

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7550954号  
(P7550954)

(45)発行日 令和6年9月13日(2024.9.13)

(24)登録日 令和6年9月5日(2024.9.5)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/304 (2006.01)

H 0 1 L 21/304 6 4 5 B

B 0 8 B 3/02 (2006.01)

H 0 1 L 21/304 6 4 3 A

H 0 1 L 21/304 6 5 1 L

H 0 1 L 21/304 6 4 3 D

H 0 1 L 21/304 6 5 1 B

請求項の数 19 (全10頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2023-504276(P2023-504276)

(86)(22)出願日 令和3年12月9日(2021.12.9)

(65)公表番号 特表2023-540843(P2023-540843  
A)

(43)公表日 令和5年9月27日(2023.9.27)

(86)国際出願番号 PCT/US2021/062652

(87)国際公開番号 WO2022/150144

(87)国際公開日 令和4年7月14日(2022.7.14)

審査請求日 令和5年3月14日(2023.3.14)

(31)優先権主張番号 17/141,622

(32)優先日 令和3年1月5日(2021.1.5)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(73)特許権者 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 950

54, サンタ クララ, パウアーズ ア

ヴェニュー 3050

3050 Bowers Avenue

Santa Clara CA 95054

U.S.A.

(74)代理人 110002077

園田・小林弁理士法人

(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 950

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蒸気アシスト単一基板洗浄プロセス及び装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

基板を洗浄する方法であって、

基板支持体に配置された基板を回転させることと、

表側ノズルアセンブリを通じて蒸気を使用して、前記基板の表側に噴霧を行うことと、

裏側分注器アセンブリを通じて蒸気を使用して、前記基板の裏側に噴霧を行うことと、

前記基板の前記表側の上に加熱された化学物質を分注することと

を含み、

前記基板の前記表側の上に前記加熱された化学物質を分注することが、ユースポイント化

学的加熱及び分注ノズル(POUノズル)の中で、前記加熱された化学物質と窒素ガスと

を混合することを含む、方法。

## 【請求項2】

前記基板の前記表側に噴霧を行うことが、前記基板支持体の上方に上部スプレーノズル

を適用することを含む、請求項1に記載の方法。

## 【請求項3】

前記POUノズルが、前記基板の中心と前記基板の外周との間で可動である、請求項1に

記載の方法。

## 【請求項4】

前記POUノズルが、

熱交換器に連結された第1の導管であって、前記熱交換器が、蒸気源及び洗浄用化学物

10

20

質源に連結されており、前記熱交換器が、前記 P O U ノズルの前記第 1 の導管に前記加熱された化学物質を放出する、第 1 の導管と、

窒素ガス源に連結された第 2 の導管とを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記基板の前記裏側に噴霧を行うことが、前記基板の下方に配置された裏板の中心開口部を通じて蒸気を放出することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記表側ノズルアセンブリを通じて脱イオン水 ( D I W ) を使用して、前記基板の上側をリンスすることと、

前記裏側分注器アセンブリを通じて D I W を使用して、前記基板の前記裏側をリンスすることと

を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記基板の前記裏側及び前記表側をリンスすることが、蒸気及び D I W を用いて、前記裏側及び前記表側に噴霧を行うことを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記基板の前記表側及び前記裏側に噴霧を行うことが、約 90 から約 140 の温度に前記基板を加熱することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記基板の前記裏側に噴霧を行うことが、裏板の複数の穿孔を通じて蒸気を放出することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記基板にメガソニックエネルギーを印加することを更に含み、一又は複数の振動トランスデューサ要素が、裏板内に配置される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記加熱された化学物質を分注することが、前記基板の前記表側を覆うために、約 20 mL から約 50 mL の化学物質を分注することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

約 25 から約 40 の基板温度で、イソプロピルアルコール ( I P A ) 及び D I W を分注することによって、前記基板を乾燥することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

基板を洗浄する方法であって、  
基板支持体に配置された基板を回転させることと、  
表側ノズルアセンブリを通じて蒸気を使用して、前記基板の表側に噴霧を行うことと、  
裏側分注器アセンブリを通じて蒸気を使用して、前記基板の裏側に噴霧を行うことと、  
前記基板の前記表側の上に加熱された化学物質を分注することと、  
 前記基板の前記表側の上に窒素ブランケットを適用することと、

