

(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2011-228059

(P2011-228059A)

(43) 公開日 平成23年11月10日(2011.11.10)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
 HO 1 M 8/18 (2006.01) HO 1 M 8/18 5 H O 2 6
 HO 1 M 8/02 (2006.01) HO 1 M 8/02 B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2010-95236 (P2010-95236)
 (22) 出願日 平成22年4月16日 (2010.4.16)

(71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 100078813
 弁理士 上代 哲司
 (74) 代理人 100094477
 弁理士 神野 直美
 (72) 発明者 前田 修平
 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
 住友電気工業株式会社大阪製作所内
 (72) 発明者 菅原 潤
 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
 住友電気工業株式会社大阪製作所内

最終頁に続く

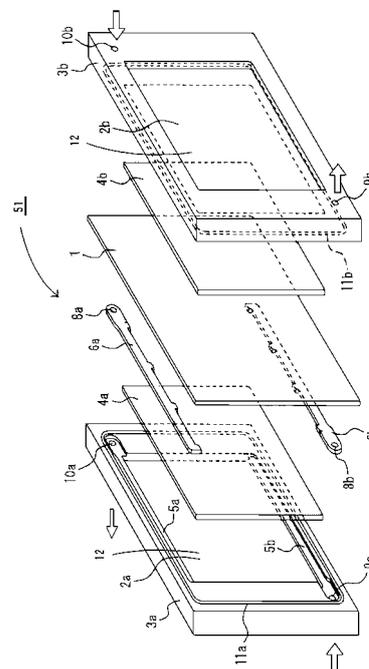
(54) 【発明の名称】 レドックスフロー電池用双極板

(57) 【要約】

【課題】機械的強度、変形性、遮液性に優れ、より高い導電性を有する複合導電材料を用いた、レドックスフロー電池用双極板を提供する。

【解決手段】熱可塑性樹脂、黒鉛及びカーボンブラックから選ばれる炭素質材料、及びカーボンナノチューブを含有しこれらを混合した複合導電材料からなる双極板であって、前記熱可塑性樹脂100重量部に対し、炭素質材料の含有量が20～150重量部、及びカーボンナノチューブの含有量が1～10重量部であることを特徴とするレドックスフロー電池用双極板。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

熱可塑性樹脂、黒鉛及びカーボンブラックから選ばれる炭素質材料、及びカーボンナノチューブを含有しこれらを混合した複合導電材料からなる双極板であって、前記熱可塑性樹脂 100 重量部に対し、炭素質材料の含有量が 20 ~ 150 重量部、及びカーボンナノチューブの含有量が 1 ~ 10 重量部であることを特徴とするレドックスフロー電池用双極板。

【請求項 2】

前記熱可塑性樹脂が、塩素化ポリエチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル及びポリカーボネートからなる群より選ばれた 1 種以上からなることを特徴とする請求項 1 に記載のレドックスフロー電池用双極板。

10

【請求項 3】

前記黒鉛及びカーボンブラックから選ばれる炭素質材料が、膨張化黒鉛、薄片化黒鉛及び球状化黒鉛よりなる群より選ばれた 1 種以上の黒鉛と、アセチレンブラック及びケッチェンブラックよりなる群より選ばれた 1 種以上のカーボンブラックからなることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のレドックスフロー電池用双極板。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、レドックスフロー電池（レドックスフロー型二次電池とも言う。）のユニットセル間を仕切る双極板（バイポーラプレート）に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

レドックスフロー電池は、電解液（正極液、負極液）中の（バナジウム等の）イオンの価数の変化（酸化還元反応）を利用した電池であり、電解液の劣化が少ない、電池寿命が長い、高速応答性及び高出力対応が可能である等の特徴を有し、さらに排ガスが発生せず環境汚染の可能性が少ないと言われている。この電池は、イオン交換膜等の隔膜の両側に、多孔質電極（正電極及び負電極）と双極板を備えたフレームとがそれぞれ配設されたセルから構成されている。そして、正電極が配設される正極室に正極液を、負電極が配設される負極室に負極液を循環させ、電池反応を行わせる。レドックスフロー電池では、高電圧を得るため、上記のセルが複数積層され（セルスタックという）、レドックスフロー電池の主要部が形成される。

