

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-139452

(P2017-139452A)

(43) 公開日 平成29年8月10日 (2017.8.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30	5O2D 4F209
B29C 59/02 (2006.01)	B29C 59/02	Z 5D112
G11B 5/84 (2006.01)	G11B 5/84	Z 5F146

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-240689 (P2016-240689)
 (22) 出願日 平成28年12月12日 (2016.12.12)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-18746 (P2016-18746)
 (32) 優先日 平成28年2月3日 (2016.2.3)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100114775
 弁理士 高岡 亮一
 (74) 代理人 100121511
 弁理士 小田 直
 (72) 発明者 坂本 英治
 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
 Fターム(参考) 4F209 AA44 AF01 AG05 AH33 AH73
 AJ06 AM30 AR11 AR14 AR16
 PA02 PB01 PC01 PC05 PN09
 PQ11
 5D112 AA02 AA24 BA09 GA00
 5F146 AA31

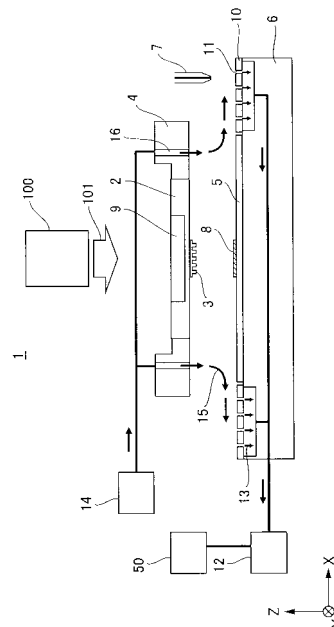
(54) 【発明の名称】 インプリント装置および物品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 パターン欠陥を低減したインプリント装置を提供する。

【解決手段】 型2を用いて基板5にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置1は、基板5を保持して移動可能な基板ステージ6と、基板ステージ6上の基板5を保持する部分の外周部に配置され、孔を有する板部材10と、孔を介して基板ステージ6上の空間の気体を吸引する吸引手段12と、を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

型を用いて基板にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置であって、前記基板を保持して移動可能なステージと、前記ステージ上の前記基板を保持する部分の外周部に配置され、孔を有する板部材と、前記孔を介して前記ステージ上の空間の気体を吸引する吸引手段と、を有することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

型を用いて基板にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置であって、前記基板を保持して移動可能なステージと、前記ステージ上の前記基板を保持する部分の外周部に配置され、孔を有する板部材と、前記孔を介して前記ステージ上の空間に気体を放出する放出手段と、を有することを特徴とするインプリント装置。

10

【請求項 3】

前記孔を介して前記ステージ上の空間に気体を放出する放出手段と、前記孔の接続先を前記吸引手段または前記放出手段に切り替える切り替え部と、を有す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 4】

前記切り替え部を制御する制御部を有し、前記制御部は、前記ステージの位置情報に基づいて前記孔の接続先を切り替えることを特徴とする請求項 3 に記載のインプリント装置。

20

【請求項 5】

前記放出手段は、前記板部材が前記型と対向していない状態で前記気体の放出を行うことを特徴とする請求項 2 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】

前記型の周囲から気体を吹き出し、前記基板が前記型に対向している状態で前記基板の外周側に沿う方向に気流を生じさせる気流形成手段を有し、

前記気流形成手段は、前記放出手段から放出された気体を前記基板の外周側に沿う方向に流すことを特徴とする請求項 2 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 7】

前記孔は前記基板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 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

30

【請求項 8】

前記吸引手段が吸引する気体の流量およびタイミングの少なくとも一方を制御する制御部を有し、

前記吸引手段は、前記板部材の第 1 領域の前記孔から前記気体を吸引する第 1 吸引部と、前記板部材の第 2 領域の前記孔から前記気体を吸引する第 2 吸引部と、を含み、

前記制御部は、前記第 1 吸引部と前記第 2 吸引部とのそれぞれが吸引する気体の流量およびタイミングの少なくとも一方を制御す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。

40

【請求項 9】

前記放出手段が放出する気体の流量およびタイミングの少なくとも一方を制御する制御部を有し、

前記放出手段は、前記板部材の第 1 領域の前記孔から前記気体を放出する第 1 放出部と、前記板部材の第 2 領域の前記孔から前記気体を放出する第 2 放出部と、を含み、

前記制御部は、前記第 1 放出部と前記第 2 放出部とのそれぞれが吸引する気体の流量およびタイミングの少なくとも一方を制御することを特徴とする請求項 2 に記載のインプリント装置。

【請求項 10】

前記ステージ上に設けられた電極部と、

50

前記電極部に直流電圧を印加する電源と、を有し、

前記直流電圧を用いて前記電極は前記ステージ上のパーティクルを引き寄せる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 1 1】

前記電極部は前記板材の少なくとも一部であることを特徴とする請求項 9 に記載のインプリント装置。

【請求項 1 2】

前記電源は、前記電極部の表面に前記型の電位と同じ極性の電位を与えることを特徴とする請求項 1 0 又は 1 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 1 3】

前記型保持部の、前記ステージとの対向可能な部分に設けられた第 1 電極部と、前記ステージ上に設けられた第 2 電極部と、前記第 1 電極部と前記第 2 電極部との間に交流成分を含む電圧を印加する電源と、を含み、

前記電源を用いて前記第 1 電極部からパーティクルを離脱させ

前記吸引手段は、前記離脱させたパーティクルを前記気体とともに前記孔を介して吸引することを特徴とする、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 1 4】

前記板部材は、前記第 2 電極部よりも前記ステージの外周側に設けられることを特徴とする請求項 1 3 に記載のインプリント装置。

【請求項 1 5】

前記電源は、前記第 1 電極部と前記第 2 電極部とが対向したときに形成される電界の向きが一定となるように前記交流成分を含む電圧を印加することを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 に記載のインプリント装置。

【請求項 1 6】

前記電源は、前記第 1 電極部と前記第 2 電極部とが対向したときに形成される電界の向きが、前記型の電位に応じた電界の方向と同じ向きになるように前記交流成分を含む電圧を印加することを特徴とする請求項 1 3 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置を用いて基板上にパターンを形成する工程と、前記工程でパターンの形成された基板を処理する工程と、を有することを特徴とする物品の製造方法。

【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の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

インプリント技術は、ナノスケールの微細パターンの転写を可能にする技術であり、磁気記録媒体や半導体デバイスの量産向けナノリソグラフィ技術の 1 つとして注目されている。インプリント技術では、パターンが形成されたモールド（型）と基板上的インプリント材（樹脂）とを接触（押印）させた状態でインプリント材を硬化させ、硬化させたインプリント材からモールドを剥離（離型）することで基板上にパターンを転写する。

