

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7562569号
(P7562569)

(45)発行日 令和6年10月7日(2024.10.7)

(24)登録日 令和6年9月27日(2024.9.27)

(51)国際特許分類	F I
B 2 4 B 55/06 (2006.01)	B 2 4 B 55/06
B 2 4 B 49/14 (2006.01)	B 2 4 B 49/14
B 2 4 B 37/015 (2012.01)	B 2 4 B 37/015
B 2 4 B 37/30 (2012.01)	B 2 4 B 37/30 A
B 2 4 B 37/10 (2012.01)	B 2 4 B 37/10
請求項の数 10 (全20頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号	特願2021-569292(P2021-569292)	(73)特許権者	390040660
(86)(22)出願日	令和2年5月28日(2020.5.28)		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2022-534563(P2022-534563 A)		APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
(43)公表日	令和4年8月2日(2022.8.2)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, パウアーズ アヴェニュー 3050
(86)国際出願番号	PCT/US2020/034936		3050 Bowers Avenue
(87)国際公開番号	WO2020/243313		Santa Clara CA 95054 U.S.A.
(87)国際公開日	令和2年12月3日(2020.12.3)	(74)代理人	110002077
審査請求日	令和5年5月29日(2023.5.29)		園田・小林弁理士法人
(31)優先権主張番号	62/854,305	(72)発明者	ウー, ハオション
(32)優先日	令和1年5月29日(2019.5.29)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 951
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 化学機械研磨システムのための水蒸気処理ステーション

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

化学機械研磨システム内のキャリアヘッド又は基板の水蒸気処理のための装置であって、ロードカップ、
前記ロードカップによって画定されたキャビティ内のペDESTALであって、基板をキャリアヘッドから受け取り又は基板をキャリアヘッドに供給するように構成されたペDESTAL、
水蒸気を生成するためのボイラー、
水蒸気を前記ロードカップによって画定された前記キャビティの中に内側に向けて導くように配置された1以上のノズル、
水蒸気を前記1以上のノズルに供給するために、前記ボイラーから前記1以上のノズルまで延びる供給ライン、
前記キャリアヘッド及び/又は前記基板の温度をモニタするための温度センサ、及び前記温度センサから前記温度を受け取り、水蒸気の供給を制御するように構成されたコントローラであって、前記コントローラは、前記温度センサからの温度測定値が前記キャリアヘッド及び/又は前記基板の目標温度値を超えたことを検出した場合に、
水蒸気の流れを停止する、
水蒸気の供給流量を低減させる、
水蒸気の温度を低減させる、
の少なくともいづれか一つを行う、コントローラ、

を含む、装置。

【請求項 2】

前記キャリアヘッドが前記ロードカップ内にあるときに、前記キャリアヘッドを回転させるためのモータ、及び/又は、前記キャリアヘッドを前記ロードカップ内で上げ下げするためのアクチュエータを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記 1 以上のノズルが第 1 のノズル及び/又は第 2 のノズルを含み、
前記コントローラは、前記キャリアヘッドが前記ロードカップ内に配置されているときに、水蒸気を前記第 1 のノズルを通して前記キャリアヘッドの外面に流し、及び/又は、前記基板が前記ペDESTAL 上に配置されているときに、水蒸気を前記第 2 のノズルを通して前記キャリアヘッドの内面に流すように制御する、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 4】

前記コントローラは、前記基板が前記キャリアヘッド内にロードされているときに、水蒸気を前記第 2 のノズルを通して前記基板の下面に流すように制御する、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記 1 以上のノズルが第 3 のノズル及び/又は第 4 のノズルを含み、
前記コントローラは、前記基板が前記ペDESTAL 上に配置されているときに、水蒸気を前記第 3 のノズルを通して前記基板の上面に流し、及び/又は、前記基板が前記ペDESTAL 上に配置されているときに、水蒸気を前記第 4 のノズルを通して前記基板の下面に流すように制御する、請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 6】

化学機械研磨システム内のキャリアヘッド又は基板の水蒸気処理の方法であって、
キャリアヘッド及び/又は基板を前記化学機械研磨システムの基板ローディングカップ内に受け入れること、
前記キャリアヘッド及び/又は前記基板を洗浄及び/又は予熱するために、水蒸気を前記基板ローディングカップ内の前記キャリアヘッド及び/又は前記基板に導くこと、
前記キャリアヘッド及び/又は前記基板の温度をモニタすること、並びに
モニタされた前記キャリアヘッド及び/又は前記基板の温度に基づいて、水蒸気の供給を制御すること、
を含み、

30

水蒸気の供給の制御は、モニタされた前記キャリアヘッド及び/又は前記基板の温度が、前記キャリアヘッド又は前記基板の目標温度値を超えた場合に、

水蒸気の流れを停止する、
水蒸気の供給流量を低減させる、
水蒸気の温度を低減させる、

の少なくともいずれか一つにより行われる、方法。

【請求項 7】

化学機械研磨システム内の調整器ヘッド及び/又は調整器ディスクの水蒸気処理のための装置であって、

40

調整器洗浄カップ、
水蒸気を生成するためのボイラー、
水蒸気を前記調整器洗浄カップによって画定されたキャビティの中に内側に向けて導くように配置された 1 以上のノズル、
水蒸気を前記 1 以上のノズルに供給するために、前記ボイラーから前記 1 以上のノズルまで延びる供給ライン、
前記調整器ヘッド及び/又は前記調整器ディスクの温度をモニタするための温度センサ、及び

前記温度センサから前記温度を受け取り、水蒸気の供給を制御するように構成されたコントローラであって、前記コントローラは、前記温度センサからの温度測定値が前記調整

50

器ヘッド及び/又は前記調整器ディスクの目標温度値を超えたことを検出した場合に、
水蒸気の流れを停止する、
水蒸気の供給流量を低減させる、
水蒸気の温度を低減させる、
 の少なくともいずれか一つを行う、コントローラ、
 を含む、装置。

【請求項 8】

前記 1 以上のノズルが第 1 のノズル及び/又は第 2 のノズルを含み、
前記コントローラは、前記調整器ヘッドが前記調整器洗浄カップ内に配置されていると
 きに、水蒸気を前記第 1 のノズルを通して前記調整器ディスクの下面に流し、及び/又は
 、前記調整器ヘッドが前記調整器洗浄カップ内に配置されているときに、水蒸気を前記第
 2 のノズルを通して前記調整器ヘッドの外面に流すように制御する、請求項 7 に記載の装
 置。

10

【請求項 9】

化学機械研磨システム内の調整器ヘッド及び/又は調整器ディスクの水蒸気処理の方法
 であって、

調整器ヘッドを前記化学機械研磨システムの調整器洗浄カップ内に受け入れること、
 前記調整器ヘッド及び/又は前記調整器ディスクを洗浄及び/又は予熱するために、水蒸
 気を前記調整器洗浄カップ内の前記調整器ヘッド及び/又は前記調整器ディスクに導くこ
 と、

20

前記調整器ヘッド及び/又は前記調整器ディスクの温度をモニタすること、並びに、
モニタされた前記調整器ヘッド及び/又は前記調整器ディスクの温度に基づいて、水蒸気
の供給を制御すること、
 を含み、

水蒸気の供給の制御は、モニタされた前記調整器ヘッド及び/又は前記調整器ディスクの
温度が、前記調整器ヘッド及び/又は前記調整器ディスクの目標温度値を超えた場合に、

水蒸気の流れを停止する、
水蒸気の供給流量を低減させる、
水蒸気の温度を低減させる、

の少なくともいずれか一つにより行われる、方法。

30

【請求項 10】

供給される水蒸気の温度、圧力、及び/又は流量は、前記 1 以上のノズルの各ノズルに
ついて又はノズルの群の間で独立して調整可能である、請求項 1 から 5 及び 7 から 8 のい
ずれか一項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、化学機械研磨 (CMP) に関し、特に、CMP 中の洗浄又は予熱のための水蒸気
 (steam) の使用に関する。

【背景技術】

40

【0002】

集積回路は、典型的には、半導体ウエハ上に導電層、半導電層、又は絶縁層を順次堆積
 させることによって、基板上に形成される。様々な製造工程で、基板上の層の平坦化が必
 要とされる。例えば、1 つの製造ステップは、非平面的な表面の上に充填層を堆積させ、
 充填層を平坦化することを伴う。特定の応用例では、充填層は、パターン層の頂面が露出
 するまで平坦化される。例えば、パターンニングされた絶縁層上に金属層を堆積させて、絶
 縁層内のトレンチ及び孔を充填することができる。平坦化後、パターンニングされた層のト
 レンチ及び孔の中に残っている金属の部分によって、基板上の薄膜回路間の導電経路を提
 供するビア、プラグ、及びラインが形成される。別の一例として、誘電体層が、パターニ
 ングされた導電層の上に堆積され、次いで、平坦化されて、その後のフォトリソグラフィ