30

【0003】

「双極板」は、各セルを仕切る板である。レドックスフロー電池の内部抵抗を少なくするため、双極板には高い導電性が求められ、1 cm 未満の体積抵抗値が望まれる。一方、隣のセルへの電解液のしみ出しのない優れた遮液性が求められる。さらに、双極板には電解液による圧力が加わり又温度変化による熱収縮等もあるので、これらに耐えられるように、高い機械的強度（引張強度）、又は多少の変形によっても破損が生じない変形性（引張り伸び）が求められる。

40

【0004】

そこで、双極板としては、電流は通すが電解液は通さない導電性の板からなるものが使用され、機械的強度に優れるグラファイト板、ガラス状カーボン、プラスチックカーボン（プラスチックにカーボンを練り込んだもの）等が使用される。例えば、特許文献 1 には、黒鉛を 50 重量% 含有した塩素化ポリエチレンからなる双極板を用いたレドックスフロー電池用セルスタックが開示されている。又、特許文献 2 には、カーボンフェルトを厚さ方向に積層し、積層体の中央部を樹脂で一体としてなる双極板が提案されており、この双極板を使用することにより、レドックスフロー電池の内部抵抗の減少を図ることができる。

【0005】

50

高い導電性、優れた遮液性及び高い機械的強度や変形性を有するものとしては、プラスチックカーボンのような、高分子に導電性フィラーを分散させて導電性を付与した複合導電材料も考えられる。導電性フィラーとしては、電解液によりイオン化し電池特性を損なう可能性のある金属フィラーよりも、化学的に安定な炭素質材料からなる導電性フィラー、特に、黒鉛やカーボンブラック等が好ましいと考えられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2002-367660号公報

【特許文献2】特開平11-162496号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

近年、レドックスフロー電池に求められる要請の高度化にともない、その双極板にも、より高い導電性が求められるようになってきている。複合導電材料からなる双極板のより高い導電性は、材料中の導電性フィラーの含量を増やすことにより得られる。

【0008】

しかし、従来複合導電材料において、導電性フィラーとして使用される黒鉛やカーボンブラックを増量すると、相対的に樹脂の配合比率が小さくなる為、機械特性、熱融着性等の樹脂本来の特性が複合導電材料に反映されなくなることがあり、特に引張伸びが低下し、変形性も損なわれるとの問題が生じる。そこで、機械特性、熱融着性等の樹脂本来の特性が損なわれることがなく、特に機械的強度や変形性が損なわれることがなく、より高い導電性が得られかつ遮液性にも優れたレドックスフロー電池用双極板の開発が望まれていた。

20

【0009】

本発明は、機械的強度、変形性、遮液性に優れ、より高い導電性を有する複合導電材料を用いたレドックスフロー電池用双極板を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明者は、上記課題を達成するために鋭意検討した結果、黒鉛及び/又はカーボンブラックからなるフィラーと、カーボンナノチューブを含有する導電性フィラーを、熱可塑性樹脂に分散させた複合導電材料であって、熱可塑性樹脂、黒鉛及び/又はカーボンブラックからなるフィラー、カーボンナノチューブの組成比が特定の範囲内の材料により双極板を形成することにより、機械的強度や優れた変形性等を維持しながら、より高い導電性が得られることを見出し、本発明を完成した。

30

【0011】

すなわち、本発明は、熱可塑性樹脂、黒鉛及びカーボンブラックから選ばれる炭素質材料、及びカーボンナノチューブを含有しこれらを混合した複合導電材料からなる双極板であって、前記熱可塑性樹脂100重量部に対し、炭素質材料の含有量が20～150重量部、及びカーボンナノチューブの含有量が1～10重量部であることを特徴とするレドックスフロー電池用双極板(請求項1)である。