【0003】

インプリント装置において生じるパターン欠陥の一つに、外部からのパーティクルをモールドと基板の間に挟み込んだ状態で押印することにより発生する欠陥がある。パーティクルがモールドのパターン内に付着してしまうと、それ以降に押印した全てのパターンの

10

20

30

40

50

同じ場所に欠陥が発生し、歩留が低下する要因となる。また、パーティクルの挟み込みによりモールドが破損する可能性が高くなる。インプリントプロセスでは、モールドの製造コストが比較的高いため、モールドの破損は製品のコストアップの大きな要因となる。特許文献1には、モールドの外周部から基板に向けてカーテン状の気流（エアカーテン）を形成し、外部からのパーティクルがモールドと基板との間に入り難くする技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014-56854号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、基板ステージがモールドによってインプリント材にパターンが押印される押印位置へ移動を開始すると、基板と基板ステージ表面近傍の気体も基板ステージとともに移動する。したがって、特許文献1では、基板ステージが移動する事で放射方向の気流の一部にモールドの中心方向に向かう逆流が発生し、逆流部分からパーティクルが入り込みやすくなる。これにより、型とインプリント材とを接触させたときに間にパーティクルがあることによってパターン欠陥の発生する可能性が高くなる。

【0006】

20

本発明は、例えば、パターン欠陥を低減した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】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明は、型を用いて基板にパターンを形成するインプリント装置であって、前記基板を保持して移動可能なステージと、前記ステージ上の前記基板を保持する部分の外周部に配置され、孔を有する板部材と、前記孔を介して前記ステージ上の空間の気体を吸引または前記ステージ上の空間に対する気体の放出を制御する制御部と、を有するインプリント装置を提供する。

【発明の効果】

30

【0008】

本発明によれば、例えば、パターン欠陥を低減したインプリント装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施例1におけるインプリント装置の模式図である。

【図2】パーティクルによるパターン部破損を説明する模式図である。

【図3】従来のインプリント装置の一例を示す図である。

【図4】モールドおよびモールド保持部の下面図である。

【図5】実施例1における基板および多孔板の上面図である。

40

【図6】実施例1における基板およびスリット状の多孔板の上面図である。

【図7】実施例1における別様態のインプリント装置の模式図である。

【図8】流路の切替を説明する図である。

【図9】実施例2におけるインプリント装置の模式図である。

【図10】実施例2における別様態のインプリント装置の模式図である。

【図11】実施例2における基板および多孔板の上面図である。

【図12】実施例3におけるインプリント装置の模式図である。

【図13】実施例3におけるパターン部に付着したパーティクルの除去を説明する図である。

【図14】実施例4におけるインプリント装置の模式図である。

50

【図15】実施例4における板材に付着したパーティクルの除去を説明する図である。

【図16】物品の製造方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

(実施例1)

図1は、実施例1におけるインプリント装置1の概略構成を示す図である。このインプリント装置1は、半導体デバイスなどのデバイスの製造に使用され、被処理基板上のインプリント材(未硬化樹脂)を型(モールド)で成形し、基板上にインプリント材のパターンを形成する装置である。ここではインプリント材を硬化する方法として光硬化法を採用したインプリント装置とするが、これに限られるものではない。以下の図においては、基板上のインプリント材に対して紫外線を照射する照明系の光軸と平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内において互いに直交するX軸およびY軸を取る。インプリント装置1は、照射部100と、型保持部4と、基板ステージ6と、供給部7を備える。

10

【0011】

照射部100は、インプリント処理の際に、インプリント材8に対して紫外線101を照射する。この照射部100は、不図示であるが、露光光源と、この露光光源から照射された紫外線101をインプリントに適切な光に調整する光学素子から構成される。インプリント材には、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、熱等が用いられる。電磁波としては、例えば、その波長が10nm以上1mm以下の範囲から選択される、赤外線、可視光線、紫外線などの光である。

20

【0012】

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る。このうち、光により硬化する光硬化性組成物は、重合性化合物と光重合開始剤とを少なくとも含有し、必要に応じて非重合性化合物または溶剤を含有してもよい。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、スピンコーターやスリットコーターにより基板上に膜状に付与される。或いは液体噴射ヘッドにより、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付与されてもよい。インプリント材の粘度(25における粘度)は、例えば、1mPa・s以上100mPa・s以下である。

30

【0013】

型2は、外周形状が角形であり、基板5に対向する面は、例えば回路パターンなどの転写すべき凹凸パターンが3次元状に形成されたパターン部3を含む。型2の材質は、紫外線101を透過させることが可能な材質であり、本実施例では一例として石英とする。さらに、型2は、Z方向の変形を容易とするために、紫外線101が照射される面に、ある程度の深さを有するキャビティ(凹部)9が形成された形状としてもよい。

【0014】

型保持部4は、型2を保持しながら、型2を移動させる駆動機構を有する。型保持部4は、型2における紫外線101の照射面の外周領域を真空吸着力や静電力により引き付けることで型2の保持が可能である。例えば、型保持部4が真空吸着力により型2を保持する場合には、型保持部4は、外部に設置された不図示の真空ポンプに接続され、この真空ポンプのON/OFFにより型2の脱着が切り替えられる。型保持部4は、型2と基板5上のインプリント材8との押し付け、または引き離しを行うように型2を各軸方向に移動させる。この型保持部4の駆動機構として採用可能なアクチュエータとしては、例えばリアモータまたはエアシリンダがある。また、この駆動機構は、型2の高精度な位置決めに対応するために、粗動駆動系や微動駆動系などの複数の駆動系から構成されていてもよい。さらに、Z軸方向だけでなく、X軸方向やY軸方向、または方向の位置調整機能(回転機構)や、型2の傾きを補正するためのチルト機能などを有する構成もあり得る。なお、インプリント装置1における押し付けおよび引き離し動作は、型2をZ軸方向に移動

40

50

させることで実現してもよいが、基板ステージ 6 を Z 軸方向に移動させることで実現してもよく、または、その双方を相対的に移動させてもよい。

【 0 0 1 5 】

基板 5 は、ガラス、セラミックス、金属、半導体、樹脂等が用いられ、必要に応じて、その表面に基板とは別の材料からなる部材が形成されていてもよい。基板 5 としては、具体的に、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、石英ガラスなどである。この被処理面には、型 2 に形成されたパターン部 3 によりパターン成形される紫外線硬化型のインプリント材 8 が供給される。基板ステージ 6 は、基板 5 を保持し、型 2 と基板 5 上のインプリント材 8 との接触動作に際して型 2 とインプリント材 8 との位置合わせを実施する。また基板ステージ 6 は、各軸方向に移動可能とするステージ駆動機構（不図示）を有する。このステージ駆動機構に採用可能なアクチュエータとしては、例えばリニアモータや平面モータがある。ステージ駆動機構は、X 軸および Y 軸の各方向に対して、粗動駆動系や微動駆動系などの複数の駆動系から構成されていてもよい。さらに、Z 軸方向の位置調整のための駆動系や、基板 5 の 方向の位置調整機能（回転機構）、または基板 5 の傾きを補正するためのチルト機能などを有する構成もあり得る。

