

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5073902号  
(P5073902)

(45) 発行日 平成24年11月14日 (2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日 (2012.8.31)

(51) Int. Cl.

F I

G O 3 F 7/42 (2006.01)  
 H O 1 L 21/027 (2006.01)  
 H O 1 L 21/3065 (2006.01)  
 H O 1 L 21/304 (2006.01)

G O 3 F 7/42  
 H O 1 L 21/30 5 7 2 B  
 H O 1 L 21/302 1 0 4 H  
 H O 1 L 21/304 6 4 5 A  
 H O 1 L 21/304 6 4 7 A

請求項の数 3 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-535218 (P2001-535218)  
 (86) (22) 出願日 平成12年11月1日 (2000.11.1)  
 (65) 公表番号 特表2003-513466 (P2003-513466A)  
 (43) 公表日 平成15年4月8日 (2003.4.8)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2000/041787  
 (87) 国際公開番号 W02001/033615  
 (87) 国際公開日 平成13年5月10日 (2001.5.10)  
 審査請求日 平成19年10月30日 (2007.10.30)  
 審判番号 不服2011-14493 (P2011-14493/J1)  
 審判請求日 平成23年7月5日 (2011.7.5)  
 (31) 優先権主張番号 60/163, 121  
 (32) 優先日 平成11年11月2日 (1999.11.2)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 000219967  
 東京エレクトロン株式会社  
 東京都港区赤坂五丁目3番1号  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100102819  
 弁理士 島田 哲郎  
 (74) 代理人 100123582  
 弁理士 三橋 真二  
 (74) 代理人 100141081  
 弁理士 三橋 庸良  
 (74) 代理人 100153729  
 弁理士 森本 有一  
 (74) 代理人 100171251  
 弁理士 篠田 拓也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多数のワークピースを超臨界処理する方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) 入口を有する移送モジュールと、  
 b) 2つ以上の超臨界処理モジュールの内部にほぼ一定の体積を有するワークピース用キャビティ及び前室を有し、前記ワークピース用キャビティにおいてワークピースを超臨界処理する、前記移送モジュールに連結された2つ以上の超臨界処理モジュールと、  
 c) 前記ワークピース用キャビティに連結された2つ以上の超臨界条件ジェネレータと、  
 d) ワークピースを前記2つ以上の超臨界処理モジュールの前記ワークピース用キャビティ内に移動させるために、前記2つ以上の超臨界処理モジュールの各々の前記前室の内部に設けられた少なくとも一つのロボット(178~182)と、  
 e) ワークピースを前記少なくとも一つのロボット(178~182)の各々に移動させる主搬送ロボット(102)を備えた、前記移送モジュールの内部の移送機構(80)とを備え、  
 f) 前記主搬送ロボット(102)は、大気圧下で前記ワークピースを前記少なくとも一つのロボット(178~182)の各々に渡し、かつ前記少なくとも一つのロボット(178~182)の各々は、前記ワークピースを、前記少なくとも一つのロボット(178~182)に対応する前記2つ以上の超臨界処理モジュールの前記ワークピース用キャビティ内に移動させ、

前記主搬送ロボット(102)が前記前室内の前記少なくとも一つのロボット(178

10

20

～ 182) の各々に前記ワークピースを受け渡す時に、前記前室内の圧力は、前記移送モジュール内の圧力よりも高く維持される、2つ以上のワークピースを超臨界処理する装置。

【請求項2】

請求項1に記載のワークピースを超臨界処理する装置を用いて第一及び第二のワークピースを超臨界処理する方法において、

a) 前記第一のワークピースを移送モジュールの入口から第一の前室へ移送し、前記第一のワークピースを前記第一の前室から第一の超臨界処理モジュールの前記ワークピース用キャビティへ移送する段階と、

b) 前記第二のワークピースを前記移送モジュールの入口から第二の前室へ移送し、前記第二のワークピースを前記第二の前室から第二の超臨界処理モジュールの前記ワークピース用キャビティへ移送する段階と、

c) 前記第一及び第二のワークピースを、それぞれ、前記第一及び第二の超臨界処理モジュールの前記ワークピース用キャビティにおいて超臨界処理する段階と、

d) 前記第一のワークピースを前記第一の超臨界処理モジュールから前記第一の前室へ移送し、前記第一のワークピースを前記第一の前室から前記移送モジュールの入口へ移送する段階と、

e) 前記第二のワークピースを前記第二の超臨界処理モジュールから前記第二の前室へ移送し、前記第二のワークピースを前記第二の前室から前記移送モジュールの入口へ移送する段階とを備えた、第一及び第二のワークピースを超臨界処理する方法。

【請求項3】

前記第一及び第二のワークピースを、それぞれ、前記第一及び第二の超臨界処理モジュールにおいて超臨界処理する段階は、

(i) 第一の洗浄物質を前記第一の超臨界処理モジュールに導入する段階と、

(ii) 前記第一の洗浄物質がその超臨界状態に到達するまで前記第一の洗浄物質を加圧する段階と、

(iii) 前記第一のワークピース上の第一の残留物が少なくとも部分的に除去されるまで、前記第一の洗浄物質をその実質的な超臨界状態で前記第一のワークピースと接触させ続ける段階と、

(iv) 第二の洗浄物質を前記第二の超臨界処理モジュールに導入する段階と、

(v) 前記第二の洗浄物質がその超臨界状態に到達するまで前記第二の洗浄物質を加圧する段階と、

(vi) 前記第二のワークピース上の第二の残留物が少なくとも部分的に除去されるまで、前記第二の洗浄物質をその実質的な超臨界状態で前記第二のワークピースと接触させ続ける段階とを備えている、請求項2に記載の第一及び第二のワークピースを超臨界処理する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

発明の属する技術分野

本発明は超臨界処理の分野に関する。とりわけ、本発明は、多数のワークピースを同時に処理する超臨界処理の分野に関する。本出願の請求の範囲は、1999年11月2日付の出願の米国仮特許出願第06/163121号の優先権を主張する。同出願を参照することにより本明細書に組み込まれる。

