

(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
2012年2月2日(02.02.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/014875 A1

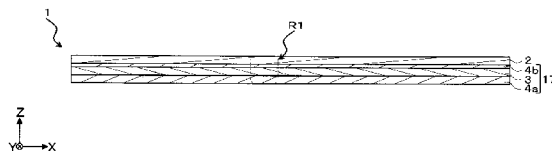
- (51) 国際特許分類:
B32B 9/00 (2006.01) *H05K 1/03* (2006.01)
H01B 3/00 (2006.01) *H05K 3/46* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/066928
- (22) 国際出願日: 2011年7月26日(26.07.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-171452 2010年7月30日(30.07.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 林 桂 (HAYASHI, Katsura) [JP/JP]; 〒8994312 鹿児島県霧島市国分山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内 Kagoshima (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, RS, 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]

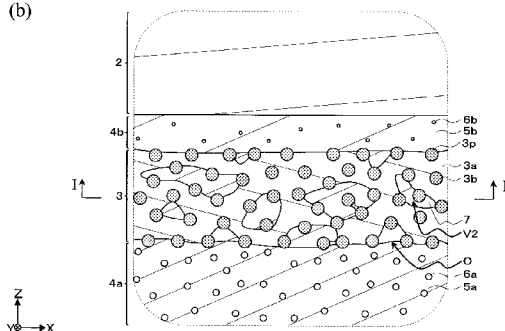
(54) Title: INSULATING SHEET, PROCESS FOR PRODUCING SAME, AND PROCESS FOR PRODUCING STRUCTURE USING THE INSULATING SHEET

(54) 発明の名称: 絶縁シート、その製造方法及びその絶縁シートを用いた構造体の製造方法

【図1】
(a)



(b)



(57) Abstract: This insulating sheet comprises a resin sheet and an insulating layer formed on the resin sheet, wherein the insulating layer includes an inorganic insulating layer and the inorganic insulating layer contains first inorganic insulating particles which have a particle diameter of 3-110 nm and have been bonded to one another.

(57) 要約: 本発明の一形態にかかる絶縁シートは、樹脂シートと、該樹脂シート上に形成された絶縁層と、を備え、該絶縁層は、無機絶縁層を有し、該無機絶縁層は、粒径が3 nm以上110 nm以下であり、互いに結合した第1無機絶縁粒子を含むものである。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

絶縁シート、その製造方法及びその絶縁シートを用いた構造体の製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、電子機器（たとえば各種オーディオビジュアル機器、家電機器、通信機器、コンピュータ機器及びその周辺機器）や輸送機、建物等あらゆる物に使用されるに使用される絶縁シート、絶縁シートの製造方法及びその絶縁シートを用いた構造体の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、電子機器における実装構造体としては、配線基板に電子部品を実装したものが使用されている。

[0003] 特開平２－２５３９４１号公報には、金属箔にセラミックスを溶射してなるセラミック層を用いて作製された配線基板が記載されている。

[0004] このセラミック層は、セラミックスを高温条件下で溶射して形成されているため、該高温条件下でセラミック粒子が成長して粒径が大きくなりやすく、セラミック層の平坦性が低下しやすい。また、うねりの生じやすい金属箔上でセラミック層が形成されるため、セラミック層の平坦性が低下しやすく、前記セラミック層上に配線を形成する際に不良が生じることがある。その結果、配線基板の電氣的信頼性が低下しやすくなる。

[0005] したがって、電氣的信頼性を改良した配線基板等の構造体を提供することが望まれている。

発明の概要

[0006] 本発明の一形態にかかる絶縁シートは、樹脂シートと、該樹脂シート上に形成された絶縁層と、を備える。前記絶縁層は、無機絶縁層を有する。前記無機絶縁層は、粒径が３ｎｍ以上１１０ｎｍ以下であり、互いに結合した第１無機絶縁粒子を含む。

[0007] 本発明の一形態にかかる絶縁シートの製造方法は、粒径が３ｎｍ以上１１

0 nm以下の第1無機絶縁粒子を含む無機絶縁ゾルを直接または間接的に樹脂シート上に塗布する工程と、前記第1無機絶縁粒子を、前記樹脂シートに含まれる樹脂の融点未満で加熱することにより、前記第1無機絶縁粒子同士を互いに結合させて無機絶縁層を形成する工程と、を備える。

[0008] 本発明の一形態にかかる構造体の製造方法は、上述した絶縁シートを、前記樹脂シートが最外層となるように、未硬化の熱硬化性樹脂を含む第1樹脂層を介して支持部材上に積層する工程と、前記第1樹脂層を、前記熱硬化性樹脂の硬化開始温度以上、前記樹脂シートに含まれる樹脂の融点未満で加熱することにより、前記無機絶縁層を、前記第1樹脂層を介して前記支持部材に接着させる工程と、前記無機絶縁層から前記樹脂シートを除去する工程と、を備える。

[0009] 本発明の一形態にかかる構造体の製造方法は、前記絶縁層から前記樹脂シートを除去する工程と、前記絶縁層の前記樹脂シート側に配されていた主面上に導電層を形成する工程と、を備える。

[0010] 上記構成によれば、平坦性の高い絶縁シートを得ることができる。それ故、電気的信頼性を改善した構造体を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1(a)は、本発明の第1実施形態にかかる絶縁シートを厚み方向に切断した断面図であり、図1(b)は、図1(a)のR1部分を拡大して示した断面図である。

[図2]図2(a)は、図1(b)のI-I線に沿う平面方向に切断した断面図であり、図2(b)は、2つの第1無機絶縁粒子が結合した様子を模式的に現したものである。

[図3]図3(a)は、図1に示す絶縁シートを用いて作製された実装構造体を厚み方向に切断した断面図であり、図3(b)は、図3(a)のR2部分を拡大して示した断面図である。

[図4]図4(a)及び図4(b)は、図1に示す絶縁シートの製造工程を説明する厚み方向に切断した断面図であり、図4(c)は、図4(b)のR3部

分を拡大して示した断面図である。

[図5]図5（a）は、図1に示す絶縁シートの製造工程を説明する厚み方向に切断した断面図であり、図5（b）は、図5（a）のR4部分を拡大して示した断面図である。

[図6]図6（a）は、図1に示す絶縁シートの製造工程を説明する厚み方向に切断した断面図であり、図6（b）は、図6（a）のR5部分を拡大して示した断面図である。

[図7]図7（a）は、図1に示す絶縁シートの製造工程を説明する厚み方向に切断した断面図であり、図7（b）は、図7（a）のR6部分を拡大して示した断面図である。

[図8]図8（a）乃至図8（c）は、図1に示す絶縁シートを用いた配線基板の製造工程を説明する厚み方向に切断した断面図である。

[図9]図9（a）及び図9（b）は、図1に示す絶縁シートを用いた配線基板の製造工程を説明する厚み方向に切断した断面図である。

[図10]図10（a）及び図10（b）は、図1に示す絶縁シートを用いた配線基板の製造工程を説明する、図9（b）のR7部分に対応する部分を拡大して示した断面図である。

[図11]図11（a）は、図1に示す絶縁シートを用いた配線基板の製造工程を説明する、図9（b）のR7部分に対応する部分を拡大して示した断面図であり、図11（b）は、図1に示す絶縁シートを用いた配線基板の製造工程を説明する厚み方向に切断した断面図である。

[図12]図12（a）は、本発明の第2実施形態にかかる絶縁シートを厚み方向に切断した断面図であり、図12（b）は、図12（a）のR8部分を拡大して示した断面図である。

[図13]図13（a）は、本発明の第3実施形態にかかる絶縁シートを厚み方向に切断した断面図であり、図13（b）は、図13（a）のR9部分を拡大して示した断面図である。

[図14]図14（a）は、本発明の第4実施形態にかかる実装構造体を厚み方

向に切断した断面図であり、図 1 4 (b) は、図 1 4 (a) に示す実装構造体の作製に用いる絶縁シートの厚み方向に切断した断面図であり、図 1 4 (c) は、図 1 4 (a) に示す実装構造体の製造工程を説明する厚み方向に切断した断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] (第 1 実施形態)

(絶縁シート)

以下に、本発明の第 1 実施形態に係る絶縁シートを、図面に基づいて詳細に説明する。

[0013] 図 1 (a) に示した絶縁シート 1 は、例えば、後述するように配線基板 10 の作製に使用されるものである。この絶縁シート 1 は、樹脂シート 2 と、該樹脂シート 2 上に形成された無機絶縁層 3 と、該無機絶縁層 3 上に形成された第 1 樹脂層 4 a と、樹脂シート 2 と無機絶縁層 3 との間に形成された第 2 樹脂層 4 b と、を含んでいる。この絶縁シート 1 のうち、無機絶縁層 3、第 1 樹脂層 4 a 及び第 2 樹脂層 4 b は、後述するように配線基板 10 を作製する際に該配線基板 10 に残存する絶縁層 17 を構成している。

[0014] 樹脂シート 2 は、絶縁シート 1 を取り扱う際に無機絶縁層 3 を支持するものであり、配線基板の作製時に無機絶縁層 3 から除去されるものであり、例えば平板状に形成されている。この樹脂シート 2 は、例えばポリエステル樹脂又はポリエチレン樹脂等の熱可塑性樹脂からなり、ポリエステル樹脂としては、例えばポリエチレンテレフタレート樹脂又はポリエチレンナフタレート樹脂等を用いることができる。熱可塑性樹脂からなる樹脂シート 2 としては、直線状である各分子鎖の長手方向が同一方向であるフィルム状のものを、用いることが望ましい。このように熱可塑性樹脂からなるフィルム状のものを、用いることによって、樹脂シート 2 の平坦性を高めることができる。

[0015] また、樹脂シート 2 の厚みは、例えば $8\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下に設定され、樹脂シート 2 のヤング率は、例えば $7\ \text{GPa}$ 以上 $12\ \text{GPa}$ 以下に設定され、樹脂シート 2 の平面方向への熱膨張率は、 $20\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以上 $70\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下に設定される。

m/°C以下に設定され、樹脂シート2の融点は、例えば200°C以上260°C以下に設定されている。

[0016] なお、樹脂シート2のヤング率は、MTSシステムズ社製Nano Indentor XP/DCMを用いて測定される。また、樹脂シート2の熱膨張率は、市販のTMA装置を用いて、JISK7197-1991に準じた測定方法により測定される。また、樹脂シート2の融点は、ISO12086-2:2006に準じた測定方法により測定させる。

[0017] 無機絶縁層3は、配線基板の作製時に配線基板に接着され、配線基板に残存して絶縁層の主要部をなすものであり、例えば平板状に形成されている。この無機絶縁層3は、例えば酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化チタニウム、酸化マグネシウム又は酸化ジルコニウム等の無機絶縁材料からなり、なかでも、低誘電正接及び低熱膨張率の観点から、酸化ケイ素からなることが望ましく、特に、アモルファス（非晶質）状態の酸化ケイ素からなることが望ましい。その結果、分子構造に起因して熱膨張率に異方性が生じやすい結晶状態の酸化ケイ素と比較して、熱膨張率の異方性が生じにくいアモルファス状態の酸化ケイ素を用いることによって、無機絶縁層3が加熱された後の冷却の際に無機絶縁層3の収縮を各方向にてより均一にすることができ、無機絶縁層3におけるクラックの発生を低減できる。このアモルファス状態の酸化ケイ素は、結晶相の領域が例えば10体積%未満に設定されており、なかでも5体積%未満に設定されていることが望ましい。

[0018] ここで、酸化ケイ素の結晶相領域の体積比は、以下のように測定される。まず、100%結晶化した試料粉末と非晶質粉末とを異なる比率で含む複数の比較試料を作製し、該比較試料をX線回折法で測定することにより、該測定値と結晶相領域の体積比との相対的關係を示す検量線を作成する。次に、測定対象である調査試料をX線回折法で測定し、該測定値と検量線とを比較して、該測定値から結晶相領域の体積比を算出することにより、調査資料の結晶相領域の体積比が測定される。

[0019] また、無機絶縁層3の厚みは、例えば3μm以上100μm以下に設定さ

れている。また、無機絶縁層 3 のヤング率は、例えば 20 GPa 以上 50 GPa 以下に設定され、及び／又は、樹脂シート 2 のヤング率の例えば 4 倍以上 10 倍以下に設定されている。また、無機絶縁層 3 の平面方向及び厚み方向への熱膨張率は、例えば 0 ppm/°C 以上 7 ppm/°C 以下に設定されている。また、無機絶縁層 3 の平面方向への熱膨張率は、樹脂シート 2 の平面方向への熱膨張率の例えば 0% 以上 20% 以下に設定されている。また、無機絶縁層 3 の誘電正接は、例えば 0.0004 以上 0.01 以下に設定されている。

[0020] なお、無機絶縁層 3 のヤング率及び熱膨張率は、上述した樹脂シート 2 と同様に測定される。また、無機絶縁層 3 の誘電正接は、JIS R 1627 - 1996 に準じた共振器法により測定される。

[0021] 本実施形態の無機絶縁層 3 は、図 1 (b) 乃至図 2 (b) に示すように、互いに結合した第 1 無機絶縁粒子 3a と、該第 1 無機絶縁粒子 3a よりも粒径が大きく、該第 1 無機絶縁粒子 3a を介して互いに接着された第 2 無機絶縁粒子 3b を含む。この第 1 無機絶縁粒子 3a 及び第 2 無機絶縁粒子 3b は、上述した無機絶縁層 3 を構成する無機絶縁材料からなる。なお、第 1 無機絶縁粒子 3a 及び第 2 無機絶縁粒子 3b は、無機絶縁層 3 の断面を電界放出型電子顕微鏡で観察することにより確認される。

[0022] 第 1 無機絶縁粒子 3a は、粒径が 3 nm 以上 110 nm 以下に設定されている。このように第 1 無機絶縁粒子 3a の粒径が微小であるため、後述するように、第 1 無機絶縁粒子 3a 同士を低温で結合させることができ、樹脂シート 2 上に無機絶縁層 3 を容易に形成することができる。また、第 1 無機絶縁粒子 3a の粒径が微小であるため、後述するように、第 1 無機絶縁粒子 3a を第 2 無機絶縁粒子 3b に低温で結合させることができ、第 2 無機絶縁粒子 3b 同士を低温で接着させることができる。

[0023] 第 1 無機絶縁粒子 3a は、図 2 (b) に示すように、ネック構造 3a1 を介して互いに結合している。このように結合した第 1 無機絶縁粒子 3a は、3 次元網目状構造をなしており、第 1 無機絶縁粒子 3a 同士の間には、第 1

空隙V 1 が形成されている。この第1空隙V 1 は、無機絶縁層3の第1樹脂層4 a側に開口を有する開気孔である。

[0024] この第1空隙V 1 は、無機絶縁層3の厚み方向に沿った断面において、第1無機絶縁粒子3 aと同程度の大きさに形成されており、前記断面における第1空隙V 1の面積は、前記断面における第1無機絶縁粒子3 aの面積の例えば2倍以下に設定されていることが望ましい。また、第1空隙V 1は、前記断面における第1無機絶縁層1 1 aの厚み方向の高さが3 nm以上110 nm以下に設定されていることが望ましく、前記断面における第1無機絶縁層1 1 aの平面方向の幅が3 nm以上110 nm以下に設定されていることが望ましい。

[0025] また、第2無機絶縁粒子3 bは、粒径が0.5 μ m以上5 μ m以下に設定されている。このように第2無機絶縁粒子3 bの粒径が第1無機絶縁粒子3 aよりも大きいため、無機絶縁層3にクラックが生じた場合、クラックの伸長が第2無機絶縁粒子3 bに達した際に、粒径の大きい第2無機絶縁粒子3 bの表面に沿って迂回するようにクラックが伸長することから、クラックの伸長に大きなエネルギーが必要となるため、クラックの伸長を低減することができる。また、粒径の大きい第2無機絶縁粒子3 bが第1無機絶縁粒子3 aを介して互いに接着されているため、後述するように第2空隙V 2を容易に形成することができる。また、第2無機絶縁粒子3 bの粒径が5 μ m以下に設定されていることにより、第1無機絶縁粒子3 aと第2無機絶縁粒子3 bとの単位体積あたりの接触面積を増加させて接着強度を高めることができる。

[0026] なお、第1無機絶縁粒子3 a及び第2無機絶縁粒子3 bの粒径は、無機絶縁層3の断面を電界放出型電子顕微鏡で観察し、20粒子数以上50粒子数以下の粒子を含むように拡大した断面を撮影し、該拡大した断面にて各粒子の最大径を測定することにより測定される。

[0027] 上述した第1無機絶縁粒子3 aは、球状であることが望ましい。その結果、第1無機絶縁粒子3 aの充填密度を高め、第1無機絶縁粒子3 a同士をよ

り強固に結合させることができ、無機絶縁層 3 の剛性を高めることができる。また、第 2 無機絶縁粒子 3 b は、球状であることが望ましい。その結果、第 2 無機絶縁粒子 3 b の表面における応力を分散させることができ、第 2 無機絶縁粒子 3 b の表面を起点とした無機絶縁層 3 におけるクラックの発生を低減することができる。

