

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5281989号  
(P5281989)

(45) 発行日 平成25年9月4日 (2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日 (2013.5.31)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 21/027 (2006.01)

HO 1 L 21/30 5 O 2 D

B 2 9 C 59/02 (2006.01)

B 2 9 C 59/02 Z

請求項の数 8 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2009-195656 (P2009-195656)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成21年8月26日 (2009.8.26)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2011-49302 (P2011-49302A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成23年3月10日 (2011.3.10)	(74) 代理人	100083116
審査請求日	平成24年1月24日 (2012.1.24)		弁理士 松浦 憲三
		(72) 発明者	又木 裕司
			神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
			富士フイルム株式会社内
		審査官	新井 重雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン転写装置及びパターン形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を搬送する搬送手段と、  
前記基板を相対的に走査しながら前記基板に対し液体を液滴として吐出して、前記液体を前記基板表面に塗布する液体吐出手段と、  
前記基板上に塗布された液体に対して、パターンが形成された面の一部を接触させた後にその面全体を接触させて行くスタンプと、  
前記スタンプのパターンが形成された面全体を前記基板上に塗布された液体に接触した状態で、前記液体を硬化させる硬化手段と、  
を備え、前記スタンプの面全体を前記液体に接触させて行く方向をX方向とし、これに垂直な方向をY方向として、X方向及びY方向それぞれの最低ドットピッチによるXY格子によりマス目を前記基板表面上に形成し、少なくとも前記基板表面上のパターンを形成する領域と交わるマス目には数1を付与するとともに、その他のマス目には数0を付与し、数1が付与されたマス目に対しては、あるYの値を有するマス目についてX方向に関して各マス目に付与された数が0から1に変化するときの数1を有するマス目に対しては必ず前記液体を塗布し、  
各Yの値に対し、X方向に前記液体を塗布する間隔を、1つのマス目に打滴した液滴が前記スタンプの接触によってY方向1マス分の幅でX方向に最大広がる領域の幅以下、かつ少なくとも1マス以上の間隔として前記液体を塗布することを特徴とするパターン転写装置。

## 【請求項 2】

前記 Y 方向に塗布される前記液体は、Y 方向にそれぞれ隣接するマス目に塗布された前記液体同士で合一していることを特徴とする請求項 1 に記載のパターン転写装置。

## 【請求項 3】

基板を搬送する搬送手段と、

前記基板を相対的に走査しながら前記基板に対し液体を液滴として吐出して、前記液体を前記基板表面に塗布する液体吐出手段と、

前記基板上に塗布された液体に対して、パターンが形成された面の一部を接触させた後にその面全体を接触させて行くスタンプと、

前記スタンプのパターンが形成された面全体を前記基板上に塗布された液体に接触した状態で、前記液体を硬化させる硬化手段と、

を備え、前記スタンプの面全体を前記液体に接触させて行く方向を X 方向とし、これに垂直な方向を Y 方向として、X 方向及び Y 方向それぞれの最低ドットピッチによる X Y 格子によりマス目を前記基板表面上に形成し、少なくとも前記基板表面上のパターンを形成する領域と交わるマス目には数 1 を付与するとともに、その他のマス目には数 0 を付与し、数 1 が付与されたマス目に対しては、ある Y の値を有するマス目について X 方向に関して各マス目に付与された数が 0 から 1 に変化するときの数 1 を有するマス目に対しては必ず前記液体を塗布し、

前記 Y 方向に塗布される前記液体は、Y 方向にそれぞれ隣接するマス目に塗布された前記液体同士で合一していることを特徴とするパターン転写装置。

## 【請求項 4】

前記 X 方向と平行な方向に塗布される前記液体の X 方向における間隔が一定であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のパターン転写装置。

## 【請求項 5】

液体吐出手段を基板に対して相対的に走査しながら前記基板に対し液体を液滴として吐出し、前記基板表面に前記液体を塗布し、

前記基板上に塗布された液体に対して、パターンが形成された面を有するスタンプを、そのパターンが形成された面の一部を接触させた後にその面全体を接触させて行き、

前記スタンプのパターンが形成された面全体を前記基板上に塗布された液体に接触した状態で、前記液体を硬化させた後、前記スタンプを前記硬化した液体から離すことにより前記基板表面に前記スタンプのパターンを転写して前記基板上にパターンを形成するパターン形成方法であって、

前記スタンプの面全体を前記液体に接触させて行く方向を X 方向とし、これに垂直な方向を Y 方向として、X 方向及び Y 方向それぞれの最低ドットピッチによる X Y 格子によりマス目を前記基板表面上に形成し、少なくとも前記基板表面上のパターンを形成する領域と交わるマス目には数 1 を付与するとともに、その他のマス目には数 0 を付与し、数 1 が付与されたマス目に対しては、ある Y の値を有するマス目について X 方向に関して各マス目に付与された数が 0 から 1 に変化するときの数 1 を有するマス目に対しては必ず前記液体を塗布し、各 Y の値に対し、X 方向に前記液体を塗布する間隔を、1 つのマス目に打滴した液滴が前記スタンプの接触によって Y 方向 1 マス分の幅で X 方向に最大広がる領域の幅以下、かつ少なくとも 1 マス以上の間隔として前記液体を塗布することを特徴とするパターン形成方法。

## 【請求項 6】

前記 Y 方向に塗布される前記液体は、Y 方向にそれぞれ隣接するマス目に塗布された前記液体同士で合一していることを特徴とする請求項 5 に記載のパターン形成方法。

## 【請求項 7】

液体吐出手段を基板に対して相対的に走査しながら前記基板に対し液体を液滴として吐出し、前記基板表面に前記液体を塗布し、

前記基板上に塗布された液体に対して、パターンが形成された面を有するスタンプを、そのパターンが形成された面の一部を接触させた後にその面全体を接触させて行き、

前記スタンプのパターンが形成された面全体を前記基板上に塗布された液体に接触した状態で、前記液体を硬化させた後、前記スタンプを前記硬化した液体から離すことにより前記基板表面に前記スタンプのパターンを転写して前記基板上にパターンを形成するパターン形成方法であって、

前記スタンプの面全体を前記液体に接触させて行く方向をX方向とし、これに垂直な方向をY方向として、X方向及びY方向それぞれの最低ドットピッチによるXY格子によりマス目を前記基板表面上に形成し、少なくとも前記基板表面上のパターンを形成する領域と交わるマス目には数1を付与するとともに、その他のマス目には数0を付与し、数1が付与されたマス目に対しては、あるYの値を有するマス目についてX方向に関して各マス目に付与された数が0から1に変化するときの数1を有するマス目に対しては必ず前記液体を塗布し、

10

前記Y方向に塗布される前記液体は、Y方向にそれぞれ隣接するマス目に塗布された前記液体同士で合一していることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項8】

前記X方向と平行な方向に塗布される前記液体のX方向における間隔が一定であることを特徴とする請求項5から7のいずれか1項に記載のパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パターン転写装置及びパターン形成方法に係り、特に、パターンが形成された型を、表面に液体が塗布された基板にあてて液体を硬化させた後、型を剥がすことにより基板上にパターンを転写するパターン転写装置及びパターン形成方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来、例えば半導体装置の製造プロセスなど微細加工が求められるパターンの形成技術において、基板上に塗布されたレジスト層に対して、凹凸パターンが形成された型（モールド）を押し当ててレジスト層を光で硬化してから型を剥がすことにより、基板上のレジスト層に凹凸パターンを転写する光ナノインプリント法が知られている。

【0003】

ここでインプリント法において、基板表面に極めて薄く、均一な厚みの樹脂被膜（レジスト層）を形成するために、基板表面に樹脂液滴を噴射するように配列された複数の噴射口の各々から間欠的に噴射するように制御するアクチュエータを備えたインクジェット手段と、このインクジェット手段と基板とを少なくとも噴射口の配列方向と直交する方向または回転方向に相対的に移動させる移動手段とを備えた、ワーク表面に樹脂被膜を塗布する樹脂塗布装置が知られている（例えば、特許文献1等参照）。

