

(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2011-101024

(P2011-101024A)

(43) 公開日 平成23年5月19日(2011.5.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/304 (2006.01)	HO 1 L 21/304 6 4 8 H	5 F 1 5 7
	HO 1 L 21/304 6 4 7 B	
	HO 1 L 21/304 6 4 3 A	
	HO 1 L 21/304 6 4 2 A	
	HO 1 L 21/304 6 5 1 B	

審査請求 有 請求項の数 39 O L 外国語出願 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-254934 (P2010-254934)
 (22) 出願日 平成22年11月15日 (2010.11.15)
 (62) 分割の表示 特願2000-255856 (P2000-255856) の分割
 原出願日 平成12年8月25日 (2000.8.25)
 (31) 優先権主張番号 60/150656
 (32) 優先日 平成11年8月25日 (1999.8.25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

- 1. WAKO
- 2. NCW

(71) 出願人 390040660
 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
 APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050
 (74) 代理人 100109726
 弁理士 園田 吉隆
 (74) 代理人 100101199
 弁理士 小林 義教

最終頁に続く

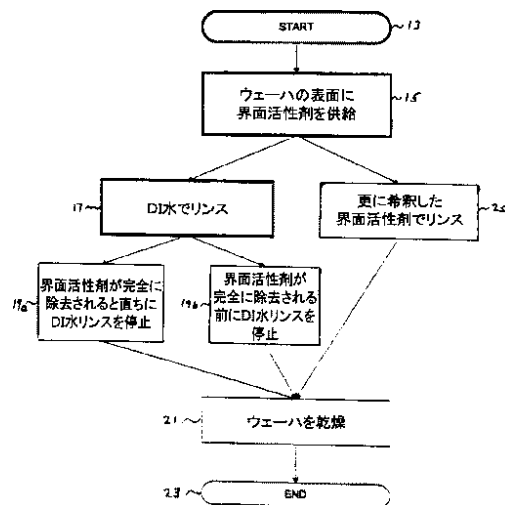
(54) 【発明の名称】 疎水性ウェーハを洗浄／乾燥する方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 疎水性ウェーハを洗浄する優れた方法および装置を提供する。

【解決手段】 疎水性ウェーハを洗浄するために界面活性剤を使用する方法および装置が提供される。第1の態様では、本方法は、純DI水をウェーハへ供給することなくウェーハを洗浄および乾燥することができる。第2の態様では、本方法は、界面活性剤溶液がウェーハからリンスされると直ちに、またはその前にDI水の供給が停止するように、短い時間だけ純DI水をウェーハへ供給することによってウェーハを洗浄することができ、その後、ウェーハが乾燥される。別の態様では、疎水性ウェーハは、洗浄装置間で移送される間、界面活性剤で湿潤されたままであり、希釈界面活性剤により、または短時間のDI水の噴霧によりリンスされた後、乾燥される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

疎水性ウェーハを洗浄する方法であって、第 1 洗浄装置内で界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハの表面へ供給し、それによって界面活性剤の層を前記疎水性ウェーハの表面上へ形成するステップと、前記界面活性剤層が上部に形成された疎水性ウェーハを第 2 洗浄装置へ移送するステップと、前記第 2 洗浄装置内で疎水性ウェーハの表面を純 D I 水でリンスするステップと、前記第 2 洗浄装置内で疎水性ウェーハを乾燥するステップと、を備え、純 D I 水は前記リンスするステップにおいてのみ疎水性ウェーハへ供給され、疎水性ウェーハを第 2 洗浄装置へ移送する前記ステップは、疎水性ウェーハが第 2 洗浄装置へ移るときに界面活性剤含有溶液の層を前記疎水性ウェーハ上に維持するステップを含んでいる、方法。

10

【請求項 2】

第 1 洗浄装置内で界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハの表面へ供給する前記ステップは、界面活性剤含有溶液を含有する流体タンクへ前記疎水性ウェーハを少なくとも部分的に浸漬するステップを含んでいる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

第 1 洗浄装置内で界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハの表面へ供給する前記ステップは、第 1 スクラバ内で界面活性剤含有溶液を使用して疎水性ウェーハをスクラブするステップを含んでいる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

疎水性ウェーハを第 2 洗浄装置へ移送する前記ステップは、疎水性ウェーハをスクラバへ移送するステップを含んでいる、請求項 1 記載の方法。

20

【請求項 5】

疎水性ウェーハを第 2 洗浄装置へ移送する前記ステップは、疎水性ウェーハをスピン - リンス - ドライヤへ移送するステップを含んでいる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

前記界面活性剤含有溶液は、WAKO NCW界面活性剤を含んでいる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

前記WAKO NCW界面活性剤は、0.01体積% ~ 0.1体積%の濃度を有している、請求項 6 記載の方法。

30

【請求項 8】

第 2 洗浄装置内で疎水性ウェーハの表面を純 D I 水でリンスするステップは、第 2 洗浄装置内で疎水性ウェーハの表面を純 D I 水で 5 秒以下の時間だけリンスするステップを含んでいる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 9】

疎水性ウェーハを第 2 洗浄装置へ移送する前記ステップは、前記疎水性ウェーハを I P A ドライヤへ移送するステップを含んでいる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 10】

疎水性ウェーハを乾燥する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをマランゴニ乾燥するステップを含んでいる、請求項 1 記載の方法。

40

【請求項 11】

疎水性ウェーハを洗浄する方法であって、第 1 洗浄装置内で第 1 界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハの表面へ供給し、それによって界面活性剤の層を前記疎水性ウェーハの表面上へ形成するステップと、前記界面活性剤層が上部に形成された疎水性ウェーハを第 2 洗浄装置へ移送するステップと、前記疎水性ウェーハの表面を、前記第 1 界面活性剤含有溶液よりも希釈した希釈界面活性剤含有溶液でリンスするステップと、前記疎水性ウェーハを前記第 2 洗浄装置内で乾燥するステップと、を備え、純 D I 水は、前記疎水性ウェーハを洗浄するためには使用されず、疎水性ウェーハを第 2 洗浄装置へ移送する前記ステップは、前記疎水性ウェーハが第 2 洗浄装置へ移るときに界面活性剤含有溶液の層を前記疎水性ウェーハ上に維持するステップを含んでいる、方法。

50

【請求項 1 2】

第 1 洗浄装置内で界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハの表面へ供給する前記ステップは、界面活性剤含有溶液を含有する流体タンクへ前記疎水性ウェーハを少なくとも部分的に浸漬するステップを含んでいる、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 3】

第 1 洗浄装置内で界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハの表面へ供給する前記ステップは、第 1 スクラバ内で前記界面活性剤含有溶液を使用して前記疎水性ウェーハをスクラブするステップを含んでいる、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 4】

