

(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2017-31283

(P2017-31283A)

(43) 公開日 平成29年2月9日(2017.2.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 8 L 101/00 (2006.01)	C O 8 L 101/00	2 H 1 5 O
H O 1 L 41/113 (2006.01)	H O 1 L 41/113	4 C 6 O 1
H O 1 L 41/09 (2006.01)	H O 1 L 41/09	4 F 1 O O
H O 4 R 17/00 (2006.01)	H O 4 R 17/00 3 3 O J	4 J O O 2
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	5 D O 1 9
審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-150934 (P2015-150934)
 (22) 出願日 平成27年7月30日 (2015.7.30)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 三宅 竜也
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社日立製作所内
 (72) 発明者 内藤 孝
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社日立製作所内
 (72) 発明者 青柳 拓也
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 傾斜機能層形成品および傾斜機能層形成品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】

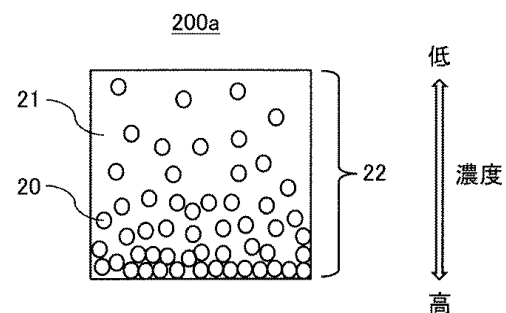
超音波探触子、光ファイバおよび電力機器用固体絶縁部品を始めとする様々な製品に適用することが可能な傾斜機能層を有する傾斜機能層形成品およびこのような傾斜機能層形成品を得ることが可能な傾斜機能層形成品の製造方法を提供する。

【解決手段】

本発明に係る傾斜機能層形成品は、バナジウムを含むガラス粒子と、前記ガラス粒子が分散された樹脂と、を含み、前記樹脂中において前記ガラス粒子の濃度が傾斜した傾斜機能層を有することを特徴とする。

【選択図】 図 2 0 A

図 20A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

バナジウムを含むガラス粒子と、前記ガラス粒子が分散された樹脂と、を含み、
前記樹脂中において前記ガラス粒子の濃度が傾斜した傾斜機能層を有することを特徴とする傾斜機能層形成品。

【請求項 2】

前記傾斜機能層形成品が板状の部材であり、一方の表面の前記ガラス粒子の濃度と、反対側の表面の前記ガラス粒子の濃度が異なることを特徴とする請求項 1 記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 3】

前記一方の表面から前記反対側の表面に向かって前記ガラス粒子の濃度が高くなることを特徴とする請求項 2 記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 4】

基材上に前記傾斜機能層が積層され、
前記傾斜機能層は、前記基材との接触面における前記ガラス粒子の濃度と、前記接触面と反対側の表面の前記ガラス粒子の濃度が異なることを特徴とする請求項 1 記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 5】

前記表面から前記接触面に向かって前記ガラス粒子の濃度が高くなるか、または前記接触面から前記表面に向かって前記ガラス粒子の濃度が高くなることを特徴とする請求項 4 記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 6】

前記傾斜機能層形成品が円筒状の部材であり、大気に露出している表面の前記ガラス粒子の濃度と、中心の前記ガラス粒子の濃度が異なることを特徴とする請求項 1 記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 7】

前記表面から前記中心に向かって前記ガラス粒子の濃度が高くなるか、または前記中心から前記表面に向かって前記ガラス粒子の濃度が高くなることを特徴とする請求項 6 記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 8】

前記樹脂が、ポリフェニレンエーテル系樹脂であることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 9】

前記ガラスは、リン、銀およびテルルを含み、アンチモン、バリウム、鉄、マンガン、ナトリウム、カリウム、亜鉛およびタンゲステンのうちの少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 10】

前記傾斜機能層形成品が、バック層と、圧電素子層と、音響整合層と、音響レンズと、をこの順で積層した構成を有する超音波探触子であり、

前記音響整合層が前記傾斜機能層を有することを特徴とする請求項 1 記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 11】

前記音響整合層が前記傾斜機能層を 2 層以上積層したものであることを特徴とする請求項 10 記載の超音波探触子。

【請求項 12】

前記音響整合層中の前記ガラス粒子の濃度が、前記圧電素子層から前記音響レンズに向かって低くなることを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の超音波探触子。

【請求項 13】

前記ガラス粒子の軟化点が 250 以下であることを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の超音波探触子。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記ガラス粒子は、フィラー材としてアルミナまたはシリカを含むことを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の超音波探触子。

【請求項 15】

超音波探触子に焦点形成に必要なタイミングで送信信号を発生させる送信ビームフォーマーと、

前記超音波探触子で受信された超音波を電気信号に変換し、時間的遅延をかけて超音波ビーム信号を得る受信ビームフォーマーと、

前記超音波ビーム信号から画像化に必要な周波数成分を抽出し、画像の輝度情報に変換するために検波・対数圧縮をかけて走査線上の画像信号を得る信号処理回路と、

得られた前記画像信号をデジタル信号に変換し、フレームメモリー内の走査線の位置に相当する場所に蓄える作業をすべての走査線について行い、画像を構成するスキャンコンバーターと、

前記画像を表示するモニターと、を備え、

前記超音波探触子が、請求項 10 に記載の超音波探触子であることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 16】

前記傾斜機能層形成品が、コアと、クラッドが積層された光ファイバであり、前記コアの中心から前記クラッドに向かって屈折率が小さくなるように、前記コアの中心から前記クラッドに向かって前記ガラス粒子の濃度が低くなることを特徴とする請求項 11 に記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 17】

前記傾斜機能層形成品が、高電圧電極に接合された絶縁部品であることを特徴とする請求項 1 に記載の傾斜機能層形成品。

【請求項 18】

バナジウムを含むガラス粒子と、樹脂と、溶剤と、を混合してガラス粒子分散樹脂を製作するガラス粒子分散樹脂作製工程と、

前記ガラス粒子分散樹脂を塗布して塗布膜を得る塗布工程と、

前記塗布膜を乾燥して前記樹脂中における前記ガラス粒子の濃度を傾斜させた傾斜機能層を得る乾燥工程と、を有することを特徴とする傾斜機能層形成品の製造方法。

【請求項 19】

前記乾燥工程において、前記塗布膜を静置するか、または前記塗布膜に電場または磁場を印加して前記樹脂中の前記ガラス粒子の濃度を傾斜させることを特徴とする請求項 18 に記載の傾斜機能層形成品の製造方法。

【請求項 20】

前記塗布膜を得る工程を、前記ガラス粒子分散樹脂中における前記ガラス粒子の含有量を変えて 2 回以上実施することを特徴とする請求項 18 または 19 に記載の傾斜機能層形成品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、傾斜機能層形成品および傾斜機能層形成品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

傾斜機能材料は 1980 年代から研究がスタートしたものであり、従来の素材では困難であった、相反する（異なる）特性の両立を実現すべく、組成、組織が連続的に変化する複数の素材を一体的に組み合わせた材料であり、特に、オブティクス、バイオマテリアル、熱応力緩和型傾斜機能材料、エレクトロニクスおよびエネルギー変換型傾斜機能材料などに使われている。

【0003】

傾斜機能材料の具体的な適用製品として、例えば、超音波探触子、光ファイバおよび固体絶縁部品が挙げられる。以下に、超音波探触子の構造および超音波探触子への傾斜機能材料の適用例について説明する。

