

(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2008-74679

(P2008-74679A)

(43) 公開日 平成20年4月3日(2008.4.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO4B 35/16 (2006.01)	CO4B 35/16 Z	4G030
HO1G 4/12 (2006.01)	HO1G 4/12 358	5E001
HO1G 4/30 (2006.01)	HO1G 4/30 301E	5E082

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-257884 (P2006-257884)
 (22) 出願日 平成18年9月22日 (2006.9.22)

(71) 出願人 000004547
 日本特殊陶業株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
 (74) 代理人 100094190
 弁理士 小島 清路
 (74) 代理人 100117134
 弁理士 萩野 義昇
 (74) 代理人 100111752
 弁理士 谷口 直也
 (72) 発明者 佐藤 尚人
 名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本
 特殊陶業株式会社内
 (72) 発明者 吉田 則隆
 名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本
 特殊陶業株式会社内

最終頁に続く

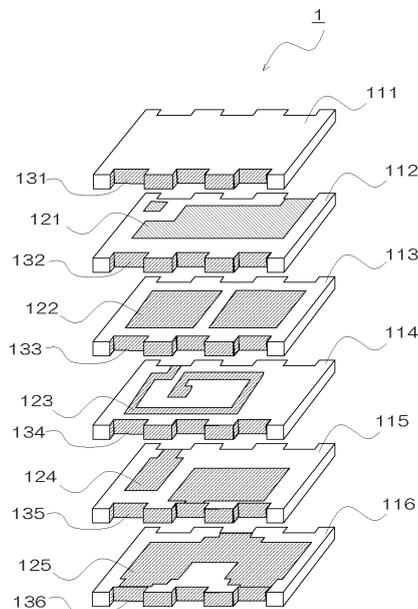
(54) 【発明の名称】 セラミック多層部品及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】耐電圧特性に優れたセラミック多層部品及びその製造方法を提供する

【解決手段】未焼成セラミック層及び未焼成導体層を積層する工程を有するセラミック多層部品の製造方法において、未焼成セラミック層はD90が8 μm以下であるガラス粉末(SiO₂-B₂O₃-Al₂O₃-CaO系ガラスなど)、及びD90が4.5 μm以下である無機フィラー粉末(アルミナ、チタン酸カルシウムなど)を含有する。セラミック多層部品1は、ガラスと無機フィラーとを含有し、ポア2が形成されているセラミック層111~116を備え、セラミック層の厚さtは10 μm以上120 μm以下であって、セラミック層内においてポアの最大直径が7.5 μm以下であり、且つ最大直径が4 μm以上であるポア2の数は積層方向におけるt×t四方の断面にt/5.5以下である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

未焼成セラミック層及び未焼成導体層を積層して未焼成セラミック多層部品を得る積層工程と、該未焼成セラミック多層部品を焼成する焼成工程と、を備えるセラミック多層部品の製造方法であって、

上記未焼成セラミック層は、粒度分布における 90% 粒度が $8\ \mu\text{m}$ 以下であるガラス粉末、及び粒度分布における 90% 粒度が $4.5\ \mu\text{m}$ 以下である無機フィラー粉末を含有することを特徴とするセラミック多層部品の製造方法。

【請求項 2】

上記ガラス粉末と上記無機フィラー粉末との合計を 100 体積%とした場合に、該ガラス粉末の含有量が 40 ~ 85 体積%である請求項 1 に記載のセラミック多層部品の製造方法。

10

【請求項 3】

上記ガラス粉末を構成するガラスは、 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$ 系ガラスである請求項 1 又は 2 に記載のセラミック多層部品の製造方法。

【請求項 4】

ガラスと無機フィラーとを含有し、ポアが形成されているセラミック層を備えるセラミック多層部品であって、

上記セラミック層の厚さ t は、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $120\ \mu\text{m}$ 以下であって、

上記セラミック層内において、ポアの最大直径が $7.5\ \mu\text{m}$ 以下であり、且つ、最大直径が $4\ \mu\text{m}$ 以上であるポアの数、積層方向における $t \times t$ 四方の断面に $t / 5.5$ 個以下であることを特徴とするセラミック多層部品。

20

【請求項 5】

上記ポアは、該ポアの長径を R 、且つ短径を r とした場合に R / r は 1.4 以下である請求項 4 に記載のセラミック多層部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、セラミック多層部品及びその製造方法に関する。更に詳しくは、本発明は、耐電圧特性に優れたセラミック多層部品及びその製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

下記特許文献 1 には、用いる粉末全体の平均粒径を $2.5\ \mu\text{m}$ 以下に制御することで、ポイドの最大径をセラミック層の厚さの 30% 以下の大きさに抑制でき、絶縁破壊電圧を大きくできることが開示されている。

また、下記特許文献 2 には、用いる粉末全体の 10% 粒度 (D_{10})、平均粒径 (D_{50})、90% 粒度 (D_{90}) の各々の相関を所定の範囲に制御することで高強度な配線基板が得られることが開示されている。

更に、下記特許文献 3 ([0035] 等) には平均粒径 (D_{50}) が $0.1 \sim 5\ \mu\text{m}$ のガラス粉末と、平均粒径 (D_{50}) が $0.1 \sim 5\ \mu\text{m}$ のフィラー粉末とを用いることで、得られる低温焼成磁器内に形成される気孔の最大径を $10\ \mu\text{m}$ 以下に抑えることができることが開示されている。

40

【0003】

【特許文献 1】特開 2004 - 228411 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 165765 号公報

【特許文献 3】特開 2004 - 231454 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、上記特許文献 1 に示されるように、用いる粉末全体の平均粒径を $2.5\ \mu\text{m}$ 以

50

下とすることは困難であり、且つ非常に高コストとなる。これに対して、得られる絶縁破壊電圧は $25\ \mu\text{m}$ のセラミック層の厚さにおいて最大で $23\ \text{V}$ と十分ではないという問題がある。また、上記特許文献2に示されるように、ガラス粉末の平均粒径を $5\ \mu\text{m}$ 以下にすることは、上記特許文献1と同様に困難であり、また非常に高コストとなるという問題がある。更に、上記特許文献3に示されるように、上記相関を達したとしても、十分な耐電圧性が得られない場合がある。

本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、耐電圧特性に優れたセラミック多層部品及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】

【0005】

本発明者らは、耐電圧特性が特異的に低いセラミック層が存在することについて鋭意検討を行った。この結果、焼成後にセラミック層内に形成されているポアが大きい場合や、比較的小さなポアであっても連続して存在することにより、結果的にこれらの部分において十分な絶縁距離が確保されず、耐電圧特性が低下している場合があることを知見した。

