(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 5 月 26 日(26.05.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/085830 A1

(51) 国際特許分類:
H05K 3/10 (2006.01) *H05K 3/22* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/082540

(22) 国際出願日: 2015 年 11 月 19 日(19.11.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 富士機械製造株式会社(**FUJI MACHINE MFG. CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 塚田 謙磁(**TSUKADA, Kenji**); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 藤田 政利(**FUJITA, Masatoshi**); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 橋本 良崇(**HASHIMOTO, Yoshitaka**); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 川尻 明宏(**KAWAJIRI, Akihiro**); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 鈴木 雅登(**SUZUKI, Masato**); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 牧原 克明(**MAKIHARA, Katsuaki**); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人アイテック国際特許事務所 (**ITEC INTERNATIONAL PATENT FIRM**); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目１６番２６号ＳＣ伏見ビル Aichi (JP).

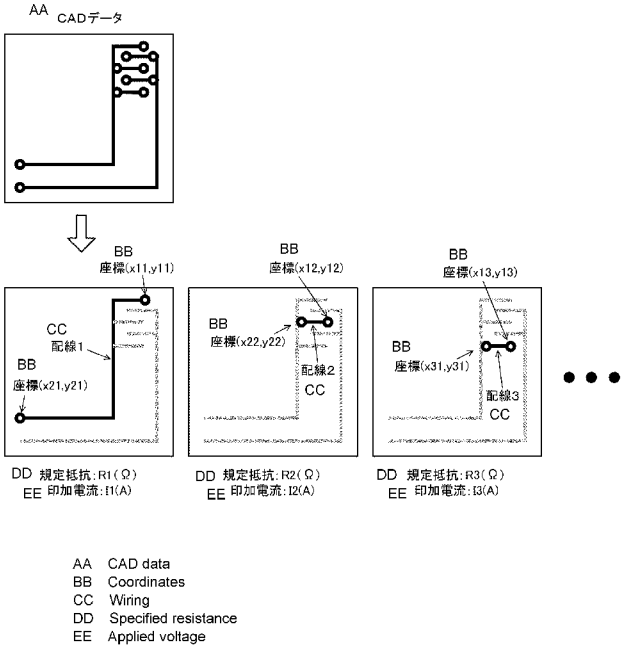
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) **Title**: WIRING FORMING METHOD AND BAKING DEVICE

(54) 発明の名称 : 配線形成方法および焼成装置



(57) **Abstract**: In this invention, a wiring base material production device forms a wiring layer containing conductive particles on a base material on the basis of a wiring graphic data included in CAD data. In addition, the wiring base material production device extracts, from the wiring graphic data or the base material graphic data contained in the CAD data, parameters (such as line length, line width, line thickness and base material thickness) for determining the magnitude of the current to be applied when performing current-baking in which a current is applied by a pair of probes (electrodes) brought into contact with two points of the wiring layer formed on the base material. In this manner, the magnitude of the current to be applied in the current-baking can be determined on the basis of the CAD data, allowing the current baking to be executed efficiently.

(57) 要約: 配線基材製造装置は、ＣＡＤデータに含まれる配線の図形データに基づいて基材上に導電性粒子を含む配線層を形成する。また、配線基材製造装置は、基材上に形成した配線層の２点間に一対のプローブ（電極）を接触させて電流を印加する電流焼成を行う場合に、印加する電流の大きさを決定するためのパラメータ（線長や線幅，線厚み，基材厚みなど）をＣＡＤデータに含まれる配線の図形データや基材の図形データから抽出する。これにより、ＣＡＤデータに基づいて電流焼成において印加する電流の大きさを決定することができ、電流焼成を効率よく実行することができる。

WO 2017/085830 A1

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)）

明　細　書

発明の名称 ： 配線形成方法および焼成装置

技術分野

[0001] 本発明は、配線形成方法および焼成装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、この種の配線形成方法としては、基材上に塗布された金属粒子を含む塗布膜に所定の電流を印加することにより塗布膜を焼成し、金属粒子からなる配線を形成するものが提案されている（例えば、特許文献１参照）。

特許文献1：特開２０１４－１４８９４号公報

発明の開示

[0003] しかしながら、上述した方法は、所定の電流を印加することにより、塗布膜にジュール熱を発生させて、焼成することについては記載されているものの、電流の大きさをどのように設定するのかについては言及されていない。このため、印加する電流の大きさによっては、十分な焼成を行うことができなかったり、基材に悪影響を及ぼしたりする場合が生じる。

[0004] 本発明は、導電性粒子含有塗膜の焼成をより適切に行うことを主目的とする。

[0005] 本発明は、上述の主目的を達成するために以下の手段を採った。

[0006] 本発明の配線形成方法は、

基材に配線を形成する配線形成方法であって、

配線パターンを記述したパターンデータに基づいて導電性粒子含有塗膜を前記配線パターンに沿って前記基材上に塗布する塗布工程と、

前記基材上に塗布された導電性粒子含有塗膜の２点間に電流を印加して焼成する電流印加工程と、

を備え、

前記電流印加工程は、前記パターンデータに基づいて印加する電流の大きさを決定した上で、電流を印加する

ことを要旨とする。

[0007] この本発明の配線形成方法は、塗布工程と電流印加工程とを実行して配線を形成する。塗布工程は、配線パターンを記述したパターンデータに基づいて導電性粒子含有塗膜を配線パターンに沿って基材上に塗布する。電流印加工程は、基材上に塗布された導電性粒子含有塗膜の２点間に電流を印加して焼成する。また、電流印加工程は、上述のパターンデータに基づいて印加する電流の大きさを決定した上で、電流を印加する。これにより、印加する電流の大きさを配線パターンに合わせた適切な値とすることができ、導電性粒子含有塗膜の焼成をより適切に行うことができる。また、配線パターンを記述したパターンデータに基づいて印加する電流の大きさを決定するから、生産効率をより高めることができる。なお、電流印加工程の実行前に、基材上に塗布された導電性粒子含有塗膜の予備焼成を行う予備焼成工程を備えるものとすることもできる。

[0008] こうした本発明の配線形成方法において、前記電流印加工程により電流を印加した２点間の抵抗値を測定し、前記測定した抵抗値が規定値以下となった場合に焼成が完了したと判定する焼成検査工程を備え、前記焼成検査工程は、前記パターンデータに基づいて前記規定値を決定するものとすることもできる。こうすれば、焼成が完了したか否かをより適切に判定することができる。

[0009] 焼成検査工程を備える態様の本発明の配線形成方法において、前記焼成検査工程により測定された抵抗値が前記規定値以下とならなかった場合には、印加する電流を増大させて前記電流印加工程を再実行するものとすることもできる。こうすれば、焼成をより確実に行うことができる。

[0010] また、焼成検査工程を備える態様の本発明の配線形成方法において、前記焼成検査工程により測定された抵抗値が前記規定値以下とならなかった場合には、前記塗布工程と前記電流印加工程とを再実行するものとすることもできる。こうすれば、焼成をより確実に行うことができる。

[0011] さらに、本発明の配線形成方法において、前記導電性粒子含有塗膜が塗布

された基材を撮像し、得られた撮像画像に基づいて前記導電性粒子含有塗膜の塗布不良を判定する塗布検査工程を備えるものとすることもできる。この態様の本発明の配線形成方法において、前記塗布検査工程により塗布不良が生じていると判定された場合には、塗布不良が生じていると判定された箇所に対して前記塗布工程を再実行するものとすることもできる。

[0012] また、本発明の配線形成方法において、前記電流印加工程は、移動ロボットを用いて、前記基材上に塗布された導電性粒子含有塗膜の２点間に一対の電極を接触させることにより電流を印加するものとすることもできる。

[0013] 本発明の焼成装置は、

配線パターンを記述したパターンデータに基づいて基材に塗布された導電性粒子含有塗膜を焼成する焼成装置であって、

一対の電極を移動可能な移動ロボットと、

前記一対の電極を介して電流を印加可能な電流印加装置と、

前記基材上に塗布された導電性粒子含有塗膜の２点間に前記一対の電極が接触するよう前記移動ロボットを制御し、前記２点間に電流が印加されるよう前記電流印加装置を制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、前記パターンデータに基づいて電流を印加する位置と印加する電流の大きさとを決定した上で、前記移動ロボットと前記電流印加装置とを制御する

ことを要旨とする。

[0014] この本発明の焼成装置は、基材上に塗布された導電性粒子含有塗膜の２点間に一対の電極が接触するよう移動ロボットを制御し、２点間に電流が印加されるよう電流印加装置を制御する制御装置を備える。制御装置は、基材に導電性粒子含有塗膜が塗布される配線パターンを記述したパターンデータに基づいて電流を印加する位置と印加する電流の大きさとを決定した上で、移動ロボットと電流印加装置とを制御する。これにより、電流を印加する位置や印加する電流の大きさを配線パターンに合わせた適切な値とすることがで

き、導電性粒子含有塗膜の焼成をより適切に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の一実施形態としての配線基材製造装置１０の構成の概略を示す構成図である。

[図2]制御装置８０の電気的な接続関係を示す説明図である。

[図3]配線形成処理の一例を示すフローチャートである。

[図4]配線層形成処理の一例を示すフローチャートである。

[図5]配線層形成の様子を示す説明図である。

[図6]撮像検査処理の一例を示すフローチャートである。

[図7]撮像の様子を示す説明図である。

[図8]電流印加処理の一例を示すフローチャートである。

[図9]配線および基材のモデル化例を示す説明図である。

[図10]対象配線に一対のプローブ５４，５６を接触させる様子を示す説明図である。

[図11]ＣＡＤデータから電流を印加する２点の座標が抽出される様子を示す説明図である。

[図12]導通抵抗検査処理の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0016] 図１は、本発明の一実施形態としての配線基材製造装置１０の構成の概略を示す構成図であり、図２は、制御装置８０の電気的な接続関係を示す説明図である。なお、図１中の前（手前）後（奥）方向がＸ軸方向であり、左右方向がＹ軸方向であり、上下方向がＺ軸方向である。

[0017] 本実施形態の配線基材製造装置１０は、図１に示すように、ステージ１２と、搬送装置２０と、樹脂層形成ユニット３０と、配線層形成ユニット４０と、撮像ユニット１６と、焼成ユニット５０と、制御装置８０(図２参照）とを備える。樹脂層形成ユニット３０と配線層形成ユニット４０と撮像ユニット１６と焼成ユニット５０は、ステージ１２の搬送方向（Ｙ軸方向）に沿って並べて設置されている。