[0028] また、第 1 無機絶縁粒子 3 a と第 2 無機絶縁粒子 3 b とは、同一材料からなることが望ましい。その結果、無機絶縁層 3 において、第 1 無機絶縁粒子 3 a と第 2 無機絶縁粒子 3 b との結合が強固になり、材料特性の違いに起因したクラックを低減することができる。

[0029] また、第 2 無機絶縁粒子 3 b の硬度は、第 1 無機絶縁粒子 3 a よりも高いことが望ましい。その結果、硬い第 2 無機絶縁粒子 3 b によって、クラックの伸長をより低減することができる。

[0030] 一方、無機絶縁層 3 には、少なくとも一部が第 1 無機絶縁粒子 3 a 及び第 2 無機絶縁粒子 3 b に取り囲まれつつ平面方向に沿った第 2 空隙 V 2 が形成されており、第 1 無機絶縁粒子 3 a 及び第 2 無機絶縁粒子 3 b が 3 次元網目状構造をなしている。この第 2 空隙 V 2 は、無機絶縁層 3 の第 1 樹脂層 4 a 側主面に開口 O を有する開気孔である。また、第 2 空隙 V 2 は、厚み方向（Z 方向）に沿った断面において、少なくとも一部が無機絶縁層 3 に取り囲まれている。

[0031] この第 2 空隙 V 2 は、無機絶縁層 3 の厚み方向に沿った断面において、第 2 無機絶縁粒子 3 b と同程度の大きさに形成されており、該断面における第 2 空隙 V 2 の面積が、該断面における第 2 無機絶縁粒子 3 b の例えば 0.5 倍以上に設定されていることが望ましい。また、第 2 空隙 V 2 は、前記断面における無機絶縁層 3 の厚み方向の高さが 0.3 μm 以上 5 μm 以下に設定されていることが望ましく、前記断面における無機絶縁層 3 の平面方向の幅が 0.3 μm 以上 5 μm 以下に設定されていることが望ましい。

[0032] また、無機絶縁層 3 の厚み方向に沿った断面において、第 2 空隙 V 2 は、第 1 空隙 V 1 よりも大きく形成されている。この第 2 空隙 V 2 は、無機絶縁

層 3 の厚み方向に沿った断面における面積が、第 1 空隙 V 1 の面積の例えば 0.005 倍以上 0.1 倍以下に設定されている。

[0033] また、第 2 空隙 V 2 の体積は、無機絶縁層 3 の体積の 8 % 以上 40 % 以下に設定されていることが望ましい。その結果、第 2 空隙 V 2 の体積が無機絶縁層 3 の体積の 40 % 以下であることにより、第 1 無機絶縁粒子 3 a 及び第 2 無機絶縁粒子 3 b の接着強度を高め、無機絶縁層 3 を高剛性及び低熱膨張率とすることができる。また、第 2 空隙 V 2 の体積が無機絶縁層 3 の体積の 8 % 以上であることにより、後述するように多数の第 2 空隙 V 2 を開気孔とすることができる。

[0034] ここで、無機絶縁層 3 の体積に対する第 2 空隙 V 2 の体積の割合は、無機絶縁層 3 の断面における第 2 空隙 V 2 の面積比率の平均値を該割合とみなすことにより測定される。

[0035] また、無機絶縁層 3 は、第 2 樹脂層 4 b に向かって突出した、第 2 無機絶縁粒子 3 b からなる突出部 3 p を有する。その結果、突出部 3 p を大きく形成することができ、アンカー効果により無機絶縁層 3 と第 2 樹脂層 4 b との接着強度を高めることができる。

[0036] 第 1 樹脂層 4 a は、配線基板の作製時に無機絶縁層 3 を配線基板に接着させるものであり、配線基板に残存する。この第 1 樹脂層 4 a は、例えば、第 1 樹脂 5 a と、該第 1 樹脂 5 a に被覆された第 1 無機絶縁フィラー 6 a と、を含む。

[0037] また、第 1 樹脂層 4 a の厚みは、例えば $3\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下に設定され、及び／又は、樹脂シート 2 の厚みの例えば 10 % 以上 80 % 以下に設定されている。また、第 1 樹脂層 4 a のヤング率は、例えば $0.2\ \text{GPa}$ 以上 $20\ \text{GPa}$ 以下に設定され、及び／又は、無機絶縁層 3 のヤング率の例えば 1 % 以上 60 % 以下に設定されている。また、第 1 樹脂層 4 a の平面方向及び厚み方向への熱膨張率は、例えば $20\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以上 $50\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下に設定されている。また、第 1 樹脂層 4 a の平面方向への熱膨張率は、無機絶縁層 3 の平面方向への熱膨張率の例えば 200 % 以上 1,000 % 以下に

設定されている。また、第1樹脂層4aの誘電正接は、例えば0.005以上0.02以下に設定されている。なお、第1樹脂層4aのヤング率、熱膨張率及び誘電正接は、第1樹脂5aを硬化させた状態にて、上述した無機絶縁層3と同様に測定される。

[0038] また、第1樹脂層4aは、厚みが樹脂シート2よりも小さいことが望ましい。その結果、樹脂シート2の厚みを大きくして、樹脂シート2の平坦性を高めつつ、第1樹脂層4aの厚みを小さくして、配線基板の熱膨張率を低減することができる。

[0039] 第1樹脂5aは、第1樹脂層4aの主要部をなし、接着部材として機能するものである。この第1樹脂5aは、例えばエポキシ樹脂、ビスマレイミドトリアジン樹脂、シアネート樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂、全芳香族ポリアミド樹脂又はポリイミド樹脂等の熱硬化性樹脂からなる。この熱硬化性樹脂は、絶縁シート1においては未硬化又は半硬化である。なお、未硬化の熱硬化性樹脂は、ISO472:1999に準ずるA-ステージの熱硬化性樹脂であり、半硬化の熱硬化性樹脂は、ISO472:1999に準ずるB-ステージの熱硬化性樹脂である。

[0040] また、第1樹脂5aのヤング率は、例えば0.1GPa以上5GPa以下に設定され、第1樹脂5aの平面方向及び厚み方向への熱膨張率は、例えば20ppm/°C以上50ppm/°C以下に設定されている。なお、第1樹脂5aのヤング率及び熱膨張率は、第1樹脂5aを硬化させた状態にて、上述した無機絶縁層3と同様に測定される。

[0041] 第1無機絶縁フィラー6aは、第1樹脂層4aを低熱膨張率、高剛性にするものである。この第1無機絶縁フィラー6aは、例えば酸化ケイ素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、又は水酸化アルミニウム、炭酸カルシウム等の無機絶縁材料からなる複数の粒子によって構成されており、無機絶縁材料としては、酸化ケイ素を用いることが望ましい。

[0042] また、第1無機絶縁フィラー6aのヤング率は、例えば20GPa以上100GPa以下に設定され、第1無機絶縁フィラー6aの平面方向及び厚み

方向への熱膨張率は、例えば $0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $15 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下に設定され、第1無機絶縁フィラー6aの粒子の粒径は、例えば $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $5.0 \mu\text{m}$ 以下に設定され、第1樹脂層4aにおける第1無機絶縁フィラー6aの含有量は、例えば3体積%以上60体積%以下に設定されている。なお、第1無機絶縁フィラー6aのヤング率及び熱膨張率は、上述した無機絶縁層3と同様に測定される。また、第1無機絶縁フィラー6aの粒径は、第1無機絶縁粒子3a及び第2無機絶縁粒子3bと同様に測定される。また、第1樹脂層4aにおける第1無機絶縁フィラー6aの含有量は、第1樹脂層4aの断面における第1無機絶縁フィラー6aの面積比率の平均値を該含有量とみなすことにより測定される。

[0043] ここで、絶縁シート1は、第1樹脂層4aの一部が開口Oを介して第2空隙V2に充填されてなる樹脂部7を備えている。この樹脂部7は樹脂材料からなることから無機絶縁層3よりもヤング率が低いため、無機絶縁層3に応力が印加された場合に、該応力を樹脂部7によって緩和することができ、ひいては無機絶縁層3におけるクラックの発生を低減できる。また、第2空隙V2の少なくとも一部が平面方向に沿って形成されているため、無機絶縁層3における厚み方向に沿ったクラックの伸長を該第2空隙V2に配された樹脂部7によって低減することができる。また、第1樹脂層4aの一部が開口Oを介して第2空隙V2に充填されているため、アンカー効果によって第1樹脂層4aと無機絶縁層3との接着強度を高めることができる。

[0044] この樹脂部7は、第1樹脂層4aと同様に、第1樹脂5aを含んでいる。また、樹脂部7は、第1無機絶縁フィラー6aを含まないことが望ましく、樹脂部7が第1無機絶縁フィラー6aを含む場合は、樹脂部7における第1無機絶縁フィラー6aの含有量が、第1樹脂層4aにおける第1無機絶縁フィラー6aの含有量よりも少なく設定されていることが望ましい。その結果、第1樹脂層4aを低熱膨張、高剛性としつつ、樹脂部7のヤング率を低減して無機絶縁層3に印加された応力をより緩和することができる。この場合、樹脂部7における第1無機絶縁フィラー6aの含有量は、第1樹脂層4a

における第1無機絶縁フィラー6aの含有量の例えば0.05%以上30%以下に設定されている。また、樹脂部7のヤング率は、例えば0.1GPa以上5GPa以下に設定され、樹脂部7の平面方向及び厚み方向への熱膨張率が例えば20ppm/°C以上70ppm/°C以下に設定されている。なお、樹脂部7のヤング率、熱膨張率及び誘電正接は、第1樹脂5aを硬化させた状態にて、上述した無機絶縁層3と同様に測定される。

[0045] また、樹脂部7は、第2空隙V2を取り囲む無機絶縁層3と密着していることが望ましい。その結果、無機絶縁層3と樹脂部7との接着強度を高めることができる。

[0046] なお、第2空隙V2と同様に、第1空隙Vにも樹脂部7が充填されていることが望ましい。

[0047] 一方、第2樹脂層4bは、無機絶縁層3aとともに配線基板に残存し、該配線基板において導電層を形成するための下地となるものである。この第2樹脂層4bは、例えば、第2樹脂5bと、該第2樹脂5bに被覆された第2無機絶縁フィラー6bと、を含む。

[0048] また、第2樹脂層4bの厚みは、例えば0.1μm以上5μm以下に設定され、及び／又は、樹脂シート2の厚みの例えば1%以上50%以下に設定され、及び／又は、無機絶縁層3の厚みの例えば1%以上50%以下に設定され、第1樹脂層4aの厚みの例えば1%以上15%以下に設定されている。また、第2樹脂層4bのヤング率は、例えば0.05GPa以上5GPa以下に設定され、及び／又は、無機絶縁層3のヤング率の例えば0.05%以上10%以下に設定され、及び／又は、第1樹脂層4aのヤング率の例えば5%以上75%以下に設定されている。また、第2樹脂層4bの平面方向及び厚み方向への熱膨張率は、例えば20ppm/°C以上100ppm/°C以下に設定されている。また、第2樹脂層4bの平面方向への熱膨張率は、樹脂シート2の平面方向への熱膨張率の例えば5%以上50%以下に設定され、及び／又は、無機絶縁層3の平面方向への熱膨張率の例えば2倍以上10倍以下に設定されている。また、第2樹脂層4bの誘電正接は、例えば0

、0.05以上0.02以下に設定されている。なお、第2樹脂層4bのヤング率、熱膨張率及び誘電正接は、第2樹脂5bを硬化させた状態にて、上述した無機絶縁層3と同様に測定される。

[0049] 第2樹脂5bは、第2樹脂層4bの主要部をなし、導電層の下地となるものである。この第2樹脂5bは、例えばエポキシ樹脂、ビスマレイミドトリアジン樹脂、シアネート樹脂又はポリイミド樹脂等の熱硬化性樹脂からなる。この熱硬化性樹脂は、絶縁シート1において、半硬化でも硬化していてもよいが、無機絶縁層3との接着強度の観点から、半硬化であることが望ましい。なお、硬化した熱硬化性樹脂は、ISO 472:1999に準ずるC-ステージの熱硬化性樹脂である。

[0050] また、第2樹脂5bのヤング率は、例えば0.05 GPa以上5 GPa以下に設定され、第2樹脂5bの平面方向及び厚み方向への熱膨張率は、例えば20 ppm/°C以上100 ppm/°C以下に設定されている。なお、第2樹脂5bのヤング率及び熱膨張率は、第2樹脂5bを硬化させた状態にて、上述した無機絶縁層3と同様に測定される。

[0051] 第2無機絶縁フィラー6bは、第2樹脂層4bの難燃性を高める機能や絶縁シート1を取り扱う際に粘着性を低減し、作業性を改善する機能を有する。この第2無機絶縁フィラー6bは、例えば酸化ケイ素等の無機絶縁材料からなる。

[0052] また、第2無機絶縁フィラー6bのヤング率は、例えば20 GPa以上100 GPa以下に設定されている。また、第2無機絶縁フィラー6bの平面方向及び厚み方向への熱膨張率は、例えば0 ppm/°C以上15 ppm/°C以下に設定されている。また、第2無機絶縁フィラー6bの粒径は、例えば0.05 µm以上0.7 µm以下に設定され、及び/又は、第1無機絶縁フィラー6aの例えば5%以上50%以下に設定されている。また、第2樹脂層4bにおける第2無機絶縁フィラー6bの含有量は、例えば0体積%以上10体積%以下に設定されている。また、第2樹脂層4bにおける第2無機絶縁フィラー6bの含有量の、第1樹脂層4aにおける第1無機絶縁フィラ

ー 6 a の含有量に対する割合は、例えば 2 % 以上 5 0 % 以下に設定されている。なお、第 2 無機絶縁フィラー 6 b のヤング率、熱膨張率、粒径及び含有量は、第 1 無機絶縁フィラー 6 a と同様に測定される。

[0053] 上述した本実施形態の絶縁シート 1 においては、無機絶縁層 3 は、樹脂シート 2 上に形成されており、粒径が 3 nm 以上 1 1 0 nm 以下であり、互いに結合した第 1 無機絶縁粒子を含んでいる。それ故、後述するように、平坦性の高い無機絶縁層 3 を形成することができるため、絶縁シート 1 を用いて配線基板を作製し、無機絶縁層 3 を該配線基板に残存させることによって、該無機絶縁層 3 上に形成される導電層を微細化し、ひいては配線基板の配線密度を高めることができる。

[0054] (実装構造体)

次に、上述した絶縁シート 1 を用いて作製された配線基板を含む実装構造体を、図面に基づいて詳細に説明する。

[0055] 図 3 (a) に示した実装構造体 8 は、例えば各種オーディオビジュアル機器、家電機器、通信機器、コンピュータ装置又はその周辺機器などの電子機器に使用されるものである。この実装構造体 8 は、電子部品 9 と、該電子部品 9 が実装された配線基板 1 0 と、を含んでいる。

[0056] 電子部品 9 は、例えば I C 又は L S I 等の半導体素子であり、配線基板 1 0 に半田等からなる導電バンプ 1 1 を介してフリップチップ実装されている。この電子部品 9 の母材は、例えばシリコン、ゲルマニウム、ガリウム砒素、ガリウム砒素リン、窒化ガリウム又は炭化珪素等の半導体材料からなる。また、電子部品 9 の厚みは、例えば 0. 1 mm 以上 1 mm 以下に設定され、電子部品 9 の平面方向への熱膨張率は、2 p p m / ° C 以上 5 p p m / ° C 以下に設定されている。

[0057] 配線基板 1 0 は、本実施形態においては、ビルドアップ多層配線基板であって、コア基板 1 2 とコア基板 1 2 の上下に形成された一対の配線層 1 3 とを含んでいる。また、配線基板 1 0 の厚みは、例えば 0. 2 mm 以上 1. 2 mm に設定されている。

[0058] コア基板 12 は、配線基板 10 の剛性を高めつつ一对の配線層 13 間の導通を図るものである。このコア基板 12 は、厚み方向に沿ったスルーホールが形成された樹脂基体 14 と、該スルーホールの内壁に被着した筒状のスルーホール導体 15 と、該スルーホール導体 15 に取り囲まれた領域に配された柱状の絶縁体 16 を含んでいる。

[0059] 樹脂基体 14 は、コア基板 12 の剛性を高めるものである。この樹脂基体 14 は、例えば、樹脂と、該樹脂に被覆された基材と、該樹脂に被覆された無機絶縁フィラーと、を含んでいる。また、樹脂基体 14 の厚みは、例えば 0.1 mm 以上 1.2 mm 以下に設定され、樹脂基体 14 のヤング率は、例えば 0.2 GPa 以上 10 GPa 以下に設定され、樹脂基体 14 の平面方向への熱膨張率は、例えば 3 ppm/°C 以上 20 ppm/°C 以下に設定され、樹脂基体 14 の厚み方向への熱膨張率は、例えば 15 ppm/°C 以上 50 ppm/°C 以下に設定され、樹脂基体 14 の誘電正接は、例えば 0.005 以上 0.02 以下に設定されている。なお、樹脂基体 14 のヤング率、熱膨張率及び誘電正接は、樹脂を硬化させた状態にて、上述した無機絶縁層 3 と同様に測定される。

