

(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2005-12009  
(P2005-12009A)

(43) 公開日 平成17年1月13日(2005.1.13)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/68	HO 1 L 21/68	5 F O 3 1
GO 3 F 7/20	HO 1 L 21/68	5 F O 4 6
HO 1 L 21/027	GO 3 F 7/20	5 2 1
	HO 1 L 21/30	5 O 3 C

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-174934 (P2003-174934)	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成15年6月19日 (2003. 6. 19)		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
		(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578 弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100101465 弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100107836 弁理士 西 和哉
		(72) 発明者	高岩 宏明 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

最終頁に続く

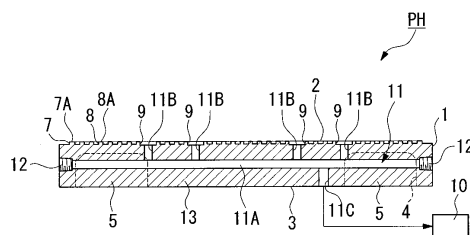
(54) 【発明の名称】 基板保持装置、ステージ装置及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 軽量化が実現され、基板を高い平坦度で保持可能な基板保持装置を提供する。

【解決手段】 基板を保持する基板ホルダPHは、基板を保持する保持面7A、8Aを有する本体部1を備えている。本体部1のうち保持面7A、8Aとは反対側の面3に凹部4が形成され、凹部4にはリブ部5が設けられている。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板を保持する基板保持装置において、  
前記基板を保持する保持面を有する本体部を備え、  
前記本体部のうち前記保持面とは反対側の面に凹部を形成するとともに、前記凹部にリブ部を設けたことを特徴とする基板保持装置。

## 【請求項 2】

前記リブ部を放射状に複数設けたことを特徴とする請求項 1 記載の基板保持装置。

## 【請求項 3】

前記複数のリブ部は少なくとも 1 2 本設けられていることを特徴とする請求項 2 記載の基板保持装置。 10

## 【請求項 4】

前記保持面上の所定位置に、前記基板を前記保持面に対して吸着する吸着孔が形成され、前記リブ部に、前記吸着孔に接続する流路が設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の基板保持装置。

## 【請求項 5】

前記リブ部は、前記流路が設けられた第 1 のリブ部と、前記流路が設けられない第 2 のリブ部とを有することを特徴とする請求項 4 記載の基板保持装置。

## 【請求項 6】

前記第 1 のリブ部は放射状に複数設けられ、それぞれの前記第 1 のリブ部に前記吸着孔が複数設けられていることを特徴とする請求項 5 記載の基板保持装置。 20

## 【請求項 7】

少なくともその一部が炭化珪素セラミックスからなることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載の基板保持装置。

## 【請求項 8】

前記本体部のうち前記保持面と前記リブ部以外の裏面との間の厚さは、1.5 mm 以上 5.5 mm 以下に設定されていることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項記載の基板保持装置。

## 【請求項 9】

前記本体部のうち前記保持面と前記リブ部以外の裏面との間の厚さは、3.0 mm 以上 5.5 mm 以下に設定されていることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項記載の基板保持装置。 30

## 【請求項 10】

前記第 1 のリブ部の幅は 7 mm 以上 10 mm 以下であることを特徴とする請求項 5 記載の基板保持装置。

## 【請求項 11】

前記本体部の前記保持面と反対の面は、前記凹部の設けられた凹部領域と、前記凹部を設けずに外部装置に装着可能な平坦領域とを有することを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか一項記載の基板保持装置。

## 【請求項 12】

基板を保持する基板保持装置を支持して移動可能なステージ装置において、前記基板保持装置は、請求項 1 ~ 請求項 11 のいずれか一項記載の基板保持装置により構成されていることを特徴とするステージ装置。 40

## 【請求項 13】

基板ステージ上に保持された基板にパターンを露光する露光装置において、前記基板ステージは、請求項 12 記載のステージ装置により構成されていることを特徴とする露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、基板を保持する基板保持装置、ステージ装置及び露光装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【 従 来 の 技 術 】

半導体デバイスや液晶表示デバイス等のマイクロデバイスはマスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写するいわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクをマスクホルダを介して支持するマスクステージと基板を基板ホルダを介して支持する基板ステージとを有し、マスク上に形成されたパターンをマスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながら投影光学系を介して基板に転写するものである。露光装置では、スループットの向上やパターン転写精度の向上等を図るために、マスクステージ及び基板ステージの移動時の高速化・高加速度化及び位置決め精度の向上等が求められ、これを実現するためにステージの軽量化が求められている。下記特許文献 1 には、マスクステージ（マスクホルダ）の表面側、裏面側、あるいは内部に穴を設けて軽量化を図る技術が開示されている。

10

【 0 0 0 3 】

【 特 許 文 献 1 】

特許第 3 0 0 0 3 6 1 号 公 報

【 0 0 0 4 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

ところで、マスクホルダはマスクの端部を保持する構成であり、上記特許文献 1 に開示されている技術を基板ホルダに適用することは困難である。すなわち、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれているが、投影光学系の解像度は、投影光学系の開口数が大きいほど高くなる。一方で、開口数を大きくすると焦点深度が狭くなる。そのため、基板ホルダは基板を極めて高い平坦度で保持する必要がある。ところが、上記特許文献 1 の技術を基板ホルダに適用すると、基板ホルダに過度の穴が形成されることになり、高い（良好な）平坦度で基板を保持できなくなる可能性がある。また、基板ホルダの保持面自体の平坦度を向上するために、この基板ホルダの保持面に対して研磨処理を行う場合があるが、基板ホルダに過度の穴が設けられていたり薄肉化されていると、研磨処理時において基板ホルダが撓み、十分な平坦度を得られなくなるという可能性もある。また、基板ホルダでは基板を保持するため主に真空吸着方式が採用されるが、過度に穴が設けられていると、真空吸着孔及びこれに接続する流路の形成が困難となる。

