

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5662435号
(P5662435)

(45) 発行日 平成27年1月28日 (2015. 1. 28)

(24) 登録日 平成26年12月12日 (2014. 12. 12)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/304 (2006.01)

H O 1 L 21/304 6 4 7 Z

H O 1 L 21/304 6 4 3 B

H O 1 L 21/304 6 4 3 A

請求項の数 18 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-517635 (P2012-517635)
 (86) (22) 出願日 平成22年6月21日 (2010. 6. 21)
 (65) 公表番号 特表2012-531748 (P2012-531748A)
 (43) 公表日 平成24年12月10日 (2012. 12. 10)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/039396
 (87) 国際公開番号 W02010/151513
 (87) 国際公開日 平成22年12月29日 (2010. 12. 29)
 審査請求日 平成25年6月19日 (2013. 6. 19)
 (31) 優先権主張番号 12/491, 213
 (32) 優先日 平成21年6月24日 (2009. 6. 24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 592010081
 ラム リサーチ コーポレーション
 LAM RESEARCH CORPOR
 ATION
 アメリカ合衆国、カリフォルニア 945
 38, フレモント, クッシング パークウ
 ェイ 4650
 (74) 代理人 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 (72) 発明者 ミハイリチェンコ・カトリーナ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州951
 31 サン・ホセ, フューミア・ドライブ
 , 1818

審査官 ▲高▼須 甲斐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 損傷を与えない高効率な粒子除去洗浄

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板表面から汚染物質を除去するための洗浄剤であって、
 独特な粘弾性を示し、ポリマー化合物と、脱イオン水と、長いポリマー鎖を有する 1 ま
 たは複数の添加剤と、の単相混合物である洗浄液と、
 前記洗浄剤を生成するために前記洗浄液に分散され、マイクロメートル単位の大きさで
 ある複数の乾燥ポリビニルアルコール (PVA) 粒子と、を備え、
 前記乾燥ポリビニルアルコール粒子は、前記洗浄液の液体を吸収し、前記洗浄剤中に均
 一に懸濁され、前記洗浄剤に均一に懸濁されている前記乾燥ポリビニルアルコール粒子は
 、少なくとも一部の汚染物質と相互作用して前記基板表面から前記汚染物質を遊離し、遊
 離された前記汚染物質は、前記洗浄剤中に取り込まれる、洗浄剤。

【請求項 2】

前記乾燥 PVA 粒子は、複数の細孔を含み、前記細孔の大きさは、前記乾燥 PVA 粒子
 の化学組成に基づいて異なる、請求項 1 に記載の洗浄剤。

【請求項 3】

前記基板表面から遊離された前記汚染物質は、前記洗浄剤中に懸濁されている前記 PVA
 粒子の前記複数の細孔内に取り込まれる、請求項 2 に記載の洗浄剤。

【請求項 4】

前記基板表面から遊離された前記汚染物質は、前記洗浄剤の前記長いポリマー鎖中に取り
 込まれる、請求項 1 に記載の洗浄剤。

10

20

【請求項 5】

前記乾燥 P V A 粒子は、ばね定数によって定義され、前記ばね定数は、前記洗浄剤を適用する際に変形したり、形を取り戻したりするための柔軟性を前記乾燥 P V A 粒子に与える、請求項 1 に記載の洗浄剤。

【請求項 6】

前記洗浄液における前記 P V A 粒子の懸濁は、前記乾燥 P V A 粒子によって洗浄液の水分を吸収し、前記 P V A 粒子は膨張して前記洗浄液の前記長いポリマー鎖中に取り込まれ、取り込まれた前記 P V A 粒子は、前記汚染物質と相互作用する際に柔軟性のあるマイクロブラシとして作用し、これにより、前記基板表面に形成されたフィーチャーへの損傷が防止される、請求項 1 に記載の洗浄剤。

10

【請求項 7】

前記 P V A 粒子は前記洗浄剤と共に、前記基板表面に適用された前記洗浄剤に加えられる力によって、前記基板に形成されている半導体素子の周囲で変形し、前記 P V A 粒子は、相互作用時にせん断力をさらに加え、前記フィーチャーに機械的損傷をもたらすことなく前記基板表面から前記汚染物質を除去する、請求項 1 に記載の洗浄剤。

【請求項 8】

前記乾燥 P V A 粒子は、複数の細孔を含み、前記洗浄剤に懸濁されている前記乾燥 P V A 粒子の大きさは、対応する前記細孔より大きくなるように前記細孔の大きさによって定義され、これにより前記 P V A 粒子の構造的完全性および機能性を維持する、請求項 1 に記載の洗浄剤。

20

【請求項 9】

前記乾燥 P V A 粒子の大きさは、約 20 ~ 約 200 マイクロメートルである、請求項 8 に記載の洗浄剤。

【請求項 10】

前記洗浄剤は、約 1 ~ 約 5 重量%の乾燥 P V A 粒子から成る、請求項 1 に記載の洗浄剤。

【請求項 11】

前記洗浄剤は、約 0.1 ~ 約 20 重量%の乾燥 P V A 粒子から成る、請求項 1 に記載の洗浄剤。

【請求項 12】

前記洗浄液は、脱イオン水、ポリマー化合物、pH 調整剤および他の添加剤から成る群から選択される、請求項 1 に記載の洗浄剤。

30

【請求項 13】

前記乾燥 P V A 粒子の大きさは、約 45 ~ 150 マイクロメートルから約 1000 ~ 1800 マイクロメートルに及ぶ、請求項 1 に記載の洗浄剤。

【請求項 14】

半導体基板表面から汚染物質を除去するための装置であって、
前記基板を受け取り、保持し、平面に沿って移動させる基板支持機構と、
前記半導体基板表面に洗浄剤を適用するための洗浄剤ディスペンサと、を備え、
前記洗浄剤は、

40

独特な粘弾性を示し、長いポリマー鎖の単相ポリマー化合物である洗浄液と、

前記洗浄剤を生成するために前記洗浄液に分散され、マイクロメートル単位の大きさである複数の乾燥ポリビニルアルコール (P V A) 粒子と、を含み、

前記乾燥ポリビニルアルコール粒子は、前記洗浄液の液体を吸収して前記洗浄剤中に均一に懸濁されるようになり、均一に懸濁された前記乾燥ポリビニルアルコール粒子は、少なくとも一部の汚染物質と相互作用し、前記基板表面から前記汚染物質を遊離し、遊離された前記汚染物質は、前記洗浄剤中に取り込まれる、装置。

【請求項 15】

前記洗浄剤ディスペンサは、前記洗浄剤を供給するために供給孔を有する近接ヘッドであり、前記近接ヘッドの前記供給孔の大きさは、前記基板表面に前記洗浄剤を適用するこ

50

とができるよう、PVA粒子の大きさより大きい、請求項14に記載の装置。

【請求項16】

前記供給孔の大きさは、約0.875～約10mmである、請求項15に記載の装置。

【請求項17】

前記半導体基板は、前記近接ヘッドの下方に移動し、前記半導体基板の移動は、前記洗浄剤と前記基板表面との間にせん断力をもたらし、前記洗浄剤中のPVA粒子は、前記基板表面から前記汚染物質を遊離させるために、更なるせん断力を提供する、請求項15に記載の装置。

【請求項18】

前記洗浄剤ディスペンサは噴出口である、請求項14に記載の装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