【0002】

従来の技術

半導体の製造において、イオン注入段階、エッチング段階及び他の処理段階を使用している。イオン注入段階において、フォトレジストはドーパントが注入されていない半導体基板の領域をマスクする。エッチング段階において、フォトレジストは、エッチングされない半導体基板の領域をマスクする。他の処理段階の例には、処理されるウェハのブランケット保護被覆として、又はMEMS（マイクロ電子機械システム）装置のブランケット保

護被覆としてフォトレジストを使用することが含まれている。イオン注入段階の後、フォトレジストは、硬い外側クラストで被覆したゼリー状芯を露出する。硬い外側クラストはフォトレジストを除去することが難しい。エッチング段階の後、残留物（エッチング残留物と混合されたフォトレジスト残留物）はエッチングした構造の側壁を被覆する。一種のエッチング段階とエッチングされた材料に依存して、エッチング残留物で混合されたフォトレジスト残留物は、エッチング残留物で混合されたフォトレジスト残留物がエッチングした構造の側壁に強く接着されることが多いので、除去問題において改善する必要がある。

#### 【 0 0 0 3 】

一般に、従来技術では、フォトレジスト及び残留物は、ウェットクリーンバス内で洗浄した後に、酸素プラズマ内でプラズマ灰化によって除去される。従来技術の半導体エッチング及び金属被覆処理が図 1 のブロック線図に示されている。半導体エッチング及び金属被覆処理 10 は、フォトレジスト塗布段階 12 と、フォトレジスト露出段階 14 と、フォトレジスト現像段階 16 と、誘電エッチング段階 18 と、灰化段階 20 と、ウェットクリーン段階 22 と、金属堆積段階 24 とを有する。フォトレジスト塗布段階 12 において、フォトレジストは、露出される酸化物層を有するウェハーに塗布される。フォトレジスト露出段階 14 において、フォトレジストは光に晒され、フォトレジストはマスクによって部分的にブロックされる。

#### 【 0 0 0 4 】

フォトレジストが正型であるか又は負型であるかに依存して、露出されたフォトレジスト又は露出されていないフォトレジストのそれぞれは、フォトレジスト現像段階 16 において除去され、酸化物層に露出パターンを残している。誘電エッチング段階 18 において、酸化物層上の露出パターンは、酸化物層に露出パターンをエッチングする R I E（反応性イオンエッチング）処理においてエッチングされ、エッチングパターンを形成し、その一方で、フォトレジストを部分的にエッチングする。これにより、エッチング外形の側壁を被覆する残留物を生成し、その一方で、フォトレジストを硬化させる。灰化段階 20 において、酸素プラズマにより、フォトレジスト及び残留物を酸化させて部分的に除去する。ウェットクリーン段階 22 では、残留しているフォトレジスト及び残留物がウェットクリーンバス内で除去される。

#### 【 0 0 0 5 】

金属堆積段階 24 において、エッチングパターンを充填しかつエッチングされていない領域を覆っているウェハー上に金属層が堆積させられる。次の処理において、回路を形成するように、エッチングされていない領域を覆っている金属の少なくとも一部分が除去される。

#### 【 0 0 0 6 】

ニシカワ他は、1990 年 7 月 31 日付に発行された米国特許第 4944837 号において、液化されたガス又は超臨界ガスを使用してレジストを除去する従来する方法を列挙している。レジストを有する基板は、液化されたガス又は超臨界ガスを含んでいる圧力容器内に配置される。所定時間経過後、液化されたガス又は超臨界ガスは、急速に膨張し、それによりレジストを除去する。

#### 【 0 0 0 7 】

ニシカワ他は、超臨界二酸化炭素をフォトレジストのためのデベロッパとして使用することができるということを教唆している。フォトレジスト層を有する基板は一定のパターンで光に露出され、潜像を形成する。フォトレジストと潜像を有する基板は 30 分超臨界二酸化炭素バス内に配置される。超臨界二酸化炭素は濃縮され、フォトレジストのパターンを残す。ニシカワ他は、0.5%の重量のメチルイソブチルケトン（MIBK）を超臨界二酸化炭素に追加することができ、それにより、超臨界二酸化炭素の有効性を増し、フォトレジストの現像時間を 30 分から 5 分に減らすということを教唆している。

#### 【 0 0 0 8 】

ニシカワ他は、超臨界二酸化炭素と 7%の重量の MIBK を使用してフォトレジストを除

10

20

30

40

50

去することができるということも教唆している。フォトレジストを有する基板は、30～45分間、超臨界二酸化炭素内及びMIBK内で配置される。超臨界二酸化炭素を濃縮させる時にフォトレジストが除去される。

【0009】

ニシカワ他によって教唆された方法は、多数の理由で半導体製造ラインには不適切である。基板からフォトレジストを除去するために液化されたガス又は超臨界ガスを急速に膨張させると、基板が破損する可能性がある。また、フォトレジスト現像処理は30分かかるのであまりにも非効率的である。MIBKは有毒でありかつより適切な選択ができない時のみにMIBKは使用されるので、MIBKを使用したフォトレジスト現像処理又は除去処理は好ましくない。

10

【0010】

スミスジュニア他は、1995年1月3日に発行した米国特許第5377705号において、ワークピースから汚染物質を除去する装置を教唆している。汚染物質には、有機的な粒状でイオン汚染物質が含まれる。この除去装置は、加圧可能な掃除容器と、液体二酸化炭素と、貯蔵容器と、ポンプと、溶媒搬送装置と、分離器と、コンデンサと、種々の弁とを有している。ポンプにより二酸化炭素ガス及び溶媒を掃除容器に移送し、二酸化炭素ガスを超臨界二酸化炭素に加圧する。超臨界二酸化炭素及び溶媒によりワークピースから汚染物質を除去する。弁により超臨界二酸化炭素及び溶媒を掃除容器から送ることができ、その一方で、ポンプにより超臨界二酸化炭素及び溶媒を補充する。分離器は、溶媒を超臨界二酸化炭素から分離する。コンデンサは二酸化炭素を液体二酸化炭素に濃縮し、液体二酸化炭素容器を補充することができる。

