

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 12 月 2 日(02.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/137522 A1

- (51) 国際特許分類:
H01G 4/18 (2006.01) H01G 4/33 (2006.01)
H01G 4/20 (2006.01) H01G 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/058594
- (22) 国際出願日: 2010 年 5 月 21 日(21.05.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-130016 2009 年 5 月 29 日(29.05.2009) JP
特願 2010-113857 2010 年 5 月 18 日(18.05.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 野口 仁志 (NOGUCHI Hitoshi) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 田中 直樹 (TANAKA Naoki) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 仲村 達也 (NAKAMURA Tatsuya) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 永光 健一 (NAGAMITSU Kenichi) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

SU Kenichi) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: ▲角▼谷 浩 (KADOYA Hiroshi); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

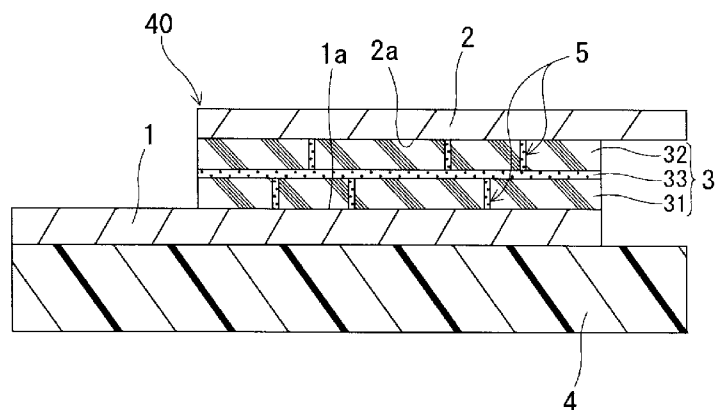
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MULTILAYER STRUCTURE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 積層構造体及びその製造方法

[図1]



(57) Abstract: Disclosed are a multilayer structure wherein dielectric breakdown is not easily generated, and a method for manufacturing the multilayer structure. The multilayer structure has a dielectric layer (3) between a first conductive layer (1) and a second conductive layer (2). The dielectric layer (3) is composed of: a pair of dielectric films (31, 32) which are respectively formed on the facing surfaces (1a, 2a) of the first conductive layer (1) and the second conductive layer (2); and an adhesive layer (33) which adheres the pair of dielectric films (31, 32) to each other. The method for manufacturing the multilayer structure has: a dielectric film forming step wherein the dielectric films (31, 32) are formed in regions, which are parts of the surfaces of a pair of metal members to be the first conductive layer (1) and the second conductive layer (2) and to face each other; and an adhering step wherein the dielectric films (31, 32) formed on the pair of metal members are adhered to each other with an adhesive layer (33) therebetween. The dielectric layer (3) is composed of both the dielectric films (31, 32) and the adhesive layer (33).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/137522 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】絶縁破壊が発生し難い積層構造体及びその製造方法を提供する。【解決手段】本発明に係る積層構造体は、第 1 導電層 1 と第 2 導電層 2 との間に誘電体層 3 を介在させた積層構造体であって、誘電体層 3 は、第 1 導電層 1 と第 2 導電層 2 との対向面 1a, 2a に形成された一対の誘電体膜 31, 32 と、該一対の誘電体膜 31, 32 どうしを接着する接着層 33 とから構成されている。本発明に係る積層構造体の製造方法は、第 1 導電層 1 及び第 2 導電層 2 となる一対の金属部材の表面の内、互いに対向することとなる領域にそれぞれ誘電体膜 31, 32 を形成する誘電体膜形成工程と、一対の金属部材に形成された誘電体膜 31, 32 どうしを、これらの間に接着層 33 を介在させて接着する接着工程とを有し、両誘電体膜 31, 32 と接着層 33 とによって誘電体層 3 が構成される。

明 細 書

発明の名称： 積層構造体及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、コンデンサ回路が形成されている回路基板やコンデンサ素子等の積層構造体及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] この種の積層構造体は、第 1 導電層と第 2 導電層との間に誘電体層を介在させて構成されており、誘電体層は、ゾル - ゲル法、MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法、スパッタリング蒸着法等、周知の種々の成膜法を用いて、第 1 導電層の表面に形成されている（例えば、特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特許第 3 8 4 1 8 1 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、上記成膜法では、誘電体層にピンホールやクラックが発生し易いため、スパッタリング蒸着法やメッキ法を用いて誘電体層上に第 2 導電層を形成した場合、第 2 導電層を構成する金属の一部がピンホールやクラック内に浸入し、これによってピンホールやクラックを介して第 1 導電層と第 2 導電層との間の絶縁が破壊される虞があった。

[0005] 又、第 1 導電層の表面には微小な凹凸が存在するため、誘電体膜を薄膜化した場合、誘電体膜の表面に第 1 導電層の一部が露出する虞があった。このため、誘電体層上に直接、第 2 導電層を形成した場合、第 1 導電層の露出部分と第 2 導電層とが接触して第 1 導電層と第 2 導電層との間の絶縁が破壊される虞があった。

[0006] そこで本発明の目的は、絶縁破壊が発生し難い積層構造体及びその製造方

法を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明に係る積層構造体は、第1導電層と第2導電層との間に誘電体層を介在させた積層構造体であって、前記誘電体層は、第1導電層と第2導電層との対向面に形成された一对の誘電体膜と、該一对の誘電体膜どうしを接着する接着層とから構成されている。
- [0008] 尚、積層構造体には、第1導電層と第2導電層との間に誘電体層を介在させて構成されたコンデンサ回路が基板上に形成されている回路基板、コンデンサ素子、コンデンサ素子を切り出すことが可能な積層シート等、種々の積層構造体を含むものとする。
- [0009] 上記積層構造体においては、誘電体膜にピンホールやクラックが発生し易いため、第1導電層に形成されている誘電体膜上にスパッタリング蒸着法、メッキ法、スクリーン印刷法等を用いて第2導電層を形成した場合、第2導電層を構成する金属の一部がピンホールやクラック内に浸入し、これによってピンホールやクラックを介して第1導電層と第2導電層との間の絶縁が破壊される虞がある。
- [0010] 又、第1導電層の表面には微小な凹凸が存在するため、誘電体膜を薄膜化した場合、誘電体膜の表面に第1導電層の一部が露出する虞がある。このため、前記誘電体膜上に直接、第2導電層を形成した場合、第1導電層の露出部分と第2導電層とが接触して第1導電層と第2導電層との間の絶縁が破壊される虞がある。
- [0011] しかしながら、本発明に係る積層構造体においては、第1導電層と第2導電層との対向面に一对の誘電体膜が形成され、該一对の誘電体膜どうしが接着層によって接着されている。よって、両誘電体膜に存在しているピンホールやクラックどうしの位置が互いにずれ易い。従って、導電層を構成する金属の一部がピンホールやクラック内に浸入していたとしても、ピンホールやクラック内の金属どうしは互いに接触し難く、これによって第1導電層と第2導電層との間の絶縁が維持されることになる。

- [0012] 又、各誘電体膜の表面に第1又は第2導電層の一部が露出していたとしても、両導電層の露出部分どうしの位置が互いにずれ易い。従って、該露出部分どうしは互いに接触し難く、これによって第1導電層と第2導電層との間の絶縁が維持されることになる。
- [0013] 上記積層構造体の具体的構成において、前記接着層は、前記一对の誘電体膜の間に誘電体微粒子を含んだ分散溶液を介在させて形成されたものである。ここで、前記誘電体微粒子は、チタン酸バリウム、ニオブ酸リチウム、ホウ酸リチウム、チタン酸ジルコン酸鉛、チタン酸ストロンチウム、チタン酸ジルコン酸ランタン鉛、タンタル酸リチウム、酸化亜鉛、酸化タンタルの内、少なくとも1つの材料を主成分として含んでいる。尚、これらの誘電体微粒子には、誘電特性を向上させるべく添加物が含まれていてもよい。
- [0014] 上述の如く誘電体膜にピンホールやクラックが発生した場合、積層構造体の誘電率がピンホールやクラックによって生じた空隙の影響により低下する虞がある。これに対し、上記具体的構成においては、ピンホールやクラック内に分散溶液が入り込み、その結果、該ピンホールやクラックが誘電体微粒子によって充填されることとなる。従って、誘電率の低下が抑制されることになる。
- [0015] より具体的な構成において、前記誘電体微粒子は、前記誘電体膜を構成する誘電体材料と主成分が同じ材料から構成されている。
- [0016] 該具体的構成によれば、誘電体膜と接着層との熱膨張率の差を小さくすることが出来るので、熱膨張による内部欠陥の発生を防止することが出来る。
- [0017] 上記積層構造体において、前記接着層は、前記一对の誘電体膜の間に誘電体微粒子を含んだ分散溶液を介在させた後、該分散溶液に対してアニール処理を施すことにより形成されたものであってもよい。この構成によれば、一对の誘電体膜どうしの密着性、及び／又は誘電体層の誘電特性が向上することになる。
- [0018] 上記積層構造体の他の具体的構成において、前記誘電体膜は、ゾル - ゲル法、MOCVD法、スパッタリング蒸着法、及び粉末噴射コーティング法の

何れかの方法によって形成されている。

- [0019] 尚、粉末噴射コーティング法には、エアロゾルデポジション法、パウダージェットデポジション法等、誘電体粉末を噴射して誘電体膜を形成する種々の成膜法を含むものとする。
- [0020] 本発明に係る積層構造体の製造方法は、第1導電層と第2導電層との間に誘電体層を介在させた積層構造体の製造方法であって、前記第1導電層及び第2導電層となる一対の金属部材の表面の内、互いに対向することとなる領域にそれぞれ誘電体膜を形成する誘電体膜形成工程と、前記一対の金属部材に形成された誘電体膜どうしを、これらの間に接着層を介在させて接着する接着工程とを有し、前記一対の金属部材に形成された誘電体膜と前記接着層とによって前記誘電体層が構成される。
- [0021] 上記製造方法の具体的構成において、前記接着工程にて用いる接着層は、前記誘電体膜形成工程にて前記一対の金属部材に形成された誘電体膜の間に、誘電体微粒子を含んだ分散溶液を介在させて形成されるものである。
- [0022] より具体的な構成において、前記分散溶液は、前記誘電体膜を構成する誘電体材料と主成分が同じ材料から構成された誘電体微粒子を含んだものである。
- [0023] 又、前記接着工程では、前記誘電体膜の間に分散溶液を介在させて前記接着層を形成する過程で、該誘電体膜に対して、前記分散溶液を挟圧するプレス圧力を印加してもよい。これにより、一対の金属部材に形成された誘電体膜どうしの密着性が向上することになる。ここで、誘電体膜どうしの密着性をより向上させるべく、前記プレス圧力は、6 kPa以上であることが好ましい。
- [0024] 更に又、前記接着工程では、前記誘電体膜の間に介在させた分散溶液に対してアニール処理を施してもよい。これにより、一対の金属部材に形成された誘電体膜どうしの密着性が向上することになる。ここで、アニール処理を400℃以上の温度で実行することにより、誘電体膜どうしの密着性の向上に加えて、誘電体層の誘電特性が向上することになる。

