

(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
2019年2月28日(28.02.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/038879 A1

- (51) 国際特許分類:
H05K 3/10 (2006.01) *H05K 3/12* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/030315
- (22) 国際出願日: 2017年8月24日(24.08.2017)
- (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: 株式会社 F U J I (FUJI CORPORATION) [JP/JP]; 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 川 尻 明 宏 (KAWAJIRI, Akihiro); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 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 1 9 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 1 9 番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 塚田 謙磁(TSUKADA, Kenji); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 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 1 9 番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人ネクスト, 外(NEXT INTERNATIONAL et al.); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目 1 1 番 2 0 号 大永ビルディング7階 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: WIRE FORMING METHOD AND WIRE FORMING DEVICE

(54) 発明の名称: 配線形成方法、および配線形成装置

[図5]

	AA	BB	CC
	積層数	従来手法	本手法
DD	1層目	T	T
EE	2層目	T	T
FF	3層目	T	T
GG	4層目	T	0.2T
HH	5層目以降	T	0.1T
II	照射合計時間(10層)	10T	3.8T
JJ	照射合計時間(100層)	100T	12.8T

AA Lamination number
BB Conventional method
CC Present method
DD First layer
EE Second layer
FF Third layer
GG Fourth layer
HH After fifth layer
II Total time of irradiation (tenth layer)
JJ Total time of irradiation (100th layer)

(57) Abstract: This wire forming method comprises: an application step for applying a metal-containing solution, which contains metal particulates, onto an insulating support body or substrate; a baking step for baking the metal-containing solution with a laser beam to form a wire; and a laminating step for laminating the wires by repeating the application step and the baking step, wherein the amount of laser irradiation of the laser beam per unit area in the baking step is varied on the basis of the lamination number of the wires.

(57) 要約: 絶縁性の支持体または基板上に、金属微粒子を含有する金属含有液を塗布する塗布ステップと、金属含有液をレーザー光で焼成処理することで、配線を形成する焼成処理ステップと、塗布ステップと焼成処理ステップとを繰り返すことで、配線を積層する積層ステップとを含み、配線の積層数に基づいて焼成処理ステップにおけるレーザー光の単位面積当たりのレーザー照射量を変更する配線形成方法。

[続葉有]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,
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：

- 一 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、および配線形成装置

技術分野

[0001] 本開示は、絶縁性の支持体または基板上に、金属微粒子を含有する金属含有液を塗布し、その金属含有液をレーザ光で焼成処理することで、配線を形成する配線形成方法、および配線形成装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、下記特許文献に記載されているように、絶縁性の支持体または基板上に、金属微粒子を含有する金属含有液を塗布した後に、その金属含有液にレーザ光を照射し、金属含有液を焼成処理することで、配線を形成する技術が開発されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-59942号公報

特許文献2：国際公開第2014/041670号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 金属含有液にレーザ光が照射され、金属含有液の焼成により配線が形成されるが、金属含有液を適切に焼成するべく、比較的薄い状態で金属含有液が吐出され、その薄い状態の金属含有液の焼成により配線が形成される。このため、配線の厚さは、比較的薄い。そこで、金属含有液の吐出処理と、金属含有液へのレーザ光の照射処理とが繰り返され、配線が積層されることで、ある程度の厚みを有する配線の積層体が形成される。この際、配線の積層数が多くなれば、金属含有液の吐出処理とレーザ光の照射処理とを多く繰り返す必要があり、配線の形成時間に要する時間が長くなる虞がある。また、レーザ光を照射する装置による消費電力量も多くなる虞がある。このように、レーザ光の照射により配線を形成する技術には、改良の余地が多分に残され

ており、改良を施すことで、実用性が向上する。そこで、本開示は、レーザー光の照射による配線形成技術の実用性の向上を課題とする。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するために、本明細書は、絶縁性の支持体または基板上に、金属微粒子を含有する金属含有液を塗布する塗布ステップと、前記金属含有液をレーザー光で焼成処理することで、配線を形成する焼成処理ステップと、前記塗布ステップと前記焼成処理ステップとを繰り返すことで、前記配線を積層する積層ステップとを含み、前記配線の積層数に基づいて前記焼成処理ステップにおけるレーザー光の単位面積当たりのレーザー照射量を変更する配線形成方法を開示する。

[0006] また、本明細書は、金属微粒子を含有する金属含有液を、絶縁性の支持体または基板上に塗布する塗布装置と、前記塗布装置により塗布された前記金属含有液にレーザー光を照射し、その金属含有液を焼成することで、配線を形成する照射装置と、前記塗布装置と前記照射装置との作動を制御し、前記金属含有液の塗布と前記金属含有液の焼成とを繰り返すことで、前記配線を積層させる制御装置とを備え、前記配線の積層数に基づいて前記照射装置によるレーザー光の単位面積当たりのレーザー照射量を変更する配線形成装置を開示する。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、配線の積層数に基づいて、金属含有液に照射されるレーザー光の単位面積当たりのレーザー照射量が変更される。レーザー照射量は、レーザー光の照射時間とレーザー照射強度とを乗じたものであることから、レーザー光の照射量の変更により、例えば、レーザー光の照射時間の短縮、レーザー強度の低減等を図ることで、レーザー光の照射による配線の形成技術の実用性が向上する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]配線形成装置を示す図である。

[図2]配線形成装置の制御装置を示すブロック図である。

[図3]樹脂積層体が形成された状態の回路を示す断面図である。

[図4]樹脂積層体の上に配線積層体が形成された状態の回路を示す断面図である。

[図5]従来の配線形成方法におけるレーザ光の照射時間と、本開示の配線形成方法におけるレーザ光の照射時間とを示す表である。

[図6]1層目の配線形成時において金属インクにレーザ光が照射される状態を示す概念図である。

[図7]複数層目の配線形成時において金属インクにレーザ光が照射される状態を示す概念図である。

[図8]配線の積層数とステージの移動速度の倍率との関係を示すグラフである。

[図9]配線が積層される際のフローチャートを示す図である。

[図10]配線の積層数とレーザ光のレーザ強度の倍率との関係を示すグラフである。

[図11]配線の積層数とステージの移動速度の倍率との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0009] 図1に回路形成装置10を示す。回路形成装置10は、搬送装置20と、第1造形ユニット22と、第2造形ユニット24と、制御装置(図2参照)26とを備える。それら搬送装置20と第1造形ユニット22と第2造形ユニット24とは、回路形成装置10のベース28の上に配置されている。ベース28は、概して長方形形状をなしており、以下の説明では、ベース28の長手方向をX軸方向、ベース28の短手方向をY軸方向、X軸方向及びY軸方向の両方に直交する方向をZ軸方向と称して説明する。

[0010] 搬送装置20は、X軸スライド機構30と、Y軸スライド機構32とを備えている。そのX軸スライド機構30は、X軸スライドレール34とX軸スライダ36とを有している。X軸スライドレール34は、X軸方向に延びるように、ベース28の上に配設されている。X軸スライダ36は、X軸スラ

イドレール 34 によって、X 軸方向にスライド可能に保持されている。さらに、X 軸スライド機構 30 は、電磁モータ（図 2 参照）38 を有しており、電磁モータ 38 の駆動により、X 軸スライダ 36 が X 軸方向の任意の位置に移動する。また、Y 軸スライド機構 32 は、Y 軸スライドレール 50 とステージ 52 とを有している。Y 軸スライドレール 50 は、Y 軸方向に延びるように、ベース 28 の上に配設されており、X 軸方向に移動可能とされている。そして、Y 軸スライドレール 50 の一端部が、X 軸スライダ 36 に連結されている。その Y 軸スライドレール 50 には、ステージ 52 が、Y 軸方向にスライド可能に保持されている。さらに、Y 軸スライド機構 32 は、電磁モータ（図 2 参照）56 を有しており、電磁モータ 56 の駆動により、ステージ 52 が Y 軸方向の任意の位置に移動する。これにより、ステージ 52 は、X 軸スライド機構 30 及び Y 軸スライド機構 32 の駆動により、ベース 28 上の任意の位置に移動する。

