

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4967621号
(P4967621)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl.

F I

B05D 1/26 (2006.01)

B05D 1/26 Z

B05D 3/02 (2006.01)

B05D 3/02 B

B05C 5/00 (2006.01)

B05C 5/00 I O I

B05C 13/02 (2006.01)

B05C 13/02

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2006-321261 (P2006-321261)
 (22) 出願日 平成18年11月29日(2006.11.29)
 (65) 公開番号 特開2008-132449 (P2008-132449A)
 (43) 公開日 平成20年6月12日(2008.6.12)
 審査請求日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 豊田 直之
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 審査官 鴨野 研一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン形成方法、パターン形成装置及び回路基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステージに載置された基体に対して、そのステージを介して前記基体を加熱した状態で、機能材料を含有した機能液を液滴吐出ヘッドから吐出させて前記基体にパターンを描画するパターン形成方法において、

前記ステージを、前記基体又は前記基体の描画エリアに対応する第1の領域と、前記第1の領域以外であって前記液滴吐出ヘッドが前記基体にパターンを描画する時の往復動中に通過する位置に対応する第2の領域とに区分し、

前記第1の領域を加熱制御し、前記第2の領域を冷却制御して前記パターンを描画することを特徴とするパターン形成方法。

【請求項2】

請求項1に記載のパターン形成方法において、

前記第1の領域は、前記基体の基体表面温度が吐出時の機能液の温度以上かつ機能液に含有されている液体組成の沸点温度未満になるように加熱制御されていることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項3】

ステージに載置された基体に対して、そのステージを介して前記基体を加熱した状態で、機能材料を含有した機能液の液体を液滴吐出ヘッドから吐出させて前記基体にパターンを描画するパターン形成装置において、

前記ステージを、前記基体又は前記基体の描画エリアに対応する第1の領域と、前記第

1の領域以外であって前記液滴吐出ヘッドが前記基体にパターンを描画する時の往復動中に通過する位置に対応する第2の領域とに区分し、

前記第1の領域が加熱部、前記第2の領域が冷却部である
ことを特徴とするパターン形成装置。

【請求項4】

請求項3に記載のパターン形成装置において、

前記加熱部は、前記基体の基体表面温度が吐出時の機能液の温度以上かつ機能液に含有される液体組成の沸点温度未満の温度になるように加熱制御されることを特徴とするパターン形成装置。

【請求項5】

請求項3又は4に記載のパターン形成装置において、

前記ステージは、前記加熱部と前記冷却部との間に断熱部材を設けたことを特徴とするパターン形成装置。

【請求項6】

請求項3～5のいずれか1に記載のパターン形成装置において、

前記加熱部は、同加熱部を加熱する加熱手段を設け、前記冷却部は、同冷却部を冷却する冷却手段を設けたことを特徴とするパターン形成装置。

【請求項7】

請求項6に記載のパターン形成装置において、

前記加熱手段及び冷却手段は、ペルチェ素子であって、前記ペルチェ素子の発熱部が前記加熱部の下面に連結され、前記ペルチェ素子の吸熱部が前記冷却部の下面に熱伝導板を介して連結されていることを特徴とするパターン形成装置。

【請求項8】

請求項3～7のいずれか1に記載のパターン形成装置において、

前記基体は、多孔質性基板であってセラミック粒子と樹脂とから構成される低温焼成用シートであり、

前記機能液は、機能材料として金属粒子を分散させた液体であることを特徴とするパターン形成装置。

【請求項9】

回路素子を実装するとともにその実装した回路素子に対して電氣的に接続された配線が形成された回路基板において、

請求項3～8のいずれか1に記載のパターン形成装置で形成した前記配線を有したことを特徴とする回路基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パターン形成方法、パターン形成装置及び回路基板に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、液滴吐出ヘッドにて機能液を液滴として吐出させて基板上に所望にパターンを形成するインクジェット方式が有効な手段として注目されている（例えば、特許文献1）。

一般に、インクジェット方式は、ステージに載置した基板と、機能材料を含有した機能液を液滴として基板に吐出する液滴吐出ヘッドと、基板（ステージ）と液滴吐出ヘッドを2次元的に相対移動させる機構を備えている。そして、液滴吐出ヘッドから吐出させた液滴を基板表面の任意の位置に配置させる。このとき、基板表面に順次配置される各液滴について、その液滴の濡れ拡がる範囲が互いに重なるように液滴を順次配置することにより、基板表面に隙間無く機能液で覆われたパターンを形成することができる。

【0003】

ところで、基板表面が、機能液に対して撥液性を有している場合には、基板表面と機能液とが引き合う力よりも、互いに接する液滴同士が表面張力によって引き合う力が強く、

10

20

30

40

50

機能液が局所的に集中するといった現象が起こる。このような局所的な集中が生じると、基板表面が機能液で均一に覆われなくなり、最悪な場合には、基板表面の一部が機能液の欠如のため露出するといった問題が生じる。

【 0 0 0 4 】

そのため、互いに接する液滴同士を重ねる場合、先に着弾した液滴が十分に乾燥した後、次の液滴を着弾させる必要があり、パターン形成に時間を要していた。そこで、基板を予め加熱をしておき、着弾した液滴を速やかに乾燥させる方法が提案されている（例えば、特許文献 2、特許文献 3）。

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 3 4 7 6 9 5 号 公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 3 0 6 3 7 2 号 公報

【特許文献 3】特開平 1 1 - 2 8 1 9 8 5 号 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、液滴吐出ヘッドのノズル形成面と基板との間の距離が非常に狭い。その結果、上記のように基板を加熱した状態で液滴を吐出して基板上にパターンを形成する際に、液滴吐出ヘッドは、加熱された基板からの熱で加熱される。その結果、液滴吐出ヘッドから吐出される機能液は加温され粘性が低下、ノズルプレートの熱膨張により、ノズルピッチの変動、液滴吐出ヘッド内部に付着した溶液の乾燥等、種々の問題を含んでいた。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、その目的は、加熱される液滴吐出ヘッドを、冷却して液滴の吐出重量の安定性を向上させかつ精度の高いパターンを短時間に形成することができるパターン形成方法、パターン形成装置及び回路基板を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明のパターン形成方法は、ステージに載置された基体に対して、そのステージを介して前記基体を加熱した状態で、機能材料を含有した機能液を液滴吐出ヘッドから吐出させて前記基体にパターンを描画するパターン形成方法において、前記ステージを、前記基体又は前記基体の描画エリアに対応する第 1 の領域と、前記第 1 の領域以外であって前記液滴吐出ヘッドが通過する位置に対応する第 2 の領域との区分し、前記第 1 の領域を加熱制御し、前記第 2 の領域を冷却制御して前記パターンを描画する。