20

30

【 0 0 0 5 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、軽量化が実現され、基板を高い平坦度で保持可能な基板保持装置、この基板保持装置を備えたステージ装置及び露光装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

上記の課題を解決するため本発明は、実施の形態に示す図 1 ~ 図 1 0 に対応付けした以下の構成を採用している。

40

本発明の基板保持装置（PH）は、基板（P）を保持する基板保持装置において、基板（P）を保持する保持面（2、7A、8A）を有する本体部（1）を備え、本体部（1）のうち保持面（2、7A、8A）とは反対側の面（3）に凹部（4）を形成するとともに、凹部（4）にリブ部（5）を設けたことを特徴とする。

本発明によれば、基板を保持可能な本体部のうち、基板を保持する保持面とは反対側の面に凹部を形成したことにより、軽量化を実現することができる。そして、この凹部にリブ部を設けたことにより、保持面の強度が維持され、基板の高い（良好な）平坦度を維持しつつ保持できる。また、リブ部により強度が維持されているので、保持面を研磨処理した場合でも保持面の撓みの発生が抑制され、保持面自体の平坦度を向上することができる。また、基板を真空吸着方式で保持する場合、吸着孔及びこれに接続される流路をリブ部に

50

設けることで、強度を維持しつつ容易に流路を形成することができる。

#### 【0007】

本発明のステージ装置（PST）は、基板（P）を保持する基板保持装置を支持して移動可能なステージ装置において、基板保持装置は、上記記載の基板保持装置（PH）により構成されていることを特徴とする。

本発明の露光装置（EX）は、基板ステージ上に保持された基板（P）にパターンを露光する露光装置において、基板ステージは、上記記載のステージ装置（PST）により構成されていることを特徴とする。

本発明によれば、軽量化が実現され、基板を平坦度良く保持可能な基板保持装置を介して基板を保持しているため、高い位置決め精度を維持しつつステージ装置の移動の高速化・高加速度化を実現することができる。また、基板を平坦度良く保持できるので、投影光学系の開口数が大きくなって焦点深度が狭くなっても、基板表面（露光処理面）を焦点深度内に良好に収めることができる。したがって、高いパターン転写精度でマスクのパターンを基板に露光できる。

10

#### 【0008】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の基板保持装置、ステージ装置及び露光装置について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の基板保持装置（基板ホルダ）を介して基板を保持するステージ装置を備えた露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

図1において、露光装置EXは、マスクMを支持するマスクステージMSTと、基板Pを基板ホルダ（基板保持装置）PHを介して支持する基板ステージ（ステージ装置）PSTと、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターンを基板ステージPSTに支持されている基板Pに投影する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。

20

#### 【0009】

ここで、本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置（所謂スキニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスクMと基板Pとの同期移動方向（走査方向）をX軸方向、Z軸方向及びY軸方向に垂直な方向（非走査方向）をY軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわり方向をそれぞれ、X、Y、及びZ方向とする。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上にレジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

30

#### 【0010】

照明光学系ILは、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光ELを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光ELによるマスクM上の照明領域を例えばスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスクM上の所定の照明領域は照明光学系ILにより均一な照度分布の露光光ELで照明される。照明光学系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）や、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）及びF<sub>2</sub>レーザ光（波長157nm）等の真空紫外光（VUV光）などが用いられる。

40

#### 【0011】

マスクステージMSTは、マスクMを支持するものであって、投影光学系PLの光軸AXに垂直な平面内、すなわちXY平面内で2次元移動可能及びZ方向に微小回転可能である。マスクステージMSTは、例えば真空吸着によりマスクMを保持する。マスクステー

50

ジ M S T はリニアモータ等のマスクステージ駆動装置 M S T D により駆動される。マスクステージ駆動装置 M S T D は制御装置 C O N T により制御される。マスクステージ M S T には移動鏡 5 1 が設けられ、移動鏡 5 1 に対向する位置にはレーザ干渉計 5 2 が設けられている。マスクステージ M S T 上のマスク M の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 5 2 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 5 2 の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置 M S T D を駆動することでマスクステージ M S T に支持されているマスク M の位置決めを行う。

#### 【 0 0 1 2 】

投影光学系 P L は、マスク M のパターンを所定の投影倍率 で基板 P に投影露光するものであって、複数の光学素子（レンズ）で構成されている。本実施形態において、投影光学系 P L は、投影倍率が例えば 1 / 4 あるいは 1 / 5 の縮小系である。なお、投影光学系 P L は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。

10

#### 【 0 0 1 3 】

基板ステージ P S T は、基板 P を支持するものであって、基板 P を基板ホルダ P H を介して保持する Z ステージ 6 1 と、Z ステージ 6 1 を支持する X Y ステージ 6 2 と、X Y ステージ 6 2 を支持するベース 6 3 とを備えている。基板ステージ P S T はリニアモータ等の基板ステージ駆動装置 P S T D により駆動される。基板ステージ駆動装置 P S T D は制御装置 C O N T により制御される。Z ステージ 6 1 を駆動することにより、Z ステージ 6 1 上の基板ホルダ P H に保持されている基板 P の Z 軸方向における位置（フォーカス位置）、及び X、Y 方向における位置が制御される。また、X Y ステージ 6 2 を駆動することにより、基板 P の X Y 方向における位置（投影光学系 P L の像面と実質的に平行な方向の位置）が制御される。

20

#### 【 0 0 1 4 】

基板ステージ P S T（Z ステージ 6 1）上には移動鏡 5 3 が設けられている。また、移動鏡 5 3 に対向する位置にはレーザ干渉計 5 4 が設けられている。基板ステージ P S T 上の基板 P の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 5 4 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 5 4 の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置 P S T D を介して基板ステージ P S T を駆動することで基板ステージ P S T に支持されている基板 P の X 軸、Y 軸方向、及び Z 方向の位置決めを行う。