[0018] ステージ１２は、樹脂層形成ユニット３０と配線層形成ユニット４０と撮像ユニット１６と焼成ユニット５０がそれぞれ作業を行う際の作業台である。

[0019] 搬送装置２０は、図１に示すように、Ｙ軸方向に延びる一対のＹ軸ガイドレール２２と、タイミングベルトを駆動するベルト駆動装置２４（図２参照）とを備え、タイミングベルトを介して伝達される動力によってステージ１２をＹ軸ガイドレール２２に沿って往復動させる。なお、搬送装置２０は、ベルト駆動を用いるものに限られず、ボールねじ駆動やリニアモータ駆動を用いるものとしてもよい。

[0020] 樹脂層形成ユニット３０は、ステージ１２が樹脂層形成ユニット３０の作業エリア内に搬送されているときに、ステージ１２上に樹脂層を形成するものである。この樹脂層形成ユニット３０は、図１に示すように、ＵＶ硬化性の樹脂インクを吐出可能なインクヘッド３２と、インクヘッド３２から吐出された樹脂インクにＵＶ光を照射可能なＵＶ光照射装置３４とを備える。

[0021] インクヘッド３２は、例えば、ステージ１２上の印刷領域の幅を全てカバーするように複数のノズルが配列されたラインヘッドである。このインクヘッド３２は、搬送装置２０によりステージ１２をＹ軸方向に搬送しながらノズルから樹脂インクを吐出することにより、矩形形状の樹脂層を塗布（印刷）する。

[0022] ＵＶ光照射装置３４は、Ｘ軸方向にライン状のＵＶ光を照射可能に構成されている。このＵＶ光照射装置３４は、ステージ１２をＹ軸方向に搬送しながらステージ１２に塗布された矩形形状の樹脂層にライン状（Ｘ軸方向）のＵＶ光を照射していくことにより、塗布された樹脂層を順次硬化させる。ＵＶ光照射装置３４は、例えば、水銀ランプやメタルハライドランプ等を用いることができる。

[0023] 樹脂層形成ユニット３０は、こうしてインクヘッド３２による樹脂層の塗布とＵＶ光照射装置３４による樹脂層の硬化とを複数回に亘って繰り返すことで、樹脂層を積層していき、所定厚さの樹脂基材を作製する。

[0024] 配線層形成ユニット４０は、ステージ１２が配線層形成ユニット４０の作業エリア内に搬送されているときに、ステージ１２上に形成された樹脂基材に配線層を形成するものである。この配線層形成ユニット４０は、金属ナノ粒子（例えば、金粒子や銀粒子，銅粒子）等の導電性粒子が分散剤に分散された導電性粒子含有インクを吐出可能なインクヘッド４２と、インクヘッド４２から吐出された導電性粒子含有インクにレーザビームを照射するレーザ照射装置４６とを備える。

[0025] インクヘッド４２は、例えば、印刷領域の幅を全てカバーするように複数のノズルが配列されたラインヘッドである。このインクヘッド４２は、搬送装置２０によりステージ１２をＹ軸方向に搬送しながら対応するノズルから導電性粒子含有インクを吐出することで、基材上に導電性粒子含有インクを塗布（印刷）する。

[0026] レーザ照射装置４６は、キャリッジモータ４５（図２参照）の駆動によりＸ軸方向の移動が可能なキャリッジ４４に搭載されており、レーザ照射装置４６のＸ軸方向の移動とステージ１２のＹ軸方向の移動とによって、ステージ１２に形成された樹脂基材上の配線パターン（配線層）に沿ってレーザビームを走査する。配線層は、レーザビームによって導電性粒子の周囲の分散剤が加熱されて分解されることで、導電化する。なお、レーザ照射装置４６は、キャリッジ４４の移動とステージ１２の移動とによってＸＹ軸方向にレーザ走査するものとしたが、これに限定されるものではなく、ガルバノスキャナを用いてＸＹ軸方向にレーザ走査するものとしてもよい。

[0027] 配線層形成ユニット４０は、こうしてインクヘッド４２による導電性粒子含有インクの塗布とレーザ照射装置４６による導電性粒子含有インクの導電化（焼成）とを複数回に亘って繰り返すことで、配線層を積層していき、樹脂基材上に配線を形成する。

[0028] 撮像ユニット１６は、ステージ１２が撮像ユニット１６の撮像エリア内に搬送されているときに、ステージ１２上の樹脂基材上に形成された配線層を撮像する。撮像ユニット１６により撮像された画像は、断線などの印刷不良

や焼成不良の判定に用いられる。

[0029] 焼成ユニット５０は、ステージ１２が焼成ユニット５０の作業エリア内に搬送されているときに、ステージ１２上の樹脂基材に形成された配線パターン（配線層）の２点間に電流を印加するものである。この焼成ユニット５０は、配線層の２点間に電流を印加して配線層を加熱することによって焼成を行う。

[0030] 焼成ユニット５０は、一対のプローブ（電極）５４，５６間に電流を印加可能な電流印加装置５２と、Ｘ軸方向とＺ軸方向の２軸にプローブ５４を移動可能な２軸直交ロボット６０と、Ｘ軸方向とＹ軸方向とＺ軸方向の３軸にプローブ５６を移動可能な３軸直交ロボット７０と、を備える。

[0031] ２軸直交ロボット６０は、Ｘ軸方向に移動可能なＸ軸スライダ６２と、Ｚ軸方向に移動可能なＺ軸スライダ６６と、Ｚ軸スライダ６６に取り付けられプローブ５４を保持するプローブヘッド６８とを備える。Ｘ軸スライダ６２は、台座６１に設けられたＸ軸ガイドレールに沿って移動し、Ｚ軸スライダ６６は、Ｘ軸スライダ６２に設けられたＺ軸ガイドレールに沿って移動する。また、Ｘ軸スライダ６２は、Ｘ軸アクチュエータ６３（図２参照）により駆動され、Ｚ軸スライダ６６は、Ｚ軸アクチュエータ６７（図２参照）により駆動される。これにより、２軸直交ロボット６０は、作業エリア内において、プローブ５４をＸ軸方向およびＺ軸方向の任意の位置に移動できるようになっている。上述したように、ステージ１２はＹ軸方向に移動可能であるから、ステージ１２のＹ軸方向の移動と２軸直交ロボット６０のＸ軸方向およびＺ軸方向の移動とにより、プローブ５４をステージ１２（配線基材）上の任意の位置に接触させることができる。

[0032] ３軸直交ロボット７０は、Ｘ軸方向に移動可能なＸ軸スライダ７２と、Ｙ軸方向に移動可能なＹ軸スライダ７４と、Ｚ軸方向に移動可能なＺ軸スライダ７６と、Ｚ軸スライダ７６に取り付けられプローブ５６を保持するプローブヘッド７８とを備える。Ｘ軸スライダ７２は、Ｙ軸スライダ７４に設けられたＸ軸ガイドレールに沿って移動し、Ｙ軸スライダ７４は、台座７１に設

けられたＹ軸ガイドレールに沿って移動し、Ｚ軸スライダ７６は、Ｘ軸スライダ７２に設けられたＺ軸ガイドレールに沿って移動する。また、Ｘ軸スライダ７２は、Ｘ軸アクチュエータ７３（図２参照）により駆動され、Ｙ軸スライダ７４は、Ｙ軸アクチュエータ７５（図２参照）により駆動され、Ｚ軸スライダ７６は、Ｚ軸アクチュエータ７７（図２参照）により駆動される。これにより、３軸直交ロボット７０は、作業エリア内でプローブ５６をＸ軸方向，Ｙ軸方向およびＺ軸方向の任意の位置に移動できるようになっている。即ち、３軸直交ロボット７０は、プローブ５６をステージ１２（配線基材）上の任意の位置で接触させることができる。

[0033] 電流印加装置５２は、一対のプローブ５４，５６間に印加する電流を変化可能な可変電流源５２ａと、一対のプローブ５４，５６間の電圧を検出する電圧センサ５２ｂとを備える。電流印加装置５２は、一対のプローブ５４，５６を負荷（配線）に接触させて負荷（配線）に一定の電流を印加した状態で電圧センサ５２ｂにより負荷（配線）の電圧値を検出し、検出した電圧値を印加電流値で割ることにより、負荷（配線）の抵抗値を測定することができる。

[0034] 制御装置８０は、図２に示すように、ＣＰＵ８１とＲＯＭ８２とＨＤＤ８３とＲＡＭ８４と入出力インタフェース８５とを備える。これらは、バス８６を介して電気的に接続されている。制御装置８０には、ステージ１２やキャリッジ４４，プローブヘッド６８，７８の各位置を検知する位置検知センサや電圧センサ５２ｂなどからの各種検知信号が入出力インターフェース８５を介して入力されている。また、制御装置８０からは、ベルト駆動装置２４やインクヘッド３２，ＵＶ光照射装置３４，撮像ユニット１６，インクヘッド４２，キャリッジモータ４５，レーザ照射装置４６，可変電流源５２ａ，２軸直交ロボット６０（Ｘ軸アクチュエータ６３およびＺ軸アクチュエータ６７），３軸直交ロボット７０（Ｘ軸アクチュエータ７３，Ｙ軸アクチュエータ７５およびＺ軸アクチュエータ７７）などへの各種制御信号が入出力インタフェース８５を介して出力されている。

[0035] 次に、こうして構成された実施例の配線基材製造装置１０の動作、特に樹脂基材上に配線を形成する際の動作について説明する。図３は、制御装置８０のＣＰＵ８１により実行される配線形成処理の一例を示すフローチャートである。この処理は、樹脂層形成ユニット３０により樹脂基材が形成された後に実行される。

[0036] 配線形成処理が実行されると、制御装置８０のＣＰＵ８１は、まず、配線層形成ユニット４０により樹脂基材上に配線層を形成する配線層形成処理を実行する（Ｓ１００）。続いて、ＣＰＵ８１は、樹脂基材上に形成された配線層を撮像ユニット１６によって撮像する撮像検査処理を実行する（Ｓ１１０）。そして、ＣＰＵ８１は、配線層に電流を印加することにより導電化（焼成）させる電流印加処理（焼成処理）を実行し（Ｓ１２０）、電流を印加した箇所の抵抗値を測定する導通抵抗検査処理を実行して（Ｓ１３０）、配線形成処理を終了する。

[0037] Ｓ１００の配線層形成処理は、図４に例示するフローチャートに従って実行される。配線層形成処理が実行されると、ＣＰＵ８１は、まず、配線基材のＣＡＤデータを入力する（Ｓ２００）。ここで、配線基材のＣＡＤデータは、基材の図形データと配線の図形データ（配線パターン）とが含まれる。基材の図形データは、基材の熱伝導率や基材厚みなどの各種基材情報が含まれるものとしてもよい。また、配線の図形データは、配線毎に管理され、例えば、配線が線分により構成される場合、線分の始点および終点の座標が含まれ、配線が線分が連続する連続線（ポリライン）により構成される場合、連続線の始点および終点の座標と線分同士が接続される接続点（頂点）の座標とが含まれている。この配線の図形データは、線番や線長，線幅，線厚み，線経路，配線を構成する導電性材料の種類，配線の体積抵抗率，体積抵抗率の温度係数などの各種配線情報が含まれるものとしてもよい。続いて、ＣＰＵ８１は、入力したＣＡＤデータから配線の図形データを抽出し（Ｓ２０２）、抽出した図形データをインクヘッド４２により印刷可能な印刷データに変換する（Ｓ２０４）。また、ＣＰＵ８１は、図形データから配線の厚み

