

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



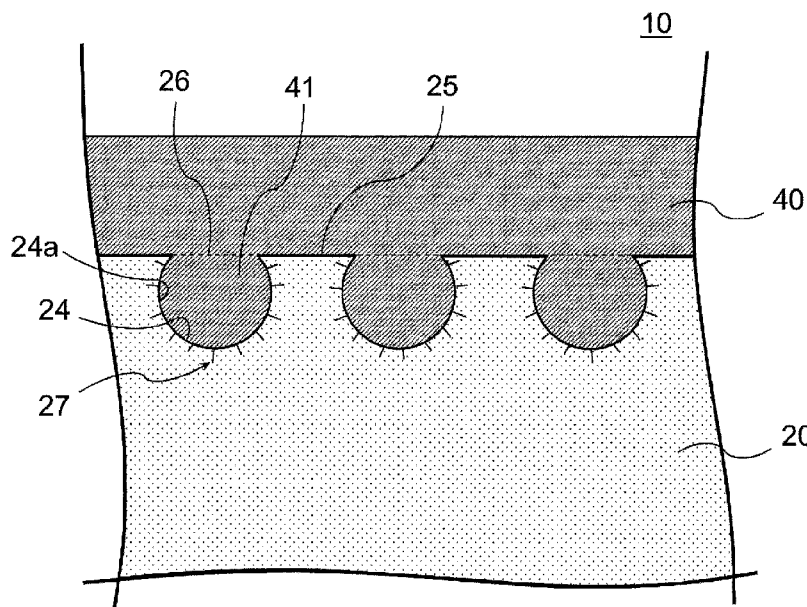
(10) 国際公開番号
WO 2024/202254 A1

- (51) 国際特許分類:
B32B 15/08 (2006.01) *H05K 3/38* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/043300
- (22) 国際出願日: 2023年12月4日(04.12.2023)
- (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 2023-058789 2023年3月31日(31.03.2023) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 荒川 裕介 (ARAKAWA, Yusuke);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1
0 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
難波 亮太郎 (NAMBA, Ryotaro); 〒6178555 京
都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株
式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 山尾 憲人, 外(YAMAOKA, Norihito et al.);
〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番
1 号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース
青山特許事務所 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: LAMINATED STRUCTURE AND PRINTED BOARD

(54) 発明の名称: 積層構造体およびプリント基板

図2A



(57) Abstract: Provided is a laminated structure suitable for manufacturing a printed board, the laminated structure being capable of suppressing peeling of a wiring pattern at the time of application of bending stress to the printed board. The laminate structure includes a resin base material and a metal layer provided on a first surface of the resin base material. The resin base material has a recessed portion opening in the first surface, has a stress relaxation structure on an inner surface of the recessed portion, and a part of the metal layer extends into the recessed portion.



WO 2024/202254 A1

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))
-

(57) 要約: プリント基板の製造に適した積層構造体であって、プリント基板に曲げ応力がかかったときの配線パターンの剥離を抑制できる、積層構造体を提供する。樹脂基材と、当該樹脂基材の第1の面上に設けられた金属層とを含み、前記樹脂基材は、前記第1の面に開口した凹部を有し、かつ当該凹部の内面に応力緩和構造を有し、前記金属層の一部は前記凹部に延在している、積層構造体。

明 細 書

発明の名称：積層構造体およびプリント基板

技術分野

[0001] 本発明は、積層構造体およびプリント基板に関する。

背景技術

[0002] 銅張積層板の製造方法としては、銅箔と樹脂基材とを圧着する方法が知られている。まずは銅箔の表面を粗化する粗化処理を施して、粗化された粗化処理面に樹脂基材を圧着することにより、銅箔と樹脂基材の密着性を向上させている。

特許文献1～2には、粗化処理を施した銅箔（粗化処理銅箔）について開示されている。

[0003] 特許文献1の粗化処理銅箔は、少なくとも一方の側に粗化処理面を有する粗化処理銅箔であって、前記粗化処理面がくびれ部分を有する複数の一次粗化粒子を備えてなり、前記一次粗化粒子が前記くびれ部分を含む表面に前記一次粗化粒子よりも小さい複数の二次粗化粒子を有し、前記くびれ部分の前記二次粗化粒子の個数を前記くびれ部分の表面積で除した値である二次粗化粒子密度が9～30個/ μm^2 であり、かつ、前記粗化処理面の十点平均粗さRzが0.7～1.7 μm である。

[0004] 特許文献2の粗化処理銅箔は、複数の粗化粒子が形成された粗化処理面を少なくとも一方の面に有する粗化処理銅箔であって、前記粗化粒子の表面には凹凸が形成されており、3次元白色光干渉型顕微鏡を用いて測定した前記粗化処理面の界面の展開面積率Sdrが1000%以上5000%以下であり、且つ、前記粗化処理面の算術平均粗さSaが0.04 μm 以上0.6 μm 以下である。

[0005] 特許文献1～2のような粗化処理銅箔を用いて作製する銅張積層板では、アンカー効果によって、銅箔と樹脂基材との密着性（結合強度）を向上している。

このような銅張積層板は、主に、プリント基板の製造に用いられる。プリント基板の製造では、フォトリソグラフィにより銅張積層板の銅箔をパターンニングして配線パターンを形成する。銅箔が部分的に除去されると樹脂表面が露出し、その露出した樹脂表面には、銅箔に施した粗化处理の粗化粒子の形状が転写された微細構造が確認できる。

[0006] なお、特許文献1および2の粗化处理はめっきによって形成されるため、粗化处理銅箔の粗化处理面には、相対的に大きい一次粗化粒子上に、相対的に小さい二次粗化粒子を複数配置した微細構造が形成される。粗化处理銅箔の微細構造が転写された樹脂表面には、一次粗化粒子に相当する凹部と、二次粗化粒子に相当する凹部とからなる微細構造が形成される。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第6430092号公報

特許文献2：特開2022-085378号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 近年、フレキシブル基板が広く用いられているが、フレキシブル基板を用いたプリント基板では、基板に曲げ応力がかかったときに配線パターンが剥離することがあった。さらに、近年の信号の高周波化に伴い、銅箔の表面粗化の程度を抑制するトレンドがある。そのため、アンカー効果が低くなり、曲げ応力による配線パターンの剥離という問題がより顕著になっている。

[0009] 特許文献1および2では、アンカー効果によって銅箔と樹脂基材との結合強度を高めているものの、プリント基板に曲げ応力がかかったときの配線パターンの剥離については検討されていない。

[0010] そこで本発明の第1の目的は、プリント基板の製造に適した積層構造体であって、プリント基板に曲げ応力がかかったときの配線パターンの剥離を抑制できる、積層構造体を提供することである。

本発明の第2の目的は、曲げ応力による配線パターンの剥離を抑制できるプリント基板を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の1つの要旨によれば、
樹脂基材と、当該樹脂基材の第1の面上に設けられた金属層とを含み、
前記樹脂基材は、前記第1の面に開口した凹部を有し、かつ当該凹部の内面に応力緩和構造を有し、
前記金属層の一部は前記凹部内に延在している、積層構造体が提供される。

[0012] 本発明の別の要旨によれば、
樹脂基材と、当該樹脂基材の第1の面上に設けられた金属配線とを含み、
前記樹脂基材は、前記第1の面に開口した凹部を有し、
前記第1の面のうち、
前記金属配線で覆われた配線被覆領域では、前記金属配線の一部は前記凹部内に延在しており、
前記金属配線から露出した表面露出領域では、前記凹部の内面に応力緩和構造を有している、プリント基板が提供される。

発明の効果

[0013] 本発明の積層構造体から製造したプリント基板は、曲げ応力による配線パターンの剥離を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、実施形態1に係る積層構造体の概略斜視図である。

[図2A]図2Aは、図1のX-X線に沿った断面における、積層構造体の概略拡大断面図である。

[図2B]図2Bは、図1のX-X線に沿った断面における、積層構造体の概略拡大断面図である。

[図3]図3は、図2Aの積層構造体に含まれる樹脂基材の概略拡大断面図である。

[図4A]図4 Aは、図3において破線で囲った部分を拡大した概略拡大断面図であり、凹部の内面に形成された細溝を模式的に示している。

[図4B]図4 Bは、図3に図示した積層構造体に曲げ応力 F_1 がかかったときの、図4 Aに図示した細溝の形状変化を説明するための概略拡大断面図である。

[図4C]図4 Cは、図3に図示した積層構造体に曲げ応力 F_2 がかかったときの、図4 Aに図示した細溝の形状変化を説明するための概略拡大断面図である。

[図5]図5は、実施形態1に係る積層構造体に含まれる樹脂基材について、上面方向から取得したSEM像の模式図である。

[図6A]図6 Aは、実施形態2-1に係る積層構造体の製造方法を説明するための概略拡大断面図である。

[図6B]図6 Bは、実施形態2-1に係る積層構造体の製造方法を説明するための概略拡大断面図である。

[図6C]図6 Cは、実施形態2-1に係る積層構造体の製造方法を説明するための概略拡大断面図である。

[図7A]図7 Aは、実施形態2-2に係る積層構造体の製造方法を説明するための概略拡大断面図である。

[図7B]図7 Bは、実施形態2-2に係る積層構造体の製造方法を説明するための概略拡大断面図である。

[図8A]図8 Aは、実施形態3に係るプリント基板の概略拡大断面図である。

[図8B]図8 Bは、実施形態3に係るプリント基板の概略拡大断面図である。

[図9]図9は、実施形態1に係る積層構造体の変形例の概略拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に、本発明の実施形態1に係る積層構造体10と、実施形態2に係る積層構造体10の製造方法と、実施形態3に係るプリント基板100について、図面を参照しながら説明する。

[0016] (実施形態1：積層構造体10)

図1は、実施形態に係る積層構造体10の概略斜視図であり、図2A、図2Bは、図1のX-X線に沿った断面（樹脂基材20の厚さ方向の断面）における、積層構造体10の概略拡大断面図であり、図3は、図2Aの積層構造体10に含まれる樹脂基材20の概略拡大断面図である。

図1～図3に示すように、積層構造体10は、樹脂基材20と、当該樹脂基材20の第1の面25上に設けられた金属層40とを含む。

[0017] 図2A、図2Bおよび図3に示すように、樹脂基材20は、第1の面25に開口した凹部24を有している。金属層40の一部41は、第1の面25に開口した凹部24の開口部26を通して、樹脂基材20の凹部24内に延在している。金属層40の一部41は、金属層40を樹脂基材20に固定するアンカーとして機能し得る。つまり、金属層40の一部41によって、樹脂基材20と金属層40との密着性を向上できる。

[0018] 図2A、図2Bおよび図3に示すように、金属層40の一部41は、通常は、金属層40を構成する金属材料によって満たされている。ただし、金属層40の一部41の内部に、気泡（または小さな空洞）が存在することもあり得る。気泡（または小さな空洞）の寸法が、金属層40の一部41の寸法に比べて十分に小さければ、気泡（または小さな空洞）が存在していてもよい。

[0019] 図2Bに示すように、樹脂基材20の厚さ方向（T方向）の断面視において、樹脂基材20の第1の面25の位置における金属層40の一部41の幅W1が、樹脂基材20の内部における金属層40の一部41の最大幅W2よりも小さいことが好ましい。ここで、「幅W1」および「最大幅W2」は、それぞれ、樹脂基材20の厚さ方向（T方向）と直交する方向（幅方向：W方向）で測定した寸法について規定している。

[0020] 図2Bに示すように、「第1の面25の位置における金属層40の一部41の幅W1」は、樹脂基材20の空洞24の開口部26の幅26wと実質的に等しい。

つまり、「第1の面25の位置における金属層40の一部41の幅W1が、樹脂基材20の内部における金属層40の一部41の最大幅W2よりも小さい」とは、空洞24の開口部26の幅26wが、金属層40の一部41の最大幅W2より小さいことと、ほぼ同じ意味である。

[0021] 上述したように、金属層40の一部41は、金属層40を樹脂基材20に固定するアンカーとして機能し得る。開口部26の幅26wが、樹脂基材20の内部における金属層40の一部41の最大幅W2より小さいと、金属層40の一部41は開口部26から抜け出しにくい。特に、幅26wが、最大幅W2より顕著に小さいと、金属層40の一部41は開口部26から抜け出すことができない。そのため、金属層40の一部41によるアンカー効果が向上し、樹脂基材20と金属層40との密着性をさらに向上できる。

[0022] 実施形態1に係る積層構造体10では、樹脂基材20の凹部24の内面24aに応力緩和構造を有している。応力緩和構造は、例えば、凹部24の内面24aに設けられた細溝27である（図4A参照）。

本明細書において「細溝27」とは、凹部24の内面24aの上面視（図5参照）において、長さ27Lが $0.05\mu\text{m}$ 以上で、かつ細溝27の幅27w（図4A参照）に対して、長さ27Lが20倍以上のものを指す。図5に示すように、細溝27は上面視において直線状ではないことがある。その場合、細溝27の長さ27Lは、上面視において、連続する細溝27の最大寸法のことを指す。

[0023] 例えば、両端の間で蛇行した1本の細溝27iの場合、細溝27iの両端間の直線距離が、その細溝27iの長さ27Lである。

別の例としては、複数の細溝27iが繋がっていて分離しにくい、または分離不可能な場合は、それら複数の細溝27iを一体として取り扱うものとする。複数の細溝27iが存在している領域27Rを特定し、その領域27R内における複数の細溝27iの最大寸法を、それら複数の細溝27iの長さ27Lとする。

[0024] 再び図4Aを参照する。図4Aは、図3の樹脂基材20の凹部24の内面

24 aのうち、破線の円で囲った部分を拡大した概略拡大断面図である。図4 Aには、凹部の内面24 aに形成された細溝27を模式的に示している。

断面視において、細溝27は、開口部27 aにおける幅27 wが最も広く、開口部27 aから細溝27の最も深い部分（これを細溝27の最奥部27 tと称する）までの間における細溝27の幅は、幅27 wよりも狭くなっていると考えられる。例えば、図4 Aに示すように、細溝27は、断面視において、開口部27 aから最奥部27 tに向かって幅が徐々に狭くなるV字溝であってもよい。

