

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4131665号  
(P4131665)

(45) 発行日 平成20年8月13日(2008.8.13)

(24) 登録日 平成20年6月6日(2008.6.6)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 M 8/02 (2006.01) HO 1 M 8/02 B  
 HO 1 M 8/10 (2006.01) HO 1 M 8/10

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-538506 (P2002-538506)	(73) 特許権者	000229737
(86) (22) 出願日	平成12年10月23日(2000.10.23)		日本ビラー工業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2000/007363		大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番4 8号
(87) 国際公開番号	W02002/035631	(74) 代理人	100072338
(87) 国際公開日	平成14年5月2日(2002.5.2)		弁理士 鈴江 孝一
審査請求日	平成16年4月16日(2004.4.16)	(74) 代理人	100087653
			弁理士 鈴江 正二
		(72) 発明者	大多和 一彦
			大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番4 8号 日本ビラー工業株式会社内
		(72) 発明者	吉田 常盛
			兵庫県三田市下内神字打場541番地の1 日本ビラー工業株式会社三田工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池用セパレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

黒鉛粉末を熱硬化性樹脂で結合してなる複合体からなり、この複合体を所定の成形形状の金型に充填してこの金型を加熱して昇温させるとともに成形圧力を加える樹脂成形法により少なくとも片面には燃料ガス流路、酸化ガス流路または冷却水流路を形成するリブ部が形成されている燃料電池用セパレータであって、

上記複合体が、黒鉛粉末76～92重量%、熱硬化性樹脂8～24重量%の組成割合に設定され、この複合体における黒鉛粉末の平均粒径が15～200μmに設定され、この黒鉛粉末が、フェノール類、ホルムアルデヒド類、反応触媒及びこのフェノール類とホルムアルデヒド類を反応させてフェノール樹脂を生成するためのフェノール樹脂反応溶液に黒鉛粉を投入して黒鉛粉の存在下でフェノール類とホルムアルデヒド類を反応させることにより、その反応に伴い生成されるフェノール樹脂を黒鉛粉の間に吸着させて黒鉛粉とフェノール樹脂との凝集体からなる黒鉛粒子であり、

セパレータ成形体の断面が、複数個の上記成形圧力で偏平状態となった黒鉛粒子が厚さ方向で積層構造をなすように形成されていることを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項2】

上記偏平になった黒鉛粒子のうちリブ部に積層構造をなして位置する黒鉛粒子の一部が、該リブ部の先端表面に露出されている請求の範囲第1項記載の燃料電池用セパレータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、主として電気自動車用電池として用いられる燃料電池用セパレータに関する。詳しくは、イオン交換膜からなる電解質膜を両側からアノード（陽極）及びカソード（陰極）で挟んでサンドイッチ構造としたガス拡散電極をさらにその外部両側から挟むとともに、アノード及びカソードとの間に、燃料ガス流路、酸化ガス流路及び冷却水流路を形成して燃料電池の構成単位である単セルを構成するように用いられる固体高分子型やリン酸型の燃料電池用セパレータに関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

燃料電池は、アノードに水素を含有する燃料ガスを供給し、カソードに酸素を含有する酸化ガスを供給することにより、アノード側及びカソード側において、



なる式の電気化学反応を示し、電池全体としては、



なる式の電気化学反応が進行し、このような燃料が有する化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換することで、所定の電池性能を発揮するものである。

## 【 0 0 0 3 】

上記のようなエネルギー変換を生じる固体高分子型やリン酸型の燃料電池用セパレータにおいては、従来より一般的に導電性樹脂材料が使用されていた。この導電性樹脂は、黒鉛（カーボン）粉末をフェノール樹脂等の熱硬化性樹脂で結合してなる複合体、通称、ボンドカーボン（樹脂結合質カーボン）コンパウンドであり、このボンドカーボンコンパウンドを金型に充填して、セパレータ成形体の少なくとも片面に燃料ガス流路、酸化ガス流路または冷却水流路形成用のリブ部が一体形成されるように所定形状に樹脂成形することにより燃料電池用セパレータが製造される。