30

#### 【 0 0 1 5 】

また、露光装置 E X は、投影光学系 P L の像面に対する基板 P 表面の位置（フォーカス位置）を検出するフォーカス検出系 5 6 を備えている。フォーカス検出系 5 6 は、基板 P 表面に対して斜め方向より検出光を投射する投光部 5 6 A と、基板 P 表面で反射した前記検出光の反射光を受光する受光部 5 6 B とを備えている。受光部 5 6 B の受光結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はフォーカス検出系 5 6 の検出結果に基づいて基板ステージ駆動装置 P S T D を介して基板ステージ P S T（Z ステージ 6 1）を駆動することで、基板 P 表面の位置を投影光学系 P L の焦点深度内に収める。すなわち、Z ステージ 6 1 は、基板 P のフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板 P の表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系 P L の像面に合わせ込む。

40

#### 【 0 0 1 6 】

図 2 は基板ホルダ（基板保持装置）P H を上方（+ Z 方向）から見た平面図、図 3 は下方（- Z 方向）から見た平面図、図 4 は図 2 の A - A 矢視断面図、図 5 は図 2 の B - B 矢視断面図である。

これらの図において、基板ホルダ P H は、所定形状を有する本体部 1 を備えている。本体部 1 は基板 P に応じた形状を有しており、本実施形態では平面視略円形状に形成されている。本体部 1 の上面（保持面）2 には、基板 P の下面を支持する第 1 支持部 8 及び第 2 支持部 7 が設けられている。第 1 支持部 8 は、上面 2 に所定間隔で複数に設けられた突起状のピン部により構成されている。第 2 支持部 7 は、本体部 1 の上面 2 のうち外周部近傍に設けられ、所定幅を有する環状（無端状）に形成された凸部であってシール部を構成して

50

いる。そして、シール部（第2支持部）7の内側領域に複数のピン部（第1支持部）8が一様に設けられている。

#### 【0017】

本体部1のうち上面2と反対側の下面3には凹部4が形成されており、凹部4にはリブ部5（5A～5L）が設けられている。凹部4は下面3に環状に形成されており、リブ部5はこの環状に形成された凹部4において放射状に複数設けられている。本実施形態においてリブ部5（5A～5L）は12本設けられている。本体部1のうち凹部4が形成された部分は所定の厚さ $h$ を有する薄肉部6となっている。一方、薄肉部6（凹部4）及びリブ部5の内側部分は平面視ほぼ円形状の厚肉部13Aとなっており、外側部分は平面視環状の厚肉部13Bとなっている。厚肉部13（13A、13B）の厚さとリブ部5の厚さと  
10  
はほぼ同じである。なお、厚肉部13の厚さとリブ部5の厚さとは互いに異なってもよい。厚肉部13と複数のリブ部5のそれぞれとは連続しており、本実施形態において、厚肉部はリブ部の一部を構成している。

#### 【0018】

また、下面3の中央部には、凹部4のない平坦部（平坦領域）14が形成されている。この平坦部14は、外部装置（例えば露光装置等の半導体製造装置）に対して、真空吸着等により装着される領域である。この平坦部14を有することにより、基板ホルダPHを外部装置に装着しても、保持面2が変形することがない。

#### 【0019】

凹部4の形成位置に対応する薄肉部6は平面視ほぼ扇状（矩形状）であってリブ部5どう  
20  
しの間に複数（12箇所）設けられている。薄肉部6の厚さ、換言すれば本体部1のうち上面2とリブ部5及び厚肉部13以外の裏面3との間の厚さ $h$ は、1.5mm以上5.5mm以下に設定されており、好ましくは3.0mm以上5.5mm以下に設定されている。この厚さ $h$ の最適化手順については後述する。

#### 【0020】

本体部1の上面2に設けられたピン部8のそれぞれの上端面8A及びシール部7の上端面7Aは平坦面となっている。また、複数のピン部8のそれぞれは互いにほぼ同じ高さに設けられているとともに、シール部7とピン部8とも互いにほぼ同じ高さに設けられている。換言すれば、複数の上端面8A及び上端面7Aはほぼ同一平面上に位置している。基板Pはこれら複数のピン部8の上端面8A及びシール部7の上端面7Aに支持されるように  
30  
なっている。つまり、ピン部8の上端面8A及びシール部7の上端面7Aが、基板Pを保持する保持面の一部を構成している。シール部7はこの上に載置される基板Pの外径より僅かに小さい外径を有している。

#### 【0021】

基板ホルダPH（本体部1）は軽量で高剛性な材料である炭化珪素セラミックス（SiCセラミックス）により形成されている。炭化珪素セラミックスは高硬度材料であって耐摩耗性に優れており、基板ホルダPHに対する基板Pのロード及びアンロードを繰り返した場合でも摩耗し難い。また、炭化珪素セラミックスは導電性を有しており、基板ホルダPHに対する基板Pのロード及びアンロードを繰り返した場合でも帯電し難い。本体部1、  
40  
ピン部8、シール部7、及びリブ部5（厚肉部13）は、炭化珪素セラミックスにより一

#### 【0022】

本体部1には基板Pを保持して昇降可能なリフトピン40及びこのリフトピン40が配置されるリフトピン用穴41が形成されている。リフトピン40及びこれに対応するリフトピン用穴41は上面2の中央部近傍において、つまり厚肉部13Aにおいて、正三角形のほぼ頂点に対応する位置にそれぞれ設けられている。リフトピン用穴41の周囲にも、環状（無端状）に形成され、ピン部8とほぼ同じ高さを有するシール部が設けられている。3本のリフトピン40は上下方向（Z軸方向）に同時に同一量だけ昇降自在となっている。基板ホルダPHに対する基板Pのロード及びアンロード時において、リフトピン40が  
50  
不図示の駆動機構により昇降することで、基板Pを下方から支持したり、基板Pを支持し

