

(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2009-283431

(P2009-283431A)

(43) 公開日 平成21年12月3日(2009.12.3)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO 1 R	11/01 (2006.01)	HO 1 R 11/01	5 O 1 G
HO 1 B	5/16 (2006.01)	HO 1 B 5/16	5 E 0 5 1
HO 1 B	13/00 (2006.01)	HO 1 B 13/00	5 G 3 0 7
HO 1 R	43/00 (2006.01)	HO 1 R 43/00	5 O 1 P
			H

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-189799 (P2008-189799)  
 (22) 出願日 平成20年7月23日 (2008. 7. 23)  
 (31) 優先権主張番号 特願2007-337192 (P2007-337192)  
 (32) 優先日 平成19年12月27日 (2007. 12. 27)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2008-115077 (P2008-115077)  
 (32) 優先日 平成20年4月25日 (2008. 4. 25)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 306037311  
 富士フイルム株式会社  
 東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74) 代理人 100080159  
 弁理士 渡辺 望穂  
 (74) 代理人 100090217  
 弁理士 三和 晴子  
 (72) 発明者 島中 優介  
 静岡県榛原郡吉田町川尻4000番地 富士フイルム株式会社内  
 Fターム(参考) 5E051 CA04  
 5G307 HA02 HB03 HC04

(54) 【発明の名称】 微細構造体およびその製造方法

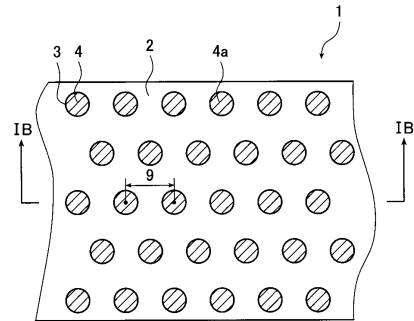
(57) 【要約】

【課題】 異方導電性部材として使用可能な、マイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材からなり、該マイクロポア貫通孔に金属が高い充填率で充填された微細構造体、および、その製造方法の提供。

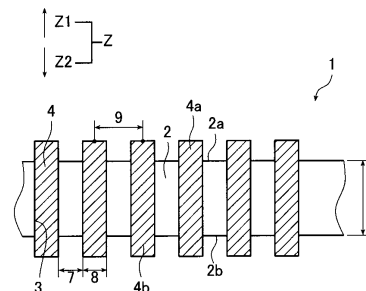
【解決手段】  $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{10} / \text{mm}^2$  の密度で、孔径  $10 \sim 500 \text{ nm}$  のマイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材からなる微細構造体であって、該マイクロポア貫通孔内部に、充填率  $80\%$  以上で金属が充填されていることを特徴とする微細構造体。

【選択図】 図 1

(A)



(B)



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

1 × 10<sup>6</sup> ~ 1 × 10<sup>10</sup> / mm<sup>2</sup>の密度で、孔径 10 ~ 500 nm のマイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材からなる微細構造体であって、該マイクロポア貫通孔内部に、充填率 80 % 以上で金属が充填されていることを特徴とする微細構造体。

## 【請求項 2】

前記絶縁性基材が、アルミニウムの陽極酸化により得られたアルミナ基材であることを特徴とする、請求項 1 に記載の微細構造体。

## 【請求項 3】

前記マイクロポア貫通孔について下記式 ( i ) により定義される規則化度が 50 % 以上である、請求項 1 または 2 に記載の微細構造体。

$$\text{規則化度 ( \% )} = B / A \times 100 \quad ( i )$$

上記式 ( i ) 中、A は、測定範囲におけるマイクロポア貫通孔の全数を表す。B は、一のマイクロポア貫通孔の重心を中心とし、他のマイクロポア貫通孔の縁に内接する最も半径が短い円を描いた場合に、その円の内部に上記一のマイクロポア貫通孔以外のマイクロポア貫通孔の重心を 6 個含むことになる上記一のマイクロポア貫通孔の測定範囲における数を表す。

## 【請求項 4】

前記マイクロポア貫通孔に充填された前記金属が、前記基材の表面に露出している、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の微細構造体。

## 【請求項 5】

前記マイクロポア貫通孔に充填された前記金属が、前記基材の表面から突出している、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の微細構造体。

## 【請求項 6】

( 1 ) 1 × 10<sup>6</sup> ~ 1 × 10<sup>10</sup> / mm<sup>2</sup>の密度で、孔径 10 ~ 500 nm のマイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材の一方の表面に空隙のない電極膜を形成する処理、  
( 2 ) 前記電極膜を用いた電解めっき処理による金属充填処理  
を少なくともこの順に施すことを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の微細構造体の製造方法。

## 【請求項 7】

前記空隙のない電極膜が、前記絶縁性基材の一方の表面に無電解めっき処理を施すことにより形成されることを特徴とする、請求項 6 に記載の微細構造体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、微細構造体およびその製造方法に関する。より具体的には、マイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材からなる微細構造体であって、該マイクロポア貫通孔に金属が高い充填率で充填された微細構造体およびその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

異方導電性部材は、半導体素子等の電子部品と回路基板との間に挿入し、加圧するだけで電子部品と回路基板間の電氣的接続が得られるため、半導体素子等の電子部品等の接続部材及び機能検査を行う際の検査用コネクタ等、広く使用されているほか、光伝送素材の用途としても応用が期待でき、注目度が高い部材である。

## 【0003】

特に半導体素子等の電子接続部材は、そのダウンサイジング化が顕著であり、従来のワイヤーボンディングのような直接配線基板を接続するような方式では、接続の安定性を十分に保証することができない。これに代わり近年注目されているのが異方導電性部材であり、絶縁素材の皮膜中に導電性部材が貫通林立したタイプや、金属球を配置したタイプのものが注目されている。

10

20

30

40

50

## 【0004】

また、検査用コネクタは、半導体素子等の電子部品を回路基板に実装した後に機能検査を行うと、電子部品が不良であった場合に、回路基板もともに処分されることとなり、金銭的な損失が大きくなってしまふという問題を回避するためである。

即ち、半導体素子等の電子部品を、実装時と同様のポジションで回路基板に異方導電性部材を介して接触させて機能検査を行うことで、電子部品を回路基板上に実装せずに、機能検査を実施でき、上記の問題を回避することができる。

## 【0005】

このような異方導電性部材として、特許文献1には、「接着性絶縁材料からなるフィルム基板中に、導電性材料からなる複数の導通路が、互いに絶縁された状態で、かつ該フィルム基板を厚み方向に貫通した状態で配置され、フィルム基板の長手方向と平行な導通路の断面における形状の外周上の2点間の最大長の平均が10～30 $\mu$ mであり、隣接する導通路の間隔が、上記最大長の平均の0.5～3倍であることを特徴とする異方導電性フィルム。」が開示されている。

10

## 【0006】

また、特許文献2には、「絶縁性樹脂よりなるフィルム基材中に、複数の導通路が、互いに絶縁されて、該フィルム基材を厚み方向に貫通し、かつ、千鳥配列で配置されている、異方導電性フィルムであって、導通路列内の導通路間距離よりも、隣り合う導通路列間での導通路間距離が小さいことを特徴とする、異方導電性フィルム。」が開示されている。

20

## 【0007】

このような異方導電性フィルムの製造方法として、特許文献1および2には、異方導電性材料の細線を絶縁性フィルム上に挟み込んだ後、加熱及び加圧により一体化し、厚み方向にスクライブする方法が開示されている。

また、特許文献3には、レジストとマスクを用いて導電性の柱を電鍍で作製し、これに絶縁性素材を流し込み硬化させることで異方導電性フィルムを製造する方法が検討されている。

## 【0008】

一方、特許文献4には、「電氣的絶縁材からなる保持体と、該保持体中に互いに絶縁状態にて備えられた複数の導電部材とを有し、前記各導電部材の一端が前記保持体の一方の面において露出しており、前記各導電部材の他端が前記保持体の他方の面において露出している電氣的接続部材を製造する方法において、基体と、該基体に積層されて設けられるところの前記保持体となる絶縁層とを有する母材に対し前記絶縁層側から高エネルギービームを照射して、複数の領域において前記絶縁層の全部と前記基体の一部とを除去し、前記母材に複数の穴を形成する第1の工程と、