[0060] 樹脂基体 14 に含まれた樹脂は、樹脂基体 14 の主要部をなすものである。この樹脂は、例えばエポキシ樹脂、ビスマレイミドトリアジン樹脂、シアネート樹脂、ポリパラフェニレンベンズビスオキサゾール樹脂、全芳香族ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、芳香族液晶ポリエステル樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂又はポリエーテルケトン樹脂等の樹脂材料からなる。また、樹脂基体 14 の樹脂のヤング率は、例えば 0.1 GPa 以上 5 GPa 以下に設定され、樹脂基体 14 の樹脂の平面方向及び厚み方向への熱膨張率は、例えば 20 ppm/°C 以上 50 ppm/°C 以下に設定されている。なお、樹脂基体 14 の樹脂のヤング率、熱膨張率及び誘電正接は、該樹脂を硬化させた状態にて、上述した無機絶縁層 3 と同様に測定される。

[0061] 樹脂基体 14 に含まれた基材は、樹脂基体 14 を高剛性化及び低熱膨張化するものである。この基材は、繊維により構成された織布若しくは不織布又

は繊維を一方向に配列したものからなる。また、この繊維は、例えばガラス繊維、樹脂繊維、炭素繊維又は金属繊維等からなる。

[0062] 樹脂基体 14 に含まれた無機絶縁フィラーは、樹脂基体 14 を高剛性化及び低熱膨張化するものである。この無機絶縁フィラーは、例えば酸化ケイ素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、水酸化アルミニウム又は炭酸カルシウム等の無機絶縁材料からなる複数の粒子により構成されている。また、樹脂基体 14 の無機絶縁フィラーのヤング率は、例えば 20 GPa 以上 100 GPa 以下に設定され、樹脂基体 14 の無機絶縁フィラーの平面方向及び厚み方向への熱膨張率は、例えば 0 ppm/°C 以上 15 ppm/°C 以下に設定され、樹脂基体 14 の無機絶縁フィラーの粒径は、例えば 0.5 μm 以上 5.0 μm 以下に設定され、樹脂基体 14 における無機絶縁フィラーの含有量は、例えば 3 体積%以上 60 体積%以下に設定されている。なお、この無機絶縁フィラーのヤング率、熱膨張率、粒径及び含有量は、上述した第 1 無機絶縁フィラー 6a と同様に測定される。

[0063] スルーホール導体 15 は、コア基板 12 の上下の配線層 13 を電氣的に接続するものである。このスルーホール導体 15 は、例えば銅、銀、金、アルミニウム、ニッケル又はクロム等の導電材料からなる。また、スルーホール導体 15 の平面方向及び厚み方向への熱膨張率は、例えば 14 ppm/°C 以上 18 ppm/°C 以下に設定されている。

[0064] 絶縁体 16 は、後述するビア導体 19 の支持面を形成するものである。この絶縁体 16 は、例えばポリイミド樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、シアネート樹脂、フッ素樹脂、シリコン樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂又はビスマレイミドトリアジン樹脂等の樹脂材料からなる。

[0065] 一方、コア基板 12 の上下には、上述した如く、一対の配線層 13 が形成されている。配線層 13 は、厚み方向に沿ったビア孔が形成された絶縁層 17 と、樹脂基体 14 上又は絶縁層 17 上に部分的に形成された導電層 18 と、ビア孔内に形成されたビア導体 19 と、を含んでいる。

[0066] 絶縁層 13 は、第 1 樹脂層 4a と、該第 1 樹脂層 4a 上に形成された無機

絶縁層 3 と、該無機絶縁層 3 上に形成された第 2 樹脂層 4 b と、を含んでいる。

[0067] 第 1 樹脂層 4 a は、導電層 1 8 の側面及び上面に接着しつつ、樹脂基体 1 4 と絶縁層 1 3 との接着、又は積層された絶縁層 1 3 同士の接着をするものであり、また、平面方向に沿って離間した導電層 1 8 同士の間に配されて支持部材として機能するものである。この第 1 樹脂層 4 a は、上述した絶縁シート 1 に含まれていたものである。この第 1 樹脂層 4 a の熱硬化性樹脂は、配線基板 1 0 においては硬化している。

[0068] 第 1 樹脂層 4 a は、導電層 1 8 の側面及び上面に当接することから、導電層 1 8 の下面のみに当接する第 2 樹脂層 4 b よりも誘電正接が低いことが望ましい。その結果、導電層 1 8 の信号伝送特性を高めることができる。

[0069] 無機絶縁層 3 は、絶縁層 1 3 の主要部をなし、導電層 1 8 の下面のみに当接して支持部材として機能するものであり、また、厚み方向に沿って離間した導電層 1 8 同士の支持部材として機能するものである。

[0070] この無機絶縁層 3 は、上述した絶縁シート 1 に含まれていたものであり、樹脂材料と比較して低熱膨張率、高剛性、低誘電正接及び高絶縁性である無機絶縁材料からなる。したがって、絶縁層 1 3 の平面方向への熱膨張率を低減することにより、配線基板 1 0 と電子部品 2 との平面方向への熱膨張率の差を低減し、ひいては配線基板 1 0 の反りを低減できる。また、絶縁層 1 3 の厚み方向への熱膨張率を低減することにより、絶縁層 1 3 とビア導体 1 9 との厚み方向への熱膨張率の差を低減し、ひいてはビア導体 1 9 の断線を低減できる。また、絶縁層 1 3 の剛性を高めることにより、配線基板 1 0 の厚みを大きくすることなく剛性を高めることができる。また、絶縁層 1 3 の誘電正接を低減することにより、絶縁層 1 3 上に形成された導電層 1 8 の信号伝送特性を高めることができる。また、絶縁層 1 3 の絶縁性を高めることにより、絶縁層 1 3 の上下に配された導電層 1 8 同士の短絡を低減することができる。

[0071] 第 2 樹脂層 4 b は、無機絶縁層 3 と導電層 1 7 との間に介在して接着部材

として機能するものである。この第2樹脂層4 bは、上述した絶縁シート1に含まれていたものであり、無機絶縁材料からなる無機絶縁層3よりもクラックが伸長しにくいため、無機絶縁層3に生じたクラックが導電層18に達することを低減し、導電層18の断線を低減することができる。

[0072] ここで、第2樹脂層4 bは、第1樹脂層4 a、無機絶縁層3及び導電層18よりも、厚みが小さく、且つヤング率が低く設定されていることが望ましい。

[0073] その結果、薄く弾性変形しやすい第2樹脂層4 bが変形することにより、無機絶縁層3と導電層18との熱膨張率の違いに起因した応力を緩和することができるため、無機絶縁層3と導電層18との剥離を低減し、導電層18の断線を低減することができる。また、ヤング率の低い第2樹脂層4 bの厚みを薄くすることによって、配線基板10の剛性の低下を抑制できる。また、熱膨張率の高い第2樹脂層4 bの厚みを薄くすることによって、配線基板10の熱膨張率の上昇を抑制できる。また、誘電正接の高い第2樹脂層4 bの厚みを薄くすることによって、誘電正接の低い無機絶縁層3と導電層18とを近接させて導電層18の信号伝送特性を高めることができる。また、第2樹脂層4 bのヤング率を低くすることによって、無機絶縁層3と導電層18との接着強度を高めることができる。

[0074] なお、第2樹脂層4 bは、無機絶縁層3と導電層17との間に介されていればよい。また、平面方向にて離間した導電層18同士の間には介される第1樹脂層4 aと比較して、厚み増加の要求が少なく、厚みを容易に小さくすることができる。

[0075] また、第1樹脂層4 aは、第2樹脂層4 bよりも厚みが大きいことから、第2樹脂層4 bよりも熱膨張率が低いことが望ましい。その結果、配線基板10の熱膨張率を低減できる。

[0076] 第2樹脂層4 bに含まれる樹脂材料は、第1樹脂層4 aに含まれる樹脂材と比較して、低ヤング率、高熱膨張率又は高誘電正接のものを採用することが望ましい。その結果、第2樹脂層4 bを低ヤング率とし、第1樹脂層4 aを

低熱膨張率又は低誘電正接とすることができる。このような樹脂材料の組み合わせとしては、例えば、第2樹脂層4 bにエポキシ樹脂を、第1樹脂層4 aにポリフェニレンエーテル樹脂、ポリフェニレンオキサイド樹脂又はフッ素樹脂を用いることができる。

[0077] 第2無機絶縁フィラー6 bの粒径は、図3 (b) に示すように、第1無機絶縁フィラー6 aの粒径よりも小さいことが望ましい。その結果、第2樹脂層4 bを低ヤング率とし、第1樹脂層4 aを低熱膨張率又は低誘電正接とすることができる。

[0078] また、第2樹脂層4 bにおける第2無機絶縁フィラー6 bの含有量は、第1樹脂層4 aにおける第1無機絶縁フィラー6 aの含有量よりも小さいことが望ましい。その結果、第2樹脂層4 bを低ヤング率とし、第1樹脂層4 aを低熱膨張率又は低誘電正接とすることができる。

[0079] また、第2樹脂層4 bは、導電層18に当接した主面に微細な凹凸が形成されていることが望ましい。その結果、第2樹脂層4 bと導電層18との接着強度を高めることができる。なお、第2樹脂層4 bは、上述したように、無機絶縁層3に当接した主面に、無機絶縁層3の突出部3 pが埋入することによって凹凸が形成されている。また、第2樹脂層4 bは、無機絶縁層3に当接した主面における凹凸は、導電層18に当接した主面における凹凸よりも、微細に形成されていることが望ましい。

[0080] この第2樹脂層4 bは、導電層18に当接した主面における算術平均粗さが、例えば $0.3\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下に設定されており、無機絶縁層3に当接した主面における算術平均粗さが、例えば $0.3\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下に設定されている。また、第2樹脂層4 bは、無機絶縁層3に当接した主面における算術平均粗さが、導電層18に当接した主面の例えば1.2倍以上2.5倍以下に設定されている。なお、算術平均粗さは、ISO 4287:1997に準ずる。

[0081] 導電層18は、平面方向又は厚み方向に沿って互いに離間しており、接地用配線、電力供給用配線又は信号用配線として機能するものである。この導

電層 18 は、例えば銅、銀、金、アルミニウム、ニッケル又はクロム等の導電材料からなる。また導電層 18 は、厚みが $3\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下に設定され、熱膨張率が例えば $14\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以上 $18\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下に設定されている。

[0082] ビア導体 19 は、厚み方向に互いに離間した導電層 18 同士を電氣的に接続するものであり、コア基板 12 に向って幅狭となる柱状に形成されている。ビア導体 19 は、例えば銅、銀、金、アルミニウム、ニッケル又はクロムの導電材料からなる。また、ビア導体 19 は、熱膨張率が例えば $14\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以上 $18\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下に設定されている。

[0083] かくして、上述した実装構造体 8 は、配線基板 10 を介して供給される電源や信号に基づいて電子部品 9 を駆動若しくは制御することにより、所望の機能を発揮する。

[0084] 次に、絶縁シート 1 を用いて作製した配線基板 10 を含む実装構造体 8 の製造方法を、図 4 から図 11 に基づいて説明する。まず、絶縁シート 1 の製造方法について詳細に説明する。

[0085] (絶縁シートの作製)

(1) 図 4 に示すように、樹脂シート 2 上に第 2 樹脂層 4b を形成する。具体的には、例えば以下のように行う。

[0086] まず、図 4 (a) に示すように、例えば押出成形によって樹脂シート 2 を形成する。次に、図 4 (b) 及び図 4 (c) に示すように、例えばバーコーター、ダイコーター又はカーテンコーター等を用いて、溶剤、第 2 樹脂 5b 及び第 2 無機絶縁フィラー 6b を含む第 2 ワニスを樹脂シート 2 上に塗布し、該第 2 ワニスを乾燥させて溶剤を蒸発させることによって、樹脂シート 2 上に第 2 樹脂層 4b を形成する。なお、第 2 樹脂 5b は、A ステージである。

[0087] ここで、樹脂シート 2 は、例えば押出成形によって形成されるため、金属箔と比較して平坦性の高い樹脂シート 2 が得られる。

[0088] また、第 2 樹脂層 4b は、平坦性の高い樹脂シート 2 上に流動性の高い第

2 ワニスを塗布することによって形成されるため、平坦性の高い第2樹脂層4 bが得られる。また、このように第2樹脂層4 bを形成することによって、薄く均一な第2樹脂層4 bを容易に形成することができる。

[0089] また、樹脂シート2上に第2樹脂層4 bを形成した後、第2樹脂層4 bに含まれる第2樹脂5 bの硬化開始温度以上、樹脂シート2に含まれる樹脂の融点未満の温度で第2樹脂層4 bを加熱することによって、第2樹脂層4 bの硬化を進めることが望ましい。その結果、後述する(2)の工程にて、無機絶縁ゾル3 xを第2樹脂層4 b上に塗布する際に、無機絶縁ゾルが含む溶剤に起因した第2樹脂層4 bの損傷を低減することができる。この硬化が進んだ第2樹脂層4 bの熱硬化性樹脂は、Bステージ又はCステージであるが、無機絶縁層3との接着強度の観点から、Bステージであることが望ましい。なお、第2樹脂層4 bの硬化を進めるための加熱は、第2樹脂層4 bの乾燥と同時に進めても構わないし、第2樹脂層4 bの乾燥の後に行っても構わない。

[0090] (2) 図5に示すように、第2樹脂層4 b上に無機絶縁ゾル3 xを塗布する。具体的には、例えば以下のように行う。

[0091] まず、第1無機絶縁粒子3 a及び第2無機絶縁粒子3 bからなる固形分と溶剤とを含む無機絶縁ゾル3 xを準備する。次に、例えばディスペンサー、バーコーター、ダイコーター又はスクリーン印刷等を用いて、無機絶縁ゾル3 xを第2樹脂層4 b上に塗布する。

[0092] その結果、(1)の工程にて平坦性が高く形成された第2樹脂層s 4 b上に無機絶縁ゾル3 xを塗布するため、第2樹脂層s 4 b上に配された無機絶縁ゾル3 xの平坦性を高めることができる。

[0093] 粒径の小さい第1無機絶縁粒子3 aは、ケイ酸ナトリウム水溶液(水ガラス)等のケイ酸化合物等のケイ酸化合物を精製し、加水分解等の方法で化学的に酸化珪素を析出させることにより作製することができる。また、このように作製することにより、第1無機絶縁粒子3 aの結晶化を抑制し、アモルファス状態を維持することができる。なお、このように作製した場合、第1無機

絶縁粒子 3 a は、酸化ナトリウム等の不純物を 1 p p m 以上 5 0 0 0 p p m 以下含んでいても構わない。

[0094] ここで、第 1 無機絶縁粒子 3 a の粒径は、3 n m 以上に設定されていることが望ましい。その結果、無機絶縁ゾル 3 x の粘度を低減し、無機絶縁層 3 の平坦性を向上させることができる。

[0095] 粒径の大きい第 2 無機絶縁粒子 3 b は、例えばケイ酸ナトリウム水溶液(水ガラス)等のケイ酸化合物を精製し、化学的に酸化珪素を析出させた溶液を火炎中に噴霧し、凝集物の形成を抑制しつつ 8 0 0 °C 以上 1 5 0 0 °C 以下に加熱することにより、作製することができる。ここで、第 2 無機絶縁粒子 3 b は、第 1 無機絶縁粒子 3 a と比較して、凝集体の形成を低減しつつ、高温の加熱で作製することが容易であるため、第 2 無機絶縁粒子 3 b を高温の加熱で作製することによって、第 2 無機絶縁粒子 3 b の硬度を第 1 無機絶縁粒子 3 a よりも容易に高めることができる。

[0096] ここで、第 2 無機絶縁粒子 3 b を作製する際の加熱時間は、1 秒以上 1 8 0 秒以下に設定されていることが望ましい。その結果、該加熱時間を短縮することにより、8 0 0 °C 以上 1 5 0 0 °C 以下に加熱した場合においても、第 2 無機絶縁粒子 3 b の結晶化を抑制し、アモルファス状態を維持することができる。

[0097] 無機絶縁ゾル 3 x に含まれる溶剤は、例えばメタノール、イソプロパノール、n-ブタノール、エチレングリコール、エチレングリコールモノプロピルエーテル、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、キシレン、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート又はジメチルアセトアミド等の有機溶剤からなり、なかでも、メタノール、イソプロパノール又はプロピレングリコールモノメチルエーテルからなることが望ましい。その結果、無機絶縁ゾル 3 x を均一に塗布することができ、且つ (3) の工程にて溶剤を効率良く蒸発させることができる。なお、該溶剤は、上述した有機溶剤が 2 種類以上混合されたものでも構わない。