20

【0011】

スミスジュニア他の教唆するフォトレジスト及び残留物を除去する装置を採用すると、多数の困難な点がある。加圧可能な掃除容器は、半導体基板の操作のために適切に構成されていない。掃除中において超臨界二酸化炭素及び溶媒を送ることは非効率である。このような装置を半導体製造ラインの処理能力の要求に容易に適用することができない。このような装置は安全な半導体基板操作の助けとならない。それは半導体製造ラインにおいて重大である。このような装置は半導体基板処理には経済的でない。

【0012】

半導体製造ラインに適した、超臨界二酸化炭素を使用してフォトレジストを現像する方法が要求されている。

30

【0013】

半導体製造ラインに適した、超臨界二酸化炭素を使用してフォトレジストを除去する方法が要求されている。

【0014】

半導体基板を操作するために構成された超臨界処理装置が要求されている。

【0015】

処理室内で流体流れを生成するために処理室から超臨界二酸化炭素及び溶媒を必ずしも流す必要がない超臨界処理装置が要求されている。

【0016】

半導体製造ラインの処理能力の要求を満たす超臨界処理装置が要求されている。

40

【0017】

安全な半導体基板操作を提供する超臨界処理装置が要求されている。

【0018】

経済的な半導体基板処理を提供する超臨界処理装置が要求されている。

【0019】

発明の概要

本発明は多数のワークピースの超臨界処理装置である。この超臨界処理装置は、移送モジュールと、第一及び第二の超臨界処理モジュールと、ロボットとを有する。移送モジュールは入口を有する。第一及び第二の超臨界処理モジュールは移送モジュールに連結されて

50

いる。ロボットは好ましくは移送モジュール内に配置されている。操作時において、ロボットは第一ワークピースを移送モジュールの入口から第一超臨界処理モジュールへ移送する。ロボットは第二ワークピースを第二超臨界処理モジュールへ移送する。ワークピースが処理された後、ロボットは第一及び第二のワークピースを移送モジュールの入口に戻す。あるいは、超臨界処理装置は移送モジュールに連結されたさらなる超臨界処理モジュールを有する。

#### 【 0 0 2 0 】

好適な実施例の詳細な説明

図 2 において、本発明の半導体のエッチング及び金属被覆処理をブロック図で示す。半導体のエッチング及び金属被覆処理 30 は、フォトレジスト塗布段階 32 と、フォトレジスト露出段階 34 と、フォトレジスト現像段階 36 と、誘電エッチング段階 38 と、超臨界除去処理 40 と、金属堆積段階 42 とを含む。フォトレジスト塗布段階 32 において、フォトレジストは、露出される酸化物層を有するウェハーに塗布される。フォトレジスト露出段階 34 において、フォトレジストは光に晒され、フォトレジストはマスクによって部分的にブロックされる。

#### 【 0 0 2 1 】

フォトレジストが正型であるか又は負型であるか否かに依存して、露出されるフォトレジスト又は露出されないフォトレジストのそれぞれは、フォトレジスト現像段階 36 において除去され、酸化物層に露出パターンを残す。誘電エッチング段階 38 において、酸化物層上の露出パターンは、好ましくは R I E (反応性イオンエッチング) 処理でエッチングされる。R I E 処理において、フォトレジストを部分的にエッチングしながら、酸化物層内に露出されたパターンをエッチングする。これにより、フォトレジストを硬化させながら、エッチングした構造の側壁を被覆する残留物を生成する。

#### 【 0 0 2 2 】

超臨界除去処理 40 において、超臨界二酸化炭素及び溶媒がフォトレジスト及び残留物を除去するために使用される。金属堆積段階 42 において、金属層をウェハー上に堆積させてエッチングパターンを充填しかつエッチングされていない領域を覆っている。次の処理では、エッチングされていない領域を覆っている金属の少なくとも一部分が、回路を形成するために除去される。

#### 【 0 0 2 3 】

本発明の超臨界除去処理 40 が図 3 においてブロック図で示される。超臨界除去処理 40 は、第一処理段階 52 においてウェハー上のフォトレジストと残留物と共にウェハーを圧力室内に配置し、圧力室をシールすることによって開始する。第二処理段階 54 において、二酸化炭素が超臨界二酸化炭素 ( $\text{SCCO}_2$ ) になるまで二酸化炭素を含む圧力室が加圧される。第三処理段階 56 において、超臨界二酸化炭素により、溶媒を圧力室内に運搬する。第四処理段階 58 において、フォトレジスト及び残留物がウェハーから除去されるまで、超臨界二酸化炭素及び溶媒をウェハーと接触を維持させ続ける。第五処理段階 60 において、圧力室は部分的に排出される。第六処理段階において、ウェハーがすすがれる。第七処理段階 64 において、圧力室を加圧してウェハーを除去することによって超臨界除去処理 40 が終了する。

#### 【 0 0 2 4 】

超臨界除去処理 40 は、好ましくは、本発明の好適な超臨界処理システムによって半導体製造ラインで実施される。超臨界処理システムは図 4 に示されている。好適な超臨界処理システム 70 は、移送モジュール 72 と、第一超臨界処理モジュール 74 から第五超臨界処理モジュール 78 と、ロボット 80 と、制御電子機器 82 とを有する。移送モジュールは、第一処理ポート 84 から第五処理ポート 88 と、移送モジュール 90 とを有する。移送モジュール入口 90 は、第一移載セクション 92、第二移載セクション 94、第一入口ポート 96 及び第二入口ポート 98 を有する。

#### 【 0 0 2 5 】

第一から第五超臨界処理モジュール 74 ~ 78 は、第一から第五処理ポート 84 ~ 88 そ

10

20

30

40

50

れぞれを介して移送モジュール 7 2 へ連結されている。好ましくは、ロボット 8 0 は、移送モジュール 7 2 の中心において移送モジュール 7 2 へ連結されている。第一移載部署 9 2 及び第二移載部署 9 4 は、第一入口ポート 9 6 及び第二入口ポート 9 8 それぞれを介して移送モジュールへ連結されている。制御電子機器 8 2 は移送モジュール 7 2 へ連結されている。