[0011] ステージ 52 は、基台 60 と、保持装置 62 と、昇降装置（図 2 参照）64 とを有している。基台 60 は、平板状に形成され、上面に基板が載置される。保持装置 62 は、基台 60 の X 軸方向の両側部に設けられている。そして、基台 60 に載置された基板の X 軸方向の両縁部が、保持装置 62 によって挟まれることで、基板が固定的に保持される。また、昇降装置 64 は、基台 60 の下方に配設されており、基台 60 を昇降させる。

[0012] 第 1 造形ユニット 22 は、ステージ 52 の基台 60 に載置された基板（図 3 参照）70 の上に配線を造形するユニットであり、第 1 印刷部 72 と、焼成部 74 とを有している。第 1 印刷部 72 は、インクジェットヘッド（図 2 参照）76 を有しており、基台 60 に載置された基板 70 の上に、金属インクを線状に吐出する。金属インクは、金属の微粒子が溶剤中に分散されたものである。なお、インクジェットヘッド 76 は、例えば、圧電素子を用いたピエゾ方式によって複数のノズルから導電性材料を吐出する。

[0013] 焼成部 74 は、レーザ照射装置（図 2 参照）78 を有している。レーザ照射装置 78 は、基板 70 の上に吐出された金属インクにレーザを照射する装

置であり、レーザが照射された金属インクは焼成し、配線が形成される。なお、金属インクの焼成とは、エネルギーを付与することによって、溶剤の気化や金属微粒子保護膜の分解等が行われ、金属微粒子が接触または融着をすることで、導電率が高くなる現象である。そして、金属インクが焼成することで、金属製の配線が形成される。

[0014] また、第2造形ユニット24は、ステージ52の基台60に載置された基板70の上に樹脂層を造形するユニットであり、第2印刷部84と、硬化部86とを有している。第2印刷部84は、インクジェットヘッド（図2参照）88を有しており、基台60に載置された基板70の上に紫外線硬化樹脂を吐出する。なお、インクジェットヘッド88は、例えば、圧電素子を用いたピエゾ方式でもよく、樹脂を加熱して気泡を発生させノズルから吐出するサーマル方式でもよい。

[0015] 硬化部86は、平坦化装置（図2参照）90と照射装置（図2参照）92とを有している。平坦化装置90は、インクジェットヘッド88によって基板70の上に吐出された紫外線硬化樹脂の上面を平坦化するものであり、例えば、紫外線硬化樹脂の表面を均しながら余剰分の樹脂を、ローラもしくはブレードによって掻き取ることで、紫外線硬化樹脂の厚みを均一させる。また、照射装置92は、光源として水銀ランプもしくはLEDを備えており、基板70の上に吐出された紫外線硬化樹脂に紫外線を照射する。これにより、基板70の上に吐出された紫外線硬化樹脂が硬化し、樹脂層が造形される。

[0016] また、制御装置26は、図2に示すように、コントローラ120と、複数の駆動回路122とを備えている。複数の駆動回路122は、上記電磁モータ38、56、保持装置62、昇降装置64、インクジェットヘッド76、レーザ照射装置78、インクジェットヘッド88、平坦化装置90、照射装置92に接続されている。コントローラ120は、CPU、ROM、RAM等を備え、コンピュータを主体とするものであり、複数の駆動回路122に接続されている。これにより、搬送装置20、第1造形ユニット22、第2

造形ユニット２４の作動が、コントローラ１２０によって制御される。

[0017] 回路形成装置１０では、上述した構成によって、基板７０の上に回路パターンが形成される。具体的には、ステージ５２の基台６０に基板７０がセットされ、そのステージ５２が、第２造形ユニット２４の下方に移動される。そして、第２造形ユニット２４において、図３に示すように、基板７０の上に樹脂積層体１３０が形成される。樹脂積層体１３０は、インクジェットヘッド８８からの紫外線硬化樹脂の吐出と、吐出された紫外線硬化樹脂への照射装置９２による紫外線の照射とが繰り返されることにより形成される。

[0018] 詳しくは、第２造形ユニット２４の第２印刷部８４において、インクジェットヘッド８８が、基板７０の上面に紫外線硬化樹脂を薄膜状に吐出する。続いて、紫外線硬化樹脂が薄膜状に吐出されると、硬化部８６において、紫外線硬化樹脂の膜厚が均一となるように、紫外線硬化樹脂が平坦化装置９０によって平坦化される。そして、照射装置９２が、その薄膜状の紫外線硬化樹脂に紫外線を照射する。これにより、基板７０の上に薄膜状の樹脂層１３２が形成される。

[0019] 続いて、インクジェットヘッド８８が、その薄膜状の樹脂層１３２の上に紫外線硬化樹脂を薄膜状に吐出する。そして、平坦化装置９０によって薄膜状の紫外線硬化樹脂が平坦化され、照射装置９２が、その薄膜状に吐出された紫外線硬化樹脂に紫外線を照射することで、薄膜状の樹脂層１３２の上に薄膜状の樹脂層１３２が積層される。このように、薄膜状の樹脂層１３２の上への紫外線硬化樹脂の吐出と、紫外線の照射とが繰り返され、複数の樹脂層１３２が積層されることで、樹脂積層体１３０が形成される。

[0020] 上述した手順により樹脂積層体１３０が形成されると、ステージ５２が第１造形ユニット２２の下方に移動され、図４に示すように、配線積層体１３６が形成される。配線積層体１３６は、インクジェットヘッド７６からの金属インクの吐出と、吐出された金属インクへのレーザ照射装置７８によるレーザ光の照射とが繰り返されることにより形成される。

[0021] 詳しくは、第１造形ユニット２２の第１印刷部７２において、インクジェ

ットヘッド76が、樹脂積層体130の上面に金属インクを、回路パターンに応じて線状に吐出する。続いて、金属インクが回路パターンに応じて吐出されると、焼成部74において、レーザ照射装置78が、金属インクにレーザ光を照射する。この際、レーザ光のエネルギーが金属インクに吸収されることによって、金属インクが発熱し、焼成する。これにより、樹脂積層体130の上に配線138が形成される。なお、インクジェットヘッド76により吐出された金属インクの厚みは、数 μm ～数十 μm 程度であり、焼成により形成される配線138の厚みは、数百nm～数 μm となる。

[0022] 続いて、インクジェットヘッド76が、その配線138の上に金属インクを吐出する。そして、レーザ照射装置78が、その金属インクにレーザ光を照射することで、配線138の上に配線138が積層される。このように、金属インクの吐出と、吐出された金属インクへのレーザ光の照射とが繰り返され、複数の配線138が積層されることで、配線積層体136が形成される。なお、配線積層体136の厚みは、数十 μm ～数百 μm とされる。つまり、金属インクの吐出と、吐出された金属インクへのレーザ光の照射とが50～100回程度、繰り返され、50～100の配線138が積層されることで、配線積層体136が形成される。このように、回路形成装置10では、紫外線硬化樹脂によって樹脂積層体130が形成され、金属インクによって配線積層体136が形成されることで、基板70の上に回路パターンが形成される。

[0023] 上述したように、回路パターン形成時において、配線積層体136は、複数の配線138が積層されることで形成される。この際、従来の形成手法では、配線138の積層数に関わらず、吐出された金属インクへのレーザ光の単位面積当たりの照射時間は一定とされていた。

[0024] 具体的には、例えば、1層目の配線138の形成時において、吐出された金属インクへのレーザ光の照射時間がT秒である場合に、2層目以降の配線138の形成時においても、吐出された金属インクへのレーザ光の照射時間はT秒とされていた。このため、例えば、10層の配線138の積層により

配線積層体 136 が形成される場合において、レーザ光の照射時間の合計は、図 5 に示すように、 $(10 \times T)$ 秒となる。また、例えば、100 層の配線 138 の積層により配線積層体 136 が形成される場合において、レーザ光の照射時間の合計は、 $(100 \times T)$ 秒となる。