- [0098] 無機絶縁ゾル 3 x は、固形分を 10%体積以上 50体積%以下含み、溶剤を 50%体積以上 90体積%以下含むことが望ましい。その結果、溶剤を無機絶縁ゾル 3 x の 50体積%以上含むことにより、無機絶縁ゾル 3 x の粘度を低減し、無機絶縁層 3 の上面の平坦性を向上させて、配線基板 10 の上面の平坦性を向上させることができる。また、溶剤を無機絶縁ゾル 3 x の 90体積%以下含むことにより、無機絶縁ゾル 3 x の固形物分量を増加させることにより、無機絶縁層 3 の生産性を向上させることができる。
- [0099] また、本実施形態においては、無機絶縁ゾル 3 x の固形分は、第 1 無機絶縁粒子 3 a を 20体積%以上 40体積%以下含み、第 2 無機絶縁粒子 3 b を 60体積%以上 80体積%以下含む。
- [0100] (3) 無機絶縁ゾル 3 x を乾燥させて、無機絶縁ゾル 3 x に含まれる溶剤を蒸発させる。その結果、無機絶縁ゾル 3 x の固形分が第 2 樹脂層 4 b 上に残存する。
- [0101] ここで、無機絶縁ゾル 3 x は、粒径が 0.5 μ m 以上と大きい第 2 無機絶縁粒子 3 b を含むことから、無機絶縁ゾル 3 x の溶剤を蒸発させる際に、粒径の大きい第 2 無機絶縁粒子 3 b を含む領域と比較して、粒径の小さい第 1 無機絶縁粒子 3 a を含む領域において溶剤が多く蒸発する。そして、無機絶縁ゾル 3 x の固形分が第 2 無機絶縁粒子 3 b を 60体積%以上含むことから、第 2 無機絶縁粒子 3 b の数が多く、乾燥前の段階から第 2 無機絶縁粒子 3 b が互いに接近しているため、この第 2 無機絶縁粒子 3 b に取り囲まれた領域内にて、局所的に溶剤が多く蒸発して収縮が起きて、第 2 空隙 V 2 が形成される。その結果、第 1 無機絶縁粒子 3 a 及び第 2 無機絶縁粒子 3 b に取り囲まれた第 2 空隙 V 2 を形成することができる。
- [0102] また、溶剤は第 2 無機絶縁粒子 3 b と濡れ性が良いことから、第 2 無機絶縁粒子 3 b 同士の近接点に残留しやすい。その結果、該近接点への溶剤の移動に伴って、第 1 無機絶縁粒子 3 a が該近接点へ移動するため、第 2 無機絶縁粒子 3 b 間の該近接点以外の領域に第 2 空隙 V 2 を大きく形成することができる。また、このように第 2 空隙 V 2 を形成することにより、該近接点以

外の領域にて、形成途中の第2空隙V2同士が結合した大きな第2空隙V2を形成することができ、ひいては開口Oを有する開気孔の第2空隙V2を容易に形成することができる。また、該近接点に第1無機絶縁粒子3aを移動させることにより、第2無機絶縁粒子3b同士の間に第1無機絶縁粒子3aを介在させることができる。

[0103] また、第2樹脂層4bとの境界においては、第2無機絶縁粒子3bを含む領域と比較して、第1無機絶縁粒子3aを含む領域にて溶剤が多く蒸発して大きく収縮するため、第2樹脂層4bに向って突出する突出部3pが形成される。この突出部3pは、(3)の工程にて、無機絶縁層3を形成するための加熱の際に、該加熱によって軟化した第2樹脂層4b内に埋入される。

[0104] また、無機絶縁ゾル3xの固形分は、第1無機絶縁粒子3aを20体積%以上含むことによって、第2無機絶縁粒子3b同士の近接点に介在される第1無機絶縁粒子3aの量を確保し、第2無機絶縁粒子3b同士が接触する領域を低減することで、無機絶縁層3の剛性を高めることができる。

[0105] また、無機絶縁ゾル3xの乾燥は、例えば加熱及び風乾により行われ、温度が20℃以上溶剤の沸点(二種類以上の溶剤を混合している場合には、最も沸点の低い溶剤の沸点)未満に設定され、乾燥時間が20秒以上30分以下に設定されていることが望ましい。その結果、溶剤の沸騰を低減することにより、第2無機絶縁粒子3bの充填密度を高めることができる。

[0106] なお、第1無機絶縁粒子3a若しくは第2無機絶縁粒子3bの粒径若しくは含有量、無機絶縁ゾル3xの溶剤の種類若しくは量、乾燥時間、乾燥温度、乾燥時の風量若しくは風速、又は、乾燥後の加熱温度若しくは加熱時間を適宜調整することにより、第2空隙V2を所望の形状に形成することができる。

[0107] (4) 図6に示すように、無機絶縁ゾル3xの固形分を加熱して、第2樹脂層4b上に無機絶縁層3を形成する。具体的には、例えば以下のように行う。

[0108] 無機絶縁ゾル3xの固形分を樹脂シート2に含まれる樹脂の融点未満で加

熱し、第1無機絶縁粒子3a同士を結合させるとともに、第1無機絶縁粒子3aと第2無機絶縁粒子3bとを結合させることにより、無機絶縁ゾル3xの固形分を無機絶縁層3とし、第2樹脂層4b上に無機絶縁層3を形成する。

[0109] その結果、(2)の工程にて平坦性が高く形成された無機絶縁ゾル3xの固形分を加熱することによって、平坦性の高い無機絶縁層3を得ることができる。

[0110] ここで、本実施形態においては、第1無機絶縁粒子3aの粒径が110nm以下に設定されているため、樹脂シート2の融点未満と低温で加熱したとしても、第1無機絶縁粒子3a同士を強固に結合させるとともに、第1無機絶縁粒子3aと第2無機絶縁粒子3bとを強固に結合させて、第1無機絶縁粒子3aを介して第2無機絶縁粒子3b同士を接着させることができる。例えば、ポリエチレンテレフタレート樹脂の融点は、260℃程度であり、粒径が110nm以下である酸化ケイ素の粒子同士が強固に結合する温度は、100℃～180℃程度である。

[0111] これは、第1無機絶縁粒子3aの粒径が110nm以下と超微小に設定されているため、第1無機絶縁粒子3aの原子、特に表面の原子が活発に運動するため、かかる低温でも第1無機絶縁粒子3a同士が強固に結合するとともに、第1無機絶縁粒子3aと第2無機絶縁粒子3bとが強固に結合すると推測される。

[0112] したがって、樹脂シート2の融点未満で無機絶縁ゾル3xの固形分を加熱することによって、樹脂シート2の変形を低減することができるため、樹脂シート2の平坦性を損なうことなく、該樹脂シート2上で無機絶縁層3の形成を行うことができる。また、このように低温で無機絶縁層3を形成できるため、高温で無機絶縁層3を形成する場合と比較して、無機絶縁層3を容易に形成することができる。

[0113] また、このように低温で第1無機絶縁粒子3a同士を結合させているため、ネック構造3a1を介して第1無機絶縁粒子3a同士を結合させることが

でき、開気孔の第1空隙V1を良好に形成することができる。

[0114] ここで、第1無機絶縁粒子3aの粒径をより小さく設定することによって、第1無機絶縁粒子3a同士を強固に結合させることができる温度をより低くすることができる。例えば、粒径が50nm以下である酸化ケイ素の粒子同士が強固に結合する温度は、50℃～120℃程度である。

[0115] また、無機絶縁ゾル3xの固形分の加熱は、温度が溶剤の沸点以上に設定されていることが望ましい。その結果、該加熱温度が溶剤の沸点以上であることにより、残存した溶剤を効率良く蒸発させることができる。

[0116] また、無機絶縁ゾル3xの固形分の加熱は、第1無機絶縁粒子3a及び第2無機絶縁粒子3bの結晶化開始温度以下に設定されていることが望ましい。その結果、該加熱温度が、第1無機絶縁粒子3a及び第2無機絶縁粒子3bの結晶化開始温度未満であることにより、第1無機絶縁粒子3a及び第2無機絶縁粒子3bの結晶化を低減し、アモルファス状態の割合を高めることができるため、結晶化に伴う相転移によって生じるクラックを低減できる。なお、結晶化開始温度は、非晶質の無機絶縁材料が結晶化を開始する温度、すなわち、結晶相領域の体積が増加する温度である。また、例えば酸化ケイ素の結晶化開始温度は1300℃程度である。

[0117] また、無機絶縁ゾル3xの固形分の加熱は、温度が第2樹脂層4bの熱分解開始温度未満に設定されていることが望ましい。その結果、第2樹脂層4bの特性低下を抑制することができる。なお、熱分解開始温度は、ISO11358:1997に準ずる熱重量測定において、樹脂の質量が5%減少する温度である。

[0118] なお、無機絶縁ゾル3xの加熱は、温度が例えば50℃以上180℃未満に設定され、時間が例えば0.05時間以上24時間以下に設定され、例えば大気雰囲気中で行われる。

[0119] (5) 図7に示すように、未硬化の熱硬化性樹脂からなる第1樹脂層4aを無機絶縁層3上に形成することによって、絶縁シート1を作製する。具体的には、例えば以下のように行う。

[0120] まず、溶剤、第1樹脂5 a及び第1無機絶縁フィラー6 aを含む第1ワニスが無機絶縁層3上に塗布する。なお、第1樹脂5 aの熱硬化性樹脂は、Aステージである。次に、第1ワニスを乾燥させて溶剤を蒸発させることによって、未硬化の第1樹脂5 aを含む第1樹脂層4 aが無機絶縁層3上に形成する。

[0121] ここで、第1樹脂層4 aの第1樹脂5 aは、絶縁シート1において未硬化状態が維持されている。その結果、後述するように配線基板10の作製時に、コア基板12に第1樹脂層4 aを接着させることができる。なお、絶縁シート1において、第1樹脂層4 aの第1樹脂5 aは、Aステージが維持されていても構わないし、加熱によって硬化が進みBステージとなっても構わない。

[0122] また、絶縁シート1において、第1樹脂層4 aの熱硬化性樹脂の硬化度は、第2樹脂層4 bの熱硬化性樹脂の硬化度よりも小さいことが望ましい。その結果、第1樹脂層4 aの接着性を高めつつ、(2)の工程にて無機絶縁ゾル3 xの溶剤による第2樹脂層4 bの損傷や溶解を低減できる。この第1樹脂層4 aの熱硬化性樹脂の硬化度は、絶縁シート1において、例えば1%以上30%以下に設定されている。また、第2樹脂層4 bの熱硬化性樹脂の硬化度は、絶縁シート1において、例えば30%以上80%以下に設定されている。また、絶縁シート1において、第1樹脂層4 aの熱硬化性樹脂の硬化度は、第2樹脂層4 bの熱硬化性樹脂の硬化度に対する割合が例えば20%以上50%以下に設定されている。なお、第1樹脂層4 a及び第2樹脂層4 bの熱硬化性樹脂の硬化度は、ラマン散乱分光法を用いて測定した結果を、該熱硬化性樹脂の完全硬化物と比較することによって算出される。

[0123] 一方、第1ワニスを無機絶縁層3上に塗布する際に、第1ワニスの一部は、開口Oを介して第2空隙V2内に充填される。ここで、第1無機絶縁フィラー6 aよりも第1樹脂5 aの方が第2空隙V2内に浸透しやすいため、樹脂部7における無機絶縁フィラー6 aの含有量を第1樹脂層4 aよりも小さくすることができる。なお、第1ワニスの一部は、第2空隙V2と同様に、

第1空隙V1内に充填される。

[0124] また、厚み方向に沿った断面において、第2空隙V2の厚み及び幅は、第2無機絶縁フィラー6bの粒径よりも大きく形成されていると、第1樹脂層4aが第2空隙V2に浸透しやすくなり、第2空隙V2にて無機絶縁層3と樹脂部7とを密着させることができる。

[0125] 以上のようにして、絶縁シート1を作製することができる。このように絶縁シート1を作製することによって、平坦性の高い無機絶縁層3を容易に形成することができる。

[0126] 次に、この絶縁シート1を用いた配線基板10の製造方法について詳細に説明する。

[0127] (配線基板の作製)

(6) 図8(a)に示すように、コア基板12を作製する。具体的には、例えば以下のように行う。

[0128] まず、例えば未硬化の熱硬化性樹脂及び基材を含む複数の樹脂シートを積層するとともに、最外層に金属箔を積層して積層体を形成し、該積層体を加熱加圧して未硬化樹脂を硬化させることにより、樹脂基体14を作製する。次に、例えばドリル加工やレーザー加工等により、樹脂基体14にスルーホールを形成する。次に、例えば無電解めっき法、電気めっき法、蒸着法、CVD法又はスパッタリング法等により、スルーホールの内壁に筒状のスルーホール導体9を形成する。次に、スルーホール導体15に取り囲まれた領域に樹脂材料を充填することにより、絶縁体10を形成する。次に、導電材料を絶縁体10の露出部に被着させた後、従来周知のフォトリソグラフィ技術、エッチング等により、金属箔をパターンニングして導電層18を形成する。

[0129] 以上のようにして、コア基板12を作製することができる。

[0130] (7) 図8(b)、図8(c)及び図9(a)に示すように、絶縁シート1を用いて、第1樹脂層4a、無機絶縁層3、第2樹脂層4bからなる絶縁層17をコア基板12上に形成する。具体的には、例えば以下のように行う

。

[0131] まず、図8（b）に示すように、絶縁シート1を、樹脂シート2が最外層となるように、第1樹脂層4aを介してコア基板12（支持部材）上に積層して積層体を形成する。次に、図8（c）に示すように、該積層体を、第1樹脂層4aに含まれる熱硬化性樹脂の硬化開始温度以上、樹脂シート2に含まれる熱可塑性樹脂の融点未満の温度で、積層方向に沿って加熱加圧することによって、第1樹脂層4aの熱硬化性樹脂を硬化させつつ、無機絶縁層3を、第1樹脂層4aを介してコア基板12に接着させる。次に、図9（a）に示すように、無機絶縁層3から樹脂シート2を剥離して除去し、第1樹脂層4a、無機絶縁層3及び第2樹脂層4bをコア基板12上に残存させることによって、絶縁層17をコア基板12上に形成する。

[0132] 以上のように、本実施形態の絶縁シート1を用いて、該絶縁シート1に含まれる平坦性の高い無機絶縁層3をコア基板12上に残存させることによって、平坦性の高い無機絶縁層3をコア基板12上に容易に形成することができる。また、平坦性の高い樹脂シート2と当接していた主面が絶縁層17の露出した主面となるため、絶縁層17の露出した主面の平坦性を高めることができる。その結果、後述する（8）の工程にて、絶縁層17の露出した主面に導電層18をより微細に形成することができる。

[0133] ここで、第1樹脂層4aに含まれる熱硬化性樹脂が絶縁シート1において未硬化であるため、第1樹脂層4aは、該熱硬化性樹脂の硬化開始温度以上で加熱されることによって流動する。それ故、第1樹脂層4aは、該積層体の加熱加圧の際に、コア基板12上の導電層18の側面及び上面を被覆しつつ該導電層18同士の間へ侵入し、導電層18及び樹脂基体14と接着する。その結果、第1樹脂層4aを介して、無機絶縁層3をコア基板12に容易且つ強固に接着させることができる。

[0134] また、樹脂シート2は、熱可塑性樹脂からなるフィルム状であって、取り扱いが容易であるため、絶縁シート1のコア基板12への積層及び樹脂シート2の無機絶縁層3からの剥離を容易に行うことができる。したがって、コ

ア基板 12 上における無機絶縁層 3 の形成を効率良く行うことができる。

[0135] (8) 図 9 (b) に示すように、絶縁層 17 にビア導体 19 を形成し、絶縁層 17 上に導電層 18 を形成する。具体的には、例えば以下のように行う。

[0136] まず、例えば YAG レーザー装置又は炭酸ガスレーザー装置により、絶縁層 17 にビア孔を形成し、該ビア孔内に導電層 18 の少なくとも一部を露出させる。次に、例えば無電解めっき法又は電気めっき法を用いたセミアディティブ法により、ビア孔にビア導体 19 を形成するとともに絶縁層 17 の露出した主面に導電層 18 を形成する。なお、セミアディティブ法の代わりに、フルアディティブ法又はサブトラクティブ法を用いても構わない。

[0137] ここで、絶縁層 17 の最外層には第 2 樹脂層 4b が配されており、導電層 18 は、第 2 樹脂層 4b の表面に形成される。その結果、無機絶縁層 3a の表面に導電層 18 を形成する場合と比較して、絶縁層 17 との接着強度の高い導電層 18 を容易に形成することができる。

[0138] また、図 10 (a)、図 10 (b) 及び図 11 (a) に示すように、導電層 18 を形成する前に、過マンガン酸溶液等を用いて、第 2 樹脂層 4b の表面を粗化することが望ましい。その結果、第 2 樹脂層 4b の表面に微細な凹凸を形成することができるため、第 2 樹脂層 4b と導電層 18 との接着強度を高めることができる。

[0139] (9) 図 11 (b) に示すように、(7) 及び (8) の工程を繰り返すことにより、絶縁層 17 及び導電層 18 を交互に積層し、コア基板 12 の上下に配線層 13 を形成する。この場合、コア基板 12 上に形成された絶縁層 17 を支持部材として、絶縁シート 1 を積層させる。なお、本工程を繰り返すことにより、配線層 13 をより多層化することができる。

