

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4296090号
(P4296090)

(45) 発行日 平成21年7月15日(2009.7.15)

(24) 登録日 平成21年4月17日(2009.4.17)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/304 (2006.01)	HO 1 L 21/304 6 5 1 J
	HO 1 L 21/304 6 5 1 G
	HO 1 L 21/304 6 5 1 L

請求項の数 5 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2003-543076 (P2003-543076)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成14年11月1日(2002.11.1)		アプライド マテリアルズ インコーポレ イテッド
(65) 公表番号	特表2005-534162 (P2005-534162A)		APPLIED MATERIALS, I NCORPORATED
(43) 公表日	平成17年11月10日(2005.11.10)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95 054 サンタ クララ パウアーズ ア ベニュー 3050
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/034973		
(87) 国際公開番号	W02003/041131	(74) 代理人	100088155
(87) 国際公開日	平成15年5月15日(2003.5.15)		弁理士 長谷川 芳樹
審査請求日	平成17年9月13日(2005.9.13)	(74) 代理人	100107456
(31) 優先権主張番号	60/335, 335		弁理士 池田 成人
(32) 優先日	平成13年11月2日(2001.11.2)	(74) 代理人	100094318
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 山田 行一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 枚葉式のウエハ乾燥装置及び乾燥方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理部と出力部とを備えるモジュールであって、
前記処理部は、
ウエハが貫通して前記処理部内へと下降可能なロードポートと、
ウエハを前記処理部の外側へと持ち上げることができるように、前記ロードポートから
水平に離間して位置するアンロードポートと、
を有し、
前記出力部は、
前記アンロードポートを通じて持ち上げられたウエハを受けるように適合されたウエハ
受け部と、
前記ウエハ受け部に結合され、前記アンロードポートから持ち上げられるウエハに接触
するとともに、ウエハの持ち上げに伴って上昇するように適合されているキャッチャと、
を有するモジュール。

【請求項 2】

前記キャッチャは、ウエハの上側部位を固定するように適合されている、請求項 1 に記
載のモジュール。

【請求項 3】

前記ウエハ受け部に結合され、ウエハ通過位置とウエハ固定位置との間で選択的に移動
するように適合されているフィンガを更に備え、前記ウエハ固定位置は、ウエハの下側部

10

20

位と接触してこれを固定するように適合されており、これにより、前記フィンガがウエハ固定位置にある時に前記キャッチャと前記フィンガとの間でウエハが固定される、請求項 2 に記載のモジュール。

【請求項 4】

処理部と出力部とを備え、ウエハを洗浄して乾燥させるように適合されたモジュールであって、

前記処理部は、

ウエハが貫通して前記処理部内へと下降可能なロードポートと、

ウエハを前記処理部の外側へと持ち上げることができるように、前記ロードポートから水平に離間して位置するアンロードポートと、

を有し、

前記出力部は、

前記アンロードポートを通じて持ち上げられたウエハを受けるように適合されたウエハ受け部と、

前記ウエハ受け部を取り囲む包囲体と、

を有し、

前記包囲体は、

ウエハを前記処理部から前記アンロードポートを介して前記ウエハ受け部へと持ち上げることができるように適合された第 1 の開口と、

ウエハハンドラがウエハを前記ウエハ受け部から引き出すことができるように適合された第 2 の開口と、

空気の層流を包囲体内に形成することができるように適合された複数の別個の開口と、

を有するモジュール。

【請求項 5】

処理部と出力部とを備えるモジュールであって、

前記処理部は、

ウエハが貫通して前記処理部内へと下降可能なロードポートと、

ウエハを前記処理部の外側へと持ち上げることができるように、前記ロードポートから水平に離間して位置するアンロードポートと、

を有し、

前記出力部は、

前記アンロードポートを通じて持ち上げられたウエハを受けるように適合された第 1 のウエハ受け部と、

前記アンロードポートを通じて持ち上げられたウエハを受けるように適合された第 2 のウエハ受け部と、

を有し、

前記第 1 及び第 2 のウエハ受け部は、第 1 のウエハ受け部が前記アンロードポートを通じて持ち上げられるウエハを受けるべく位置される第 1 の位置と、第 2 のウエハ受け部が前記アンロードポートを通じて持ち上げられるウエハを受けるべく位置される第 2 の位置との間で並進するように適合されていると共に、

前記第 1 及び第 2 のウエハ受け部を取り囲む包囲体を更に備え、

前記包囲体は、

ウエハを前記処理部から前記アンロードポートを介して前記第 1 及び第 2 のウエハ受け部のうちの一方へと持ち上げることができるように適合された第 1 の開口と、

ウエハハンドラがウエハを前記第 1 及び第 2 のウエハ受け部のうちの一方から引き出すことができるように適合された第 2 の開口と、

空気の層流を包囲体内に形成することができるように適合された複数の別個の開口と、

を有するモジュール。

【発明の詳細な説明】

【発明の分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

この出願は、2001年11月2日に提出された米国仮特許出願第60/335,335号による優先権を主張しており、上記仮特許出願の内容全体を参照として本願に組み入れる。

この発明は、半導体製造に関し、特に、基板を乾燥するための技術に関する。

【発明の背景】

【 0 0 0 2 】

半導体デバイスの幾何学的形状が小さくなり続けるにつれて、超洗浄処理の重要性は増大する。流体タンク（または流体槽）内で洗浄水による洗浄を行なった後、濯ぎ槽（例えば、別個のタンク内、あるいは、洗浄タンクの流体を取り替えることにより）によって濯ぐことにより、所望の洗浄レベルを得ることができる。乾燥装置を使用しないで濯ぎ槽から除去しても、基板の表面から槽液が蒸発するが、筋がついたり、染みがついたり、及び/又は、基板の表面上に槽液の残留物が残ってしまう。そのような筋付き、染み付き、残留物は、その後において、デバイスの故障を引き起こす可能性がある。したがって、基板が水槽から除去される際に基板を乾燥させる方法の向上に十分な注意を向けてきた。

【 0 0 0 3 】

マランゴニ（Marangoni）乾燥として知られる方法は、槽流体が基板上に実質的に残らないように槽流体を基板から流す表面張力勾配を形成し、それにより、筋や染み、残留物痕を生じさせないようにすることができる。具体的には、マランゴニ乾燥中、槽流体と混和できる溶媒（例えば、IPA蒸気）が、基板が槽から持ち上げられる際あるいは槽流体が基板を通り過ぎて排出される際に形成される流体メニスカスへと導かれる。溶媒蒸気が流体の表面にそって吸収され、吸収された蒸気の濃度がメニスカスの先端で高まる。吸収された蒸気の濃度の高まりにより、表面張力は、流体槽中における場合よりもメニスカスの先端で低下し、これにより、乾燥するメニスカスから流体槽中へと槽流体が流れる。そのような流れは、「マランゴニ」流として知られており、基板上に筋や染み、残留物痕を生じさせることなく基板乾燥を行なうために使用することができる。

【発明の概要】

【 0 0 0 4 】

本発明の第1の態様においては、ウエハを処理するように適合されている第1のモジュールが提供される。このモジュールは処理部を有しており、処理部は、ウエハが貫通して上記処理部内へと下降可能なロードポートと、ウエハを上記処理部の外側へと持ち上げることができるように、上記ロードポートから水平に離間して位置するアンロードポートとを有する。また、モジュールは、導入されたウエハを、ウエハが上記ロードポートと位置合わせされる第1の方向から、ウエハが上記アンロードポートと位置合わせされる第2の方向へと回転させることで傾けるための回転可能なウエハ支持体を有する。

【 0 0 0 5 】

本発明の第2の態様においては、ウエハを処理するように適合されている第2のモジュールが提供される。この第2のモジュールは、第1のモジュールに関して説明したロードポート、アンロードポート及びウエハ支持体を有する処理部を備える。また、第2のモジュールは、(1)上記処理部の外面に沿って位置された外側溢れ堰と、(2)上記ロードポートと上記アンロードポートとの間に位置され、上記処理部の上側領域を第1の区域と第2の区域とに分割するとともに、表面流体が上記第1の区域と上記第2の区域との間で移動することを防止する隔壁とを備える。

【 0 0 0 6 】

本発明の第3の態様においては、ウエハを処理するように適合されている第3のモジュールが提供される。第3のモジュールは、第1のモジュールに関して説明したロードポート及びウエハ支持体を有する処理部を備える。また、第3のモジュールは、処理中において上記処理部内に収容された流体中に浸漬されるように適合された噴射機構であって、ウエハが上記ロードポートを通じて下降される際に、水中のウエハ表面に対して流体を噴射するように位置決めされている噴射機構を備える。

【0007】

本発明の第4の態様においては、ウエハを処理するように適合されている第4のモジュールが提供される。第4のモジュールは、第1のモジュールに関して説明したロードポート及びアンロードポートを有する処理部を備える。また、第4のモジュールは、(1)上記アンロードポートを通じて持ち上げられたウエハを受けるように適合されたウエハ受け部と、(2)上記ウエハ受け部に結合され、上記アンロードポートから持ち上げられるウエハに接触するとともに、ウエハの持ち上げに伴って上昇するように適合されているキャッチャとを有する出力部を備える。

本発明の第5の態様においては、ウエハを処理するように適合されている第5のモジュールが提供される。第5のモジュールは、第1のモジュールに関して説明したロードポート及びアンロードポートを有する処理部を備える。また、第5のモジュールは、上記アンロードポートを通じて持ち上げられたウエハを受けるように適合されたウエハ受け部と、上記ウエハ受け部を取り囲む包囲体とを有する出力部を備える。上記包囲体は、(1)ウエハを上記処理部から上記アンロードポートを介して上記ウエハ受け部へと持ち上げることができるように適合された第1の開口と、(2)ウエハハンドラがウエハを上記ウエハ受け部から引き出すことができるように適合された第2の開口と、(3)空気の層流を包囲体内に形成することができるように適合された複数の別個の開口とを備える。

【0008】

本発明の第6の態様においては、ウエハを処理するように適合されている第6のモジュールが提供される。第6のモジュールは、第1のモジュールに関して説明したロードポート及びアンロードポートを有する処理部を備える。また、第6のモジュールは、(1)上記アンロードポートを通じて持ち上げられたウエハを受けるように適合された第1のウエハ受け部と、(2)上記アンロードポートを通じて持ち上げられたウエハを受けるように適合された第2のウエハ受け部とを有する出力部を備える。上記第1及び第2のウエハ受け部は、第1のウエハ受け部が上記アンロードポートを通じて持ち上げられるウエハを受けるべく位置される第1の位置と、第2のウエハ受け部が上記アンロードポートを通じて持ち上げられるウエハを受けるべく位置される第2の位置との間で並進するように適合されている。これらの態様及び他の態様に係る方法、装置、システムといった多数の他の態様が提供されている。