更に、これらの形態のポアは上記特許文献等に示されるように、一般に、用いる粉末の平均粒径を小さくすることである程度は抑制できるが、ガラス粉末を $3\ \mu\text{m}$ 以下というような小径にまで粉砕することは困難であり、また仮にできたとしても非常に高コストとなることが分かった。そこで、これらの用いる粉末の粒径制御について詳細に検討を行ったところ、過度な粉砕を要さずとも、ポアを効果的に抑制し、且つ $250\ \text{V}$ 以上の耐電圧特性が得られることを知見し、本発明を完成させた。

【0006】

即ち、本発明は以下のとおりである。

(1) 未焼成セラミック層及び未焼成導体層を積層して未焼成セラミック多層部品を得る積層工程と、該未焼成セラミック多層部品を焼成する焼成工程と、を備えるセラミック多層部品の製造方法であって、

上記未焼成セラミック層は、粒度分布における90%粒度が $8\ \mu\text{m}$ 以下であるガラス粉末、及び粒度分布における90%粒度が $4.5\ \mu\text{m}$ 以下である無機フィラー粉末を含有することを特徴とするセラミック多層部品の製造方法。

(2) 上記ガラス粉末と上記無機フィラー粉末との合計を100体積%とした場合に、該ガラス粉末の含有量が40~85体積%である上記(1)に記載のセラミック多層部品の製造方法。

(3) 上記ガラス粉末を構成するガラスは、 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$ 系ガラスである上記(1)又は(2)に記載のセラミック多層部品の製造方法。

(4) ガラスと無機フィラーとを含有し、ポアが形成されているセラミック層を備えるセラミック多層部品であって、

上記セラミック層の厚さ t は、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $120\ \mu\text{m}$ 以下であって、

上記セラミック層内において、ポアの最大直径が $7.5\ \mu\text{m}$ 以下であり、且つ、最大直径が $4\ \mu\text{m}$ 以上であるポアの数、積層方向における $t \times t$ 四方の断面に $t/5.5$ 個以下であることを特徴とするセラミック多層部品。

(5) 上記ポアは、該ポアの長径を R 、且つ短径を r とした場合に R/r は1.4以下である上記(4)に記載のセラミック多層部品。

【発明の効果】

【0007】

本発明のセラミック多層部品の製造方法によれば、セラミック層内に形成されるポアの大きさ及び個数を効果的に抑制でき、優れた耐電圧特性が得られるセラミック多層部品を得ることができる。

ガラス粉末と無機フィラー粉末との合計を100体積%とした場合に、ガラス粉末の含有量が40~85体積%である場合は、特に優れた耐電圧特性を有するセラミック多層部品を得ることができる。また、一般にガラス粉末の使用量が多いと焼結性がよく焼成が不十分なことによるポアは生じ難いが、過焼成した場合にはガラスの発泡による球状のポア

10

20

30

40

50

が生じ易くなる。しかし、本発明ではこのような範囲においても形成されるポアの大きさ及び個数を抑制できる。

ガラス粉末を構成するガラスが $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$ 系ガラスである場合は、上記効果に加え、より低温で焼成することができ、且つ無機フィラーとの反応を抑えることができるため、焼成温度を幅広く調整することができる。

【0008】

本発明のセラミック多層部品によれば最大直径が $7.5 \mu\text{m}$ を超える大きなポアを有さず、また、直径が $4 \mu\text{m}$ 以上のポアの個数は極めて少ない。このため、ポアがセラミック層の表裏に連なって形成されない。そのため、特にセラミック層の表裏に導体層を備える状況で使用される場合には、セラミック層の層間での電流リークが極めて生じ難く、優れた耐電圧特性を発揮できる。

ポアの長径 R と短径 r とが $R/r = 1.4$ である場合は、十分焼成がなされており、特に優れた耐電圧特性を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明を詳しく説明する。

[1] セラミック多層部品の製造方法

本発明のセラミック多層部品の製造方法は、未焼成セラミック層及び未焼成導体層を積層して未焼成セラミック多層部品を得る積層工程と、該未焼成セラミック多層部品を焼成する焼成工程と、を備えるセラミック多層部品の製造方法であって、

上記未焼成セラミック層は、粒度分布における90%粒度が $8 \mu\text{m}$ 以下であるガラス粉末、及び粒度分布における90%粒度が $4.5 \mu\text{m}$ 以下である無機フィラー粉末を含有することを特徴とする。

【0010】

上記「積層工程」は、未焼成セラミック層及び未焼成導体層を積層して未焼成セラミック多層部品を得る工程である。

上記「未焼成セラミック層」は、ガラス粉末及び無機フィラー粉末を含有する層であり、焼成されてセラミック層となる層である。

上記「ガラス粉末」は、焼成されてガラスとなる粉末である。また、このガラス粉末は粒度分布における90%粒度（以下、単に「D90」ともいう）が $8 \mu\text{m}$ 以下である。D90が $8 \mu\text{m}$ を超え、尚かつ無機フィラー粉末のD90が $4.5 \mu\text{m}$ を超えると急激にポアの最大径が大きくなり、また、ポア数も多くなる。このため250V以上の耐電圧性が得られない場合がある。

ガラス粉末のD90は、 $8 \mu\text{m}$ 以下であればよく、特に限定されないが $7.7 \mu\text{m}$ 以下とすることができ、更には $6.1 \mu\text{m}$ 以下とすることができる。しかし、通常使用できる方法（即ち、例えば、振動ミル、ボールミル及びジェットミル等）でD90を $5.0 \mu\text{m}$ 以下にまで小さくすることは非常に困難である。従って、D90は $5.5 \sim 8 \mu\text{m}$ とすることが好ましく、 $5.6 \sim 7.7 \mu\text{m}$ とすることができ、更には $5.7 \sim 6.1 \mu\text{m}$ とすることができる。

【0011】

尚、上記D90に加えて、D10は $2.5 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $2.0 \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $0.3 \sim 1.7 \mu\text{m}$ であることが特に好ましい。更に、上記D90及びD10に加えて、平均粒径（D50）は $5.0 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $4.5 \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $2.3 \sim 4.0 \mu\text{m}$ であることが特に好ましい。これらのD10～D90の好ましい範囲は各々の組合せとすることができる。

