

(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
2017年3月30日(30.03.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/051496 A1

- (51) 国際特許分類:
H05K 3/18 (2006.01) H05K 3/42 (2006.01)
H05K 3/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/003767
- (22) 国際出願日: 2016年8月18日(18.08.2016)
- (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 2015-188930 2015年9月25日(25.09.2015) JP
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区丸の内一丁目6番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 生井 昌仁(NAMAI, Masahito); 〒1008150 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号 ウシオ電機株式会社内 Tokyo (JP). 饗庭 彰(AIBA, Akira); 〒1008150 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号 ウシオ電機株式会社内 Tokyo (JP). 堀部 大輝(HORIBE, Hiroki); 〒1008150 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号 ウシオ電機株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 浩子(SUZUKI, Hiroko); 〒

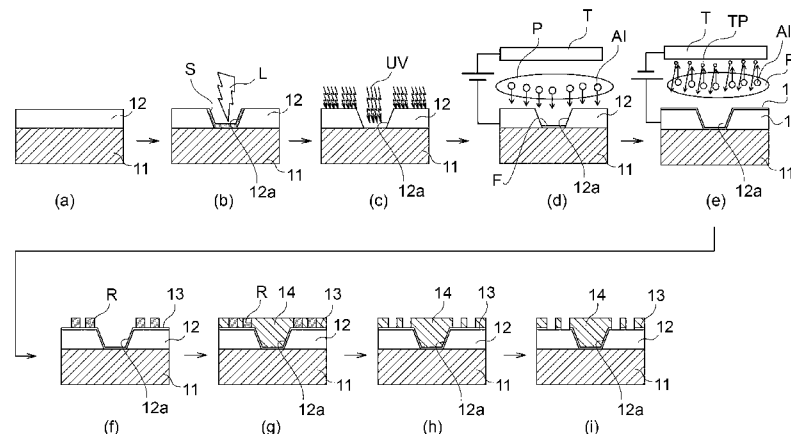
1008150 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号
ウシオ電機株式会社内 Tokyo (JP). 丸山 俊
(MARUYAMA, Shun); 〒1008150 東京都千代田区
丸の内1丁目6番5号 ウシオ電機株式会社内
Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 小西 恵, 外(KONISHI, Kay et al.); 〒
1050001 東京都港区虎ノ門2-7-16 エグ
ゼクティブタワー虎ノ門403 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING WIRING BOARD, WIRING BOARD AND APPARATUS FOR PRODUCING WIRING BOARD

(54) 発明の名称: 配線基板の製造方法、配線基板及び配線基板製造装置



(57) Abstract: Disclosed is a method for producing a wiring board, which enables the achievement of a finer wiring pattern, while ensuring adhesion between a seed layer and an insulating layer. This method comprises, as production steps of a wiring board: a first step for forming a through hole that penetrates an insulating layer of a wiring board material in which the insulating layer is laminated on a conductive layer; a second step for performing desmearing of the wiring board material by irradiating the wiring board material with ultraviolet light having a wavelength of 220 nm or less after the first step; a third step for forming a seed layer on the inner surface of the through hole and on the insulating layer by subjecting the wiring board material to a surface modification treatment and having material particles run into and adhere to the inner surface of the through hole and the insulating layer after the second step; and a fourth step for forming a plating layer on the seed layer by means of electrolytic plating, said plating layer being formed of a conductive material.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/051496 A1



ロシア (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))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

シード層と絶縁層との密着性を担保しつつ、配線パターンの微細化を実現する配線基板の製造方法が開示される。この方法は、配線基板の製造工程として、導電層の上に絶縁層が積層された配線基板材料に対して、絶縁層を貫通する貫通孔を形成する第一工程と、第一工程の後、配線基板材料に対して波長 220 nm 以下の紫外線を照射することにより、当該配線基板材料のデスミア処理を行う第二工程と、第二工程の後、配線基板材料に対して表面改質処理を施し、貫通孔内および絶縁層の上に、材料粒子を衝突させ付着させることでシード層を形成する第三工程と、シード層の上に、電解めっきにより導電材料からなるめっき層を形成する第四工程と、を含む。

明 細 書

発明の名称：

配線基板の製造方法、配線基板及び配線基板製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、絶縁層と導電層とが積層されてなる配線基板の製造方法、その製造方法によって製造された配線基板、及び配線基板製造装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体集積回路素子等の半導体素子を搭載するための配線基板としては、絶縁層と導電層（配線層）とが交互に積層されてなる多層配線基板が知られている。

多層配線基板の製造工程の一例としては、先ず、絶縁層が導電層の上に積層されてなる配線基板材料に、ドリル加工やレーザ加工を施すことによって絶縁層や導電層の一部を除去し、ビアホールやスルーホールを形成する。このとき、配線基板材料には絶縁層や導電層を構成する材料に起因するスミア（残渣）が生じる。そのため、当該配線基板材料に対してスミアを除去するデスミア処理を行う。

[0003] 次いで、絶縁層の上やビアホール等の内面にシード層を形成し、絶縁層の上にレジストパターンを形成した後、電解めっきによって導電材料を積層する。その後、レジストパターンとシード層とを除去することで導体回路パターンを形成する。その後も種々の工程を経て、半導体素子は作製される。

特許文献1には、湿式デスミア処理によってビア形成工程で生じたスミアを除去する工程と、無電解めっきによってシード層を形成する工程と、を有する基板製造方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-318519号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献1に記載の技術では、デスミア処理後、無電解めっきによりシード層を形成するが、シード層と絶縁層との密着性を確保するためには、絶縁層の表面を適度に粗い状態とし、アンカー効果によりシード層を絶縁層表面に強固に固定する必要がある。上記特許文献1に記載の技術では、デスミア処理として湿式デスミア処理を行うことにより、絶縁層表面を粗化している。

ところで、近年、半導体素子は小型化傾向にあり、配線基板も微細化が求められている。しかしながら、上記のようにアンカー効果を得るために絶縁層の表面を粗くすると、その上に形成する配線パターン、特に、 L/S （ライン／スペース） $= 10/10\mu m$ 以下の微細配線パターンが立たなくなり、配線基板を微細化することができない。

そこで、本発明は、シード層と絶縁層との密着性を担保しつつ、配線パターンの微細化を実現することができる配線基板の製造方法、配線基板及び配線基板製造装置を提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明に係る配線基板の製造方法の一態様は、導電層の上に絶縁層が積層された配線基板材料に対して、前記絶縁層を貫通する貫通孔を形成する第一工程と、前記貫通孔が形成された前記配線基板材料に対して、波長 $220nm$ 以下の紫外線を照射することにより、当該配線基板材料のデスミア処理を行う第二工程と、前記デスミア処理された前記配線基板材料に対して表面改質処理を施し、前記貫通孔内および前記絶縁層の上に、材料粒子を衝突させ付着させることでシード層を形成する第三工程と、前記シード層の上に、電解めっきにより導電材料からなるめっき層を形成する第四工程と、を含む。

[0007] このように、紫外線によるデスミア処理を行うので、絶縁層表面の粗化を抑制することができる。そのため、微細配線パターンを適切に形成することができる。また、材料粒子を衝突させ付着させることでシード層を形成する

ので、従来のようなアンカー効果によらずに、シード層によって絶縁層との密着強度を担保することができる。特に、絶縁層を透過しない波長220nm以下の紫外線を照射することで、絶縁層表面にカラーセンター（構造欠陥、結合欠陥）を生じさせることができる。このとき、材料粒子（導電材料）が絶縁層に打ち込まれ、紫外線照射を受けた樹脂表面に存在する結合欠陥部にエネルギーが加わることで金属粒子と樹脂間にあらたな化学的結合作用ができる。これにより、波長220nm以下の紫外線の照射を受けていない樹脂に金属粒子が衝突し付着するのと比較して、強い密着力をもつシード層ができる。

[0008] このような絶縁層とシード層との密着性について、デスミア処理後の経過時間や環境によっては密着性が低下する場合があることを発明者らは見いだした。そこで、第三工程では、表面改質処理を施した上でシード層を形成することでシード層と絶縁層との密着性を常に担保している。