疎水性ウェーハを第 2 洗浄装置へ移送する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをスピンドリンス・ドライヤへ移送するステップを含んでいる、請求項 1 1 記載の方法。

10

【請求項 1 5】

前記界面活性剤含有溶液は、WAKO NCW界面活性剤を含んでいる、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 6】

前記WAKO NCW界面活性剤は、0.01体積%～0.1体積%の濃度を有している、請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 1 7】

第 2 洗浄装置内で疎水性ウェーハの表面を希釈界面活性剤含有溶液でリンスする前記ステップは、第 2 洗浄装置内で疎水性ウェーハの表面を希釈界面活性剤含有溶液で 5 秒以下の時間だけリンスするステップを含んでいる、請求項 1 1 記載の方法。

20

【請求項 1 8】

疎水性ウェーハを第 2 洗浄装置へ移送する前記ステップは、前記疎水性ウェーハを IPA ドライヤへ移送するステップを含んでいる、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 9】

疎水性ウェーハを乾燥する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをマランゴニ乾燥するステップを含んでいる、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 2 0】

疎水性ウェーハをリンスおよび乾燥する方法であって、疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置するステップと、前記洗浄装置内で前記疎水性ウェーハの表面へ希釈界面活性剤を供給するステップと、前記洗浄装置内で前記疎水性ウェーハを乾燥するステップと、を備える方法。

30

【請求項 2 1】

前記希釈界面活性剤含有溶液は、0.01体積%～0.1体積%の濃度の界面活性剤を含んでいる、請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 2】

前記希釈界面活性剤が、5 秒以下の時間だけ供給される、請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 3】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをスピンドリンス・ドライヤ内に配置するステップを含んでいる、請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 4】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをスクラバ内に配置するステップを含んでいる、請求項 2 0 記載の方法。

40

【請求項 2 5】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをマランゴニ乾燥機内に配置するステップを含んでおり、疎水性ウェーハを乾燥する前記ステップは、マランゴニ乾燥を含んでいる、請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 6】

前記マランゴニ乾燥機は、界面活性剤を収容するタンクを備えている、請求項 2 5 記載の方法。

【請求項 2 7】

50

前記マランゴニ乾燥機は、スピン・リンス・ドライヤを備えている、請求項 25 記載の方法。

【請求項 28】

疎水性ウェーハをリンスおよび乾燥する方法であって、疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置するステップと、前記疎水性ウェーハの表面へ界面活性剤を供給し、その表面上に界面活性剤層を形成するステップと、純粋な脱イオン水を前記疎水性ウェーハの表面へ噴霧するステップと、前記界面活性剤層が前記疎水性ウェーハの表面からリンスされると直ちに前記脱イオン水噴霧を停止させるステップと、前記疎水性ウェーハを乾燥するステップと、を備える方法。

【請求項 29】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをスピン・リンス・ドライヤ内に配置するステップを含んでいる、請求項 28 記載の方法。

【請求項 30】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをスクラバ内に配置するステップを含んでいる、請求項 28 記載の方法。

【請求項 31】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをマランゴニ乾燥機内に配置するステップを含んでおり、疎水性ウェーハを乾燥する前記ステップは、マランゴニ乾燥を含んでいる、請求項 28 記載の方法。

【請求項 32】

疎水性ウェーハをリンスおよび乾燥する方法であって、疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置するステップと、界面活性剤を前記疎水性ウェーハの表面へ供給して、その表面上に界面活性剤層を形成するステップと、純粋な脱イオン水を前記疎水性ウェーハの表面へ噴霧するステップと、前記脱イオン水噴霧を 5 秒以内に停止するステップと、前記疎水性ウェーハを乾燥するステップと、を備える方法。

【請求項 33】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをスピン・リンス・ドライヤ内へ配置するステップを含んでいる、請求項 32 記載の方法。

【請求項 34】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをスクラバ内に配置するステップを含んでいる、請求項 32 記載の方法。

【請求項 35】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをマランゴニ乾燥機内に配置するステップを含んでおり、疎水性ウェーハを乾燥する前記ステップは、マランゴニ乾燥を含んでいる、請求項 32 記載の方法。

【請求項 36】

疎水性ウェーハをリンスおよび乾燥する方法であって、疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置するステップと、界面活性剤を前記疎水性ウェーハの表面へ供給して、その表面上に界面活性剤層を形成するステップと、純粋な脱イオン水を前記疎水性ウェーハの表面へ噴霧するステップと、前記界面活性剤層が前記疎水性ウェーハの表面から完全にリンスされる前に、前記脱イオン水噴霧を停止するステップと、前記疎水性ウェーハを乾燥するステップと、を備える方法。

【請求項 37】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをスピン・リンス・ドライヤ内に配置するステップを含んでいる、請求項 36 記載の方法。

【請求項 38】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをスクラバ内に配置するステップを含んでいる、請求項 36 記載の方法。

【請求項 39】

疎水性ウェーハを洗浄装置内に配置する前記ステップは、前記疎水性ウェーハをマランゴ

10

20

30

40

50

ニ乾燥機内に配置するステップを含んでおり、疎水性ウェーハを乾燥する前記ステップは、マランゴニ乾燥を含んでいる、請求項36記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の開示】

【0001】

(発明の属する技術分野)本発明は、一般に、半導体ウェーハ、コンパクトディスク、ガラス基板等、薄ディスクを洗浄するための装置および方法に関する。本発明は、特に、界面活性剤含有溶液を使用した疎水性ウェーハの洗浄に関する。

【0002】

(従来技術)半導体デバイスの形状寸法が縮小し続けるのに従い、超清浄処理の重要性が増大している。従来のウェーハ洗浄・乾燥方法は、純粋な脱イオン水か洗浄溶液を用いた一つ以上のリンスステップを含む。洗浄前に、シリコンウェーハの表面は、疎水性から親水性へ転換されるのが普通である。というのも、親水性の表面は粒子を引き寄せず、また、親水性の表面は、リンス水および洗浄溶液がウェーハ表面を湿潤させることを助けるからである。

10

【0003】

疎水性状態から親水性状態への転換は、例えば、シリコンウェーハの表面が酸素または酸化剤と反応して、シリコンウェーハの表面をパッシベーションする薄い酸化物層を形成する(すなわち、パッシベーション層を形成する)際に起こる。パッシベーション層は親水性であるため、その後の洗浄プロセスを容易にする。しかし、low-k誘電体ウェーハ(low-k誘電体が上部に形成されたウェーハ)の表面は、酸素または酸化剤と反応して親水性パッシベーション層を形成することはない。従って、処理が施されなければ、low-k誘電体ウェーハは疎水性の表面を有する。そのため、水性洗浄溶液がlow-k誘電体ウェーハの表面に与えられると、水性洗浄溶液は、そこからはじかれる。