細溝27の内面27 b₀は、平面、湾曲面、粗面などから構成され得る。

[0025] 細溝27は、細溝27の内面27 b₀に設けられた分岐溝（図示せず）を有してもよい。分岐溝は、細溝27と同様に、内面27 b₀における開口部の幅が最も広く、開口部から分岐溝の最奥部までの間における分岐溝の幅は、開口部の幅よりも狭くなっていると考えられる。なお、分岐溝は、通常、細溝27に比べて長さおよび開口部の幅が小さい。

[0026] ここで、応力緩和構造（細溝27）が、樹脂基材20にかかる曲げ応力を緩和するメカニズムを、図3および図4 A～図4 Cを参照しながら説明する。

[0027] 図2 Aに示す積層構造体10の樹脂基材20に、図3に示すような曲げ応力F1がかかった場合、積層構造体10および樹脂基材20は、下に凸となる方向に湾曲し、樹脂基材20の第1の面25には圧縮応力がかかる。図4 Bは、積層構造体10および樹脂基材20に曲げ応力F1がかかったときの細溝27の形状変化を示している。

第1の面25が圧縮応力を受けると、第1の面25に開口した凹部24の内面24 aに設けられた細溝27（図3）には、圧縮応力f1がかかる（図4 B）。その結果、細溝27の開口部27 aは、その幅が狭くなるように変形する。つまり、細溝27の内面は、応力がかかっていないときの内面27 b₀から、圧縮応力f1がかかった状態の内面27 b₁に変位する。

[0028] 一方、図2 Aに示す積層構造体10の樹脂基材20に、図3に示すような

曲げ応力 F_2 がかった場合、積層構造体 10 および樹脂基材 20 は、上に凸となる方向に湾曲し、樹脂基材 20 の第 1 の面 25 には引張応力がかかる。図 4 C は、積層構造体 10 および樹脂基材 20 に曲げ応力 F_2 がかったときの細溝 27 の形状変化を示している。

第 1 の面 25 が引張応力を受けると、細溝 27 には、引張応力 f_2 がかかる。その結果、細溝 27 の開口部 27 a は、その幅が広くなるように変形する。つまり、細溝 27 の内面は、引張応力 f_2 がかかっていないときの内面 27 b₀ から、引張応力がかかった状態の内面 27 b₂ に変位する。

[0029] このように、樹脂基材 20 に形成された凹部 24 の内面 24 a に、応力緩和構造（細溝 27）が設けられることにより、樹脂基材 20 の湾曲によって生じる曲げ応力を緩和することができる。応力緩和構造を有する樹脂基材 20 を備えた積層構造体 10 からプリント基板 100（図 8 A）を製造すると、樹脂基材 20 のうち、金属配線 400 から第 1 の面 25 が露出した表面露出領域 25 2 において、凹部 24 の内面 24 a の応力緩和構造（細溝 27）が優先的に変形して、プリント基板 100 にかかる曲げ応力を緩和する。

[0030] なお、図 8 A に示す例では、樹脂基材 20 の配線被覆領域 25 1（第 1 の面 25 が金属配線 400 で覆われている領域）にも、凹部 24 が存在し、その内面 24 a には応力緩和構造（細溝 27）が存在する。しかしながら、凹部 24 の内面 24 a は金属配線 400 の一部 410 と接触しているため、配線被覆領域 25 1 の応力緩和構造（細溝 27）は、表面露出領域 25 2 に形成された応力緩和構造（細溝 27）に比べると変形しにくい。つまり、第 1 の面 25 の配線被覆領域 25 1 は、曲げ応力による変形が抑制されるため、配線被覆領域 25 1 の表面に形成された金属配線 400 が、樹脂基材 20 から剥離することを効果的に抑制できる。

[0031] 再び図 4 A を参照する。凹部の内面 24 a における細溝 27 の幅 27 w の平均値（平均幅）は、0.1 nm 以上 100 nm 以下であることが好ましく、より好ましくは 0.1 nm 以上 10 nm 以下である。この範囲にあると、樹脂基材 20 としての強度を保持しつつ、応力緩和効果を効果的に発揮でき

る。

細溝 27 の平均幅は、細溝 27 の開口部 27 a における幅 27 w を複数個所で測定し、算術平均した値のことを指す。詳しい測定方法を以下に説明する。

[0032] エッチング等により、積層構造体 10 から金属層 40 を除去する。その後、SEM 像取得のために、樹脂基材 20 の第 1 の面 25 を前処理する（例えば、JEOL 社製 JEC-3000FC を用い、Pt コート 20 mA-30 s で前処理する）。走査型電子顕微鏡（例えば、株式会社日立ハイテク社製、超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡 SU8230）にて、樹脂基材 20 の第 1 の面 25 側（上面側）から凹部 24 の内面 24 a を観察する。SEM 観察の条件は、加速電圧 3 kV、倍率 100000 倍とする。凹部 24 の内面 24 a の細溝 27 が明瞭に観察できるようにするために、必要に応じて、取得した SEM 像を、画像処理ソフト（例えば、走査型電子顕微鏡に内蔵された画像ソフト、または Microsoft 社製 フォト 2019 などの画像処理ソフト）で画像処理して、明るさ、コントラスト等の調整をしてもよい。

[0033] 図 5 は、実施形態 1 に係る積層構造体 10 に含まれる樹脂基材 20 の凹部 24 の内面 24 a を第 1 の面 25 側（上面側）から撮影した SEM 像の模式図である。得られた SEM 像において、3~5 本の細溝 27 を選択し、各細溝について、3箇所幅の測定を行う。つまり、1つの SEM 像から、9~15 個の幅の測定データが得られる。同様の条件で、樹脂基材 20 の第 1 の面 25 の異なる位置で SEM 像を取得し、細溝 27 の幅を測定する。3枚以上の SEM 像を取得して、細溝 27 の幅を測定し、得られた幅の測定値を算術平均する。このようにして、細溝 27 の平均幅を得る。

[0034] なお、細溝 27 の深さ 27 d（図 4 A 参照）は、細溝 27 の開口部 27 a における幅 27 w と同程度であると考えられる。後述する細溝 27 の形成メカニズムで説明するように、細溝 27 は、金属層 40（より正確には、図 6 C の第 2 の金属層 40 y）を構成する金属元素が、樹脂基材 20 の第 1 の面

25から拡散（侵入）することで形成される。細溝27は、幅方向と深さ方向において等方的に成長すると考えられ、細溝27の幅27wと深さ27dは同程度であると推測される。なお、細溝27の深さ27dとは、細溝27の開口部27aから最奥部27tまでの距離のことである（図4A）。図4Aは模式図であるため、細溝27の深さ27dと幅27wの寸法関係が実際と異なっていることに留意されたい。

[0035] 細溝27の深さ27dの平均値（平均深さ）は、細溝27の平均幅と同じく、0.1nm以上100nm以下であることが好ましく、より好ましくは0.1nm以上10nm以下である。この範囲にあると、樹脂基材20としての強度を保持しつつ、応力緩和効果を効果的に発揮できると期待される。

[0036]（変形例）

実施形態1の変形例に係る積層構造体10βは、樹脂基材20の両面に金属層40、40βを備えてもよい（図9参照）。

図9に示す積層構造体10βは、図1および図2Aと同様に樹脂基材20の第1の面25上に金属層40を含み、さらに、第1の面25と対向する第2の面25β上に第2の金属層40βを含む。樹脂基材20は、第2の面25βに開口した第2の凹部24βを有し、かつ当該第2の凹部24βの内面に応力緩和構造（細溝27）を有している。第2の金属層40βの一部41βは第2の凹部24β内に延在している。

積層構造体10βは、両面に金属配線を有するプリント基板の製造に好適である。

[0037]（実施形態2：積層構造体10の製造方法）

実施形態1に係る積層構造体10（図1、図2A参照）の製造方法を説明する。積層構造体10の製造方法はこれに限定されないが、例えば2つの例を挙げることができる。それらの製造方法を、実施形態2-1、2-2の各々で詳述する。

[0038]（実施形態2-1：積層構造体10の第1の製造方法）

図6A～図6Cは、実施形態1に係る積層構造体10の第1の製造方法を

説明するための概略拡大断面図である。

積層構造体 10 の第 1 の製造方法は、

- 1) 樹脂基材 20 の第 1 の面 25 を表面改質する工程、
 - 2) 表面改質後、樹脂基材 20 の第 1 の面 25 上に、第 1 の金属元素および第 2 の金属元素を含む金属前駆体 62 を形成して、前駆積層体 60 を準備する工程、および
 - 3) 前駆積層体 60 を加熱する工程
- を含む。

[0039] 図 2 A および図 3 に示すような樹脂基材 20 の凹部 24 は、工程 3) において前駆積層体 60 を加熱することで形成される。凹部 24 の内面 24 a の細溝 27 は、工程 1) において樹脂基材 20 の第 1 の面 25 を表面改質し、さらに工程 3) において前駆積層体 60 を加熱することで形成される。

以下に各工程について説明する。

[0040] 工程 1) 樹脂基材 20 の第 1 の面 25 を表面改質する工程

凹部 24 を有していない樹脂基材 20 を準備し、第 1 の面 25 を表面改質する。表面改質の一例は、紫外線照射 (UV 照射) であり、樹脂基材 20 の第 1 の面 25 に紫外線 (UV) を照射して改質する。工程 3) よりも前にこの表面改質工程を行うことにより、工程 3) を行ったときに、凹部 24 の内面 24 a の細溝 27 を形成することができる。その理由は定かではないが、以下のようなメカニズムによるものと推測される。

[0041] UV 照射による第 1 の面 25 の改質では、UV が空気中の酸素と反応してオゾンが生成し、第 1 の面 25 の表層において、樹脂基材 20 を構成する樹脂材料の分子の化学結合の一部を切断する (低分子化)。化学結合が切断された箇所には、後述する工程 3) において、第 2 の金属層 40 y を構成する金属元素が熱拡散しやすい。その結果、樹脂基材 20 の第 1 の面 25 に、ひび割れ (細溝 27) が生じる。金属元素の拡散によるひび割れ (細溝 27) は、金属元素の拡散がさらに進行することにより、樹脂基材 20 の内部に向かって伸びる。

[0042] 後述するように、工程3)では、樹脂基材20の第1の面25に凹部24が形成され、さらに凹部24は樹脂基材20の内部に広がる。このとき、細溝27が内部に向かって伸びる速度が、凹部24が広がる速度以上であるため、細溝27は消失せず、凹部24の内面24aに残る。その結果、樹脂基材20には、第1の面25に開口した凹部24が形成され、かつ凹部24の内面24aに細溝27が形成される。

[0043] 表面改質の方法は、UV照射の他に、プラズマ処理、コロナ処理、電子線照射、酸化剤などの薬液を用いた処理が挙げられる。いずれも、樹脂基材20の第1の面25を改質して、樹脂基材20を構成する樹脂材料の分子の化学結合の一部を切断することができる。

[0044] 改質する深さ（改質深さ）はある程度の深さであることが好ましい。改質深さは、改質後に得られる改質層の厚さに相当する。改質層の厚さは、例えば0.001 μm ~1 μm 程度にし得る。UV照射の場合、低圧水銀灯を用いることで、樹脂基材20の第1の面25から比較的深くまで改質できる（つまり、改質層を比較的厚くすることができる）と期待される。

UV照射による改質処理の具体例としては、低圧水銀灯（株式会社製マルチプライ製MHU-110BK、主波長：254nm）を用い、照度9.54mW/cm²×10分照射することが挙げられる。

[0045] 工程2)前駆積層体60を準備する工程

図6Aに示すように、実施形態2-1に係る第1の製造方法では、金属前駆体62は、樹脂基材20の上に配置された、第1の金属元素を含む第1の金属層（「バリア膜40x」と称する）と、バリア膜40xの上に配置された、第2の金属元素を含む第2の金属層40yと、の2層構造を有している。なお、図1および図2Aに示す積層構造体10では、バリア膜40xと第2の金属層40yをまとめて「金属層40」としている。

[0046] 金属前駆体62は、樹脂基材20の上にバリア膜40xと第2の金属層40yとを順次積層して形成する。バリア膜40xは、例えば無電解めっき、スパッタ法などにより、第1の金属元素を含む金属材料の膜を、樹脂基材2

0の第1の面25に形成する。第2の金属層40yは、例えば電解めっき、無電解めっき、スパッタ法などにより、第2の金属元素を含む金属材料の膜を、バリア膜40xの表面40xbに形成する。

樹脂基材20の上は無電解めっきでバリア膜40xを形成する場合は、樹脂基材20の第1の面25を、触媒付与等の公知の前処理方法で前処理することが好ましい。

[0047] バリア膜40xに含まれる第1の金属元素と、第2の金属層40yに含まれる第2の金属元素とは、樹脂基材20に対する拡散係数が異なり、かつ、樹脂基材20に対する第1の金属元素の拡散係数が、第2の金属元素の拡散係数より小さいことが好ましい。

第2の金属元素は、樹脂基材20に対する拡散係数が相対的に大きいため、加熱する工程によって、第2の金属元素を含む第2の金属層40yは樹脂基材20に優先的に拡散する。よって、第2の金属層40yから延在部44（図6C参照）を容易に形成できる。なお、延在部44は、実施形態1における金属層40の一部41（図2A参照）に相当する。

[0048] 一方、第1の金属元素は、樹脂基材20に対する拡散係数が相対的に小さいため、加熱する工程においても、第1の金属元素を含むバリア膜40xは、樹脂基材20へ拡散しにくく、膜の形状を維持しやすい。つまり、工程3)を経た後も、バリア膜40xが、樹脂基材20と第2の金属層40yとの間に残存しやすい。言い換えれば、バリア膜40xは、第2の金属層40yの一部41が樹脂基材20に拡散することは許容するが、第2の金属層40yの全体が樹脂基材20に拡散することは抑制する。このように、第1の金属元素の拡散係数が小さいことにより、バリア機能の高いバリア膜40xを形成できる。