上記の配線基板の製造方法において、前記第三工程は、減圧Arプラズマ処理により前記表面改質処理を行ってもよいし、波長220nm以下の紫外線を、酸素を含まない雰囲気中で照射することにより前記表面改質処理を行ってもよいし、薬液により前記表面改質処理を行ってもよいし、水酸化ナトリウム水溶液により前記表面改質処理を行ってもよい。これにより、絶縁層との密着性が常に確保されたシード層を形成することができる。

[0009] さらに、本発明に係る配線基板は、上記のいずれかの配線基板の製造方法により製造される。したがって、当該配線基板は、シード層と絶縁層との密着性が常に担保された信頼性の高い微細配線基板とすることができる。

また、本発明に係る配線基板製造装置の一態様は、導電層の上に絶縁層が積層され、前記絶縁層を貫通する貫通孔が形成された配線基板材料に対して、波長220nm以下の紫外線を照射することにより、当該配線基板材料のデスミア処理を行う紫外線照射部と、前記デスミア処理された前記貫通孔の底の導電材料に形成された酸化膜を除去し、前記貫通孔内および前記絶縁層の上に、材料粒子を衝突させ付着させることでシード層を形成するシード層

形成部と、を備える。これにより、シード層と絶縁層との密着性が常に担保された信頼性の高い配線基板を製造することができる。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、シード層と絶縁層との密着性を常に担保しつつ、配線パターンの微細化を実現することができ、信頼性の高い微細配線基板を製造することができる。

上記した本発明の目的、態様及び効果並びに上記されなかった本発明の目的、態様及び効果は、当業者であれば添付図面及び請求の範囲の記載を参照することにより下記の発明を実施するための形態（発明の詳細な説明）から理解できるであろう。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本実施形態の配線基板の製造方法を示す図である。

[図2]図2は、エポキシ樹脂の紫外線透過率特性を表す図である。

[図3]図3は、220nm以下の紫外光を受けた樹脂にスパッタを施した図である。

[図4]図4は、250nmの紫外光を受けた樹脂にスパッタを施した図である。

[図5]図5は、配線基板製造装置の構成を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本実施形態の配線基板の製造方法を示す図である。本実施形態において、製造対象の配線基板は、コア基板上に導電層（配線層）と絶縁層とを積層してなる多層配線基板である。コア基板は、例えばガラスエポキシ樹脂などによって構成されている。導電層（配線層）を構成する材料としては、例えば、銅、ニッケル、金などを用いることができる。

絶縁層は、例えば無機物質よりなる粒状フィラーが含有された樹脂などによって構成されている。このような樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、ビスマレイミドトリアジン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエステル樹脂などを

用いることができる。また、粒状フィラーを構成する材料としては、例えば、シリカ、アルミナ、マイカ、珪酸塩、硫酸バリウム、水酸化マグネシウム、酸化チタンなどを用いることができる。

[0013] 多層配線基板を製造する場合、先ず、図1(a)に示すように、導電層11と絶縁層12とが積層されてなる配線基板材料を形成する。導電層11の上に絶縁層12を形成する方法としては、液状の熱硬化性樹脂中に粒状フィラーが含有されてなる絶縁層形成材料を塗布した後、当該絶縁層形成材料を硬化処理する方法や、粒状フィラーが含有された絶縁シートを熱圧着等によって貼り合わせる方法などを利用することができる。

[0014] 次に、図1(b)に示すように、絶縁層12を、レーザーLを用いて加工するなどにより、導電層11に到達する深さのビアホール12aを形成する。レーザー加工の方法としては、CO₂レーザーを用いる方法や、UVレーザーを用いる方法などを利用することができる。なお、ビアホール12aを形成する方法は、レーザー加工に限定されるものではなく、例えばドリル加工などを用いてもよい。

このようにしてビアホール12aを形成すると、絶縁層12におけるビアホール12aの内壁面（サイドウォール）、絶縁層12の表面におけるビアホール12aの周辺領域、およびビアホール12aの底部、即ち導電層11におけるビアホール12aによって露出した部分などには、導電層11や絶縁層12を構成する材料に起因するスミア（残渣）Sが生じる。

[0015] そこで、図1(c)に示すように、スミアSを除去する処理（デスミア処理）を行う。本実施形態では、デスミア処理として、被処理部分に対して紫外線（UV）を照射することでスミアSを除去する、所謂フォトデスミア処理を用いる。より具体的には、フォトデスミア処理では、配線基板材料の被処理部分に対して上記の紫外線を照射する紫外線照射処理工程と、この紫外線照射処理工程の後、配線基板材料に物理的振動を与える物理的振動処理工程とを行う。

[0016] ここで、フォトデスミア処理について詳細に説明する。

紫外線照射処理は、例えば大気などの酸素を含む雰囲気下において行うことができる。紫外線光源としては、波長220nm以下、好ましくは190nm以下の紫外線（真空紫外線）を出射する種々のランプを利用できる。ここで、波長220nmとしたのは、紫外線の波長が220nmを超える場合には、樹脂などの有機物質に起因するスミアを分解除去することが困難となるためである。

有機物質に起因するスミアは、紫外線照射処理工程において、波長220nm以下の紫外線を照射することにより、紫外線のエネルギーおよび紫外線の照射に伴って生ずるオゾンや活性酸素によって分解される。また、無機物質に起因するスミア、具体的にはシリカやアルミナは、紫外線が照射されることによって脆いものとなる。

[0017] 紫外線光源としては、例えば、キセノンガスを封入したキセノンエキシマランプ（ピーク波長172nm）、低圧水銀ランプ（185nm輝線）などを用いることができる。なかでも、デスミア処理に用いるものとしては、例えばキセノンエキシマランプが好適である。

上記の紫外線照射処理を行う紫外線照射装置において、被処理対象である配線基板材料が酸素を含む処理気体の雰囲気中で紫外線に曝される処理領域は、例えば120℃以上190℃以下（例えば、150℃）に加熱される。また、紫外線出射窓と被処理対象である配線基板材料との離間距離は、例えば0.3mmに設定される。なお、紫外線の照度や紫外線の照射時間などは、スミアSの残留状態などを考慮して適宜設定することができる。

[0018] また、物理的振動処理は、例えば超音波振動処理によって行うことができる。超音波振動処理における超音波の周波数は、例えば20kHz以上70kHz以下であることが好ましい。超音波の周波数が70kHzを超えると、無機物質に起因するスミアを破壊して配線基板材料から離脱させることが困難となるためである。

このような超音波振動処理においては、超音波の振動媒体として、水などの液体および空気などの気体を用いることができる。

具体的に説明すると、振動媒体として水を用いる場合には、配線基板材料を、例えば水中に浸漬し、この状態で、当該水を超音波振動させることにより、超音波振動処理を行うことができる。超音波の振動媒体として液体を用いる場合には、超音波振動処理の処理時間は、例えば10秒間～600秒間である。

[0019] また、振動媒体として空気を用いる場合には、圧縮空気を超音波振動させながら配線基板材料に吹きつけることにより、超音波振動処理を行うことができる。ここで、圧縮空気の圧力は、例えば0.2MPa以上であることが好ましい。また、圧縮空気による超音波振動処理の処理時間は、例えば5秒間～60秒間である。

上記の紫外線照射処理工程および物理的振動処理工程は、この順でそれぞれ1回ずつ行ってもよいが、紫外線照射処理工程および物理的振動処理工程を交互に繰り返して行うことが好ましい。ここで、紫外線照射処理工程および物理的振動処理工程の繰り返し回数は、各紫外線照射処理工程における紫外線の照射時間などを考慮して適宜設定されるが、例えば1回～5回である。

[0020] このように、紫外線照射処理において波長220nm以下の紫外線を、酸素を含む処理気体に照射することによりオゾンや活性酸素が生じ、有機物質に起因するスミアSは、オゾンや活性酸素によって分解されてガス化される。その結果、有機物質に起因するスミアSは、その大部分が除去される。このとき、無機物質に起因するスミアSは、有機物質に起因するスミアSの除去により露出し、さらに、紫外線が照射されることによって脆いものとなる。

[0021] そして、その状態で物理的振動処理を施すことにより、露出した無機物質に起因するスミアSや有機物質に起因するスミアSの残部は、振動による機械的作用によって破壊され、除去される。或いは、無機物質に起因するスミアSの収縮や、各スミアSに紫外線を照射したときに発生する熱膨張の差などによって、スミア間にわずかな隙間が生じ、無機物質に起因するスミアS