[0140] 以上のようにして、本実施形態の絶縁シート 1 を用いて配線基板 10 を作製することができる。このように配線基板 10 を作製することによって、無機絶縁層 3 を容易に多層化することができる。また、配線層 13 において、平坦性の高い無機絶縁層 3 を多層化することができるため、配線層 13 にお

ける配線密度を高めることができる。

[0141] (実装構造体の作製)

(10) バンプ4を介して配線基板10に電子部品9をフリップチップ実装することにより、図1に示した実装構造体8を作製することができる。

[0142] (第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係る絶縁シートを、図12に基づいて詳細に説明する。なお、上述した第1実施形態と同様の構成に関しては、記載を省略する。

[0143] 本実施形態の絶縁シート1Aにおいては、第1実施形態と異なり、図12(a)及び図12(b)に示すように、無機絶縁層3Aに空隙及び樹脂部が形成されていない。この場合、無機絶縁層3Aを低熱膨張化、高剛性化、高絶縁性化及び低誘電正接化することができる。

[0144] この無機絶縁層3Aは、例えば以下のようにして形成することができる。

[0145] (2)の工程にて、無機絶縁ゾルの固形分が、第1無機絶縁粒子3aAを40体積%より多く、80体積%以下含むとともに、第2無機絶縁粒子3bAを20体積%以上60体積%未満含むように、無機絶縁ゾルを準備する。その結果、(3)の工程にて、第2無機絶縁粒子3bAに取り囲まれた領域における局所的な収縮を抑制することによって、空隙の形成を抑制し、無機絶縁層3Aを形成することができる。

[0146] (第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態に係る絶縁シートを、図13に基づいて詳細に説明する。なお、上述した第1実施形態と同様の構成に関しては、記載を省略する。

[0147] 本実施形態の絶縁シート1Bにおいては、第1実施形態と異なり、図13(a)及び図13(b)に示すように、無機絶縁層3Bは、第2無機絶縁粒子を含有しておらず、第1無機絶縁粒子3aBのみからなる。その結果、無機絶縁層3の平坦性を高めることができる。

[0148] また、本実施形態の絶縁シート1Bにおいては、第1実施形態と異なり、

無機絶縁層 3 B は、厚み方向に沿って貫通した第 3 空隙 V 3 B が形成されており、該第 3 空隙 V 3 B に樹脂部 7 B が配されている。その結果、無機絶縁層 3 B に反りの応力が印加された際に、樹脂部 7 B によって応力を緩和することができ、ひいては無機絶縁層 3 B のクラックを低減できる。

[0149] この無機絶縁層 3 B は、例えば以下のようにして形成することができる。

[0150] (2) の工程にて、固形分が第 1 無機絶縁粒子 3 a B のみからなる、無機絶縁ゾルを準備する。その結果、第 1 無機絶縁粒子 3 a B のみからなる無機絶縁層 3 A を形成することができる。

[0151] また、(4) の工程にて、第 1 無機絶縁粒子 3 a B 同士が互いに結合する際に収縮するため、平板状に塗布された無機絶縁ゾルにおいて、第 1 無機絶縁粒子 3 a B のみからなる固形分が平面方向に沿って大きく収縮する。その結果、厚み方向に沿って貫通した第 3 空隙 V 3 B を形成することができる。

[0152] (第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態に係る絶縁シートを用いて作製された配線基板を含む実装構造体を、図 1 4 に基づいて詳細に説明する。なお、上述した第 1 実施形態と同様の構成に関しては、記載を省略する。

[0153] 本実施形態の配線基板 1 0 C においては、第 1 実施形態と異なり、図 1 4 (a) に示すように、コア基板 1 2 C が、樹脂基体 1 4 C と該樹脂基体 1 4 C の上下に配された無機絶縁層 3 C とを有する基体 2 0 C と、該基体を上下方向に貫通するスルーホール導体 1 5 C と、を備えている。その結果、無機絶縁層によって、コア基板 1 2 C を低熱膨張化、高絶縁性化、高剛性化及び低誘電正接化することができる。

[0154] このコア基板 1 2 C は、例えば以下のようにして形成することができる。

[0155] まず、図 1 4 (b) に示すように、第 1 樹脂層を含まない絶縁シート 1 C を準備する。すなわち、(5) の工程を行わずに絶縁シート 1 C を作製する。

[0156] 次に、例えば未硬化樹脂を含む複数の樹脂シートを積層するとともに、最外層が樹脂シート 2 C となるように絶縁シート 1 C を積層して、積層体を形

成し、該積層体を加熱加圧して未硬化樹脂を硬化させた後、無機絶縁層 3 C から樹脂シート 2 C を除去することによって、基体 2 0 C を形成する。次に、例えばドリル加工やレーザー加工等により、基体 2 0 C にスルーホールを形成する。次に、例えば無電解めっき法又は電気めっき法を用いた、セミアディティブ法、フルアディティブ法又はサブトラクティブ法等により、スルーホールにスルーホール導体 1 5 C を形成するとともに基体 2 0 C 上に導電層 1 8 を形成する。

[0157] 以上のようにして、図 1 4 (c) に示すコア基板 1 2 C を形成することができる。

[0158] 本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良、組み合わせ等が可能である。

[0159] 例えば、上述した第 1 実施形態から第 3 実施形態のいずれかにおける無機絶縁層の構成を、第 4 実施形態の無機絶縁層に適用しても構わない。

[0160] また、上述した本発明の実施形態は、絶縁シートが第 2 樹脂層を備えた構成を例に説明したが、絶縁シートが第 2 樹脂層を備えていなくてもよく、例えば、樹脂シート上に直接無機絶縁層を形成しても構わない。また、樹脂シートと第 2 樹脂層との間に、例えばシリコン樹脂からなる離型材を形成しても構わない。

[0161] また、上述した本発明の実施形態は、無機絶縁層が第 1 無機絶縁粒子及び第 2 無機絶縁粒子を含む構成を例に説明したが、第 1 無機絶縁粒子及び第 2 無機絶縁粒子とは粒径の異なる無機絶縁粒子が無機絶縁層に含まれていても構わない。

[0162] また、上述した本発明の実施形態は、第 1 樹脂が熱硬化性樹脂からなる構成を例に説明したが、第 1 樹脂として熱可塑性樹脂を用いても構わない。この熱可塑性樹脂としては、例えばフッ素樹脂、芳香族液晶ポリエステル樹脂、ポリエーテルケトン樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂又はポリイミド樹脂等を用いることができる。

[0163] また、上述した本発明の実施形態は、配線層にて絶縁層を 2 層積層した構

成を例に説明したが、絶縁層は何層積層しても構わない。

[0164] また、上述した本発明の実施形態は、コア基板の基体として基材を含む樹脂基体を用いた構成を例に説明したが、基体としては他のものを用いてもよく、基材を含まない樹脂基体を用いても構わないし、セラミック製の基体を用いても構わないし、金属板を樹脂で被覆した基体を用いても構わない

また、上述した本発明の実施形態は、(3)の工程にて溶剤を蒸発させた後、(4)の工程にて無機絶縁ゾルを加熱する構成を例に説明したが、溶剤の蒸発と無機絶縁ゾルの加熱とを同時に行っても構わない。

[0165] また、上述した本発明の実施形態は、(5)の工程にてワニス状の第1樹脂層を無機絶縁層上に塗布する構成を例に説明したが、シート状の第1樹脂層を無機絶縁層上に積層し、加熱加圧することによって、無機絶縁層上に第1樹脂層を形成しても構わない。この場合、該加熱加圧時に第1樹脂層の一部が空隙内に充填される。なお、シート状の第1樹脂層は、熱硬化性樹脂が例えばAステージ又はBステージである。

[0166] また、上述した本発明の実施形態は、絶縁シートを用いてビルドアップ多層配線基板を作製した構成を例に説明したが、絶縁シートを用いて作製する配線基板は他のものでもよく、例えば、インターポザー基板、コア基板を有さないコアレス基板又はコア基板のみからなる単層基板であっても構わない。

[0167] また、上述した実施形態においては、本発明を配線基板に適用した例について説明したが、配線基板に限らず、上述した無機絶縁層を有する全ての構造体に適用可能である。例えば、本発明は、携帯電話等の電子機器の筐体にも適用可能である。この場合、無機絶縁層は筐体を保護する耐摩耗性の保護膜として用いられる。また、本発明は、自動車や家屋に用いられる窓にも使用可能である。この場合、無機絶縁層は窓表面を被覆す透光性の耐摩耗性皮膜として使用することができ、その結果、窓材料表面の傷によって透明性が低減することを抑制できる。また、本発明は、ダイキャストに用いる金型にも適用可能である。この場合、無機絶縁層は、金型表面を被覆する耐摩耗性

皮膜もしくは絶縁膜として使用することができる。

符号の説明

[0168]	1	絶縁シート
	2	樹脂シート
	3	無機絶縁層
	3 a	第 1 無機絶縁粒子
	3 b	第 2 無機絶縁粒子
	3 p	突出部
	4 a	第 1 樹脂層
	4 b	第 2 樹脂層
	5 a	第 1 樹脂
	5 b	第 2 樹脂
	6 a	第 1 無機絶縁フィラー
	6 b	第 2 無機絶縁フィラー
	7	樹脂部
	8	実装構造体
	9	電子部品
	1 0	配線基板
	1 1	導電バンプ
	1 2	コア基板
	1 3	配線層
	1 4	樹脂基体
	1 5	スルーホール導体
	1 6	絶縁体
	1 7	絶縁層
	1 8	導電層
	1 9	ビア導体
	V 1	第 1 空隙

V 2

第 2 空隙

O

開口

請求の範囲

- [請求項1] 樹脂シートと、該樹脂シート上に形成された絶縁層と、を備え、
該絶縁層は、無機絶縁層を有し、
該無機絶縁層は、粒径が3 nm以上110 nm以下であり、互いに結合した第1無機絶縁粒子を含むことを特徴とする絶縁シート。
- [請求項2] 請求項1に記載の絶縁シートにおいて、
前記樹脂シートは、熱可塑性樹脂を含むことを特徴とする絶縁シート。
- [請求項3] 請求項1に記載の絶縁シートにおいて、
前記絶縁層は、前記無機絶縁層上に形成された、未硬化の熱硬化性樹脂を含む第1樹脂層をさらに有することを特徴とする絶縁シート。
- [請求項4] 請求項1に記載の絶縁シートにおいて、
前記絶縁層は、前記樹脂シートと前記無機絶縁層との間に形成された第2樹脂層をさらに有することを特徴とする絶縁シート。
- [請求項5] 請求項4に記載の絶縁シートにおいて、
前記絶縁層は、前記無機絶縁層上に形成された、未硬化の熱硬化性樹脂を含む第1樹脂層をさらに有し、
前記第2樹脂層の厚みは、前記第1樹脂層の厚みよりも小さいことを特徴とする絶縁シート。
- [請求項6] 請求項5に記載の絶縁シートにおいて、
前記第1樹脂層は、複数の粒子からなる第1無機絶縁フィラーを含んでおり、
前記第2樹脂層は、前記第1無機絶縁フィラーの粒子よりも粒径の小さい複数の粒子からなる第2無機絶縁フィラーを含んでいることを特徴とする絶縁シート。
- [請求項7] 請求項1に記載の絶縁シートにおいて、
前記無機絶縁層は、粒径が0.5 μ m以上5 μ m以下であり、前記第1無機絶縁粒子を介して互いに接着された第2無機絶縁粒子をさらに

含むことを特徴とする絶縁シート。

[請求項8] 粒径が3 nm以上110 nm以下の第1無機絶縁粒子を含む無機絶縁ゾルを直接または間接的に樹脂シート上に塗布する工程と、
前記第1無機絶縁粒子を、前記樹脂シートに含まれる樹脂の融点未満で加熱することにより、前記第1無機絶縁粒子同士を互いに結合させて無機絶縁層を形成する工程と、
を備えることを特徴とする絶縁シートの製造方法。

[請求項9] 前記無機絶縁ゾルの塗布前に、
樹脂層を樹脂シート上に形成する工程をさらに備え、
前記樹脂層は、前記無機絶縁層と前記樹脂シートとの間に配置されることを特徴とする請求項8に記載の絶縁シートの製造方法。

[請求項10] 請求項1に記載の絶縁シートを、前記樹脂シートが最外層となるように、未硬化の熱硬化性樹脂を含む第1樹脂層を介して支持部材上に積層する工程と、
前記第1樹脂層を、前記熱硬化性樹脂の硬化開始温度以上、前記樹脂シートに含まれる樹脂の融点未満で加熱することにより、前記無機絶縁層を、前記第1樹脂層を介して前記支持部材に接着させる工程と、
前記無機絶縁層から前記樹脂シートを除去する工程と、
を備えることを特徴とする構造体の製造方法。

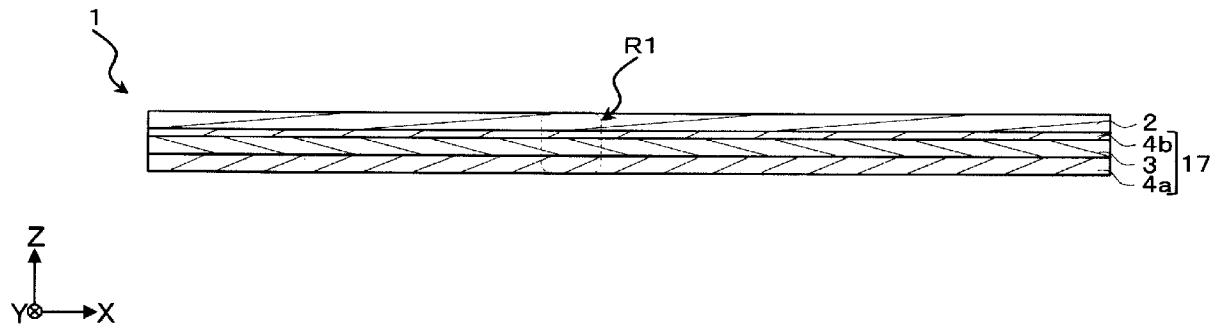
[請求項11] 請求項1に記載の絶縁シートを準備する工程と、
前記絶縁層から前記樹脂シートを除去する工程と、
前記絶縁層の前記樹脂シート側に配されていた主面上に導電層を形成する工程と、
を備えることを特徴とする構造体の製造方法。

[請求項12] 請求項11に記載の構造体の製造方法において、
前記絶縁シートは、前記樹脂シートと前記無機絶縁層との間に形成された第2樹脂層をさらに有しており、
前記絶縁層の前記樹脂シート側に配されていた主面上に前記導電層を

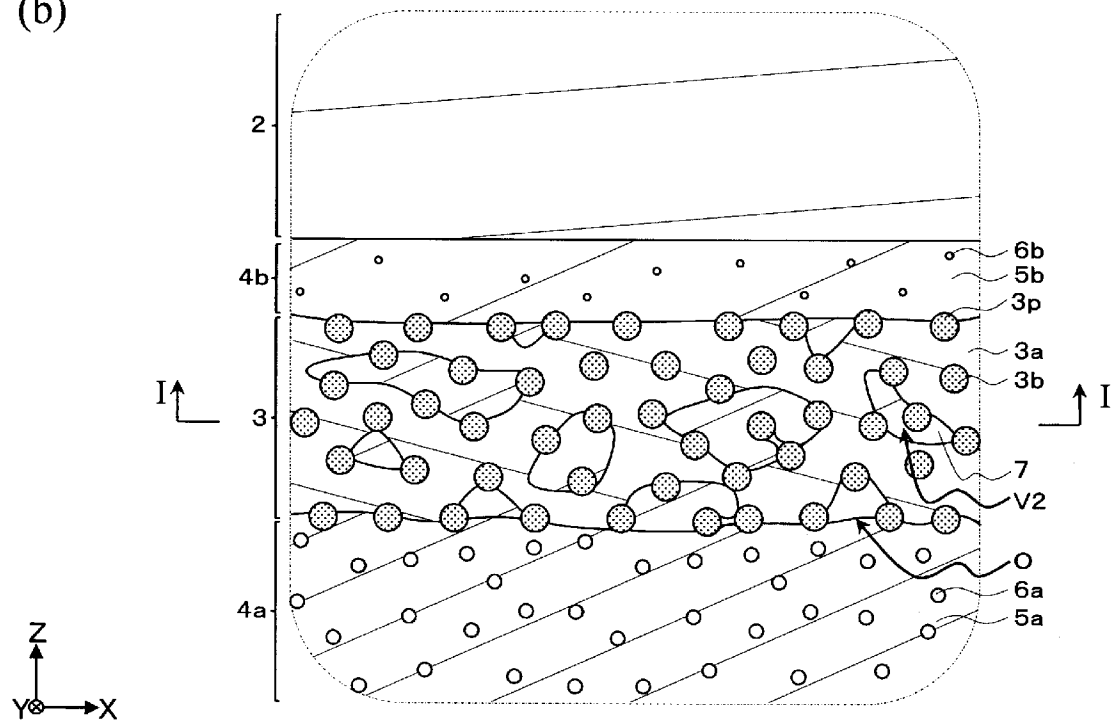
形成する工程は、前記第2樹脂層の前記樹脂シート側に配されていた主面上に前記導電層を形成する工程である構造体の製造方法。

[図1]