30

【0004】

またインプリントにおける転写の際に、被成形品に気泡が発生することを防止するために、円柱の側面の一部を用いて形成された凸面に、転写用の型を倣わせて保持可能な型保持体と、凸面の一端部から他端部に向かって直線状の押圧部位を移動しつつ、転写用の型で被成形品を押圧する押圧手段を有し、押圧手段は、凸面の近傍に位置している軸を揺動中心にして型保持体を揺動させ、押圧部位を移動しつつ押圧するように構成された転写装置が知られている（例えば、特許文献2等参照）。

40

【0005】

また、インプリント材（レジスト層）の塗布量を最適化し、転写されるパターンの形状精度を上げるために、揮発補填分塗布量分布、パターン充填分塗布量分布、残膜厚分塗布量分布とからインプリント材塗布量分布を算出して、これに基づいて基板上にインプリント材を塗布するようにしたインプリントシステムが知られている（例えば、特許文献3等参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 3 1 3 4 3 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 3 1 3 7 0 8 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 9 - 8 8 3 7 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、インプリント法において、レジスト層を形成するインプリント材をインクジェット法を用いて基板上に塗布するようにした場合、各ノズルの打滴制御を行うことにより基板表面に必要な量だけ印字できるという利点があるものの、インクジェットで印字したドット間には隙間が存在するため、基板上に塗布されたインプリント材に型を押圧する際、そのドット間の気体を巻き込んでしまい、パターンの溝をインプリント材で完全に満たすことができず、いわゆるフィル性が悪化してしまうという問題がある。

10

【 0 0 0 8 】

これに関して、上記従来技術では、例えば特許文献 1 においては、インプリント材の適切量印字という観点では有効ではあるが、気泡の巻き込みに関する記載は無い。また、特許文献 2 においては、型を押し当てる際、端部からの押し当てにより気泡排除という発想ではあるが、型の最初の押し当て部分に気泡が存在する場合には、その部分の気泡でフィル性が悪化する虞れがある。

【 0 0 0 9 】

20

また、特許文献 3 においては、これも適切量印字には有効であるが、印字方法に関する記載が無く、気泡によるフィル性の悪化の解決にはつながらない。

【 0 0 1 0 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、インプリントにおける型当ての際の気泡混入を防止し、フィル性の悪化を抑制すると共に無駄な液体の塗布を抑制することのできるパターン転写装置及びパターン形成方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

前記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、基板を搬送する搬送手段と、前記基板を相対的に走査しながら前記基板に対し液体を液滴として吐出して、前記液体を前記基板表面に塗布する液体吐出手段と、前記基板上に塗布された液体に対して、パターンが形成された面の一部を接触させた後にその面全体を接触させて行くスタンプと、前記スタンプのパターンが形成された面全体を前記基板上に塗布された液体に接触した状態で、前記液体を硬化させる硬化手段と、を備え、前記スタンプの面全体を前記液体に接触させて行く方向を X 方向とし、これに垂直な方向を Y 方向として、X 方向及び Y 方向それぞれの最低ドットピッチによる X Y 格子によりマス目を前記基板表面上に形成し、少なくとも前記基板表面上のパターンを形成する領域と交わるマス目には数 1 を付与するとともに、その他のマス目には数 0 を付与し、数 1 が付与されたマス目に対しては、ある Y の値を有するマス目について X 方向に関して各マス目に付与された数が 0 から 1 に変化する時の数 1 を有するマス目に対しては必ず前記液体を塗布し、各 Y の値に対し、X 方向に前記液体を塗布する間隔を、1 つのマス目に打滴した液滴が前記スタンプの接触によって Y 方向 1 マス分の幅で X 方向に最大広がる領域の幅以下、かつ少なくとも 1 マス以上の間隔として前記液体を塗布することを特徴とするパターン転写装置を提供する。ここで、最低ドットピッチとは、X Y それぞれの方向毎で印字しようとした最も短いドットピッチ以下の値の中から規定された量である。

30

40

【 0 0 1 2 】

これにより、インプリントにおける型当ての際の気泡混入を防止し、フィル性の悪化を抑制することが可能となる。また、塗布する液体量を削減し、無駄な液体の塗布を抑制することができる。

【 0 0 1 3 】

50

また、請求項 2 に示すように、前記 Y 方向に塗布される前記液体は、Y 方向にそれぞれ隣接するマス目に塗布された前記液体同士で合っていることを特徴とする。この場合、Y 方向の最低ドットピッチは、着弾液滴の直径以下となる。このように最低ドットピッチを規定することで、着弾した液滴が必ず合える。

【0014】

これにより、Y 方向に隣接するマス目の液滴は合えて隙間が存在しないため、スタンプを接触させる型当ての際、最初につぶされる液体部分が一つに固まり、ドット間の気体なくなることから、液滴間の気体を巻き込むことがなく、気泡の巻き込みを低減することができる。

【0015】

前記目的を達成するために、請求項 3 に記載の発明は、基板を搬送する搬送手段と、前記基板を相対的に走査しながら前記基板に対し液体を液滴として吐出して、前記液体を前記基板表面に塗布する液体吐出手段と、前記基板上に塗布された液体に対して、パターンが形成された面の一部を接触させた後にその面全体を接触させて行くスタンプと、前記スタンプのパターンが形成された面全体を前記基板上に塗布された液体に接触した状態で、前記液体を硬化させる硬化手段とを備え、前記スタンプの面全体を前記液体に接触させて行く方向を X 方向とし、これに垂直な方向を Y 方向として、X 方向及び Y 方向それぞれの最低ドットピッチによる X Y 格子によりマス目を前記基板表面上に形成し、少なくとも前記基板表面上のパターンを形成する領域と交わるマス目には数 1 を付与するとともに、その他のマス目には数 0 を付与し、数 1 が付与されたマス目に対しては、ある Y の値を有するマス目について X 方向に関して各マス目に付与された数が 0 から 1 に変化するときの数 1 を有するマス目に対しては必ず前記液体を塗布し、前記 Y 方向に塗布される前記液体は、Y 方向にそれぞれ隣接するマス目に塗布された前記液体同士で合っていることを特徴とするパターン転写装置を提供する。

【0016】

これにより、インプリントにおける型当ての際の気泡混入を防止し、フィル性の悪化を抑制することが可能となる。また、Y 方向に隣接するマス目の液滴は合えて隙間が存在しないため、スタンプを接触させる型当ての際、最初につぶされる液体部分が一つに固まり、ドット間の気体なくなることから、液滴間の気体を巻き込むことがなく、気泡の巻き込みを低減することができる。

【0017】

また、請求項 4 に示すように、前記 X 方向と平行な方向に塗布される前記液体の X 方向における間隔が一定であることを特徴とする。

【0018】

これにより、X 方向のドット位置のバラツキがほとんどなくなるため、膜厚が均一になりやすくなる。

【0019】

また、前記目的を達成するために、請求項 5 に記載の発明は、液体吐出手段を基板に対して相対的に走査しながら前記基板に対し液体を液滴として吐出し、前記基板表面に前記液体を塗布し、前記基板上に塗布された液体に対して、パターンが形成された面を有するスタンプを、そのパターンが形成された面の一部を接触させた後にその面全体を接触させて行き、前記スタンプのパターンが形成された面全体を前記基板上に塗布された液体に接触した状態で、前記液体を硬化させた後、前記スタンプを前記硬化した液体から離すことにより前記基板表面に前記スタンプのパターンを転写して前記基板上にパターンを形成するパターン形成方法であって、前記スタンプの面全体を前記液体に接触させて行く方向を X 方向とし、これに垂直な方向を Y 方向として、X 方向及び Y 方向それぞれの最低ドットピッチによる X Y 格子によりマス目を前記基板表面上に形成し、少なくとも前記基板表面上のパターンを形成する領域と交わるマス目には数 1 を付与するとともに、その他のマス目には数 0 を付与し、数 1 が付与されたマス目に対しては、ある Y の値を有するマス目について X 方向に関して各マス目に付与された数が 0 から 1 に変化するときの数 1 を有する