[0049] 第1の金属元素は、Fe、V、Ni、Ti、Ca、Ag、Zn、Al、Mg、Rh、Pt、Au、およびPdからなる群から選択される1つ以上であることが好ましく、第2の金属元素は、Co、Mn、およびCuからなる群から選択される1つ以上であることが好ましい。

[0050] バリア膜40xを形成するための材料は、第1の金属元素のみからなってもよく、あるいは、バリア膜40xのバリア機能を阻害しない範囲であれば、第1の金属元素と共に他の元素をさらに含んでもよい。

第2の金属層40yを形成するための材料は、第2の金属元素のみからなってもよく、あるいは、細溝27および延在部44の形成を阻害しない範囲であれば、第2の金属元素と共に他の元素をさらに含んでもよい。

[0051] 工程3)より前のバリア膜40xの平均厚さ、つまり、バリア膜40xを成膜するときの平均厚さは特に限定されないが、例えば、10nm以上100nm以下にすることができる。バリア膜40xの厚さが10nm以上であると、バリア膜40xのバリア機能を十分に発揮できる。厚さが100nm以下であると、工程3)において、バリア膜40xを貫通する貫通孔32を容易に形成できる。

[0052] 工程3)を経た後のバリア膜40xの平均厚さ、つまり、積層構造体10におけるバリア膜40xの平均厚さは、より好ましくは0.005 μ m以上1 μ m以下であり、特に好ましくは0.01 μ m以上0.1 μ m以下である。バリア膜40xの厚さの測定では、まず、積層構造体10の断面EDX観察の元素マッピングを確認し、第1の金属元素を含む部分(範囲)から、バリア膜30の範囲(形状)を特定する。次いで、任意の5点でバリア膜40xの厚さを測定し、測定値の算術平均値をバリア膜40xの平均厚さとする。

[0053] 樹脂基材20は、例えば、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン(ABS)、ポリカーボネート/アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン(PC/ABS)、アクリロニトリル・スチレン・アクリレート(ASA)、シリコン系複合ゴム-アクリロニトリル-スチレン(SAS)、ノリル、ポリプロピレン、ポリカーボネート(PC)、ポリカーボネート系アロイ、アクリロニトリル・スチレン、ポリアセテート、ポリ乳酸、ポリスチレン、ポリアミド、芳香族ポリアミド、ポリエチレン、ポリエーテルケトン、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリスルホン、ポリエ

ーテルエーテルスルホン、ポリエーテルイミド、変性ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンスルフィド、ポリフェニレンオキサイド、ポリアミド、ポリイミド、変性ポリイミド、エポキシ樹脂、シクロオフレフィンポリマー、ポリノルボルネン、ペルフルオロアルコキシフッ素ポリマー、ポリテトラフルオロエチレン、およびフッ化ビニリデン、ビニル樹脂、フェノール樹脂、ポリアセタール、ナイロン、液晶ポリマー等や上記各ポリマーのコポリマーからなる群から選択される1つ以上を含むことができる。

[0054] 工程3) 前駆積層体60を加熱する工程

前駆積層体60を加熱すると、図6Bに示すように、第2の金属層40yの一部が、連続膜であったバリア膜40xを貫通し、さらに樹脂基材20の内部まで拡散する。このとき、樹脂基材20内にひび割れ(細溝27)を形成しながら拡散する。加熱を続けると、第2の金属層40yの一部が、樹脂基材20の内部にさらに拡散して、図6Cに示すような延在部44を形成し得る。

[0055] 第2の金属層40yの一部がバリア膜40xを貫通して、樹脂基材20の内部まで拡散するメカニズムは定かではないが、以下のように推測される。

[0056] 工程3)により、バリア膜40xに含まれる第1の金属元素と、第2の金属層40yに含まれる第2の金属元素とが相互に熱拡散し、バリア膜40xに貫通孔32が形成される。なお、貫通孔32の形成には、バリア膜40xの構造上の欠陥、バリア膜40xを形成する結晶粒の大きさのバラツキ、バリア膜40x中でのコンタミネーションの共析など(これらを、「バリア膜40xの構造欠陥」と称する)が影響すると推測される。バリア膜40xの構造欠陥が存在する部分では、構造欠陥が存在しない部分と比べて、第1の金属元素と第2の金属元素との間の金属元素の拡散スピードが速いと予想される。金属元素同士の拡散が局所的に促進されることにより、バリア膜40xが局所的に薄くなり、最終的には貫通孔32が形成される。バリア膜40xの構造欠陥はバリア膜40x内にランダムに発生するため、貫通孔32も、構造欠陥の位置に対応する位置に、ランダムに形成される。

[0057] バリア膜40xに貫通孔32が形成されると、第2の金属層40yの一部は、貫通孔32を通して樹脂基材20の第1の面25に接触する。第2の金属層40yを構成する金属元素は、加熱により軟化した樹脂基材20の第1の面25に拡散し始め(図6B)、第1の面25に細溝27が形成される。加熱時間とともに金属元素の拡散が進んで、第2の金属層40yの一部が樹脂基材20の内部に伸びる。第2の金属層40yの一部は、樹脂基材20を構成する樹脂材料を押し出ししながら、樹脂基材20の内部にさらに広がって、延在部44を形成する(図6C)。延在部44の表面には、細溝27の内部に侵入した楔状の突起が存在し得る。

このようなメカニズムによって、図6Cに示すような積層構造体10が得られると推測される。

[0058] 工程3)の加熱条件は、例えば、加熱温度を $(T_m - 30)^\circ\text{C}$ 超 $T_m^\circ\text{C}$ 未満とし、加熱時間を1分以上120分以下とする。なお、 T_m ($^\circ\text{C}$)は、樹脂基材20に使用される樹脂材料の融点である。複数の樹脂材料の混合材料から樹脂基材20を形成する場合は、混合材料の融点を測定または算出して、 T_m として用いる。異なる樹脂材料からなる複数の樹脂シートを積層して樹脂基材20を形成する場合は、金属前駆体62と接触している樹脂シートの樹脂材料の融点を T_m として用いる。

[0059] 工程3)の加熱条件(加熱温度、加熱時間)は、バリア膜40xの貫通孔32の寸法、樹脂基材20の凹部24の寸法および形状(つまり、第2の金属層40yの延在部44の寸法および形状)に影響を与え得る。加熱条件を上記の範囲にすることにより、延在部44を、第2の金属層40yを樹脂基材20に固定するアンカーとして機能するのに好適な寸法形状にすることができる。

[0060] なお、加熱温度が過度に高かったり、加熱時間が過度に長かったりすると、バリア膜40xがすべて消滅するおそれがある。バリア膜40xが存在しないと、第2の金属層40yの全体が樹脂基材20に拡散するため、アンカー機能を有する構造(図6Cの延在部44)が形成されず、樹脂基材20と

第2の金属層40yとの密着性を向上する効果が得られなくなるおそれがある。

[0061] このようにして、第1の製造方法によって、図2Aおよび図6Cに示す積層構造体10が得られる。

[0062] (実施形態2-2：積層構造体10の第2の製造方法)

積層構造体10の第2の製造方法では、主に、工程2)で形成する金属前駆体の構造および形成方法が、第1の製造方法と相違している。それ以外については、第1の製造方法と同様である。実施形態2-2で説明する第2の製造方法については、第1の製造方法との相違点を中心に説明し、第1の製造方法と同様の事項(例えば工程1))については説明を省略することがある。

[0063] 図7Aおよび図7Bは、積層構造体10の第2の製造方法を説明するための概略拡大断面図である。

積層構造体10の第2の製造方法は、工程2)において、第1の面25を表面改質した後の樹脂基材20と、樹脂基材20の第1の面25上に位置する、第1の金属元素および第2の金属元素を含む金属前駆体72と、を含む前駆積層体70を加熱する工程を含む。図7Aに示すように、実施形態2-2に係る第2の製造方法では、工程2)で形成される金属前駆体72は、樹脂基材20の上に配置された単一のめっき層である。このめっき層は、第1の金属元素と第2の金属元素とを含んでいる。

[0064] 金属前駆体72に含まれる第1の金属元素と第2の金属元素の含有量の比は、例えば、第1の金属元素の含有量(質量%)：第2の金属元素の含有量(質量%)=0.1：99.9~40：60とすることができる。

単一のめっき層からなる金属前駆体72は、無電解めっきによって形成し得る。無電解めっきに用いるめっき液、めっき条件等は、公知のものを適用できる。無電解めっきを行う前に、樹脂基材20の第1の面25を、触媒付与等の公知の前処理方法で前処理することが好ましい。

[0065] 樹脂基材20の第1の面25上に単一めっき層からなる金属前駆体72を

形成して得られた前駆積層体 70 に対して、第 1 の製造工程と同様の条件で、工程 3) を行う。前駆積層体 70 を加熱すると、金属前駆体 72 は、樹脂基材 20 の上に位置する第 1 の金属元素を含むバリア膜 40x と、バリア膜 40x の上に位置する第 2 の金属元素を含む第 2 の金属層 40y と、の 2 層構造となる (図 7 B 参照)。

[0066] バリア膜 40x と第 2 の金属層 40y との 2 層構造は、金属前駆体 72 中の第 1 の金属元素が樹脂基材 20 の第 1 の面 25 に偏析する現象によって達成され得る。この偏析現象のメカニズムは定かではないが、金属前駆体 72 中の第 1 の金属元素は、加熱によって全ての方向に拡散し、樹脂基材 20 の第 1 の面 25 に到達したときに第 1 の面 25 に固定化されたと推測される。これにより、第 1 の金属元素が樹脂基材 20 の第 1 の面 25 に偏析して、バリア膜 40x となる。

[0067] バリア膜 40x と第 2 の金属層 40y との 2 層構造となった金属前駆体 72 をさらに加熱することにより、実施形態 2-1 に係る第 1 の製造方法と同様に、連続膜であったバリア膜 40x に貫通孔 32 が形成され、第 2 の金属層 40y の一部は、貫通孔 32 を通って樹脂基材 20 の内部まで広がり、延在部 44 を形成し得る (図 6 B および図 6 C)。

[0068] 第 2 の製造方法では、工程 3) における加熱工程を 2 段階 (予備加熱と本加熱) に分けてもよい。まず、単一めっき層からなる金属前駆体 72 を、バリア膜 40x と第 2 の金属層 40y との 2 層構造にするために、金属前駆体 72 を 190℃以上 210℃以下で加熱する予備加熱する工程を行い、次いで、実施形態 2-1 に記載した第 1 の製造方法における工程 3) と同様の加熱条件で本加熱を行ってもよい。

予備加熱の時間は任意であるが、例えば 30 分以上 90 分以下であってもよい。

[0069] 工程 3) の好ましい加熱条件 (加熱温度および加熱時間)、第 1 の金属元素および第 2 の金属元素の拡散係数についての好ましい関係、および第 1 の金属元素および第 2 の金属元素に好適な金属元素の種類、樹脂基材 20 に好

適な樹脂材料の種類等については、実施形態 2 - 1 に記載した第 1 の製造方法と同様である。

[0070] このようにして、第 2 の製造方法によって、図 2 A および図 6 C に示す積層構造体 10 が得られる。

[0071] (実施形態 3 : プリント基板 100)

図 8 A、図 8 B を参照しながら、実施形態 1 の積層構造体 10 から製造したプリント基板 100 について説明する。

プリント基板 100 は、樹脂基材 20 と、当該樹脂基材 20 の第 1 の面 25 上に設けられた金属配線 400 とを含む。樹脂基材 20 は、第 1 の面 25 に開口した凹部 24 を有している。樹脂基材 20 は、第 1 の面 25 が金属配線 400 で覆われた配線被覆領域 251 と、金属配線 400 が除去されて、第 1 の面 25 が金属配線 400 から露出した表面露出領域 252 とを含む。配線被覆領域 251 では、金属配線 400 の一部 410 は、開口部 26 を通って凹部 24 内に延在している。表面露出領域 252 では、凹部 24 の内面 24a が露出しており、内面 24a には応力緩和構造（細溝 27）が形成されている。なお、配線被覆領域 251 においても、凹部 24 の内面 24a に応力緩和構造（細溝 27）が存在してもよい。

[0072] 上述の実施形態 1 において、図 4 A ~ 図 4 C を参照しながら詳述したように、応力緩和構造（細溝 27）は、積層構造体 10 に生じた曲げ応力を緩和することができる。

図 8 A に示すようなプリント基板 100 に曲げ応力がかけると、表面露出領域 252 において、凹部 24 の内面 24a の応力緩和構造（細溝 27）が優先的に変形して、プリント基板 100 にかかる曲げ応力を緩和する。配線被覆領域 251 においても、凹部 24 の内面 24a に応力緩和構造（細溝 27）が存在する場合であっても、その内面 24a は金属配線 400 の一部 410 と接触しているため、表面露出領域 252 に形成された凹部 24 の応力緩和構造（細溝 27）に比べると変形しにくい。

[0073] このように、実施形態 3 に係るプリント基板 100 では、表面露出領域 2

52に形成された凹部24の応力緩和構造（細溝27）が優先的に変形して応力を緩和する。表面露出領域252には金属配線400が存在しないので、応力緩和構造（細溝27）が変形しても、金属配線400の剥離の原因となりにくい。

一方、配線被覆領域251に形成された凹部24の応力緩和構造（細溝27）には曲げ応力がかかりにくい（つまり、応力緩和構造（細溝27）が変形しにくい）ので、金属配線400の剥離を抑制できる。

[0074] 実施形態3のプリント基板100は、実施形態1の積層構造体10と同様に、細溝27の内面に分岐溝を備えていてもよい。

細溝27および分岐溝の形態、平均幅、平均深さ等については、実施形態1に記載した細溝27および分岐溝と同様であるため、詳細は省略する。

[0075] プリント基板100の金属配線400においても、実施形態1の積層構造体10と同様に、一部410の幅W10および最大幅W20の好ましい関係が存在する。当該好ましい関係について、図8Bを参照しながら説明する。

