

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4593773号
(P4593773)

(45) 発行日 平成22年12月8日 (2010. 12. 8)

(24) 登録日 平成22年9月24日 (2010. 9. 24)

(51) Int. Cl.

F I

| | | | |
|--------------|------------|--------------|---|
| HO 1 M 10/50 | (2006. 01) | HO 1 M 10/50 | |
| HO 1 M 2/20 | (2006. 01) | HO 1 M 2/20 | A |
| HO 1 M 2/26 | (2006. 01) | HO 1 M 2/26 | Z |
| HO 1 M 10/04 | (2006. 01) | HO 1 M 10/04 | Z |
| HO 1 M 10/05 | (2010. 01) | HO 1 M 10/40 | Z |

請求項の数 29 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2000-504630 (P2000-504630)
 (86) (22) 出願日 平成10年7月23日 (1998. 7. 23)
 (65) 公表番号 特表2001-511595 (P2001-511595A)
 (43) 公表日 平成13年8月14日 (2001. 8. 14)
 (86) 国際出願番号 PCT/US1998/015301
 (87) 国際公開番号 W01999/005749
 (87) 国際公開日 平成11年2月4日 (1999. 2. 4)
 審査請求日 平成17年7月1日 (2005. 7. 1)
 (31) 優先権主張番号 08/900, 428
 (32) 優先日 平成9年7月25日 (1997. 7. 25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 590000422
 スリーエム カンパニー
 アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-
 1000, セント ポール, スリーエム
 センター
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100110489
 弁理士 篠崎 正海
 (74) 代理人 100133008
 弁理士 谷光 正晴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高エネルギー電気化学的電池の熱伝導体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エネルギー貯蔵装置であって、

陽極接触子と陰極接触子とを有する薄膜の電気化学的電池と、

陽極接触子又は陰極接触子に取付けられた伝導体であって、該伝導体とこれに近接配置された壁構造との間に相対運動が存在するとき該伝導体と前記壁構造との間の接触を保持するよう位置が変化する弾性部分を含み、電流を電気化学的電池に出入するよう伝導するとともに、電気化学的電池と、前記伝導体と壁構造との間に配設された熱伝導性で電気抵抗性の材料との間で、熱エネルギーを伝導する、伝導体と、

伝導体の弾性部分と共働し伝導体と壁構造との間の接触を保持するばね要素と、
 を具備しているエネルギー貯蔵装置。

【請求項 2】

伝導体が電流を電気化学的電池に出入するよう伝導するため外部接続部に取付ける可撓性の導線を具備している請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

伝導体が外部接続部に取付け電流を電気化学的電池に出入するよう伝導するため陽極及び陰極接触子と共働する導線を具備している請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

伝導体の弾性部分が実質的に C 字形、2 重 C 字形、Z 字形、O 字形、S - 字形、V 字形、L 字形、1 本の指形、又は多数の指形の断面のうちの 1 つの断面を有している請求項 1

10

20

に記載の装置。

【請求項 5】

電気化学的電池が陽極及び陰極接触子にそれぞれ連結された横方向に偏倚した陽極及び陰極電流集電フィルムを具備し、

伝導体の弾性部分が横方向に偏倚した陽極及び陰極電流集電フィルムを具備している請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

ばね要素が、伝導体の弾性部分が圧縮力を受けた時該弾性部分がつぶれるのに抵抗するストッパを含んでいる請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

ばね要素が、伝導体と近接配置された電気化学的電池の伝導体との間に、伝導体と壁構造との間に相対運動があるときに電気絶縁をもたらす突起を含んでいる請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

ばね要素が第 1 の突起と第 2 の突起を含み、第 1 及び第 2 の突起がそれぞれ伝導体と近接配置された電気化学的電池の陽極又は陰極の接触子の一方との間に、伝導体と壁構造との間に相対運動があるとき電気絶縁をもたらすようにしている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

弾性部分と共働して伝導体と壁構造との間の接触を保持する伝導体の弾性部分によって捕えられた実質的に円筒形のばね要素をさらに含んでいる請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

伝導体が陽極又は陰極の接触子の一方にスポット溶接されている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

陽極接触子又は陰極接触子の 1 つが銅の接触層を具備し、伝導体が銅の接触層に溶接されている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

伝導体が陽極又は陰極の接触子の一方の長さとはほぼ同一の空間に延びる長さを有している請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

熱伝導性で電気抵抗性の材料が、壁構造上の陽極化された被膜、壁構造に近接した熱伝導性の重合体材料のシート、壁構造上の熱伝導性コンパウンド、又は壁構造に近接した無機物基材のシート材料のうちの 1 つを具備している請求項 1 に記載の装置。

【請求項 14】

伝導体の弾性部分が、約 1 から 3 ミリメートルの範囲内で位置が変化し伝導体と壁構造との間に相対運動があるとき伝導体と壁構造との間の接触を保持するようにしている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 15】

エネルギー貯蔵装置であって、
第 1 の壁構造と第 2 の壁構造とを含む囲壁と、
第 1 の壁構造上に又はこれに近接して配設された熱伝導性で電気抵抗性の材料と、
第 1 及び第 2 の壁構造の間に配設された薄膜の電気化学的電池と、
電気化学的電池のためのプラス接触子又はマイナス接触子を区画形成する伝導体であって、電気化学的電池と第 1 の壁構造との間の相対運動に応じて第 1 の壁構造上に配設された材料との係合を保持するよう位置が変化し、また電気化学的電池と電気化学的電池の外部の接触子との間に電流を伝導するための電流経路を区画形成し、さらに電気化学的電池と第 1 の壁構造上に配設された熱伝導性電気抵抗性材料との間に熱エネルギーを伝導するための熱線経路を区画形成する、伝導体と、

伝導体と共働し、電気化学的電池と第 1 の壁構造との間の相対運動に応じて伝導体と第 1 の壁構造上に配設された材料との間の係合を保持する、伝導体によって捕えられたばね

10

20

30

40

50

要素と、

を具備しているエネルギー貯蔵装置。

【請求項 16】

伝導体が、実質的に C 字形、2 重 C 字形、Z 字形、O 字形、S 字形、V 字形、L 字形、1 本の指形状、又は多数の指形状の断面のうちの 1 つの断面を有している請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

ばね要素が、伝導体が圧縮力を受けた時伝導体がつぶれるのに抵抗するストッパを含んでいる請求項 15 に記載の装置。

【請求項 18】

ばね要素が突起を含み、該突起が伝導体と第 1 の壁構造との間の相対運動に応じて伝導体と隣接配置された電気化学的電池の伝導体との間に電気絶縁をもたらすようにしている請求項 15 に記載の装置。

【請求項 19】

伝導体が電気化学的電池の長さとはほぼ同一の空間に延びる長さを有している請求項 15 に記載の装置。

【請求項 20】

熱伝導性電気抵抗性の材料が、第 1 の壁構造上の陽極化された被膜、第 1 の壁構造に近接した重合体材料、第 1 の壁構造上の熱伝導性コンパウンド、又は第 1 の壁構造に近接配置されたシート材料のうちの 1 つを具備している請求項 15 に記載の装置。

【請求項 21】

伝導体が約 1 から 3 ミリメートルの範囲内で位置が変化し、電気化学的電池と第 1 の壁構造との間の相対運動に応じて第 1 の壁構造上に配設された材料との係合を保持するようにしている請求項 15 に記載の装置。

【請求項 22】

熱エネルギーと電流とを薄膜の電気化学的電池に出入するよう移送する方法であって、電流を、電気化学的電池のためのプラス又はマイナスの接触子の一方を区画形成する弾性伝導体を用いて電気化学的電池と電気化学的電池の外部の接触子との間に伝導し、