30

形成された複数の穴に、前記絶縁層の面と面一またはこの面より突出させて、前記導電部材となる導電材料を充填する第2の工程と、前記基体を除去する第3の工程と、を有することを特徴とする電氣的接続部材の製造方法。」が開示されており、絶縁層として、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂等の種々の材質に関する検討も行なわれている。

40

## 【0009】

ところで、近年、半導体素子等の電子部品は、高集積化が一層進むことに伴い、電極(端子)サイズはより小さくなり、電極(端子)数はより増加し、端子間の距離もより狭くなってきている。また、狭ピッチで多数配置されている各端子の表面が本体表面よりも奥まった位置にある表面構造の電子部品も現れてきている。

そのため、このような電子部品に対応できるよう、異方導電性部材における導通路もその外径(太さ)をより小さくし、かつ、狭ピッチで配列させる必要が生じている。

しかしながら、上記特許文献1～4等に記載されている異方導電性フィルムや電氣的接続部材を製造する方法では、導通路のサイズを小さくすることは非常に困難であり、狭ピッチでサイズが小さい導通路を得るために、導電性部材を高い充填率で充填させることは

50

さらに困難である。

したがって、狭ピッチでサイズが小さい導通路を得るために、導電性部材を高い充填率で充填させる方法が期待されている。

【0010】

【特許文献1】特開2000-012619号公報

【特許文献2】特開2005-085634号公報

【特許文献3】特開2002-134570号公報

【特許文献4】特開平03-182081号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0011】

したがって、本発明は、導通路の設置密度を飛躍的に向上させ、高集積化が一層進んだ現在においても半導体素子等の電子部品の検査用コネクタ等として使用することができる狭ピッチに対応した異方導電性部材として使用可能な、マイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材からなり、該マイクロポア貫通孔に金属が高い充填率で充填された微細構造体、および、その製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者は、上記目的を達成すべく鋭意研究した結果、マイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材の一方の表面に空隙の無い電極膜を形成し、該電極膜を用いて電解めっき処理を行うことにより、該マイクロポア貫通孔に金属を高い充填率で充填できることを見出し、本発明を完成させた。

20

【0013】

すなわち、本発明は、以下の(i)~(v)を提供する。

(i)  $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{10} / \text{mm}^2$ の密度で、孔径10~500nmのマイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材からなる微細構造体であって、該マイクロポア貫通孔内部に、充填率80%以上で金属が充填されていることを特徴とする微細構造体。

(ii) 前記絶縁性基材が、アルミニウムの陽極酸化により得られたアルミナ基材であることを特徴とする、上記(i)に記載の微細構造体。

(iii) 前記マイクロポア貫通孔について下記式(i)により定義される規則化度が50%以上である、上記(i)または(ii)に記載の微細構造体。

30

規則化度(%) =  $B / A \times 100$  (i)

上記式(i)中、Aは、測定範囲におけるマイクロポア貫通孔の全数を表す。Bは、一のマイクロポア貫通孔の重心を中心とし、他のマイクロポア貫通孔の縁に内接する最も半径が短い円を描いた場合に、その円の内部に上記一のマイクロポア貫通孔以外のマイクロポア貫通孔の重心を6個含むことになる上記一のマイクロポア貫通孔の測定範囲における数を表す。

(iv) 前記マイクロポア貫通孔に充填された前記金属が、前記基材の表面に露出している、上記(i)乃至(iii)のいずれかに記載の微細構造体。

(v) 前記マイクロポア貫通孔に充填された前記金属が、前記基材の表面から突出している、上記(i)乃至(iii)のいずれかに記載の微細構造体。

40

(vi) (1)  $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{10} / \text{mm}^2$ の密度で、孔径10~500nmのマイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材の一方の表面に空隙のない電極膜を形成する処理、

(2) 電解めっき処理による金属充填処理

を少なくともこの順に施すことを特徴とする、上記(i)乃至(v)のいずれかに記載の微細構造体の製造方法。

(vii) 前記空隙のない電極膜が、前記絶縁性基材の一方の表面に無電解めっき処理を施すことにより形成されることを特徴とする、上記(vi)に記載の微細構造体の製造方法。

【発明の効果】

50

## 【 0 0 1 4 】

以下に示すように、本発明によれば、導通路の設置密度、および、導通路をなす金属の充填率を飛躍的に向上させ、高集積化が一層進んだ現在においても半導体素子等の電子部品の検査用コネクタ等として使用することができる異方導電性部材に好適な微細構造体、および、その製造方法を提供することができる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 5 】

以下に、本発明の微細構造体およびその製造方法について詳細に説明する。

本発明の微細構造体は、 $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{10} / \text{mm}^2$ の密度で、孔径 $10 \sim 500 \text{ nm}$ のマイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材からなる微細構造体であって、該マイクロポア貫通孔内部に、充填率 $80\%$ 以上で金属が充填されている。

10

## 【 0 0 1 6 】

図1は、本発明の微細構造体の好適な実施態様の一例を示す簡略図であり、図1(A)は正面図、図1(B)は図1(A)の切断面線I B - I Bからみた断面図である。

本発明の微細構造体1は、マイクロポア貫通孔3を有する絶縁性基材2からなり、該マイクロポア貫通孔3には、金属4が充填されている。本発明の微細構造体1を異方導電性部材として用いる場合、金属4が充填されたマイクロポア貫通孔3が該異方導電性部材の導通路をなす。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の微細構造体を異方導電性部材として用いる場合、マイクロポア貫通孔3に充填された金属4が、絶縁性基材2の一方の面において露出し、かつ、絶縁性基材2の他方の面において露出した状態となる必要がある。別の言い方をすると、本発明の微細構造体1を異方導電性部材として用いる場合、マイクロポア貫通孔3に充填された金属4が、絶縁性基材2の表面2 a , 2 b に露出した状態となる必要がある。但し、図1(B)に示すように、マイクロポア貫通孔3に充填された金属4が絶縁性基材2の表面2 a , 2 b から突出した状態(4 a , 4 b )となることが好ましい。

20

## 【 0 0 1 8 】

次に、微細構造体の各構成要素について、材料、寸法等について説明する。

## 【 0 0 1 9 】

## [ 絶縁性基材 ]

本発明の微細構造体1を構成する絶縁性基材2は、孔径 $10 \sim 500 \text{ nm}$ のマイクロポア貫通孔3を $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{10} / \text{mm}^2$ の密度で有する。ここで、絶縁性基材は、従来公知の異方導電性フィルム等を構成する絶縁性基材(例えば、熱可塑性エラストマー等)と同程度の電気抵抗率( $10^{14} \cdot \text{cm}$ )を有するものであればよい。

30

絶縁性基材は、上記を満たす限り特に限定されないが、所望の孔径を有する独立したマイクロポア貫通孔3が得られ、しかも、高アスペクト比のマイクロポア貫通孔3を得られることから、金属の陽極酸化により形成される酸化皮膜が好ましく、その中でも寸法安定性がよく、比較的安価であることからアルミニウムの陽極酸化により得られるアルミナ基材が特に好ましい。

## 【 0 0 2 0 】

また、本発明の微細構造体1において、金属4が充填されるマイクロポア貫通孔3は、絶縁性基材2によって互いに絶縁された状態で存在するものであるが、その密度は $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{10} / \text{mm}^2$ である。

40

マイクロポア貫通孔3の密度がこの範囲にあることにより、本発明の微細構造体は高集積化が一層進んだ現在においても半導体素子等の電子部品の検査用コネクタ等として使用することができる。一方でマイクロポア貫通孔3の密度がこの範囲を上回ると、インピーダンス特性により異方導電性を保ちにくくなる場合がある。