【 0 0 2 6 】

好ましくは、移送モジュール 7 2 は大気圧で操作する。あるいは、移送モジュール 7 2 は、周囲の環境に関してわずかに正の圧力で操作する。このわずかに正の圧力は不活性ガス注入装置によって生成される。不活性ガス注入装置は、アルゴン、二酸化炭素又は窒素などの不活性ガスを移送モジュール 7 2 内に注入する。これにより、移送モジュール 7 2 内のより清潔な処理環境が保証される。

10

【 0 0 2 7 】

ロボット 8 0 は、好ましくは、ロボット基部 1 0 0 と、ロボットアーム 1 0 2 と、エンドエフェクタ 1 0 4 とを有する。ロボットアーム 1 0 2 は、好ましくは、二片のロボットアームであり、ロボットアーム 1 0 2 は、エンドエフェクタ 1 0 4 をロボット基部 1 0 0 と連結する。エンドエフェクタ 1 0 4 は、ワークピースを拾い上げて配置するように構成されている。好ましくは、エンドエフェクタ 1 0 4 は、ウェハーを拾い上げて配置するように構成されている。あるいは、エンドエフェクタ 1 0 4 は、パック又は他の基板を拾い上げて配置するように構成されている。あるいは、二アームロボットはロボット 8 0 を再配置する。二アームロボットは、2つのアームと2つのエンドエフェクタを有する。

20

【 0 0 2 8 】

第一から第五超臨界処理モジュール 7 4 ~ 7 8 それぞれは、第一から第五ゲート弁 1 0 6 ~ 1 1 0 それぞれを有している。第一から第五ゲート弁 1 0 6 ~ 1 1 0 は、第一から第五ゲート弁 1 0 6 ~ 1 1 0 の第一から第五超臨界処理モジュール 7 4 ~ 7 8 それぞれを第一から第五処理ポート 8 4 ~ 8 8 に連結する。

【 0 0 2 9 】

好ましくは、操作時において、ロボット 8 0 は、第一ワークピース 1 1 8 を第一移載部署 9 2 から、超臨界除去処理 4 0 が実施される第一超臨界処理モジュール 7 4 へ移送する。次に、ロボット 8 0 は、第二ワークピース 1 2 0 を第一移載部署 9 2 から、超臨界除去処理 4 0 が実施される、第二超臨界処理モジュール 7 5 へ移送する。さらに、ロボット 8 0 は、第三から第五のワークピース（図示せず）を第一移載部署 9 2 から、超臨界除去処理 4 0 が実施される第三から第五超臨界処理モジュール 7 6 ~ 7 8 それぞれへ移送する。

30

【 0 0 3 0 】

次の操作では、ロボット 8 0 は、第一ワークピース 1 2 0 を第一超臨界処理モジュール 7 4 から第二移載部署 9 4 へ移送する。さらに、ロボット 8 0 は、第二ワークピースを第二超臨界処理モジュール 7 5 から第二移載部署 9 4 へ移送する。さらに、ロボット 8 0 は、第三から第五ワークピースを第三から第五超臨界処理モジュールそれぞれから第二移載部署 9 4 へ移送する。

【 0 0 3 1 】

好ましくは、第一ワークピース 1 1 8、第二ワークピース及び第三から第五ワークピースはウェハーである。好ましくは、ウェハーは、超臨界処理において第一移載部署 9 2 において第一カセット内にある。好ましくは、超臨界処理の後、ウェハーはロボット 8 0 によって第二カセット内に配置される。あるいは、ウェハーは、第一移載部署 9 2 における第一カセット内で開始及び終了し、第二の群のウェハーは第二移載部署 9 4 における第二カセット内で開始及び終了する。

40

【 0 0 3 2 】

第二の移載部署 9 4 を削減しうる、又は、さらなる移載部署を好適な超臨界処理システム 7 0 に追加しうるということが当業者には容易に明らかになる。さらに、好適な超臨界処理システム 7 0 は、第一から第五超臨界処理モジュール 7 4 ~ 7 8 よりも少なく構成しうる、又は第一から第五超臨界処理モジュール 7 4 ~ 7 8 よりも多く構成しうるということ

50

が当業者には容易に明らかになる。さらに、ロボット 80 は、第一ワークピース 118、第二ワークピース 120 及び第三～第五ワークピースを移送する移送機構と交換しうることが当業者には容易に明らかになる。さらに、第一カセット及び第二カセットは、標準的な機械的なインターフェイスの概念を採用した、前開口と一体となったさやとすることができ、ウェハーは、周囲の環境と分離した清潔な環境で保たれうることが当業者に容易に明らかになる。

#### 【0033】

本発明の第一の超臨界処理モジュール 74 が図 5 に示されている。第一の超臨界処理モジュール 74 は、二酸化炭素供給容器 132 と、二酸化炭素ポンプ 134 と、圧力室 136 と、化学薬品供給容器 138 と、循環ポンプ 140 と、排気ガス収集容器 144 とを有する。二酸化炭素供給容器 132 は、二酸化炭素ポンプ 134 及び二酸化炭素パイプ 146 を介して圧力室 136 に連結されている。二酸化炭素パイプ 146 は、二酸化炭素ポンプ 134 と圧力室 136 の間に二酸化炭素ヒータ 148 を有する。圧力室 136 は圧力室ヒータ 150 を有する。循環ポンプ 140 は循環ライン 152 に配置されており、循環ライン 152 は循環入口 154 及び循環出口 156 において圧力室 136 に連結している。化学薬品供給容器 138 は化学薬品供給ライン 158 を介して循環ライン 152 へ連結されている。化学薬品供給ライン 158 は第一インジェクションポンプ 159 を有する。リンス薬品供給容器 160 は、リンス供給ライン 162 を介して循環ライン 152 に連結されている。リンス供給ライン 162 は第二インジェクションポンプ 163 を有する。排気ガス収集容器 144 は排気ガスパイプ 164 を介して圧力室 136 に連結されている。