弾性伝導体を用いて熱エネルギーを電気化学的電池と弾性伝導体に近接配置された熱伝導性で電気抵抗性の材料との間に伝導し、

電気化学的電池と熱伝導性で電気抵抗性の材料との間の離間距離の変化に応じて弾性伝導体と熱伝導性で電気抵抗性の材料との間に機械的な接触を保持し、

弾性伝導体と熱伝導性電気抵抗性材料との間に機械的接触を保持することが、電気化学的電池と熱伝導性電気抵抗性材料との間の離間距離の変化に応じて弾性伝導体を機械的に変形させる、

ことを含んでいる熱エネルギーと電流とを移送する方法。

【請求項 23】

弾性伝導体と熱伝導性電気抵抗性材料との間に機械的接触を保持することが、電気化学的電池と熱伝導性電気抵抗性材料との間の離間距離の変化に応じて弾性伝導体の一部を 1 から 3 ミリメートルの範囲内で変位させることからなっている請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

電気化学的電池が横方向に偏位した陽極及び陰極電流集電フィルムを具備し、

弾性伝導体と熱伝導性電気抵抗性材料との間に機械的接触を保持することが、電気化学的電池と熱伝導性電気抵抗性材料との間の離間距離の変化に応じて横方向に偏倚した陽極及び陰極電流集電フィルムを屈撓させることからなっている請求項 22 に記載の方法。

【請求項 25】

熱伝導性電気抵抗性材料が壁構造の陽極化された表面を具備し、陽極化された表面が適合したプラスチック被膜を具備している請求項 1 に記載の装置。

【請求項 26】

壁構造がステンレス鋼から製造され、熱伝導性電気抵抗性材料がプラスチック材料のシ

10

20

30

40

50

ート又は無機物基材のシート材料の一方を具備している請求項 1 に記載の装置。

【請求項 2 7】

エネルギー貯蔵装置が複数の薄膜の電気化学的電池を具備し、
伝導体が少なくとも 2 つの電気化学的電池の陽極接触子又は陰極接触子を横断して延び
る電気伝導性材料のシートを具備している請求項 1 に記載の装置。

【請求項 2 8】

熱伝導性電気抵抗性材料が、壁構造上の陽極化された被膜、壁構造に近接した熱伝導性
重合体材料のシート、壁構造上の熱伝導性コンパウンド、又は壁構造に近接した無機物基
材のシート材料のうちの 1 つを具備している請求項 2 7 に記載の装置。

【請求項 2 9】

伝導体が複数の積層された伝導体を具備している請求項 1 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

発明の分野

本発明は広くはエネルギー貯蔵装置に関し、さらに詳細には、高エネルギー電気化学的電池と共に用いる熱伝導体に関する。

発明の背景

新しい改良された電子及び電気 - 機械的装置に対する要求は低容量のパックの中で高エネルギーを発生することのできるバッテリー技術を開発するためエネルギー貯蔵装置の製造に力点が置かれている。金属水素化物（例えば Ni - MH）、リチウム - イオン、及びリチウム
ポリマー電池技術のような、多くの商業的及び消費者用途のためのエネルギー生産と安全
上の利益の必須要件を提供すると思われる多数の進歩したバッテリー技術が最近開発されて
いる。

【0002】

このような進歩したエネルギー貯蔵装置はしかし、典型的には大量の熱を発生し、この熱
は適当に消費しなかったならば、熱が逃げる状態となりエネルギー貯蔵装置の破壊を来し、またこの装置はエネルギー貯蔵器によって動力が供給される。高エネルギー電気化学
的電池又は電池群の外部の熱移送機構を設ける従来の方法は、例えば、電池の内側部分か
ら熱を効率的に消散するには不十分である。短絡回路と熱の逃げから生じた結果の厳しさ
は装置の電圧と電流の要求が増すにつれて著しく増大する。

【0003】

進歩したバッテリー技術の他の特徴は改善されたエネルギー貯蔵装置の設計者に対して余分
の問題を提供する。例えば、ある改善された電池構造は電池の充電の状態の変化の結果と
して容積に周期的な変化が生じる。このような電池の物理的な大きさの反覆した変化は電
氣的な相互接続方法と熱及び機械的なハウジングの考察とを著しく複雑にする。

【0004】

進歩したバッテリー製造産業において高エネルギー、高発熱の電気化学的電池を広範囲の用
途に用いるため安全に包装することができるようになる科学的方法が必要とされる。さら
に充電と放電のサイクルの間に容積の変化を生じる電気化学的電池の独特の動力的状態に
適応する熱管理装置が必要である。本発明はこれらのまた他の必要性を満足させるもので
ある。

発明の概要

本発明は電気化学的エネルギー貯蔵装置と共に用いる熱伝導体に関するものである。この
熱伝導体は電気化学的電池の陽極及び陰極接触子の一方又は双方に取付けられる。伝導体
の弾性部分が高さ又は位置を変え、伝導体と密閉容器の隣接壁構造との間の接触を、伝導
体と壁構造との間の相対運動に応じて保つようにする。熱伝導体は電流を電気化学的電池
にまた該電池から導き、また熱エネルギーを電気化学的電池と、伝導体と壁構造との間に
配設された熱伝導性及び電気抵抗性の材料との間で伝導する。

【0005】

熱伝導体は、実質的に C 字形、2 重 C 字形、Z 字形、V 字形、O 字形、S 字形、又は指

10

20

30

40

50

形状の断面のうちの1つを有する弾性部分を含むように作られる。エラストマーのばね要素が熱伝導体の機能性を高めるため弾性伝導体によって捕えられるよう形成される。このばね要素は電気化学的電池と壁構造との間に相対運動が生じたときばね伝導体と隣接配置された電気化学的電池のばね伝導体との間に電気絶縁をもたす突起を含むことができる。熱伝導体はまた電気伝導性材料のシートから作られそして多数の電気化学的電池の接触子に取付けられる。

実施態様の詳細な記載

図面、さらに詳細には図1を参照すると、広範囲の用途に用いる再充電可能な電気化学的電池の製造に利用される固体薄膜電気化学的電池が示されている。図1に示される実施態様によれば、電気化学的電池20は、陽極を構成するフィルム24と陰極を構成するフィルム28との間に薄膜の固体電解物質26が配設された平坦な巻かれた角柱状の形状を有するものとして示されている。

10

【0006】

中央の陰極電流集電フィルム30が陰極フィルム28の各々の間に配設され2面電池構造を形成する。1面電池構造が代わって用いられ単一の陰極電流集電器30が単一の陽極/電解物質/陰極要素の組合せと結合される。この配置構造では、絶縁フィルムが典型的には個々の陽極/電解物質/陰極/集電器要素の組合せの間に配設される。陽極フィルム24は陰極電流集電器30に対して横に偏倚し陽極24を電池20の第1の縁25に沿って露出させまた陰極電流集電器30を電池20の第2の縁23に沿って露出させるようにする。図1に示される実施態様は、薄膜電気化学的電池20が周りに巻かれる発泡体又は金属のばね要素のような芯要素22を含んでいる。

20

【0007】

図2A~2Cには再充電可能な電気化学的エネルギー貯蔵装置の製造に用いられる薄膜の電気化学的電池の様々な実施態様が示されている。図2Aに示されるように、薄膜電気化学的電池は“ゼリーロール”形状に包装され、電池の第1の縁42がプラス接触子43を形成し第2の縁44がマイナス接触子45を形成するほぼ円筒状の電池構造を形成する。プラス及びマイナスの接触子43, 45は典型的には公知の金属溶射技術を用いて形成される。

【0008】

図2Bと2Cは薄膜の再充電可能な電気化学的電池のための他の包装構造を示す。図2Bに示される平坦なロール構造又は図2Cに示される平坦な積層構造は比較的小さな包装構造の内部に比較的大きな薄膜電池の表面積の集合体を提供する。この幾何学的形状は I^2R 損失を最小にするとともに、多層電池構造へ及び多層電池構造から熱の効率的の移送ができるようにする。これらの図に描かれた構造以外の種々の電気化学的電池の構造が特定用途の電氣的、機械的及び熱的の要求を満たすのに適合することが理解されるべきである。