更に、ガラス粉末の各粒度の相関は、D10/D50が $0.10 \sim 0.45$ （より好ましくは $0.13 \sim 0.45$ 、更に好ましくは $0.13 \sim 0.17$ ）であることが好ましい。また、D90/D50は $1.8 \sim 2.3$ であることが好ましい。

【0012】

上記ガラス粉末を構成するガラスの組成は特に限定されない。即ち、例えば、ガラスと

10

20

30

40

50

しては、Si並びにCa、Mg及びBa等のアルカリ土類金属元素などを含有するガラスが挙げられる。このガラスにはAlが含有されていてもよい。更に、Na及びK等のアルカリ金属元素が含有されていてもよい。また、このガラスはBを含有するガラス、Pbを含有するガラス等であってもよい。ガラスとしては、Si及びBを含有するホウケイ酸ガラスが好ましく、Si、B及びAlを含有するホウケイ酸ガラスがより好ましく、Si、B、Al及びCaを含有するホウケイ酸ガラスが特に好ましい。

【0013】

このSi、B、Al及びCaを含有するホウケイ酸ガラスとしては、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - CaO$ 系ガラスが挙げられる。この $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - CaO$ 系ガラスとしては、Si、B、Al及びCaの4種類の元素の酸化物のみからなるガラス、及びその他の酸化物を1種又は2種以上含有するガラスが挙げられる。上記その他の酸化物としては、Zn及びCaを除くアルカリ土類金属元素(Mg、Ba及びSr)の酸化物が挙げられる。

10

【0014】

この $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - CaO$ 系ガラスにおける各元素の含有割合は特に限定されないが、少なくともSi、B、Al、Ca及びOを含有し、 SiO_2 、 B_2O_3 、 Al_2O_3 及びCaOの合計を100モル%とすると、Siが SiO_2 換算で20~40モル%、Bが B_2O_3 換算で15~30モル%、Alが Al_2O_3 換算で10~25モル%及びCaがCaO換算で10~25モル%であることが好ましい。更に、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - CaO$ 系ガラス全体を100モル%とした場合に、 SiO_2 、 B_2O_3 、 Al_2O_3 及びCaOの合計が85モル%以上であるガラスが好ましい。また、このガラスがその他の酸化物を含有するときは、その他の酸化物は、 SiO_2 、 B_2O_3 、 Al_2O_3 及びCaOの合計を100モル%とした場合に、酸化物換算(ZnO、MgO、BaO及びSrOなど)で5~15モル%であることが好ましい。

20

【0015】

$SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - CaO$ 系ガラスを用いた場合は、より低温で焼成することができるため、抵抗が低く且つ低融点の金属(Cu、Ag及びAu等)との同時焼成が容易であり、特に1000以下の低温で同時焼成できる。更に、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - CaO$ 系ガラスは、無機フィラーとしてCaTiO₃及びTiO₂等の比誘電率の高い無機フィラーを用いた場合でも、焼成の際のガラスと無機フィラーとの反応が十分に抑制され、焼成温度を広く調整することができる。

30

【0016】

上記「無機フィラー粉末」は、未焼成セラミック層内に含有され、焼成後にセラミック層内に含有されることとなる無機材料からなる粉末(但し、粉末を構成する粒子は、粒形が球状であるもの、楕円球形であるもの、柱状であるもの、繊維状であるもの等を含む)である。この無機フィラー粉末は、焼成後のセラミック多層部品内におけるセラミック層内では、通常、上記ガラスをマトリックスとして、ガラス内に無機フィラーとして分散して含有される。また、無機フィラー粉末は、焼成の前後で変化(組成、状態など)してもよいが、通常、焼成の前後でほとんど変化しない。但し、上記ガラスの一部が焼成を経て析出されて結果的に無機フィラーとして含有されてもよい。

40

【0017】

この無機フィラー粉末は粒度分布におけるD90が4.5µm以下である。D90が4.5µmを超え、尚かつガラス粉末のD90が8µmを超えると急激にポアの最大径が大きくなり、また、ポア数も多くなる。このため250V以上の耐電圧性が得られない場合がある。

無機フィラー粉末のD90は、4.5µm以下であればよく、特に限定されないが4.0µm以下とすることができ、更には3.5µm以下とすることができる。しかし、通常使用できる方法(即ち、例えば、振動ミル、ボールミル及びジェットミル等)でD90を1.5µm以下にまで小さくすることは非常に困難である。従って、D90は1.8~4.5µmとすることが好ましく、1.9~3.5µmとすることができきる。これらの各

50

々の数値範囲は、前記ガラス粉末のD90の各々の数値範囲との組合せとすることができる。

【0018】

上記D90に加えて、D10は2.0 μm以下であることが好ましく、1.5 μm以下であることがより好ましく、0.1 ~ 1.3 μmであることが特に好ましい。更に、上記D90及びD10に加えて、平均粒径(D50)は3.0 μm以下であることが好ましく、2.5 μm以下であることがより好ましく、0.7 ~ 2.0 μmであることが特に好ましい。これらのD10 ~ D90の好ましい範囲は各々の組合せとすることができる。

更に、無機フィラー粉末の各粒度の相関は、D10 / D50が0.05 ~ 0.65であることが好ましい。また、D90 / D50は1.5 ~ 4.3であることが好ましい。

10

【0019】

また、無機フィラー粉末を構成する材料の種類は特に限定されないが、例えば、アルミナ、チタン酸アルカリ金属塩(チタン酸マグネシウム、チタン酸カルシウム、チタン酸ストロンチウム及びチタン酸バリウム等)、コーディエライト、ムライト、チタニア、ジルコニア、ガーナイト、フォルステライト、ワラストナイト、アノーサイト、エンスタイト、ジオプサイト、アーケルマナイト、ゲーレナイト並びにスピネル等が挙げられる。これらの材料は1種のみ含有されていてもよく、2種以上含有されていてもよい。更に、例えば、CaTiO₃とLaAlO₃との2種以上の金属酸化物などの固溶体の粉末を用いることもできる。

【0020】

20

これらの無機フィラー粉末を構成する材料のなかでも、アルミナ、チタン酸アルカリ土類金属塩、コーディエライト及びムライトのうちの少なくとも1種を用いることが好ましい。また、特にガラス粉末としてSiO₂ - B₂O₃ - Al₂O₃ - CaO系ガラスを用いた場合には低温で焼成することができ、このガラスと上記無機フィラーとの反応を抑制できる。このため特に焼成温度を幅広く調整でき、優れた誘電特性を得ることができる。また、この無機フィラー粉末を構成する材料の比誘電率は特に限定されず、セラミック多層部品の使用目的により適宜のものとするのが好ましいが、通常、35以上であり、65以上であることが好ましく、90以上であることがより好ましい。