40

【0012】

ゴム等の高分子に導電性フィラーを分散させて導電性を付与した複合導電材料は電気・電子機器で使用されており、中でも、化学的に安定な炭素質材料を導電性フィラーとするもの、特に低抵抗化達成のために黒鉛等の導電性カーボンを導電性フィラーとするものは知られている。例えば、特開2008-91097号公報では、ポリフェニレンスルフィド、液晶ポリマー等のスーパーエンブラに、カーボンナノチューブ、黒鉛を混合した材料からなる燃料電池用セパレータが開示されており、又特開2009-231034号公報では、ポリプロピレンにカーボンナノチューブ、黒鉛を混合した材料からなる燃料電池用セパレータが開示されている。

50

【 0 0 1 3 】

燃料電池用セパレータは気相系で用いられるものであり、液相系で用いられるレドックスフロー電池用双極板とは、その用途や求められる特徴が全く異なるものであるが、本発明者は、同様な構成材料からなる複合導電材料について、レドックスフロー電池用双極板としての使用の可能性について鋭意検討した結果、熱可塑性樹脂、黒鉛及びカーボンブラックから選ばれる炭素質材料、及びカーボンナノチューブを構成材料とし、その組成を特定の範囲とすることにより、前記のような優れた特徴を有するレドックスフロー電池用双極板が得られることを見出し、本発明を完成したのである。

【 0 0 1 4 】

本発明のレドックスフロー電池用双極板を構成する複合導電材料は、黒鉛及びカーボンブラックから選ばれる炭素質材料及びカーボンナノチューブを、導電性フィラーとして含有することを特徴とする。又、本発明の双極板においては、熱可塑性樹脂 100 重量部に対して、炭素質材料の含有量が 20 ~ 150 重量部であり、かつ、カーボンナノチューブの含有量が 1 ~ 10 重量部であることを特徴とする。炭素質材料の含有量が、熱可塑性樹脂 100 重量部に対して 20 重量部未満の場合は、十分な導電性が得られない。一方、150 重量部を超える場合は、双極板製造の際に必要な成形性が低下する。

10

【 0 0 1 5 】

又、カーボンナノチューブの含有量が、熱可塑性樹脂 100 重量部に対し 1 重量部未満の場合は、導電性向上の効果が小さい。一方、10 重量部を超える場合は、双極板製造の際に必要な成形性が低下する。

20

【 0 0 1 6 】

請求項 2 に記載の発明は、前記熱可塑性樹脂が、塩素化ポリエチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル及びポリカーボネートからなる群より選ばれた 1 種以上からなることを特徴とする請求項 1 に記載のレドックスフロー電池用双極板である。熱可塑性樹脂としては、後述の例示の樹脂を使用することができるが、中でも、塩素化ポリエチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル又はポリカーボネートが好ましく、これらから選ばれる 1 種又は 2 種以上の混合樹脂が好ましく用いられる。

【 0 0 1 7 】

請求項 3 に記載の発明は、前記黒鉛及びカーボンブラックから選ばれる炭素質材料が、膨張化黒鉛、薄片化黒鉛及び球状化黒鉛よりなる群より選ばれた 1 種以上の黒鉛と、アセチレンブラック及びケッチェンブラックよりなる群より選ばれた 1 種以上のカーボンブラックからなることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のレドックスフロー電池用双極板である。黒鉛やカーボンブラックとしては、後述の例示の黒鉛やカーボンブラックを使用することができるが、中でも、黒鉛としては、膨張化黒鉛、薄片化黒鉛又は球状化黒鉛が高い導電性を双極板に付与できるので好ましく、カーボンブラックとしては、アセチレンブラック又はケッチェンブラックが高い導電性を双極板に付与できるので好ましく、これらから選ばれる 1 種又は 2 種以上の黒鉛及びカーボンブラックが好ましく用いられる。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明のレドックスフロー電池用双極板は、引張強度等の機械的強度、引張伸び等の変形性に優れるとともに、高い導電性を有する。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】レドックスフロー電池セルの概略分解斜視図である。

【 図 2 】レドックスフロー電池主要部の外観図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

次に、本発明を実施するための形態について説明するが、本発明の範囲はこの形態に限定されるものではなく本発明の趣旨を損なわない範囲で種々の変更をすることができる。

50

【0021】

[炭素質材料について]