[0025] なお、各層の配線 138 の形成時における単位面積当たりのレーザ強度は同じとされている。レーザ強度は、金属インクに照射されるレーザ光の強さを示すものであり、レーザ照度とも呼ばれる。このため、従来の配線積層体 136 の形成手法では、単位面積当たりのレーザ光の照射時間と単位面積当たりのレーザ照射強度とを乗じた値、つまり、単位面積当たりのレーザ照射量は、一定とされていた。ちなみに、単位面積当たりのレーザ照射量は、金属インクに照射されるレーザのエネルギーの総量であることから、単位面積当たりのレーザ光の積算光量とも呼ばれる。

[0026] しかしながら、配線積層体 136 の形成時において、1 層目の配線 138 が形成される際に、金属インクは樹脂製の樹脂積層体 130 の上に吐出され、複数層目の配線 138 が形成される際に、金属インクは金属製の配線 138 の上に吐出される。そして、吐出された金属インクにレーザ光が照射され、レーザ光のエネルギーが金属インクに吸収されることで、金属インクが発熱し、焼成する。この際、樹脂製の樹脂積層体 130 と金属製の配線 138 との熱伝導率の相違により、焼成に必要なレーザ光のエネルギー、つまり、レーザ照射量が異なる。

[0027] 詳しくは、1 層目の配線 138 が形成される際に、図 6 に示すように、樹脂製の樹脂積層体 130 の上に吐出された金属インク 150 に、レーザ照射装置 78 によりレーザ光 152 が照射される。この際、金属インク 150 は、照射されたレーザ光 152 によって発熱し、焼成する。ただし、レーザ光 152 の照射により発熱した金属インク 150 の熱は、樹脂製の樹脂積層体 130、つまり、熱伝導率の低い樹脂積層体 130 に伝達し難い。このため、樹脂製の樹脂積層体 130 は然程、発熱せず、樹脂積層体 130 の発熱により、金属インク 150 は殆ど加熱されない。つまり、1 層目の配線 138

の形成時において、金属インク 150 にレーザ光が照射される際に、金属インク 150 の焼成は、レーザ光の照射により金属インク 150 が発熱することで行われ、樹脂積層体 130 による金属インク 150 の加熱は、金属インク 150 の焼成にほとんど寄与しない。これにより、1 層目の配線 138 の形成時において、金属インク 150 にレーザ光が照射される際に、金属インク 150 は、下面から殆ど発熱しないが、上面から発熱することで焼成する。

[0028] 一方、複数層目の配線 138 が形成される際に、図 7 に示すように、既に焼成した金属インク、つまり、金属製の配線 138 の上に吐出された金属インク 150 に、レーザ照射装置 78 によりレーザ光 152 が照射される。この際、金属インク 150 は、照射されたレーザ光 152 によって発熱し、焼成する。また、レーザ光 152 の照射により発熱した金属インク 150 の熱は、金属製の配線 138、つまり、熱伝導率の高い配線 138 に伝達し易い。このため、金属製の配線 138 は発熱し、配線 138 の発熱により、金属インク 150 が加熱される。つまり、複数層目の配線 138 の形成時において、金属インク 150 にレーザ光が照射される際に、金属インク 150 は、レーザ光の照射により発熱するだけでなく、配線 138 からの加熱によっても発熱する。これにより、複数層目の配線 138 の形成時において、金属インク 150 にレーザ光が照射される際に、金属インク 150 は、上面からだけでなく、下面からも発熱することで、効率よく焼成する。なお、図 6 及び、図 7 で黒塗りされた箇所が、金属インク 150 の焼成箇所である。

[0029] このようなことを考慮すると、複数層目の配線 138 の形成時において金属インク 150 に照射されるレーザ光の照射量を、1 層目の配線 138 の形成時において金属インク 150 に照射されるレーザ光の照射量より減らしても、複数層目の配線 138 の形成時において金属インク 150 は適切に焼成する。つまり、配線 138 の積層数が多くなるにつれて、金属インク 150 へのレーザ光の照射量を減らしても、金属インク 150 は適切に焼成する。そこで、配線 138 の積層数が多くなるにつれてレーザ光の照射時間が短く

される。なお、配線 1 3 8 の積層数に関わらず、レーザ強度は一定とされる。つまり、配線 1 3 8 の積層数が多くなるにつれて、金属インク 1 5 0 へのレーザ光の照射量を減らすべく、レーザ強度は変更されずに、レーザ光の照射時間が短くされる。

[0030] 具体的には、図 8 に示すように、1 層目から 3 層目の配線 1 3 8 の形成時において、金属インク 1 5 0 にレーザ光が照射される際のステージ 5 2 の移動速度の倍率は 1 とされる。ここで、移動速度の倍率は、従来の手法により金属インク 1 5 0 にレーザ光が照射される際のステージ 5 2 の移動速度に対する倍率である。このため、1 層目から 3 層目の配線 1 3 8 の形成時において、金属インク 1 5 0 にレーザ光が照射される際のステージ 5 2 の移動速度は、従来の手法により金属インク 1 5 0 にレーザ光が照射される際のステージ 5 2 の移動速度と同じとされる。つまり、1 層目から 3 層目の配線 1 3 8 の形成時において、金属インク 1 5 0 へのレーザ光の照射時間は、従来の手法により金属インク 1 5 0 にレーザ光が照射される際のレーザ光の照射時間 T と同じとされる。これにより、1 層目から 3 層目の配線 1 3 8 の形成時において、金属インク 1 5 0 は、下面から殆ど発熱しないが、上面から発熱することで焼成する。

[0031] なお、2 層目及び 3 層目の配線 1 3 8 の形成時において、金属インク 1 5 0 は、1 層の配線 1 3 8 若しくは 2 層の配線 1 3 8 の上に吐出され、その金属インク 1 5 0 にレーザ光が照射される。この際、金属インク 1 5 0 の下面側に位置する配線 1 3 8 の厚さは非常に薄く、金属インク 1 5 0 の発熱により配線 1 3 8 に伝達される熱量は非常に少ない。このため、2 層目及び 3 層目の配線 1 3 8 の形成時において、金属インク 1 5 0 は、下面から殆ど発熱しない。そこで、1 層目の配線 1 3 8 の形成時だけでなく、2 層目及び 3 層目の配線 1 3 8 の形成時においても、移動速度の倍率が 1 とされる。つまり、1 層目の配線 1 3 8 の形成時だけでなく、2 層目及び 3 層目の配線 1 3 8 の形成時においても、金属インク 1 5 0 へのレーザ光の照射時間は、従来の手法により金属インク 1 5 0 にレーザ光が照射される際のレーザ光の照射時

間Tと同じとされる。

[0032] また、4層目の配線138の形成時において、金属インク150にレーザー光が照射される際のステージ52の移動速度の倍率は5とされる。このため、4層目の配線138の形成時において、金属インク150にレーザー光が照射される際のステージ52の移動速度は、1層目の配線138の形成時におけるレーザー光照射時のステージ52の移動速度の5倍とされる。つまり、4層目の配線138の形成時において、金属インク150へのレーザー光の照射時間は、1層目の配線138の形成時におけるレーザー光の照射時間Tの $1/5$ とされる。

[0033] これは、4層目の配線138の形成時において、3層の配線138の上に吐出された金属インク150にレーザー光が照射され、金属インク150の下面側に位置する配線138の厚さは、ある程度、厚く、金属インク150の熱が配線138に伝達するためである。つまり、4層目の配線138の形成時において、金属インク150にレーザー光が照射される際に、金属インク150は、上面から発熱し、下面からもある程度発熱するためである。これにより、4層目の配線138の形成時において、金属インク150へのレーザー光の照射時間が、1層目の配線138の形成時におけるレーザー光の照射時間Tの $1/5$ とされても、適切に金属インク150は焼成する。

[0034] また、5層目以降の配線138の形成時において、金属インク150にレーザー光が照射される際のステージ52の移動速度の倍率は10とされる。このため、5層目以降の配線138の形成時において、金属インク150にレーザー光が照射される際のステージ52の移動速度は、1層目の配線138の形成時におけるレーザー光照射時の移動速度の10倍とされる。つまり、5層目以降の配線138の形成時において、金属インク150へのレーザー光の照射時間は、1層目の配線138の形成時におけるレーザー光の照射時間Tの $1/10$ とされる。