10

20

30

40

50

マス目に対しては必ず前記液体を塗布し、各 Y の値に対し、X 方向に前記液体を塗布する間隔を、1 つのマス目に打滴した液滴が前記スタンプの接触によって Y 方向 1 マス分の幅で X 方向に最大広がる領域の幅以下、かつ少なくとも 1 マス以上の間隔として前記液体を塗布することを特徴とするパターン形成方法を提供する。

【0020】

これにより、インプリントにおける型当ての際の気泡混入を防止し、フィル性の悪化を抑制することが可能となる。また、塗布する液体量を削減し、無駄な液体の塗布を抑制することができる。

【0021】

また、請求項 6 に示すように、前記 Y 方向に塗布される前記液体は、Y 方向にそれぞれ隣接するマス目に塗布された前記液体同士で合一していることを特徴とする。

10

【0022】

これにより、Y 方向に隣接するマス目の液滴は合一して隙間が存在しないため、スタンプを接触させる型当ての際、最初につぶされる液体部分が一つに固まり、ドット間の気体はなくなることから、液滴間の気体を巻き込むことがなく、気泡の巻き込みを低減することができる。

【0023】

また、前記目的を達成するために、請求項 7 に記載の発明は、液体吐出手段を基板に対して相対的に走査しながら前記基板に対し液体を液滴として吐出し、前記基板表面に前記液体を塗布し、前記基板上に塗布された液体に対して、パターンが形成された面を有するスタンプを、そのパターンが形成された面の一部を接触させた後にその面全体を接触させて行き、前記スタンプのパターンが形成された面全体を前記基板上に塗布された液体に接触した状態で、前記液体を硬化させた後、前記スタンプを前記硬化した液体から離すことにより前記基板表面に前記スタンプのパターンを転写して前記基板上にパターンを形成するパターン形成方法であって、前記スタンプの面全体を前記液体に接触させて行く方向を X 方向とし、これに垂直な方向を Y 方向として、X 方向及び Y 方向それぞれの最低ドットピッチによる X Y 格子によりマス目を前記基板表面上に形成し、少なくとも前記基板表面上のパターンを形成する領域と交わるマス目には数 1 を付与するとともに、その他のマス目には数 0 を付与し、数 1 が付与されたマス目に対しては、ある Y の値を有するマス目について X 方向に関して各マス目に付与された数が 0 から 1 に変化するときの数 1 を有するマス目に対しては必ず前記液体を塗布し、前記 Y 方向に塗布される前記液体は、Y 方向にそれぞれ隣接するマス目に塗布された前記液体同士で合一していることを特徴とするパターン形成方法を提供する。

20

30

【0024】

これにより、インプリントにおける型当ての際の気泡混入を防止し、フィル性の悪化を抑制することが可能となる。また、Y 方向に隣接するマス目の液滴は合一して隙間が存在しないため、スタンプを接触させる型当ての際、最初につぶされる液体部分が一つに固まり、ドット間の気体はなくなることから、液滴間の気体を巻き込むことがなく、気泡の巻き込みを低減することができる。

【0025】

40

また、請求項 8 に示すように、前記 X 方向と平行な方向に塗布される前記液体の X 方向における間隔が一定であることを特徴とする。

【0026】

これにより、X 方向のドット位置のバラツキがほとんどなくなるため、膜厚が均一になりやすくなる。

【発明の効果】

【0027】

以上説明したように、本発明によれば、インプリントにおける型当ての際の気泡混入を防止し、フィル性の悪化を抑制すると共に、無駄な液体の塗布を抑制することが可能となる。

50

**【図面の簡単な説明】****【 0 0 2 8 】**

【図 1】本発明の第 1 の実施形態にかかるパターン転写装置の概略構成図である。

【図 2】記録ヘッドの平面透視図である。

【図 3】図 2 中の III - III 線に沿った吐出素子の断面図である。

【図 4】本実施形態のパターン転写装置の制御系を示すブロック図である。

【図 5】( a ) は、表面に液体が塗布された基板を示す平面図であり、( b ) は、スタンプを基板に対して型当てする様子を示す正面図である。

【図 6】スタンプの型当て方向における打滴間隔の説明図である。

【図 7】型当て方向に垂直な方向における打滴間隔の説明図である。

10

【図 8】本実施形態における最良の形態を示す説明図であり、( a ) は基板の平面図、( b ) はスタンプの型当ての様子を示す正面図である。

【図 9】基板上に型当て方向及びこれに垂直な方向を設定した様子を示す説明図である。

【図 10】基板上に液体を塗布するための目安として格子を形成した様子を示す説明図である。

【図 11】基板上にインプリント領域を設定した様子を示す説明図である。

【図 12】基板上のインプリント領域に対して液体を塗布する領域を設定した様子を示す説明図である。

【図 13】インプリント領域が円形の場合の例を示す説明図である。

【図 14】インプリント領域がドーナツ状の場合の例を示す説明図である。

20

【図 15】( a )、( b ) は、第 1 実施形態におけるパターン形成方法を示す概略図である。

【図 16】( a )、( b ) は、第 2 実施形態におけるパターン形成方法を示す概略図である。

**【発明を実施するための形態】****【 0 0 2 9 】**

以下、添付図面を参照して、本発明に係るパターン転写装置及びパターン形成方法について詳細に説明する。

**【 0 0 3 0 】**

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係るパターン転写装置の概略構成図である。

30

**【 0 0 3 1 】**

図 1 に示すように、本実施形態に係るパターン転写装置 10 は、インクジェットヘッド（以下、記録ヘッドという）12 と、パターン形成部 14 とを含んでいる。また、パターン形成部 14 は、凹凸パターンが形成された型（スタンプ）16 と UV 照射装置 18 を含んでいる。

**【 0 0 3 2 】**

記録ヘッド 12 は、搬送手段 20 により搬送されてくる基板 22 の表面に液体状のインプリント材を液滴として吐出することにより、基板 22 表面に液体状のインプリント材を塗布するものである。

**【 0 0 3 3 】**

40

液体が塗布された基板 22 はパターン形成部 14 に搬送され、パターン形成部 14 において基板 22 上にパターンが形成される。すなわち、スタンプ 16 を基板 22 に塗布された液体（インプリント材）に押し当てて UV 照射装置 18 により UV 光を照射して液体を硬化させ、スタンプ 16 を基板 22（硬化したインプリント材）から離すことにより、基板 22 上にパターンが形成される。

**【 0 0 3 4 】**

このとき、スタンプ 16 は、図 1 に矢印で示したように、下方に押し下げられるとともに回転して、スタンプ 16 の一方の端部の方から基板 22 表面上の液体に対して押し当てられるようになっているが、これらの作用については後で詳しく説明する。

**【 0 0 3 5 】**

50

図 2 に、記録ヘッド 12 の平面透視図を示す。図 2 に示すように、本実施形態の記録ヘッド 12 は、インプリント材を液滴として吐出するノズル 24、液滴を吐出する際に圧力を付与する圧力室 26、図示を省略した共通流路から圧力室 26 に吐出する液体を供給する液体供給口 28 を含んで構成される吐出素子 30 が千鳥状の 2 次元マトリクス状に配列され、ノズル 24 の高密度化が図られている。

【0036】

図 2 において、矢印は、搬送手段 20 によってパターン形成部 14 に搬送された基板 22 に対して、（詳しくは後述するが）スタンプ 16 を一方の端部から型当てしていく方向である。上述のようにノズル 24 を高密度配置したことにより、基板搬送方向に垂直な方向にも、隣接するドット間に隙間がないように打滴することが可能である。