#### 【0034】

二酸化炭素供給容器 132、二酸化炭素ポンプ 134 及び二酸化炭素ヒータ 148 は、二酸化炭素供給装置 149 を形成している。化学薬品供給容器 138、第一インジェクションポンプ 159、リンス薬品供給容器 160 及び第二インジェクションポンプ 163 は、化学薬品及びリンス薬品供給装置 165 を形成する。好ましくは、二酸化炭素供給装置 149、化学薬品及びリンス薬品供給装置 165 及び排気ガス収集容器 144 は、第一超臨界処理モジュール 74 と同様に、第二から第五超臨界処理モジュール 75～78 (図 3) として役立つ。換言すると、第一超臨界処理モジュール 74 は、二酸化炭素供給装置 149 と、化学薬品及びリンス薬品供給装置 165 と、排気ガス収集容器 144 とを有し、その一方で、第二から第五超臨界処理モジュール 75～78 は、第一超臨界処理モジュール 74 の二酸化炭素供給装置 149 と、化学薬品及びリンス薬品供給装置 165 と、排気ガス収集容器 144 とを分け合っている。

#### 【0035】

一つ以上のさらなる二酸化炭素供給装置、一つ以上のさらなる化学薬品及びリンス供給装置、又は一つ以上のさらなる排気ガス収集容器が、第二から第五超臨界処理モジュール 75～78 に役立つために設けうることが当業者には容易に明らかである。さらに、第一超臨界処理モジュール 74 は、弁と、制御電子機器と、フィルタと、超臨界流体処理システムを代表するユティリティの接続部とを有するということが当業者に容易に明らかになる。さらに、さらなる化学薬品供給容器を第一インジェクションポンプ 159 に連結することができる、又はさらなる化学薬品供給容器及びさらなるインジェクションポンプを循環ライン 152 に連結することができるということが当業者に容易に明らかになる。

#### 【0036】

図 3、4 及び 5 を参照すると、超臨界除去方法 40 の実施は第一処理段階 52 で開始する。第一処理段階 52 において、フォトレジスト又は残留物 (又はフォトレジスト及び残余物) を有するウェハーは第一処理ポートを通して挿入されてロボット 80 によって圧力室 136 の第一ウェハー用キャビティ 112 内に配置され、圧力室 136 はゲート弁 106 を閉鎖することによってシールされる。第二の処理段階 54 において、圧力室 136 は二酸化炭素供給容器 132 からの二酸化炭素で二酸化炭素ポンプ 134 によって加圧される。第二段階 54 中において、二酸化炭素は二酸化炭素ヒータ 148 によって加熱され、その一方で、圧力室 136 は圧力室ヒータ 150 によって加熱され、圧力室 136 内の二酸

10

20

30

40

50

化炭素の温度は臨界温度を上回るということを保証する。二酸化炭素の臨界温度は 31 である。好ましくは、圧力室 136 内の二酸化炭素の温度は 45 ~ 75 の範囲内である。あるいは、圧力室 136 内の二酸化炭素の温度は、31 ~ 約 100 の範囲で維持される。

【0037】

最初の超臨界条件において、第一インジェクションポンプ 159 は、化学薬品供給容器 138 からの溶媒を循環ライン 152 を介して圧力室 136 に送り、その一方で、二酸化炭素ポンプは、第三処理段階 56 において超臨界二酸化炭素をさらに加圧する。溶媒注入の初めでは、圧力室 136 の圧力は  $7.58 \text{ MPa} (1100 \text{ psi}) \sim 8.27 \text{ MPa} (1200 \text{ psi})$  である。一旦、所望量の溶媒が圧力室 136 内に送り込まれて所望の超臨界条件になると、二酸化炭素ポンプ 134 により圧力室 136 を加圧するのを止め、第一インジェクションポンプ 159 により溶媒を圧力室 136 内に送り込むのを止め、第四処理段階 58 において、循環ポンプ 140 により超臨界二酸化炭素及び溶媒を循環し始める。好ましくは、この時点における圧力は  $18.62 \text{ MPa} (約 2700 \text{ psi}) \sim 19.32 \text{ MPa} (2800 \text{ psi})$  である。超臨界二酸化炭素及び溶媒を循環させることによって、超臨界二酸化炭素により溶媒をウェハーと接触させ続ける。さらに、超臨界二酸化炭素及び溶媒を循環させることによって、流体流れによりフォトレジスト及び残留物をウェハーから除去するのを促進する。

10

【0038】

好ましくは、ウェハーは、第四処理段階 58 中において圧力室 136 内で静止したままで保持されている。あるいは、ウェハーは、第四処理段階 58 中において圧力室 136 内で回転させられる。

20

【0039】

フォトレジスト及び残留物がウェハーから除去された後、第五処理段階 60 において圧力室 136 の条件を最初の超臨界条件の近くに戻すために、圧力室 136 は、超臨界二酸化炭素、溶媒、除去されたフォトレジスト及び除去された残留物を排気ガス収集容器 144 へ排気することによって部分的に減圧される。好ましくは、圧力室 136 内の圧力は、圧力を上昇させて再び圧力室 136 を部分的に排出させることによって、この時点で少なくとも一度循環させられる。第五処理段階 60 において、圧力室は、好ましくは、臨界温度及び臨界圧力を超えて維持される。二酸化炭素の臨界圧力は  $7.38 \text{ MPa} (1070 \text{ psi})$  である。

30

【0040】

第六処理段階 62 において、第二インジェクションポンプ 163 によりリンス薬品をリンス薬品供給容器 160 から循環ラインを介して圧力室 136 内へ送り、その一方で、二酸化炭素ポンプ 134 により圧力室 136 を所望の超臨界条件近くまで加圧し、循環ポンプ 140 によりウェハーをすすぐために超臨界二酸化炭素及びリンス薬品を循環させる。好ましくは、リンス薬品は、ウェハー、アルコール、アセトン及びそれらの混合物からなる群から選択される。とりわけ、リンス薬品はアルコールと水の混合物である。好ましくは、アルコールは、イソプロピルアルコール、エタノール及び他の低分子量のアルコールからなる群から選択される。最も好ましくは、アルコールはエタノールである。

