

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6808386号
(P6808386)

(45) 発行日 令和3年1月6日 (2021. 1. 6)

(24) 登録日 令和2年12月11日 (2020. 12. 11)

(51) Int. Cl.		F I		
H O 1 L	21/027	(2006. 01)	H O 1 L	21/30
B 2 9 C	59/02	(2006. 01)	B 2 9 C	59/02
B 8 1 C	1/00	(2006. 01)	B 8 1 C	1/00

5 O 2 D
Z

請求項の数 12 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-137956 (P2016-137956)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年7月12日 (2016. 7. 12)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-10941 (P2018-10941A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成30年1月18日 (2018. 1. 18)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	令和1年7月9日 (2019. 7. 9)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インプリント装置および物品製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

型を用いて基板の上のインプリント材を成形するインプリント装置であって、
 前記基板を保持し移動する基板ステージと、
 前記型を保持する型保持部と、
 前記型保持部の周辺に配置された周辺部材と、を備え、
前記周辺部材は、前記基板ステージに対向する部分を含む下面と、前記型保持部の側の第1側面と、前記第1側面とは異なる第2側面とを有し、
前記第2側面には、前記基板ステージが面しうる空間にガスを吹き出す吹き出し部が設けられている、

ことを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記周辺部材は、前記型保持部を取り囲むように配置されている、
 ことを特徴とする請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 3】

前記型の側面に力を加えることによって前記型を変形させる型変形機構を更に備え、前記型変形機構は、前記型が配置される領域と前記第1側面との間に配置されている、
 ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のインプリント装置。

【請求項 4】

前記型保持部は、前記型の上面を吸着する吸着部を有する第1部分と、前記型の側面に

対向する第 2 部分とを含み、前記周辺部材は、前記第 1 側面と前記型が配置される領域との間に前記第 2 部分が配置されるように構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 5】

前記周辺部材の前記下面と前記基板ステージの上面との距離が 10 mm 以下である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 6】

前記吹き出し部は、前記第 2 側面に設けられた吹き出し口と、前記周辺部材の内部を通して前記吹き出し口に接続された流路とを含む、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

10

【請求項 7】

前記吹き出し部は、前記第 2 側面に取り付けられた吹き出し口を含む、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 8】

前記吹き出し部は、前記第 2 側面が面している前記空間にガスを吹き出す、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 9】

前記型と前記基板との間の処理空間に第 1 ガスを供給する第 1 ガス供給部と、前記処理空間を取り囲む周辺空間に第 2 ガスを供給する第 2 ガス供給部とを更に備える、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

20

【請求項 10】

前記吹き出し部は、水平にガスを吹き出す、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 11】

前記吹き出し部は、斜め下方に向けてガスを吹き出す、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置によって基板の上にパターンを形成する工程と、

前記パターンが形成された前記基板を加工する工程と、

を含み、前記加工が行われた前記基板から物品を製造することを特徴とする物品製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インプリント装置および物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスや MEMS などの微細化の要求が進み、従来のフォトリソグラフィ技術に加え、基板の上でインプリント材を型（モールド）で成形し、インプリント材のパターンを基板の上に形成する微細加工技術が注目を集めている。この技術は、インプリント技術と呼ばれる。インプリント技術によれば、基板の上に数ナノメートルオーダーの微細な構造体を形成することができる。例えば、インプリント技術の 1 つとして、光硬化法がある。この光硬化法を採用したインプリント装置では、まず、基板の上のインプリント領域にインプリント材を塗布する。次に、インプリント材に型を押し付けて、型のパターン領域の凹部にインプリント材を充填させる。次に、インプリント材に紫外線を照射することによってインプリント材を硬化させることによって凹部に対応するパターンを形成する。次に、硬化したインプリント材から型を引き離すことにより、基板の上に、インプリント材のパターンが残る。

40

【0003】

50

インプリント装置では、基板の上のインプリント材に型を押し付けてパターンを形成するため、縮小投影型露光装置に比べてパターン欠陥が発生しやすく、この欠陥の低減が課題となっている。欠陥の発生要因のうち、外部からの異物（パーティクル）を型と基板との間に挟み込んだ状態で型がインプリント材に押し付けられることによって発生する欠陥が特に問題となっている。異物が型のパターン領域に付着してしまうと、それ以降に基板の上に形成されるパターンには、同じ位置に欠陥が発生する。また、異物が型の材質より硬い場合、型を破損する可能性がある。インプリントプロセスでは、型の製造コストが比較的高いため、型の破損は製品のコストアップの大きな要因となる。