【0004】

図1Aは、従来の超音波探触子の構成の一例を模式的に示す斜視図であり、図1Bは図1AのAB線断面図である。図1A及び1Bに示すように、超音波探触子100は、バックキ層4の上に、圧電素子層3と、音響整合層2と、音響レンズ1とがこの順に積層された構造を有する。圧電素子層3は、複数の圧電素子（超音波振動子）6が2次元に配列されたものである。圧電素子層3は、分離溝7によって個々の圧電素子6に分割されており、個々の圧電素子6に対応するよう、音響整合層2も分離溝7によって分割されている。圧電素子6は、圧電部材9と、圧電部材9の両面に設けられた電極5を有する。下側（バックキ層4側）の電極5には、絶縁性部材10からなるバックキ層4の中を通して信号線8が接続されて、圧電素子層3とバックキ層4との間で超音波信号の送受信が行われる。音響レンズ1及び音響整合層2が設けられることで、超音波探触子と生体との境界面で反射する超音波が低減される。

10

【0005】

図2Aは従来の超音波探触子の構成の一例を模式的に示す断面図であり、図2Bは図2Aの各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。なお、図2Aでは、図を見やすくするために圧電素子の1素子とその上に設けられた音響整合層についてのみ図示している。また、図面上、圧電部材及び電極を区別せず、これらを合わせて圧電素子としている。後述する図3A～5Aについても同様とする。

20

【0006】

音響整合層2は、通常、2層あるいは3層以上から構成されている。図2A及び図2Bは、音響整合層2を3層（2A, 2B, 2C）で構成した一例である。図2Bに示すように、一般に、音響整合層2を構成する各層の音響インピーダンスは、超音波の反射を低減するために、生体12から圧電素子6Eに向かって、指数関数的に減少する整合曲線13に沿うように調整される。しかし、音響整合層2A～2Cの各層間や、音響整合層2Aと圧電素子6Eとの間及び音響レンズ1と音響整合層2Cとの間は、接着層（11A, 11B, 11C, 11D）によって接着される。接着層にはエポキシ系等の接着材を用いているため、各接着層の音響インピーダンスは、図2Bに示すように、整合曲線13から逸脱し、そこでの超音波信号の反射が大きくなり、信号減衰の原因となりうる。今後、超音波探触子による診断性能（分解能・深遠部の描写性能）の向上を図るためには、接着層での信号減衰も低減する必要がある。

30

【0007】

そこで、上述した傾斜機能層を超音波探触子に適用することが有効であると考えられる。すなわち、圧電素子から生体の間に、音響インピーダンスが段階的（連続的）に変化する傾斜機能層を適用することで、圧電素子から生体まで音響インピーダンスを整合させることが可能であると考えられる。

【0008】

以下の特許文献1には傾斜機能材料として有機重合体と金属酸化物との複合体が、特許文献2には無機酸化物ガラス質一体構造体からなる複合材料について記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2007-254499号公報

【特許文献2】特開平01-093721号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上述した特許文献1および2においては、バナジウムと樹脂を含む傾斜機能材料につい

50

ては検討されている。しかしながら、特許文献 1 は、バナジウム酸化物と珪素酸化物についての記載であり、バナジウムガラスについては記載されていない。特許文献 2 は、バナジウムガラスと樹脂の記述があるが、厚さ方向にバナジウムガラスを含むガラスの含有量が連続的または段階的に変化している傾斜機能層の記述はない。上記特許文献 1 および 2 の技術では、超音波探触子を始めとする様々な製品に適用することが可能であり、これらの製品において十分な機能を発揮することができる傾斜機能層を提供する点については、改善の余地があると考えられる。

【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、上記事情に鑑み、超音波探触子、光ファイバおよび電力機器用固体絶縁部品を始めとする様々な製品に適用することが可能な傾斜機能層を有する傾斜機能層形成品およびこのような傾斜機能層形成品を得ることが可能な傾斜機能層形成品の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明は、上記目的を達成するため、バナジウムを含むガラス粒子と、上記ガラス粒子が分散された樹脂と、を含み、上記樹脂中において上記ガラス粒子の濃度が傾斜した傾斜機能層を有することを特徴とする傾斜機能層形成品を提供する。

【 0 0 1 3 】

また、本発明は、上記目的を達成するため、バナジウムを含むガラス粒子と、樹脂と、溶剤と、を混合してガラス粒子分散樹脂を作製するガラス粒子分散樹脂作製工程と、上記ガラス粒子分散樹脂を塗布して塗布膜を得る塗布工程と、上記塗布膜を乾燥して上記樹脂中における上記ガラス粒子の濃度を傾斜させた傾斜機能層を得る乾燥工程と、を有することを特徴とする傾斜機能層形成品の製造方法を提供する。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、超音波探触子、光ファイバおよび電力機器用固体絶縁部品を始めとする様々な製品に適用することが可能な傾斜機能層を有する傾斜機能層形成品およびこのような傾斜機能層形成品を得ることが可能な傾斜機能層形成品の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1 A】従来の超音波探触子の構成の一例を模式的に示す斜視図である。

【図 1 B】図 1 A の A B 線断面図である。

【図 2 A】従来の超音波探触子の構成の一例を模式的に示す断面図である。

【図 2 B】図 2 A の各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

【図 3 A】実施例 1 における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図である。

【図 3 B】図 3 A の各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

【図 4 A】実施例 2 における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図である。

【図 4 B】図 4 A の各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

【図 5 A】実施例 3 における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図である。

【図 5 B】図 5 A の各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

【図 6】本発明に係る超音波探触子を用いた超音波診断装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図 7】ガラスの粘度と温度との関係を示すグラフである。

【図 8】ガラスの示差熱分析グラフである。

【図 9】実施例 4 における光ファイバの構成の一部を模式的に示す斜視図である。

【図 1 0】実施例 5 における電力機器用固体絶縁部品の構成の一部を模式的に示す断面図である。

【図 1 1】本発明に係る傾斜機能層（試料 1）の断面 S E M 観察写真である。

【図 1 2】図 1 1 の E D X による元素マッピングである。

10

20

30

40

50

【図 1 3】本発明に係る傾斜機能層（試料 2）の断面 S E M 観察写真である。

【図 1 4】図 1 3 の E D X による元素マッピングである。

【図 1 5】本発明に係る傾斜機能層（試料 3）の断面 S E M 観察写真である。

【図 1 6】図 1 5 の E D X による元素マッピングである。

【図 1 7】本発明に係る傾斜機能層（試料 4）の断面 S E M 観察写真である。

【図 1 8】本発明に係る傾斜機能層（試料 5）の断面 S E M 観察写真である。

【図 1 9】本発明に係る傾斜機能層（試料 6）の断面 S E M 観察写真である。

【図 2 0 A】本発明に係る傾斜機能層形成品の第 1 の例を示す断面模式図である。

【図 2 0 B】本発明に係る傾斜機能層形成品の第 2 の例を示す断面模式図である。

【図 2 0 C】本発明に係る傾斜機能層形成品の第 3 の例を示す断面模式図である。

【図 2 1】本発明に係る傾斜機能層形成品の製造方法を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。ただし、本発明の範囲は以下の実施例に限定されない。なお、以下の説明において、同一の機能及び構成を有するものについては、同一の符号を付し、一度説明したものは二度目以降の説明を省略する。

【0017】

[傾斜機能層形成品]

図 2 0 A ~ C に本発明に係る傾斜機能層形成品の断面模式図を示す。図 2 0 A は第 1 の例であり、図 2 0 B は第 2 の例であり、図 2 0 C は第 3 の例である。図 2 0 A に示すように、本発明に係る傾斜機能層形成品 2 0 0 a は、バナジウムを含むガラス粒子（以下、「ガラス粒子」および「バナジウムガラス」とも称する。）2 0 と、ガラス粒子 2 0 が分散された樹脂 2 1 を有する。そして、樹脂 2 1 中において、ガラス粒子 2 0 の濃度が傾斜している傾斜機能層 2 2 を有する。図 2 0 A では、傾斜機能層の一方の表面（紙面上方の面）から反対側の表面（紙面下方の面）に向かってガラス粒子 2 0 の濃度が高くなる例を示している。この濃度の傾斜（濃度勾配）によって、傾斜機能層 2 2 中でガラス粒子 2 0 が発現する種々の機能（音響インピーダンス、屈折率および電気伝導率などの特性）を傾斜することができる。