黒鉛とは、炭素の六角板状結晶であるが、本発明では、土状黒鉛、塊状黒鉛、鱗状黒鉛等の天然黒鉛、及び人造黒鉛のいずれも用いられる。さらに、膨張化黒鉛、薄片化により成型性、導電性を向上させた薄片化黒鉛、球状化粉碎加工により配向性を抑えた球状化黒鉛、溶けた銑鉄が溶銑予備処理等で温度低下するのに伴い析出した、平面的に結晶化した炭素であるキッシュ黒鉛等も用いられる。

【0022】

なお、膨張化黒鉛とは、例えば、天然黒鉛等を、濃硫酸と硝酸との混液、濃硫酸と過酸化水素水との混液の強酸化性の溶液に浸漬処理して黒鉛層間化合物を生成させ、水洗して

10

【0023】

カーボンブラックは、径3～500nm程度の炭素の微粒子であり、単体の炭素が主体であるが、表面には様々な官能基が残存した複雑な組成を持つものも含まれる。又、炭化水素油や天然ガスの不完全燃焼（ファーネス法）により製造されるファーネスブラック、アセチレンガスを熱分解して得るケッチェンブラックやアセチレンブラック、さらにチャンネルブラック、天然ガスの熱分解により得られるサーマルブラック等も用いることができる。

【0024】

[カーボンナノチューブについて]

カーボンナノチューブとは、繊維径が約0.5～150nm程度の炭素繊維であり、グラファイトウィスカー、フィラメントスカーボン、グラファイトファイバー、極細炭素チューブ、カーボンチューブ、カーボンフィブリル、カーボンマイクロチューブ、カーボンナノファイバー等とも呼ばれている。カーボンナノチューブにはチューブを形成するグラファイト膜が一層である単層カーボンナノチューブと、多層である多層カーボンナノチューブがある。本発明では、単層及び多層カーボンナノチューブのいずれも使用可能である

20

【0025】

[熱可塑性樹脂について]

本発明の双極板を形成する熱可塑性樹脂としては、塩素化ポリエチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン、アクリロニトリルブタジエンスチレン共重合体、ポリスチレン、アクリル樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリイミド、液晶ポリマー、ポリエーテルエーテルケトン、フッ素樹脂、ポリアセタール、ポリアミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリシクロオレフィン、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルスルホン、ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンスルホン等から選ばれる1種類、又は複数の組合せを挙げることができる。熱可塑性樹脂中には、双極板を割れにくくするため、常温付近でゴム状弾性を有する高分子（エラストマー）を含有させることもできる。このエラストマーとしては、例えば、アクリロニトリルブタジエンゴム、水素化ニトリルゴム、スチレンブタジエンゴム、エチレンプロピレン共重合体、エチレン・オクテン共重合体、エチレン・ブテン共重合体、プロピレン・ブテン共重合体、エチレンプロピレンジエン三元共重合ゴム、エチレンブタジエンゴム、フッ素ゴム、イソプレンゴム、シリコンゴム、アクリルゴム、ブタジエンゴム等の中から選ばれた1種類、又は複数の組合せを挙げることができる。

30

40

【0026】

[双極板の製造について]

本発明の双極板は、前記炭素質材料やカーボンナノチューブからなる導電性材料と熱可塑性樹脂とを含む成形材料を成形して製造される。好ましくは、熱可塑性樹脂に炭素質材料とカーボンナノチューブを溶融混合して混合物を調製し、この混合物を加熱しながら加圧成形して板体（シート状）とすることにより製造される。

【0027】

50

炭素質材料やカーボンナノチューブとの混合には、例えば、加圧式ニーダーが用いられる。板体（シート状）への加工方法は、押出機による方法、押出機と圧延ロールの組合せによる方法、粉末状の材料をロールへ供給する方法等を挙げることができる。圧延ロールの温度はシートの固化温度以下に設定することが好ましい。押出機としては、単軸押出機を挙げることができる。又、混合を、ボールミル等を使用して行い、混合物を金型に充填し、加熱プレス機により加熱しながら加圧成形して、シート状の双極板を得る方法も採用できる。このようにして得られた双極板は、下記のフレーム（枠体）に装着され、以下に説明するようなレドックスフロー電池に用いられる。