【 0 0 0 8 】

本発明のパターン形成方法によれば、ステージの第 1 の領域が加熱されていることから基体は加熱され、基体に着弾する液滴は速やかに乾燥される。また、ステージの第 2 の領域が冷却されていることから、第 2 の領域を通過する液滴吐出ヘッドは冷やされる。従って、液滴吐出ヘッド内の機能液の温度上昇を抑えると共に、熱膨張によるノズルピッチの変動を抑制する。

【 0 0 0 9 】

このパターン形成方法において、前記第 1 の領域は、前記基体の基体表面温度が吐出時の機能液の温度以上かつ機能液に含有されている液体組成の沸点温度未満になるように加熱制御されている。

【 0 0 1 0 】

このパターン形成方法によれば、基体に着弾した液滴は、基体の表面温度が吐出時の機能液の温度以上なので直ちに乾燥を開始する。しかも、基体の表面温度が液体組成の沸点温度未満なので、液滴は基体上で突沸することはない。その結果、高密度・高精細なパターンを短時間に形成することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明のパターン形成装置は、ステージに載置された基体に対して、そのステージを介して前記基体を加熱した状態で、機能材料を含有した機能液の液体を液滴吐出ヘッドから

10

20

30

40

50

吐出させて前記基体にパターンを描画するパターン形成装置において、前記ステージは、前記基体又は前記基体の描画エリアを加熱する加熱部と、前記加熱部の両側に設けられ、前記加熱部を通過した後の前記液滴吐出ヘッドを冷却する冷却部とを備えた。

【0012】

本発明のパターン形成装置によれば、ステージは、加熱部とその加熱部の両側に冷却部を設けた。そして、加熱部にて基体を加熱することから、基体に着弾する液滴は速やかに乾燥される。また、前記加熱部の両側に設けられ冷却部によって、冷却部を通過する液滴吐出ヘッドは冷やされる。従って、液滴吐出ヘッド内の機能液の温度上昇を抑えると共に、熱膨張によるノズルピッチの変動を抑制する。

【0013】

10

このパターン形成装置において、前記加熱部は、前記基体の基体表面温度が吐出時の機能液の温度以上かつ機能液に含有される液体組成の沸点温度未満の温度になるように加熱制御される。

【0014】

このパターン形成装置によれば、基体に着弾した液滴は、基体の表面温度が吐出時の機能液の温度以上なので直ちに乾燥を開始する。しかも、基体の表面温度が液体組成の沸点温度未満なので、液滴は基体上で突沸することはない。その結果、高密度・高精細なパターンを短時間に形成することができる。

【0015】

このパターン形成装置において、前記ステージは、前記加熱部と前記冷却部との間に断熱部材を設けた。

20

このパターン形成装置によれば、断熱部材により、加熱部と冷却部との間での熱交換は行われ難い。

【0016】

このパターン形成装置において、前記加熱部は、同加熱部を加熱する加熱手段を設け、前記冷却部は、同冷却部を冷却する冷却手段を設けた。

このパターン形成装置によれば、加熱部は加熱手段にて加熱され、冷却部は冷却手段にて冷却される。

【0017】

このパターン形成装置において、前記加熱手段及び冷却手段は、ペルチェ素子であって、前記ペルチェ素子の発熱部が前記加熱部の下面に連結され、前記ペルチェ素子の吸熱部が冷却部の下面に熱伝導板を介して連結されている。

30

【0018】

このパターン形成装置によれば、1つのペルチェ素子にて、加熱部の加熱と、冷却部の冷却とが実現でき、部品点数の低減、省資源化を図り、環境にも優しいものとなる。

このパターン形成装置において、前記基体は、多孔質性基板であってセラミック粒子と樹脂とから構成される低温焼成用シートであり、前記機能液は、機能材料として金属粒子を分散させた液体である。

【0019】

このパターン形成装置によれば、多孔質性基板上に金属膜からなるパターンを綺麗にしかも短時間に形成することができる。

40

本発明に回路基板は、回路素子を実装するとともにその実装した回路素子に対して電氣的に接続された配線が形成された回路基板において、請求項3～8のいずれか1に記載のパターン形成装置で形成した配線を有した。

【0020】

本発明の回路基板は、より生産性を上げることのできる回路基板となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明を、LTCC多層基板（LTCC：Low Temperature Co-fired Ceramics 多層基板）に半導体チップを実装してなる回路モジュールであって、そのLTCC多層基

50

板を構成する複数の低温焼成基板（グリーンシート）に描画する配線パターンの形成に具体化した一実施形態を図１～図８に従って説明する。

【００２２】

まず、ＬＴＣＣ多層基板に半導体チップを実装してなる回路モジュールについて説明する。図１は、回路モジュール１の断面図を示し、回路モジュール１は、板状に形成されたＬＴＣＣ多層基板２と、そのＬＴＣＣ多層基板２の上側に、ワイヤーボンディング接続された半導体チップ３とを有している。

【００２３】

ＬＴＣＣ多層基板２は、シート状に形成された複数の低温焼成基板４の積層体である。各低温焼成基板４は、それぞれガラスセラミック系材料（例えば、ホウケイ酸アルカリ酸化物などのガラス成分とアルミナなどのセラミック成分の混合物）の焼結体（多孔質性基板）であって、その厚みが数百μｍで形成されている。

10

【００２４】

そして、低温焼成基板４は、その焼結前のものをグリーンシート４Ｇ（図２，４参照）という。グリーンシート４Ｇは、ガラスセラミック系材料の粉末と分散媒をバインダー、整泡剤などとともに混合してスラリーを作成しこれを板状にした後に乾燥したものであって、通気性を有している。即ち、グリーンシート４Ｇは、通気性基板である。

【００２５】

各低温焼成基板４には、抵抗素子、容量素子、コイル素子などの各種の回路素子５と、各回路素子５を電氣的に接続する内部配線６と、スタックビア構造、サーマルビア構造を呈する所定の孔径（例えば、２０μｍ）を有した複数のピアホール７と、該ピアホール７に充填されたピア配線８と、がそれぞれ回路設計に基づいて適宜形成されている。

20

【００２６】

各低温焼成基板４上の各内部配線６は、それぞれ銀や銀合金などの金属微粒子の焼結体であって、図２に示す液滴吐出装置２０を利用した配線パターン形成方法によって形成される。