二酸化炭素溶解 D I W を用いて、前記基板の前記表側をリンスすることとを含む、方法。

【請求項 14】

基板を洗浄するための装置であって、  
 その中に配置された基板支持体及び裏板を有するチャンバと、  
 前記基板支持体の上方に配置されたユースポイント ( P O U ) ノズルであって、加熱された流体源に連結されるように構成された第 1 の導管、及び窒素源に連結されるように構成された第 2 の導管を備え、前記ユースポイント ( P O U ) ノズルが、前記基板の中心と前記基板の外周との間で可動であり、かつ、該 P O U ノズル内で前記加熱された流体源からの洗浄用流体と窒素ガスとが混合され、前記洗浄用流体が加熱される、ユースポイント ( P O U ) ノズルと、

前記基板支持体の上方に配置された表側ノズルアセンブリであって、第 1 の蒸気源及び

10

20

30

40

50

第 1 の脱イオン水 ( D I W ) 源に連結されるように構成された表側ノズルアセンブリと、前記基板支持体の下方に配置された裏側分注器アセンブリであって、第 2 の蒸気源及び第 2 の D I W 源に連結されるように構成された裏側分注器アセンブリとを備える、装置。

【請求項 1 5】

前記裏板が、中心開口部を含み、前記中心開口部が前記裏側分注器アセンブリの開口部と流体連結している、請求項 1 4 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記裏板が、複数の開孔を含み、前記複数の開孔のそれぞれが、前記裏側分注器アセンブリの開口部と流体連結している、請求項 1 4 に記載の装置。

10

【請求項 1 7】

前記裏板が一又は複数の振動するトランスデューサ要素を含む、請求項 1 4 に記載の装置。

【請求項 1 8】

前記表側ノズルアセンブリの前記第 1 の導管が熱交換器に連結され、前記熱交換器が、前記流体源からの前記洗浄用流体を加熱するように構成された蒸気を含む、請求項 1 4 に記載の装置。

【請求項 1 9】

基板を処理する方法であって、  
 化学機械平坦化 ( C M P ) プロセスを使用して前記基板を研磨することと、  
 基板支持体に配置された前記基板を回転させることと、  
 表側ノズルアセンブリを通じて蒸気を使用して、前記基板の表側を加熱することと、  
 裏側分注器アセンブリを通じて蒸気を使用して、前記基板の裏側を加熱することと、  
 前記基板の前記表側の上に加熱された化学物質を分注することと、  
 二酸化炭素溶解 D I W 及び蒸気を使用して、前記基板の前記表側及び前記裏側をリンスすることと、  
 前記基板を乾燥することと  
 を含み、前記基板を乾燥することが、窒素ガスを流すこと及び前記基板の前記表側の上の流体を乾燥することを含む、方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【 0 0 0 1】

[ 0 0 0 1 ] 本開示の実施形態は、概して、基板処理に関し、より具体的には、基板処理ツール及びその方法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2】

関連技術の記載

[ 0 0 0 2 ] 集積回路は、通常、シリコン基板上での導電層、半導電層、又は絶縁層の連続的な堆積によって、基板上に形成される。製造には、デバイスの形成が完了され得る前の様々な段階で、基板の表面が洗浄される数多くのプロセスが含まれる。基板を洗浄するための 1 つの一般的な方法として、「スピン洗浄」と称されるものがある。従来のスピン洗浄プロセスは、プロセス残留物及び汚染物質を除去するが、十分な洗浄を達成するためには相当量の洗浄液及びエネルギーが使用され、かつ、基板の乾燥中に腐食を導く可能性もある。

40

【 0 0 0 3】

[ 0 0 0 3 ] したがって、効率的で、かつ、実質的に腐食のない処理の様々な段階で基板を洗浄することができる方法及び装置が必要とされている。

【発明の概要】

【 0 0 0 4】

[ 0 0 0 4 ] 一実施形態では、基板を洗浄する方法が提供される。本方法は、基板支持体に配置された基板を回転させることと、表側ノズルアセンブリを通じて蒸気を使用して