を抽出し、その厚みを実現するための配線層の積層数を規定積層数Ｎｓｅｔに設定し（Ｓ２０６）、実行積層数Ｎを値１に初期化する（Ｓ２０８）。

[0038] 次に、ＣＰＵ８１は、ステージ１２が印刷開始位置へ移動するようベルト駆動装置２４を駆動制御する（Ｓ２１０）。その後、ＣＰＵ８１は、ステージ１２がＹ軸方向に所定速度で移動するようベルト駆動装置２４を駆動制御すると共に（Ｓ２１２）、印刷データに基づいて対応するノズルから導電性粒子含有インクが吐出されるようインクヘッド４２を駆動制御する（Ｓ２１４）。これにより、樹脂基材上に配線パターンに沿って導電性粒子含有インクが吐出されてインク塗膜（配線層）が形成されることとなる。

[0039] そして、ＣＰＵ８１は、配線の図形データに基づいてレーザの照射対象となる配線層（対象配線）のレーザ照射経路を設定する（Ｓ２１６）。レーザの照射は、配線毎（線分あるいは連続線毎）に実行される。したがって、レーザ照射経路は、対象配線を次々に切り替えることにより、配線毎に設定されることとなる。次に、ＣＰＵ８１は、レーザ照射装置４６が対象配線の照射開始位置の上方へ移動するようベルト駆動装置２４とキャリッジモータ４５とを駆動制御する（Ｓ２１８）。その後、ＣＰＵ８１は、レーザ照射装置４６からレーザスポットの照射を開始させ（Ｓ２２０）、レーザスポットが設定したレーザ照射経路に沿って走査されるようベルト駆動装置２４とキャリッジモータ４５とを駆動制御する（Ｓ２２２）。そして、ＣＰＵ８１は、樹脂基材上に形成された全ての配線層のレーザ照射が完了したか否かを判定する（Ｓ２２４）。ＣＰＵ８１は、レーザ照射が完了していないと判定すると、次の配線層を対象配線に設定して（Ｓ２２６）、Ｓ２１６～Ｓ２２２の処理を繰り返す。

[0040] ＣＰＵ８１は、レーザ照射が完了したと判定すると、実行積層数Ｎが規定積層数Ｎｓｅｔに達した否かを判定する（Ｓ２２８）。ＣＰＵ８１は、実行積層数Ｎが規定積層数Ｎｓｅｔに達していないと判定すると、実行積層数Ｎを値１だけインクリメントして（Ｓ２３０）、Ｓ２１０～Ｓ２２４の処理を繰り返し実行し、実行積層数Ｎが規定積層数Ｎｓｅｔに達したと判定すると

、これで配線層形成処理を終了する。

[0041] 図５は、配線層形成処理の実行の様子を示す説明図である。図示するように、配線パターンの印刷は、樹脂基材が裁置されたステージ１２をＹ軸ガイドレール２２に沿ってＹ軸方向に移動させながら、配線パターンに合わせてインクヘッド４２の対応するノズルから導電性粒子含有インクを吐出することにより行われる（図５（ａ）参照）。また、レーザ照射（レーザ焼成）は、レーザ照射装置４６からレーザを配線に向けて照射させた状態で、配線パターンに合わせてレーザ照射装置４６を搭載するキャリッジ４４をＸ軸方向へ移動させると共に樹脂基材が裁置されたステージ１２をＹ軸方向へ移動させることにより行われる（図５（ｂ）参照）。

[0042] Ｓ１１０の撮像検査処理は、図６に例示するフローチャートに従って実行される。撮像検査処理が実行されると、制御装置８０のＣＰＵ８１は、まず、ステージ１２が撮像ユニット１６の下方へ移動するようベルト駆動装置２４を駆動制御する（Ｓ３００）。その後、ＣＰＵ８１は、撮像ユニット１６によってステージ１２上の配線層を撮像する（Ｓ３０２）。なお、図７に、撮像ユニット１６による配線層の撮像の様子を示す。そして、ＣＰＵ８１は、撮像画像を処理して樹脂基材上に形成された配線の状態を判定する（Ｓ３０４）。この処理は、配線の図形データから特定される配線パターンと撮像画像から認識される配線パターンとを比較して両者が略一致するか否かを判定することにより、不良配線がないかを判定する。なお、ＣＰＵ８１は、両者が略一致しない場合に、不一致部分の特徴によって、断線している配線やレーザ焼成が不十分な配線などの不良の種類も特定するものとしてもよい。

[0043] ＣＰＵ８１は、Ｓ３０４の判定の結果、断線している配線があるか否かを判定し（Ｓ３０６）、断線している配線がないと判定すると、これで撮像検査処理を終了する。

[0044] 一方、ＣＰＵ８１は、断線している配線があると判定すると（Ｓ３０６）、断線している配線を対象配線に設定し（Ｓ３０８）、対象配線の印刷データを作成する（Ｓ３１０）。Ｓ３１０の処理は、図４の配線層形成処理のＳ

２０２で抽出された配線の図形データのうち対象配線に係る図形データを抽出し、抽出した図形データを印刷データに変換することにより行うことができる。次に、ＣＰＵ８１は、ステージ１２を印刷開始位置へ移動させた後（Ｓ３１２）、ステージ１２をＹ軸方向に移動させながら（Ｓ３１４）、対象配線の印刷データに基づいてインクヘッド４２の対応するノズルから導電性粒子含有インクを吐出させる（Ｓ３１６）。そして、ＣＰＵ８１は、対象配線のレーザ照射経路を設定し（Ｓ３１８）、レーザ照射装置４６を対象配線の照射開始位置の上方へ移動させた後（Ｓ３２０）、レーザ照射装置４６からのレーザスポットの照射を開始し（Ｓ３２２）、レーザスポットをレーザ照射経路に沿って走査させる（Ｓ３２４）。このように、撮像検査処理は、断線が生じている配線に対して導電性粒子含有インクの吐出（印刷）とレーザ照射（焼成）とを再度実行することで、断線を修復するのである。

[0045] そして、ＣＰＵ８１は、Ｓ３０２に戻って配線基材を再度撮像して配線の状態の良否を判定する（Ｓ３０４）。ＣＰＵ８１は、Ｓ３０６で断線が生じている配線がないと判定するまで、Ｓ３０２～Ｓ３２４の処理を繰り返し、断線が生じている配線がないと判定すると、これで撮像検査処理を終了する。

[0046] このように、本実施形態では、撮像検査処理によって断線が生じている配線を修復するが、断線がなくなっても、焼成が不十分な配線が生じることがある。レーザ焼成は、上述したように、金属ナノ粒子などの導電性粒子を含むインク塗膜をレーザによって加熱することにより導電化する。しかしながら、レーザ焼成によってバルク並みの導電性を得ることが困難である。これは、完全に焼成しようとするほど高温で長時間の加熱が必要であるが、下地の樹脂が加熱されることで樹脂が熱分解もしくは未硬化成分が蒸発して有機ガスとなり、インク塗膜の焼成が阻害されるためであると考えられる。そこで、本実施形態では、焼成が不十分な配線が存在しても、焼成をより完全なものとするために、後述する電流印加処理により電流焼成を行うこととしている。

[0047] Ｓ１２０の電流印加処理は、図８に例示するフローチャートに従って実行される。電流印加処理が実行されると、ＣＰＵ８１は、ＣＡＤデータに含まれる配線の図形データから対象配線の両端点（始点および終点）の座標と線長Ｌ［ｍ］と線幅ｗ［ｍ］と線厚みｔ［ｍ］とを抽出すると共にＣＡＤデータに含まれる基材の図形データから基材厚みr_1［ｍ］を抽出する（Ｓ４００）。また、ＣＰＵ８１は、印加電流Ｉを決定するための他のパラメータも入力する（Ｓ４０２）。ここで、他のパラメータは、基材の熱伝導率λ［Ｗ／ｍＫ］や配線の体積抵抗率ρ［Ωｍ］，体積抵抗率の温度係数α［１／Ｋ］，気温T_0［℃］が挙げられる。これらのパラメータは、ＣＡＤデータに含まれる基材情報や配線情報から抽出したものや、図示しない入力デバイスを介してオペレータにより入力されたもの、センサ（気温を検出する温度センサ）により検出されたものが用いられる。

[0048] ＣＰＵ８１は、パラメータを入力すると、対象配線を電流焼成する際の目標温度Ｔを設定する（Ｓ４０４）。目標温度Ｔは、導電性粒子含有インクに含まれる分散剤の種類（分解温度）に応じて１００℃～２５０℃程度の温度に設定される。そして、ＣＰＵ８１は、入力したパラメータと目標温度Ｔとに基づいて焼成に必要な印加電流Ｉを設定する（Ｓ４０６）。

[0049] 図９に示すように、本実施形態では、印加電流Ｉを設定するにあたり、配線基材を、円筒形状の配線が円筒形状の基材で包まれた配線基材として扱うものとした。この場合、気温T_0と目標温度Ｔとの温度差をΔＴとし、モデル化した配線の半径（換算半径）をr_0とすると、温度差ΔＴは、次式（１）によって示すことができる。ここで、配線の体積抵抗率ρは、インク塗膜に使用される導電性材料（金属材料）のバルクの体積抵抗率を所定倍（例えば２～３倍程度）したものを用いるものとした。例えば、室温を２０℃とした場合、インク塗膜に使用される金属材料として、金，銀，銅の体積抵抗率［μΩｍ］は、それぞれ、２．２１，１．５９，１．６８となる。このため、使用される金属材料が金，銀，銅の場合、配線の体積抵抗率ρは、それぞれ４．４２～６．６３，３．１８～４．７７，３．３６～５．０４とすることが

できる。また、体積抵抗率の温度係数α［１／Ｋ］は、使用される導電性材料によって異なり、例えば、金，銀，銅の場合、それぞれ０．００４０，０．００４１，０．００４３となる。

[数1]

$$\Delta T = \frac{\frac{1}{2\pi\lambda}\ln\left(\frac{r_1}{r_0}\right)\frac{I^2}{\pi r_0^2}\rho}{1-\frac{\alpha}{2\pi\lambda}\ln\left(\frac{r_1}{r_0}\right)\frac{I^2}{\pi r_0^2}\rho} \quad \cdots(1)$$