【0028】

[本発明の双極板が使用されるレドックスフロー電池について]

図1は、本発明の双極板が使用されるレドックスフロー電池のセルの一例を示す概略分解斜視図である。以下この一例について説明するが、これは、あくまで例示であって本発明の範囲を限定するものではない。

【0029】

図1に示すように、レドックスフロー電池セル51は、イオン交換膜である矩形隔膜1と、隔膜1の両側にそれぞれ配設された矩形の双極板2a、2bと、各双極板の外周部を固定保持するフレーム3a、3bと、前記隔膜1と前記双極板2a、2bとの間にそれぞれ配設された矩形の通液性多孔質電極4a、4bとを備えている。電極4aは、隔膜1と双極板3aとの間の正極室に配設された正極であり、電極4bは、隔膜1と双極板3bとの間の負極室に配設された負極である。

【0030】

フレーム3a、3bはポリ塩化ビニル系樹脂等の耐酸性材料で形成されており、電極4a、4bは炭素繊維フェルトで構成されている。2a、2bは、本発明の双極板である。双極板2a、2bの外周部は、フレーム3a、3bの内周壁に形成された溝内に収容され、かつ挟着され、フレームと一体化している。又、フレーム3a、3bに配設された双極板2a、2bの領域は、電極室12を形成するため、凹部として形成されている。電極室12には電極4a、4bが収納される。

【0031】

フレーム3aの重ね合わせ面は、図1中では、紙面右側に面している。又、フレーム3bの重ね合わせ面は、図1中では、紙面左側に面している

【0032】

電極室12の内縁部は切欠段部5a、5bが形成されている（5aは図示されていない）。切欠段部5a、5bの切欠深さは、保護板6a、6bの厚さと等しく、電極室12の厚みよりも浅い。よって切欠段部が形成されたフレーム部分は2段の階段状の凹部となっている。この切欠段部は、保護板6a、6bを位置決めする係止部であり、凹部の内側縁を越えて、フレームの重ね合わせ面に及んでいる。フレーム3aの凹部である電極室12には電極4aが収納されている。

【0033】

9aは、フレーム3aに設けられた配液口たる給液口である。又、10aは、フレーム3aに設けられた配液口たる排液口である。給液口9aと排液口10aは、フレームの重ね合わせ面に開口した貫通穴である。なお、保護板6a、6bの一方の端部には、給液口9a、排液口10aと同軸に配置される穴8a、8bが開けられている。保護板6a、6bはポリ塩化ビニル系樹脂等の耐酸性材料で形成された幅狭の長尺状プレートである。

【0034】

隔膜1は、電極室12よりも一回り大きく、隔膜1の外周部はフレームの重ね合わせ面に達している。図示した状態でフレーム3aにフレーム3bが重ね合わされる。隔膜1の外周部は、フレーム3aの重ね合わせ面とフレーム3bの重ね合わせ面に挟着される。隔膜1は、有機高分子をベースにしたイオン交換膜を用いることができる。好ましいベースとしては、スチレン-ジビニルベンゼン共重合体等を挙げることができる。このようなベースを持つカチオン交換膜及びアニオン交換膜いずれのイオン交換膜も用いることができ

10

20

30

40

50

る。

【0035】

カチオン交換膜としてはスチレン-ジビニルベンゼン共重合体をスルホン化して得られる膜等を用いることができる。アニオン交換膜としては、スチレン-ジビニルベンゼン共重合体をベースにクロロメチル基を導入しアミノ化したアニオン交換膜等を用いることができる。隔膜1は、通常10 μ m~200 μ mの厚さのものが好ましく用いられる。より好ましい厚さは、50~150 μ mである。

【0036】

フレーム3a、3bの重ね合わせ面の隔膜の外周端部の外側には、環状溝11a、11bが形成され(図面では一对の正極室と負極室からなるセルを形成する重ね合わせ面にだけ環状溝を図示している)、各環状溝には、シール手段たるリングが設置される。フレーム3a、3bが重ね合わされ締め付けられるとリングが一部変形し、液漏れが防止される。

