

(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.

H01L 21/027 (2006.01)
B29C 59/02 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 502 D
B29C 59/02 Z

請求項の数 8 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-195656 (P2009-195656)
 (22) 出願日 平成21年8月26日 (2009.8.26)
 (65) 公開番号 特開2011-49302 (P2011-49302A)
 (43) 公開日 平成23年3月10日 (2011.3.10)
 審査請求日 平成24年1月24日 (2012.1.24)

(73) 特許権者 306037311
 富士フィルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100083116
 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
 富士フィルム株式会社内

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方向につい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。

10

20

【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、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。

10

【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、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。

30

【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、

40

50

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上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、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。

【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は、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】

【0006】

【特許文献1】特開2007-313439号公報

【特許文献2】特開2007-313708号公報

【特許文献3】特開2009-88376号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

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。

【0008】

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。

【0009】

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。

【0010】

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當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】

【0011】

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を提供する。ここで、最低ドットピッチとは、XY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。

【0012】

これにより、インプリントにおける型當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。

【0013】

10

20

30

40

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一し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一する。

【0014】

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一していることを特徴とするパターン転写装置を提供する。

10

【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、気泡の巻き込みを低減することができる。

20

【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。

30

【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、膜厚が均一になります。

【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

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當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當ての際、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、前記基板表面上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上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、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

【0024】

これにより、インプリントにおける型當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當ての際、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、気泡の巻き込みを低減することができる。

30

【0025】

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。

40

【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當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】

【0028】

【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る様子を示す正面図である。

【図6】スタンプの型当てる方向における打滴間隔の説明図である。

【図7】型当てる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る様子を示す正面図である。

【図9】基板上に型当てる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】

【0029】

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。

【0030】

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

【0031】

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。

【0032】

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。

【0033】

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。

40

【0034】

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。

【0035】

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、橢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】

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。

20

【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】

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。

30

【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】

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。

40

【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)、IEEE1394、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。

【0046】

システムコントローラ42は、中央演算処理装置(CPU)及びその周辺回路を含んでおり、パターン転写装置10の各部を制御する制御部である。システムコントローラ42は、ホストコンピュータ80との間の通信制御、メモリ46の読み書き制御等をするとともに、搬送駆動系のモータ50及びヒータ54を制御する制御信号を生成する。

【0047】

プログラム格納部44には、パターン転写装置10の制御プログラムが格納される。システムコントローラ42はプログラム格納部44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

【0048】

メモリ46は、データの一時記憶領域、及びシステムコントローラ42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46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。

【0049】

モータ50は、図1の搬送手段20を駆動して、記録ヘッド12と基板22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48は、システムコントローラ42からの制御信号に従ってモータ50を駆動する。なお、このように記録ヘッド12を固定して搬送手段20により基板22を移動させる代わりに、基板22を記録ヘッド12の下の位置で一旦静止させて、記録ヘッド12を移動して相対的に走査するようにもよい。

20

【0050】

ヒータドライバ52は、システムコントローラ42からの制御信号に従ってヒータ54を駆動する。なお、ヒータ54には、パターン転写装置10の各部に設けられた温度調節用のヒータが含まれる。

【0051】

ホストコンピュータ80から送出された打滴データは、通信インターフェース40を介してパターン転写装置10に取り込まれ、メモリ46に一時記憶される。

【0052】

30

打滴制御部56は、システムコントローラ42の制御に従い、メモリ46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60に供給する制御部である。打滴制御部56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60を介して記録ヘッド12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。

【0053】

ヘッドドライバ60は、打滴制御部56から与えられる吐出データに基づいて記録ヘッド12の圧電素子38を駆動する。なお、ヘッドドライバ60は、記録ヘッド12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

【0054】

打滴制御部56には、バッファメモリ58が備えられており、打滴制御部56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58に一時的に格納されるようになっている。

【0055】

なお、バッファメモリ58は、メモリ46と兼用することも可能である。また、打滴制御部56とシステムコントローラ42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。

【0056】

また、図示は省略するが、パターン転写装置10は、記録ヘッド12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を型当てる方向を示す。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】

10

図5(a)に示すように、矢印で示すスタンプ16の型当てる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る方向と、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)のように型当てる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つていれば、必要最小限の液体70で済み、液体70の無駄がない。