50

、基板の表側に噴霧を行うこととを含む。基板の裏側は、裏側分注器アセンブリを通じて蒸気を使用して噴霧される。加熱された化学物質が、基板の表側の上に分注される。

【0005】

[0005] 別の実施形態では、基板を洗浄するための装置が提供される。装置は、その中に配置された基板支持体を有するチャンバを含む。ユースポイント化学的加熱及び分注ノズル（例えばPOUノズル）が、基板支持体の上方に配置され、POUノズルは、流体源に連結されるように構成された第1の導管、及び窒素源に連結されるように構成された第2の導管を含む。表側ノズルアセンブリであって、第1の蒸気源及び第1の脱イオン水（DIW）源に連結されるように構成された表側ノズルアセンブリが、基板支持体の上方に配置される。裏側分注器アセンブリが基板支持体の下方に配置され、裏側分注器アセンブリが、第2の蒸気源及び第2のDIW源に連結されるように構成される。

10

【0006】

[0006] 更に別の実施形態では、基板を処理する方法が提供される。本方法は、化学機械平坦化（CMP）プロセスを使用して基板を研磨することを含む。基板を研磨した後、基板は基板支持体に配置され、その上で回転する。基板の表側は、表側ノズルアセンブリを通じて蒸気を使用して加熱され、基板の裏側は、裏側分注器アセンブリを通じて蒸気を使用して加熱される。本方法は、基板の表側の上に加熱された化学物質を分注することを含む。基板の表側及び裏側は、二酸化炭素溶解DIW及び蒸気を使用してリンスされる。基板は、基板の表側の上に窒素ガスを流すこと及び流体を乾燥することによって、乾燥される。

20

【0007】

[0007] 本開示の上述の特徴を詳しく理解し得るように、上記で簡単に要約した本開示のより詳細な記載が、実施形態を参照することによって得られる。一部の実施形態は、添付の図面に示されている。しかし、添付の図面は例示的な実施形態を示しているにすぎず、したがって、その範囲を限定するものとみなされるべきではなく、本開示は他の同等に有効な実施形態を許容し得ることに留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】 [0008] 一実施形態に係る、基板支持体、裏板、及び分注器アセンブリを含む基板処理装置の断面概略図である。

30

【図2】 [0009] 一実施形態に係る、裏板に複数の開孔を有する基板処理装置の断面概略図である。

【図3】 [0010] 一実施形態に係る、基板を処理するための方法のプロセスフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

[0011] 理解を容易にするために、可能な場合には、複数の図に共通する同一の要素を指し示すのに同一の参照番号を使用した。一実施形態の要素及び特徴は、更なる記述がなくとも、他の実施形態に有益に組み込まれ得ると想定される。

【0010】

40

[0012] 本開示は、単一パス洗浄プロセスを使用して、基板を洗浄するための装置及び方法に関する。従来の単一パス洗浄プロセスは、効果的かつ経済的な洗浄を可能にするのに十分なほど高く、基板温度を上昇させることはない。更に、他の従来の基板洗浄は、単一又は複数の基板を高温の化学物質に浸すことを含み、これはクロスコンタミネーションをもたらす、分解を可能にし、化学物質の濃度及びレベルを維持するために緊密なモニタリングを必要とする。本明細書に記載の装置及び方法は、蒸気を使用して基板の表側、裏側、又は両側を加熱し、メガソニック又はスチームジェットによる攪拌を使用し、効果的な洗浄のために、基板の表面の上にユースポイント溶剤又は洗浄用化学物質を分注する。基板は、汚染及び腐食を低減するプロセスを使用して、リンス及び乾燥される。本明細書に記載の装置及び洗浄方法は、基板の化学機械平坦化後のラインの前端（FEOL）

50

とラインの後端（B E O L）の両方に使用することができる。回路に集積された金属材料を含む研磨されたB E O L基板は、化学溶液に曝露され得る。したがって、基板上の集積回路の金属材料が露出した状態での基板の洗浄及びリンスの間の腐食を防止するために、基板は、二酸化炭素溶解D I W及び蒸気を使用してリンスされ、基板の表側の上に窒素ガスを流し、流体を乾燥することによって、乾燥される。

#### 【 0 0 1 1 】

【 0 0 1 3 】 図 1 は、基板支持体 1 0 4、裏板 1 0 5、及び洗浄分注器アセンブリを含む、基板処理装置 1 0 0 の断面概略図を示す。基板支持体 1 0 4 は、本明細書で更に記載されるように、回転することができる。裏板 1 0 5 は垂直に可動であり、又は固定されている。