(a)

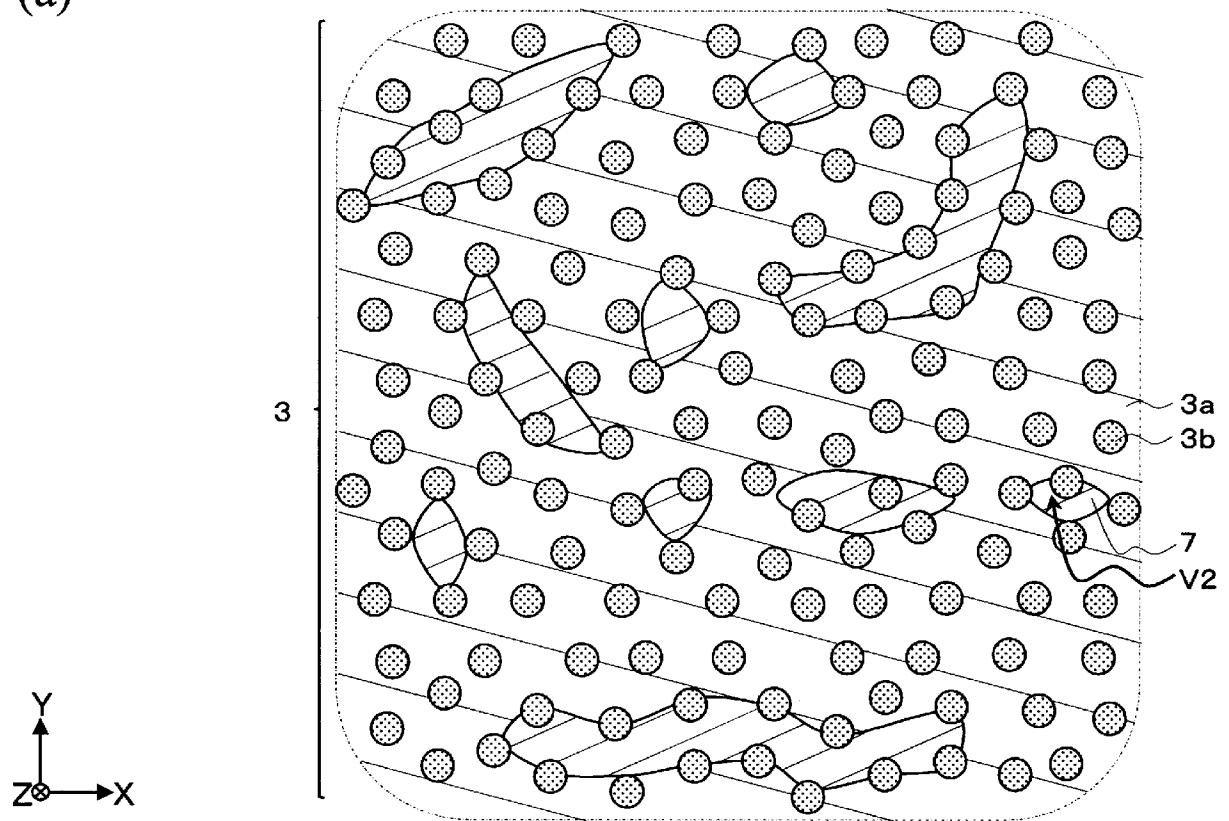


(b)

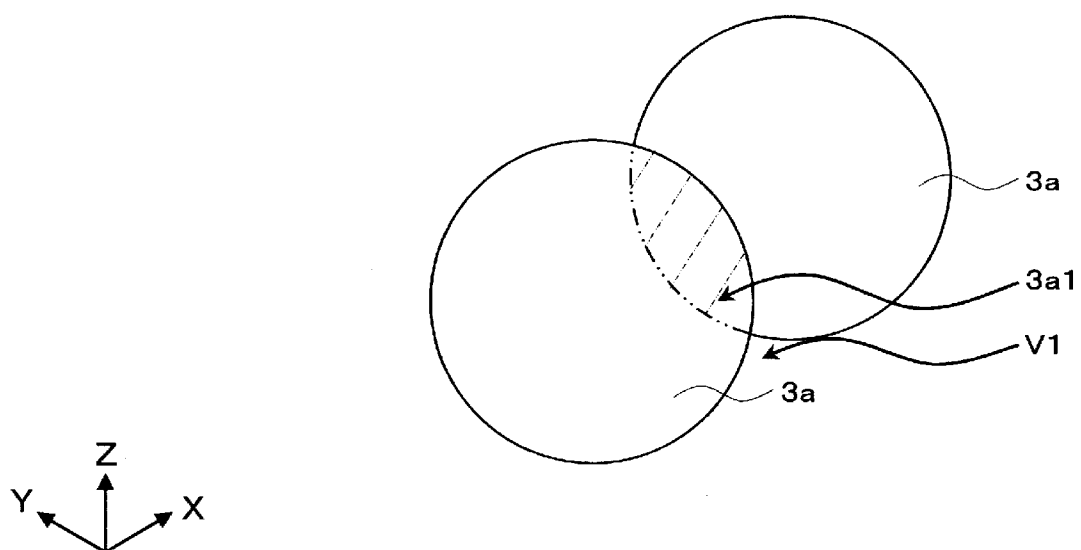


[図2]

(a)

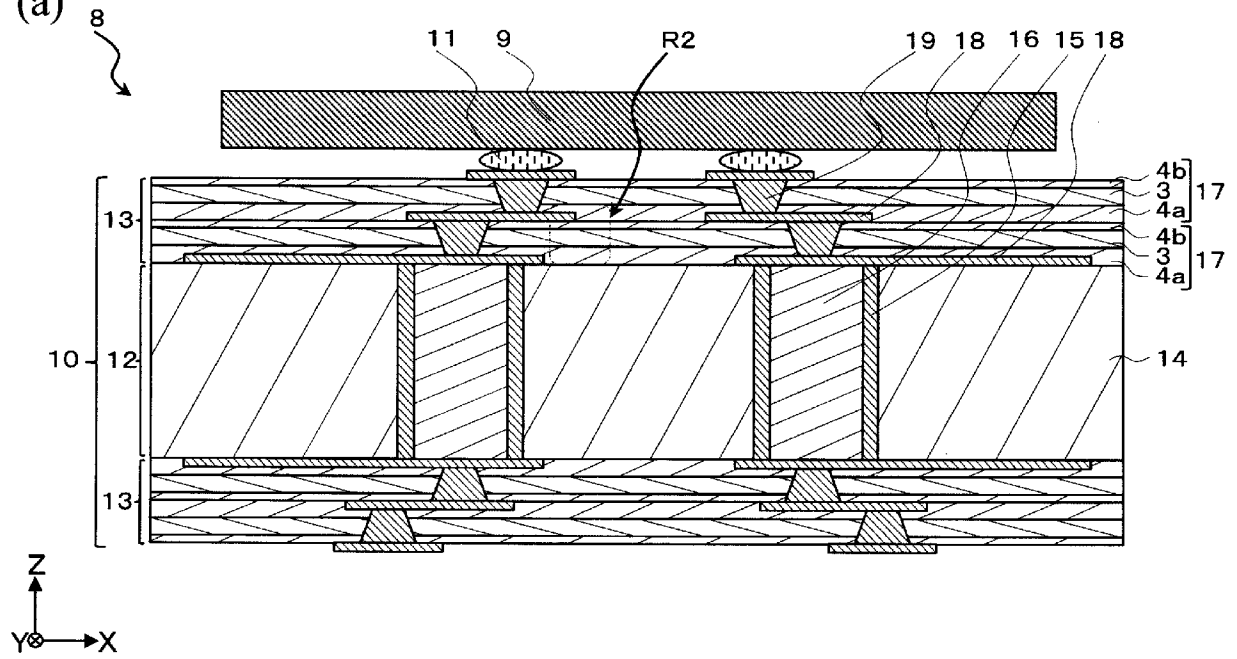


(b)

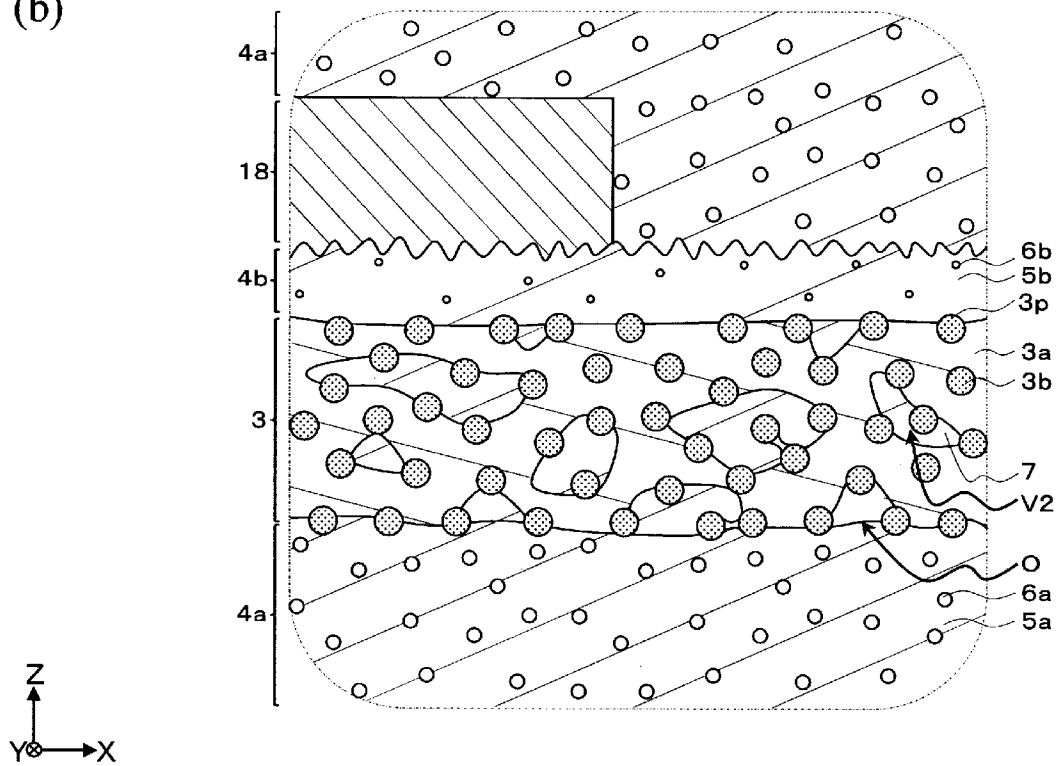


[図3]

(a)



(b)

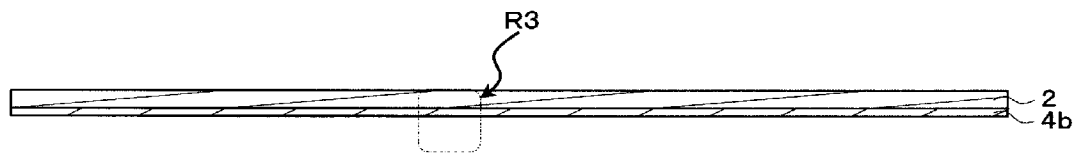


[図4]

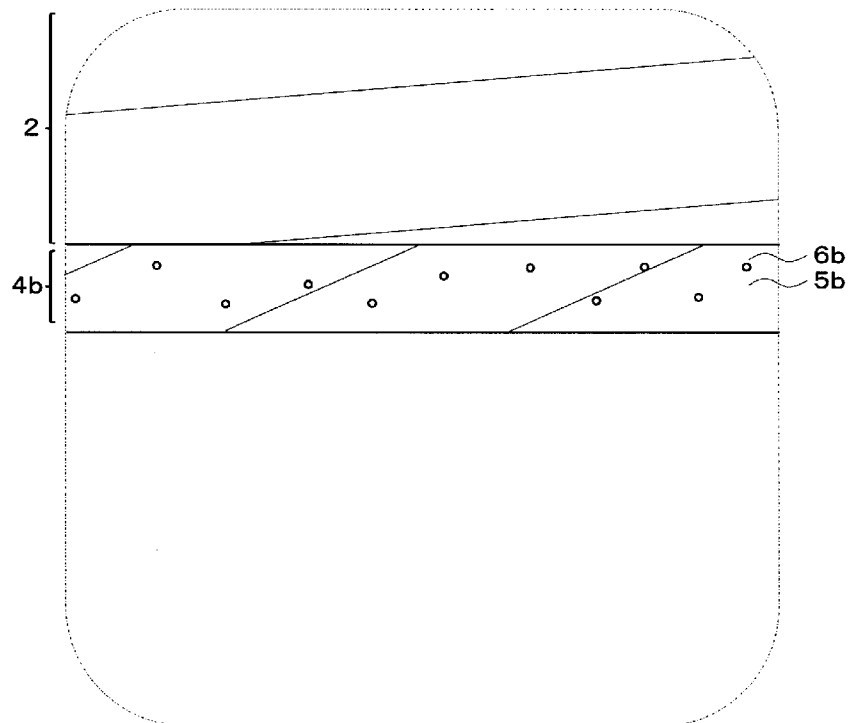
(a)



(b)

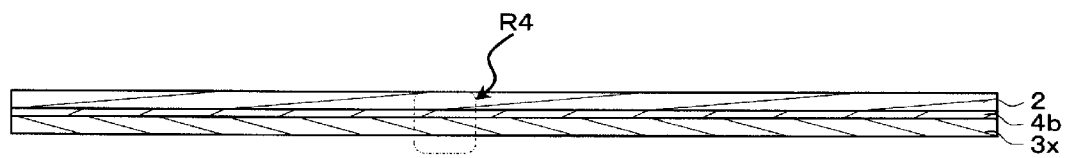


(c)

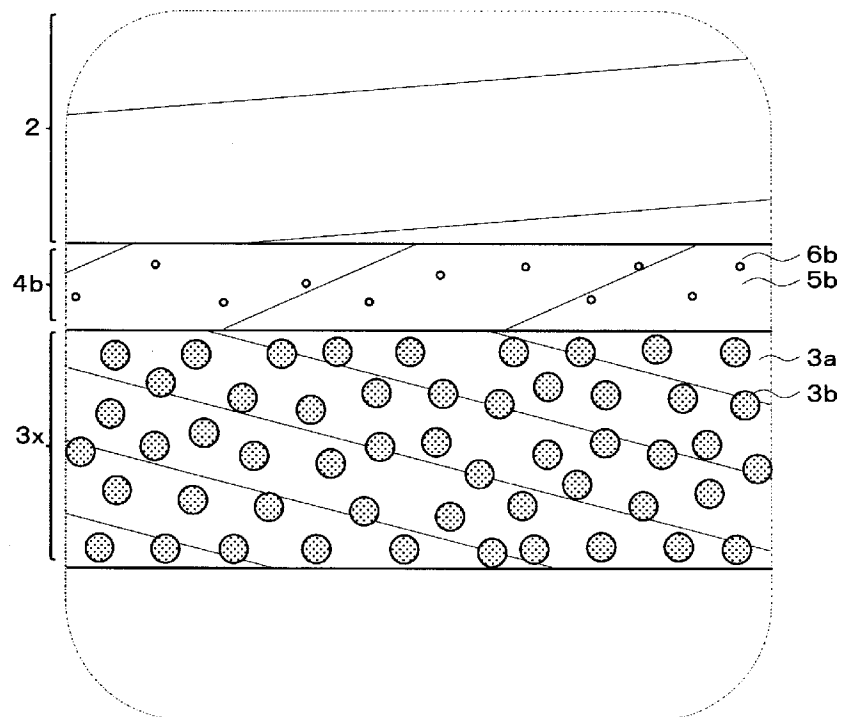


[図5]

(a)

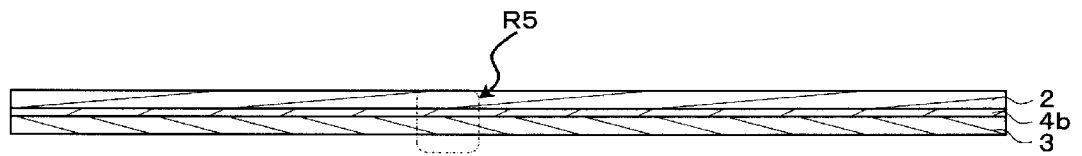


(b)