【００２７】

図２は、液滴吐出装置２０を説明する全体斜視図である。

図２において、パターン形成装置としての液滴吐出装置２０は、直方体形状に形成された基台２１を有している。基台２１の上面には、その長手方向（Ｙ矢印方向）に沿って延びる一対の案内溝２２が形成されている。案内溝２２の上方には、案内溝２２に沿ってＹ矢印方向及び反Ｙ矢印方向に移動するステージ２３が備えられている。

30

【００２８】

ステージ２３は、その上面に焼成前の低温焼成基板４、即ち通気性のグリーンシート４Ｇを載置する。ステージ２３は、図６に示すように、ベース２３ａと、そのベース２３ａの上側中央位置に配置された加熱部としての載置台２３ｂと、そのベース２３ａに上側であって載置台２３ｂのＸ矢印方向の両側に配置された冷却部としての冷却台２３ｃを備えている。ベース２３ａは、基台２１の上面に配設され、後述するＹ軸モータＭＹ（図５参照）に駆動に基づいて案内溝２２に沿ってＹ矢印方向及び反Ｙ矢印方向に移動する。載置台２３ｂは、その上面（第１の領域）に吸着板２３ｄ、その吸着板２３ｄの上面にグリーンシート４Ｇが吸着固定される。

40

【００２９】

また、載置台２３ｂの下面には、加熱手段または冷却手段としてのペルチェ素子ＰＴが取着されている。ペルチェ素子ＰＴは、その発熱部ＰＴｂが載置台２３ｂの下面と向き合うように当接するように取着されている。従って、ペルチェ素子ＰＴの吸熱部ＰＴａは、下側に面することになる。ペルチェ素子ＰＴの吸熱部ＰＴａには、Ｘ矢印方向に一対の熱伝導板２４の基端部（連結部２４ａ）がそれぞれ連結固定されている。熱伝導板２４はクランク状に形成され、その先端部（冷却部２４ｂ）は、それぞれＸ矢印方向及び反Ｘ矢印方向に延出形成されている。熱伝導板２４の先端部（冷却部２４ｂ）は、載置台２３ｂの両側に配設された一対の冷却台２３ｃの下面とそれぞれ連結固定されている。なお、冷却

50

台 2 3 c の上面 (第 2 の領域) は、なにも載置されないようになっている。

【 0 0 3 0 】

従って、ペルチェ素子 P T は、発熱部 P T b からの発熱によって載置台 2 3 b を加熱し加熱された載置台 2 3 b は吸着板 2 3 d を介してグリーンシート 4 G を所定の温度に加熱する、また、ペルチェ素子 P T は、吸熱部 P T a の吸熱によって各熱伝導板 2 4 を介して冷却台 2 3 c をそれぞれ冷却する。

【 0 0 3 1 】

載置台 2 3 b と各冷却台 2 3 c との間には、断熱部材としての第 1 断熱部材 I 1 が配設され、載置台 2 3 b と各冷却台 2 3 c の間の熱交換が行われ難くしている。また、一对の熱伝導板 2 4 は、第 2 断熱部材 I 2 を介してベース 2 3 a に支持固定され、同熱伝導板 2 4 を介して、載置台 2 3 b 及び一对の冷却台 2 3 c をベース 2 3 a に固定されている。

10

【 0 0 3 2 】

又、載置台 2 3 b には、吸着板 2 3 d とグリーンシート 4 G との間を負圧にするための図示しない吸引通路が形成され、吸引ポンプにて吸引通路を減圧し吸着板 2 3 d とグリーンシート 4 G との間を負圧してグリーンシート 4 G を吸着板 2 3 d に吸着固定する。

【 0 0 3 3 】

基台 2 1 には、Y 矢印方向と直交する方向 (X 矢印方向) に跨ぐ門型のガイド部材 2 5 が架設されている。ガイド部材 2 5 の上側には、X 矢印方向に延びるインクタンク 2 6 が配設されている。インクタンク 2 6 は、機能液としての金属インク F を貯留し、貯留する金属インク F を液滴吐出ヘッド (以下単に、吐出ヘッドという。) 3 0 に所定の圧力で供給する。そして、吐出ヘッド 3 0 に供給された金属インク F は、吐出ヘッド 3 0 から液滴 F b (図 4 参照) となってグリーンシート 4 G に向かって吐出されるようになっている。

20

【 0 0 3 4 】

金属インク F は、機能材料としての金属微粒子、例えば粒径が数 nm の機能材料としての金属微粒子を溶媒に分散させた分散系金属インクを用いることができる。

金属インク F に使用する金属微粒子としては、例えば、金 (A u)、銀 (A g)、銅 (C u)、アルミニウム (A l)、パラジウム (P d)、マンガン (M n)、チタン (T i)、タンタル (T a)、及びニッケル (N i) などの材料の他、これらの酸化物、並びに超電導体の微粒子などが用いられる。金属微粒子の粒径は 1 nm 以上 0 . 1 μ m 以下であることが好ましい。0 . 1 μ m より大きいと吐出ヘッド 3 0 の吐出ノズル N に目詰まりが生じるおそれがある。また、1 nm より小さいと金属微粒子に対する分散剤の体積比が大きくなり、得られる膜中の有機物の割合が過多となる。

30

【 0 0 3 5 】

分散媒としては、上記の金属微粒子を分散できるもので凝集を起こさないものであれば特に限定されない。例えば水系溶媒のほか、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノールなどのアルコール類、n - ヘプタン、n - オクタン、デカン、ドデカン、テトラデカン、トルエン、キシレン、シメン、デュレン、インデン、ジペンテン、テトラヒドロナフタレン、デカヒドロナフタレン、シクロヘキシルベンゼンなどの炭化水素系化合物、またエチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、グリセリン、1, 3 - プロパンジオールなどのポリオール類、ポリエチレングリコール、エチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、エチレングリコールメチルエチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールメチルエチルエーテル、1, 2 - ジメトキシエタン、ビス (2 - メトキシエチル) エーテル、p - ジオキサンなどのエーテル系化合物、さらにプロピレンカーボネート、 γ - ブチロラクトン、N - メチル - 2 - ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、シクロヘキサノン、乳酸エチルなどの極性化合物を例示できる。これらのうち、微粒子の分散性と分散液の安定性、また液滴吐出法への適用の容易さの点で、水、アルコール類、炭化水素系化合物、エーテル系化合物が好ましく、より好ましい分散媒としては、水、炭化水素系化合物を挙げることができる。