は、物理的振動処理を施すことにより配線基板材料から離脱する。その結果、配線基板材料から無機物質に起因するスミアSと、有機物質に起因するスミアSとが完全に除去される。

[0022] 本実施形態におけるフォトデスミア処理によれば、配線基板材料に対して紫外線照射処理および物理的振動処理を行えばよいので、廃液処理が必要となる薬品を用いることが不要である。

フォトデスミア処理が完了すると、次に、シード層を形成するシード層形成処理を行う。このシード層形成処理では、図1（d）に示すように、ビアホール12aの内面を含んだ絶縁層12の表面を改質する改質工程と、図1（e）に示すように、絶縁層12の上面およびビアホール12aの内面にシード層13を形成する形成工程とを行う。

[0023] 本実施形態では、改質工程における表面改質方法として減圧Arプラズマ処理を用いる。具体的には、図1（d）に示すように、アルゴン雰囲気中で配線基板材料に対向してターゲット材料Tを配置し、配線基板材料とターゲット材料Tとの間に、ターゲット材料Tが相対的に正電位となり配線基板材料が相対的に負電位となる極性の電圧を印加する。これにより、配線基板材料とターゲット材料Tの間では、アルゴンのプラズマPが発生し、プラズマP中のアルゴンイオンA₁が、相対的に負電位になっている配線基板材料に向かって飛び、絶縁層12の表面に衝突する。この衝突によってビアホール12aの内面も含めて絶縁層12の表面が改質される。

[0024] 本実施形態では、形成工程におけるシード層13の形成方法としてスパッタリングを用いる。具体的には、図1（e）に示すように、除去工程における電圧極性とは逆向きの電圧極性を有する電圧を、配線基板材料とターゲット材料Tとの間に印加する。これにより、配線基板材料とターゲット材料Tの間では、アルゴンのプラズマPが発生し、プラズマP中のアルゴンイオンA₁が、相対的に負電位になっているターゲット材料Tに衝突する。この衝突によってターゲット材料Tからターゲット粒子TPがたたき出され、そのターゲット粒子TPが配線基板材料の表面に衝突して付着する。このよう

にターゲット粒子TPを付着させることでシード層13を形成する。なお、シード層13を形成するスパッタリングでは、例えば、密着強度確保のために、先ずターゲット材料TとしてTi（チタン）を用いてベースとなる層（10nm～100nm程度）を形成し、その後、ターゲット材料TとしてCu（銅）を用いてシード層（100nm～1000nm程度）を形成する。

[0025] 次に、図1（f）に示すように、シード層13の上にレジストパターンRを形成する。レジストパターンRの形成方法としては、例えば、シード層13の上にレジストを塗布した後、露光・現像によってパターンを形成する方法を用いることができる。

次に、図1（g）に示すように、シード層13をめっき給電経路に利用する電解めっきにより、ビアホール12a内からレジストパターンRの開口部にかけてめっき層14を形成する。めっき層14としては、例えば、Cu（銅）などからなる層（20μm～50μm程度）を用いることができる。

その後、図1（h）に示すように、レジストパターンRを除去し、次いで、図1（i）に示すように、めっき層14をマスクにしてシード層13を除去（フラッシュエッチング）する。

[0026] なお、図1に示す各工程のうち、図1（b）に示す工程が、導電層の上に積層された絶縁層に貫通孔を形成する第一工程に対応し、図1（c）に示す工程が、第一工程の後に、波長220nm以下の紫外線を照射してデスミア処理を行う第二工程に対応している。また、図1（d）および図1（e）に示す工程が、第二工程の後に、上記貫通孔内および絶縁層の上にシード層を形成する第三工程に対応し、図1（g）に示す工程が、シード層の上に電解めっきにより導電材料からなるめっき層を形成する第四工程に対応している。

[0027] このように、本実施形態では、フォトデスミア処理を用いてスミアSを除去した後、スパッタリング法によりシード層13を形成する。

従来、絶縁層とシード層との密着性は、アンカー効果により担保していた。すなわち、絶縁層とシード層との密着性を確保するためには、絶縁層の表

面を粗化することが好ましいとされていた。しかしながら、絶縁層の表面を粗化すると、特に L/S （ライン／スペース）＝ $10/10\mu m$ 以下の微細配線パターンが立たなくなるため、微細配線基板の作製が困難となる。そのため、微細配線基板を作製するためには、絶縁層の表面を粗化することなく、絶縁層とシード層との密着性を担保する必要がある。本発明者は、配線基板の製造工程の一部であるデスミア処理とシード層形成処理とを、フォトデスミア処理とスパッタリング法との組み合わせにより行うことで、絶縁層の表面を粗化することなく、絶縁層とシード層との密着性を担保することができることを見出した。

[0028] フォトデスミア処理は、被処理物体の表面を粗くすることなく、スミアを除去することができる。また、本実施形態におけるフォトデスミア処理では、紫外線照射処理に続いて物理的振動処理を実施するので、有機物質に起因するスミアと無機物質に起因するスミアとを適切に除去することができる。

さらに、スパッタリング法を用いてシード層13を形成するので、表面が粗化されていない絶縁層12の上に、シード層13を十分な密着強度で形成することができる。特に、紫外線照射処理において波長 $220nm$ 以下の紫外線を用い、当該紫外線照射処理の後にスパッタリング法を用いたシード層形成処理を実施するので、絶縁層12の上に緻密強固なシード層13を形成することができる。以下、この点について詳細に説明する。

[0029] 図2は、エポキシ樹脂（ $25\mu m$ 膜）の紫外線透過率特性を示す図である。図2において、横軸は紫外線の波長（ nm ）、縦軸は紫外線の透過率（％）である。

この図2に示すように、波長 $220nm$ 以上の領域、即ち可視光線および近紫外線の一部の領域では、光は樹脂を透過し、その透過率は波長が短くなるにしたがって小さくなる。具体的には、波長 $300nm$ を超える領域では、光は樹脂をほぼ透過する。波長 $300nm$ 以下では、紫外線は樹脂にやや吸収されるが、その吸収は小さく紫外線が完全に遮られるほどではない。これは、樹脂の厚さ方向全体で紫外線を吸収するためであり、その紫外線によ

り励起された樹脂は、樹脂の全体に広く分布する。

[0030] 一方、波長220nm以下の紫外線は、樹脂を透過しない。この吸光度は高く、紫外線は樹脂の表面層で吸収される。さらに短波長になると、樹脂の極表面で紫外線は完全に吸収され、紫外線の吸収により発生した励起箇所は樹脂表面に層状に分布する。

そして、このような活性な樹脂部は、スパッタリングによって飛来したターゲット粒子が樹脂に打ち込まれたときのエネルギーによって新たな結合を作り出し、強固にターゲット粒子を固定する。

図3は、波長220nm以下の紫外線を受けた樹脂にスパッタを施したときの状態を示す図であり、図4は、波長250nmの紫外線を受けた樹脂にスパッタを施したときの状態を示す図である。これら図3、図4では、絶縁層10と、絶縁層10の表面上に積層された所要のパターンを有する導電層11と、導電層11を含む絶縁層10上に積層された絶縁層12とを含んで構成される配線基板材料の一部を示している。

[0031] ビアホール12aに残留するスミア（不図示）を除去するフォトデスミア処理として、図3（a）に示すように、波長220nm以下の紫外線（UV）を照射した場合、上述したように紫外線は絶縁層12表面で吸収され、絶縁層12の表面にカラーセンター（結合欠陥、構造欠陥）Cが生じる。カラーセンターCとは、上記の紫外線を吸収することで励起され、原子同士の化学結合が切れたり結合状態が変化したりすることで生成される欠陥である。

[0032] このようにカラーセンターCが生じている絶縁層12表面に対し、図3（b）に示すように、スパッタ源から飛来するターゲット粒子（金属粒子）TPが打ち込まれると、カラーセンターCがその金属粒子TPを強固に捕獲する。つまり、紫外線照射を受けた樹脂表面に存在する結合欠陥部にエネルギーが加わることで、金属粒子と樹脂との間にあらたな化学的結合作用ができる。図3（c）は、このときの絶縁層12表面の拡大図である。このように、波長220nm以下の紫外線を受けた絶縁層12とスパッタを施した金属膜（図1のシード層13）との密着性は、非常に強固となる。