10

【 0 0 1 6 】

供給部 7 は、型保持部 4 の近傍に設置され、基板 5 上にインプリント材 8 を供給する。ここで、このインプリント材 8 は、紫外線 1 0 1 を受光することにより硬化する性質を有する光硬化性樹脂であり、半導体デバイス製造工程などの各種条件により適宜選択される。また、供給部 7 から吐出されるインプリント材 8 の量も、基板 5 上に形成されるインプリント材 8 の所望の厚さや、形成されるパターンの密度などにより適宜決定される。

20

【 0 0 1 7 】

基板 5 にインプリント材 8 が供給され、型 2 と基板 5 とが所定の位置関係に位置決めされた後、型保持部 4 を - Z 方向に移動し、パターン部 3 をインプリント材 8 に押し付けて基板 5 上にパターンを形成する。ここで図 2 (A)、図 2 (B) に示すように、パーティクル 9 0 が基板 5 上の押印領域内やパターン部 3 に付着した状態で、パターン部 3 をインプリント材 8 に接触させてしまうと、図 2 (C) に示すように、パターン部 3 を破損する可能性がある。インプリント装置は半導体デバイスを製造するための清浄な環境内に置かれるが、パーティクルの発生を無くすというのは非常に困難である。本明細書において、「パーティクル」とは、パターン形成に関与することを目的としない物質である。例えば、供給部 7 から吐出されたインプリント材 8 が漂い乾燥した固形物、インプリント装置 1 を構成する部材から生じる微粒子、外部から進入してインプリント装置 1 内に存在する塵などである。パターン欠陥の発生のしやすさは、パターン部 3 のパターン寸法やパターン深さにより異なるが、ハーフピッチ寸法以上の大きさのパーティクルがあるとパターン欠陥が発生しやすくなる。

30

【 0 0 1 8 】

一旦、パターン部 3 が破損してしまうと図 2 (D) に示されるように、それ以後、基板 5 上に形成される全てのパターン 9 1 の同じ場所に欠陥が発生してしまい、半導体デバイス製造の歩留が著しく低下してしまう。また、型 2 は比較的製造コストが高く、半導体デバイスのコストアップの原因となってしまう。したがって、インプリント装置では、パーティクルがインプリント空間へ入り込み、基板 5 やパターン部 3 に付着するのを防止しなければならない。なお、以下の説明において、インプリント空間とは、型 2 と基板 5 とが対向した時に型 2 と基板 5 とで挟まれる空間をいう。従来のインプリント装置では、図 3 (A) に示すように、気流形成部（気流形成手段）である気体供給源 1 4 を接続したノズル 1 6 から基板 5 に向けて気体 1 5 を吹き付けることで、インプリント装置の外側に向かう気流を形成している。つまり、ステージ 6（基板 5）が型 2 に対向している状態で基板 5 の外周側に沿う方向に気流を生じさせる。これにより、パーティクル 9 0 がインプリント空間に入り込むのを防止している。ノズル 1 6 は、型 2 の周囲を囲うように型保持部 4 に設けられる。ノズル 1 6 から基板 5 に吹き付けられた気体 1 5 は、型 2 と基板 5 とに挟まれた空間からインプリント空間の外部に向かって、ハーゲン・ポアズイユ流となる流速

40

50

分布 9 2 を形成する。

【 0 0 1 9 】

しかしながら、図 3 (B) に示すように基板ステージ 6 が移動する際には、基板ステージ 6 の進行方向の前方では流速分布 9 3、後方では流速分布 9 4 のように変化する。流速分布 9 4 の基板ステージ 6 の表面近傍では、外部からインプリント空間に向かう逆流が一部に形成される。これは、一般的に気体を含む粘性流体では壁面において流速がゼロとなるため、基板ステージ 6 が移動すると、基板ステージ 6 の表面近傍の気体も基板ステージ 6 とともに移動し、クエット流れを形成するからである。外部からインプリント空間に向かう逆流が生じると、基板ステージ 6 の表面近傍に存在するパーティクル 9 0 は基板ステージ 6 が往復運動を繰り返すうちにインプリント空間の中に入る可能性が高くなる。

10

【 0 0 2 0 】

そこで、図 1 に示す実施例 1 のインプリント装置では、基板ステージ 6 の表面近傍のパーティクルがインプリント空間に侵入するのを防止するための多孔板 1 0 および制御部 5 0 を設ける。多数の孔 1 1 を有する多孔板 1 0 (板部材) は、基板ステージ 6 の基板 5 を保持する部分の外周にある外周部に設けられている。多孔板 1 0 に接続された真空源 (吸引手段) 1 2 が、孔 1 1 を介して基板ステージ上の空間の気体 1 3 の吸引を行い、周辺にあるパーティクルがインプリント空間に侵入するのを防止する。多孔板 1 0 に形成された多数の孔 1 1 は気体の吸引口又は放出口となる孔である。制御部 5 0 は、供給部 7、基板ステージ 6、照射部 1 0 0、多孔板 1 0 に接続された真空源 1 2、に接続されており、これらを制御してインプリント処理を実行する。制御部 5 0 は、インプリント処理に関するプログラムを実行する CPU、およびプログラムや各種計測値等を記憶するメモリを含む。図 4 は、型 2 および型保持部 4 を - Z 方向から見た図である。ノズル 1 6 は、型 2 を囲うように環状に配置される。本実施例においてノズル 1 6 は 1 列であるが、複数のノズル 1 6 の列が同心円状に配置されていてもよい。また、1つのノズル 1 6 の形状が円形ではなくスリット状でもよい。また、ノズル 1 6 は、離散的に型 2 を周辺に配置されていてもよい。図 5 は、基板 5 および多孔板 1 0 を + Z 方向から見た図である。本実施例において多孔板 1 0 は、基板 5 の搭載されている部分を除く基板ステージ 6 の上面全体を占めている。多孔板 1 0 は、孔 1 1 が概一様に分布している部材である。孔 1 1 の形状は丸孔に限らず、均一に吸引できる形状ならよい。例えば、図 6 に示すように基板 5 を囲うスリット 1 8 のような形状でもよい。多孔板 1 0 の材質は、半導体プロセスに影響を与えないプラスチック、セラミックスやそれらの多孔質体が適している。