[0035] これは、5層目以降の配線138の形成時において、4層以上の配線138の上に吐出された金属インク150にレーザー光が照射され、金属インク1

50の下面側に位置する配線138の厚さは、比較的、厚く、金属インク150の熱が配線138に伝達するためである。つまり、5層目以降の配線138の形成時において、金属インク150にレーザ光が照射される際に、金属インク150は、上面から発熱し、下面からも発熱するためである。これにより、5層目以降の配線138の形成時において、金属インク150へのレーザ光の照射時間が、1層目の配線138の形成時におけるレーザ光の照射時間 T の $1/10$ とされても、適切に金属インク150は焼成する。

[0036] なお、5層目以降の配線138の形成時には、配線138の積層数が多くなっても、移動速度の倍率は10倍以上とされない。つまり、5層目以降の配線138の形成時には、配線138の積層数が多くなっても、レーザ光の照射時間は短くされない。これは、5層目以降の配線138の形成時におけるレーザ光の単位面積当たりのレーザ光の照射量が金属インクの焼成に必要な最小値となっており、その照射量より少ない照射量では、金属インクが焼成しないためである。

[0037] このように、本開示の配線積層体136の形成手法では、図5に示すように、1～3層目の配線138の形成時におけるレーザ光の照射時間は、従来の手法におけるレーザ光の照射時間 T と同じとされている。そして、4層目の配線138の形成時におけるレーザ光の照射時間は、従来の手法におけるレーザ光の照射時間 T の $1/5$ とされ、5層目以降の配線138の形成時におけるレーザ光の照射時間は、従来の手法におけるレーザ光の照射時間 T の $1/10$ とされている。

[0038] このため、例えば、10層の配線138の積層により配線積層体136が形成される場合において、レーザ光の照射時間の合計は、 $(3.8 \times T)$ 秒となる。ここで、従来の手法により配線積層体136が形成される際のレーザ光の照射時間の合計と比較してみると、本手法により配線積層体136を形成することで、レーザ光の照射時間は、従来の照射時間の38%となる。また、例えば、100層の配線138の積層により配線積層体136が形成される場合において、レーザ光の照射時間の合計は、 $(12.8 \times T)$ 秒と

なる。ここで、従来の手法により配線積層体 1 3 6 が形成される際のレーザ光の照射時間の合計と比較してみると、本手法により配線積層体 1 3 6 を形成することで、レーザ光の照射時間は、従来の照射時間の 1 2. 8 % となる。このように、配線積層体 1 3 6 の形成において本手法を採用することで、レーザ光の照射時間を大幅に短縮し、回路パターンの形成時間の短縮を図ることが可能となる。

[0039] なお、上述した配線積層体 1 3 6 の形成は、コントローラ 1 2 0 に設けられたプログラム（図 2 参照） 1 9 0 に従って実行される。具体的には、プログラム 1 9 0 に従って、図 9 に示すフローが実行され、まず、金属インクが回路パターンに応じて吐出される（S 1 0 0）。次に、配線 1 3 8 の積層数に応じたステージ 5 2 の移動速度が決定される（S 1 0 2）。詳しくは、コントローラ 1 2 0 に、図 8 に相当するマップデータが記憶されている。そして、そのマップデータが参照されることで、配線 1 3 8 の積層数に応じた速度倍率が特定され、その速度倍率に基づいてステージ 5 2 の移動速度が演算される。これにより、配線 1 3 8 の積層数に応じたステージ 5 2 の移動速度が決定される。

[0040] 続いて、ステージ 5 2 の移動速度が決定されると、その決定された移動速度でステージ 5 2 が移動された状態で、金属インクにレーザ光が照射される（S 1 0 4）。これにより、配線 1 3 8 が形成される。そして、その配線 1 3 8 の形成により積層された数、つまり、配線 1 3 8 の積層数が予め設定されている設定積層数に達したか否かが判断される（S 1 0 6）。この際、配線 1 3 8 の積層数が設定積層数に達していない場合（S 1 0 6 : NO）に、S 1 0 0 以降の処理が繰り返される。一方、配線 1 3 8 の積層数が設定積層数に達している場合（S 1 0 6 : YES）に、本フローが終了する。

[0041] なお、プログラム 1 9 0 は、図 2 に示すように、塗布部 2 0 0 と焼成部 2 0 2 と積層部 2 0 4 とを有している。塗布部 2 0 0 は、S 1 0 0 の処理を実行するための機能部、つまり、金属インクを塗布するための機能部である。焼成部 2 0 2 は、S 1 0 4 の処理を実行するための機能部、つまり、レーザ

光の照射により金属インクを焼成するための機能部である。積層部204は、S100とS104とを繰り返し実行するための機能部、つまり、配線を積層するための機能部である。

[0042] また、単位面積当たりのレーザ光の照射量は、単位面積当たりのレーザ光の照射時間と単位面積当たりのレーザ照射強度とを乗じたものである。このため、レーザ強度を弱くすることでも、金属インク150へのレーザ光の照射量を減らすことができる。そこで、上記手法と異なり、配線138の積層数が多くなるにつれて、レーザ光の照射時間を変更することなく、レーザ強度を弱くすることで、金属インク150へのレーザ光の照射量を減らしてもよい。

[0043] 具体的には、図10に示すように、1層目から3層目の配線138の形成時において、金属インク150に照射されるレーザ光の強度倍率は1とされる。ここで、レーザ光の強度倍率は、従来の手法により金属インク150にレーザ光が照射される際のレーザ強度に対する倍率である。このため、1層目から3層目の配線138の形成時において、金属インク150に照射されるレーザ光のレーザ強度は、従来の手法により金属インク150に照射されるレーザ光のレーザ強度と同じとされる。これにより、1層目から3層目の配線138の形成時において、金属インク150は、下面から殆ど発熱しないが、上面から発熱することで焼成する。

[0044] なお、2層目及び3層目の配線138の形成時におけるレーザ強度は、1～3層目の配線138の形成時におけるレーザ光の照射時間において説明した理由と同じ理由で、1層目の配線138の形成時におけるレーザ強度と同じとされている。

[0045] また、4層目の配線138の形成時において、金属インク150に照射されるレーザ光のレーザ強度の倍率は0.5とされる。このため、4層目の配線138の形成時において、金属インク150に照射されるレーザ光のレーザ強度は、1層目の配線138の形成時におけるレーザ光のレーザ強度の1/2とされる。このように、4層目の配線138の形成時におけるレーザ強

度が、1層目の配線138の形成時におけるレーザ強度の $1/2$ とされても、金属インクの下面に存在する3層分の配線138による加熱と、レーザ光の照射とにより、金属インク150は上面と下面から発熱する。これにより、4層目の配線138の形成時においても、金属インク150は適切に焼成する。

[0046] また、5層目以降の配線138の形成時において、金属インク150に照射されるレーザ光のレーザ強度の倍率は0.1とされる。このため、5層目以降の配線138の形成時において、金属インク150に照射されるレーザ光のレーザ強度は、1層目の配線138の形成時におけるレーザ光のレーザ強度の $1/10$ とされる。このように、5層目以降の配線138の形成時におけるレーザ強度が、1層目の配線138の形成時におけるレーザ強度の $1/10$ とされても、金属インクの下面に存在する4層以上の配線138による加熱と、レーザ光の照射とにより、金属インク150は上面と下面から発熱する。これにより、5層目以降の配線138の形成時においても、金属インク150は適切に焼成する。

[0047] なお、5層目以降の配線138の形成時には、配線138の積層数が多くなっても、強度倍率は0.1以下とされない。つまり、5層目以降の配線138の形成時には、配線138の積層数が多くなっても、レーザ光のレーザ強度は弱くされない。これは、5層目以降の配線138の形成時におけるレーザ光の単位面積当たりのレーザ光の照射量が金属インクの焼成に必要な最小値となっており、その照射量より少ない照射量では、金属インクが焼成しないためである。

[0048] このように、本開示の配線積層体136の形成手法では、4層目の配線138の形成時におけるレーザ強度は、従来の手法におけるレーザ強度の $1/2$ とされ、5層目以降の配線138の形成時におけるレーザ強度は、従来の手法におけるレーザ強度の $1/10$ とされている。これにより、金属インクへのレーザ照射時におけるレーザ強度を弱くすることで、レーザ照射装置78による電力消費量を抑制することが可能となる。