[0050] 換算半径ｒ$_0$は、モデル化前後で配線の断面積が一致するような半径であり、式（２）の関係が成立する。

[数2]

$$\pi r_0^2 = wt \quad \cdots(2)$$

[0051] また、温度差ΔＴと気温Ｔ$_0$と目標温度Ｔは、式（３）の関係が成立する。

[数3]

$$\Delta T = T - T_0 \quad \cdots(3)$$

[0052] 式（１）～（３）により式（４）が成立する。印加電流Ｉは、式（４）により計算することができる。

[数4]

$$I = \sqrt{\frac{T-T_0}{1+\alpha(T-T_0)}\frac{2\pi\lambda}{\ln\left(\frac{r_1}{\sqrt{wt/\pi}}\right)\frac{\rho}{wt}}} \quad \cdots(4)$$

[0053] また、ＣＰＵ８１は、対象配線の焼成の成否を判定するための規定抵抗値Ｒｒｅｆを次式（５）により算出する（Ｓ４０８）。ここで、式（５）中の「ｋ」は係数であり、例えば０．８や０．９などに定めることができる。

[数5]

$$R_{ref} = \frac{k\rho L}{wt} \quad \cdots(5)$$

[0054] そして、ＣＰＵ８１は、Ｓ４００で抽出した対象配線の両端点（端点Ａ，Ｂ）の座標に基づいて一対のプローブ５４，５６が対象配線の両端点に接触するようベルト駆動装置２４と２軸直交ロボット６０と３軸直交ロボット７０とを駆動制御する（Ｓ４１０）。図１０は、対象配線に一対のプローブ５４，５６を接触させる様子を示す説明図である。Ｓ４１０の処理は、具体的には、以下のようにして行われる。即ち、ＣＰＵ８１は、対象配線の両端点のうち２軸直交ロボット６０に近い方（図１０中手前側）の端点Ａにプローブ５４が接触するように、端点ＡのＹ座標に基づいてベルト駆動装置２４を駆動制御し、端点ＡのＸＺ座標に基づいてＸ軸アクチュエータ６３およびＺ軸アクチュエータ６７を駆動制御する。また、ＣＰＵ８１は、対象配線の両端点のうち３軸直交ロボット７０に近い方（図１０中奥側）の端点Ｂにプローブ５６が接触するように、端点ＢのＸＹＺ座標に基づいてＸ軸アクチュエータ７３，Ｙ軸アクチュエータ７５およびＺ軸アクチュエータ７７を駆動制御する。

[0055] ＣＰＵ８１は、一対のプローブ５４，５６を対象配線の両端点に接触させると、Ｓ４０６で設定した印加電流Ｉが対象配線に印加されるよう可変電流源５２ａを制御して（Ｓ４１２）、電流印加処理を終了する。

[0056] 図１１は、ＣＡＤデータから電流を印加する２点の座標が抽出される様子を示す説明図である。電流焼成における電流の印加は、線分や連続線を単位とする配線（配線１～３）毎に行われる。また、ＣＡＤデータに含まれる配線の図形データには、各線分の始点および終点の座標が含まれ、各連続線の始点，頂点および終点の座標が含まれている。このため、電流焼成において電流を印加する２点の座標（対象配線の両端点の座標）は、ＣＡＤデータに含まれる配線の図形データから抽出することができる。また、電流焼成における印加電流Ｉや規定抵抗値Ｒを決定するためのパラメータの一部（線長や線幅，線厚み，基材厚み）も、ＣＡＤデータに含まれる配線の図形データや基材の図形データから抽出することができる。

[0057] Ｓ１３０の導通抵抗検査処理は、図１２に例示するフローチャートに従っ

て実行される。導通抵抗検査処理では、ＣＰＵ８１は、電流印加処理によって対象配線に電流が印加されているか否かを判定する（Ｓ５００）。ＣＰＵ８１は、対象配線に電流が印加されていないと判定すると、導通抵抗検査処理を終了し、対象配線に電流が印加されていると判定すると、対象配線の抵抗値Ｒを測定する（Ｓ５０２）。

[0058] 次に、ＣＰＵ８１は、導通抵抗検査処理（抵抗値Ｒの測定）を開始してから所定時間（例えば、２０秒や３０秒）が経過したか否か（Ｓ５０４）、測定した抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下であるか否か（Ｓ５０６）、をそれぞれ判定する。ＣＰＵ８１は、所定時間が経過しておらず、測定した抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下でもないと判定すると、Ｓ５０２に戻って、抵抗値Ｒの測定を繰り返す。また、ＣＰＵ８１は、所定時間が経過する前に、測定した抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下となったと判定すると、完全に焼成したと判断し、他に電流焼成すべき配線があるか否かを判定する（Ｓ５０８）。ＣＰＵ８１は、他に電流焼成すべき配線があると判定すると、次の配線を対象配線に設定して（Ｓ５１０）、電流印加処理のＳ４００に戻り、他に電流焼成すべき配線がないと判定すると、導通抵抗検査処理を終了する。

[0059] 一方、ＣＰＵ８１は、測定した抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下となることなく、所定時間が経過したと判定すると、電流増加フラグＦが値１であるか否かを判定する（Ｓ５１２）。ここで、電流増加フラグＦは、対象配線に対して印加する電流を増加させる処理が行われたか否かを示すものである。ＣＰＵ８１は、電流増加フラグＦが値１でないと判定すると、Ｓ４０６で設定した印加電流Ｉを所定電流ΔＩだけ増加させたものを新たな印加電流Ｉに再設定し（Ｓ５１４）、電流増加フラグＦに値１を設定する（Ｓ５１６）。そして、ＣＰＵ８１は、電流印加処理のＳ４１６に戻って、再設定した印加電流Ｉにより対象配線に電流を印加する。このように、ＣＰＵ８１は、対象配線の抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下まで下がらず、焼成が不十分であるときには、印加電流Ｉを増加させた上で、対象配線に電流を印加させる

。

[0060] 印加電流Ｉを増加させたにも拘わらず、所定時間が経過するまでに対象配線の抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下まで下がらなかった場合、Ｓ５１２で電流増加フラグＦが値１であると判定される。ＣＰＵ８１は、電流増加フラグＦが値１であると判定すると、電流増加フラグＦを値０に戻し（Ｓ５１８）、対象配線に対して、上述した図６の撮像検査処理のＳ３１０～Ｓ３２４と同様に、導電性粒子含有インクの吐出（印刷）とレーザ照射（レーザ焼成）とを実行する（Ｓ５２０～Ｓ５３４）。そして、ＣＰＵ８１は、電流印加処理のＳ４００に戻って、対象配線に対して電流焼成を再実行する。

[0061] このように、本実施形態の配線基材製造装置１０は、電流焼成が不十分であった場合に、印加する電流を増加させ、それでも、電流焼成が不十分である場合には、導電性粒子含有インクの吐出（印刷）とレーザ照射（レーザ焼成）とを再実行するのである。これにより、配線の導電化をより確実に行うことができる。

[0062] ここで、本実施形態の主要な要素と発明の開示の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係について説明する。即ち、本実施形態の焼成ユニット５０が本発明の「焼成装置」に相当し、２軸直交ロボット６０と３軸直交ロボット７０が「移動ロボット」に相当し、一対のプローブ５４，５６が「一対の電極」に相当し、電流印加装置５２が「電流印加装置」に相当し、制御装置８０が「制御装置」に相当する。

[0063] 以上説明した本実施形態の配線基材製造装置１０は、ＣＡＤデータに含まれる配線の図形データに基づいて基材上に導電性粒子を含む配線層を形成する。また、配線基材製造装置１０は、基材上に形成した配線層の２点間に一対のプローブ５４，５６（電極）を接触させて電流を印加する場合に、印加する電流の大きさを決定するためのパラメータ（線幅ｗや線厚みｔ，基材厚みr_0）をＣＡＤデータに含まれる配線の図形データや基材の図形データから抽出する。これにより、ＣＡＤデータに基づいて電流焼成において印加する電流の大きさを決定することができる。この結果、電流焼成を効率よく実行

することができ、配線基材の生産効率をより高めることができる。また、ＣＡＤデータを用いて対象配線に印加する電流の大きさを最適化することができるため、良好な導電性を確保することができる。この場合、配線層をより薄く設計することも可能となり、レーザ焼成の回数を減らして基材（樹脂）へのダメージを低減させることができる。また、対象配線に印加する電流の大きさを最適化できるため、対象配線に対する過大な電流の印加を回避して基材（樹脂）へのダメージをより低減させることができる。

[0064] また、本実施形態の配線基材製造装置１０は、電流を印加した対象配線の抵抗値Ｒを測定し、抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下となった場合に、焼成が完了したと判定する導通抵抗検査を実行する。また、導通抵抗検査において、規定抵抗値Ｒｒｅｆを決定するためのパラメータ（線長Ｌや線幅ｗ，線厚みｔ）をＣＡＤデータに含まれる配線の図形データから抽出する。これにより、導通抵抗検査を効率よく実行することができ、配線基材の生産効率をより高めることができる。また、導通抵抗検査は、電流を印加している間に実行できるため、検査を効率よく行うことができる。

[0065] さらに、本実施形態の配線基材製造装置１０は、導通抵抗検査によって対象配線の抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下まで下がらなかった場合には、対象配線に印加する電流を増加させる。これにより、対象配線の導電化を確実に行うことができ、配線基材の歩留まりを向上させることができる。しかも、配線基材製造装置１０は、対象配線に印加する電流を増加させたにも拘わらず、抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下まで下がらなかった場合には、対象配線に対して導電性粒子含有インクの吐出（印刷）とレーザ照射（レーザ焼成）とを再実行する。これにより、対象配線の導電化をより確実に行うことができ、配線基材の歩留まりをより向上させることができる。

[0066] また、本実施形態の配線機材製造装置１０は、基材上に配線層を形成した後、形成した配線層を撮像ユニット１６により撮像して断線の有無などを検査する撮像検査を行い、断線が生じていると判定された配線に対して導電性粒子含有インクの吐出（印刷）とレーザ照射（レーザ焼成）とを再実行する

。これにより、配線基材の作製途中で適宜、検査・修正を行うことができ、配線基材の歩留まりをさらに向上させることができる。

[0067] なお、本発明は上述した実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

[0068] 例えば、上述した実施形態では、ＣＰＵ８１は、電流焼成を行う場合に、式（４）を用いて印加電流Ｉを算出するものとした。これに対して、ＣＡＤデータに含まれる配線の図形データから抽出できるパラメータ（線長や線幅，線厚みなど）に基づいて印加電流Ｉを導出できるものであれば、簡略化した演算式や実験などに基づくテーブルなどを用いるものとしてもよい。