【0021】

未焼成セラミック層に含有されるガラス粉末と無機フィラー粉末との合計を100体積%とした場合、各々の含有割合は特に限定されないが、ガラス粉末の含有量は40 ~ 85体積%とすることが好ましい。即ち、無機フィラー粉末の含有量は15 ~ 60体積%である。このガラス粉末の含有量は41 ~ 82体積%が好ましく、55 ~ 80体積%がより好ましい。無機フィラー粉末の含有量は18 ~ 59体積%が好ましく、20 ~ 45体積%がより好ましい。ガラス粉末の含有量が上記範囲であれば、未焼成体を1000以下の低温域において焼成でき、また、得られる耐電圧性も250V以上とすることができる。

30

【0022】

この未焼成セラミック層には、ガラス粉末及び無機フィラー粉末以外にも他の成分を含有できる。他の成分としては、バインダ、可塑剤、溶剤、着色剤、レベリング剤、消泡剤及び分散剤等が挙げられる。これらは1種のみを用いてもよく、2種以上を併用してもよい。未焼成セラミック層の作成方法は特に限定されないが、通常、ガラス粉末及び無機フィラー粉末を含有するセラミックスラリーをドクターブレード法及びスリップキャスト法等の公知の薄膜化法によりシート状に成形し、次いで、このシートを乾燥して得ることができる。

40

【0023】

上記「未焼成導体層」は、焼成されて導体層となる層である。この未焼成導体層は焼成の前後で変化する層であってもよく、変化しない層であってもよい。即ち、例えば、導体成分からなる導体粉末と有機ビヒクル(バインダ、可塑剤及び溶剤等のうちの少なくとも1種を含有する)とを含有する層であり、焼成により導体粉末を構成する導体粒子同士が融着することで導体層となる未焼成導体層であってもよい。また、バターニングされた導

50

体成分のみからなる未焼成導体層（焼成前後の変化はない）であってもよい。これらのうちでは、作業性の観点などから前者が好ましい。

【0024】

上記「積層」はどのように行ってもよく特に限定されず、目的とする積層順序となるように未焼成セラミック層と未焼成導体層とが積層されればよい。未焼成セラミック層は、焼成されてセラミック多層部品内においてセラミック層（絶縁層）となる。一方、未焼成導体層は、焼成されてセラミック多層部品内において導体層となる。通常、セラミック層と導体層とは交互に積層されるため、未焼成セラミック層と未焼成導体層とも交互に積層される。即ち、例えば、1層の未焼成セラミック層と1層の未焼成導体層とを積層した積層物同士を積層することで未焼成セラミック多層部品を得てもよい。また、1層の未焼成セラミック層上に、1層の未焼成導体層を積層し、次いで、この未焼成導体層上に1層の未焼成セラミック層を積層し、その後、この未焼成セラミック層上に1層の未焼成導体層を積層するというように、順次積層して未焼成セラミック多層部品を得てもよい。また、積層に際しては、熱圧着を行うことが好ましい。

10

【0025】

上記「焼成工程」は、未焼成セラミック多層部品を焼成する工程である。即ち、未焼成セラミック層と未焼成導体層とを同時焼成する工程である。この焼成工程における焼成温度は特に限定されないが、通常、1000以下である。更に800~950が好ましく、800~900がより好ましい。また、焼成雰囲気も特に限定されないが、導体層を構成する金属の種類等により設定できる。即ち、例えば、酸化され難い金属（貴金属等）を用いる場合には、大気雰囲気等の酸化雰囲気において焼成できる。一方、酸化され易い金属（Cu等）を用いる場合には、窒素及びアルゴン等の不活性ガスなどからなる不活性雰囲気、又は少量の水素を含有する還元雰囲気において焼成できる。焼成時間（上記焼成温度を保持する時間）は特に限定されないが、通常、5~30分間であり、10~25分間が好ましい。

20

【0026】

本発明の製造方法では、上記積層工程及び上記焼成工程以外にも他の工程を備えることができる。他の工程としては、脱脂工程が挙げられる。即ち、未焼成セラミック層に有機ビヒクルが含有される場合、通常、未焼成セラミック層を加熱して有機ビヒクルを除去し、その後、上記焼成がなされる。この脱脂のための加熱の温度及び時間は、有機ビヒクルの種類及び含有量により設定することができる。例えば、加熱温度は150~600、特に200~500とすることができ、加熱時間は1~10時間、特に2~7時間とすることができる。また、この脱脂工程は、焼成工程と連続して行ってもよく、別工程として設けてもよい。

30

【0027】

[2] セラミック多層部品

本発明のセラミック多層部品は、ガラスと無機フィラーとを含有し、ポアが形成されているセラミック層を備えるセラミック多層部品であって、

上記セラミック層の厚さ t は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下であって、

上記セラミック層内において、ポアの最大直径が $7.5\mu\text{m}$ 以下であり、且つ、最大直径が $4\mu\text{m}$ 以上であるポアの数、積層方向における $t \times t$ 四方の断面に $t/5.5$ 個以下であることを特徴とする。

40

【0028】

本発明のセラミック多層部品を構成する上記セラミック層は、ガラス及び無機フィラーを含有する。このうちガラスは、通常、上記ガラス粉末が焼成により熔融されてなるガラスである。従って、ガラスの種類及び無機フィラーとの含有割合等は、前記ガラス粉末における各々をそのまま適用できる。また、セラミック層に含有される無機フィラーは、未焼成セラミック層に含有される無機フィラー粉末が焼成工程を経て含有された無機フィラーであり、通常、焼成前後での変化はない。従って、無機フィラーの種類及びガラスとの含有割合等は、前記無機フィラー粉末における各々をそのまま適用できる。

50

尚、焼成過程を経たセラミック層内には、未焼成セラミック層に含有されるガラス粉末が焼成過程で析出してなる無機フィラーが含有されてもよいが、通常、その量は微量であり、ガラス粉末全体を100体積%とした場合に、その5体積%以下である。

【0029】

また、上記セラミック層の厚さは特に限定されないが、通常、120 μ m以下であり、10~90 μ mが好ましく、15~60 μ mがより好ましく、20~45 μ mが特に好ましい。120 μ mを超えてもよいが、この範囲では粒径制御を行うまでもなく、十分な耐電圧特性が得られる。尚、上記セラミック層の厚さとは、通常、導体層間に介在された上記セラミック層の厚さを意味する。