50

ステップを可能にし得る。

【 0 0 0 3 】

化学機械研磨（CMP）は、平坦化の1つの受け入れられている方法である。この平坦化方法は、典型的には、基板がキャリアヘッドに取り付けられることを必要とする。基板の露出表面は、典型的には、回転する研磨パッドに対して配置される。キャリアヘッドは、基板に制御可能な負荷を与えて、研磨パッドに押し付ける。典型的には、研磨粒子を含む研磨スラリが、研磨パッドの表面に供給される。

【発明の概要】

【 0 0 0 4 】

一態様では、化学機械研磨システム内のキャリアヘッド又は基板の水蒸気処理のための装置が、ロードカップ、ロードカップによって画定されたキャビティ内のペDESTALであって、基板をキャリアヘッドから受け取り又は基板をキャリアヘッドに供給するように構成されたペDESTAL、水蒸気を生成するためのボイラー、水蒸気をロードカップによって画定されたキャビティの中に内側に向けて導くように配置された1以上のノズル、及び、水蒸気を1以上のノズルに供給するために、ボイラーから1以上のノズルまで延びる供給ラインを含む。

10

【 0 0 0 5 】

実施態様は、以下の特徴のうちの1以上を含み得る。

【 0 0 0 6 】

キャリアヘッドがロードカップ内にあるときに、モータがキャリアヘッドを回転させ得る。

20

【 0 0 0 7 】

アクチュエータが、キャリアヘッドをロードカップ内で上げ下げし得る。

【 0 0 0 8 】

温度センサが、キャリアヘッド及びノ又は基板の温度をモニタし得る。コントローラが、センサから温度を受け取り、キャリアヘッド又は基板が目標温度に到達したときに、水蒸気の流れを停止するように構成され得る。

【 0 0 0 9 】

コントローラは、水蒸気がキャリアヘッド又は基板に流れ始めたときにタイマーを開始し、タイマーが切れたときに水蒸気の流れを停止するように構成され得る。

30

【 0 0 1 0 】

1以上のノズルが、第1のノズルを含んでよく、キャリアヘッドがロードカップ内に配置されているときに、水蒸気を第1のノズルを通してキャリアヘッドの外面に流すように構成されたコントローラを更に含んでよい。

【 0 0 1 1 】

1以上のノズルは、第2のノズルを含んでよく、基板がペDESTAL上に配置されているときに、水蒸気を第2のノズルを通してキャリアヘッドの内面に流すように構成されたコントローラを更に含んでよい。

【 0 0 1 2 】

コントローラは、基板がキャリアヘッド内にロードされているときに、水蒸気を第2のノズルを通して基板の下面に流すように構成されてよい。

40

【 0 0 1 3 】

1以上のノズルは、第3のノズル及び第4のノズルを含んでよく、基板がペDESTAL上に配置されているときに、水蒸気を第3のノズルを通して基板の上面に流すように構成されたコントローラを更に含んでよい。1以上のノズルは、第4のノズルを含んでよく、コントローラは、基板がペDESTAL上に配置されているときに、水蒸気を第4のノズルを通して基板の下面に流すように構成されてよい。

【 0 0 1 4 】

一態様では、化学機械研磨システム内のキャリアヘッド又は基板の水蒸気処理の方法が、キャリアヘッド及びノ又は基板を化学機械研磨システムの基板ローディングカップ内に

50

受け入れること、並びに、キャリアヘッド及びノズル又は基板を洗浄及びノズル又は予熱するために、水蒸気をローディングカップ内のキャリアヘッド及びノズル又は基板に導くことを含む。

【0015】

一態様では、化学機械研磨システム内の調整器ヘッド及びノズル又は調整器ディスクの水蒸気処理のための装置が、調整器洗浄カップ、水蒸気を生成するためのボイラー、水蒸気をローディングカップによって画定されたキャビティの中に内側に向けて導くように配置された1以上のノズル、並びに、水蒸気を1以上のノズルに供給するために、ボイラーから1以上のノズルまで延びる供給ラインを含む。

【0016】

実施態様は、以下の特徴のうちの1以上を含み得る。

10

【0017】

温度センサが、調整器ヘッド及びノズル又は調整器ディスクの温度をモニタし得る。コントローラが、温度をセンサから受け取り、調整器ヘッド又は調整器ディスクが目標温度に到達したときに、調整器ヘッド又は調整器ディスクへの水蒸気の流れを停止するように構成され得る。

【0018】

コントローラは、水蒸気が調整器ヘッド又は調整器ディスクに流れ始めたときにタイマーを開始し、タイマーが切れたときに水蒸気の流れを停止するように構成され得る。

【0019】

1以上のノズルは、第1のノズルを含んでよく、調整器ヘッドが洗浄カップ内に配置されているときに、水蒸気を第1のノズルを通して調整器ディスクの下面に流すように構成されたコントローラを更に含んでよい。

20

【0020】

1以上のノズルは、第2のノズルを含んでよく、調整器ヘッドが洗浄カップ内に配置されているときに、水蒸気を第2のノズルを通して調整器ヘッドの外面に流すように構成されたコントローラを更に含んでよい。

【0021】

一態様では、化学機械研磨システム内の調整器ヘッド及びノズル又は調整器ディスクの水蒸気処理の方法が、調整器ヘッドを化学機械研磨システムの調整器洗浄カップ内に受け入れること、並びに、調整器ヘッド及びノズル又は調整器ディスクを洗浄及びノズル又は予熱するために、水蒸気を洗浄カップ内の調整器ヘッド及びノズル又は調整器ディスクに導くことを含む。

30

【0022】

潜在的な利点としては、以下の1以上が挙げられるが、これらに限定されない。

【0023】

水蒸気、すなわち沸騰によって生成されるガス状H₂Oは、低レベルの汚染物質を伴って十分な量で生成することができる。加えて、水蒸気生成器は、実質的に純粋なガス、例えば、水蒸気中に懸濁した液体をほとんど又は全く有さない水蒸気を生成することができる。乾燥した水蒸気としても知られているこのような水蒸気は、フラッシュ水蒸気(flash steam)のような他の水蒸気代替物よりも高いエネルギー移動及び低い液体含有量を有するH₂Oのガス形態を提供することができる。

40

【0024】

CMP装置の様々な構成要素を迅速且つ効率的に洗浄することができる。水蒸気は、研磨システム内の表面から、研磨副産物、乾燥スラリ、デブリなどを溶解するか、又はさもなくば除去することにおいて、液体の水よりも効果的であり得る。これにより、基板上の欠陥を低減させることができる。

【0025】

CMP装置の様々な構成要素を予熱することができる。研磨パッド全体、ひいては基板全体にわたる温度のばらつきを低減させることができ、これにより、ウエハ内不均一性(WI WNU)を低減させることができる。ある研磨動作にわたる温度のばらつきを低減させることができる。これにより、CMP工程中の研磨の予測可能性を改善することができる。ある

50

研磨動作から別の研磨動作への温度のばらつきを低減させることができる。これにより、ウエハ間の均一性を改善することができる。

【0026】

1以上の実施態様の詳細が、添付図面及び以下の記述において説明される。その他の態様、特徴、及び利点は、これらの説明及び図面から並びに特許請求の範囲から明らかになるう。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】研磨装置の一実施例の概略平面図である。

【図2A】例示的なキャリアヘッド水蒸気処理アセンブリの概略断面図である。

10

【図2B】例示的な調整ヘッド水蒸気処理アセンブリの概略断面図である。

【図3A】研磨装置の研磨ステーションの一実施例の概略断面図である。

【図3B】化学機械研磨装置の一実施例の研磨ステーションの概略上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

化学機械研磨は、基板と、研磨液と、研磨パッドとの間の界面における機械的磨耗と化学的エッチングとの組み合わせによって動作する。研磨工程中、基板の表面と研磨パッドとの間の摩擦により、かなりの量の熱が生成される。加えて、幾つかの工程は、インシトゥ(in-situ)パッド調整ステップも含み、調整ディスク、例えば研磨ダイヤモンド粒子で被覆されたディスクが、回転する研磨パッドに押し付けられて、研磨パッドの表面を調整及び触感調節(texture)する。調整工程の磨耗によっても熱が生成され得る。例えば、2psiの公称ダウンフォース圧力及び8000 /分の除去速度を有する典型的な1分間の銅CMP工程では、ポリウレタン研磨パッドの表面温度が、摂氏約30度上昇し得る。