[0069] 上述した実施形態では、配線層形成ユニット４０は、レーザを用いて配線層（導電性粒子含有インク）を焼成するものとしたが、連続スペクトル領域をもつパルス光（例えば、キセノンランプ）を照射することにより配線層を焼成するものとしてもよい。また、電気炉などを用いて配線層を焼成するものとしてもよい。

[0070] 上述した実施形態では、配線層（導電性粒子含有インク）に対してレーザ焼成を行った後、電流焼成を行うものとしたが、レーザ焼成を省略するものとしてもよい。

[0071] 上述した実施形態では、焼成ユニット５０は、２軸直交ロボット６０および３軸直交ロボット７０により一対のプローブ６９，７９を移動可能としたが、少なくとも一方を多関節ロボットによりプローブを移動可能に構成するものとしてもよい。

[0072] 上述した実施形態では、焼成ユニット５０は、基材上に形成された全ての配線に対して電流焼成を行うものとしたが、撮像検査処理のＳ３０２で断線している配線やレーザ焼成が不十分な配線などの不良の種類も特定する場合には、レーザ焼成が不十分と判定された配線に対してのみ電流焼成を行うものとしてもよい。

[0073] 上述した実施形態では、ＣＰＵ８１は、配線基材の検査として撮像検査と導通抵抗検査とを実行したが、いずれか一方または両方の検査を省略するも

のとしてもよい。

[0074] 上述した実施形態では、ＣＰＵ８１は、導通抵抗検査として、対象配線の抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下まで下がらなかった場合には、対象配線に印加する電流を増加させ、電流を増加させても、抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆまで下がらなかった場合には、対象配線に対して導電性粒子含有インクの吐出（印刷）とレーザ照射（レーザ焼成）とを行うものとした。これに対して、ＣＰＵ８１は、対象配線の抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下まで下がらなかった場合には、直ちに対象配線に対して印刷とレーザ焼成とを行うものとしてもよい。また、ＣＰＵ８１は、対象配線の抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下まで下がらなかった場合には、対象配線に印加する電流を増加させ、電流を増加させても、抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆまで下がらなかった場合には、印加する電流をさらに増加させてもよい。あるいは、ＣＰＵ８１は、対象配線の抵抗値Ｒが規定抵抗値Ｒｒｅｆ以下まで下がらなかった場合には、エラーを出力するものとしてもよい。

[0075] なお、本発明は上述した実施例に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

産業上の利用可能性

[0076] 本発明は、焼成装置の製造産業などに利用可能である。

符号の説明

[0077] １０　配線基材製造装置、１２　ステージ、１６　撮像ユニット、２０　搬送装置、２２　Ｙ軸ガイドレール、２４　ベルト駆動装置、３０　樹脂層形成ユニット、３２　インクヘッド、３４　ＵＶ光照射装置、４０　配線層形成ユニット、４２　インクヘッド、４４　キャリッジ、４５　キャリッジモータ、４６　レーザ照射装置、５０　焼成ユニット、５２　電流印加装置、５２ａ　可変電流源、５２ｂ　電圧センサ、５４，５６　プローブ、６０　２軸直交ロボット、６１　台座、６２　Ｘ軸スライダ、６３　Ｘ軸アクチュエータ、６６　Ｚ軸スライダ、６７　Ｚ軸アクチュエータ、６８　プローブヘッド、７０　３軸直交ロボット、７１　台座、７２　Ｘ軸スライダ、７

３　Ｘ軸アクチュエータ、７４　Ｙ軸スライダ、７５　Ｙ軸アクチュエータ、７６　Ｚ軸スライダ、７７　Ｚ軸アクチュエータ、７８　プローブヘッド、８０　制御装置、８１　ＣＰＵ、８２　ＲＯＭ、８３　ＨＤＤ、８４　ＲＡＭ、８５　入出力インタフェース、８６　バス。

請求の範囲

[請求項1] 基材に配線を形成する配線形成方法であって、

配線パターンを記述したパターンデータに基づいて導電性粒子含有塗膜を前記配線パターンに沿って前記基材上に塗布する塗布工程と、

前記基材上に塗布された導電性粒子含有塗膜の２点間に電流を印加して焼成する電流印加工程と、

を備え、

前記電流印加工程は、前記パターンデータに基づいて印加する電流の大きさを決定した上で、電流を印加する

ことを特徴とする配線形成方法。

[請求項2] 請求項１記載の配線形成方法であって、

前記電流印加工程により電流を印加した２点間の抵抗値を測定し、前記測定した抵抗値が規定値以下となった場合に焼成が完了したと判定する焼成検査工程を備え、

前記焼成検査工程は、前記パターンデータに基づいて前記規定値を決定する

ことを特徴とする配線形成方法。

[請求項3] 請求項２記載の配線形成方法であって、

前記焼成検査工程により測定された抵抗値が前記規定値以下とならなかった場合には、印加する電流を増大させて前記電流印加工程を再実行する

ことを特徴とする配線形成方法。

[請求項4] 請求項２または３記載の配線形成方法であって、

前記焼成検査工程により測定された抵抗値が前記規定値以下とならなかった場合には、前記塗布工程と前記電流印加工程とを再実行する

ことを特徴とする配線形成方法。

[請求項5] 請求項１ないし４いずれか１項に記載の配線形成方法であって、

前記導電性粒子含有塗膜が塗布された基材を撮像し、得られた撮像

画像に基づいて前記導電性粒子含有塗膜の塗布不良を判定する塗布検査工程を備える

ことを特徴とする配線形成方法。

[請求項6] 請求項５記載の配線形成方法であって、

前記塗布検査工程により塗布不良が生じていると判定された場合には、塗布不良が生じていると判定された箇所に対して前記塗布工程を再実行する

ことを特徴とする配線形成方法。

[請求項7] 請求項１ないし６いずれか１項に記載の配線形成方法であって、

前記電流印加工程は、移動ロボットを用いて、前記基材上に塗布された導電性粒子含有塗膜の２点間に一対の電極を接触させることにより電流を印加する

ことを特徴とする配線形成方法。

[請求項8] 配線パターンを記述したパターンデータに基づいて基材に塗布された導電性粒子含有塗膜を焼成する焼成装置であって、

一対の電極を移動可能な移動ロボットと、

前記一対の電極を介して電流を印加可能な電流印加装置と、

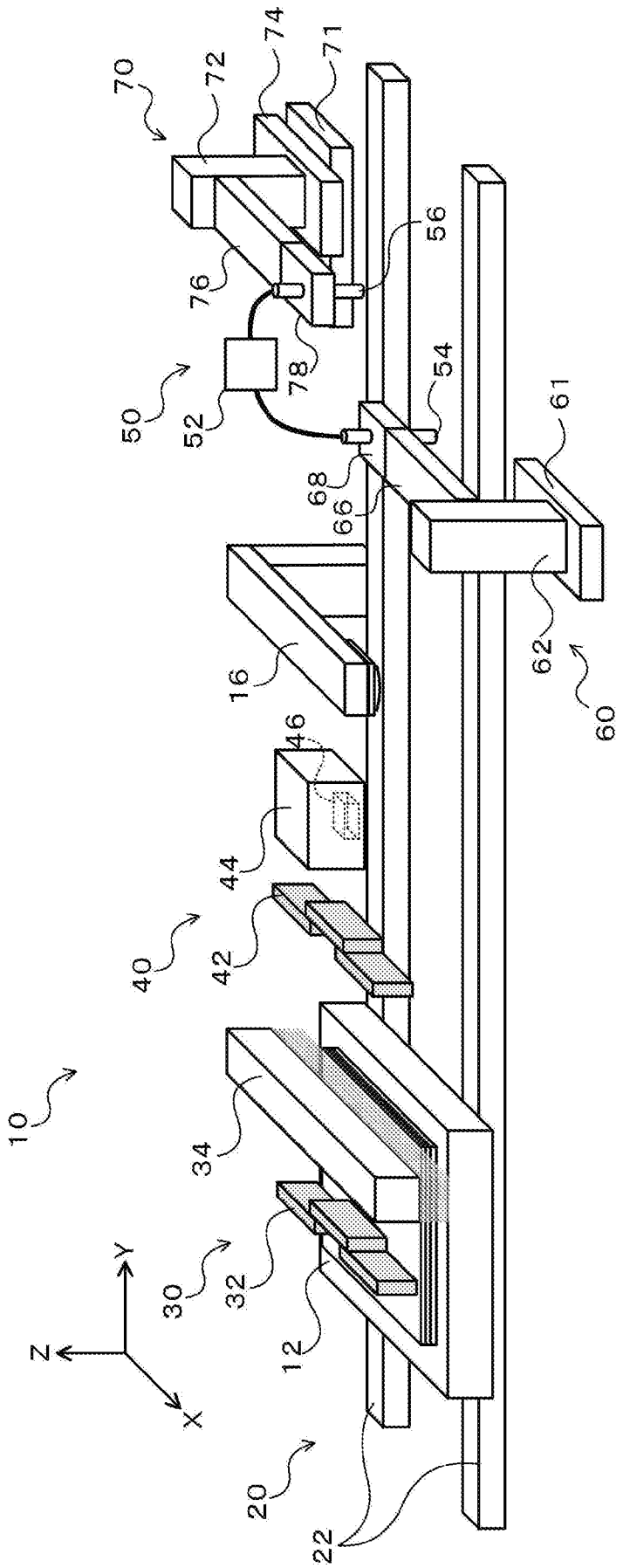
前記基材上に塗布された導電性粒子含有塗膜の２点間に前記一対の電極が接触するよう前記移動ロボットを制御し、前記２点間に電流が印加されるよう前記電流印加装置を制御する制御装置と、