10

【0037】

図 2 に示すように、各圧力室 26 は、上から見ると略正方形をしており、その対角線の一方の端にノズル 24 が形成され、他方の端に液体供給口 28 が設けられている。なお、圧力室 26 の平面形状は、上記の正方形の他に、例えば、菱形や長方形等の四角形、五角形、六角形その他の多角形、円形、楕円形など多様な形態が可能である。このように圧力室 26 の平面形状が正方形以外の形状の場合でも、ノズル 24 と液体供給口 28 はその平面形状の中でのなるべく離して配置することが好ましい。

【0038】

図 3 は、図 2 中の III - III 線に沿った吐出素子 30 の断面図である。

【0039】

20

図 3 に示すように、吐出素子 30 の圧力室 26 は、液体供給口 28 を介して共通流路 32 と連通している。共通流路 32 は、液体の供給源たるタンク（図示省略）と連通しており、タンクから供給される液体は共通流路 32 を介して各圧力室 26 に分配供給されるようになっている。

【0040】

圧力室 26 の一部の面（図 3 における天面）を構成している加圧板（共通電極と兼用される振動板）34 には、個別電極 36 を備えた圧電素子 38 が接合されている。なお、圧電素子 38 の材料としては、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）またはチタン酸バリウムのような圧電体を用いることができる。

【0041】

30

個別電極 36 と共通電極（加圧板が兼用）34 間に駆動信号が印加されると、圧電素子 38 が変形して圧力室 26 の容積が変化する。すると、圧力室 26 内の圧力が変化することにより、ノズル 24 から液滴が吐出される。また、液体が吐出された後、圧電素子 38 の変位が元に戻ると、共通流路 32 から液体供給口 28 を通って新しい液体が圧力室 26 に再充填されるようになっている。

【0042】

なお、本実施形態では、圧電素子 38 の変形によって圧力室 26 内の液体を加圧する方式が採用されているが、これ以外の方式（例えば、サーマル方式）のアクチュエータを用いることもできる。

【0043】

40

図 4 は、パターン転写装置 10 の制御系を示すブロック図である。

【0044】

パターン転写装置 10 は、通信インターフェース 40、システムコントローラ 42、メモリ 46、モータドライバ 48、ヒータドライバ 52、打滴制御部 56、バッファメモリ 58、ヘッドドライバ 60 を備えている。

【0045】

通信インターフェース 40 は、ホストコンピュータ 80 から送られてくる打滴データを受信するインターフェース部である。通信インターフェース 40 としては、USB (Universal Serial Bus)、IEEE 1394、イーサネット（登録商標）、無線ネットワークなどのシリアルインターフェース、またはセントロニクスなどのパラレルインターフェー

50



スを適用することができる。なお、この部分には、通信を高速化するためのバッファメモリを搭載してもよい。

【 0 0 4 6 】

システムコントローラ 4 2 は、中央演算処理装置 ( C P U ) 及びその周辺回路を含んでおり、パターン転写装置 1 0 の各部を制御する制御部である。システムコントローラ 4 2 は、ホストコンピュータ 8 0 との間の通信制御、メモリ 4 6 の読み書き制御等をするともに、搬送駆動系のモータ 5 0 及びヒータ 5 4 を制御する制御信号を生成する。

【 0 0 4 7 】

プログラム格納部 4 4 には、パターン転写装置 1 0 の制御プログラムが格納される。システムコントローラ 4 2 はプログラム格納部 4 4 に格納されている種々の制御プログラムを適宜読み出し、制御プログラムを実行する。

10

【 0 0 4 8 】

メモリ 4 6 は、データの一時記憶領域、及びシステムコントローラ 4 2 が各種の演算を行うときの作業領域として使用される記憶手段である。メモリ 4 6 としては、半導体素子からなるメモリの他、ハードディスクなどの磁気媒体を用いることができる。

【 0 0 4 9 】

モータ 5 0 は、図 1 の搬送手段 2 0 を駆動して、記録ヘッド 1 2 と基板 2 2 とを相対的に走査するための駆動機構を駆動するモータである。モータドライバ 4 8 は、システムコントローラ 4 2 からの制御信号に従ってモータ 5 0 を駆動する。なお、このように記録ヘッド 1 2 を固定して搬送手段 2 0 により基板 2 2 を移動させる代わりに、基板 2 2 を記録ヘッド 1 2 の下の位置で一旦静止させて、記録ヘッド 1 2 を移動して相対的に走査するようにしてもよい。

20

【 0 0 5 0 】

ヒータドライバ 5 2 は、システムコントローラ 4 2 からの制御信号に従ってヒータ 5 4 を駆動する。なお、ヒータ 5 4 には、パターン転写装置 1 0 の各部に設けられた温度調節用のヒータが含まれる。

【 0 0 5 1 】

ホストコンピュータ 8 0 から送出された打滴データは、通信インターフェース 4 0 を介してパターン転写装置 1 0 に取り込まれ、メモリ 4 6 に一時記憶される。

【 0 0 5 2 】

30

打滴制御部 5 6 は、システムコントローラ 4 2 の制御に従い、メモリ 4 6 内の打滴データから吐出制御用の信号を生成するための各種加工、補正などの処理を行う信号処理機能を有し、生成した吐出制御信号 ( 吐出データ ) をヘッドドライバ 6 0 に供給する制御部である。打滴制御部 5 6 において所要の信号処理が施され、該打滴データに基づいてヘッドドライバ 6 0 を介して記録ヘッド 1 2 の液体の吐出量や吐出タイミングの制御が行われるようになっている。

【 0 0 5 3 】

ヘッドドライバ 6 0 は、打滴制御部 5 6 から与えられる吐出データに基づいて記録ヘッド 1 2 の圧電素子 3 8 を駆動する。なお、ヘッドドライバ 6 0 は、記録ヘッド 1 2 の駆動条件を一定に保つためのフィードバック制御系を備えていてもよい。

40

【 0 0 5 4 】

打滴制御部 5 6 には、バッファメモリ 5 8 が備えられており、打滴制御部 5 6 における打滴データ処理時に打滴データやパラメータなどのデータがバッファメモリ 5 8 に一時的に格納されるようになっている。

【 0 0 5 5 】

なお、バッファメモリ 5 8 は、メモリ 4 6 と兼用することも可能である。また、打滴制御部 5 6 とシステムコントローラ 4 2 とを統合して一つのプロセッサで構成する態様も可能である。

【 0 0 5 6 】

また、図示は省略するが、パターン転写装置 1 0 は、記録ヘッド 1 2 に液体を供給する

50

ための供給系や、記録ヘッド 12 のメンテナンスを行うメンテナンス機構を備えている。

【0057】

図 5 に、本実施形態におけるインプリント法によるパターン形成方法を概念的に示す。

【0058】

図 5 (a) は、表面に液体 (インプリント材) 70 が塗布された基板 22 を示す平面図である。図 5 (b) は、スタンプ 16 を基板 22 (上の液体 70) に対して型当てする様子を示す正面図である。また、各図において、矢印はスタンプ 16 を型当てして行く方向を示す。なお、図 5 (b) ではスタンプ 16 の溝 72 をわかり易く極端に誇張して表現しており、実際の寸法とは相当違っている。

【0059】

図 5 (a) に示すように、矢印で示すスタンプ 16 の型当て方向とは垂直な方向に隙間無く打滴した列を、所定の間隔を空けて複数列打滴している。このように打滴すると、図 5 (b) に示すように、スタンプ 16 を斜めにして端から型当てして行くと、スタンプ 16 の溝 72 の中に液体 70 が入っていく。

【0060】

このとき、図 5 (a) のように型当て方向に垂直な列方向は隙間なく液体 (液滴ドット) 70 で埋めつくされているので、溝 72 に入りきらなかった液体 70 は、スタンプ 16 の移動に伴って次第に (図の) 右方向に押し伸ばされて、次々に溝 72 を埋めていく。そして、液体 70 が足りなくなる頃にまた次の液体 70 の列が塗布されているという状態となっていれば、必要最小限の液体 70 で済み、液体 70 の無駄がない。