- [0025] 上記製造方法の他の具体的構成において、前記誘電体膜形成工程では、ゾル - ゲル法、MOCVD法、スパッタリング蒸着法、及び粉末噴射コーティング法の何れかの方法を用いて、前記誘電体膜を形成する。
- [0026] 尚、粉末噴射コーティング法には、エアロゾルデポジション法、パウダージェットデポジション法等、誘電体粉末を噴射して誘電体膜を形成する種々の成膜法を含むものとする。
- [0027] 本発明に係る他の積層構造体の製造方法は、第1導電層と第2導電層との間に誘電体層を介在させた積層構造体の製造方法であって、前記第1導電層及び第2導電層となる一対の金属部材の表面の内、互いに対向することとなる領域にそれぞれ誘電体膜を形成する誘電体膜形成工程と、前記一対の金属部材に形成された誘電体膜を互いに重ね合わせて積層した後、両誘電体膜に対して、これらの積層方向に沿うプレス圧力を印加すると共にアニール処理を施すことにより、両誘電体膜の界面近傍の領域を焼結させて誘電体膜どうしを互いに接合する接合工程とを有し、前記一対の金属部材に形成された誘電体膜によって前記誘電体層が構成される。
- [0028] 上記他の製造方法により作製された積層構造体においては、第1導電層と第2導電層との対向面にそれぞれ誘電体膜が形成され、両誘電体膜どうしが互いに接合されることになる。よって、両誘電体膜に存在しているピンホールやクラックどうしの位置は互いにずれ易い。従って、導電層を構成する金属の一部がピンホールやクラック内に浸入していたとしても、ピンホールやクラック内の金属どうしは互いに接触し難く、これによって第1導電層と第2導電層との間の絶縁が維持されることになる。
- [0029] 又、各誘電体膜の表面に第1又は第2導電層の一部が露出していたとしても、両導電層の露出部分どうしの位置が互いにずれ易い。従って、該露出部分どうしは互いに接触し難く、これによって第1導電層と第2導電層との間の絶縁が維持されることになる。
- [0030] 上記他の製造方法の具体的構成において、前記プレス圧力は、9 kPa以上である。これにより、一対の金属部材に形成された誘電体膜どうしの密着

性が向上することになる。

[0031] 上記他の製造方法の他の具体的構成において、前記接合工程では、アニール処理が800℃以上の温度で実行される。これにより、一对の金属部材に形成された誘電体膜どうしの密着性が向上することになる。更には、誘電体層の誘電特性が向上することになる。

[0032] 上記他の製造方法の更なる他の具体的構成において、前記誘電体膜形成工程では、ゾル - ゲル法、MOCVD法、スパッタリング蒸着法、及び粉末噴射コーティング法の何れかの方法を用いて、前記誘電体膜を形成する。

[0033] 尚、粉末噴射コーティング法には、エアロゾルデポジション法、パウダージェットデポジション法等、誘電体粉末を噴射して誘電体膜を形成する種々の成膜法を含むものとする。

発明の効果

[0034] 本発明に係る積層構造体は、絶縁破壊が発生し難い。又、本発明に係る製造方法によれば、絶縁破壊が発生し難い積層構造体を製造することが出来る。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る回路基板を示す断面図である。

[図2]図2(a)及び図2(b)は、該回路基板の製造方法について、その誘電体膜形成工程の説明に用いられる断面図である。

[図3]図3は、該回路基板の製造方法について、その接着工程の説明に用いられる断面図である。

[図4]図4は、エアロゾルデポジション法に用いられる成膜装置を示す図である。

[図5]図5は、パウダージェットデポジション法に用いられる噴射装置を示す断面図である。

[図6]図6は、上記回路基板の製造方法について、その変形例の説明に用いられる断面図である。

[図7]図7は、プレス圧力と不良発生数との関係を示した図である。

[図8] 図8は、アニール温度と不良発生数との関係を示した図である。

[図9] 図9は、アニール温度（トップ温度）と静電容量密度比との関係を示した図である。

[図10] 図10は、本発明の第2実施形態に係る回路基板を示す断面図である。

[図11] 図11（a）及び図11（b）は、該回路基板の製造方法について、その誘電体膜形成工程の説明に用いられる断面図である。

[図12] 図12は（a）及び図12（b）は、該回路基板の製造方法について、その接合工程の説明に用いられる断面図である。

[図13] 図13は、プレス圧力と不良発生数との関係を示した図である。

[図14] 図14は、アニール温度と不良発生数との関係を示した図である。

発明を実施するための形態

[0036] 以下、本発明をコンデンサ回路が形成されている回路基板に実施した形態につき、図面に沿って具体的に説明する。

[0037] 1. 第1実施形態

本発明の一実施形態に係る回路基板は、図1に示す如く、第1導電層(1)と第2導電層(2)との間に誘電体層(3)を介在させて構成されたコンデンサ回路(40)が基板(4)上に形成されている積層構造体である。

[0038] 第1導電層(1)は、基板(4)上に配備された金属箔であり、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、金(Au)、白金(Pt)、アルミニウム(Al)等の金属からなる群から選択される少なくとも1種の金属から構成され、或いは該群から選択される少なくとも2種の金属から形成された合金から構成されている。尚、第1導電層(1)は、スパッタリング蒸着法、メッキ法、スクリーン印刷法等を用いて形成されてもよい。

[0039] 第2導電層(2)は、誘電体層(3)上の位置にて第1導電層(1)と対向して配置された金属箔であり、第1導電層(1)と同様、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、金(Au)、白金(Pt)、アルミニウム(Al)等の金属からなる群から選択される少なくとも1種の金属から構成され、或いは該群から選択され

る少なくとも2種の金属から形成された合金から構成されている。

[0040] 誘電体層(3)は、第1導電層(1)と第2導電層(2)との対向面(1a)(2a)に形成された一对の誘電体膜(31)(32)と、該一对の誘電体膜(31)(32)どうしを接着する接着層(33)とから構成されている。

[0041] 一对の誘電体膜(31)(32)は何れも、チタン酸バリウム(BaTiO_3)を主成分として含む誘電体材料から構成されている。又、各誘電体膜(31)(32)の厚さは、誘電体層(3)の厚さの1/2倍程度であり、誘電体層(3)の厚さが $0.5\mu\text{m}$ 程度である場合、各誘電体膜(31)(32)の厚さは $0.25\mu\text{m}$ 程度である。尚、誘電体層(3)の厚さは、 $0.5\mu\text{m}$ に限らず、これより厚くても或いは薄くてもよい。

[0042] 接着層(33)は、一对の誘電体膜(31)(32)の間に、チタン酸バリウム(BaTiO_3)を主成分として含む誘電体微粒子を含んだ分散溶液を介在させて形成されたものである。ここで、該分散溶液に含まれている誘電体微粒子は、 50nm 以下の平均粒子径を有するナノ粒子であり、接着層(33)は、一对の誘電体膜(31)(32)の間に介在した分散溶液が乾燥して誘電体微粒子が凝集することにより形成された薄層である。

[0043] 本実施形態においては、両誘電体膜(31)(32)と、接着層(33)を構成する誘電体微粒子とに、同じ材料であるチタン酸バリウム(BaTiO_3)を主成分として用いているが、本発明はこれに限らず、ニオブ酸リチウム(LiNbO_3)、ホウ酸リチウム($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$)、チタン酸ジルコン酸鉛(PbZrTiO_3)、チタン酸ストロンチウム(SrTiO_3)、チタン酸ジルコン酸ランタン鉛(PbLaZrTiO_3)、タンタル酸リチウム(LiTaO_3)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化タンタル(Ta_2O_5)等を主成分とする種々の誘電体材料を用いることが出来る。又、両誘電体膜(31)(32)と、接着層(33)を構成する誘電体微粒子とには、主成分が異なる誘電体材料を用いてもよい。

[0044] 尚、両誘電体膜(31)(32)と、接着層(33)を構成する誘電体微粒子とには、誘電特性を向上させるべく添加物が含まれていてもよい。

[0045] 次に、上記回路基板の製造方法について説明する。該製造方法では、まず

第1導電層(1)となる金属箔(11)が表面に配備されている基板(4)と、第2導電層(2)となる金属箔(12)とが用意される。そして、図2(a)及び図2(b)に示す如く両金属箔(11)(12)の表面にそれぞれ誘電体膜(31)(32)を形成する誘電体膜形成工程と、図3に示す如く該誘電体膜(31)(32)どうしを接着する接着工程とが、この順に実行される。

[0046] 誘電体膜形成工程では、ゾル-ゲル法、MOCVD法、スパッタリング蒸着法、及び粉末噴射コーティング法の何れかの方法を用いて、図2(a)に示す様に、金属箔(11)の表面の内、接着工程にて金属箔(12)と対向することとなる領域(11a)(対向面(1a)となる領域)に、誘電体膜(31)を形成する。

[0047] 尚、粉末噴射コーティング法には、エアロゾルデポジション法、パウダージェットデポジション法等、誘電体粉末を噴射して誘電体膜を形成する種々の成膜法を含むものとする。

[0048] ゾル-ゲル法は、室温〜150℃程度の低温にて誘電体膜を形成する周知の成膜法であり、MOCVD法及びスパッタリング蒸着法は、真空中にて誘電体膜を形成する周知の成膜法である。

[0049] エアロゾルデポジション法は、図4に示す如く成膜装置を用いて、誘電体粉末をエアロゾル化し、誘電体膜を形成すべき表面に向けて前記粉末を噴射することにより誘電体膜を形成する成膜法である。

