

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6400919号  
(P6400919)

(45) 発行日 平成30年10月3日 (2018. 10. 3)

(24) 登録日 平成30年9月14日 (2018. 9. 14)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/304 (2006.01)

H O 1 L 21/304 6 5 1 M

H O 1 L 21/304 6 5 1 B

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-28314 (P2014-28314)	(73) 特許権者	000002428
(22) 出願日	平成26年2月18日 (2014. 2. 18)		芝浦メカトロニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2015-29041 (P2015-29041A)		神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号
(43) 公開日	平成27年2月12日 (2015. 2. 12)	(74) 代理人	110000866
審査請求日	平成28年10月14日 (2016. 10. 14)		特許業務法人三澤特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2013-45532 (P2013-45532)	(74) 代理人	100088720
(32) 優先日	平成25年3月7日 (2013. 3. 7)		弁理士 小川 真一
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100118430
(31) 優先権主張番号	特願2013-140416 (P2013-140416)		弁理士 中原 文彦
(32) 優先日	平成25年7月4日 (2013. 7. 4)	(72) 発明者	宮崎 邦浩
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号
			芝浦メカトロニクス株式会社内
		(72) 発明者	林 航之介
			神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号
			芝浦メカトロニクス株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置及び基板処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を水平状態で支持するテーブルと、  
このテーブルを水平面内で回転させる回転機構と、  
回転している前記基板の表面に処理液を供給する処理液供給部と、  
前記処理液が供給され回転している前記基板の表面に揮発性溶媒を供給する溶媒供給部と、

前記揮発性溶媒が供給され回転している前記基板の表面に気層を生じさせて前記揮発性溶媒を液玉化させるように前記基板を加熱する加熱部と、

制御部とを有し、

前記制御部は、前記加熱部による、前記揮発性溶媒が残留する前記基板の加熱が、前記溶媒供給部による、前記基板に対する前記揮発性溶媒の供給中には行われず、前記揮発性溶媒の供給完了後に開始され、それ以外には開始されないように制御することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記処理液供給部による前記基板への前記処理液の供給が終了する前から、前記溶媒供給部による前記基板への前記揮発性溶媒の供給が開始されるように前記溶媒供給部を制御することを特徴とする請求項 1 記載の基板処理装置。

【請求項 3】

前記基板の表面に対して不活性ガスを供給するガス供給部を有し、

10

20

前記制御部は、前記溶媒供給部による前記揮発性溶媒の供給が開始される前に、前記ガス供給部による前記不活性ガスの供給が開始されるように前記ガス供給部を制御することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の基板処理装置。

【請求項 4】

前記加熱部を前記基板の表面に対して上下方向に移動させる移動機構をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 5】

前記加熱部を前記基板の表面に沿って移動させる移動機構をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 6】

前記加熱部は、前記揮発性溶媒が供給された前記基板に対して電磁波を照射する照射部であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 7】

前記処理液供給部は前記処理液を吐出する第 1 のノズル、前記溶媒供給部は前記揮発性溶媒を吐出する第 2 のノズル、前記加熱部は前記基板を加熱する照射部をそれぞれ有し、前記第 1 のノズルと前記第 2 のノズルは、いずれも前記照射部内に設けられることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 8】

前記加熱部は、前記基板を加熱する照射部を有し、この照射部は、前記テーブルと、このテーブルに支持される前記基板との間に、前記基板の前記テーブル側の面に対して光を照射するように設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 9】

水平面内で回転している基板の表面に処理液を供給する工程と、  
前記処理液が供給され回転している前記基板の表面に揮発性溶媒を供給する工程と、  
前記揮発性溶媒が供給され回転している前記基板の表面に気層を生じさせて前記揮発性溶媒を液玉化させるように前記基板を加熱する工程と、  
を有し、

前記基板を加熱する工程では、前記揮発性溶媒が残留する前記基板の加熱が、前記基板に対する前記揮発性溶媒の供給中には行われず、前記揮発性溶媒の供給完了後に開始され、それ以外には開始されないことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 10】

前記基板を加熱する工程では、前記揮発性溶媒が供給された前記基板に対して電磁波を照射することを特徴とする請求項 9 に記載の基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、基板処理装置及び基板処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

基板処理装置は、半導体などの製造工程において、ウェーハや液晶基板などの基板の表面に処理液を供給してその基板表面を処理し、その後、基板表面を乾燥する装置である。この乾燥工程において、近年の半導体の高集積化や高容量化に伴う微細化によって、例えばメモリセルやゲート周りのパターンが倒壊する問題が発生している。これは、パターン同士の間隔や構造、処理液の表面張力などに起因している。

【0003】

そこで、前述のパターン倒壊を抑制することを目的として、表面張力が超純水よりも小さい IPA（2 - プロパノール：イソプロピルアルコール）を用いた基板乾燥が提案されており（例えば、特許文献 1 参照）、基板表面上の超純水を IPA に置換して基板乾燥を行う処理方法が量産工場などで用いられている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-34779号公報

【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、半導体の微細化は益々進んでおり、IPAのように揮発性が高い有機溶媒を用いた乾燥であっても、ウェーハの微細パターンが液体の表面張力などにより倒れてしまうことがある。

10

【0006】

例えば、液体が乾燥していく過程で基板表面の乾燥速度に不均一が生じ、一部のパターン間に液体が残ると、その部分の液体の表面張力によってパターンが倒壊してしまう。特に、液体が残った部分のパターン同士が液体の表面張力による弾性変形によって倒れ、その液中にわずかに溶けた残渣が凝集し、その後に液体が完全に気化すると、倒れたパターン同士が固着して倒壊してしまう。

【0007】

本発明が解決しようとする課題は、パターンの倒壊を抑えつつ良好な基板乾燥を行うことができる基板処理装置及び基板処理方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

実施形態に係る基板処理装置は、  
基板を水平状態で支持するテーブルと、  
このテーブルを水平面内で回転させる回転機構と、  
回転している前記基板の表面に処理液を供給する処理液供給部と、  
前記処理液が供給され回転している前記基板の表面に揮発性溶媒を供給する溶媒供給部と、

前記揮発性溶媒が供給され回転している前記基板の表面に気層を生じさせて前記揮発性溶媒を液玉化させるように前記基板を加熱する加熱部と、

制御部とを有し、

30

前記制御部は、前記加熱部による、前記揮発性溶媒が残留する前記基板の加熱が、前記溶媒供給部による、前記基板に対する前記揮発性溶媒の供給中には行われず、前記揮発性溶媒の供給完了後に開始され、それ以外には開始されないように制御することを特徴とする。