【0018】

図 2 0 B に示す傾斜機能層形成品 2 0 0 b は、基材 2 3 上に傾斜機能層 2 2 を設けた例である。図 2 0 B では、傾斜機能層 2 2 の表面 2 4 のガラス粒子 2 0 の濃度と、基材 2 3 との接触面 2 5 におけるガラス粒子 2 0 の濃度が異なり、表面 2 4 から接触面 2 5 に向かってガラス粒子 2 0 の濃度が高くなっている。なお、図 2 0 B とは反対に、接触面 2 5 から表面 2 4 に向かってガラス粒子 2 0 の濃度が高くなるようにしてもよい。

【0019】

図 2 0 C に示す傾斜機能層形成品 2 0 0 c は、複数の傾斜機能層 2 4 a ~ 2 4 e を積層したものである。このように複数の傾斜機能層を積層する方が、製造上、1 層の場合よりもガラス粒子 2 0 の濃度の傾斜を制御しやすい。製造方法については、追って詳述する。

【0020】

なお、図 2 0 A ~ C においては、ガラス粒子の濃度 2 0 が傾斜機能層の一方の表面から他方の表面に向かって連続的（段階的）に傾斜する態様について示したが、本発明はこのような傾斜態様に限られるものではない。例えば、一方の表面から他方の表面に向かって、傾斜機能層の途中までガラス粒子 2 0 の濃度が高くなり、途中から他方の表面に向かってガラス粒子 2 0 の濃度が低くなるような傾斜態様であっても良い。本発明に係る傾斜機能層は、後述する製造方法において作製可能ないかなる傾斜態様も含むものとする。

【0021】

本発明に係るバナジウムを含むガラス粒子 2 0 は、五酸化バナジウム（ V_2O_5 ）にガラス化成分であるリン（P）、銀（Ag）およびテルル（Te）を添加し、溶融することで作製することができる。リン、銀、テルルのガラス成分は、五酸化リン（ P_2O_5 ）、

10

20

30

40

50

酸化銀 (Ag_2O)、二酸化テルル (TeO_2) 等の酸化物の粉体として混合し、熔融することによりガラスを製作する。 V_2O_5 の添加量は、バナジウムガラス粒子 20 に求められる特性によって適宜調整することが好ましい。また、図 20 B に示すように、基材 23 上に傾斜機能層 22 を設ける場合は、基材 23 との熱膨張係数 23 の差を低減するように、 V_2O_5 の添加量を適宜構成することが好ましい。

【0022】

バナジウムガラスは、上記バナジウムガラスを主成分とし、必要に応じて種々の元素を添加成分として含むものであってもよい。例えば、耐水性向上成分であるアンチモン (Sb)、バリウム (Ba)、鉄 (Fe)、ガラス安定化成分であるマンガン (Mn)、ナトリウム (Na)、カリウム (K)、亜鉛 (Zn) およびタングステン (W) 等を含むものであってもよい。

10

【0023】

上記元素は、五酸化ニリン (P_2O_5)、三酸化アンチモン (Sb_2O_3)、酸化バリウム (BaO)、酸化鉄 (Fe_2O_3)、酸化マンガン (MnO)、二酸化マンガン (MnO_2)、二酸化テルル (TeO_2)、酸化ナトリウム (Na_2O)、酸化カリウム (K_2O)、 ZnO (酸化亜鉛) 及び酸化タングステン (WO_3) 等の形でバナジウムガラスに添加することができる。

【0024】

ガラス粒子 20 を分散させる樹脂としては、特に限定は無いが、バナジウムガラスに対して安定性の高いものを選択することが好ましく、ポリフェニレンエーテル系樹脂を用いることが好ましい。樹脂によっては、バナジウムガラスに含まれる元素を引き抜いてしまうものがあるが、ポリフェニレンエーテル系樹脂は、本発明に係るバナジウムガラスに対して安定性が高い。ポリフェニレンエーテル系樹脂としては、変性ポリフェニレンエーテル、ポリアリーレン、ポリアリーレンエーテルケトンなどが挙げられる。

20

【0025】

本発明に係るガラス粒子 20 は、上述したガラス粒子 20 および樹脂 21 の他に、フィラー材としてアルミナ (Al_2O_3) またはシリカ (SiO_2) を含んでいてもよい。フィラー材によってガラス粒子 20 の熱膨張係数を調整し、基材 23 との熱膨張係数の差を低減することができる。

【0026】

本発明に係る傾斜機能層形成品が図 20 A ~ 20 C に示した構成を有することは、断面 SEM (Scanning Electron Microscope) 観察写真および EDX (Energy-Dispersive X-ray analysis) による元素マッピングによって分析することができる。

30

【0027】

図 11、13、15 および 17 ~ 19 は、本発明に係る傾斜機能層の断面 SEM 観察写真である。それぞれ、試料 1 ~ 6 とする。また、図 12、14 および 16 は、試料 1 ~ 3 の元素マッピングである。試料 1 ~ 6 は、樹脂 21 中のガラス粒子 20 の含有量を、それぞれ 10.4 vol %、18.9 vol %、31.7 vol %、48.2 vol %、58.2 vol % および 75.6 vol % としている。上記図に示すように、樹脂 21 中でガラス粒子 20 の濃度が傾斜していることがわかる。

40

【0028】

[傾斜機能層形成品の製造方法]

次に、本発明に係る傾斜機能層形成品の製造方法について説明する。図 21 は本発明に係る傾斜機能層形成品の製造方法を示すフロー図である。図 21 に示すように、本発明に係る傾斜機能層形成品の製造方法は、バナジウムを含むガラス粒子と樹脂と溶剤を混合してガラス粒子分散樹脂を作製するガラス粒子分散樹脂作製工程 (S1) と、ガラス粒子分散樹脂を塗布して塗布膜を得る塗布工程 (S2) と、塗布膜を乾燥して樹脂中におけるガラス粒子の濃度を傾斜させた傾斜機能層を得る乾燥工程 (S3) を有する。

【0029】

50

図20A～20Cに示すガラス粒子20の濃度の傾斜は、S3において作製することができる。最も簡便な方法としては、塗布膜を静置してガラス粒子20を自然に沈降させる方法である。すなわち、重力場を利用して傾斜機能層22を作製する。このとき、粒径の大きいガラス粒子20は沈降しやすく、粒径の小さいガラス粒子20は沈降しにくい。したがって、ガラス粒子20の粒径分布を制御することでガラス粒子20の濃度の傾斜を制御することができる。

【0030】

また、図20Cに示すように、S1においてガラス粒子20の含有量が異なるガラス粒子分散樹脂を複数準備し、S2を複数回実施して傾斜機能層22を得てもよい。このような方法によれば、ガラス粒子20の濃度の傾斜をより制御しやすく、傾斜機能層22の設計の自由度が高まる。

10

【0031】

さらに、S3において電場または磁場を印加することでガラス粒子20の濃度を傾斜させることができる。電場または磁場の印加方法としては特に限定は無く、公知の技術を用いることができる。

【0032】

S1における溶剤は、ガラス粒子20と樹脂21をペースト状にすることができるものであれば特に限定は無く、公知のものを用いることができる。例えば、ブチルカルビトールアセテートを用いることができる。

20

【実施例】

【0033】

次に、本発明に係る傾斜機能層形成品の具体例について詳細に説明する。

【実施例1】

【0034】

本実施例では、本発明に係る傾斜機能層形成品として超音波探触子を取り挙げ、超音波探触子の音響整合層に傾斜機能層を適用した例について説明する。図3Aは実施例1における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図であり、図3Bは図3Aの各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