20

【0029】

一方、研磨パッドが以前の研磨動作によって加熱されていた場合、新しい基板が最初に下げられて研磨パッドに接触すると、それはより低い温度にあり、したがって、ヒートシンクとして作用し得る。同様に、研磨パッド上に分注されたスラリは、ヒートシンクとして作用し得る。全体として、これらの効果は、研磨パッドの温度の空間的及び時間的なばらつきをもたらす。

【0030】

30

CMP工程における化学関連変数(例えば、関与する反応の開始及び速度)と機械関連変数(例えば、研磨パッドの表面摩擦係数及び粘弾性)とのうちの両方が、強く温度に依存する。その結果、研磨パッドの表面温度の変動が、除去速度、研磨均一性、浸食、ディッシング、及び残留物の変化をもたらす。研磨中に研磨パッドの表面の温度をより厳密に制御することによって、温度の変動を低減させることができ、例えば、ウエハ内の不均一性又はウエハ間の不均一性として測定されるような研磨性能を改善することができる。

【0031】

更に、デブリ及びスラリは、CMP中にCMP装置の様々な構成要素上に蓄積する可能性がある。これらの研磨副産物が後に構成要素から外れると、基板を傷付けたり、又はさもなければ破損させたりしてしまい、研磨不良が増加する可能性がある。ウォータージェットが、CMP装置システムの様々な構成要素を洗浄するために使用されてきた。しかし、この作業を行うためには大量の水が必要である。

40

【0032】

これらの問題のうちの1以上に対処することができる技法は、水蒸気、すなわち沸騰によって生成されるガス状H₂Oを使用してCMP装置の様々な構成要素を洗浄及び/又は予熱することである。例えば水蒸気の潜熱のために、温水と同量のエネルギーを付与するために必要な水蒸気はより少なくて済むことがある。加えて、水蒸気を高速で噴霧して、構成要素を洗浄及び/又は予熱することができる。更に、水蒸気は、研磨副産物を溶解するか、又はそうでなければ除去することにおいて、液体の水よりも効果的であり得る。

【0033】

50

図 1 は、1 以上の基板を処理するための化学機械研磨装置 2 の平面図である。研磨装置 2 は、複数の研磨ステーション 20 を少なくとも部分的に支持し且つ収容する研磨プラットフォーム 4 を含む。例えば、研磨装置は、4 つの研磨ステーション 20 a、20 b、20 c、及び 20 d を含む得る。各研磨ステーション 20 は、キャリアヘッド 70 内に保持された基板を研磨するようになっている。各ステーションの全ての構成要素が図 1 で示されているわけではない。

【0034】

研磨装置 2 はまた、多数のキャリアヘッド 70 も含み、各キャリアヘッドは、基板を搬送するように構成されている。研磨装置 2 はまた、キャリアヘッドから基板をロード及びアンロードするための移送ステーション 6 も含む。移送ステーション 6 は、移送ロボット 9 によるキャリアヘッド 70 とファクトリインターフェース（図示せず）又は他のデバイス（図示せず）との間の基板の移送を容易にするようになっている複数のロードカップ 8、例えば 2 つのロードカップ 8 a、8 b を含む得る。ロードカップ 8 は、一般に、キャリアヘッド 70 をロード及びアンロードすることによって、ロボット 9 とキャリアヘッド 70 の各々との間の移送を容易にする。

10

【0035】

移送ステーション 6 と研磨ステーション 20 とを含む、研磨装置 2 のステーションは、プラットフォーム 4 の中心の周りで実質的に等しい角度間隔で配置され得る。これは必ずしも必要ではないが、研磨装置に良好な設置面積を提供することができる。

【0036】

研磨動作では、1 つのキャリアヘッド 70 が各研磨ステーションに配置される。研磨ステーション 20 で他の基板が研磨されている間に、研磨されていない基板を研磨された基板と交換するために、2 つの追加のキャリアヘッドをロード及びアンロードステーション 6 内に配置することができる。

20

【0037】

キャリアヘッド 70 は、第 1 の研磨ステーション 20 a、第 2 の研磨ステーション 20 b、第 3 の研磨ステーション 20 c、及び第 4 の研磨ステーション 20 d の順に通過する経路に沿って、各キャリアヘッドを移動させることができる支持構造によって保持される。これにより、各キャリアヘッドを、研磨ステーション 20 及びロードカップ 8 の上に選択的に配置することができる。

30

【0038】

幾つかの実施態様では、各キャリアヘッド 70 が、支持構造 72 に取り付けられたキャリッジ 78 に結合される。キャリッジ 78 を支持構造 72、例えばトラックに沿って移動させることによって、キャリアヘッド 70 を選択された研磨ステーション 20 又はロードカップ 8 の上に配置することができる。代替的に、キャリアヘッド 70 は、カルーセルから吊り下げられてよく、カルーセルの回転が、全てのキャリアヘッドを円形経路に沿って同時に移動させる。

【0039】

研磨装置 2 の各研磨ステーション 20 は、研磨液 38（図 3 A 参照）、例えば研磨スラリーを研磨パッド 30 上に分注するために、例えばスラリー供給アーム 39 の端部にポートを含み得る。研磨装置 2 の各研磨ステーション 20 はまた、研磨パッド 30 を摩耗させて研磨パッド 30 を一貫した研磨状態に維持するためのパッド調整器 93 も含む得る。

40

【0040】

図 3 A 及び図 3 B は、化学機械研磨システムの研磨ステーション 20 の一実施例を示している。研磨ステーション 20 は、回転可能な円盤形状のプラテン 24 を含み、研磨パッド 30 はプラテン 24 上にある。プラテン 24 は、軸 25 の周りで回転するように動作可能である（図 3 B の矢印 A 参照）。例えば、モータ 22 が、駆動シャフト 28 を回して、プラテン 24 を回転させることができる。研磨パッド 30 は、外側研磨層 34 とより軟性のバックング層 32 とを有する、二層研磨パッドであってよい。

【0041】

50

図 1、図 3 A、及び図 3 Bを参照すると、研磨ステーション 20 は、研磨パッド 30 上に研磨液 38、例えば研磨スラリを分注するために、例えばスラリ供給アーム 39 の端部に供給ポートを含み得る。

【 0 0 4 2 】

研磨ステーション 20 は、研磨パッド 30 の表面粗さを維持するために、調整器ディスク 92 (図 2 B 参照) を有するパッド調整器 90 を含み得る。調整器ディスク 92 は、アーム 94 の端部にある調整器ヘッド 93 内に配置され得る。アーム 94 及び調整器ヘッド 93 は、ベース 96 によって支持されている。アーム 94 は、研磨パッド 30 を横切って調整器ヘッド 93 及び調整器ディスク 92 を掃引するように揺動し得る。洗浄カップ 255 は、アーム 94 が調整器ヘッド 93 を移動させることができる位置で、プラテン 24 に隣接して位置付けられ得る。

10

【 0 0 4 3 】

キャリアヘッド 70 は、研磨パッド 30 に対して基板 10 を保持するように動作可能である。キャリアヘッド 70 が軸 71 の周りで回転し得るように、キャリアヘッドは、支持構造 72 (例えば、カルーセル又はトラック) から吊り下げられ、駆動シャフト 74 によってキャリアヘッド回転モータ 76 に連結される。任意選択的に、キャリアヘッド 70 は、例えば、カルーセル上のスライダなどで、トラックに沿った移動によって、又はカルーセル自体の回転振動によって、横方向に振動することができる。

【 0 0 4 4 】

キャリアヘッド 70 は、基板 10 の裏側に接触する基板装着面を有する可撓性膜 80 と、基板 10 上の種々のゾーン (例えば、種々の半径方向ゾーン) に異なる圧力を加えるための複数の加圧可能チャンバ 82 とを含み得る。キャリアヘッド 70 は、基板を保持するための保持リング 84 を含み得る。幾つかの実施態様では、保持リング 84 が、研磨パッドに接触する下側プラスチック部分 86 と、より硬い材料、例えば金属の上側部分 88 とを含み得る。

20

【 0 0 4 5 】

動作では、プラテンがその中心軸 25 の周りで回転され、キャリアヘッドはその中心軸 71 (図 3 B の矢印 B 参照) の周りで回転され、研磨パッド 30 の上面を横切って横方向 (図 3 B の矢印 C 参照) に平行移動される。

【 0 0 4 6 】

図 3 A 及び図 3 B を参照すると、キャリアヘッド 70 が研磨パッド 30 を横切って掃引するにつれて、キャリアヘッド 70 の任意の露出表面が、スラリで覆われる傾向がある。例えば、スラリは、保持リング 84 の外径又は内径表面に付着し得る。一般に、湿潤状態で維持されていない表面の場合、スラリは凝固及び/又は乾燥する傾向がある。その結果、粒子がキャリアヘッド 70 上に形成され得る。これらの粒子が外れると、粒子は基板を引っ掻くことがあり、研磨欠陥を生じる。

