

(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
2022年1月13日(13.01.2022)



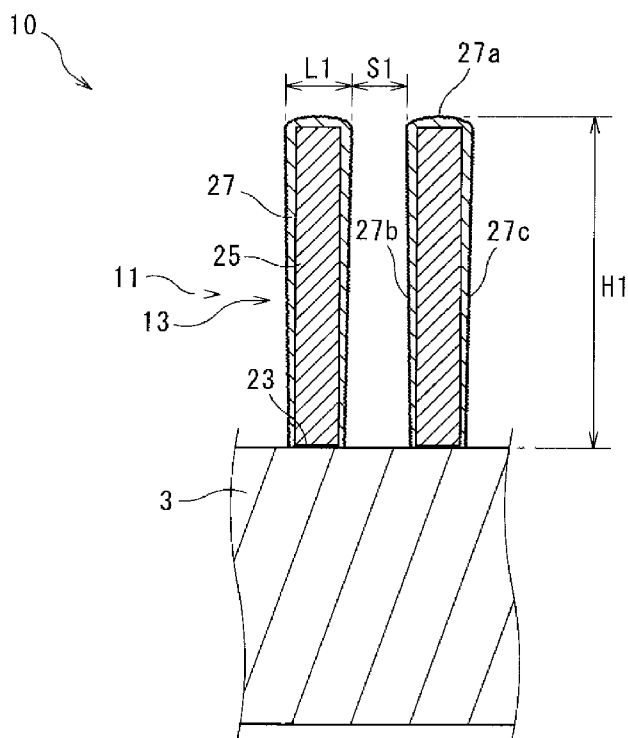
(10) 国際公開番号

WO 2022/009675 A1

- (51) 国際特許分類:
C25D 3/02 (2006.01) C25D 21/12 (2006.01)
C25D 5/02 (2006.01) H05K 1/16 (2006.01)
C25D 5/10 (2006.01) H05K 3/18 (2006.01)
C25D 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/023701
- (22) 国際出願日: 2021年6月23日(23.06.2021)
- (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 2020-117888 2020年7月8日(08.07.2020) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四
- 丁目5番33号 Osaka (JP). 住友電工プリント
サーキット株式会社(SUMITOMO ELECTRIC
PRINTED CIRCUITS, INC.) [JP/JP]; 〒5280068
滋賀県甲賀市水口町ひのきが丘3
0番地 Shiga (JP).
- (72) 発明者: 池邊 茉紀(IKEBE Maki); 〒5410041 大
阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住
友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 新田 耕司
(NITTA Koji); 〒5410041 大阪府大阪市中央区
北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会
社内 Osaka (JP). 酒井 将一郎(SAKAI Shoichiro);
〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5
番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
永田 真悟(NAGATA Shingo); 〒5410041 大阪
府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友
電気工業株式会社内 Osaka (JP). 本村 隼一

(54) Title: FLEXIBLE PRINTED WIRING BOARD AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: フレキシブルプリント配線板及びその製造方法



(57) Abstract: A flexible printed wiring board according to an aspect of the present disclosure comprises a base film and a plurality of wires that are disposed on the surface of the base film, wherein each of the wires has an end surface along the longitudinal direction of the wire and two side surfaces along the longitudinal direction, the arithmetic average roughness Ra of the side surfaces is 0.05-2.0 μm , the average height of the wires is 40-120 μm , and the average spacing of the wires is 1-30 μm .



WO 2022/009675 A1

(MOTOMURA Junichi); 〒5280068 滋賀県甲賀市水口町ひのきが丘30番地 住友電工プリントサーキット株式会社内 Shiga (JP). 伊藤 雅広 (ITOH Masahiro); 〒5280068 滋賀県甲賀市水口町ひのきが丘30番地 住友電工プリントサーキット株式会社内 Shiga (JP).

(74) 代理人: 森田 剛史, 外 (MORITA Takeshi et al.); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社内 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本開示の一態様に係るフレキシブルプリント配線板は、ベースフィルムと、上記ベースフィルムの表面に配置される複数の配線とを備えるフレキシブルプリント配線板であって、上記配線は、上記配線の長手方向に沿った先端面及び上記長手方向に沿った2つの側面を有し、上記側面の算術平均粗さ R_a が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下であり、上記配線の平均高さが $40\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下であり、上記配線の平均間隔が $1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下である。

明 細 書

発明の名称：フレキシブルプリント配線板及びその製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、フレキシブルプリント配線板及びその製造方法に関する。本出願は、2020年7月8日出願の日本出願第2020-117888号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] フレキシブルプリント配線板は、様々な電子機器の回路を構成するために広く利用されている。近年、電子機器の小型化に伴い、フレキシブルプリント配線板の小型化及びその配線密度の増大が著しい。

[0003] このような小型の配線板として、基板と、この基板の表面に配置される第1めっき層及び第2めっき層を含む配線とを備え、第2めっき層の表面粗さが1nm～600nmである配線板が提案されている。この配線板によれば、第2めっき層と、この第2めっき層を覆う絶縁膜との密着力を増大することができる（特開2019-186518号公報参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-186518号公報

発明の概要

[0005] 本開示の一態様に係るフレキシブルプリント配線板は、ベースフィルムと、上記ベースフィルムの表面に配置される複数の配線とを備えるフレキシブルプリント配線板であって、上記配線は、その長手方向に沿った先端面及び上記長手方向に沿った2つの側面を有し、上記側面の算術平均粗さRaが0.05 μ m以上2.0 μ m以下であり、上記配線の平均高さが40 μ m以上120 μ m以下であり、上記配線の平均間隔が1 μ m以上30 μ m以下である。

[0006] 本開示の別の態様に係るフレキシブルプリント配線板の製造方法は、ベースフィルムと、上記ベースフィルムの表面に配置される複数の配線とを備えるフレキシブルプリント配線板の製造方法であって、上記配線は、その長手方向に沿った先端面及び上記長手方向に沿った2つの側面を有し、上記側面の算術平均粗さ R_a が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下であり、上記配線の平均高さが $40\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下であり、上記配線の平均間隔が $1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、表面に導電性下地層が積層されたベースフィルムを準備し、レジストパターンを用いて第1めっき液中にて上記導電性下地層上に電気めっきすることにより第1めっき層を形成する第1めっき工程と、上記レジストパターンにおける上記第1めっき層の非積層領域及び上記導電性下地層における上記第1めっき層の非積層領域を除去する工程と、上記除去する工程の後、第2めっき液中にて上記第1めっき層に電気めっきすることにより、第2めっき層を形成する第2めっき工程とを備え、上記第2めっき液が、 2500 以上 8000 以下の数平均分子量を有するポリエチレングリコールを含有し、上記第2めっき工程では、上記側面の算術平均粗さ R_a が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下となるように上記電気めっきの電流密度を調整する。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]図1は、第一実施形態のフレキシブルプリント配線板の上面図である。
- [図2]図2は、図2のAA線の模式的端面図である。
- [図3]図3は、図2のフレキシブルプリント配線板の製造方法を説明するための模式的端面図である。
- [図4]図4は、図2のフレキシブルプリント配線板の製造方法を説明するための模式的端面図である。
- [図5]図5は、図2のフレキシブルプリント配線板の製造方法を説明するための模式的端面図である。
- [図6]図6は、第三実施形態のフレキシブルプリント配線板を示す模式的端面図である。

発明を実施するための形態

[0008] [本開示が解決しようとする課題]

上記特許文献の配線板では、配線の間隔が比較的小さくかつ配線の高さが比較的大きくなると、隣接する配線が接触し、短絡が発生するおそれがある。

[0009] 本開示は、配線を覆う絶縁膜との接着性に優れ、短絡が抑制されたフレキシブルプリント配線板及びその製造方法を提供することを目的とする。

[0010] [本開示の効果]

本開示の一態様に係るフレキシブルプリント配線板は、絶縁膜との接着性に優れ、しかも短絡が抑制されている。本開示の別の態様に係るフレキシブルプリント配線板の製造方法は、絶縁膜との接着性に優れ、しかも短絡が抑制されたフレキシブルプリント配線板を製造することができる。

[0011] [本開示の実施形態の説明]

本開示の一態様に係るフレキシブルプリント配線板は、ベースフィルムと、上記ベースフィルムの表面に配置される複数の配線とを備えるフレキシブルプリント配線板であって、上記配線は、その長手方向に沿った先端面及び上記長手方向に沿った2つの側面を有し、上記側面の算術平均粗さ R_a が $0.05 \mu\text{m}$ 以上 $2.0 \mu\text{m}$ 以下であり、上記配線の平均高さが $40 \mu\text{m}$ 以上 $120 \mu\text{m}$ 以下であり、上記配線の平均間隔が $1 \mu\text{m}$ 以上 $30 \mu\text{m}$ 以下である。

[0012] 当該フレキシブルプリント配線板では、側面の算術平均粗さ R_a が上記範囲内であり、かつ配線の平均高さ及び平均間隔が上記範囲であるので短絡を抑制することができる。加えて、配線を覆うように絶縁膜が積層される場合、この絶縁膜と配線との接着性を大きくすることができる。よって、当該フレキシブルプリント配線板は、絶縁膜との接着性に優れ、しかも短絡が抑制されている。

[0013] 上記先端面の算術平均粗さ R_a が $0.05 \mu\text{m}$ 以上 $2.0 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