【0035】

本実施例に係る超音波探触子100aでは、圧電素子6Eを構成する圧電部材として、圧電セラミックスであるチタン酸ジルコン酸鉛（以下、PZTと称する）を用い、圧電素子6E、音響整合層2および音響レンズ1がこの順で積層された構成を有する。音響整合層2は、上述した本発明に係る傾斜機能層である。本実施例では、圧電素子6E側のガラス粒子の濃度を生体12側よりも高くし、圧電素子6Eから生体12に向かってガラス粒子の濃度が低くなるように構成しており、音響インピーダンスは約15Mrayls～2Mraylsに減少していくように構成している。本実施例では、圧電素子6E及び音響整合層2の音響インピーダンスを整合曲線13に沿わせることができ、超音波信号の減衰を大幅に低減することができる。

30

【0036】

圧電素子6E及び整合層2の熱膨張係数の差は、接着強度の観点からできるだけ小さいほうが好ましい。この点において、PZTの熱膨張係数は5～10ppm/Kであり、音響整合層2の圧電素子6Eとの接触面における熱膨張係数は7～9ppm/Kであるので、両者の熱膨張係数のマッチングは良く、十分な接着強度が得られる。なお、ガラス粒子の熱膨張係数は、前述したように、ガラス粒子に添加するフィラー材や添加成分の種類及び濃度によって調整することができる。

40

【0037】

音響整合層2は、以下のようにして作製した。ガラス粒子と樹脂を混合してコンポジット材のペースト（ガラス粒子分散樹脂）を作製し、バナジウムガラスと樹脂の比重の違いにより、重力場で、音響整合層2の下側にガラス粒子を沈降させ、上側に樹脂成分が多くなるように作製した。そのペーストを圧電素子6E上に塗布するか、またはプリフォーム

50

形成することによって、音響整合層 2 を形成することができる。

【0038】

PZT の耐熱温度（分極しない温度）を考慮すると、ガラス粒子としては軟化点 250 以下の低融点ガラスを用いることが好ましい。本実施例におけるガラス粒子は、V、P、Ag および Te を含み、さらに、Ba および W のうちいずれかを一種以上を含有する低融点ガラスを用いた。特に好ましくは、さらに Y（添加形態として、酸化イットリウム（ Y_2O_3 ））、La（酸化ランタン（ La_2O_3 ））、Fe（酸化鉄（ Fe_2O_3 ））および Al（酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ））のうちいずれか 1 種以上を含有することである。これらは、少量の含有によって、上記低融点ガラスの結晶化を防止できるため、軟化流動性を高温化することはほとんどない。

10

【0039】

ここで、本発明における軟化点の定義について、以下に説明する。図 7 はガラスの粘度と温度との関係を示すグラフであり、図 8 はガラスの示差熱分析（DTA）グラフである。DTA 測定は、参照試料として α -アルミナを用い、大気中 5 /min の昇温速度で行った。参照試料および測定試料の質量は、それぞれ 650 mg とした。

【0040】

図 7 に示すように、ガラスは温度が高くなるにつれ、粘度が下がる。また、本発明においては、図 8 に示すように、第 1 吸熱ピークの開始温度（ガラスから過冷却液体に移り変わる温度）をガラス転移点 T_g （粘度 = $10^{13} \cdot 3$ poise に相当）、該第 1 吸熱ピークのピーク温度（ガラスの膨張が停止する温度）を屈伏点 M_g （粘度 = 10^{11} poise に相当）、第 2 吸熱ピークのピーク温度（ガラスが軟化し始める温度）を軟化点 T_s （粘度 = $10^{7.65}$ poise に相当）、ガラスが焼結体となる温度を焼結点 T_{sint} （粘度 = 10^6 poise に相当）、ガラスが溶け出す温度を流動点 T_f （粘度 = 10^5 poise に相当）及びガラスの成形に適した温度（粘度が 104 dPa s であるような温度）を作業点 T_w と定義する。なお、それぞれの温度は、接線法によって求められる温度とする。本明細書に記載の軟化点 T_s は上記の定義に基づくものである。

20

【0041】

転移点 T_g と軟化点 T_s は、例えば、230、245 と言った値で、バナジウムガラスを軟化点から作業点の範囲の温度で加熱することで、接着剤としての働きをすることができる。

30

【0042】

本実施例のガラス粒子（低融点ガラス）には上記低融点ガラス、金属粒子には粒径 50 μm 以下の金粒子、銀、銅、アルミニウム、ニッケル、錫、亜鉛、金錫半田、錫銀半田、銅アルミ半田およびアルミ銅合金の 11 種類の粒子を用い、ペーストを作製する。ここで添加する金属粒子は、傾斜機能層の応力緩和および導電性向上を目的としており、適用する製品によって適宜選択することが好ましい。それぞれの金属粒子と上記低融点ガラスの粉末を 70 : 30 の体積 % で配合し、樹脂を溶解した溶剤中でよく混合することによって、ペーストを作製した。このようにして作製した低融点バナジウムガラスの軟化点は 250 以下である。樹脂は、熱硬化型の変形ポリフェニレンエーテル、溶剤としてブチルカルビトールアセテートを用いた。この変形ポリフェニレンエーテル樹脂は、溶剤と異なり、接合時に極力揮発させることなく、接合部に残留させるべく、金属粒子と上記低融点ガラスと 100 体積部としたときに、変形ポリフェニレンエーテル樹脂が 15 体積部になるように配合し、ペーストとした。

40

【0043】

PZT の耐熱温度（分極しない温度）を考慮すると、音響整合層 2 との接着は、音響インピーダンスの不整合が無視できる数 μm の厚みのエポキシ接着剤を用いても構わない。

【0044】

圧電素子 6 E を構成する圧電部材 9 は、上述した PZT に限定されず、種々の圧電材料を用いることができる。例えば、無機圧電材料として、水晶、圧電セラミックスである PZT 及び (Pb, La) (Zr, Ti) OX ペロブスカイト化合物 (PZLT) や、圧電

50

単結晶であるニオブ酸ジルコン酸鉛 - チタン酸鉛固溶体 (P Z N - P T)、マグネシウムニオブ酸鉛 - チタン酸鉛固溶体 (P M N - P T)、ニオブ酸リチウム (L i N b O ₃)、タンタル酸リチウム (L i T a O ₃)、ニオブ酸カリウム (K N b O ₃)、酸化亜鉛 (Z n O) 及び窒化アルミニウム (A l N) 等の薄膜を用いることが可能である。また、有機圧電材料としては、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニリデン系共重合体、ポリシアン化ビニリデン、シアン化ビニリデン系共重合体、ナイロン 9 やナイロン 11 等の奇数ナイロン、芳香族ナイロン、脂環族ナイロン、ポリ乳酸、ポリヒドロキシブチレート等のポリヒドロキシカルボン酸、セルロース系誘導体及びポリウレア等が挙げられる。さらに、無機圧電材料と有機圧電材料、無機圧電材料と有機高分子材料を併用したコンポジット材料も用いることができる。上記圧電材料の音響インピーダンスは 20 ~ 40 M r a y l s 程度であり、熱膨張係数は P Z T と同じ 5 ~ 10 p p m / K 程度である。また、上記圧電体の耐熱性については、軟化点が 250 以下のバナジウムガラスの接着処理温度 (250 ~ 300) であれば、問題は無い。

10

【 0 0 4 5 】

音響レンズ 1、バックング層 4 及び電極 5 については、特に限定は無く、従前の材料を用いることができる。音響レンズ 1 は、主にシリコンゴム等が使われる。バックング層 4 は、金属粉末を充填したエポキシ樹脂やフィラメント粉末を充填したゴム、等が用いられる。

【 実施例 2 】

【 0 0 4 6 】

20

実施例 1 では音響整合層 2 を 1 層の傾斜機能層で構成したが、本実施例では、より短時間で、より整合曲線に沿うことができる音響整合層 2 を作製すべく、音響整合層 2 を 2 層の傾斜機能層 (2 D , 2 E) で構成した例をについて説明する。