[0033] 一方、図3に示す配線基板材料と同様の配線基板材料に対し、フォトリソグラフィ処理として、例えば波長250nmの紫外線を照射した場合には、紫外線を受けた絶縁層12では、励起された樹脂の分布が疎で絶縁層12全体に分布する。すなわち、図4(a)に示すように、カラーセンターCは絶縁層12の表面に分布せず、絶縁層12の内部に分布する。

そのため、この絶縁層12表面に対し、図4(b)に示すように、スパッタ源から飛来するターゲット粒子（金属粒子）TPを打ち込んでも、金属粒子TPの捕獲作用は少ない。すなわち、図4(c)に、このときの絶縁層12表面の拡大図を示すように、絶縁層12表面と金属粒子TPとの特別な結合作用は無く、絶縁層12上に形成される金属膜（図1のシード層13）の密着力は強化されない。

[0034] 本実施形態では、紫外線照射処理において波長220nm以下の紫外線を用い、当該紫外線照射処理の後にスパッタリング法を用いたシード層形成処理を実施することで、絶縁層12の上に緻密強固なシード層13を形成することができる。したがって、このシード層13をベースに電解めっきを施しためっき層14は、絶縁層12に対して高い密着性を示す。このように、絶縁層12の表面を粗化することなく、絶縁層12とシード層13との密着性を担保することができる。その結果、信頼性の高い微細配線基板を実現することができる。

[0035] さらに、絶縁層12の表面を平滑に保つことができるので、高周波応答性を向上させることができる。周波数が高くなると、表皮効果により信号は導体の表面に集中するという性質を持つ。上記従来のように、アンカー効果を得るために絶縁層12の表面を粗くすると、信号の伝達距離も大きくなるため、それに伴って伝送損失が大きくなり、応答性が悪くなってしまう。本実施形態では、上記伝送損失を低減し、応答性を向上させることができる。

このように、本実施形態では、絶縁層12とシード層13との密着性を担保することができるが、フォトリソグラフィ処理後の放置時間や環境条件によっては密着性が低下する場合があることを発明者らは見いだした。そこで、本

実施形態では、シード層 1 3 形成の準備として減圧 A r プラズマ処理を行うことで、密着性低下を回避し、絶縁層 1 2 に強固に接続したシード層 1 3 を安定して形成することができる。

[0036] 絶縁層 1 2 とシード層 1 3 との密着性低下の原因としては、波長 2 2 0 n m 以下の紫外線を用いた紫外線照射処理において形成されたカラーセンター C の不活性化が推察される。減圧 A r プラズマ処理を行うと表面改質によってカラーセンター C が活性化すると考えられ、改質された表面状態が保たれている間にシード層 1 3 を形成することにより、図 3 で説明したような結合作用が確実に得られると考えられる。

[0037] (実施例)

次に、本発明の効果を確認するために行った実施例について説明する。

<配線基板材料>

まず、ガラスエポキシ樹脂と銅からなるプリプレグのコア材に、 $25\text{ }\mu\text{m}$ のエポキシ樹脂を両面真空ラミネートし、高圧プレスとベーキングにより作成した積層体（エポキシ基板）を用意した。この積層体に厚さ $38\text{ }\mu\text{m}$ の P E T フィルムによる保護膜を貼り、その後、ビア加工機（U V レーザ）によってレーザ加工を施すことにより、ブラインドビアを、 $500\text{ }\mu\text{m}$ ピッチで格子状に作成した。ビア開口径は、 $\phi 50\text{ }\mu\text{m}$ とした。このようにして、配線基板材料を得た。また、このとき、配線基板材料のブラインドビアの底部に、スミアが残留していることを確認した。

[0038] <参考例 1>

上記配線基板材料に対し、過マンガン酸液を利用したウェットデスミア処理を施し、保護膜を剥がした後、無電解銅めっきにより $1\text{ }\mu\text{m}$ のシード層を形成した。さらに、その基板に、電解めっきにより $30\text{ }\mu\text{m}$ の C u 層（めっき層）を形成した。

<参考例 2>

上記配線基板材料に対し、過マンガン酸液を利用したウェットデスミア処理を施した後、過酸化水素と硫酸を混合した溶液を用いたウェットエッチン

グにより酸化膜除去を行った。そして、保護膜を剥がした後、無電解銅めっきにより $1\ \mu\text{m}$ のシード層を形成した。さらに、その基板に、電解めっきにより $30\ \mu\text{m}$ の Cu 層（めっき層）を形成した。

[0039] <参考例 3>

上記配線基板材料に対し、過マンガン酸液を利用したウェットデスマリア処理を施した後、10分間のイオンエッチングを施して酸化膜除去を行った。そして、保護膜を剥がした後、スパッタリング法により $0.33\ \mu\text{m}$ ($\text{Ti}/\text{Cu} = 0.03\ \mu\text{m}/0.3\ \mu\text{m}$) のシード層を形成した。さらに、その基板に、電解めっきにより $30\ \mu\text{m}$ の Cu 層（めっき層）を形成した。

<比較例 1>

上記配線基板材料に対し、波長 $172\ \text{nm}$ の紫外線を用いたフォトデスマリア処理を施し、保護膜を剥がした後、スパッタリング法により $0.33\ \mu\text{m}$ ($\text{Ti}/\text{Cu} = 0.03\ \mu\text{m}/0.3\ \mu\text{m}$) のシード層を形成した。さらに、その基板に、電解めっきにより $30\ \mu\text{m}$ の Cu 層（めっき層）を形成した。なお、フォトデスマリア処理においては、紫外線照射処理と物理的振動処理（超音波振動処理）とを実施した。

[0040] <実施例 1>

上記配線基板材料に対し、波長 $172\ \text{nm}$ の紫外線を用いたフォトデスマリア処理を施した後、過酸化水素と硫酸を混合した溶液を用いたウェットエッチングにより酸化膜除去を行った。そして、保護膜を剥がした後、スパッタリング法により $0.33\ \mu\text{m}$ ($\text{Ti}/\text{Cu} = 0.03\ \mu\text{m}/0.3\ \mu\text{m}$) のシード層を形成した。さらに、その基板に、電解めっきにより $30\ \mu\text{m}$ の Cu 層（めっき層）を形成した。なお、以下全ての実施例で、フォトデスマリア処理においては、紫外線照射処理と物理的振動処理（超音波振動処理）とを実施した。

[0041] <実施例 2>

上記配線基板材料に対し、波長 $172\ \text{nm}$ の紫外線を用いたフォトデスマリア処理を施した後、0.5分間のイオンエッチングを施して酸化膜除去を行

った。そして、保護膜を剥がした後、スパッタリング法により $0.33\mu\text{m}$ ($\text{Ti}/\text{Cu}=0.03\mu\text{m}/0.3\mu\text{m}$) のシード層を形成した。さらに、その基板に、電解めっきにより $30\mu\text{m}$ の Cu 層（めっき層）を形成した。

<実施例3>

上記配線基板材料に対し、波長 172nm の紫外線を用いたフォトリソグラフィ処理を施した後、1分間のイオンエッチングを施して酸化膜除去を行った。そして、保護膜を剥がした後、スパッタリング法により $0.33\mu\text{m}$ ($\text{Ti}/\text{Cu}=0.03\mu\text{m}/0.3\mu\text{m}$) のシード層を形成した。さらに、その基板に、電解めっきにより $30\mu\text{m}$ の Cu 層（めっき層）を形成した。

[0042] <実施例4>

上記配線基板材料に対し、波長 172nm の紫外線を用いたフォトリソグラフィ処理を施した後、5分間のイオンエッチングを施して酸化膜除去を行った。そして、保護膜を剥がした後、スパッタリング法により $0.33\mu\text{m}$ ($\text{Ti}/\text{Cu}=0.03\mu\text{m}/0.3\mu\text{m}$) のシード層を形成した。さらに、その基板に、電解めっきにより $30\mu\text{m}$ の Cu 層（めっき層）を形成した。

<実施例5>

上記配線基板材料に対し、波長 172nm の紫外線を用いたフォトリソグラフィ処理を施した後、10分間のイオンエッチングを施して酸化膜除去を行った。そして、保護膜を剥がした後、スパッタリング法により $0.33\mu\text{m}$ ($\text{Ti}/\text{Cu}=0.03\mu\text{m}/0.3\mu\text{m}$) のシード層を形成した。さらに、その基板に、電解めっきにより $30\mu\text{m}$ の Cu 層（めっき層）を形成した。