20

30

【 0 0 2 1 】

ノズル 1 6 から吹き出す気体 1 5 の流量は適宜決定されるが、インプリント空間から外側に流れる平均流速が基板ステージ 6 の移動の速さの最大値よりも大きい事が望ましい。例えば、型保持部 4 の外周の大きさが 3 2 0 mm、インプリント空間の高さが 1 mm、基板ステージ 6 の最大の速さが 1 m / s の時、気体 1 5 の流量は 6 0 L / min 以上が望ましい。多孔板 1 0 から吸引する気体 1 3 の流量も適宜決定されるが、基板ステージ 6 の外部に浮遊するパーティクル 9 0 が、逆流に乗っても基板 5 に到達する前に多孔板 1 0 から排出される流速に設定すればよい。前記の例では、逆流領域の Z 方向高さを約 1 7 0 μ m、基板 5 の端から基板ステージ 6 の端まで 1 0 0 mm とすると、多孔板 1 0 から吸引する気体 1 3 の平均流速は 1 . 7 mm / s 以上とすればよい。多孔板 1 0 から吸引する気体 1 3 の流量は、多孔板 1 0 と真空源 1 2 の間に設けられ、制御部 5 0 に接続された、不図示の流量調整手段により調整すればよい。

40

【 0 0 2 2 】

制御部 5 0 は、図 7 に示すように、多孔板 1 0 に接続された加圧源 (放出手段) 1 9 と接続されてもよい。この場合、多孔板 1 0 がインプリント空間の外部にあるときに多孔板 1 0 から基板ステージ上の空間に対して気体 1 7 を放出することで、逆流領域に入ってきたパーティクル 9 0 は、インプリント空間からインプリント空間の外部に排出される。

【 0 0 2 3 】

さらに、実施例 1 のインプリント装置の制御部 5 0 は、図 8 に示すように、真空源 1 2

50

と加圧源 19 の両方との切り替えを行う切替装置（切り替え部）27 に接続されていてもよい。切替装置 27 は、制御部 50 からの指示に基づいて、基板ステージ 6 の位置情報に応じて、孔 11 が接続される先を真空源 11 と加圧源 12 とに切り替える。気体 13 の吸引と気体 17 の放出を切り替える事が出来る。吸引と放出の切替は、例えば、多孔板 10 の接続先を、気体を吸引する場合は真空源 12 にする。或いは、多孔板 10 の接続先を、気体を放出する場合は加圧源 19 にする。例えば、インプリント材 8 を基板 5 に供給し、パターン部 3 をインプリント材 8 に押し付ける動作を繰り返すインプリント工程の間は、図 8 (A) に示すように真空源 12 に接続し、気体 13 を吸引する。一方、基板ステージ 6 が型保持部 4 の下から外れて基板 5 の交換を行う工程の間など、多孔板 10 が型と対向していない状態で、図 8 (B) に示すように加圧源 19 に接続し、気体 17 を放出する。このように構成する事で、基板ステージ 6 が型保持部 4 の下から外れた際に、空气中に浮遊するパーティクルが基板 5 に付着するのを抑制し、かつ、インプリント工程中においてもパーティクルがインプリント空間に入り込むのを抑制する事が出来る。気体 13 の吸引と気体 17 の放出の流量は、制御部 50 と接続された不図示の調整手段により調整できる。以上説明したとおり本実施例 1 によれば、基板ステージ 6 表面近傍に存在するパーティクル 90 が基板ステージ 6 の移動に伴う逆流に乗ったとしても、インプリント空間に侵入するパーティクル 90 の数を低減出来る。これにより、パターン欠陥および型 2 の破損を発生しづらくすることが出来る。

10

20

30

40

50

【0024】

(実施例 2)

実施例 2 のインプリント装置は、インプリント空間の空気をペンタフルオロプロパン (PFP) やヘリウムガス等の置換ガスで置換する機構を有する。これにより、型の凹凸部分へのインプリント材の充填性や、離型のしやすさ (インプリント材と型との引き離し易さ) を向上することができる。本実施例においては、外部に浮遊するパーティクル 90 がインプリント空間に入るのを抑制しながら、インプリント空間の置換ガス濃度を十分に保つ事が可能なインプリント装置について説明する。

【0025】

図 9 は、実施例 2 におけるインプリント装置 1 の概略図である。置換ガス供給源 21 は置換ガス供給部であり、供給ノズル 22 からインプリント空間に置換ガスを供給する。そして、インプリント空間の置換ガスは、回収ノズル 24 を通して置換ガス回収部である置換ガス回収器 23 に回収される。基板 5 を保持する領域を除く基板ステージ 6 の上面には、気体の吸引口かつ放出口である孔を有する板部材が設けられる。本実施例の板部材には、基板 5 に隣接する第 1 領域に多孔板 25 が設けられ、多孔板 25 の基板 5 と隣接しない側の第 2 領域に多孔板 10 が設けられる。多孔板 10、25 はそれぞれ制御部 50 に接続された真空源 12 に接続されている。真空源 12 から多孔板 10、25 までの気体の流路には、多孔板 10、25 のそれぞれから吸引する気体の吸引量を制御可能な制御弁 20 が設けられている。例えば、制御部 50 は制御弁 20 にも接続されており、多孔板 25 から吸引される気体の流量を制御出来る。

【0026】

基板 5 の周辺部にインプリント材 8 を供給してパターンを形成する場合、インプリント空間が基板 5 と多孔板 25 の両方を含む位置関係になることがある。この時、多孔板 25 から気体を吸引していると、置換ガスの供給回収のバランスが崩れ、パーティクルを抑制するための気体 15 をインプリント空間に導いてしまう。これにより、パーティクル抑制効果が低減するだけでなく、インプリント空間の置換ガス濃度が低下する可能性がある。したがって、実施例 2 のインプリント装置 1 では、インプリント空間が基板 5 と多孔板 25 の両方を含む位置関係になる場合に、多孔板 25 から気体の吸引を停止する。これにより、パーティクル抑制効果を低減させず、かつ、インプリント空間の置換ガス濃度を高く保つ事が可能である。また、図 10 に示すように、第 1 領域の多孔板 25 の部分を孔の無い単純な板材 26 に置き換え、気体を吸引しないようにすることもできる。この場合、パーティクル抑制効果が若干低減するが、構成が単純になるため装置コストを低減すること

ができる。

【0027】

上記の例では、インプリント空間が基板5と第1領域の両方を含む位置関係になる場合に多孔板25または板材26を通して気体の吸引を行わない。そのため、逆流に乗ったパーティクル90を回収する領域が小さくなり、パーティクル90がインプリント空間に入る可能性が高くなる。これに対し、本実施例2の別の様態として、第1領域を更に複数領域に分割し、個々の領域を独立して吸引出来るように構成する。図11は、第1領域を領域251～254に4分割した例を示している。制御弁30は、領域251～254からの気体の吸引量(気体の流量)を個別に制御するための制御弁である。図11では、インプリント材8が基板5の-X側端面に供給された状態でパターンを形成する場合を示している。この時、インプリント空間は基板5と領域251を含んだ位置関係になるため、制御弁30を操作して領域251からの気体の吸引のみを停止する。このように前記第1領域を分割した個々の領域からの気体の吸引を個別に行なうようにする事で、逆流に乗ったパーティクル90を回収する領域の縮小を最小限に抑えることができ、パーティクル90がインプリント空間に入る可能性を低く保つ事が出来る。これにより、インプリント空間に侵入するパーティクル90の数を低減し、パターン欠陥および型2の破損を発生しづらくすることが出来る。