一般に、本発明は、半導体基板処理に関し、さらに具体的には、特殊な化学製剤を使用して効率的で損傷を与えない粒子除去洗浄をもたらすシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子は、さまざまな製造工程を経て得られる。さまざまな製造工程期間に、基板は、製造工程に使用されるあらゆる材料や化学物質を含むさまざまな汚染物質に曝される。エッチング、堆積などのさまざまな製造工程に使用される化学物質によって、基板表面に形成される半導体素子上およびその周囲に粒子またはポリマー残留汚染物質が残留する。粒子汚染物質の大きさは、基板表面に作製される素子およびフィーチャーの限界寸法と同程度以上である。半導体素子の大きさが小さくなるにつれて、基板表面に形成され素子に損傷を与えることなく基板表面から粒子を除去することはますます困難になる。

20

【0003】

いくつかの実施形態では、基板表面から汚染物質を除去するために力学的エネルギーが使用される。しかし、力学的エネルギーを加えると半導体素子が破損するということは周知の事実である。半導体素子に与える損傷を最小限にしながら基板表面から汚染物質を取り除くために、特殊な化学製剤を使用する新規の半導体基板処理概念が知られている。特殊な化学製剤を用いる場合、粒子除去効率(PRE)は、どのように化学製剤を基板表面に適用して基板表面から除去するかによって左右される。特殊な化学製剤の選択は、基板の種類と、除去する必要がある粒子の種類とに強く依存する。特殊な製剤を使用した場合の典型的なPRE値は約90%である。このPRE値は高いものの、残り10%の汚染物質は洗浄処理後に基板に残った状態であることを理解する必要がある。この10%の粒子汚染物質は、歩留まりを大幅に低下させる可能性があり、よって後続の処理工程の前に除去される必要がある。

30

【0004】

上記のPRE値は、完全な洗浄環境での最適な結果を表す。実際には、PRE値は、上記の評価よりはるかに低い(40～50%)可能性があり、基板表面に残留し、収率を大幅に低下させうる多量の汚染物質をもたらす。

40

【0005】

上記を考慮すると、半導体素子の構造的完全性を保持しながら基板表面から汚染物質を除去するためには、さらに効果的な洗浄技術が要求されている。このような状況において、本発明の実施形態が生じる。

【発明の概要】

【0006】

概して、実施形態は、基板表面に形成された素子フィーチャーに機械的損傷を与えることなく基板表面から汚染物質を除去するように改良された基板洗浄技術を提供することによってその要求を満たす。基板洗浄技術は、洗浄液に分散された乾燥PVA粒子を含む洗浄剤を利用する。洗浄液に浸漬すると、PVA粒子は水分を吸収し、PVA剤は加水分解

50

する。洗浄剤が基板表面に適用されると、PVA粒子は、汚染物質と相互作用し、汚染物質と基板表面との結合を切断することとして作用するせん断力をさらに加える。洗浄液とPVA粒子の長鎖ポリマーは、遊離した汚染物質を取り込む。取り込まれた汚染物質は、基板表面から洗浄剤と共に除去され、基板表面を実質的に洗浄された状態にする。PVA粒子は、穏やかに作用して、基板表面から汚染物質を遊離させる柔軟性のあるマイクロブラシとして作用する、マイクロメートル単位の大きさの微粒子である。柔軟で、スポンジに似た性質のPVA粒子は、穏やかに作用して、隣接するフィーチャーおよび素子に影響を与えることなく汚染物質を除去する。マイクロメートル単位の大きさの粒子は、密接して形成されたフィーチャー間の領域に洗浄剤を到達させて汚染物質を除去することが可能であり、基板表面を実質的に洗浄する。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

当然のことながら、本発明は、材料（または溶液）、方法、処理、装置またはシステムを含む多数の方法で実施することができる。以下に、本発明のいくつかの実施形態を記載する。

【0008】

一実施形態では、半導体基板表面から汚染物質を除去する洗浄剤を提供する。洗浄剤は、洗浄液と、洗浄液に分散したマイクロメートル単位の大きさの複数の乾燥ポリビニルアルコール（PVA）粒子とを含む。洗浄液は、独特な粘弾性を示す。洗浄液は、長いポリマー鎖から生成される単相ポリマー化合物である。マイクロメートル単位の大きさの複数の乾燥ポリビニルアルコール粒子は、洗浄液の液体を吸収し、洗浄剤中に均一に懸濁されるようになる。懸濁されたPVA粒子は、半導体基板表面の少なくとも一部の汚染物質と相互作用し、基板表面から汚染物質を遊離させて除去する。遊離した汚染物質は、洗浄剤中に取り込まれる。

20

【0009】

別の実施形態では、半導体基板表面から汚染物質を除去するための装置を提供する。この装置は、半導体基板を受け取り、保持し、平面に沿って移動させるための基板支持機構を含む。また、この装置は、基板表面から汚染物質を除去するために洗浄剤を適用するための洗浄剤ディスペンサを含む。洗浄剤は、洗浄液と、洗浄液に分散したマイクロメートル単位の大きさの複数のポリビニルアルコール（PVA）粒子を含む。洗浄液は、独特な粘弾性を示す長いポリマー鎖の単相ポリマー化合物である。乾燥PVA粒子は、洗浄液の液体を吸収し、洗浄剤中に均一に懸濁されるようになる。懸濁されたPVA粒子は、少なくとも一部の汚染物質と相互作用し、基板表面から汚染物質を遊離させる。遊離した汚染物質は、洗浄剤中に取り込まれ、基板表面を実質的に洗浄された状態にする。

30

【0010】

さらに別の実施形態では、半導体基板の基板表面から汚染物質を除去する方法を提供する。この方法は、洗浄装置に半導体基板を配置することを含む。基板表面から汚染物質を除去するために、洗浄剤が供給される。洗浄剤は、洗浄液と、洗浄液に分散したマイクロメートル単位の大きさの複数のポリビニルアルコール（PVA）粒子を含む。洗浄液は、粘弾性を示す長いポリマー鎖の単相ポリマー化合物である。乾燥PVA粒子は、洗浄液から液体を吸収し、洗浄剤中に均一に懸濁されるようになる。複数のPVA粒子は半導体基板表面の少なくとも一部の汚染物質と相互作用し、基板表面から汚染物質を遊離させる。遊離した汚染物質は、洗浄剤中に取り込まれる。

40

【0011】

本発明の他の態様および利点は、本発明の原理の一例として示す以下の詳しい記載と添付の図面とを参照することによって明らかとなる。

【0012】

本発明は、以下の記載と添付の図面とを参照して容易に理解される。これらの図面は、本発明を好ましい実施形態に限定するものと解釈されるべきではなく、説明および理解のみを目的としたものである。同じ符号は、同じ構造要素を表す。

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の一実施形態において、基板表面から汚染物質を除去するための洗浄剤の概略物理図である。

【図 2 A】本発明の一実施形態において、基板表面に適用された状態の洗浄剤の概略物理図である。

【図 2 B】本発明の一実施形態に従って、基板表面の汚染物質に接触する P V A 粒子の拡大図である。

【図 2 C】本発明の一実施形態において、P V A 粒子に取り込まれる汚染物質の拡大図である。

10

【図 3】本発明の一実施形態において、基板表面から汚染物質を除去する際に使用される洗浄液のポリマー鎖のサンプルを示す図である。

【図 4】本発明の一実施形態において、基板表面から汚染物質を洗浄するための装置の概略図である。

【図 5】本発明の一実施形態において、基板表面から汚染物質を洗浄するために使用される装置の別の実施形態を示す図である。

【図 6】本発明の一実施形態において、標準洗浄剤および強化洗浄剤を使用した場合の粒子除去効率 (P R E) を示す図である。

【図 7】本発明の一実施形態に従って、基板表面に強化洗浄剤を適用する際に使用される処理のフローチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