40

【 0 0 3 6 】

50

グリーンシート４Ｇに着弾した金属インクＦは、グリーンシート４Ｇが加熱されていることから溶媒あるいは分散媒の蒸発は促進される。そして、グリーンシート４Ｇに着弾した金属インクＦは、乾燥とともにその表面の外縁から増粘し、つまり、中央部に比べて外周部における固形分（粒子）濃度が速く飽和濃度に達することから表面の外縁から増粘していく。外縁の増粘した金属インクＦは、グリーンシート４Ｇの面方向に沿う自身の濡れ広がりを停止する（ピニングする）。ピニングされた状態の金属インクＦは、グリーンシート４Ｇに固定され重ね打ちされても、グリーンシート４Ｇに固定状態になっており、液滴Ｆｂの外径が変化しなくなっているため、次の液滴Ｆｂに引き寄せられることはない。

【００３７】

ガイド部材２５には、そのＸ矢印方向略全幅にわたって、Ｘ矢印方向に延びる上下一対のガイドレール２８が形成されている。上下一対のガイドレール２８には、キャリッジ２９が取り付けられている。キャリッジ２９は、ガイドレール２８に案内されてＸ矢印方向及び反Ｘ矢印方向に移動する。キャリッジ２９には、液滴吐出ヘッド３０が搭載されている。

【００３８】

図３は吐出ヘッド３０をグリーンシート４Ｇ側から見た下面図を示し、図４は吐出ヘッドの要部断面図を示す。吐出ヘッド３０の下側には、ノズルプレート３１が備えられている。ノズルプレート３１は、その下面（ノズル形成面３１ａ）がグリーンシート４Ｇの描画エリアとしての上面（吐出面４Ｇａ）と略平行に形成されている。ノズルプレート３１は、グリーンシート４Ｇが吐出ヘッド３０の直下に位置するとき、ノズル形成面３１ａと吐出面４Ｇａとの間の距離（ブラテンギャップ）を所定の距離（例えば、５００μｍ）に保持する。

【００３９】

図３において、ノズル形成面３１ａには、Ｙ矢印方向に沿って配列された複数のノズルＮからなる一対のノズル列ＮＬが形成されている。一対のノズル列ＮＬには、それぞれ１インチ当たりに１８０個のノズルＮが形成されている。なお、図３では、説明の都合上、一列当りに１０個のノズルＮのみを記載している。

【００４０】

一対のノズル列ＮＬでは、Ｙ矢印方向から見て、一方のノズル列ＮＬの各ノズルＮが、他方のノズル列ＮＬの各ノズルＮの間を補間する。すなわち、吐出ヘッド３０は、Ｙ矢印方向に、１インチ当りに１８０個×２＝３６０個のノズルＮを有する（最大解像度が３６０dpiである）。

【００４１】

図４において、吐出ヘッド３０の上側には、流路としての供給チューブ３０Ｔが連結されている。供給チューブ３０Ｔは、Ｚ矢印方向に延びるように配設されて、インクタンク２６からの金属インクＦを吐出ヘッド３０に供給する。

【００４２】

各ノズルＮの上側には、供給チューブ３０Ｔに連通するキャビティ３２が形成されている。キャビティ３２は、供給チューブ３０Ｔからの金属インクＦを収容して、対応するノズルＮに金属インクＦを供給する。キャビティ３２の上側には、上下方向に振動してキャビティ３２内の容積を拡大及び縮小する振動板３３が貼り付けられている。振動板３３の上側には、ノズルＮに対応する圧電素子ＰＺが配設されている。圧電素子ＰＺは、上下方向に収縮及び伸張して振動板３３を上下方向に振動させる。上下方向に振動する振動板３３は、金属インクＦを所定サイズの液滴Ｆｂにして対応するノズルＮから吐出させる。吐出された液滴Ｆｂは、対応するノズルＮの反Ｚ矢印方向に飛行して、グリーンシート４Ｇの吐出面４Ｇａに着弾する。

【００４３】

つまり、キャリッジ２９が、ガイドレール２８に沿って往復動させ、吐出ヘッド３０を、ステージ２３の直上位置をＸ矢印方向及び反Ｘ矢印方向に端から端まで通過させる。詳述すると、吐出ヘッド３０は、ステージ２３の直上を、一方の冷却台２３ｃ→載置台２３

10

20

30

40

50

b (吸着板 23d) → 他方の冷却台 23c の順番で通過する。そして、吐出ヘッド 30 がステージ 23 の載置台 23b (吸着板 23d) の直上を通過するとき、吐出ヘッド 30 から液滴 Fb を吐出させることで、載置台 23b に載置されたグリーンシート 4G の吐出面 4Ga に液滴 Fb が着弾して、液滴 Fb よりなるパターンがグリーンシート 4G に形成される。また、吐出ヘッド 30 が各冷却台 23c の直上を通過するとき、吐出ヘッド 30 は液滴 Fb の吐出は休止するようになっている。

【0044】

次に、上記のように構成した液滴吐出装置 20 の電氣的構成を図 5 に従って説明する。

図 5 において、制御装置 50 は、CPU 50A、ROM 50B、RAM 50C などを有している。制御装置 50 は、格納された各種データ及び各種制御プログラムに従って、ステージ 23 の搬送処理、キャリッジ 29 の搬送処理、吐出ヘッド 30 の液滴吐出処理、ペルチェ素子 PT の駆動処理などを実行する。

10

【0045】

制御装置 50 には、各種操作スイッチとディスプレイを有した入出力装置 51 が接続されている。入出力装置 51 は、液滴吐出装置 20 が実行する各種処理の処理状況を表示する。入出力装置 51 は、内部配線 6 を形成するためのビットマップデータ BD を生成し、そのビットマップデータ BD を制御装置 50 に入力する。

【0046】

ビットマップデータ BD は、各ビットの値 (0 あるいは 1) に応じて各圧電素子 PZ のオンあるいはオフを規定したデータである。ビットマップデータ BD は、吐出ヘッド 30 (各ノズル N) の通過する描画平面 (吐出面 4Ga) 上の各位置に、配線用の液滴 Fb を吐出するか否かを規定したデータである。すなわち、ビットマップデータ BD は、吐出面 4Ga に規定された内部配線 6 の目標形成位置に配線用の液滴 Fb を吐出させるためのデータである。

20

【0047】

制御装置 50 には、X 軸モータ駆動回路 52 が接続されている。制御装置 50 は、駆動制御信号を X 軸モータ駆動回路 52 に出力する。X 軸モータ駆動回路 52 は、制御装置 50 からの駆動制御信号に応答して、キャリッジ 29 を移動させるための X 軸モータ MX を正転又は逆転させる。制御装置 50 には、Y 軸モータ駆動回路 53 が接続されている。制御装置 50 は、駆動制御信号を Y 軸モータ駆動回路 53 に出力する。Y 軸モータ駆動回路 53 は、制御装置 50 からの駆動制御信号に応答して、ステージ 23 を移動させるための Y 軸モータ MY を正転又は逆転させる。