- [0014] 上記先端面の算術平均粗さ R_a が上記範囲内であることで、絶縁膜と配線との接着性をより大きくすることができる。よって、当該フレキシブルプリント配線板が、より絶縁膜との接着性に優れる。
- [0015] 上記配線の平均線幅が $5\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。
- [0016] 平均線幅が上記範囲内である配線においても絶縁膜と配線との接着性をより大きくすることができる。よって、当該フレキシブルプリント配線板の優位性が高まる。
- [0017] 上記配線の平均高さが $40\ \mu\text{m}$ 以上 $60\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。
- [0018] 平均高さが上記範囲内であるので、絶縁膜と配線との接着性をより大きくし、かつ短絡を抑制することができる。よって、フレキシブルプリント配線板の優位性が高まる。
- [0019] 上記配線の幅は、上記長手方向に垂直な断面において、上記ベースフィルムの上記表面から上記先端面に向けて大きくなる。この特徴によると、配線を覆う絶縁膜との接着性に優れる。
- [0020] 上記配線は、上記ベースフィルムの上記表面に積層される第1導電性下地層と、上記第1導電性下地層における上記ベースフィルムとは反対の表面に積層される第1めっき層と、上記第1導電性下地層の両側面及び上記第1めっき層の第1導電性下地層とは反対の側の表面及び両側面を覆うように積層される第2めっき層を含み、上記第2めっき層の先端面と側面がそれぞれ上記配線の上記先端面と上記側面に相当する。
- [0021] 上記第1めっき層の側面に垂直方向の上記第2めっき層の厚みが、上記ベースフィルムの上記表面と上記第2めっき層との接触面から先端面に向けて大きくなる。この特徴によると、配線を覆う絶縁膜との接着性に優れる。
- [0022] 上記配線は、上記ベースフィルムの上記表面に積層される第1導電性下地層と、上記第1導電性下地層における上記ベースフィルムとは反対の表面に積層される第3めっき層を含み、上記第3めっき層の先端面と側面がそれぞれ上記配線の上記先端面と上記側面に相当する。
- [0023] 本開示の別の態様に係るフレキシブルプリント配線板の製造方法は、ベー

スフィルムと、上記ベースフィルムの表面に配置される複数の配線とを備えるフレキシブルプリント配線板の製造方法であって、上記配線は、その長手方向に沿った先端面及び上記長手方向に沿った2つの側面を有し、上記側面の算術平均粗さ R_a が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下であり、上記配線の平均高さが $40\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下であり、上記配線の平均間隔が $1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、表面に導電性下地層が積層されたベースフィルムを準備し、レジストパターンを用いて第1めっき液中にて上記導電性下地層上に電気めっきすることにより第1めっき層を形成する第1めっき工程と、上記レジストパターンにおける上記第1めっき層の非積層領域及び上記導電性下地層における上記第1めっき層の非積層領域を除去する工程と、上記除去する工程の後、第2めっき液中にて上記第1めっき層に電気めっきすることにより、第2めっき層を形成する第2めっき工程とを備え、上記第2めっき液が、 2500 以上 8000 以下の数平均分子量を有するポリエチレングリコールを含有し、上記第2めっき工程では、上記側面の算術平均粗さ R_a が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下となるように上記電気めっきの電流密度を調整する。

[0024] 当該フレキシブルプリント配線板の製造方法によれば、上述した当該フレキシブルプリント配線板を製造することができる。すなわち、配線と配線を覆う絶縁膜との接着性に優れ、しかも短絡が抑制されたフレキシブルプリント配線板を製造することができる。

[0025] 上記第2めっき工程では、上記電流密度を2段階で調整するとよい。

[0026] 第2めっき工程において電流密度を2段階で調整することで、算術平均粗さ R_a を上記範囲内に調整することが容易になる。

[0027] 本明細書でいう「高さ方向」とは、配線が形成されるベースフィルムの面に垂直な方向を意味する。「配線の平均高さ」とは、1本の配線の任意の十点において測定した高さの平均値を意味する。「高さ」とは、ベースフィルムの面に垂直な方向におけるベースフィルムから配線の上端縁までの間の距離を意味する。「高さ」は「厚み」に相当する。

[0028] 配線の「間隔」とは、対向する2本の配線の隣接面間の距離を意味する。

「平均間隔」とは、長手方向に垂直な配線断面をマイクロトム等の断面加工装置で露出させ任意の十点の断面観察による隣接面間の距離を平均した値を意味する。配線の「線幅」とは、配線における長手方向と垂直な方向の幅の寸法を意味する。「平均線幅」とは、配線断面をマイクロトム等の断面加工装置で露出させ任意の十点の断面観察による各最大幅を平均した値を意味する。

ただし、各配線間を接続するためのビア（スルーホール、ブラインドビア、フィールドビア）を有するランド部分、実装部品との接続するランド部分、他のプリント基板やコネクタとの接続するためのランド部分等のランド部分については、上記にて規定する「高さ」、「線幅」「間隔」から除外するものとする。

[0029] 「側面の算術平均粗さ R_a 」とは、各配線における各側面全体の算出平均粗さ R_a を意味する。「先端面の算術平均粗さ R_a 」とは、各配線における先端面全体の算出平均粗さ R_a を意味する。ここでいう「算術平均粗さ R_a 」とは、配線の側面又は先端面における任意の5箇所の算術平均粗さ R_a を測定し、これの平均値をいう。任意の5箇所の各算術平均粗さ R_a とは、各箇所において、粗さ曲線からその平均線の方に位置0から位置Lまで基準長さ（L）だけを抜き取り、この抜き取り部分の平均線の方にX軸を、縦倍率の方にY軸を取り、粗さ曲線を $y = f(x)$ で表したときに、下記式（1）によって求められる値をマイクロメートル（ μm ）で表したものを意味する。具体的な測定方法は実施例で説明する。

[0030] [数1]

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx \cdots (1)$$

[0031] [本開示の実施形態の詳細]

以下、本開示に係るフレキシブルプリント配線板及びその製造方法の実施形態について図面を参照しつつ詳説する。なお、本実施形態において「表面

」とは、ベースフィルムの高さ方向のうち、配線が積層される側の面を指すものであり、本実施形態の表裏がフレキシブルプリント配線板の使用状態における表裏を決定するものではない。

[0032] [第一実施形態]

[フレキシブルプリント配線板]

図1は、本実施形態のフレキシブルプリント配線板10の上面図である。図2は、AA線の模式的断面図である。図1と図2に示すように、本実施形態のフレキシブルプリント配線板10は、絶縁性を有するベースフィルム3と、ベースフィルム3の一方の表面に配置（積層）される複数本の配線13を有する配線層11とを主に備える。フレキシブルプリント配線板10は、ベースフィルム3又は配線層11の表面に絶縁膜（カバーフィルム）をさらに備えてもよい。この絶縁膜としては、例えば従来公知の樹脂フィルム等が挙げられ、この絶縁膜は、例えば接着剤によってベースフィルム3又は配線層11に接着される。

[0033] <ベースフィルム>

ベースフィルム3は、絶縁性を有する合成樹脂製の層である。ベースフィルム3は、可撓性を有する。このベースフィルム3は、配線層11を形成するための基材でもある。ベースフィルム3の形成材料としては、絶縁性及び可撓性を有するものであれば特に限定されないが、シート状に形成された低誘電率の合成樹脂フィルムを採用し得る。この合成樹脂フィルムの主成分としては、例えばポリイミド、ポリエチレンテレフタレート、液晶ポリマー、フッ素樹脂等が挙げられる。「主成分」とは、最も含有量の多い成分であり、例えば形成材料中50質量%以上を占める成分を意味する。ベースフィルム3は、ポリイミド等の例示した樹脂以外の他の樹脂、帯電防止剤等を含有してもよい。

[0034] ベースフィルム3の平均厚みの下限としては、特に限定されないが、3 μ mであってもよく、5 μ mであってもよく、10 μ mであってもよい。ベースフィルム3の平均厚みの上限としては、特に限定されないが、200 μ m

であってもよく、 $150\mu\text{m}$ であってもよく、 $100\mu\text{m}$ であってもよい。ベースフィルム3の平均厚みが $3\mu\text{m}$ 未満である場合、ベースフィルム3の絶縁強度及び機械的強度が不十分となるおそれがある。一方、ベースフィルム3の平均厚みが $200\mu\text{m}$ を超える場合、フレキシブルプリント配線板10が不要に厚くなるおそれがある。ここで、「平均厚み」とは、任意の十点において測定した厚みの平均値を意味する。なお、以下において他の部材等の「平均厚み」も、これと同様に測定される。

[0035] <配線層>

配線層11は、ベースフィルム3の表面に直接又は他の層を介して配置（積層）される。配線層11が有する配線13としては、例えば信号を送るための信号線、電力供給用の電流を送るための電流線、磁界発生用の電流を送るための電流線等が挙げられる。

[0036] 配線13は、ベースフィルム3の表面に配置（積層）される第1導電性下地層23と、第1導電性下地層23におけるベースフィルム3とは反対の表面に配置（積層）される第1めっき層25と、第1導電性下地層23の両側面及び第1めっき層25の第1導電性下地層23とは反対の側の表面及び両側面を覆うように配置（積層）される第2めっき層27とによって形成される。

[0037] 例えば配線13の横断面は、図2に示すように、配線13におけるベースフィルム3との接続部分からこの配線13の先端に向かう程、幅が大きくなるような形状である。換言すれば、横断面は、ベースフィルム3に向かう程先細りになっている形状である。すなわち、横断面は、逆台形状である。横断面が上記のように逆台形状であることで、配線13の両側面と絶縁膜との接着性をより大きくすることができる。よって、フレキシブルプリント配線板10が、より絶縁膜との接着性に優れる。図2のフレキシブルプリント配線板10において、第1めっき層25の側面に垂直方向の第2めっき層27の厚みが、ベースフィルムの表面と第2めっき層27との接触面から配線13の先端面に向けて大きくなる。

[0038] 配線13の平均線幅L1の下限としては、 $5\mu\text{m}$ であってもよく、 $7.5\mu\text{m}$ であってもよく、 $10\mu\text{m}$ であってもよい。配線13の平均線幅L1の上限としては、 $30\mu\text{m}$ であってもよく、 $25\mu\text{m}$ であってもよく、 $20\mu\text{m}$ であってもよい。配線13の平均線幅L1が $5\mu\text{m}$ に満たない場合、配線13の製造が困難になるおそれがある。一方、配線13の平均線幅L1が $30\mu\text{m}$ を超える場合、十分な配線密度を得られないおそれがある。「平均線幅」は、フレキシブルプリント配線板10の断面をマイクロトム等の断面加工装置で露出させ、各配線13における最も幅の大きい部分の長さを測定可能な顕微鏡等によって測定し、任意の十点の平均値として算出される値である。