た状態で上下動することができるようになっている。

【0023】

本体部1の上面2の複数の所定位置には基板Pを真空吸着保持するための吸着孔9がそれぞれ形成されている。本実施形態では、図2に示すように、吸着孔9は上面2の中心部近傍から放射方向（ほぼ60°の中心角の間隔を有する6つの半径の方向）に沿って2つずつ形成され、全部で10箇所形成されている。また、本体部1内部には、吸着孔9と基板ホルダPH外部に設けられた給排気装置10とを接続する流路11（11A～11C）が形成されている。

【0024】

流路11は、本体部1の平面視中央部から放射方向に延びるように形成された複数（6つ）の主流路11Aと、主流路11Aの複数の所定位置と吸着孔9のそれぞれとを接続する支流路11Bと、主流路11Aの所定位置と厚肉部13の下面3とを接続する副流路11Cとを備えている。なお、副流路11Cはリブ部5の下面と主流路11Aとを接続するように形成されていてもよい。図2及び図3に示すように、6つの主流路11Aの一端部のそれぞれは本体部1の中央部で集合している。一方、主流路11Aの他端部のそれぞれには蓋部材12が取り付けられている。すなわち、主流路11A、支流路11B、及び副流路11Cのそれぞれは、本体部1内部において互いに接続されているとともに、吸着孔9及び副流路11Cのみを介して本体部1内部と外部とが連通されている。したがって、副流路11Cに接続された給排気装置10が吸引動作（排気動作）を実行すると、副流路11C、主流路11A、及び支流路11Bを介して吸着孔9より気体が吸引されるようになっている。そして、ピン部8及びシール部7に基板Pを載置した状態で給排気装置10が吸引動作を実行することにより、基板P及びシール部7で囲まれた空間が負圧になり、これにより基板Pは本体部1の上面2（上端面8A、7A）に対して吸着される。

【0025】

図3などに示すように、流路11はリブ部5に対応して設けられている。具体的には、主流路11Aは、厚肉部13と複数のリブ部5A～5Lのうち特定のリブ部（第1のリブ部）5A、5C、5E、5G、5I、5Kのそれぞれと亘って形成されている。副流路11Cは、厚肉部13の所定位置に形成されている。なお上述したように、副流路11Cはリブ部5に形成されていてもよい。吸着孔9に接続する支流路11Bは、複数のリブ部5A～5Lのうち特定のリブ部（第1のリブ部）5A、5C、5E、5G、5I、5Kに形成されており、これに伴って吸着孔9も特定のリブ部（第1のリブ部）5A、5C、5E、5G、5I、5Kの上面側に形成されている。なお本実施形態において、複数の支流路11B及び吸着孔9のうち、本体部1の平面視中央部近傍の支流路11B及び吸着孔9は、リブ部の一部を構成する厚肉部13に形成されている。

【0026】

図3に示すように、流路11（11A～11C）が設けられているリブ部（第1のリブ部）5A、5C、5E、5G、5I、5Kの幅（太さ）K1は、流路11が設けられていないリブ部（第2のリブ部）5B、5D、5F、5H、5J、5Lの幅（太さ）K2より大きく（太く）形成されている。本実施形態では、第1のリブ部と第2のリブ部とは周方向（Z方向）に関して交互に設けられている。つまり、互いに異なる幅K1、K2を有する複数のリブ部5が、基板ホルダPHの平面視中心部に関して対称（点对称）となるように配置されている。これにより、基板ホルダPHの平面視中心部に重心が位置することになる。

【0027】

次に、基板ホルダPHの製造方法の一例について説明する。基板ホルダPHの形成材料（本実施形態では炭化珪素セラミックス）を切削加工等の所定の加工法で加工することで、ピン部8、シール部7、凹部4、及びリブ部5を含む大まかな外形が形成される。次いで、穴加工により流路11（11A～11C）が形成される。ここで、本体部1の側面のうち第1のリブ部5に対応する位置の側面の一端部と他端部とを接続するように貫通穴を形成することで主流路11Aが形成される。そして、焼成後、その貫通穴の両端部に蓋部材

10

20

30

40

50

12が取り付けられる。これと並行して、本体部1の上面2と本体部1内部に形成されている主流路11Aとを接続するように穴を開けることで支流路11Bが形成され、下面3と主流路11Aとを接続するように穴を開けることで副流路11Cが形成される。以上の手順により本体部1内部に流路11(11A~11C)が形成される。そして、仕上げ加工することで基板ホルダPHが形成される。仕上げ加工には、ピン部8及びシール部7に対する研磨加工が含まれる。ここで、研磨加工では、図6に示す模式図のように、ピン部8及びシール部7を含む本体部1の上面2を下に向け、研磨装置70の研磨面71に対して上面2(ピン部8、シール部7)を所定の加工圧力で押し当てた状態で研磨装置70を回転することでピン部8の上端面8A及びシール部7の上端面7Aが研磨される。研磨加工では、例えば基板ホルダPHに錘72を載せるなどして所望の加工圧力を加えた状態で行われる。

10

## 【0028】

ところで、本体部1の強度が十分でないと、上記研磨加工時において本体部1、特に薄肉部6が変形し、所望の平坦度を得ることができない可能性がある。研磨加工では、研磨対象となる上面2は一定の加工圧力を受けながら研磨されるため、本体部1の薄肉部6が十分な強度を有していない場合、加工圧力を除去した状態にすると、図7の模式図に示すように、上面2は上向き凸状に撓むように変形する。この凸状の変形量が大きいと、つまり本体部1の上面2が所望の平坦度を有していないと、基板Pを保持した際に基板Pの平坦度に影響を及ぼし、投影光学系PLの焦点深度内に基板P表面を収めることができなくなる不都合が生じる。そこで、基板ホルダPHの上面2の上記凸状の変形量が許容範囲内となるように、つまり基板Pを保持した際の基板Pの平坦度が許容範囲内となるように、薄肉部6の厚みや大きさについて最適化を図った。以下、最適化するための手順について説明する。