20

【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る方向により、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、型当てる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、型当てる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く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の型当てる方向における打滴間隔の説明図である。

【0064】

30

図6において、X方向はスタンプ16の型当てる方向であり、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)を型当てるとき、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】

40

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、型当てる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

50

に隙間は無く列Y2上の各液滴74が合一して繋がって1本の線となっている。

【0070】

ここでスタンプ16の型当ては、列方向(Y方向)とは垂直の方向(X方向)に行われる所以、列Y1の場合には、列上の各液滴74間には隙間があるため、スタンプ16を型当てしたとき、液滴74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Y2の場合には、液滴74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Y2のように各液滴74が合一することが好ましい。

【0071】

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16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Y2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16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22上に液体を塗布することである。

【0072】

すなわち、図8(a)に基板22平面図で示すように、基板22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16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。

【0073】

以上のこととを前提として、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。

【0074】

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。

【0075】

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80において行われ、従って、このホストコンピュータ80とパターン転写装置10とが、請求項記載の「パターン転写装置」に相当する。

【0076】

まず、図9に示すように、基板22表面上において、スタンプ16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。

【0077】

次に、図10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XY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。

【0078】

図10のように、XYの格子によってマス目が形成されたXY平面に対してインクジェット法を用いて(記録ヘッド12により)液滴を塗布する。

【0079】

次に、図11に示すように、XY平面上で実線の枠で囲んでインプリントしたい領域82を指定する。そして、インプリントしたい領域82の内部に含まれるマス目は1、インプリントしたい領域82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82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。

【0080】

10

20

30

40

50

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、長方形状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 の値に関しては X 方向に一定の間隔を置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あいているので、X 方向に型当てる際、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 122 は、パターン形成部 114 に搬送されると、そこで停止し、スタンプ 116 によって型当てが行われる。

【0102】

スタンプ 116 による型当てにおいて、まずスタンプ 116 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 116 が図に矢印で示すように回転していき、次第にスタンプ 116 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。

【0103】

そして、スタンプ 116 が基板 122 表面の液体に完全に接触したら、図 16 (b) に示すように、スタンプ 116 を液体に接触させたまま、基板 122 の下側から UV 照射装置 118 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 120 及び基板 122 は UV 光を透過する材質で形成されており、搬送手段 120 及び基板 122 を透過した UV 光が基板 122 表面の液体に照射され、液体が硬化する。
10

【0104】

液体が硬化した後、スタンプ 116 を基板 122 (液体) から離型すると、スタンプ 116 に形成されたパターンが基板 122 上に形成される。このようにして、スタンプ 116 に形成されたパターンが基板 122 上に転写される。

【0105】

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。

【0106】

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。
20

【0107】

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。

【0108】

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。
30

【0109】

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 であるとすると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。

【0110】

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。
40

【0111】

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。

【0112】

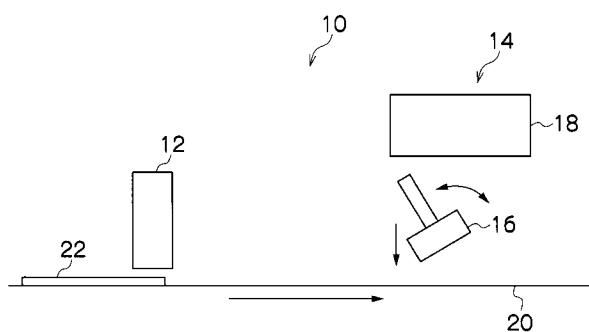
以上、本発明のパターン転写装置及びパターン形成方法について詳細に説明したが、本発明は、以上の例には限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはもちろんである。
50