[0039] 互いに隣接して配置される複数の配線13の平均間隔S1の下限としては、 $1\mu\text{m}$ であり、さらに $2\mu\text{m}$ であってもよい。配線13の平均間隔S1の上限としては、 $30\mu\text{m}$ であり、さらに $20\mu\text{m}$ であってもよく、 $10\mu\text{m}$ であってもよい。配線13の平均間隔S1が $1\mu\text{m}$ に満たない場合、短絡が発生するおそれがある。一方、配線13の平均間隔S1が $30\mu\text{m}$ を超える場合、十分な配線密度を得られないおそれがある。「平均間隔」は、フレキシブルプリント配線板10の断面をマイクロトム等の断面加工装置で露出させ、各配線13間の隙間における最も間隔の小さい部分の長さを測定可能な顕微鏡等によって測定し、それらの平均値として算出される値である。

[0040] 配線13の平均高さ（厚み）H1の下限としては、 $40\mu\text{m}$ であり、さらに $50\mu\text{m}$ であってもよい。配線13の平均高さH1の上限としては、 $120\mu\text{m}$ であり、さらに $100\mu\text{m}$ であってもよく、 $70\mu\text{m}$ であってもよく、 $60\mu\text{m}$ であってもよい。平均高さH1が $40\mu\text{m}$ に満たない場合、機械的強度が不足するおそれがある。一方、平均高さH1が $120\mu\text{m}$ を超える場合、後述するフレキシブルプリント配線板10の製造方法での配線13の形成が困難になるおそれがある。「平均高さ」は、フレキシブルプリント配線板10の断面をマイクロトム等の断面加工装置で露出させ、配線13において、任意の十点の断面観察による高さ（厚みに相当する。）を測定し、測

定結果の平均値を算出することによって得られる。なお、以下において他の部材等の「平均高さ」も、これと同様に測定される。

[0041] 第1導電性下地層23は、後述する導電性下地層M（例えば図3参照）の一部によって形成される。第1導電性下地層23の形成材料としては、例えば銅（Cu）、銀（Ag）、金（Au）、ニッケル（Ni）、チタン（Ti）、クロム（Cr）、これらの合金等が挙げられる。これら形成材料については、ベースフィルム3に対する配線層11の密着力の熱劣化を抑制する点で、第1導電性下地層23が、ベースフィルム3（例えばポリイミド）と接する側に、ニッケル、クロム、チタン及び銀よりなる群から選択される少なくとも1種を含有する層（第1層）を含んでもよい。さらに、第1導電性下地層23が、除去が容易で絶縁性を保つことが容易なニッケル及びクロムから選択される少なくとも1種を含有する層（第1層）を含んでもよい。また、第1導電性下地層23が、この第1層の上側（ベースフィルム3とは反対の側）に、銅を主成分とする層（第2層）を含んでもよい。この銅を主成分とする層が配置されることにより、電気めっきにより配線層11を形成する際に作業の短時間化が可能となる。

[0042] 例えば、第1層の平均厚みの下限としては、1nmであってもよく、2nmであってもよい。第1層の平均厚みの上限としては、15nmであってもよく、8nmであってもよい。平均厚みが1nmに満たない場合、ベースフィルム3に対する配線層11の密着力の熱劣化を抑制することが困難になるおそれがある。一方、平均厚みが15nmを超える場合、第1層が容易に除去され難くなり、配線層11の絶縁性を十分に保つことができないおそれがある。なお、この第1層は、スパッタ法、電気めっき法、無電解めっき法等によって形成され得る。

[0043] 例えば、第2層の平均厚みの下限としては、0.1 μ mであってもよく、0.2 μ mであってもよい。第2層の平均厚みの上限としては、2 μ mであってもよく、1 μ mであってもよい。平均厚みが0.1 μ mに満たない場合、電気めっきによって配線層11を形成する時間が過度に長くなるおそれがある。

ある。一方、平均厚みが $2\mu\text{m}$ を超える場合、第2層が容易に除去され難くなり、配線層11の絶縁性を十分に保つことができないおそれがある。なお、この第2層は、スパッタ法、電気めっき法、無電解めっき法等によって形成されることであってもよく、これらを組み合わせて形成されてもよい。特に、第1導電性下地層23の最上面側に無電解銅めっき層が配置されることであってもよく、これにより、それよりも内層がスパッタ法で形成された場合に、このスパッタ法によって生じ得る欠陥等をカバーすることができる。

[0044] 第1めっき層25を形成するための第1金属材料としては、例えば銅、ニッケル、金、銀、白金等を用いることができ、中でも比較的安価で導電性に優れる銅や比較的安価で耐食性に優れるニッケルが好適に用いられる。

[0045] 第1めっき層25は、後述するように、レジストパターンを用いて形成される。すなわち、第1めっき層25は、その長手方向に沿った2つの側面がレジストパターンに接触しつつ形成される。

[0046] 第2めっき層27を形成するための第2形成材料としては、第1金属材料と同様、例えば銅、ニッケル、金、銀、白金等を用いることができ、中でも比較的安価で導電性に優れる銅や比較的安価で耐食性に優れるニッケルが好適に用いられる。

[0047] 第2めっき層27は、後述するように、レジストパターンを用いることなく形成される。

[0048] 本実施形態では、第2めっき層27における長手方向に沿った先端面27aが、配線13における長手方向に沿った先端面に相当し、第2めっき層27における長手方向に沿った2つの側面27b及び27c（図2の左右の側面）が、配線13における長手方向に沿った2つの側面に相当する。本実施形態では、これら2つの側面27b、27cの算術平均粗さRaが0.05以上2.0以下である。

[0049] 各側面27b、27cの算術平均粗さRaの下限としては、上記の通り、それぞれ0.05であり、さらに0.1であってもよい。各側面27b、27cの算術平均粗さRaの上限としては、上記の通り、それぞれ2.0であ

り、さらに1.0であってもよく、0.7であってもよい。Raが0.05に満たない場合、絶縁膜との接着性が劣るおそれがある。一方、Raが2.0を超える場合、高周波特性が悪化するおそれがある。加えて、Raが2.0を超える場合、隣接する配線13間に短絡が生じるおそれがある。Raは、後述する実施例に記載の方法によって測定される。

[0050] 配線13の先端面27aの算術平均粗さRaは特に限定されない。例えば先端面27aの算術平均粗さRaの下限としては0.05であってもよく、0.1であってもよい。先端面27aのRaの上限としては、2.0であってもよく、1.0であってもよく、0.7であってもよい。Raが0.05に満たない場合、絶縁膜との接着性を十分に高められないおそれがある。一方、Raが2.0を超える場合、高周波特性が悪化するおそれがある。先端面27aの算術平均粗さRaは、測定対象を側面から先端面に変更し、特にベースフィルムを切断することなく、後述する実施例に記載の側面のRaの測定方法と同様にして測定される。

[0051] 2つの側面27b、27c、及び先端面27aの算術平均粗さRaは、後述するように、第2めっき液中の添加剤、及び電流密度を調整することによって、調整することができる。

[0052] <利点>

フレキシブルプリント配線板10は、配線13の平均高さH1及び平均間隔S1が上記範囲であり、側面27b、27cの算術平均粗さRaが上記範囲内であることで、短絡を抑制することができる。加えて、配線13を覆うように絶縁膜が積層される場合、この絶縁膜と配線13との接着性を大きくすることができる。従って、フレキシブルプリント配線板10は、絶縁膜との接着性に優れ、しかも短絡が抑制されている。

[0053] [第二実施形態]

[フレキシブルプリント配線板の製造方法]

次に、第一実施形態に係るフレキシブルプリント配線板の製造方法について説明する。

[0054] フレキシブルプリント配線板10の製造方法は、表面に導電性下地層Mが積層されたベースフィルム3を準備し、レジストパターンR1を用い、第1めっき液中にてベースフィルム3上の導電性下地層M上に電気めっきすることにより、第1めっき層25を形成する第1めっき工程と、レジストパターンR1における第1めっき層25の非積層領域及び導電性下地層Mにおける第1めっき層25の非積層領域を除去する第1除去工程（除去する工程）と、第1除去する工程の後、第2めっき液中にて第1めっき層25に電気めっきすることにより、第2めっき層27を形成する第2めっき工程とを備える。本実施形態では、第2めっき液が、2500以上8000以下の数平均分子量を有するポリエチレングリコールを含有する。第2めっき工程では、配線13の側面（ここでは第2めっき層27の2つの側面27b、27c）の算術平均粗さRaが0.05以上2.0以下となるように電気めっきの電流密度を調整する。

[0055] <導電性下地層>

導電性下地層Mは、ベースフィルム3の表面に積層される。この導電性下地層Mは、予めベースフィルム3の表面の全面に積層されたものを用いる。導電性下地層Mの一部が、第1導電性下地層23となる。

[0056] 導電性下地層Mの形成材料としては、例えば銅（Cu）、銀（Ag）、金（Au）、ニッケル（Ni）、チタン（Ti）、クロム（Cr）、これらの合金等が挙げられる。これら形成材料については、ベースフィルム3に対する配線層11の密着力の熱劣化を抑制する点で、導電性下地層Mが、ベースフィルム3（例えばポリイミド）と接する側に、ニッケル、クロム、チタン及び銀よりなる群から選択される少なくとも1種を含有する層（第1層）を含んでもよい。さらに、導電性下地層Mが、除去が容易で絶縁性を保つことが容易なニッケル及びクロムから選択される少なくとも1種を含有する層（第1層）を含んでもよい。また、導電性下地層Mが、この第1層の上側（ベースフィルム3とは反対の側）に、銅を主成分とする層（第2層）を含んでもよい。この銅を主成分とする層が配置されることにより、電気めっきによ

り配線層 1 1 を形成する際に作業の短時間化が可能となる。

[0057] 例えば、第 1 層の平均厚みの下限としては、1 nm であってもよく、2 nm であってもよい。第 1 層の平均厚みの上限としては、15 nm であってもよく、8 nm であってもよい。平均厚みが 1 nm に満たない場合、ベースフィルム 3 に対する配線層 1 1 の密着力の熱劣化を抑制することが困難になるおそれがある。一方、平均厚みが 15 nm を超える場合、第 1 層が容易に除去され難くなり、配線層 1 1 の絶縁性を十分に保つことができないおそれがある。なお、この第 1 層は、スパッタ法、電気めっき法、無電解めっき法等によって形成され得る。