【0009】

以下の詳細な説明、添付の請求項、添付図面から、本発明の他の特徴及び態様が更に完全に明らかになる。

【好ましい実施形態の詳細な説明】

【0010】

本発明にしたがって設けられた乾燥装置は、処理部と、出力部とを備える。処理部は、2つの主な態様にしたがって構成されてもよいメインチャンバを備える。第1の態様(浸漬チャンバ18a)は、流体の浴槽中にウエハを浸漬するものであり、図1~図2Iを参照して説明する。第2の態様(噴射チャンバ18b)は、浸漬されていないウエハに流体を噴射するものであり、図5を参照して説明する。

【0011】

同様に、出力部は、2つの主な態様にしたがって構成されてもよい出力プラットフォームを有する。第1の態様(回転プラットフォーム58)は、略垂直方向から略水平方向へウエハを回転させるものであり、図1~図2Iを参照して説明する。第2の態様(並進プラットフォーム158)は、略垂直に方向付けられたウエハを複数のウエハ受け部のうちの1つで受けるべく水平に並進するものであり、図3A~図4Kを参照して説明する。

【0012】

処理部及び出力部の各態様は、それ自体で創作性(進歩性)があると考えられる。したがって、処理部の各態様が出力部のいずれかの態様と共に使用されても良く、また、その逆であってもよい。また、処理部及び出力部の各態様が従来の出力部及び処理部のそれぞれと共に使用されてもよい。最後に、処理部及び出力部の多数の個々の特徴は、図面及び

10

20

30

40

50

以下の説明を参照すれば明らかなように、創作性（進歩性）がある。

【0013】

図1は、処理部及び出力部が本発明の第1の態様にしたがって構成されている本発明の乾燥装置11の概略側面図である。本発明の乾燥装置11は、処理部10と出力部12とを備える。

【0014】

処理部 - 第1の態様

処理部10は、脱イオン水等の流体の浴槽中にウエハを浸漬する浸漬チャンバ18aを備える。この浸漬チャンバ18aは、界面活性剤あるいはアプライドマテリアルズ（Applied Materials）社のElectraClean（エレクトラクリーン）（商標）溶液等の他の洗浄化学物質を含んでいても良く、または、含んでいなくてもよい。

10

【0015】

上側隔壁24（図2A）は、浸漬チャンバ18aを、2つの区域、すなわち、濯ぎ区域26と「乾燥」区域28とに分割する。乾燥区域28を濯ぎ区域26から分離することにより、更に清潔な出口領域が維持されるとともに、粒子が濯ぎ区域26内で除去されてそこから溢れ出る傾向がある場合に、除去された粒子が乾燥中にウエハに再付着する虞が低減される。浸漬チャンバ18aは、チャンバ18aを取り囲む溢れ堰20を有し、この溢れ堰へと流体を溢れ出させることができるようになっていてもよい。流体が例えばチャンバ18aの下部に連続的に供給され、それにより、流体が溢れ堰20へと連続的に溢れ出るようになっていてもよい。溢れ堰20（図2A～図2I）は、濯ぎ区域26及び乾燥区域28からの粒子の除去に役立つように、上側隔壁24に結合されていてもよい。高流体レベルセンサ及び低流体レベルセンサ（図示せず）がチャンバ18a及び堰20、20aの両方に結合されていてもよい。図示しない他の態様において、溢れ堰20は、処理部10が装着されるチャンバを備えていてもよい。排気ライン（例えば、設備の排気ライン）がチャンバ（例えば、チャンバの底部近傍）に結合されても良く、また、チャンバの底部に沿って排液ラインが配置されてもよい。この場合、チャンバの底部は、排液を容易にするため、傾斜されていてもよい。

20

【0016】

濯ぎ区域26には、天井噴射ノズル30及び/又は液中噴射ノズル32が設けられていてもよい。これらの各ノズルは、ウエハが濯ぎ区域26内に入ると、ウエハの表面に対して流体を方向付けるように適合されている。一態様においては、濯ぎ区域26を使用することにより、本発明の乾燥装置11内にウエハを搬送する前にウエハ上に噴き付けられてもよい任意の流体膜（例えば界面活性剤）をウエハから洗い落としてもよい。そのような界面活性剤噴射ステップによれば、本発明の装置11へのウエハの搬送中に、疎水性ウエハが乾燥することを防止できることが分かった。したがって、界面活性剤噴射（好ましくは、アルフォニック（Alfonic）界面活性剤等の低濃度の界面活性剤を含む噴射）は、ウエハ上に水位線が形成されることを防止するため、乾燥装置内にウエハをロードする前において行なうことが望ましい。そのような本発明のプロセスは、洗浄器内で行なわれても良く、あるいは、ウエハ搬送中に行なわれてもよい（例えば、ウエハハンドラまたは洗浄器は、洗浄中、または、基板が洗浄器から除去される際、あるいは、ウエハハンドラによってウエハが搬送される最中に基板を界面活性剤で濡らせるための機構を備えていてもよい）。

30

40

【0017】

濯ぎ区域26はロードポート34を更に含む。このロードポート34は、ウエハが濯ぎ区域26内に入る際にウエハが単に通り返る場所であっても良く、あるいは、濯ぎ区域26の上端壁または蓋（もしあるとすれば）によって形成される開口であってもよい。

【0018】

浸漬チャンバ18aの底部またはその近傍には揺動体36が配置されている。この揺動体36は、略垂直に方向付けられたウエハ（垂直方向から僅かに傾けられていてもよい）

50

を受けて支持するように適合されている。また、揺動体36は、ロードポート34を介して濯ぎ区域26内に入るウエ八を受けることができる第1の位置から、乾燥区域28の出口ポート37を通じてウエ八を揺動体36から持ち上げることができる第2の位置へと回転するように適合されている。揺動体36がウエ八を濯ぎ区域26から乾燥区域28へと回転させても、ウエ八は、流体中に浸漬されたままである。

【0019】

揺動体36を回転させるための機構は、処理部10の外側に装着されるとともに、処理部10の壁を直接に貫通して揺動体36に結合され或いは処理部10の壁を介して磁氣的に揺動体36に結合されていることが好ましい。図1の典型的な実施形態において、リンクシステム38は、リンクが下方に作動される際に、揺動体36を第1の位置(濯ぎ区域26内の位置)から第2の位置(乾燥区域28内の位置)へと回転させるとともに、リンクシステム38が上方に作動される際に、揺動体36を乾燥区域28から濯ぎ区域26へと戻すように構成されている。アクチュエータ40がリンクシステム38に結合して示されている。このアクチュエータ40は、エアシリンダ等の任意の従来のアクチュエータであってもよい。

【0020】

揺動体の回転を行なうための他の構成は、浸漬チャンバ18aの底部に沿って水平に延びるロッド上に揺動体36を装着し、揺動体36がロッドを中心に回転できるようにすることを含んでいてもよい。そのような構成においては、例えば、揺動体36を浸漬チャンバ18aと略同一の幅にして、揺動体36の両側面上に磁石を装着し且つこの磁石をチャンバ18aの側壁を介して外部の磁石に結合できるようにしてもよい。外部の磁石は、アクチュエータ(例えば、空気圧アクチュエータ40)によって前後に駆動されてもよい。揺動体36及び外部磁石の回転を容易にするため、浸漬チャンバ18aの側壁に沿って接触回転するように、揺動体36及び外部磁石に対してローラが装着されてもよい。

【0021】

揺動体の第1及び第2の位置を検知できるように、アクチュエータ40、リンクシステム38、及び/又は、揺動体36には、一对のセンサ(図示せず)が結合されていてもよい。また、光センサ等のセンサ(図示せず)が揺動体36上のウエ八の存在を検知してもよい。ウエ八の存在が検知されると、アクチュエータ40に対して信号が送信され、これにより、アクチュエータ40が揺動体36を第1の位置から第2の位置へと回転させてもよい。

【0022】

乾燥区域28は、最小の接触面積でウエ八の下縁部と接触するように適合されていることが好ましいプッシャ44を含んでもよい。そのようなプッシャは、従来、ナイフエッジプッシャと称される。ナイフエッジプッシャ44は、乾燥区域28の後壁に沿って位置された垂直ガイド(図示せず)に結合されるとともに、更に、上記垂直ガイドに沿ってプッシャ44を昇降させるように適合されたアクチュエータ(例えば、モータによって駆動される図1の送りネジ48)に結合(例えば磁氣的に)されていても良く、これにより、プッシャ44は、ウエ八を乾燥区域28から持ち上げた後、揺動体36よりも下側のプッシャ初期位置に戻るようになっていてもよい。

【0023】

ウエ八が乾燥区域28から持ち上げられる際に、プッシャがウエ八を傾いた姿勢に維持し、これにより、傾いていない垂直な方向で達成し得る場合よりも再現可能なウエ八姿勢を確保できるように、乾燥区域28の後壁が傾斜(例えば9°)されていることが好ましい。

【0024】

また、乾燥区域28の後壁に対して一对の傾斜したガイド46が結合され、これらのガイドは、ウエ八が乾燥区域28を通じて揺動体36から持ち上げられる際にウエ八の両縁部と接触するように位置されていてもよい。各ガイド46は、ウエ八の縁部を保持する例えばV字形状またはU字形状の溝を有してもよい。あるいは、各ガイド46は、ウエ八の

10

20

30

40

50

縁部が当接できる傾斜面を含んでも良く、また、ガイド46は、ウエ八との接触を最小限に抑えるべくウエ八から離れるように曲げられていてもよい。

【0025】

乾燥区域28の出口ポート37は、乾燥区域28の上端壁または蓋によって画成され、これにより、乾燥蒸気を周囲の外気中に逃がすことなく出口ポートから（例えばポンプを介して）排気できるように適合されていることが好ましい。流体の液面よりも上側で且つ出口ポート37よりも下側には、一对の噴射機構50が位置されている。これらの噴射機構50は、ウエ八が流体から持ち上げられる時に、ウエ八の前面及び後面にわたって蒸気を連続的に噴き付けるように適合されている。噴射機構50は、ウエ八が流体から持ち上げられる時に形成するメニスカスに対して蒸気を噴射するように位置されている。噴射機構50は、1つの直線状のノズルまたは複数のノズルを構成してもよいが、一連の穴（例えば、直径が0.005～0.007インチで且つ8,5インチの等間隔で互いに離間してウエ八に隣接する114個の穴）が形成されたチューブを構成していることが好ましい。そのような噴射チューブ50は、石英またはステンレススチールによって形成されていることが好ましい。