洗浄処理時に、損傷を与えることなく基板表面から汚染物質を効率的に除去し、粒子除去効率を増大させるためのいくつかの実施形態を説明する。しかし、本発明は、これらの特定の詳細の一部または全てがなくても実施可能であることは、当業者にとって明らかであろう。他の例では、本発明を不必要に曖昧にしないように、周知の処理工程を詳しく記載していない。

【 0 0 1 5 】

基板表面から汚染物質を効率的に除去することは、基板表面に形成されたフィーチャーと、結果として得られる半導体素子との機能性を維持するために有用である。小さい技術ノードに対して機械的損傷を与えることなく粒子を除去することは、ますます困難になっている。本発明の一実施形態では、基板表面を洗浄する際に強化された洗浄剤が使用される。洗浄剤は、長いポリマー鎖のポリマー化合物から生成される洗浄液を含む。洗浄液は、独特な粘弾性を示す。マイクロメートル単位の大きさの複数の乾燥 P V A 粒子が洗浄液で分散され、洗浄剤を生成する。P V A 粒子は、洗浄液から液体を吸収し、洗浄液中に均一に懸濁されるようになる。洗浄剤が基板表面に適用されると、P V A 粒子は、汚染物質と相互作用し、基板表面から汚染物質を遊離させる。遊離した汚染物質は、洗浄剤中に取り込まれ、洗浄剤と共に除去され、基板表面を実質的に洗浄された状態にする。

30

【 0 0 1 6 】

従来の基板洗浄装置および基板洗浄方法は、基板表面から粒子を取り除く際に機械的な力を利用するブラシおよびパッドを含む。幅が狭く、アスペクト比が高い素子構造を伴う最新技術に関しては、ブラシやパッドが加える機械的力によって、素子構造に損傷を与える可能性がある。さらに、粗いブラシやパッドは、基板表面に傷をつける場合もある。キャビテーション気泡と音響流を利用して基板を洗浄するメガソニック洗浄および超音波洗浄などの洗浄技術は、損傷を受けやすい構造に損傷を与える可能性がある。噴射および噴霧を使用する洗浄技術は、膜の浸食を引き起こす可能性があり、脆い構造に損傷を与える可能性もある。洗浄剤には、洗浄を促進するために研磨固体を含むものもある。微細なフィーチャーを伴う最新技術に関して、洗浄剤中の研磨固体は、素子構造に損傷を与える可能性がある。

40

【 0 0 1 7 】

50

微細なPVA粒子は、フィーチャーおよび基板表面に機械的損傷を与えることなく、洗浄剤が基板表面およびフィーチャーから汚染物質粒子を除去することを可能にする。さらに、PVA粒子は、洗浄液の液体を吸収し、洗浄剤のポリマー鎖中に均一に懸濁される。PVA粒子は、基板表面にさらなるエネルギーを加える柔軟性のあるマイクロブラシとして作用し、汚染物質と基板表面との結合を切断しようとするため、隣接して形成されたフィーチャーを破損することなく汚染物質を遊離させる。遊離した汚染物質は、洗浄液の長いポリマー鎖またはPVA粒子中に取り込まれる。取り込まれた汚染物質は、洗浄剤と共に除去される。PVA粒子は、洗浄液が示す通常の粒子除去機構と共に作用する他の粒子除去機構を備えることから、基板表面での粒子除去効率を高める。

【0018】

図1は、基板表面から汚染物質を除去する際に使用される洗浄剤100の物理図を示す。洗浄剤100は、洗浄液110と、洗浄液に分散されているマイクロメートル単位の大さの複数の乾燥PVA粒子120とを含む。洗浄液は、独特な粘弾性を示す長いポリマー鎖のポリマー化合物から生成される。一実施形態では、洗浄液は単相化合物である。洗浄液の長いポリマー鎖は、汚染物質およびPVA粒子を捕捉して取り込む特有の能力を備える。洗浄液に使用可能なポリマー化合物の種類の詳細に関しては、2008年6月2日出願の米国特許出願第12/131,654号明細書(代理人管理番号LAM2P628A)、名称「Materials for Particle Removal by Single-Phase and Two-Phase Media」、2008年6月2日出願の米国特許出願第12/131,660号(代理人管理番号LAM2P628C)、名称「Methods for Particle Removal by Single-Phase and Two-Phase Media」、2008年6月2日出願の米国特許出願第12/131,667号(代理人管理番号LAM2P628G)、名称「Apparatus for Particle Removal by Single-Phase and Two-Phase Media」、2008年6月30日出願の米国特許出願第12/165,577号、名称「Single Substrate Processing Head for Particle Removal Using Low Viscosity Fluid」および2008年11月7日出願の米国特許出願第12/267,345号(代理人管理番号LAM2P644)、名称「Composition of a Cleaning Material for Particle Removal」を参照することができる。これらの関連出願それぞれの開示内容は、参照によりその全体を本願明細書に引用したものとする。

【0019】

マイクロメートル単位の大さの複数の乾燥PVA粒子が洗浄液中に分散される。PVA粒子は、スポンジ状の性質であり、複数の細孔130を含む。PVA粒子は、PVA粒子が洗浄処理時に柔軟性を備えることを可能にするばね定数Kによって定義される。したがって、PVA粒子は、材料に押し付けられると形態を失い、材料から離れると形態を取り戻すことができる。PVA粒子の大きさは、PVA粒子の性質および組成物によって定義される。一実施形態では、PVA粒子の大きさは、PVA粒子中の対応する細孔の大きさとほぼ同程度である。PVA粒子は、洗浄液中に分散されると、洗浄液の液体を吸収して膨張し、洗浄液の長いポリマー鎖中に取り込まれるようになる。

【0020】

乾燥PVA粒子が混合される前の洗浄液の粘性は、脱イオン水(DIW)の粘性と大きく異なり、これより高い。これは、PVA粒子が、DIWまたはDIWと同じような粘性を示す化学的性質構造に添加されると、水分を吸収し、すぐに容器の底にひと塊になって沈殿することによる。本発明では、PVA粒子を懸濁するために使用される高粘度の洗浄液は、PVA粒子を沈殿させないようにする。

【0021】

図1に示すように、結果として得られた洗浄剤は、均一に懸濁されたPVA粒子を含む。洗浄液は、PVA粒子を基板表面の汚染物質に近接させる溶剤を提供し、これにより、

10

20

30

40

50

PVA粒子は汚染物質と相互作用して基板表面から汚染物質を遊離させる。

【0022】

一実施形態では、洗浄剤は、ポリマー洗浄液にマイクロメートル単位の大きさの乾燥PVA粒子を約0.1～約20重量%で混合することによって調製される。別の実施形態では、ポリマーに対する乾燥PVA粒子は、約1～約5重量%である。一実施形態では、乾燥PVA粒子の大きさは、約20～約200マイクロメートルである。別の実施形態では、乾燥PVA粒子の大きさは、約1～約200マイクロメートルである。PVA粒子は、洗浄液に懸濁されると、水分を吸収して膨張する。