[0076] 図8Bに示すように、樹脂基材20の厚さ方向（T方向）の断面視において、樹脂基材20の第1の面25の位置における金属配線400の一部410の幅W10（開口部26の幅26wと実質的に等しい）が、樹脂基材20の内部における金属配線400の一部410の最大幅W20よりも小さいことが好ましい。

[0077] 金属配線400の一部410の幅W10（開口部26の幅26wに相当）が、樹脂基材20の内部における金属配線400の一部410の最大幅W20より小さいと、金属配線400の一部410は開口部26から抜け出しにくい。特に、幅26wが、最大幅W20より顕著に小さいと、金属配線400の一部410は開口部26から抜け出すことができない。そのため、金属配線400の一部410によるアンカー効果が向上し、樹脂基材20と金属配線400との密着性を向上できる。

[0078] なお、プリント基板100を積層構造体10から形成した場合、プリント基板100の金属配線400の一部410は、積層構造体10の金属層40

の一部41に対応し、金属配線400の一部410の幅W10および最大幅W20は、それぞれ、金属層40の一部41の幅W1および最大幅W2に対応する。

また、実施形態1の積層構造体10と同様に、金属配線400の一部410の内部に、気泡（または小さな空洞）が存在していてもよい。

[0079] また、図9に示すような積層構造体10βを用いたプリント基板では、樹脂基材20の第1の面25と第2の面25βの両方に金属配線400を含み得る。つまり、樹脂基材200の第1の面25と対向する第2の面25β上に第2の金属配線を含み、樹脂基材20は、第2の面25βに開口した第2の凹部24βを有し、第2の面25βのうち、第2の金属配線で覆われた第2の配線被覆領域では、第2の金属配線の一部は第2の凹部24β内に延在しており、第2の金属配線から露出した第2の表面露出領域では、第2の凹部24βの内面に応力緩和構造（細溝27）を有していてもよい。

このようなプリント基板では、両面に金属配線を含み、かついずれの面においても、金属配線が樹脂基材20から剥離しにくい。

[0080] 実施形態3に係るプリント基板100は、実施形態1に係る積層構造体10を用いて、従来公知の方法（例えば、フォトリソグラフィ）によって、金属層40をパターンニングして金属配線400を作製することにより、製造することができる。

実施例

[0081] 以下の条件で作製した試料を用いて、各種の試験を行った。試料作製は、第2の製造方法（実施形態2-2）で行った。

[0082] [実施例1]

（試料作製）

樹脂基材20として、縦50mm×横50mm×厚さ0.1mmのLCP（液晶ポリマー）シート（融点 T_m （カタログ値）=310℃）を用い、低圧水銀灯（株式会社製マルチプライ製MHU-110BK、主波長：254nm）を用い、照度9.54mW/cm²×10分照射した。その後、図7A

に示すような単一めっき層からなる金属前駆体72を作製した。第1の金属元素はNi、第2の金属元素はCuとした。

表1の条件に従って、金属前駆体72を作製する前の樹脂基材20の前処理（処理No. 1～5）と、金属前駆体72を作製する無電解めっき（処理No. 6）とを行って、前駆積層体70の試料を10個作製した。得られた前駆積層体70の試料に対し、200℃、60分で予備加熱（処理No. 7）を行い、さらに300℃、10分で加熱（処理No. 8）を行った。

[0083] 得られた積層構造体10から金属層40を除去し、樹脂基材20の第1の面25側から、凹部24の内面24aのSEM観察を行った。SEM観察の条件は以下の通りとした。

・前処理：JEOL社製JEC-3000FCを用い、Ptコート20mA-30sで前処理

・走査型電子顕微鏡（SEM）／エネルギー分散型蛍光X線分析装置（EDX）：株式会社日立ハイテク社製、超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡SU8230、加速電圧3kV、倍率100000倍（×100k）／ブルカー・エイエックス株式会社製 SEM用EDX XFlash 5060FQ

[0084] 細溝27の幅は、走査型電子顕微鏡に内蔵された画像ソフト（Hitachi SU8200 Scanning electron microscope）の測長機能を用いて測定した。なお、凹部24の内面24aの細溝27が確認しにくいものについては、上記画像ソフト、または別の画像処理ソフト（例えば、Microsoft社製 フォト2019）などを用いて、明るさ、コントラスト等の調整を行った。得られたSEM像の1つについて、模式図を図5に示す。

[0085] 図5からわかるように、凹部24の内面24aには、ひび割れのような細溝27が複数確認された。これらの細溝27は、平均幅が約1.25nmであった。

この積層構造体10からプリント基板100を形成すると、応力緩和能が高く、金属配線の剥離を十分に抑制できると考えられる。

[0086] [比較例 1]

比較例 1 として、市販の銅張積層板（旧パナソニック電工社製 ガラスエポキシ銅張積層板 R1705）を準備した。銅張積層板から銅箔を除去した後、ガラスエポキシ基板の表面の SEM 観察を行った。SEM 観察の条件については、実施例 1 と同じとした。

[0087] SEM 像から、ガラスエポキシ基板の表面には、大きさの異なる球状の凹部が多数観察された。凹部の寸法から、凹部を概ね 3 つに区分した。なお、概ね 3 つの寸法の凹部については、銅箔の粗化处理面に 1 次粒子（最も大きい粒子）、2 次粒子（中間の大きさの粒子）、3 次粒子（最も小さい粒子）が付着しており、それらの粒子によって形成された凹部に対応するものと考えられる。3 つに区分した凹部の各々の寸法（開口部の直径）は以下の通りであった。

- ・最も大きい寸法の凹部（1 次粒子に対応）の直径：約 3.0 μm
- ・中間の大きさの凹部（2 次粒子に対応）の直径：約 1.0 ~ 1.5 μm
- ・最も小さい寸法の凹部（3 次粒子に対応）の直径：約 25 ~ 50 nm

[0088] いずれの凹部も開口部が円形であり、本発明の「細溝 27」に相当する凹みは存在しなかった。そのため、プリント基板を形成したときに、応力緩和能が低く、金属配線の剥離を十分に抑制できないと考えられる。

[0089]

[表1]

表1

処理 No.	処理	処理条件、 使用した薬剤の組成および濃度		浴温	処理時間	備考
1	UV照射	低圧水銀灯(主波長 254nm) 照度9.54mW/cm ²		-	10min	
2	コンデ イシヨナ-	トップLECSコンデ イシヨナ-	80ml/L	50°C	5min	-
3	フ レデ イツッ	トップLECSフ レデ イツッ M	50ml/L	25°C	1min	-
4	触媒付与	トップLECSキヤタリストA	50ml/L	40°C	5min	アルカリ触媒
		トップLECSキヤタリストB	50ml/L			
5	活性化	トップLECSアクセラター	8ml/L	25°C	5min	-
		ホウ酸	6g/L			
6	無電解 Cuめつき (Ni含有)	トップLECSカッパ -A	50ml/L	32°C	10min	ロッシェル塩系
		トップLECSカッパ -M	80ml/L			Cuめつき
		トップLECSカッパ -C	15ml/L			
		無電解銅 R-N	3ml/L			
7	予備加熱工程	-	-	200°C	60min	大気下 ESPEC社製 SPHH-102
8	加熱工程	-	-	220~ 300°C	10min	

[0090] 本明細書 の開示内容は、以下の態様を含み得る。

< 1 >

樹脂基材と、当該樹脂基材の第 1 の面上に設けられた金属層とを含み、
前記樹脂基材は、前記第 1 の面に開口した凹部を有し、かつ当該凹部の内面に応力緩和構造を有し、
前記金属層の一部は前記凹部内に延在している、積層構造体。

[0091] < 2 >

前記応力緩和構造は、前記凹部の内面に設けられた細溝である、< 1 >に記載の積層構造体。

[0092] < 3 >

前記凹部の内面における前記細溝の平均幅が 0. 1 nm 以上 1 0 0 nm 以下である、< 2 >に記載の積層構造体。

[0093] < 4 >

さらに、前記樹脂基材の前記第 1 の面と対向する第 2 の面上に第 2 の金属層を含み、

前記樹脂基材は、前記第 2 の面に開口した第 2 の凹部を有し、かつ当該第 2 の凹部の内面に応力緩和構造を有し、

前記第 2 の金属層の一部は前記第 2 の凹部内に延在している、< 1 > ~ < 3 > のいずれか 1 つに記載の積層構造体。

[0094] < 5 >

前記樹脂基材の厚さ方向の断面視において、前記樹脂基材の前記第 1 の面の位置における前記金属層の一部の幅が、前記樹脂基材の内部における前記金属層の一部の最大幅よりも小さい、< 1 > ~ < 4 > のいずれか 1 つに記載の積層構造体。

[0095] < 6 >

樹脂基材と、当該樹脂基材の第 1 の面上に設けられた金属配線とを含み、前記樹脂基材は、前記第 1 の面に開口した凹部を有し、前記第 1 の面のうち、

前記金属配線で覆われた配線被覆領域では、前記金属配線の一部は前記凹部内に延在しており、

前記金属配線から露出した表面露出領域では、前記凹部の内面に応力緩和構造を有している、プリント基板。

[0096] < 7 >

前記応力緩和構造は、前記凹部の内面に設けられた細溝である、< 6 > に記載のプリント基板。

[0097] < 8 >

前記凹部の内面における前記細溝の平均幅が 0.1 nm 以上 100 nm 以下である、< 7 > に記載のプリント基板。

[0098] < 9 >

さらに、前記樹脂基材の前記第 1 の面と対向する第 2 の面上に第 2 の金属

配線を含み、

前記樹脂基材は、前記第2の面に開口した第2の凹部を有し、

前記第2の面のうち、

前記第2の金属配線で覆われた第2の配線被覆領域では、前記第2の金属配線の一部は前記第2の凹部内に延在しており、

前記第2の金属配線から露出した第2の表面露出領域では、前記第2の凹部の内面に応力緩和構造を有している、〈6〉～〈8〉のいずれか1つに記載のプリント基板。

[0099] 〈10〉

前記樹脂基材の厚さ方向の断面視において、前記樹脂基材の前記第1の面の位置における前記金属配線の一部の幅が、前記樹脂基材の内部における前記金属配線の一部の最大幅よりも小さい、〈6〉～〈9〉のいずれか1つに記載のプリント基板。

[0100] 本願は、2023年3月31日付けで日本国にて出願された特願2023-058789に基づく優先権を主張し、その記載内容の全てが、参照することにより本明細書に援用される。

符号の説明

- [0101] 10、10β 積層構造体
20 樹脂基材
24 凹部
24a 凹部の内面
25 樹脂基材の第1の面
25β 樹脂基材の第2の面
26 凹部の開口部
27 応力緩和構造（細溝）
27a 細溝の開口部
40 金属層
40x 第1の金属層（バリア膜）

- 4 0 y 第2の金属層
- 4 1 金属層の一部
- 1 0 0 プリント基板
- 4 0 0 金属配線
- 4 1 0 金属配線の一部
- 2 5 1 配線被覆領域
- 2 5 2 表面露出領域

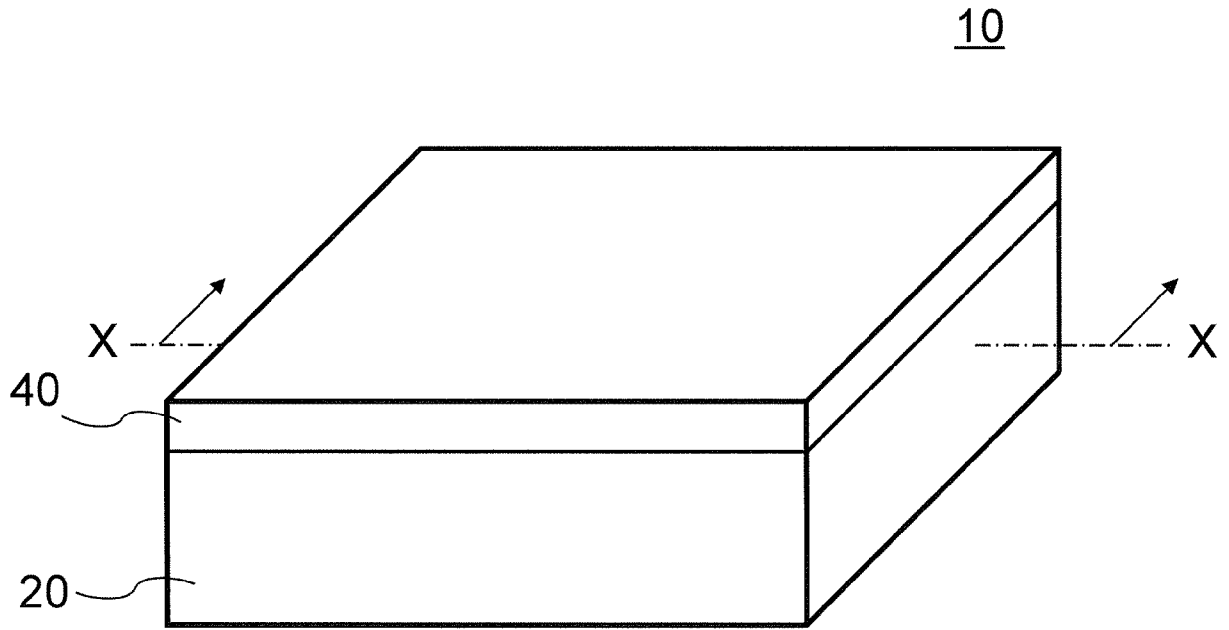
請求の範囲

- [請求項1] 樹脂基材と、当該樹脂基材の第1の面上に設けられた金属層とを含み、
- 前記樹脂基材は、前記第1の面に開口した凹部を有し、かつ当該凹部の内面に応力緩和構造を有し、
- 前記金属層の一部は前記凹部内に延在している、積層構造体。
- [請求項2] 前記応力緩和構造は、前記凹部の内面に設けられた細溝である、請求項1に記載の積層構造体。
- [請求項3] 前記凹部の内面における前記細溝の平均幅が0.1nm以上100nm以下である、請求項2に記載の積層構造体。
- [請求項4] さらに、前記樹脂基材の前記第1の面と対向する第2の面上に第2の金属層を含み、
- 前記樹脂基材は、前記第2の面に開口した第2の凹部を有し、かつ当該第2の凹部の内面に応力緩和構造を有し、
- 前記第2の金属層の一部は前記第2の凹部内に延在している、請求項1～3のいずれか1項に記載の積層構造体。
- [請求項5] 前記樹脂基材の厚さ方向の断面視において、前記樹脂基材の前記第1の面の位置における前記金属層の一部の幅が、前記樹脂基材の内部における前記金属層の一部の最大幅よりも小さい、請求項1～4のいずれか1項に記載の積層構造体。
- [請求項6] 樹脂基材と、当該樹脂基材の第1の面上に設けられた金属配線とを含み、
- 前記樹脂基材は、前記第1の面に開口した凹部を有し、
- 前記第1の面のうち、
- 前記金属配線で覆われた配線被覆領域では、前記金属配線の一部は前記凹部内に延在しており、
- 前記金属配線から露出した表面露出領域では、前記凹部の内面に応力緩和構造を有している、プリント基板。