40

【0041】

好ましくは、ウェハーは第六処理段階 62 中において圧力室 136 内で静止したままで保持される。あるいは、ウェハーは第六処理段階 62 中において圧力室 136 内で回転させられる。

【0042】

第七処理段階 64 において、圧力室 136 を排気ガス収集容器 144 へ排気することによって圧力室 136 が減圧され、ゲート弁 106 が開放され、ウェハーは口ポット 80 によって圧力室 136 から除去される。

【0043】

本発明の別の超臨界除去処理は、2000 年 10 月 25 日付出願の米国特許出願第 09 /

50



697227号(2000年11月1日にPCT/US00/30218号として出願され、2001年5月10日に国際公開第01/33613号として発行された)、1998年5月27日付特許第09/085391号(2001年10月23日に米国特許第6306564号として発行された)及び1997年5月27日付特許第60/047739号(米国特許第6306564号を優先権として主張する)の特許出願において教唆されており、これら全ての出願を参照することによってその全体が本明細書に組み込まれている。

【0044】

本発明の第一超臨界処理システムが図6に示されている。第一の別の超臨界処理システム170は、第一から第五の前室172～176及び第一から五の前室ロボット178～182を好適な超臨界処理システム70に追加する。操作時において、第一から第五の前室172～176は、ほぼ大気圧からいくぶん高い圧力へ操作する。これにより、第一から第五のウェハー用キャピティ112～116が高い圧力と超臨界圧力の間で操作し、処理能力を高めることができる。あるいは、第一の別の超臨界処理システム170において、第一から第五の前室のロボット178～182は、第一から第五の磁氣的に連結された機構、又は第一から第五の流体的に駆動される機構、又は第一から第五の空氣的に駆動される機構と交換される。

10

【0045】

本発明の第二の別の超臨界処理システムが図7に示されている。第二の別の超臨界処理システム190において、好適な超臨界処理システムの第一移載部署92及び第二移載部署94を第一ロードロック192及び第二ロードロック194と交換している。操作時において、移送モジュールは、二番目に高い圧力で操作し、処理能力を高める。

20

【0046】

本発明の第三の別の超臨界処理システムは図8に示されている。第三の別の超臨界処理システム200は、別の移送モジュール202とロボットトラック204とを備えている。

【0047】

本発明の第四の別の超臨界処理システムは図9に示されている。第四の別の超臨界処理システム210において、好適な超臨界処理システム70の第三の超臨界処理モジュール76を第三の移載部署212と交換し、第二移送モジュール214、第二ロボット216及びさらなる超臨界処理モジュール218を追加している。第四の別の超臨界処理システム210において、第三移載部署212は移送モジュール72を第二移送モジュール214に連結する。第二ロボット216は、好ましくは、第二移送モジュール214内にある。さらなる超臨界処理モジュール218が第二移送モジュール214へ連結される。したがって、第四の別の超臨界処理システム210は、好適な超臨界処理システム70よりも多くの超臨界処理モジュールを有することが可能である。

30

【0048】

本発明の第五の別の超臨界処理システムは好適な超臨界処理システム70の移送モジュール72をなくしている。第五の別の超臨界処理システムにおいて、ロボット80は、移送モジュール72による被覆効果を楽しむことなく、ワークピースを第一移載部署92及び第二移載部署94と、第一超臨界処理モジュール74から第五の超臨界処理モジュール74～78の間で移動させるように構成されている。

40

【0049】

本発明の第六の別の超臨界処理システムは、好適な超臨界処理システム70に検査部署を追加する。第六の別の超臨界処理システムにおいて、第一ワークピース118、第二ワークピース120及び第三ワークピースから第五ワークピースは、第二移載部署94に移送される前に検査部署に移送される。検査部署において、ワークピースの検査により、フォトレジスト及び残留物がワークピースから除去されるということが保証される。好ましくは、検査部署はワークピースを検査するために分光を利用する。

【0050】

本発明の第七の別の超臨界処理システムにおいて、好適な超臨界処理システム70に前端

50

のロボットを追加する。第七の別の超臨界処理システムにおいて、移送モジュール 72 に通じる入口の外側の前端のロボットと第一及び第二のカセットが、第一移載部署 92 及び第二移載部署 94 から離れて配置されている。前端のロボットは、好ましくは、第一カセットから第一移載部署 92 へウェハーを移動させるように構成され、好ましくは、第二移載部署 94 から第二カセットへウェハーを移動させるように構成されている。

【0051】

本発明の第八の別の超臨界処理システムは、好適な超臨界処理システム 70 にウェハー配向機構を追加する。ウェハー配向機構は、フラットインジケータ、ノッチインジケータ又は他のインジケータに応じてウェハーを配向する。あるいは、ウェハーは第二移載部署 94 において配向される。

10

【0052】

本発明の第一の超臨界処理モジュールは、圧力室 136 及びゲート弁 106 を別の圧力室と交換する。この別の圧力室は、室ハウジングと、流体的に駆動されるウェハー圧盤とを備えている。室ハウジングは、底部が開放している筒状キャビティを備えている。流体的に駆動されるウェハー圧盤は、筒状キャビティの外側の室ハウジングに対してシールするように構成されている。操作時において、ウェハーは、流体的に駆動されるウェハー圧盤上に配置されている。流体的に駆動されるウェハー圧盤は、上方に移動し、室ハウジングとシールする。一旦、ウェハーが処理されると、流体的に駆動されるウェハー圧盤は下げられ、ウェハーは取り去られる。