30

【0009】

1つの実施態様と図1によれば、電気化学的電池20は、イオン移送膜、リチウム金属陽極24、及び酸化バナジウム陰極28を構成する固体の重合体電解物質26を含んでいる。これらのフィルム要素はポリプロピレンフィルムのような絶縁フィルムを含む薄膜積層角柱構造を形成するように製造される。公知のスパッタリング金属被覆方法が用いられ陽極及び陰極電流集電フィルム24, 30の縁25, 23にそれぞれ沿って電流集電接触子を形成する。金属溶射の接触子が陽極及び陰極フィルムの縁25, 23の長さ方向に沿った優れた電流の集電を可能にした良好な電氣的接触及び熱移送特性を呈することが認められる。

40

【0010】

概して、固体薄膜電気化学的電池を構成するこれらの材料は典型的な作動温度を超えた温度での化学的及び機械的な完全状態を保持する。例えば、180のオーダーの作動温度に耐えることができる。これらの図に概略示された電気化学的電池は米国特許第5,423,110号、第5,415,954号及び第4,897,917号に開示されている技術的方法により製造することができる。

【0011】

50

図3～4には、電気化学的電池70の対向縁に沿ってそれぞれが形成された陽極接触子72と陰極接触子74を含む角柱状の電気化学的電池70の実施態様が示されている。図4に示される電気化学的電池70は陽極及び陰極接触子72, 74でそれぞれ終端する横方向に偏倚した陽極及び陰極電流集電フィルム層73, 75を示している。銅溶射技術が典型的に用いられ陽極及び陰極接触子72, 74を形成することが認められる。

【0012】

充電及び放電の間、電気エネルギーは好ましくは陽極及び陰極フィルム73, 75の表面に沿いまた陽極及び陰極接触子72, 74を通して伝導される。電気の放電の間電池70の作用部分76が好ましくは陽極及び陰極フィルム表面に沿って伝導される適当量の熱エネルギーを発生し、それにより電池70により発生した電気エネルギーのための伝導経路と同じ経路を共有するようにする。このように、延出した陽極及び陰極フィルム層73, 75の縁部分にそれぞれ配設された接触子72, 74が電池70との電氣的な相互接続と熱的な相互接続とを形成するための場所を提供する。

10

【0013】

図3～4に示される電気化学的電池は、約135mmの長さLと約149mmの高さHと約5.4mmの幅 W_{EC} 又は発泡体の芯要素22を含む時は約5.86mmの幅 W_{EC} とを有するように作られる。陰極接触子74と陽極接触子72の幅 W_c はそれぞれ約3.9mmである。これらの寸法を有する電池は典型的には約36.5Whの名目上のエネルギー定格、80パーセントの深さの放電(DOD)で87.0Wのピーク電力定格、14.4Ahの電池容量、及び完全充電で3.1ボルトの名目上の電圧定格を有している。

20

【0014】

以下の表1に、種々の熱的特性が、約60の温度に保持されかつ図3～4に示されるのと同様の構造を有する電気化学的電池に与えられている。熱伝導性値の一覧表は明らかに好ましい熱伝導経路はフィルム材料を通る軸方向よりは電池のフィルム層の表面に横方向に沿っていることを示している。

【0015】

【表1】

| 部分 | 熱伝導性 W/m℃ | | 密度 (kg/m ³) | 比熱 (J/kg℃) |
|---------------|----------------|------------|--------------------------------|---------------|
| | フィルムの 厚さの方法 | 接続具 の方向 | | |
| 活性部分 | 0.4042 | 48.10 | 1356 | 1411 |
| 陽極側 非活性領域 | 0.0466 | 28.90 | 252 | 2714 |
| 陰極側 非活性側 | 0.0388 | 18.45 | 441 | 1470 |
| 完全電池 | | | 1218 | 1435 |
| 他の構成要素 | | | | |
| 構成要素 | 熱伝導性 (W/m℃) | | 密度×比熱 (KJ/m ³ ℃) | |
| 電池の芯 (発泡体) | 0.071 | | 401.3 | |
| 金属被覆 | 366.7 | | 3254.6 | |
| ばね型伝導体 | 134.5 | | 3254.6 | |
| 容器壁－陽極化 | 178.8 | | 2566.9 | |

【 0 0 1 6 】

当業者は、電線77を陽極及び陰極接触子72、74の端部分に取付ける従来の方法が、図5に示されるように、熱を電池70に出し入れするよう効率的に伝導するには不適当な構造であることを理解するであろう。この比較的長い伝導経路は電池70と外部の接続部との間で電流を伝導する目的には目標に満足されるものであるが、このような構造は十分な量の熱エネルギーを電池70に又は電池70から伝導し電池70の信頼性がありかつ安全の作用を保証することはできない。

【 0 0 1 7 】

薄膜電気化学的電池の熱的及び電気的条件を適切に管理する問題は、電池の積層体又は束を形成する時のような、多数の電池が相互に密接して位置している時にはさらに複雑となる。例を挙げるため図6を参照すると、多数の電気化学的電池82が選択して並列及び/又は直列に相互接続され所望の電圧及び電流の定格を達成する。多数の電気化学的電池82は電池パック83を形成するため一緒にグループ化され並列に共通のプラス及びマイナス電力伝導体又は端子に接続される。多数の電気化学的電池パック83についてモジュール80を形成するため直列に接続される。多数のモジュール80は、より大きなまたさらに強力なエネルギー発生バッテリー構造を構成するため直列に接続される。

【 0 0 1 8 】

例えば電気化学的電池82の各々が図3～4に示されるのと均等の寸法と特徴とを有していると仮定すると、各個々の電池82は約36.5Whの全エネルギー出力を提供する。各電池パック83は約292Whの全エネルギー出力を提供し、一方各モジュール80は1.75KWhの全エネルギー出力を提供する。24個の直列接続モジュール80によって構成されたバッテリー(図示し

ない)は約42KWh の全エネルギー出力を提供する。

【0019】

図7～8は相互に物理的に接触する電池の積層体に対する電池温度の短絡回路条件の効果を示す。図7に示されるグラフは外部の熱管理構造が用いられない時の隣接した短絡回路電池の数の関数としての電池積層体の最高温度の間の関係を示している。5つの充電の状態(SOC)のレベルに対応する5つのデータのスポットが示されている。図8は外部の熱管理装置が用いられ電池積層体を構成する電池から出る熱の移送を増進させるようにした点を除き同様なデータのスポットを提供する。

【0020】

180 で与えられた実線がリチウムの溶解温度を示しそして 130 が上の安全保証点すなわち安全限界点と考えられることが認められる。この 130 の限界は、特定のエネルギー貯蔵装置が電池破壊温度とは相違する最高温度以下で作動するよう設計されることを示していることが理解される。

10

図7～8のグラフに示されるデータは電池積層体温度における短絡回路条件の大きな衝撃を示している。図7でプロットしたデータは、外部の冷却装置が用いられなかったと仮定すると、1つ以下の短絡回路の電池が積層体の完全性を損なうことなく1つの電池積層体の内部に許容されることを示唆している。当業者は熱エネルギーを薄膜電気化学的電池から効率的に移送し密接して位置する電池の積層体内部での過剰温度条件の不利な作用を最小にすることが重要であることを直ちに理解するであろう。

【0021】

20

図6に示されるエネルギー貯蔵モジュール80の実施態様は典型的には熱管理装置を含む密閉容器86に収容される電気化学的電池82の積層体84を含んでいる。密閉容器86は内部を熱移送流体が通過する蛇行流体通路88を含むものとして示されている。熱エネルギーは個々の電池の陽極及び陰極接触子の一方又は双方に設けられた熱伝導体と組合わせた外部の熱管理装置(例えば冷却通路)を用いて、積層体84を形成する電池82に又は電池82から移送される。