- [請求項7] 前記応力緩和構造は、前記凹部の内面に設けられた細溝である、請求項6に記載のプリント基板。
- [請求項8] 前記凹部の内面における前記細溝の平均幅が0.1nm以上100nm以下である、請求項7に記載のプリント基板。
- [請求項9] さらに、前記樹脂基材の前記第1の面と対向する第2の面上に第2の金属配線を含み、
前記樹脂基材は、前記第2の面に開口した第2の凹部を有し、
前記第2の面のうち、
前記第2の金属配線で覆われた第2の配線被覆領域では、前記第2の金属配線の一部は前記第2の凹部内に延在しており、
前記第2の金属配線から露出した第2の表面露出領域では、前記第2の凹部の内面に応力緩和構造を有している、請求項6～8のいずれか1項に記載のプリント基板。
- [請求項10] 前記樹脂基材の厚さ方向の断面視において、前記樹脂基材の前記第1の面の位置における前記金属配線の一部の幅が、前記樹脂基材の内部における前記金属配線の一部の最大幅よりも小さい、請求項6～9のいずれか1項に記載のプリント基板。

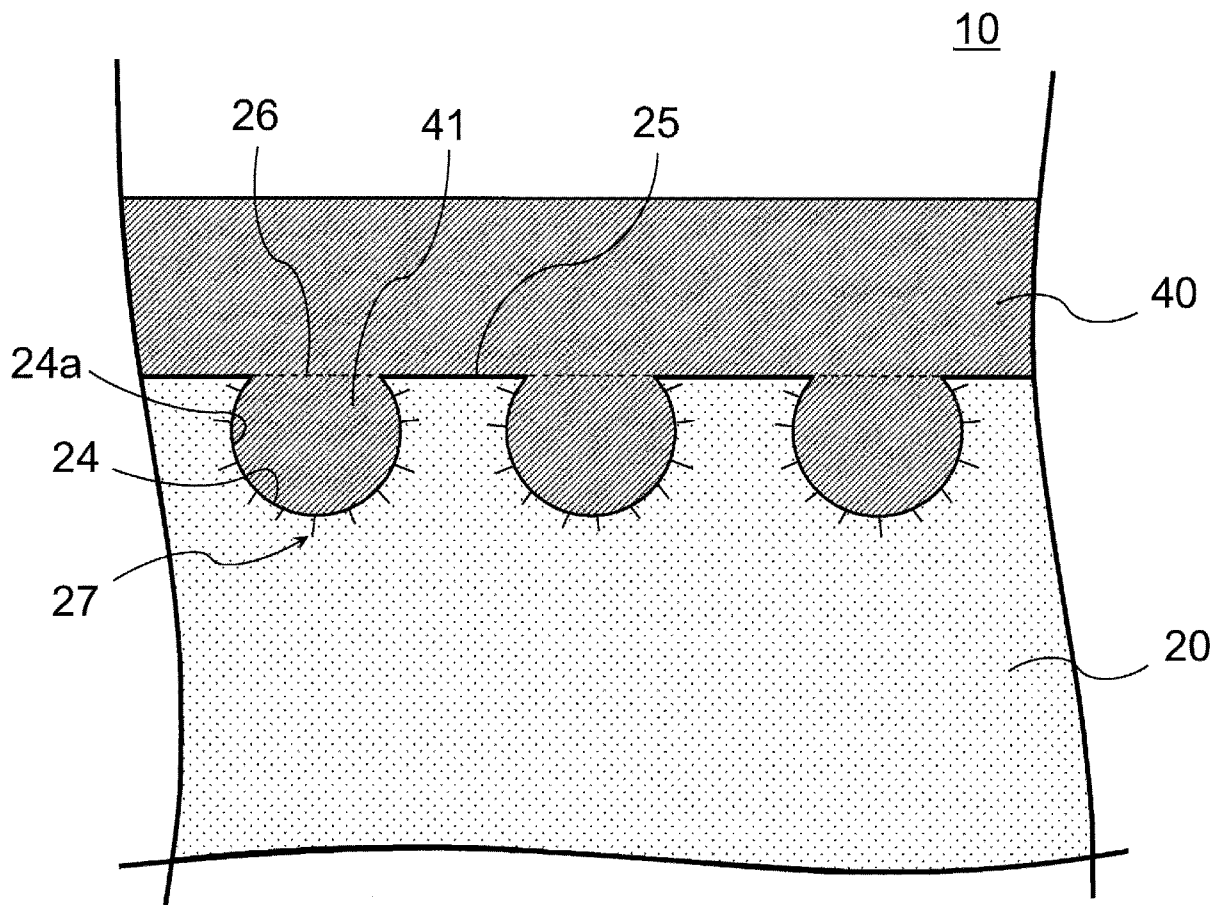
[図1]

図1



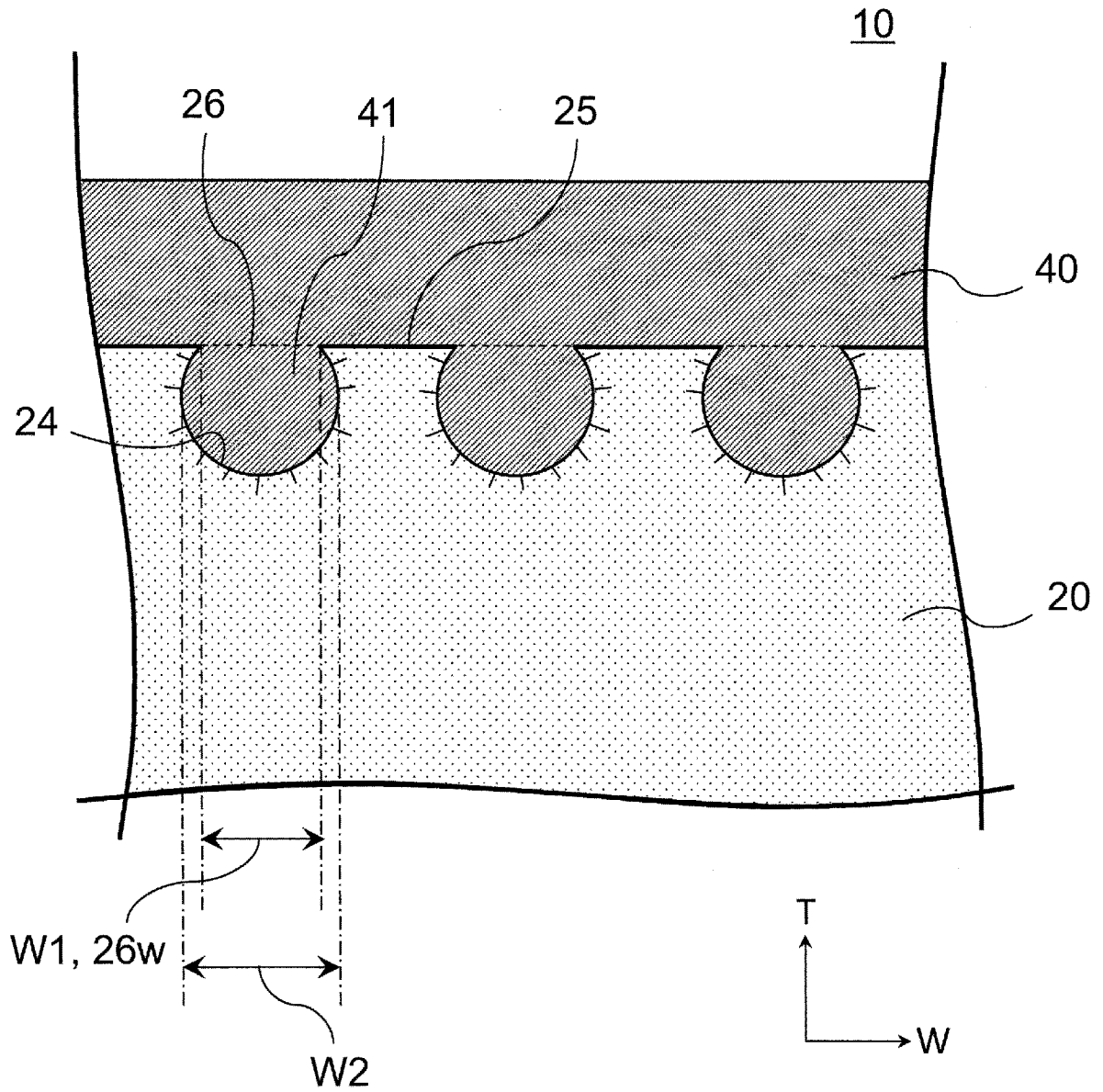
[図2A]

図2A



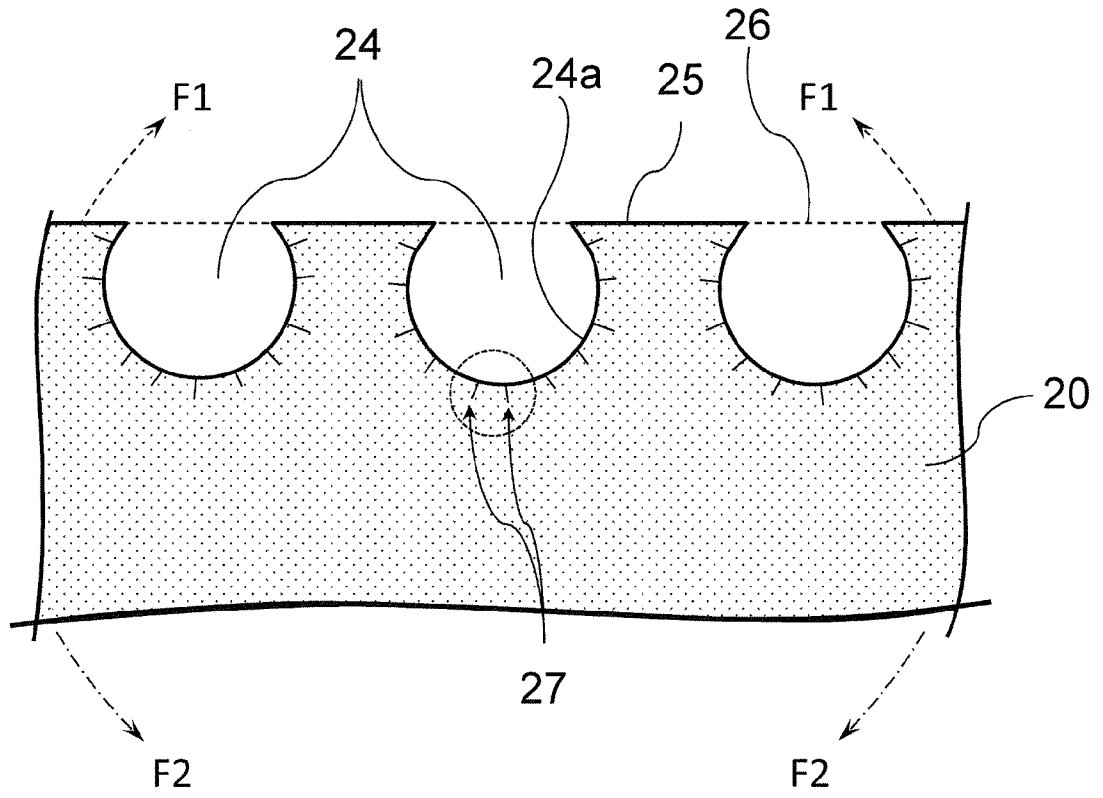
[図2B]