20

## 【0029】

薄肉部6の上記凸状の変形量を計算するために、図8に示す単純化モデルを定義する。図8には、薄肉部6の単純化モデルとして円形平板20の周縁部を固定し、この円形平板20に一定の加工圧力を加えたときの状態が示されている。すなわち円形平板20は、厚肉部13(13A、13B)を含むリブ部5によって周囲を囲まれた薄肉部6をモデル化したものである。加工圧力を加えた状態状態では、円形平板20は図8に示すように下向き凸状(つまり凹状)に変形する。このときの円形平板20の中心での変形量wは次式で表すことができる。

30

## 【数1】

$$w = 3 \times p \times \left\{ \left\{ \frac{d}{2} \right\}^4 \right\} \times \frac{1 - \nu^2}{16 \times E \times h^3} \dots (1)$$

ここで、w：円形平板の中心での変形量、  
 p：加工圧力、  
 d：円形平板の直径、  
 ν：ポアソン比、  
 E：ヤング率、  
 h：円形平板の厚さ(すなわち薄肉部の厚さ)、  
 である。

40

## 【0030】

加工圧力は、基板ホルダPHの自重、研磨加工時に基板ホルダPHに載せる補助的な錘の重量、保持面の面積等から計算されるが、ここでは、一般的な加工圧力として $p = 300 \text{ Pa}$ とする。また、基板ホルダPHの形成材料である炭化珪素セラミックスの物性より、 $E = 400 \text{ GPa}$ 、 $\nu = 0.17$ である。そして、円形平板の許容値として $w = 2 \text{ nm}$ と

50

し、これらの値を上記(1)式に代入して式を変形すると、

【数2】

$$h = 0.301 \times \left( \frac{d}{2} \right)^{\frac{4}{3}} \quad \dots(2)$$

となる。(2)式は、変形量  $w = 2 \text{ nm}$  にするために必要な厚さ  $h$  の値を与える式である。

【0031】

上記の計算は、薄肉部6を円形平板20にモデル化したものであるが、実際には薄肉部6は円形ではなく、上記実施形態に示したように略扇状(略矩形状)であったり多角形であるなど様々な形状や大きさが想定される。しかしながら、実際の基板Pの大きさや基板ホルダPHの加工上の制約などから、 $d$ の値、つまり薄肉部6の大きさとしては30mm~80mm程度が現実的である。そこで、この $d$ の値を上記(2)式に代入すると、

$d = 30 \text{ mm}$  のとき、 $h = 1.51 \text{ mm}$ 、

$d = 80 \text{ mm}$  のとき、 $h = 5.58 \text{ mm}$ 、となる。したがって、薄肉部6の大きさに応じて、薄肉部6の厚さ $h$ を1.5mm以上5.5mm以下程度にすることが好ましい。

【0032】

また、代表的な基板Pであるシリコンウエハは、例えば0.5 $\mu\text{m}$ 程度のうねりを持つため、薄肉部6はシリコンウエハのうねりを矯正するために十分な厚さを持たなければならない。シリコンウエハの曲げ剛性及び薄肉部6の曲げ剛性は厚さの比の3乗に比例し、ヤング率の比に比例する。0.5 $\mu\text{m}$ 程度のうねりを2nm程度に矯正するための必要な薄肉部6の厚さ $h$ を計算すると、3mm以上となる。したがって、薄肉部6の厚さ $h$ を3.0mm以上5.5mm以下程度にすることがより好ましい。なお、シリコンウエハのうねりの大きさによっては必ずしも3mm以上である必要はない。

【0033】

また、放射状に配置されたリブ部5の数を $n$ 、平面視円形状の基板ホルダPHの直径を $D$ 、リブ部5どうしの間隔の円弧の長さを $L$ とすると、

【数3】

$$L = \frac{\pi D}{n} \quad \dots(3)$$

である。 $D = 300 \text{ mm}$ 、 $n = 12$ とすると、(3)式より、 $L = 78.5$ となる。したがって、上述のように、リブ部どうしの間隔、ひいては薄肉部6の大きさを80mm以下にするために、リブ部5を12本以上設けることが好ましい。

【0034】

更に、リブ部5を放射状に配置した場合、流路11をリブ部5内部に設けることで、流路11を加工性良く形成することができる。ここで、本実施形態では、上述したように、流路11は大きい幅 $K1$ を有する第1のリブ部に形成されている。そして、幅 $K1$ は7mm以上10mm以下にすることが加工性の観点から好ましい。

【0035】

図9は、基板ステージPST(Zステージ61)に保持された基板ホルダPHを示す断面図である。図9に示すように、Zステージ61の上面には、基板ホルダPHの下面3を真空吸着保持する保持部(保持面)30が設けられている。保持部30には、Zステージ61内部に形成された第1流路31を介して給排気装置10に接続された吸着孔33が形成