30

【 0 0 4 7 】

更に、スラリはキャリアヘッド 70 上で固まることがあり、又はスラリ中の水酸化ナトリウムがキャリアヘッド 70 及び/又は基板 10 のうちの一方の表面上で結晶化し、キャリアヘッド 70 の表面を腐食させることがある。固化したスラリは除去するのが困難であり、結晶化した水酸化ナトリウムは溶液に戻すのが困難である。

40

【 0 0 4 8 】

同様の問題が調整器ヘッド 92 で生じ、例えば、粒子が調整器ヘッド 92 上に形成されたり、スラリが調整器ヘッド 92 上で固まったり、スラリ中の水酸化ナトリウムが調整器ヘッド 92 の表面の 1 つで結晶化したりする。

【 0 0 4 9 】

1 つの解決策は、液体ウォータージェットで、構成要素、例えばキャリアヘッド 70 及び調整器ヘッド 92 を洗浄することである。しかし、構成要素は、ウォータージェット単独で洗浄することが困難であり得、かなりの水量が必要となり得る。更に、研磨パッド 30 と接触する構成要素、例えば、キャリアヘッド 70、基板 10、及び調整器ディスク 9

50

2は、研磨パッド温度の均一性を妨げるヒートシンクとして作用し得る。

【0050】

これらの問題に対処するために、図2Aで示されているように、研磨装置2は、1以上のキャリアヘッド水蒸気処理アセンブリ200を含む。各水蒸気処理アセンブリ200は、キャリアヘッド70及び基板10の洗浄及び/又は予熱に使用され得る。

【0051】

水蒸気処理アセンブリ200は、ロードカップ8の部分、例えばロードカップ8a又は8bの部分であってよい。代替的に又は追加的に、水蒸気処理アセンブリ200は、隣接する研磨ステーション20の間に位置付けられた1以上のプラテン間ステーション9に設けられてよい。

【0052】

ロードカップ8は、ロード/アンロード工程中に基板10を保持するためのペDESTAL 204を含む。ロードカップ8はまた、ペDESTAL 204を取り囲む又は実質的に取り囲むハウジング206も含む。複数のノズル225が、ハウジング206によって画定されたキャビティ208内に配置されたキャリアヘッド及び/又は基板に水蒸気245を供給するために、ハウジング206或いは別個の支持体によって支持される。例えば、ノズル225は、ハウジング206の1以上の内面上、例えば、床206a及び/又は側壁206b及び/又はキャビティの天井に配置されてよい。ノズル225は、水蒸気をキャビティ206の中に内向きに導くように方向付けられ得る。水蒸気245は、水蒸気生成器410、例えば、フラッシュボイラー又は通常のボイラーなどのようなボイラーを使用することによって生成され得る。排水管235は、過剰な水、洗浄溶液、及び洗浄副産物を通過させてよく、ロードカップ8内の蓄積を防止することができる。

【0053】

アクチュエータは、ハウジング206とキャリアヘッド70との間の相対的な垂直運動を提供する。例えば、シャフト210は、ハウジング206を支持してよく、ハウジング206を上げ下げするために垂直方向に作動可能である。代替的に、キャリアヘッド70は、垂直方向に移動することができる。ペDESTAL 204は、シャフト210と同軸上にあり得る。ペDESTAL 204は、ハウジング206に対して垂直方向に移動可能であり得る。

【0054】

動作では、キャリアヘッド70が、ロードカップ8の上に配置されてよく、ハウジング206は、キャリアヘッド70が部分的にキャビティ208内にあるように上昇(又はキャリアヘッド70が下降)する。基板10は、ペDESTAL 204上で始まり、キャリアヘッド70上にチャックされてよく、及び/又は、キャリアヘッド70上で始まり、ペDESTAL 204上にデチャックされてよい。

【0055】

水蒸気は、ノズル225を通して導かれ、基板10及び/又はキャリアヘッド70の1以上の表面を洗浄及び/又は予熱する。例えば、キャリアヘッド70の外面、保持リング84の外面84a、及び/又は保持リング84の下面84bに水蒸気を導くように、ノズルの1以上を配置することができる。キャリアヘッド70によって保持されている基板10の前面、すなわち研磨されるべき表面に、又は基板10がキャリアヘッド70上に支持されていない場合には膜80の下面に水蒸気を導くように、ノズルの1以上を配置することができる。ペDESTAL 204上に配置された基板10の前面に上向きに水蒸気を導くように、1以上のノズルをペDESTAL 204の下方に配置することができる。ペDESTAL 204上に配置された基板10の裏面に下向きに水蒸気を導くように、1以上のノズルをペDESTAL 204の上方に配置することができる。ノズル225がキャリアヘッド70及び/又は基板10の種々のエリアを処理できるように、キャリアヘッド70は、ロードカップ8内で回転すること及び/又はロードカップ8に対して垂直方向に移動することができる。キャリアヘッド70の内面、例えば、膜80の下面又は保持リング84の内面を水蒸気処理できるように、基板10をペDESTAL 204上に載置することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

水蒸気は、水蒸気源から供給ライン 2 3 0 を通してハウジング 2 0 6 を通してノズル 2 2 5 に循環される。ノズル 2 2 5 は、水蒸気 2 4 5 を噴霧して、各研磨動作後にキャリアヘッド 7 0 及び基板 1 0 上に残った有機残留物、副産物、デブリ、及びスラリ粒子を除去することができる。ノズル 2 2 5 は、水蒸気 2 4 5 を噴霧して、基板 1 0 及びノ又はキャリアヘッド 7 0 を加熱することができる。

【 0 0 5 7 】

プラテン間ステーション 9 を同様に構築し動作させることができるが、基板支持ペダスタルを有する必要は必ずしもない。

【 0 0 5 8 】

ノズル 2 2 5 によって供給される水蒸気 2 4 5 は、キャリアヘッド 7 0 及び基板 1 0 の洗浄及び予熱を変化させるために、調節可能な温度、圧力、及び流量を有することができる。幾つかの実施態様では、温度、圧力、及びノ又は流量が、各ノズルについて又はノズルの群の間で独立して調整可能であり得る。

【 0 0 5 9 】

例えば、水蒸気 2 4 5 が生成されるときに（例えば、水蒸気生成器 4 1 0 内で）、水蒸気 2 4 5 の温度は、9 0 から 2 0 0 であってよい。水蒸気 2 4 5 が、ノズル 2 2 5 によって分注されるときに、例えば、移動における熱損失により、水蒸気 2 4 5 の温度は、9 0 から 1 5 0 の間であってよい。幾つかの実施態様では、水蒸気が、7 0 ~ 1 0 0 、例えば 8 0 ~ 9 0 の温度でノズル 2 2 5 によって供給される。幾つかの実施態様では、ノズルによって供給される水蒸気が、過熱される、すなわち沸点を超える温度にある。

【 0 0 6 0 】

水蒸気 2 4 5 の流量は、ヒータの出力及び圧力に応じて、水蒸気 2 4 5 がノズル 2 2 5 によって供給されるときに、1 ~ 1 0 0 0 cc / 分であってよい。幾つかの実施態様では、水蒸気が、他のガスと混合され、例えば、通常の雰囲気又は N₂ と混合される。代替的に、ノズル 2 2 5 によって供給される流体は、実質的に純粋な水である。幾つかの実施態様では、ノズル 2 2 5 によって供給される水蒸気 2 4 5 が、液体の水、例えばエアロゾル化水（aerosolized water）と混合される。例えば、液体の水と水蒸気とは、1 : 1 から 1 : 1 0 の相対流量比で（例えば sccm の流量で）組み合わせられてよい。しかし、液体の水の量が少ない、例えば 5 重量% 未満、例えば 3 重量% 未満、例えば 1 重量% 未満である場合、水蒸気は優れた熱伝達特性を有することになる。したがって、幾つかの実施態様では、水蒸気が乾燥した水蒸気であり、すなわち水滴を実質的に含まない。

【 0 0 6 1 】

熱による膜の劣化を回避するために、水を水蒸気 2 4 5 と混合して、例えば、約 4 0 ~ 5 0 くらいまで温度を下げるることができる。水蒸気 2 4 5 の温度は、冷却された水を水蒸気 2 4 5 の中に混合するか、又は同じ若しくは実質的に同じ温度の水を水蒸気 2 4 5 の中に混合することによって低減され得る（というのも、液体の水はガス状の水よりも少ないエネルギーを伝達するので）。