## 【 0 0 0 4 】

上記の如きボンドカーボンコンパウンドを用いて所定形状に樹脂成形される燃料電池用セパレータに要求される性能としては、(i)セパレータ成形体の固有抵抗及び電極との接触面となる流路形成用リブ部の先端表面の接触抵抗の和からなる内部抵抗が小さくて電気伝導性が良好であること、(ii)圧縮や曲げ等の機械的強度が不足しないこと、(iii)黒鉛粉末間に隙間が生じることに起因してガス等が流路から漏れ出す浸透漏れがない、あるいは、非常に少ないこと、である。

## 【 0 0 0 5 】

ところが、ボンドカーボンコンパウンドを用い単に樹脂成形してなる従来の燃料電池用セパレータでは、黒鉛粉末（黒鉛粒子）が熱硬化性樹脂マトリクス中にランダムに分散配向されているに過ぎないために、黒鉛粒子相互の接触部分が少なく、セパレータとして要求される性能に見合うだけの電気伝導性が得られないばかりでなく、黒鉛粒子間の結合も専ら熱硬化性樹脂マトリクスに依存することになり、電気伝導性の向上を図るべく電気絶縁性である樹脂量をできるだけ少なくした場合、黒鉛粒子周りの樹脂が不足し、その結果、黒鉛粒子間の結合が不十分になり、圧縮や曲げ等の機械的強度が著しく低下するという問題がある。また、樹脂量を少なくした場合、黒鉛粒子間に隙間が生じて浸透漏れが多くなるという問題もあり、燃料電池用セパレータとして要求される上記(i)～(iii)の性能を十分に達成することができなかつたのである。

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

本発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、黒鉛粒子相互間に重なり部分を確保することで、電気伝導性の向上と共に、機械的強度の向上を図ることができ、しかも浸透漏れをなくする、あるいは、非常に少なくすることができる燃料電池用セパレータを提供することを目的とするものである。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明に係る燃料電池用セパレータは、黒鉛粉末を熱硬化性樹脂で結合してなる複合体からなり、この複合体を所定の成形形状の金型に充填してこの金型を加熱して昇温させるとともに成形圧力を加える樹脂成形法により少なくとも片面には燃料ガス流路、酸化ガス流路または冷却水流路を形成するリブ部が形成されている燃料電池用セパレータであって、上記複合体が、黒鉛粉末76～92重量%、熱硬化性樹脂8～24重量%の組成割合に設定され、この複合体における黒鉛粉末の平均粒径が15～200 $\mu\text{m}$ に設定されており、この黒鉛粉末が、フェノール類、ホルムアルデヒド類、反応触媒及びこのフェノール類とホルムアルデヒド類を反応させてフェノール樹脂を生成するためのフェノール樹脂反応溶液に黒鉛粉を投入して黒鉛粉の存在下でフェノール類とホルムアルデヒド類を反応させることにより、その反応に伴い生成されるフェノール樹脂を黒鉛粉の間に吸着させて黒鉛粉とフェノール樹脂との凝集体からなる黒鉛粒子であり、上記複合体が所定の金型に充填されて成形圧力を加えることで樹脂成形されたセパレータ成形体の断面は、複数個の上記成形圧力で偏平状態となった黒鉛粒子が偏平になって厚さ方向で積層構造をなすように形成されていることを特徴とするものである。

10

## 【0008】

このような特徴構成を有する本発明によれば、断面の厚さ方向において、複数個の偏平になった黒鉛粒子（偏平な黒鉛粒子）が積層構造をなしているので、導電性を有する黒鉛粒子相互の重なり部分を確保してセパレータ成形体として要求される電気伝導性の向上を図ることができる。しかも、黒鉛粒子が相互に重なり合う積層構造とすることによって、スタック時に強力な締め付け力を受けるリブ部の圧縮強度を高めてセパレータ成形体全体としての機械的強度、特に、曲げ強度を大きく確保することができ、これによって、電気伝導性の上で不利な電気絶縁性の熱硬化性樹脂の配合量を少なくした場合でも、セパレータ成形体として要求される機械的強度を十分に確保することが可能であり、したがって、燃料電池の小型軽量化を図る上で非常に有効なセパレータの薄肉化を達成することができる。