【0023】

洗浄剤は、力を使用して適用される。この力は、基板表面全体に洗浄剤を供給する際に使用することができる。一実施形態では、基板表面に洗浄剤を適用するために高度機械洗浄(AMC)技術が使用される。AMC技術を使用して基板を洗浄するための典型的な装置の詳細は、2008年6月30日出願の米国特許出願第12/165,577号、名称「Single Substrate Processing Head for Particle Removal Using Low Viscosity Fluid」に記載され、その内容全体は、参照により本願明細書に引用したものとする。この実施形態では、洗浄剤を、基板表面全体に洗浄剤を均一に適用するのに十分な力によって供給することができる。この力は、洗浄剤の適用に対応する基板の相対運動による力を含んでもよい。この力によって、PVA粒子を基板表面の汚染物質に近接させる。PVA粒子は、てこととして作用し、汚染物質にさらにせん断力を加えて表面からの汚染物質の遊離を促進する。PVA粒子の柔軟なスポンジ状の性質によって、隣接するフィーチャーおよび素子への損傷を防ぎながら、PVA粒子は汚染物質に対してマイクロブラシのように作用し、汚染物質を遊離させる。

【0024】

図2A～2Cは、本発明の一実施形態において、基板表面から汚染物質を除去する際に使用されるフィーチャーを示す。図2Aに示すように、洗浄液110に分散されたPVA粒子120を含む洗浄剤は、洗浄剤ディスペンサ(図示せず)を使用して基板10の表面の一部に適用される。基板10の表面は、複数のフィーチャーおよび素子(図示せず)と、フィーチャーおよび素子を形成するため使用した1または複数の製造工程の間に、フィーチャー/素子の上面およびフィーチャーの中/間に堆積した複数の汚染物質130を含む。洗浄剤ディスペンサは、下向きの力などの力で洗浄剤を供給し、表面に洗浄剤を押し付けて、PVA粒子を表面の不要な粒子と相互作用させる。このように加えられる力のほかに、洗浄剤ディスペンサに対する基板10の相対運動など他の力が洗浄剤に作用してもよい。粘弾性を伴うこれらの力によって、洗浄剤が汚染物質の少なくとも一部と相互作用することが可能となり、基板表面から汚染物質を遊離させて取り込んで除去する。

【0025】

洗浄液の粘弾性が粒子除去効率に関与する以外に、洗浄液110に懸濁したPVA粒子120も、汚染物質130の除去に有用である。図2Bおよび図2Cは、基板表面から汚染物質130を除去する際のPVA粒子120の役割を示す。上述のように、マイクロメートル単位の大きさの乾燥PVA粒子120は、洗浄液110からの液体を使用して加水分解し、大きさが膨張する。加水分解して膨張したPVA粒子120は、洗浄液110の長いポリマー鎖に懸濁された状態にあり、均一な粘性のある洗浄剤を生成する。図2Bおよび図2Cは、汚染物質除去処理におけるPVA粒子120の役割をさらに理解するために、PVA粒子120および汚染物質130の拡大図を示す。洗浄剤は、PVA粒子120が汚染物質130に近接することを可能にするせん断力と共に適用される。図2Bに示すように、PVA粒子120が汚染物質130に近接すると、PVA粒子120に関連するばね定数によって、PVA粒子120は汚染物質130の形に適合する。次に、PVA粒子120は、汚染物質130にさらにせん断力を加えるてこととして作用し、基板表面からの汚染物質の遊離を促進する。汚染物質130は、遊離すると洗浄剤のポリマー鎖に取り込まれる。

10

20

30

40

50

【0026】

本発明の一実施形態では、PVA粒子120のスポンジ様の性質によって、遊離した汚染物質130を取り込むことが可能となる。図2Cに示すように、遊離した汚染物質130が取り込まれると、PVA粒子120に関連するばね定数によって、変形したPVA粒子120が原形を取り戻すことが可能となる。洗浄剤に加える力と基板10の表面によって与えられる相対力によって、基板10の表面から洗浄剤と共に汚染物質130を除去することを促進し、基板表面を実質的に洗浄された状態にする。図2A～2Cは、単一のPVA粒子が単一の汚染物質と相互作用する例示的な実施形態を示す。単一のPVA粒子が複数の汚染物質と相互作用して、それらを基板表面から実質的に除去することができることに留意する必要がある。

10

【0027】

図3は、洗浄液110の長いポリマー鎖が汚染物質130の取り込みに有用である本発明の別の実施形態を示す。図3は、原寸に比例して示していないことに留意する必要がある。図3は、基板表面から遊離した汚染物質を取り込む際に用いる取り込みフィーチャーを示す。さらに、図3に示すポリマー鎖は、洗浄処理時にPVA粒子120および汚染物質130の取り込みを示す一例であり、特定の化合物を表していない。実際のポリマー化合物は、同じような取り込み概念を伴うさらに単純なモデルでも複雑なモデルでもよい。図3に示すように、PVA粒子120は、洗浄液に添加されると、洗浄液110から液体を吸収して膨張し、洗浄液110のポリマー鎖中に取り込まれる。PVA粒子120を含む洗浄剤が基板表面に適用されると、適用によるせん断力が加わって、PVA粒子120が汚染物質130と相互作用することが可能となる。汚染物質130の一部は、洗浄液110との相互作用によって遊離する。残りの汚染物質130の少なくとも一部は、PVA粒子120との相互作用によって除去される。PVA粒子120は、さらなる力を与える柔軟性のあるマイクロブラシとして作用する。PVA粒子120は、てことして作用し、このさらなる力を使用して、基板表面から残りの汚染物質130の一部の遊離に作用する。図3に示すように、遊離した汚染物質130の一部が、ポリマー鎖中に取り込まれ、次に、PVA粒子中の一部が、ポリマー鎖中に取り込まれる。次いで、汚染物質130は、洗浄剤と共に基板表面から除去される。

20

【0028】

洗浄剤は、基板表面を洗浄するために使用される公知の装置のいずれか1つを使用して基板表面に供給されてもよい。一実施形態では、基板10の表面に洗浄剤を供給するために、近接ヘッドが使用される。図4は、本発明の一実施形態に従って、基板10を洗浄するためのそのような近接ヘッド装置200の1つを示す。装置200は、基板10の表面15に洗浄剤を供給するためのディスペンサヘッド204aを近接ヘッドの形態で含む。ディスペンサヘッド204aは、基板表面に洗浄剤を送達するための入口を含む。入口の大きさは、洗浄剤を容易に適用できるような大きさになるように構成される。一実施形態では、入口の大きさは約0.875～約1mmである。ディスペンサヘッド204aは、洗浄剤を基板表面に供給する洗浄剤貯蔵部231に連結される。一実施形態では、ディスペンサヘッド204aは、基板10の表面15に隣接して保持される。近接ヘッドを使用して基板を洗浄するための例示的な装置の詳細は、2008年6月30日出願の米国特許出願第12/165,577号、名称「Single Substrate Processing Head for Particle Removal Using Low Viscosity Fluid」に記載され、その内容全体は、参照により本願明細書に引用したものとす。

30

40

【0029】

最大限の粒子除去効率をもたらすように洗浄液の粘弾性を十分に利用することを確実にするためには、最適な方法によりウェハ表面から洗浄液をすすぐ必要がある。閉じ込め化学洗浄(C3)ヘッドは、基板表面から洗浄溶剤を除去するための最も効果的な方法をもたらす。C3ヘッドおよび洗浄液の詳細に関しては、2008年6月2日出願の米国特許出願第12/131,654号(代理人管理番号LAM2P628A)、名称「Mate