[0043] <実施例6>

上記配線基板材料に対し、波長 172nm の紫外線を用いたフォトリソグラフィ処理を施した後、20分間のイオンエッチングを施して酸化膜除去を行った。そして、保護膜を剥がした後、スパッタリング法により $0.33\mu\text{m}$ ($\text{Ti}/\text{Cu}=0.03\mu\text{m}/0.3\mu\text{m}$) のシード層を形成した。さらに、その基板に、電解めっきにより $30\mu\text{m}$ の Cu 層（めっき層）を形成した。

上記の参考例 1～3、比較例 1、実施例 1～6 について、基板の Cu 層を J I S H 8 6 3 0 付属書 1 に記載の方法に準拠して、1 c m の幅にカッターナイフで切り込みを入れ、引っ張り試験器で 9 0 度方向に引き剥がすピール試験をそれぞれ 5 つの試料について行った。そして、ピール強度 (k g f / c m) の平均値と標準偏差を求めた。その結果を表 1 に示す。

[0044] [表1]

	デスミア	減圧Arプラズマ処理		薬液処理	シード	ピール強度 [kgf/cm]	
			時間 (分)			平均値	標準偏差
参考例 1	ウェット	無		無	無電解	0.420	±0.085
参考例 2	ウェット	無		有	無電解	0.422	±0.035
参考例 3	ウェット	有	10	無	スパッタ	0.450	±0.020
比較例 1	フォト	無		無	スパッタ	0.620	±0.100
実施例 1	フォト	無		有	スパッタ	0.610	±0.030
実施例 2	フォト	有	0.5	無	スパッタ	0.650	±0.030
実施例 3	フォト	有	1	無	スパッタ	0.700	±0.030
実施例 4	フォト	有	5	無	スパッタ	0.848	±0.025
実施例 5	フォト	有	10	無	スパッタ	0.832	±0.015
実施例 6	フォト	有	20	無	スパッタ	0.838	±0.015

[0045] 表 1 に示すように、参考例 1 では、ピール強度の平均値は 0.420 k g f / c m であり、標準偏差は ±0.085 k g f / c m であった。

また、参考例 2 では、ピール強度の平均値は 0.422 k g f / c m であり、標準偏差は ±0.035 k g f / c m であった。

また、参考例 3 では、ピール強度の平均値は 0.450 k g f / c m であり、標準偏差は ±0.020 k g f / c m であった。

このように、ウェットデスミア処理を施した参考例 1～3 は、いずれもピール強度の平均値が 0.5 k g f / c m 未満となっている。

[0046] これに対してフォトデスミア処理を施した比較例 1 では、ピール強度の平

均値は 0.620 kg f / cm であり、フォトデスミア処理を施すことでピール強度が向上することが確かめられた。

但し、比較例1では、ピール強度の標準偏差は $\pm 0.100 \text{ kg f / cm}$ という大きい値であった。これは、フォトデスミア処理の後に表面改質処理を行っていないため、試料の一部でカラーセンターが非活性化したためと考えられる。

実施例1では、ピール強度の平均値は 0.610 kg f / cm であり、標準偏差は $\pm 0.030 \text{ kg f / cm}$ であった。フォトデスミア処理の後に表面改質処理を行ったため、非活性化したカラーセンターが再活性化されて、比較例1に較べて標準偏差が減少したと考えられる。但し、表面改質処理として薬液処理を用いたため、ピール強度の平均値は、少しではあるが比較例1よりも減少している。

[0047] 実施例2では、ピール強度の平均値は 0.650 kg f / cm であり、標準偏差 $\pm 0.030 \text{ kg f / cm}$ であった。0.5分という短時間でも、フォトデスミア処理の後に表面改質処理を行ったため、非活性化したカラーセンターが再活性化されて、比較例1に較べて標準偏差が減少したと考えられる。また、フォトデスミア処理として減圧Arプラズマ処理を用いたことで、ピール強度の平均値も比較例1に較べてさらに向上している。

実施例3では、ピール強度の平均値は 0.700 kg f / cm であり、標準偏差は $\pm 0.030 \text{ kg f / cm}$ であった。

実施例4では、ピール強度の平均値は 0.848 kg f / cm であり、標準偏差は $\pm 0.025 \text{ kg f / cm}$ であった。

[0048] 表面改質処理の時間が延びるにつれてピール強度の平均値が向上し、標準偏差もさらに減少することが確かめられた。

実施例5では、ピール強度の平均値は 0.832 kg f / cm であり、標準偏差は $\pm 0.015 \text{ kg f / cm}$ であった。

実施例6では、ピール強度の平均値は 0.838 kg f / cm であり、標準偏差は $\pm 0.015 \text{ kg f / cm}$ であった。

表面改質処理の時間が１０分以上になると、ピール強度の平均値は頭打ちになったが、標準偏差はさらに減少することが分かった。

[0049] 以上説明したように、波長２２０nm以下の紫外線を用いたフォトデスマリア処理と、スパッタリングによるシード層の形成処理との組み合わせにより、シード層と絶縁層表面との高い密着性を担保することができ、シード層の形成処理で絶縁層表面の改質処理を行うことで密着性のばらつきが抑制され、信頼性の高い基板を実現することができる。さらに、樹脂表面を平滑に保つことができるので、微細配線形成のためのレジストパターンを安定して形成することができ、微細配線基板を精度良く作製することができる。

[0050] (配線基板製造装置)

以上説明した配線基板の製造は、以下に示す配線基板製造装置により実現することができる。

図５は、配線基板製造装置の構成を示す概略図である。ここで、図５（a）は、上述した保護膜を用いずに配線基板を製造する配線基板製造装置２１０の構成を示し、図５（b）は、上述した保護膜を用いて配線基板を製造する配線基板製造装置２２０の構成を示している。

図５（a）に示す配線基板製造装置２１０は、紫外線照射装置２１１と、超音波洗浄・乾燥装置２１２と、プラズマ・スパッタ装置２１３と、を備える。紫外線照射装置２１１は、ワーク（配線基板材料）に対してフォトデスマリア処理における紫外線照射処理を行う。超音波洗浄・乾燥装置２１２は、フォトデスマリア処理における物理的振動処理として超音波振動処理（超音波洗浄処理）を行った後、ワークを乾燥する乾燥処理を行う。プラズマ・スパッタ装置２１３は、減圧Arプラズマ法とスパッタリング法を採用し、フォトデスマリア処理後のワーク表面を改質してシード層を形成する処理を行う。

[0051] 図５（b）に示す配線基板製造装置２２０は、紫外線照射装置２２１と、超音波洗浄・乾燥装置２２２と、マスクピーラー装置２２３と、プラズマ・スパッタ装置２２４と、を備える。紫外線照射装置２２１及び超音波洗浄・乾燥装置２２２は、紫外線照射装置２１１及び超音波洗浄・乾燥装置２１２

と同様である。マスクピーラー装置 223 は、フォトデスミア処理後のワークから保護膜を除去する処理を行う。プラズマ・スパッタ装置 224 は、減圧 Ar プラズマ法とスパッタリング法を採用し、保護膜を除去した後のワーク表面を改質してシード層を形成する処理を行う。

このような配線基板製造装置 210, 220 によれば、シード層と絶縁層との密着性が常に担保された信頼性の高い配線基板の製造を実現することができる。

なお、図 5 において、紫外線照射装置 211 及び 221 が紫外線照射部に対応し、超音波洗浄・乾燥装置 212 及び 222 が振動付与部に対応し、プラズマ・スパッタ装置 213 及び 224 がシード層形成部に対応している。

[0052] (変形例)

上記実施形態においては、スパッタリング法によりシード層を形成する場合について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、イオンプレーティング法によりシード層を形成してもよい。この場合にも、スパッタリング法によりシード層を形成した場合と同様の効果が得られる。すなわち、スパッタリング法やイオンプレーティング法のように、材料粒子（金属粒子）を衝突させ付着させることでシード層を形成する手法であれば、上記実施形態と同様の効果が得られる。