20

## 【0009】

加えて、偏平な黒鉛粒子が相互に重なり合っているために、黒鉛粒子間に隙間がほとんど発生せず、ガス等が流路から漏れ出す浸透漏れをなくする、あるいは、非常に少なくすることができる。

30

## 【0010】

以上のように、複数個の偏平な黒鉛粒子をセパレータ成形体の厚さ方向で積層構造とすることにより、燃料電池用セパレータとして要求される既述(i)～(iii)の性能を确实十分に達成することができるという効果を奏する。

## 【0011】

特に、本発明に係る燃料電池用セパレータにおいて、複数個の黒鉛粒子として、黒鉛粉とフェノール樹脂との凝集体からなる微小粒状の黒鉛粒子を用いることによって、各黒鉛粒子を低い成形圧力のもとで偏平化しやすく、その偏平になった黒鉛粒子を相互に結着させて成形圧力の負荷方向に対し垂直な方向で偏平な黒鉛粒子が隙間なく並んだ積層構造を得ることができるとともに、熱硬化性樹脂と黒鉛粒子との界面における熱収縮差に起因する内部応力を被覆樹脂が分散緩和して黒鉛粒子自体にクラックや割れなどが発生することを効果的に抑制し、黒鉛粒子相互の結着と黒鉛粒子個々の優れたガス不透過性との相乗により、浸透漏れを確実に防止してセパレータの性能を一段と向上することができる。

40

## 【0012】

また、本発明に係る燃料電池用セパレータにおいて、積層構造をなす偏平な黒鉛粒子の一部をリブ部の先端表面に露出させることにより、電極との接触面積を拡大するとともに、電極側の接面とリブ部の先端表面（電極との接触面）との馴染み性も向上させて接触抵抗の著しい低下を図り、セパレータ全体の電気導電性の一層の向上を達成することができる。

50

## 【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る燃料電池用セパレータにおいて、複合体の一方の組成であって、電気伝導性及びガス透過性に大きく関与する熱硬化性樹脂の組成割合を8～24重量%の範囲に設定することによって、ガス不透過性を確保して浸透漏れを確実に防止すると同時に、固有抵抗を下げて電気伝導性を良好なものとするができる。因みに、熱硬化性樹脂の組成割合が8重量%未満の場合は、ガス不透過性が小さくて浸透漏れを生じやすく、かつ、24重量%を超える場合は、固有抵抗が大きくなり、この種のセパレータとして要求される電気伝導性を確保することができない。

## 【 0 0 1 4 】

さらに、本発明に係る燃料電池用セパレータにおいて、複合体の他方の組成であって、成形性、電気伝導性及び強度に大きく関与する黒鉛粉末として、平均粒径が15～200μm、好ましくは、40～125μmの範囲に設定することによって、成形材料である複合体の伸び、流動性をよくして成形性を優れたものとともに、振動等によって割れ等の損傷を受けないだけの十分な機械的強度を確保しながら、固有抵抗を下げて電気伝導性を良好にし燃料電池の性能及び効率を向上することができる。因みに、黒鉛粉末の平均粒径が15μm未満の場合は、固有抵抗が大きくなって、この種のセパレータとして要求される電気伝導性を確保することができず、かつ、200μmを超える場合は、樹脂成形時の流動性に欠け成形性が悪化するとともに、機械的強度も小さく燃料電池として使用するとき割れ等の損傷を蒙りやすい。

## 【 0 0 1 5 】

なお、本発明で用いられる熱硬化性樹脂としては、黒鉛粉末との濡れ性に優れたフェノール樹脂が最適であるが、それ以外に、ポリカルボジイミド樹脂、エポキシ樹脂、フルフリルアルコール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂などのように、加熱時に熱硬化反応を起こし、燃料電池の運転温度及び供給ガス成分に対して安定なものであればよい。

## 【 0 0 1 6 】

また、本発明で用いられる黒鉛粉末としては、天然黒鉛、人造黒鉛、カーボンブラック、キッシュ黒鉛、膨張黒鉛等いかなる種類のものであってもよく、コストなどの条件を考慮して任意に選択使用することができる。特に、膨張黒鉛を用いる場合には、該黒鉛が加熱により体積膨張することで層構造を形成したものであり、成形面圧を加えることによってそれら層が互いに絡み合っただけで強固に結合させることが可能であるために、熱硬化性樹脂の割合を少なくする複合体において有効である。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 7 】