10

20

30

40

50

されている。また、保持部 30 には突起部である複数のピン部 34 が設けられており、保持部 30 の周縁部には環状のシール部 35 が設けられている。ピン部 34 の上端面及びシール部 35 の上端面は平坦面であって略同一平面上に位置しており、これら上端面で基板ホルダ P H の下面を支持する。そして、基板ホルダ P H の下面 3 とシール部 35 とで形成される空間の気体を給排気装置 10 が第 1 流路 31 及び吸着孔 33 を介して吸引することでこの空間が負圧にされ、基板ホルダ P H が Z ステージ 61 の保持部 30 に吸着保持されるようになっている。また、Z ステージ 61 の内部には、保持部 30 に保持された基板ホルダ P H の副流路 11 C に接続可能な第 2 流路 32 が設けられており、給排気装置 10 が第 2 流路 32 及び基板ホルダ P H 内部の流路 11 ( 11 A ~ 11 C ) を介して吸着孔 9 より気体を吸引することで、基板ホルダ P H に基板 P が吸着保持される。一方、給排気装置 10 が気体を供給 ( 吹き出し ) することで、Z ステージ 61 と基板ホルダ P H との吸着保持が解除され、基板ホルダ P H と基板 P との吸着保持が解除されるようになっている。

10

20

30

40

50

#### 【 0036 】

次に、本実施形態の露光装置 E X における基板ホルダ P H に対する基板 P のロード時及びアンロード時における動作について説明する。

ここで、基板 P のロード時においては、給排気装置 10 による給気動作及び排気動作は停止されている。不図示の基板ローダにより、基板 P が基板ホルダ P H 上に搬送されると、制御装置 C O N T は、基板ホルダ P H に設けられているリフトピン 40 を上昇する。リフトピン 40 の上昇量が所定量に達すると、基板ローダ上の基板 P がリフトピン 40 に渡され、基板ローダが基板ホルダ P H 上方から配置する。その後、リフトピン 40 が下降することにより、基板ホルダ P H 上に基板 P が載置される。

#### 【 0037 】

上記のようにして基板ホルダ P H 上に基板 P が載置されると、制御装置 C O N T は、給排気装置 10 を使って、基板 P と基板ホルダ P H のシール部 7 及び上面 2 とで囲まれた空間の気体を吸引 ( 排気 ) する。こうして基板 P を基板ホルダ P H に対して吸着保持することで基板 P のロード作業が終了する。

#### 【 0038 】

基板ホルダ P H の保持面は平坦度良く形成されているため、基板 P は所望の平坦度を維持した状態で基板ホルダ P H に保持される。そして、制御装置 C O N T は、マスクステージ M S T に支持されるマスク M を照明光学系 I L により露光光 E L で照明し、基板ホルダ P H に保持された基板 P に対して投影光学系 P L を介してマスク M のパターンの像を投影する。基板 P は所望の平坦度を維持されているので、その表面 ( 被露光処理面 ) は投影光学系 P L の焦点深度内に円滑に収められる。また、基板ホルダ P H は凹部 40 を形成されていることで十分に軽量化されているため、基板 P 及びこの基板ホルダ P H を保持して移動する基板ステージ P S T の高速化・高加速度化を実現でき、しかも短い位置決め整定時間を実現でき、高い位置決め精度で位置決めすることができる。

#### 【 0039 】

露光処理が終了した後、基板 P を基板ホルダ P H からアンロードするために、制御装置 C O N T は給排気装置 10 の吸引動作を停止する。次いで、制御装置 C O N T はリフトピン 40 を所定量上昇するとともに、給排気装置 10 を駆動し、基板 P の下面に対して気体を供給する。これにより、基板 P と基板ホルダ P H との間の負圧状態が解除される。

#### 【 0040 】

リフトピン 40 が所定量上昇すると、ピン部 8 及びシール部 7 で支持されている基板 P がリフトピン 40 に渡されるので、不図示の基板アンローダが基板 P の下側に入り込むとともに、リフトピン 40 が下降することで、リフトピン 40 から基板アンローダに基板 P が渡される。そして、基板アンローダが基板ホルダ P H から退避することにより、基板のアンロード作業が終了する。

#### 【 0041 】

以上説明したように、基板 P を保持可能な基板ホルダ P H の本体部 1 のうち、基板 P を保持する保持面 2 ( 7 A、8 A ) とは反対側の下面 3 側に凹部 4 を形成したことにより、軽

量化を実現することができる。そして、この凹部 4 にリブ部 5 を設けたことにより、凹部 4 を設けたことによって形成された薄肉部 6 の強度が維持され、基板 P を平坦度良く保持できる。また、リブ部 5 により強度が維持されているので、保持面 2、7 A、8 A を研磨処理した場合でも保持面（薄肉部）の撓みの発生を抑制し、保持面自体の平坦度を向上することができる。また、基板 P を真空吸着方式で保持する場合、吸着孔 9 及びこれに接続される流路 11 をリブ部 5 に設けることで、強度を維持しつつ容易に流路 11 を形成することができる。

#### 【0042】

なお、上記実施形態において、リブ部 5 は放射状に 12 本設けられているが、リブ部 5 以外の薄肉部 6 の変形を抑えることができれば、その数や配置は任意に設定可能である。また、基板 P を保持するピン部 8 の配置や数も任意に設定可能である。また、複数のリブ部 5 それぞれの幅や形状は全て同じでもよいし互いに異なってもよい。また、上記実施形態では、本体部 1 の下面側中央部に平面視円形状の厚肉部 13 A が形成され、この厚肉部 13 A を囲むように所定の幅 K1、K2 を有するリブ部 5 が配置された構成であるが、厚肉部 13 A を設けずに、本体部 1 の下面中央部を中心に所定の幅を有するリブ部 5 を放射状に配置するようにしてもよい。また、リブ部 5 どうしの間設けられた複数の薄肉部 6 の大きさや形状も全て同じでもよいし互いに異なってもよい。

10

#### 【0043】

上記実施形態では、基板 P を基板ホルダ PH に吸着する吸着機構が真空吸着機構である場合を例にして説明したが、本発明がこれに限定されるものではない。すなわち、吸着機構として例えば静電チャック機構を採用してもよい。この場合、シール部は不要となるため、第 2 支持部 7 は環状あるいは無端状である必要がなくなり、一部が欠けた全体として環状の凸部などにより構成することができる。あるいは、ピン部 8 の先端に静電チャックの機能を持たせればシール部（第 2 支持部）そのものを設けなくてもよい。