20

【0004】

(発明が解決しようとする課題)疎水性low-k誘電体ウェーハ上での水性洗浄溶液の低い湿潤性のため、疎水性ウェーハは、親水性シリコンウェーハよりも洗浄が更に困難である。その上、脱イオン水リンスによる薬剤残渣除去の効率が非常に低い。疎水性表面への粒子汚染物質の親和力が大きいので、疎水性ウェーハの乾燥は、洗浄よりも一層困難が多い。更に、純DI水は、通常、リンス中に疎水性表面上へ直接噴霧されるので、一般に、水の跡や残渣が、乾燥中に疎水性表面上に観察される。そのような水の跡や残渣は、後でデバイス不良を引き起すかもしれない。半導体産業は、low-k誘電体ウェーハの使用を高めているので、疎水性ウェーハを洗浄する優れた方法に大きな関心が寄せられている。

30

【0005】

このように、疎水性ウェーハを洗浄する優れた方法および装置に対するニーズが存在する。

【0006】

(課題を解決するための手段)本発明は、疎水性ウェーハを洗浄するために界面活性剤を使用する方法および装置を提供する。本発明の洗浄方法は、二つの主要な態様を含んでいる。第1の態様では、本発明の洗浄方法は、純DI水を使用せずに、界面活性剤を供給することによってウェーハを洗浄することができる。第2の態様では、本発明の洗浄方法は、界面活性剤を供給した後、短いリンスステップ中に純DI水を供給することによりウェーハを洗浄することができる。このリンスステップは、ある態様では、界面活性剤がウェーハから完全にリンスされる前にリンスが停止することによって純DI水とウェーハとの接触をなくすか最小限に抑えるように、十分に短い。これらの態様は、本発明の方法を実行するよう適切にプログラムされた従来の任意の洗浄・乾燥装置で実行することができる。例えば、本発明の方法は、SRD、スクラバ、またはスプレーノズルを含む任意のタンクもしくは他の種類のシステム内で使用することができる。これらのいずれも、マランゴニ乾燥を達成するための蒸気の供給を更に含んでいてもよい。本発明の第3の態様では、洗浄シーケンスにおける最終ステップとして上記方法のいずれかが実行される。この洗浄

40

50

シーケンスは、複数の洗浄装置を使用し、複数の洗浄装置間での移送中にも界面活性剤層をウェーハ上に維持し、また、最終の洗浄/乾燥ステップの前に純DI水が使用されるとしてもウェーハを純DI水とは接触させない。

【0007】

本発明の他の特徴および態様は、以下の好ましい実施形態の詳細な説明、特許請求の範囲および添付図面から、より十分に明らかになるであろう。

【0008】

(発明の実施の形態)疎水性ウェーハ(例えば、low-k誘電体ウェーハ)を洗浄するために界面活性剤を使用する本発明の洗浄方法および装置が提供される。図1は、ウェーハを洗浄および乾燥することができる任意の装置で実行可能な本発明の洗浄方法11の二つの態様を説明するのに有用なフローチャートである。このような装置は、例えば、図2を参照して以下で更に説明するようなスピン-リンス-ドライヤ(SRD)、図3を参照して以下で更に説明するような流体タンクを使用するIPAドライヤ、図4A~Bを参照して以下で更に説明するようなSRDチャンバを使用するIPAドライヤ、図5を参照して以下で更に説明するようなスクラバ装置、またはウェーハをリンスおよび乾燥できる従来の任意のドライヤも含む。本発明の洗浄方法の別の態様は、図6のフローチャートと図7の洗浄システムを参照して後述するように、複数の洗浄装置を使用する洗浄シーケンスで実行することができる。

10

【0009】

図1を参照すると、本発明の洗浄方法11はステップ13から開始する。ステップ15では、界面活性剤を含む洗浄溶液(すなわち、界面活性剤含有溶液)が、疎水性ウェーハを洗浄および乾燥できる装置中で疎水性ウェーハの表面に供給され、それによって界面活性剤含有溶液の層がウェーハ上に形成される。ある態様では、界面活性剤含有溶液は、WAKO NCW界面活性剤(例えば、NCW-601A:ポリオキシアルキレンアルキルフェニルエーテルの(約30パーセント)水溶液、NCW-1001:ポリオキシアルキレンアルキルエーテルの30パーセント(w/w)水溶液、NCW-1002:ポリオキシアルキレンアルキルエーテルの10パーセント(w/w)水溶液)を含むことができる。WAKO NCW界面活性剤は、0.01体積%~0.1体積%の濃度を有することができる。

20

【0010】

第1の態様では、プロセスはステップ17へ進む。ステップ17では、純DI水が、疎水性ウェーハの表面上に形成された界面活性剤含有溶液の層へ供給される。純DI水は、界面活性剤含有溶液の層が除去されたとき(ステップ19a)、あるいはほとんど除去されたとき(ステップ19b)に純DI水の噴霧が停止するように、十分に短い時間(例えば、約5秒以下)だけ供給される。このように、DI水は、疎水性ウェーハの表面に直接的には供給されない。そのため、ウェーハが乾燥されるとき(ステップ21)に疎水性ウェーハの表面上に形成されるウォータマークを少なくすることができる。その後、プロセスはステップ23で終了する。

30

【0011】

第2の態様では、プロセスはステップ15からステップ25へ進む。ステップ25では、ステップ15で使用された界面活性剤含有溶液よりも希釈した希釈界面活性剤含有溶液が、疎水性ウェーハ面上に形成された界面活性剤含有溶液の層に供給される。ある態様では、希釈界面活性剤含有溶液が、ウェーハの疎水度に依じて10秒以下の時間だけ供給される。第2の態様では、純DI水が全く使用されない(希釈界面活性剤含有溶液だけが疎水性ウェーハをリンスするために使用される)ので、ウェーハが乾燥されるとき(ステップ21)にウォータマークがその表面に形成されることはない。その後、プロセスはステップ23で終了する。500ppm未満の濃度を有する希釈NCW界面活性剤を使用した試験では、粒子残渣問題は生じなかった。従って、より高い疎水性を持つウェーハでは、例えば、1000ppmの洗浄溶液を、500ppmの更に希釈した洗浄溶液でリンスしてもよい。

40

【0012】

50

図2は、図1の本発明の洗浄方法11を実行可能なSRD101の側断面図である。SRD101内では、疎水性ウェーハWが、回転フライホイール105から延在する一对のグリッパGによって支持されているように示されている。フライホイール105は、フライホイール105の回転速度を制御するモータ107へ連結される。