本発明は、黒鉛粒子相互間に重なり部分を確保することで、電気伝導性の向上と共に、機械的強度の向上を図ることができ、しかも浸透漏れをなくする、あるいは、非常に少なくすることができる燃料電池用セパレータを提供できる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 8 】

以下、実施例について説明する。Fig. 1は本発明のセパレータを備えた固体高分子型燃料電池を構成するスタック構造の構成を示している。

## 【 0 0 1 9 】

この固体高分子型燃料電池20は、例えばフッ素系樹脂より形成されたイオン交換膜である電解質膜1と、炭素繊維系で織成したカーボンクロスやカーボンペーパーあるいはカーボンフェルトにより形成され、上記電解質膜1を両側から挟みサンドイッチ構造をなすガス拡散電極となるアノード2及びカソード3と、そのサンドイッチ構造をさらに両側から挟むセパレータ4、4とから構成される単セル5の複数組を積層し、その両端に図示省略した集電板を配置したスタック構造から構成されている。

## 【 0 0 2 0 】

上記セパレータ4は、Fig. 2に明示するように、その周辺部に、水素を含有する燃

10

20

30

40

50

料ガス孔 6, 7 と酸素を含有する酸化ガス孔 8, 9 と冷却水孔 10 とが形成されており、上記単セル 5 の複数組を積層した時、各セパレータ 4 の各孔 6, 7, 8, 9, 10 がそれぞれ燃料電池 20 内部をその長手方向に貫通して燃料ガス供給マニホールド、燃料ガス排出マニホールド、酸化ガス供給マニホールド、酸化ガス排出マニホールド、冷却水路を形成するようになされている。

#### 【0021】

また、上記セパレータ 4 の表面には、ディンプル状のリブ部 11 が一体形成されており、Fig. 3 に示すように、そのリブ部 11 とアノード 2 の表面との間には燃料ガス流路 12 が形成されているとともに、リブ部 11 とカソード 3 の表面との間には酸化ガス流路 13 が形成されている。

10

#### 【0022】

上記構成の固体高分子型燃料電池 20 においては、外部に設けられた燃料ガス供給装置から燃料電池 20 に対して供給された水素を含有する燃料ガスが上記燃料ガス供給マニホールドを經由して各単セル 5 の燃料ガス流路 12 に供給されて各単セル 5 のアノード 2 側において既述(1)式で示したとおりの電気化学反応を呈し、その反応後の燃料ガスは各単セル 5 の燃料ガス流路 12 から上記燃料ガス排出マニホールドを經由して外部に排出される。同時に、外部に設けられた酸化ガス供給装置から燃料電池 20 に対して供給された酸素を含有する酸化ガス(空気)が上記酸化ガス供給マニホールドを經由して各単セル 5 の酸化ガス流路 13 に供給されて各単セル 5 のカソード 3 側において既述(2)式で示したとおりの電気化学反応を呈し、その反応後の酸化ガスは各単セル 5 の酸化ガス流路 13 から上記酸化ガス排出マニホールドを經由して外部に排出される。

20

#### 【0023】

上記(1)及び(2)式の電気化学反応に伴い、燃料電池 20 全体としては既述(3)式で示した電気化学反応が進行して、燃料が有する化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換することで、所定の電池性能が発揮される。なお、この燃料電池 20 は、電解質膜 1 の性質から約 80 ~ 100 の温度範囲で運転されるために発熱を伴う。そこで、燃料電池 20 の運転中は、外部に設けられた冷却水供給装置から該燃料電池 20 に対して冷却水を供給し、これを上記冷却水路に循環させることによって、燃料電池 20 内部の温度上昇を抑制している。