【0004】

そこで、従来のインプリント装置では、インプリント領域をガスバリアで取り囲むことにより、外部からの異物が型と基板との間に入り難くする技術が採用されている（特許文献1）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2014-56854号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

基板と型との間の空間への異物の侵入が効果的に防止されるようにガスバリアを形成するためには、基板と型との間の空間の容積を小さくし、ガスバリアを構成するガスの流速を高く維持することが望ましい。しかし、型の周囲には、メンテナンスを行うための空間などを設ける必要があるため、基板あるいは基板ステージが移動しうる領域の一部分の上には、広い空間が存在する。このような広い空間では、ガスバリアを構成するガスの流速が低下し、ガスバリアの効果が低減してしまう。

20

【0007】

本発明は、上記の課題認識を契機としてなされたものであり、例えば、基板と型との間の空間への異物の侵入を防止するために有利なインプリント装置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】

30

【0008】

本発明の1つの側面は、型を用いて基板の上のインプリント材を成形するインプリント装置に係り、前記インプリント装置は、前記基板を保持し移動する基板ステージと、前記型を保持する型保持部と、前記型保持部の周辺に配置された周辺部材と、を備え、前記周辺部材の側面は、前記基板ステージに対向する部分を含む下面と、前記型保持部の側の第1側面と、前記第1側面とは異なる第2側面とを有し、前記第2側面には、前記基板ステージが面しうる空間にガスを吹き出す吹き出し部が設けられている。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、基板と型との間の空間への異物の侵入を防止するために有利なインプリント装置を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の1つの実施形態のインプリント装置を示す図。

【図2】本発明の1つの実施形態のインプリント装置における吹き出し部の第1構成例を示す図。

【図3】本発明の1つの実施形態のインプリント装置における吹き出し部の第2構成例を示す図。

【図4】本発明の1つの実施形態のインプリント装置における吹き出し部の第3構成例を示す図。

50

【図 5】本発明の 1 つの実施形態のインプリント装置における吹き出し部の動作例を示す図。

【図 6】物品製造方法を例示する図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照しながら本発明をその例示的な実施形態を通して説明する。

【0012】

図 1 には、本発明の 1 つの実施形態のインプリント装置 1 の構成が示されている。インプリント装置 1 は、型 4 を用いて基板 2 の上にインプリント材 8 を成形してインプリント材 8 のパターンを形成する。より具体的には、インプリント装置 1 は、基板 2 の上に配置されたインプリント材 8 と型 4 とを接触させ、インプリント材 8 に硬化用のエネルギーを与えることにより、型 4 の凹凸パターンが転写されたインプリント材の硬化物のパターンを形成する。本明細書および添付図面では、基板 2 の表面に平行な方向を X Y 平面とする X Y Z 座標系において方向を示す。X Y Z 座標系における X 軸、Y 軸、Z 軸にそれぞれ平行な方向を X 方向、Y 方向、Z 方向とし、X 軸周りの回転、Y 軸周りの回転、Z 軸周りの回転をそれぞれ θX 、 θY 、 θZ とする。X 軸、Y 軸、Z 軸に関する制御または駆動は、それぞれ X 軸に平行な方向、Y 軸に平行な方向、Z 軸に平行な方向に関する制御または駆動を意味する。また、 θX 軸、 θY 軸、 θZ 軸に関する制御または駆動は、それぞれ X 軸に平行な軸の周りの回転、Y 軸に平行な軸の周りの回転、Z 軸に平行な軸の周りの回転に関する制御または駆動を意味する。また、位置は、X 軸、Y 軸、Z 軸の座標に基づいて特定されうる情報であり、姿勢は、 θX 軸、 θY 軸、 θZ 軸の値で特定されうる情報である。位置決めは、位置および／または姿勢を制御することを意味する。