【符号の説明】

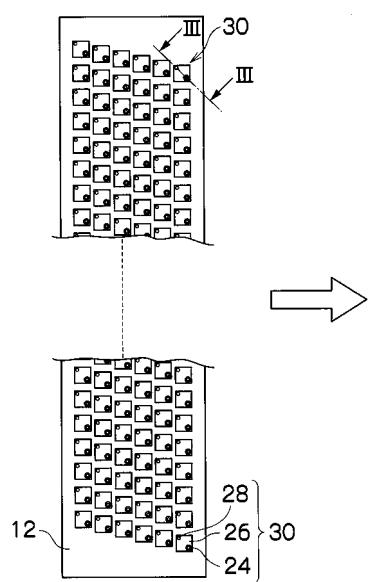
【0113】

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

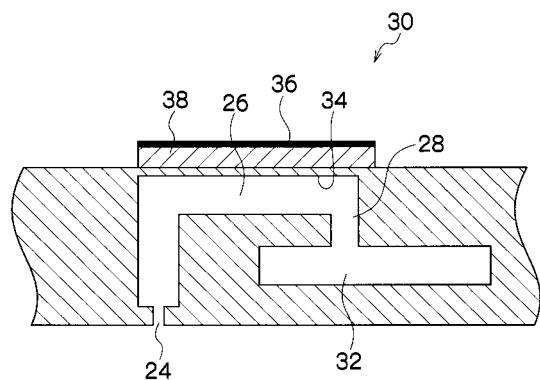
【図1】



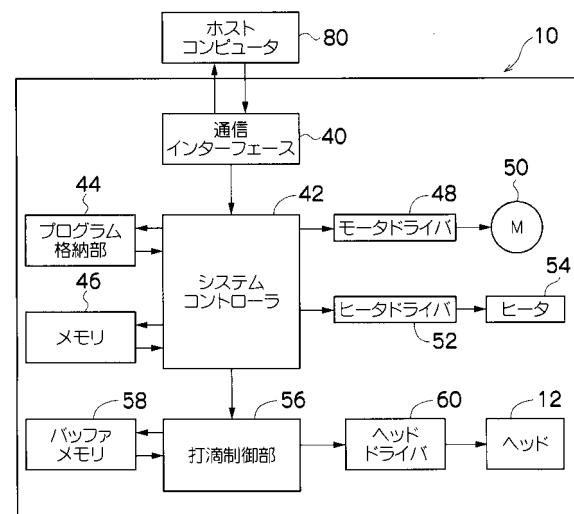
【図2】



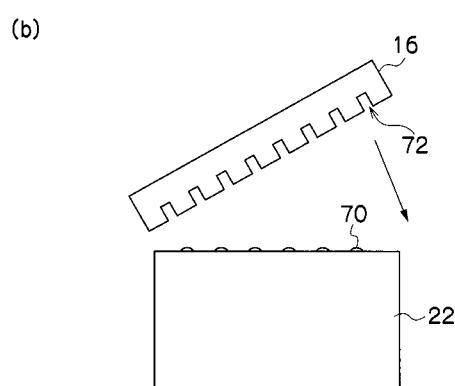
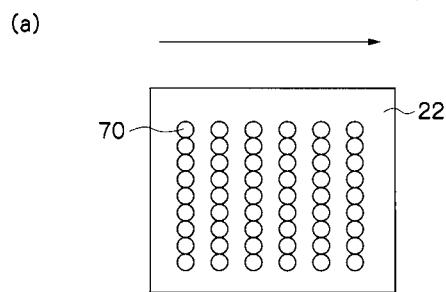
【図3】