【0009】

実施形態に係る基板処理方法は、  
水平面内で回転している基板の表面に処理液を供給する工程と、  
前記処理液が供給され回転している前記基板の表面に揮発性溶媒を供給する工程と、  
前記揮発性溶媒が供給され回転している前記基板の表面に気層を生じさせて前記揮発性溶媒を液玉化させるように前記基板を加熱する工程と、

40

を有し、

前記基板を加熱する工程では、前記揮発性溶媒が残留する前記基板の加熱が、前記基板に対する前記揮発性溶媒の供給中には行われず、前記揮発性溶媒の供給完了後に開始され、それ以外には開始されないことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、パターンの倒壊を抑えつつ良好な基板乾燥を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施形態に係る基板処理装置の概略構成を示す図である。

50

【図 2】第 1 の実施形態に係る基板処理工程の流れを示すフローチャートである。

【図 3】第 1 の実施形態に係る照射部による乾燥を説明するための説明図である。

【図 4】第 1 の実施形態に係る照射部を使用しない場合の乾燥を説明するための説明図である。

【図 5】第 2 の実施形態に係る基板処理装置の概略構成を示す図である。

【図 6】第 3 の実施形態に係る基板処理装置の概略構成を示す図である。

【図 7】第 4 の実施形態に係る基板処理装置の概略構成を示す図である。

【図 8】第 4 の実施形態に係る照射部用の移動機構の概略構成を示す平面図である。

【図 9】第 4 の実施形態に係る照射部用の移動機構の他の一例を示す平面図である。

【図 10】第 5 の実施形態に係る基板処理装置の概略構成を示す図である。

10

【図 11】第 6 の実施形態に係る基板処理装置の概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

(第 1 の実施形態)

第 1 の実施形態について図 1 ないし図 4 を参照して説明する。

【0013】

図 1 に示すように、第 1 の実施形態に係る基板処理装置 1 は、処理室となる処理ボックス 2 と、その処理ボックス 2 内に設けられたカップ 3 と、そのカップ 3 内で基板 W を水平状態で支持するテーブル 4 と、そのテーブル 4 を水平面で回転させる回転機構 5 とを備えている。さらに、基板処理装置 1 は、テーブル 4 上の基板 W の表面に第 1 の処理液を供給する第 1 の処理液供給部 6 と、テーブル 4 上の基板 W の表面に第 2 の処理液を供給する第 2 の処理液供給部 7 と、揮発性溶媒を供給する溶媒供給部 8 と、ガスを供給するガス供給部 9 と、光を照射する照射部 10 と、その照射部 10 を移動させる移動機構 11 と、各部を制御する制御部 12 とを備えている。

20

【0014】

カップ 3 は、円筒形状に形成されており、テーブル 4 を周囲から囲んで内部に収容する。カップ 3 の周壁の上部は径方向の内側に向かって傾斜しており、テーブル 4 上の基板 W が露出するように開口している。このカップ 3 は、回転する基板 W 上から流れ落ちたあるいは飛散した処理液を受け取る。なお、カップ 3 の底部には、受け取った処理液を排出するための排出管（図示せず）が設けられている。

30

【0015】

テーブル 4 は、カップ 3 内の中央付近に位置付けられ、水平面で回転可能に設けられている。このテーブル 4 は、ピンなどの支持部材 4a を複数有しており、これらの支持部材 4a により、ウェーハや液晶基板などの基板 W を着脱可能に保持する。

【0016】

回転機構 5 は、テーブル 4 に連結された回転軸やその回転軸を回転させる駆動源となるモータ（いずれも図示せず）などを有しており、モータの駆動により回転軸を介してテーブル 4 を回転させる。この回転機構 5 は制御部 12 に電氣的に接続されており、その駆動が制御部 12 により制御される。

【0017】

40

第 1 の処理液供給部 6 は、テーブル 4 上の基板 W の表面に対して斜め方向から第 1 の処理液を吐出するノズル 6a を有しており、このノズル 6a からテーブル 4 上の基板 W の表面に第 1 の処理液、例えばレジスト剥離処理用の APM（アンモニア水及び過酸化水素水の混合液）を供給する。ノズル 6a はカップ 3 の周壁の上部に装着されており、その角度や吐出流速などは基板 W の表面中心付近に第 1 の処理液が供給されるように調整されている。この第 1 の処理液供給部 6 は制御部 12 に電氣的に接続されており、その駆動が制御部 12 により制御される。なお、第 1 の処理液供給部 6 は、第 1 の処理液を貯留するタンクや駆動源となるポンプ、供給量を調整する調整弁となるバルブ（いずれも図示せず）などを備えている。

【0018】

50

第2の処理液供給部7は、テーブル4上の基板Wの表面に対して斜め方向から第2の処理液を吐出するノズル7aを有しており、このノズル7aからテーブル4上の基板Wの表面に第2の処理液、例えば洗浄処理用の純水（超純水）を供給する。ノズル7aはカップ3の周壁の上部に装着されており、その角度や吐出流速などは基板Wの表面中心付近に第2の処理液が供給されるように調整されている。この第2の処理液供給部7は制御部12に電氣的に接続されており、その駆動が制御部12により制御される。なお、第2の処理液供給部7は、第2の処理液を貯留するタンクや駆動源となるポンプ、供給量を調整する調整弁となるバルブ（いずれも図示せず）などを備えている。

#### 【0019】

溶媒供給部8は、テーブル4上の基板Wの表面に対して斜め方向から揮発性溶媒を吐出するノズル8aを有しており、このノズル8aからテーブル4上の基板Wの表面に揮発性溶媒、例えばIPAを供給する。ノズル8aはカップ3の周壁の上部に装着されており、その角度や吐出流速などは基板Wの表面中心付近に揮発性溶媒が供給されるように調整されている。この溶媒供給部8は制御部12に電氣的に接続されており、その駆動が制御部12により制御される。なお、溶媒供給部8は、揮発性溶媒を貯留するタンクや駆動源となるポンプ、供給量を調整する調整弁となるバルブ（いずれも図示せず）などを備えている。