[0050] 図4に示す様に成膜装置は、誘電体粉末を高圧ガスと攪拌・混合してエアロゾル化するエアロゾル発生器(71)と、真空ポンプ(73)にて内部を真空状態に維持することが可能な成膜チャンバ(72)とを、細い搬送チューブ(74)により接続して構成されている。成膜時においては、成膜チャンバ(72)の内部が真空状態に維持されるので、高圧ガスが流れ込むエアロゾル発生器(71)内の空間(高圧空間)と、成膜チャンバ(72)内の空間(低圧空間)との間には、圧力差が生じることとなる。したがって、エアロゾル発生器(71)にてエアロゾル化された誘電体粉末は、搬送チューブ(74)内を成膜チャンバ(72)へ向けて流れることになる。

[0051] 成膜チャンバ(72)の内部には、誘電体膜を形成すべき表面を有する対象物

を設置するためのステージ(75)が配備されており、該ステージ(75)は、対象物が設置される設置面(751)に平行なX Y平面内での並進と、該X Y平面に垂直なZ軸方向への並進と、該Z軸周りの回転とが可能な構成を有している。

[0052] 搬送チューブ(74)の一端は成膜チャンバ(72)内に位置し、該一端には、スリット状のノズル(76)が、その先端をステージ(75)の設置面(751)へ向けて取り付けられている。又、該ノズル(76)は、搬送チューブ(74)の一端から吐出される誘電体粉末を100m/sec程度まで加速することが可能な形状を有している。

[0053] 従って、ノズル(76)の先端から高速で吐出された誘電体粉末は、ステージ(75)上の対象物の表面に噴きつけられることになる。

[0054] パウダージェットデポジション法は、図5に示す如く噴射装置を用いて、誘電体膜を形成すべき表面に向けて誘電体粉末を噴射することにより誘電体膜を形成する成膜法である。

[0055] 図5に示す様に噴射装置は、内径の異なる2つの領域(811)(812)を有する段付きのノズル(81)を具え、該ノズル(81)には、内径の大きな第1領域(811)の内、内径の小さな第2領域(812)に近い位置に、誘電体粉末を供給するための貫通孔(82)が形成されている。

[0056] 従って、ノズル(81)内に、第2領域(812)から第1領域(811)へ向けて圧縮ガスを流すことにより、内径が変化する第2領域(812)の出口付近の位置にて負圧が発生し、該負圧によって誘電体粉末がノズル(81)内へ吸入される。これにより、吸入された誘電体粉末が圧縮ガスと共に高速でノズル(81)の先端から吐出されることになる。

[0057] 吐出された誘電体粉末は、エアロゾルデポジション法の場合と同様、ステージ上の対象物の表面に噴きつけられる。

[0058] 本実施形態においてエアロゾルデポジション法或いはパウダージェットデポジション法を用いて金属箔(11)の表面領域(11a)に誘電体膜(31)を形成する場合、金属箔(11)の表面には、1 μ m程度の粒子径を有するチタン酸バリウム(BaTiO₃)の誘電体粉末が噴きつけられる。

- [0059] 金属箔(11)の表面に噴きつけられた誘電体粉末は、金属箔(11)の表面或いは他の誘電体粉末と衝突して破碎し、そして金属箔(11)の表面領域(11a)に堆積し、これによって該表面領域(11a)に誘電体膜(31)が形成されることになる。従って、エアロゾルデポジション法或いはパウダージェットデポジション法を用いて形成された誘電体膜(31)は、緻密な膜となる。
- [0060] 誘電体膜形成工程では更に、金属箔(11)の表面に誘電体膜(31)を形成する場合と同様、ゾル-ゲル法、MOCVD法、スパッタリング蒸着法、及び粉末噴射コーティング法の何れかの方法を用いて、図2(b)に示す様に、金属箔(12)の表面の内、接着工程にて金属箔(11)と対向することとなる領域(12a)(対向面(2a)となる領域)に、誘電体膜(32)を形成する。
- [0061] 尚、粉末噴射コーティング法には、上述したエアロゾルデポジション法、パウダージェットデポジション法等、誘電体粉末を噴射して誘電体膜を形成する種々の成膜法を含むものとする。
- [0062] 接着工程では、図3に示す様に、誘電体膜形成工程にて金属箔(11)に形成された誘電体膜(31)上に、チタン酸バリウム(BaTiO_3)を主成分として含む誘電体微粒子を含んだ分散溶液(6)を塗布し、その後、金属箔(12)に形成されている誘電体膜(32)を誘電体膜(31)上に重ねて、分散溶液(6)を両誘電体膜(31)(32)によって挟み込む。
- [0063] ここで、接着工程にて用いる分散溶液(6)は、50nm以下の平均粒子径を有するナノ粒子を誘電体微粒子として含んでいる。尚、分散溶液は、該ナノ粒子が一次粒子の状態で溶液中に単分散しているものが好ましい。
- [0064] 両誘電体膜(31)(32)によって挟み込まれた分散溶液(6)が乾燥することにより、両誘電体膜(31)(32)の間には、分散溶液(6)中の誘電体微粒子が凝集した誘電体微粒子膜が形成されることになる。従って、該誘電体微粒子膜と誘電体膜(31)との界面においては、誘電体微粒子膜中の誘電体微粒子と誘電体膜(31)中の結晶粒子とが互いに強固に結合し、その結果、誘電体微粒子膜と誘電体膜(31)とが互いに接合されることとなる。同様にして、誘電体微粒子膜と誘電体膜(32)とが互いに接合されることとなる。

[0065] よって、上記誘電体微粒子膜は、両誘電体膜(31)(32)の間に介在して誘電体膜(31)(32)どうしを接着する接着層(33)として機能することになる。

[0066] 斯くして、誘電体膜形成工程にて形成された一対の誘電体膜(31)(32)と、接着工程にて形成された接着層(33)とによって、第1及び第2導電層(1)(2)の間に介在した誘電体層(3)が構成されることとなり、その結果、図1に示す様に、基板(4)上にコンデンサ回路(40)が形成された回路基板が完成することになる。

[0067] 上述の如く製造された回路基板においては、誘電体膜(31)に、図2(a)に示す如くピンホール(5)やクラックが発生し易いため、第1導電層(1)に形成されている誘電体膜(31)上にスパッタリング蒸着法、メッキ法、スクリーン印刷法等を用いて第2導電層(2)を形成した場合、第2導電層(2)を構成する金属の一部がピンホール(5)やクラック内に浸入し、これによってピンホール(5)やクラックを介して第1導電層(1)と第2導電層(2)との間の絶縁が破壊される虞がある。

[0068] 又、第1導電層(1)の表面には微小な凹凸が存在するため、誘電体膜(31)を薄膜化した場合、誘電体膜(31)の表面に第1導電層(1)の一部が露出する虞がある。このため、誘電体膜(31)上に直接、第2導電層(2)を形成した場合、第1導電層(1)の露出部分と第2導電層(2)とが接触して第1導電層(1)と第2導電層(2)との間の絶縁が破壊される虞がある。

[0069] しかしながら、本実施形態に係る回路基板においては、第1導電層(1)と第2導電層(2)との対向面(1a)(2a)に一対の誘電体膜(31)(32)が形成され、該一対の誘電体膜(31)(32)どうしが接着層(33)によって接着されている。よって、両誘電体膜(31)(32)に存在しているピンホール(5)やクラックどうしの位置が互いにずれ易い。従って、導電層(1)(2)を構成する金属の一部がピンホール(5)やクラック内に浸入していたとしても、ピンホール(5)やクラック内の金属どうしは互いに接触し難く、これによって第1導電層(1)と第2導電層(2)との間の絶縁が維持されることになる。

[0070] 又、各誘電体膜(31)(32)の表面に第1又は第2導電層(1)(2)の一部が露

出していたとしても、両導電層(1)(2)の露出部分どうしの位置が互いにずれ易い。従って、該露出部分どうしは互いに接触し難く、これによって第1導電層(1)と第2導電層(2)との間の絶縁が維持されることになる。

[0071] 又、上述の如く誘電体膜(31)(32)にピンホール(5)やクラックが発生した場合、回路基板のコンデンサ回路の誘電率がピンホール(5)やクラックによって生じた空隙の影響により低下する虞がある。これに対し、本実施形態に係る回路基板においては、ピンホール(5)やクラック内に分散溶液(6)が入り込み、その結果、該ピンホール(5)やクラックが誘電体微粒子によって充填されることとなる。従って、誘電率の低下が抑制されることになる。

[0072] 更に、本実施形態に係る回路基板においては、接着層(33)が、誘電体膜(31)(32)を構成する誘電体材料と主成分が同じ材料から構成されているので、誘電体膜(31)(32)と接着層(33)との熱膨張率の差が小さくなり、その結果、熱膨張による内部欠陥の発生が抑制されることとなる。従って、回路基板の品質が高く維持されることとなる。

[0073] 図6は、上記回路基板の製造方法について、その変形例の説明に用いられる断面図である。図6に示す様に、接着工程では、誘電体膜(31)(32)の間に分散溶液(6)を介在させて接着層(33)を形成する過程で、該誘電体膜(31)(32)に対して、分散溶液(6)を挟圧するプレス圧力を印加してもよい。

[0074] これにより、作製される回路基板において、誘電体膜(31)(32)どうしの密着性が向上することになる。ここで、誘電体膜(31)(32)どうしの密着性をより向上させるべく、プレス圧力は、6 kPa以上であることが好ましい。

[0075] 本願発明者は、誘電体膜(31)(32)に対するプレス圧力の印加により誘電体膜(31)(32)どうしの密着性が向上することを、実験により確かめている。

[0076] 図7は、プレス圧力と不良発生数との関係を示した図である。ここで、不良発生数は、作製した64個の回路基板において発生した不良品の個数を表しており、該不良品は、回路基板の切断面をSEMによって観察したときに、その観察面に空隙が1箇所でも存在していたものである。従って、不良発生数は、その値が小さいほど誘電体膜(31)(32)どうしの密着性が高いことを

示している。尚、本実験では、金属箔(11)(12)としてニッケル(Ni)箔を用い、誘電体膜(31)(32)及び誘電体微粒子をそれぞれ構成する誘電体材料としてチタン酸バリウム(BaTiO_3)を用いた。又、本実験は、室温で実施された。

[0077] 実験の結果、図7に示す様に、プレス圧力を印加して接着層(33)を形成した場合の方が、プレス圧力を印加せずに接着層(33)を形成した場合(プレス圧力=0 kPa)に比べて不良発生数が小さくなることが分かる。又、6 kPa以上のプレス圧力では、不良品が殆ど発生しないことが分かる。