10

【0028】

(実施例3)

インプリント装置1では、型2と硬化したインプリント材8とを引き離したときにパターン部3が帯電しやすくなることが知られている。また、パターン部3が帯電することによって周囲のパーティクルを引き寄せやすくなってしまふ。例えば図8(B)に示すように基板ステージ6が型2から離れている状態であったとしても、浮遊しているパーティクルが型2のパターン部3に引き寄せられて、付着する可能性がある。

20

【0029】

実施例3に係るインプリント装置1は、型2のパターン部3に付着したパーティクルを除去、あるいはインプリント空間の内外を浮遊するパーティクルを捕捉する捕捉手段を有する。図12は、実施例3におけるインプリント装置1の構成を示す図である。本実施形態のインプリント装置1の構成は、実施例1に係るインプリント装置1の構成と多孔板10以外の構成は同じであり、既に説明した構成の詳細な説明は省略する。多孔板34は、前述の多孔板10と同様に複数の孔11を有し、かつ型2と対向可能な面が導電性の材質で構成されている。多孔板34は電源35と接続されていることにより、電極部として機能する。多孔板34は、全体が電極部として機能してもよく、一部が電極部として機能してもよい。なお、多孔板34の表面は不図示の絶縁被膜によって保護されてもよい。多孔板34は電源35に接続され、電源35の他方は接地されている。

30

【0030】

電源35の多孔板34側の極性は図12においては正となっているが、パターン部3の帯電極性によっては負としてもよい。また電源35は、直流電圧を印加する直流電源に限らず交流電圧を印加する交流電源としてもよい。または、直流電圧と交流電圧とが切り替えられる電源でもよい。制御部50が電源35を制御することにより、多孔板34の表面電位を制御することができる。

40

【0031】

なお、実施例3にかかるインプリント装置1は、型2を除電するための除電装置(不図示)を有することが好ましい。除電装置としては、コロナ放電式、または、軟X線や線等の電離放射線式が採用される。除電装置によって、型2を除電することで、比較的小さな値までパターン部3の電位を下げる事が出来る。

【0032】

図13は、パーティクル90が付着した型のパターン部3に多孔板34を近接して対向させた部分の拡大図である。パターン部3は除電装置により除電されているので、パーティクル90とパターン部3との付着力は比較的小さく(ファンデルワールス力程度)なっ

50

ている。多孔板 34 を型 2 と同じ極性にしておくことにより、パーティクル 90 は比較的小さい外力でパターン部 3 から引き離す事が出来る。パターン部 4 から引き離されたパーティクル 90 は、多孔板 34 に引き寄せられる。引き寄せられた後は、周囲の気体を吸引している孔 11 を介して真空源 12 に回収されるか、又は、多孔板 34 の表面に捕捉される。

【0033】

なお、帯電した多孔板 34 は、電荷を帯びたパーティクルだけでなく、電荷をもたないパーティクルをも引き寄せうる。多孔板 34 が形成する電界の非一様性に由来する電界勾配力によってパーティクル 90 がパターン部 3 から離れるからである。

【0034】

これにより、本実施形態のインプリント装置 1 は、実施例 1 の場合よりもさらにパーティクル 90 を強く引き寄せることができる。パターン部 3 に付着したパーティクルまでも回収できる。これにより、パターン欠陥およびパターン部 3 への挟まりによる型 2 の破損を発生しづらくすることができる。

【0035】

なお、本実施形態のインプリント装置 1 は、パターン部 3 の電位を計測する電位計（不図示）を有していてもよい。これにより、定期的に電位を計測した結果に基づいて、制御部 50 が、多孔板 34 に与える電圧の極性や大きさを制御してもよい。

【0036】

（実施例 4）

多孔板 10 の孔 11 が形成されていない部分パーティクルが付着した場合、型 2 の近くを通過したときに多孔板 10 からパターン部にパーティクルが引き寄せられる可能性がある。例えば、図 10 に示す様な型 2 と基板ステージ 6 の位置関係より更に基板ステージ 6 がノズル 16 の下から離れ、気体 15 が板材 26 上を流れなくなると、空間に浮遊しているパーティクルが板材 26 に付着する可能性がある。板材 26 は、スループットの観点から頻繁に交換するものではないため、パーティクルが付着している可能性が比較的高い。板材 26 の表面に一度パーティクルが付着すると、板材 26 の表面は気体 15 の流れがほぼ 0 となるため、気体 15 によって板材 26 表面からパーティクルを除去することが困難となる。本発明の実施例 4 では、板材 26 に付着したパーティクルを除去するための除去手段を有する。

【0037】

図 14 は、実施例 4 に係るインプリント装置 1 の構成を示す図である。インプリント装置 1 は、基板ステージ 6 には、電氣的に接地された導電性の板材 31 を有する。板材 31 は、多孔板 10 よりも基板 5 の配置される部分に近い側に配置されていることが好ましい。このように構成することで、後述の構成により板材 31 から離脱し、ノズル 16 からの気体の流れに乗って運ばれたパーティクル 90 を、多孔板 10 によって回収しやすくなることができる。なお、板材 31 の表面は不図示の絶縁被膜によって保護されてもよい。

【0038】

一方、型 2 のノズル 16 よりも型 2 に対して外側には電源 33 に接続された導電性の電極 32 が設けられている。電源 33 の、電極 32 と接続されていない方の端子は電氣的に接地されている。電源 33 は、正弦波、矩形波、三角波、鋸波等時間的に変化する交流成分を含む電圧を電極 32 に与えるための電源である。電極 32 と板材 31 が対向すると、時間的に大きさの変動する電界が形成される。なお、電極 32 によって形成される電界は、その向きが時間的に逆転する電界であってもよいし、一定の向きで大きさだけが変動する電界であってもよい。電界の向きは、型 2 の電位に応じた電界の方向と同じ向きとしてもよい。型 2 の電位は、実施例 3 と同様に電位計（不図示）によって計測されうる。

【0039】

次に、板材 31 に付着したパーティクル 90 の除去方法について説明する。図 15 は、パターン部 3 とインプリント材 8 とを引き離した直後の様子を示している。図 15 に示すパターン部 3 およびインプリント材 8 の極性は、パターン部 3 およびインプリント材 8 の