#### 【0020】

ここで、揮発性溶媒としては、IPA以外にも、例えば、エタノールなどの1価のアルコール類、また、ジエチルエーテルやエチルメチルエーテルなどのエーテル類などを用いることが可能である。なお、揮発性溶媒は、水に可溶であることが好ましい。

#### 【0021】

ガス供給部9は、テーブル4上の基板Wの表面に対して斜め方向からガスを吐出するノズル9aを有しており、このノズル9aからテーブル4上の基板Wの表面にガス、例えば窒素ガスを供給し、基板Wの表面上の空間を窒素ガス雰囲気にする。ノズル9aはカップ3の周壁の上部に装着されており、その角度や吐出流速などは基板Wの表面中心付近にガスが供給されるように調整されている。このガス供給部9は制御部12に電氣的に接続されており、その駆動が制御部12により制御される。なお、ガス供給部9は、ガスを貯留するタンクや供給量を調整する調整弁となるバルブ（いずれも図示せず）などを備えている。

#### 【0022】

ここで、供給するガスとしては、窒素ガス以外の不活性ガス、例えば、アルゴンガスや二酸化炭素ガス、ヘリウムガスなどを用いることが可能である。この不活性ガスが基板Wの表面に供給されるため、基板Wの表面上の酸素を除去し、ウォータマーク（水シミ）の生成を防ぐことが可能となる。なお、供給するガスは、加熱されたガスであることが好ましい。

#### 【0023】

照射部10は、複数のランプ10aを有しており、テーブル4の上方に設けられ、各ランプ10aの点灯によりテーブル4上の基板Wの表面に光を照射する。この照射部10は移動機構11により上下方向（昇降方向）に移動可能に構成されており、カップ3に近接した照射位置（図1中の実線で示すように、基板Wの表面に近接した位置）とカップ3から所定距離だけ離間した待機位置（図1中の一点鎖線で示すように、基板Wの表面から離間した位置）とに移動する。照射部10は制御部12に電氣的に接続されており、その駆動が制御部12により制御される。

#### 【0024】

ここで、照射部10としては、例えば、直管タイプのランプ10aを複数本並列に設けたものや電球タイプのランプ10aを複数個アレイ状に設けたものなどを用いることが可能である。また、ランプ10aとしては、例えば、ハロゲンランプやキセノンフラッシュランプ（一例として、400～1000nmの波長光を有するフラッシュランプ）などを用いることが可能である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

この照射部 1 0 は、基板 W を加熱する加熱部として機能する。なお、照射部 1 0 としては、テーブル 4 上の基板 W に対して電磁波を照射する各種の照射部を用いることが可能であり、光を照射するランプ 1 0 a 以外にも、例えば、テーブル 4 上の基板 W に対して遠赤外線照射する遠赤ヒータやマイクロ波を照射するマイクロ波ヒータなどを用いることが可能である。

## 【 0 0 2 6 】

移動機構 1 1 は、照射部 1 0 を保持する保持部やその保持部を照射部 1 0 の昇降方向に移動させる機構、駆動源となるモータ（いずれも図示せず）などを有しており、モータの駆動により保持部と共に照射部 1 0 を移動させる。この移動機構 1 1 は制御部 1 2 に電気的に接続されており、その駆動が制御部 1 2 により制御される。

10

## 【 0 0 2 7 】

制御部 1 2 は、各部を集中的に制御するマイクロコンピュータと、基板処理に関する基板処理情報や各種プログラムなどを記憶する記憶部とを備えている。この制御部 1 2 は、基板処理情報や各種プログラムに基づいて回転機構 5 や第 1 の処理液供給部 6、第 2 の処理液供給部 7、溶媒供給部 8、ガス供給部 9、照射部 1 0、移動機構 1 1 などを制御し、回転中のテーブル 4 上の基板 W の表面に対し、第 1 の処理液供給部 6 による第 1 の処理液の供給、第 2 の処理液供給部 7 による第 2 の処理液の供給、溶媒供給部 8 による揮発性溶媒の供給、ガス供給部 9 によるガスの供給及び照射部 1 0 による照射（加熱）などの制御を行う。

20

## 【 0 0 2 8 】

次に、前述の基板処理装置 1 が行う基板処理（基板処理方法）について図 2 を参照して説明する。なお、テーブル 4 上には基板 W がセットされており、前準備は完了している。また、照射部 1 0 はカップ 3 から所定距離だけ離間した待機位置（図 1 中の一点鎖線参照）で待機している。

## 【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、まず、制御部 1 2 は回転機構 5 を制御し、テーブル 4 を所定の回転数で回転させ（ステップ S 1）、次いで、第 1 の処理液供給部 6 を制御し、回転するテーブル 4 上の基板 W の表面に第 1 のノズル 6 a から第 1 の処理液、すなわち A P M を所定時間供給する（ステップ S 2）。第 1 の処理液としての A P M は、第 1 のノズル 6 a から、回転するテーブル 4 上の基板 W の中央に向けて吐出され、基板 W の回転による遠心力によって基板 W の表面全体に広がっていく。これにより、テーブル 4 上の基板 W の表面は A P M により覆われて処理されることになる。なお、テーブル 4 の回転数や所定時間などの処理条件はあらかじめ設定されているが、操作者によって任意に変更可能である。

30

## 【 0 0 3 0 】

ステップ S 2 の後、制御部 1 2 は、第 1 の処理液の供給を停止させてから、第 2 の処理液供給部 7 を制御し、回転するテーブル 4 上の基板 W の表面に第 2 のノズル 7 a から第 2 の処理液、すなわち超純水を所定時間供給する（ステップ S 3）。第 2 の処理液としての超純水は、第 2 のノズル 7 a から、回転するテーブル 4 上の基板 W の中央に向けて吐出され、基板 W の回転による遠心力によって基板 W の表面全体に広がっていく。これにより、テーブル 4 上の基板 W の表面は超純水により覆われて洗浄されることになる。

40

## 【 0 0 3 1 】

ステップ S 3 の後、制御部 1 2 は、第 2 の処理液の供給を停止させてから、移動機構 1 1 を制御し、照射部 1 0 を待機位置から照射位置に下降させ、さらに、ガス供給部 9 を制御し、回転するテーブル 4 上の基板 W の表面にノズル 9 a からガス、すなわち窒素ガスを所定時間供給する（ステップ S 4）。なお、このとき照射部 1 0 の各ランプ 1 0 a は、点灯させていない。窒素ガスは、ノズル 9 a から、回転するテーブル 4 上の基板 W の中央に向けて吐出され、基板 W の回転による気流によって基板 W の表面全体に広がっていく。これにより、テーブル 4 上の基板 W の表面と照射部 1 0 との間の空間は窒素雰囲気となる。この空間を窒素雰囲気にするすることで、酸素濃度を減少させて、基板 W の表面におけるウォ