30

【0048】

制御装置 50 には、ヘッド駆動回路 54 が接続されている。制御装置 50 は、所定の吐出周波数に同期させた吐出タイミング信号 LT をヘッド駆動回路 54 に出力する。制御装置 50 は、各圧電素子 PZ を駆動するための駆動電圧 COM を吐出周波数に同期させてヘッド駆動回路 54 に出力する。

【0049】

制御装置 50 は、ビットマップデータ BD を利用して所定の周波数に同期したパターン形成用制御信号 SI を生成し、パターン形成用制御信号 SI をヘッド駆動回路 54 にシリアル転送する。ヘッド駆動回路 54 は、制御装置 50 からのパターン形成用制御信号 SI を各圧電素子 PZ に対応させて順次シリアル/パラレル変換する。ヘッド駆動回路 54 は、制御装置 50 からの吐出タイミング信号 LT を受けるたびに、シリアル/パラレル変換したパターン形成用制御信号 SI をラッチし、パターン形成用制御信号 SI によって選択される圧電素子 PZ にそれぞれ駆動電圧 COM を供給する。

40

【0050】

制御装置 50 には、ペルチェ素子駆動回路 55 が接続されている。制御装置 50 は、ペルチェ素子駆動回路 55 に駆動制御信号を出力する。ペルチェ素子駆動回路 55 は、制御装置 50 からの駆動制御信号に応答して、ペルチェ素子 PT を駆動制御する。つまり、ペルチェ素子 PT は、駆動制御されることによって、載置台 23b を加熱するとともに各熱

50

伝導板 24 を介してそれぞれ冷却台 23c を冷却するようになっている。

【0051】

本実施形態では、制御装置 50 によって、ペルチェ素子 PT は、載置台 23b (吸着板 23d) に載置されたグリーンシート 4G の温度 (表面温度) が吐出ヘッド 30 から吐出される時の金属インク F の温度以上かつ金属インク F に含まれる液体組成の沸点未満 (液体組成中の最も沸点の低い温度未満) の温度となるように制御されている。つまり、グリーンシート 4G を吐出ヘッド 30 から吐出される時の金属インク F の温度以上に加熱して、吐出される時は吐出ヘッド 30 で乾燥せず、着弾した液滴 Fb はそれ以上の温度で速やかに加熱し乾燥するとともに、グリーンシート 4G を液滴 Fb の沸点未満に加熱して、着弾した液滴 Fb をグリーンシート 4G 上で突沸しないようするためである。

10

【0052】

次に、上記液滴吐出装置 20 を利用したグリーンシート 4G の配線パターンの形成方法について説明する。

図 2 に示すように、吐出面 4Ga が上側になるようにグリーンシート 4G を載置台 23b (吸着板 23d) に載置する。このとき、ステージ 23 は、グリーンシート 4G をキャリッジ 29 の反 Y 矢印方向に配置する。このグリーンシート 4G は、ビアホール 7 が形成され、そのビアホール 7 にビア配線 8 がなされていて、その吐出面 4Ga に内部配線 6 を形成するものとする。

【0053】

この状態から、液滴 Fb による内部配線 6 の配線パターンを形成するためのビットマップデータ BD が入出力装置 51 から制御装置 50 に入力される。制御装置 50 は、入出力装置 51 からの内部配線 6 を形成するためのビットマップデータ BD を格納する。

20

【0054】

このとき、制御装置 50 は、ペルチェ素子駆動回路 55 を介して載置台 23b に設けたペルチェ素子 PT を駆動し載置台 23b (吸着板 23d) に載置されたグリーンシート 4G 全体が一様に前記所定の温度になるように加熱制御している。即ち、グリーンシート 4G の吐出面 4Ga は、吐出ヘッド 30 から吐出される時の金属インク F の温度以上かつ金属インク F に含まれる液体組成の沸点未満 (液体組成中の最も沸点の低い温度未満) の温度となるように制御されている。この加熱制御にともなって、ペルチェ素子 PT は、各熱伝導板 24 を介してそれぞれの冷却台 23c を冷却する。

30

【0055】

次いで、制御装置 50 は、吐出ヘッド 30 が載置台 23b に載置したグリーンシート 4G の所定の直上位置を X 矢印方向に通過するように、Y 軸モータ駆動回路 53 を介して Y 軸モータ MY を駆動してステージ 23 を搬送する。そして、制御装置 50 は、反 X 矢印側ホームポジション (図 6 に示す位置 P0) ある吐出ヘッド 30 を、ステージ 23 の反 X 矢印方向の端 (位置 P1) から X 矢印方向の端 (位置 P4) を通って、X 矢印側ホームポジション (位置 P5) まで移動させるべく、X 軸モータ駆動回路 52 を介して X 軸モータ MX を駆動して吐出ヘッド 30 の走査 (往動) を開始させる。

【0056】

制御装置 50 は、位置 P0 ある吐出ヘッド 30 の走査 (往動) を開始させると、ビットマップデータ BD に基づいてパターン形成用制御信号 SI を生成して、パターン形成用制御信号 SI と駆動電圧 COM をヘッド駆動回路 54 に出力する。

40

【0057】

すなわち、吐出ヘッド 30 が反 X 矢印側の冷却台 23c (位置 P1 から位置 P2) を通過し、載置台 23b (吸着板 23d) に載置したグリーンシート 4G の上方の通過を開始すると、制御装置 50 は、ヘッド駆動回路 54 を介して各圧電素子 PZ を駆動制御し、内部配線 6 を形成するための着弾位置に吐出ヘッド 30 が位置するたびに、選択されたノズル N から液滴 Fb を吐出させる。このグリーンシート 4G に着弾した液滴 Fb は、グリーンシート 4G が吐出時の液滴 Fb の温度以上に加熱されているため、乾燥が開始され速やかに乾燥されていく。

50

【 0 0 5 8 】

そして、本実施形態では、図 7 及び図 8 (a) ~ (d) に示すように、吐出される各液滴 F b は、対応する内部配線 6 を形成するための着弾位置に順次着弾する。詳述すると、本実施形態では、パターン形成のために先に着弾し配置された液滴 F b が一部乾燥してグリーンシート 4 G に対して固定 (ピニング) した状態 (自身の濡れ広がりを停止した状態) であって、その先の液滴 F b に対して、次の吐出ヘッド 3 0 から吐出されグリーンシート 4 G に着弾する液滴 F b は、その一部が重なるように、図 7 及び図 8 (a) に 1 点鎖線で示す位置に、吐出ヘッド 3 0 から吐出されるようになっている。