[0049] ちなみに、上記実施例において、回路形成装置 10 は、配線形成装置の一例である。制御装置 26 は、制御装置の一例である。基板 70 は、基板の一例である。インクジェットヘッド 76 は、塗布装置の一例である。レーザ照射装置 78 は、照射装置の一例である。樹脂積層体 130 は、支持体の一例である。配線 138 は、配線の一例である。金属インク 150 は、金属含有液の一例である。塗布部 200 は、塗布部の一例である。焼成部 202 は、焼成部の一例である。積層部 204 は、積層部の一例である。また、塗布部 200 により実行されるステップは、塗布ステップの一例である。焼成部 202 により実行されるステップは、焼成処理ステップの一例である。積層部 204 により実行されるステップは、積層ステップの一例である。

[0050] なお、本開示は、上記実施例に限定されるものではなく、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した種々の態様で実施することが可能である。例えば、上記実施例では、樹脂積層体 130 の上に金属インクが塗布され、配線が形成されているが、基板 70 の上に金属インクが塗布され、配線が形成されてもよい。

[0051] また、上記実施例では、インクジェットヘッド 76 とレーザ照射装置 78 とが、制御装置 26 により制御されているが、異なる制御装置により制御されてもよい。つまり、インクジェットヘッド 76 が第 1 の制御装置により制御され、レーザ照射装置 78 が第 2 の制御装置により制御されてもよい。

[0052] また、上記実施例では、配線 138 の積層数が多くなるにつれて、レーザ強度が一定の状態、レーザ光の照射時間が短くされているが、レーザ強度が強くされ、レーザ光の照射時間が短くされてもよい。具体的には、図 11 に示すように、1～3 層目の配線形成時において、速度倍率が 1 とされ、4 層目の配線形成時において、速度倍率が 5 とされ、5 層目以降の配線形成時において、配線の積層数が多くなるにつれて速度倍率が 10 から漸増される。この際、1～5 層目の配線形成時において、レーザ強度は一定とされ、6 層目以降の配線形成時において、レーザ強度が強くされる。これにより、6 層目以降の配線形成時における速度倍率を多くしても、金属インクを適切に

焼成することが可能となり、レーザ照射時間の更なる短縮を図ることが可能となる。

符号の説明

[0053] 10 : 回路形成装置 (配線形成装置) 26 : 制御装置 70 : 基板
76 : インクジェットヘッド (塗布装置) 78 : レーザ照射装置 (照射装置)
130 : 樹脂積層体 (支持体) 138 : 配線 150 : 金属インク (金属含有液)
200 : 塗布部 202 : 焼成部 204 : 積層部

請求の範囲

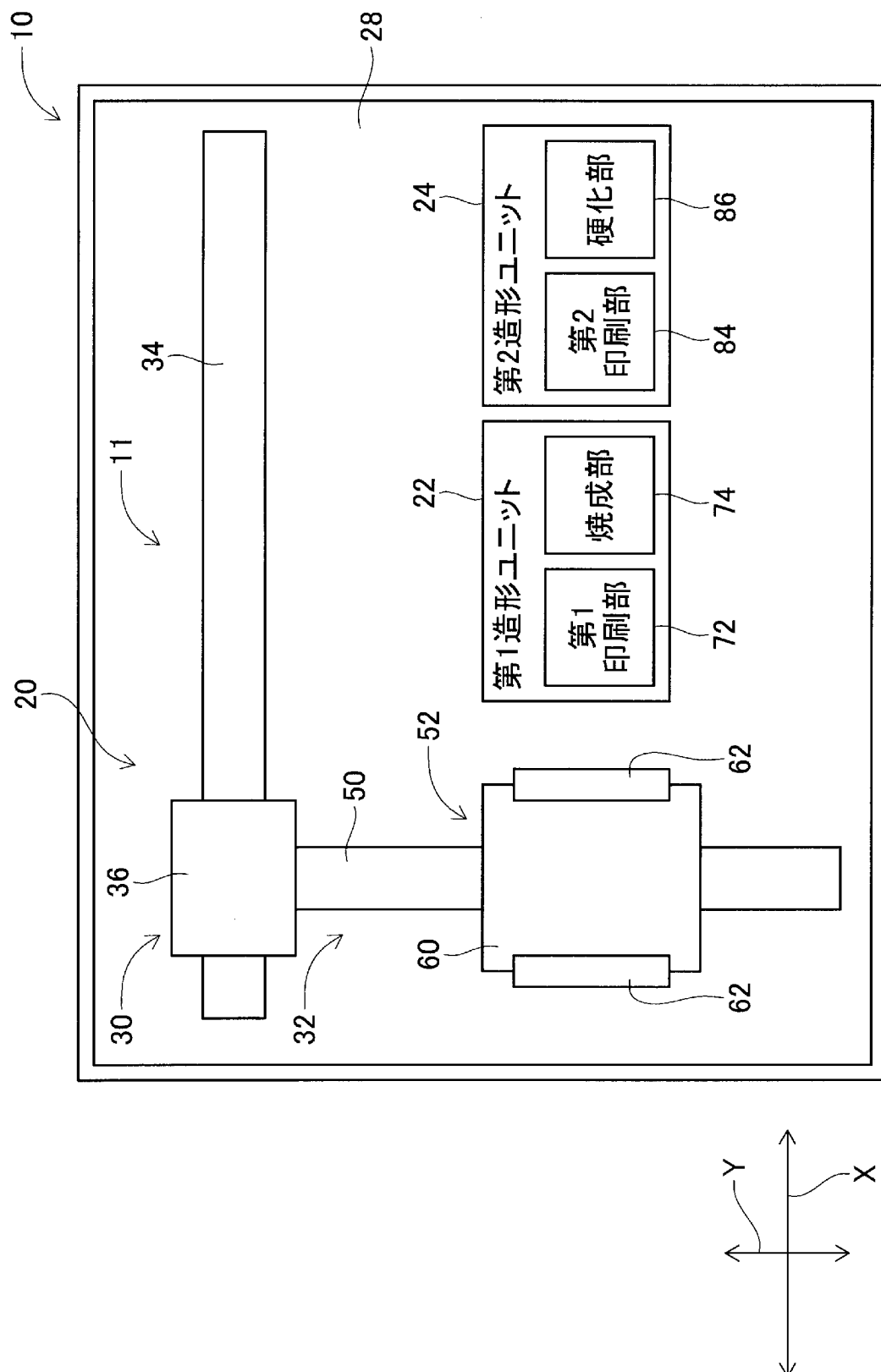
- [請求項1] 絶縁性の支持体または基板上に、金属微粒子を含有する金属含有液を塗布する塗布ステップと、
前記金属含有液をレーザ光で焼成処理することで、配線を形成する焼成処理ステップと、
前記塗布ステップと前記焼成処理ステップとを繰り返すことで、前記配線を積層する積層ステップと
を含み、
前記配線の積層数に基づいて前記焼成処理ステップにおけるレーザ光の単位面積当たりのレーザ照射量を変更する配線形成方法。
- [請求項2] 前記配線の積層数が設定数以上である場合に、前記配線の積層数が多くなるにつれて、レーザ光の単位面積当たりのレーザ照射量を減らす請求項1に記載の配線形成方法。
- [請求項3] 前記配線の積層数が設定数以上である場合に、前記配線の積層数が多くなるにつれて、レーザ光照射時における、レーザ光を照射する照射装置と、前記金属含有液が塗布された前記支持体または前記基板との相対速度を速くする請求項1または請求項2に記載の配線形成方法。
- [請求項4] 前記配線の積層数が多くなるにつれて、レーザ光の単位面積当たりのレーザ照射時間を短くする請求項1ないし請求項3のいずれか1つに記載の配線形成方法。
- [請求項5] 前記配線の積層数が多くなるにつれて、レーザ光の単位面積当たりのレーザ強度を弱くする請求項1ないし請求項4のいずれか1つに記載の配線形成方法。
- [請求項6] 金属微粒子を含有する金属含有液を、絶縁性の支持体または基板上に塗布する塗布装置と、
前記塗布装置により塗布された前記金属含有液にレーザ光を照射し、その金属含有液を焼成することで、配線を形成する照射装置と、