10

【0026】

各噴射チューブ50は、手動で向きを合わせて、蒸气流（例えばIPA蒸気）を所望の角度（例えば、図8Aに示されるように、チューブ50の中心を通り且つ流体面と平行に描かれた水平線に対して所望の角度）に方向付けられるようになっていてもよい。IPA蒸气流は、図6を参照して後述する流れ偏向体を用いて或いは用いることなく、方向付けられてもよい。流れの特定の角度は、乾燥されるウエ八の材料に応じて異なってもよい。典型的な材料における好ましい流れ角度を示す表が図8Bに示されている。

20

【0027】

流体メニスカスに供給されるIPA蒸气流は、ウエ八持ち上げ方向と反対の下向きの液体流を生じるマランゴニ力を形成する。したがって、メニスカスよりも上側のウエ八表面が乾燥される。

【0028】

乾燥区域28内にIPA蒸気を収容し且つ乾燥区域28内のIPA蒸気を排気するため、排気マニホールド51及び窒素ブランケットマニホールド54が設けられる。これらのマニホールドは、噴射機構50よりも上側にある乾燥区域28の上端カバー56中に形成されている。噴射機構50に結合されたガス流モジュール（図示せず）、排気マニホールド51、窒素ブランケットマニホールド54は、IPA蒸気流量、排気流量、窒素ブランケット流量を制御する。また、排気ライン（図示せず）は、出力部12の下方に配置されていても良く、また、出力部12を通り抜け且つIPA蒸気が乾燥区域28から逃げることを抑える垂直な層流を維持してもよい。噴射機構50は、メニスカスに近接して位置していることが好ましく、また、窒素ブランケットマニホールド54は、アンロードポート37に近接して位置していることが好ましい。

30

【0029】

ウエ八処理 - 第1の態様

図2A～図2Iは、本発明の装置11を通じてウエ八が移動される際の様々な段階におけるウエ八を示す概略側面図である。図2Aに示されるように、ロボット（例えば、ここには図示しないが、2000年4月26日に提出された米国特許出願第09/558,815号に開示されたウォーキングビームロボット、この特許出願の開示内容全体を参照として本願に組み入れる）がロードポート34を介してウエ八Wを濯ぎ区域26内にロードすると、ノズル30,32は、DI水をウエ八Wの両面に対して噴射する。ロボットは、ウエ八Wを揺動体36上に受け渡した後、濯ぎ区域26から、ロードポート34よりも上側にあるその定位置へと戻る。光センサ（図示せず）は、揺動体36上にウエ八があることを検知して（図2B）、信号をアクチュエータ40に送信する。これにより、リンクシステム38が作動して、揺動体36が濯ぎ区域26から乾燥区域28へと回転する。

40

【0030】

50

浸漬タンク 18 a の底部近傍に位置された揺動体 36 は、ウエハを濯ぎ区域 26 から乾燥区域 28 へと搬送する。この搬送中、ウエハは、流体中に浸漬されたままである。このようにして、揺動体 36 は、ウエハを受けるための垂直位置から、乾燥区域 28 を通じてウエハを持ち上げるための傾斜位置（例えば 9° の傾斜）へと回転する（図 2 C）。

【0031】

その後、ウエハ W は、ウエハの上端がタンク流体の表面から浮上して現れる（及び、乾燥蒸気噴射が開始される）時からウエハの下縁部（例えば、ウエハの下側部位 30 ~ 40 mm）がタンク流体の表面から浮上して現れるまで所定の処理速度（例えば 10 mm / 秒）で上昇する上昇速度プロファイルで、プッシャ 44 によりアンロードポート 37 へ向けて持ち上げられる。ウエハの下縁部がタンク流体の表面から現れて乾燥蒸気を通過する間、ウエハは、ゆっくりとした速度（例えば 5 mm / 秒を下回る速度）で持ち上げられる。これは、ウエハの下部を乾燥することが難しいからである（ウエハの曲率に起因して）。ウエハ全体が乾燥されたら、ウエハは、搬送位置へ向けて高速（例えば 10 mm / 秒を上回る速度）で持ち上げられてもよい。ウエハが持ち上げられる際、ウエハの縁部は、流体中に浸漬された 2 つの平行な傾斜ガイド 46 上に重力によってもたれかかる。

10

【0032】

ウエハ W が持ち上げられて流体から出ると、一对の噴射機構 50（図 2 D）は、IPA 蒸気と窒素との混合物を、ウエハ W の両面上に形成するメニスカスに噴射する。IPA 蒸気流は、図 6 を参照して後述する流れ偏向体を用いて或いは用いることなく、方向付けられてもよい。流れの特定の角度は、乾燥されるウエハの材料の種類に応じて異なっている。

20

【0033】

図 8 A は、蒸気流角度について説明するのに役立つ概略図である。図 8 A を参照すると、蒸気 / キャリアガスのストリーム 72 の流れ角度は、図示の水 / 空気界面（及び / 又は、ノズルチューブ 50 を貫く水平中心線）に対して測定される。（一実施形態において、ノズルチューブ 50 は、ウエハ W から側方に約 0.5 インチ離れて位置されており、流れ角度が約 25° になるように選択され、ノズル高さ H_N は、水 / 空気界面よりも上側に約 3.7 mm 離れた高さ H_V でストリーム 72 がウエハ W と衝突するように選択される。他の横方向間隔、流れ角度、ノズル高さ H_N 、蒸気衝突高さ H_V を使用してもよい）。典型的な材料における好ましい流れ角度（水 / 空気界面に対して測定された）を示す表が図 8 B に示されている。表面材料とは、乾燥されるウエハ上の材料のことである。ドライ - インまたはウェット - インとは、乾燥装置 11 内での処理前にウエハが乾燥していること、あるいは、濡れていることを表わしている。ドライ - アウトとは、乾燥装置 11 からウエハが除去される際にウエハが乾燥していることを意味している。ブラックダイヤモンド（登録商標）とは、アプライドマテリアル社から入手できる低 k 誘導体（例えば、カーボンがドーピングされた酸化物）のことである。IPA 蒸気流は、ウエハ持ち上げ方向と反対の下向きの液体流を生じる「マランゴニ」力を形成する。したがって、メニスカスよりも上側のウエハ表面が乾燥される。

30

【0034】

乾燥処理中、IPA 蒸気は、排気マニホールド 51 によって処理部 10 から排気され、窒素の流れは、出力ポート 37（窒素ブランケットマニホールド 54 により）を横切って方向付けられ、これにより、IPA 蒸気が処理部 10 から排気されることを抑制する。ガス供給モジュール（図示せず）は、IPA 蒸気流、排気率、窒素ブランケット流量を制御する。

40

【0035】

出力部 - 第 1 の態様

図 1 ~ 図 2 I に示される実施形態において、出力部 12 は、2 つの位置、すなわち、乾燥区域 28 からウエハを受けるための処理位置（図 2 E）と、ウエハを搬送口ポットへと出力するための F A B 界面位置（図 2 G）との間で回転するように適合されているプラットフォーム 58 を備える。処理位置は、ウエハが乾燥区域 28 から持ち上げられる傾きと

50

一致しており、また、処理位置は略水平である。出力部 1 2 に結合されたモータまたは他の駆動機構は、プラットフォーム 5 8 を回転させる。

【 0 0 3 6 】

出力部 1 2 は、ウエハ W の移動に伴って移動するように適合されているキャッチャ 6 0 を有してもよい。キャッチャ 6 0 は、例えば各端部にストッパを有するリニアボールスライド（図示せず）上に装着されていてもよい。プラットフォーム 5 8 が処理位置（例えば、傾斜ガイド 4 6 と同じ 9 ° の傾きで処理部 1 0 に向かって垂直に傾けられた位置）に配置されると、キャッチャ 6 0 は、重力によりリニアボールスライドの底部へと移動する。この低い位置は、光センサ（図示せず）によって検知されてもよい。キャッチャ 6 0 は、所定距離だけ離間され且つウエハの外周に沿うように厳密に公差付けられてもよい 2 点で

10

【 0 0 3 7 】

また、出力部 1 2 は、ウエハ固定位置とウエハ通過位置との間で移動するように適合されているフィンガ 6 2 を備えてもよい。ウエハ固定位置において、フィンガ 6 2 は、ウエハがフィンガ 6 2 よりも上側に持ち上げられた後、ウエハをロックして固定することができる。これにより、プッシャ 4 4 を元の位置に戻して、フィンガ 6 2 及びキャッチャ 6 0 により出力部 1 2 上の所定位置にウエハを保持させたままにすることができる。フィンガ 6 2 は、例えば、エアシリンダ（図示せず）によって作動されるとともに、フィンガ 6 2 のウエハ固定位置及びウエハ通過位置を検知する一対のスイッチ（図示せず）を備えてい

20

【 0 0 3 8 】

ウエハ出力 - 第 1 の態様

乾燥区域 2 8 を通じてウエハ W を持ち上げる前に、プラットフォーム 5 8 は略垂直に傾けられる（例えば、約 9 ° の傾斜で）（図 2 C）。キャッチャ 6 0 はその低い位置に位置され、フィンガ 6 2 はウエハ通過位置に位置される。ウエハ W が乾燥区域 2 8 から出ると（図 2 D）、ウエハがキャッチャ 6 0 を押し出し（例えば、接触する 2 点で）、これにより、キャッチャ 6 0 は、重力に抗して、ウエハと共に上方へ移動する。したがって、ウエハ W は、3 点で固定される（プッシャ 4 4 及びキャッチャ 6 0 により）。プッシャ 4 4 がその高位置に達すると、フィンガ 6 2 は、ウエハ固定位置へと作動され、これにより、ウエハ W がプラットフォーム 5 8 上に固定される。また、この時、プッシャ 4 4 は元の位置に戻ることができる（図 2 E において、フィンガ 6 2 は、ウエハ固定位置で示されている）。キャッチャ 6 0 はウエハ W の上昇に伴って移動するため、出力部 1 2 への搬送中におけるウエハの擦れ及びパーティクルの形成を低減することができる。