#### 【0024】

上記のような構成及び動作を有する固体高分子型燃料電池 20 におけるセパレータ 4 の製造方法を、Fig. 4A, B を参照して説明する。このセパレータ 4 は、平均粒径が 15 ~ 200  $\mu\text{m}$ 、好ましくは、40 ~ 125  $\mu\text{m}$  の黒鉛粉末 76 ~ 92 重量%、好ましくは、70 ~ 87 重量%、熱硬化性樹脂 8 ~ 24 重量%、好ましくは、10 ~ 20 重量%の組成割合に設定した複合体(ボンドカーボン)を用いて成形されるものであって、上記黒鉛粉末と熱硬化性樹脂とを均一に混合調整して所定のコンパウンドを作成する(ステップ S100)。

30

#### 【0025】

ここで、ボンドカーボンの一方の材料である黒鉛粉末としては、フェノール類、ホルムアルデヒド類、反応触媒及びこのフェノール類とホルムアルデヒド類を反応させてフェノール樹脂を生成するためのフェノール樹脂反応溶液に黒鉛粉を投入して黒鉛粉の存在下でフェノール類とホルムアルデヒド類を反応させることにより、その反応に伴い生成されるフェノール樹脂を黒鉛粉の間に吸着させて黒鉛粉とフェノール樹脂との凝集体からなる黒鉛粒子を使用する。

40

#### 【0026】

ついで、上記コンパウンドを、上記リブ部 11 形成用の凹部を含めて所定の成形形状を持つ金型 15 内に充填する(ステップ S101)。この状態で、金型 15 を 150 ~ 200 に加熱し昇温するとともに、図外のプレスを動作させて Fig. 4B 中の矢印 f 方向から 15 MPa 以上、好ましくは、18 MPa 以上の成形圧力を加えることにより金型 15 の形状に応じて上記リブ部 11 を有する所定形状のセパレータ 成形体 4A が樹脂成形

50

される(ステップS102)。

【0027】

上記のごとき成形圧力が加えられて樹脂成形されたセパレータ 成形体4Aでは、Fig. 5に示すように、リブ部11も含めて成形体全域の全ての黒鉛粒子14...が偏平状態となって相互に結着され、成形圧力の負荷方向に対し垂直な方向には偏平な黒鉛粒子14...が隙間なく並び、かつ、セパレータ 成形体4Aの断面厚さ方向では偏平な黒鉛粒子14...の一部が相互に重なり合った積層構造をなすように形成されている。また、リブ部11の先端部分に位置する一部の偏平な黒鉛粒子14...は、Fig. 6に示すように、そのリブ部11の先端表面に露出されて電極との接触面11aが形成されている。

【0028】

上記のようにして製造された燃料電池用セパレータ4においては、黒鉛粒子14...が成形圧力で偏平化されて偏平な黒鉛粒子14...の一部が重なり合った積層構造となるために、厚さ方向の全域に亘り導電性を有する黒鉛粒子14...相互の重なり接触部を確保してセパレータ4として要求される電気伝導性を向上することができる。

【0029】

また、積層構造によってスタック時に強力な締め付け力を受けるリブ部の圧縮強度を高めてセパレータ 成形体4A全体としての機械的強度、特に、曲げ強度を大きく確保することができ、これによって、電気伝導性の上で不利な電気絶縁性の熱硬化性樹脂の配合量を少なくしてセパレータ4の薄肉化を図りつつ、セパレータ4として要求される機械的強度を十分に確保することが可能である。

【0030】

さらに、偏平な黒鉛粒子14...が相互に重なり合っているために、黒鉛粒子14, 14...間にはほとんど隙間が発生せず、ガス等が流路から漏れ出す浸透漏れを非常に少なくすることができる。

【0031】

特に、黒鉛粉とフェノール樹脂との凝集体からなる微小粒状の黒鉛粒子を用いることによって、各黒鉛粒子14...を低い成形圧力のもとで偏平化させ、その偏平化された黒鉛粒子14...を相互に結着させて成形圧力の負荷方向に対し垂直な方向に隙間なく並んだ積層構造とすることができること、及び、熱硬化性樹脂と黒鉛粒子14...との界面における熱収縮差に起因する内部応力を被覆樹脂や黒鉛粒子14, 14...間の樹脂で分散緩和して黒鉛粒子14...自体のクラックや割れなどによるガス不透過性の低下をなくすることができること、の相乗により、浸透漏れを確実に防止してセパレータ性能を一段と向上することができる。

