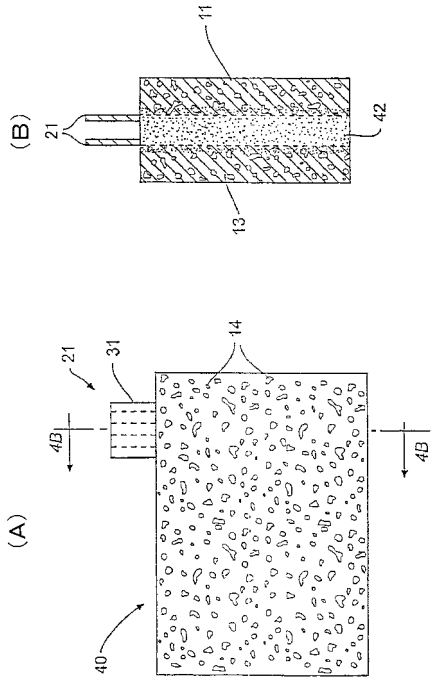
【図２】



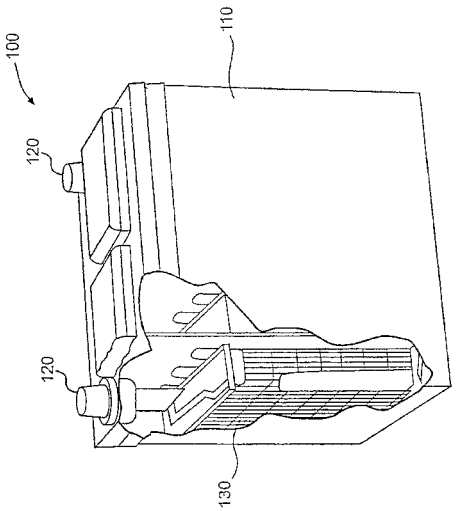
【図３】



【図４】



【図５】



フロントページの続き

(72)発明者　マルーン，マシュー，ジェイ．
アメリカ合衆国、イリノイ　６００３０、グレイズレイク、カントリー　ドライブ　１８２３、アパートメント　２０１
(72)発明者　オスタマイヤー，チャールズ，エフ．
アメリカ合衆国、アイオワ　５００１０、エームズ、サミット　アベニュー　１４２４

審査官　岸　智之

(56)参考文献　特開昭５９－０８７７７０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０５５８６８（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１０５４６９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01M　4/80
H01M　4/14
H01M　4/68