【0013】

インプリント材としては、硬化用のエネルギーが与えられることにより硬化する硬化性組成物（未硬化状態の樹脂と呼ぶこともある）が用いられる。硬化用のエネルギーとしては、電磁波、熱等が用いられうる。電磁波は、例えば、その波長が 10 nm 以上 1 mm 以下の範囲から選択される光、例えば、赤外線、可視光線、紫外線などでありうる。硬化性組成物は、光の照射により、あるいは、加熱により硬化する組成物でありうる。これらのうち、光により硬化する光硬化性組成物は、少なくとも重合性化合物と光重合開始剤とを含有し、必要に応じて非重合性化合物または溶剤を更に含有してもよい。非重合性化合物は、増感剤、水素供与体、内添型離型剤、界面活性剤、酸化防止剤、ポリマー成分などの群から選択される少なくとも一種である。インプリント材は、供給部 7 により、液滴状、或いは複数の液滴が繋がってできた島状又は膜状となって基板上に配置されうる。インプリント材の粘度（25℃における粘度）は、例えば、1 mPa・s 以上 100 mPa・s 以下でありうる。基板の材料としては、例えば、ガラス、セラミックス、金属、半導体、樹脂等が用いられうる。必要に応じて、基板の表面に、基板とは別の材料からなる部材が設けられてもよい。基板は、例えば、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、石英ガラスである。

【0014】

インプリント装置 1 は、型保持部 6、型駆動機構 24、型変形機構 19、基板ステージ 3、基板駆動機構 23、供給部 7 および硬化部 20 を備えうる。型保持部 6 は、型 4 を保持する。型保持部 6 は、例えば、型 4 の上面を吸着する吸着部を有する第 1 部分 61 と、型 4 の側面に対向する第 2 部分 62 とを含みうる。型駆動機構 24 は、型 4 を複数の軸（例えば、X 軸、Y 軸、Z 軸、 θX 軸、 θY 軸、 θZ 軸の 6 軸）について駆動するように構成されうる。型変形機構 19 は、型 4 の側面に力を加えることによって型 4 を変形させ、これにより、パターン領域 41 の形状を変形させる。基板ステージ 3 は、基板 2 を保持するチャックを有し、基板 2 を保持し移動する。基板駆動機構 23 は、基板 2 を複数の軸（例えば、X 軸、Y 軸、 θZ 軸の 3 軸）について移動させるように基板ステージ 3 を移動させる。型駆動機構 24 および基板駆動機構 23 は、型 4 と基板 2 とを複数の軸について相対的に移動させる相対移動機構を構成する。相対移動機構による型 4 と基板 2 との相対的

な移動は、基板2の上のインプリント材8と型4とを接触させるための移動、および、硬化したインプリント材8と型4とを分離させるための移動を含みうる。また、相対移動機構による型4と基板2との相対的な移動は、型4と基板2との相対的な位置合わせのための移動を含みうる。

【0015】

供給部7は、基板2の上にインプリント材8を供給あるいは配置する。硬化部20は、基板2の上に供給あるいは配置されたインプリント材8を硬化させるエネルギー（例えば、紫外光などの光）21をインプリント材8に与えることによってインプリント材8を硬化させる。供給部7によって基板2の上にインプリント材8が供給され、型4と基板2のインプリント領域とが位置合わせされた後に、型駆動機構24によって型保持部6が一Z方向に駆動されうる。これによって、基板2の上のインプリント材8に型4のパターン領域41が接触する。その後、パターン領域41のパターンを構成する凹部にインプリント材8が充填されるのを待って、硬化部20によってインプリント材8に硬化用のエネルギーが与えられ、これによってインプリント材8が硬化する。インプリント装置1は、パターン領域41のパターンを構成する凹部に対するインプリント材8の充填を促進するための第1ガス（例えば、ヘリウム）17を基板2と型4との間の処理空間SPに供給する第1ガス供給部16を備えている。第1ガス供給部16には、第1ガス供給源18によって第1ガスが供給されうる。第1ガス供給部16のガス供給口は、例えば、型保持部6に配置されうる。第1ガス供給部16のガス供給口は、型4を取り囲むように配置されうる。

【0016】

基板2の上のインプリント材8に型4のパターン領域41が接触する際に、パーティクル等の異物が基板2のインプリント領域と型4のパターン領域41との間に存在すると、パターン領域41が破損する可能性がある。インプリント装置1は、半導体デバイス等の物品を製造するための清浄な環境内に置かれるが、異物の発生を完全になくすることは非常に困難である。異物は、インプリント装置1を構成する部品から生じることもあるし、インプリント装置1の外部から持ち込まれることもある。パターン領域41に形成されているパターンの寸法や深さにより異なるが、パターンのハーフピッチ寸法以上の大きさの異物があると、パターンの欠陥が発生する可能性が高い。