【0022】

図6に示される型の外部熱管理装置は本発明の原理により構成された弾性を有する熱及び電気の伝導体と組合わせて用いられ薄膜電気化学的エネルギー貯蔵装置の内部温度を効率的に調整する。高エネルギー電気化学的電池のための効率的な熱及び電気伝導装置を提供する努力をさらに複雑にする付加的な要因は、種々の型の薄膜電気化学的電池に生じる電池容積の周期的な変化に関する。例を挙げると、図1に関してさきに記載した型の電気化学的電池の容積は陰極材料の格子構造に出入するリチウムイオンの移動に起因して充電及び放電サイクルの間に变化する。この移動は充電及び放電の間それぞれ約5から6パーセント又はそれ以上のオーダーの全電池容積の対応した増加及び減少を生じる。

30

【0023】

このような電気化学的電池の性能と使用寿命は電池を圧縮状態に保持することにより著しく増大することが確定されている。改良された電池の性能は電池のサイクルの間電池の2つの大きい方の対向表面上に圧力を保持することにより実現される。圧縮力は電池の内部に発生されたか又は外部に発生されたかにかかわらず加えられる表面にわたって十分に分配されることが望ましいと考えられる。

40

【0024】

例えば図9に示される実施態様では、電池90が密閉構造の実質的に平面の壁92の間に拘束されるものとして示されている。電池90はそれぞれが電池90の4つの縁の表面積に対して大きな表面を有する2つの対向表面91, 93を含んでいる。外力 F_E が対向表面91, 93に加えられ電池90を圧縮状態に保持する。外力 F_E の大きさは典型的には充電及び放電のサイクルの間約5ポンド/平方インチから100ポンド/平方インチの間の範囲である。

【0025】

外力 F_E は例えば20ポンド/平方インチのような一定の大きさに保たれ、又は約5ポンド/平方インチと100ポンド/平方インチの間のような最小値と最大値の間で变化する。さ

50

らに、外力 F_E は電池90の一方の表面と作用力発生機構との間の接触によって生じ、また対向表面93は静止構造によって動きが制限される。これに代え、作用力発生機構が電気化学的電池90の両方の対向表面91, 93に加えられる。

【0026】

本発明の原理により構成された弾性の熱及び電気伝導体が有利には、長期にわたって周期的な容積変化が生じる薄膜電気化学的電池へのまた該電池からの熱及び電気エネルギーの効率的な伝導をもたらす。図10Aの実施態様に示されるように、電気化学的電池100は陽極及び陰極接触子104, 106の各々にそれぞれスポット溶接され又は取付けられた熱伝導体102を含んでいる。熱伝導体102は典型的には陽極接触子104と陰極接触子106の長さ方向に沿って配設され、また典型的には電気化学的電池100に出入する電流を伝導するための電気接続線108を含んでおり、この電流は陽極及び陰極接触子104, 106に沿って集電され伝導される。

10

【0027】

さらに、熱伝導体102は熱エネルギーを電池100と電池100に近接配置された熱伝導性で電気抵抗性の材料又は構造との間で効率的に移送するための熱の流れの経路を提供する。ここに記載された熱伝導性電気抵抗性の材料又は構造は、十分な量の熱が通過するよう伝導することができしかも電気化学的電池に出入する電流を伝導するために与えられた電流の経路に対する電流の流れに抵抗する表面被覆処理の又は分離した材料について言うものであることが理解されるべきである。例えば陽極化された被膜は十分な量の熱エネルギーが通過するよう伝導することができしかも陽極及び陰極接触子もしくは熱伝導体に対する電流に十分に抵抗する厚さを有している。さらなる事例によれば、熱伝導性の重合体要素が用いられ、その内部に充満された熱伝導性粒子の密度が熱及び電気伝導特性の間に所望の平衡が得られるように選択される。

20

【0028】

熱伝導体102は、電池100と、電池100に近接配置され電池100と壁構造との間に相対運動があるようにした金属の壁表面のような静止構造との間に、実質的に連続した接触を提供するばね状の特徴を呈するように構成される。電池100と電池100に近接した熱伝導性構造又は材料との間に熱の移送をもたらす熱伝導体102又はその他の熱伝導体は、陽極及び陰極接触子104, 106の一方のみに又は双方に沿って用いることができる。

【0029】

事例として図10Bに示される熱伝導体の実施態様を参照すると、熱伝導体102は溶射された金属の陽極又は陰極接触子111の長さ方向に沿って延びる銅のタブ103を含んでいる。この銅のタブ103は弾性部材109を含んでおり、前記弾性部材109をとおして、熱が電池100と近接配置された金属ハウジングの壁のような吸熱器との間で移送される。銅タブ103は溶射金属接触子111に多数の溶接個所101でスポット溶接される。可撓性の電線107が銅タブ103の端部に向う位置105で超音波溶接される。電流が主として電池100の溶射金属接触子111に沿って伝導されまた可撓性電線107を介して外部接続部に伝達される。

30

【0030】

一般に、上記の熱的、電氣的及び機械的利点をもたらす熱伝導体は比較的高い熱及び電気伝導性を有する材料で作られるべきである。この材料は別体の平面の支持表面と電気化学的電池の陽極又は陰極接触子上に形成された一体の金属被覆層との接触を形成する良好な表面特性を有している。

40

熱伝導体接触子を製造するのに用いられる材料は比較的低い圧縮力を有し電池の縁又は電池に近接した壁構造の表面の損傷を回避するようにすべきである。また、熱伝導体接触子は熱線の経路の長さを最小にししかも熱伝導体接触子の熱移送特性を最適とするよう断面積を最大にするような形状とすべきである。上記の特徴を有する熱伝導体を製造するのに用いるに適した材料は、他の金属や合金を用いることができるが、純粹の銅である。

【0031】

図11には、熱伝導性で電気抵抗性の材料124の被膜を有する密閉容器の壁128に近接配置

50

された熱伝導体122を含む電気化学的電池120の切断側面図が示されている。この構造において、熱伝導体122は電流を電気化学的電池120に出し入れするよう伝導し、また外部のエネルギー消費要素と充電ユニットとに便利な伝導性をもたらす引出し部分126を含んでいる。

【0032】

電流は、熱伝導体122と密閉容器の壁128に配設された材料124とによって区画形成された高い電気抵抗の経路よりもむしろ熱伝導体122と引出し導線126とによって区画形成される低い電気抵抗の経路に沿って、伝導される。熱伝導体122はさらに熱エネルギーが電池120と熱伝導性材料124で被覆された密閉容器の壁128との間に効率的に移送される熱線経路を提供する。

10

【0033】

1つの実施態様では、熱伝導性材料124はアルミニウムのケーシング又はその他の構造128の表面に形成された陽極化されたアルミニウム被膜を構成する。適合したプラスチック被膜を陽極化された表面の上に付与することができる。ステンレス鋼のハウジングの場合は、プラスチック又は無機物基材の材料の薄いシートが密閉容器の壁に近接して配置される。これに代えて追従性の熱伝導性コンパウンド又は材料を構成することのできる熱伝導性被膜124が、熱エネルギーを電池120と熱伝導性材料124との間で移送することができ、しかも電流が優先して電池120の陽極及び陰極接触子と熱伝導体122の引出し導線126とに沿って伝導されるのを保証するに十分な電気的抵抗を有している。

【0034】

20

熱伝導体と近接配置された熱伝導表面又は材料との間の連続した接触が、電気化学的電池と外部の熱管理装置との間に良好な熱伝導を達成するには必要であることが理解される。図12~13には典型的には許容される製造及び組立て公差に依存して寸法が変化する電気化学的電池140の集合体が見られている。このような変化と容器の壁のゆがみ、又はその他の密閉容器の壁142の本来のもしくはここに生じた欠陥のため、多数の隙間144が典型的には容器の壁142と多数の電気化学的電池との間に生じるようになる。

【0035】

熱伝導性は電池接触子146と容器壁142との間に隙間144の形成が生じると激しく減少することが理解される。

追従性の熱伝導性コンパウンドは小さな隙間144の存在するときに熱伝導性を向上させることができるが、このようなコンパウンドは一般に大きな隙間144を横切って熱伝導性を保持するには効果がない。