マイクロポア貫通孔3の密度が、 $2 \times 10^6 \sim 8 \times 10^9 / \text{mm}^2$ であるのが好ましく、 $5 \times 10^6 \sim 5 \times 10^9 / \text{mm}^2$ であるのがより好ましい。

## 【 0 0 2 1 】

50

本発明の微細構造体 1 において、マイクロポア貫通孔 3 の孔径（図 1（B）においては符号 8 で表される部分）が 10 ~ 500 nm である。

マイクロポア貫通孔 3 の孔径がこの範囲であると、電気信号を流した際に十分な応答が得ることができるため、本発明の微細構造体 1 を電子部品の検査用コネクタとして好適に用いることができる。

マイクロポア貫通孔 3 の孔径は、20 ~ 400 nm であるのが好ましく、40 ~ 200 nm であるのがより好ましく、50 ~ 100 nm であるのが更に好ましい。

【0022】

本発明の微細構造体 1 を構成する絶縁性基材 2 は、マイクロポア貫通孔 3 について下記式（i）により定義される規則化度が 50% 以上であることが、マイクロポア貫通孔の密度を高めることができることから好ましい。

【0023】

$$\text{規則化度（\%）} = B / A \times 100 \quad (\text{i})$$

【0024】

上記式（i）中、A は、測定範囲におけるマイクロポア貫通孔の全数を表す。B は、一のマイクロポア貫通孔の重心を中心とし、他のマイクロポア貫通孔の縁に内接する最も半径が短い円を描いた場合に、その円の内部に上記一のマイクロポア貫通孔以外のマイクロポア貫通孔の重心を 6 個含むことになる上記一のマイクロポア貫通孔の測定範囲における数を表す。

【0025】

図 2 は、マイクロポア貫通孔の規則化度を算出する方法の説明図である。図 2 を用いて、上記式（1）をより具体的に説明する。

図 2（A）に示されるマイクロポア貫通孔 101 は、マイクロポア貫通孔 101 の重心を中心とし、他のマイクロポア貫通孔の縁に内接する最も半径が短い円 103（マイクロポア貫通孔 102 に内接している。）を描いた場合に、円 103 の内部にマイクロポア貫通孔 101 以外のマイクロポア貫通孔の重心を 6 個含んでいる。したがって、マイクロポア貫通孔 101 は、B に算入される。

図 2（B）に示されるマイクロポア貫通孔 104 は、マイクロポア貫通孔 104 の重心を中心とし、他のマイクロポア貫通孔の縁に内接する最も半径が短い円 106（マイクロポア貫通孔 105 に内接している。）を描いた場合に、円 106 の内部にマイクロポア貫通孔 104 以外のマイクロポア貫通孔の重心を 5 個含んでいる。したがって、マイクロポア貫通孔 104 は、B に算入されない。

また、図 2（B）に示されるマイクロポア貫通孔 107 は、マイクロポア貫通孔 107 の重心を中心とし、他のマイクロポア貫通孔の縁に内接する最も半径が短い円 109（マイクロポア貫通孔 108 に内接している。）を描いた場合に、円 109 の内部にマイクロポア貫通孔 107 以外のマイクロポア貫通孔の重心を 7 個含んでいる。したがって、マイクロポア貫通孔 107 は、B に算入されない。

【0026】

本発明の微細構造体 1 を構成する絶縁性基材 2 は、厚み（図 1（B）においては符号 6 で表される部分）が、30 ~ 300 μm であるのが好ましく、50 ~ 100 μm であるのがより好ましい。絶縁性基材の厚みがこの範囲であると、絶縁性基材の取り扱い性が良好となる。

【0027】

また、本発明の微細構造体 1 を構成する絶縁性基材 2 において、マイクロポア貫通孔 3 間の幅（図 1（B）においては符号 7 で表される部分）は、10 nm 以上であるのが好ましく、20 ~ 100 nm であるのがより好ましく、20 ~ 50 nm であるのが更に好ましい。絶縁性基材 2 において、金属 4 が充填されるマイクロポア貫通孔 3 間の幅がこの範囲であると、絶縁性基材 2 が絶縁性の隔壁として十分に機能する。

【0028】

また、本発明の微細構造体 1 において、隣接するマイクロポア貫通孔 3 の中心間距離（

10

20

30

40

50

図 1 においては符号 9 で表される部分。以下、「ピッチ」ともいう。)は、20 ~ 500 nm であるのが好ましく、40 ~ 200 nm であるのがより好ましく、50 ~ 140 nm であるのが更に好ましい。ピッチがこの範囲であると、マイクロポア貫通孔 3 の直径とマイクロポア貫通孔 3 間の幅(絶縁性の隔壁厚)とのバランスがとりやすい。

【0029】

[金属]

本発明の微細構造体 1 において、マイクロポア貫通孔 3 に充填される金属 4 は、電気抵抗率が  $10^3 \cdot \text{cm}$  以下の金属であれば特に限定されず、その具体例としては、金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、マグネシウム(Mg)、ニッケル(Ni)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、パラジウム(Pd)、ベリリウム(Be)、レニウム(Re)、タングステン(W)等が好適に例示される。これらの金属のうちいずれか一種をマイクロポア貫通孔 3 に充填してもよいし、これらの金属のうち 2 種以上の合金をマイクロポア貫通孔 3 に充填してもよい。

中でも、電気伝導性の観点から、銅、金、アルミニウム、ニッケルが好ましく、銅、金がより好ましい。

なお、コストの観点から、マイクロポア貫通孔 3 内部に充填される金属 4 としては、金以外の材料(例えば、銅)を使用し、絶縁性基材 2 の両面から露出した面や突出した面(以下、「端面」ともいう。)の表面だけが金で形成されるのがより好ましい。

【0030】

図 1 に示す微細構造体 1 では、絶縁性基材 2 に存在する全てのマイクロポア貫通孔 3 に金属 4 が充填されているが、本発明の微細構造体 1 において、絶縁性基材 2 に存在する全てのマイクロポア貫通孔 3 に金属 4 が充填されていることは必ずしも要求されない。ただし、本発明の微細構造体 1 において、絶縁性基材 2 に存在するマイクロポア貫通孔 3 に占める金属 4 が充填されているマイクロポア貫通孔 3 の割合、すなわち、金属 4 の充填率が 80% 以上である。

ここで金属 4 の充填率は、絶縁性基材 2 の表面を SEM で観察し、視野内における全マイクロポア貫通孔 3 の数に対する、金属 4 が充填されているマイクロポア貫通孔 3 の数を比率計算することで求めることができる。

本発明の微細構造体 1 を異方導電性部材として用いる場合、絶縁性基材 2 に存在するマイクロポア貫通孔 3 のうち、金属 4 が充填されていないものは、導通路として機能することができず、異方導電性部材の欠陥となる。

本発明の微細構造体は、金属の充填率が 80% 以上であるため、異方導電性部材として用いた場合に、欠陥がきわめて少ない優れた異方導電性部材となる。

本発明の微細構造体は、金属の充填率が 90% 以上であることが好ましく、95% 以上であることがより好ましい。

【0031】

また、本発明の微細構造体 1 において、マイクロポア貫通孔 3 に充填された金属 4 が絶縁性基材 2 の表面 2a, 2b から突出している場合、その突出した部分(図 1(B)においては符号 4a および 4b で表される部分。以下、「バンプ」ともいう。)の高さは、1 ~ 1000 nm であるのが好ましく、5 ~ 500 nm であるのがより好ましい。バンプの高さがこの範囲であると、電子部品の電極(パッド)部分との接合性が向上する。

【0032】

本発明の微細構造体は、以下に述べる本発明の微細構造体の製造方法(以下、単に「本発明の製造方法」ともいう。)により製造することができる。

【0033】

本発明の製造方法は、

(1)  $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{10} / \text{mm}^2$  の密度で、孔径 10 ~ 500 nm のマイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材の一方の表面に空隙のない電極膜を形成する処理(電極膜形成処理)、