[0078] 上記回路基板の製造方法の他の変形例として、接着工程では、誘電体膜(31)(32)の間に介在させた分散溶液(6)に対してアニール処理を施してもよい。

[0079] これにより、作製される回路基板において、誘電体膜(31)(32)どうしの密着性が向上することになる。ここで、アニール処理を400℃以上の温度で実行することにより、誘電体膜(31)(32)どうしの密着性の向上に加えて、誘電体層(3)の誘電特性が向上することになる。

[0080] 本願発明者は、分散溶液(6)に対するアニール処理により誘電体膜(31)(32)どうしの密着性が向上することを、実験により確かめている。

[0081] 図8は、アニール温度と不良発生数との関係を示した図である。ここで、不良発生数は、作製した64個の回路基板において発生した不良品の個数を表しており、該不良品は、回路基板の切断面をSEMによって観察したときに、その観察面に空隙が1箇所でも存在していたものである。従って、不良発生数は、その値が小さいほど誘電体膜(31)(32)どうしの密着性が高いことを示している。尚、本実験では、金属箔(11)(12)としてニッケル(Ni)箔を用い、誘電体膜(31)(32)及び誘電体微粒子をそれぞれ構成する誘電体材料としてチタン酸バリウム(BaTiO_3)を用いた。又、本実験は、プレス圧力を印加せずに実施された。

[0082] 実験の結果、図8に示す様に、室温よりも高い温度でアニール処理を実行することにより、不良発生数が小さくなることが分かる。又、アニール処理を400℃以上の温度で実行することにより、不良品が殆ど発生しないことが分かる。

- [0083] 更に、本願発明者は、400℃以上の温度でのアニール処理により誘電体層(3)の誘電特性が向上することを、実験により確かめている。
- [0084] 図9は、アニール温度(トップ温度)と静電容量密度比との関係を示した図である。ここで、静電容量密度比は、アニール処理を実行して作製した回路基板の静電容量密度の、アニール処理を実行せずに(室温で)作製した回路基板の静電容量密度に対する割合を表している。尚、本実験では、金属箔(11)(12)としてニッケル(Ni)箔を用い、誘電体膜(31)(32)及び誘電体微粒子をそれぞれ構成する誘電体材料としてチタン酸バリウム(BaTiO_3)を用いた。又、本実験では、アニール処理の条件として、アニール温度を室温からトップ温度まで10℃/minで上昇させた後、アニール温度をトップ温度で1時間維持し、その後、自然冷却によりアニール温度を低下させた。更に又、本実験は、プレス圧力を印加せずに実施された。
- [0085] 実験の結果、図9に示す様に、アニール温度(トップ温度)が室温から400℃の間に設定された場合、静電容量比が1から殆ど変化しないのに対し、アニール温度(トップ温度)が400℃以上の温度に設定された場合、静電容量密度比が1より大きくなることが分かる。具体的には、アニール温度が400℃を超えてより高い温度に設定されるのに伴い、静電容量密度比も高くなることが分かる。
- [0086] 尚、アニール温度は、第1導電層(1)及び第2導電層(2)となる金属箔(11)(12)が変形することのない温度に設定されるべきであり、該温度は、金属箔(11)(12)を構成する金属又は合金の種類に依存する。又、誘電体層(3)の誘電特性をより向上させるべく、アニール時間は10分以上に設定されることが好ましい。更に又、酸化し易い金属又は合金を用いて金属箔(11)(12)が構成されている場合、アニール処理を還元雰囲気中で実行することにより、金属箔(11)(12)の酸化を防止することが出来る。
- [0087] 又、上述したアニール処理は、誘電体膜(31)(32)に対するプレス圧力の印加に並行して実行されてもよい。これにより、密着性が高く且つ誘電特性が良好な回路基板を得ることが出来る。

[0088] 尚、本発明の各部構成は上記第1実施形態に限らず、特許請求の範囲に記載の技術的範囲内で種々の変形が可能である。例えば、コンデンサ回路(40)が形成されている回路基板に採用した上述の各種構成及び製造方法は、コンデンサ素子や、コンデンサ素子を切り出すことが可能な積層シートにも採用することが出来る。尚、該コンデンサ素子及び積層シートにおいては、上記回路基板を構成する基板(4)に相当する構成はなくてもよい。

[0089] 又、上記第1実施形態においては、接着層(33)は、一対の誘電体膜(31)(32)の間に誘電体微粒子を含んだ分散溶液(6)を介在させて形成されたものであったが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば一対の誘電体膜(31)(32)の間に接着剤等の樹脂を介在させて形成されたものであってもよい。

[0090] 2. 第2実施形態

本発明の他の実施形態に係る回路基板は、図10に示す如く、第1導電層(1)と第2導電層(2)との間に誘電体層(34)を介在させて構成されたコンデンサ回路(41)が基板(4)上に形成されている積層構造体である。

[0091] 第1導電層(1)は、基板(4)上に配備された金属箔であり、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、金(Au)、白金(Pt)、アルミニウム(Al)等の金属からなる群から選択される少なくとも1種の金属から構成され、或いは該群から選択される少なくとも2種の金属から形成された合金から構成されている。尚、第1導電層(1)は、スパッタリング蒸着法、メッキ法、スクリーン印刷法等を用いて形成されてもよい。

[0092] 第2導電層(2)は、誘電体層(34)上の位置にて第1導電層(1)と対向して配置された金属箔であり、第1導電層(1)と同様、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、金(Au)、白金(Pt)、アルミニウム(Al)等の金属からなる群から選択される少なくとも1種の金属から構成され、或いは該群から選択される少なくとも2種の金属から形成された合金から構成されている。

[0093] 誘電体層(34)は、第1導電層(1)と第2導電層(2)との対向面(1a)(2a)に形成された一対の誘電体膜(35)(36)から構成されており、該一対の誘電体膜(35)(36)は、互いに重なり合った状態で接合されている。ここで、一対の誘電

体膜(35)(36)は何れも、チタン酸バリウム(BaTiO_3)を主成分として含む誘電体材料から構成されている。尚、両誘電体膜(35)(36)には、チタン酸バリウム(BaTiO_3)の他、ニオブ酸リチウム(LiNbO_3)、ホウ酸リチウム($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$)、チタン酸ジルコン酸鉛(PbZrTiO_3)、チタン酸ストロンチウム(SrTiO_3)、チタン酸ジルコン酸ランタン鉛(PbLaZrTiO_3)、タンタル酸リチウム(LiTaO_3)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化タンタル(Ta_2O_5)等を主成分とする種々の誘電体材料を用いることが出来る。又、両誘電体膜(35)(36)には、その誘電特性を向上させるべく添加物が含まれていてもよい。

[0094] 各誘電体膜(35)(36)の厚さは、誘電体層(34)の厚さの1/2倍程度であり、誘電体層(34)の厚さが $0.5\mu\text{m}$ 程度である場合、各誘電体膜(35)(36)の厚さは $0.25\mu\text{m}$ 程度である。尚、誘電体層(34)の厚さは、 $0.5\mu\text{m}$ に限らず、これより厚くても或いは薄くてもよい。

[0095] 次に、上記回路基板の製造方法について説明する。該製造方法では、まず第1導電層(1)となる金属箔(11)が表面に配備されている基板(4)と、第2導電層(2)となる金属箔(12)とが用意される。そして、図11(a)及び図11(b)に示す如く両金属箔(11)(12)の表面にそれぞれ誘電体膜(35)(36)を形成する誘電体膜形成工程と、図12(a)及び図12(b)に示す如く該誘電体膜(35)(36)どうしを互いに接合する接合工程とが、この順に実行される。

[0096] 誘電体膜形成工程では、第1実施形態と同様、ゾル-ゲル法、MOCVD法、スパッタリング蒸着法、及び粉末噴射コーティング法の何れかの方法を用いて、図11(a)に示す様に、金属箔(11)の表面の内、接合工程にて金属箔(12)と対向することとなる領域(11a)(対向面(1a)となる領域)に、誘電体膜(35)を形成する。又、ゾル-ゲル法、MOCVD法、スパッタリング蒸着法、及び粉末噴射コーティング法の何れかの方法を用いて、図11(b)に示す様に、金属箔(12)の表面の内、接合工程にて金属箔(11)と対向することとなる領域(12a)(対向面(2a)となる領域)に、誘電体膜(36)を形成する。

[0097] 尚、粉末噴射コーティング法には、第1実施形態で説明したエアロゾルデ

ポジション法（図４参照）、パウダージェットデポジション法（図５参照）等、誘電体粉末を噴射して誘電体膜を形成する種々の成膜法を含むものとする。

[0098] 接合工程では、図１２（ａ）及び図１２（ｂ）に示す様に、誘電体膜形成工程にて金属箔（１１）の表面に形成された誘電体膜（３５）に、金属箔（１２）の表面に形成された誘電体膜（３６）を重ね合わせて積層する。これにより、誘電体膜（３５）（３６）の露出面どうしが互いに接触することになる。

[0099] その後、両誘電体膜（３５）（３６）に対して、これらの積層方向に沿うプレス圧力を印加すると共にアニール処理を施すことにより、両誘電体膜（３５）（３６）の界面近傍の領域を焼結させて誘電体膜（３５）（３６）どうしを互いに接合する。

[0100] ここで、プレス圧力は、 9 kPa 以上に設定される。又、アニール処理は 800°C 以上の温度（アニール温度）で実行される。尚、アニール温度は、第１導電層（１）及び第２導電層（２）となる金属箔（１１）（１２）が変形することのない温度に設定されるべきであり、該温度は、金属箔（１１）（１２）を構成する金属又は合金の種類に依存する。更に又、酸化し易い金属又は合金を用いて金属箔（１１）（１２）が構成されている場合、アニール処理を還元雰囲気中で実行することにより、金属箔（１１）（１２）の酸化を防止することが出来る。

[0101] 斯くして、誘電体膜形成工程にて形成された一対の誘電体膜（３５）（３６）によって、第１及び第２導電層（１）（２）の間に介在した誘電体層（３４）が構成されることとなり、その結果、図１０に示す様に、基板（４）上にコンデンサ回路（４１）が形成された回路基板が完成することになる。

[0102] 上述の如く製造された回路基板においては、図１０に示す様に、第１導電層（１）と第２導電層（２）との対向面（１ａ）（２ａ）にそれぞれ誘電体膜（３５）（３６）が形成され、両誘電体膜（３５）（３６）どうしが互いに接合されることになる。よって、両誘電体膜（３５）（３６）に存在しているピンホール（５）やクラックどうしの位置は互いにずれ易い。従って、導電層（１）（２）を構成する金属の一部がピンホール（５）やクラック内に浸入していたとしても、ピンホール（５）やクラック内の金属どうしは互いに接触し難く、これによって第１導電層（１）と第