30

【0036】

一般に、熱伝導体接触子148は、密閉容器の実質的に静止した支持構造142の間に電気化学的電池140を取付ける時に組立体の公差に適合するため比較的高度の寸法上の締めつけが得られるように形成される。熱伝導体接触子148はまた起り得る壁の片寄りや電池140と構造体142との間の長期間の間の離間する距離の変化とに適合する比較的高度の弾性を有している。

【0037】

図14A~14Dに示される実施態様では、熱伝導体154が良好な寸法上の締めつけと弾性特性とを有する実質的にC字形の部分を含むように形成される。図14Aには、熱伝導体154が電気化学的電池150の接触子152に取付ける前の弛んだ状態で示されている。この熱伝導体154の弛んだ状態は熱伝導体154を電池に取付ける工程を助ける。熱伝導体154が電池接触子152に取付けられた後、拭き取り作用が典型的には熱伝導体154上で行われ熱伝導体154が密閉容器の壁の間に圧縮状態で取付けられた時適当につぶれるのを保証するようにしている。

40

【0038】

熱伝導体154の取付け前の配置構造が図14Bに示されている。図14Cには熱伝導体154が、電池150が密閉構造の壁の間に取付けられる時に典型的に生じる圧縮状態で示されている。締めつけ範囲 R_T は熱伝導体154がその弾性特性を大きく減少しないで圧縮される全

50

距離を示す。図14Dは電池150と熱伝導体154に当接する密閉構造の壁との間の相対運動に応じて生じる熱伝導体154の弾性特性を示している。この図示された例における弾性変位の大きさは寸法 R_s として示されている。

【0039】

図14A～14Dに示される熱伝導体154は電気化学的電池と隣接壁構造との間の約1～3mmの相対運動を補償するに十分な大きさである約1～3mmの範囲のはね返りをもたらす。実質的にC字形の断面と約3mmの名目上の高さの値とを有する熱伝導体が、熱伝導体と隣接壁との間の接触面積の変化による高さの変化の関数として熱コンダクタンス（伝導係数）が変化することが認められる。

【0040】

例えば、+1～0.5mmの高さの変化は対応するコンダクタンス（伝導係数）の変化が約450～575 W/m² Cの間の範囲となることを示した。熱伝導性コンパウンドを導入せずに3mmの名目高さを有する非圧縮熱伝導体のコンダクタンスは約200 W/m² Cである。追従性熱伝導性コンパウンドの導入は伝導体の圧縮及び延伸の間熱伝導体のコンダクタンス特性を向上させる。

【0041】

図15～16に関し、実質的にC字形断面を有しかつ熱伝導体の内部に保持されたエラストマーのはね要素を含む熱伝導体の他の実施態様が示されている。このエラストマーはね要素は一般に熱伝導体のはね返り特性を向上させ、また円筒形エラストマー管材177又は熱伝導性発泡体のような在庫材料を用いて製造される。これに代え、さらに複雑なばね要素がエラストマー材料から形成することができる。熱伝導体174はエラストマーばね要素176/177を熱伝導体構造の内部に保持するフック付き先端171を含んでいる。

【0042】

エラストマーばね176は絶縁突起178と、熱伝導体174と接触子172のための隣接電池170の伝導体と接触子に対する電気絶縁を提供する絶縁用スタブ180とを含むことができる。さらに、ストッパ182が含まれ熱伝導体174のつぶれすぎ又は粉碎を阻止する。図16は非圧縮状態と圧縮状態との間の移り変わり時のエラストマーばね176の動的絶縁能力を示している。

【0043】

この実施態様では、熱伝導体174は最初の圧縮状態で約4mmの高さ H_1 を有している。適度の圧縮のもとで、熱伝導体174は約3mmの高さ H_2 を有する。熱伝導体174が、ストッパ182がばね176の上方部分の内面に接触するような十分に圧縮された状態にある時、伝導体174は約2mmの高さを有する。ばね要素176/177はそれぞれ約3.8mmの直径 D_1 を有している。

【0044】

ここに記載された機械的、熱的及び電気的特性を有する熱伝導体がここに記載された構造とは異なる構造を有するばね状の部分を含むよう形成されることが理解される。例を挙げれば、角柱状の電気化学的電池と共に用いるのに良く適合する熱伝導体の3つの他の実施態様が図17～19に示されている。これら実施態様は電流と熱エネルギーとを角柱状の電気化学的電池に出し入れする効率的な移送を提供する。

図17に示される熱伝導体は熱伝導体がばねのようにつぶれまた拡がることできるようにする実質的に2重C字形部分を含むように形成される。Z字形、V字形、及びS字形の熱伝導体接触子がそれぞれ図18～20に示されており、これら接触子は上記の他の図示した実施態様のように、拡がりまたつぶれ、寸法の変化と電池と電池を密閉する構造の壁との間の位置の移動とに適合できるようにする。積層されたS字形の熱伝導体構造が図21に示され、有利には電池と隣接する吸熱器との間の熱伝導経路の数を増すようにしている。図22は電池200の金属噴霧接触子202に取付けられた2つの指形状の又は曲がったL字形の弾性伝導体204を含む熱伝導体の他の実施態様を示す。エラストマー要素206がつぶれる指形状伝導体204の間に位置し伝導体204がつぶれすぎないようにしている。

【0045】

図23は多数の電気化学的電池212 に適用される熱伝導体の他の実施態様を示す。熱伝導体210 は金属又は他の電気伝導性材料の平坦なシートのような形状となっている。この実施態様では、熱伝導体210 は多数の電池212 の陽極及び / 又は陰極電流集電接触子214 を横断して延びている。熱伝導体210 が例えば電池パックを形成する8個の電池212 のような多数の電池212 を並列に接続することが分かる。電流は熱伝導体210 に沿って伝導されそして熱伝導体210 に取付けられた電気接触子又は導線（図示しない）を介して並列に接続された電池に出入するよう移送される。熱は熱伝導体210 を通って熱伝導体210 に近接配置された金属囲壁のような、吸熱器に移送される。例えばプラスチック又は雲母の薄いシートが熱伝導体210 と吸熱器との間に配置される。このほかに、吸熱器は陽極化された表面又は他の電気抵抗性熱伝導性材料を含むよう処理することができる。

10

【0046】

本発明による、図4に最も良く示される熱伝導体のさらに他の実施態様においては、熱伝導体は多数の横方向に偏倚した陽極及び陰極フィルム層73, 75と陽極及び陰極接触子72, 74とを具備している。この実施態様では陽極及び陰極接触子72, 74の一方又は双方が密閉容器の壁に配設された熱伝導性、電気抵抗性の材料と直接係合する。熱伝導体の弾性部分は電池と容器の壁との間の相対運動に応じて屈撓する横方向に偏倚した陽極及び陰極フィルム層73, 75を構成する。

【0047】

種々の変更と付加が本発明の範囲又は精神から逸脱することなく上記の実施態様に対して行われ得ることがもちろん理解されるであろう。例えば、保護囲壁の金属の壁のような吸熱器の全表面ではない別々の表面が上記の熱伝導性で電気抵抗性の材料の適用を受けることができる。さらに例を挙げると、本発明の原理により構成された熱伝導体は、ニッケル金属水素化物（Ni - MH）、リチウム - イオン（Li - Ion）、及び他の高エネルギーバッテリー技術を用いるバッテリーのような、リチウムポリマー電解物質を含むバッテリーとは異なるバッテリー技術と関連して用いることができる。したがって、本発明の範囲は上記の特定の実施態様によって限定されるものではなく、以下に記載される請求の範囲とその均等物とによってのみ規定されるものである。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 角柱形状を有する固体薄膜の電気化学的電池の実施態様を示す。