【 0 0 6 2 】

幾つかの実施態様では、温度センサ 2 1 4 を水蒸気処理アセンブリ 2 0 0 内に又はそれに隣接して設置して、キャリアヘッド 7 0 及びノ又は基板 1 0 の温度を検出することができる。センサ 2 1 4 からの信号は、コントローラ 1 2 によって受信されて、キャリアヘッド 7 0 及びノ又は基板 1 0 の温度をモニタすることができる。コントローラ 1 2 は、温度センサ 2 1 4 からの温度測定値に基づいて、アセンブリ 1 0 0 による水蒸気の供給を制御することができる。例えば、コントローラは、目標温度値を受け取ることができる。コントローラ 1 2 が、温度測定値が目標温度値を超えたことを検出した場合、コントローラ 1 2 は水蒸気の流れを停止する。別の一実施例として、コントローラ 1 2 は、水蒸気の供給流量を低減させることができ、及びノ又は水蒸気温度を低減させることができ、例えば、洗浄及びノ又は予熱中に構成要素の過熱を防止することができる。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

幾つかの実施態様では、コントローラ 12 がタイマーを含む。この場合、コントローラ 12 は、水蒸気の供給を開始するときを開始してよく、タイマーが切れると水蒸気の供給を停止することができる。タイマーは、洗浄及び/又は予熱中にキャリアヘッド 70 及び基板 10 の所望の温度を実現するために、経験的試験に基づいて設定され得る。

【0064】

図 2 B は、ハウジング 255 を含む、調整器水蒸気処理アセンブリ 250 を示している。ハウジング 255 は、調整器ディスク 92 及び調整器ヘッド 93 を受け入れるための「カップ」の形態を採り得る。水蒸気は、ハウジング 255 内の供給ライン 280 を通して 1 以上のノズル 275 に循環される。ノズル 275 は、水蒸気 295 を噴霧して、各調整動作後に調整器ディスク 92 及び/又は調整器ヘッド 93 上に残された研磨副産物、例えば、デブリ又はスラリ粒子を除去することができる。ノズル 275 は、ハウジング 255 内に、例えば、ハウジング 255 の内部の床、側壁、又は天井に位置付けられ得る。パッド調整器ディスクの下面、並びに/又は調整器ヘッド 93 の下面、側壁、及び/若しくは上面を洗浄するために、1 以上のノズルを配置することができる。水蒸気生成器 410 を使用して、水蒸気 295 が生成され得る。排水管 285 は、過剰な水、洗浄溶液、及び洗浄副産物を通過させてよく、ハウジング 255 内の蓄積を防止することができる。

10

【0065】

調整器ヘッド 93 及び調整器ディスク 92 は、水蒸気処理されるハウジング 255 の中に少なくとも部分的に下降させることができる。調整器ディスク 92 が動作に戻されるとときに、調整器ヘッド 93 及び調整器ディスク 92 は、ハウジング 255 から持ち上げられ、研磨パッド 30 上に配置されて、研磨パッド 30 を調整する。調整動作が完了したときに、調整器ヘッド 93 及び調整器ディスク 92 は、研磨パッドから持ち上げられ、調整器ヘッド 93 及び調整器ディスク 92 上の研磨副産物を除去するためのハウジングカップ 255 に振り戻される。幾つかの実施態様では、ハウジング 255 が、垂直方向に作動可能であり、例えば、垂直な駆動シャフト 260 に取り付けられている。

20

【0066】

ハウジング 255 は、パッド調整器ディスク 92 及び調整器ヘッド 93 を受け入れるように配置される。ノズル 275 が、調整器ディスク 92 及び調整器ヘッド 93 の様々な表面を水蒸気処理することを可能にするために、調整器ディスク 92 及び調整器ヘッド 93 は、ハウジング 255 内で回転可能であり、及び/又はハウジング 255 内で垂直方向に移動可能である。

30

【0067】

ノズル 275 によって供給される水蒸気 295 は、調整可能な温度、圧力、及び/又は流量を有し得る。幾つかの実施態様では、温度、圧力、及び/又は流量が、各ノズルについて又はノズルの群の間で独立して調整可能であり得る。これにより、調整器ディスク 92 又は調整器ヘッド 93 の洗浄のパリエーションが可能になり、したがって、洗浄がより効果的になる。

【0068】

例えば、水蒸気 295 が生成されるときに（例えば、水蒸気生成器 410 内で）、水蒸気 295 の温度は、90 から 200 であってよい。水蒸気 295 が、ノズル 275 によって分注されるときに、例えば、移動における熱損失により、水蒸気 295 の温度は、90 から 150 の間であってよい。幾つかの実施態様では、水蒸気が、70 ~ 100、例えば 80 ~ 90 の温度でノズル 275 によって供給され得る。幾つかの実施態様では、ノズルによって供給される水蒸気が、過熱される、すなわち沸点を超える温度にある。

40

【0069】

水蒸気 295 の流量は、水蒸気 295 がノズル 275 によって供給されるときに、1 ~ 1000 cc/分であってよい。幾つかの実施態様では、水蒸気が、他のガスと混合され、例えば、通常の雰囲気又は N₂ と混合される。代替的に、ノズル 275 によって供給される流体は、実質的に純粋な水である。幾つかの実施態様では、ノズル 275 によって供給される水蒸気 295 が、液体の水、例えばエアロゾル化水 (aerosolized water) と混合さ

50

れる。例えば、液体の水と水蒸気とは、1：1から1：10の相対流量比で（例えばsccmの流量で）組み合わせられてよい。しかし、液体の水の量が少ない、例えば5重量%未満、例えば3重量%未満、例えば1重量%未満である場合、水蒸気は優れた熱伝達特性を有することになる。したがって、幾つかの実施態様では、水蒸気が乾燥した水蒸気であり、すなわち水滴を実質的に含まない。

【0070】

幾つかの実施態様では、温度センサ264をハウジング255内に又はそれに隣接して設置してよく、調整器ヘッド93及び/又は調整器ディスク92の温度を検出することができる。温度センサ264からの信号は、コントローラ12によって受信され、調整器ヘッド93又は調整器ディスク92の温度をモニタして、パッド調整器ディスク92の温度を検出することができる。コントローラ12は、温度センサ264からの温度測定値に基づいて、アセンブリ250による水蒸気の供給を制御することができる。例えば、コントローラは、目標温度値を受け取ることができる。コントローラ12が、温度測定値が目標温度値を超えたことを検出した場合、コントローラ12は水蒸気の流れを停止する。別の一実施例として、コントローラ12は、水蒸気の供給流量を低減させることができ、及び/又は水蒸気の温度を低減させることができ、例えば、洗浄及び/又は予熱中に構成要素の過熱を防止することができる。

10

【0071】

幾つかの実施態様では、コントローラ12がタイマーを含む。この場合、コントローラ12は、水蒸気の供給を開始するときを開始してよく、タイマーが切れると水蒸気の供給を停止することができる。タイマーは、洗浄及び/又は予熱中に調整器ディスク92の所望の温度を実現するために、経験的試験に基づいて設定されてよく、例えば、過熱を防止することができる。

20

【0072】

図3Aを参照すると、幾つかの実施態様では、研磨ステーション20が、研磨ステーション内の、又は研磨ステーションの/研磨ステーション内の構成要素内の温度、例えば、研磨パッド30及び/又は研磨パッド上のスラリ38の温度をモニタするための温度センサ64を含む。例えば、温度センサ64は、赤外線(IR)センサであって、研磨パッド30の上方に配置され、研磨パッド30及び/又は研磨パッド上のスラリ38の温度を測定するように構成された赤外線(IR)センサ（例えば、IRカメラ）であってよい。特に、温度センサ64は、半径方向温度プロファイルを生成するために、研磨パッド30の半径に沿った複数のポイントで温度を測定するように構成され得る。例えば、IRカメラは、研磨パッド30の半径に及ぶ視野を有することができる。

30

【0073】

幾つかの実施態様では、温度センサが、非接触センサではなく接触センサである。例えば、温度センサ64は、プラテン24上又はプラテン24内に配置された熱電対又はIR温度計であってよい。更に、温度センサ64は、研磨パッドと直接接触してもよい。

【0074】

幾つかの実施態様では、研磨パッド30の半径に沿った複数のポイントで温度を提供するために、研磨パッド30を横断する種々の半径方向位置に複数の温度センサを間隔を空けて配置することができる。この技法は、IRカメラと代替的に又は追加的に使用することができる。

40

【0075】

研磨パッド30の及び/又はパッド30上のスラリ38の温度をモニタするために配置されるように図3Aでは示されているが、温度センサ64は、基板10の温度を測定するために、キャリアヘッド70の内側に配置されてもよい。温度センサ64は、基板10の半導体ウエハと直接接触（すなわち、接触するセンサ）することができる。幾つかの実施態様では、例えば、研磨ステーションの/研磨ステーション内の種々の構成要素の温度を測定するために、複数の温度センサが、研磨ステーション22内に含まれる。