前記塗布装置と前記照射装置との作動を制御し、前記金属含有液の塗布と前記金属含有液の焼成とを繰り返すことで、前記配線を積層させる制御装置と

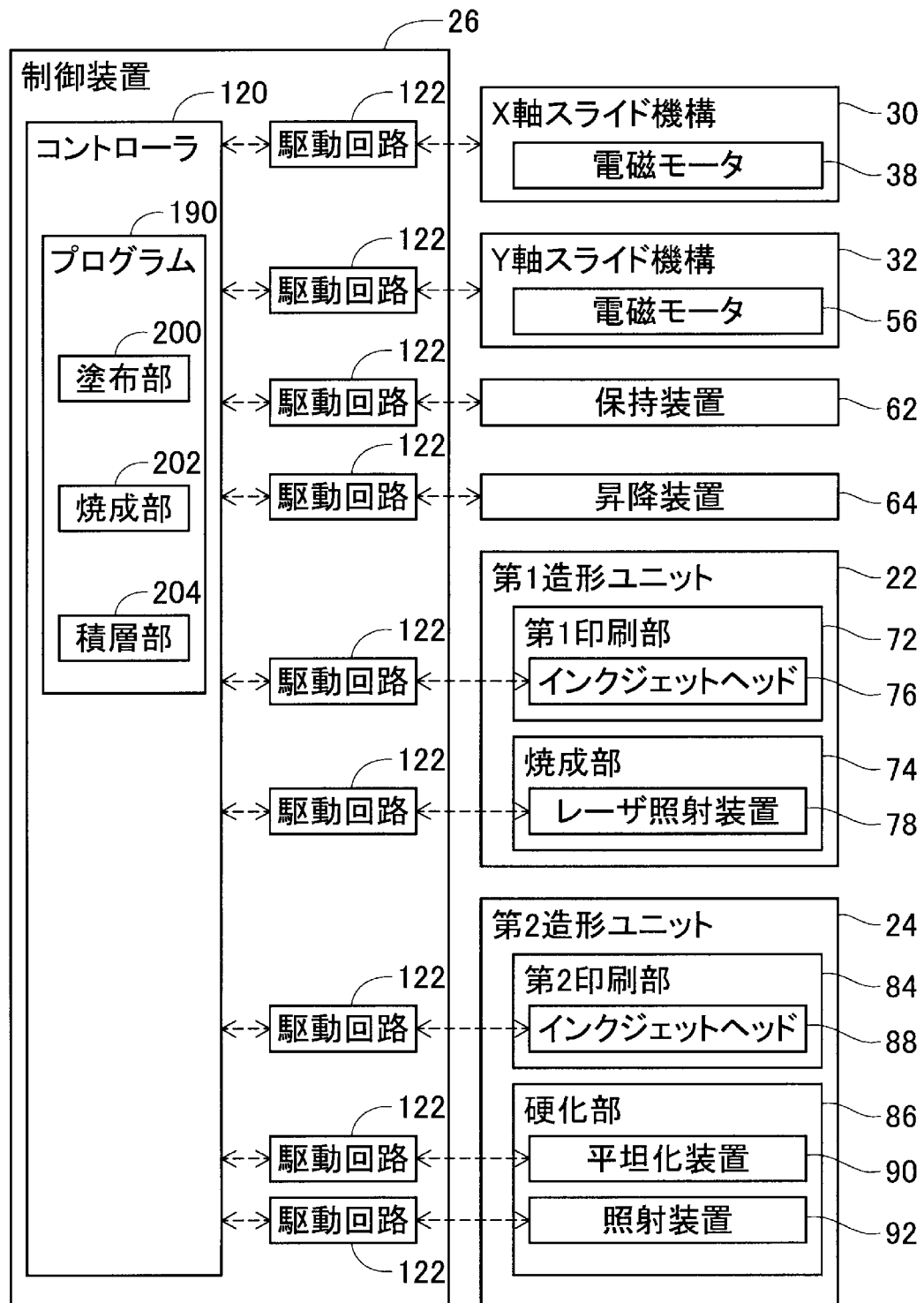
を備え、

前記配線の積層数に基づいて前記照射装置によるレーザ光の単位面積当たりのレーザ照射量を変更する配線形成装置。

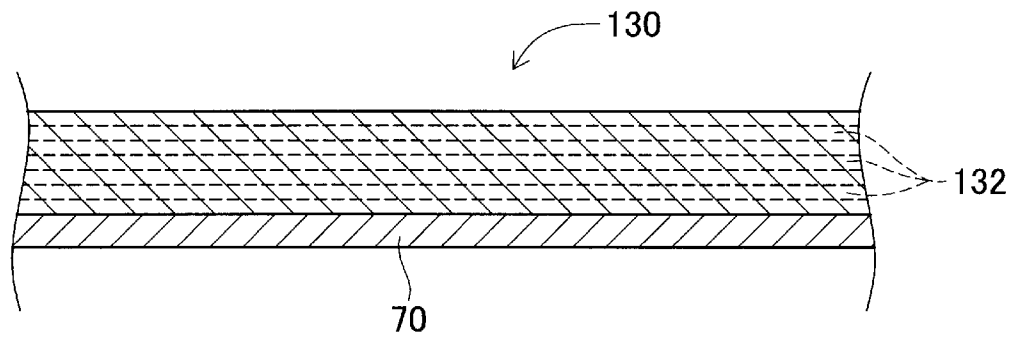
[図1]



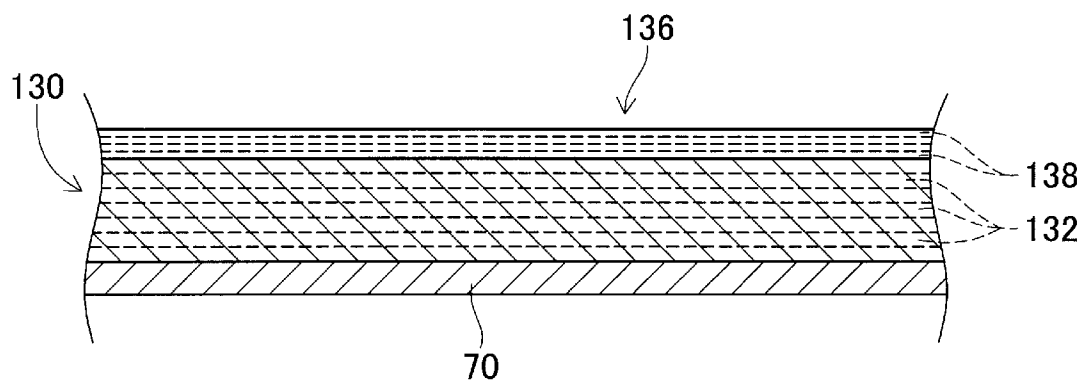
[図2]



[図3]



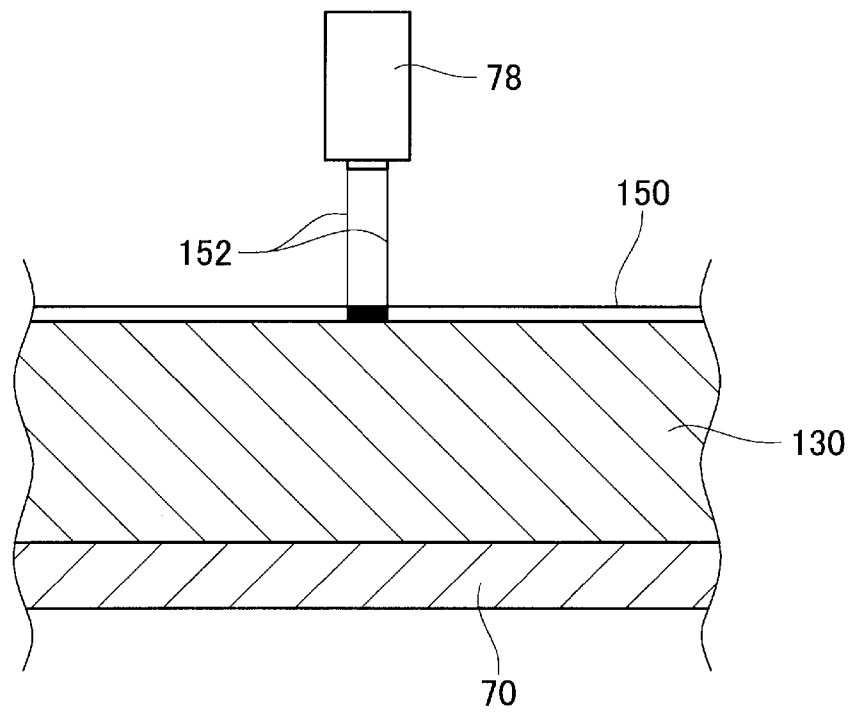
[図4]