50

ーターマークの発生を抑止することができる。なお、照射部 10 が待機位置から照射位置に移動することで、テーブル 4 上の基板 W の表面と照射部 10 との間の空間は狭くなるので、その空間を窒素雰囲気とする時間を短くし、全体の処理時間を短縮することができる。

#### 【0032】

ステップ S 4 の後、制御部 12 は、窒素ガスの供給を停止させてから、溶媒供給部 8 を制御し、回転するテーブル 4 上の基板 W の表面にノズル 8 a から揮発性溶媒、すなわち IPA を所定時間供給する（ステップ S 5）。なお、IPA の供給は、超純水が乾燥する前に行われることが好ましい。揮発性溶媒としての IPA は、ノズル 8 a から、回転するテーブル 4 上の基板 W の中央に向けて吐出され、基板 W の回転による遠心力によって基板 W の表面全体に広がっていく。これにより、テーブル 4 上の基板 W の表面は超純水から IPA に置換されることになる。このとき、溶媒供給部 8 のノズル 8 a から吐出される IPA の温度はその沸点未満とされており、IPA を確実に液体の状態として基板 W の表面に供給することによって、基板 W の表面の全域において超純水が IPA に均等に置換される。本実施形態において、基板 W に対して IPA は、液体の状態で連続的に供給される。

#### 【0033】

なお、IPA 供給時のテーブル 4、すなわち基板 W の回転数は、基板 W の表面が露出しない程度に、揮発性溶媒の膜が基板 W の表面上で薄膜となるように設定されている。また、ノズル 9 a からの窒素ガスの供給に関して、ステップ S 4 の後に窒素ガスの供給を停止させず、ステップ S 5 においても継続させるようにしても良い。

#### 【0034】

ステップ S 5 の後、制御部 12 は、揮発性溶媒の供給を停止させてから、照射部 10 を制御し、照射部 10 の各ランプ 10 a を点灯して、回転するテーブル 4 上の基板 W を所定時間加熱する（ステップ S 6）。このとき、照射部 10 は、基板 W の温度が 10 秒で 100 度以上になることを可能にする加熱を行うことができる。このため、IPA が残留している基板 W の表面を瞬時に乾燥することが可能となる。なお、照射部 10 の照射による加熱は IPA の供給停止後に開始されているが、これに限るものではなく、IPA の供給中から加熱を開始しても良い。

#### 【0035】

ここで、照射部 10 による加熱乾燥では、パターン倒壊を抑止するため、前述のように数秒で百度以上の高温まで基板 W を加熱することが重要である。さらに、IPA を加熱せず、基板 W だけを加熱することも必要である。この瞬時の高温到達のためには、波長 400 ~ 3000 nm にピーク強度を有する照射部 10 を用いることが望ましい。また、確実な乾燥のためには、基板 W の最終温度（加熱による到達する最終温度）は、処理液や溶媒の大気圧における沸点よりも 20 以上高めの加熱温度であることが望ましく、加えて、最終温度に達する時間が 10 秒以内、例えば、数 10 msec ~ 数秒の範囲内であることが望ましい。

#### 【0036】

ステップ S 6 の後、制御部 12 は移動機構 11 を制御し、照射部 10 を照射位置から待機位置に上昇させ、次いで、照射部 10 を制御し、照射部 10 の各ランプ 10 a を消灯して、基板 W の加熱を停止し（ステップ S 7）、最後に、回転機構 5 を制御し、基板 W の回転を停止して（ステップ S 8）、処理が完了する。その後、基板 W がテーブル 4 の各支持部材 4 a から取り外されて搬出される。

#### 【0037】

なお、基板 W の搬出に先立ち、照射部 10 が待機位置に位置付けられるため、基板 W の搬出時に照射部 10 が邪魔になることを防止することができる。また、処理ボックス 2 内のテーブル 4 に基板 W がセットされる時にも、照射部 10 を待機位置に位置づけておくことで、基板 W の搬入時に照射部 10 が邪魔になることを防止することができる。さらに、基板 W に第 1 の処理液や第 2 の処理液を供給する時、照射部 10 を待機位置に位置付けておくことで、処理液が照射部 10 に付着することを抑止することができる。

## 【 0 0 3 8 】

前述の照射部 1 0 を用いた乾燥工程（ステップ S 6 ）では、その照射部 1 0 による加熱によって、図 3 に示すように、基板 W の表面上のパターン P の周囲から液体 A 1 が気化するため、基板表面は瞬時に乾燥することになる。このとき、照射部 1 0 は、液体 A 1 が供給された基板 W の表面に気層 A 2 を生じさせて液体 A 1 を液玉化させる（液体 A 1 の液玉を生成する）ように、前述の最終温度まで基板 W だけを瞬時に加熱する。

## 【 0 0 3 9 】

詳しくは、基板 W が照射部 1 0 の照射によって瞬時に加熱されると、基板 W の表面上のパターン P に接触している液体 A 1 が他の部分の液体 A 1 よりも早く気化を始める。これにより、基板 W の表面上のパターン P の周囲には、液体 A 1 の気化（沸騰）によりガスの層、すなわち気層 A 2 が薄膜のように生成される。このため、隣り合うパターン P の間の液体 A 1 は、気層 A 2 によって基板 W の表面に押し出されながら乾燥が進行することになる。

10

## 【 0 0 4 0 】

つまり、基板 W を瞬時に加熱することで、基板 W の表面上のパターン P に接触している揮発性溶媒の液体 A 1 が瞬時に気化し、基板 W の表面上における他の部分の揮発性溶媒の液体 A 1 が直ちに液玉化する（液玉化現象）。こうして生成された液玉は、基板 W の回転による遠心力で基板 W 上から飛ばされ、結果的に基板 W の乾燥が完了する。このようにして、一部のパターン間に液体 A 1 が残留することを抑えることが可能となり、基板 W の表面における液体 A 1 の乾燥速度は均一となるため、残留した液体 A 1 による倒壊力（例えば、表面張力など）によってパターン P が倒壊することを抑止することができる。