10

20

30

40

50

材質によって変化しうる。パターン部 3 の帯電電位 V_p は不図示の電位計で都度計測するか、予め実験して電位計測した結果により既知とする。

【0040】

図 15 に示す状態のあと、次のパターンを形成する位置に供給部 7 からインプリント材 8 を付与するため、基板ステージ 6 は X 方向に移動する。基板ステージ 6 の移動によって電極 3 2 と板材 3 1 とが少なくとも対向している期間に、電源 3 3 は電極 3 2 にパターン部 3 の帯電極性と同極で、かつパターン部 3 の帯電電位 V_p の絶対値より大きい電位 V_e を印加する。すなわち、 $|V_e| > |V_p|$ となる電位を電極 3 2 と板材 3 1 が対向している間に電極 3 2 に少なくとも 1 回以上印加する。これにより、板材 3 1 上に付着しているパーティクル 9 0 のうち、離脱しやすいパーティクル 9 0 は、電極 3 2 と板材 3 1 との間 10 に形成された電界から力を受けて板材 3 1 上から離れる。板材 3 1 から離れたパーティクル 9 0 は気体 1 5 の流れに運ばれ、周囲の気体を吸引している多孔板 1 0 を介して真空源 1 2 に回収される。

【0041】

一方、板材 3 1 に付着したままのパーティクル 9 0 は、予め $|V_e| > |V_p|$ なる電位を与えても板材 3 1 から離れなかったものである。したがって、基板ステージ 6 の移動によりパターン部 3 の下を通過しても、パーティクル 9 0 が板材 3 1 から離れてパターン部 3 に付着する可能性は低い。

【0042】

このように、電源 3 3 を用いて電極 3 2 に交流成分を含む電圧を印加することにより、板材 3 1 に付着した比較的離脱しやすいパーティクルを板材 3 1 上から除去することができる。これにより、板材 3 1 から意図しないタイミングで離れたパーティクル 9 0 がパターン部 3 に付着しにくくすることができる。よって、インプリント処理の際のパターン欠陥の発生や型 2 の破損の発生を抑制することができる。

【0043】

電極 3 2 は、型保持部 4 を - Z 方向から見たときに、環状に配置されていてもよいし、離散的に配置されていてもよい。型保持部 4 のうち、供給部 7 から遠い側の少なくとも一部に設けられていることが好ましい。当該少なくとも一部は、基板ステージ 6 が供給部 7 の下へ向かう時に板材 3 1 に必ず対向する部分であり、板材 3 1 に付着したパーティクルが型 2 に近づく前に離脱させることが好ましいからである。

【0044】

(物品の製造方法に係る実施例)

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。

【0045】

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。

【0046】

次に、物品の具体的な製造方法について説明する。図 16 (a) に示すように、絶縁体等の被加工材 5 z が表面に形成されたシリコンウエハ等の基板 5 を用意し、続いて、インクジェット法等により、被加工材 5 z の表面にインプリント材 8 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 8 が基板上に付与された様子を示している。

【0047】

図 16 (b) に示すように、インプリント用の型 2 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 8 に向け、対向させる。図 16 (c) に示すように、インプリン 50

ト材 8 が付与された基板 1 と型 2 とを接触させ、圧力を加える。インプリント材 8 は型 2 と被加工材 5 z 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 2 を透して照射すると、インプリント材 8 は硬化する。

【0048】

図 16 (d) に示すように、インプリント材 8 を硬化させた後、型 2 と基板 5 を引き離すと、基板 5 上にインプリント材 8 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 8 に型 2 の凹凸パターンが転写されたことになる。

【0049】

図 16 (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 5 z 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 5 z となる。図 16 (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 5 z の表面に溝 5 z 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。

10

【0050】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明は、これらの実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