【0013】

一对のノズル109a、109bが、界面活性剤含有溶液の供給源111およびリンス流体の供給源112へ連結され、それぞれ疎水性ウェーハWの前面および背面の中心へ界面活性剤含有溶液およびリンス流体を供給するように配置されている。第1の態様では、リンス流体は純DI水を含むことができる。第2の態様では、リンス流体の供給源112は、界面活性剤含有溶液の供給源111に含有される界面活性剤含有溶液よりも希釈された希釈界面活性剤含有溶液を含むことができる。

10

【0014】

コントローラ113が界面活性剤含有溶液の供給源およびリンス流体の供給源111に接続されており、このコントローラ113は、図1の本発明の洗浄方法を自動的に実行するプログラムが格納されたメモリを備えている。SRDは、2000年4月6日出願の米国特許出願第09/544,660号(AMAT No. 3437/CMP/RKK)に記載されるように構成することができる。この開示の全体は、本明細書に援用される。

【0015】

SRD101の両態様の動作を以下に説明する。第1の態様では、動作中、ノズル109a、109bは、フライホイール105が回転している間、界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハWの表面へ供給し、これにより、ウェーハの表面に界面活性剤含有溶液の層を形成する。その後、界面活性剤溶液の噴霧は停止し、ノズル109a、109bが疎水性ウェーハWの前面および背面上に形成された界面活性剤含有溶液の層へ純DI水を供給する間、フライホイール105は回転を続ける。DI水は短い時間(例えば、約5秒以下)だけ供給される。

20

【0016】

疎水性ウェーハの表面上に形成された界面活性剤含有溶液の層が除去され、あるいはほとんど除去されると、ノズル109a、109bは閉じ、モータ107は、残っているDI水と界面活性剤含有溶液を、回転速度によって疎水性ウェーハWから取り除き、および/または疎水性ウェーハWから乾燥させるように、フライホイール105の回転速度を維持するか、あるいは(例えば、約1000~2500rpmへ)高める。疎水性ウェーハWの乾燥を更に助けるために、任意で、加熱窒素を疎水性ウェーハWの表面へノズル(図示せず)を介して送ってもよい。

30

【0017】

第1の態様では、純DI水は、疎水性ウェーハWの表面上の界面活性剤含有溶液の層にのみ供給され、疎水性ウェーハの表面に直接的には供給されないため、疎水性ウェーハWの表面上に生じるウォータマークをより少なくすることができる。

【0018】

第2の態様の動作は、第1態様の動作と同じステップを含むことができる。しかし、第2態様では、ノズル109a、109bは、希釈界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハWの前面および背面上に形成された界面活性剤含有溶液の層へ供給し、それによって、ウェーハWの表面上に形成された界面活性剤の濃度を低減する。ある態様では、ウェーハの疎水性に依りて、希釈界面活性剤含有溶液が10秒以下の時間だけ供給される。

40

【0019】

第2態様では、純DI水は疎水性ウェーハWのリンスに全く使用されず、希釈界面活性剤含有溶液だけが使用されるため、疎水性ウェーハWの表面上に生じるウォータマークをより少なくすることができる。

【0020】

本発明の洗浄方法を使用して疎水性ウェーハをリンスおよび乾燥できる本発明のIPADライヤを、マランゴニ乾燥のために構成されたタンクモジュールを示す図3を参照し、ま

50

た、マランゴニ乾燥のために構成されたSRDを示す図4A～Bを参照して以下説明する。

【0021】

図3は、タンク203を使用し、本発明の洗浄方法を用いて疎水性ウェーハをリンスおよび乾燥することができるIPAドライヤ201の側面図である。タンク203は界面活性剤含有溶液で満たされている。IPAドライヤ201は、タンク203に連結されてウェーハをタンク203から持ち上げる昇降機構205を備えている。一つ以上のリンス流体ノズル207を備えるリンス流体供給装置が、疎水性ウェーハWをタンク203から持ち上げるときに疎水性ウェーハWの水平直径の全体にわたってリンス流体を噴霧するよう配置され、また、一つ以上の乾燥用蒸気ノズル211を備える乾燥用蒸気供給装置が、疎水性ウェーハWがタンク203から持ち上げられるときに疎水性ウェーハWの水平直径の全体にわたって乾燥用蒸気（例えば、IPA）を流すように配置されている。任意で、疎水性ウェーハWを昇降機構205へ移送するようにウェーハシャトル213を配置してもよい。

10

【0022】

第1の一对のレール215をタンク203内に恒久的に設置して、昇降機構205が疎水性ウェーハWを持ち上げるときに疎水性ウェーハWを支持するように配置することができる。第2の一对のレール217をタンク203の上方に恒久的に設置して、疎水性ウェーハWを第1対のレール215から受け取るように配置することができる。

20

【0023】

第1の態様では、リンス流体は純DI水を含むことができる。第2の態様では、リンス流体は、タンク203内の界面活性剤含有溶液よりも希釈した希釈界面活性剤含有溶液を含むことができる。

【0024】

リンス流体ノズル207は、コントローラ219に接続されており、このコントローラ219は、図1の本発明の洗浄方法を自動的に実行するプログラムが格納されたメモリを備えている。流体タンクを使用する例示のIPAドライヤは、1999年3月26日出願の米国特許出願第09/280,118号（AMAT No.2894/CMP/RKK）に開示されている。この開示の全体は、本明細書に援用される。

30

【0025】

IPAドライヤ201の両態様の動作を以下説明する。第1態様では、疎水性ウェーハWがタンク203内に配置され、それにより界面活性剤含有溶液の層が疎水性ウェーハWの表面上に形成される。昇降機構205が、疎水性ウェーハWを流体から持ち上げて上昇させる。

【0026】

疎水性ウェーハWがタンク流体の上端に達すると、リンス流体ノズル207が作動し、疎水性ウェーハWの前面および背面上に形成された界面活性剤含有溶液の層へ純DI水を噴霧し始める。これは、空気/水/リンス流体の界面をメニスカス状に生成する。疎水性ウェーハWがリンス流体ノズル207からの純DI水スプレーと交差すると直ちに、乾燥用蒸気ノズル211が作動し、乾燥用蒸気フローを疎水性ウェーハWの表面上に形成されるリンス流体メニスカスMへ向ける。乾燥用蒸気はリンス流体によって吸収され、これにより、リンス流体の表面張力が低下し、メニスカスからリンス流体の大部分に向かうマランゴニ流が誘起される。これにより、マランゴニ流が疎水性ウェーハWの表面を乾燥させる。界面活性剤がウェーハWから完全にはリンスされない（これによって、DI水とウェーハWの表面との直接の接触を回避）が十分なIPA乾燥が可能になる程度に遅い速度（例えば、0.1～0.5インチ/秒）でウェーハWを持ち上げることができる。疎水性ウェーハWの乾燥を更に補助するため、加熱室素をノズル（図示せず）を介して疎水性ウェーハWの表面へ送ってもよい。