20

#### 【0044】

また、上記実施形態では、本発明の基板保持装置が、基板 P を保持する基板ホルダに適用された例について説明したが、例えば反射型レチクルではその裏面側をレチクルホルダ（マスクホルダ）で保持するので、このようなレチクルホルダに対して本発明を適用することもできる。

#### 【0045】

上記実施形態では、本体部 1、ピン部 8、シール部 7、リブ部 5、及び厚肉部 13 等は炭化珪素セラミックスにより一体成型されているように説明したが、複数の部材 1、8、7、5、13 等をそれぞれ別々に形成した後、これらを接合するようにしてもよい。また、本実施形態では、基板ホルダ PH の全部を炭化珪素セラミックスで形成しているが、その一部を炭化珪素セラミックスで形成し、残りの一部を別の材料により形成してもよい。また、炭化珪素セラミックス以外の材料で基板ホルダ PH を形成するようにしてもよい。なお上述したように、炭化珪素セラミックスは耐摩耗性等に優れ、帯電防止機能も有することから基板ホルダ PH の形成材料として好ましい。

30

#### 【0046】

上記実施形態の露光装置 EX としては、マスク M と基板 P とを同期移動してマスク M のパターンを露光する走査型の露光装置にも適用することができるし、マスク M と基板 P とを静止した状態でマスク M のパターンを露光し、基板 P を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート型の露光装置にも適用することができる。

40

#### 【0047】

露光装置 EX の用途としては半導体製造用の露光装置や、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の露光装置に限定されることなく、薄膜磁気ヘッドを製造するための露光装置にも広く適用できる。

#### 【0048】

投影光学系 PL としては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や蛍石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F<sub>2</sub>レーザや X 線を用いる場合は反射屈折

50

系または屈折系の光学系にし（マスクも反射型タイプのものを用いる）、また、電子線を用いる場合には光学系として電子レンズおよび偏向器からなる電子光学系を用いればいい。なお、電子線が通過する光路は真空状態にすることはいうまでもない。

【0049】

基板ステージPSTやマスクステージMSTにリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもいい。また、ステージは、ガイドに沿って移動するタイプでもいいし、ガイドを設けないガイドレスタイプでもよい。

【0050】

ステージの駆動装置として平面モータを用いる場合、磁石ユニット（永久磁石）と電機子ユニットのいずれか一方をステージに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットの他方をステージの移動面側（ベース）に設ければよい。

10

【0051】

基板ステージPSTの移動により発生する反力は、特開平8-166475号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

【0052】

マスクステージMSTの移動により発生する反力は、特開平8-330224号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

20

【0053】

本実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

30

【0054】

半導体デバイスは、図10に示すように、デバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板（ウエハ、ガラスプレート）を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置によりマスクMのパターンを感光基板Pに露光する基板処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

【0055】

40

【発明の効果】

本発明によれば、基板保持装置の軽量化が実現され、基板を高い平坦度で保持可能であるため、移動するステージ装置の高速化・高加速度化を実現しつつ基板を投影光学系の焦点深度内に良好に収めることができる。したがって、高スループット且つ高いパターン転写精度で露光処理することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基板保持装置を備えた露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】本発明の基板保持装置の一実施形態を示す上面側から見た図である。