50

rials for Particle Removal by Single - Phase and Two - Phase Media」、2008年6月2日出願の米国特許出願第12/131,660号(代理人管理番号LAM2P628C)、名称「Methods for Particle Removal by Single - Phase and Two - Phase Media」、2008年6月2日出願の米国特許出願第12/131,667号(代理人管理番号LAM2P628G)、名称「Apparatus for Particle Removal by Single - Phase and Two - Phase Media」を参照することができ、その内容は、参照により本願明細書に引用したものとする。C3ヘッドによって実現されるDIWすすぎのメニスカス界面は、洗浄液に貯留力を与え、流体の粘弾性によって基板表面からの粒子の除去を可能にする。メニスカス界面に2相流(液体+空気)があることは、最大限の粒子除去洗浄効率をもたらすために重要である。

10

【0030】

必要に応じて、装置は、基板10の表面15をすすいで乾燥させるためのすすぎ乾燥ヘッド204b-1を含んでもよい。すすぎ乾燥ヘッド204b-1は、すすぎ液貯蔵部232に連結され、ディスペンサヘッド204aによって供給された洗浄剤の膜によって覆われた基板表面15をすすぐためのすすぎ液を提供する。さらに、すすぎ乾燥ヘッド204b-1は、廃棄物貯蔵部233および真空部234に連結される。廃棄物貯蔵部233は、洗浄剤と、基板表面15から除去された汚染物質との混合物を受けて保持し、すすぎ乾燥ヘッド204b-1によって供給された液体をすすぐ。

20

【0031】

一実施形態では、基板10は、基板支持機構(図示せず)を使用して受け取られ、支持され、ディスペンサヘッド204aおよびすすぎ乾燥ヘッド204b-1の下方に移される。基板10の表面15は、ディスペンサヘッド204a下に移動する時、まず洗浄剤によって処理される。洗浄剤は、薄膜として供給され、基板表面15の少なくとも一部を覆う。次いで、基板表面15は、すすぎ乾燥ヘッド204b-1によって供給されたすすぎ液を使用してすすがれ、乾燥される。洗浄剤を適用する力と、洗浄剤の適用に対する基板の相対運動とによって、PVA粒子が汚染物質に近接し、それと相互作用することを可能にするせん断力が生成される。洗浄剤中のPVA粒子は、基板10の表面15にさらなるエネルギーを与える柔軟性のあるマイクロブラシとして作用する。PVA粒子は、汚染物質にさらなるエネルギーを加えるてこととして作用し、基板表面15からの汚染物質の遊離を促進する。

30

【0032】

あるいは、基板205を安定(静止)して保持し、ディスペンサヘッド204aおよびすすぎ乾燥ヘッド204b-1を移動させることができる。移動可能な基板を有する実施形態で記載したように、移動するディスペンサヘッドおよびすすぎ乾燥ヘッドが加えるさらなる力によって、PVA粒子が基板表面から汚染物質に作用して汚染物質の遊離を促進する。

【0033】

一実施形態では、ディスペンサヘッド204aおよびすすぎ乾燥ヘッド204b-1は単一のシステムに属する。この実施形態では、基板支持機構は、まず、洗浄剤を供給するディスペンサヘッド204aの下方に基板10を移動させ、次いで、すすぎ液を供給して汚染物質と共に除去するすすぎ乾燥ヘッド204b-1下に基板10を移動させるために使用される。別の実施形態では、ディスペンサヘッド204aおよびすすぎ乾燥ヘッド204b-1は2つの別個のシステムに属する。ディスペンサヘッド204aの下方に基板を移動させることによって、ディスペンサヘッド204aを有する第1のシステムで、基板10の表面15に洗浄剤が供給される。次に、基板は、すすぎ乾燥装置を有する第2のシステムに移動させられる。一実施形態では、すすぎ乾燥装置は、すすぎ乾燥ヘッド204b-1である。実施形態は、近接ヘッドに限定されず、洗浄剤およびすすぎ液を供給するために他の装置を含むことができる。

40

50

【 0 0 3 4 】

一実施形態では、洗浄剤とすすぎ液を基板の上面に供給するディスペンサヘッド 2 0 4 a およびすすぎ乾燥ヘッド 2 0 4 b - 1 のほかに、基板 1 0 の底面を覆うさらなるディスペンサヘッドおよび/またはすすぎ乾燥ヘッドを備えてもよい。図 4 は、そのような実施形態の 1 つを示す。図 4 に示すように、基板の下面を洗浄するために、表面 1 0 の下側に 2 つのすすぎ乾燥ヘッド 2 0 4 b - 2 および 2 0 4 b - 3 をさらに備えている。図 4 に示すように、一実施形態では、下側にある 2 つのすすぎ乾燥ヘッド 2 0 4 b - 2 および 2 0 4 b - 3 は、対応するすすぎ液貯蔵部 2 3 2'、廃棄物貯蔵部 2 3 3' および真空部 (ポンプ) 2 3 4' に連結される。別の実施形態では、下側にあるすすぎ乾燥ヘッド 2 0 4 b - 2 および 2 0 4 b - 3 はそれぞれ、別個のすすぎ液貯蔵部、別個の廃棄物貯蔵部および別個の真空ポンプに連結される。さらに別の実施形態では、基板 1 0 の上面と下面の両方にすすぎ液を供給するために、統合されたすすぎ液貯蔵部が使用される。同じように、統合された廃棄物貯蔵部と統合された真空ポンプとが、基板の上面と下面の両方に廃棄物容器および真空部を備えてもよい。

10

【 0 0 3 5 】

当技術分野で周知のように、さまざまな洗浄剤ディスペンサ 2 0 4 a、すすぎ乾燥ヘッド 2 0 4 b - 1、2 0 4 b - 2、2 0 4 b - 3 などをさまざまな位置に備えてもよい。さまざまなディスペンサおよびすすぎ乾燥ヘッドの位置は、互いに独立していてもよいし、互いの位置に依存していてもよい。

【 0 0 3 6 】

20

図 5 は、代替実施形態における洗浄化学物質ディスペンサ装置の概略図を示す。ディスペンサ装置 2 7 0 は、基板支持アセンブリ 2 7 2 を収容する容器 2 7 1 を有する。基板支持アセンブリ 2 7 2 は、基板 1 0 を支持する基板ホルダ 2 7 3 を有する。洗浄化学物質貯蔵装置 (図示せず) に連結されたディスペンサアーム 2 7 5 は、基板 1 0 の表面に洗浄化学物質を供給するために使用される。ディスペンサアーム 2 7 5 は、洗浄剤の簡単な適用を可能にするのに十分大きくなるように構成される供給出口を含む。基板支持アセンブリ 2 7 2 は、基板ホルダ 2 7 3 で支持された基板を回転させる回転機構 2 7 4 に連結される。ディスペンサアームは、基板表面に洗浄剤を適用する位置に移動する可動アームであってよい。複合的 (統合的な) な適用された力と、基板の相対運動とによって、PVA 粒子にエネルギーを与え、これによって PVA 粒子を汚染物質と相互作用させる。PVA 粒子によって与えられるさらなるせん断力は、基板表面から汚染物質を遊離させるてこととして作用する。遊離した汚染物質は、PVA 粒子中または洗浄液の長いポリマー鎖中に取り込まれ、洗浄剤と共に除去される。洗浄溶剤中に懸濁された PVA 粒子は、フィーチャーの上面、場合によってはフィーチャーの中/間の汚染物質粒子に達し、汚染物質に首尾よく作用する柔軟性のあるマイクロブラシとして作用し、隣接して形成されたフィーチャー/素子に損傷を与えることなく、徹底的な洗浄を達成することができる。