を備え、

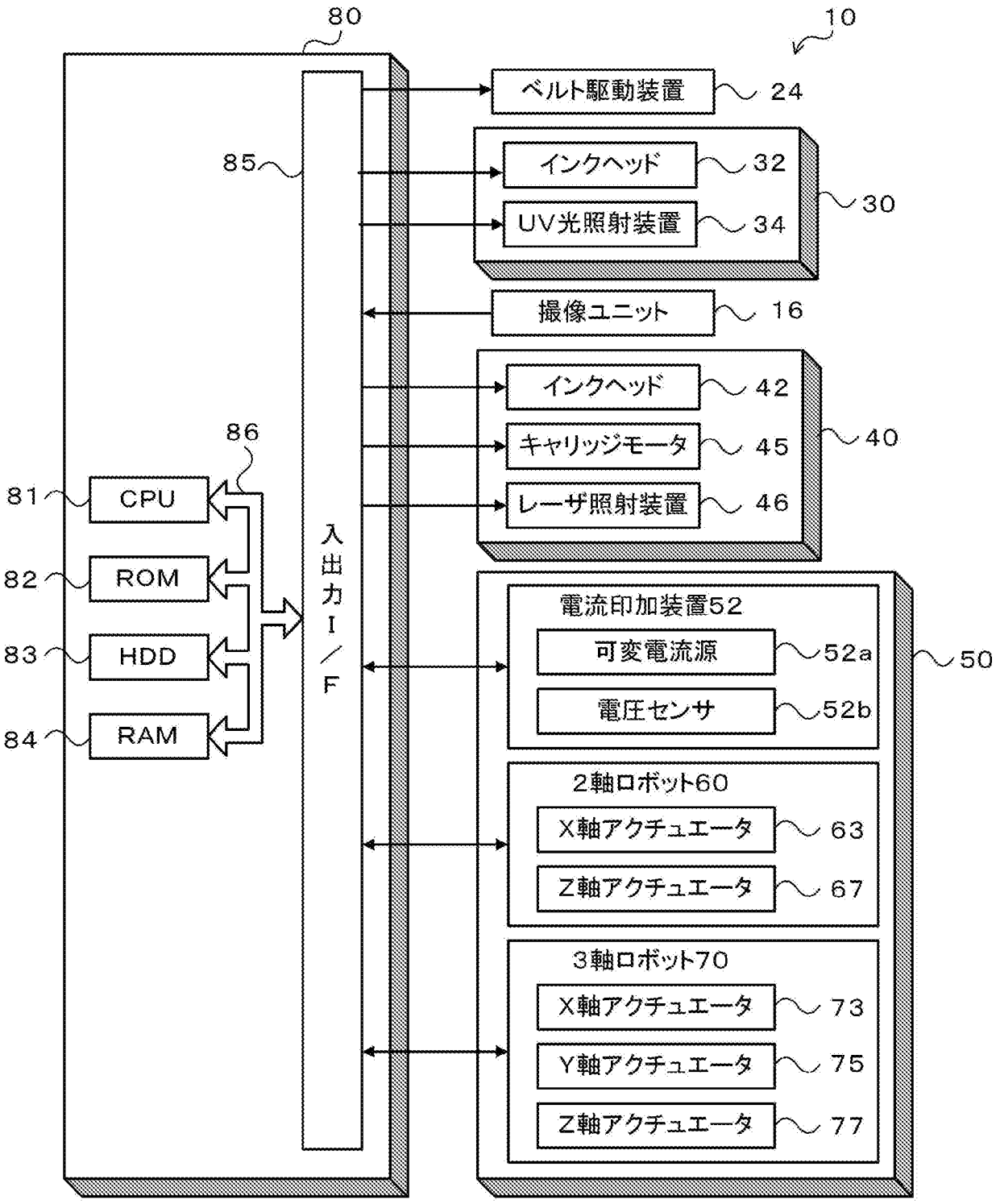
前記制御装置は、前記パターンデータに基づいて電流を印加する位置と印加する電流の大きさとを決定した上で、前記移動ロボットと前記電流印加装置とを制御する

ことを特徴とする焼成装置。

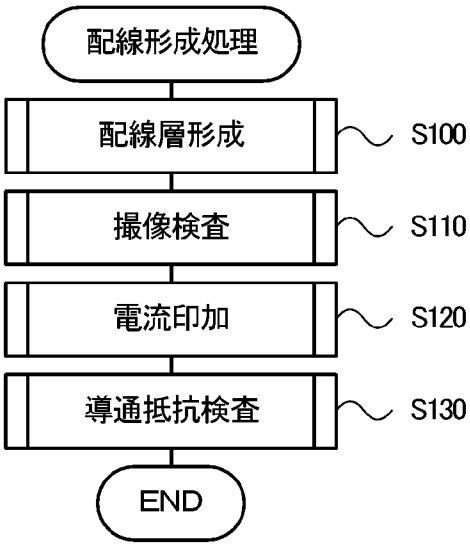
[図1]


70
72
74
71
76
56
78
54
50
52
61
68
66
16
62
60
46
44
40
42
10
34
30
32
12
20
22
Y
Z
X

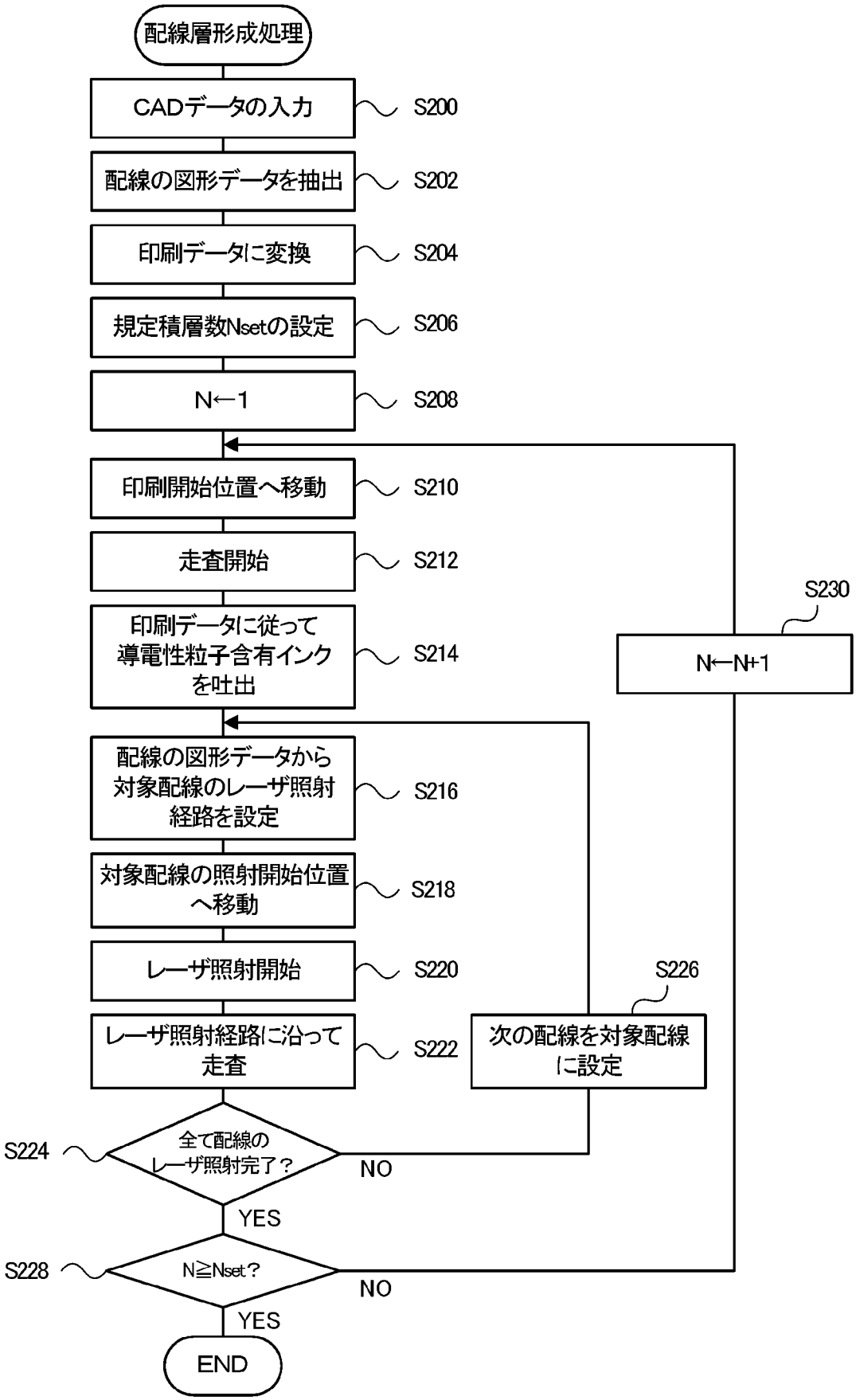
[図2]


80
10
ベルト駆動装置
24
85
インクヘッド
32
UV光照射装置
34
30
撮像ユニット
16
インクヘッド
42
キャリッジモータ
45
レーザ照射装置
46
40
86
81
CPU
82
ROM
83
HDD
84
RAM
入出力I／F
電流印加装置52
可変電流源
52a
電圧センサ
52b
50
2軸ロボット60
X軸アクチュエータ
63
Z軸アクチュエータ
67
3軸ロボット70
X軸アクチュエータ
73
Y軸アクチュエータ
75
Z軸アクチュエータ
77

[図3]

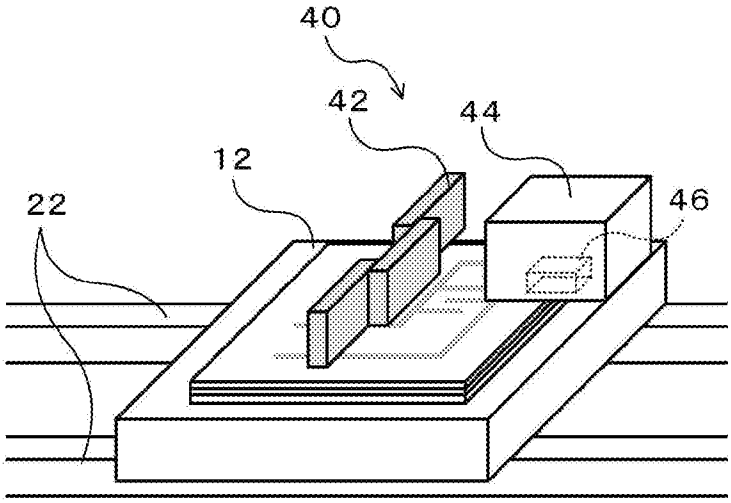


[図4]

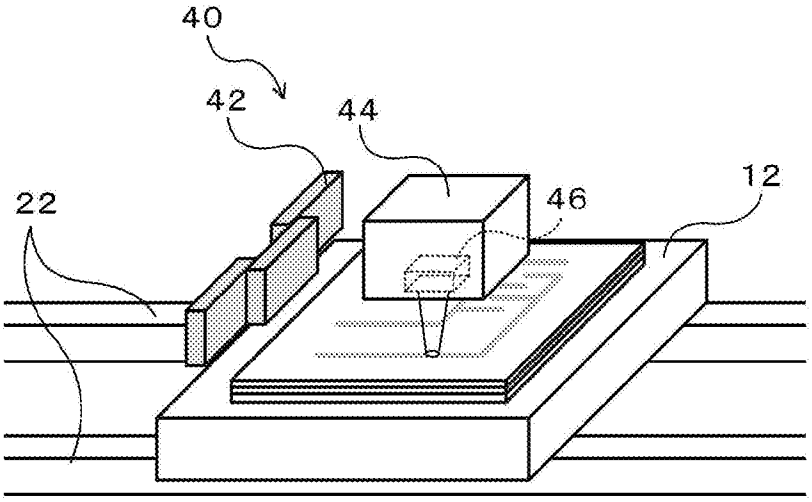

配線層形成処理
CADデータの入力
S200
配線の図形データを抽出
S202
印刷データに変換
S204
規定積層数Nsetの設定
S206
N←1
S208
印刷開始位置へ移動
S210
走査開始
S212
印刷データに従って導電性粒子含有インクを吐出
S214
配線の図形データから対象配線のレーザ照射経路を設定
S216
対象配線の照射開始位置へ移動
S218
レーザ照射開始
S220
レーザ照射経路に沿って走査
S222
全て配線のレーザ照射完了？
S224
NO
YES
N≧Nset？
S228
NO
YES
END
次の配線を対象配線に設定
S226
N←N+1
S230