【0017】

そこで、型保持部6の周辺に周辺部材9が配置され、基板2の上方の空間の容積が周辺部材9によって制限されうる。周辺部材9は、典型的には、型保持部6および型変形機構19を取り囲むように配置されうる。また、周辺部材9は、周辺部材9の第1側面91と型4が配置される領域との間に型保持部6の第2部分62が配置されるように構成されうる。インプリント装置1は、処理空間SPを取り囲む周辺空間SS（周辺部材9と基板ステージ3との間の空間）に、ガスバリアを形成するための第2ガス（例えば、クリーンドライエアー）11を供給する第2ガス供給部10を備えうる。第2ガス供給部10には、第2ガス供給源12によって第2ガスが供給されうる。第2ガス供給部10のガス供給口は、例えば、型保持部6および／または周辺部材9に配置されうる。図1に示された例では、第2ガス供給部10のガス供給口は、例えば、型保持部6および周辺部材9の双方に配置されている。第2ガス供給部10のガス供給口は、他の部材に配置されてもよい。第2ガス供給部10のガス供給口は、処理空間SPを取り囲むように配置されうる。

【0018】

処理空間SPに対する異物の侵入を防止する観点では、周辺部材9は、基板ステージ3が移動可能な範囲の全域において、周辺部材9が基板ステージ3に対向しうるように配置されるべきである。基板ステージ3が移動可能な範囲は、基板搬送機構が基板ステージ3から基板2を受け取ったり、基板ステージ3に基板2を渡したりするための受け渡し領域や、基板ステージ3のメンテナンスを行うためのメンテナンス領域を含みうる。このような領域には、周辺部材9を配置することができないので、基板ステージ3が面しうる空間S1が存在しうる。一例においては、空間S1は、基板ステージ3が移動することによって基板ステージ3が空間S1に面する状態となる場合と、空間S1に面しない状態となる場

合がある空間である。他の例において、空間 S 1 は、基板ステージ 3 が常に面する空間である。

【0019】

周辺部材 9 は、基板ステージ 3 に対向する部分を含む下面 9 0 と、型保持部 6 の側の第 1 側面 9 1 と、第 1 側面 9 1 とは異なる第 2 側面 9 2 とを有し、第 2 側面 9 2 は、基板ステージ 3 が面しうる空間 S 1 に面する。周辺部材 9 の第 1 側面 9 1 は、型保持部 6 および型変形機構 1 9 を取り囲むように配置されうる。換言すると、型変形機構 1 9 は、型 4 が配置される領域と周辺部材 9 の第 1 側面 9 1 との間に配置されうる。

【0020】

周辺部材 9 の下面 9 0 と基板ステージ 3 の上面との距離は、0 mm より大きく、10 mm 以下であることが好ましい。また、該距離は、製造の容易性の観点では 0.5 mm 以上であることがより好ましく、ガスバリアの効果の観点では 2 mm 以下であることがより好ましい。基板ステージ 3 は、基板 2 の周辺を取り囲む基板周辺部 3 1 を有しうる。基板ステージ 3 の上面は、基板周辺部 3 1 の上面でありうる。

【0021】

空間 S 1 に基板ステージ 3 が面する状況では、基板ステージ 3 あるいは基板 2 の上では、第 2 ガス 1 1 によって形成されるガスバリアによる基板ステージ 3 および基板 2 の保護効果が弱まり、基板ステージ 3 および基板 2 の上に異物が付着しうる。そこで、本実施形態では、清浄ガス（例えば、クリーンドライエアー）1 4 を吹き出す吹き出し部 1 3 が周辺部材 9 の第 2 側面 9 2 に設けられている。吹き出し部 1 3 から吹き出される清浄ガスによって空間 S 1 の清浄度が向上する。これにより、空間 S 1 に基板ステージ 3 が面する状況において基板ステージ 3 および基板 2 の上に異物が付着する可能性を低減することができる。これにより、基板ステージ 3 および基板 2 の移動によって処理空間 S P に異物が侵入する可能性を低減することができる。