【0076】

50

研磨システム 20 はまた、研磨パッド 30 及び / 又は研磨パッド上のスラリ 38 の温度を制御するための温度制御システム 100 も含む。温度制御システム 100 は、冷却システム 102 及び / 又は加熱システム 104 を含んでよい。冷却システム 102 及び加熱システム 104 のうちの少なくとも 1 つ、並びに幾つかの実施態様では両方もが、研磨パッド 30 の研磨面 36 上に (又は研磨パッド上に既に存在する研磨液上に)、温度制御媒体 (例えば、液体、蒸気、又は霧) を供給することによって動作する。

【 0077 】

冷却システム 102 では、冷却媒体が、ガス (例えば空気) 又は液体 (例えば水) であってよい。媒体は、室温であってよく、又は室温未満 (例えば、摂氏 5 ~ 15 度) に冷やされ得る。幾つかの実施態様では、冷却システム 102 が、空気と液体との霧 (例えば、水などの液体のエアロゾル化された霧) を使用する。特に、冷却システムは、室温未満に冷やされる水のエアロゾル化された霧を生成するノズルを有することができる。幾つかの実施態様では、固体材料をガス及び / 又は液体と混合することができる。固体材料は、冷やされた材料 (例えば氷)、又は水内で溶解されたときに (例えば化学反応によって) 熱を吸収する材料であってよい。

10

【 0078 】

冷却媒体は、クーラント供給アーム内の 1 以上の開孔 (例えば、任意選択的にノズル内に形成された孔又はスロット) を貫通して流れることによって供給され得る。開孔は、クーラントの供給源に連結されたマニホールドによって設けられ得る。

【 0079 】

図 3 A 及び図 3 B で示されているように、例示的な冷却システム 102 は、研磨パッドの縁部から研磨パッド 30 の中心に又はその中心の近くに (例えば、研磨パッドの全半径の 5 % 以内に)、プラテン 24 及び研磨パッド 30 の上で延在するアーム 110 を含む。アーム 110 は、ベース 112 によって支持されてよく、ベース 112 は、プラテン 24 と同じフレーム 40 上に支持されてよい。ベース 112 は、1 以上のアクチュエータ、例えば、アーム 110 を上昇させ若しくは下降させるリニアアクチュエータ、及び / 又は、プラテン 24 の上でアーム 110 を側方に揺動させる回転アクチュエータを含んでよい。アーム 110 は、研磨ヘッド 70、パッド調整ディスク 92、及びスラリ分注アーム 39 などの他のハードウェア構成要素との衝突を回避するように配置される。

20

【 0080 】

例示的な冷却システム 102 は、アーム 110 から吊り下げられた複数のノズル 120 を含む。各ノズル 120 は、液体冷却媒体 (例えば水) を研磨パッド 30 上に噴霧するように構成される。アーム 110 は、ノズル 120 が間隙 126 によって研磨パッド 30 から分離されるように、ベース 112 によって支持され得る。

30

【 0081 】

各ノズル 120 は、霧 122 内のエアロゾル化された水を研磨パッド 30 に導くように構成され得る。冷却システム 102 は、液体冷却媒体の供給源 130 と、ガス源 132 (図 3 B 参照) とを含み得る。供給源 130 からの液体及び供給源 132 からのガスは、霧 122 を生成するためにノズル 120 を通して導かれる前に、例えばアーム 110 内又はアーム 110 上の混合チャンバ 134 (図 3 A 参照) 内で混合され得る。

40

【 0082 】

幾つかの実施態様では、プロセスパラメータ、例えば、流量、圧力、温度、及び / 又は液体とガスとの混合比を、各ノズルについて独立して制御することができる。例えば、各ノズル 120 用のクーラントは、独立して制御可能な冷却器を通して流れて、霧の温度を独立して制御することができる。別の一実施例として、ガス用と液体用の別々のポンプの組を各ノズルに連結して、流量、圧力、及びガスと液体との混合比を、各ノズルについて独立して制御することができる。

【 0083 】

様々なノズルは、研磨パッド 30 上の種々の半径方向ゾーン 124 上に噴霧することができる。隣接する半径方向ゾーン 124 は、オーバーラップしてよい。幾つかの実施態様

50

では、ノズル 120 が、細長い領域 128 に沿って研磨パッド 30 に衝突する霧を生成する。例えば、ノズルは、概して平面的な三角形の空間内に霧を生成するように構成され得る。

【0084】

細長い領域 128 のうちの 1 以上、例えば細長い領域 128 の全ては、領域 128 を通って延びる半径に平行な長手軸を有し得る（領域 128 a 参照）。代替的に、ノズル 120 は、円錐状の霧を生成する。

【0085】

図 1 は、霧自体がオーバーラップしている状態を示しているが、ノズル 120 は、細長い領域がオーバーラップしないように配向されてよい。例えば、少なくとも一部のノズル 120、例えば全てのノズル 120 は、細長い領域 128 が、細長い領域を通過する半径に対して斜角となるように配向されてよい（128 b 参照）。

10

【0086】

少なくとも一部のノズル 120 は、そのノズルからの噴霧（矢印 A 参照）の中心軸が、研磨面 36 に対して斜角となるように配向されてよい。特に、霧 122 は、プラテン 24 の回転によって生じる衝突の領域内で、研磨パッド 30 の移動の方向とは反対側の方向の水平成分を有するように（矢印 A 参照）、ノズル 120 から導かれ得る。

【0087】

図 3 A 及び図 3 B は、ノズル 120 を均一な間隔で配置されたものとして示しているが、これは必ずしも必要ではない。ノズル 120 は、半径方向に若しくは角度的にのいずれかで又はそれらの両方で不均一に分散されてよい。例えば、ノズル 120 は、研磨パッド 30 の縁部に向けて半径方向に沿って、より密にクラスタ化することができる。加えて、図 3 A 及び図 3 B は、9 つのノズルを示しているが、より多数の又はより少ない数のノズル、例えば、3 つから 20 個のノズルが存在してもよい。

20

【0088】

加熱システム 104 では、加熱媒体が、ガス、例えば、水蒸気（例えば、水蒸気生成器 410 からの）又は加熱された空気、若しくは液体、例えば、加熱水、或いはガスと液体との組み合わせであってよい。媒体は、室温よりも上（例えば、摂氏 40 ~ 120 度、例えば、摂氏 90 ~ 110 度）である。媒体は、水（実質的に純粋な脱イオン水、又は添加物若しくは化学物質を含む水）であってよい。幾つかの実施態様では、加熱システム 104 が、水蒸気の噴霧を使用する。水蒸気は、添加物又は化学物質を含み得る。

30

【0089】

加熱媒体は、加熱供給アーム上の開孔（例えば、1 以上のノズルによって設けられる例えば孔又はスロット）を通して流れることによって供給され得る。開孔は、加熱媒体の供給源に連結されたマニホールドによって設けられ得る。

【0090】

例示的な加熱システム 104 は、研磨パッドの縁部から研磨パッド 30 の中心に又はその中心の近くに（例えば、研磨パッドの全半径の 5% 以内に）、プラテン 24 及び研磨パッド 30 の上で延在するアーム 140 を含む。アーム 140 は、ベース 142 によって支持されてよく、ベース 142 は、プラテン 24 と同じフレーム 40 上に支持されてよい。ベース 142 は、1 以上のアクチュエータ、例えば、アーム 140 を上昇させ若しくは下降させるリニアアクチュエータ、及び/又は、プラテン 24 の上でアーム 140 を側方に揺動させる回転アクチュエータを含んでよい。アーム 140 は、研磨ヘッド 70、パッド調整ディスク 92、及びスラリー分注アーム 39 などの他のハードウェア構成要素との衝突を回避するように配置される。

40

【0091】

プラテン 24 の回転方向に沿って、加熱システム 104 のアーム 140 を、冷却システム 102 のアーム 110 とキャリアヘッド 70 との間に配置することができる。プラテン 24 の回転方向に沿って、加熱システム 104 のアーム 140 は、冷却システム 102 のアーム 110 とスラリー供給アーム 39 との間に配置することができる。例えば、冷却シス

50

テム 102 のアーム 110、加熱システム 104 のアーム 140、スラリー供給アーム 39、及びキャリアヘッド 70 は、プラテン 24 の回転方向に沿った順序で配置することができる。