【0032】

また、電極との接触面となるリブ部11の先端表面11aに偏平な黒鉛粒子14...を露出させることにより、電極との接触面積を拡大することができるとともに、電極側の接触面とリブ部の先端表面11a(電極との接触面)との馴染み性も向上させて接触抵抗の著しい低下を図り、固有抵抗の低下と相俟ってセパレータ 全体の電気伝導性を一層向上することができる。

【産業上の利用可能性】

【0033】

以上のように、この発明は、黒鉛粉末をフェノール樹脂で結合してなる複合体を用い、この複合体を所定の成形形状の金型に充填してこの金型を加熱して昇温させるとともに成形圧力を加える樹脂成形法によりガス流路形成用リブ部を形成してなる燃料電池用セパレータにおいて、上記複合体が、黒鉛粉末76~92重量%、熱硬化性樹脂8~24重量%の組成割合に設定され、この複合体における黒鉛粉末の平均粒径が15~200μmに設定され、この黒鉛粉末が、フェノール類、ホルムアルデヒド類、反応触媒及びこのフェノール類とホルムアルデヒド類を反応させてフェノール樹脂を生成するためのフェノール樹脂反応溶液に黒鉛粉を投入して黒鉛粉の存在下でフェノール類とホルムアルデヒド類を反応させることにより、その反応に伴い生成されるフェノール樹脂を黒鉛粉の間に吸着さ

10

20

30

40

50

せて黒鉛粉とフェノール樹脂との凝集体からなる黒鉛粒子であり、上記複合体を所定の金型に充填して成形圧力を加えることで上記成形体を樹脂成形し、その成形体の断面を、上記成形圧力で偏平状態となった黒鉛粒子が厚さ方向で積層構造をなすよう形成させることによって、ガス不透過性、曲げ等の機械的強度及び電気導電性というセパレータとして要求される性能全てについて著しい向上が達成できるようにした技術である。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】 Fig. 1 は本発明に係る燃料電池用セパレータを備えた固体高分子型燃料電池を構成するスタック構造の構成を示す分解斜視図である。

【図2】 Fig. 2 は同固体高分子型燃料電池におけるセパレータの外観正面図である

10

【図3】 Fig. 3 は同固体高分子型燃料電池の構成単位である単セルの構成を示す要部の拡大断面図である。

【図4A】 Fig. 4 A は本発明の燃料電池用セパレータの製造工程の説明図である。

【図4B】 Fig. 4 B はその製造の様子を説明する説明図である。

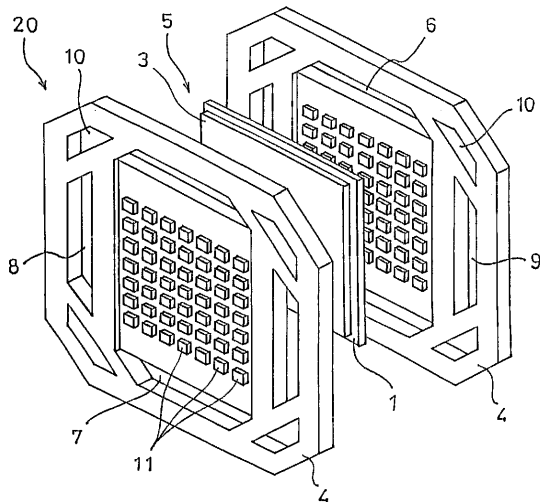
【図5】 Fig. 5 は本発明に係る燃料電池用セパレータにおけるリブ部を含んだ状態を模式的に示す要部の拡大断面図である。