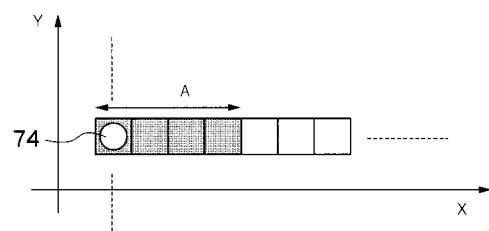
【図4】



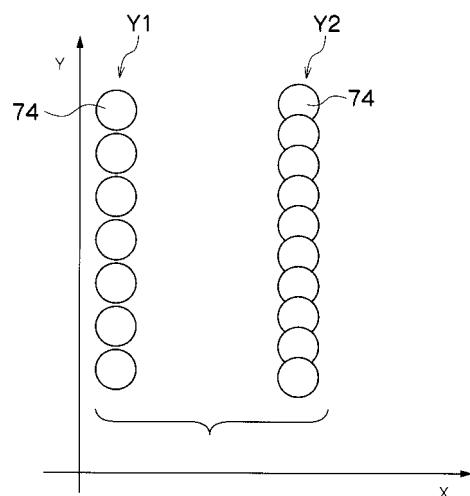
【図5】



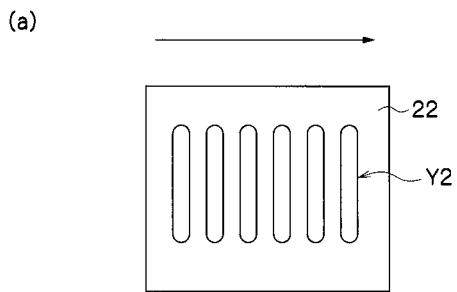
【図6】



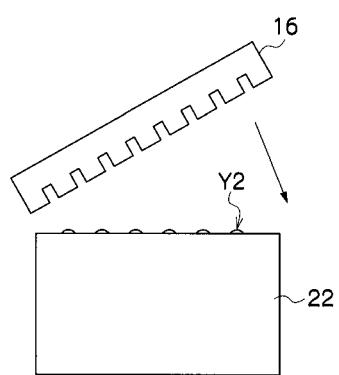
【図7】



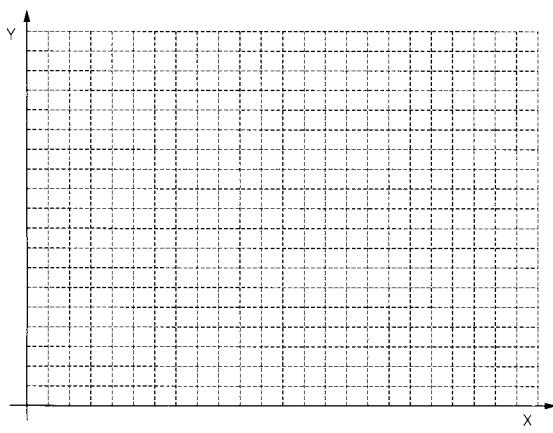
【図8】



(b)