【図3】図2を下面側から見た図である。

【図4】図2のA-A矢視断面図である。

50

【図5】図2のB-B矢視断面図である。

【図6】基板保持装置の保持面を研磨処理する様子を説明するための模式図である。

【図7】基板保持装置の保持面を研磨処理する様子を説明するための模式図である。

【図8】基板保持装置の形態を最適化するための計算モデルを説明するための模式図である。

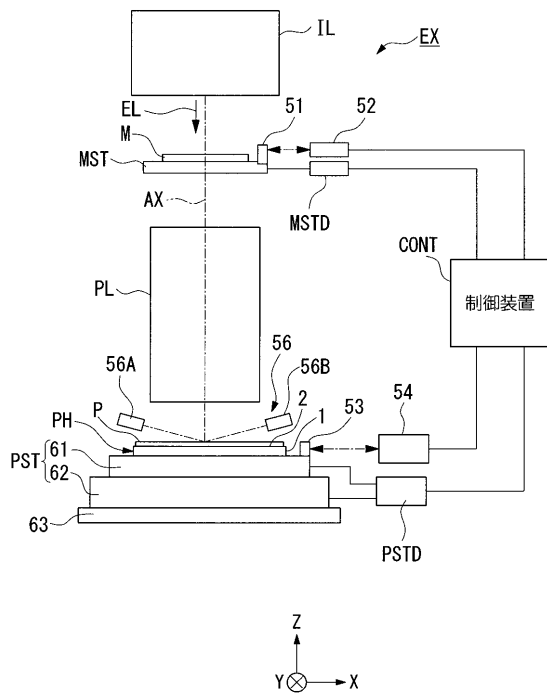
【図9】基板保持装置を保持したステージ装置の一実施形態を示す図である。

【図10】半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

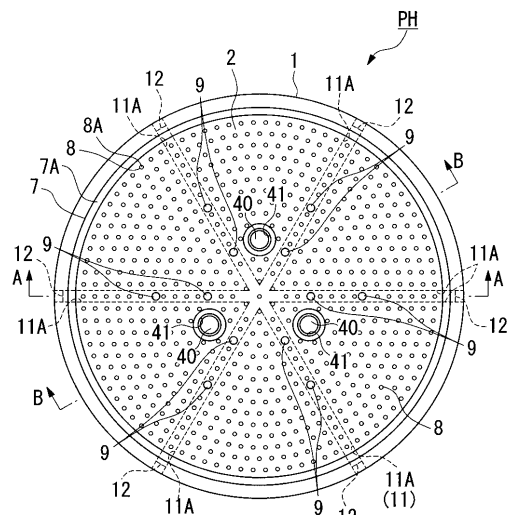
【符号の説明】

- 1 ... 本体部、2 ... 上面（保持面）、3 ... 下面、4 ... 凹部、
- 5（5A～5L）... リブ部、
- 5A、5C、5E、5G、5I、5K... 第1のリブ部、
- 5B、5D、5F、5H、5J、5L... 第2のリブ部、
- 6 ... 薄肉部、7 ... シール部（第2支持部）、7A ... 上端面（保持面）、
- 8 ... ピン部（第1支持部）、8A ... 上端面（保持面）、9 ... 吸着孔、
- 11（11A～11C）... 流路、14 ... 平坦部（平坦領域）、
- EX ... 露光装置、P ... 基板、PH ... 基板ホルダ（基板保持装置）、
- PST ... 基板ステージ（ステージ装置）

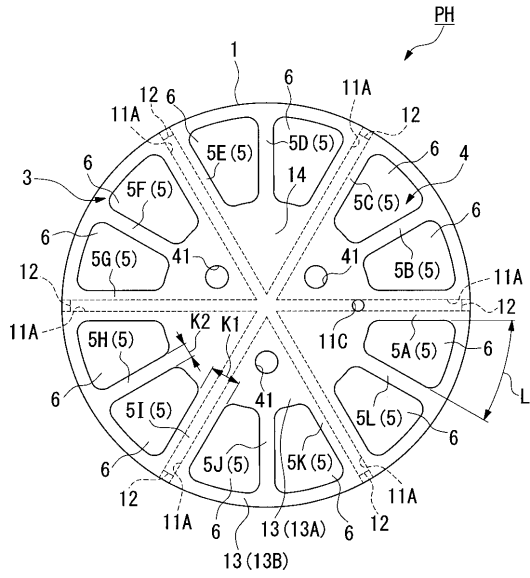
【図1】



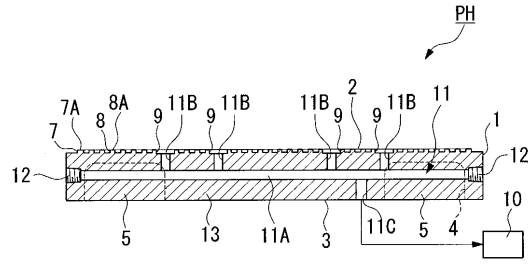
【図2】



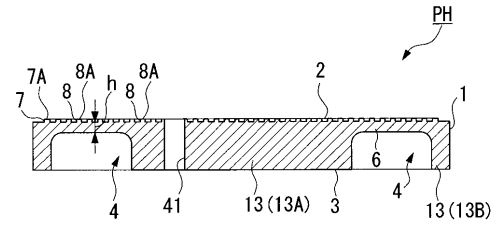
【 図 3 】



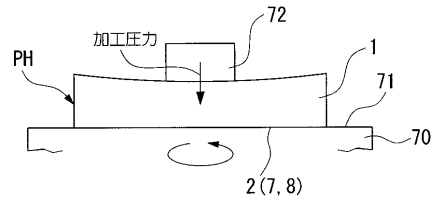
【 図 4 】



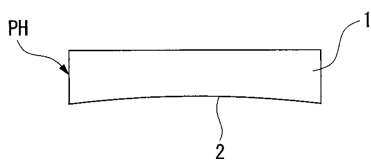
【 図 5 】



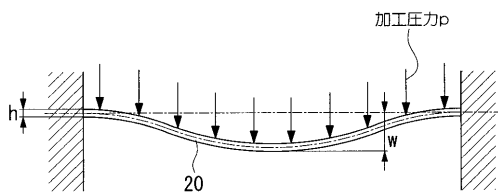
【 図 6 】



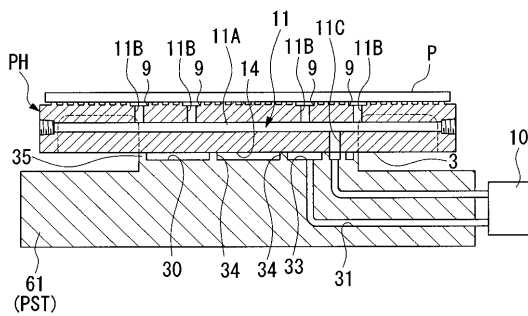
【 図 7 】



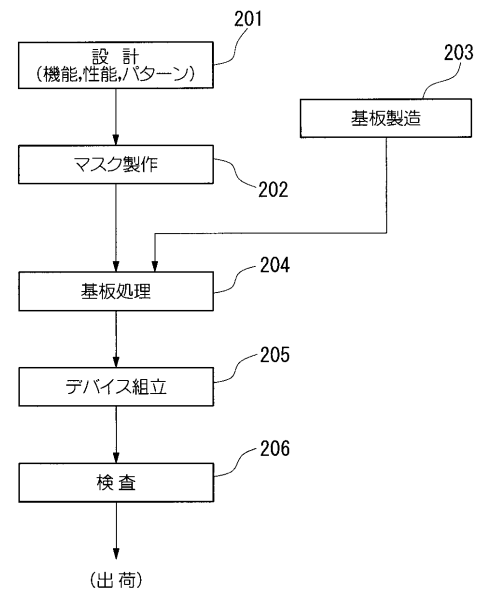
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5F031 CA02 HA02 HA03 HA08 HA13 HA33 HA50 HA56 MA27 PA07  
PA09 PA21 PA30  
5F046 CC01 CC08 CC11 CC15 CC17