30

【 0 0 3 9 】

ウエハ W がプラットフォーム 5 8 上に固定された後、プラットフォーム 5 8 は、その水平位置まで回転する（図 2 F）。調整可能なストッパ・ショックアブソーバ（図示せず）を備えてもよいエアシリンダ 6 4（図 1）を使用して、プラットフォーム 5 8 を、所定の出力位置まで、例えばウエハハンドラ 6 6（図 2 H）によってウエハ W を引き出すことができる高さまで下げてもよい。その後、フィンガ 6 2 が図 2 H で示されるように元の位置に戻され、ウエハハンドラ 6 6 は、ウエハ W を拾い上げて他の場所へ搬送する（例えばカセットへと搬送する）。その後、プラットフォーム 5 8 は、次の処理済みのウエハ W が乾燥区域 2 8 から持ち上げられる際にそのウエハを受け取ることができる略垂直に傾けられたその処理位置（図 2 I）へと戻る。

40

【 0 0 4 0 】

本発明の一または複数の実施形態においては、専用のガス供給及び排気モジュール（図示せず）を使用して、イソプロピルアルコール（IPA）蒸気及び窒素を供給するとともに、これを乾燥装置 1 1（例えば、噴射機構 5 0 の近傍）へと排気することができる。例

50

えば、1つまたは複数のベンチュリ（図示せず）と組み合わせられた清浄な乾燥空気が排気を行なってもよい（例えば、ガスライン（図示せず）が、アンロードポート42の近傍に装着されたベンチュリの圧力ポートに対して清浄な乾燥空気を供給して排気を行なってもよい）。

【0041】

I P A / 窒素流を噴射機構50に供給するため、マスフローコントローラ（図示せず）がI P A バブラー（図示せず）に対して窒素流を所定の割合で供給してもよい。少なくとも一実施形態においては、I P A 濃度が約5%のI P A / 窒素混合物を供給するために、1.4リットルのバブラーが使用される。他のバブラーサイズ及び/又はI P A 濃度を使用してもよい。

10

【0042】

本発明の特定の一実施形態において、バブラーには、3つのレベルセンサ、すなわち、ローレベルセンサと、ハイレベルセンサと、ハイ-ハイレベルセンサとが設けられていてもよい。最初の2つのレベルセンサは、例えば、I P A バブラーの自動再充填中に使用されてもよい。最後のハイ-ハイレベルセンサは、例えば、バブラーの過充填を防止するためにハードウェアがインターロックする際に使用されてもよい。1リットル容器あるいは適切に寸法付けられた容器等の加圧された供給容器（図示せず）を使用して、バブラーを液体I P A で自動的に再充填してもよい。供給容器は、ローレベルセンサを有していても良く、また、そのローレベルセンサがトリガーされる時に自動でまたは手動で再充填されてもよい。

20

【0043】

窒素ブランケット流量（例えば、I P A 蒸気が処理部10から逃げることを防止するためのもの）は、ニードル弁または他の適当な機構を用いて制御されてもよい。清浄乾燥空気供給ライン及び窒素ブランケット供給ラインにはそれぞれ、安全の目的で、フロースイッチが設けられていてもよい（例えば、I P A 蒸気を遮断するために使用できるハードウェアインターロックフロースイッチは、排気ガスまたは窒素ブランケット流が失われると、供給する）。圧力調整器を使用して、各供給ラインの圧力を制御してもよい。

【0044】

出力部 - 第2の態様

図3A及び図3Bはそれぞれ、本発明の乾燥装置の出力部12の第2の実施形態の概略側面図及び平面図である。図3A及び図3Bの本発明の装置11aは、出力部12を取り囲む包囲体（圍繞体）111を備える。出力部12の並進可能なプラットフォーム158は、2つ以上のウエハ受け部113a, 113bを有してもよい。各ウエハ受け部は、図1～図2Iを参照して前述したキャッチャ60及びフィンガ62を備える。この実施形態において、並進可能なプラットフォーム158は水平に移動する（例えば、送りネジ、空気圧シリンダ、モータ等により）ように適合されており、これにより、乾燥部28から持ち上げられるウエハを第1または第2のウエハ受け部113a, 113bのいずれかによって受けることができる。このようにすれば、第1のウエハを第1のウエハ受け部113aで保持してウエハハンドラ（図示せず）によって拾い上げる一方で、第2のウエハを第2のウエハ受け部113bに出力することができ、あるいは、その逆を行なうことができるため、ウエハのスループットを最大にすることができる。

30

40

【0045】

包囲体111は、搬送口ポット（図示せず）に隣接して位置されてもよい第1の側壁115aを有する。第1の側壁115aは、搬送口ポットによってウエハを引き出すことができる開口117を有する。また、包囲体111は、第1の側壁115aと反対側に位置され且つ包囲体111を2つのチャンバ111a, 111bに分割する内側隔壁115bを有してもよい。第1のチャンバ111aは、並進可能なプラットフォームが前後に並進して第1または第2のウエハ受け部113a, 113bのいずれかでウエハを受けることができる十分な空間をもって、並進可能なプラットフォーム158を取り囲んでいる。第2のチャンバ111bは、並進可能なプラットフォーム158及び任意の他の移動部品を

50

並進させるために使用される機構（図3Bでは参照符号159により全体的に示されている）を取り囲んでいる。2つのチャンバを分離するそのような内側隔壁115bは、好ましくは内側隔壁115bの全体を覆う複数の小孔119（図3A）を有する。搬送口ポットに隣接する領域が本発明の乾燥装置11aに隣接する領域よりも高圧に維持されると、エアは、開口117内を層状に流れて第1及び第2のウエハ受け部113a, 113bを横切り（矢印Fで示されるようにウエハの主面に対して平行に横切り）、小孔199を貫通して、第2のチャンバ111b内へと流れることができる。第2のチャンバ111bは、図示しない排気系を介して排気されてもよい。

【0046】

また、出力部12の下側に配置された排気ライン（図示せず）は、出力部12を通じた許容可能な垂直層流を維持するとともに、乾燥区域28から逃げる任意のIPA蒸気を希釈する。出力部12の包囲体111は、乾燥装置11aの周囲の大気中にIPA蒸気が流入することを防止する別個の封じ込め機構として機能する。

【0047】

メインタンク118の処理部26を塞ぐことなくウエハを第1のウエハ受け部113aに出力することができるように、メインタンク118の前壁121（すなわち、処理部26の前壁）は、図3Aに示されるように、傾斜されていてもよい（例えば9°）。処理部26の前壁を傾斜させることにより、ロードポート34を出力ポート37から十分に離して配置して、出力包囲体111による閉塞を避けることができ、更に、直立の前壁が使用された場合ほど処理部10の流量を増大させないで済む。そのような傾斜した前壁を使用する実施形態においては、揺動体36がロードポート34の近傍の位置まで上昇するように適合されており、それにより、上昇した揺動体36上にウエハハンドラがウエハを載置できるようになっていてもよい。このように揺動体36が上昇すれば、回転してロードポート34と処理部10の底部との間で角度を一致させることができないウエハハンドラを使用することができる。上昇可能な揺動体36は、傾斜した前壁の内面に沿って配置されたガイドに結合されていても良く、また、前壁を介して外部アクチュエータに対して磁気的に結合されていても良く、したがって、上昇可能なプッシャ44と同様に動作することができる。

【0048】

ウエハ出力 - 第2の態様

図4A～図4Iは、図3A及び図3Bの装置11a内の様々な処理段階にあるウエハを示す概略側面図である。図4Aに示されるように、ウエハW1は、出力プラットフォーム158のウエハ受け部113a上に位置されており、出力プラットフォーム158は、その最も右側の位置に配置されている。この場合、第2のウエハ受け部113bは、乾燥区域28から出力される次のウエハを受けるべく位置されている。ウエハW2は、浸漬された揺動体36上に位置されており、また、プッシャ44は、揺動体36の下側に位置されている。図4Bにおいては、プッシャ44が上昇され（例えば、揺動体36の溝または開口を介して上昇され）、これにより、揺動体36からウエハW2が持ち上げられるとともに、揺動体36が回転して垂直位置へと戻っている。

【0049】

図4Cにおいて、プッシャ44は、ウエハW2がアンロードポート37を貫通する高さには達しており、ウエハW2の上縁がキャッチャ60と接触する。ウエハがアンロードポート37内へと移動すると、IPA蒸気噴射、窒素ブランケット、排気を開始される。また、図4Cにおいては、揺動体36が上昇してロードポート34の内側に位置されており、次に入ってくるウエハを受ける準備をする。

【0050】

図4Dに示されるように、第1のウエハW1は、包囲体111の第1のウエハ受け部113aから引き出されており、キャッチャ60が低い位置に戻っている。第2のウエハW2は、フィンガ62よりも上側の高さまで上昇して第2のウエハ受け部113b上に位置されており、フィンガ62は、第2のウエハW2の下側へと移動されて位置決めされてい

10

20

30

40

50

る。また、プッシャ４４は、下げられており、フィンガ６２とキャッチャ６０との間で保持されている第２のウエハＷ２をもはや支持していない。第３のウエハＷ３が揺動体３６上にロードされており、揺動体３６は、処理部１０の底部まで下げられている。なお、第３のウエハＷ３は、ロードポート３４を通じて下降される際には、浸漬されたノズル３２及び／又は浸漬されていないノズル３０（図示せず）による噴射が施されてもよい。

【００５１】

図４Ｅに示されるように、プラットフォーム１５８は、その最も左側の位置へと移動されており、これにより、第１のウエハ受け部１１３ａは、乾燥区域２８から出力される次のウエハを受ける位置に配置される。プッシャ４４は、揺動体３６の高さよりも低い位置に配置され、揺動体３６は、第３のウエハＷ３を濯ぎ区域２６から乾燥区域２８へと回転させ始めている。

10

【００５２】

図４Ｆに示されるように、揺動体３６は、第３のウエハＷ３を乾燥区域２８内に位置させるべく回転しており、第３のウエハＷ３の上部がウエハガイド４６上に載置されている。

【００５３】

図４Ｇに示されるように、プッシャ４４は、上昇することにより第３のウエハＷ３を持ち上げて揺動体３６から離間させており、揺動体３６は、回転して垂直位置へと戻っている。

【００５４】

図４Ｈに示されるように、プッシャ４４は、ＩＰＡ蒸気噴射及び窒素ブランケットを通り抜けて、第３のウエハＷ３の上端が第１のウエハ受け部１１３ａのキャッチャ６０と接触する位置まで第３のウエハＷ３を持ち上げている。揺動体３６は、それ自体、ロードポート３４内に位置されており、入ってくる次のウエハを受け取る準備をしている。