図2B



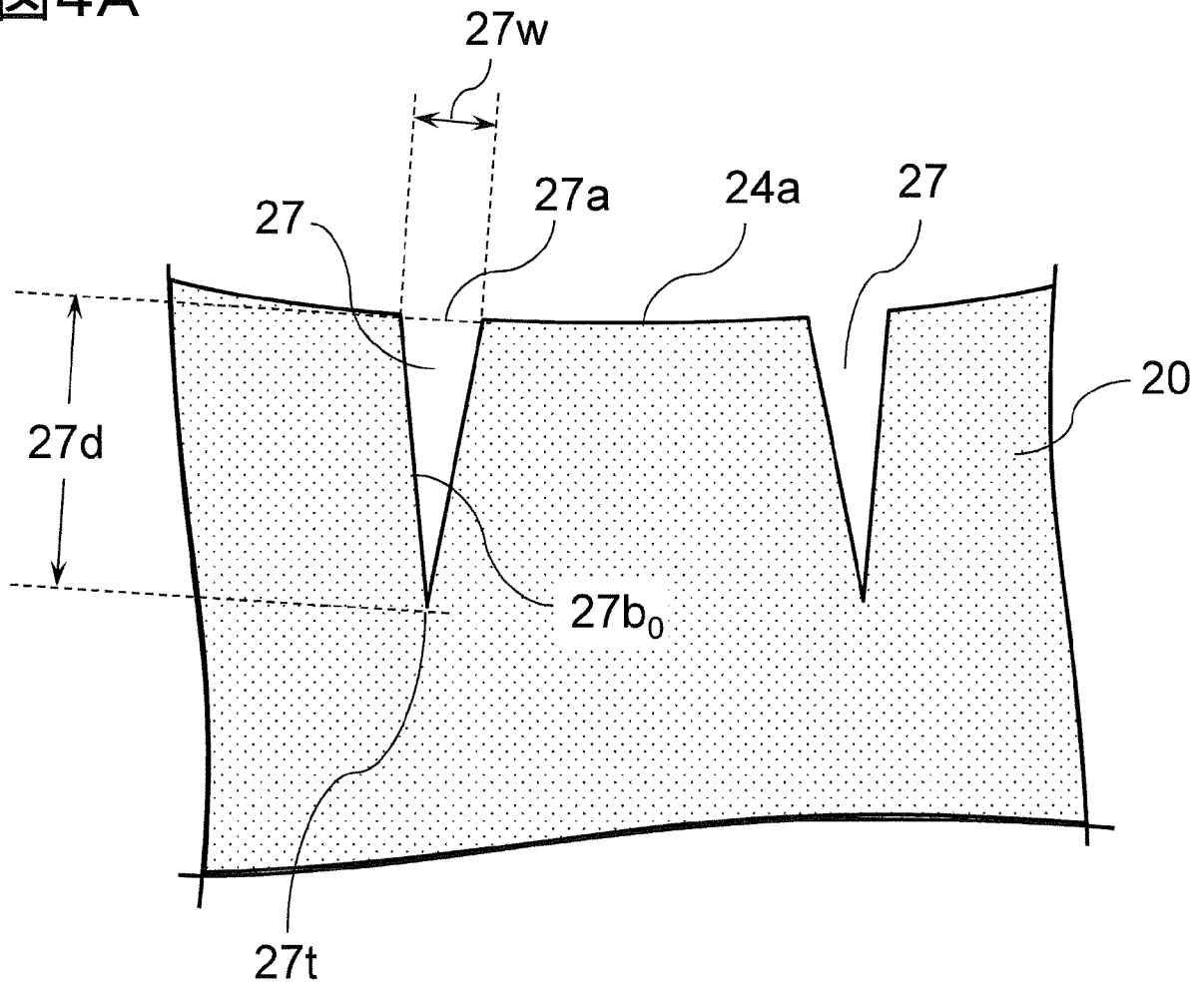
[図3]

図3



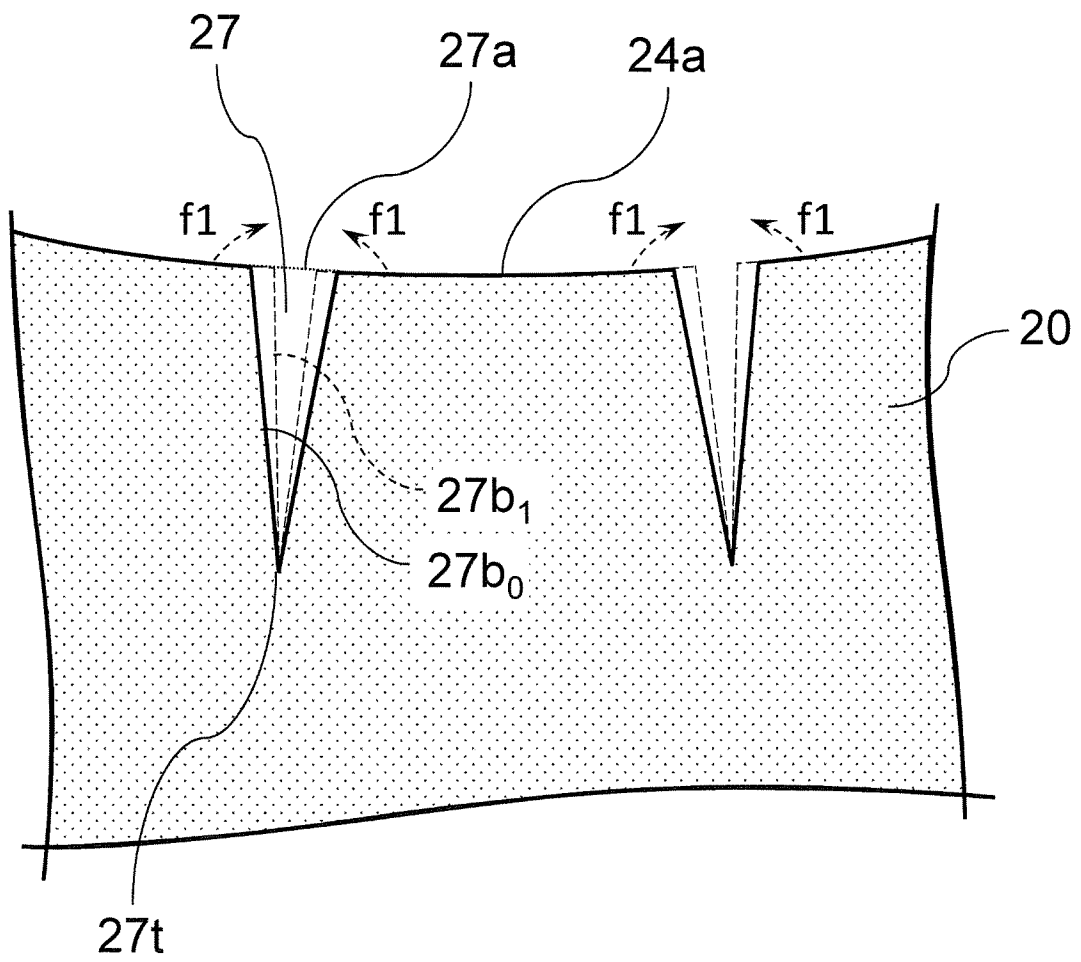
[図4A]

[図] 4A



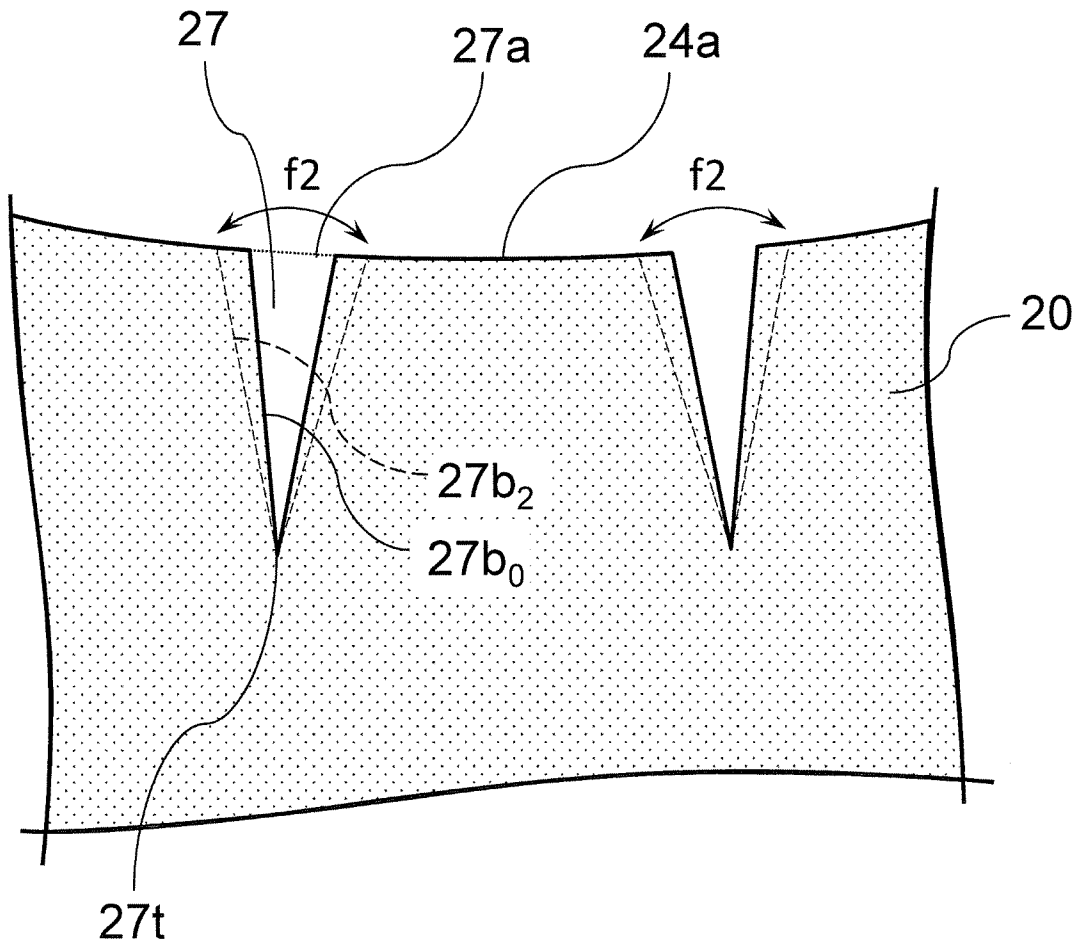
[図4B]

図4B



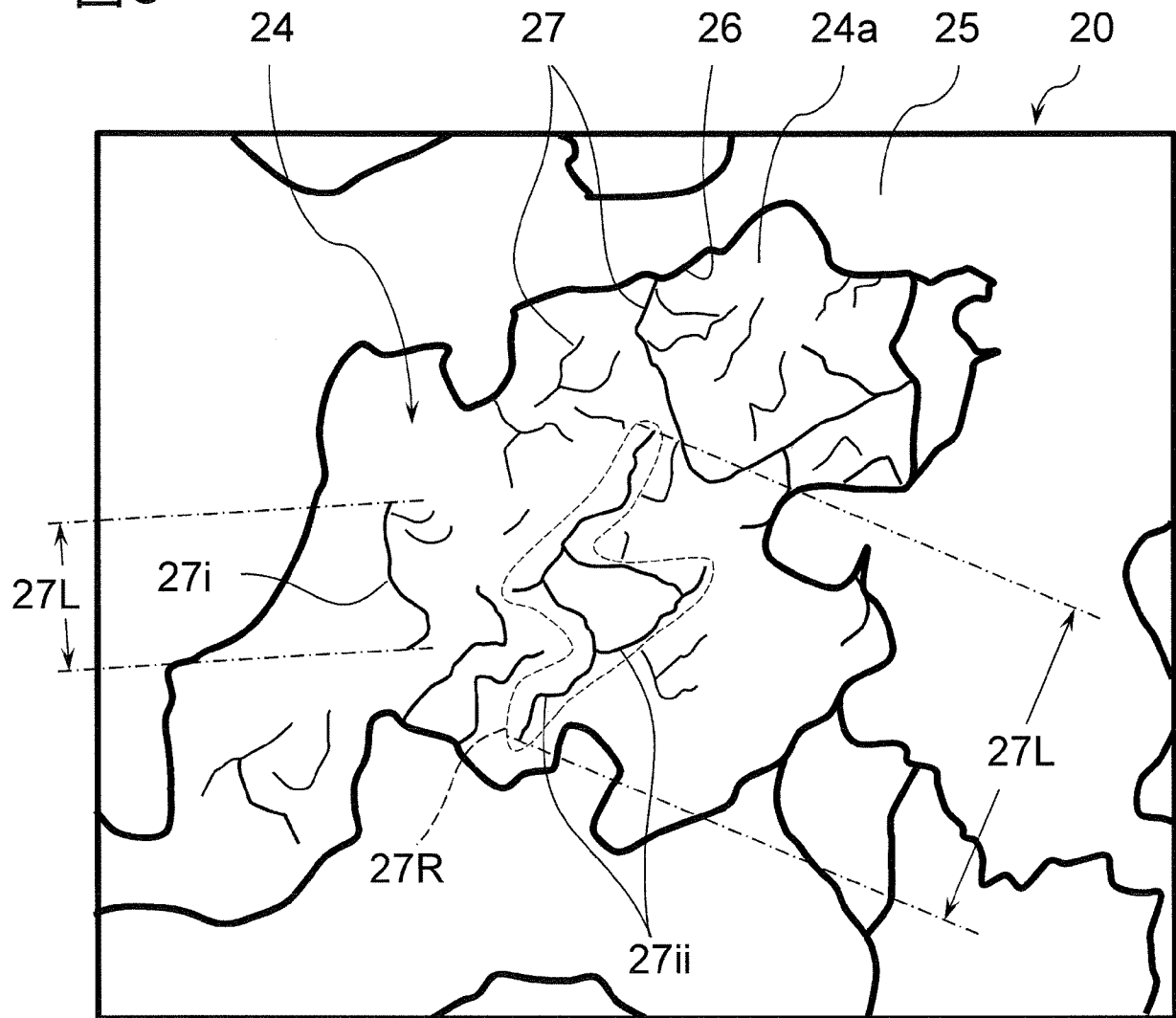
[図4C]