40

【0027】

第1態様では、純DI水は、疎水性ウェーハWの表面上の希釈界面活性剤含有溶液層にだ

50

け供給され、疎水性ウェーハWの表面上に直接的には供給されないので、疎水性ウェーハWの表面上に形成されるウォータマークをより少なくすることができる。

【0028】

第2態様の動作は、第1態様の動作と同じステップを含むことができる。しかしながら、第2態様の動作において、リンス流体ノズル207は、疎水性ウェーハWの前面および背面へ希釈界面活性剤含有溶液を供給する。

【0029】

第2態様では、疎水性ウェーハWをリンスするために純DI水を使用することはなく、希釈界面活性剤含有溶液だけが使用されるので、その表面上にウォータマークが形成することはできない。

10

【0030】

図4Aは、SRD303を使用し、図1の本発明の洗浄方法を使用して疎水性ウェーハWをリンスおよび乾燥できるIPAドライヤ301の部分断面側面図である。図4Bは、図4AのIPAドライヤ301の平面図である。

【0031】

IPAドライヤ301内において、疎水性ウェーハWは、スピンチャック307上に支持されているように示されている。スピンチャック307は、スピンチャック307を垂直軸の周りに回転させるモータ309に連結されている。

【0032】

ノズル311a、311bを備える供給装置が、疎水性ウェーハWの表面にわたって、それぞれ界面活性剤含有溶液およびリンス流体を噴霧するよう配置され、IPAノズル313を備える有機溶剤供給装置(図3B)が、疎水性ウェーハWの表面にわたってIPA液を流すように配置される。第1態様では、リンス流体は純DI水を含むことができ、第2態様では、リンス流体は希釈界面活性剤含有溶液を含むことができる。

20

【0033】

ノズル311a、311bおよび/またはIPAノズル313は、コントローラ315に接続されており、このコントローラ315は、図1の本発明の洗浄方法を自動的に実行するプログラムが格納されたメモリを備えている。

【0034】

IPAドライヤ301の両態様の動作を以下説明する。第1態様では、チャック307が回転している間に、ノズル311aが界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハWの表面へ供給し、これによって、その上へ界面活性剤含有溶液の層を形成する。その後、界面活性剤の噴霧は停止し、ノズル311bが疎水性ウェーハWの表面に形成された界面活性剤含有溶液の層へ純DI水を噴霧する間、スピンチャック307は、遅い速度(例えば、300rpm)で回転を続ける。DI水の噴霧は、短時間(例えば、約5秒以下)だけ続く。この後、ノズル311bは閉じ、IPAノズル313が、疎水性ウェーハWの表面へIPA液を噴霧する。各ノズルは、ウェーハの中心を噴霧する位置で開始し、その後、ウェーハが回転する間、ウェーハのエッジへ向かってウェーハを径方向に横切って走査することができる。

30

【0035】

IPA液は、リンス流体の表面張力を低下させ、これは、リンス水を疎水性ウェーハWの表面から容易に除去できるようにする。その後、モータ309は、残っているDI水、IPA液、および界面活性剤含有溶液が回転速度によって疎水性ウェーハWから取り除かれ、および/または疎水性ウェーハWから乾燥されるように、スピンチャック307の回転速度を維持するか、または(例えば、約1000~2500rpmへ)高める。

40

【0036】

第1態様では、DI水は、疎水性ウェーハWの表面上に形成された界面活性剤含有溶液の層にだけ供給され、疎水性ウェーハWの表面上に直接的には供給されないので、疎水性ウェーハWの表面上に形成されるウォータマークをより少なくすることができる。また、上記のように、IPA液は、純DI水を疎水性ウェーハ305の表面から迅速に除去すること

50

ができる。

【0037】

第2態様は、第1態様と同じステップを含むことができる。しかし、第2態様では、ノズル311bは、疎水性ウェーハWの表面上の界面活性剤含有溶液層へ希釈界面活性剤含有溶液を（ある態様では、約10秒以下という短い時間だけ）供給する。疎水性ウェーハWをリンスするために純DI水が使用されることはなく、希釈界面活性剤含有溶液だけが使用されるので、その表面上でウォータマークが形成することはできない。

【0038】

図5は、図1の本発明の洗浄方法を実行できる本発明のスクラバ401の側面斜視図である。本発明のスクラバ401は、一对のPVAブラシ403a、403bを備える。各ブラシは、その表面全体にわたって複数の隆起した小瘤405と、小瘤405の間に配置された複数の谷407とを備える。また、本発明のスクラバ401は、疎水性ウェーハWを支持するプラットホーム409と、一对のPVAブラシ403a、403bを回転させる機構（図示せず）も備えることができる。プラットホーム409は、疎水性ウェーハWを回転させる複数のスピン機構411a~411cを備えている。

10

【0039】

図5に更に示すように、界面活性剤含有溶液の供給源415へ連結された複数のスプレーノズル413が、ウェーハのスクラブ中に疎水性ウェーハWの表面に界面活性剤含有溶液を噴霧するよう配置される。リンス流体ノズル419は、リンス流体供給源421へ連結され、ウェーハスクラブの後またはウェーハスクラブの最終段階においてブラシがウェーハと接触していないときにリンス流体を疎水性ウェーハWの表面に噴霧するよう配置される。第1態様では、リンス流体供給源は、純DI水を含むことができる。第2態様では、リンス流体供給源421は、界面活性剤含有溶液供給源415に含まれる界面活性剤含有溶液よりも希釈した希釈界面活性剤含有溶液を含むことができる。

20

【0040】

コントローラ423が両供給源415、421に接続されており、このコントローラ423は、疎水性ウェーハWの表面へ送出される界面活性剤含有溶液の供給およびリンス流体の供給を制御するプログラム425を含む。コントローラ423は、一对のPVAブラシ403a、403bにも接続されていてもよい。プログラム425は、後述するような動作を行うようにスクラバ401を制御する。本発明のスクラバ401は、1998年11月11日出願の米国特許出願第09/191,061号「薄ディスクのエッジを洗浄する方法および装置 (METHOD AND APPARATUS FOR CLEANING THE EDGE OF A THIN DISC)」に記載されるように構成することができる。この開示の全体は、本明細書に援用される。