また、このセラミック層は、上記セラミック多層部品を構成するセラミック部分の全部を構成してもよく、一部のみを構成してもよい。即ち、例えば、本セラミック多層部品はセラミック層を1層のみ備えてもよく、セラミック層を複数層（同組成の未焼成セラミック層を直接接して積層した上で焼成を行った場合は複数のセラミック層が一体となっている場合がある）備えてもよい。

【0030】

本発明のセラミック多層部品は、上記セラミック層を備えること以外は特に限定されないが、通常、導体層を備える。この導体層を備える場合、その配置は特に限定されないが、少なくとも上記セラミック層を挟んで配置されることが好ましい。このような構造を有することにより上記セラミック層を用いる効果が発揮され易いからである。更に、この導体層は上記セラミック層と同時焼成された導体層とすることができる。即ち、本発明のセラミック多層部品は、上記セラミック層と、該セラミック層の表裏に配置され、且つ上記未焼成セラミック層と同時焼成された導体層を備えることができる。このようなセラミック多層部品においては、上記セラミック層による効果がより発揮され易い。

【0031】

本発明のセラミック多層部品において各層の配置及びその数は特に限定されないが、例えば、セラミック層を10~20層を備え、これらのセラミック層の各層間に導体層を1層ずつ、合計9~19層を備え（換言すれば、セラミック層の層間に導体層が埋設されてなる積層構造を備えることができる（この積層構造のみからなってもよい））。

更に、このセラミック多層部品は、この積層構造を構成する導体層間に常時電圧が印加された状態で使用されるセラミック多層部品であることが好ましい。このようなセラミック多層部品においては、上記セラミック層を備えることによる効果が更に発揮され易い。

このようなセラミック多層部品としては、電子部品が実装される配線基板、セラミックパッケージ、アンテナ、バランやカプラ、LCフィルタ（ダイプレクサ、バンドパスフィルタ及びローパスフィルタなど）等が挙げられる。

【0032】

尚、上記導体層を構成する導体成分の種類は特に限定されないが、Au、Ag、Cu、Pd及びPt等が挙げられる。その他、Al、Cr及びNi等のその他の導体成分が含有されていてもよい。その他の導体成分は、導体層全体を100質量%とした場合に、通常、4.0質量%以下であり、2.5質量%以下が好ましい。

尚、本発明における前記未焼成セラミック層及び前記焼成についての詳細は、前記製造方法における各々をそのまま適用できる。

【0033】

本発明のセラミック多層部品は、セラミック層の厚さ t が10~120 μ mの範囲である場合に、このセラミック層内において、ポアの最大長径は7.5 μ m以下（更には7 μ m以下、通常1 μ m以上）とすることができる。更に、このセラミック層内において、最大長径が4 μ m以上であるポアの数積層方向における $t \times t$ 四方の断面（図2参照）に $t/5.5$ 個以下（通常0.5個以上）とすることができる。即ち、例えば、積層方向に切断したセラミック多層部品のセラミック層の断面において、セラミック層の厚さ（導体層で挟まれたセラミック部分の厚さ） t が25 μ mである場合に、この断面（セラミック層の断面）における任意の25 μ m \times 25 μ m四方の範囲に7.5 μ mを超えるポアは認

10

20

30

40

50

められず、且つ $4\ \mu\text{m}$ 以上のポアは認められたとしても 4 個以下とすることができる。

【0034】

更に、本発明のセラミック多層部品では、このセラミック層内にポアが含有されたとしても、このポアの長径（最大寸法）を R 且つ短径（最短寸法）を r とした場合（図 2 参照）に R/r は 1.4 以下とすることができる。即ち、「 $R/r = 1.4$ 」である場合とは、十分に焼成がなされたことによって、ポアが均質な球形状に近づいたことを意味する。従って、十分な焼成がなされたにも関わらず、セラミック層内に認められる不可避免的なポアが、前記形態（最大長径が $7.5\ \mu\text{m}$ 以下であり、最大長径が $4\ \mu\text{m}$ 以上であるポア数は $t \times t$ 四方断面に $t/5.5$ 個以下）であることを意味する。即ち、前記粒径制御により、セラミック層内に含有される不可避免的なポアの大きさ及び数を抑制でき、結果的に耐電圧特性を向上させることができるものと考えられる。

10

本発明のセラミック多層部品によれば、実施例に後述する方法により測定される耐電圧特性は、上記セラミック層で絶縁された導体層間において $100\ \text{V}$ 以上とすることができ、更には $200\ \text{V}$ 以上とすることができ、特に $250\ \text{V}$ 以上とすることができ。

【0035】

本発明のセラミック多層部品としては、電子部品が実装される配線基板、セラミックパッケージ、アンテナ、バランやカブラ、LCフィルタ（ダイプレクサ、バンドパスフィルタ及びローパスフィルタなど）等が挙げられる。

このうち、セラミック積層型 LCフィルタの一例を分解斜視図として図 1 に示した。LCフィルタ 1 は、セラミック層（誘電体磁器部）111、112、113、114、115 及び 116 と、導体層 121、122、123、124 及び 125 とを備える。これらは一体的に同時焼成され一体物となっている。更に、131、132、133、134、135 及び 136 の端面導体を備える。この端面導体はセラミック層及び導体層と同時焼成されてもよく、同時焼成されていなくてもよい。

20

【実施例】

【0036】

以下、本発明を実施例によって具体的に説明する。

[1] ガラス粉末の製造

各々の元素を酸化物換算した場合に、Si を SiO_2 換算で 25 質量%、B を B_2O_3 換算で 21 質量%、Al を Al_2O_3 換算で 25 質量%、Ca を CaO 換算で 17 質量%、Zn を ZnO 換算で 12 質量%（これらの合計を 100 質量%とする）含有するように、 SiO_2 粉末、 H_3BO_3 粉末、 $\text{Al}_2(\text{OH})_3$ 粉末、 CaCO_3 粉末及び ZnO 粉末をそれぞれ秤量し、播潰機により混合した。その後、混合物を 3 ~ 5 時間加熱して熔融させ、次いで、水冷によって急冷してガラス（ガラス転移点は 631 であった）を調製した。その後、このガラスをボールミルにより粉碎し、 D_{90} が各々 $8.3\ \mu\text{m}$ 、 $7.5\ \mu\text{m}$ 、 $5.9\ \mu\text{m}$ である 3 種類のガラス粉末を得た。