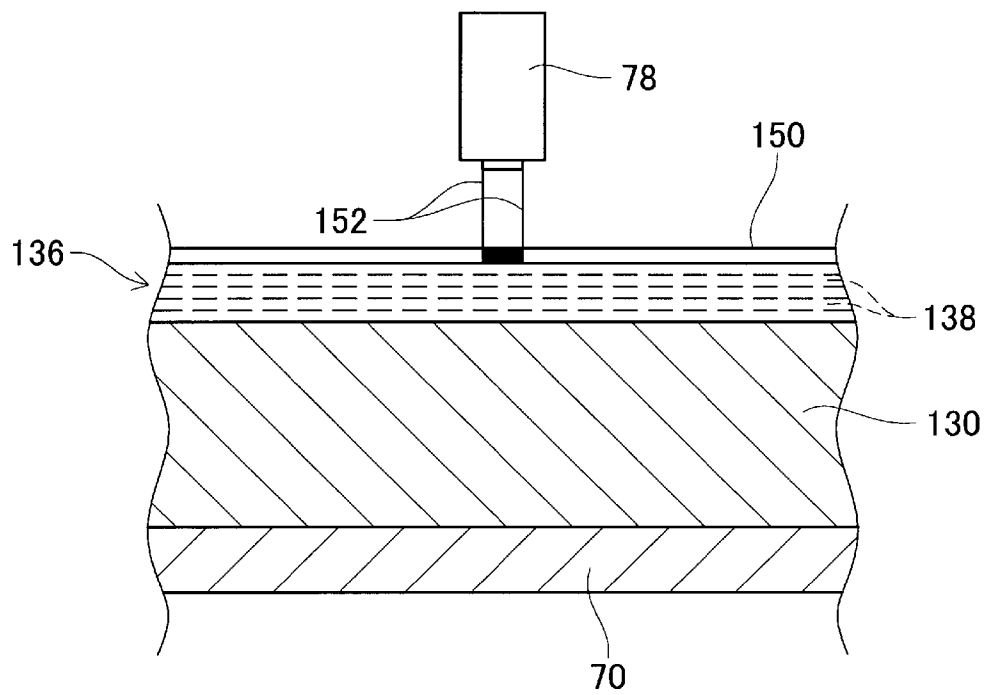
[図5]

積層数	従来手法	本手法
1層目	T	T
2層目	T	T
3層目	T	T
4層目	T	0.2T
5層目以降	T	0.1T
照射合計時間(10層)	10T	3.8T
照射合計時間(100層)	100T	12.8T

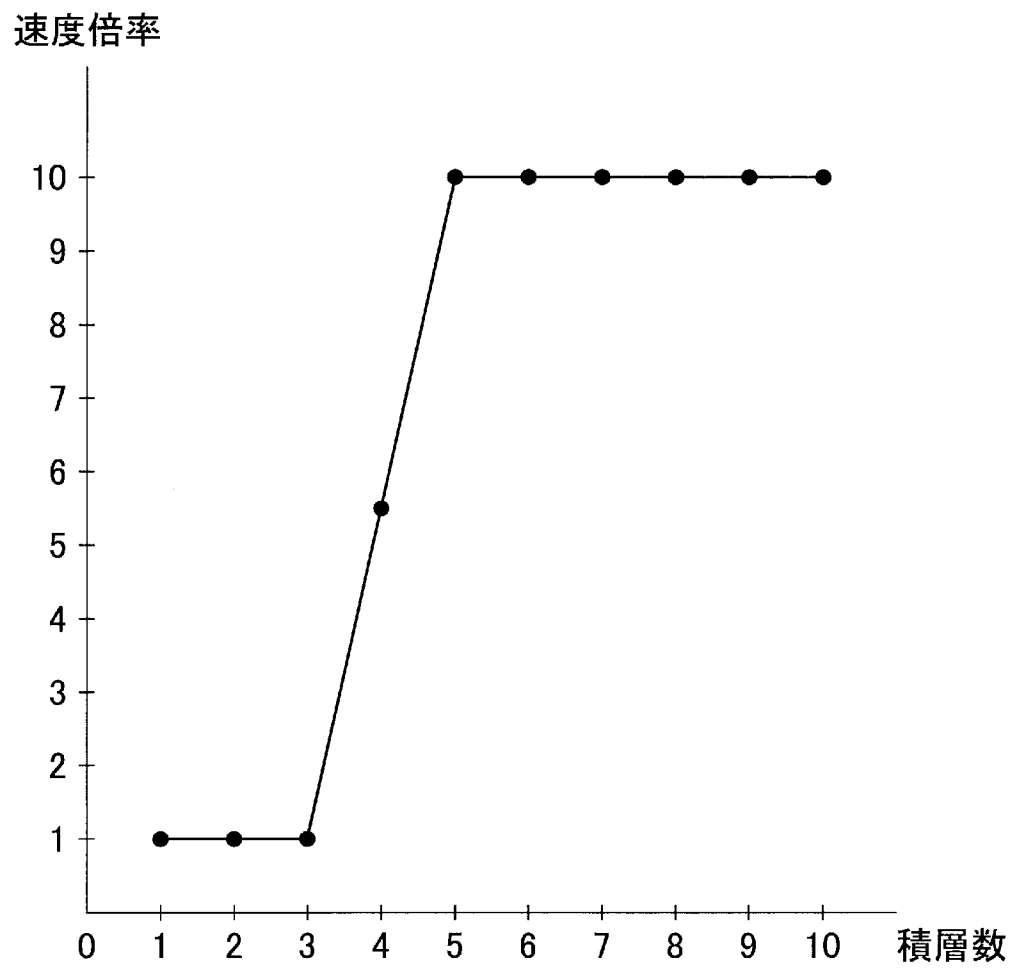
[図6]



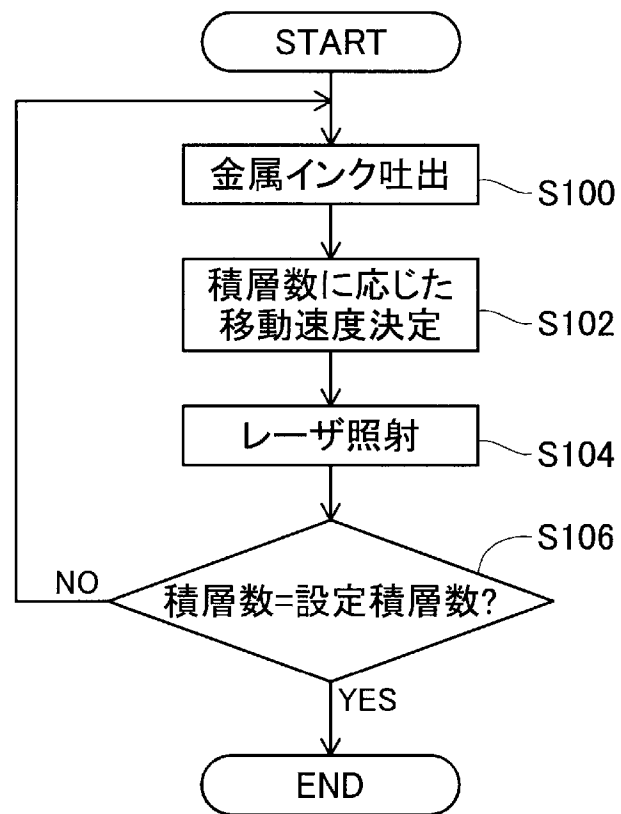
[図7]