図4C



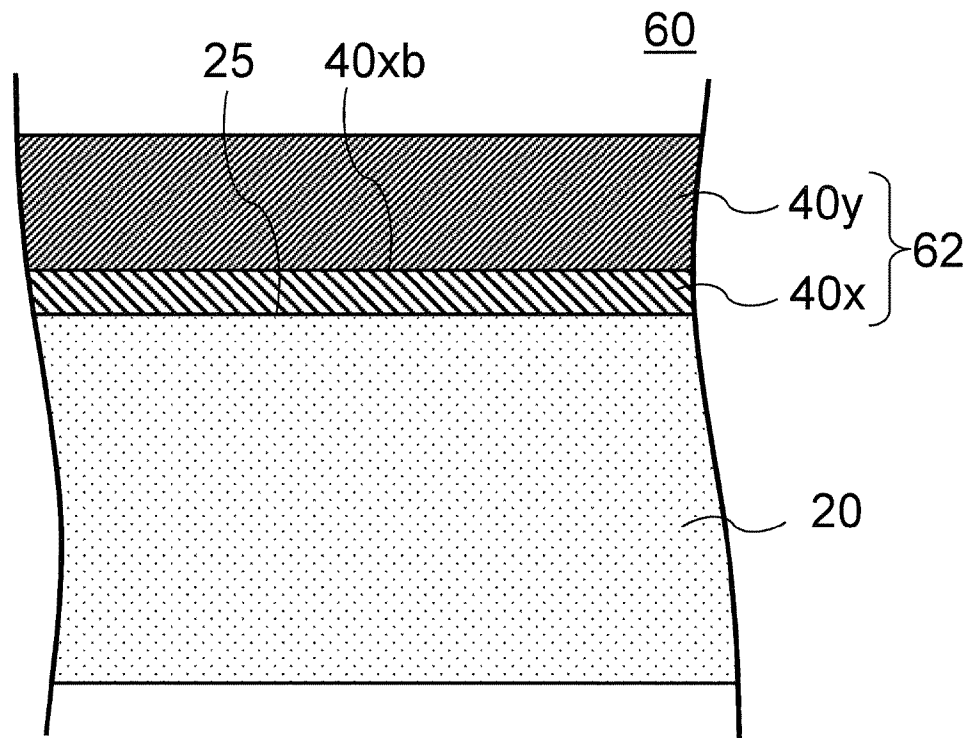
[図5]

図5



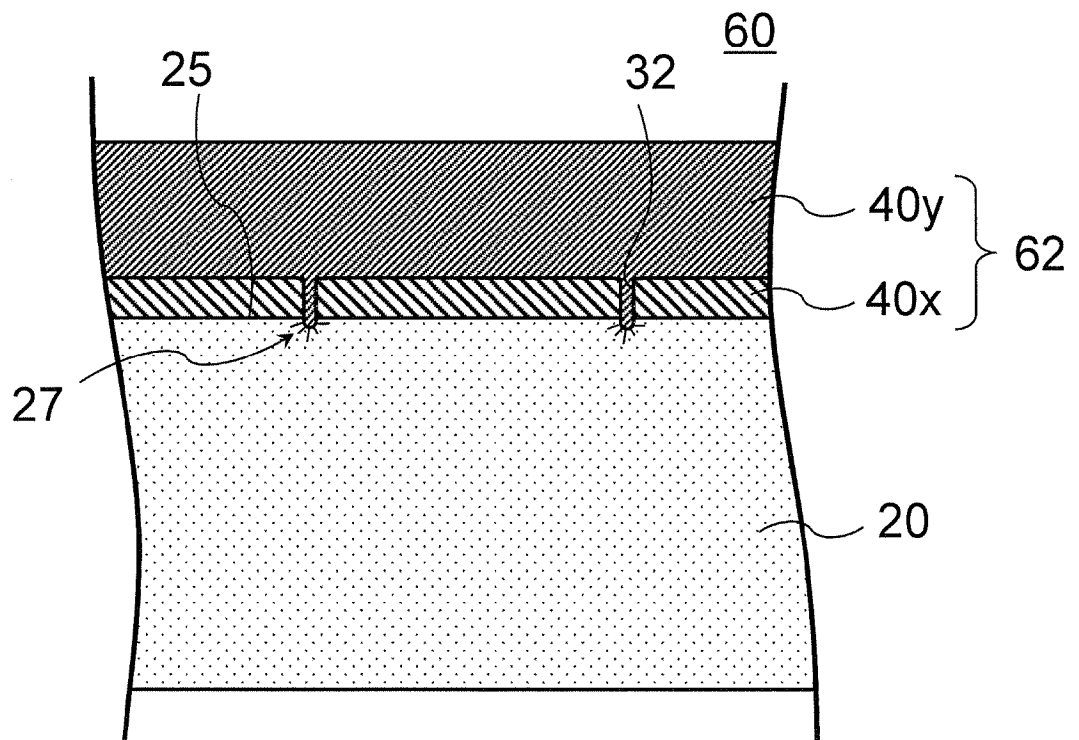
[図6A]

図6A



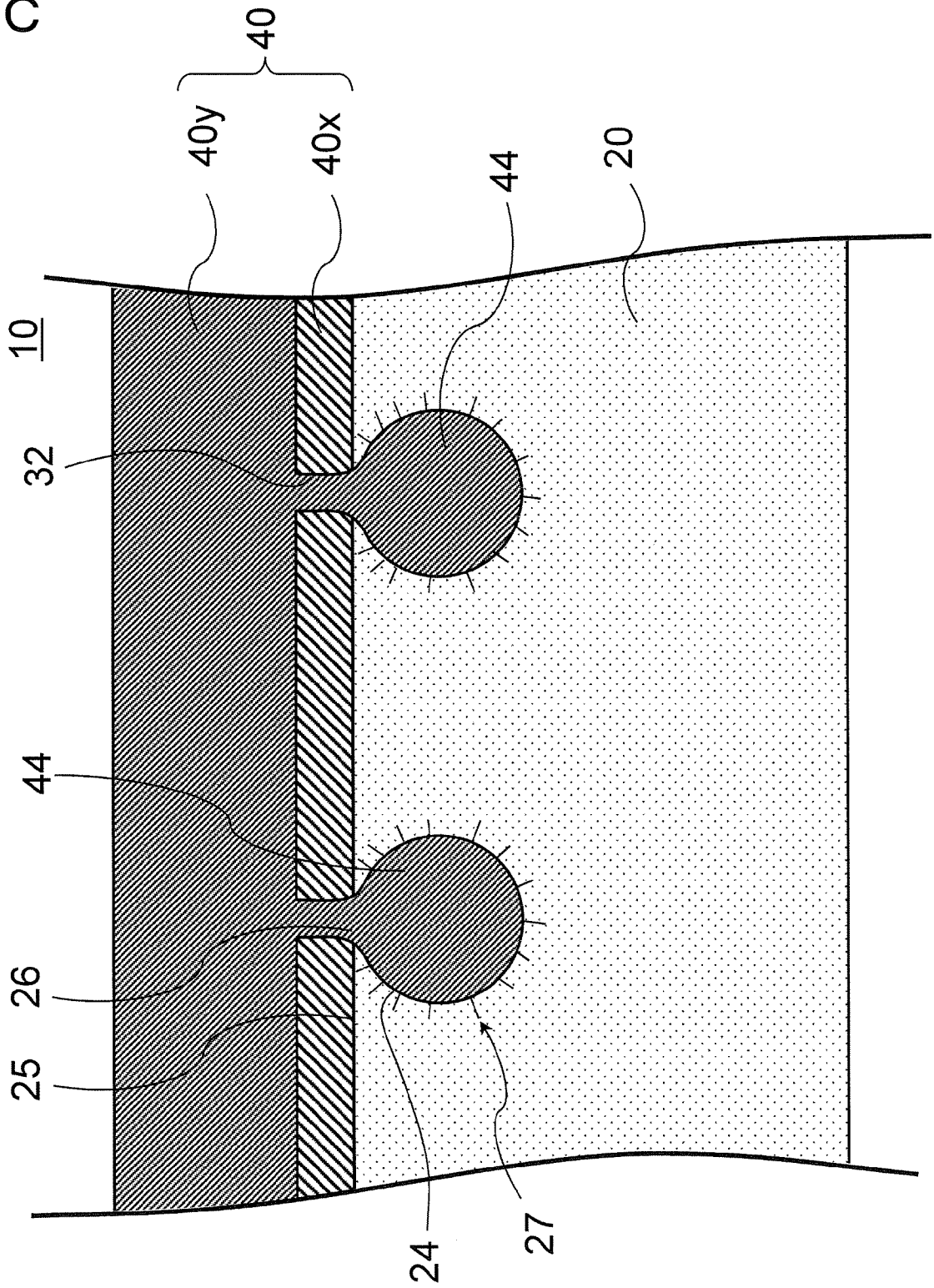
[図6B]

図6B



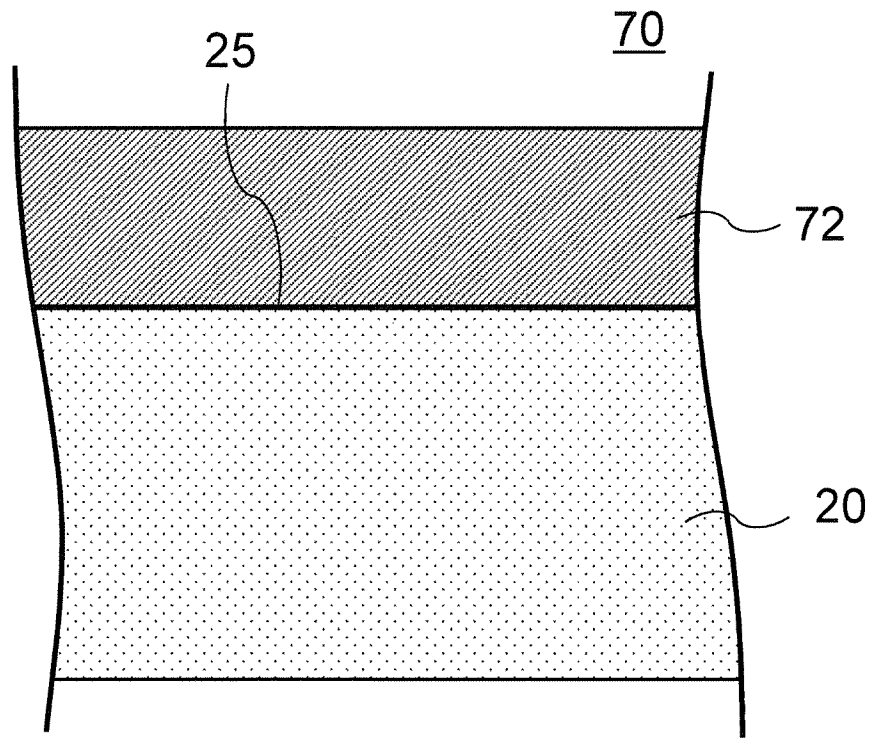
[図6C]

図6C



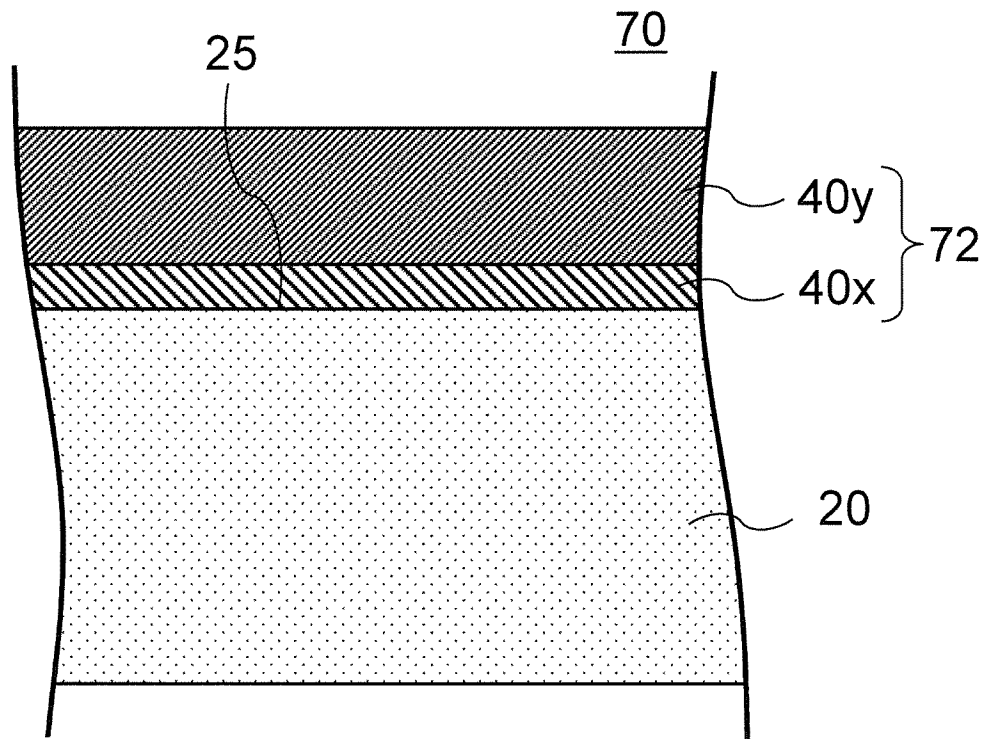
[図7A]