30

尚、粒度分布は、レーザー回折散乱式粒度分布測定装置（株式会社堀場製作所製、形式「LA-750」）により測定した値である。

【0037】

[2] 無機フィラー粉末の調製

アルミナ粉末（純度 99% 以上）、及びチタン酸カルシウム粉末（純度 97% 以上）を各々、トロンメル粉碎機を用いて 10 ~ 15 時間かけて 2 次粉碎し、 D_{90} が $4.6\ \mu\text{m}$ 、 $4.4\ \mu\text{m}$ 、 $2.8\ \mu\text{m}$ 、 $2.2\ \mu\text{m}$ の 4 種類のアルミナ粉末、及び、 D_{90} が $4.8\ \mu\text{m}$ 、 $3.0\ \mu\text{m}$ 、 $2.4\ \mu\text{m}$ の 3 種類のチタン酸カルシウム粉末を得た。

40

【0038】

[3] グリーンシートの作成

上記 [1] で得られたガラス粉末と、上記 [2] で得られたいずれか一方の無機フィラー粉末と、を体積割合で 70 : 30 となるようにボールミルで混合して混合粉末を得た。その後、この混合粉末に有機バインダ（アクリル樹脂）と可塑剤（ジブチルフタレート）と溶剤（トルエン）とを添加し、混練してスラリーを得た。次いで、得られたスラリーを

50

焼成後の厚みが $25 \mu\text{m}$ になるようにシート形状に成形して 22 種類のグリーンシートを得た。

【0039】

[4] セラミック多層部品の製造

上記 [3] で得られた各グリーンシートの所定位置に Ag ペーストをスクリーン印刷により厚さ $15 \mu\text{m}$ で印刷した。その後、この Ag ペースト層上に同種の別のグリーンシートを熱圧着して積層した。次いで、この積層したグリーンシートの表面に上記と同様に Ag ペーストを印刷した後、同種の更に別のグリーンシートを積層することを繰り返し、10 枚の同種のグリーンシートと各グリーンシートの層間 (9 層) に Ag ペースト層が形成された未焼成セラミック多層部品を得た。

得られた未焼成セラミック多層部品を、温度 850 で 15 分間焼成し、各 22 種のグリーンシートを用いた 22 種のセラミック多層部品を得た。

【0040】

[5] 耐電圧特性の評価

上記 [4] で得られた各セラミック多層部品の各々について、絶縁破壊測定装置 (東亜ディーケーケー株式会社製、形式「SM-8215」) を用い、得られたセラミック多層部品の信号端子とグランド端子との間に 250V の電圧を印加し、この際のコンデンサパターンとグランドパターン間の電流リークの有無を確認した。

【0041】

[6] 断面におけるポアの評価

上記 [4] で得られた各セラミック多層部品を、各層の積層方向に対して切断し、その後、この断面を研磨し、電子顕微鏡により 500 倍に拡大し、その表面をデジタル撮影し、得られた画像において、任意に選択した 10ヶ所の $25 \mu\text{m} \times 25 \mu\text{m}$ 四方内に認められるポアの数、及びポアの形状についての観察を行った。尚、図 2 に例示するように、ポア数を換算する測定範囲 $t \times t$ 四方の領域に一部のみが含まれるポア (図 2 内のポア 21) が存在する場合、このポアの最大長さが $4 \mu\text{m}$ 以上である場合にはポア 1つと換算して積算した。

これらの結果を表 1 に示した。更に、この測定に用いた、実験例 1 及び実験例 9 の切断断面を電子顕微鏡により 500 倍に拡大して得られた画像による説明図を図 3 (実験例 9) 及び図 4 (実験例 1) に示した (図 3 及び図 4 内のスケールは全長が $50 \mu\text{m}$ に相当している)。

【0042】

10

20

30

【表 1】

表 1

実験例	使用材料 (セラミック層厚み25 μ m)							評価結果		
	ガラス粉末(70vol%)			無機フィラー(30vol%)				ポア最大径(μ m)	4 μ m以上ポア数(個)(t/5.5=4.5)	250V耐電圧試験
	D10(μ m)	D50(μ m)	D90(μ m)	D10(μ m)	D50(μ m)	D90(μ m)	種類			
* 1	1.9	4.8	* 8.3	1.6	2.6	* 4.6	Al ₂ O ₃	18.2	12	×
* 2	1.9	4.8	* 8.3	1.0	1.7	2.8		13.7	9	×
* 3	1.6	3.9	7.5	1.6	2.6	* 4.6		10.5	6	×
4	1.6	3.9	7.5	0.5	2.0	4.2		7.3	4	○
5	1.6	3.9	7.5	1.0	1.7	2.8		6.8	3	○
6	1.6	3.9	7.5	0.3	0.9	2.2		7.0	3	○
* 7	1.2	2.8	5.9	1.6	2.6	* 4.6		8.1	5	×
8	1.2	2.8	5.9	1.0	1.7	2.8		6.5	2	○
9	1.2	2.8	5.9	0.3	0.9	2.2		5.2	1	○
10	0.4	2.6	5.8	0.5	2.0	4.2		5.7	4	○
11	0.4	2.6	5.8	1.0	1.7	2.8		5.4	1	○
12	0.4	2.6	5.8	0.2	1.1	4.3		5.9	2	○
* 13	1.9	4.8	* 8.3	1.7	2.7	* 4.8	CaTiO ₃	17.6	10	×
* 14	1.9	4.8	* 8.3	1.1	1.9	3.0		15.4	10	×
* 15	1.6	3.9	7.5	1.7	2.7	* 4.8		11.9	5	×
16	1.6	3.9	7.5	1.1	1.9	3.0		7.2	3	○
17	1.6	3.9	7.5	0.7	1.4	2.4		6.9	2	○
* 18	1.2	2.8	5.9	1.7	2.7	* 4.8		9.3	5	×
19	1.2	2.8	5.9	1.1	1.9	3.0		6.7	2	○
20	1.2	2.8	5.9	0.7	1.4	2.4		5.4	1	○
21	0.4	2.6	5.8	1.1	1.9	3.0		5.7	2	○
22	0.4	2.6	5.8	0.1	1.0	4.1		6.6	2	○