[0058] 例えば、第 2 層の平均厚みの下限としては、0.1 μm であってもよく、0.2 μm であってもよい。第 2 層の平均厚みの上限としては、2 μm であってもよく、1 μm であってもよい。平均厚みが 0.1 μm に満たない場合、電気めっきによって配線層 1 1 を形成する時間が過度に長くなるおそれがある。一方、平均厚みが 2 μm を超える場合、第 2 層が容易に除去され難くなり、配線層 1 1 の絶縁性を十分に保つことができないおそれがある。なお、この第 2 層は、スパッタ法、電気めっき法、無電解めっき法等によって形成されてもよく、これらを組み合わせて形成されてもよい。特に、導電性下地層 M の最上面側に無電解銅めっき層が配置されてもよく、これにより、それよりも内層がスパッタ法で形成された場合に、このスパッタ法によって生じ得る欠陥等をカバーすることができる。

[0059] <第 1 めっき工程>

本工程は、導電性下地層 M の表面にフォトレジスト膜を積層する工程と、このフォトレジスト膜への露光及び現像により第 1 めっき層 2 5 の反転形状のレジストパターンを形成する工程と、このレジストパターンの開口部の導電性下地層 M 上への電気めっきにより第 1 めっき層 2 5 を形成する工程とを備える。

[0060] (フォトレジスト膜を積層する工程)

フォトレジスト膜を積層する工程では、導電性下地層 M の表面にフォトレ

ジスト膜（不図示）を積層する。

[0061] フォトレジスト膜は、感光することにより高分子の結合が強化されて現像液に対する溶解性が低下するネガ型レジスト組成物、又は感光することにより高分子の結合が弱化されて現像液に対する溶解性が増大するポジ型レジスト組成物によって形成される。

[0062] フォトレジスト膜は、液状のレジスト組成物の塗工及び乾燥によって導電性下地層M上に形成してもよいが、室温で流動性を有しないドライフィルムフォトレジストを熱圧着により積層してもよい。フォトレジスト膜としてドライフィルムフォトレジストを用いることによって、フォトレジスト膜の厚みを均一かつ小さくすることができるので、レジストパターンの細密化が容易となる。

[0063] フォトレジスト膜の平均高さ（厚さ）の下限としては、 $45\ \mu\text{m}$ であってもよく、 $50\ \mu\text{m}$ であってもよい。一方、フォトレジスト膜の平均高さの上限としては、 $170\ \mu\text{m}$ であってもよく、 $150\ \mu\text{m}$ であってもよい。フォトレジスト膜の平均高さが $45\ \mu\text{m}$ に満たない場合、ドライフィルムレジストの取り扱いが容易でなくなるおそれがある。一方、フォトレジスト膜の平均高さが $170\ \mu\text{m}$ を超える場合、レジストパターンの形状の精度が低下するおそれがある。

[0064] （レジストパターンを形成する工程）

レジストパターンを形成する工程では、先ず例えばフォトマスク等を用いてフォトレジスト膜を選択的に露光することにより、フォトレジスト膜に現像液に溶解する部分と溶解しない部分とを形成する。

[0065] 続いて、現像液を用いてフォトレジスト膜の溶解性の高い部分を洗い流すことで、図3に示すように形成すべき第1めっき層25に対応する部分が開口部とされたレジストパターンR1を得る。

[0066] レジストパターンR1は、第1めっき層25を画定する複数の開口部を有する。この開口部の平均幅の下限としては、 $5\ \mu\text{m}$ であってもよく、 $10\ \mu\text{m}$ であってもよく、 $15\ \mu\text{m}$ であってもよい。一方、開口部の平均幅の上限

としては、 $50\ \mu\text{m}$ であってもよく、 $40\ \mu\text{m}$ であってもよく、 $30\ \mu\text{m}$ であってもよい。開口部の平均幅が $5\ \mu\text{m}$ より小さいと、開口部の幅のバラツキが大きくなるおそれがあるほか、第2めっき層27の高さ（2次めっき量）が大きくなり過ぎて、寸法のバラツキ及びフレキシブルプリント配線板の製造コストが増大するおそれがある。逆に、開口部の平均幅が $50\ \mu\text{m}$ を超えると、レジストパターンR1が剥離し易くなるおそれがあるほか、配線密度が要求を満たせないおそれがある。なお、レジストパターンR1の第1めっき層25に対応する開口部の平均幅は、後述する第1除去工程でのエッチング前の第1めっき層25の平均幅と同等である。

[0067]（第1めっき層を形成する工程）

第1めっき層を形成する工程では、第1めっき液を用い、レジストパターンR1の開口部内に露出する導電性下地層Mに電気めっきによって金属を積層することで、図4に示すように、第1めっき層25を形成する。

[0068] 具体的には、この第1めっき層を形成する工程では、ベースフィルム3、導電性下地層M及びレジストパターンR1の積層体とこの積層体に対向する電極とを第1めっき液中に配置し、直流電源の負極を導電性下地層Mに接続し、正極を対向電極に接続することで、第1めっき液中の金属を導電性下地層M表面に析出させる。

[0069] 電気めっきにより積層する金属、すなわち第1めっき層25を形成するための第1金属材料としては、上述したように、例えば銅、ニッケル、金、銀、白金等を用いることができ、中でも比較的安価で導電性に優れる銅や比較的安価で耐食性に優れるニッケルが好適に用いられる。

[0070] 第1めっき液としては、第1金属材料と、第1添加剤とを含有するものが挙げられる。第1添加剤としては、後述するポリエチレングリコールの他、硫酸銅五水和物、硫酸、塩素イオン（塩化物イオン）、3,3'-ジチオビス（1-プロパンスルホン酸）2ナトリウム（SPS）等が挙げられる。第1めっき液として、後述する第2めっき液と同じものを用いることができる。

[0071] 第1めっき層を形成する工程で形成されるエッチング前の第1めっき層25の平均高さの下限としては、 $20\mu\text{m}$ であってもよく、 $25\mu\text{m}$ であってもよく、 $30\mu\text{m}$ であってもよい。

一方、エッチング前の第1めっき層25の平均高さの上限としては、 $125\mu\text{m}$ であってもよく、 $120\mu\text{m}$ であってもよく、 $118\mu\text{m}$ であってもよい。エッチング前の第1めっき層25の平均高さが $20\mu\text{m}$ より小さいと、第2めっき層27の高さ（2次めっき量）が大きくなり過ぎて、寸法のバラツキ及びフレキシブルプリント配線板の製造コストが増大するおそれがある。逆に、エッチング前の第1めっき層25の平均高さが $125\mu\text{m}$ を超えると、レジストパターンR1が剥離しにくくなるおそれや、フレキシブルプリント配線板10が不要に厚くなるおそれがある。

[0072] <第1除去工程>

第1除去工程では、図5に示すように第1めっき層25形成後にレジストパターンR1及びその底部の導電性下地層Mを除去する。

[0073] レジストパターンR1の除去は、レジストパターンR1を導電性下地層Mから剥離することで行われる。具体的には、レジストパターンR1、第1めっき層25、導電性下地層M及びベースフィルム3を有する積層体を剥離液に浸漬させることで、レジストパターンR1を剥離液により膨張させる。これにより、レジストパターンR1と導電性下地層Mとの間に反発力が生じ、レジストパターンR1が導電性下地層Mから剥離する。この剥離液としては公知のものを用いることができる。

[0074] レジストパターンR1底部の導電性下地層Mの除去は、レジストパターンR1剥離後に露出する導電性下地層Mを、第1めっき層25がマスクの役目を果たしエッチングにより除去する。これにより、複数の第めっき層25が電氣的に分離される。このエッチングには導電性下地層Mを形成する金属を浸食するエッチング液が使用される。

[0075] エッチング量は、導電性下地層Mが完全に除去される量であればよいが、フレキシブルプリント配線板10の製造方法では、第1めっき層25の平均

エッチング量を $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 未満であってもよい。また、平均エッチング量を $2.0\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。なお、「第1めっき層の平均エッチング量」とは、配線の長手方向と垂直な断面におけるエッチング前の第1めっき層の面積とエッチング後の第1めっき層の面積との差をエッチング前の第1めっき層の外表面（ベースフィルムとの積層面は除く）の長さで除して得られる厚みを配線の長手方向に平均した値である。

[0076] <第2めっき工程>

第2めっき工程では、第2めっき液を用い、第1めっき層25の表面に電気めっきにより第2めっき層27を被覆し、配線13を形成する。この電気めっきは例えば公知の電気めっき法を用い、後述するように電流密度を調整することにより行うことができる。これにより、上述したような図2のフレキシブルプリント配線板10が得られる。実施形態の製造方法においては、このように、いわゆるセミアディティブ法が好適に用いられる。

[0077] 電気めっきにより積層する金属、すなわち第2めっき層27を形成するための第2金属材料としては、上述したように、例えば銅、ニッケル、金、銀、白金等を用いることができ、中でも比較的安価で導電性に優れる銅や比較的安価で耐食性に優れるニッケルが好適に用いられる。

[0078] この電気めっきにおいて用いる第2めっき液は、2500以上8000以下の数平均分子量を有するポリエチレングリコール（PEG）を含有する。この第2めっき液としては、第2金属材料と、第2添加剤としてポリエチレングリコールとを含有するものが挙げられる。ポリエチレングリコール以外の第2添加剤としては、上述した第1添加剤と同様、硫酸銅五水和物、硫酸、塩素イオン（塩化物イオン）、3,3'-ジチオビス（1-プロパンスルホン酸）2ナトリウム（SPS）等が挙げられる。

[0079] ポリエチレングリコールの数平均分子量 M_n の下限としては、2500であり、さらに2700であってもよく、3000であってもよい。数平均分子量 M_n の上限としては、8000であり、さらに7000であってもよく、5000であってもよい。数平均分子量 M_n が2500に満たない場合、