10

#### 【 0 0 1 2 】

【 0 0 1 4 】 基板支持体 1 0 4 に配置された基板 1 0 2 の上方には、ユースポイント化学的加熱及び分注ノズル（例えばP O Uノズル）1 0 6 が配置される。P O Uノズル 1 0 6 は、基板 1 0 2 の表面特徴部を損傷することなく、基板 1 0 2 から粒子又は汚染物質を積極的に除去するために、霧化した化学液滴 1 0 8 を噴霧する。P O Uノズル 1 0 6 は、基板 1 0 2 の上方で、平面の軸 1 1 0 に沿って移動する。動作時、P O Uノズル 1 0 6 は、基板の中心領域と第 1 の縁部領域との間を掃引する。幾つかの実施形態では、微小滴は、基板 1 0 2 の表側 1 0 2 a について実質的に均等な分布で噴霧される。P O Uノズル 1 0 6 は、熱交換器 1 1 6 に連結される第 1 の導管 1 0 7 を含む。熱交換器 1 1 6 は、蒸気源 1 2 4 及び流体源 1 1 8 に連結される。流体源 1 1 8 は、脱イオン水（D I W）及び/又は洗浄用化学物質源である。流体源 1 1 8 からの流体は、蒸気源 1 2 4 からの蒸気によって加熱されて、加熱された流体（例えば、加熱された化学物質）を形成する。第 2 の導管 1 0 9 は、P O Uノズル 1 0 6 及び窒素ガス源 1 2 2 に連結される。動作時、窒素ガスは加熱された流体を霧化し、基板 1 0 2 の表側 1 0 2 a に噴霧される（例えば、霧化された化学液滴 1 0 8）。幾つかの実施形態では、洗浄源からの洗浄用化学物質は、D I W、水酸化アンモニウム、過酸化水素、フッ化水素酸、塩酸、硫酸、又はそれらの一又は複数の組み合わせである。P O Uノズル 1 0 6 は、約 9 0 ミリリットル（m L）/分、例えば約 2 0 m L から約 3 0 m L の洗浄用化学物質を分注する、噴霧器などの少量分注器である。P O Uノズル 1 0 6 は、少量の化学物質を使用して、基板を洗浄するために、基板の良好な表面カバレッジを提供する。

20

30

#### 【 0 0 1 3 】

【 0 0 1 5 】 表側ノズルアセンブリ 1 1 2 は、基板支持体 1 0 4 に配置された基板 1 0 2 の上に配置され（例えば、基板の中心から中心を外れた場所に）、ジェットストリーム 1 1 4 を用いて基板 1 0 2 の表側 1 0 2 a の上に脱イオン水（D I W）及び/又は蒸気を噴霧することができる。幾つかの実施形態では、表側ノズルアセンブリ 1 1 2 は、基板 1 0 2 の表側 1 0 2 a の上に蒸気を放出して、基板 1 0 2 を加熱する。幾つかの実施形態では、表側ノズルアセンブリ 1 1 2 は、基板 1 0 2 の表側 1 0 2 a をリンスするためにD I Wを放出する。動作時、基板 1 0 2 は、約 1 0 回転毎分（r p m）から約 1 0 0 0 r p m、例えば、約 5 0 0 r p m から約 9 0 0 r p m で回転する。表側ノズルアセンブリ 1 1 2 は、基板の上方の平面の軸に沿って、基板の中心と基板の縁部との間の方向に移動することができる。表側ノズルアセンブリ 1 1 2 は、約 8 0 0 m l /分から約 2 0 0 0 m l /分のリンス流量でD I Wを分注することができる。

40

#### 【 0 0 1 4 】

【 0 0 1 6 】 裏側分注器アセンブリ 1 2 6 は、基板 1 0 2 の下方に（例えば、基板の下方の中心に）配置され、基板 1 0 2 の裏側 1 0 2 b の上に脱イオン水（D I W）及び/又は蒸気を噴射することができる。流体は、裏板 1 0 5 の中央部分を通る裏側分注器アセンブリ 1 2 6 の支持体液体チャネル 1 2 5 を通って噴射される。幾つかの実施形態では、裏側分注器アセンブリ 1 2 6 は、基板 1 0 2 の裏側 1 0 2 b の上に蒸気を放出して、基板 1 0 2 を加熱する。幾つかの実施形態では、裏側分注器アセンブリ 1 2 6 は、基板 1 0 2 の裏側 1 0 2 b をリンスするためにD I Wを放出する。動作時、基板 1 0 2 が回転している