20

【００５５】

図４Ｉに示されるように、第２のウエハＷ２は、出力包囲体１１１の第２のウエハ受け部１１３ｂから引き出されてしまっており、キャッチャ６０はその下端位置に戻されている。第３のウエハＷ３は、フィンガ６２よりも上側の高さまで上昇して第１のウエハ受け部１１３ａ上に位置されており、フィンガ６２は、第３のウエハＷ３の下側へと移動されて位置決めされている。また、プッシャ４４は、下げられており、フィンガ６２とキャッチャ６０との間で保持されている第３のウエハＷ３をもはや支持していない。第４のウエハＷ４が揺動体３６上にロードされており、揺動体３６は、濯ぎ部１０の底部まで下げられている。なお、第４のウエハＷ４は、ロードポート３４を通じて下降される際には、浸漬されたノズル３２及び／又は浸漬されていないノズル（図示せず）による噴射が施されてもよい。

30

【００５６】

処理部 - 第２の態様

図５は、その処理部１０だけを示す本発明の乾燥装置２１１の概略側面図である。処理部１０は、本発明の第２の態様にしたがって構成されている。具体的には、本発明の第２の態様において、メインチャンバは、ウエハを浸漬するメインチャンバ（例えば、図１～図２Ｉの浸漬チャンバ１８ａ）ではなく、濯ぎチャンバ２２６内で、浸漬されていないウエハに対して流体を噴射して、ウエハの濯ぎを行ない及び／又はウエハの湿り気を維持するとともに、乾燥チャンバ２２８内で、浸漬されていないウエハに対して流体を噴射して、流体メニスカス（マランゴニ乾燥のため）を形成する。浸漬用として構成される処理部と噴射処理用として構成される処理部との間には、ハードウェアに僅かな違いがあるに過ぎない。

40

【００５７】

図５を参照すれば分かるように、図１～図２Ｉの溢れ堰２０，２０ａは省かれていてもよい。ウエハがロードポート３４を通じて導入される際に、ウエハの前面及び後面の両方に対して流体を噴射するため、一对の噴射ノズル３０が配置されていることが好ましい。

50

図5の実施形態において、隔壁24は、流体噴射が濯ぎ部226から乾燥部228内に設けられた流体ノズルの上側の領域へと跳ね飛ぶことを防止する(したがって、乾燥したウエハを誤って再び湿らせてしまうことを防止する)。乾燥部228内には、IPA供給噴射機構50の下側に、別個の流体供給噴射機構50aが設けられている。

【0058】

動作時、導入されるウエハには、界面活性剤あるいはアブライドマテリアルズ社のElectraClean(エレクトラクリーン)(商標)溶液等の他の洗浄化学物質を含んでも良く、または、含んでいなくてもよい脱イオン水等の流体が吹き付けられ、これにより、ウエハの濯ぎが行なわれ、及び/又は、ウエハの湿り気が維持される。ウエハが乾燥部228から出ると、ウエハには、界面活性剤または他の洗浄剤を含み或いは含んでいない脱イオン水等の流体が吹き付けられる。この出口流体噴射により、ウエハにわたって均一な流体メニスカスが形成される。IPA噴射機構50は、メニスカスに対してIPA蒸気を噴射し、これにより、ウエハを乾燥させるマランゴ二流が形成される。なお、処理部10内でのウエハの搬送及び出力部12へのウエハの出力は、図1~図4Iを参照して説明したそれと同様であってもよい。

流れ偏向体

ウエハ/空気/水の界面(すなわち、メニスカス)に対するIPA蒸気の供給効率は、各IPA蒸気供給ノズル/チューブ50と関連付けて蒸气流偏向体を設けることにより向上させることができる。そのような1つの配置構成が図6に概略的に示されている。図を簡略化するため、ノズルチューブ50(前述したチューブ50を構成してもよい)及び流れ偏向体68は、ウエハWの一方側にだけ示されているが、実際には、ノズルチューブ50及び流れ偏向体68は、ウエハWの両側に設けられていてもよい。また、ウエハWは、水面76に対して垂直に抜け出るように示されているが、所定の傾きをもって(例えば、垂直に対して約9°の傾きであってもよいが、他の角度を使用してもよい)水面76から抜け出てもよい。

【0059】

本発明の一実施形態において、流れ偏向体68は、ノズルチューブ50の周囲に嵌合するように適合されている2部品スリーブの形態を成してもよい。流れ偏向体68の第1の部品69は、IPA蒸気のストリーム(流れ)72(例えば、窒素等のキャリアガスと混合された)がその内部へと噴射されるV字形状の空間70を画成するとともに、例えばノズル50の中心を通り且つ水面と平行な水平線Lに対してストリーム72を特定の角度に方向付けるように形成されている。流れ偏向体68の第2の部品(例えば、下側ウイング74)は、水面76下に浸って、IPA蒸気に晒される水の容積を制限してもよい。図6に示されるように、IPA蒸気のストリーム72は、流れ偏向体68の第1の部品69の内面78と衝突するように、下方へと傾斜されることが好ましい。その後、IPA蒸気のストリーム72は、内面78によって反射され(図示せず)、ウエハ/空気/水の界面に形成されるメニスカス80へと向かう。一または複数の実施形態において、IPAストリーム72と内面78との間の角度は45°を超えないが、IPAストリーム72の角度は、(図8A及び図8Bを参照して後述するように)IPA蒸気が所望の角度範囲内で及び/又は所望の流速をもってメニスカス80と衝突し、それによって、メニスカス80に対するIPA蒸気の供給を最適化するように選択されることが好ましい。

【0060】

典型的な一実施形態において、流れ偏向体68は、スリット開口82を有する。このスリット開口82は、IPAをメニスカス80に対して効率的に供給するために、幅が0.05インチで、水面76から上側に例えば0.10インチ離れ且つウエハWから0.10インチ離間してもよい。他のスリット開口幅、水面76から上側への離間距離及び/又はウエハWからの距離、を使用してもよい。流れ偏向体68は、水面76に対して45°の角度を狙ってもよいが、他の角度を使用してもよい。スリット開口82は、メニスカス80の真下に向かって狙いを定めることが好ましい。

【0061】

10

20

30

40

50

流れ偏向体 68 は、IPA 蒸気に晒される水の容積を制限することにより、IPA の無駄及び消費を抑えて、乾燥効率及び性能を向上させ、安全上の危険性を低下させるのに役立つ。一実施形態において、IPA に晒される水の容積の範囲は、300 mm ウエ八の場合には約 0 ~ 12 ミリリットルであり、200 mm ウエ八の場合には約 0 ~ 8 ミリリットルであるが、他の範囲を使用してもよい。

【0062】

流れ偏向体 68 が使用されない場合、IPA 蒸気のストリーム 72 は、22° ~ 30° の範囲の角度で水面 76 と衝突することができる。この角度範囲は、ウエ八上に形成される幾つかの異なるタイプの膜を乾燥するのに適していることが分かった。他の衝突角度を使用してもよい。流れ偏向体 68 は、1つの材料片によって形成されても良く、あるいは、3つ以上の部品から成っていてもよい。流れ偏向体 68 は、ステンレススチールまたは他の適当な材料によって形成されてもよい。

低 IPA 濃度混合物

IPA / キャリアガス混合物中の IPA 蒸気の濃度を減少させる（例えば、0.2% 以下まで減少させる）ことにより、混合物の流量を増大させつつ（例えば、少なくとも 2 ~ 3 リットル / 分まで、好ましくは約 5 リットル / 分まで増大させつつ）、洗浄 / 乾燥モジュールの安全性及び効率を更に向上させることができる。流量を増大させると、IPA の濃度低下を補償することができるとともに、高い乾燥速度（例えば、10 mm / 秒；これにより、乾燥時間は、ウエ八持ち上げ速度が一定であるとする、200 mm ウエ八の場合、20 秒となる）をもって効率を高め且つ乾燥不良を低減することができる。図 7 は、様々な IPA 濃度及び様々な流量を持つガス（窒素）によって乾燥されるウエ八上で見られる 0.12 μ よりも大きいパーティクル（図 3 の所謂「付加物 (adder)」）の数をプロットしたグラフである。また、これらの結果は、ノズルの直径、ウエ八表面からのノズルの離間距離、流れ偏向体の使用及び角度等によって大きく左右され得る。キャリアガス流量が 5 リットル / 分の場合、IPA 蒸気の濃度が 1% から 0.2% へと減少すると、シリコンウエ八及び低 k 誘電体含有ウエ八における欠陥数が増大しないことが実験データにより分かっている。

【0063】

先に記載したように、ウエ八 W の下部が乾燥されている場合には、ウエ八持ち上げ速度を低下させてもよい。同様に、ウエ八 W の下部が乾燥されている場合には、IPA / キャリアガス混合物中の IPA 濃度を増加させても良く、及び / 又は、IPA / キャリアガス混合物の流量を増加させてもよい。窒素の代わりに、他の不活性ガスを使用できることは言うまでもない。また、IPA を、マランゴーニ乾燥等で従来から使用されている他の有機蒸気にとって代えることができることは言うまでもない。

本発明を好ましい実施形態と共に開示してきたが、他の実施形態が本発明の思想及び範囲内に含まれ得ることは言うまでもない。特に、本発明の上昇プロファイル及び本発明の IPA 偏向体は、任意の乾燥システム内で使用することができることは明らかであり、開示されたシステム内での使用に限定されない。同様に、基板が濯ぎタンク内に導入される時に基板を濯ぐための噴射ノズルは（水中及び / 又は水 / 流体槽上）、ここで開示されたシステム以外のシステムで使用されてもよい。ウエ八を周知の方向で出力するための傾斜したウエ八ガイドを有する傾斜壁を備えたモジュールは、積極的な出力キャッチャーであるため、創作性（進歩性）があると考えられる。更に、本発明の特徴は、ウエ八（特に、浸漬されたウエ八）を第 1 の角度から第 2 の角度へと搬送するための方法及び装置と、ウエ八を一方の角度から次の角度まで搬送して、ウエ八を入力ポートに位置合わせされる状態から出力ポートに位置合わせされる状態へと移動させるモジュールとを含む。したがって、ここで説明した実施形態は単なる典型例であり、本発明の装置が本発明の特徴のうちの 1 つまたは複数を使用してもよいことは言うまでもない。