[0053] また、上記実施形態においては、減圧 Ar プラズマ処理により表面改質を行う場合について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、薬液に基板材料を浸漬して表面改質を行ってもよい。薬液としては、例えば、水酸化ナトリウム水溶液が好ましい。また、例えば、真空中や大気圧の窒素雰囲気中などのように酸素を含まない雰囲気中で波長 220 nm 以下の紫外線を照射して表面改質を行ってもよい。このように薬液や紫外線照射で表面改質する場合にも、減圧 Ar プラズマ処理により酸化膜を表面改質する場合と同様の効果が得られる。

[0054] なお、上記説明では、本発明の一例としてフォトデスミア装置への適用例を示しているが、デスカム装置や表面改質装置にも適用可能である。デスカ

ム装置は、例えば、製造工程で使用するソルダーレジスト（Photo Solder Resist：P S R）、ドライフィルム（Dry Film Resist：D F R）などの残渣の除去を行う装置である。また、表面改質装置は、例えば、めっき前後のクリーニング、材料表面の粗化などによる密着性改善や濡れ性向上を行う装置である。このように、本発明の光処理装置は、例えば光アッシング処理装置やレジストの除去処理装置、ドライ洗浄処理装置などへ応用可能である。

[0055] なお、上記において特定の実施形態が説明されているが、当該実施形態は単なる例示であり、本発明の範囲を限定する意図はない。本明細書に記載された装置及び方法は上記した以外の形態において具現化することができる。また、本発明の範囲から離れることなく、上記した実施形態に対して適宜、省略、置換及び変更をなすこともできる。かかる省略、置換及び変更をなした形態は、請求の範囲に記載されたもの及びこれらの均等物の範疇に含まれ、本発明の技術的範囲に属する。

本出願は日本特許出願第2015-188930号（出願日2015年9月25日）を基礎とした出願であり、上記日本出願の優先権を主張し、上記日本出願の開示内容は全て本出願に組み込まれたものとする。

符号の説明

[0056] 10…絶縁層、11…導電層、12…絶縁層、12a…ビアホール、13…シード層、14…めっき層、C…カラーセンター、L…レーザ、R…レジストパターン、S…スミア、TP…ターゲット粒子

請求の範囲

- [請求項1] 導電層の上に絶縁層が積層された配線基板材料に対して、前記絶縁層を貫通する貫通孔を形成する第一工程と、
- 前記貫通孔が形成された前記配線基板材料に対して、波長220nm以下の紫外線を照射することにより、当該配線基板材料のデスミア処理を行う第二工程と、
- 前記デスミア処理された前記配線基板材料に対して表面改質処理を施し、前記貫通孔内および前記絶縁層の上に、材料粒子を衝突させ付着させることでシード層を形成する第三工程と、
- 前記シード層の上に、電解めっきにより導電材料からなるめっき層を形成する第四工程と、を含むことを特徴とする配線基板の製造方法。
- [請求項2] 前記第三工程は、
- 減圧Arプラズマ処理により前記表面改質処理を行うことを特徴とする請求項1に記載の配線基板の製造方法。
- [請求項3] 前記第三工程は、
- 波長220nm以下の紫外線を、酸素を含まない雰囲気中で照射することにより前記表面改質処理を行うことを特徴とする請求項1に記載の配線基板の製造方法。
- [請求項4] 前記第三工程は、
- 薬液により前記表面改質処理を行うことを特徴とする請求項1に記載の配線基板の製造方法。
- [請求項5] 前記第三工程は、
- 水酸化ナトリウム水溶液により前記表面改質処理を行うことを特徴とする請求項4に記載の配線基板の製造方法。
- [請求項6] 前記請求項1～5の何れか1項に記載の配線基板の製造方法により製造された配線基板。
- [請求項7] 導電層の上に絶縁層が積層され、前記絶縁層を貫通する貫通孔が形

成された配線基板材料に対して、波長220nm以下の紫外線を照射することにより、当該配線基板材料のデスミア処理を行う紫外線照射部と、

前記デスミア処理された前記配線基板材料に対して表面改質処理を施し、前記貫通孔内および前記絶縁層の上に、材料粒子を衝突させ付着させることでシード層を形成するシード層形成部と、を備えることを特徴とする配線基板製造装置。

補正された請求の範囲
[2017年1月23日(23.01.2017) 国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後) 導電層の上に絶縁層が積層された配線基板材料に対して、前記絶縁層を貫通する貫通孔を形成する第一工程と、

前記貫通孔が形成された前記配線基板材料に対して、波長 220 nm 以下の紫外線を照射することにより、当該配線基板材料のデスミア処理を行うとともに前記絶縁層および前記貫通孔の表面に結合欠陥を生成する第二工程と、

前記デスミア処理された前記配線基板材料に対して表面改質処理を施し、前記結合欠陥が生成された前記貫通孔内および前記絶縁層の表面に対して、材料粒子を衝突させ打ち込むことでシード層を形成する第三工程と、

前記シード層の上に、電解めっきにより導電材料からなるめっき層を形成する第四工程と、を含むことを特徴とする配線基板の製造方法。

[請求項 2] 前記第三工程は、

減圧 Ar プラズマ処理により前記表面改質処理を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の配線基板の製造方法。

[請求項 3] 前記第三工程は、

波長 220 nm 以下の紫外線を、酸素を含まない雰囲気中で照射することにより前記表面改質処理を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の配線基板の製造方法。

[請求項 4] 前記第三工程は、

薬液により前記表面改質処理を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の配線基板の製造方法。

[請求項 5] 前記第三工程は、

水酸化ナトリウム水溶液により前記表面改質処理を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の配線基板の製造方法。

[請求項 6] 前記請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の配線基板の製造方法によ

り製造された配線基板。

[請求項 7] (補正後) 導電層の上に絶縁層が積層され、前記絶縁層を貫通する貫通孔が形成された配線基板材料に対して、波長 220nm 以下の紫外線を照射することにより、当該配線基板材料のデスミア処理を行うとともに前記絶縁層の表面に結合欠陥を生成する紫外線照射部と、

前記デスミア処理された前記配線基板材料に対して表面改質処理を施し、前記結合欠陥が生成された前記貫通孔内および前記絶縁層の表面に対して、材料粒子を衝突させ打ち込むことでシード層を形成するシード層形成部と、を備えることを特徴とする配線基板製造装置。