2 導電層(1)との間の絶縁が維持されることになる。

[0103] 又、各誘電体膜(35)(36)の表面に第1又は第2導電層(1)(2)の一部が露出していたとしても、両導電層(1)(2)の露出部分どうしの位置が互いにずれ易い。従って、該露出部分どうしは互いに接触し難く、これによって第1導電層(1)と第2導電層(2)との間の絶縁が維持されることになる。

[0104] 更に又、上記回路基板の製造方法においては、接合工程でのプレス圧力が9 kPa以上に設定され、又、接合工程でのアニール処理が800℃以上の温度で実行される。従って、作製される回路基板において、誘電体膜(35)(36)どうしの密着性が向上することになる。更には、誘電体層(34)の誘電特性が向上することになる。

[0105] 本願発明者は、接合工程でのプレス圧力を9 kPa以上に設定することにより誘電体膜(35)(36)どうしの密着性が向上することを、実験により確かめている。

[0106] 図13は、プレス圧力と不良発生数との関係を示した図である。ここで、不良発生数は、作製した64個の回路基板において発生した不良品の個数を表しており、該不良品は、回路基板の切断面をSEMによって観察したときに、その観察面に空隙が1箇所でも存在していたものである。従って、不良発生数は、その値が小さいほど誘電体膜(35)(36)どうしの密着性が高いことを示している。尚、本実験では、金属箔(11)(12)としてニッケル(Ni)箔を用い、誘電体膜(35)(36)をそれぞれ構成する誘電体材料としてチタン酸バリウム(BaTiO_3)を用いた。又、本実験では、接合工程でのアニール処理が1000℃で実行された。

[0107] 実験の結果、図13に示す様に、プレス圧力が0 kPaから8 kPaの間に設定された場合、不良発生数が10個以上となるのに対し、プレス圧力が9 kPa以上に設定された場合、不良発生数が3個以下になることが分かる。

[0108] 更に、本願発明者は、接合工程でのアニール処理を800℃以上の温度で実行することにより誘電体膜(35)(36)どうしの密着性が向上することを、実

験により確かめている。

[0109] 図 1 4 は、アニール温度と不良発生数との関係を示した図である。ここで、不良発生数は、作製した 6 4 個の回路基板において発生した不良品の個数を表しており、該不良品は、回路基板の切断面を S E M によって観察したときに、その観察面に空隙が 1 箇所でも存在していたものである。従って、不良発生数は、その値が小さいほど誘電体膜 (35) (36) どちらの密着性が高いことを示している。尚、本実験では、金属箔 (11) (12) としてニッケル (Ni) 箔を用い、誘電体膜 (35) (36) をそれぞれ構成する誘電体材料としてチタン酸バリウム (BaTiO_3) を用いた。又、本実験では、接合工程でのプレス圧力が約 1 1 . 8 k P a に設定された。

[0110] 実験の結果、図 1 4 に示す様に、アニール温度が室温から 6 0 0 °C の間に設定された場合、作製した 6 4 個の回路基板の全てが不良品となるに対し、アニール温度が 8 0 0 °C 以上の温度に設定された場合、不良発生数が 1 2 個以下になることが分かる。

[0111] 尚、本発明の各部構成は上記第 2 実施形態に限らず、特許請求の範囲に記載の技術的範囲内で種々の変形が可能である。例えば、コンデンサ回路 (41) が形成されている回路基板に採用した上述の各種構成及び製造方法は、コンデンサ素子や、コンデンサ素子を切り出すことが可能な積層シートにも採用することが出来る。尚、該コンデンサ素子及び積層シートにおいては、上記回路基板を構成する基板 (4) に相当する構成はなくてもよい。

符号の説明

- [0112] (1) 第 1 導電層
(2) 第 2 導電層
(1a) (2a) 対向面
(11) (12) 金属箔 (金属部材)
(3) 誘電体層
(31) (32) 一対の誘電体膜
(33) 接着層

- (34) 誘電体層
- (35) (36) 一対の誘電体膜
- (4) 基板
- (40) コンデンサ回路
- (41) コンデンサ回路
- (5) ピンホール
- (6) 分散溶液

請求の範囲

- [請求項1] 第1導電層と第2導電層との間に誘電体層を介在させた積層構造体において、前記誘電体層は、第1導電層と第2導電層との対向面に形成された一対の誘電体膜と、該一対の誘電体膜どうしを接着する接着層とから構成されていることを特徴とする積層構造体。
- [請求項2] 前記接着層は、前記一対の誘電体膜の間に誘電体微粒子を含んだ分散溶液を介在させて形成されたものである請求項1に記載の積層構造体。
- [請求項3] 前記誘電体微粒子は、前記誘電体膜を構成する誘電体材料と主成分が同じ材料から構成されている請求項2に記載の積層構造体。
- [請求項4] 前記誘電体微粒子は、チタン酸バリウム、ニオブ酸リチウム、ホウ酸リチウム、チタン酸ジルコン酸鉛、チタン酸ストロンチウム、チタン酸ジルコン酸ランタン鉛、タンタル酸リチウム、酸化亜鉛、酸化タンタルの内、少なくとも1つの材料を主成分として含んでいる請求項2に記載の積層構造体。
- [請求項5] 前記接着層は、前記一対の誘電体膜の間に誘電体微粒子を含んだ分散溶液を介在させた後、該分散溶液に対してアニール処理を施すことにより形成されたものである請求項2に記載の積層構造体。
- [請求項6] 前記誘電体膜は、ゾル-ゲル法、MOCVD法、スパッタリング蒸着法、及び粉末噴射コーティング法の何れかの方法によって形成されている請求項1に記載の積層構造体。
- [請求項7] 第1導電層と第2導電層との間に誘電体層を介在させた積層構造体の製造方法であって、
前記第1導電層及び第2導電層となる一対の金属部材の表面の内、互いに対向することとなる領域にそれぞれ誘電体膜を形成する誘電体膜形成工程と、
前記一対の金属部材に形成された誘電体膜どうしを、これらの間に接着層を介在させて接着する接着工程

とを有し、前記一対の金属部材に形成された誘電体膜と前記接着層とによって前記誘電体層が構成される積層構造体の製造方法。

[請求項8] 前記接着工程にて用いる接着層は、前記誘電体膜形成工程にて前記一対の金属部材に形成された誘電体膜の間に、誘電体微粒子を含んだ分散溶液を介在させて形成されるものである請求項7に記載の積層構造体の製造方法。

[請求項9] 前記分散溶液は、前記誘電体膜を構成する誘電体材料と主成分が同じ材料から構成された誘電体微粒子を含んだものである請求項8に記載の積層構造体の製造方法。

[請求項10] 前記接着工程では、前記誘電体膜の間に分散溶液を介在させて前記接着層を形成する過程で、該誘電体膜に対して、前記分散溶液を挟圧するプレス圧力を印加する請求項8に記載の積層構造体の製造方法。

[請求項11] 前記プレス圧力は、6 k P a 以上である請求項10に記載の積層構造体の製造方法。

[請求項12] 前記接着工程では、前記誘電体膜の間に介在させた分散溶液に対してアニール処理を施す請求項8に記載の積層構造体の製造方法。

[請求項13] 前記アニール処理が400℃以上の温度で実行される請求項12に記載の積層構造体の製造方法。

[請求項14] 前記誘電体膜形成工程では、ゾル - ゲル法、MOCVD法、スパッタリング蒸着法、及び粉末噴射コーティング法の何れかの方法を用いて、前記誘電体膜を形成する請求項7に記載の積層構造体の製造方法。

[請求項15] 第1導電層と第2導電層との間に誘電体層を介在させた積層構造体の製造方法であって、

前記第1導電層及び第2導電層となる一対の金属部材の表面の内、互いに対向することとなる領域にそれぞれ誘電体膜を形成する誘電体膜形成工程と、

前記一対の金属部材に形成された誘電体膜を互いに重ね合わせて積

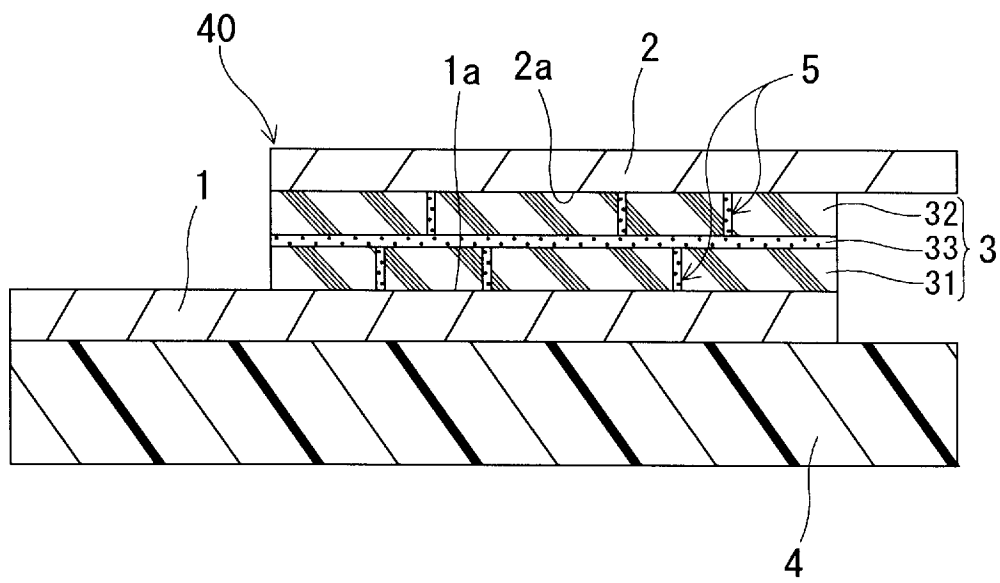
層した後、両誘電体膜に対して、これらの積層方向に沿うプレス圧力を印加すると共にアニール処理を施すことにより、両誘電体膜の界面近傍の領域を焼結させて誘電体膜どうしを互いに接合する接合工程とを有し、前記一对の金属部材に形成された誘電体膜によって前記誘電体層が構成される積層構造体の製造方法。