【 0 0 4 7 】

図 4 A は本発明の実施例 2 における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図であり、図 4 B は図 4 A の各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。本実施例で用いた第 1 層目の音響接合層 (傾斜機能層) 2 E の圧電素子 6 E 側の音響インピーダンスは 15 M r a y l s 程度で、音響レンズ 1 側は 6 M r a y l s 程度となる。実施例 1 では、15 M r a y l s から 2 M r a y l s まで傾斜を付ける必要があった。これはバナジウムガラスの含有量を 0 ~ 100 % 近くまで変動させる必要があり、実際の系では十分傾斜させるためには時間を要する。本実施例では、音響整合層 2 E、2 D の傾斜量はそれぞれ小さいので、短時間で傾斜可能となり、短時間で傾斜機能層を作製可能であるという効果を得ることができる。

30

【 実施例 3 】

【 0 0 4 8 】

実施例 1 および 2 では、音響整合層 2 を 1 層または 2 層の傾斜機能層で構成したが、本実施例では、さらに短時間で、さらに整合曲線に沿うことができる音響整合層 2 を作製すべく、音響整合層 2 を 3 層の傾斜機能層 (2 F , 2 G , 2 H) で構成した例をについて説明する。

【 0 0 4 9 】

40

図 5 A は実施例 3 における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図であり、図 5 B は図 5 A の各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。本実施例で用いた第 1 層目の音響接合層 2 H (傾斜機能層) の圧電素子 6 E 側の音響インピーダンスは 15 M r a y l s 程度で、音響レンズ 1 側は 10 M r a y l s 程度となる。実施例 1 では、15 M r a y l s から 2 M r a y l s まで傾斜を付ける必要があった。これはバナジウムガラスの含有量を 0 ~ 100 % 近くまで変動させる必要があり、実際の系では十分傾斜させるためには時間を要する。本実施例では、整合層 2 F、2 G、2 H の傾斜量はそれぞれ小さいので、短時間で傾斜可能となり、短時間で傾斜機能層を作製可能であるという効果を得ることができる。

【 0 0 5 0 】

50

以上、実施例 1 ~ 3 で説明したように、本発明に係る傾斜機能層を超音波探触子に適用することで、超音波探触子を構成する各層の十分な接着強度を確保し、かつ生体と圧電素子の音響インピーダンスを整合させた超音波探触子及びそれを用いた超音波診断装置を提供することができる。生体 - 圧電素子間の音響インピーダンスを整合させることで、診断性能（分解能・深遠部の観察能）の向上及び診断時間短縮を実現することができる。また、各層の十分な接着強度を確保することで、超音波探触子製造の歩留まりを向上することができる。

【0051】

さらに、各層の接合は分離加工時の衝撃に耐える強度が必要となる。接合強度が弱いと、超音波探触子製造の歩留まりが低下する原因となるためである。この点において、上述した本発明に係る超音波探触子の構成では、圧電素子層 6 E と音響整合層との熱膨張係数のマッチングがよく、高い接合強度を得ることができる。

【実施例 4】

【0052】

本実施例では、本発明に係る傾斜機能層形成品として超音波診断装置を取り挙げ、超音波探触子の音響整合層に傾斜機能層を適用した例について説明する。図 6 は、本発明に係る超音波探触子を用いた超音波診断装置の構成の一例を示すブロック図である。本実施例では、実施例 1 ~ 3 の超音波探触子を用いて超音波診断装置（超音波パルス反射法を適用）を構成した例について、図 6 を用いて説明する。

【0053】

図 6 に示すように、超音波診断装置 300 は、超音波を発生し、検出する超音波探触子 30、超音波探触子 30 に送信信号 36 を焦点形成に必要なタイミングで発生させる送信ビームフォーマー 31、超音波探触子 30 で受信された超音波を電気信号 37 に変換し、時間的遅延をかけて超音波ビーム信号を得る受信ビームフォーマー 32、得られたビーム信号から画像化に必要な周波数成分を抽出し、画像の輝度情報に変換するために検波・対数圧縮をかけて走査線上の画像信号を得る信号処理回路 32、得られた画像信号をデジタル信号に変換し、フレームメモリ内の走査線の位置に相当する場所に蓄える作業をすべての走査線について行い、画像を構成するスキャンコンバーター 34 及び画像を表示するモニター 35 により構成される。

【0054】

本実施例では、超音波探触子 30 として実施例 1 ~ 3 の超音波探触子を用いることにより、超音波探触子を構成する各層の音響インピーダンスの整合性が高いことから、診断性能（分解能・深遠部）の向上及び診断時間短縮を実現できる超音波診断装置を提供することができる。

【実施例 5】

【0055】

本実施例では、本発明に係る傾斜機能層形成品として光ファイバ（グレーデッドインデックス型光ファイバ）を取り挙げ、光ファイバに傾斜機能層を適用した例について説明する。図 9 は実施例 4 における光ファイバの構成の一部を模式的に示す斜視図である。光ファイバをガラス粒子と樹脂の傾斜機能層で構成し、光ファイバ内の中心軸（コア）92 付近をガラス粒子の濃度が高くなるようにして、周辺（クラッド）91 を樹脂が多くなるようにしてガラス粒子の濃度を低くすると、右側グラフに示すように、光ファイバ中心軸 92 付近の屈折率が高くなり、周辺 91 へ向かって屈折率が減少するグレーデッドインデックス型光ファイバを形成することができる。本発明を用いると、信号光の入射角度の違いによる伝搬速度の違いを低減し、主に、通信業者のバックボーンネットワークに使える長距離、広帯域の伝送用に用いることができる。

【実施例 6】

【0056】

本実施例では、本発明に係る傾斜機能層形成品として電力機器用絶縁部品を取り挙げ、固体絶縁部品に傾斜機能層を適用した例について説明する。図 10 は実施例 5 における電

10

20

30

40

50

力機器用絶縁部品の構成の一部を模式的に示す断面図である。図10において、電極93、94の間に傾斜機能層であるの絶縁部品95を挟む形で、紙面下側がガラス濃度が高くなるようにして、上側を樹脂成分が多くしてガラス濃度が低くなるようにガラス濃度を傾斜させている。図10の右側のグラフの直線96に示すように、誘電率 ϵ は下側から上側に向けて、リニアに小さくなる。電極93-94間に高電圧をかけた場合、誘電率がリニアに変化するため、電界($1/\epsilon$)は誘電率 ϵ の逆数に対してかかるため、電界の急激な変化がなく、絶縁部品に一定に電界がかかるため、異常放電等の問題が起こりにくくなり、絶縁部品を小型化して電極93-94間に高電圧をかけても絶縁維持することができる。

【0057】

以上説明したとおり、本発明によれば、超音波探触子、光ファイバおよび電力機器用固体絶縁部品を始めとする様々な製品に適用することが可能な傾斜機能層を有する傾斜機能層形成品およびこのような傾斜機能層形成品を得ることが可能な傾斜機能層形成品の製造方法を提供することができることが実証された。

【0058】

なお、本発明は、上述した実施例に限定するものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上述した実施例は本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定するものではない。本発明は、本明細書の実施形態や実施例の構成の一部について、削除・他の構成に置換・他の構成の追加をすることが可能である。