【図2A ~ 2C】 薄膜電気化学的電池の種々の実施態様を示す。

30

【図3】 角柱形状を有する電気化学的電池の他の実施態様の図である。

【図4】 図3に示される電気化学的電池の陽極及び陰極接触部分のさらに詳細な図を提供する。

【図5】 電池の陽極と陰極の接触子の端部分にそれぞれ取付けられた電気伝導体を含む電気化学的電池の図である。

【図6】 相互接続された電気化学的電池の積層体を含むエネルギー貯蔵モジュールの図である。

【図7と8】 外部熱管理装置を用いた場合と用いない場合の電池積層体の最高温度と隣接する短絡回路のある電池の数との間の関係を示す図である。

【図9】 密封容器の実質的に平面の壁構造の間に拘束された陽極及び陰極伝導体接触子を含む電気化学的電池の頂面図である。

40

【図10A ~ 10B】 電池の陽極及び陰極接触子にそれぞれ取付けられた一対の熱伝導体を含む角柱状電気化学的電池の実施態様を示す。

【図11】 囲壁の壁構造に近接して配置された熱伝導体を有する電気化学的電池の断面図であり、壁構造には良好な熱伝導特性と低い電気伝導特性を有する表面処理又は分離フィルム材料がその上に配設されている電気化学的電池を示す。

【図12】 電池の接触子が密閉容器の壁に近接して位置するように整列された電気化学的電池の群の頂面図であり、電池の長さや壁のゆがみの変化に起因して多数の隙間が電池接触子のうちのある接触子と壁との間に形成されている電池の群を示している。

【図13】 高さ又は位置を変えて密閉容器の壁との機械的な係合を保持するようにした

50

熱伝導体の実施態様の頂面図である。

【図 1 4 A ~ 1 4 D】 熱伝導体のばね特性を示す図である。

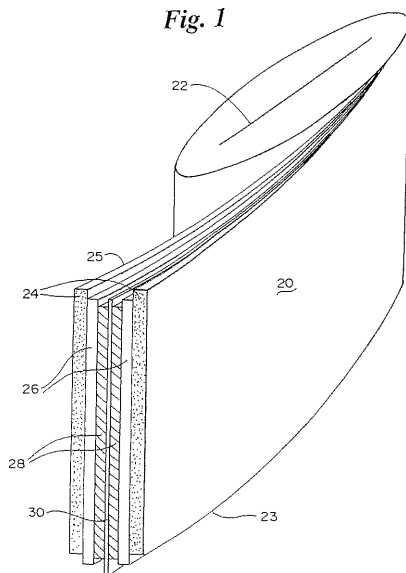
【図 1 5】 熱伝導体のばね特性を高める熱伝導体内部に捕えられたばね絶縁体を示す図である。