【0064】

個別に使用できる本発明の特徴の幾つかを以下に示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

・ 濯ぎが施されたウエハの表面を空気に晒すことなく濯ぎ区域と乾燥区域とを組み合わせたモジュール。

【 0 0 6 6 】

・ 界面活性剤及び処理タンクパーティクスをうまく除去するための液中噴射ノズル及び/又は天井噴射ノズルが設けられた濯ぎ区域(天井噴射が最も積極的な濯ぎを行なう)。

【 0 0 6 7 】

・ ローディングポートとアンローディングポートとを分離するために2つの区域を有するメインタンク。

【 0 0 6 8 】

・ IPA蒸気を正確に供給して(例えば、メニスカスの先端に供給して)IPA消費量を最小限に抑えるためのチューブ、ノズル、及び/又は、流れ偏向体。

【 0 0 6 9 】

・ IPAをメニスカスに供給するための最良の角度に正確に方向付けることができるIPA噴射チューブ(2001年3月5日に提出され且つスプレーバーと題された米国特許出願第60/273,786号参照:この特許出願の開示内容全体を参照として本願に組み入れる)。

【 0 0 7 0 】

・ 出力ステーション上に装着された「キャッチャ」を使用する摩擦が無いガイド機構。

【 0 0 7 1 】

・ 濯ぎ区域から乾燥区域への水中ウエハ搬送を容易にする揺動体。

【 0 0 7 2 】

・ 所定の上昇速度プロファイルを有する速度可変プッシャ。

【 0 0 7 3 】

・ 傾斜した後壁及び/又は傾斜した前壁。

【 0 0 7 4 】

・ 別個の入力ポート及び出力ポートを有するタンクのための内側溢れ堰。

【 0 0 7 5 】

・ 層状の空気流を伴う包囲出力部。

【 0 0 7 6 】

・ 乾燥(例えばIPA)蒸気に晒される流体の表面積を制限する偏向体。

【 0 0 7 7 】

・ 有機溶媒濃度を薄めるためのベンチュリを使用する排気装置。

【 0 0 7 8 】

・ 低濃度の有機溶媒を有する乾燥ガス混合物及び高流量の使用。

【 0 0 7 9 】

・ 乾燥部からの出力とロボットによる拾い上げとを少なくとも部分的に同時に行なうための複数の出力ウエハ支持体。

【 0 0 8 0 】

・ 濯ぎ区域とマランゴニ乾燥に適合する区域とを有し、両方の区域がウエハ浸漬ではなく噴射機構を使用するモジュール。

【 0 0 8 1 】

従来のSRDと比較すると、本発明の装置11は、優れた性能と、疎水性のウエハ表面及び親水性のウエハ表面の両方を乾燥させることができる幅広いプロセスウインドウとを与えることができる。「マランゴニ」原理に基づく新規な乾燥技術は、一例において、蒸発の場合、たった3nm厚の層しか残さない。これに対し、従来のSRDは、200nm厚の層を残す可能性がある。本発明の装置は、処理モジュールと出力ステーションとを組み合わせることにより、高速乾燥を行なうことができ、多種多様な異なる膜において高いスループットを得ることができる。また、濯ぎ区域の噴射ノズルは、洗浄中及び乾燥モジュールへの搬送中に親水性ウエハに加えられる場合がある界面活性剤を除去することが

10

20

30

40

50

できる。

【0082】

なお、窒素ブランケットは単なる一例であり、任意の不活性ガスまたは空気または複数のガス（空気を含む）から成るブランケットを使用することにより、出力ポートを横切るブランケットを形成して、乾燥蒸気が装置から逃げることを防止することができる。また、IPA蒸気は単なる一例であり、流体（乾燥区域に加えらるる流体）と混和してウエハ表面を乾燥させるマランゴ二流を形成できる他の蒸気またはガスを同様に使用してもよい。

【0083】

したがって、ここでは、そのような蒸気またはガスを乾燥ガスと称している。また、ここで使用される用語「キャッチャ」、「フィンガ」、「揺動体」は、任意の特定の形状または構造に限定しようとするものではなく、むしろ、ここで説明したキャッチャ、フィンガ、揺動体と同様の機能を果たす任意の構造を全体として示すものである。

10

【0084】

したがって、本発明をその好ましい実施形態と共に説明してきたが、他の実施形態も、以下の請求項によって規定される本発明の思想及び範囲内に入ることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】第1の態様にしたがって構成された処理部及び出力部の両方を備える本発明の乾燥装置の概略側面図である。

20

【図2A】本発明の乾燥装置を通じたウエハ搬送及び本発明の乾燥装置からのウエハ出力の一連の段階を示す、図1の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図2B】本発明の乾燥装置を通じたウエハ搬送及び本発明の乾燥装置からのウエハ出力の一連の段階を示す、図1の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図2C】本発明の乾燥装置を通じたウエハ搬送及び本発明の乾燥装置からのウエハ出力の一連の段階を示す、図1の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図2D】本発明の乾燥装置を通じたウエハ搬送及び本発明の乾燥装置からのウエハ出力の一連の段階を示す、図1の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図2E】本発明の乾燥装置を通じたウエハ搬送及び本発明の乾燥装置からのウエハ出力の一連の段階を示す、図1の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

30

【図2F】本発明の乾燥装置を通じたウエハ搬送及び本発明の乾燥装置からのウエハ出力の一連の段階を示す、図1の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図2G】本発明の乾燥装置を通じたウエハ搬送及び本発明の乾燥装置からのウエハ出力の一連の段階を示す、図1の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図2H】本発明の乾燥装置を通じたウエハ搬送及び本発明の乾燥装置からのウエハ出力の一連の段階を示す、図1の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図2I】本発明の乾燥装置を通じたウエハ搬送及び本発明の乾燥装置からのウエハ出力の一連の段階を示す、図1の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図3A】第2の態様にしたがって出力部が構成された図1の乾燥装置を示す概略側面図及び平面図である。

40

【図3B】第2の態様にしたがって出力部が構成された図1の乾燥装置を示す概略側面図及び平面図である。

【図4A】出力部へのウエハ出力中における出力部の一連の位置を示す図3A及び図3Bの本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図4B】出力部へのウエハ出力中における出力部の一連の位置を示す図3A及び図3Bの本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図4C】出力部へのウエハ出力中における出力部の一連の位置を示す図3A及び図3Bの本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図4D】出力部へのウエハ出力中における出力部の一連の位置を示す図3A及び図3Bの本発明の乾燥装置の概略側面図である。

50

【図 4 E】出力部へのウエハ出力中における出力部の一連の位置を示す図 3 A 及び図 3 B の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図 4 F】出力部へのウエハ出力中における出力部の一連の位置を示す図 3 A 及び図 3 B の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図 4 G】出力部へのウエハ出力中における出力部の一連の位置を示す図 3 A 及び図 3 B の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図 4 H】出力部へのウエハ出力中における出力部の一連の位置を示す図 3 A 及び図 3 B の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

【図 4 I】出力部へのウエハ出力中における出力部の一連の位置を示す図 3 A 及び図 3 B の本発明の乾燥装置の概略側面図である。

10

【図 5】第 2 の態様にしたがって処理部が構成された本発明の乾燥装置を示す概略側面図である。

【図 6】乾燥装置の蒸気ノズルと関連して設けられてもよい蒸気流れ偏向体の概略側面図である。

【図 7】様々な IPA 濃度及び様々な流量によって乾燥されたウエハ上に見られるパーティクルの数をプロットしたグラフである。

【図 8 A】蒸気流角度の説明に役立つ概略図である。

【図 8 B】様々な材料を含む基板を乾燥させるための好ましい蒸気流角度を示す表である。

。

【符号の説明】

20

【 0 0 8 6 】

1 0 ... 乾燥装置、 1 1 ... 処理部、 1 2 ... 出力部、 1 8 a ... 浸漬チャンバ、 3 0 ... 天井噴射ノズル、 3 2 ... 液中噴射ノズル、 3 4 ... ロードポート、 3 6 ... 揺動体、 3 7 ... アンロードポート、 3 8 ... リンクシステム、 4 0 ... アクチュエータ、 4 4 ... プッシャ、 4 6 ... ガイド、 4 8 ... 送りネジ、 5 8 ... プラットフォーム、 6 0 ... キャッチャ、 6 4 ... エアーシリンダ