第2めっき層27の2つの側面27b、27c、及び先端面27aの算術平均粗さ R_a を上記範囲内に設定することが困難になるおそれがある。一方、数平均分子量 M_n が8000を超える場合にも、第2めっき層27の2つの側面27b、27c、及び先端面27aの算術平均粗さ R_a を上記範囲内に設定することが困難になるおそれがある。

[0080] 例えばポリエチレングリコールの重量平均分子量 M_w の下限としては、10000であってもよく、10100であってもよい。重量平均分子量 M_w の上限としては、20000であってもよく、18000であってもよく、16000であってもよく、15000であってもよい。重量平均分子量 M_w が10000に満たない場合、第2めっき層27の2つの側面27b、27c、及び先端面27aの算術平均粗さ R_a を上記範囲内に設定することが困難になるおそれがある。一方、重量平均分子量 M_w が20000を超える場合にも、第2めっき層27の2つの側面27b、27c、及び先端面27aの算術平均粗さ R_a を上記範囲内に設定することが困難になるおそれがある。

[0081] 例えばポリエチレングリコールのz平均分子量 M_z の下限としては、15000であってもよく、16000であってもよい。z平均分子量 M_z の上限としては、25000であってもよく、22000であってもよく、20000であってもよい。z平均分子量 M_z が15000に満たない場合、第2めっき層27の2つの側面27b、27c、及び先端面27aの算術平均粗さ R_a を上記範囲内に設定することが困難になるおそれがある。一方、z平均分子量 M_z が25000を超える場合にも、第2めっき層27の2つの側面27b、27c、及び先端面27aの算術平均粗さ R_a を上記範囲内に設定することが困難になるおそれがある。

[0082] 第2めっき工程での電流密度は、特に限定されず、適宜設定され得る。例えば電流密度の下限としては、合計で 0.3 A/m^2 であってもよく、 0.5 A/m^2 であってもよく、 1 A/m^2 であってもよい。電流密度の上限としては、合計で 5 A/m^2 であってもよく、 4 A/m^2 であってもよく、 3 A/m^2

であってもよい。電流密度が 0.3 A/m^2 に満たない場合、第2めっき層27の2つの側面27b、27c、及び先端面27aの算術平均粗さ R_a を上記範囲内に設定することが困難になるおそれがある。一方、電流密度が 5 A/m^2 を超える場合にも、第2めっき層27の2つの側面27b、27c、及び先端面27aの算術平均粗さ R_a を上記範囲内に設定することが困難になるおそれがある。

[0083] 第2めっき工程では、電流密度を1段階で調整してもよく、2段階で調整してもよい。このように、第2めっき工程において電流密度を2段階で調整することで、算術平均粗さ R_a を上記範囲内に調整することが容易になる。電流密度を1段階で調整する場合、電流密度の下限及び上限としては、上記の範囲であってもよい。

[0084] 電流密度を2段階で調整する場合、2段階目の電流密度が1段階目の電流密度よりも大きくてもよい。この場合において、例えば1段階目の電流密度の下限としては、 0.1 A/m^2 であってもよく、 0.3 A/m^2 であってもよい。1段階目の電流密度の上限としては、 1.5 A/m^2 であってもよく、 1.0 A/m^2 であってもよい。2段階目の電流密度の下限としては、 0.2 A/m^2 であってもよく、 1.0 A/m^2 であってもよい。2段階目の電流密度の上限としては、 5 A/m^2 であってもよく、 3 A/m^2 であってもよい。

[0085] <利点>

フレキシブルプリント配線板10の製造方法によれば、絶縁膜との接着性に優れ、しかも短絡が抑制されたフレキシブルプリント配線板10を製造することができる。フレキシブルプリント配線板10の製造方法によると、比較的密な配線パターン（配線の平均高さが $40 \mu\text{m}$ 以上 $120 \mu\text{m}$ 以下、配線の平均間隔が $1 \mu\text{m}$ 以上 $30 \mu\text{m}$ 以下）であっても、配線の側面を所定の表面粗さに調整することが可能となる。

[0086] [第三実施形態]

[フレキシブルプリント配線板]

図6に示すように、本実施形態のフレキシブルプリント配線板30は、絶

縁性を有するベースフィルム3と、ベースフィルム3の一方の表面に配置（積層）される複数の配線33を有する配線層31とを主に備える。上述した第一実施形態と同様、フレキシブルプリント配線板30は、ベースフィルム3又は配線層31の表面に絶縁膜（カバーフィルム）をさらに備えてもよい。

[0087] 本実施形態のフレキシブルプリント配線板30では、配線33が、第2導電性下地層43と、第2導電性下地層43上に配置された1層の第3めっき層45とを有する。

[0088] <ベースフィルム>

本実施形態のベースフィルム3は、第一実施形態のベースフィルム3と同じであるため、その詳細な説明を省略する。

[0089] <配線層>

配線層31は、ベースフィルム3の表面に直接又は他の層を介して配置（積層）される。配線層31が有する配線33としては、上述した第一実施形態と同様、例えば信号を送るための信号線、電力供給用の電流を送るための電流線、磁界発生用の電流を送るための電流線等が挙げられる。

[0090] 配線33は、ベースフィルム3の表面に配置（積層）される第2導電性下地層43と、第2導電性下地層43のベースフィルム3と反対の側の表面に配置（積層）される第3めっき層45とによって形成される。

[0091] 配線33の平均線幅 L_2 、平均間隔 S_2 及び平均高さ H_2 は、第一実施形態の配線13と同様に設定され得る。

[0092] 第2導電性下地層43の形成材料としては、第一実施形態の第1導電性下地層23と同じものが使用され得る。

[0093] 第3めっき層45を形成するための第3金属材料としては、第一実施形態の第1めっき層25及び第2めっき層27を形成するための第1金属材料及び第2金属材料と同じものが使用され得る。

[0094] 本実施形態では、第2導電性下地層43における長手方向に沿った2つの側面（図6の左右の側面）43b、43c、及び第3めっき層45における

長手方向に沿った2つの側面（図6の左右の側面）45b、45cが、配線33における長手方向に沿った2つの側面に相当する。第3めっき層45における長手方向に沿った先端面45aが、配線33における長手方向に沿った先端面に相当する。

[0095] 本実施形態では、上述した第一実施形態と同様、配線33の2つの側面の算術平均粗さ R_a が0.05以上2.0以下である。

[0096] 配線33の側面の算術平均粗さ R_a の下限としては、上述した第一実施形態と同様、0.05であり、さらに0.1であってもよい。側面の R_a の上限としては、第一実施形態と同様、2.0であり、さらに1.0であってもよく、0.7であってもよい。

[0097] 配線33の先端面（ここでは第3めっき層45の先端面45a）の算術平均粗さ R_a の下限としては、上述した第一実施形態と同様、0.05であってもよく、1.0であってもよい。先端面の R_a の上限としては、上述した第一実施形態と同様、2.0であってもよく、1.0であってもよく、0.7であってもよい。

[0098] 配線33の2つの側面の該当部分、及び先端面の算術平均粗さ R_a は、後述するように、エッチング条件を調整することによって、調整することができる。

[0099] [フレキシブルプリント配線板の製造方法]

次に、第三実施形態に係るフレキシブルプリント配線板30の製造方法について説明する。

[0100] フレキシブルプリント配線板30の製造方法は、レジストパターンR2（不図示）を用い、第3めっき液中にて一方の表面に導電性下地層Mが積層されたベースフィルム3の導電性下地層M上に電気めっきすることにより、第3めっき層45を形成する第3めっき工程と、レジストパターンR2及び導電性下地層Mにおける第3めっき層45の非積層領域を除去する第2除去工程と、第2除去工程の後、第3めっき層45の表面の算術平均粗さ R_a を調整する表面粗さ調整工程とを備える。表面粗さ調整工程では、第3めっき層

45の側面のRaが0.05以上2.0以下となるように第3めっき層45の表面粗さを調整する。

[0101] 本実施形態では配線33の各側面のRaが0.05以上2.0以下となるように第3めっき層45及び第2導電性下地層43の表面粗さを調整する。

[0102] 本実施形態では配線33の先端面（すなわち、第3めっき層45の先端面45a）のRaが0.05以上2.0以下となるように第3めっき層45の表面粗さを調整する。

[0103] <導電性下地層>

導電性下地層Mとしては、上述した第二実施形態と同じのものをを用いる。この導電性下地層Mの一部が、第2導電性下地層43となる。

[0104] <第3めっき工程>

本工程は、第二実施形態の第1めっき工程と同様の工程を行う。本工程により、導電性下地層MにおけるレジストパターンR2（不図示）の開口部に第3めっき層45が積層された積層体を得られる。

[0105] <第2除去工程>

第2除去工程では、上述した第二実施形態の第1除去工程と同様の工程を行う。本工程により、レジストパターンR2及びその底部の導電性下地層Mを除去する。

[0106] <表面粗さ調整工程>

本工程では、第2導電性下地層43の両側面43b、43c及び第3めっき層45の両側面45b、45c及び先端面45aをエッチングすることにより、これらの表面粗さを調整する。このエッチングには硫酸過酸化水素等のエッチング液が使用される。本工程により、配線33の長手方向に沿った両側面の算術平均粗さRaが上記範囲内に調整される。これと共に、配線33の先端面の算術平均表面粗さRaが上記範囲内に調整される。

[0107] なお、表面粗さ調整工程を、第2除去工程での導電性下地層Mのエッチングと同時に行ってもよい。

[0108] <利点>

フレキシブルプリント配線板 30 は、配線 33 の平均高さ H_2 及び平均間隔 S_2 が上記範囲であり、側面の算術平均粗さ R_a が上記範囲内であることで、短絡を抑制することができる。加えて、配線 33 を覆うように絶縁膜が積層される場合、この絶縁膜と配線 33 との接着性を大きくすることができる。従って、フレキシブルプリント配線板 30 は、絶縁膜との接着性に優れ、しかも短絡が抑制されている。

[0109] [その他の実施形態]

実施形態では、単一のベースフィルムと、このベースフィルムの一方向の表面に積層された配線層を有するフレキシブルプリント配線板について説明したが、フレキシブルプリント配線板 10 は、単一のベースフィルムの両方の表面に配線層が積層されたものであってもよい。また、フレキシブルプリント配線板 10 は、複数のベースフィルムを有し、各ベースフィルムが一方向の表面又は両方の表面に複数の配線層を有する多層プリント配線板であってもよい。この場合、ランド部を介して両面の配線層が導通され得る。