【0092】

アーム 140 の下面内には複数の開口部 144 が形成される。各開口部 144 は、ガス又は蒸気 (vapor)、例えば水蒸気 (steam) を研磨パッド 30 上に導くように構成される。アーム 140 は、開口部 144 が間隙によって研磨パッド 30 から分離されるように、ベース 142 によって支持されてよい。間隙は、0.5 ~ 5 mm であってよい。特に、間隙は、流体が研磨パッドに到達する前に、加熱流体の熱が著しく消散しないように選択されてよい。例えば、開口部から放出された水蒸気が研磨パッドに到達する前に凝縮しないように、間隙を選択することができる。

10

【0093】

加熱システム 104 は、水蒸気の供給源 148、例えば蒸気生成器 410 を含んでよく、これは管によってアーム 140 に連結され得る。各開口部 144 は、水蒸気を研磨パッド 30 に導くように構成されてよい。

【0094】

幾つかの実施態様では、プロセスパラメータ、例えば、流量、圧力、温度、及びノズル又は液体とガスとの混合比を、各ノズルについて独立して制御することができる。例えば、各開口部 144 用の流体は、独立して制御可能なヒータを通して流れて、加熱流体の温度、例えば水蒸気の温度を独立して制御することができる。

20

【0095】

様々な開口部 144 は、研磨パッド 30 上の異なる半径方向ゾーン上に水蒸気を導くことができる。隣接する半径方向ゾーンは、オーバーラップし得る。任意選択的に、開口部 144 の一部は、その開口部からの噴霧の中心軸が、研磨面 36 に対して斜角となるように配向されてよい。水蒸気は、プラテン 24 の回転によって生じる衝突の領域内で、研磨パッド 30 の移動の方向とは反対側の方向の水平成分を有するように、開口部 144 のうちの 1 以上から導かれ得る。

【0096】

図 3B は、開口部 144 が均一な間隔を空けて配置されるように示しているが、これは必ずしも必要ではない。ノズル 120 は、半径方向に若しくは角度的にのいずれかで又はそれらの両方で不均一に分散されてよい。例えば、開口部 144 は、研磨パッド 30 の中心に向けて、より密にクラスタ化することができる。別の一実施例として、開口部 144 は、研磨液 38 がスラリー供給アーム 39 によって研磨パッド 30 に供給される半径に対応する半径において、より密にクラスタ化することができる。更に、図 3B は、9 つの開口部を示しているが、より多くの又はより少ない数の開口部が存在してもよい。

30

【0097】

研磨システム 20 はまた、高圧リンスシステム 106 も含み得る。高圧リンスシステム 106 は、パッド 30 を洗浄し、使用済みスラリーや研磨屑などを除去するために、洗浄流体、例えば水を研磨パッド 30 上に高強度で導く複数のノズル 154 (例えば、3 から 20 個のノズル) を含む。

40

【0098】

図 3B で示されているように、例示的なリンスシステム 106 は、研磨パッドの縁部から研磨パッド 30 の中心に又はその中心の近くに (例えば、研磨パッドの全半径の 5% 以内に)、プラテン 24 及び研磨パッド 30 の上で延在するアーム 150 を含む。アーム 150 は、ベース 152 によって支持されてよく、ベース 152 は、プラテン 24 と同じフレーム 40 上に支持されてよい。ベース 152 は、1 以上のアクチュエータ、例えば、アーム 150 を上昇させ若しくは下降させるリニアアクチュエータ、及びノズル又は、プラテン 24 の上でアーム 150 を側方に揺動させる回転アクチュエータを含んでよい。アーム 150 は、研磨ヘッド 70、パッド調整ディスク 92、及びスラリー分注アーム 39 などの他のハードウェア構成要素との衝突を回避するように配置される。

50

【 0 0 9 9 】

プラテン 2 4 の回転方向に沿って、リンスシステム 1 0 6 のアーム 1 5 0 は、冷却システム 1 0 2 のアーム 1 1 0 と加熱システム 1 0 4 のアーム 1 4 0 との間であってよい。例えば、冷却システム 1 0 2 のアーム 1 1 0、リンスシステム 1 0 6 のアーム 1 5 0、加熱システム 1 0 4 のアーム 1 4 0、スラリー供給アーム 3 9、及びキャリアヘッド 7 0 は、プラテン 2 4 の回転方向に沿った順序で配置することができる。代替的に、プラテン 2 4 の回転方向に沿って、冷却システム 1 0 2 のアーム 1 1 0 は、リンスシステム 1 0 6 のアーム 1 5 0 と加熱システム 1 0 4 のアーム 1 4 0 との間であってよい。例えば、リンスシステム 1 0 6 のアーム 1 5 0、冷却システム 1 0 2 のアーム 1 1 0、加熱システム 1 0 4 のアーム 1 4 0、スラリー供給アーム 3 9、及びキャリアヘッド 7 0 は、プラテン 2 4 の回転

10

【 0 1 0 0 】

図 3 B は、開口部 1 5 4 が均一な間隔で配置されるように示しているが、これは必ずしも必要ではない。加えて、図 3 A 及び図 3 B は、9 つのノズルを示しているが、より多数の又はより少ない数のノズル、例えば、3 つから 2 0 個のノズルが存在してもよい。

【 0 1 0 1 】

研磨システム 2 はまた、様々な構成要素、例えば温度制御システム 1 0 0 の動作を制御するためのコントローラ 1 2 も含んでよい。コントローラ 1 2 は、研磨パッドの各半径方向ゾーンについて温度センサ 6 4 から温度測定値を受け取るように構成される。コントローラ 1 2 は、測定された温度プロファイルを所望の温度プロファイルと比較し、各ノズル又は開口部についての制御機構（例えば、アクチュエータ、電源、ポンプ、バルブなど）へのフィードバック信号を生成することができる。フィードバック信号は、例えば、内部フィードバックアルゴリズムに基づいて、コントローラ 1 2 によって計算されて、研磨パッド及び/又はスラリーが所望の温度プロファイルに達する（又は少なくともそれに近づく）ように、制御機構に冷却又は加熱の量を調整させる。

20

【 0 1 0 2 】

幾つかの実施態様では、研磨システム 2 0 が、研磨パッド 3 0 を横切って研磨液 3 8 を均一に分散させるために、ワイパーブレード又は本体 1 7 0 を含む。プラテン 2 4 の回転方向に沿って、ワイパーブレード 1 7 0 は、スラリー供給アーム 3 9 とキャリアヘッド 7 0 との間であってよい。

30

【 0 1 0 3 】

図 3 B は、各サブシステム、例えば、加熱システム 1 0 4、冷却システム 1 0 2、及びリンスシステム 1 0 6 のための別個のアームを示しており、様々なサブシステムを、共通のアームによって支持された単一のアセンブリ内に含めることができる。例えば、アセンブリは、冷却モジュール、リンスモジュール、加熱モジュール、スラリー供給モジュール、及び任意選択的なワイパーモジュールを含んでよい。各モジュールは、共通の取り付けプレートに固定することができる本体、例えば弓形の本体を含むことができ、共通の取り付けプレートをアームの端部に固定して、アセンブリが研磨パッド 3 0 の上に配置されるようにすることができる。様々な流体供給構成要素、例えば管類や通路などは、各本体の内側で延在してよい。幾つかの実施形態では、モジュールが、取り付けプレートから個別に取り外し可能である。各モジュールは、上述した関連するシステムのアームの機能を実行するための同様の構成要素を有することができる。

40

【 0 1 0 4 】

図 1、図 2 A、図 2 B、図 3 A、及び図 3 B を参照すると、コントローラ 1 2 は、センサ 6 4、2 1 4、及び 2 6 4 によって受け取られた温度測定値をモニタしてよく、温度制御システム 1 0 0、並びに水蒸気処理アセンブリ 2 0 0 及び 2 5 0 に供給される水蒸気量を制御することができる。コントローラ 1 2 は、温度測定値を継続的にモニタしてよく、フィードバックループ内で温度を制御して、研磨パッド 3 0、キャリアヘッド 7 0、及び調整ディスク 9 2 の温度を調整することができる。例えば、コントローラ 1 2 は、研磨パッド 3 0 の温度をセンサ 6 4 から受け取り、キャリアヘッド 7 0 及び/又は調整器ヘッド

50

92への水蒸気の供給を制御して、キャリアヘッド70及び/又は調整器ヘッド92の温度を上昇させ、研磨パッド30の温度に適合させることができる。温度差を減少させることは、キャリアヘッド70及び/又は調整器ヘッド92が比較的高温の研磨パッド30上でヒートシンクとして作用するのを防止するのに役立ち、ウエハ内の均一性を改善することができる。

【0105】

幾つかの実施形態では、コントローラ12は、研磨パッド30、キャリアヘッド70、及び調整器ディスク92用の所望の温度を記憶する。コントローラ12は、センサ64、214、264からの温度測定値をモニタし、温度制御システム100並びに水蒸気処理アセンブリ200及び/又は250を制御して、研磨パッド30、キャリアヘッド70、及び/又は調整器ディスク92の温度を所望の温度にすることができる。温度を所望の温度にすることを実現することによって、コントローラ12は、ウエハ内の均一性及びウエハ間の均一性を改善することができる。