【 0 0 5 9 】

つまり、吐出ヘッド 3 0 から吐出させる液滴 F b の吐出タイミングは、液滴 F b が吐出ヘッド 3 0 から吐出してグリーンシート 4 G に固定 (ピニング) されるに要する時間と、吐出ヘッド 3 0 が先の液滴 F b を吐出した後、次の液滴 F b の一部が先の液滴 F b と重なる吐出位置に到達するまでに要する移動時間等で決定される。従って、グリーンシート 4 G の加熱温度、吐出ヘッド 3 0 の移動速度等から予め、実験等で吐出タイミング (吐出間隔時間) を設定している。

【 0 0 6 0 】

従って、X 矢印方向に往動しながら液滴 F b を所定のタイミング (吐出間隔時間) で吐出させているとき、先にグリーンシート 4 G に着弾した液滴 F b は、速やかに乾燥されていく。

【 0 0 6 1 】

そして、図 8 (b) に示すように、液滴 F b がグリーンシート 4 G に対して固定される状態になると、その固定状態に入った液滴 F b に対して、その一部が重なるように、次の液滴 F b は、図 8 (c) の 1 点鎖線で示す位置に着弾し配置される。このとき、固定状態にある先の液滴 F b は、その一部が重なるように着弾配置された次の液滴 F b に引き寄せられることがない。また、一部が重なるように着弾配置された次の液滴 F b は、その重ならない部分は、グリーンシート 4 G が加熱されているため、直ちに乾燥が開始され速やかに乾燥され固定状態になる。従って、先の液滴 F b に、次の液滴 F b 引き寄せられることはない。

【 0 0 6 2 】

その結果、吐出ヘッド 3 0 を X 矢印方向に移動させて、内部配線 6 を形成するための着弾位置に順次着弾する液滴 F b は、その着弾位置から偏移することなく乾燥されるため、図 8 (d) に示すような、内部配線 6 のための配線用パターン P が形成される。しかも、グリーンシート 4 G の加熱温度は、液滴 F b の沸点未満の温度に制御されているので、着弾した液滴 F b が突沸して配線用パターン P の形成が不能となることはない。

【 0 0 6 3 】

吐出ヘッド 3 0 が、グリーンシート 4 G の端から端までの走査を完了すると、即ち、載置台 2 3 b (位置 P 2 から位置 P 4) を通過すると、X 矢印方向側の冷却台 2 3 c の上方の通過を開始する。吐出ヘッド 3 0 は冷却台 2 3 c (位置 P 3 から位置 P 4) を通過中に、冷却されている冷却台 2 3 c にて冷却される。

【 0 0 6 4 】

つまり、この配線用パターン P に描画中、即ち、吐出ヘッド 3 0 がグリーンシート 4 G の上方を移動中に、吐出ヘッド 3 0 は、加熱されているグリーンシート 4 G の放熱により加熱される。吐出ヘッド 3 0 の温度上昇は、液滴 F b の粘性の変化、乾燥による目詰まり、ノズルプレート 3 1 の膨張などを引き起こす原因となる。そこで、配線用パターン P の描画に支障をきたさないように、吐出ヘッド 3 0 がグリーンシート 4 G を通過した後、直ちに冷却台 2 3 c 上を通過させることによって、吐出ヘッド 3 0 の温度上昇を防止している。

【 0 0 6 5 】

吐出ヘッド 3 0 が、X 矢印方向側のホームポジション (位置 P 5) まで到達すると、制御装置 5 0 は、内部配線 6 を形成するためのグリーンシート 4 G 上の新たな位置に液滴 F

10

20

30

40

50

bを吐出させるべく、Y軸モータ駆動回路53を介してY軸モータMYを駆動してステージ23をY方向に所定の量だけ搬送させた後、吐出ヘッド30を反X矢印方向に走査（復動）させる。

【0066】

位置P5にある吐出ヘッド30の走査（復動）を開始させると、まず、吐出ヘッド30が反X矢印側の冷却台23c（位置P4から位置P3）を通過して冷却された後、載置台23b（吸着板23d）に載置したグリーンシート4Gの上方の通過を開始する。そして、制御装置50は、前記と同様にビットマップデータBDに基づいてヘッド駆動回路54を介して各圧電素子PZを駆動制御し、内部配線6を形成するための着弾位置に吐出ヘッド30が位置するたびに、選択されたノズルNから液滴Fbを吐出させる。この場合にも、前記と同様に、先にグリーンシート4Gに着弾した液滴Fbは、直ちに乾燥が開始され速やかに乾燥されていく。そして、液滴Fbがグリーンシート4Gに対す固定される状態になると、その固定状態に入った液滴Fbに対して、その一部が重なるように、次の液滴Fbは着弾し配置される。

10

【0067】

やがて、吐出ヘッド30が、グリーンシート4Gの端から端までの走査を完了すると、即ち、載置台23b（位置P3から位置P2）を通過すると、反X矢印方向側の冷却台23cの上方の通過を開始する。吐出ヘッド30は冷却台23c（位置P2から位置P1）を通過中に、前記と同様に冷却されている冷却台23cにて冷却される。

20

【0068】

以後、吐出ヘッド30を、X矢印方向及び反X矢印方向に往復動させるとともに、ステージ23をY矢印方向に搬送させ、吐出ヘッド30の往復動中に液滴FbをビットマップデータBDに基づくタイミングで吐出させる動作を繰り返す。これによって、グリーンシート4G上には、着弾した液滴Fbによる内部配線6の配線用パターンPが描画される。

【0069】

また、加熱されているグリーンシート4Gの放熱により加熱される吐出ヘッド30は、各冷却台23cを通過する毎に、冷却された冷却台23cにて冷却される。

ちなみに、図9で実線で示すグラフは、吐出ヘッド30を、位置P0から位置P5まで移動させ、その途中で、載置台23b上にグリーンシート4Gに液滴Fbを吐出して配線用パターンPを描画させた時の、吐出ヘッド30の温度（ノズルプレート31の表面温度）の推移を示す。尚、2点鎖線示すグラフは、冷却台23cを載置台23bの加熱温度に加熱した時の、吐出ヘッド30の温度（ノズルプレート31の表面温度）の推移を示す。

30

【0070】

図9から明らかなように、冷却台23cが冷却されている時、吐出ヘッド30の温度は、冷却台23cを通過している時（位置P1～位置P2）に冷却されて下がる。反対に、冷却台23cが加熱されている時、吐出ヘッド30の温度は、冷却台23cを通過している時（位置P1～位置P2）に加熱されて上がる。そして、その差が、載置台23bを通過している間（位置P2～位置P3）、その差を保持しつつ、吐出ヘッド30の温度は、上昇する。