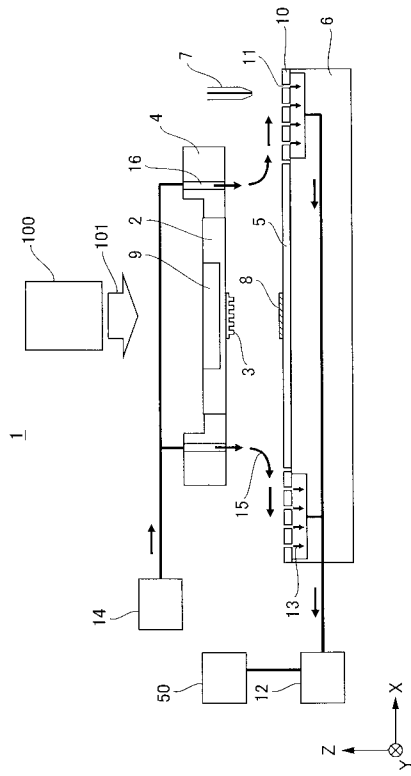
【符号の説明】

【0051】

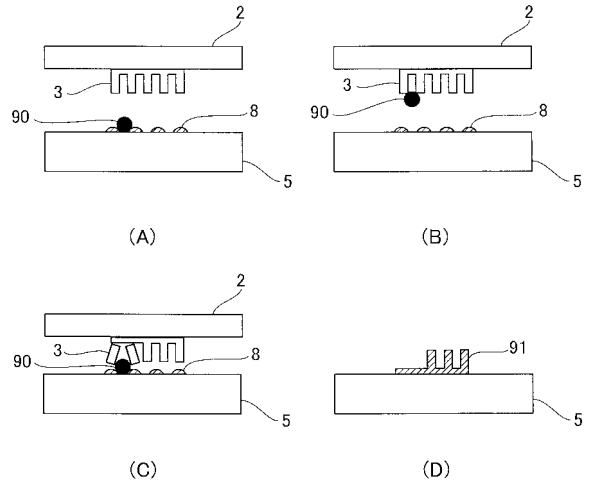
20

- 1 インプリント装置
- 2 型
- 4 型保持部
- 5 基板
- 6 ステージ
- 8 インプリント材
- 10 多孔板
- 12 真空源

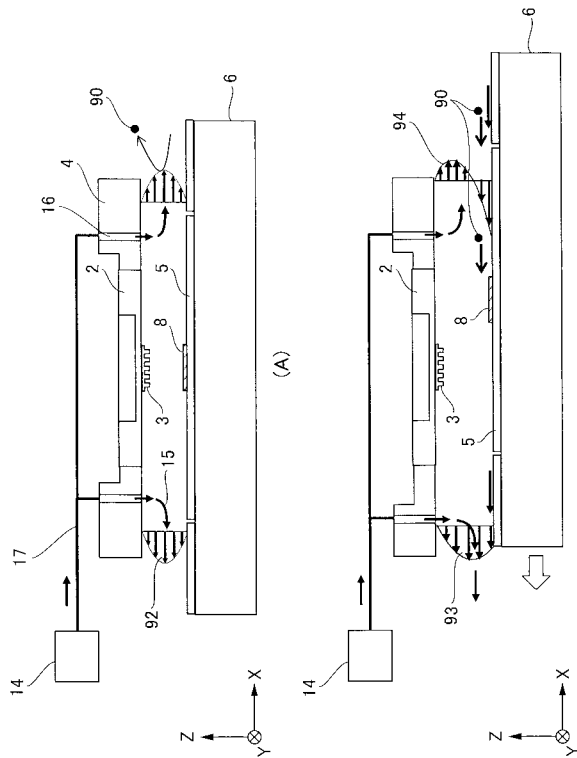
【 図 1 】



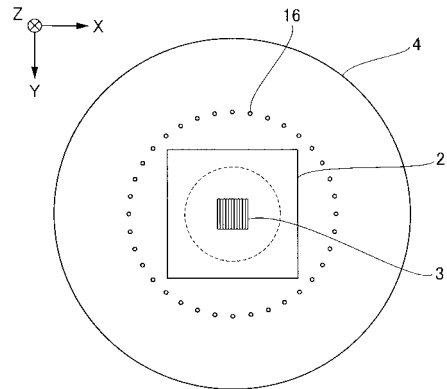
【 図 2 】



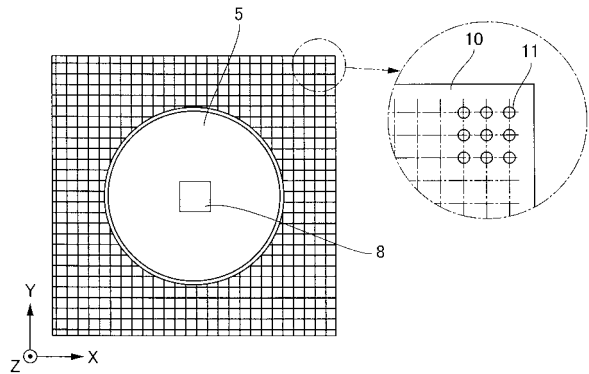
【 図 3 】



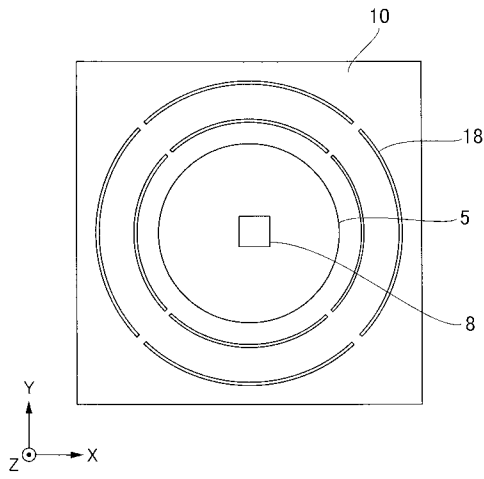
【 図 4 】



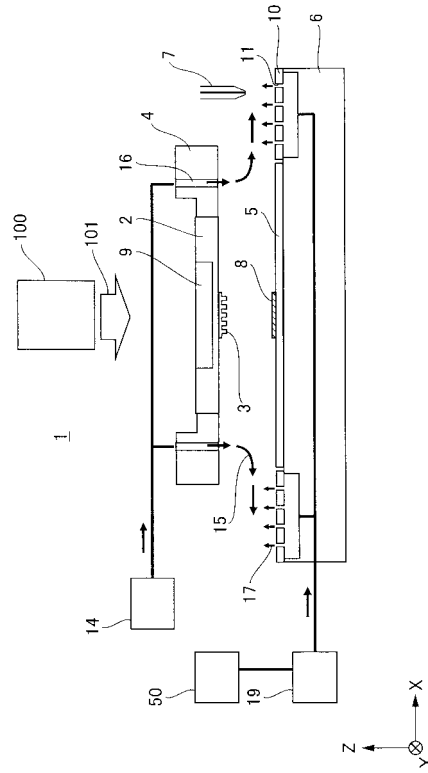
【 図 5 】