[0110] 実施形態では、ベースフィルムに 1 の配線層が積層される場合について説明したが、ベースフィルムに複数の配線層が互いに間隔を空けて積層されてもよい。

[0111] 実施形態では、各配線層 11、31 が各配線 13、33 を有する場合について説明したが、各配線層 11、31 がこれら配線 13、33 以外の配線を有する態様も採用し得る。

[0112] 今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記実施形態の構成に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

実施例

[0113] <試料の作製>

(参考例 1、2、比較例 1、2、実験例 1～4)

ベースフィルムの一面側（表面側）に導電性下地層が積層されたフィルム

(ユープレックス (登録商標) - S、宇部興産社製) を用い、上述した第二実施形態と同様の製造方法により、図 2 に示すような配線板、すなわちフィルムの導電性下地層に第 1 めっき層及び第 2 めっき層が積層された複数の配線を有する配線層を備える配線板を作製した。具体的には、以下のようにして配線板を作製した。

[0114] (めっき液)

下記の組成のめっき液を用い、PEGの種類を表 1 に示すように変更した。表 1 に示す PEG の各分子量は、下記の方法で測定した。

硫酸銅五水和物 : 75 g / L

硫酸 : 190 g / L

塩酸 (塩化物イオンの供給源) : 55 mg / L

PEG : 0.02 mmol / L

3, 3' - ジチオビス (1 - プロパンスルホン酸) 2 ナトリウム (SPS) : 0.5 mmol / L

ヤヌスグリーン B (JGB) : 0.05 mmol

[0115] (PEG の数平均分子量 M_n 、重量平均分子量 M_w 及び z 平均分子量 M_z の測定)

PEG の数平均分子量 M_n 、重量平均分子量 M_w 及び z 平均分子量 M_z を GPC 法 (gel permeation chromatography) で測定した。試料である PEG 原液を中和した後 (塩が析出)、遠心分離を行い、得られた上澄み液を回収後、フィルターを用いてろ過を行い、試料溶液を調整した。測定条件を下記に示す。下記のゲル浸透クロマトグラフ GPC 装置を用い、下記の検出器及びカラムを準備し、下記の硝酸ナトリウム水溶液を溶媒とし、下記の流速に設定し、下記の注入量で試料溶液を注入した。

カラム温度は下記のように設定した。

・測定条件

装置 : ゲル浸透クロマトグラフ GPC (機器 No. GPC-28)

検出器：示差屈折率検出器 R I（昭和電工社製 R I - 2 0 1、感度：3 2
）

カラム：T S K g e l G 3 0 0 0 P W X L 2 本（7. 8 m m × 3 0 c
m、東ソー社製）

溶媒：0. 1 M 硝酸ナトリウム水溶液

流速：0. 7 m L / m i n

カラム温度：2 3 ° C

注入量：0. 2 m L

標準試料：東ソー社、A g i l e n t 社及び S i g m a A l d r i c h
社製の単分散ポリエチレンオキサイド（P E O）及びポリエチレングリコー
ル（P E G）

[0116] 測定後の分子量分布曲線から下記の各定義式に示すように、数平均分子量 M_n 、重量平均分子量 M_w 、及び z 平均分子量 M_z を算出した。下記各式において、 M_i は、分子量校正曲線を介して得られた G P C 曲線の各溶出位置の分子量であり、 N_i は、分子数である。

$$M_n = \sum (N_i \cdot M_i) / \sum N_i$$

$$M_w = \sum (N_i \cdot M_i^2) / \sum (N_i \cdot M_i)$$

$$M_z = \sum (N_i \cdot M_i^3) / \sum (N_i \cdot M_i^2)$$

[0117]（めっき条件）

下記のめっき条件を用いた。

めっき浴の温度：2 5 ° C

アノード：不溶性アノード

電流密度（A S D）：表 1 に示すように変更

[0118]（第 1 めっき層の形成）

各めっき液を用い、各めっき条件で、上述した第二実施形態の第 1 めっき工程と同様にして、レジストパターンを用い、フィルムの導電性下地層に通電して電気めっきすることにより、導電性下地層上に第 1 めっき層を形成した。その後、上述した第二実施形態の第 1 除去工程と同様にして、レジスト

パターンを剥離し、第1めっき層をマスクとして導電性下地層のエッチングを行った。

[0119] (第2めっき層の形成)

次いで、第1めっき層の形成時と同様の各条件をそれぞれ用い、上述した第二実施形態の第2めっき工程と同様にして電気めっきを行うことにより、第2めっき層を形成した。このように、それぞれの第1めっき層の形成で用いためっき液及びめっき条件を、そのままそれぞれの第2めっき層の形成に用いた。

[0120] 表1に示すようにめっき条件を変更することにより、両側面の表面を粗くした配線を有する参考例1、2、比較例1、2、及び実施例1～4の配線板を、測定試料として作製した。

[0121] 第2めっき層を形成した後の配線の平均間隔及び平均高さは、表1に示す通りである。

[0122] <評価>

得られた各配線板について、下記に示す方法で、配線の側面の算術平均粗さ R_a 、短絡率、絶縁膜の接着性（密着性）を評価した。

[0123] (配線の側面の算術平均粗さ R_a の測定)

任意の1の配線の側面を観察することができるように、配線の近傍のベースフィルムを配線の長手方向に沿ってカッターで切断した後、配線の側面の任意の5箇所について、JIS B0601(2013年)に準拠して、レーザー顕微鏡（形状解析レーザー顕微鏡、VK-X100、キーエンス社製）を用いて算術平均粗さ R_a を測定し、得られた5箇所の算術平均粗さ R_a の平均値を、配線の側面の算術平均粗さ R_a (μm)として算出した。結果を表1に示す。

[0124] (短絡率)

各配線板について、4端子法を用いて抵抗を測定することによって、短絡率(%)を測定した。結果を表1に示す。

[0125] (絶縁膜の密着性)

各配線に厚さ30 μ mアクリル接着剤を塗布後、絶縁膜としての厚さ5 μ mのポリイミドフィルムを圧着プレスすることによって、参考例1、2、比較例1、2及び実施例1～4の配線板に、各配線を覆うように絶縁膜を接着した。接着後、下記に示すようにピール試験を行い、絶縁膜が剥れた面積が100 mm^2 以上である場合を「1」、50 mm^2 以上100 mm^2 未満である場合を「2」、20 mm^2 以上50 mm^2 未満である場合を「3」、10 mm^2 以上20 mm^2 未満である場合を「4」、10 mm^2 未満である場合（0 mm^2 である場合も含む）を「5」と評価した。評価結果の数字が大きい程、密着性に優れる。結果を表1に示す。

[0126]

[表1]

	Ra [μm]	PEG			電流密度 [ASD]		配線の 平均間隔 [μm]	配線の 平均高さ [μm]	短絡率 [%]	密着性
		数平均分子 量	重量平均分子 量	z平均分子 量	1回目	2回目				
参考例1	3.0	1000	2800	6540	2	-	50	50	0	5
参考例2	3.0	1000	2800	6540	2	-	50	30	0	5
比較例1	3.0	1000	2800	6540	2	-	5	60	100	5
比較例2	0.03	10100	20210	26590	2	-	5	60	0	5
実施例1	0.8	3000	10150	17500	2	-	5	60	20	4
実施例2	1.0	3000	10150	17500	1.5	-	5	60	35	4
実施例3	0.1	3000	10150	17500	0.1	2	5	60	0	5
実施例4	0.23	4500	14980	19700	0.1	2	5	60	0	5

[0127] 表1に示すように、配線の平均間隔が $30\mu\text{m}$ を超える参考例1、2は、短絡が抑制され、かつ密着性にも優れることが示された。このように、配線の平均間隔が $30\mu\text{m}$ 超という比較的大きい場合、及び平均高さが $40\mu\text{m}$ 未満という比較的小さい場合には、配線の側面の算術平均粗さ R_a が 2.0 を超えても、短絡が発生しないことが示された。

[0128] しかし、配線の平均間隔が $30\mu\text{m}$ 以下である比較例1では、算出平均粗さ R_a が 2.0 を超えると、大きな短絡が発生することが示された。加えて、配線の平均間隔が $30\mu\text{m}$ 以下である比較例2では、算術平均粗さ R_a が $0.05\mu\text{m}$ 未満であると、短絡は抑制されるものの、密着性に劣ることが示された。

[0129] これに対し、配線の平均間隔が $30\mu\text{m}$ 以下、かつ平均高さが $40\mu\text{m}$ 以上である実施例1～4では、配線の側面の算術平均粗さ R_a が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下であると、短絡が抑制され、かつ絶縁膜への密着性に優れることが示された。

符号の説明

[0130] 10、30フレキシブルプリント配線板、3ベースフィルム、11、31配線層、13、33配線、23第1導電性下地層、25第1めっき層、27第2めっき層、27a先端面、27b、27c側面、43第2導電性下地層、43b、43c側面、45第3めっき層、45a先端面、45b、45c側面、H1、H2平均高さ、L1、L2平均線幅、S1、S2平均間隔、M導電性下地層、R1レジストパターン