条約第 19 条（１）に基づく説明書

請求の範囲第 1 項は、出願時の明細書の段落 [0007]、[0031]、[0032] に記載された事項に基づく限定を付加したものである。

請求の範囲第 7 項は、補正後の第 1 項と同様の限定を付加したものである。

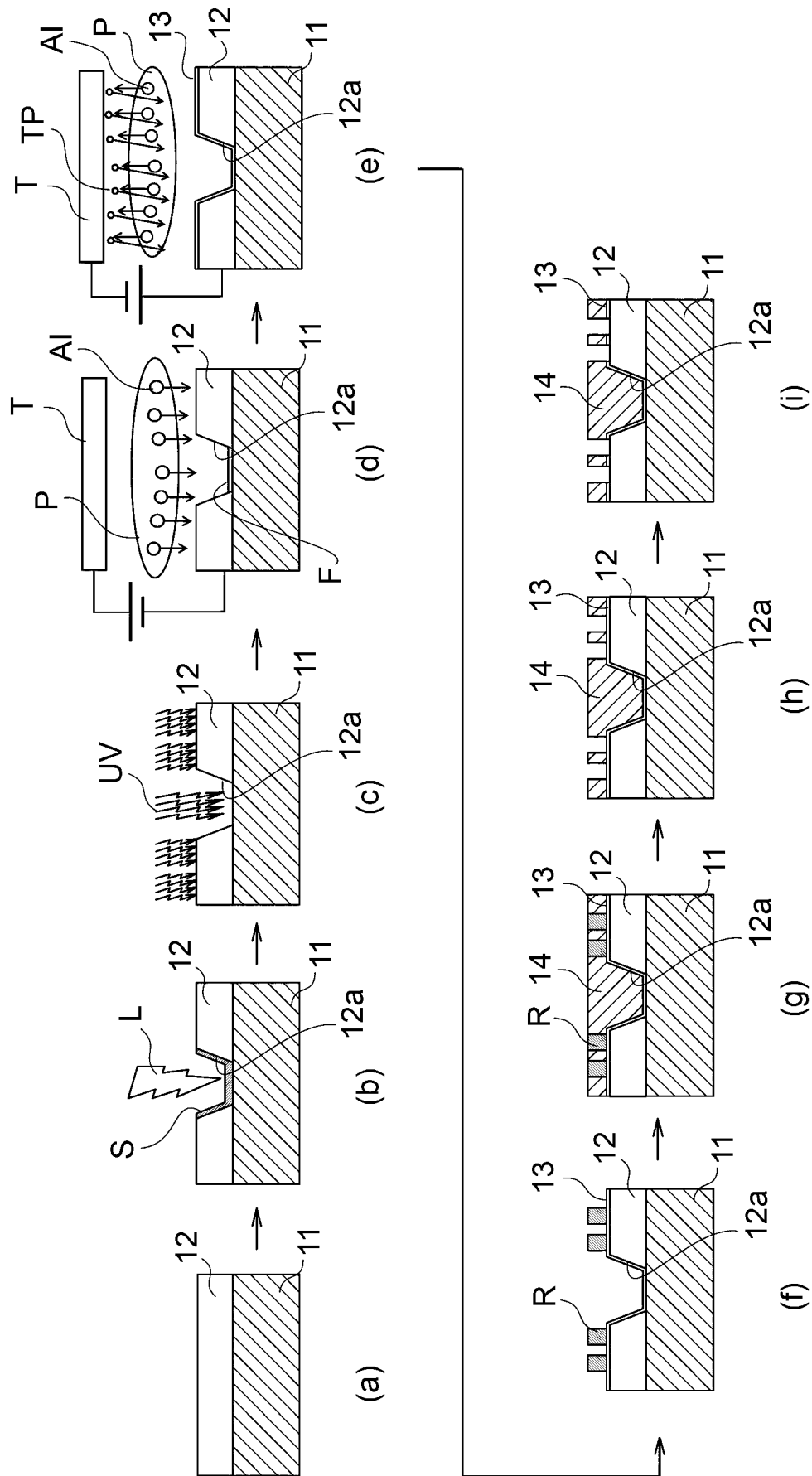
なお、請求の範囲第 2 項～第 6 項は変更していない。

本発明と文献 1（JP2001-015931A）との相違点である「デスマ処理が、波長 220nm 以下の紫外線を照射することにより行うものでない点」を開示すると認定された文献 2（JP2015-126227A）は波長 220nm 以下の紫外線を照射するデスマ処理を開示するが、波長 220nm 以下の紫外線を照射することによる絶縁層および貫通孔表面への結合欠陥の生成を開示も示唆もしていない。また、文献 1（JP2001-015931A）は、紫外線照射による表面粗化を開示するが、紫外線照射によるデスマ処理により生成された絶縁層表面の結合欠陥への材料粒子の打ち込みを開示も示唆もしていない。

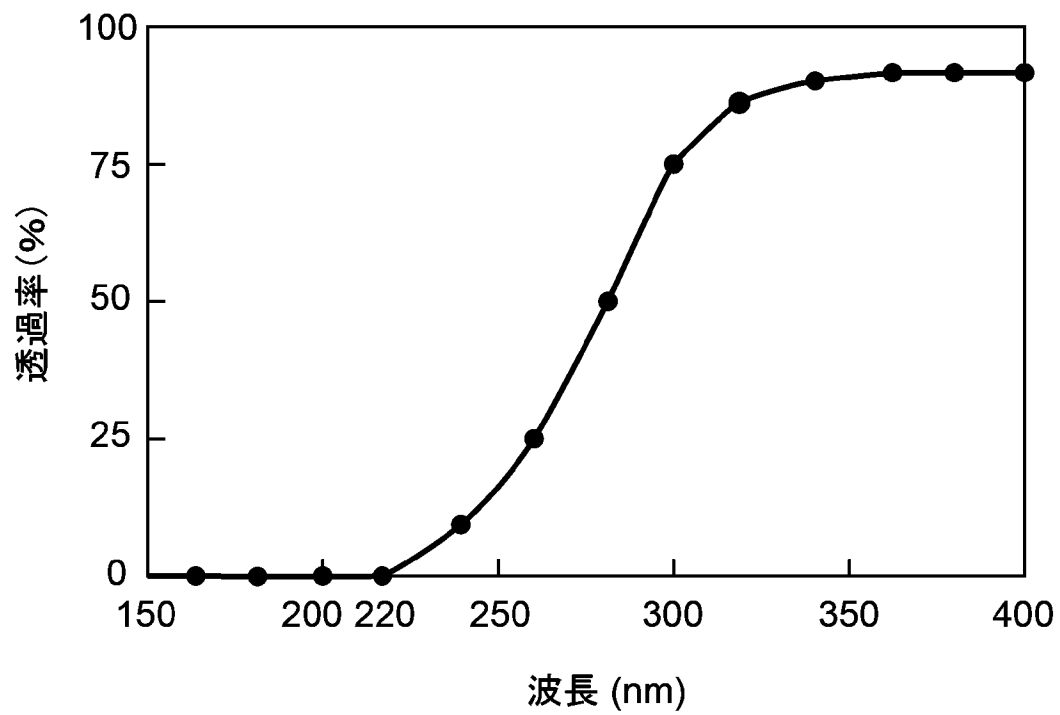
補正後の請求の範囲第 1 項～第 7 項に係る本発明は、波長 220nm 以下の紫外線を照射することによる絶縁層および貫通孔表面での結合欠陥の生成と、生成された結合欠陥への材料粒子の打ち込みにより、絶縁層および貫通孔表面の結合欠陥による材料粒子の強固な捕獲および固定という効果を奏するものであって、引用例に対して進歩性を有する。

以上

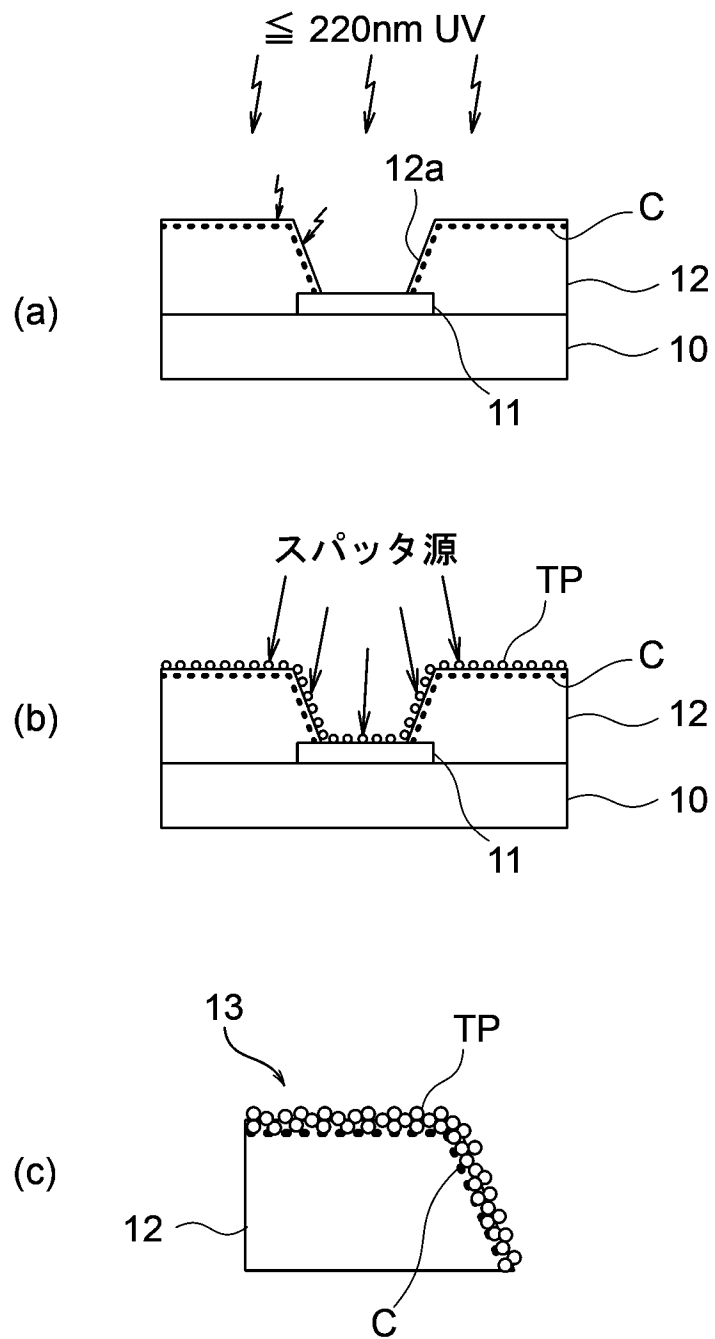
[図1]