【0061】

また、このようにスタンプ 16 を斜めにして端から型当てしていくことにより、液体 70 の列間の気泡は、右側が空いているのでそこから逃げていくので、フィル性が悪化することはない。特に、型当ての最初の列を始め全ての列が列方向に隙間無く液体が吐出され塗布されているので、型当ての最初からずっと気泡を巻き込むことがない。

【0062】

次に、この列と列との間の所定の間隔をどれぐらいにしたらよいかについて説明する。

【0063】

図 6 は、スタンプ 16 の型当て方向における打滴間隔の説明図である。

【0064】

図 6 において、X 方向はスタンプ 16 の型当て方向であり、Y 方向はそれに垂直な方向である。いま、図 6 に示すように、打滴された液滴 74 に対してスタンプ 16 (図 6 では図示省略) を型当てしたとき、この液滴 74 が Y 方向の 1 格子の幅に関して X 方向に符号 A の範囲に広がったとする。

【0065】

この液滴 74 が広がる範囲 A は、一般的にはスタンプ 16 に形成されたパターンにもよると考えられるが、例えばナノインプリントのように非常に微細なパターンを形成するような場合には、図 5 のスタンプ 16 の溝 72 も非常に小さなものであり、あまりパターンの形状にはよらないと思われる。

【0066】

この範囲 A よりも列間の間隔を大きくしてしまうと、次の列の直前においてスタンプ 16 の溝 72 に入るべき液体が不足してしまう。

【0067】

そこで、いろいろなスタンプ 16 によって最高どの程度液滴 74 が広がるかを、予め検証しておき、その最高に広がる範囲 A 以下の間隔となるように列間の間隔を設定すればよい。

【0068】

また、図 7 は、型当て方向に垂直な方向における打滴間隔の説明図である。

【0069】

図 7 において、列 Y1 では液滴 74 間に隙間が存在しているが、列 Y2 では液滴 74 間

10

20

30

40

50

に隙間は無く列 Y 2 上の各液滴 7 4 が合一して繋がって 1 本の線となっている。

【 0 0 7 0 】

ここでスタンプ 1 6 の型当ては、列方向 ( Y 方向 ) とは垂直の方向 ( X 方向 ) に行われるので、列 Y 1 の場合には、列上の各液滴 7 4 間には隙間があるため、スタンプ 1 6 を型当てしたとき、液滴 7 4 間の気体を巻き込んでしまう虞れがある。これに対して、右側の列 Y 2 の場合には、液滴 7 4 は合一して隙間が存在しないため、型当ての際、最初につぶされる液体部分が一つに固まり、ドット間の気体がなくなることから、液滴間の気体を巻き込むことがなく、気泡の巻き込みが低減されるので、列 Y 2 のように各液滴 7 4 が合一することが好ましい。

【 0 0 7 1 】

そこで、本実施形態におけるインプリント法において、最良の形態は、図 8 に示すように、スタンプ 1 6 を型当てする方向に垂直な方向に打滴された液滴が合一して列 Y 2 を形成し、各列間の所定間隔が、列上に打滴された液滴がスタンプ 1 6 の型当てによって最高に広がる範囲以下となるように基板 2 2 上に液体を塗布することである。

【 0 0 7 2 】

すなわち、図 8 ( a ) に基板 2 2 平面図で示すように、基板 2 2 上に型当て方向とは垂直方向に液滴同士が合一して一つの固まりとなり列を形成し、この列が上記所定間隔で配列されることが好ましい。このとき、図 8 ( b ) に示すように、スタンプ 1 6 を斜めに端から型当てすることで気泡の巻き込みを低減してインプリントが行われる。

【 0 0 7 3 】

以上のことを前提として、以下さらに詳しく本実施形態のインプリントにおける基板上への液体の塗布方法について具体的に説明する。

【 0 0 7 4 】

すなわち、以下の条件を満たすようなドット配置となるように液滴を打滴する打滴データを生成する。

【 0 0 7 5 】

なお、本実施形態においては、この打滴データの生成は、ホストコンピュータ 8 0 において行われ、従って、このホストコンピュータ 8 0 とパターン転写装置 1 0 とが、請求項記載の「パターン転写装置」に相当する。

【 0 0 7 6 】

まず、図 9 に示すように、基板 2 2 表面上において、スタンプ 1 6 を型当てする方向を X 方向とし、これと垂直な方向を Y 方向とする。

【 0 0 7 7 】

次に、図 1 0 に示すように、X 方向、Y 方向の最低ドットピッチを決め、そのドットピッチを用いて X Y 平面上に格子を作成する。このとき、図では X 方向、Y 方向の最低ドットピッチは等しくなっているが、必ずしもこれらは等しくなくともよい。そして、作成した格子に ( X , Y ) の組み合わせで番号付けを行う。この際、X 方向は型当てが開始される方が小さい数字となるように番号付けをする。図では、X 方向については、左側が小さく、右側にいくほど大きくなるように番号付けされる。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 のように、X Y の格子によってマス目が形成された X Y 平面に対してインクジェット法を用いて ( 記録ヘッド 1 2 により ) 液滴を塗布する。

【 0 0 7 9 】

次に、図 1 1 に示すように、X Y 平面上で実線の枠で囲んでインプリントしたい領域 8 2 を指定する。そして、インプリントしたい領域 8 2 の内部に含まれるマス目は 1、インプリントしたい領域 8 2 の外部のマス目は 0 と数字付けする。また、インプリントしたい領域 8 2 が一部重なっているマス目は 1 と数字付けする。そして、このように数字付けされた各マス目に塗布する際、0 と数字付けされたマス目は塗布せず、また 1 と数字付けされたマス目には以下のようにして塗布を行うかを決定する。

【 0 0 8 0 】

すなわち、図 1 2 に示すように、例えば符号 8 4 で示す Y 列のように X 方向の数字付けが 0 から 1 に変化したときの数字 1 のマス目は必ず塗布（打滴）するようにする。また、その他の数字 1 の部分については、塗布する液滴量によって塗布するかどうかを決定する。その際、同じ Y の値に対して、あるマス目について塗布したとき次に塗布するマス目までの X 方向の間隔は、図 6 で示したように、あるマス目に打滴された液滴 7 4 に対してスタンプ 1 6 を型当てしたとき、この液滴 7 4 が Y 方向の 1 格子の幅について X 方向に最高に広がった範囲 A 以下となるように設定するものとする。

【 0 0 8 1 】

図 1 2 に示す例では、長方形のインプリントしたい領域 8 2 に対して、一番左側の Y 列 8 4（斜めに型当てするスタンプ 1 6 が最初に当たるインプリント領域 8 2 のマス）に塗布した後、X 方向に 3 マスごとに（2 マス間隔空けて）、Y 列 8 4 と平行な Y 列に対して塗布するようにしている。

10

【 0 0 8 2 】

このように、ある Y の値において、X 方向に関して、数字付けが最初に 0 から 1 に変化するマス目を塗布した後、そのマス目の X の値（最低の X の値）から、その後、次に塗布されるマス目の X の値までの間隔が同じ間隔であり、さらに、これが Y の値にかかわらず同じ間隔となっていることから、X 方向のドット位置のバラツキがほとんどなくなるため、膜厚が均一になりやすくなる。

【 0 0 8 3 】

なお、最も望ましい塗布形態は、Y 列の各々で X の値が最小となる条件で塗布されたマス目（数字付けが最初に 0 から 1 に変化するマス目）の液滴すべてが合一し、その後の塗布が、そこで印字され合一した形状を X 方向に同じ間隔だけ平行移動した形状となるように塗布されることである。