30

【0041】

本発明のスクラバ401の両態様の動作を以下説明する。第1態様では、PVAブラシ403a、403bは、最初、疎水性ウェーハWをその間に挿入できるように相互に十分な距離をあげた開位置（図示せず）にある。その後、洗浄すべき疎水性ウェーハWがPVAブラシ403a、403b間に配置され、これらのブラシの双方が疎水性ウェーハWをその間の所定位置に保持し、効果的な洗浄を達成するのに十分な力をウェーハ表面上に及ぼすように、両ブラシは相互に十分に接近した閉位置をとる。開位置と閉位置との間にブラシ403a、403bを移動させる機構（図示せず）は、この技術で良く知られているので、本明細書ではこれ以上説明しない。

40

【0042】

ブラシ403a、403bが閉位置をとると、スピン機構（図示せず）が作動し、ブラシ403a、403bが回転を開始する。ある態様では、疎水性ウェーハWがスピン機構411a~411cにより時計回りまたは反時計回りに回転する間、ブラシ403a、403bは反対方向に回転し、疎水性ウェーハWへ第1の方向（例えば、紙面に向かう方向）の力を加える。

【0043】

ウェーハWの前面および背面は、ブラシ403a、403bの小瘤405がそれぞれ接触

50

すると、スラリ残渣や他の粒子が洗浄される。ブラシ403a、403bが回転すると、疎水性ウェーハWは、スプレーノズル413を介して疎水性ウェーハWの前面および背面上へ噴霧される界面活性剤含有溶液により洗浄され、これにより、界面活性剤含有溶液の層がその上に形成される。疎水性ウェーハWが十分にスクラブされた後、スピン機構が疎水性ウェーハWを低速（例えば50rpm）で回転させている間に、ブラシ403a、403bは開位置を取ることができる。リンス流体ノズル419は、疎水性ウェーハWの前面および背面上に形成された界面活性剤含有溶液の層へ短時間（例えば、約5秒以下）だけ純DI水を噴霧する。リンスステップの後、ウェーハWが回転している間、熱い窒素ガスをウェーハ表面上へ送って、疎水性ウェーハWを乾燥することができる。あるいは、ウェーハが回転しているときに、リンス流体ノズルおよびIPAノズルがウェーハの中心からエッジに向かって径方向に走査してもよい。純DI水は疎水性ウェーハWの表面上の界面活性剤含有溶液層にだけ供給され、疎水性ウェーハWの表面に直接的には供給されないため、疎水性ウェーハWの表面上に形成されるウォータマークをより少なくすることができる。

10

【0044】

第2態様の動作は、第1態様の動作と同じステップを含むことができる。しかしながら、第2態様では、リンス流体ノズル419が、疎水性ウェーハWの前面および背面へ希釈界面活性剤含有溶液を（ある態様では、例えば約10秒以下のような短時間だけ）供給する。

20

【0045】

第2態様では、疎水性ウェーハWをリンスするために、純DI水を使用することはなく、希釈界面活性剤含有溶液だけが使用されるので、その表面上にウォータマークが形成することはできない。

【0046】

前述のように、本発明の他の態様は、図6および図7を参照して説明するように、複数の装置内で実行される洗浄シーケンスを含んでいる。

【0047】

図6は、従来 of 任意の洗浄システムで実行できる本発明の洗浄方法501のフローチャートである。本発明の洗浄方法501は、ステップ503から開始する。

30

【0048】

ステップ505では、第1洗浄装置内で界面活性剤含有溶液が疎水性ウェーハの表面へ供給され、界面活性剤含有溶液の層がその上に形成するようになっている。これは、後述するように、洗浄溶液が疎水性ウェーハの表面を湿潤させることを助ける。界面活性剤分子は、親水性の頭部と疎水性の尾部とを含むことができる。この疎水性部分は、界面活性剤分子をウェーハの疎水性表面へ付着することができる。親水性端部は、洗浄溶液に付着することができる。それは、洗浄溶液がウェーハの疎水性表面を湿潤させることを可能にする。例えば、第1洗浄装置は、図6を参照して以下に説明するようなメガソニック洗浄機、および/または図4を参照して上述したような本発明のスクラバ401等を備えていてもよい。

40

【0049】

次に、ステップ507では、界面活性剤含有溶液の層を上部に有する疎水性ウェーハが第2洗浄装置へ移送される。この移送は、疎水性ウェーハが第2洗浄装置へ移るときに疎水性ウェーハがその上部に界面活性剤含有溶液層を維持するように、十分に迅速に行われる。疎水性ウェーハの表面上に形成された界面活性剤含有溶液の層は、純DI水よりもゆっくり乾燥することができるので（そして、移送は十分に迅速に行われるので）、ウェーハが第1洗浄装置から第2洗浄装置へ移送される間、疎水性ウェーハの表面は湿潤されたままであり、これは、疎水性表面への粒子汚染物質の親和力を低減することができる。

【0050】

第2洗浄装置は、図2を参照して上述したようなSRD101、図3を参照して上述したようなIPAドライヤ201、図4を参照して上述したようなIPAドライヤ301、図

50

5を参照して上述したような本発明のスクラバ401、または図1の方法によりウェーハをリンスおよび乾燥できる任意のリンス・乾燥装置を備えることができる。

【0051】

ステップ509a、509bでは、第2洗浄装置内で、界面活性剤含有溶液の層が上部に形成された疎水性ウェーハの表面へリンス流体が短時間だけ供給される。第1の態様(ステップ509a)では、リンス流体はDI水であり、疎水性ウェーハの表面上に形成された界面活性剤含有溶液の層が除去され、またはほとんど除去されたときにDI水の噴霧が停止するように、十分に短い時間だけ供給される。このように、DI水は、疎水性ウェーハの表面に直接的には供給されない。15~20psiで500ml/分の流量で行われるDI水リンスは、短時間(例えば、約5秒)後に300mmウェーハから界面活性剤層を除去するか、あるいはほとんど除去することを試験結果は示している。

10

【0052】

第2態様(ステップ509b)では、ステップ505で使用された界面活性剤含有溶液よりも希釈された希釈界面活性剤含有溶液がウェーハWへ供給される。界面活性剤含有溶液の希釈は、時間の経過とともに進行することができる。

【0053】

その後、ステップ511では、依然として第2洗浄装置内で疎水性ウェーハが乾燥される(例えば、図3~4Bを参照して説明したように、回転によって、またはIPAの使用により乾燥される)。ステップ513で本発明のプロセスは終了する。