20

## 【 0 0 4 1 】

一方、照射部 1 0 を使用しない場合の乾燥では、I P A の液体 A 1 が乾燥していく過程で液体 A 1 の乾燥速度に不均一が生じ、図 4 に示すように、一部のパターン P の間に液体 A 1 が残り、その部分の液体 A 1 による倒壊力によってパターン P が倒壊してしまう。例えば、パターン P の一つの幅は 2 0 n m であり、その高さは 2 0 0 n m である（幅に対して高さが 1 0 倍である）。このようにパターン P が微細なパターンであり、そのパターン P の間の隙間に入り込んだ液体 A 1 は乾燥しづらくなる。このため、他の部分が乾燥した後も、一部のパターン P の間には液体 A 1 が残り、その液体 A 1 による倒壊力によってパターンが倒壊してしまう。

30

## 【 0 0 4 2 】

以上説明したように、第 1 の実施形態によれば、揮発性溶媒（例えば、I P A ）が供給された基板 W に対して光を照射し、その揮発性溶媒が供給された基板 W の表面にガスの層（気層）を生じさせるように基板 W を加熱することによって、基板 W 上のパターンに接触する揮発性溶媒から気化（沸騰）を進行させる。このとき発生するガスの層によりパターン間に揮発性溶媒を残すことなく、基板 W の表面を瞬時に乾燥することが可能となる。このように、揮発性溶媒がパターン間に残ることを防止し、残留した揮発性溶媒によるパターン倒壊を抑止することが可能となるので、パターン倒壊を抑えつつ良好な基板乾燥を行うことができる。

40

## 【 0 0 4 3 】

また、揮発性溶媒の供給完了後に照射部 1 0 の照射による加熱を行うことによって、揮発性溶媒の供給量が少なくても、揮発性溶媒を基板 W の表面全体に確実に行き渡らすことが可能であり、確実な乾燥を実現することができる。つまり、加熱が供給中に実行されると、その熱によって供給中の揮発性溶媒が気化してしまい、揮発性溶媒が基板の表面全体に行き渡らないことがあるが、揮発性溶媒の供給完了後に加熱を行うことによってそれを抑止することが可能となる。

## 【 0 0 4 4 】

一方、揮発性溶媒の供給量が十分であり、揮発性溶媒が基板の表面全体に行き渡るときには、揮発性溶媒の供給中に照射部 1 0 の照射による加熱を開始するようにしても良い。この場合には、揮発性溶媒の供給完了後に加熱を開始する場合と比べ、基板 W の乾燥時間

50



を短くすることが可能となるので、全体の処理時間を短縮することができる。

【 0 0 4 5 】

なお、前述の実施形態では、第1の処理液としてAPMを用いているが、これに限るものではなく、例えば、SPM（硫酸及び過酸化水素水の混合液）を用いることが可能である。APMはIPAと反応しにくい、SPMはIPAと反応しやすい。このSPMとIPAの反応を避けるために、SPM処理を行う第1のスピン処理モジュールと、照射部10による加熱及びIPA乾燥を行う第2のスピン処理モジュールとを別体として設けることが望ましい。この場合には、第1のスピン処理モジュールのSPM処理後、乾燥処理を実行せずに第2のスピン処理モジュールに基板Wを搬送し、その第2のスピン処理モジュールにより乾燥処理を行う。

10

【 0 0 4 6 】

また、前述の実施形態では、基板Wに対する洗浄液の供給が停止してからIPAなどの揮発性溶媒の供給を開始したが、超純水などの第2の処理液による洗浄の終期で、まだその処理液が基板Wに対して供給されているときから揮発性溶媒の供給を開始させるようにしても良い。

【 0 0 4 7 】

（第2の実施形態）

第2の実施形態について図5を参照して説明する。

【 0 0 4 8 】

第2の実施形態は基本的に第1の実施形態と同様である。このため、第2の実施形態では、第1の実施形態との相違点について説明し、第1の実施形態で説明した部分と同一部分は同一符号で示し、その説明も省略する。

20

【 0 0 4 9 】

図5に示すように、第2の実施形態に係る基板処理装置1においては、第1の処理液供給部6のノズル6a、第2の処理液供給部7のノズル7a、溶媒供給部8のノズル8a及びガス供給部9のノズル9aが照射部10内に設けられている。これらのノズル6a、7a、8a及び9aは、テーブル4上の基板Wの表面にそれぞれの流体（第1の処理液、第2の処理液、揮発性溶媒又はガス）を供給可能に形成されている。なお、各ノズル6a、7a、8a及び9aの材料としては、熱により変形しない材料を用いており、例えば、照射部10の各ランプ10aにより加熱されない石英などの材料を用いることが可能である。

30

【 0 0 5 0 】

この第2の実施形態に係る基板処理装置1では、各ノズル6a、7a、8a及び9aがテーブル4上の基板Wの直上に位置するため、液体や気体を供給するときの流速が遅くても、基板中心に液体や気体を容易に供給することができる。また、供給する液体の流量を少なくしても液体により基板Wの表面を被覆することが可能となるので、液体の使用量を削減することができる。同様に、供給する気体の流量を少なくしても基板Wの表面上の空間を、供給したガス雰囲気にすることが可能となるので、気体の使用量を削減することができる。

【 0 0 5 1 】

40

以上説明したように、第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、照射部10内に各ノズル6a、7a、8a及び9aを設けることによって、液体や気体を供給するときの流速が遅い場合でも、基板中心に液体や気体を容易に供給することができる。加えて、液体や気体の流量を少なくすることも可能であり、それらの液体や気体の使用量を削減することができる。

【 0 0 5 2 】

（第3の実施形態）

第3の実施形態について図6を参照して説明する。

【 0 0 5 3 】

第3の実施形態は基本的に第2の実施形態と同様である。このため、第3の実施形態で

50

は、第 2 の実施形態との相違点について説明し、第 2 の実施形態で説明した部分と同一部分は同一符号で示し、その説明も省略する。

【 0 0 5 4 】

図 6 に示すように、第 3 の実施形態に係る基板処理装置 1 においては、照射部 1 0 が基板 W の下方に、すなわち、各支持部材 4 a 上の基板 W とテーブル 4 との間に、その基板 W のテーブル 4 側の面に対して光を照射するように設けられている。この照射部 1 0 は、第 2 の実施形態と同様、移動機構 1 1 により昇降方向（上下方向）に移動可能である。