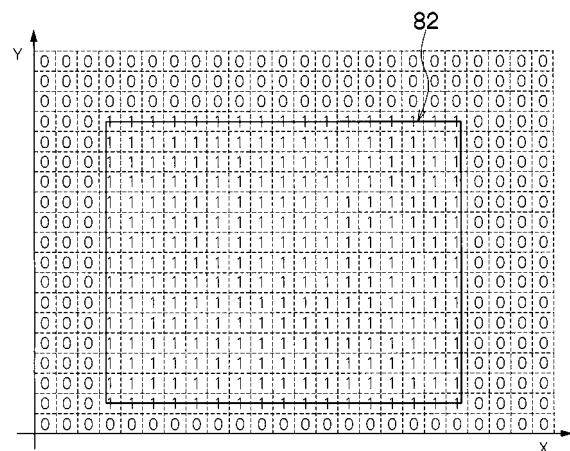
【図10】



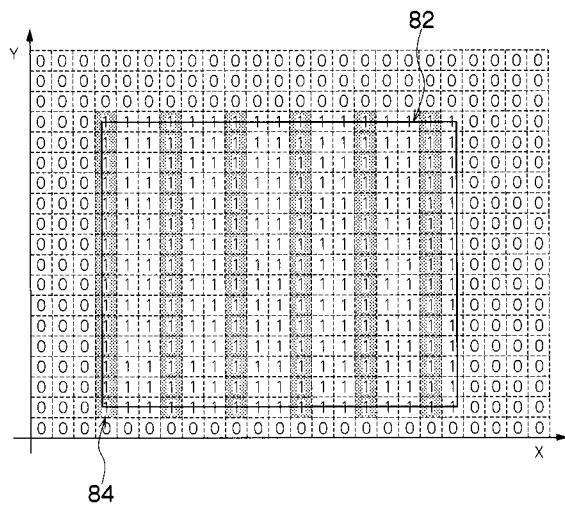
【図9】



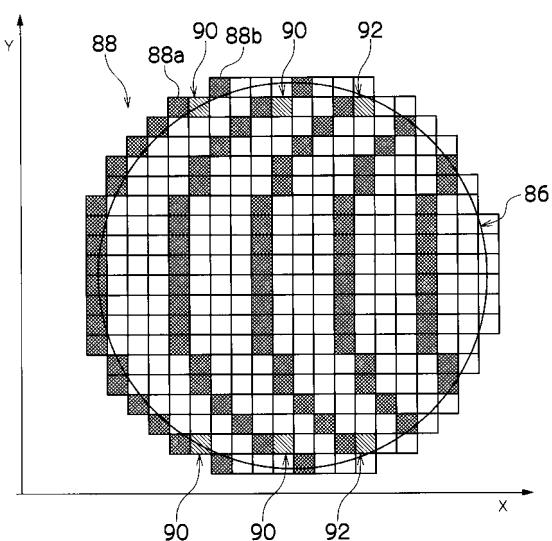
【図11】



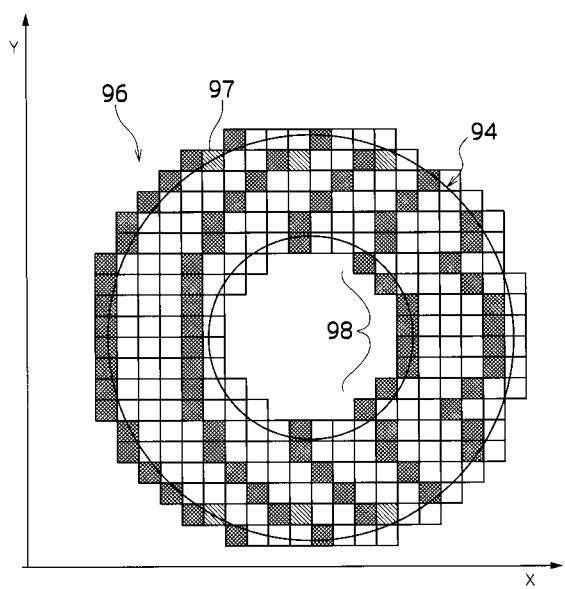
【図12】



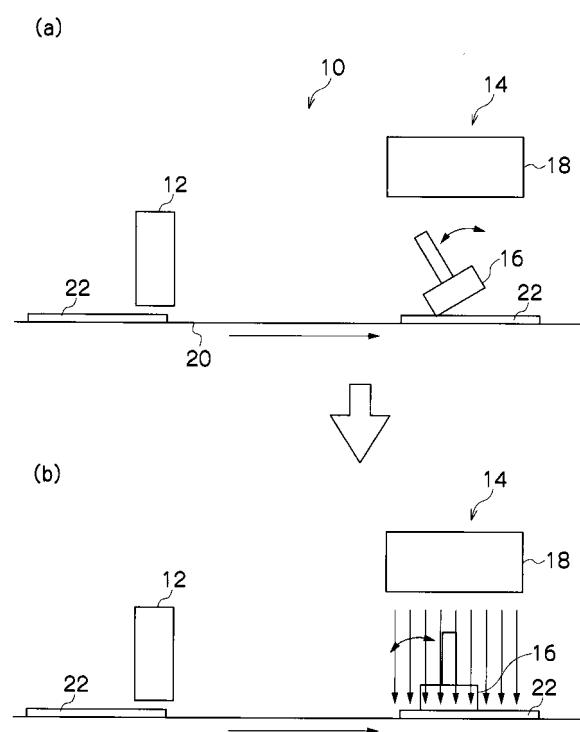
【図13】



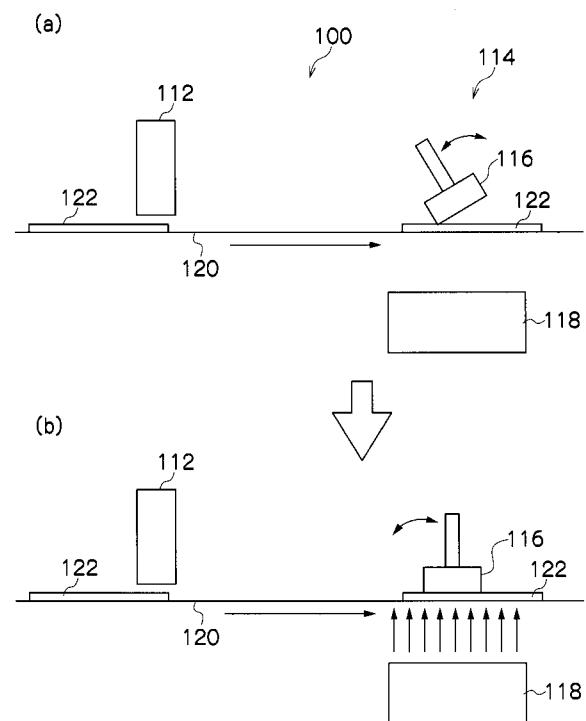
【図14】



【図15】



【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