30

【 0 0 3 7 】

一実施形態では、洗浄剤を供給するために使用されるディスペンサアームは、洗浄処理後にすすぎ液を基板表面に供給するためにも使用してよい。この実施形態では、ディスペンサアームは、洗浄剤の供給とすすぎ液の供給とを切り換えるスイッチング機構を含んでもよい。代替実施形態では、基板表面 1 5 から洗浄剤をすすいで除去するすすぎ液を供給するために、第 2 のディスペンサアームを使用してもよい。

40

【 0 0 3 8 】

上記の実施形態は、ポリマー性洗浄液を使用し、マイクロメートル単位の大きさの複数の PVA 粒子を混合することによって、洗浄力を高める洗浄技術を示す。PVA 剤は、洗浄補助剤として当業界で周知である。従来の洗浄技術は、ローラーブラシで PVA 剤を使用していた。PVA ブラシの使用による最大の支障は、フィーチャーに機械的損傷を与えることである。PVA ロールー洗浄は、接触式洗浄法である。洗浄処理時に、ローラーは、半導体基板に接触し、基板に圧力を加える。この技術は、平面から粒子を除去するのにきわめて効果があると考えられるが、フィーチャーに加わる力によって、フィーチャーに

50

機械的損傷を与えることが多いため、幾何学形状の基板の洗浄には使用することができない。この実施形態では、PVA粒子は洗浄液の長いポリマー鎖中に取り込まれる。PVA粒子は、汚染物質と基板表面との間の結合力を上回るように作用するせん断力を提供する。この適用の主な利点は、洗浄剤の洗浄液に分散したPVA粒子の大きさと加えた力とによって、洗浄剤が、機械的損傷を与えることなく、基板表面から粒子を除去することである。PVA粒子は、首尾よく作用して表面から汚染物質を遊離させる。

【0039】

洗浄液と適切なPVA粒子の選択は、汚染物質の種類と、素子/フィーチャーとに関わる複数の処理パラメータの種類に基づく。処理パラメータは、フィーチャー/素子を形成するさまざまな製作層を分析することによって得てもよい。処理パラメータは、汚染物質および各素子/フィーチャーの特徴を定義する。各フィーチャー/素子および汚染物質に関わる処理パラメータのいくつかは、1または複数の種類、大きさおよび組成を含む。約0.1~約20重量%の洗浄液に約0.5~約200μmの大きさのPVA粒子を分散し、約15~1500ml/分の流量で適用すると、最適洗浄が得られる。洗浄剤を室温で適用すると、最適洗浄を得ることができる。

【0040】

図6は、本発明の一実施形態において、粒子除去効率(PRE)と洗浄処理後に残った汚染物質の数とを示す。洗浄剤は、洗浄液に約1~約20重量%のPVA粒子を混合することによって調製する。PREは、粒子監視基板を使用することによって測定し、粒子監視基板には、さまざまな大きさの窒化ケイ素粒子を意図的に堆積させる。洗浄済みのシリコン基板を使用する。窒化ケイ素をシリコン基板に堆積させる。堆積後に、基板に堆積した窒化ケイ素粒子の量を測定する。次いで、基板を最初に洗浄剤で洗浄し、洗浄後に窒化ケイ素粒子の量を測定する。次いで、PREを以下に示す標準式を使用して算出する。PREは、洗浄液で処理した後と、洗浄剤で処理した後の基板に対して算出し、洗浄液は、PVA粒子を分散することによって強化する。PREは、以下に記載する式(1)によって算出される。

$$PRE = (\text{洗浄前の総数} - \text{洗浄後の総数}) / \text{洗浄前の総数} \cdot \cdot \cdot (1)$$

【0041】

Sin粒子を有する基板を走査して、標準洗浄液および強化洗浄液による洗浄前および洗浄後の粒子数を測定し、洗浄時の強化洗浄液の効果を比較する。図6に示すように、強化洗浄液のPREが約94%であるのに比して、標準洗浄液のPREは約85.8%であり、強化洗浄液は、基板表面から汚染物質を除去するのに効果があることを明確に示している。洗浄剤中の洗浄液のポリマー鎖およびポリマーネットワークは、基板表面から遊離した汚染物質を捕捉して取り込むことを促進し、これにより、基板表面に汚染物質が堆積したり、再堆積したりすることを防ぎ、またPVA粒子には、基板表面の汚染物質をさらに効率的に洗浄する効果がある。

【0042】

図7は、本発明の一実施形態に従って、マイクロメートル単位の大きさの複数のPVA粒子が分散した洗浄剤を使用して、基板を洗浄するための処理フローを示す。基板は、フィーチャー/素子が基板表面から突出してパターン化した基板である。この処理は、処理710で示すように、洗浄装置に洗浄する基板を配置することから開始する。基板は、洗浄装置の中を通るように基板を移動させるか、あるいは、基板に対して移動する1または複数のディスペンサとともに静止している基板支持機構に配置することができる。処理720では、洗浄剤を基板表面に供給する。洗浄剤は、独特な粘弾性の洗浄液を含む。さらに、洗浄剤は、長いポリマー鎖の単相ポリマー化合物となるように選択する。マイクロメートル単位の大きさの複数の乾燥PVA粒子が、洗浄液中に分散される。乾燥PVA粒子は、洗浄液から液体を吸収し、膨張して、洗浄液のポリマー鎖中に均一に懸濁される。

【0043】

また、基板洗浄法は、PVA粒子に力を加え、PVA粒子と汚染物質との間で相互作用が成立するように、基板に存在する汚染物質にPVA粒子を近接させることを含む。一実

施形態では、この力は、洗浄剤が基板表面に適用される際に、PVA粒子に加えられる。別の実施形態では、この力は、洗浄剤が基板表面に適用されるか、あるいは、すすぎ液が基板表面に適用される際に、PVA粒子に加えられる。この実施形態では、すすぎ時に基板表面に加えた力によって、PVA粒子を汚染物質に近接させ、PVA粒子と汚染物質と間の相互作用が成立することを促進する。

【0044】

一実施形態では、基板上への洗浄剤の流量は、洗浄剤を適用する力を増大し、PVA粒子が汚染物質と相互作用することを可能にするように制御される。基板から汚染物質を除去するための本発明の方法は、洗浄剤のPVA粒子に力を加えて、PVA粒子が除去される汚染物質との相互作用を成立させる手段がありさえすれば、多くのさまざまな方法で実施することができる。

10

【0045】

PVA粒子は、さらなる力を与える柔軟性のあるマイクロブラシとして作用する。さらなる力を加えることによって、PVA粒子が基板表面からの汚染物質の遊離に有用であるとして作用することが可能となる。遊離した汚染物質は、PVA粒子中または洗浄剤の長いポリマー鎖中に取り込まれる。処理730では、取り込まれた汚染物質と共に洗浄化学物質を基板表面から除去し、基板表面を実質的に洗浄された状態にする。

【0046】

一実施形態では、洗浄剤は取り込まれた汚染物質と共に、真空にすることによって除去される。別の実施形態では、すすぎ液を供給し、基板表面から素早く除去する。すすぎ液を除去する際に、汚染物質と共に洗浄剤も素早く除去する。本質的には、パターン化した基板の除去される汚染物質は、半導体ウェハ製造工程によるあらゆる種類の表面汚染物質であってよく、粒子汚染、微量金属汚染、有機汚染、フォトレジストによる破片、ウェハ処理装置からの汚染、ウェハはす縁の汚染およびウェハ裏面の粒子汚染を含むが、これに限定されない。