50

間、裏側分注器アセンブリ 1 2 6 からの流体は、基板 1 0 2 の裏側 1 0 2 b の中心に誘導される。本明細書に記載の他の実施形態と組み合わせることができる幾つかの実施形態では、流体は、単一の中心開口部を通じて裏側分注器アセンブリ 1 2 6 から分注される。

【 0 0 1 5 】

[ 0 0 1 7 ] 一又は複数の圧電トランスデューサ 1 2 8 が裏板 1 0 5 に埋め込まれて、メガソニックプレートを形成する。メガソニックプレートは、裏側分注器アセンブリ 1 2 6 によって提供される流体にメガソニックエネルギーを印加することができる。動作時、メガソニックエネルギーは、攪拌のために基板 1 0 2 の裏側 1 0 2 b から表側 1 0 2 a に連結される。メガソニックプレートは、本明細書に記載の洗浄プロセスと組み合わせ、基板 1 0 2 から残留物及び汚染物質を解離させる攪拌を提供すると考えられる。本明細書に記載の他の実施形態と組み合わせることができる幾つかの実施形態では、図 1 に示すように、メガソニックエネルギーは、裏側分注器アセンブリ 1 2 6 を出た後、基板 1 0 2 の裏板 1 0 5 と裏側 1 0 2 b との間の流体に印加される。

10

【 0 0 1 6 】

[ 0 0 1 8 ] 図 2 は、基板処理装置の裏板 2 0 5 に複数の開孔 2 0 2 を有する裏側分注器アセンブリ 2 2 6 を有する基板処理装置 2 0 0 の断面概略図である。動作時、流体は、裏側分注器アセンブリ 1 2 6 のチャンネル 1 2 5 を通じて噴射され、裏板 2 0 5 上の複数の開孔 2 0 2 を通じて、基板 1 0 2 の裏側 1 0 2 b に誘導される。一又は複数の圧電トランスデューサ 1 2 8 は、また、複数の開孔 2 0 2 と組み合わせ使用され得る。本明細書に記載の他の実施形態と組み合わせることができる幾つかの実施形態では、図 2 に示すように、メガソニックエネルギーは、裏側分注器アセンブリ 2 2 6 を出る前、裏側分注器アセンブリ 2 2 6 内の流体に印加される。代替的に、又は追加的に、メガソニックエネルギーは、基板の表側の上の流体に印加される。

20

【 0 0 1 7 】

[ 0 0 1 9 ] 図 3 は、一実施形態に係る、基板 1 0 2 を処理するための方法 3 0 0 のプロセスフロー図である。動作 3 0 2 において、基板支持体 2 0 4 に配置された基板 1 0 2 が回転する。基板 1 0 2 は、図 1 及び図 2 に示すように、単一の基板回転ステーション上に位置決めされる。基板が回転する間、基板 1 0 2 の表側 1 0 2 a は、動作 3 0 4 において、表側ノズルアセンブリ 1 1 2 からの蒸気を使用して加熱される。代替的に、又は追加的に、基板 1 0 2 の裏側 1 0 2 b は、動作 3 0 6 において、裏側分注器アセンブリ 1 2 6 からの蒸気を使用して加熱される。幾つかの実施形態では、動作 3 0 4 は動作 3 0 6 の前に起こり、動作 3 0 4 及び 3 0 6 は互いに対して同時に起こり、及び/又は動作 3 0 6 は動作 3 0 4 の前に起こる。基板 1 0 2 は、約 9 0 から約 1 4 0 などの所定の温度範囲に加熱される。幾つかの実施形態では、動作 3 0 2 で基板を位置決めしてから基板 1 0 2 を所定の温度範囲に加熱するまでの合計時間は、約 4 秒から約 6 秒など、1 0 秒未満である。