【図6】 Fig. 6 は同セパレータのリブ部の表面状態を模式的に示す要部の拡大断面図である。

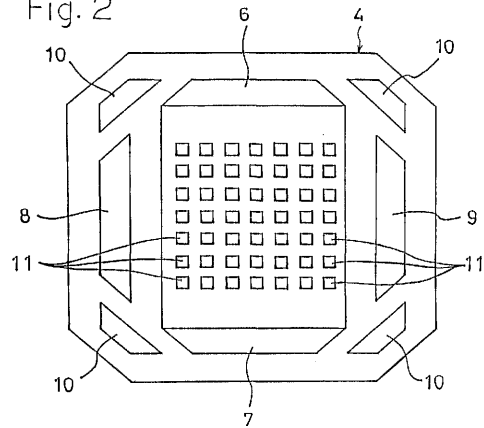
【図7】 Fig. 7 は電気抵抗の測定要領の説明図である。

20

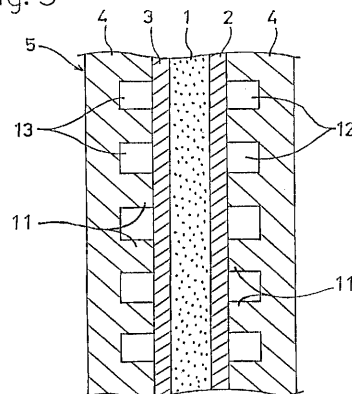
【図1】  
Fig.1



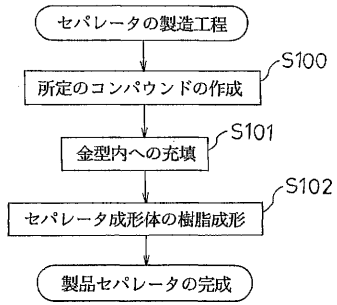
【図2】  
Fig.2



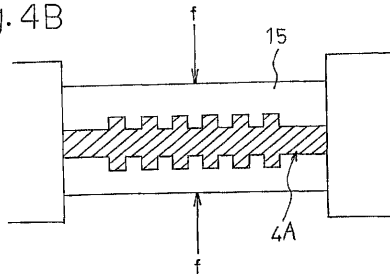
【図3】  
Fig.3



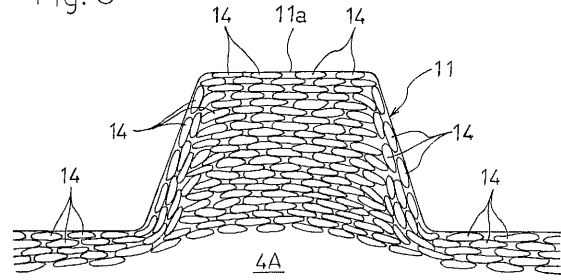
【図4A】  
Fig. 4A



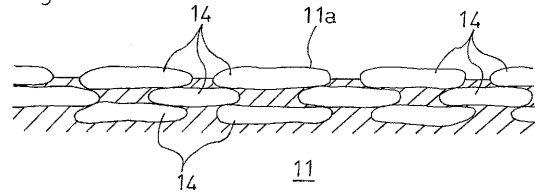
【図4B】  
Fig. 4B



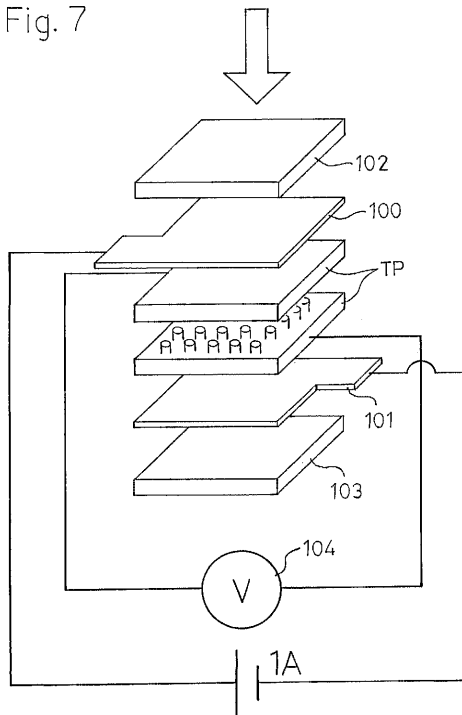
【図5】  
Fig. 5



【図6】  
Fig. 6



【図7】  
Fig. 7



---

フロントページの続き

(72)発明者 杉田 克紀

兵庫県三田市下内神字打場5 4 1 番地の1 日本ピラー工業株式会社三田工場内

審査官 原 賢一

(56)参考文献 特開平11-204120(JP,A)

特開平10-139409(JP,A)

特開平11-297338(JP,A)

特開2000-123835(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/02,8/10