20

【 0 0 8 4 】

上記塗布方法は、このようにインプリント領域が長方形の場合だけでなく、他の形状の場合でも同様である。

【 0 0 8 5 】

例えば、図 1 3 に示すように円形のインプリント領域 8 6 の場合でも、塗布方法は基本的に上記の場合と同様に、まず円形インプリント領域 8 6 の一番左側の X 方向のマス目の数字付けが初めて 0 から 1 に変化する部分のマス目は必ず塗布し、その後は同じ Y の値に関して X 方向に一定の間隔をおいて同じように塗布する。図 1 3 に示す例では、3 マス空けた一定の間隔で塗布している。

30

【 0 0 8 6 】

ただし、符号 9 0 で示すマス目に関しては、例えば 8 8 a と 8 8 b のように、Y 方向の一つ隣のマス目との間で円周に沿った斜め方向に隙間が空いているので、X 方向に型当てする際、気泡を巻き込んでしまう虞れがあるので、符号 9 0 のマス目にも塗布することが望ましい。また、さらに符号 9 2 で示すマス目にも、気泡巻き込み防止の観点から、塗布することが望ましい。

【 0 0 8 7 】

また、例えば、図 1 4 に示すように、ドーナツ状のインプリント領域 9 4 の場合にも、上と同じ規則で、ある Y の位置において X 方向の数字付けが 0 から 1 に変化したときの数字 1 のマス目は必ず塗布（打滴）するとともに、ある Y の位置において型当てにより Y 方向 1 マスの幅で X 方向に最高に広がる範囲以下の所定間隔だけ空けた X 方向のマス目に塗布するようにする。また、図 1 3 の符号 9 0 や符号 9 2 で示すような型当てにより気泡を巻き込む虞れのある位置のマス目にも塗布するようにすることが望ましい。

40

【 0 0 8 8 】

結局、図 1 4 の場合、ある Y の位置において X 方向の数字付けが 0 から 1 に変化したときの数字 1 のマス目として、左から右に向かう X 方向に関するドーナツ状のインプリント領域 9 4 の縁（境界）として符号 9 6 で示す外側の縁及び符号 9 8 で示す内側の縁、及びこれらと X 方向に所定間隔を空けて同じような形で塗布する。また、気泡を巻き込みやす

50

い箇所のマス目に対しても塗布することが望ましい。この気泡を巻き込みやすい箇所のマス目とは、例えば、図 14 に符号 97 で示すマス目のように、あるマス目に対して、同じ X の位置で Y 方向に隣接したマス目及び X 方向 Y 方向ともに 1 マスずれた位置のマス目のいずれにも塗布されていない場合の、そのマス目に対し X 方向に隣接したマス目である。

【0089】

次に本実施形態の作用として、パターン形成方法について図 15 を用いて説明する。

【0090】

まず図 15 (a) に示すように、搬送手段 20 により基板 22 を記録ヘッド 12 の下側に搬送し、基板 22 と記録ヘッド 12 とを相対的に走査し、記録ヘッド 12 により基板 22 表面にインプリント材の液体を塗布する。この塗布は上で説明したような方法によって行われる。

10

【0091】

表面に液体が塗布された基板 22 は、搬送手段 20 によってパターン形成部 14 に搬送される。基板 22 は、パターン形成部 14 に搬送されると、そこで停止し、スタンプ 16 によって型当てが行われる。

【0092】

スタンプ 16 による型当てにおいて、まずスタンプ 16 の一端が基板 22 表面に塗布された液体に接触すると、スタンプ 16 が図に矢印で示すように回転していき、次第にスタンプ 16 のパターンが形成された面がすべて液体に接触するようになる。

20

【0093】

そして、スタンプ 16 が基板 22 表面の液体に完全に接触したら、図 15 (b) に示すように、スタンプ 16 を液体に接触させたまま、UV 照射装置 18 により UV 光を照射して液体を硬化させる。このとき、スタンプ 16 は UV 光を透過する材質で形成されており、スタンプ 16 を介して UV 光が基板 22 表面の液体に照射される。

【0094】

そして、液体が硬化した後、スタンプ 16 を基板 22 (液体) から離型すると、スタンプ 16 に形成されたパターンが基板 22 上に形成される。このようにして、スタンプ 16 に形成されたパターンが基板 22 上に転写される。

【0095】

次に、本発明のパターン転写装置の第 2 実施形態について説明する。

30

【0096】

図 16 に、第 2 実施形態のパターン転写装置の概略構成を示す。

【0097】

図 16 に示すように、本実施形態のパターン転写装置 100 は、記録ヘッド 112 とパターン形成部 114 を有し、これらに対して搬送手段 120 により基板 122 を搬送する基本構成は前述した第 1 実施形態と同様である。

【0098】

本第 2 実施形態が第 1 実施形態と異なる点は、パターン形成部 114 において、UV 照射装置 118 が搬送手段 120 の下側に配置され、基板 122 の下側から UV 光を基板 122 上の液体に照射するようにしたことである。そのため、本実施形態においては、搬送手段 120 (の少なくともパターン形成部 114 にあたる部分) 及び基板 122 は、UV 光を透過する材質で形成されていなければならない。

40

【0099】

本実施形態の作用について説明する。

【0100】

まず図 16 (a) に示すように、搬送手段 120 により基板 122 を記録ヘッド 112 の下側に搬送し、基板 122 と記録ヘッド 112 とを相対的に走査し、記録ヘッド 112 により基板 122 表面にインプリント材の液体を上述したような方法で塗布する。

【0101】

表面に液体が塗布された基板 122 は、搬送手段 120 によってパターン形成部 114

50

に搬送される。基板 1 2 2 は、パターン形成部 1 1 4 に搬送されると、そこで停止し、スタンプ 1 1 6 によって型当てが行われる。

【 0 1 0 2 】

スタンプ 1 1 6 による型当てにおいて、まずスタンプ 1 1 6 の一端が基板 2 2 表面に塗布された液体に接触すると、スタンプ 1 1 6 が図に矢印で示すように回転していき、次第にスタンプ 1 1 6 のパターンが形成された面がすべて液体に接触するようになる。

【 0 1 0 3 】

そして、スタンプ 1 1 6 が基板 1 2 2 表面の液体に完全に接触したら、図 1 6 ( b ) に示すように、スタンプ 1 1 6 を液体に接触させたまま、基板 1 2 2 の下側から UV 照射装置 1 1 8 により UV 光を照射して液体を硬化させる。このとき、搬送手段 1 2 0 及び基板 1 2 2 は UV 光を透過する材質で形成されており、搬送手段 1 2 0 及び基板 1 2 2 を透過した UV 光が基板 1 2 2 表面の液体に照射され、液体が硬化する。

【 0 1 0 4 】

液体が硬化した後、スタンプ 1 1 6 を基板 1 2 2 ( 液体 ) から離型すると、スタンプ 1 1 6 に形成されたパターンが基板 1 2 2 上に形成される。このようにして、スタンプ 1 1 6 に形成されたパターンが基板 1 2 2 上に転写される。

【 0 1 0 5 】

以上説明したように、本発明においては、基板上に液体としてのインプリント材を塗布する際、以下のような方法で液体を塗布する。

【 0 1 0 6 】

まず、ある Y の位置において X 方向の数字付けが 0 から 1 に変化したときのその数字 1 のマス目は必ず塗布 ( 打滴 ) する。

【 0 1 0 7 】

次に、ある Y の位置において型当てにより Y 方向 1 マスの幅で X 方向に最高に広がる範囲以下の所定間隔だけ空けた X 方向のマス目に塗布する。

【 0 1 0 8 】

さらに、型当てにより気泡を巻き込む虞れのある位置のマス目、すなわち、あるマス目に対して、同じ X の位置で Y 方向に隣接したマス目及び X 方向 Y 方向ともに 1 マスずれた位置のマス目のいずれにも塗布されていない場合の、そのマス目に対し X 方向に隣接したマス目に対しても塗布する。