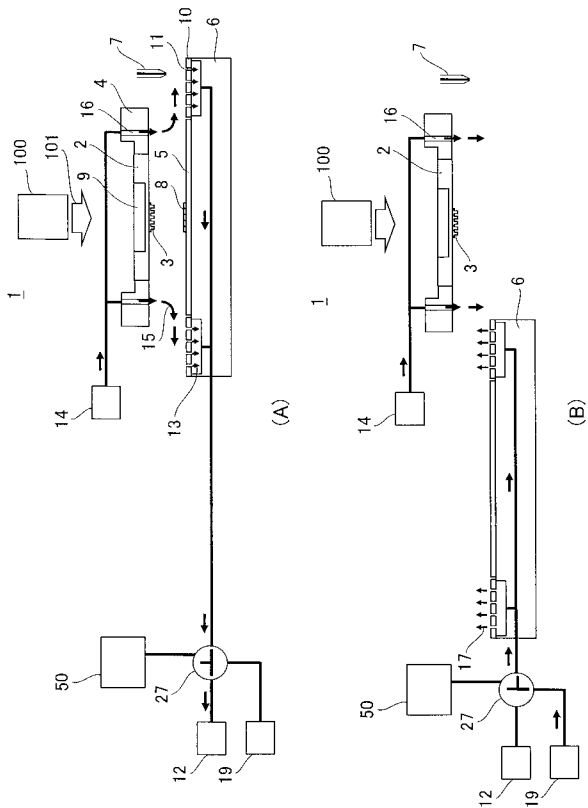
【図6】



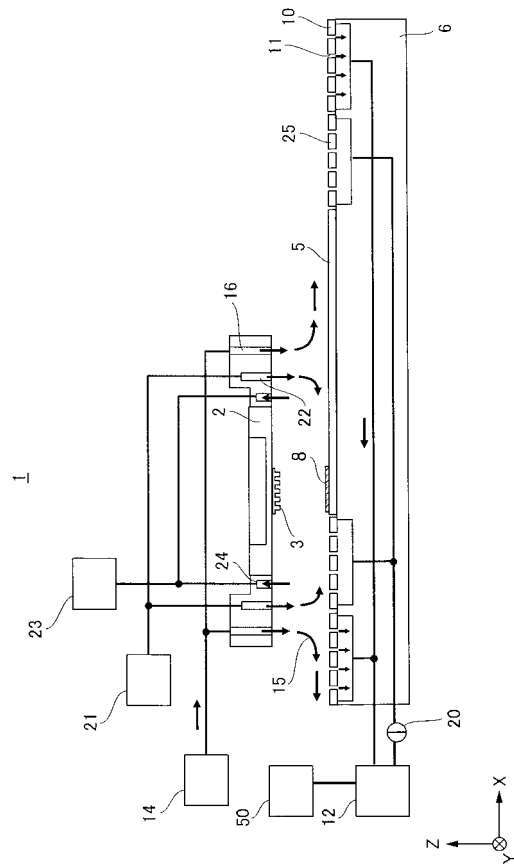
【図7】



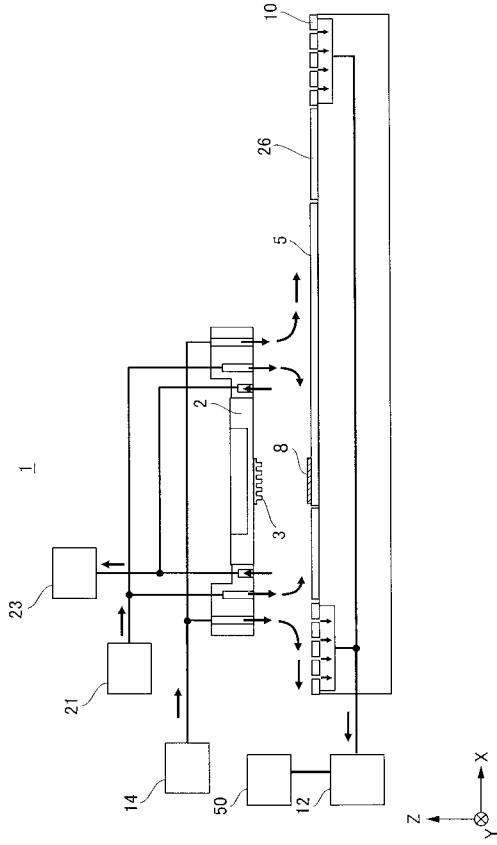
【図8】



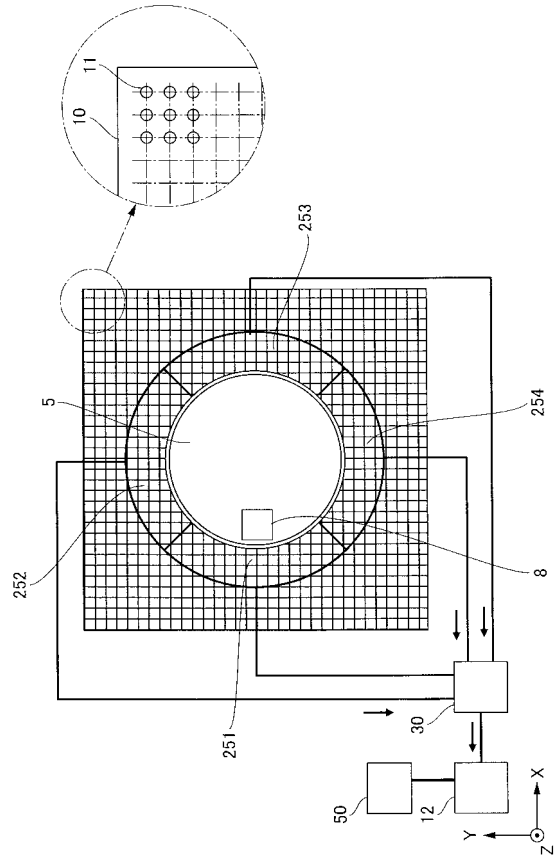
【図9】



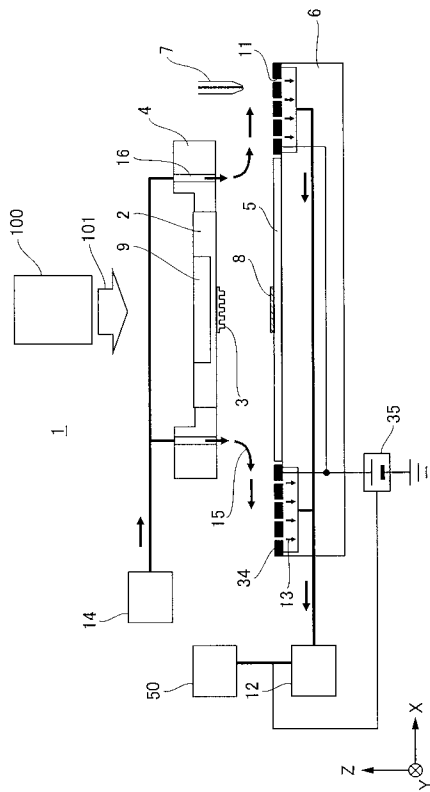
【図 10】



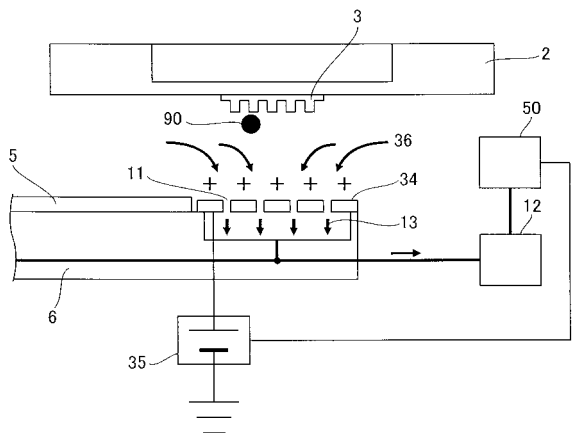
【図 11】



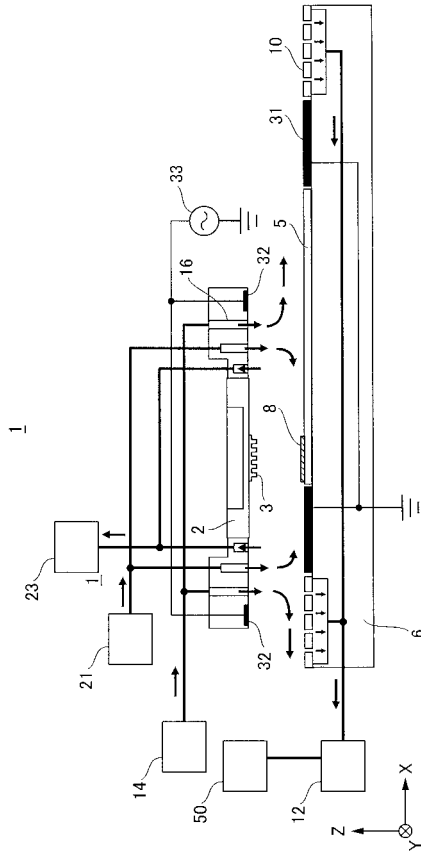
【図 12】



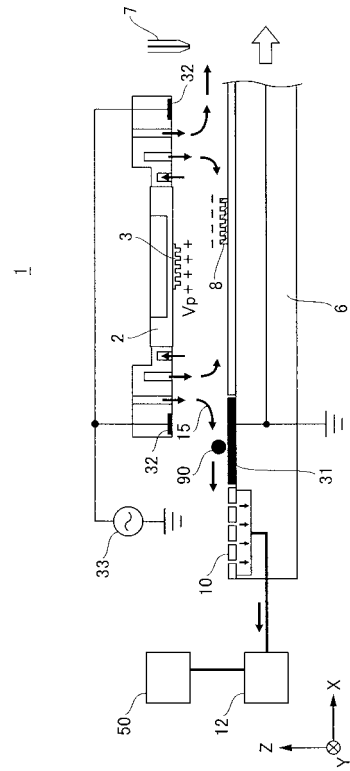
【図 13】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