20

【0047】

すすぎ液が汚染物質と共に洗浄剤を除去するために使用される実施形態では、すすぎ液は、汚染物質と共に洗浄剤を効率的に除去することを容易にするように慎重に選択される。この実施形態では、すすぎ液は、選択したすすぎ液とその送達法が洗浄処理に使用される洗浄剤を補うように選択される。すすぎ処理730のすすぎ液は、基板表面に化学残留物を残すことなく、洗浄剤を徹底的に除去することを容易にするDIWまたは他の液体などのあらゆる液体であってもよい。一実施形態では、すすぎ液は、閉じ込め化学洗浄(C3)ヘッドによって適用される。しかし、最大限の粒子除去効率を達成するために、すすぎ液をウェハに供給する手段となりうるさまざまな方法がある。

30

【0048】

ウェハキャリアなどの基板支持装置に関するさらなる情報に関しては、本願の譲受人に譲受された2007年5月2日出願の米国特許出願第11/743,516号、名称「HYBRID COMPOSITE WAFER CARRIER FOR WET CLEAN EQUIPMENT」を参照することができ、参照により本願明細書に引用したものとする。

40

【0049】

近接ヘッドに関するさらなる情報に関しては、2003年9月9日発行の米国特許第6,616,772号、名称「METHODS FOR WAFER PROXIMITY CLEANING AND DRYING」に記載されるような典型的な近接ヘッドを参照することができる。この米国特許は、Lam Research社、本願の譲受人に譲受され、参照により本願明細書に引用したものとする。

【0050】

メニスカスに関するさらなる情報に関しては、2005年1月24日発行の米国特許第6,998,327号、名称「METHODS AND SYSTEMS FOR PROCESSING A SUBSTRATE USING A DYNAMIC LIQ

50

UID MENISCUS」および2005年1月24日発行の米国特許第6,998,326号、名称「PHOBIC BARRIER MENISCUS SEPARATION AND CONTAINMENT」を参照することができる。これらの米国特許は、本願の譲受人に譲受され、その全体を参照により本願明細書に引用したものとする。

【0051】

上部および底部メニスカスに関するさらなる情報に関しては、2002年12月24日出願の米国特許出願第10/330,843号、名称「MENISCUS, VACUUM, IPA VAPOR, DRYING MANIFOLD」に記載されるような典型的なメニスカスを参照することができる。この米国特許は、Lam Research社、本願の譲受人に譲受され、参照により本願明細書に引用したものとする。

10

【0052】

本発明をいくつかの実施形態に関して記載してきたが、当業者が、本願明細書を読み、その図面を吟味すれば、さまざまな変更、追加、置換およびその均等物を実施できることが理解されよう。したがって、本発明は、本発明の真の趣旨および範囲内にそのような変更、追加、置換および均等物をすべて含むことが意図される。本願の特許請求の範囲では、要素および/または工程は、本願の特許請求の範囲で明確に言及しない限り、処理の特定の順序を含意しない。

適用例1：半導体基板表面から汚染物質を除去するための洗浄剤であって、独特な粘性を示し、ポリマー化合物と、脱イオン水と、長いポリマー鎖を有する1または複数の添加剤と、の単相混合物である洗浄液と、前記洗浄剤を生成するために前記洗浄液に分散され、マイクロメートル単位の大きさである複数の乾燥ポリビニルアルコール(PVA)粒子と、を備え、前記乾燥ポリビニルアルコール粒子は、前記洗浄液の液体を吸収し、前記洗浄剤中に均一に懸濁され、前記洗浄剤に均一に懸濁されている前記乾燥ポリビニルアルコール粒子は、少なくとも一部の汚染物質と相互作用して前記基板表面から前記汚染物質を遊離し、遊離された前記汚染物質は、前記洗浄剤中に取り込まれる、洗浄剤。

20

適用例2：前記乾燥PVA粒子は、複数の細孔を含み、前記細孔の大きさは、前記乾燥PVA粒子の化学組成に基づいて異なる、適用例1に記載の洗浄剤。

適用例3：前記基板表面から遊離された前記汚染物質は、前記洗浄剤中に懸濁されている前記PVA粒子の前記複数の細孔内に取り込まれる、適用例1に記載の洗浄剤。

適用例4：前記基板表面から遊離された前記汚染物質は、前記洗浄剤の前記長いポリマー鎖中に取り込まれる、適用例1に記載の洗浄剤。

30

適用例5：前記乾燥PVA粒子は、ばね定数によって定義され、前記ばね定数は、前記洗浄剤を適用する際に変形したり、形を取り戻したりするための柔軟性を前記乾燥PVA粒子に与える、適用例1に記載の洗浄剤。

適用例6：前記洗浄液における前記PVA粒子の懸濁は、前記乾燥PVA粒子によって洗浄液の水分を吸収し、前記PVA粒子は膨張して前記洗浄液の前記長いポリマー鎖中に取り込まれ、取り込まれた前記PVA粒子は、前記汚染物質と相互作用する際に柔軟性のあるマイクロブラシとして作用し、これにより、前記基板表面に形成されたフィーチャーへの損傷が防止される、適用例1に記載の洗浄剤。

適用例7：前記PVA粒子は前記洗浄剤と共に、前記基板表面に適用された前記洗浄剤に加えられる力によって、前記基板に形成されている半導体素子の周囲で変形し、前記PVA粒子は、相互作用時にせん断力をさらに加え、前記フィーチャーに機械的損傷をもたらすことなく前記基板表面から前記汚染物質を除去する、適用例1に記載の洗浄剤。

40

適用例8：前記乾燥PVA粒子は、複数の細孔を含み、前記洗浄剤に懸濁されている前記乾燥PVA粒子の大きさは、対応する前記細孔より大きくなるように前記細孔の大きさによって定義され、これにより前記PVA粒子の構造的完全性および機能性を維持する、適用例1に記載の洗浄剤。

適用例9：前記乾燥PVA粒子の大きさは、約20～約200マイクロメートルである、適用例8に記載の洗浄剤。

適用例10：前記洗浄剤は、約1～約5重量%の乾燥PVA粒子から成る、適用例1に

50

記載の洗浄剤。

適用例 1 1：前記洗浄剤は、約 0.1 ~ 約 20 重量 % の乾燥 PVA 粒子から成る、適用例 1 に記載の洗浄剤。

適用例 1 2：前記洗浄液は、脱イオン水、ポリマー化合物、pH 調整剤および他の添加剤から成る群から選択される、適用例 1 に記載の洗浄剤。

適用例 1 3：前記乾燥 PVA 粒子の大きさは、約 45 ~ 150 マイクロメートルから約 1000 ~ 1180 マイクロメートルに及び、適用例 1 に記載の洗浄剤。

適用例 1 4：半導体基板表面から汚染物質を除去するための装置であって、前記基板を受け取り、保持し、平面に沿って移動させる基板支持機構と、前記半導体基板表面に洗浄剤を適用するための洗浄剤ディスペンサと、を備え、前記洗浄剤は、独特な粘弾性を示し、長いポリマー鎖の単相ポリマー化合物である洗浄液と、前記洗浄剤を生成するために前記洗浄液に分散され、マイクロメートル単位の大きさである複数の乾燥ポリビニルアルコール (PVA) 粒子と、を含み、前記乾燥ビニルアルコール粒子は、前記洗浄液の液体を吸収して前記洗浄剤中に均一に懸濁されるようになり、均一に懸濁された前記乾燥ビニルアルコール粒子は、少なくとも一部の汚染物質と相互作用し、前記基板表面から前記汚染物質を遊離し、遊離された前記汚染物質は、前記洗浄剤中に取り込まれる、装置。