請求の範囲

- [請求項1] ベースフィルムと、上記ベースフィルムの表面に配置される複数の配線とを備えるフレキシブルプリント配線板であって、
- 上記配線は、上記配線の長手方向に沿った先端面及び上記長手方向に沿った2つの側面を有し、上記側面の算術平均粗さ R_a が $0.05\ \mu\text{m}$ 以上 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下であり、
- 上記配線の平均高さが $40\ \mu\text{m}$ 以上 $120\ \mu\text{m}$ 以下であり、
- 上記配線の平均間隔が $1\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下であるフレキシブルプリント配線板。
- [請求項2] 上記先端面の算術平均粗さ R_a が $0.05\ \mu\text{m}$ 以上 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下である請求項1に記載のフレキシブルプリント配線板。
- [請求項3] 上記配線の平均線幅が $5\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下である請求項1又は請求項2に記載のフレキシブルプリント配線板。
- [請求項4] 上記配線の平均高さが $40\ \mu\text{m}$ 以上 $60\ \mu\text{m}$ 以下である請求項1、請求項2又は請求項3に記載のフレキシブルプリント配線板。
- [請求項5] 上記配線の幅は、上記長手方向に垂直な断面において、上記ベースフィルムの上記表面から上記先端面に向けて大きくなる請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のフレキシブルプリント配線板。
- [請求項6] 上記配線は、上記ベースフィルムの上記表面に積層される第1導電性下地層と、上記第1導電性下地層における上記ベースフィルムとは反対の表面に積層される第1めっき層と、上記第1導電性下地層の両側面及び上記第1めっき層の第1導電性下地層とは反対の側の表面及び両側面を覆うように積層される第2めっき層を含み、
- 上記第2めっき層の先端面と側面がそれぞれ上記配線の上記先端面と上記側面に相当する請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のフレキシブルプリント配線板。
- [請求項7] 上記第1めっき層の側面に垂直方向の上記第2めっき層の厚みが、上記ベースフィルムの上記表面と上記第2めっき層との接触面から先

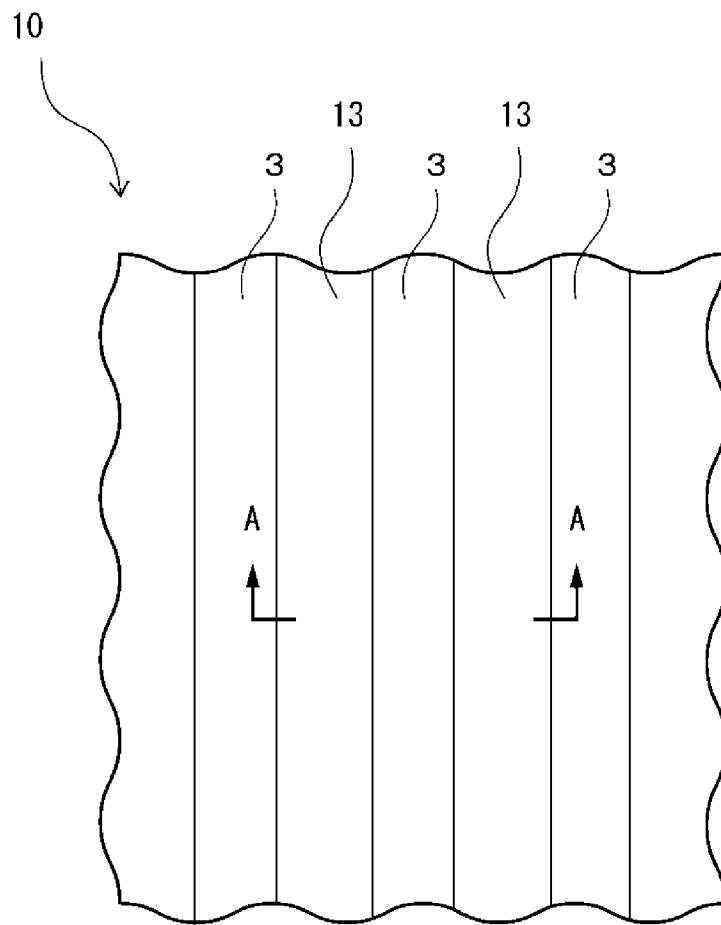
端面に向けて大きくなる請求項1から請求項6のいずれか一項に記載のフレキシブルプリント配線板。

[請求項8] 上記配線は、上記ベースフィルムの上記表面に積層される第1導電性下地層と、上記第1導電性下地層における上記ベースフィルムとは反対の表面に積層される第3めっき層を含み、上記第3めっき層の先端面と側面がそれぞれ上記配線の上記先端面と上記側面に相当する請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のフレキシブルプリント配線板。

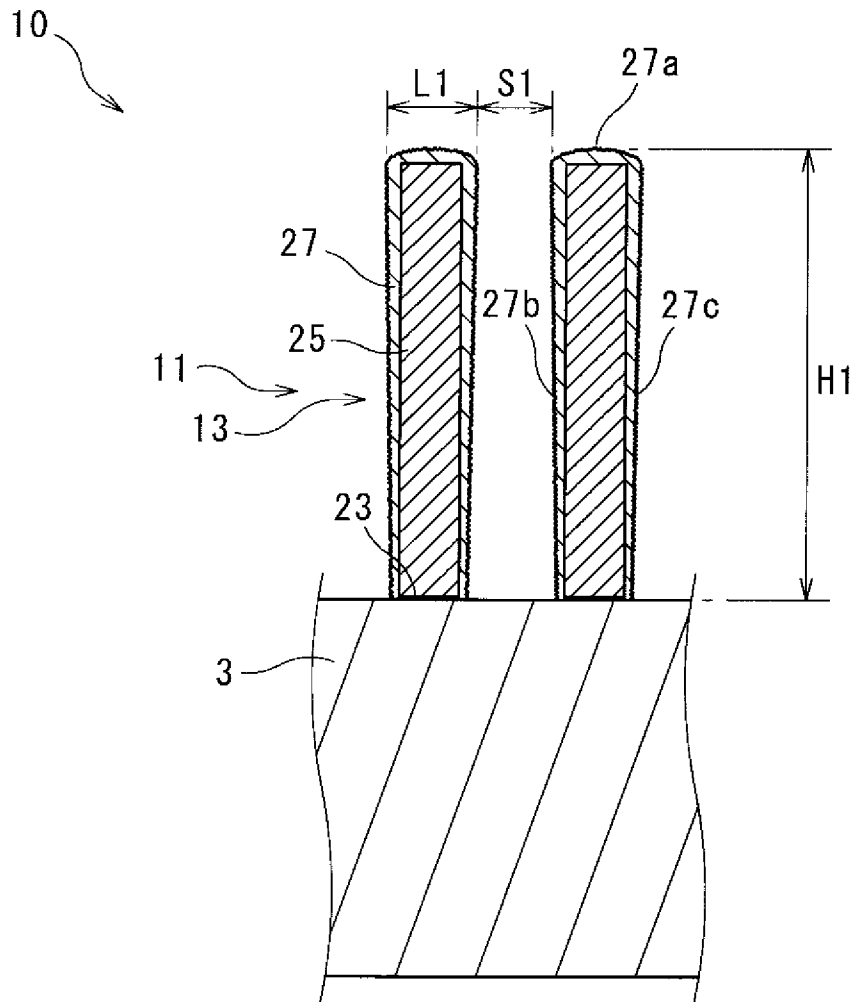
[請求項9] ベースフィルムと、上記ベースフィルムの表面に配置される複数の配線とを備えるフレキシブルプリント配線板の製造方法であって、
上記配線は、その長手方向に沿った先端面及び上記長手方向に沿った2つの側面を有し、
上記配線の平均高さが $40\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下であり、
上記配線の平均間隔が $1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、
表面に導電性下地層が積層されたベースフィルムを準備し、レジストパターンを用いて第1めっき液中にて上記導電性下地層上に電気めっきすることにより第1めっき層を形成する第1めっき工程と、
上記レジストパターンにおける上記第1めっき層の非積層領域及び上記導電性下地層における上記第1めっき層の非積層領域を除去する工程と、
上記除去する工程の後、第2めっき液中にて上記第1めっき層に電気めっきすることにより、第2めっき層を形成する第2めっき工程とを備え、
上記第2めっき液が、 2500 以上 8000 以下の数平均分子量を有するポリエチレングリコールを含有し、
上記第2めっき工程では、上記側面の算術平均粗さ R_a が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下となるように上記電気めっきの電流密度を調整するフレキシブルプリント配線板の製造方法。

[請求項10] 上記第2めっき工程では、上記電流密度を2段階で調整する請求項9に記載のフレキシブルプリント配線板の製造方法。

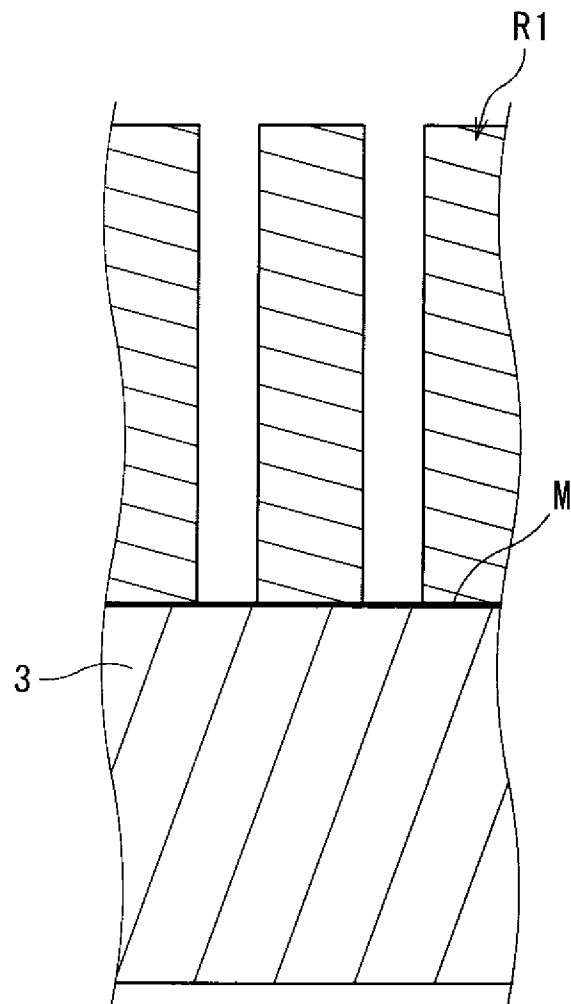
[図1]