【 0 1 0 9 】

なお、このとき、ある Y の位置において型当てにより Y 方向 1 マスの幅で X 方向に最高に広がる範囲以下の所定間隔だけ空けた X 方向のマス目に塗布する場合において、最高に広がる範囲以下の所定間隔としては、なるべく最高に広がる範囲に近いほうが液体の無駄が少なくてよい。逆に所定間隔が 0 であるとするインプリント領域全体を満遍なく塗りつぶすことになり無駄になる液体が多過ぎるので、少なくとも 1 マス以上は間隔を空けることが好ましい。

【 0 1 1 0 】

また、上記所定間隔も、すべて一定の間隔とはせずに、例えば、最初は X 方向に 3 マス空けていたところ、その次は 2 マス空けて、その次は 1 マス空けるというように、X 方向 ( 型当ての方向 ) に間隔をすこしずつ狭めていくようにして、間隔を変えるようにしてもよい。

【 0 1 1 1 】

以上説明したように、本発明は、スタンプに形成されたパターンを基板上のレジスト層に転写することにより基板上のレジスト層にパターンを形成するものであるが、特に、微細なパターンを形成するナノインプリントにおいて有効である。

【 0 1 1 2 】

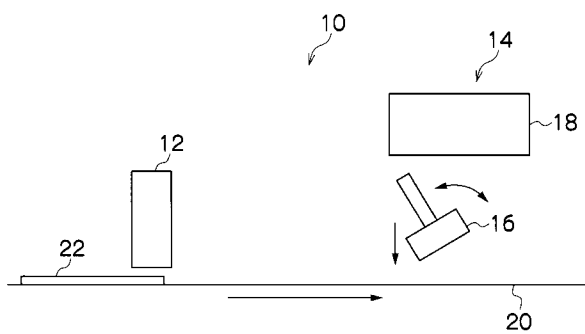
以上、本発明のパターン転写装置及びパターン形成方法について詳細に説明したが、本発明は、以上の例には限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはもちろんである。

## 【符号の説明】

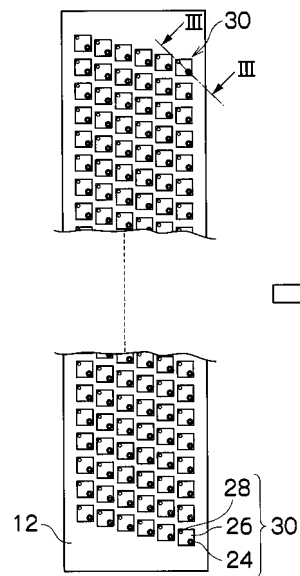
## 【 0 1 1 3 】

10 ... パターン転写装置、12 ... インクジェットヘッド（記録ヘッド）、14 ... パターン形成部、16 ... スタンプ（型）、18 ... UV照射装置、20 ... 搬送手段、22 ... 基板、24 ... ノズル、26 ... 圧力室、28 ... 液体供給口、30 ... 吐出素子、32 ... 共通流路、34 ... 加圧板（振動板、共通電極）、36 ... 個別電極、38 ... 圧電素子

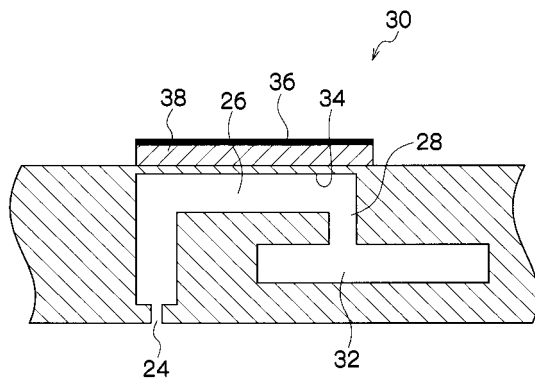
【図1】



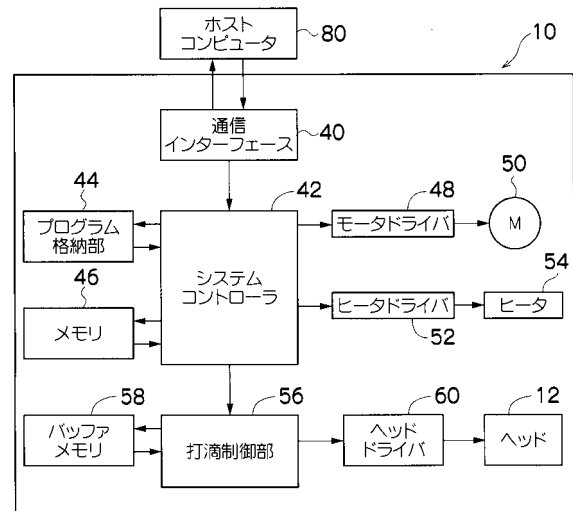
【図2】



【図 3】

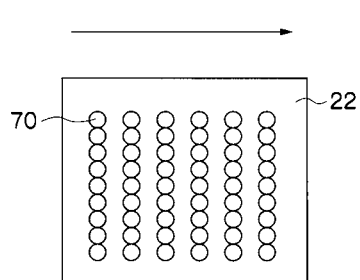


【図 4】

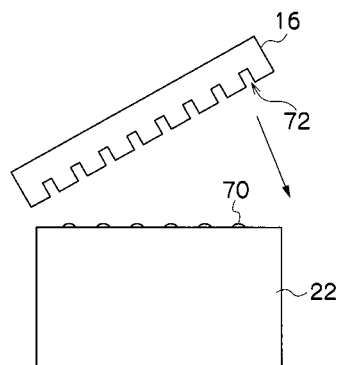


【図 5】

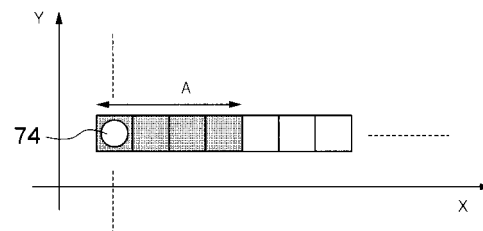
(a)



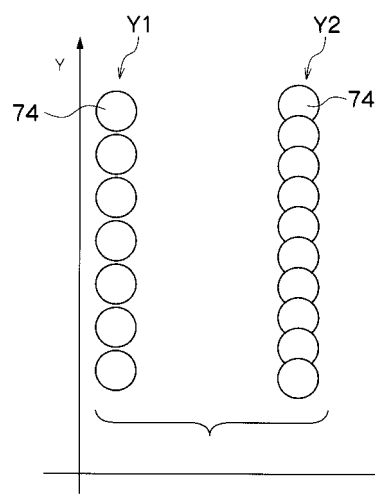
(b)