【0022】

図 2 に例示的に示されるように、吹き出し部 1 3 は、第 2 側面 9 2 に設けられた吹き出し口 1 3 1 と、周辺部材 9 の内部を通して吹き出し口 1 3 1 に接続された流路 2 5 とを含みうる。吹き出し部 1 3 には、ガス供給源 1 5 によって清浄なガスが供給されうる。あるいは、吹き出し部 1 3 は、第 2 側面 9 2 に取り付けられた吹き出し口 1 3 1 を含んでもよい。吹き出し部 1 3 は、第 2 側面 9 2 が面している空間 S 1 に気体を吹き出すように構成されうる。図 2 に例示されるように、吹き出し部 1 3 は、水平にガスを吹き出すように構成されうる。あるいは、図 3 に例示されるように、吹き出し部 1 3 は、斜め下方に向けてガスを吹き出すように構成されうる。あるいは、図 4 に例示されるように、吹き出し部 1 3 は、水平にガスを吹き出すとともに斜め下方に向けてガスを吹き出すように構成されうる。更に、図 5 に例示されるように、空間 S 1 に面する複数の吹き出し部 1 3 を有する構成において、基板ステージ 3 の移動方向（矢印 A の右方向）に沿ったガス流が形成されるように、複数の吹き出し部 1 3 のうち選択された吹き出し部 1 3 からガスを吹き出してもよい。吹き出し部 1 3 から空間 S 1 に供給される清浄なガスは、空間 S 1 の清浄度を向上させるために、絶えず吹き出されていることが望ましい。しかしながら、少なくとも基板 2 が空間 S 1 の下に配置されている時に、吹き出し部 1 3 から清浄なガスを供給されてい

【0023】

インプリント装置を用いて形成した硬化物のパターンは、各種物品の少なくとも一部に恒久的に、或いは各種物品を製造する際に一時的に、用いられる。物品とは、電気回路素子、光学素子、MEMS、記録素子、センサ、或いは、型等である。電気回路素子としては、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、MRAM のような、揮発性或いは不揮発性の半導体メモリや、LSI、CCD、イメージセンサ、FPGA のような半導体素子等が挙げられる。型としては、インプリント用のモールド等が挙げられる。

【0024】

硬化物のパターンは、上記物品の少なくとも一部の構成部材として、そのまま用いられ

るか、或いは、レジストマスクとして一時的に用いられる。基板の加工工程においてエッチング又はイオン注入等が行われた後、レジストマスクは除去される。

【0025】

次に、本発明の物品製造方法の具体例を説明する。図6(a)に示すように、絶縁体等の被加工材2zが表面に形成されたシリコンウエハ等の基板1zを用意し、続いて、インクジェット法等により、被加工材2zの表面にインプリント材3zを付与する。ここでは、複数の液滴状になったインプリント材3zが基板上に付与された様子を示している。

【0026】

図6(b)に示すように、インプリント用の型4zを、その凹凸パターンが形成された側を基板上のインプリント材3zに向け、対向させる。図6(c)に示すように、インプリント材3zが付与された基板1zと型4zとを接触させ、圧力を加える。インプリント材3zは型4zと被加工材2zとの隙間に充填される。この状態で硬化用のエネルギーとして光を型4zを透して照射すると、インプリント材3zは硬化する。

10

【0027】

図6(d)に示すように、インプリント材3zを硬化させた後、型4zと基板1zを引き離すと、基板1z上にインプリント材3zの硬化物のパターンが形成される。この硬化物のパターンは、型の凹部が硬化物の凸部に、型の凹部が硬化物の凸部に対応した形状になっており、即ち、インプリント材3zに型4zの凹凸パターンが転写されたことになる。

【0028】

図6(e)に示すように、硬化物のパターンを耐エッチングマスクとしてエッチングを行うと、被加工材2zの表面のうち、硬化物が無いか或いは薄く残存した部分が除去され、溝5zとなる。図6(f)に示すように、硬化物のパターンを除去すると、被加工材2zの表面に溝5zが形成された物品を得ることができる。ここでは硬化物のパターンを除去したが、加工後も除去せずに、例えば、半導体素子等に含まれる層間絶縁用の膜、つまり、物品の構成部材として利用してもよい。