30

【 0 0 1 8 】

[ 0 0 2 0 ] 裏側分注器アセンブリ 1 2 6 及び表側ノズルアセンブリ 1 1 2 は、処理中に基板 1 0 2 の温度を所定の範囲内に維持するために、蒸気を放出する。所定の範囲は、基板を洗浄するために選択された化学物質に基づいて、洗浄化学反応が起こる温度に基づいて決定される。洗浄用化学物質又は化学混合物は、D I W、水酸化アンモニウム、過酸化水素、フッ化水素酸、硫酸、又はそれらの一又は複数の組み合わせから選択される。幾つかの実施形態では、洗浄用混合物は、硫酸と過酸化水素の混合物である。幾つかの実施形態では、洗浄用混合物は、水酸化アンモニウムと過酸化水素の混合物である。幾つかの実施形態では、洗浄用混合物は、塩酸と過酸化水素の混合物である。幾つかの実施形態では、ユースポイント化学的加熱は、基板上に分注された化学物質を加熱し、洗浄用化学物質の分解を最小化する。従来のバッチ式又はタンク式洗浄プロセスなどの従来のプロセスでは、洗浄用化学物質を高温に維持するため、洗浄用化学物質が分解される可能性がある。ユースポイント化学的加熱を使用することで、分解による洗浄の損失が少なくなることが見出された。洗浄用化学物質を導入する前に基板を予熱することにより、基板との接触

40

50

時の洗浄用化学物質の温度低下を低減し、効果的な洗浄に必要な時間を削減する。基板を加熱するために高温のDIWの代わりに蒸気を使用することにより、DIWの使用量を低減し、基板を加熱するのに費やされる時間を削減する。更に、高温のDIWの代わりに蒸気を使用することにより、化学物質の希釈を最小限に抑えて、化学物質洗浄プロセス中の加熱及び攪拌を更に可能にする。

**【0019】**

[0021]動作308において、加熱された洗浄用化学物質は、POUノズル106を通じて基板102の上に配置される。洗浄用化学物質は、洗浄用化学物質源118から予め混合及び供給され、加熱された洗浄用化学物質を基板102の上に分注する前に、POUノズル106内で蒸気を使用して加熱される。洗浄用化学物質を導入する前にPOUノズルの中の化学物質を予熱することにより、基板との接触時の洗浄用化学物質の分解を低減し、効果的な洗浄のため、化学物質の使用量を低減する。幾つかの実施形態では、窒素ガス源122から窒素ガスがPOUノズル106の中に噴射され、加熱された洗浄用化学物質及び/又はDIWを霧化する。幾つかの実施形態では、窒素ガス源は、動作308の間、使用されない。幾つかの実施形態では、約60mL/分から約150mL/分、例えば約90mL/分の化学物質が、基板102の表側102a面を覆うように分注される。化学物質は、POUノズル106が静止している間分注されるか、又は、分注している間、POUノズル106が平面の軸110に沿って移動する。表側ノズルアセンブリ112及び裏側分注器アセンブリ126のうち的一方又は両方からの蒸気は、洗浄用化学物質の化学反応を続けるための温度を維持するために、動作308の間、基板に継続的に供給される。

10

20

**【0020】**

[0022]メガソニックエネルギーからなどの音響キャビテーションが、裏板105から印加され、及び/又は音響源発生器が—又は複数のノズルに連結されて、残留物及び粒子除去のために洗浄用化学物質及び蒸気を攪拌する。音響キャビテーションは、超音波又はメガソニックで流体にエネルギーを与えて、残留物及び破片を取り除くことを含む。流体にエネルギーを与えることには、低周波の超音波範囲（例えば約20kHz）から高周波のメガソニック範囲（例えば約2MHz）までの周波数範囲で動作する圧電トランスデューサー（PZT）が使用される。他の周波数範囲が使用され得る。音響エネルギー源発生器（例えばPZT）の形状は矩形が適している。洗浄用化学物質を導入する前に基板を加熱することにより、洗浄用化学物質が少量使用することで済むことを可能にし、既に化学反応の助けとなっている温度環境に化学物質が導入されるため、効果的な洗浄が可能になることが見出された。

30

**【0021】**

[0023]動作310において、基板102の表側102a及び裏側102bは、表側ノズルアセンブリ112及び裏側分注器アセンブリ126から供給される加熱されたDIWを使用してリンスされる。幾つかの実施形態では、表側ノズルアセンブリ112及び裏側分注器アセンブリ126はそれぞれ、蒸気及びDIWを同時に分注することができる複数のノズルを含む。リンスする間、蒸気及びDIWは表側ノズルアセンブリ112及び裏側分注器アセンブリ126を通じて同時に分注される。基板をリンスすることにより、取り除かれた残留物及び破片を洗い流す。本明細書に記載の全ての動作の間、基板は回転し続ける。