。

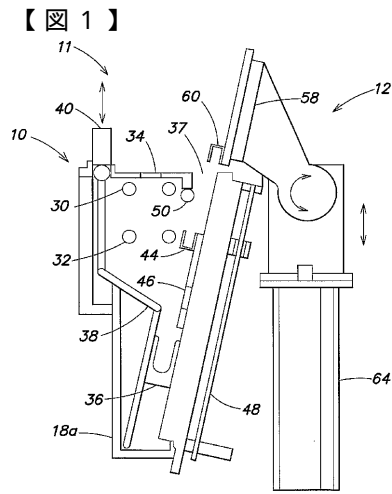


FIG. 1

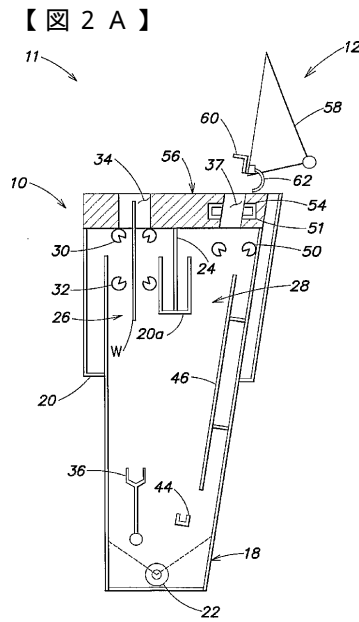


FIG. 2A

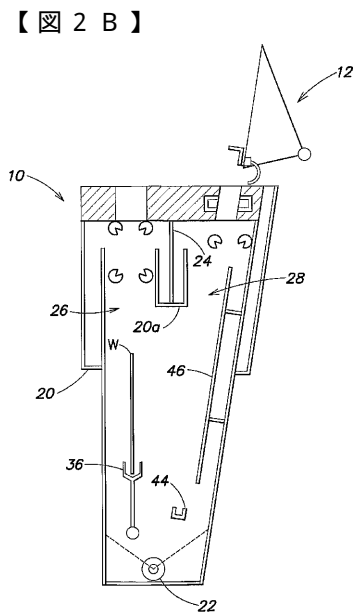


FIG. 2B

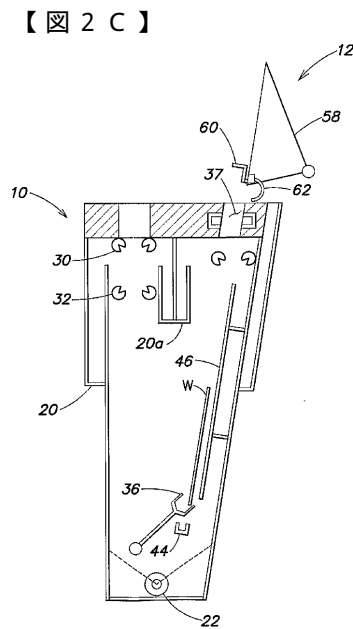


FIG. 2C

【 2 D 】

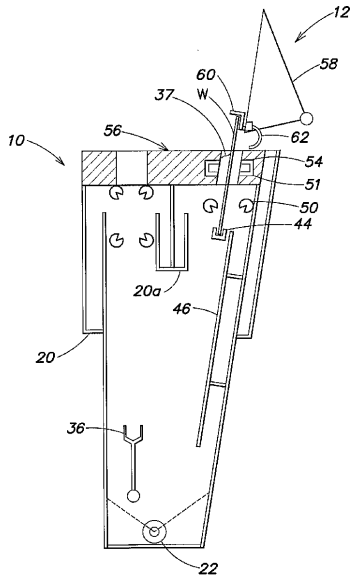


FIG. 2D

【 2 E 】

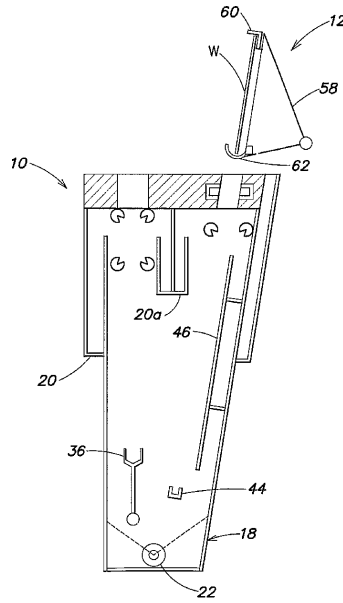


FIG. 2E

【 2 F 】

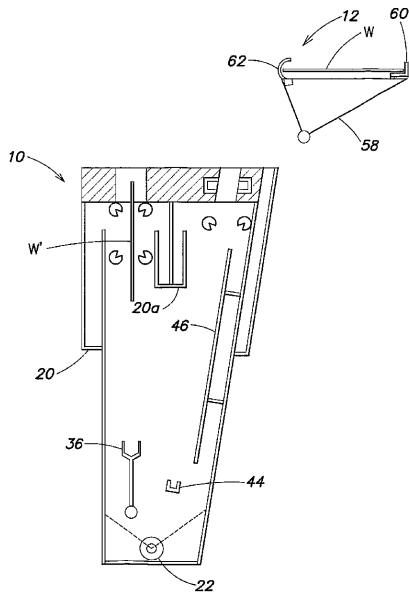


FIG. 2F

【 2 G 】

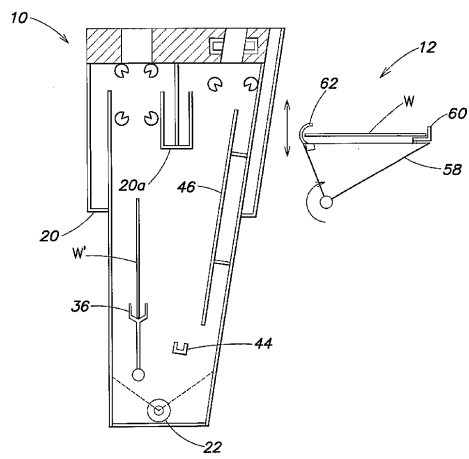


FIG. 2G

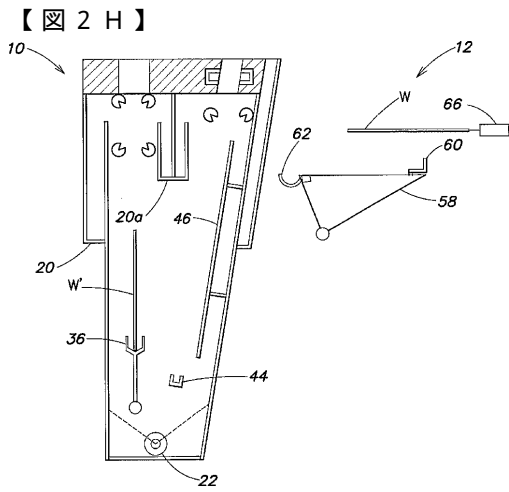


FIG. 2H

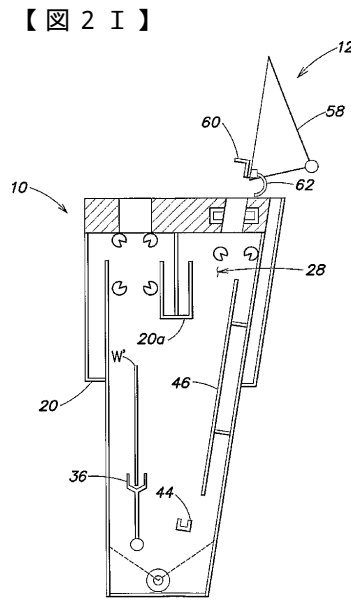


FIG. 2I

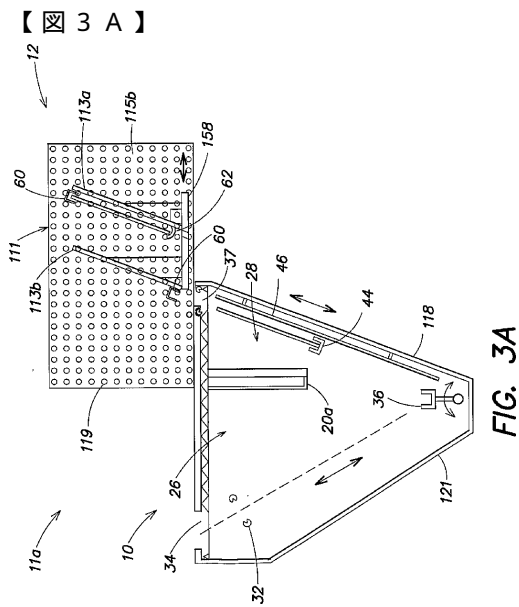
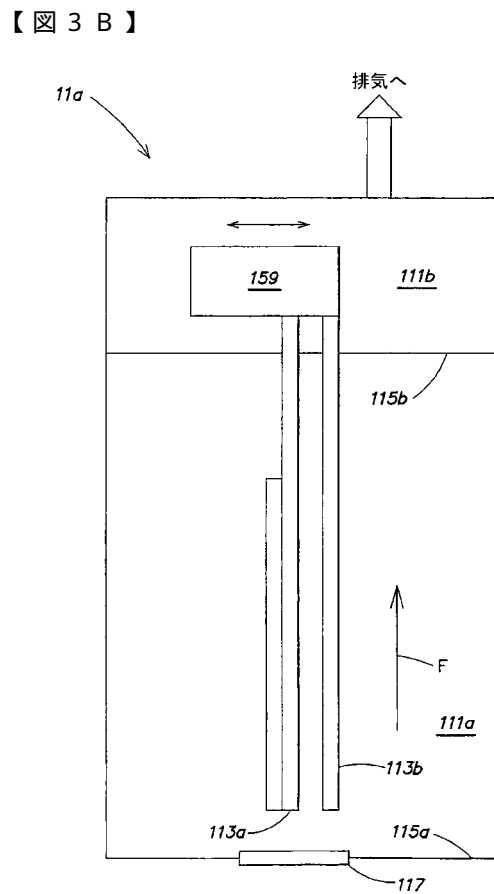