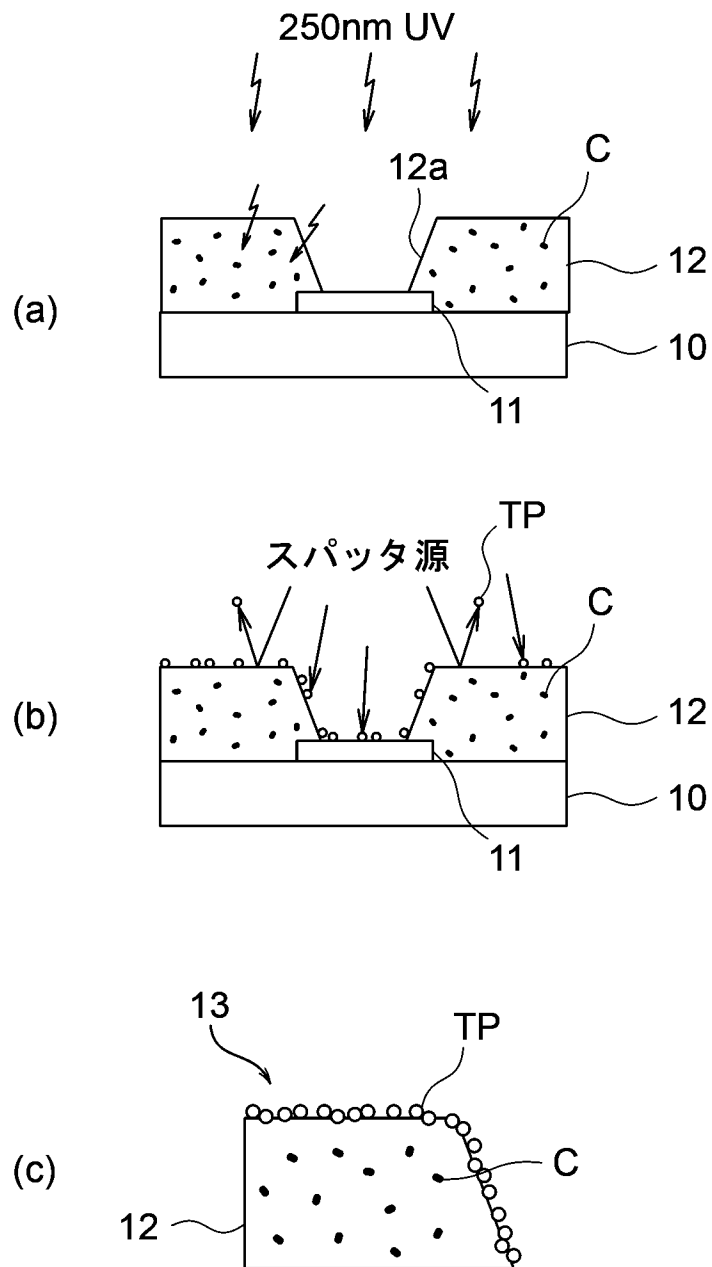
[図2]



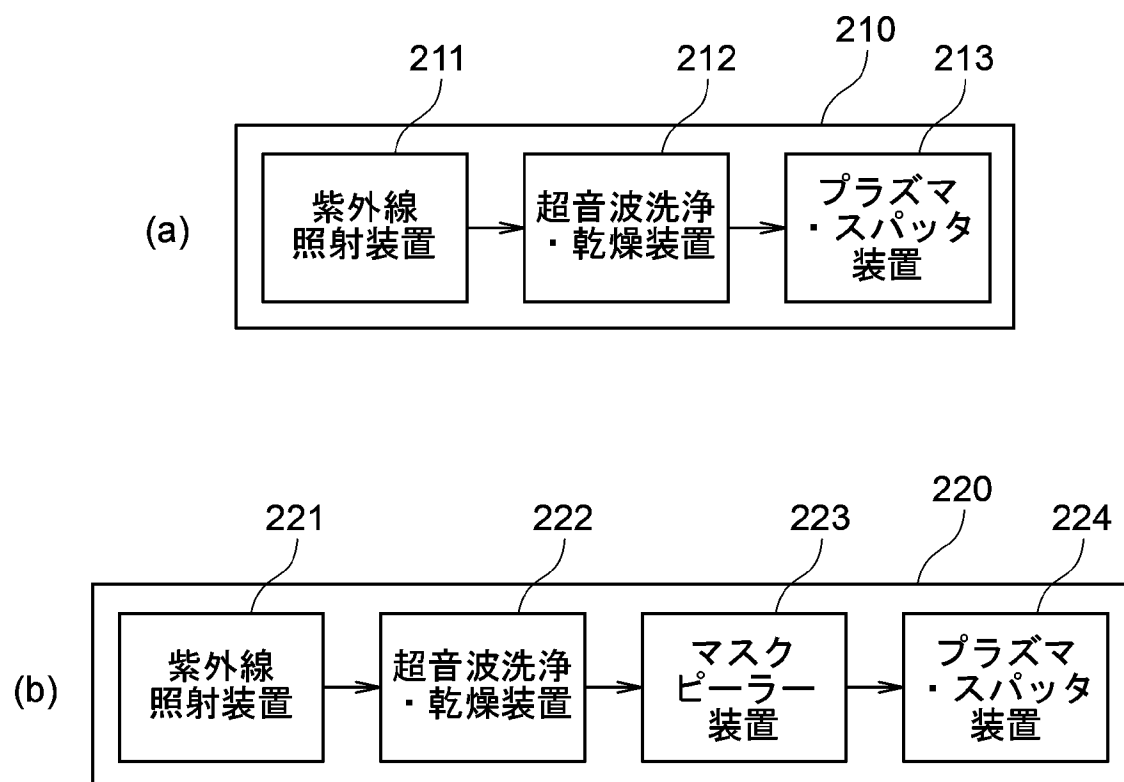
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/003767

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05K3/18(2006.01)i, H05K3/38(2006.01)i, H05K3/42(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)

H05K3/18, H05K3/38, H05K3/42

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2001-015931 A (Ibiden Co., Ltd.), 19 January 2001 (19.01.2001), paragraphs [0032] to [0037], [0047] to [0052] & EP 1119227 A1 paragraphs [0206], [0440] & US 2005/0258522 A1 & DE 69934130 D & KR 10-2006-0088573 A	1-7
Y	JP 2015-126227 A (Ushio Inc.), 06 July 2015 (06.07.2015), paragraphs [0017] to [0019] & US 2015/0351251 A1 paragraphs [0112] to [0114] & TW 201608951 A & CN 104838732 A & KR 10-2015-0074104 A	1-7

☒ 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
20 October 2016 (20.10.16)

Date of mailing of the international search report
01 November 2016 (01.11.16)

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/JP2016/003767

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-077439 A (Yoichi HARUTA), 29 March 2007 (29.03.2007), paragraph [0017] (Family: none)	4-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05K3/18(2006.01)i, H05K3/38(2006.01)i, H05K3/42(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（IPC））

Int.Cl. H05K3/18, H05K3/38, H05K3/42

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2001-015931 A（イビデン株式会社）2001.01.19, 段落[0032]-[0037], [0047]-[0052] & EP 1119227 A1, 段落[0206], [0440] & US 2005/0258522 A1 & DE 69934130 D & KR 10-2006-0088573 A	1-7 1-7
Y	JP 2015-126227 A（ウシオ電機株式会社）2015.07.06, 段落[0017]-[0019] & US 2015/0351251 A1, 段落[0112]-[0114] & TW 201608951 A & CN 104838732 A & KR 10-2015-0074104 A	

☒ 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

20.10.2016

国際調査報告の発送日

01.11.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

小林 大介

5D

9848

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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
Y	JP 2007-077439 A (春田要一) 2007.03.29, 段落[0017] (ファミリーなし)	4 - 5