40

**【0022】**

[0024]動作302から310は、ラインの前端（FEOL）洗浄など、基板102を処理する各段階において、及び/又はその間に使用される。ラインの後端（BEOL）処理については、動作310において、蒸気加熱されたDIWを霧化するために窒素が使用される。特に、CMP処理では基板を研磨した後にBEOL処理が起こる。本明細書に記載の裏側及び表側ノズルで使用される蒸気加熱されたDIWは、より少ない窒素ガスを使用して効率的に霧化される、DIWの低減された表面張力を発生させる。エネルギーのジェットスプレーは、基板表面102a、102b上の粒子を取り除くことができる。

50

幾つかの実施形態では、動作 3 0 2 から 3 1 0 は、1 2 0 秒未満、例えば 9 0 秒未満、例えば 6 0 秒未満で完了する。

【 0 0 2 3 】

[ 0 0 2 5 ] 動作 3 1 2 において、基板 1 0 2 を乾燥させる。幾つかの実施形態では、基板は 3 0 秒未満で乾燥される。基板 1 0 2 を乾燥することは、ロタゴニプロセスを使用して乾燥することを含む。本明細書で使用される場合、「ロタゴニプロセス」は、IPA などの低い表面張力の流体と高い表面張力の水との間の混合フロントにおいて形成される表面張力勾配を使用して、基板 1 0 2 の表面から流体を引き離すことを含む。表面張力は、イソプロピルアルコール (IPA) スプレー若しくは蒸気、又はそれに溶解する水の表面張力を低減させる任意の適切なスプレー又は蒸気を使用して低減させることができる。幾つかの実施形態では、基板に塗布する前に、IPA は加熱されて、IPA の表面張力を更に低減する。幾つかの実施形態では、IPA を窒素と混合して、IPA 蒸気と N<sub>2</sub> の混合物を提供して、基板の上に分注させる。更に、本明細書で使用するロタゴニプロセス及び蒸気プロセスは、約 3 0 0 r p m から約 5 0 0 r p m の低速回転を使用して基板の上の水膜に代わる薄い IPA 膜を素早く蒸発させ、ひいては洗浄した基板を乾燥させる。

10

【 0 0 2 4 】

[ 0 0 2 6 ] 本プロセスは、水膜蒸発によるスピンドライへと誘導される従来の一部のプロセスにおいて、基板上に粒子又は残留物が残ることを防止する。銅 CMP 洗浄後などの BEO ポスト CMP 基板の蒸気アシスト湿式洗浄では、粒子及び有機残留物を除去する洗浄効率は、潜在的な金属腐食を防止することとバランスを保つことが多い。金属腐食を防止するため、特に基板温度が高温の間は、洗浄した金属表面を、リンス水及び空気の流れに存在する酸素に曝露することを制限すべきである。ロタゴニプロセスは、基板が高温にある間、基板上に窒素 (N<sub>2</sub>) ブランケットを提供することを含み、これは、基板表面上での水蒸気の再凝結を防止し、環境中の酸素を置換し、基板表面周辺の相対湿度を低減する。更に、DIW は、本明細書に記載の動作 3 1 0 においてなどの、洗浄後のリンス用に二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) で脱気及び再気することができる。したがって、洗浄効率を損なうことなく、腐食が低減される。幾つかの実施形態では、ロタゴニプロセス中の昇温した基板温度は、約 2 5 から約 4 0 、例えば約 3 0 である。

20

【 0 0 2 5 】

[ 0 0 2 7 ] したがって、本開示は、基板を洗浄するために使用される化学反応に適した所定の温度まで (例えば、蒸気を使用して) 基板を加熱するように構成された基板洗浄方法及び装置に関する。迅速な加熱のために、基板の裏表両側に蒸気が提供される。加熱された基板に少量の加熱された化学物質を分注して、洗浄用化学物質を大量に使用することなく効率的に基板を洗浄する。本プロセスは、基板の表側及び裏側に蒸気及び DIW を使用して基板をリンスすることを含む。基板は、腐食、粒子、及び残留物を防ぐために、ロタゴニ乾燥プロセスを使用して乾燥される。