10

【0106】

代替的に、コントローラ12は、キャリアヘッド70及び/又は調整器ヘッド92の温度を研磨パッド30の温度よりわずかに高くすることができ、キャリアヘッド70並びに/又は調整器ヘッド92がそれぞれの洗浄ステーション及び予熱ステーションから研磨パッド30に移動するときに、研磨パッド30の温度と同じ又は実質的に同じ温度に下げることが可能にする。

【0107】

本発明の数多くの実施形態について説明した。しかし、本発明の本質及び範囲から逸脱しない限り、様々な修正が行われ得ることを理解されたい。したがって、その他の実施形態も、以下の特許請求の範囲内に含まれる。

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

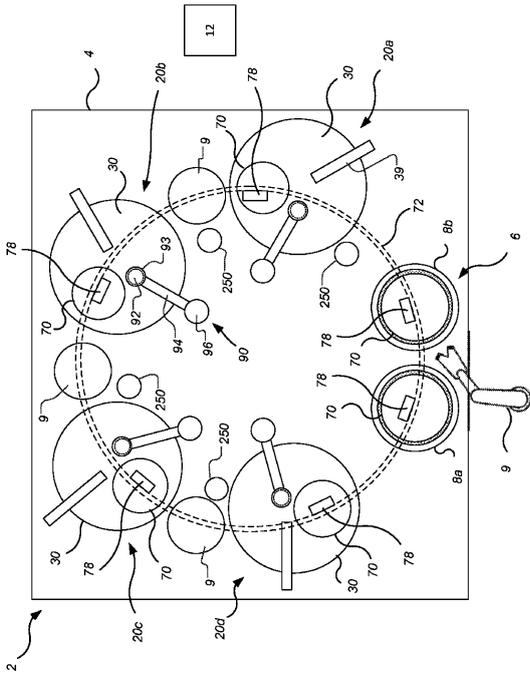


FIG. 1

【図 2 A】

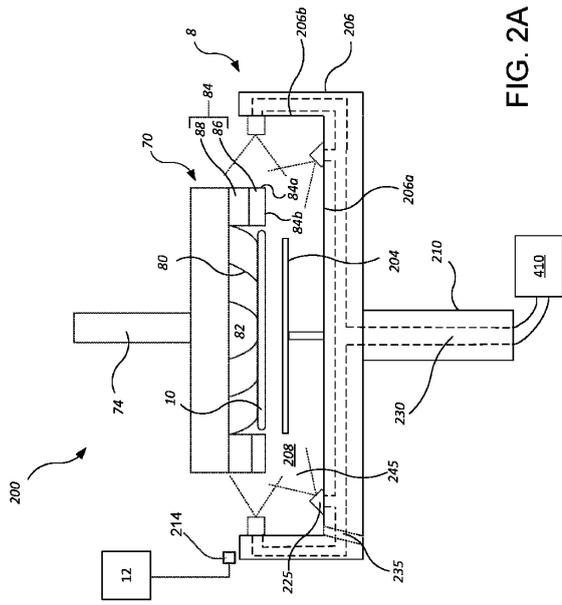


FIG. 2A

【図 2 B】

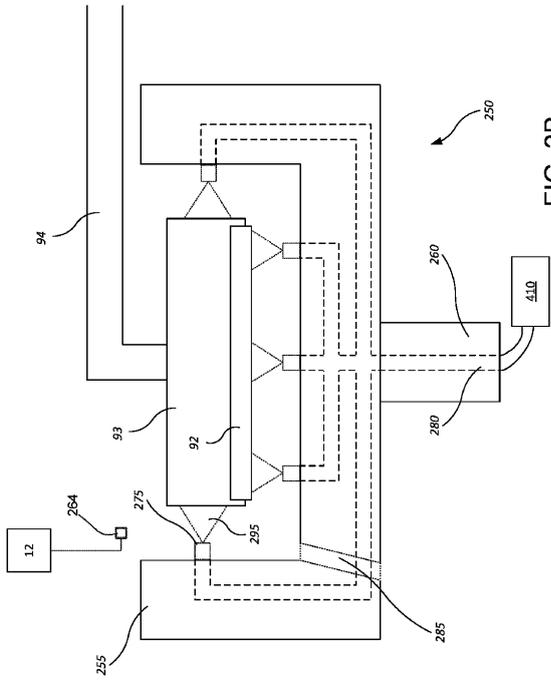


FIG. 2B

【図 3 A】

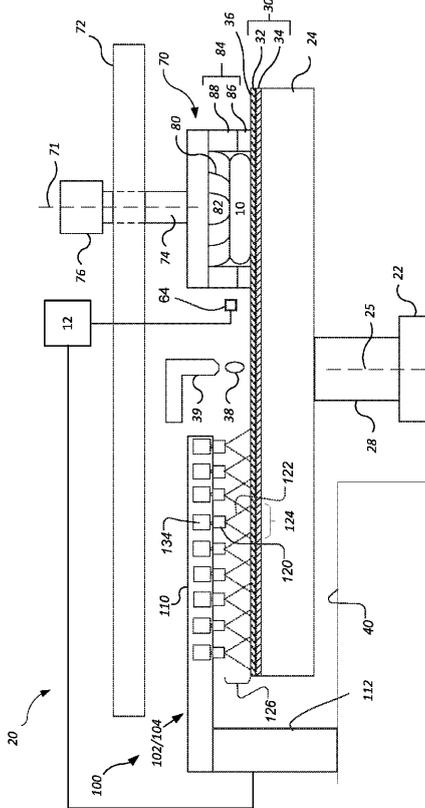


FIG. 3A

10

20

30

40

50

【 3 B 】

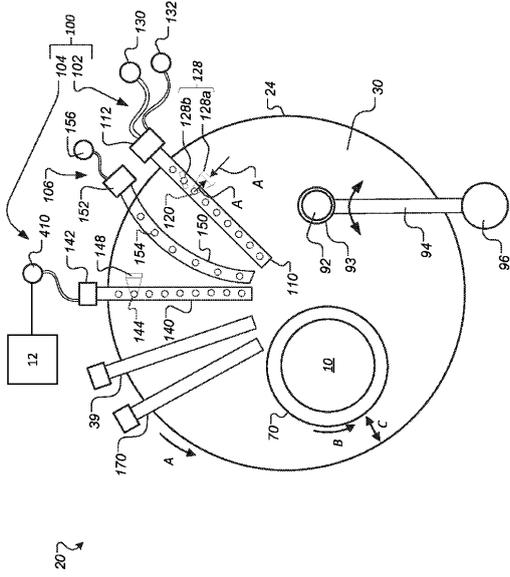


FIG. 3B

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 2 4 B	53/017(2012.01)	B 2 4 B	53/017	A
B 2 4 B	53/12 (2006.01)	B 2 4 B	53/12	Z
H 0 1 L	21/304(2006.01)	H 0 1 L	21/304	6 2 2 Q

3 4 , サン ノゼ , デスカンソ ドライブ 8 0 , ユニット 3 2 0 1

(72)発明者 タン , チエンショー

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 1 2 3 , サン ノゼ , リーン アヴェニュー 6 2 0 3

(72)発明者 サウンダラジャン , ハリ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 8 9 , サニーベール , ヴィエンナ ドライブ 1 2 2 0 ,
4 9 1 番

(72)発明者 チャン , ショウ - サン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 4 0 , マウンテン ビュー , アリソン アヴェニュー 1
5 5 3

(72)発明者 チェン , ファイ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 1 2 4 , サン ノゼ , パセオ デル オロ 2 1 4 6

(72)発明者 チョウ , チー チュン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 1 2 3 , サン ノゼ , リボンウッド アヴェニュー 3 2 9

(72)発明者 フィッシャー , アレクサンダー ジョン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 1 , サンタ クララ , ヒルズデール アヴェニュー 3 4 0

(72)発明者 バターフィールド , ポール ディー .

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 1 2 4 , サン ノゼ , ケヴィン ドライブ 1 6 8 4

審査官 山本 忠博

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 0 7 1 7 0 9 (J P , A)

実開昭 6 0 - 0 0 1 4 8 5 (J P , U)

特開平 1 1 - 2 5 1 2 7 5 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 0 3 5 9 7 3 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 0 3 0 1 6 9 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B名)

B 2 4 B 3 / 0 0 - 3 / 6 0 , 2 1 / 0 0 - 3 9 / 0 6 ,

4 1 / 0 0 - 5 7 / 0 4 ;

H 0 1 L 2 1 / 3 0 4