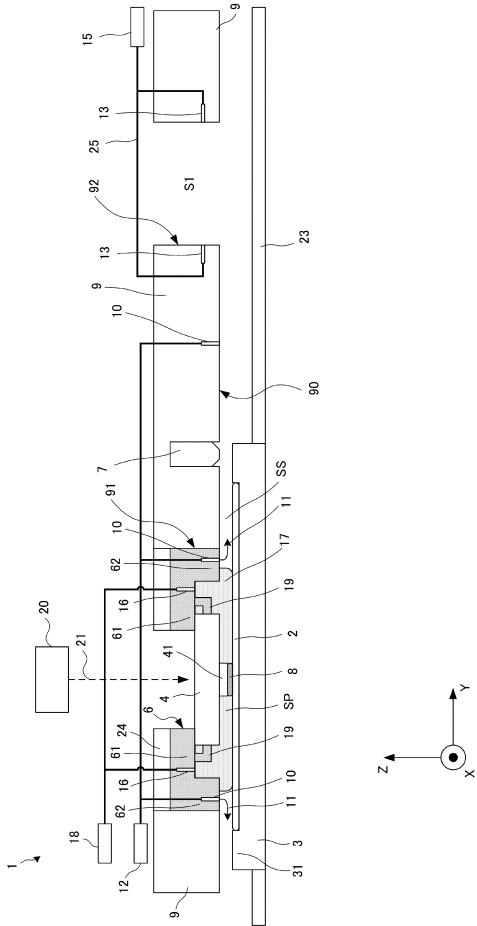
20

【符号の説明】

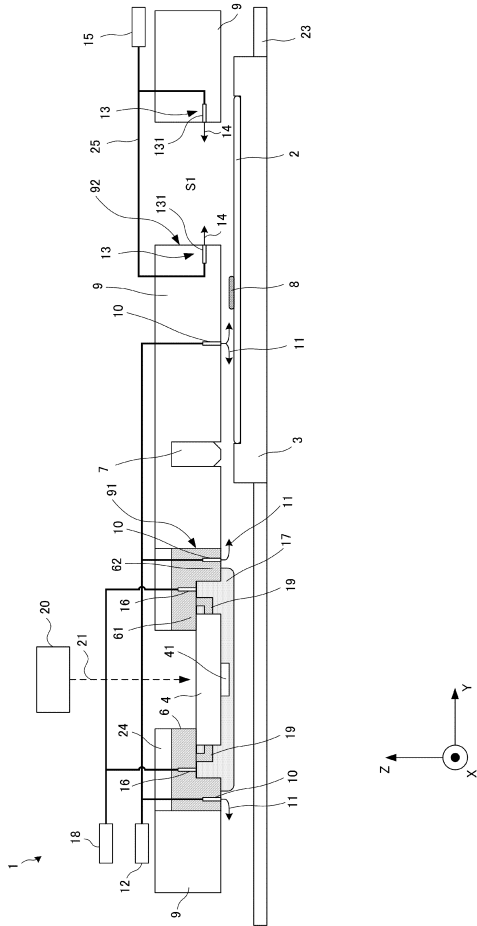
【0029】

1：インプリント装置、2：基板、3：基板ステージ、4：型、6：型保持部、9：周辺部材、90：下面、91：第1側面、92：第2側面、13：吹き出し部

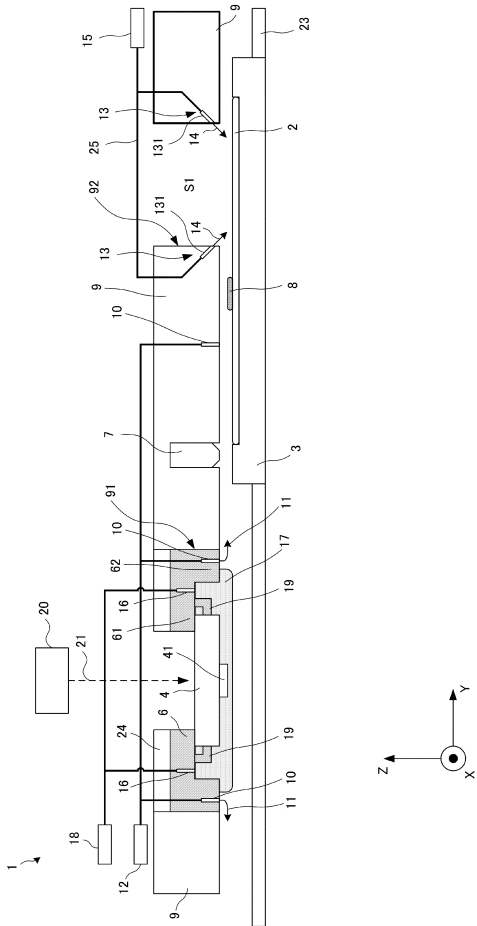
【図 1】



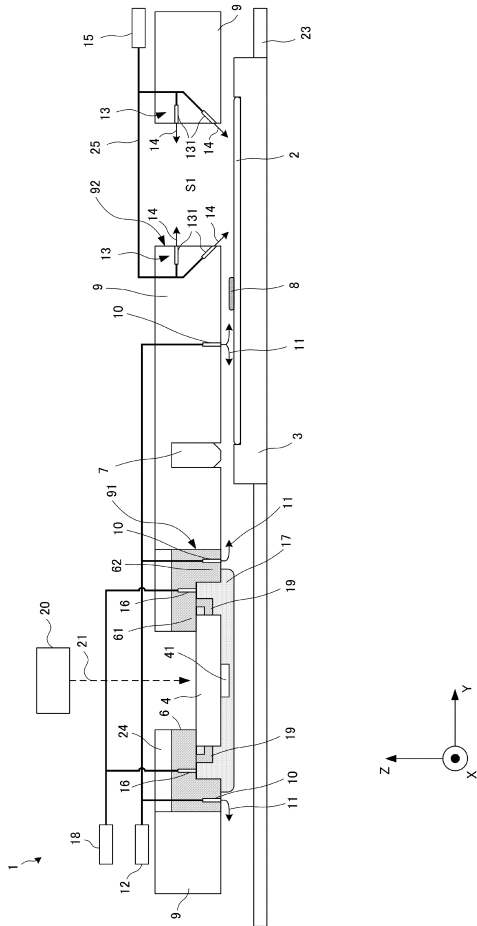
【図 2】



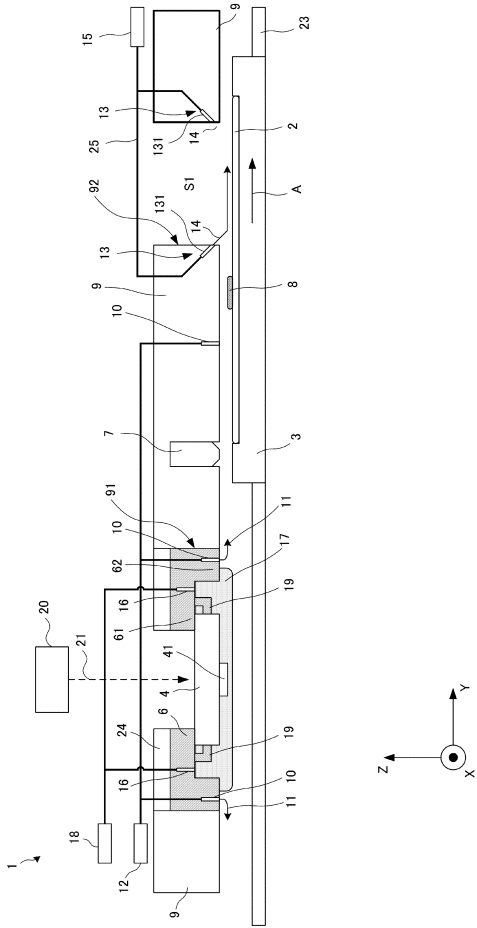
【図 3】



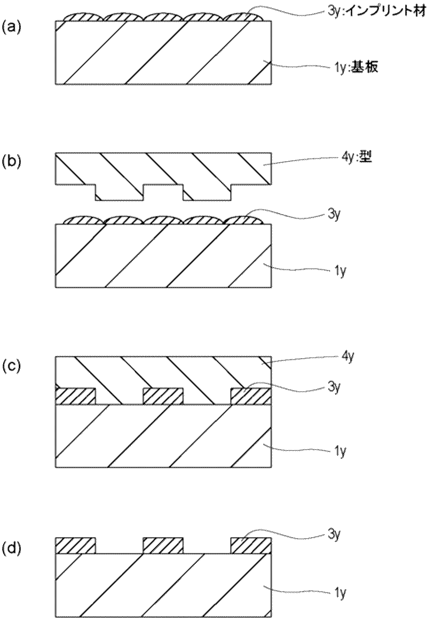
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 中川 一樹
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 今井 彰

(56)参考文献 特開2014-080000 (JP, A)
特開2016-054232 (JP, A)
特開2014-056854 (JP, A)
特開2015-090974 (JP, A)
特開2013-026573 (JP, A)
特開2016-031952 (JP, A)
特開2012-174809 (JP, A)
特開2006-352121 (JP, A)
特開2016-054231 (JP, A)
米国特許出願公開第2007/0063384 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027、21/30
B29C 59/02
B81B 1/00-7/04
B81C 1/00-99/00