(2) 電解めっき処理による金属充填処理

10

20

30

40

50

を少なくともこの順に施すことにより、本発明の微細構造体を製造する微細構造体の製造方法である。

【0034】

マイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材は、上記したようにアルミニウムの陽極酸化により得られるアルミナ基材が好ましい。

マイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材として、アルミニウムの陽極酸化によるアルミナ基材を用いる場合、アルミニウム基板に、少なくとも、

(A) 陽極酸化により、マイクロポアを有する酸化皮膜を形成する処理(陽極酸化処理)、および、

(B) 前記(A)処理で得られた酸化皮膜から、アルミニウムを除去する処理(アルミニウム除去処理)、

(C) 前記(B)処理でアルミニウムが除去された酸化皮膜に存在するマイクロポアを貫通化させる処理(貫通化処理)、をこの順に施すことにより得ることができる。

【0035】

次に、上記の手順でマイクロポア貫通孔を有する絶縁性基材を製造する際に用いられるアルミニウム基板、および該アルミニウム基板に施す各処理について詳述する。

【0036】

〔アルミニウム基板〕

アルミニウム基板は、特に限定されず、その具体例としては、純アルミニウム板；アルミニウムを主成分とし微量の異元素を含む合金板；低純度のアルミニウム(例えば、リサイクル材料)に高純度アルミニウムを蒸着させた基板；シリコンウエハー、石英、ガラス等の表面に蒸着、スパッタ等の方法により高純度アルミニウムを被覆させた基板；アルミニウムをラミネートした樹脂基板；等が挙げられる。

【0037】

本発明においては、アルミニウム基板のうち、後述する陽極酸化処理を施す表面は、アルミニウム純度が、99.5質量%以上であるのが好ましく、99.9質量%以上であるのがより好ましく、99.99質量%以上であるのが更に好ましい。アルミニウム純度が上記範囲であると、マイクロポアの独立性が十分となり、該マイクロポアを貫通化させて得たマイクロポア貫通孔に金属を充填した際の独立性が保持され、本発明の微細構造体を異方導電性部材として用いた場合に、漏れ電流等の影響がなくなるため好ましい。

【0038】

また、本発明においては、アルミニウム基板のうち、後述する陽極酸化処理を施す表面は、あらかじめ脱脂処理および鏡面仕上げ処理が施されるのが好ましく、特に、マイクロポアの独立性を向上させる観点から、熱処理が施されるのが好ましい。

【0039】

<熱処理>

熱処理を施す場合は、200~350 で30秒~2分程度施すのが好ましい。具体的には、例えば、アルミニウム基板を加熱オーブンに入れる方法等が挙げられる。

このような熱処理を施すことにより、後述する陽極酸化処理により生成するマイクロポアの独立性が向上する。

また、熱処理後のアルミニウム基板は、急速に冷却するのが好ましい。冷却する方法としては、例えば、水等に直接投入する方法等が挙げられる。

【0040】

<脱脂処理>

脱脂処理は、酸、アルカリ、有機溶剤等を用いて、アルミニウム基板表面に付着した、ほこり、脂、樹脂等の有機成分等を溶解させて除去し、有機成分を原因とする後述の各処理における欠陥の発生を防止することを目的として行われる。

【0041】

脱脂処理としては、具体的には、例えば、各種アルコール(例えば、メタノール等)、各種ケトン(例えば、メチルエチルケトン等)、ベンジン、揮発油等の有機溶剤を常温で

10

20

30

40

50



アルミニウム基板表面に接触させる方法（有機溶剤法）；石けん、中性洗剤等の界面活性剤を含有する液を常温から80℃までの温度でアルミニウム基板表面に接触させ、その後、水洗する方法（界面活性剤法）；濃度10～200g/Lの硫酸水溶液を常温から70℃までの温度でアルミニウム基板表面に30～80秒間接触させ、その後、水洗する方法；濃度5～20g/Lの水酸化ナトリウム水溶液を常温でアルミニウム基板表面に30秒間程度接触させつつ、アルミニウム基板表面を陰極にして電流密度1～10A/dm<sup>2</sup>の直流電流を流して電解し、その後、濃度100～500g/Lの硝酸水溶液を接触させて中和する方法；各種公知の陽極酸化処理用電解液を常温でアルミニウム基板表面に接触させつつ、アルミニウム基板表面を陰極にして電流密度1～10A/dm<sup>2</sup>の直流電流を流して、または、交流電流を流して電解する方法；濃度10～200g/Lのアルカリ水溶液を40～50℃でアルミニウム基板表面に15～60秒間接触させ、その後、濃度100～500g/Lの硝酸水溶液を接触させて中和する方法；軽油、灯油等に界面活性剤、水等を混合させた乳化液を常温から50℃までの温度でアルミニウム基板表面に接触させ、その後、水洗する方法（乳化脱脂法）；炭酸ナトリウム、リン酸塩類、界面活性剤等の混合液を常温から50℃までの温度でアルミニウム基板表面に30～180秒間接触させ、その後、水洗する方法（リン酸塩法）；等が挙げられる。

10

20

30

40

50

#### 【0042】

これらのうち、アルミニウム表面の脂分を除去しうる一方で、アルミニウムの溶解がほとんど起こらない観点から、有機溶剤法、界面活性剤法、乳化脱脂法、リン酸塩法が好ましい。

#### 【0043】

また、脱脂処理には、従来公知の脱脂剤を用いることができる。具体的には、例えば、市販されている各種脱脂剤を所定の方法で用いることにより行うことができる。

#### 【0044】

<鏡面仕上げ処理>

鏡面仕上げ処理は、アルミニウム基板の表面の凹凸、例えば、アルミニウム基板の圧延時に発生した圧延筋等をなくして、電着法等による封孔処理の均一性や再現性を向上させるために行われる。

本発明において、鏡面仕上げ処理は、特に限定されず、従来公知の方法を用いることができる。例えば、機械研磨、化学研磨、電解研磨が挙げられる。

#### 【0045】

機械研磨としては、例えば、各種市販の研磨布で研磨する方法、市販の各種研磨剤（例えば、ダイヤモンド、アルミナ）とパフとを組み合わせた方法等が挙げられる。具体的には、研磨剤を用いる場合、使用する研磨剤を粗い粒子から細かい粒子へと経時的に変更して行う方法が好適に例示される。この場合、最終的に用いる研磨剤としては、#1500のものが好ましい。これにより、光沢度を50%以上（圧延アルミニウムである場合、その圧延方向および幅方向ともに50%以上）とすることができる。

#### 【0046】

化学研磨としては、例えば、「アルミニウムハンドブック」, 第6版, (社)日本アルミニウム協会編, 2001年, p. 164 - 165に記載されている各種の方法等が挙げられる。

また、リン酸 - 硝酸法、Alupol I法、Alupol V法、Alcoa R5法、H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> - CH<sub>3</sub>COOH - Cu法、H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> - HNO<sub>3</sub> - CH<sub>3</sub>COOH法が好適に挙げられる。中でも、リン酸 - 硝酸法、H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> - CH<sub>3</sub>COOH - Cu法、H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> - HNO<sub>3</sub> - CH<sub>3</sub>COOH法が好ましい。

化学研磨により、光沢度を70%以上（圧延アルミニウムである場合、その圧延方向および幅方向ともに70%以上）とすることができる。

#### 【0047】

電解研磨としては、例えば、「アルミニウムハンドブック」, 第6版, (社)日本アルミニウム協会編, 2001年, p. 164 - 165に記載されている各種の方法；米国特

許第2708655号明細書に記載されている方法；「実務表面技術」，vol.33，No.3，1986年，p.32-38に記載されている方法；等が好適に挙げられる。

電解研磨により、光沢度を70%以上（圧延アルミニウムである場合、その圧延方向および幅方向ともに70%以上）とすることができる。

#### 【0048】

これらの方法は、適宜組み合わせ用いることができる。具体的には、例えば、研磨剤を粗い粒子から細かい粒子へと経時的に変更する機械研磨を施し、その後、電解研磨を施す方法が好適に挙げられる。