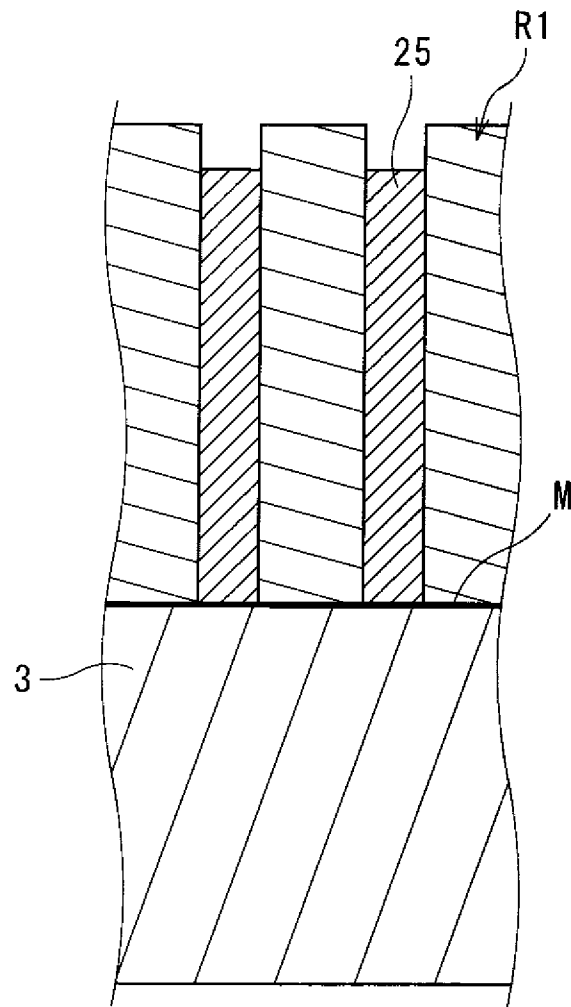
[図2]



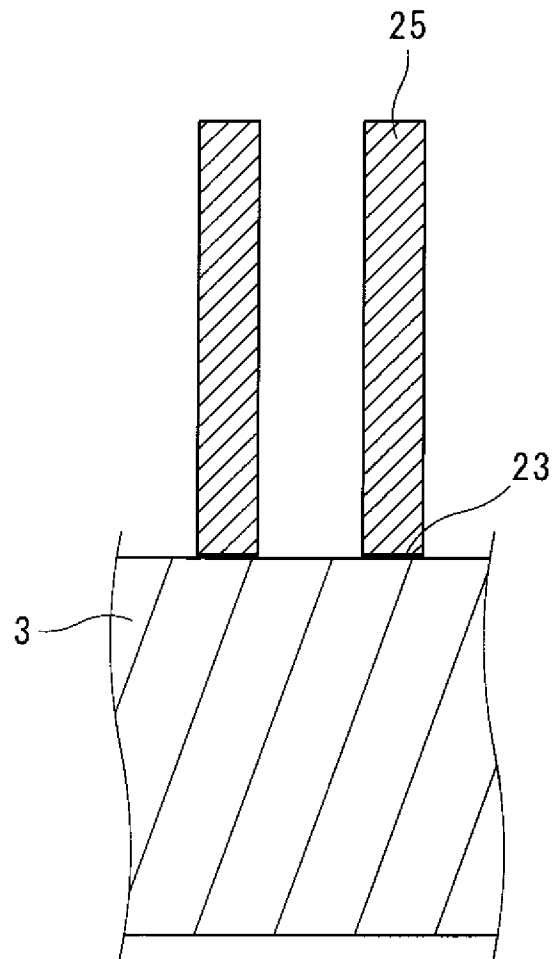
[図3]



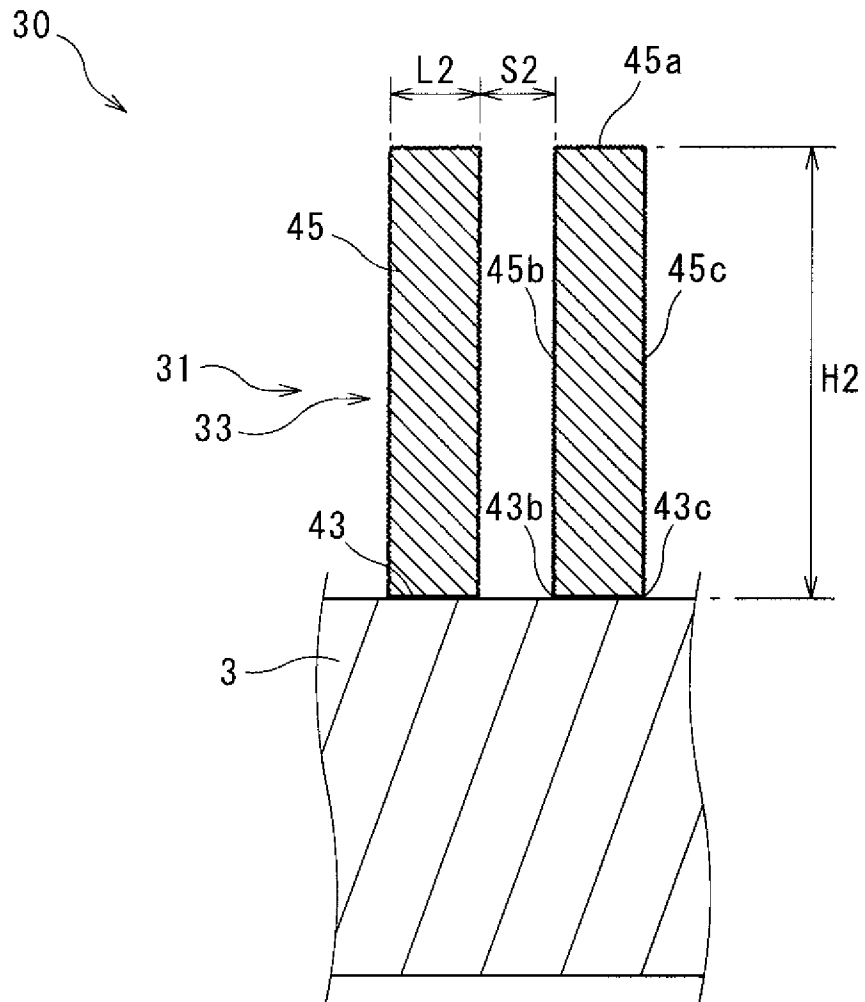
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/023701

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C25D 3/02(2006.01)i; C25D 5/02(2006.01)i; C25D 5/10(2006.01)i; C25D 7/00(2006.01)i; C25D 21/12(2006.01)i; H05K 1/16(2006.01)i; H05K 3/18(2006.01)i

FI: H05K3/18 G; C25D7/00 J; C25D21/12 J; C25D5/02 B; C25D5/10; C25D3/02; H05K1/16 B

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)

C25D 3/00 - 7/12, C25D 21/00 - 21/22, H05K 1/00 - 3/46

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2019-197851 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 14 November 2019 (2019-11-14) paragraphs [0010]-[0082], fig. 1-5	1-8
A	paragraphs [0010]-[0082], fig. 1-5	9, 10
Y	JP 2016-219559 A (SHINKO ELECTRIC INDUSTRIES CO., LTD.) 22 December 2016 (2016-12-22) paragraphs [0012]-[0094], fig. 1-11	1-8
A	paragraphs [0012]-[0094], fig. 1-11	9, 10
Y	JP 2014-192523 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 06 October 2014 (2014-10-06) paragraphs [0026]-[0056], fig. 2-5	5-8
A	paragraphs [0026]-[0056], fig. 2-5	9, 10

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
11 August 2021 (11.08.2021)

Date of mailing of the international search report
07 September 2021 (07.09.2021)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/023701

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-186518 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 24 October 2019 (2019-10-24) paragraphs [0009]-[0058], fig. 1-8	9, 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/023701

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-197851 A	14 Nov. 2019	WO 2019/216012 A1	
JP 2016-219559 A	22 Dec. 2016	US 2016/0343654 A1	
		paragraphs [0049]-[0140], fig. 1-11	
JP 2014-192523 A	06 Oct. 2014	KR 10-2014-0117147 A	
		US 2014/0292469 A1	
		paragraphs [0029]-[0061], fig. 2-5	
JP 2019-186518 A	24 Oct. 2019	KR 10-2016496 B1	
		US 2019/0311830 A1	
		paragraphs [0015]-[0063], fig. 1-8	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C25D 3/02(2006.01)i; C25D 5/02(2006.01)i; C25D 5/10(2006.01)i; C25D 7/00(2006.01)i; C25D 21/12(2006.01)i; H05K 1/16(2006.01)i; H05K 3/18(2006.01)i FI: H05K3/18 G; C25D7/00 J; C25D21/12 J; C25D5/02 B; C25D5/10; C25D3/02; H05K1/16 B		
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）） C25D 3/00 - 7/12, C25D 21/00 - 21/22, H05K 1/00 - 3/46 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 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021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 2019-197851 A（住友電気工業株式会社）14.11.2019（2019 - 11 - 14） 段落0010-0082, 図1-図5	1-8
A	段落0010-0082, 図1-図5	9, 10
Y	JP 2016-219559 A（新光電気工業株式会社）22.12.2016（2016 - 12 - 22） 段落0012-0094, 図1-図11	1-8
A	段落0012-0094, 図1-図11	9, 10
Y	JP 2014-192523 A（サムソン エレクトロメカニクス カンパニーリミテッド） 06.10.2014（2014 - 10 - 06） 段落0026-0056, 図2-図5	5-8
A	段落0026-0056, 図2-図5	9, 10
A	JP 2019-186518 A（サムソン エレクトロメカニクス カンパニーリミテッド） 24.10.2019（2019 - 10 - 24） 段落0009-0058, 図1-図8	9, 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	“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	
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	
“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	“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	
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	
“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		
国際調査を完了した日	11.08.2021	国際調査報告の発送日 07.09.2021
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） 齊藤 健一 5D 9742 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	

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/JP2021/023701

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-197851 A	14.11.2019	WO 2019/216012 A1	
JP 2016-219559 A	22.12.2016	US 2016/0343654 A1 段落0049-0140, 図1-図11	
JP 2014-192523 A	06.10.2014	KR 10-2014-0117147 A	
		US 2014/0292469 A1 段落0029-0061, 図2-図5	
JP 2019-186518 A	24.10.2019	KR 10-2016496 B1	
		US 2019/0311830 A1 段落0015-0063, 図1-図8	