FIG. 3A



【 4 A 】

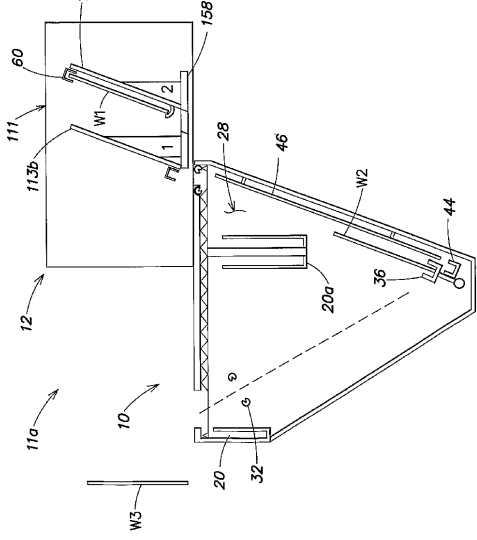


FIG. 4A

【 4 B 】

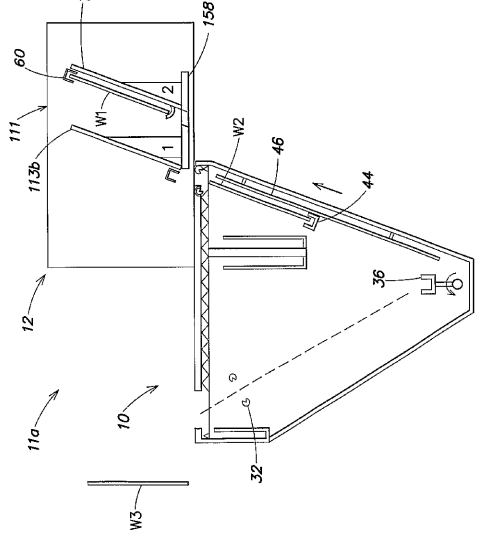


FIG. 4B

【 4 C 】

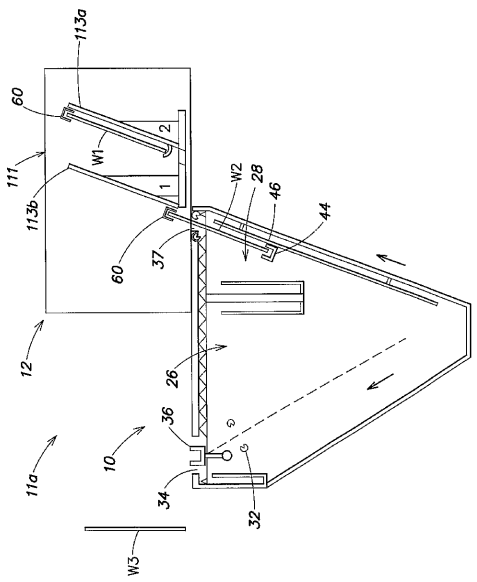


FIG. 4C

【 4 D 】

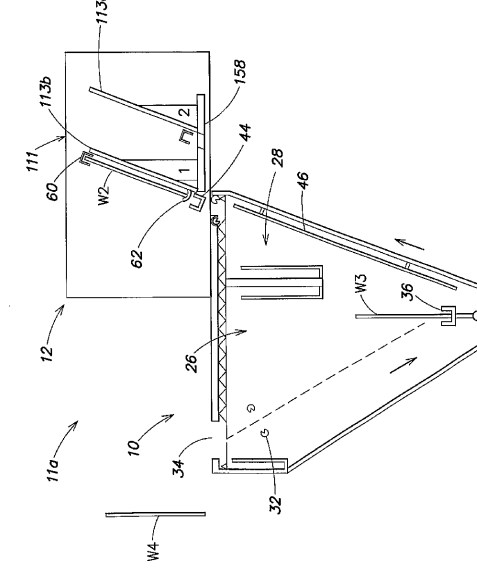


FIG. 4D

【 4 E 】

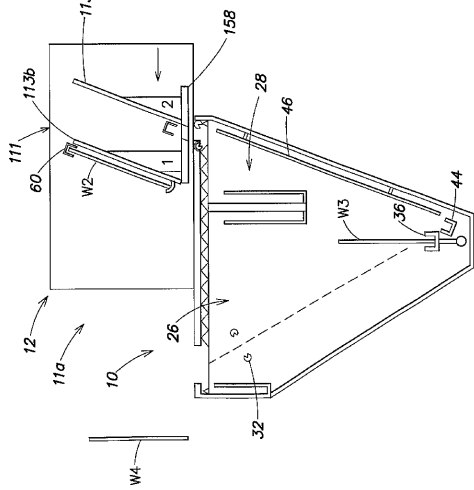


FIG. 4E

【 4 F 】

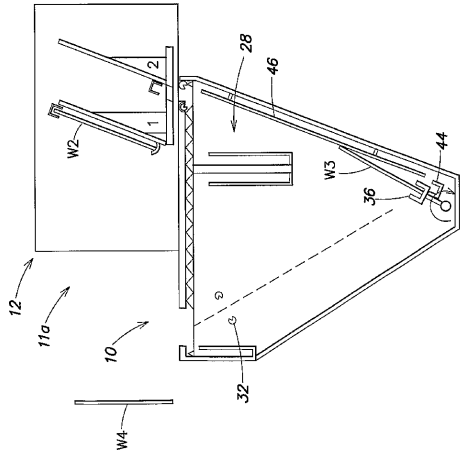


FIG. 4F

【 4 G 】

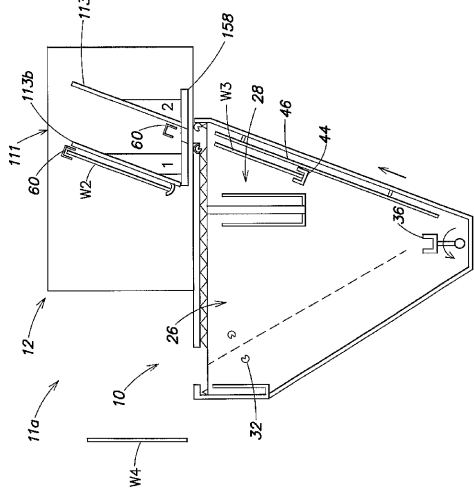


FIG. 4G

【 4 H 】

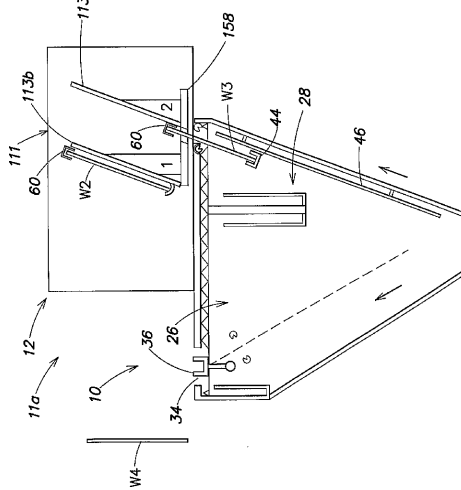


FIG. 4H

【 図 4 I 】

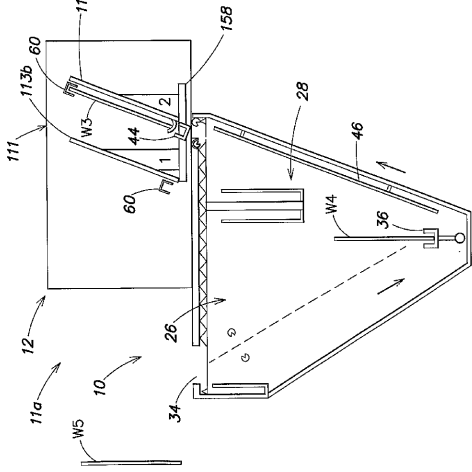


FIG. 4I

【 図 5 】

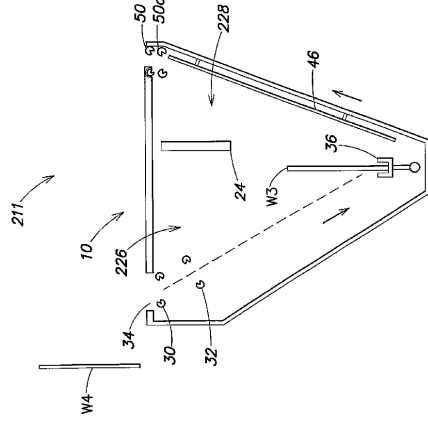


FIG. 5

【 図 6 】

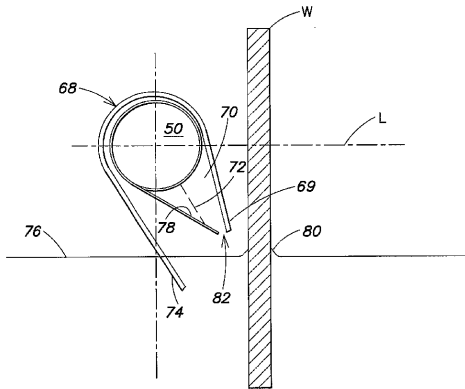
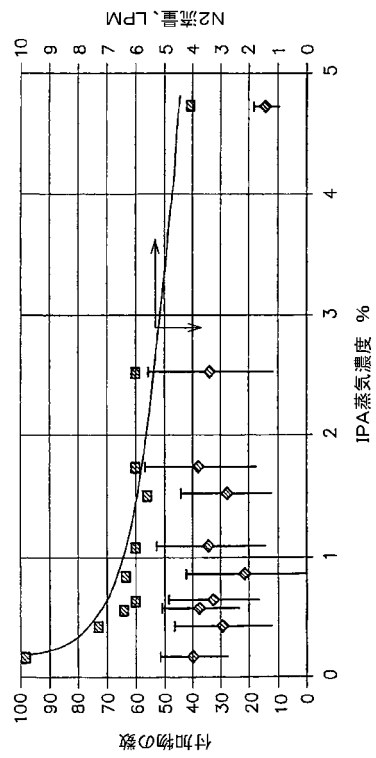
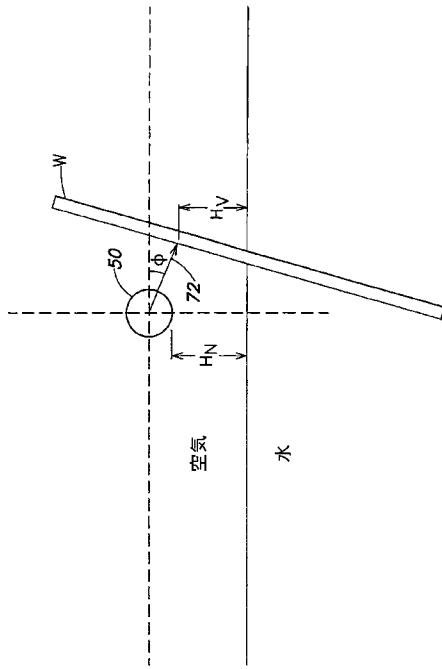


FIG. 6

【 図 7 】



【 図 8 A 】



【 図 8 B 】

表面材料	好ましい流れ角度
シリコン(ドライイン-ードライアウト)	12° - 38°
フラスケット(ドライイン-ードライアウト)	12° - 35°
酸化銅(ドライイン-ードライアウト)	12° - 30°
磨いたブラックダイヤモンド(ウェットイン-ードライアウト)	22° - 38°
磨いたブラックダイヤモンド 裏側(ウェットイン-ードライアウト)	22° - 30°

フロントページの続き

- (74)代理人 100104282
弁理士 鈴木 康仁
- (72)発明者 アカイア, ヤンズ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 5 0 3 2, ロス ガトス, ウェッジ ウッド アヴェニュー
- 2 1 6
- (72)発明者 ラーナー, アレキサンダー
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 5 1 2 0, サン ノゼ, ペブルウッド コート 6 6 6 1
- (72)発明者 ゴヴズマン, ボリス, ティー.
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 4 0 8 6, サニーヴェイル, スプルース ドライブ 6 5
1
- (72)発明者 フィッシュキン, ボリス
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 4 0 7 0, サン カーロス, エクセター アヴェニュー
1 5 5
- (72)発明者 シュガーマン, マイケル
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 4 1 2 1, サン フランシスコ, 2 2 エヌディー アヴェ
ニュー 2 3 4
- (72)発明者 マヴレイヴ, ラシッド
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 5 0 0 8, カンペル, ユニット シー, ウェスト リンコ
ン アヴェニュー 3 5 7
- (72)発明者 ファン, ハオクァン
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 4 0 8 7, サニーヴェイル, アpartment 4, コディア
クト 6 6 7
- (72)発明者 リー, シジャン
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 5 1 2 9, サン ノゼ, ドニントン ドライブ 1 2 0 2
- (72)発明者 シラジ, ガイ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 4 0 4 0, マウンテンビュー, シャープ 3 1 2, フェイテ
ィ ドライブ 2 6 8 0
- (72)発明者 タン, ジアンシェ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 5 1 2 3, サン ノゼ, リーン アヴェニュー 6 2 0 3

審査官 長谷井 雅昭

- (56)参考文献 特開2000-306881(JP, A)
特開昭58-182235(JP, A)
実開平03-019587(JP, U)
特開2000-173962(JP, A)
特開平07-130722(JP, A)
特開2000-286228(JP, A)
特開2000-243807(JP, A)
特開平09-283476(JP, A)
特開昭53-138278(JP, A)
特開2001-017930(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304

B08B 3/00-3/14