#### 【0049】

鏡面仕上げ処理により、例えば、平均表面粗さ $R_a$ 0.1 $\mu$ m以下、光沢度50%以上の表面を得ることができる。平均表面粗さ $R_a$ は、0.03 $\mu$ m以下であるのが好ましく、0.02 $\mu$ m以下であるのがより好ましい。また、光沢度は70%以上であるのが好ましく、80%以上であるのがより好ましい。

なお、光沢度は、圧延方向に垂直な方向において、JIS Z8741-1997の「方法3 60度鏡面光沢」の規定に準じて求められる正反射率である。具体的には、変角光沢度計（例えば、VG-1D、日本電色工業社製）を用いて、正反射率70%以下の場合には入反射角度60度で、正反射率70%を超える場合には入反射角度20度で、測定する。

#### 【0050】

##### (A) 陽極酸化処理

(A) 処理では、アルミニウム基板を陽極酸化することにより、該アルミニウム基板表面にマイクロポアを有する酸化皮膜を形成する。

陽極酸化処理としては、従来公知の方法を用いることができる。本発明の微細構造体を異方導電性部材として用いる場合、マイクロポアの独立性が重要であるため、例えば、特許第3,714,507号、特開2002-285382号公報、特開2006-124827号公報、特開2007-204802号公報、特開2007-231339号公報、特開2007-231405号公報、特開2007-231340号公報、特開2007-231340号公報、特開2007-238988号公報、等に記載されている、自己規則化法による陽極酸化処理が好ましい。これらの処理は、各特許および公報の処理条件にて記載されている処理が好ましい。

#### 【0051】

また、独立のマイクロポアを形成するその他の方法としては、例えばインプリント法（突起を有する基板またはロールをアルミニウム板に圧接し、凹部を形成する、転写法、プレスパターンニング法）を用いる方法が挙げられる。具体的には、複数の突起を表面に有する基板をアルミニウム基板表面に押し付けて窪みを形成させる方法が挙げられる。例えば、特開平10-121292号公報に記載されている方法を用いることができる。

また、アルミニウム基板表面にポリスチレン球を稠密状態で配列させ、その上からSiO<sub>2</sub>を蒸着した後、ポリスチレン球を除去し、蒸着されたSiO<sub>2</sub>をマスクとして基板をエッチングして窪みを形成させる方法も挙げられる。

#### 【0052】

また、その他の方法として粒子線法が挙げられる。粒子線法は、アルミニウム基板表面に粒子線を照射して窪みを形成させる方法である。粒子線法は、窪みの位置を自由に制御することができるという利点を有する。

粒子線としては、例えば、荷電粒子ビーム、集束イオンビーム（FIB：Focused Ion Beam）、電子ビームが挙げられる。

粒子線法としては、例えば、特開2001-105400号公報に記載されている方法を用いることもできる。

#### 【0053】

そのほか、ブロックコポリマー法も挙げられる。ブロックコポリマー法は、アルミニウム基板表面にブロックコポリマー層を形成させ、熱アニールによりブロックコポリマー層

10

20

30

40

50

に海島構造を形成させた後、島部分を除去して窪みを形成させる方法である。

ブロックコポリマー法としては、例えば、特開 2003-129288 号公報に記載されている方法を用いることができる。

【0054】

そのほか、レジストパターン・露光・エッチング法も挙げられる。レジストパターン・露光・エッチング法は、フォトリソグラフィあるいは電子ビームリソグラフィ法によりアルミニウム基板表面にレジスト膜を形成し、該レジスト膜に露光および現像を施し、レジストパターンを形成した後これをエッチングすることにより、アルミニウム基板表面まで貫通した窪みを形成させる方法である。

【0055】

このような、インプリント法、粒子線法、ブロックコポリマー法、レジストパターン・露光・エッチング法を使用する場合には、これらの処理でアルミニウムの基板表面に電解起点を与えた後に陽極酸化処理することにより、アルミニウム基板表面に独立したマイクロポアを有する酸化皮膜を形成することができる。

【0056】

(B) アルミニウム除去処理。

(B) 処理では、上記(A)処理で得られた酸化皮膜から、アルミニウム基板を溶解して除去する。

【0057】

アルミニウム基板の溶解には、酸化皮膜(アルミナ)は溶解しにくく、アルミニウムを溶解しやすい処理液を用いる。

即ち、アルミニウム溶解速度  $1 \mu\text{m}/\text{分}$  以上、好ましくは  $3 \mu\text{m}/\text{分}$  以上、より好ましくは  $5 \mu\text{m}/\text{分}$  以上、および、酸化皮膜(アルミナ)溶解速度  $0.1 \text{nm}/\text{分}$  以下、好ましくは  $0.05 \text{nm}/\text{分}$  以下、より好ましくは  $0.01 \text{nm}/\text{分}$  以下の条件を有する処理液を用いる。

具体的には、アルミニウムよりもイオン化傾向の低い金属化合物を少なくとも1種含み、かつ、pHが4以下8以上、好ましくは3以下9以上、より好ましくは2以下10以上の処理液を使用する。

【0058】

このような処理液としては、酸化皮膜(アルミナ)は溶解せず、アルミニウムを溶解する液であれば特に限定されないが、例えば、塩化水銀、臭素/メタノール混合物、臭素/エタノール混合物、王水、塩酸/塩化銅混合物等の水溶液等が挙げられる。

濃度としては、 $0.01 \sim 10 \text{mol/L}$  が好ましく、 $0.05 \sim 5 \text{mol/L}$  がより好ましい。

処理温度としては、 $-10 \sim 80$  が好ましく、 $0 \sim 60$  が好ましい。

【0059】

アルミニウム基板の溶解は、上記(A)処理の後のアルミニウム基板を上述した処理液に接触させることにより行う。接触させる方法は、特に限定されず、例えば、浸せき法、スプレー法が挙げられる。中でも、浸せき法が好ましい。このときの接触時間としては、10秒~5時間が好ましく、1分~3時間がより好ましい。

【0060】

アルミニウム基板の溶解後の酸化皮膜の膜厚は、 $1 \sim 1000 \mu\text{m}$  であるのが好ましく、 $10 \sim 500 \mu\text{m}$  であるのが更に好ましい。

【0061】

アルミニウム基板の溶解後、後述する手順でマイクロポアを貫通化させる前に、酸化皮膜を水洗処理するのが好ましい。水和によるマイクロポアのポア径の変化を抑制するため、水洗処理は30以下で実施することが好ましい。

【0062】

(C) 貫通化処理

(C) 処理では、上記(B)処理でアルミニウム基板が除去された酸化皮膜について、

10

20

30

40

50

酸化皮膜の底部のみを除去することにより、酸化皮膜に存在するマイクロポアを貫通化させる。図3(A)は、この処理によって得られるマイクロポア貫通孔3を有する酸化皮膜(絶縁性基材2)を示している。

この処理は、酸化皮膜の底部のみを酸水溶液またはアルカリ水溶液に接させることにより行う。酸化皮膜の底部が除去されることにより、マイクロポアが貫通する(マイクロポア貫通孔が形成される)。

この処理により、酸化皮膜に存在するマイクロポアのうち70%以上が貫通することが好ましく、85%以上であることがより好ましく、95%以上であることが更に好ましい。

#### 【0063】

酸化皮膜底部の除去は、予めpH緩衝液に浸漬させてマイクロポアによる孔の開口側から孔内にpH緩衝液を充填した後に、開口部の逆面、即ち、酸化皮膜の底部に酸水溶液またはアルカリ水溶液に接触させる方法により行うのが好ましい。

#### 【0064】

この処理に酸水溶液を用いる場合は、硫酸、リン酸、硝酸、塩酸等の無機酸またはこれらの混合物の水溶液を用いることが好ましい。酸水溶液の濃度は1~10質量%であるのが好ましい。酸水溶液の温度は、25~40であるのが好ましい。