【符号の説明】

【0059】

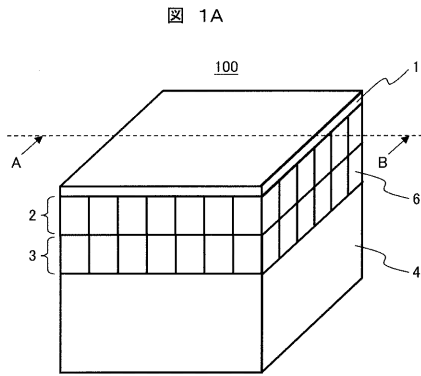
1...音響レンズ、2...音響整合層、2A...第1層目の音響整合層、2B...第2層目の音響整合層、2C...第3層目の音響整合層、2D...第1の層目の音響整合層(傾斜機能層)、2E...第2層目の音響整合層(傾斜機能層)、2F...第1の層目の音響整合層(傾斜機能層)、2G...第2の層目の音響整合層(傾斜機能層)、2H...第3の層目の音響整合層(傾斜機能層)、3...圧電素子層、4...バッキング層、5...電極、6, 6E...圧電素子、9...圧電部材、7...分離溝、8...信号線、10...絶縁性材料、11A, 11B, 11C, 11D...接着層、12...生体、13...整合曲線、20...ガラス粒子、21...樹脂、22, 22a, 22b, 22c, 22d, 22e...傾斜機能層、23...基材、24...表面、25...接触面、24a~e...傾斜機能層、30...超音波探触子、31...送信ビームフォーマー、32...受信ビームフォーマー、33...信号処理回路、34...スキャンコンバーター、35...モニター、36...送信信号、37...超音波信号、91...光ファイバの表面、92...光ファイバの中心軸、93...電力機器用絶縁部品の電極1、94...電力機器用絶縁部品の電極2、95...電力機器用絶縁部品(傾斜機能層)、96...傾斜機能層の誘電率位置依存性、100, 100', 100a~c...超音波探触子、200a~c...傾斜機能層形成品、300...超音波診断装置。