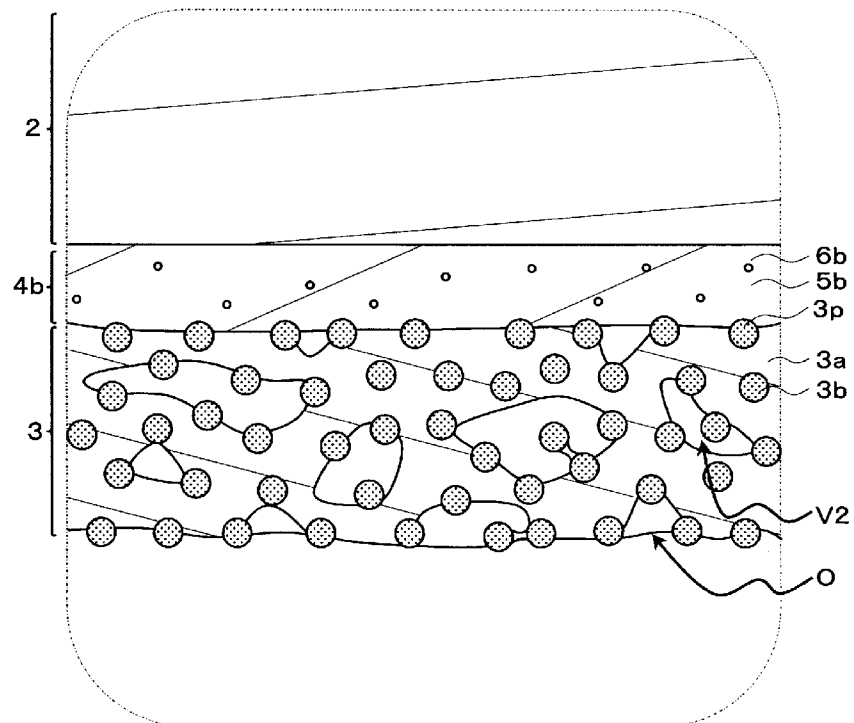


[図6]

(a)

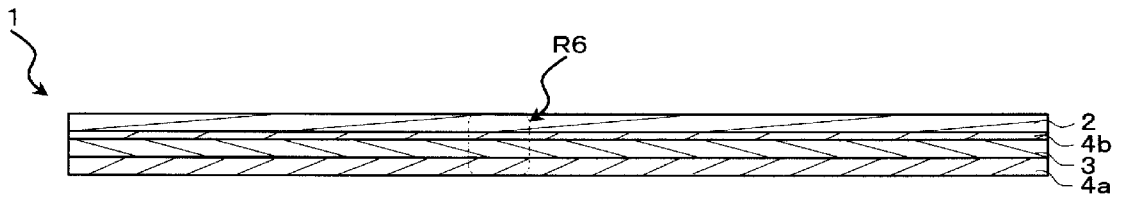


(b)

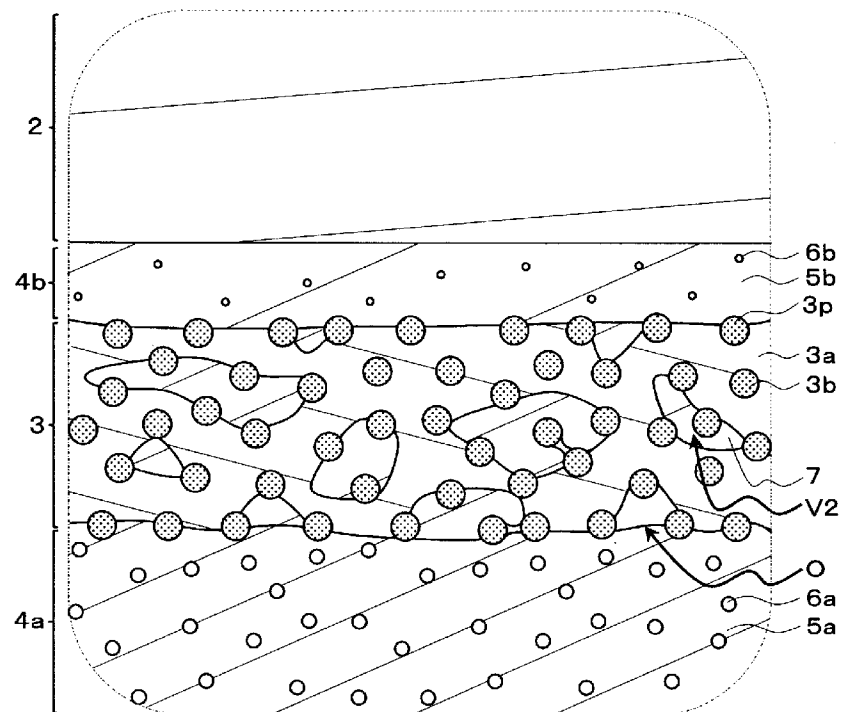


[図7]

(a)

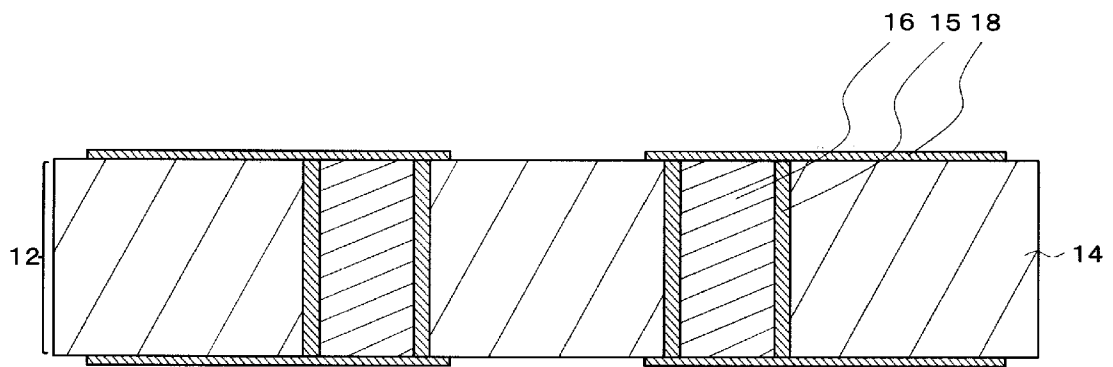


(b)

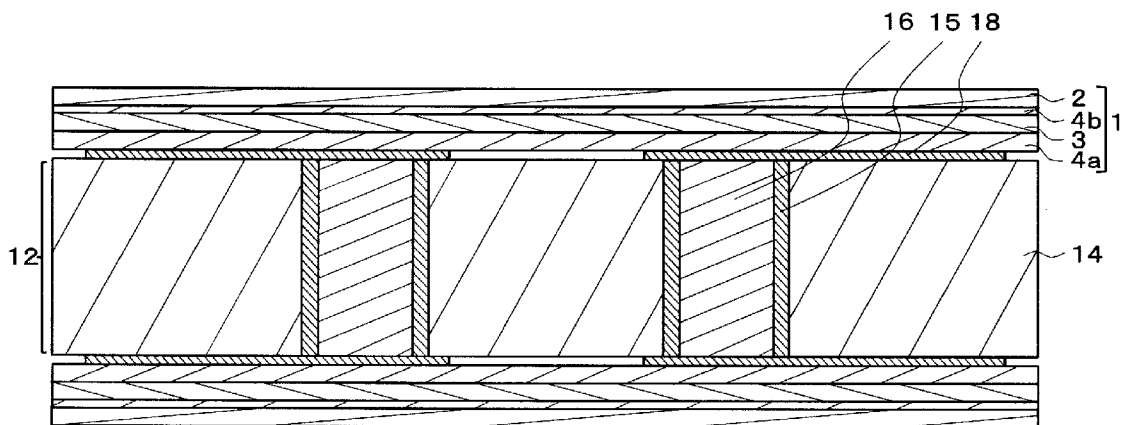


[図8]

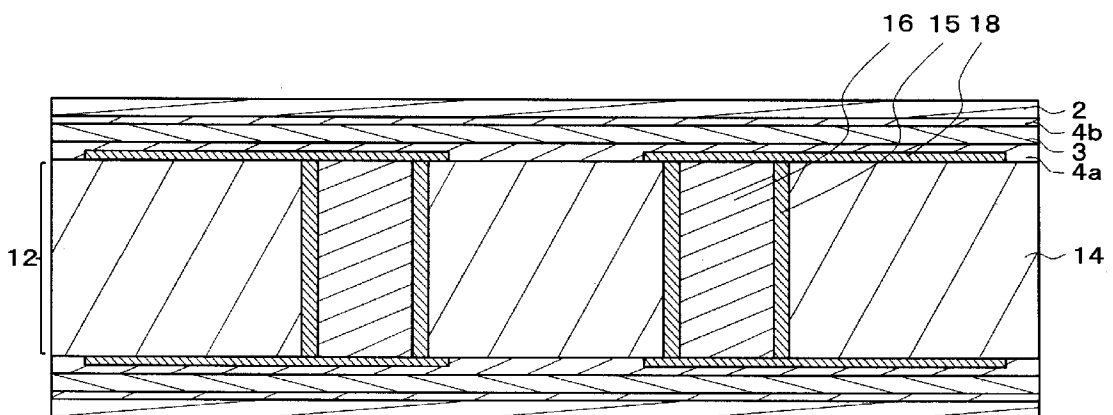
(a)



(b)

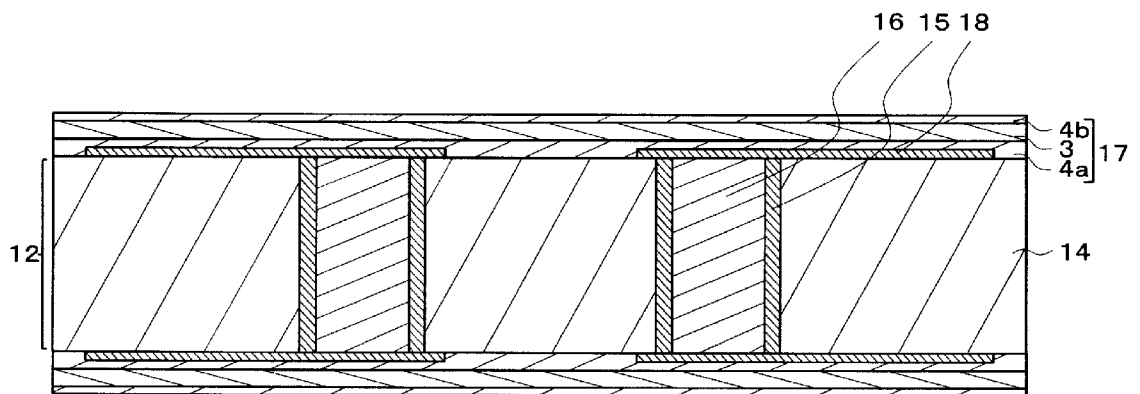


(c)

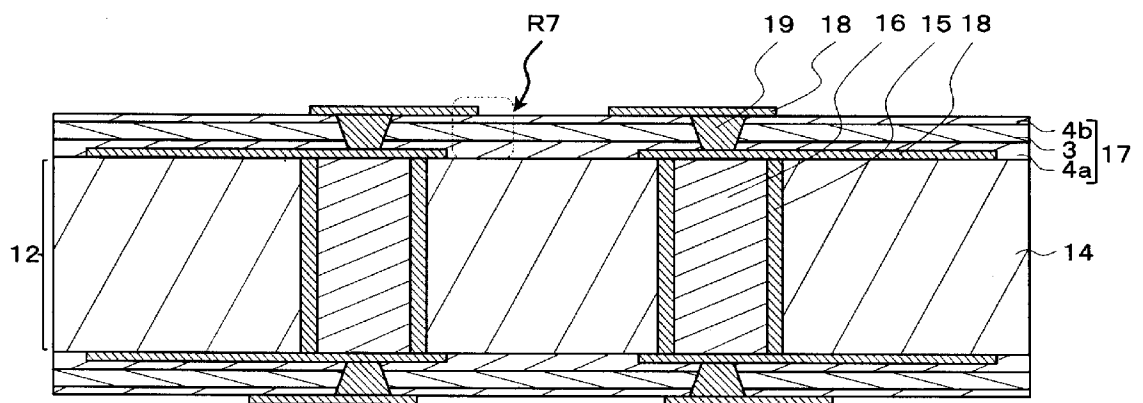


[図9]

(a)

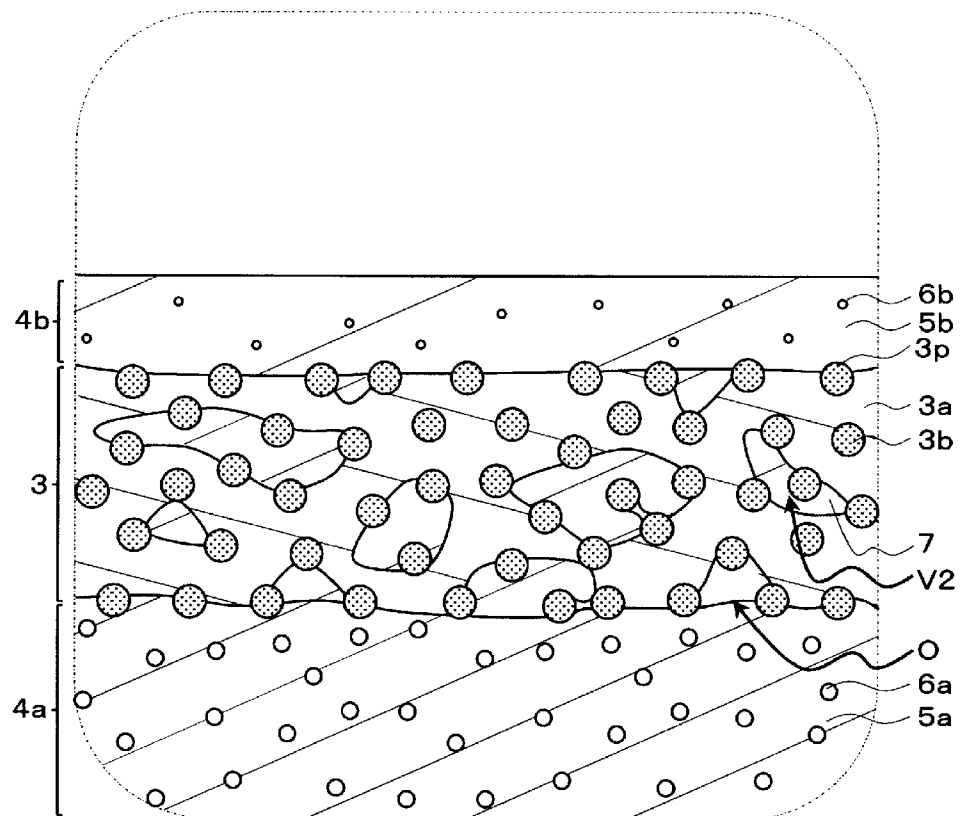


(b)

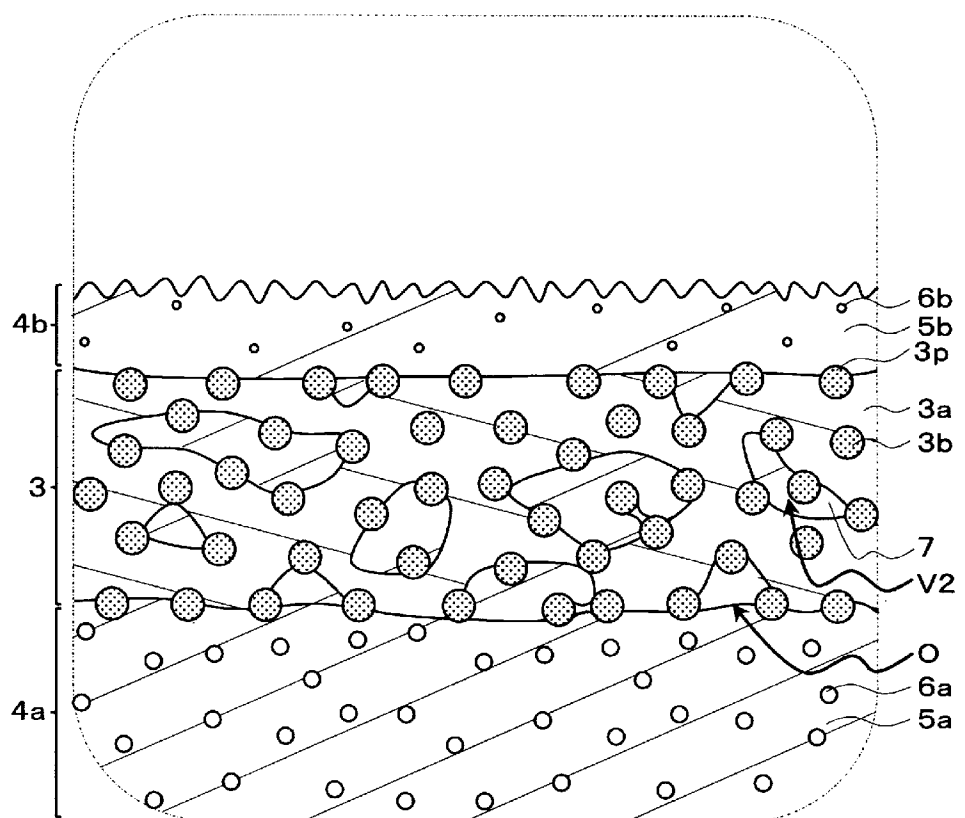


[図10]

(a)