この処理にアルカリ水溶液を用いる場合は、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムおよび水酸化リチウムからなる群から選ばれる少なくとも一つのアルカリの水溶液を用いることが好ましい。アルカリ水溶液の濃度は0.1~5質量%であるのが好ましい。アルカリ水溶液の温度は、20~35であるのが好ましい。

具体的には、例えば、50g/L、40のリン酸水溶液、0.5g/L、30の水酸化ナトリウム水溶液または0.5g/L、30の水酸化カリウム水溶液が好適に用いられる。

酸水溶液またはアルカリ水溶液への浸せき時間は、8~120分であるのが好ましく、10~90分であるのがより好ましく、15~60分であるのが更に好ましい。

#### 【0065】

マイクロポアを貫通化させた後の酸化皮膜の膜厚は、1~1000 $\mu\text{m}$ であるのが好ましく、10~500 $\mu\text{m}$ であるのが更に好ましい。

#### 【0066】

マイクロポアを貫通化させた後、酸化皮膜を水洗処理する。水和によるマイクロポア貫通孔のポア径の変化を抑制するため、水洗処理は30以下で実施することが好ましい。

#### 【0067】

貫通化処理では、上記(A)処理で生じたマイクロポアを貫通化させることができる限り上述した処理以外の処理を用いてもよい。上述した処理では、上記(A)処理により、マイクロポアを有する酸化皮膜が形成されたアルミニウム基板から、上記(B)処理によりアルミニウム基板を溶解させた後、上記(C)処理により酸化皮膜を部分的に溶解させて、酸化皮膜の底部を除去することでマイクロポアを貫通化させたが、アルミニウム基板の除去とマイクロポアの貫通化を同時に行う処理を用いてもよい。

具体的には、上記(A)処理により形成した酸化皮膜の下方、即ち、酸化皮膜におけるアルミニウム基板側の部分を、レーザー等による切削処理や種々の研磨処理等を用いて物理的に除去し、マイクロポア貫通孔を有する酸化皮膜とする方法が好適に例示される。

#### 【0068】

次に、本発明の製造方法の電極膜形成処理および金属充填処理について詳述する。

#### 【0069】

##### 〔電極膜形成処理〕

電極形成処理は、上記(C)処理の後に、マイクロポア貫通孔を有する酸化皮膜の一方の表面に空隙のない電極膜を形成する処理である。

酸化皮膜の表面には、マイクロポア貫通孔による開口部が存在しているが、本処理により該酸化皮膜の表面に空隙のない電極膜を形成することにより、該開口部が電極膜で覆わ

10

20

30

40

50

れた状態となる。

電極膜を形成する方法としては、マイクロポア貫通孔を有する酸化皮膜の一方の表面に空隙のない電極膜を形成することができる限り特に限定されない。具体的な形成方法としては、導電性材料、例えば、金属、の無電解めっき処理、導電性材料、例えば、金属、の直接塗布、等が好ましく、これらの中でも電極膜の均一性、及び操作の簡便性の観点から、無電解めっき処理が好ましい。

#### 【0070】

電極膜形成処理に関して、無電解めっき処理を用いる際には、そのめっき核を酸化皮膜の一方の表面に付与することが好ましい。具体的には、無電解めっきにより付与すべき金属と同種の金属又は金属化合物、あるいは無電解めっきにより付与すべき金属よりもイオン化傾向の高い金属又は金属化合物を、酸化皮膜の一方の表面に付与する方法が好ましい。付与方法としては、金属又は金属化合物を蒸着、スパッタリング、あるいは直接塗布する方法が挙げられるが、特に限定されない。

上記のようにめっき核を付与したのち、無電解めっき処理により電極膜を形成する。処理方法は温度、時間により電極層の厚さを制御できる観点から、浸漬法が好ましい。

無電解めっき液の種類としては、従来公知のものを使用することができるが、濃度は、1～300g/Lであるのが好ましく、100～200g/Lであるのがより好ましい。

また、形成される電極膜の通電性を高める観点から、金めっき液、銅めっき液、銀めっき液等、貴金属を有するめっき液が好ましく、経時による電極の安定性すなわち、酸化による劣化を防ぐ観点から、金めっき液がより好ましい。

#### 【0071】

また、形成する電極膜の厚さとしては、0.05 $\mu$ m～100 $\mu$ mが好ましく、0.1 $\mu$ m～50 $\mu$ mがより好ましく、0.2 $\mu$ m～20 $\mu$ mが特に好ましい。この範囲より厚さが薄いと、電極膜としての導電性が不十分となる可能性があり、範囲より厚いと、その形成に時間を要してしまう可能性がある。

また、無電解めっきの処理温度、処理時間としては、形成しうる電極の厚さに依存するが、0～90、1分～10時間が好ましく、5～75、10分～7時間がより好ましく、10～60、30分～5時間が特に好ましい。

#### 【0072】

##### [金属充填工程]

上記金属充填工程は、上記電極膜形成処理の後に、形成された電極膜を用いた電解めっき処理により、上記酸化皮膜のマイクロポア貫通孔の内部に導電性部材である金属を充填して上記した本発明の微細構造体を得る工程である。

ここで、充填する金属は、本発明の微細構造体において説明したものと同様である。

#### 【0073】

本発明の製造方法においては、金属の充填方法として、電解めっき処理を用いる。

本発明の製造方法では、酸化皮膜の一方の表面に形成した空隙のない電極膜を用いて電解めっき処理を行うため、該酸化皮膜に存在するマイクロポア貫通孔に対して高い充填率で金属を充填することができる。

#### 【0074】

ここで、着色などに用いられる従来公知の電解めっき処理では、選択的に孔中に金属を高アスペクトで析出(成長)させることは困難である。これは、析出金属が孔内で消費され一定時間以上電解を行ってもめっきが成長しないためと考えられる。

#### 【0075】

そのため、本発明の製造方法においては、電解めっき処理により金属を充填する際に、パルス電解または定電位電解の際に休止時間をもうけることが好ましい。休止時間は、10秒以上必要で、30～60秒あるのが好ましい。

また、電解液のかくはんを促進するため、超音波を加えることも望ましい。

更に、電解電圧は、通常20V以下であって望ましくは10V以下であるが、使用する電解液における目的金属の析出電位を予め測定し、その電位+1V以内で定電位電解を行

10

20

30

40

50

うことが好ましい。なお、定電位電解を行う際には、サイクリックボルタンメトリを併用できるものが望ましく、Solartron社、BAS社、北斗電工社、IVIUM社等のポテンショスタット装置を用いることができる。

#### 【0076】

めっき液は、従来公知のめっき液を用いることができる。

具体的には、銅を析出させる場合には硫酸銅水溶液が一般的に用いられるが、硫酸銅の濃度は、1～300g/Lであるのが好ましく、100～200g/Lであるのがより好ましい。また、電解液中に塩酸を添加すると析出を促進することができる。この場合、塩酸濃度は10～20g/Lであるのが好ましい。

また、金を析出させる場合、テトラクロロ金の硫酸溶液を用い、交流電解でめっき処理を行なうのが望ましい。

10

#### 【0077】

なお、電解めっき処理の際、めっき液をマイクロポア貫通孔内により充填させやすくするため、マイクロポア貫通孔の内表面を予め親水化処理しておくことが好ましい。この場合、シリケート処理と称されるSi元素をマイクロポア貫通孔の内表面に付与しておく方法が好適に例示される。

Si元素をマイクロポア貫通孔の内表面に付与する方法は特に限定されないが、例えば、アルカリ金属ケイ酸塩が溶解している水溶液に直接浸せきして処理する方法が一般的である。アルカリ金属ケイ酸塩の水溶液は、ケイ酸塩の成分である酸化ケイ素 $SiO_2$ とアルカリ金属酸化物 $M_2O$ の比率（一般に $[SiO_2]/[M_2O]$ のモル比で表す。）と濃度によって保護膜厚の調節が可能である。