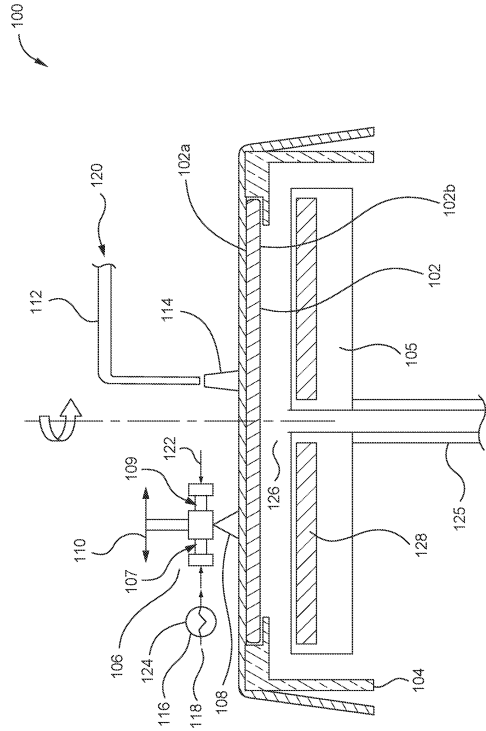
30

40

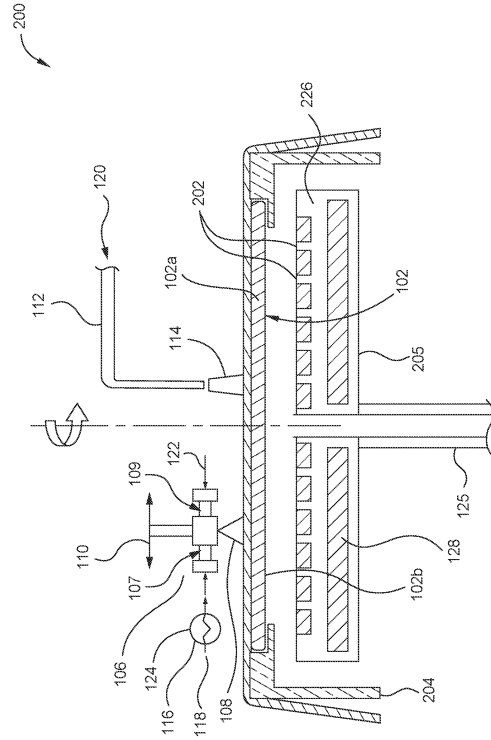
50

【図面】

【図 1】



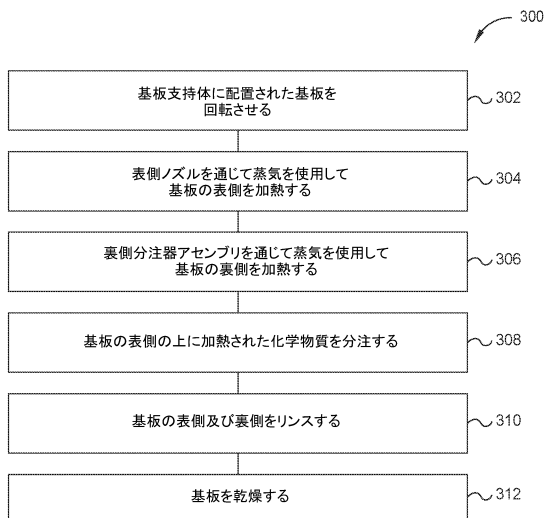
【図 2】



10

20

【図 3】



30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

F I		
H 0 1 L	21/304	6 5 1 H
B 0 8 B	3/02	B
B 0 8 B	3/02	D

5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

## (72)発明者

ルー , ウェイ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

## (72)発明者

ウー , ハオション

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

## (72)発明者

関根 健人

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

## (72)発明者

チャン , シュー-ソン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

## (72)発明者

サウンダラジャン , ハリ エヌ .

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

## (72)発明者

ボラード , チャド

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

審査官 小池 英敏

## (56)参考文献

特開 2 0 1 6 - 1 8 9 0 0 1 ( J P , A )

米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 0 3 9 1 5 ( U S , A 1 )

特表 2 0 0 9 - 5 3 0 8 6 5 ( J P , A )

特開平 1 1 - 3 5 4 6 1 7 ( J P , A )

特開 2 0 1 1 - 2 0 4 7 1 2 ( J P , A )

特開 2 0 2 0 - 0 4 3 3 3 9 ( J P , A )

韓国公開特許第 1 0 - 2 0 0 4 - 0 0 0 3 7 1 5 ( K R , A )

## (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 3 0 4

B 0 8 B 3 / 0 2

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6

B 0 8 B 5 / 0 2