【0054】

図7は、図6の本発明の洗浄方法501を使用できる統合洗浄機601(例えば、ウェーハを一つの洗浄装置から次の洗浄装置へ直接移送する機構を有する)の概略側面図である。疎水性ウェーハWがポリッシャ(図示せず)によってポリシングされた後、疎水性ウェーハWは、洗浄および乾燥のために洗浄機601に入ることができる。洗浄機601は、複数の洗浄モジュール603を備えることができ、各洗浄モジュール603は、縦向きにウェーハWを支持できるウェーハ支持体605a~dを有する。これらの洗浄モジュール603は、メガソニック洗浄機モジュール607、一対のスクラバモジュール609a~b、およびスピン・リンス・ドライヤモジュール611を含むことができる。洗浄機601は、任意で、入力モジュール613および出力モジュール615を備えていてもよい。入力モジュール613および出力モジュール615の双方は、ウェーハを横向きに支持するウェーハ支持体605e、605fをそれぞれ有していてもよい。

20

30

【0055】

複数のウェーハハンドラ619a~eを有するウェーハ移送機構617がモジュール607~615の上方で移動可能に連結されていてもよい。ウェーハハンドラ619a~eは、ウェーハ移送機構617の作動時に選択的にウェーハ支持体605a~fへウェーハを載置し、またウェーハ支持体605a~fからウェーハを取り出すように位置決めすることができる。ウェーハ移送機構617は、昇降するとともに、入力モジュール613、洗浄モジュール603、および出力モジュール615間でウェーハを移送するように水平方向で前後にインデックス送りするようになっていてもよい。具体的には、ウェーハ移送機構617は、オーバヘッドウォーキングビーム式のロボットを備えていてもよく、洗浄機601は、2000年4月26日出願の米国特許出願第09/558,815号「半導体基板洗浄システム(SEMICONDUCTOR SUBSTRATE CLEANING SYSTEM)」に記載のように構成することができる。なお、この開示の全体は、本明細書に援用される。

40

【0056】

動作中は、横向きの疎水性ウェーハWを、入力モジュール613のウェーハ支持体605e上へローディングすることができる。ウェーハWの向きを再設定する間、第1ウェーハハンドラ619aは、ウェーハ移送機構617の作動時に上昇して、ウェーハWを入力モジュール613から取り出すことができ、また、ウェーハWをメガソニック洗浄機モジュール607の上方に配置するようにインデックス送り(すなわち、水平移動)することができる。その後、第1ウェーハハンドラ619aは、縦向きのウェーハWをメガソニック

50

洗浄機モジュール607内へ下降させ、ウェーハWをウェーハ支持体605a上へ載置することができる。この後、ウェーハWは、界面活性剤含有溶液槽を用いてメガソニック洗浄することができる。

【0057】

縦向きのウェーハWが界面活性剤含有溶液槽内でメガソニック洗浄された後、第2ウェーハハンドラ619bは、ウェーハWを取り出し、スクラブのためにウェーハWを第1スクラバモジュール609aへ迅速に移送することができる。その後、第3基板ハンドラ619cが、スクラブのためにウェーハWを第2スクラバモジュール609bへ迅速に移送することができる。スクラバモジュール609a～b内では、スクラブラシがウェーハWの表面をスクラブする間、界面活性剤含有溶液をウェーハWへ供給することができる。

10

【0058】

スクラバモジュール609a～b内での洗浄完了後、第4基板ハンドラ619dは、界面活性剤含有溶液の層を上部に有するウェーハWを取り出し、ウェーハWをスピン-リンス-ドライヤモジュール611へ移送することができる。スピン-リンス-ドライヤモジュール611内では、ウェーハW上に形成された界面活性剤含有溶液層上に純DI水(短時間だけ)または希釈界面活性剤含有溶液が噴霧される間、ウェーハWを高速(例えば、900RPM)で回転させることができる。ウェーハWが(図1を参照して上述したように)十分にリンスされた後、ウェーハWはスピン乾燥される。

【0059】

次に、第5のウェーハハンドラ619eが縦向きのウェーハWをスピン-リンス-ドライヤモジュール611から取り出し、ウェーハWを横向きにし、ウェーハWを出力モジュール615の水平ウェーハ支持体605f上に載置することができる。その後、ウェーハWは、ウェーハハンドラによって洗浄機601から取り出すことができる。

20

【0060】

洗浄・乾燥プロセスの間、疎水性ウェーハWの表面に直接接触する溶液は界面活性剤含有溶液であるので、疎水性ウェーハWは、ウォータマークを最小限に抑えつつ、効果的に洗浄、リンス、および乾燥することができる。

【0061】

以上の説明は、本発明の好ましい実施形態のみを開示しているが、本発明の範囲内に含まれる上記開示の装置および方法の変形例は、当業者にとっては自明であろう。例えば、本発明は、(一つ以上のローラブラシを使用するか、一つ以上のディスク形ブラシを使用するかにかかわらず)従来の任意のスクラバ内で実行することができる。かつ/または従来の任意のスピンリンスドライヤまたはIPAドライヤは、本発明を実行するように構成することができる。縦向きを使用することが可能であるが、本発明は、他の向き(例えば、横向き)を有するウェーハについても実行することができる。また、より希釈された界面活性剤がリンス流体として使用される場合、界面活性剤の濃度は、時間の経過とともに徐々に低下しうる。実際、別の態様では、本発明は、界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハへ供給し、その後、純DI水を供給せずに疎水性ウェーハを乾燥するステップを含んでもよい。したがって、より濃度の高い最初の界面活性剤含有溶液を供給するステップは省略することができる。典型的な態様では、純DI水をウェーハに供給することなく、500ppm未満の界面活性剤を含有するWAKO NCW界面活性剤含有溶液を疎水性ウェーハへ(例えば、ウェーハをリンスおよび乾燥する能力のある任意の装置内で)供給し、その後、ウェーハを乾燥させることができる。

30

40

【0062】

最後に、本明細書で使用されるウェーハは、パターンニング済または未パターンニングの半導体基板に限定されず、ガラス基板、フラットパネルディスプレイ等を含みうるものと理解されたい。また、本明細書で使用される純DI水は、他の物質と混合されていない脱イオン水を意味する。従って、純DI水は、(ウェーハに供給される前に混合されるか、ウェーハの表面上で混合されるかにかかわらず)界面活性剤と混合されたDI水を含まない。

50

【 0 0 6 3 】

このように、本発明をその好ましい実施形態に関連して開示したが、他の実施形態が、特許請求の範囲によって定められる本発明の趣旨と範囲内に含まれうるものと理解されたい。

【 0 0 6 4 】

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 5 】

【 図 1 】 疎水性ウェーハを洗浄および乾燥することができる任意の装置で実行可能な本発明の洗浄方法のフローチャートである。

【 0 0 6 6 】

【 図 2 】 本発明の洗浄方法を実行できるSRDの側面断面図である。

【 0 0 6 7 】

【 図 3 】 本発明の洗浄方法を用いて疎水性ウェーハをリンスおよび乾燥することができるタンクモジュールを有するIPAドライヤの側面図である。

【 0 0 6 8 】

【 図 4 】 A は、本発明の洗浄方法を使用して疎水性ウェーハをリンスおよび乾燥することができるSRDチャンバを有する本発明のIPAドライヤの部分側面断面図であり、B は、図4AのIPAドライヤの平面図である。