【0071】

40

続いて、冷却されている他方の冷却台23cを通過している時（位置P3～位置P4）、吐出ヘッド30の温度は、通過途中で下げに転じる。これに対して、冷却されていない他方の冷却台23cを通過している時（位置P3～位置P4）、吐出ヘッド30の温度は、温度上昇率は下がるものの、上がり続け、冷却台23cから外れた位置（位置P5）に至ってから下げに転じる。

【0072】

このことから、グリーンシート4Gから放熱によって加熱される吐出ヘッド30は、載置台23bの両側に設けた冷却された冷却台23cを通過する毎に冷却され、吐出ヘッド30の温度上昇を抑制していることがわかる。

【0073】

50

次に、上記のように構成した実施形態の効果を以下に記載する。

(1) 上記実施形態によれば、吐出ヘッド30から吐出される時の金属インクFの温度以上にグリーンシート4Gを加熱したので、着弾した液滴Fbは速やかに加熱され乾燥されることから、次に着弾させる液滴Fbの吐出タイミングを短くすることができ、配線用パターンPを短時間で形成することができる。

【0074】

(2) 上記実施形態によれば、グリーンシート4Gの加熱温度は、液滴Fbの沸点未満の温度に制御されているので、着弾した液滴Fbが突沸することはない。従って、高密度・高精細な配線用パターンPを形成することができる。

【0075】

(3) 上記実施形態によれば、ステージ23は、載置台23bとその載置台23bの両側に冷却台23cを設け、載置台23bにてグリーンシート4Gを加熱し着弾する液滴は速やかに乾燥させ、前記両側に設けられ冷却台23cによって、冷却台23cを通過する液滴吐出ヘッド30を冷却するようにした。従って、液滴吐出ヘッド30内の金属インクFの温度上昇を抑えると共に、熱膨張によるノズルピッチの変動を抑制することができる。

【0076】

(4) 上記実施形態によれば、載置台23bの加熱と冷却台23cの冷却を1つのペルチェ素子PTにて実現した。従って、部品点数の低減、省資源化を図り、環境にも優しいものとなる。

【0077】

(5) 上記実施形態によれば、載置台23bと冷却台23cとの間に第1断熱部材I1を配設した。従って、加熱台23bと冷却台23cとの間での熱交換は行われ難く、載置台23bは有効に加熱され、冷却台23cは有効に冷却され、ペルチェ素子PTのエネルギー損失を小さくすることができる。

【0078】

(6) 上記実施形態によれば、ステージ23の一部(冷却台23c)に、吐出ヘッド30を冷却する手段を設けた。従って、スペースをとることなく吐出ヘッド30を冷却することができる。

【0079】

(7) 上記実施形態によれば、先の着弾した液滴Fbが固定状態に入った時、その一部と重なるように、次の液滴Fbを着弾し配置するようにした。従って、固定状態にある先の液滴Fbは、その一部が重なるように着弾配置された次の液滴Fbに引き寄せられることがなく高密度・高精細な配線用パターンPが形成される。

【0080】

尚、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

・上記実施形態では、加熱手段と冷却手段をペルチェ素子PTで構成した。これを、ペルチェ素子PTに代えて、ヒートポンプで載置台23bを加熱し、冷却台23cを冷却するようにしてもよい。また、載置台23bを単独の加熱手段で加熱するとともに、冷却台23cを、単独の冷却手段で冷却するようにしてもよい。この場合、載置台23bをラバーヒータ等の単独の加熱手段で加熱し、冷却台23cを、冷却水等の冷媒を冷却台23c内に循環させて単独に冷却することが考えられる。

【0081】

・上記実施形態では、加熱部を載置台23bとしたが、載置台23bの上面に加熱手段としてのラバーヒータを載置し、そのラバーヒータを加熱部として実施してもよい。

・上記実施形態では、加熱部としての載置台23b全体を加熱したが、載置台23bに載置されたグリーンシート4GのパターンPが形成される描画エリアに対応する範囲を加熱するようにしてもよい。

【0082】

・上記実施形態では、順次吐出した液滴Fbに対して順番に一部が重なるように、着弾

10

20

30

40

50

配置して配線用パターン P を形成した。これを、例えば、図 10 (a) ~ (f) に示すような順番で液滴 F b を吐出して配線用パターン P を形成してもよい。

【 0 0 8 3 】

すなわち、図 10 (a) に示すように、パターン形成のために先の液滴 F b が、所定に位置に着弾配置されると、着弾した液滴 F b から離間した 1 点鎖線で示す着弾位置 A 1 に、次の液滴 F b を着弾配置する。着弾位置 A 1 に液滴 F b を配置すると、次に吐出する液滴 F b を、最初に配置した液滴 F b にその一部が重なるように、図 10 (b) に 1 点鎖線で示す着弾位置 A 2 に着弾配置する。

【 0 0 8 4 】

着弾位置 A 2 に液滴 F b を配置すると、次に吐出する液滴 F b を、着弾位置 A 1 に配置した液滴 F b にその一部が重なるように、図 10 (c) に 1 点鎖線で示す着弾位置 A 3 に着弾配置する。以後、同様に、図 10 (d)、(e) に示す順にて、着弾位置 A 4 , A 5 に液滴 F b を着弾配置すれば、図 10 (f) に示すような、液滴 F b による内部配線 6 の配線用パターン P を描画することができる。

【 0 0 8 5 】

・上記実施形態では、機能液を、金属インク F として具体化した。これに限らず、例えば、液晶材料を含有した機能液に具体化してもよい。つまり、パターンを形成するための吐出させる機能液であればよい。

【 0 0 8 6 】

・上記実施形態では、基体を、グリーンシート 4 G に具体化した。これに限らず、例えば、基体を、ガラス基板、ポリイミド基板、ガラエポ基板などに具体化してもよい。

・上記実施形態では、液滴吐出手段を、圧電素子駆動方式の液滴吐出ヘッド 3 0 に具体化した。これに限らず、液滴吐出ヘッドを、抵抗加熱方式や静電駆動方式の吐出ヘッドに具体化してもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 7 】