10

【0037】

図1を参照して、給液口9a、9b及び排液口10a、10bからの電解液の漏れを防止するために、給液口9a、9b及び排液口10a、10bの周囲には、それぞれリング(図示せず)が装着可能な環状凹部(図示せず)が形成されている。又、隔膜はリングを覆わない形状及び/又は大きさであることが好ましい。

【0038】

電解液は、給液口9aより電極室12内に給液され、排液口10aを通り排液される。

20

【0039】

フレーム3a、3bが重ね合わせられると、給液口9a、9bは連絡して給液導管が形成される。同時に、排液口10a、10bは連絡して排液導管が形成される。給液導管に流入した正極液は、一部が分流され、正極4aに至り、排液導管に導かれる。隣接するセルの給液導管に達した残余の正極液は、同様に一部が分流される。その後の正極液の流れは上述した正極液の流れと同様である。

【0040】

前記の構造を有する複数のレドックスフロー電池セルは積層され、レドックスフロー電池セルスタックを構成する。又、レドックスフロー電池セルスタックを一对の端板間に位置させて、ボルトナット等の締結具で締め付け、電解液の給液管と排液管を備えた給配部材を装着することにより、レドックスフロー電池主要部が構成される。

30

【0041】

図2はレドックスフロー電池主要部の外観図である。図2において、52はレドックスフロー電池の主要部である。主要部に、正極液タンク、同循環用ポンプ、同配管、負極液タンク、同循環用ポンプ、同配管等が付加されて、レドックスフロー電池が構成される。

【0042】

本発明にかかるレドックスフロー電池に使用する電解液としては、イオンの酸化還元反応が可能な種々の電解液が使用できる。例えば、バナジウムイオンを含む電解液(バナジウム硫酸水溶液)や鉄-クロム系電池を構成する電解液(鉄イオンを含む電解液とクロムイオンを含むイオンの組合せ)が使用できる。

40

【実施例】

【0043】

表1及び表2に示す組成からなる複合導電材料を作成し、下記の方法で、体積固有抵抗、引張破断強度、引張破断伸びを測定した。その結果を表1及び表2に示す。

【0044】

[複合導電材料の作成に使用した材料]

塩素化ポリエチレン エラスレン303A(昭和電工社製、塩素含有量32%)

鱗状黒鉛 UF-G10(昭和電工社製、平均粒子径5 μ m)

膨張化黒鉛 BSP-10AK(中越黒鉛工業所社製、平均粒子径10 μ m)

薄片化黒鉛 UP-15N(日本黒鉛商事社製、平均粒子径15 μ m)

50

球状化黒鉛 CGC - 20 (日本黒鉛商事社製、平均粒子径 20 μm)
 ケッチェンブラック EC300J (ライオン社製、一次粒子径 40 μm)
 カーボンナノチューブ VGCF - X (昭和電工社製、15 nm \times 3 μm)

【0045】

[複合導電材料の作成方法]

加圧式ニーダー(モリヤマ社製 MIX-LABO ML500)を用いて、塩素化ポリエチレンに各種炭素質材料又はカーボンナノチューブを160 で、5分間混合して導電性樹脂組成物を調整した。得られた導電性樹脂組成物をロール加工によりシート化した後、加熱冷却プレスにより160、100 kg/cm²で5分間プレスし、その後冷却して厚み約0.6 mmのシートを得た。

10

【0046】

[体積固有抵抗の測定方法]

前記複合導電材料の作成方法で得たシートの、面方向の体積固有抵抗は、ロレスタ抵抗率計(三菱化学社製)を用いた四探針法により測定した。

[引張破断強度、引張破断伸びの測定方法]

前記複合導電材料の作成方法で得たシートをJIS K6251 3号ダンベル試験片に打ち抜き、オートグラフAG-I(島津製作所社製)を用いて引張試験を行った(引張速度:50 mm/min)。