[請求項16] 前記プレス圧力は、 9 kPa 以上である請求項15に記載の積層構造体の製造方法。

[請求項17] 前記接合工程では、アニール処理が 800°C 以上の温度で実行される請求項15に記載の積層構造体の製造方法。

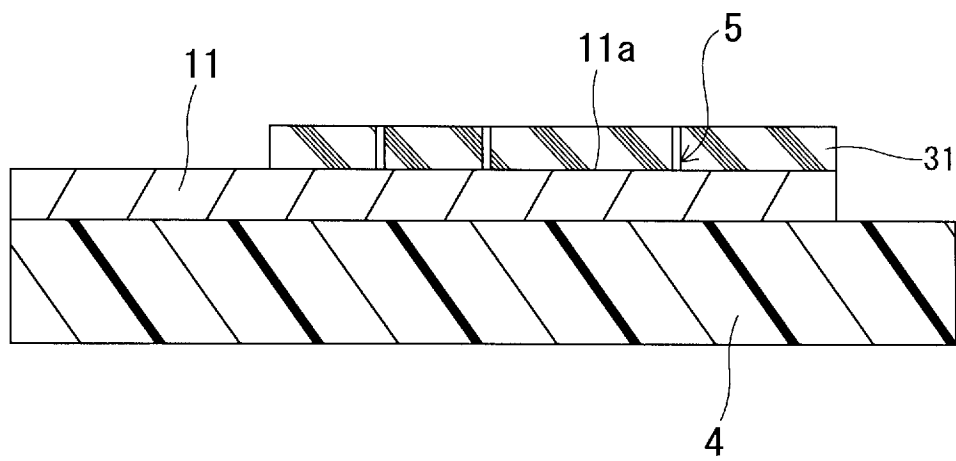
[請求項18] 前記誘電体膜形成工程では、ゾル - ゲル法、MOCVD法、スパッタリング蒸着法、及び粉末噴射コーティング法の何れかの方法を用いて、前記誘電体膜を形成する請求項15に記載の積層構造体の製造方法。

[図1]

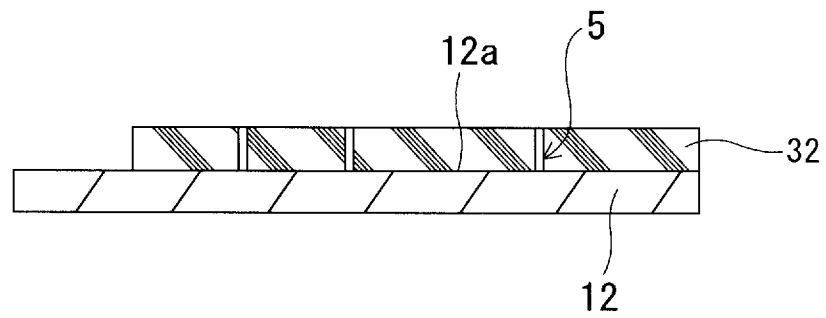


[図2]

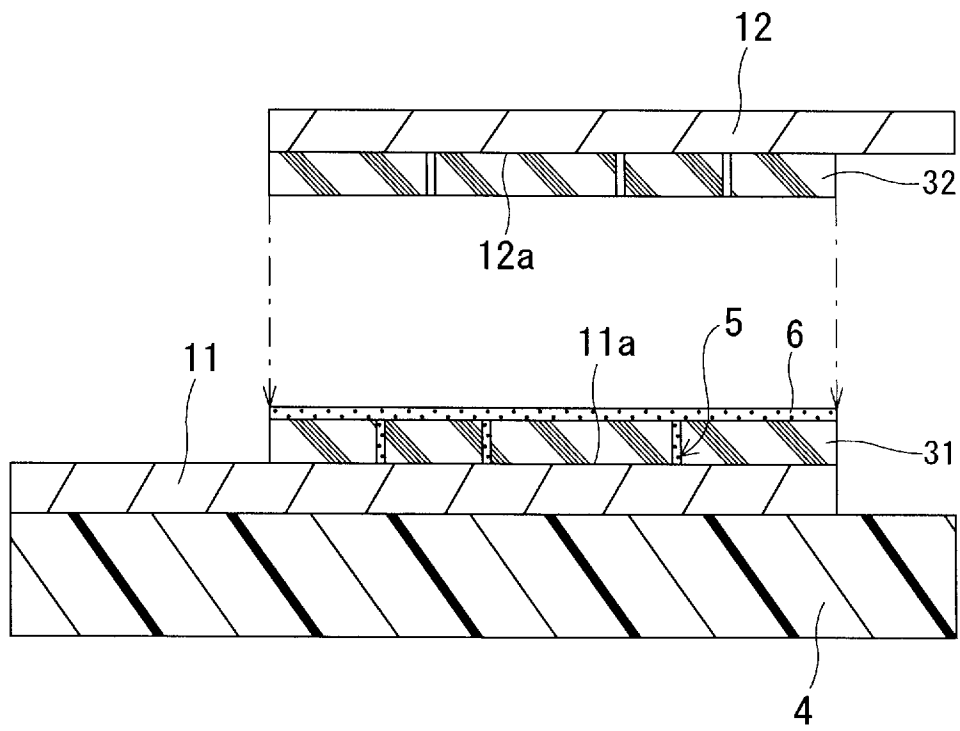
(a)



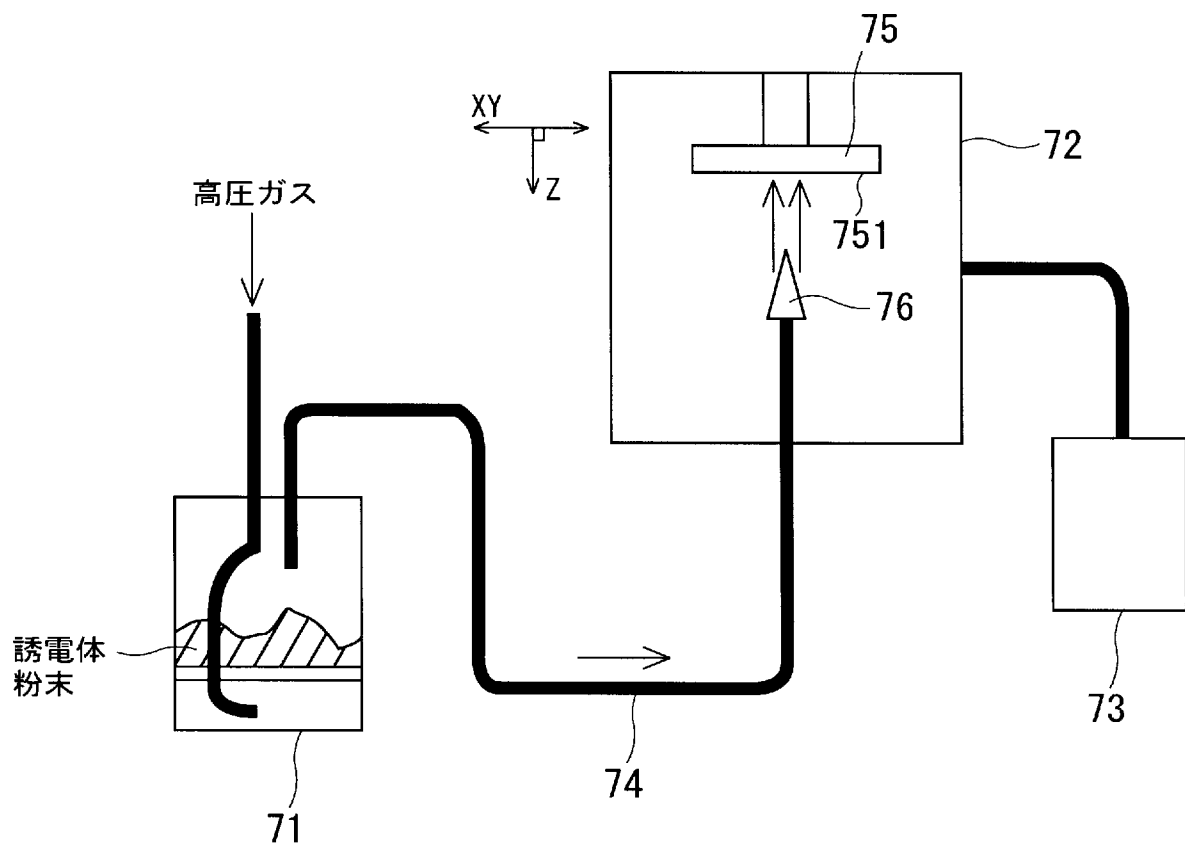
(b)



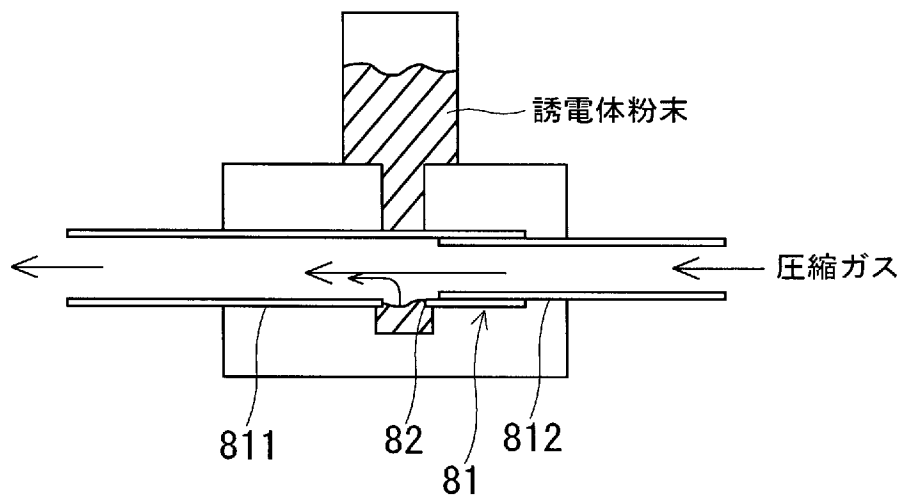
[図3]