[図8]

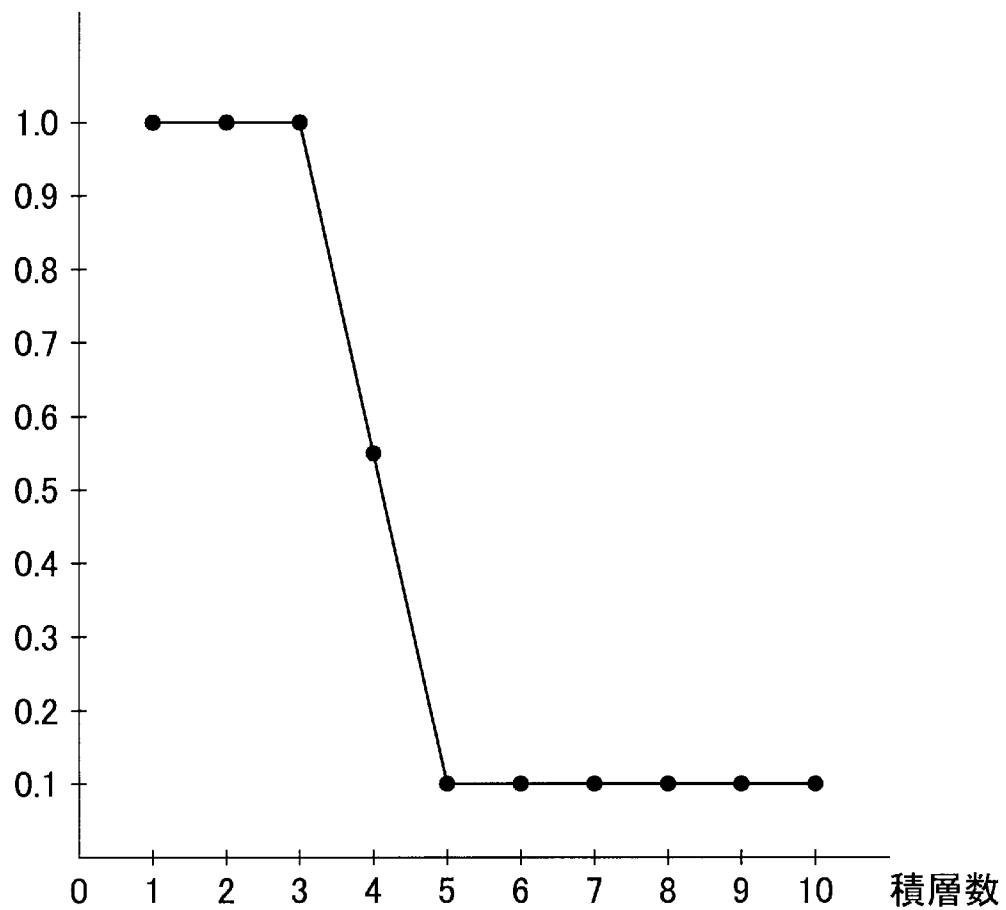


[図9]

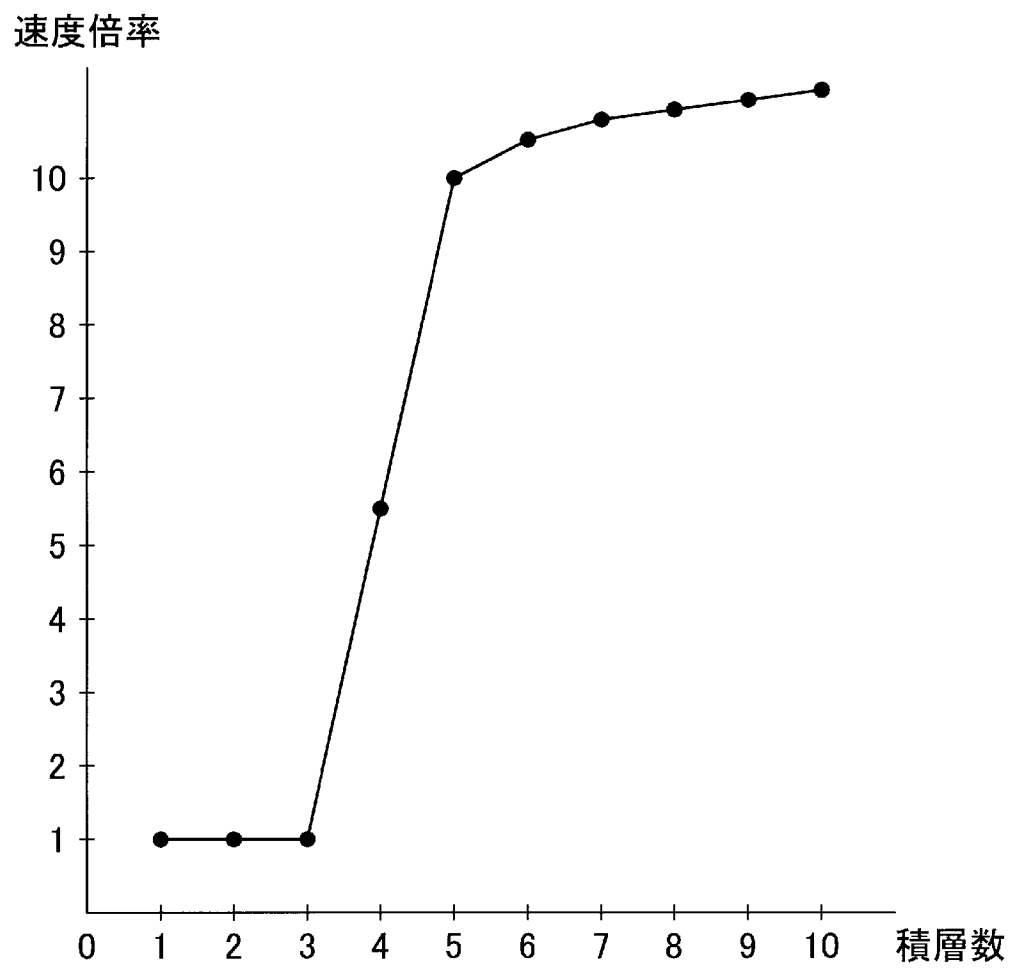


[図10]

レーザー強度倍率



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/030315

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05K3/10(2006.01)i, H05K3/12(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, H05K3/12

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2015-26680 A (Fujifilm Corp.), 05 February 2015 (05.02.2015), paragraphs [0011] to [0073]; fig. 1 (Family: none)	1, 4-6 2, 3
A	JP 2015-26681 A (Fujifilm Corp.), 05 February 2015 (05.02.2015), entire text (Family: none)	1-6
A	JP 2009-16724 A (Panasonic Corp.), 22 January 2009 (22.01.2009), entire text & WO 2009/008156 A1	1-6

☒ 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
31 October 2017 (31.10.17)

Date of mailing of the international search report
07 November 2017 (07.11.17)

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/JP2017/030315

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/072010 A1 (Fuji Machine Mfg. Co., Ltd.), 12 May 2016 (12.05.2016), entire text & EP 3217773 A1 entire text	1-6
A	WO 2012/060091 A1 (Panasonic Corp.), 10 May 2012 (10.05.2012), entire text & TW 201247056 A	1-6

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, H05K3/12(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, H05K3/12

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2015-26680 A（富士フイルム株式会社）2015.02.05, 段落[0011]-[0073], 図1（ファミリーなし）	1, 4-6 2, 3
A	JP 2015-26681 A（富士フイルム株式会社）2015.02.05, 全文 （ファミリーなし）	1-6
A	JP 2009-16724 A（パナソニック株式会社）2009.01.22, 全文 & WO 2009/008156 A1	1-6

☒ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

31.10.2017

国際調査報告の発送日

07.11.2017

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）

原田 貴志

5 D

4690

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
A	WO 2016/072010 A1 (富士機械製造株式会社) 2016.05.12, 全文 & EP 3217773 A1, 全文	1-6
A	WO 2012/060091 A1 (パナソニック株式会社) 2012.05.10, 全文 & TW 201247056 A	1-6