適用例 1 5：前記洗浄剤ディスペンサは、前記洗浄剤を供給するために供給孔を有する近接ヘッドであり、前記供給ヘッドの前記供給孔の大きさは、前記基板表面に前記洗浄剤を適用することができるよう、PVA 粒子の大きさより大きい、適用例 1 4 に記載の装置。

適用例 1 6：前記供給孔の大きさは、約 0.875 ~ 約 10 mm である、適用例 1 5 に記載の装置。

適用例 1 7：前記半導体基板は、前記近接ヘッドの下方に移動し、前記半導体基板の移動は、前記洗浄剤と前記基板表面との間にせん断力をもたらし、前記洗浄剤中の PVA 粒子は、前記基板表面から前記汚染物質を遊離させるために、更なるせん断力を提供する、適用例 1 5 に記載の装置。

適用例 1 8：前記洗浄剤ディスペンサは噴出口である、適用例 1 4 に記載の装置。

10

20

【図 1】

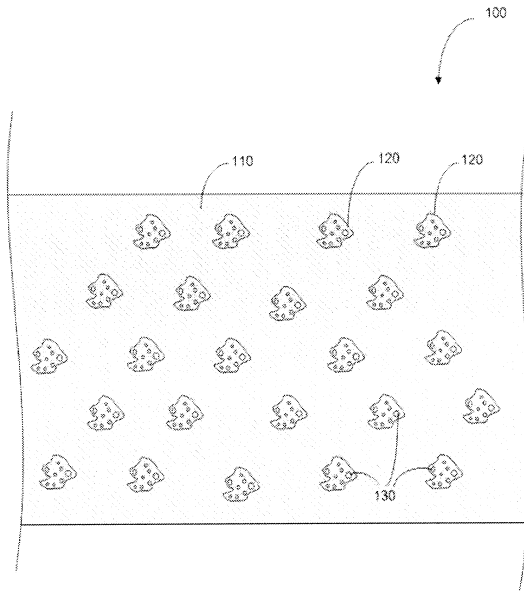


Figure 1

【図 2 A】

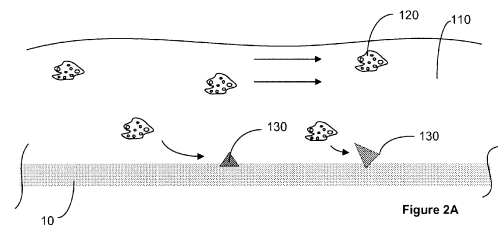


Figure 2A

【図 2 B】

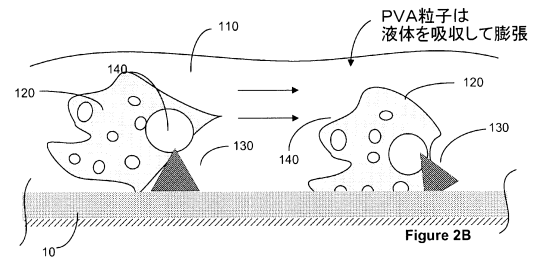


Figure 2B

【図 2 C】

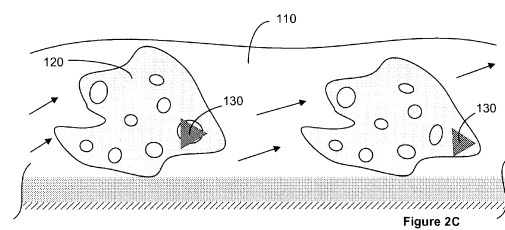


Figure 2C

【図 3】

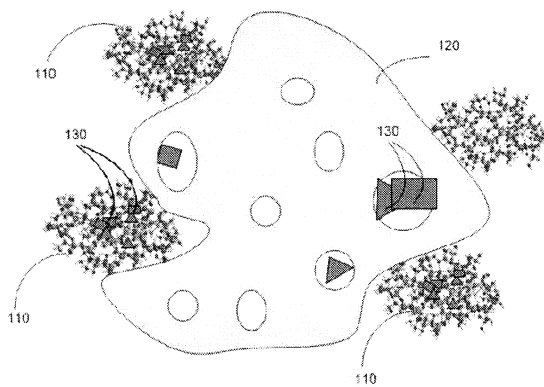


Figure 3

【図 4】

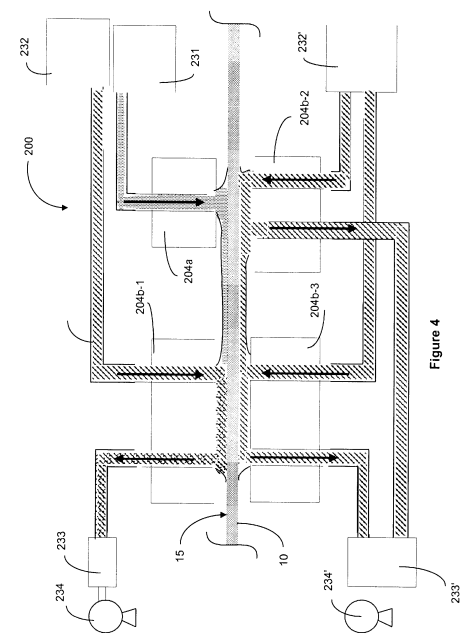


Figure 4

【図 5】

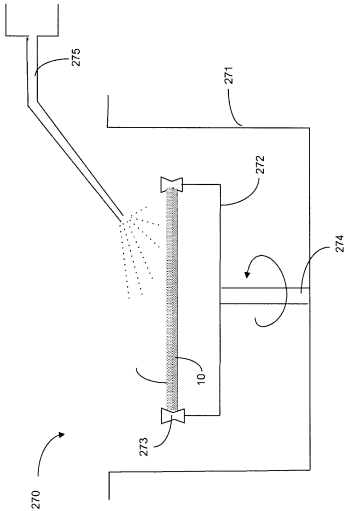


Figure 5

【図 6】

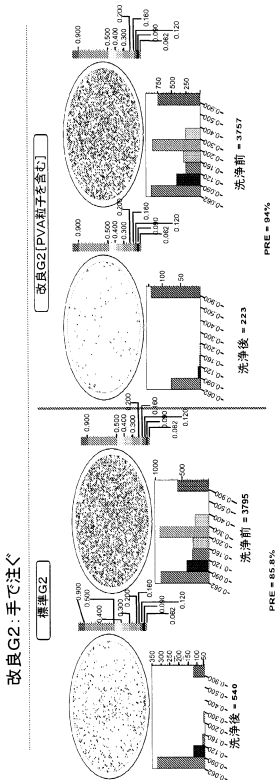


Figure 6

【図 7】

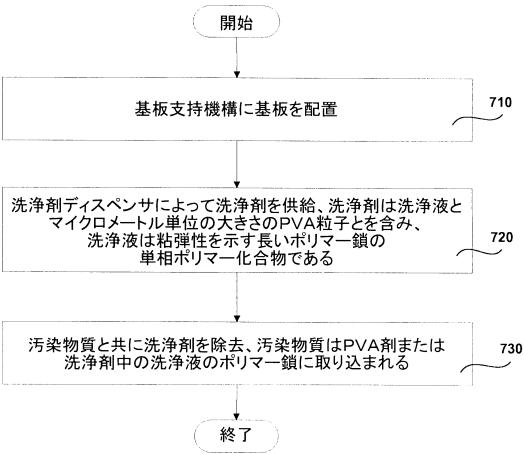


Figure 7

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0156452(US,A1)
米国特許出願公開第2006/0128590(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/304