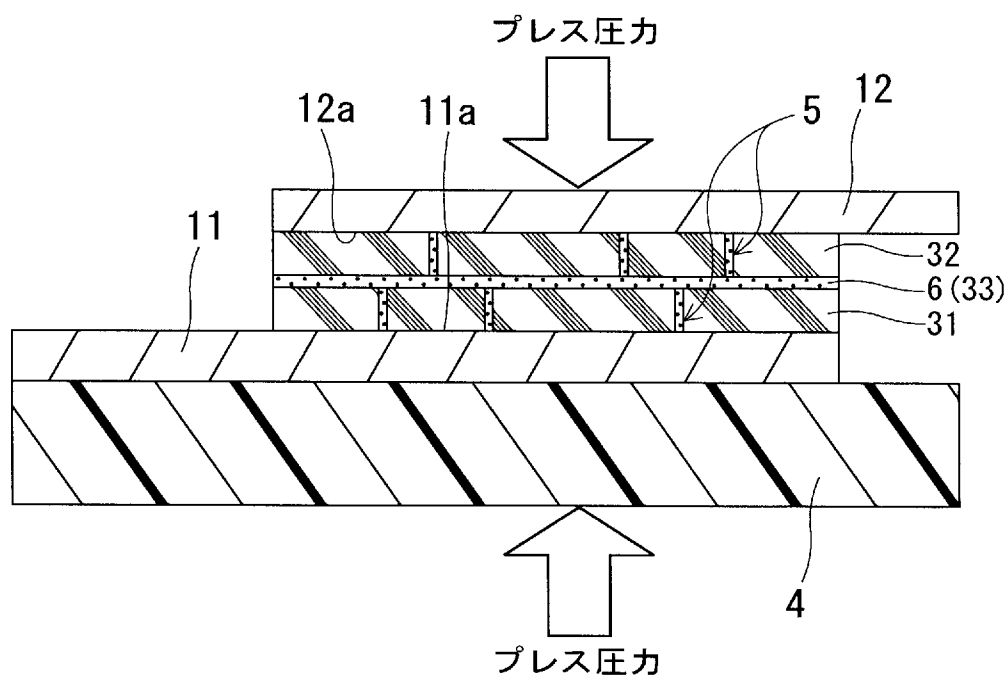
[図4]



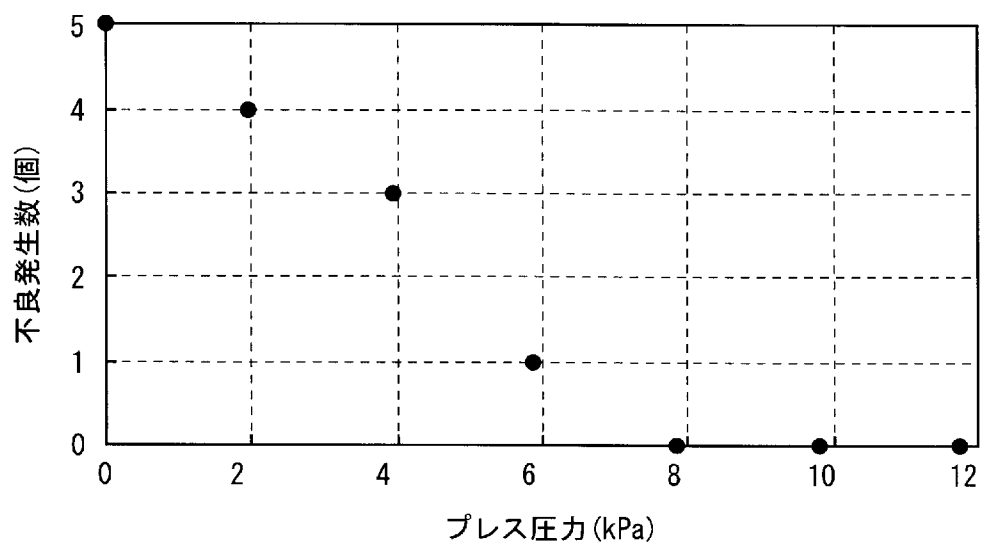
[図5]



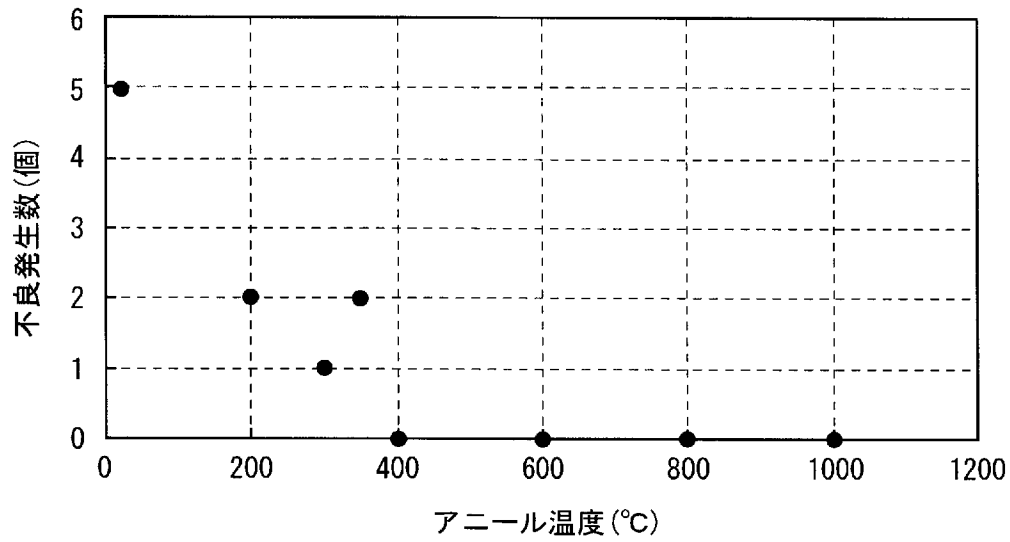
[図6]



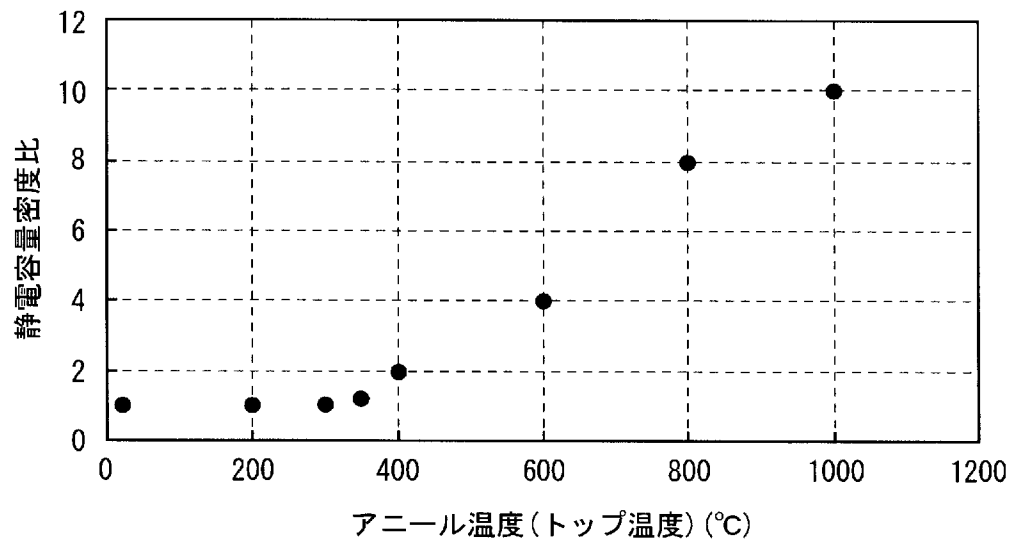
[図7]



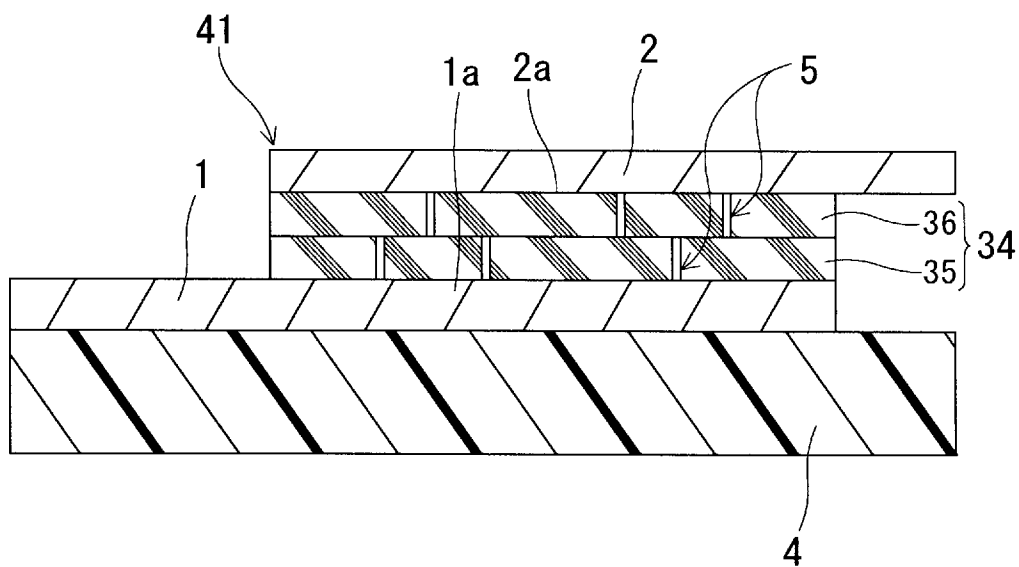
[図8]



[図9]

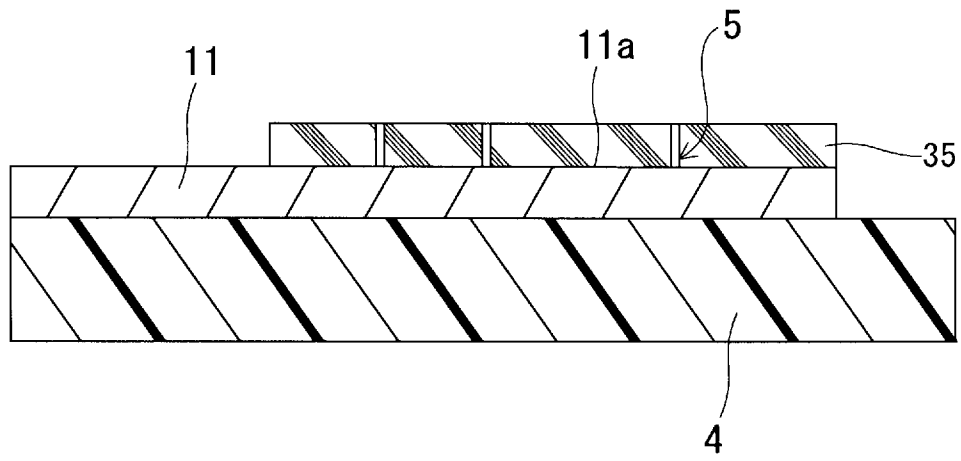


[図10]