10

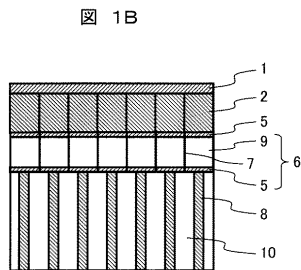
20

30

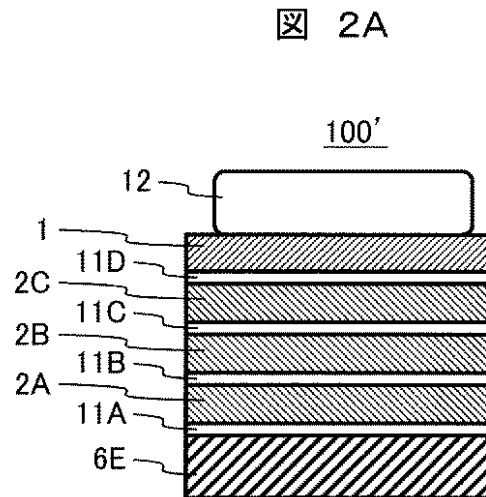
【図 1 A】



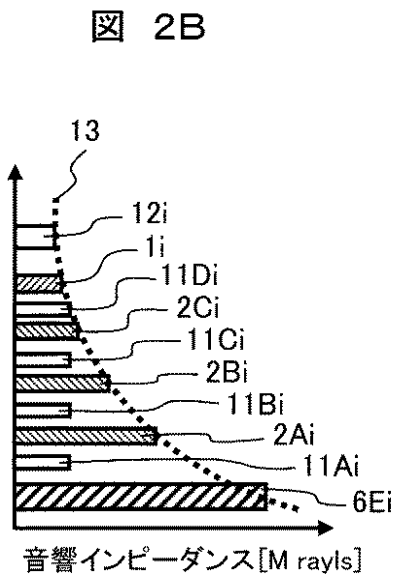
【図 1 B】



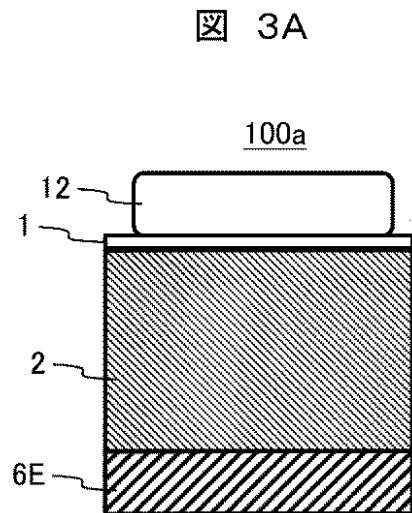
【図 2 A】



【図 2 B】

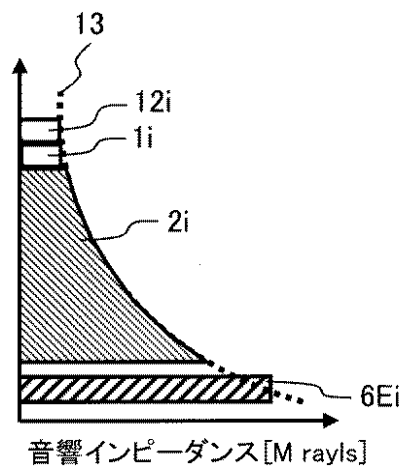


【図 3 A】



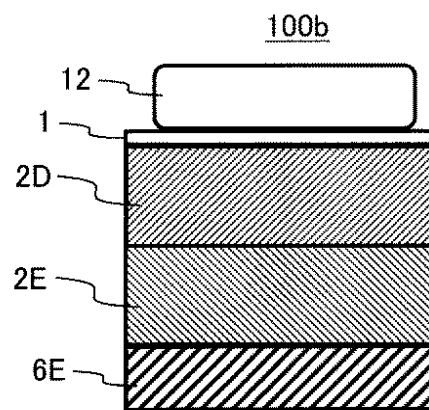
【図 3 B】

図 3B



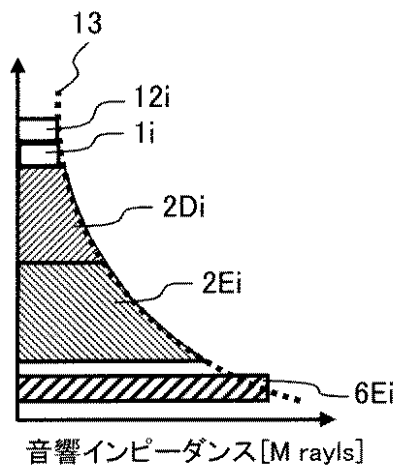
【図 4 A】

図 4A



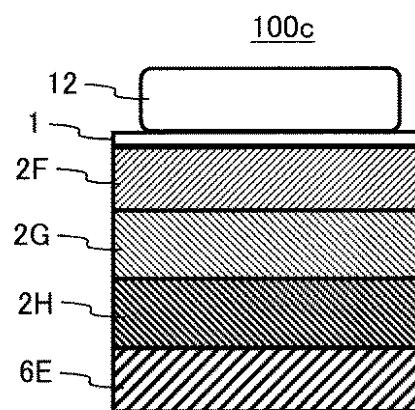
【図 4 B】

図 4B



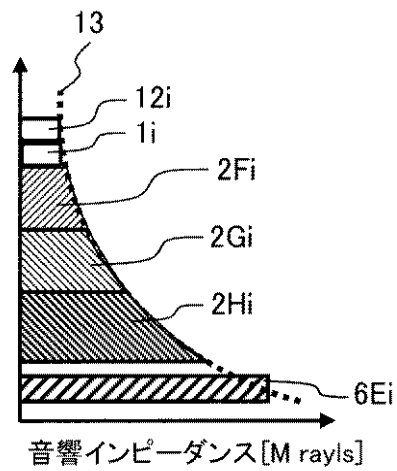
【図 5 A】

図 5A



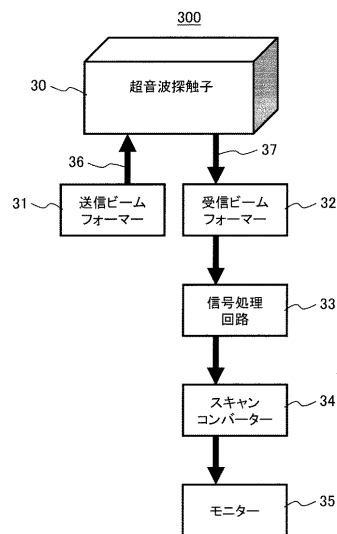
【 図 5 B 】

図 5B



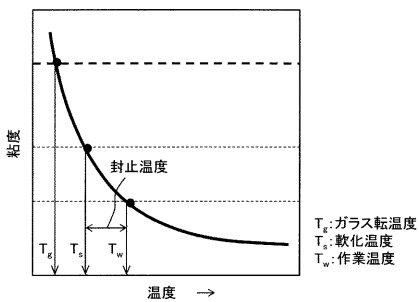
【 図 6 】

Figure 6



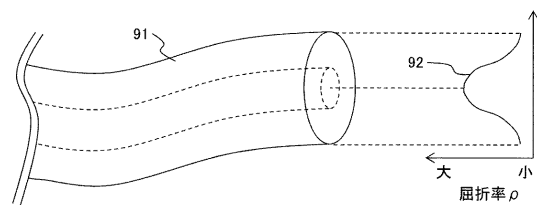
【 圖 7 】

图 7



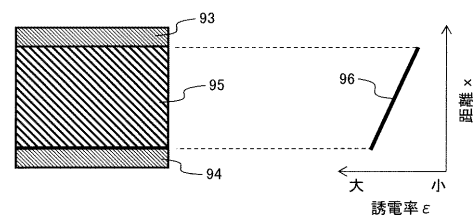
【 図 9 】

图 9



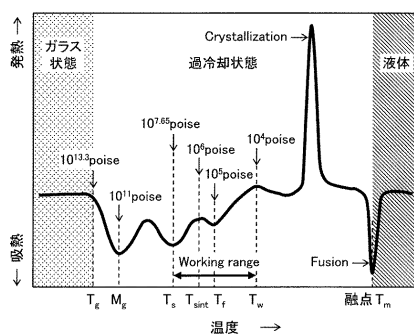
【 ㊦ 1 0 】

図 10



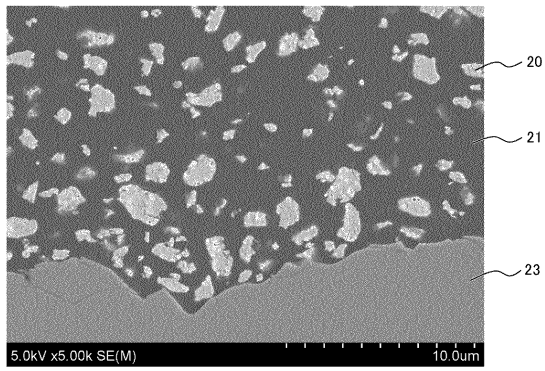
【 図 8 】

图 8



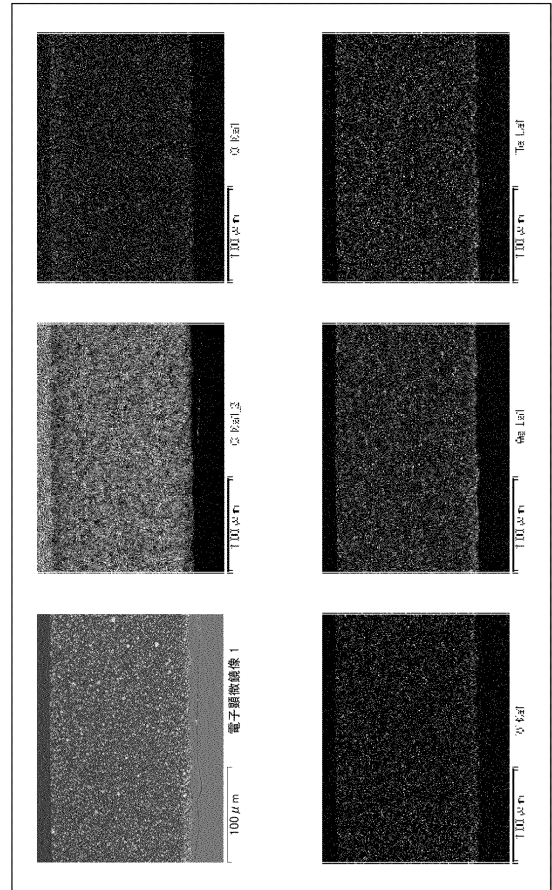
【図 1 1】

図 11



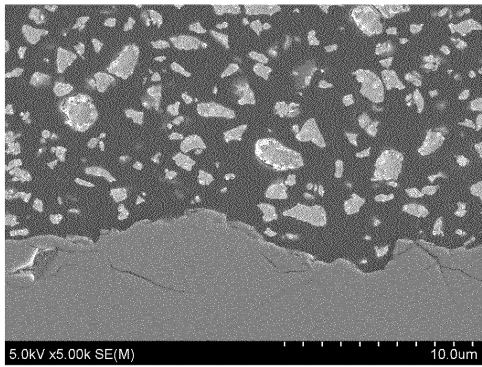
【図 1 2】

図 12



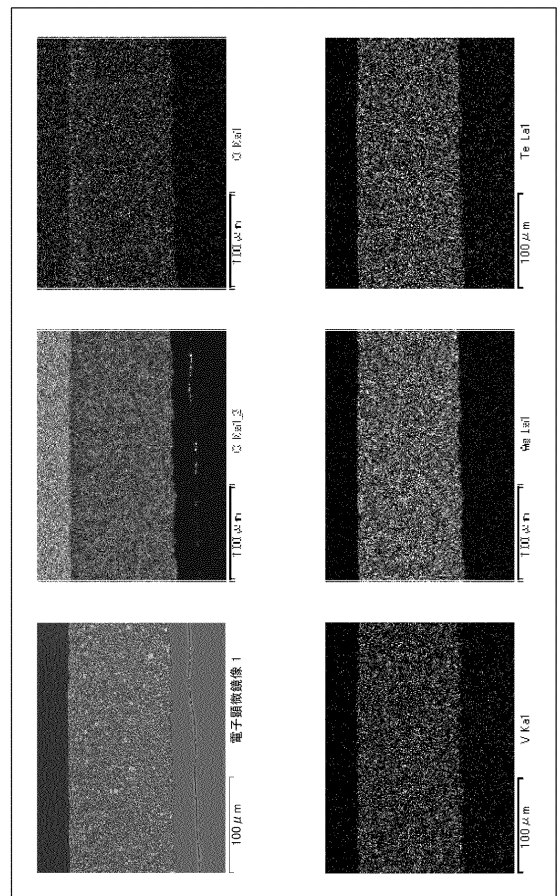
【図 1 3】

図 13



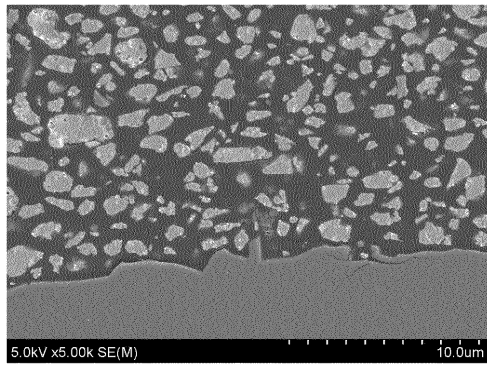
【図 1 4】

図 14



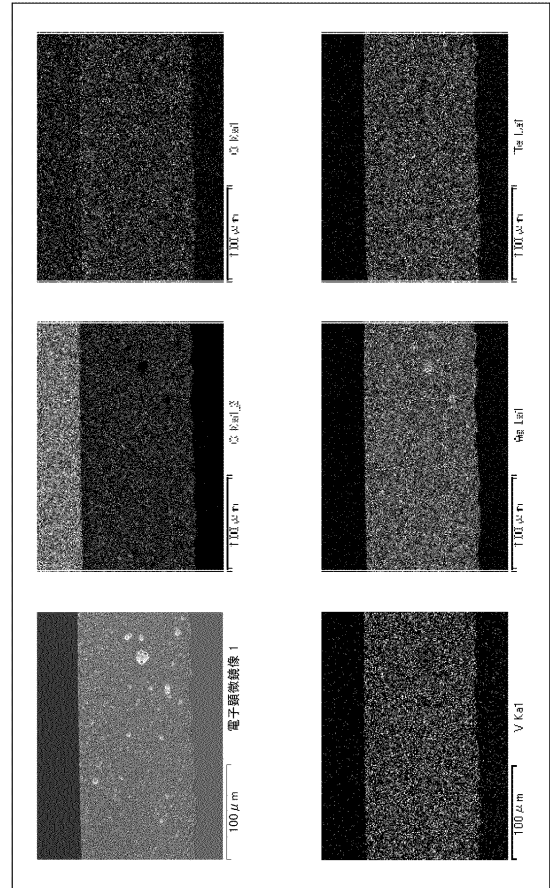
【図 15】

図 15



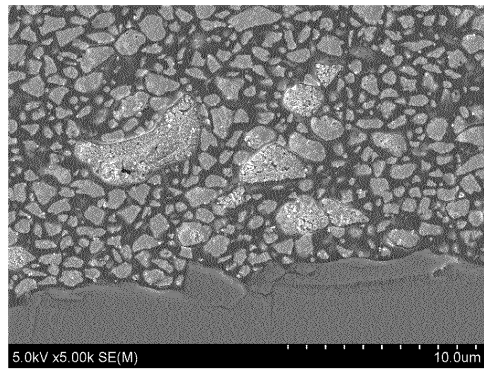
【図 16】

図 16



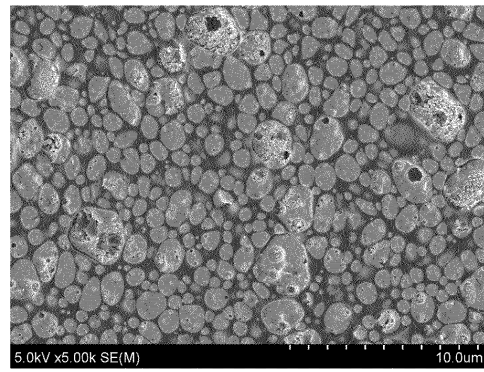
【図 17】

図 17



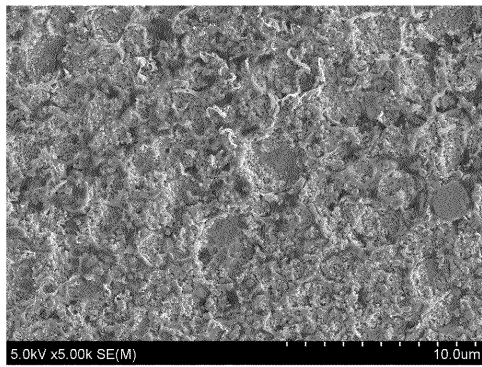
【図 18】

図 18



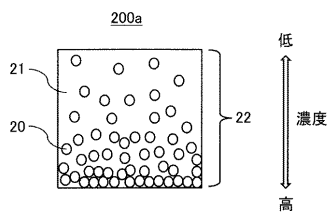
【図 19】

図 19



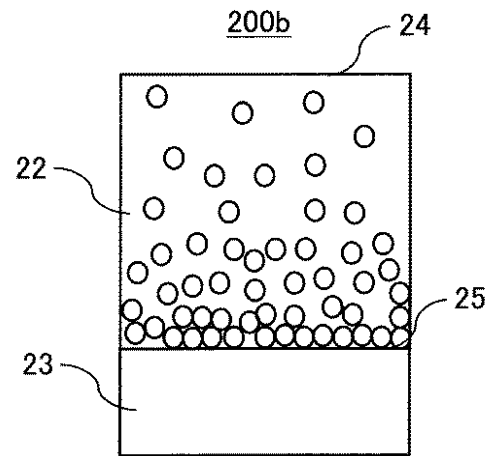
【図 20A】

図 20A



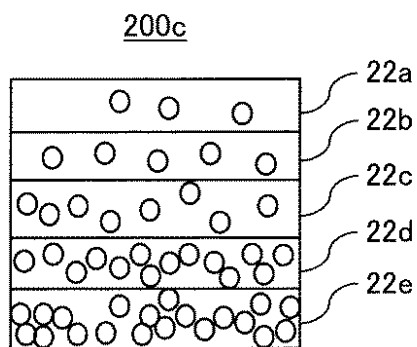
【図 20B】

図 20B



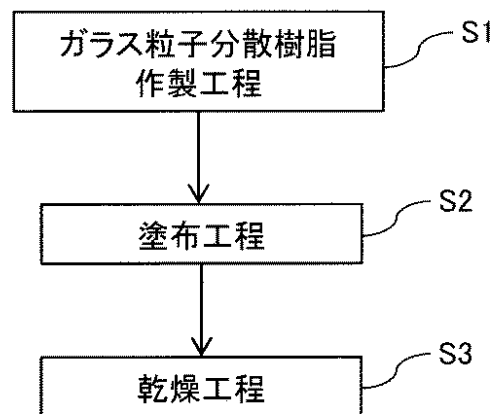
【図 20C】

図 20C



【図 21】

図 21



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
C 0 8 L	71/12	(2006.01)	C 0 8 L	71/12		