尚、表中の「*」は本発明の範囲外であることを示す。

【0043】

[7] セラミック多層部品の評価

実験例1(比較品)の断面である図4には、7.5 μ mを超える大きさのポアが認められることが分かる。また、ポア数も全体に多く認められることが分かる。一方、本発明品である実験例9の断面である図3には、7.5 μ mを超える大きさのポアは認められないことが分かる。また、ポア数も全体に少なく抑制されていることが分かる。

尚、図3及び図4中には例示としてポア2を矢印で指し示した。これらのポア以外にも図内に認められるようにポアは存在している。

【0044】

更に、表1の結果より、実験例1及び実験例13は、ガラス粉末のD90が8 μ mを超え且つ無機フィラー粉末のD90が4.5 μ mを超えている。その結果、ポア最大径は18.2 μ m又は17.6 μ mであり、4 μ m以上のポア数は12個又は10個である。実験例2及び実験例14は、無機フィラー粉末のD90は4.5 μ m未満であるが、ガラス粉末のD90は8 μ mを超えている。その結果、ポア最大径は13.7 μ m又は15.4 μ mであり、4 μ m以上のポア数は9個又は10個である。実験例3及び実験例15は、ガラス粉末のD90は8 μ m未満であるが、無機フィラー粉末のD90は4.5 μ mを超えている。その結果、ポア最大径は10.5 μ m又は11.9 μ mであり、4 μ m以上のポア数は6個又は5個である。更に、実験例7及び実験例18は、ガラス粉末のD90は

8 μm 未満且つ2.8 μm とかなり小さいが、無機フィラー粉末のD90は4.5 μm を超えている。その結果、ポア最大径は8.1 μm 又は9.3 μm であり、4 μm 以上のポア数は5個である。これらはいずれも250Vの耐電圧性を有さなかった。即ち、ガラス粉末及び無機フィラー粉末の一方のみを小さくてもポアの大きさ及び個数を抑制できないことが分かる。更に、その結果、十分な耐電圧性が得られないことが分かる。また、この傾向は無機フィラーの種類に関与しないことが分かる。

【0045】

これに対して、実験例4~6、実験例8~12、実験例16~17及び実験例19~22は、いずれもガラス粉末のD90が8 μm 以下且つ無機フィラー粉末のD90が4.5 μm 以下である。その結果、ポア最大径は7.3 μm 以下に抑制され、4 μm 以上のポア数は4個以下に抑制されている。即ち、粉末の粒度を所定値以下に揃えて制御することで、無機フィラーの種類に関係なく、著しく効果的にポアの大きさ及び個数を抑制できることが分かる。また、ある程度大きめの粒子の粉末を用いても両方の粉末の粒度を所定値以下とすることで250V以上の極めて高い耐電圧性能を付与できる結果となっている。

10

【産業上の利用可能性】

【0046】

本発明は電子機器分野において広く利用される。即ち、例えば、LCフィルタ(セラミック積層型LCフィルタ、ダイプレクサ、バンドパスフィルタ及びローパスフィルタなど)、電子部品が実装される配線基板、セラミックパッケージ、アンテナ、バランやカップラ等の受動部品を内蔵する多層基板などにおいて利用される。

20

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明のセラミック多層部品の一例であるLCフィルタの分解斜視図である。

【図2】セラミック層に含まれるポアについて説明する説明図である。

【図3】本発明(実験例9)のセラミック多層部品の断面を500倍に拡大して得られた画像による説明図である。

【図4】比較品(実験例1)のセラミック多層部品の断面を500倍に拡大して得られた画像による説明図である。

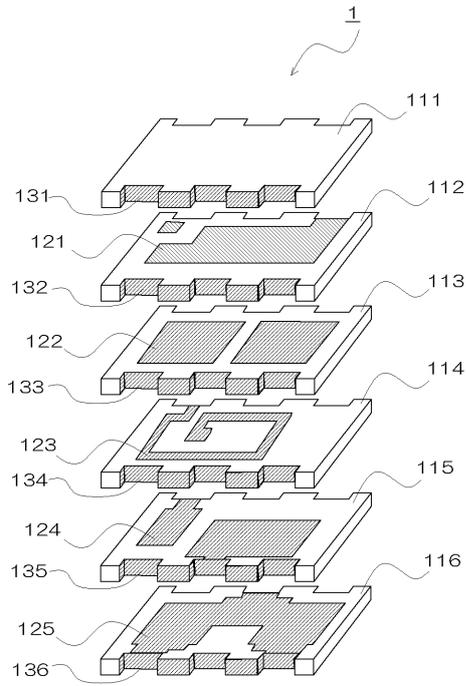
【符号の説明】

【0048】

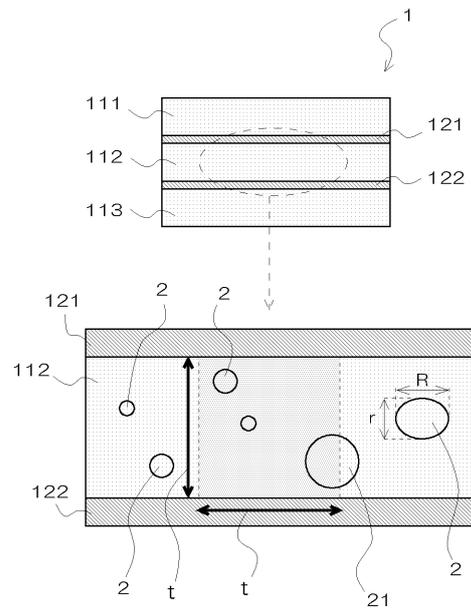
1; LCフィルタ(セラミック多層部品)、110、111、112、113、114、115及び116; セラミック層、120、121、122、123、124及び125; 導体層、131、132、133、134、135及び136; 端面導体、2; ポア。