【図 1 6】 圧縮状態と非圧縮状態におけるばね絶縁体を含む熱伝導体の種々の形状を示す図である。

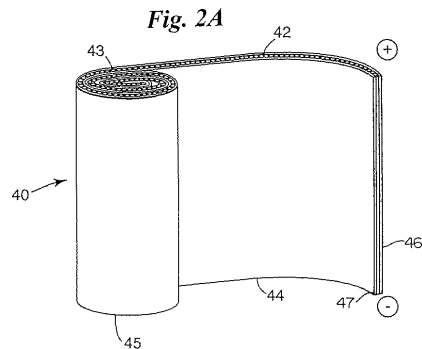
【図 1 7 ~ 2 2】 熱伝導体の他の実施態様を示す図である。

【図 2 3】 多数の電気化学的電池接触子を横切って延びる熱伝導体を示す図である。

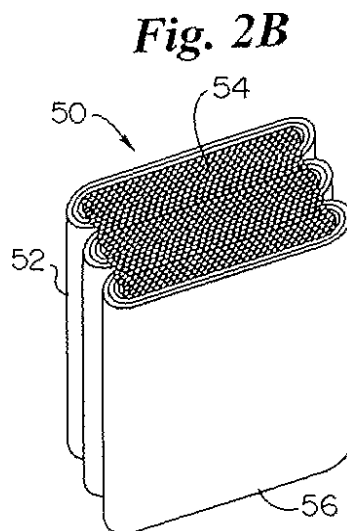
【図 1】



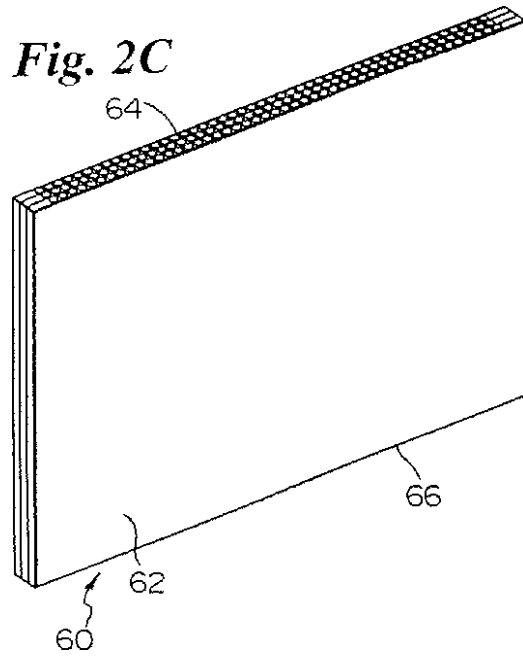
【図 2 A】



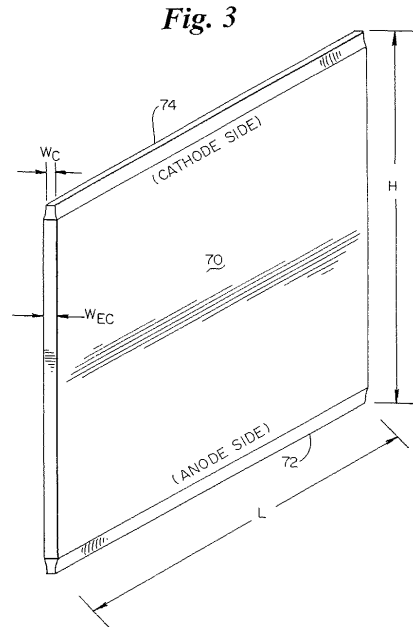
【図 2 B】



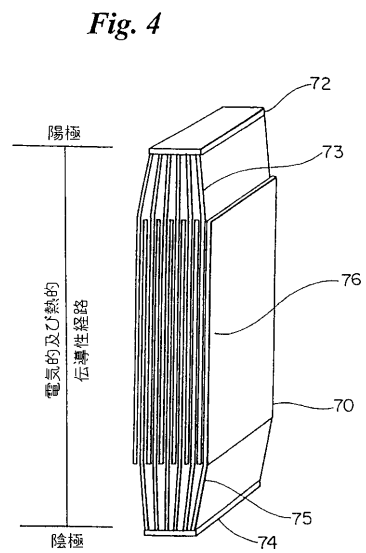
【圖 2C】



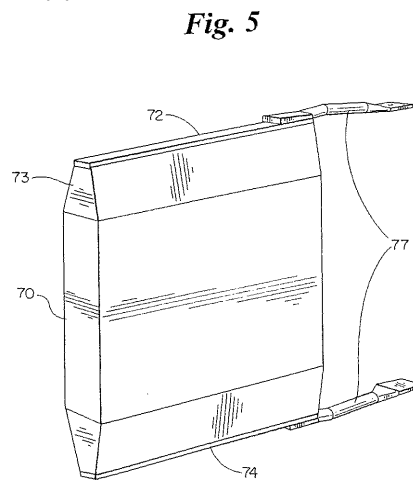
【圖 3】



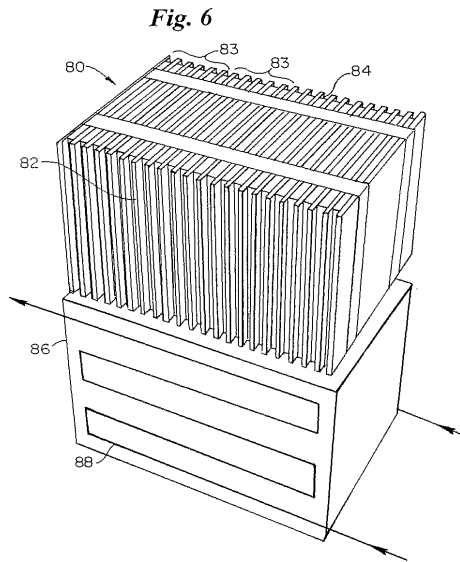
【圖 4】



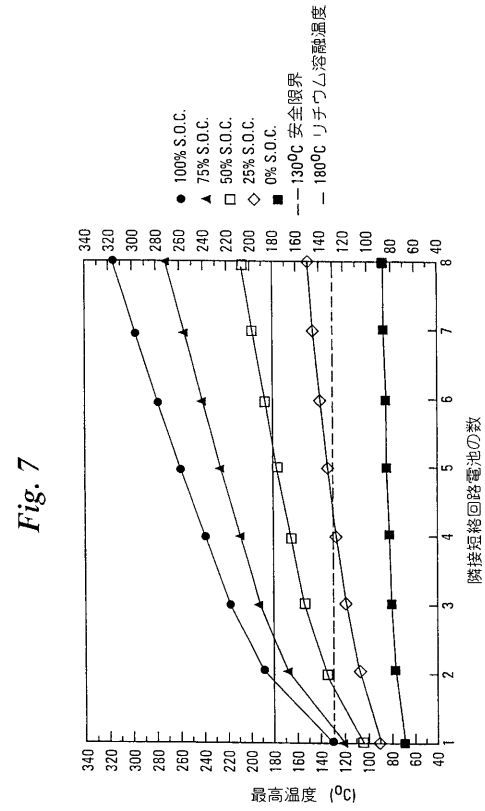
【圖 5】



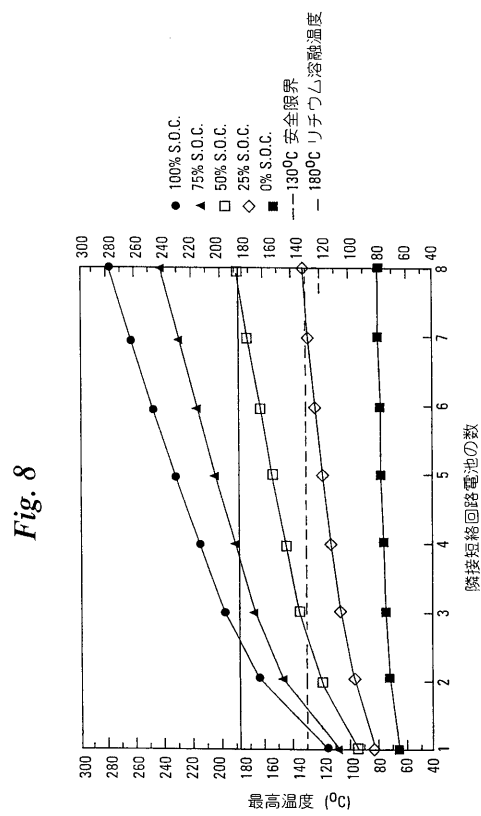
【図 6】



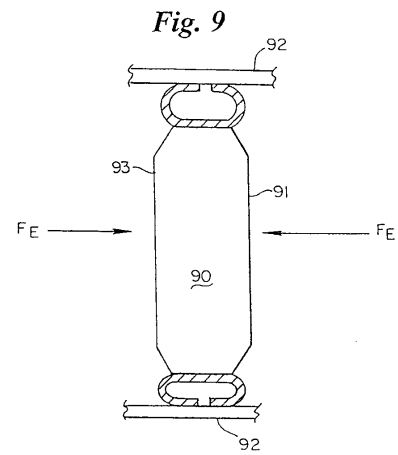
【図 7】



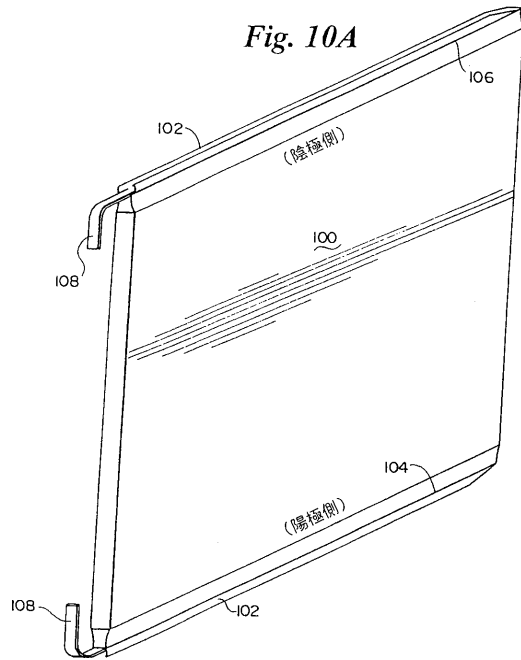
【図 8】



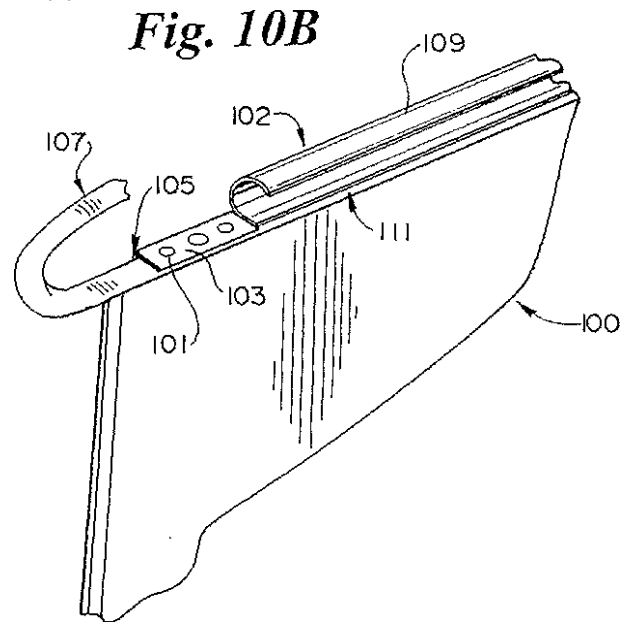
【図 9】



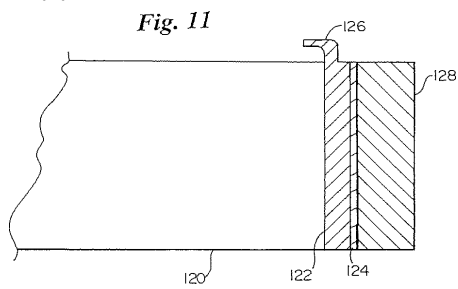
【図10A】



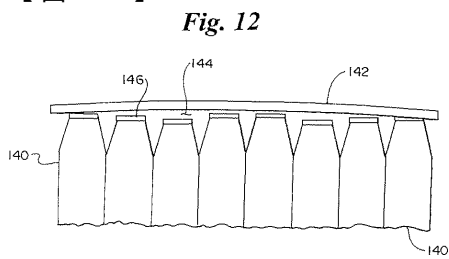
【図10B】



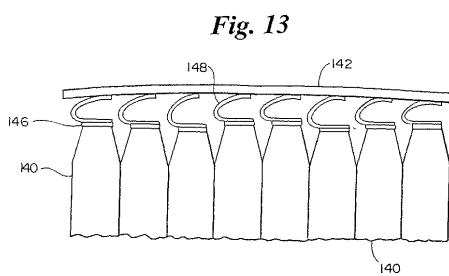
【図11】



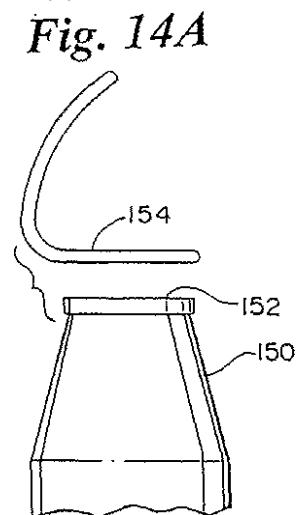
【図12】



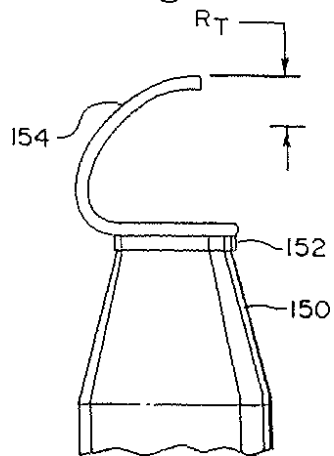
【図13】



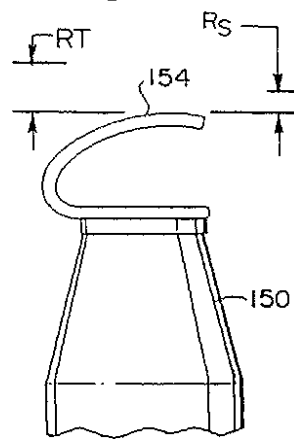
【図14A】



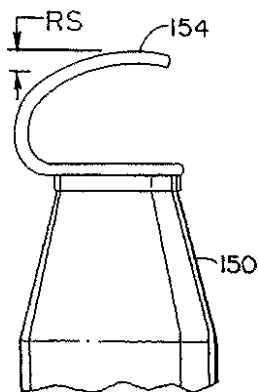
【図 14 B】

Fig. 14B

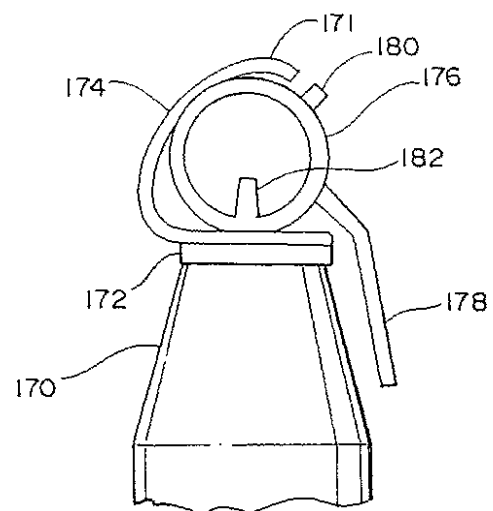
【図 14 C】

Fig. 14C

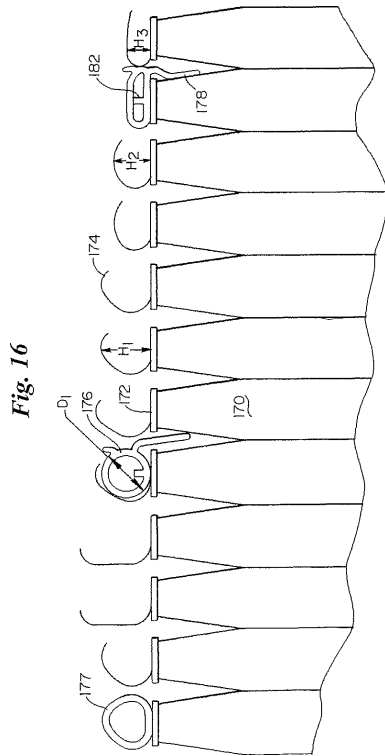
【図 14 D】

Fig. 14D

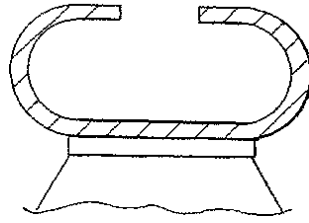
【図 15】

Fig. 15

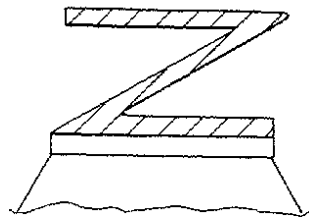
【図 16】



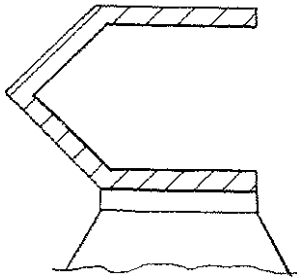