[図5]

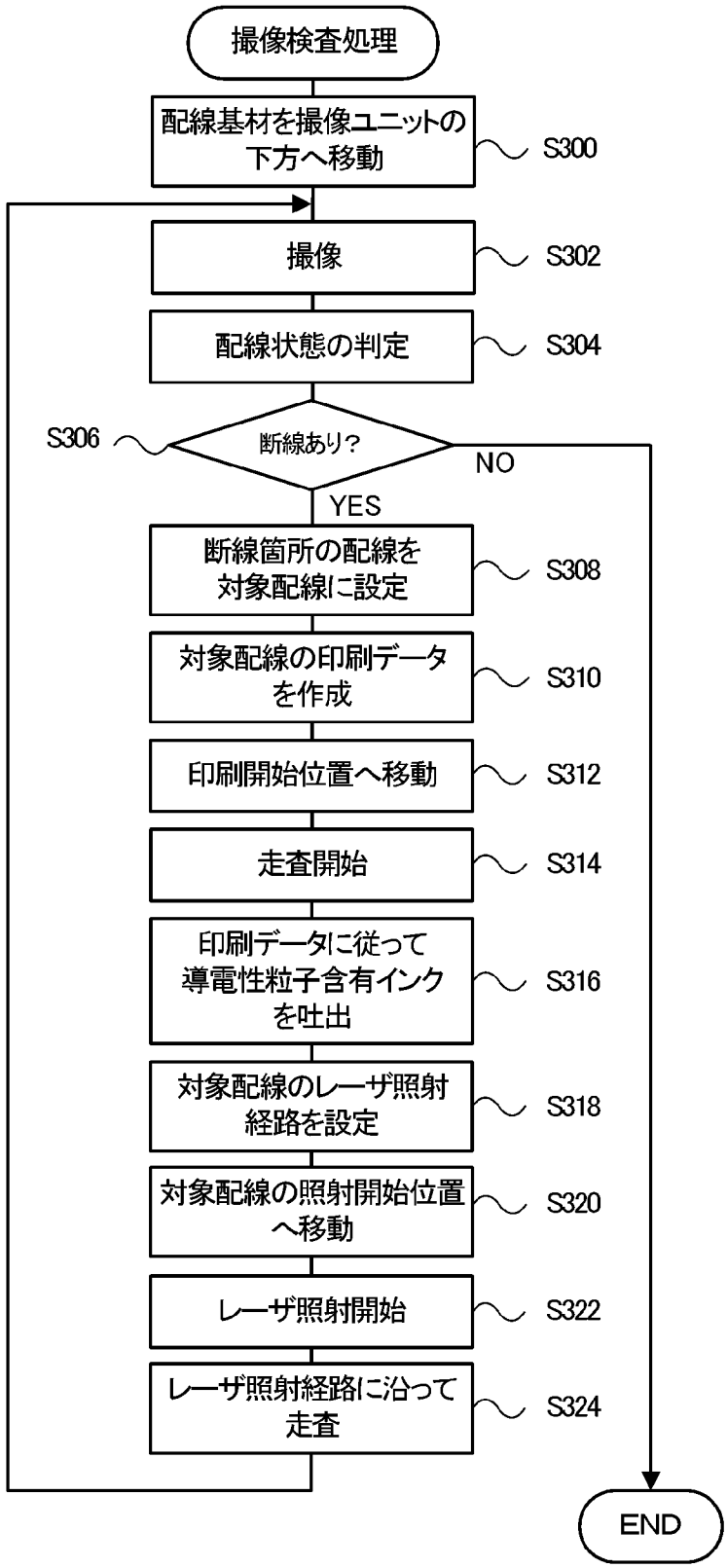
(a)導電性粒子含有インク吐出(印刷)



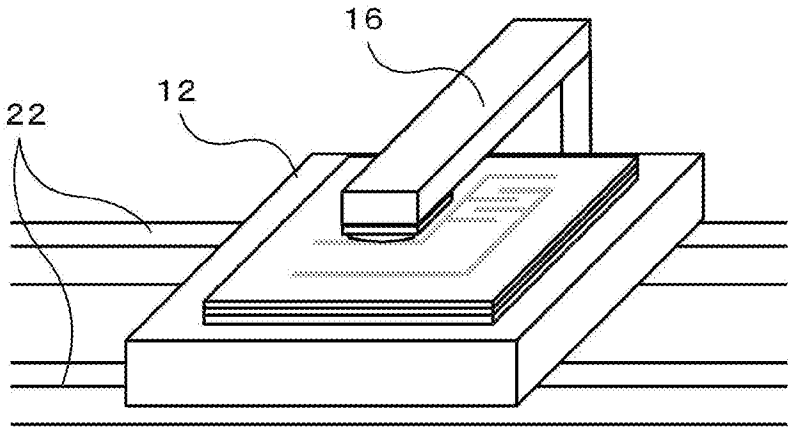
(b)レーザ照射(焼成)



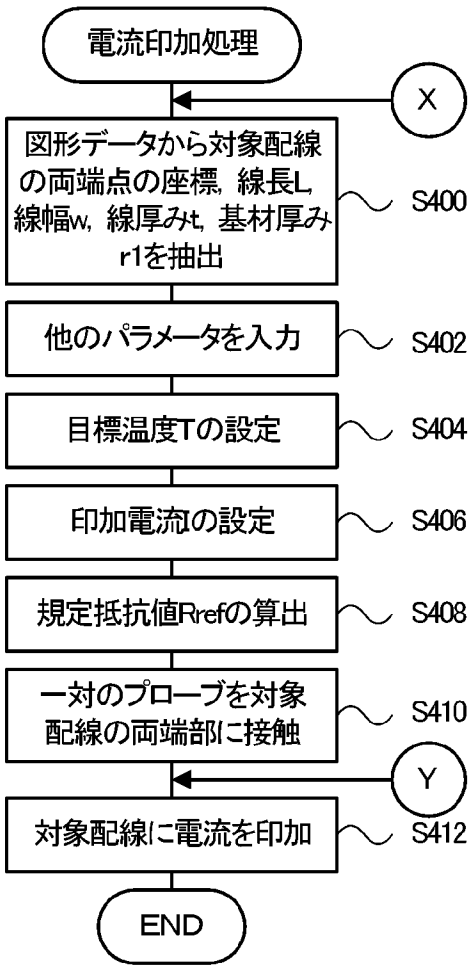
[図6]


撮像検査処理
配線基材を撮像ユニットの下方へ移動
S300
撮像
S302
配線状態の判定
S304
S306
断線あり?
NO
YES
断線箇所の配線を対象配線に設定
S308
対象配線の印刷データを作成
S310
印刷開始位置へ移動
S312
走査開始
S314
印刷データに従って導電性粒子含有インクを吐出
S316
対象配線のレーザ照射経路を設定
S318
対象配線の照射開始位置へ移動
S320
レーザ照射開始
S322
レーザ照射経路に沿って走査
S324
END

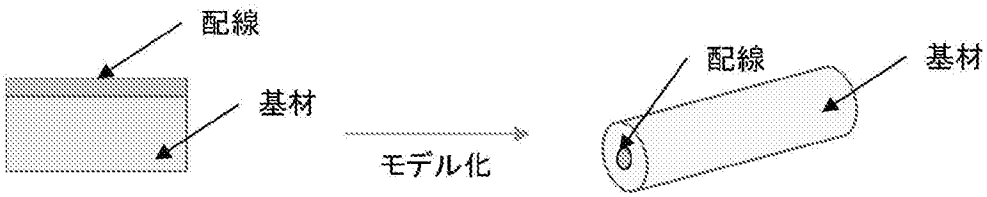
[図7]


16
12
22

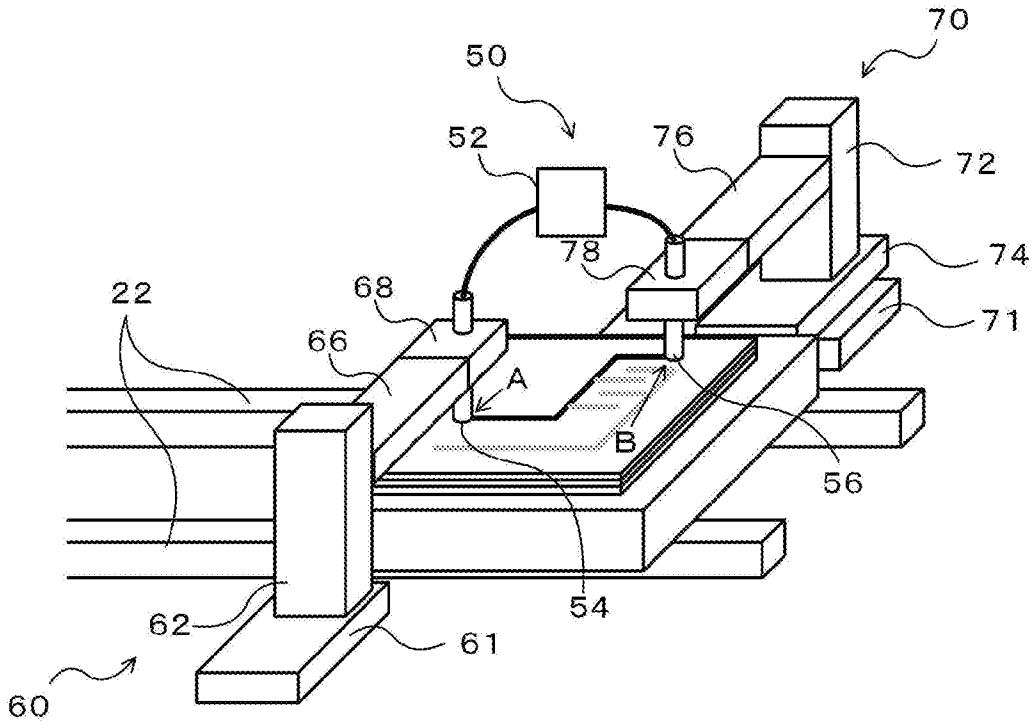
[図8]