20

ここで、Mとしては、特にナトリウム、カリウムが好適に用いられる。

また、モル比は、 $[SiO_2]/[M_2O]$ が0.1～5.0が好ましく、0.5～3.0がより好ましい。

更に、 $SiO_2$ の含有量は、0.1～20質量%が好ましく、0.5～10質量%がより好ましい。

#### 【0078】

上記金属充填工程の後、酸化皮膜表面から電極膜を除去することで、上記した本発明の微細構造体を得られる。図3(B)は、上記金属充填工程により、酸化皮膜（絶縁性基材2）のマイクロポア貫通孔3に金属4が充填された状態を示している。

30

本発明の製造方法では、該酸化皮膜に存在するマイクロポア貫通孔に対して高い充填率で金属を充填することができ、マイクロポア貫通孔に対する金属の充填率が80%以上の微細構造体を得ることができる。

上記酸化皮膜表面から電極膜を除去する方法としては、以下に述べる表面平滑化処理を行うことが好ましい。

#### 【0079】

##### [表面平滑化処理]

本発明の製造方法においては、上記金属充填工程の後に、化学機械研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）処理によって、酸化皮膜の表面および裏面を平滑化する表面平滑化処理を行うことが好ましい。

40

表面平滑化処理を行うことにより、酸化皮膜の一方の表面に形成された電極膜が除去される。また、金属を充填させた後の酸化皮膜の表面および裏面の平滑化と表面に付着した余分な金属を除去することができる。

CMP処理には、フジインコーポレイテッド社製のPLANERLITE-7000、日立化成社製のGPXHSC800、旭硝子（セイミケミカル）社製のCL-1000等のCMPスラリーを用いることができる。

#### 【0080】

また、表面平滑化処理には機械的研磨処理を用いてもよい。この場合、CMP処理と機械的研磨処理を併用してもよいし、機械的研磨処理のみを実施してもよい。表面平滑化処理として機械的研磨処理を施す場合、例えば、表面平滑化処理する対象を平坦性の高い金属板あ

50

るいはセラミック板等の試料台にワックスあるいは接着剤で貼り付けた状態で、回転台に貼り付けたサンドペーパー、あるいは研磨剤を塗布した研磨布を用いて荷重を加えて研磨する方法が好適に用いられる。

機械的研磨処理に用いる試料台としては、その耐久性から、例えばセラミック製治具（ケメット・ジャパン株式会社製）を用いることができる。また、表面平滑処理する対象を試料台に貼り付ける材料としては、接合／剥離の容易性からワックスが好ましく、例えばアルコワックス（日化精工株式会社製）、アクアワックス（日化精工株式会社製）を用いることができる。また、研磨剤としては、研磨対象がアルミナであることからダイヤモンド砥粒を有するものが好ましく、例えばDP-懸濁液P-6 $\mu\text{m}$ ・3 $\mu\text{m}$ ・1 $\mu\text{m}$ ・1/4 $\mu\text{m}$ （ストルアス製）を所望により用いることができる。

10

#### 【0081】

##### [トリミング処理]

本発明の微細構造体を異方導電性部材として用いる場合、上記金属充填工程の後に、トリミング処理を行うことが好ましい。但し、トリミング処理は、上記金属充填工程の実施後、酸化皮膜から電極膜を除去してから行う必要がある。また、上記金属充填工程の後に上記表面平滑化処理を実施する場合、該表面平滑化処理の実施後にトリミング処理を行う必要がある。

上記トリミング処理は、上記金属充填工程の実施後、電極膜が除去された微細構造体（上記表面平滑化処理を実施した場合は上記表面平滑化処理の後の微細構造体）から、酸化皮膜のみを一部除去し、マイクロポア貫通孔に充填された金属を酸化皮膜から突出させる処理である。

20

このトリミング工程により、マイクロポア貫通孔3に充填された金属4が酸化皮膜（絶縁性基材）表面から突出した微細構造体を得られる（図3（C））。

#### 【0082】

ここで、トリミング処理は、マイクロポア貫通孔に充填された金属を溶解しない条件で上記酸化皮膜を酸水溶液またはアルカリ水溶液に接触させることにより行う。接触させる方法は、特に限定されず、例えば、浸せき法、スプレー法が挙げられる。中でも、浸せき法が好ましい。

酸水溶液を用いる場合は、硫酸、リン酸、硝酸、塩酸等の無機酸またはこれらの混合物の水溶液を用いることが好ましい。中でも、クロム酸を含有しない水溶液が安全性に優れる点で好ましい。酸水溶液の濃度は1～10質量%であるのが好ましい。酸水溶液の温度は、25～60であるのが好ましい。

30

一方、アルカリ水溶液を用いる場合は、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムおよび水酸化リチウムからなる群から選ばれる少なくとも一つのアルカリの水溶液を用いることが好ましい。アルカリ水溶液の濃度は0.1～5質量%であるのが好ましい。アルカリ水溶液の温度は、20～35であるのが好ましい。

具体的には、例えば、50g/L、40のリン酸水溶液、0.5g/L、30の水酸化ナトリウム水溶液または0.5g/L、30の水酸化カリウム水溶液が好適に用いられる。中でも、溶解速度を管理しやすいリン酸水溶液を用いる方法が特に好ましい。

酸水溶液またはアルカリ水溶液への浸せき時間は、8～120分であるのが好ましく、10～90分であるのがより好ましく、15～60分であるのが更に好ましい。

40

#### 【0083】

本発明の製造方法においては、上記トリミング処理に代えて、マイクロポア貫通孔3に充填された金属4の表面にのみ、更に同一のまたは異なる金属を析出させる電着処理を施してもよい（図3（D））。

#### 【0084】

上記の手順で得られた微細構造体は、その用途に応じて所望の大きさにカットしてもよい。微細構造体をカットする方法としては、炭酸ガスレーザ、YAGレーザ、YVO系レーザ、エキシマ系レーザ等を用いたレーザ加工、ダイヤモンドカッター等のダイシング加工、ウォータジェット加工等を用いることができる。これらの中でも、その切削面状の観

50

点から、レーザ加工、ダイシング加工が好ましい。

【実施例】

【0085】

以下に実施例を示して本発明を具体的に説明する。ただし、本発明はこれらに限定されない。

【0086】

(実施例1)

(A) 鏡面仕上げ処理(電解研磨処理)

高純度アルミニウム基板(住友軽金属社製、純度99.99質量%、厚さ0.4mm)を10cm四方の面積で陽極酸化処理できるようカットし、以下組成の電解研磨液を用い、電圧25V、液温度65、液流速3.0m/minの条件で電解研磨処理を施した。

陰極はカーボン電極とし、電源は、GP0110-30R(高砂製作所社製)を用いた。また、電解液の流速は渦式フローモニターFLM22-10PCW(AS ONE製)を用いて計測した。

【0087】

(電解研磨液組成)

- ・ 85質量%リン酸(和光純薬社製試薬) 660mL
- ・ 純水 160mL
- ・ 硫酸 150mL
- ・ エチレングリコール 30mL

【0088】

(B) 陽極酸化処理

次いで、電解研磨処理後のアルミニウム基板に、特開2007-204802号公報に記載の手順にしたがって自己規則化法による陽極酸化処理を施した。

電解研磨処理後のアルミニウム基板に、0.50mol/Lシュウ酸の電解液で、電圧40V、液温度15、液流速3.0m/minの条件で、5時間のプレ陽極酸化処理を施した。

その後、プレ陽極酸化処理後のアルミニウム基板を、0.2mol/L無水クロム酸、0.6mol/Lリン酸の混合水溶液(液温:50)に12時間浸漬させる脱膜処理を施した。

その後、0.50mol/Lシュウ酸の電解液で、電圧40V、液温度15、液流速3.0m/minの条件で、10時間の再陽極酸化処理を施し、膜厚80μmの酸化皮膜を得た。

なお、プレ陽極酸化処理および再陽極酸化処理は、いずれも陰極はステンレス電極とし、電源はGP0110-30R(高砂製作所社製)を用いた。また、冷却装置にはNeoCool BD36(ヤマト科学社製)、かくはん加温装置にはペアスターラーPS-100(EYELA社製)を用いた。更に、電解液の流速は渦式フローモニターFLM22-10PCW(AS ONE製)を用いて計測した。