【 0 0 5 5 】

この第 3 の実施形態に係る基板処理装置 1 では、照射部 1 0 が各支持部材 4 a 上の基板 W とテーブル 4 との間に位置するため、各支持部材 4 a 上の基板 W の上方の空間を空けることが可能であり、その空間に他の部材や装置など（例えば、ノズル 6 a や 7 a、8 a、9 a など）を複雑な構造とせずとも容易に設けることができる。

【 0 0 5 6 】

以上説明したように、第 3 の実施形態によれば、第 2 の実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、各支持部材 4 a 上の基板 W の下方、例えば各支持部材 4 a 上の基板 W とテーブル 4 との間に照射部 1 0 を設けることによって、各支持部材 4 a 上の基板 W の上方の空間を空けることが可能となるため、その空間に他の部材や装置などを容易に設置することができる。

【 0 0 5 7 】

（第 4 の実施形態）

第 4 の実施形態について図 7 ないし図 9 を参照して説明する。

【 0 0 5 8 】

第 4 の実施形態は基本的に第 1 の実施形態と同様である。このため、第 4 の実施形態では、第 1 の実施形態との相違点について説明し、第 1 の実施形態で説明した部分と同一部分は同一符号で示し、その説明も省略する。

【 0 0 5 9 】

図 7 及び図 8 に示すように、第 4 の実施形態に係る基板処理装置 1 においては、照射部 1 0 A がラインレーザ光を照射するラインレーザである。この照射部 1 0 A は、その長手方向の長さが基板 W の直径よりも長く形成されており、テーブル 4 上の基板 W の表面に沿って移動機構 1 1 A により移動可能に構成されている。照射部 1 0 A は、第 1 の実施形態と同様、揮発性溶媒が供給された基板 W の表面にガスの層（気層）を生じさせるようにその基板 W を加熱する。

【 0 0 6 0 】

移動機構 1 1 A は、照射部 1 0 A を保持して移動させる一対の移動機構 2 1 及び 2 2（図 8 参照）と、移動機構 2 1 を支持する支柱 2 3 と、移動機構 2 2 を支持する支柱 2 4（図 8 参照）とにより構成されている。一対の移動機構 2 1 及び 2 2 は、照射部 1 0 A がテーブル 4 上の基板 W の上方に位置するようにその照射部 1 0 A を保持しており、テーブル 4 上の基板 W の表面に沿って平行に移動させる。これらの移動機構 2 1 及び 2 2 としては、例えば、サーボモータを駆動源とする送りねじ式の移動機構やリニアモータを駆動源とするリニアモータ式の移動機構などを用いることが可能である。

【 0 0 6 1 】

この第 4 の実施形態に係る基板処理装置 1 において、照射部 1 0 A は、加熱乾燥を行う場合、回転しているテーブル 4 上の基板 W の表面に沿って平行に一対の移動機構 2 1 及び 2 2 により移動しながらレーザ光を照射することで、基板 W の表面全体に対するレーザ光の照射を行う。このとき、照射部 1 0 A は、例えば基板 W の中心から外周に移動する。このような加熱乾燥により、揮発性溶媒が供給された基板 W の表面には、第 1 の実施形態と同様に、ガスの層（気層）が生じるため、基板 W の表面は瞬時に乾燥することになる。

【 0 0 6 2 】

ここで、ラインレーザ型の照射部 1 0 A により基板 W の表面全体に対してレーザ光を照射する場合の他の構成の一例について説明する。

## 【 0 0 6 3 】

図 9 に示すように、照射部 1 0 A が、支柱として機能する移動機構 1 1 B の上部に設けられ、その支柱である移動機構 1 1 B の軸心を回転軸として移動機構 1 1 B により基板 W の表面に沿って揺動可能（回転可能）に構成されている。この照射部 1 0 A は、移動機構 1 1 B により回転軸を中心として回転し、回転しているテーブル 4 上の基板 W の表面に沿って平行に移動（揺動）しながらレーザ光を照射することで、基板 W の表面全体に対するレーザ光の照射を行う。

## 【 0 0 6 4 】

以上説明したように、第 4 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、ラインレーザ型の照射部 1 0 A を用いることによって、テーブル 4 上の基板 W の表面全体を覆うような照射部に比べ、照射装置の大型化を防止することができる。

10

## 【 0 0 6 5 】

（第 5 の実施形態）

第 5 の実施形態について図 1 0 を参照して説明する。

## 【 0 0 6 6 】

第 5 の実施形態は基本的に第 1 の実施形態と同様である。このため、第 5 の実施形態では、第 1 の実施形態との相違点について説明し、第 1 の実施形態で説明した部分と同一部分は同一符号で示し、その説明も省略する。

## 【 0 0 6 7 】

図 1 0 に示すように、第 5 の実施形態に係る基板処理装置 1 においては、処理ボックス 2 内を減圧する減圧部 3 1 が設けられている。この減圧部 3 1 は、処理ボックス 2 内につながる配管 3 1 a と、その配管 3 1 a の途中に設けられた減圧ポンプ 3 1 b とを備えている。減圧ポンプ 3 1 b は制御部 1 2 に電氣的に接続されており、その駆動が制御部 1 2 により制御される。このような減圧部 3 1 は、減圧ポンプ 3 1 b の駆動によって処理ボックス 2 内の気体を配管 3 1 a から排気してその処理ボックス 2 内を減圧し、真空状態にする。

20

## 【 0 0 6 8 】

この第 5 の実施形態に係る基板処理装置 1 では、照射部 1 0 による加熱乾燥前、例えば、揮発性溶媒である IPA の供給後に（すなわち、第 1 の実施形態における図 2 中のステップ S 5 とステップ S 6 との間に）、処理ボックス 2 内が減圧部 3 1 により所定の真空圧まで減圧される。処理ボックス 2 内が真空状態となると、照射部 1 0 による加熱乾燥が実行される（第 1 の実施形態における図 2 中のステップ S 6 ）。このとき、処理ボックス 2 内の減圧によって IPA の沸点が下がり、その沸点が下がる分、大気下よりも低い加熱温度で前述の液玉化現象を生じさせることが可能となる。このため、取り扱う基板 W が高温加熱に適さない場合などでも加熱乾燥を行うことができる。