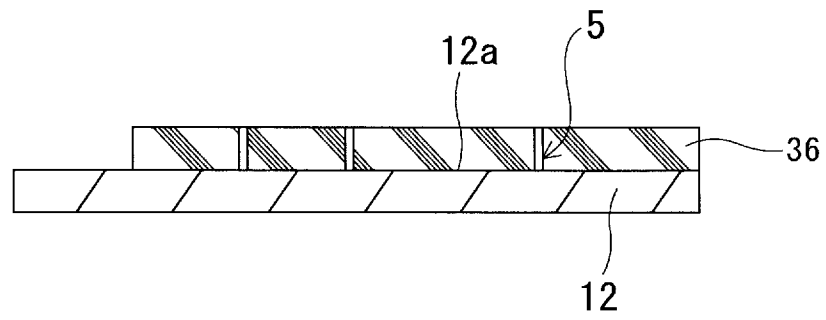


[図11]

(a)

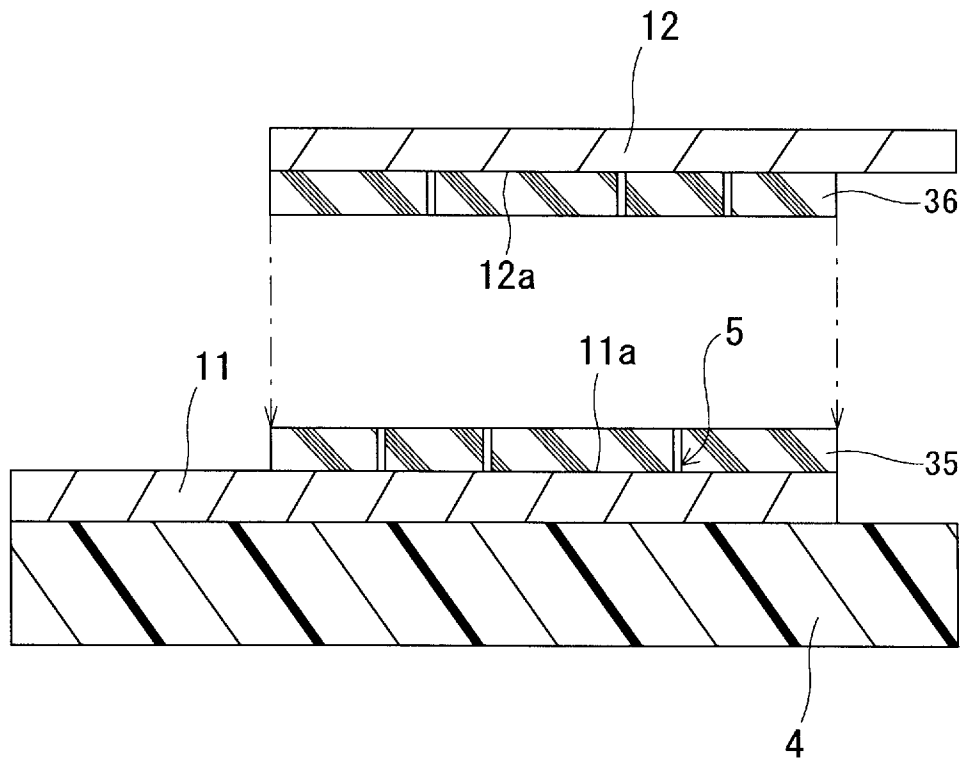


(b)

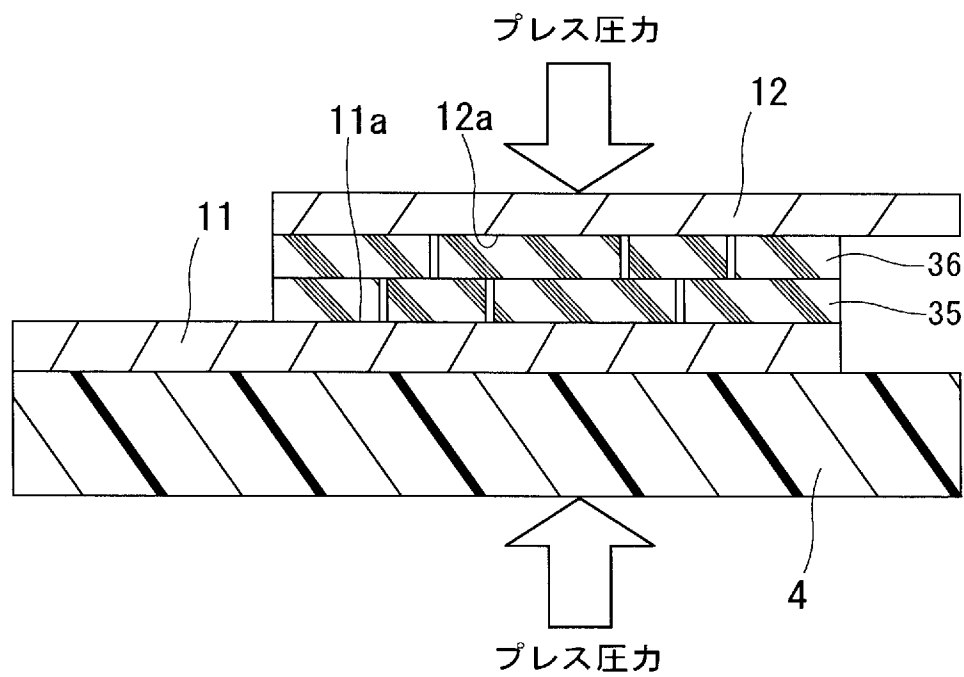


[図12]

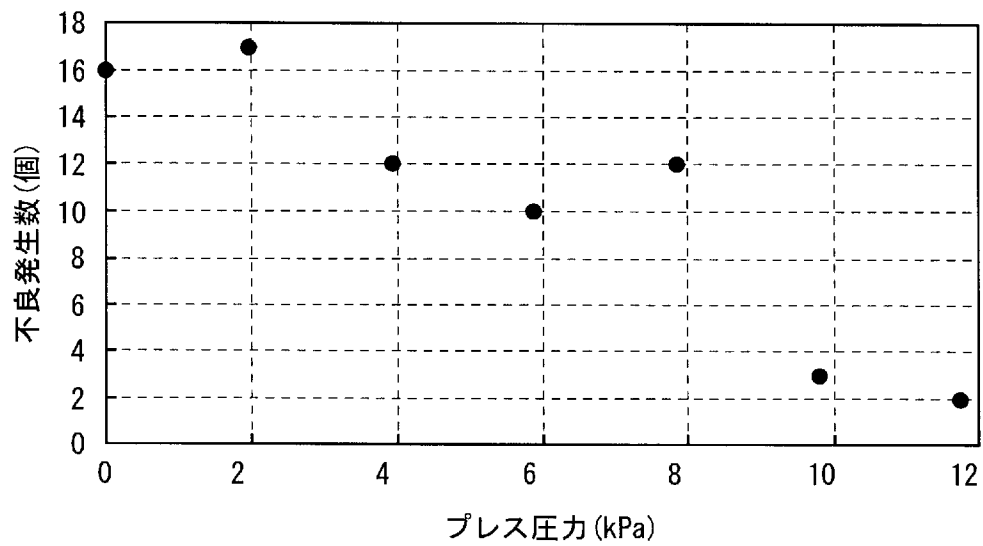
(a)



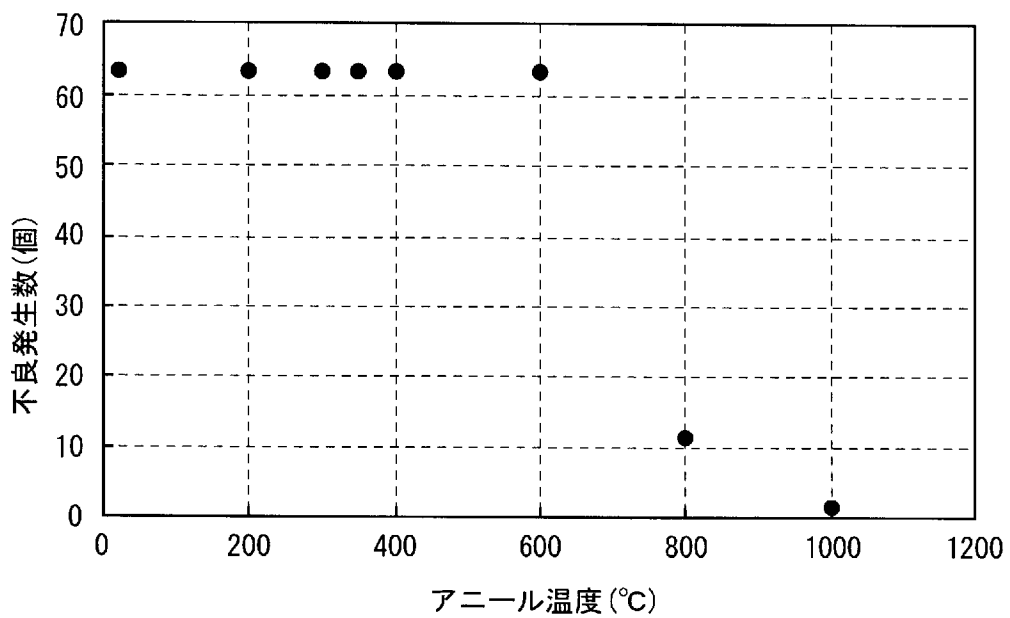
(b)



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/058594

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01G4/18(2006.01)i, H01G4/20(2006.01)i, H01G4/33(2006.01)i, H01G13/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01G4/18, H01G4/20, H01G4/33, H01G13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-165400 A (Mitsui Mining & Smelting Co., Ltd.), 22 June 2006 (22.06.2006), paragraphs [0013] to [0094] (Family: none)	1-14
X	JP 2002-164253 A (Oak Mitsui, Inc.), 07 June 2002 (07.06.2002), paragraphs [0011] to [0052] & US 6657849 B1 & EP 1191555 A2 & SG 115394 A	15-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 July, 2010 (07.07.10)Date of mailing of the international search report
20 July, 2010 (20.07.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01G4/18(2006.01)i, H01G4/20(2006.01)i, H01G4/33(2006.01)i, H01G13/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01G4/18, H01G4/20, H01G4/33, H01G13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2006-165400 A（三井金属鉱業株式会社）2006.06.22, 段落【0013】－【0094】（ファミリーなし）	1-14
X	JP 2002-164253 A（オークミツイ, インク., ）2002.06.07, 段落【0011】－【0052】 & US 6657849 B1 & EP 1191555 A2 & SG 115394 A	15-18

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田中 晃洋

5 R

3 8 0 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 5