【図 1】回路モジュールの側断面図。

【図 2】液滴吐出装置の全体斜視図。

【図 3】液滴吐出ヘッドをグリーンシート側から見た下面図。

【図 4】液滴吐出ヘッドの要部側断面図。

【図 5】液滴吐出装置の電氣的構成を説明するための電気ブロック回路図。

【図 6】ステージを説明するための要部断面構造の模式図。

【図 7】パターン形成の作用を説明するための説明図。

【図 8】(a) ~ (d) はパターン形成の液滴の吐出順序を示す図。

【図 9】液滴吐出ヘッドの温度の推移を示す図。

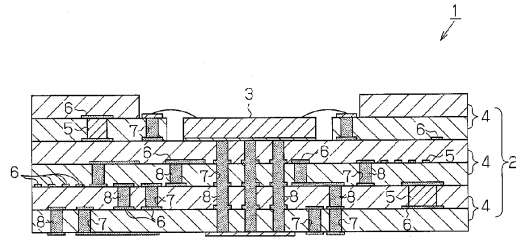
【図 10】(a) ~ (f) はその他の順序でパターンの形成を示す図。

【符号の説明】

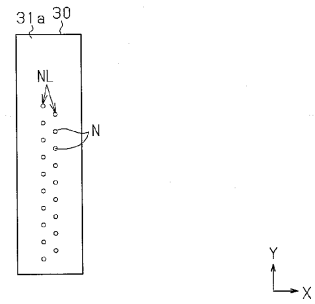
【 0 0 8 8 】

1 ... 回路モジュール、2 ... L T C C 多層基板、4 ... 低温焼成基板、4 G ... 基体としてのグリーンシート、5 ... 回路素子、6 ... 内部配線、2 0 ... 液滴吐出装置、2 3 ... ステージ、2 3 b ... 加熱台、2 3 c ... 冷却台、2 4 ... 熱伝導板、3 0 ... 液滴吐出ヘッド、5 0 ... 制御装置、F ... 機能液としての金属インク、F b ... 液滴、I 1 ... 第 1 断熱部材、P T ... ペルチエ素子、P T a ... 吸熱部、P T b ... 発熱部、P Z ... 圧電素子、P ... パターン。

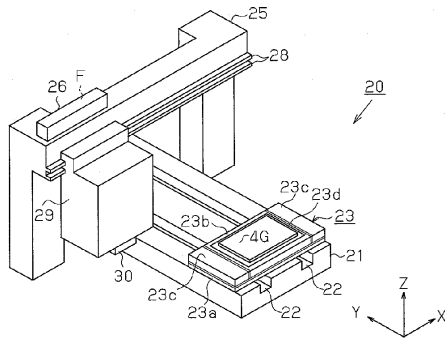
【図 1】



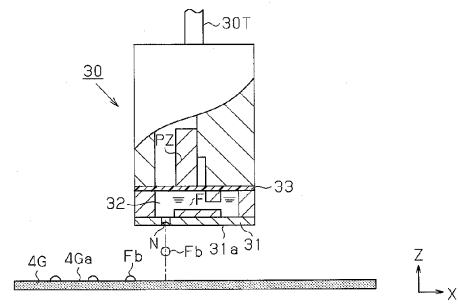
【図 3】



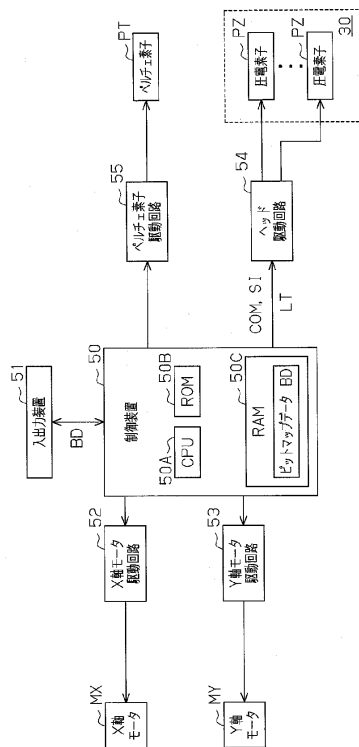
【図 2】



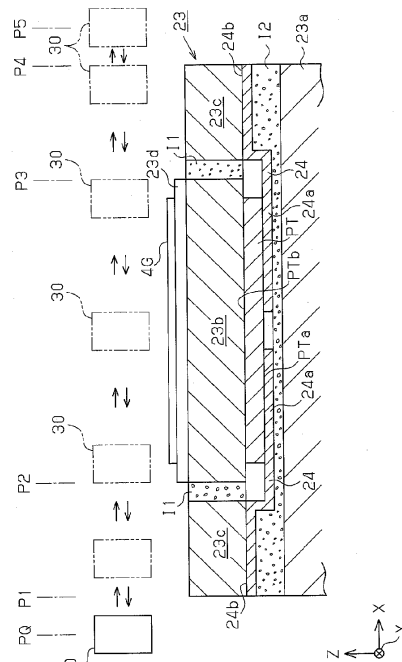
【図 4】



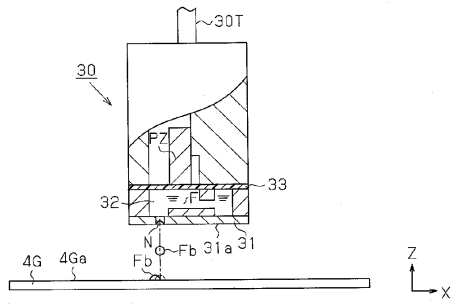
【図 5】



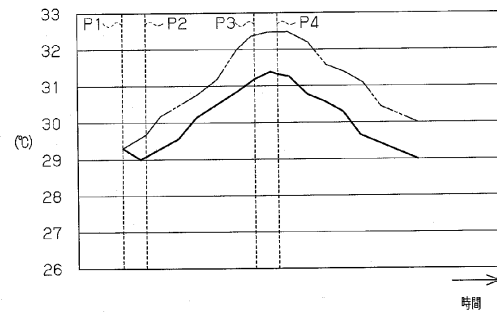
【図 6】



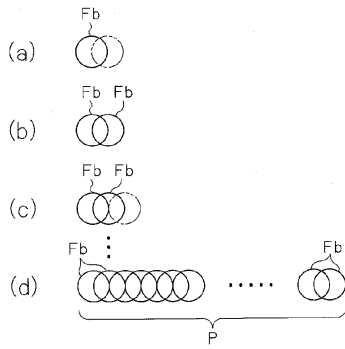
【図 7】



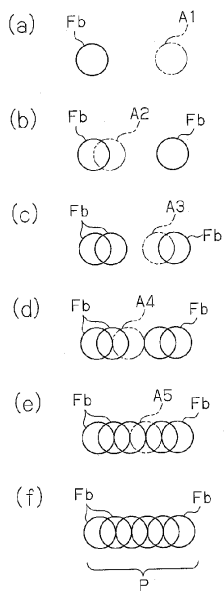
【図 9】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-133692(JP,A)
特開2004-165140(JP,A)
特開平05-136042(JP,A)
特開平11-273557(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B05D 1/00 - 7/26
B05C 5/00
B05C 13/02