30

## 【 0 0 6 9 】

以上説明したように、第 5 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、処理ボックス 2 内を減圧状態として照射部 1 0 による加熱乾燥を実行することによって、処理ボックス 2 内の基板 W の表面に存在する液体の沸点を下げ、その沸点が下がる分、大気下よりも低い加熱温度で液玉化現象を生じさせることが可能となる。このため、処理ボックス 2 内を減圧状態とせずに照射部 1 0 による加熱乾燥を実行する場合に比べ、取り扱う基板 W が高温加熱に適さない場合などでも、大気下よりも低い加熱温度で加熱乾燥を行い、確実にパターン倒壊を抑えつつ良好な基板乾燥を行うことができる。

40

## 【 0 0 7 0 】

（第 6 の実施形態）

第 6 の実施形態について図 1 1 を参照して説明する。

## 【 0 0 7 1 】

第 6 の実施形態は基本的に第 1 の実施形態と同様である。このため、第 6 の実施形態で

50

は、第 1 の実施形態との相違点について説明し、第 1 の実施形態で説明した部分と同一部分は同一符号で示し、その説明も省略する。

【 0 0 7 2 】

第 6 の実施形態に係る基板処理装置 1 においては、図 1 1 に示すように、基板 W を搬送する搬送部 4 1 が設けられている。この搬送部 4 1 は処理ボックス 2 内のテーブル 4 上から基板 W を搬出し、多数の基板 W を収容するバッファ部 4 2 まで搬送する。なお、第 6 の実施形態に係る基板処理装置 1 は、第 1 の実施形態に係る照射部 1 0 を備えておらず、第 6 の実施形態に係る基板処理工程では、照射部 1 0 による加熱乾燥は実行されず、基板 W の回転による振り切り乾燥が行われる。

【 0 0 7 3 】

搬送部 4 1 は、処理ボックス 2 とバッファ部 4 2 との間の基板 W の搬送を可能とする搬送アーム 4 1 a と、その搬送アーム 4 1 a に取り付けられて基板 W を支持する搬送アームヒータ 4 1 b と、搬送アームヒータ 4 1 b 上の基板 W に向けて気体（例えば、窒素ガスなどの不活性ガス）を吹き付ける気体吹き付け部 4 1 c と、基板 W から戻ってくる気体を吸引して排気する排気部 4 1 d とを備えている。

【 0 0 7 4 】

搬送アームヒータ 4 1 b は、基板 W の搬送途中で基板 W を瞬間的に高温に加熱するものであり、基板 W を支持し、その支持している基板 W を加熱する加熱部として機能する。この搬送アームヒータ 4 1 b は、第 1 の実施形態と同様、揮発性溶媒が供給された基板 W の表面にガスの層（気層）を生じさせるようにその基板 W を加熱する。なお、処理ボックス 2 から取り出された基板 W は、処理ボックス 2 内では振り切り乾燥しかされていないため、揮発性溶媒が完全に乾燥していない状態（ある程度付着した状態）で搬送アームヒータ 4 1 b 上に置かれることになる。

【 0 0 7 5 】

気体吹き付け部 4 1 c 及び排気部 4 1 d は、処理ボックス 2 からバッファ部 4 2 までの基板 W の搬送経路（搬送アーム 4 1 a による基板 W の搬送経路）に沿って設けられている。気体吹き付け部 4 1 c は、排気部 4 1 d よりも基板 W の搬送方向の上流側に位置付けられている。したがって、排気部 4 1 d は気体吹き付け部 4 1 c よりも下流側に位置しており、気体吹き付け部 4 1 c から吹き出されて基板 W の表面に当たる気体を吸い込むように設置されている。

【 0 0 7 6 】

気体吹き付け部 4 1 c は、搬送アームヒータ 4 1 b の加熱によって基板 W の表面に生成される揮発性溶媒の液玉を吹き飛ばして除去するものであり、基板 W の搬送経路の上方に位置しており、搬送アームヒータ 4 1 b 上の基板 W の表面に対して傾斜するように設けられている。この気体吹き付け部 4 1 c は、基板 W の搬送方向に垂直な方向の基板幅とほぼ同じか、それより大きい幅を有するスリット状の開口部（図示せず）から気体を吹き出す。

【 0 0 7 7 】

排気部 4 1 d は、気体吹き付け部 4 1 c によって吹飛ばされた液玉を吸引して、搬送経路に飛び散らないようにするものであり、基板 W の搬送経路の上方に位置しており、搬送アームヒータ 4 1 b 上の基板 W の表面に対して垂直になるように設けられている。この排気部 4 1 d は、基板 W の搬送方向に垂直な方向の基板幅とほぼ同じか、それより大きい開口幅を有するスリット状の開口部（図示せず）から気体を吸い込む。

【 0 0 7 8 】

この第 6 の実施形態に係る基板処理装置 1 では、処理ボックス 2 から取り出された基板 W が、ヒータオフ状態の搬送アームヒータ 4 1 b 上に置かれる。この状態で、搬送アーム 4 1 a は図 1 1 中の右から左に移動する。搬送アームヒータ 4 1 b が気体吹き付け部 4 1 c に近づいたときにヒータがオンされ、ヒータのオンによって基板 W が急速加熱される。この加熱によって基板 W の表面上に揮発性溶媒の液玉が生成される。その後、基板 W の表面上に生成された揮発性溶媒の液玉は、気体吹き付け部 4 1 c からの気体によって基板 W

10

20

30

40

50

の表面上から吹き飛ばされて、排気部 4 1 d により吸引され除去されることになる。これにより、基板 W の表面は瞬時に乾燥することになる。なお、基板 W の加熱時には、基板 W は一方向に搬送されており、回転することはない。

【 0 0 7 9 】

以上説明したように、第 6 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、基板 W の搬送途中に、搬送アームヒータ 4 1 b による加熱乾燥を行うことによって、処理ボックス 2 内での加熱乾燥を行わなくても、パターン倒壊を抑えて良好な基板乾燥を行うことが可能となる。このため、処理ボックス 2 内での加熱乾燥を省略し、処理ボックス 2 内での基板処理時間を短縮することができる。

【 0 0 8 0 】

なお、第 6 の実施形態においては、気体吹き付け部 4 1 c 及び排気部 4 1 d を基板 W の搬送経路の上方（基板 W の上部に位置するよう）に設けているが、これに限るものではなく、例えば、基板 W の搬送経路の横に気体吹き付け部 4 1 c を設け、その反対側に排気部 4 1 d を設けるようにしても良い。この場合には、搬送アームヒータ 4 1 b 上の基板 W の表面に対して横から気体を吹き付け、その反対側から気体を吸引することになる。