電流印加処理
X
図形データから対象配線の両端点の座標，線長L，線幅w，線厚みt，基材厚みr1を抽出
S400
他のパラメータを入力
S402
目標温度Tの設定
S404
印加電流Iの設定
S406
規定抵抗値Rrefの算出
S408
一対のプローブを対象配線の両端部に接触
S410
Y
対象配線に電流を印加
S412
END

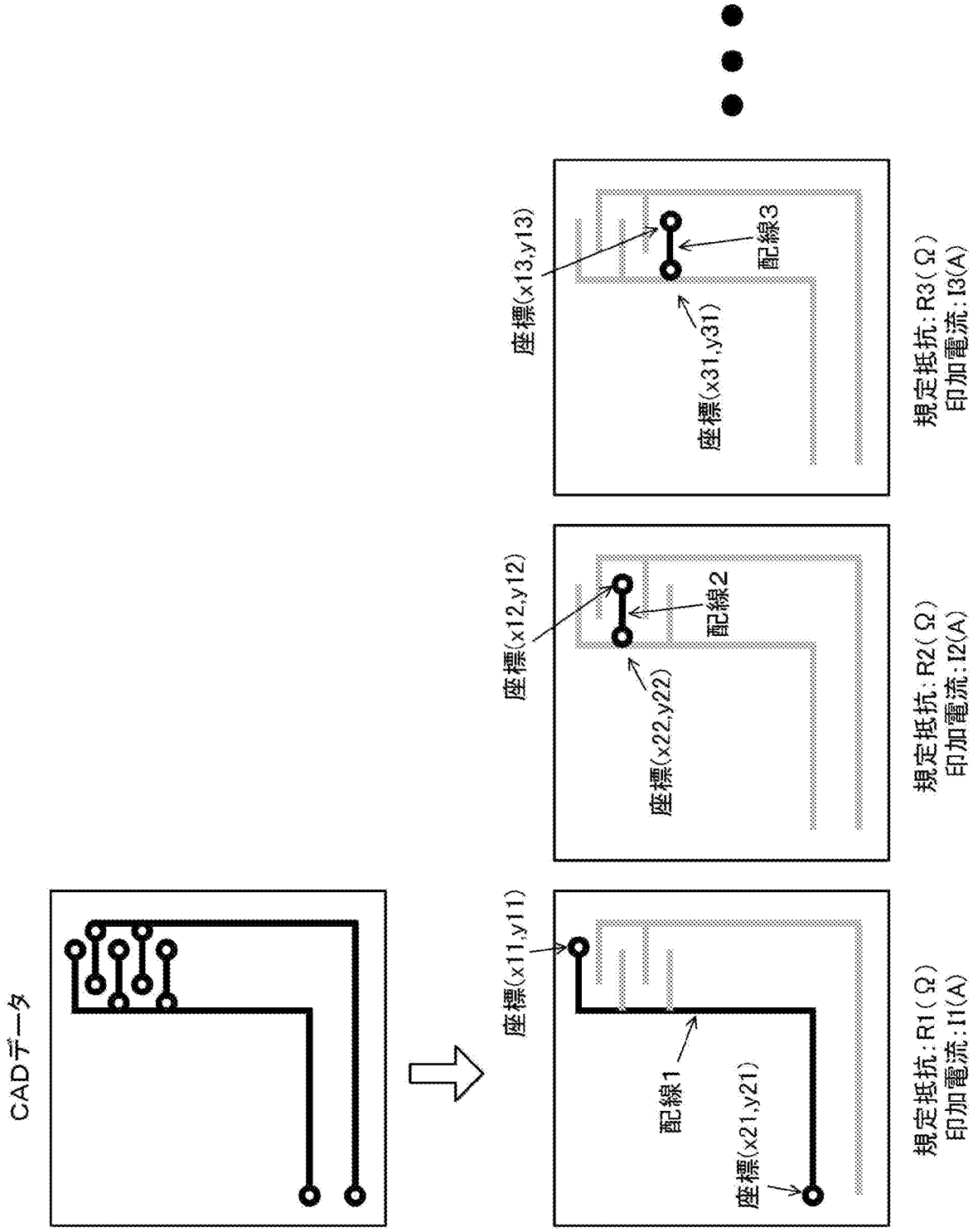
[図9]


配線
基材
モデル化
配線
基材

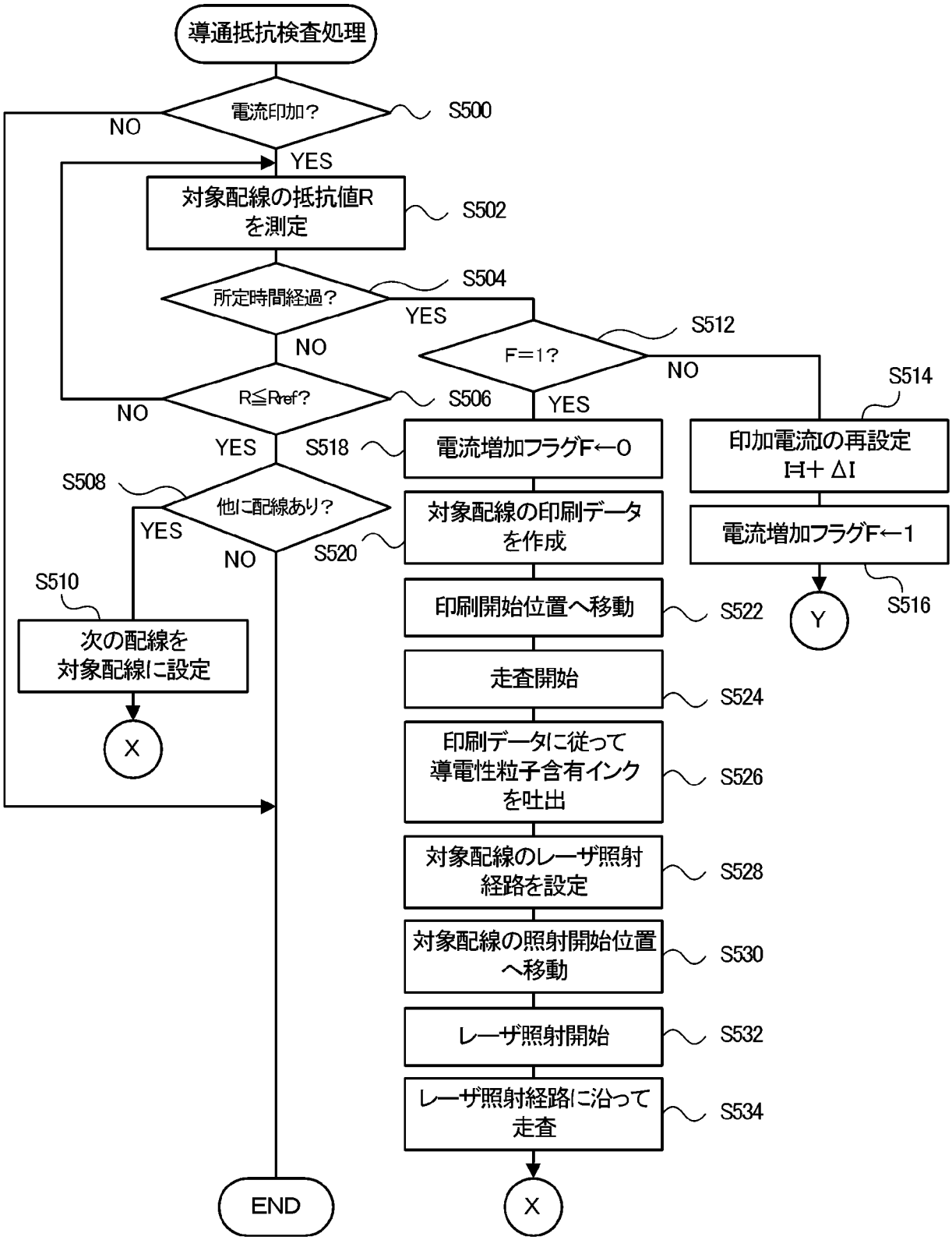
[図10]



[図11]


CADデータ
座標(x11,y11)
配線1
座標(x21,y21)
規定抵抗:R1(Ω)
印加電流:I1(A)
座標(x12,y12)
配線2
座標(x22,y22)
規定抵抗:R2(Ω)
印加電流:I2(A)
座標(x13,y13)
配線3
座標(x31,y31)
規定抵抗:R3(Ω)
印加電流:I3(A)

[図12]


導通抵抗検査処理
電流印加?
S500
NO
YES
対象配線の抵抗値R
を測定
S502
所定時間経過?
S504
YES
NO
F=1?
S512
NO
YES
R≦Rref?
S506
NO
YES
S514
印加電流Iの再設定
I=I+ΔI
S518
電流増加フラグF←0
電流増加フラグF←1
S516
Y
S508
他に配線あり?
YES
NO
S520
対象配線の印刷データ
を作成
S510
次の配線を
対象配線に設定
印刷開始位置へ移動
S522
走査開始
S524
印刷データに従って
導電性粒子含有インク
を吐出
S526
対象配線のレーザ照射
経路を設定
S528
対象配線の照射開始位置
へ移動
S530
レーザ照射開始
S532
レーザ照射経路に沿って
走査
S534
X
X
END

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/082540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H05K3/10(2006.01)i, *H05K3/22*(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)
H05K3/10, H05K3/22

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.
X Y	JP 10-209582 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 07 August 1998 (07.08.1998), claim 6; paragraphs [0025], [0034] to [0042]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-4,7-8 5-6
Y	JP 2001-315310 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 November 2001 (13.11.2001), claims 3 to 4; paragraphs [0001], [0003] & US 2002/0007743 A1 claims 3 to 4; paragraphs [0001], [0005] & GB 2362132 A	5-6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
22 January 2016 (22.01.16)	02 February 2016 (02.02.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０８２５４０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05K3/10(2006.01)i, H05K3/22(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.　H05K3/10, H05K3/22

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
X Y	JP 10-209582 A（住友電気工業株式会社）　1998.08.07, 請求項６，段落[0025]，[0034]－[0042]，図１－２ （ファミリーなし）	１－４，７－８ ５－６
Y	JP 2001-315310 A（松下電器産業株式会社）　2001.11.13, 請求項３－４，段落[0001]，[0003] & US 2002/0007743 A1，請求項３－４，段落[0001]，[0005] & GB 2362132 A	５－６

☐　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	国際調査報告の発送日
２２．０１．２０１６	０２．０２．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｓ　３３０９
井上　信
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３９１