【0047】

【表1】

20

材料	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
塩素化ポリエチレン	100	100	100	100
鱗状黒鉛	58	—	—	—
膨張化黒鉛	—	58	—	—
薄片化黒鉛	—	—	58	—
球状化黒鉛	—	—	—	58
ケッチェンブラック	23	23	23	23
カーボンナノチューブ	5	5	5	5
体積固有抵抗 [$\Omega\cdot\text{cm}$]	0.37	0.18	0.18	0.22
引張破断強度 [MPa]	12.2	14.9	11.7	7.8
引張破断伸び [%]	57	19	28	44

30

40

【0048】

【表 2】

材料	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
塩素化ポリエチレン	100	100	100	100	100
鱗状黒鉛	58	—	—	—	100
膨張化黒鉛	—	58	—	—	—
薄片化黒鉛	—	—	58	—	—
球状化黒鉛	—	—	—	58	—
ケッチェンブラック	23	23	23	23	23
カーボンナノチューブ	—	—	—	—	—
体積固有抵抗 [$\Omega \cdot \text{cm}$]	4. 2	0. 38	0. 71	0. 85	0. 30
引張破断強度 [MPa]	10. 5	14. 4	7. 7	6. 1	15. 2
引張破断伸び [%]	66	36	63	97	38

10

20

【0049】

実施例 1、2、3 及び 4 は、カーボンナノチューブを配合した例であり、比較例 1、2、3 及び 4 は、カーボンナノチューブを配合せず、他の組成はそれぞれ実施例 1、2、3 及び 4 と同じ例である。表 1 及び表 2 に示された結果より明らかのように、カーボンナノチューブをごく少量配合することにより、引張破断強度や引張破断伸びの顕著な変化を伴うことなく、体積固有抵抗が大きく低下している。

30

【0050】

比較例 5 は、カーボンナノチューブを使用せず、黒鉛のみを増量して実施例 1 と同程度の体積固有抵抗にしたものである。表 2 に示された結果より明らかのように、実施例 1 と同程度の体積固有抵抗にするためには、黒鉛を実施例 1 より 70 wt % 程度増量する必要がある。その結果、黒鉛の分散性低下による外観不良、或いは相対的に樹脂の配合比率が小さくなることによる機械特性、熱融着性の低下が生じやすくなる。

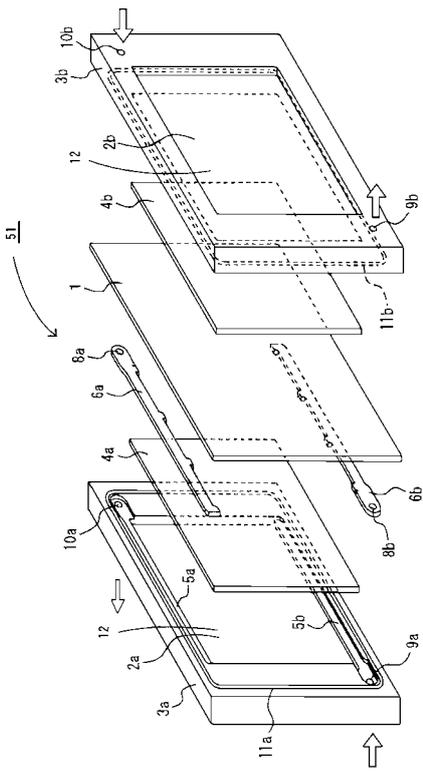
【符号の説明】

【0051】

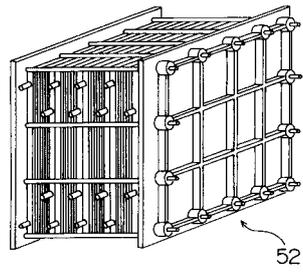
- 1 隔膜
- 2 a、2 b 双極板
- 3 a、3 b フレーム
- 4 a、4 b 電極
- 9 a、9 b 給液口
- 10 a、10 b 排液口
- 11 a、11 b 環状溝
- 12 電極室

40

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 早味 宏

大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

Fターム(参考) 5H026 AA10 BB08 CX02 EE05 HH05