図7A



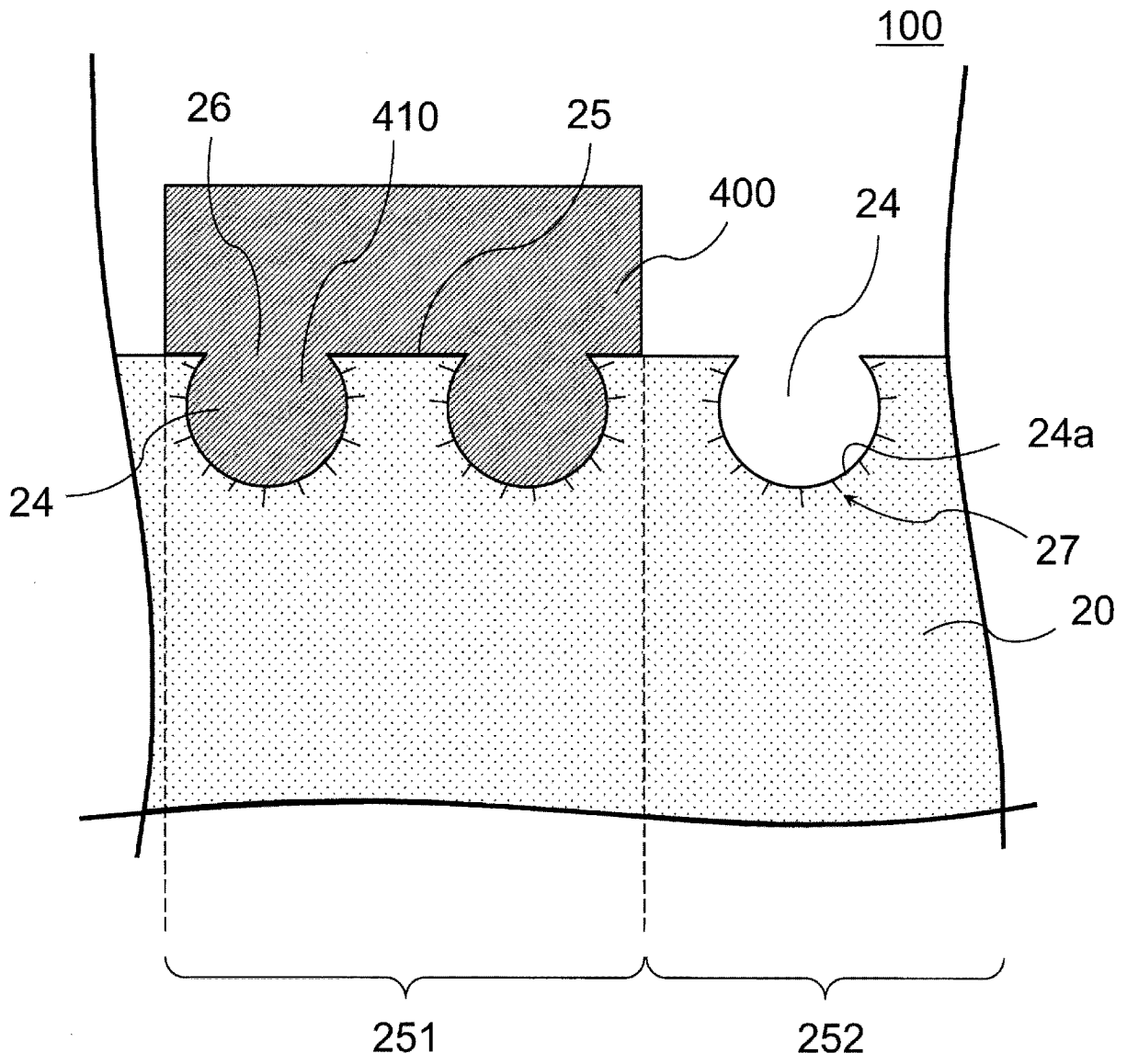
[図7B]

図7B



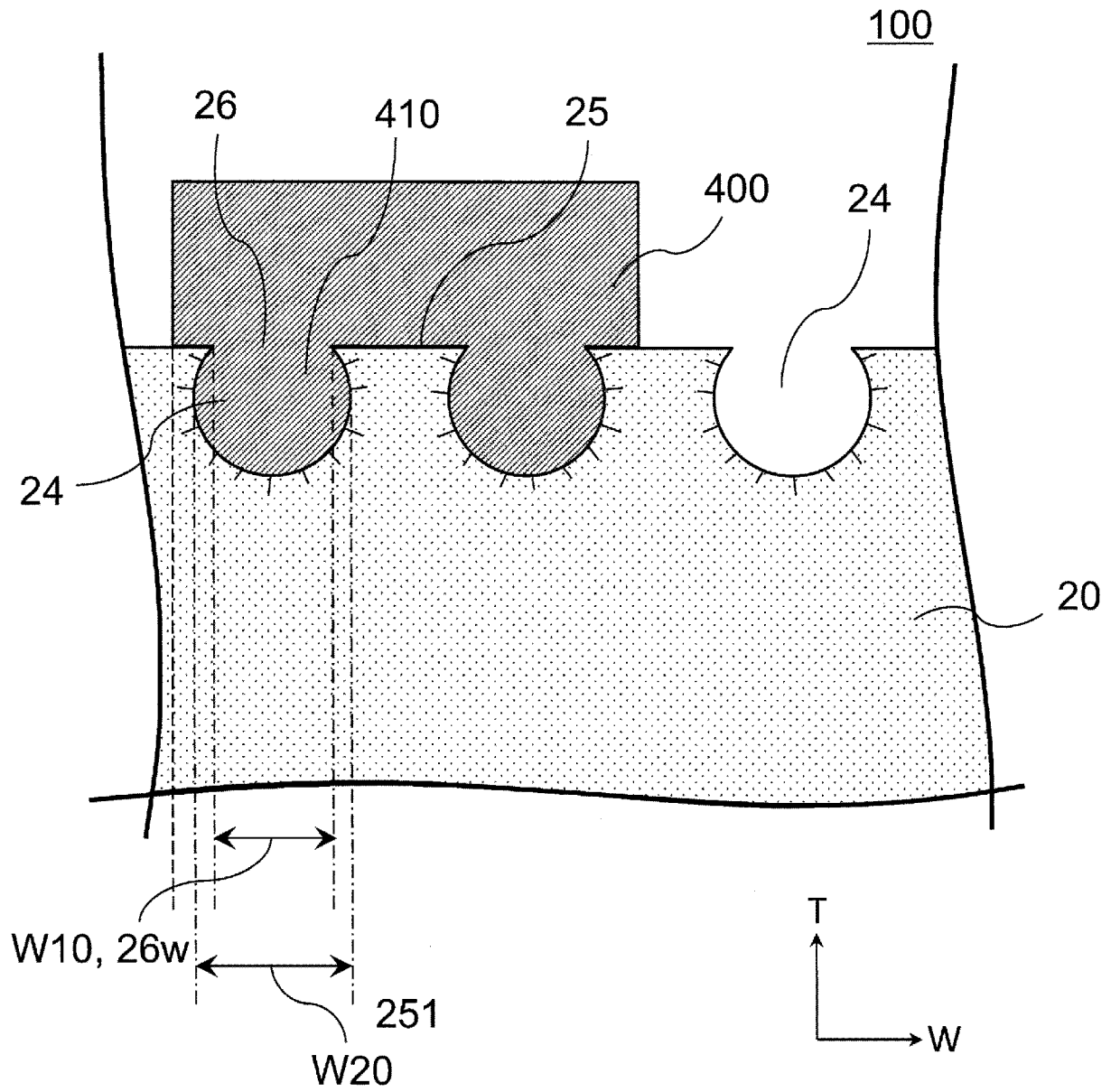
[図8A]

図8A



[図8B]

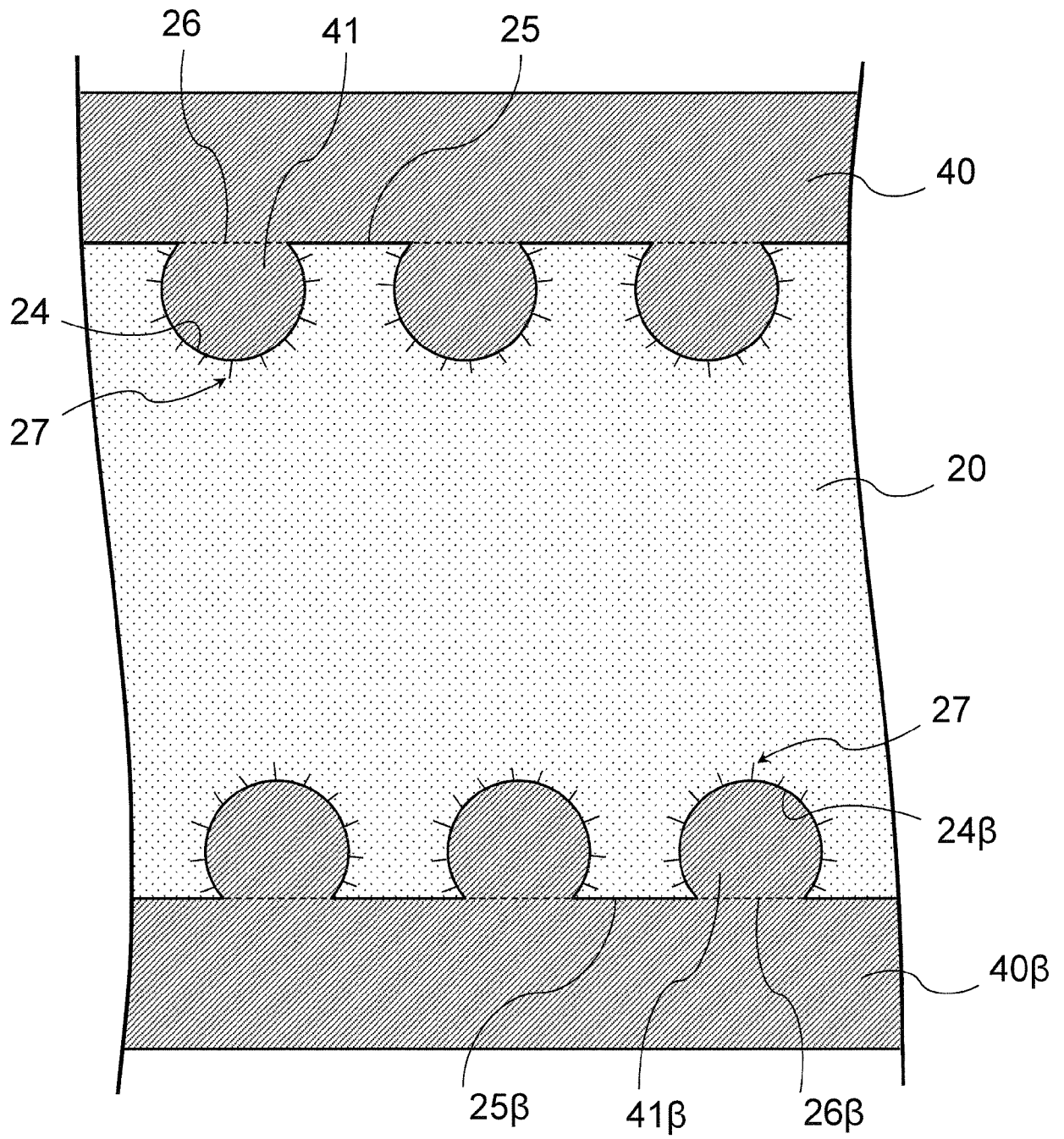
図8B



[図9]

図9

10β



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/043300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B32B 15/08</i> (2006.01)i; <i>H05K 3/38</i> (2006.01)i FI: B32B15/08 J; H05K3/38 A; H05K3/38 B; H05K3/38 C 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; H05K3/38		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
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.
Y	JP 2006-351646 A (TOKAI RUBBER IND. LTD.) 28 December 2006 (2006-12-28) claims, paragraphs [0055]-[0059], [0067]-[0079], example 1	1-10
Y	JP 2008-221488 A (KANTO GAKUIN UNIV SURFACE ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE) 25 September 2008 (2008-09-25) claims, paragraphs [0025]-[0028], [0031], [0034], examples 1, 2, fig. 1, 2	1-10
A	JP 2004-307980 A (TORAY ENGINEERING CO., LTD.) 04 November 2004 (2004-11-04) claims, paragraphs [0003], [0045]-[0053], [0056]-[0057], example 1	1-10
A	JP 2006-135179 A (HITACHI MAXELL LTD.) 25 May 2006 (2006-05-25) claims, paragraphs [0022], [0030]-[0036]	1-10
A	JP 6-143491 A (MITSUBISHI SHINDOH CO., LTD.) 24 May 1994 (1994-05-24) claims, paragraphs [0013]-[0021]	1-10
A	US 5599592 A (LAUDE, Lucien D.) 04 February 1997 (1997-02-04) claims, column 2, line 40 to column 4, line 51	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 14 February 2024		Date of mailing of the international search report 27 February 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2023/043300

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2006-351646 A	28 December 2006	(Family: none)	
JP 2008-221488 A	25 September 2008	(Family: none)	
JP 2004-307980 A	04 November 2004	(Family: none)	
JP 2006-135179 A	25 May 2006	(Family: none)	
JP 6-143491 A	24 May 1994	(Family: none)	
US 5599592 A	04 February 1997	EP 693138 A1	
		BE 1008038 A	
		ES 2108570 T	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B32B 15/08(2006.01)i; H05K 3/38(2006.01)i FI: B32B15/08 J; H05K3/38 A; H05K3/38 B; H05K3/38 C		
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（IPC）） B32B1/00-43/00; H05K3/38 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 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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
Y	JP 2006-351646 A（東海ゴム工業株式会社）28.12.2006（2006 - 12 - 28） 特許請求の範囲, [0055]-[0059], [0067]-[0079], 実施例 1	1-10
Y	JP 2008-221488 A（株式会社関東学院大学表面工学研究所）25.09.2008（2008 - 09 - 25） 特許請求の範囲, [0025]-[0028], [0031], [0034], 実施例1, 実施例2, 図1, 図2	1-10
A	JP 2004-307980 A（東レエンジニアリング株式会社）04.11.2004（2004 - 11 - 04） 特許請求の範囲, [0003], [0045]-[0053], [0056]-[0057], 実施例 1	1-10
A	JP 2006-135179 A（日立マクセル株式会社）25.05.2006（2006 - 05 - 25） 特許請求の範囲, [0022], [0030]-[0036]	1-10
A	JP 6-143491 A（三菱伸銅株式会社）24.05.1994（1994 - 05 - 24） 特許請求の範囲, [0013]-[0021]	1-10
A	US 5599592 A（LAUDE, Lucien D.）04.02.1997（1997 - 02 - 04） クレーム, 第2欄第40行-第4欄第51行	1-10
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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抵触するものではなく、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	14. 02. 2024	国際調査報告の発送日
名称及びあて先	日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 増田 亮子 4S 9267 電話番号 03-3581-1101 内線 3474

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/043300

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2006-351646	A	28.12.2006	(ファミリーなし)			
JP	2008-221488	A	25.09.2008	(ファミリーなし)			
JP	2004-307980	A	04.11.2004	(ファミリーなし)			
JP	2006-135179	A	25.05.2006	(ファミリーなし)			
JP	6-143491	A	24.05.1994	(ファミリーなし)			
US	5599592	A	04.02.1997	EP	693138	A1	
				BE	1008038	A	
				ES	2108570	T	