【図 6】

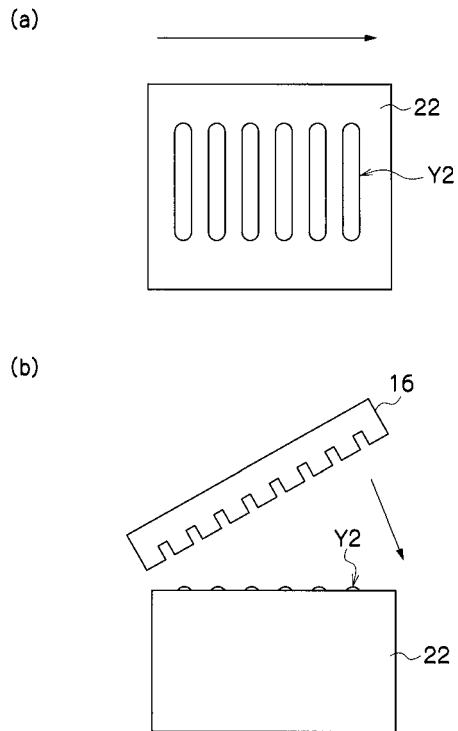


【図 7】





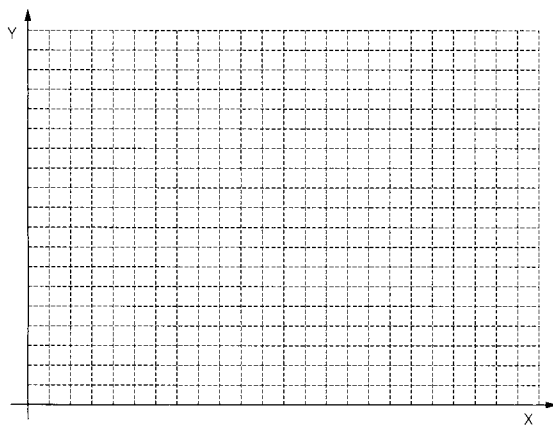
【 図 8 】



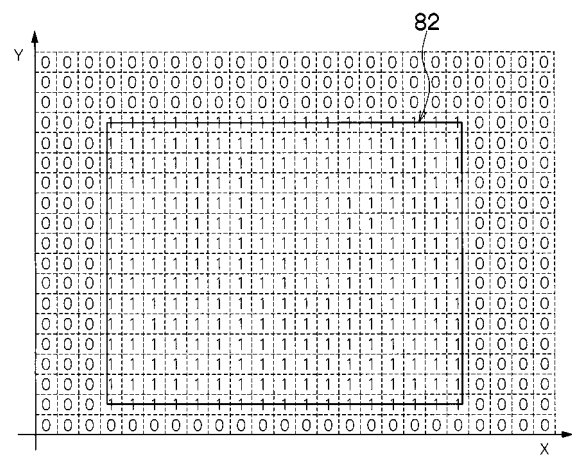
【 図 9 】



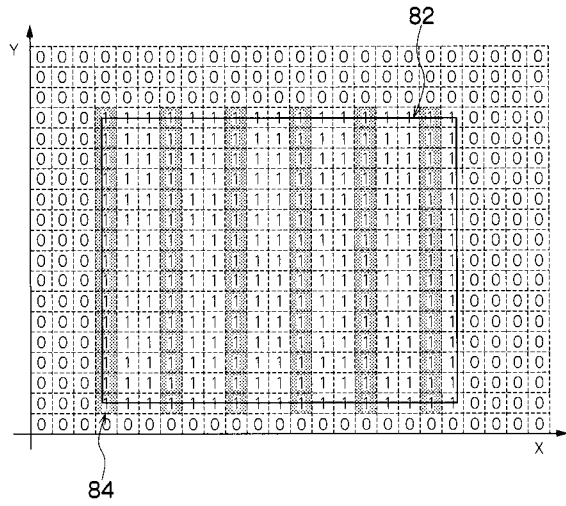
【 図 1 0 】



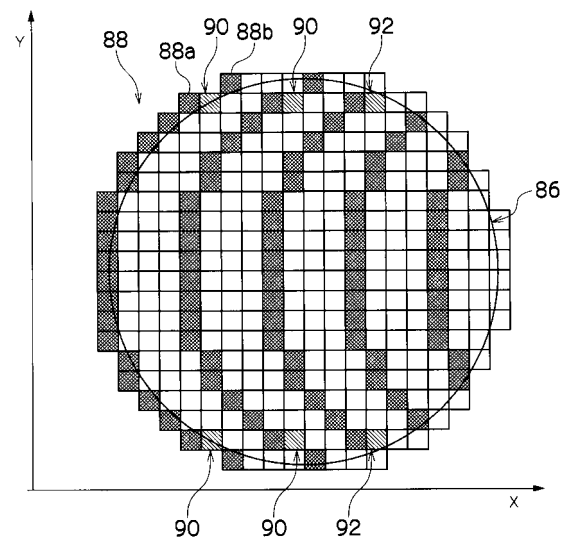
【 図 1 1 】



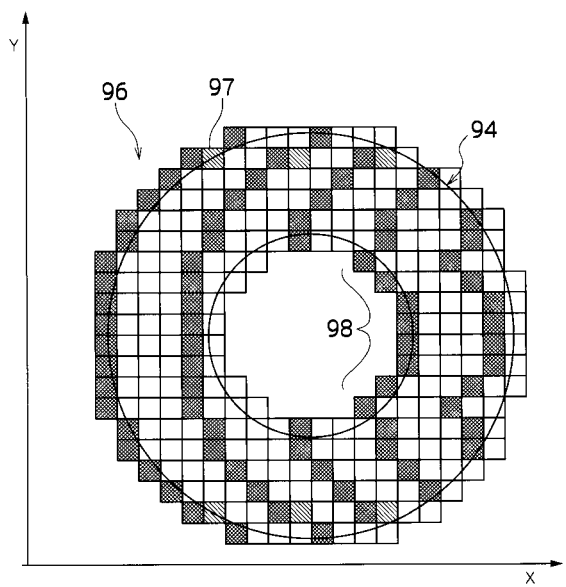
【図 1 2】



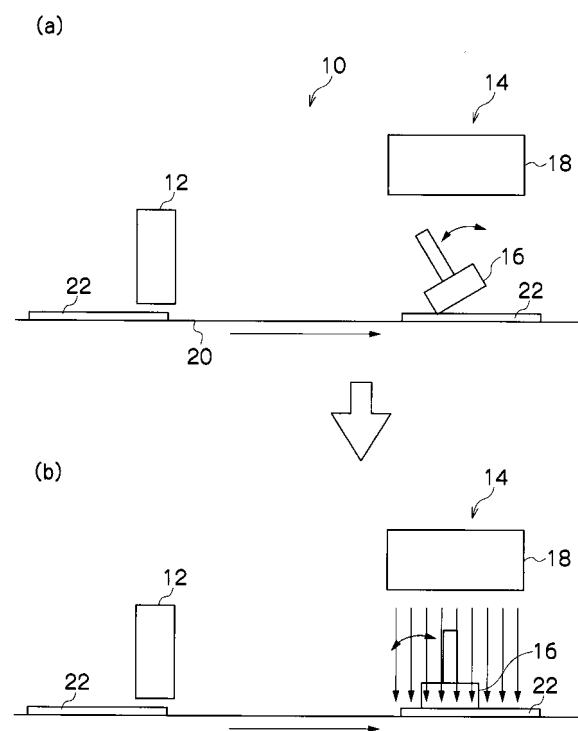
【図 1 3】



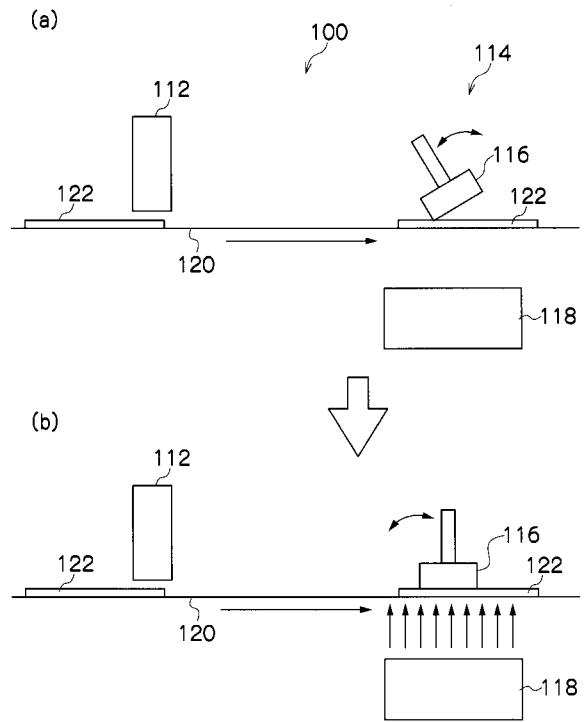
【図 1 4】



【図 1 5】



## 【図 16】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特表2007-516862(JP,A)  
特表2010-516064(JP,A)  
特開2007-320098(JP,A)  
米国特許第06929762(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/027  
B29C 59/02