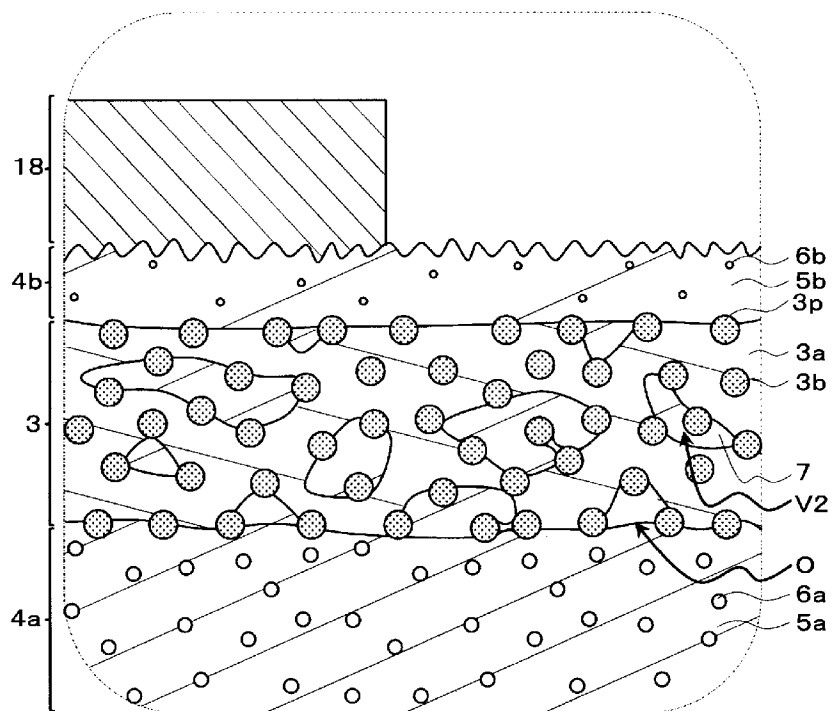


(b)

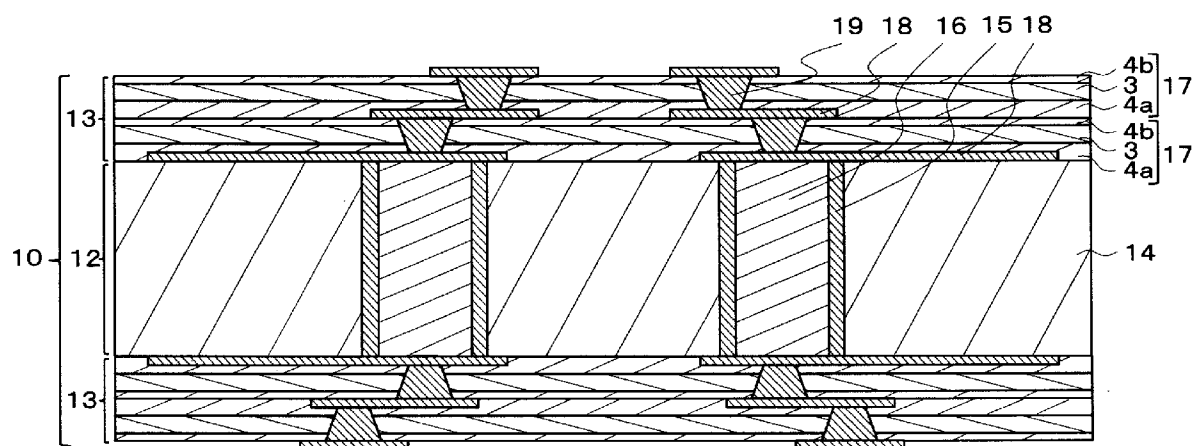


[図11]

(a)

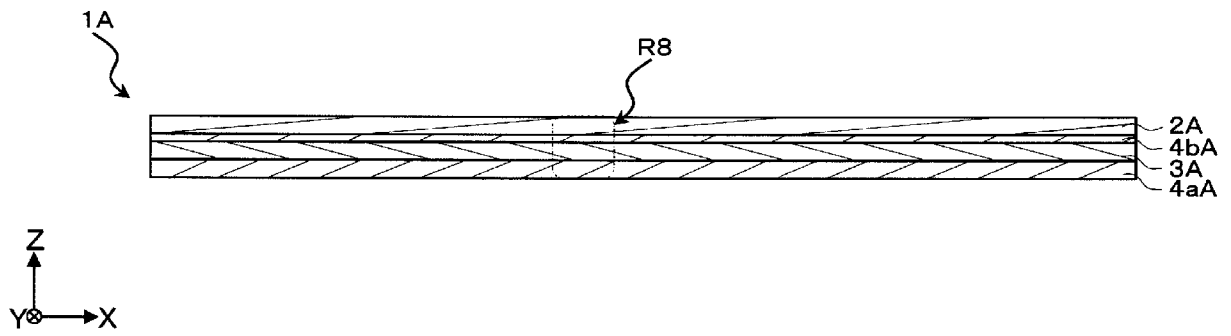


(b)

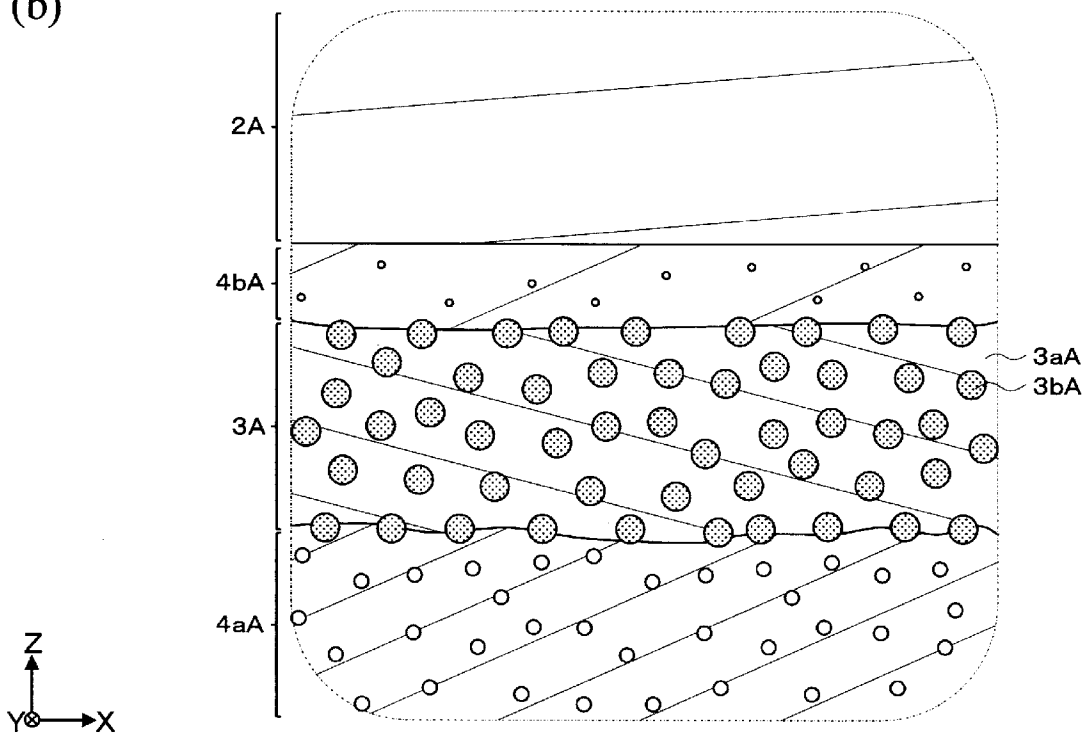


[図12]

(a)

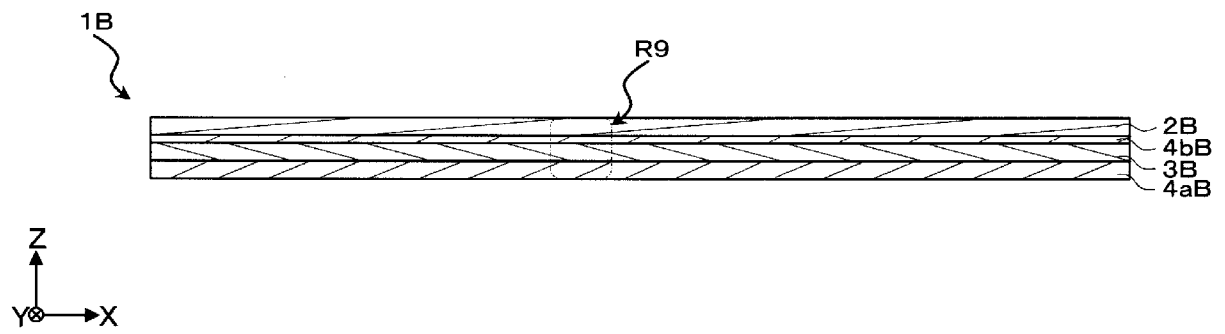


(b)

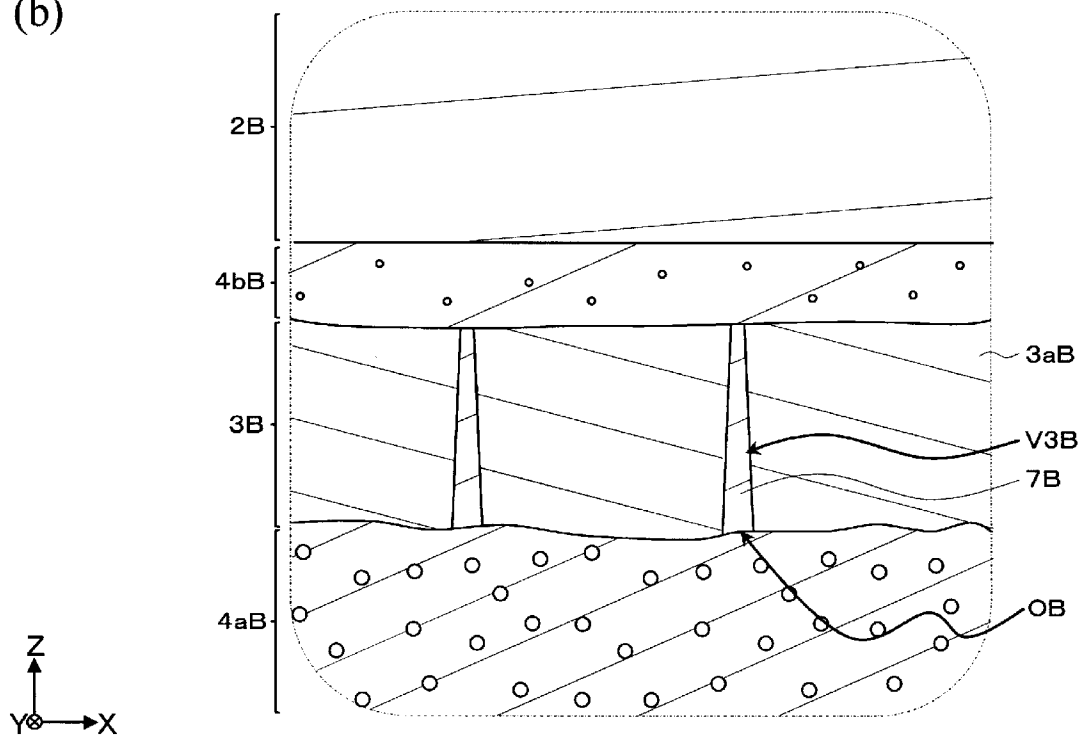


[図13]

(a)

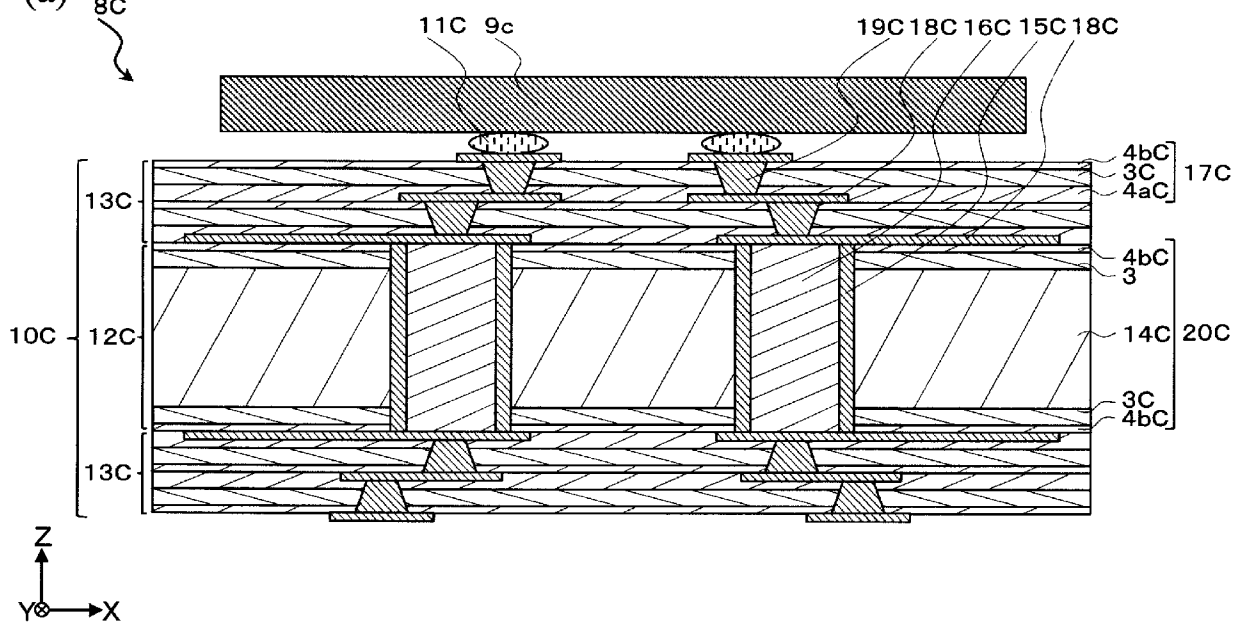


(b)

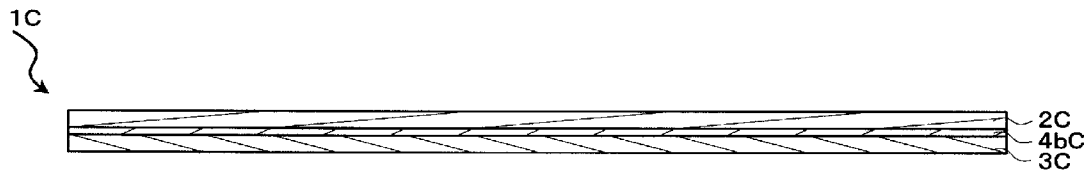


[図14]

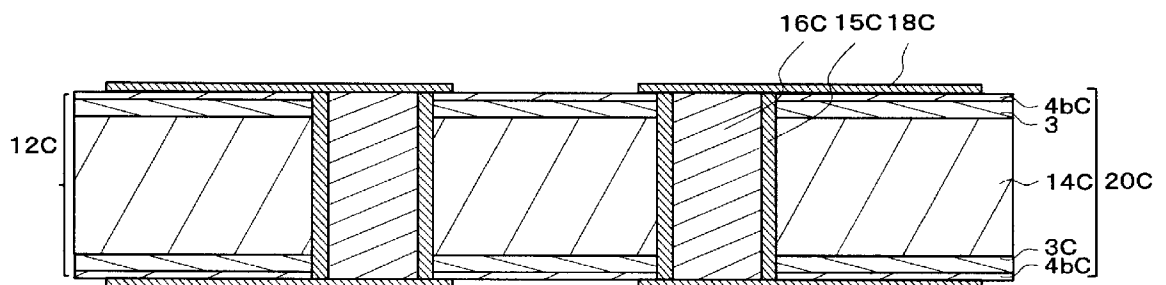
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066928

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B32B9/00(2006.01)i, H01B3/00(2006.01)i, H05K1/03(2006.01)i, H05K3/46(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)

B32B1/00-43/00, H01B3/00-3/14, H05K1/03, H05K3/46

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 A	JP 2007-095572 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 12 April 2007 (12.04.2007), claims; paragraphs [0010], [0034], [0051], [0076], [0079], [0118] (Family: none)	1-6, 8-12 7
A	JP 2010-031176 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 12 February 2010 (12.02.2010), claims (Family: none)	1-12
A	JP 2009-099387 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 07 May 2009 (07.05.2009), claims (Family: none)	1-12

☒ 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
13 October, 2011 (13.10.11)

Date of mailing of the international search report
25 October, 2011 (25.10.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066928

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	JP 2011-173985 A (Sumitomo Bakelite Co., Ltd.), 08 September 2011 (08.09.2011), claims (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B32B9/00(2006.01)i, H01B3/00(2006.01)i, H05K1/03(2006.01)i, H05K3/46(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. B32B1/00-43/00, H01B3/00-3/14, H05K1/03, H05K3/46

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 A	JP 2007-095572 A（大日本印刷株式会社）2007.04.12, 特許請求の範囲, 【0010】, 【0034】, 【0051】, 【0076】, 【0079】, 【0118】（ファミリーなし）	1-6, 8-12 7
A	JP 2010-031176 A（積水化学工業株式会社）2010.02.12, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2009-099387 A（日立化成工業株式会社）2009.05.07, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-12

☒ 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

1 3 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 5 . 1 0 . 2 0 1 1

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）

井上 政志

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 4

4 S

4 0 5 0

C (続き) . 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
EA	JP 2011-173985 A (住友ベークライト株式会社) 2011.09.08, 特許 請求の範囲 (ファミリーなし)	1-12