30

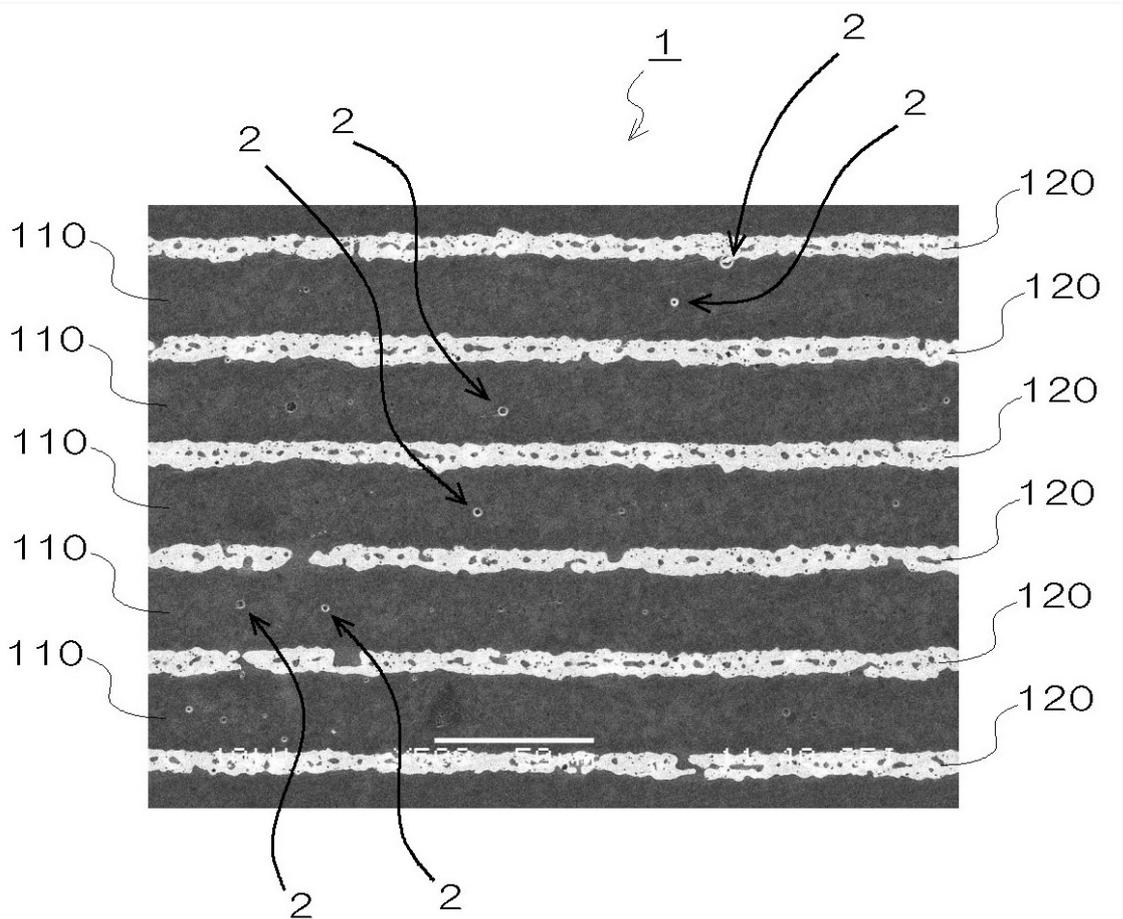
【 図 1 】



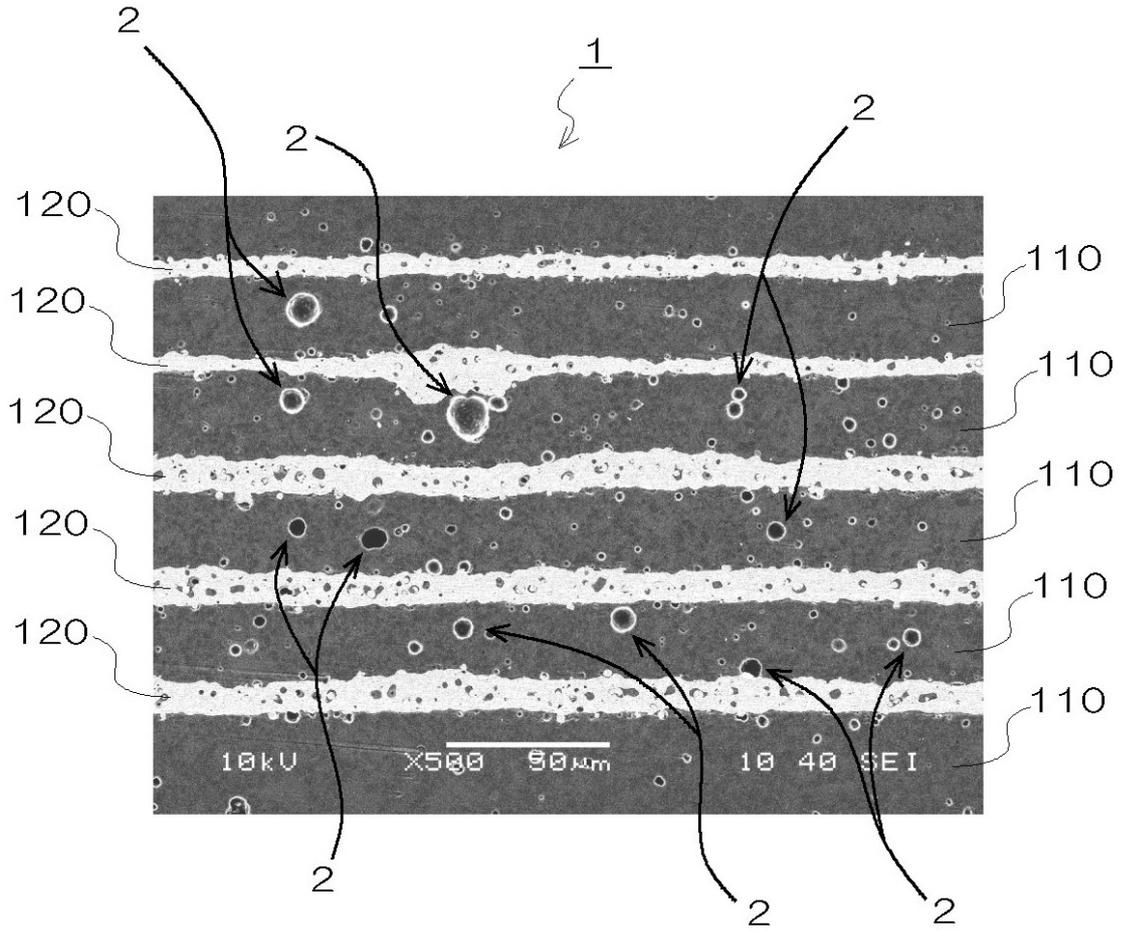
【 図 2 】



【 図 3 】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 水谷 秀俊

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

Fターム(参考) 4G030 AA07 AA08 AA09 AA10 AA16 AA35 AA36 AA37 BA12 CA08
GA11 GA20 GA27
5E001 AB03 AC10 AH01 AH09
5E082 AA01 AB03 BC35 EE04 EE23 EE35 FF05 FG04 FG26 FG46
FG54 LL02 PP09 PP10