【0089】

(C) アルミニウム除去処理・貫通化処理

次いで、20質量%塩化水銀水溶液(昇汞)に20、3時間浸漬させることによりアルミニウム基板を溶解し、更に、5質量%リン酸に30、30分間浸漬させることにより酸化皮膜の底部を除去し、マイクロポア貫通孔を有する酸化皮膜を作製した。

【0090】

(D) 加熱処理

次いで、上記で得られたマイクロポア貫通孔を有する酸化皮膜に、温度400で1時間の加熱処理を施した。

【0091】

(E) 電極膜形成処理

次いで、上記加熱処理後の酸化皮膜の一方の表面に電極膜を形成する処理を施した。



すなわち、0.7 g/L 塩化金酸水溶液を、一方の表面に塗布し、140 / 1分で乾燥させ、更に500 / 1時間で焼成処理し、金のめっき核を作成した。

その後、無電解めっき液としてプレシャスファブACG2000基本液/還元液(日本エレクトロプレイティング・エンジニアーズ(株)製)を用いて、50 / 1時間浸漬処理し、空隙のない電極膜を形成した。

#### 【0092】

##### (F) 金属充填処理工程

次いで、上記電極膜を形成した面に銅電極を密着させ、該銅電極を陰極にし、白金を正極にして電解めっき処理を施した。

硫酸銅/硫酸/塩酸 = 200 / 50 / 15 (g/L) の混合溶液を25 に保った状態で電解液として使用し、定電圧パルス電解を実施することにより、マイクロポア貫通孔に銅が充填された微細構造体を作製した。

ここで、定電圧パルス電解は、山本鍍金社製のめっき装置を用い、北斗電工社製の電源(HZ-3000)を用い、めっき液中でサイクリックボルタムメトリを行って析出電位を確認した後、皮膜側の電位を-2Vに設定して行った。また、定電圧パルス電解のパルス波形は矩形波であった。具体的には、電解の総処理時間が300秒になるように、1回の電解時間が60秒の電解処理を、各電解処理の間に40秒の休止時間を設けて5回施した。

#### 【0093】

##### (G) 表面平滑化処理工程

次いで、銅が充填された微細構造体の表面および裏面に、CMP処理を施し、膜厚80 μmの微細構造体に対し、両面から15 μmずつ研磨することにより、酸化皮膜上に形成した電極膜を除去し、かつ、酸化皮膜の表面および裏面を平滑化して膜厚50 μmの微細構造体を得た。

CMPスラリーとしては、フジインコーポレイテッド社製のPLANNER LITE-7000を用いた。

CMP処理後、微細構造体の表面をFE-SEMで観察すると、酸化皮膜の表面から銅が一部あふれるような形になっていた。

#### 【0094】

##### (H) トリミング処理

次いで、CMP処理後の微細構造体をリン酸溶液に浸漬し、酸化皮膜を選択的に溶解することで、マイクロポア貫通孔に充填された銅の円柱を突出させ、実施例1の微細構造体を得た。

リン酸溶液は、上記貫通化処理と同じ液を使い、処理時間を5分とした。

#### 【0095】

##### (実施例2)

上記処理(E)電極膜形成処理において、無電解めっき液としてセルフゴールドOTK(奥野製薬工業(株)製)を用いた以外は、実施例1と同様の処理により実施例2の微細構造体を得た。

#### 【0096】

##### (実施例3)

上記処理(E)電極膜形成処理において、無電解めっき液としてスーパーメックス#850(NEケムキャット製)を用いた以外は、実施例1と同様の処理により実施例3の微細構造体を得た。

#### 【0097】

##### (比較例1)

上記処理(E)電極膜形成処理において、無電解めっき処理ではなく、スパッタリングによりAu蒸着層を形成することにより、酸化皮膜の一方の表面に電極膜を形成した以外は、実施例1と同様の処理により比較例1の微細構造体を得た。なお、スパッタリングにより形成されたAu蒸着層(電極膜)は、酸化皮膜の表面のうち、マイクロポア貫通孔に

10

20

30

40

50

よる開口部を覆っておらず空隙を有していた。

【0098】

(比較例2)

上記処理(E)電極膜形成処理を省略した以外は、実施例1と同様の処理により比較例2の微細構造体を得た。

【0099】

上記のようにして得られた実施例1～3、及び比較例1～2の微細構造体のマイクロポア貫通孔に対する銅の充填率を評価した。具体的には、作製した実施例1～4、及び比較例1の微細構造体の表面をSEMで観察し、視野内における全マイクロポア貫通孔の数に対する、Cuが充填されているマイクロポアの数で比率計算した。実施例1～3及び比較例1～2の上記充填率の計算結果を表1に示す。

10

【表1】

	(E)電極形成処理	充填率 [%]
実施例1	無電解メッキ プレシヤスファブACG2000基本液/還元液 (日本エレクトロプレイティング・エンジニアーズ(株)製)	96
実施例2	無電解メッキ セルフゴールドOTK (奥野製薬工業(株)製)	92
実施例3	無電解メッキ スーパーメックス#850 (NEケムキャット製)	94
比較例1	Au蒸着	72
比較例2	なし	25

20

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図1】図1(A)、(B)は、本発明の微細構造体の好適な実施態様の一例を示す簡略図であり、図1(A)は正面図、図1(B)は図1(A)の切断面線IB-IBからみた断面図である。

【図2】図2(A)、(B)は、ポアの規則化度を算出する方法の説明図である。

【図3】図3(A)～(D)は、本発明の製造方法における金属充填処理等の一例を説明する模式的な端面図である。

30

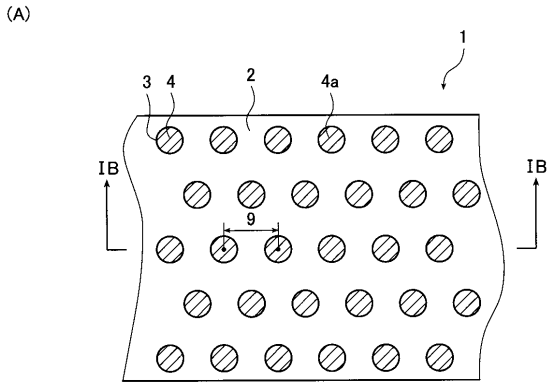
【符号の説明】

【0101】

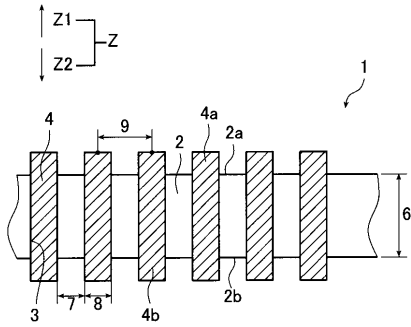
- 1 微細構造体
- 2 絶縁性基材
- 3 マイクロポア貫通孔
- 4 金属
- 4a, 4b 突出部
- 6 絶縁性基材の厚み
- 7 マイクロポア貫通孔間の幅
- 8 マイクロポア貫通孔の直径
- 9 マイクロポア貫通孔の中心間距離(ピッチ)
- 101、102、104、105、107、108 マイクロポア
- 103、106、109 円

40

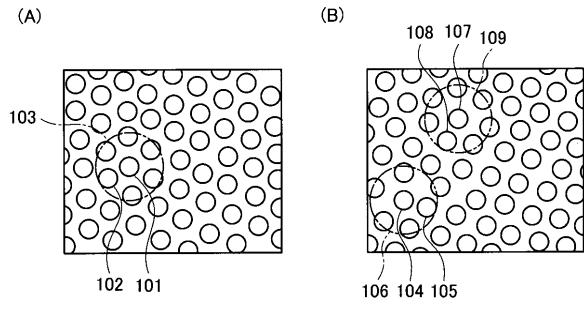
【 図 1 】



(B)



【 図 2 】



【 図 3 】