【図 17】

Fig. 17

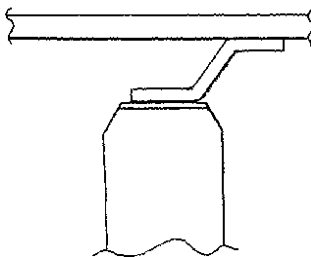
【図 18】

Fig. 18

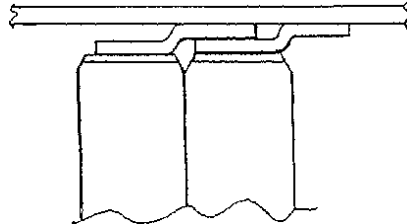
【図 19】

Fig. 19

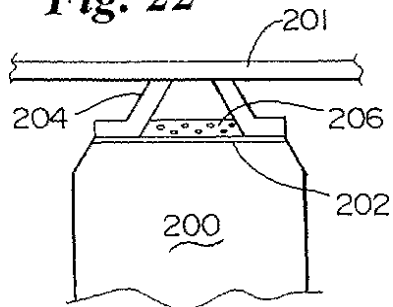
【図 20】

Fig. 20

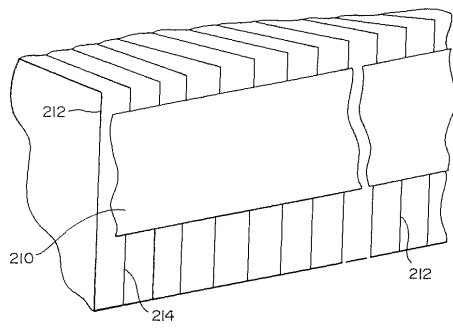
【図 21】

Fig. 21

【図 22】

Fig. 22

【図 23】

Fig. 23

フロントページの続き

- (74)代理人 100077517
弁理士 石田 敬
- (74)代理人 100082898
弁理士 西山 雅也
- (74)代理人 100081330
弁理士 樋口 外治
- (73)特許権者 309005766
バシウム・カナダ・インコーポレーテッド
カナダ・ケベック・ジェイ4ビー・7ズィー7・ブーシェヴィル・リュ・ドゥ・クーロン・1560
- (74)代理人 100099759
弁理士 青木 篤
- (74)代理人 100092624
弁理士 鶴田 準一
- (74)代理人 100102819
弁理士 島田 哲郎
- (74)代理人 100110489
弁理士 篠崎 正海
- (74)代理人 100133008
弁理士 谷光 正晴
- (72)発明者 ホフマン, ジョセフ エー.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55403, ミネアポリス, ダグラス アベニュー 700, アパートメント 102
- (72)発明者 ドムレーズ, マイケル ケー.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55075, サウス ポール, ナインティーンズ アベニュー ノース 1031
- (72)発明者 リンデマン, デイビッド ディー.
アメリカ合衆国, ウィスコンシン 54016, ハドソン, リッジ パス 912
- (72)発明者 レイドウォルド, パーン イー.
アメリカ合衆国, テキサス 78734, オースチン, トレイル オブ ザ ウッズ 16811
- (72)発明者 ロウイラード, ロジャー
カナダ国, ケベック ジェイ3ジー 2シー9, ペロエイル, プレバート 315
- (72)発明者 トライス, ジェニファー エル.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55123, イーガン, ブラッドック テラス 4382

審査官 後谷 陽一

- (56)参考文献 特開昭59-139555(JP, A)
特開平06-203823(JP, A)
特開昭61-099278(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 10/50
H01M 2/20
H01M 10/04