【0053】

20

本発明の第二の別の超臨界処理モジュールは、循環ライン 152 がウェハー用キャビティ 112 の周縁においてウェハー用キャビティ 12 に入るための別の入口を配置し、ウェハー用キャビティ 112 の上部の中心にある別の出口を配置する。別の入口は、好ましくは、ウェハー用キャビティ 112 によって規定される平面に超臨界二酸化炭素を注入するように構成される。好ましくは、別の入口は、操作時にウェハー用キャビティ 112 内で渦を生成させるように、別の入口及び別の出口はウェハー用キャビティ 11 の半径に関して角度が付けられている。

【0054】

添付した請求の範囲によって規定される本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、他の種々の修正が好適な実施例にされうることが当業者に容易に明らかになる。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】 従来技術の半導体のエッチング及び金属被覆処理の工程の流れをブロック図で示している。

【図 2】 本発明の半導体のエッチング及び金属被覆処理の工程の流れをブロック図で示している。

【図 3】 本発明の超臨界除去処理をブロック図で示している。

【図 4】 本発明の好適な超臨界処理装置を示している。

【図 5】 本発明の好適な超臨界処理モジュールを示している。

【図 6】 本発明の別の第一の超臨界処理モジュールを示している。

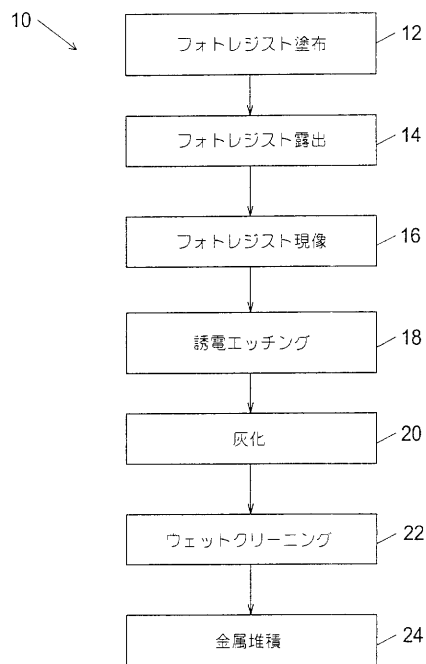
【図 7】 本発明の別の第二の超臨界処理モジュールを示している。

40

【図 8】 本発明の別の第三の超臨界処理モジュールを示している。

【図 9】 本発明の別の第四の超臨界処理モジュールを示している。

【図 1】



【図 2】

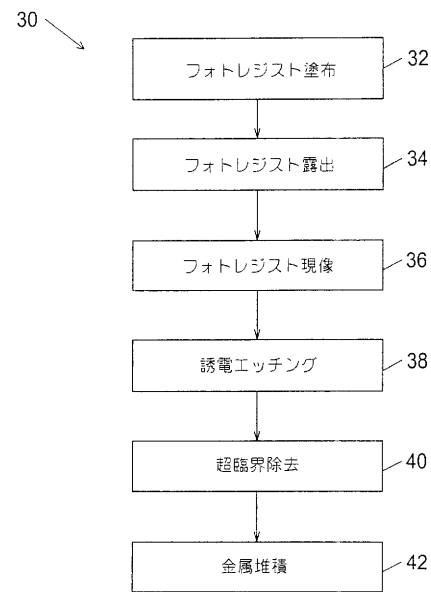


FIG. 2

【図 3】

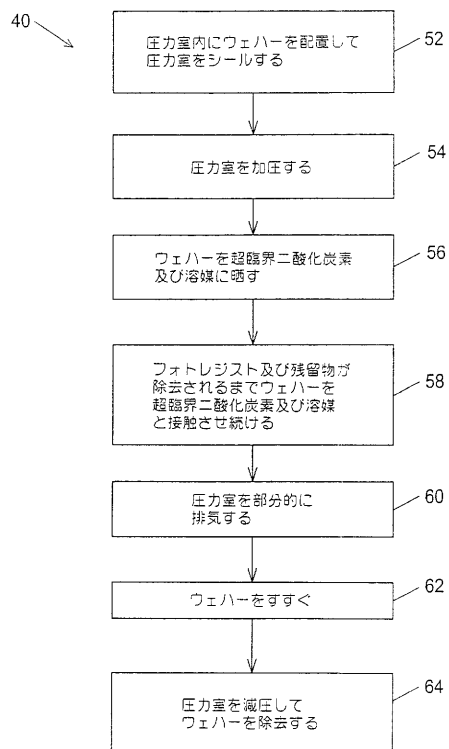


FIG. 3

【図 4】

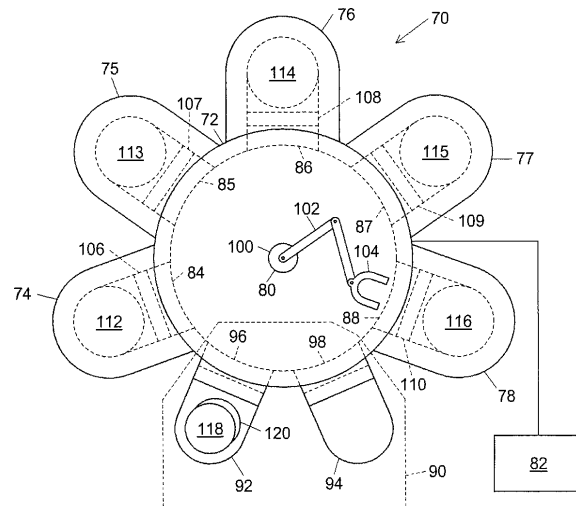


FIG. 4