【 0 0 6 9 】

【 図 5 】 本発明の洗浄方法を実行することができるスクラバの側面斜視図である。

【 0 0 7 0 】

【 図 6 】 複数の洗浄装置を使用する洗浄シーケンスで実行することができる本発明の洗浄方法のフローチャートである。

【 0 0 7 1 】

【 図 7 】 図 6 の本発明に係る洗浄方法を使用することができる洗浄装置の概略側面図である。

【 0 0 7 2 】

【 符号の説明 】

【 0 0 7 3 】

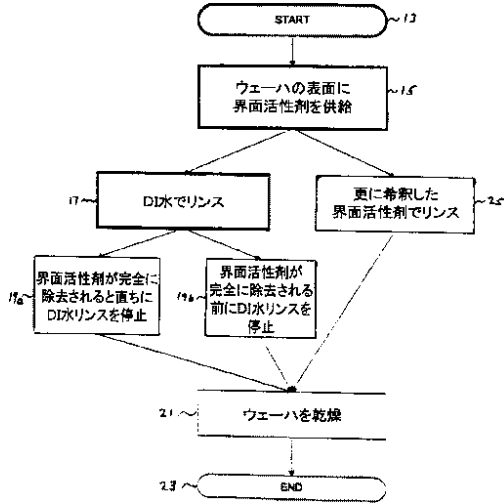
1 0 1 ... SRD、1 0 5 ... フライホイール、1 0 7 ... モータ、1 0 9 ... ノズル 1 1 1 ... 界面活性剤含有溶液の供給源、1 1 2 ... リンス流体の供給源、1 1 3 ... コントローラ、2 0 1 ... IPAドライヤ、2 0 3 ... タンク、2 0 5 ... 昇降機構、2 0 7 ... リンス流体ノズル、2 1 1 ... 気体ノズル、2 1 9 ... コントローラ、3 0 1 ... IPAドライヤ、3 0 3 ... SRD、3 0 7 ... スピンチャック、3 0 9 ... モータ、3 1 1 ... ノズル、3 1 3 ... IPAノズル、3 1 5 ... コントローラ。

10

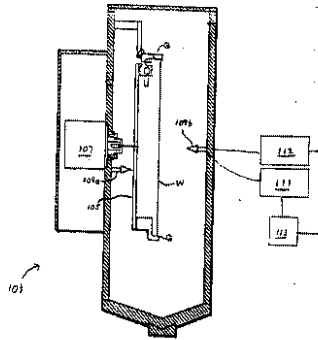
20

30

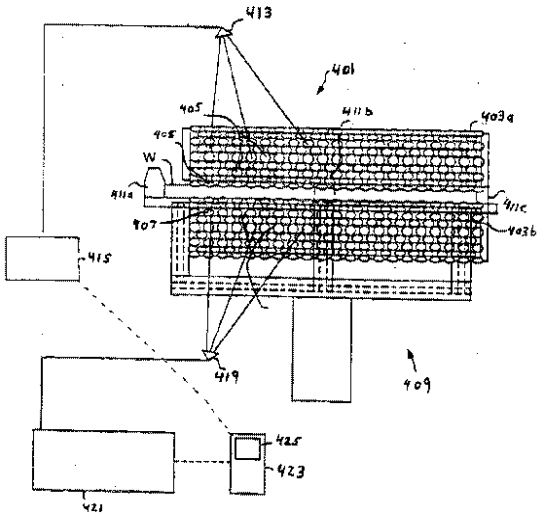
【図1】



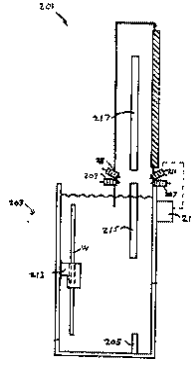
【図2】



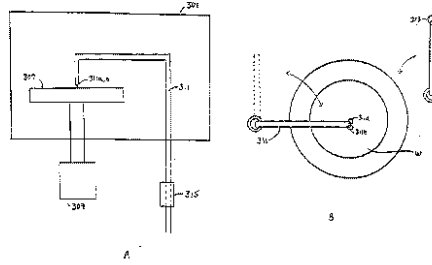
【図5】



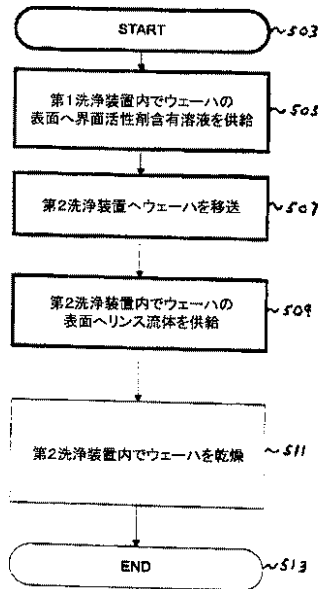
【図3】



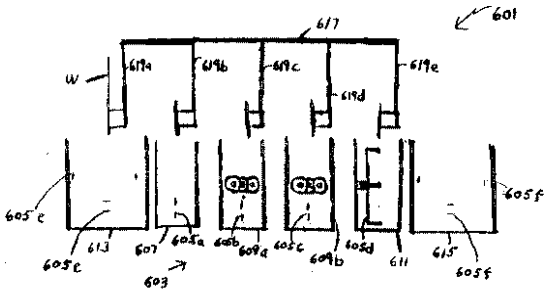
【図4】



【図6】



【 図 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	H 0 1 L 21/304 6 5 1 G	
	H 0 1 L 21/304 6 5 1 J	

(72)発明者 ユーフェイ チェン
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ノゼ, クリムソンベリー ウェイ 5 0 8

(72)発明者 ブライアン ジェイ. ブラウン
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州, パロ アルト, コロラド アヴェニュー 2 1 1

(72)発明者 ボリス フィッシュキン
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン カルロス, エクゼター アヴェニュー 1 5 5

(72)発明者 フレッド シー. レデカー
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州, フリーモント, シオックス ドライブ 1 8 0 1

F ターム(参考) 5F157 AA32 AA71 AA73 AB02 AB12 AB33 AB34 AC04 AC52 BA07
 BA12 BB11 BB73 BD02 BE12 CB03 CB04 CB14 CE08 DB03
 DB18 DB23 DB37

【外国語明細書】

2011101024000001.pdf

2011101024000002.pdf

2011101024000003.pdf

2011101024000004.pdf