【 0 0 8 1 】

また、搬送アームヒータ 4 1 b による急速加熱によって基板 W の表面上に生成された揮発性溶媒の液玉を、基板 W を傾けることで基板 W の表面上から除去するようにしても良い。これは、基板 W の搬送途中にて、搬送アームヒータ 4 1 b により基板 W を急速加熱した後、搬送アーム 4 1 a を、例えば搬送方向に沿った軸を中心に回動させ、保持している基板 W を傾斜させるようにすることで実施できる。基板 W が傾斜させられることで、揮発性溶媒の液玉は、基板 W の表面上を滑るようにして基板 W の表面上から除去されることになる。

【 0 0 8 2 】

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。例えば、第 1 の処理液、第 2 の処理液、ガス、揮発性溶媒等の供給は、それぞれの供給時間が重ならない実施形態で説明したが、一部重なっても構わない。また、上述したこれら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 3 】

- 1          基板処理装置
- 5          回転機構
- 8          溶媒供給部
- 1 0        照射部
- 1 0 A      照射部
- 1 1        移動機構
- 1 1 A      移動機構
- 1 2        制御部
- W          基板

10

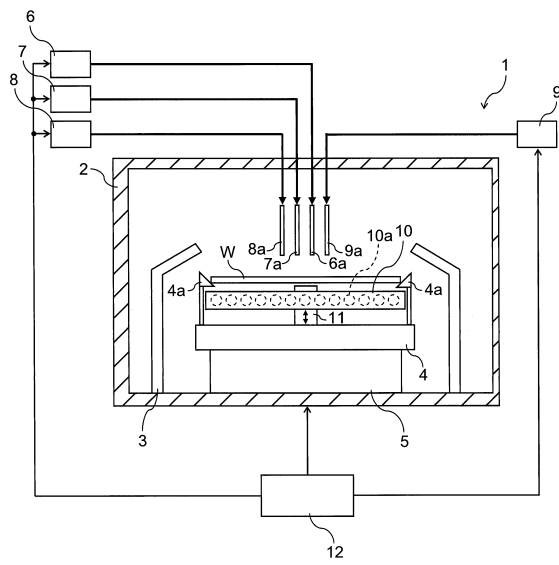
20

30

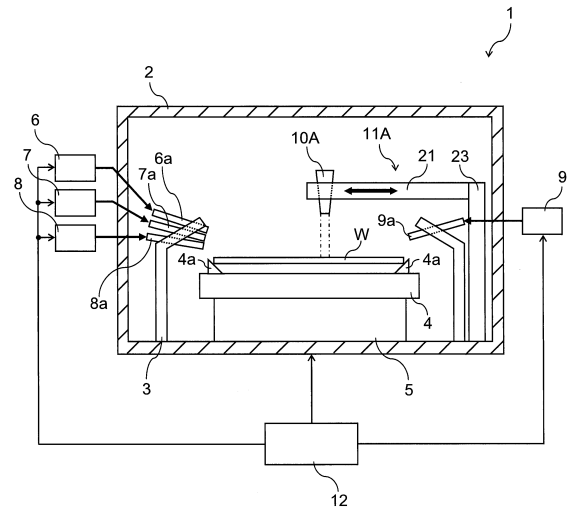
40



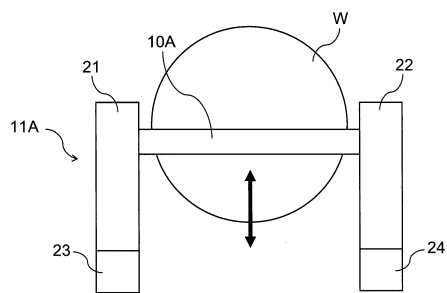
【図 6】



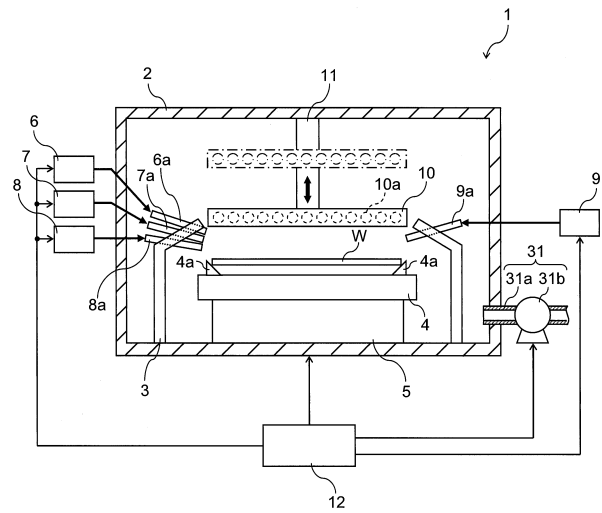
【図 7】



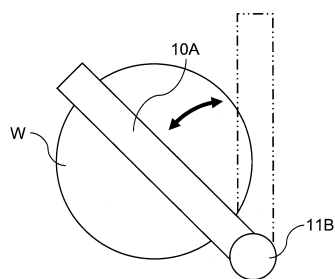
【図 8】



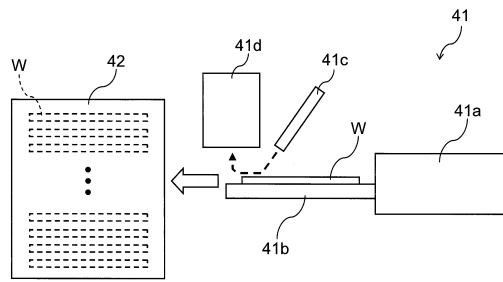
【図 10】



【図 9】



【図 11】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 大田 垣 崇  
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社内
- (72)発明者 長嶋 裕次  
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社内

審査官 加藤 芳健

- (56)参考文献 特開2012-138510(JP,A)  
特開2010-238918(JP,A)  
特開平09-038595(JP,A)  
特開2008-034428(JP,A)  
特表2012-503883(JP,A)  
特開2012-178606(JP,A)  
特開2010-161165(JP,A)  
特開2004-119717(JP,A)  
特開2002-305178(JP,A)  
特開平10-199855(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |        |
|------|--------|
| H01L | 21/304 |
| F26B | 3/28   |
| F26B | 5/16   |