G 0 2 B	6/02	(2006.01)	G 0 2 B	6/02	3 7 6 Z	
G 0 2 B	6/028	(2006.01)	G 0 2 B	6/028		
B 3 2 B	9/00	(2006.01)	B 3 2 B	9/00	A	
C 0 8 K	3/40	(2006.01)	C 0 8 K	3/40		

(72)発明者 小野寺 大剛

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内

F ターム(参考) 2H150 AB02 AB32 AD36

4C601 EE01 EE03 GB25 GB26 GB41

4F100 AA17A AA19A AA20A AB02B AB09B AB24B AG00A AK01A AK54B AR00E

AS00C AT00B BA02 BA05 BA10B BA10E JA04A JG10D

4J002 AA001 CH071 CH091 DL006 GF00 GQ00 GQ02 GQ04

5D019 BB02 BB03 BB26 FF05 GG03 GG06

专利名称(译)	标题：生产斜坡功能层的方法和生产斜坡功能层的方法		
公开(公告)号	JP2017031283A	公开(公告)日	2017-02-09
申请号	JP2015150934	申请日	2015-07-30
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	三宅 竜也 内藤 孝 青柳 拓也 小野寺 大剛		
发明人	三宅 竜也 内藤 孝 青柳 拓也 小野寺 大剛		
IPC分类号	C08L101/00 H01L41/113 H01L41/09 H04R17/00 A61B8/14 C08L71/12 G02B6/02 G02B6/028 B32B9/00 C08K3/40		
FI分类号	C08L101/00 H01L41/113 H01L41/09 H04R17/00.330.J A61B8/14 C08L71/12 G02B6/02.376.Z G02B6/028 B32B9/00.A C08K3/40		
F-TERM分类号	2H150/AB02 2H150/AB32 2H150/AD36 4C601/EE01 4C601/EE03 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB41 4F100/AA17A 4F100/AA19A 4F100/AA20A 4F100/AB02B 4F100/AB09B 4F100/AB24B 4F100/AG00A 4F100/AK01A 4F100/AK54B 4F100/AR00E 4F100/AS00C 4F100/AT00B 4F100/BA02 4F100/BA05 4F100/BA10B 4F100/BA10E 4F100/JA04A 4F100/JG10D 4J002/AA001 4J002/CH071 4J002/CH091 4J002/DL006 4J002/GF00 4J002/GQ00 4J002/GQ02 4J002/GQ04 5D019/BB02 5D019/BB03 5D019/BB26 5D019/FF05 5D019/GG03 5D019/GG06		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

[问题] 获得具有功能梯度层的产品，该产品具有功能梯度层，该产品可以应用于包括超声探头，光纤和电力设备的固体绝缘组件在内的各种产品，以及这种功能梯度层形成的产品 提供了一种生产功能梯度功能层形成产品的方法。[解决方案] 根据本发明的形成功能梯度层的产品包括含有钒的玻璃颗粒和其中分散有玻璃颗粒的树脂，并且具有其中树脂中的玻璃颗粒的浓度为梯度的功能梯度层。 表征。[选择图]图20A

图 20A