【図 5】

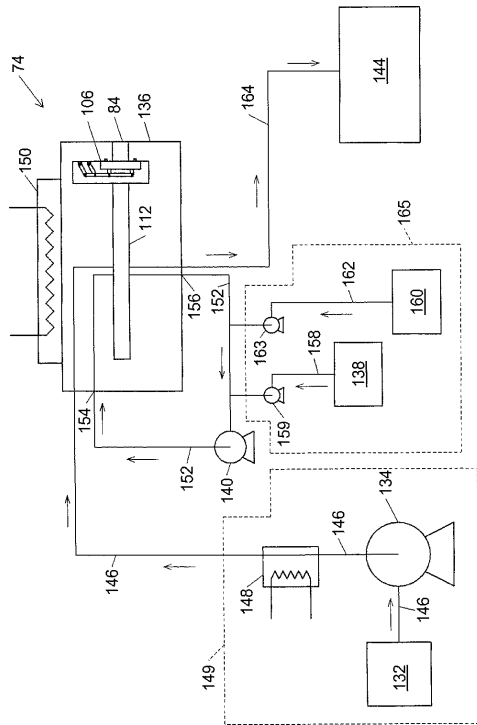


FIG. 5

【図 6】

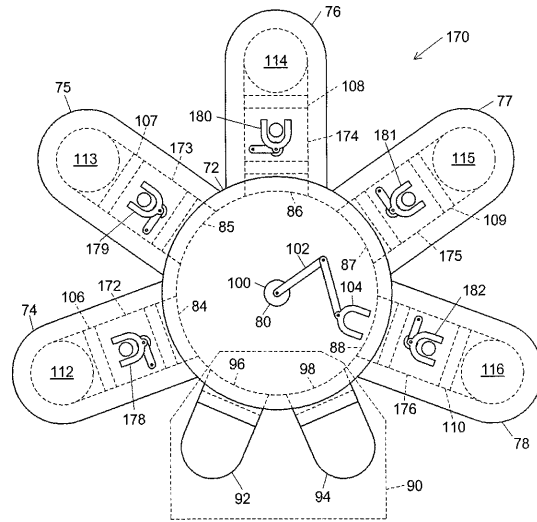


FIG. 6

【図 7】

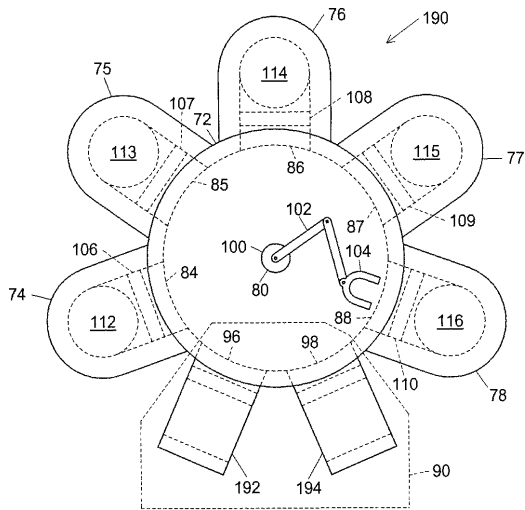


FIG. 7

【図 8】

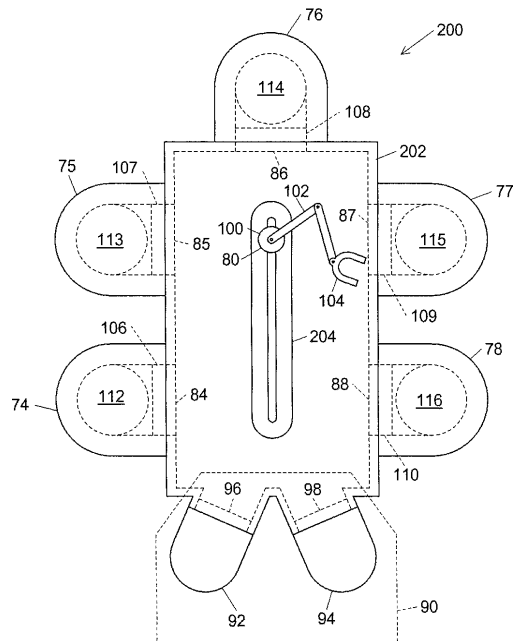


FIG. 8

【図 9】

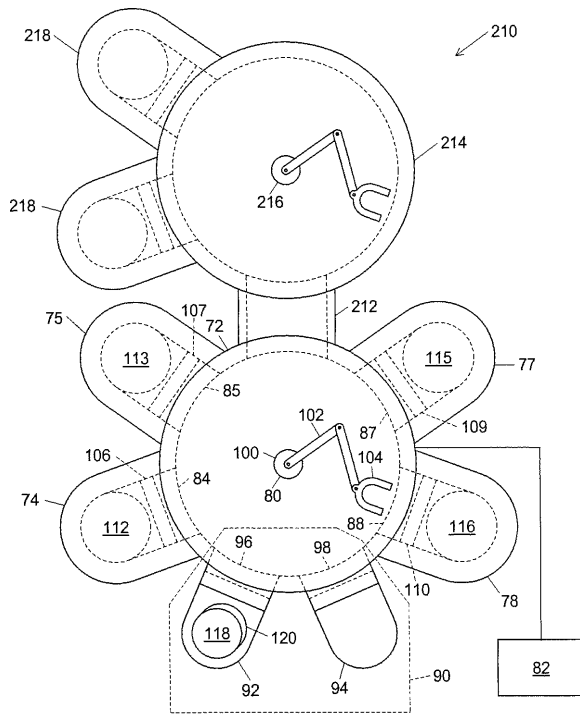


FIG. 9

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L 21/304 6 4 8 K

H 0 1 L 21/304 6 4 8 L

(72)発明者 ビバーガー, マキシミアン エー.

アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 3 0 3, パロ アルト, ロマ ベルドゥ アベニュー 7 3  
7 - 6

(72)発明者 レイマン, フレデリク ポール

アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 5 3 9, フレモント, ミウオク コート 4 3 3

(72)発明者 ストン, トーマス ロバート

アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 5 1 2 4, サンノゼ, チェバリアー ドライブ 1 7 9 0

## 合議体

審判長 鈴木 正紀

審判官 田村 耕作

審判官 井上 茂夫

(56)参考文献 特表平6 - 5 0 0 4 2 7 ( J P , A )

特開平10 - 3 0 1 8 3 ( J P , A )

特開平7 - 3 3 5 7 1 1 ( J P , A )

特開平2 - 2 0 9 7 2 9 ( J P , A )

国際公開第99 / 1 8 6 0 3 ( WO , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L21/3065