

(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2005-136437

(P2005-136437A)

(43) 公開日 平成17年5月26日(2005.5.26)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/304	H O 1 L 21/304 6 4 8 J	5 F O 3 1
H O 1 L 21/02	H O 1 L 21/304 6 4 2 E	
H O 1 L 21/68	H O 1 L 21/304 6 4 7 B	
	H O 1 L 21/304 6 4 7 Z	
	H O 1 L 21/304 6 4 8 L	
審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2005-288 (P2005-288)	(71) 出願人	000205041
(22) 出願日	平成17年1月4日(2005.1.4)		大見 忠弘
(62) 分割の表示	特願平7-220793の分割		宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301
原出願日	平成7年8月29日(1995.8.29)	(71) 出願人	596089517
			ユーシーティー株式会社
			東京都文京区本郷4-1-4
		(74) 代理人	100088096
			弁理士 福森 久夫
		(72) 発明者	大見 忠弘
			宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2の1の17の301
		Fターム(参考)	5F031 CA02 DA03 EA04 MA01 MA23 PA30

(54) 【発明の名称】 半導体製造システム及びクリーンルーム

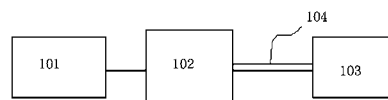
(57) 【要約】

【課題】 本発明は、薬品及び超純水の使用量、排出量を低減するとともに、薬品蒸気の発生を抑えることが可能な全工程室温の洗浄方法を確立し、これにより半導体製造装置を高集積・高性能半導体デバイス生産に適した半導体製造システムを提供することを目的とする。

さらに、かかる半導体製造システムを設置することにより半導体製造の生産性を極めて高くし、工場のランニングコストを大幅に削減でき、且つ設計の自由度が大幅に向上したクリーンルームを提供することを目的とする。

【解決手段】 半導体基板の室温洗浄装置並びに洗浄後の半導体基板を処理する処理装置を、略々プロセス順に配置し、基板搬送距離を略々最短にしたことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板の室温洗浄装置並びに洗浄後の半導体基板を処理する処理装置を、隣接するように配置し、基板搬送距離を略々最短にしたことを特徴とする半導体製造システム。

【請求項 2】

前記半導体基板の洗浄装置並びに洗浄後の半導体基板を処理する処理装置が、略々プロセス順に配置された請求項 1 に記載の半導体製造システム。

【請求項 3】

フォトリソグラフィ装置及び室温洗浄装置を分散配置することにより、半導体基板の搬送距離を略々最短ならしめたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体製造システム 10

【請求項 4】

前記フォトリソグラフィ装置、前記室温洗浄装置及び前記処理装置の間をクリーン N_2 あるいはクリーン N_2 / O_2 雰囲気搬送装置で接続したことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 5】

前記処理装置は、不純物導入装置、酸化・拡散装置、CVD 装置、プラズマ CVD 装置、スパッタ装置、RIE 装置のいずれかであることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 6】

前記室温洗浄装置は、オゾンを含む純水により洗浄を行う第 1 工程、メガソニックの周波数の超音波振動を与えながら、HF と、 H_2O_2 及び / 又は O_3 と、界面活性剤と H_2O とを含む洗浄液により洗浄を行う第 2 工程、純水及び / 又はオゾンを含む純水により洗浄を行う第 3 工程、酸化膜を除去し基板表面を水素終端する第 4 工程、超純水を用いたパラレルダウフローリンスの第 5 工程、を順に行うものであることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。 20

【請求項 7】

前記第 1 工程のオゾンの濃度は 2 ppm 以上 10 ppm 以下であることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体製造システム。

【請求項 8】

前記周波数は 0.5 MHz ~ 5 MHz であることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の半導体製造システム。 30

【請求項 9】

前記洗浄液中の HF 濃度は 0.1 ~ 10 wt % であることを特徴とする請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 10】

前記洗浄液中の H_2O_2 濃度は 0.1 ~ 10 wt % であることを特徴とする請求項 6 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 11】

前記第 3 工程の洗浄液中の O_3 濃度は 0.1 ~ 5 ppm であることを特徴とする請求項第 6 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。 40

【請求項 12】

前記第 3 工程は 0.5 MHz ~ 5 MHz の振動を与えながら洗浄することを特徴とする請求項 6 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 13】

前記第 2 工程の洗浄に用いる洗浄用容器は、金属からなる容器の少なくとも洗浄液収納部の内面にフッ化ニッケル層が形成され、さらに該フッ化ニッケル層上にカーボン層が形成されており、該容器の外面に超音波振動子を取り付けられていることを特徴とする請求項 6 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 14】

前記カーボン層上にフロロカーボン層が形成されていることを特徴とする請求項 13 に記載の半導体製造システム。

【請求項 15】

前記第 2 工程の洗浄に用いる洗浄用容器は、金属からなる容器の少なくとも洗浄液の収納部の内面にフッ化ニッケル層が設けられその上にフロロカーボン層が形成されており、該容器の外面に超音波振動子を取り付けられていることを特徴とする請求項 6 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 16】

前記洗浄用容器の洗浄液面の上方に水平方向に気流を形成するための手段を設けたことを特徴とする請求項 13 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

10

【請求項 17】

前記気流の相対湿度を 70 % 以上にすることを特徴とする請求項 16 に記載の半導体製造システム。

【請求項 18】

請求項 1 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の半導体製造システムを配設したクリーンルーム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体製造システム及びクリーンルームに係り、より詳細には、半導体の製造を略々プロセス順に洗浄装置及び次工程の処理装置を配列した半導体製造システム並びに該システムを設けたクリーンルームに関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、半導体基板上に形成される半導体デバイス、集積回路はサブミクロンのレベルに高密度化・微細化している。高密度・微細化を達成するためには、基板の表面は超高清浄な状態に保たれていなければならない。すなわち、基板表面から、有機物、金属、各種パーティクル、自然酸化膜は完全に除去されていなければならない。さらに、基板表面は原子オーダの平坦度を有し、表面のダングリングボンドは水素により終端されていなければならない。そのため、基板表面の洗浄が行われる。

【0003】

半導体の表面洗浄には、米国 R C A 社のワーナー・カーン博士が 1970 年に提唱したいわゆる R C A 洗浄法が、多少の改良を加えながらも、現在にいたるまで広く用いられてきた。これは、以下に示すように、硫酸、アンモニア、塩酸と過酸化水素を組み合わせ、強酸・強アルカリの薬液を使用する洗浄方法である。

30

【0004】

(1) 98 % H_2SO_4 / 30 % H_2O_2 (組成比 4 : 1)

温度 120 ~ 150

(2) 超純水洗浄

室温

(3) 希 H F 洗浄

室温

(4) 超純水洗浄

室温

40

(5) 28 % NH_4OH / 30 % H_2O_2 / H_2O (組成比 1 : 1 : 5)

温度 80 ~ 90

(6) 超純水洗浄

室温

(7) 希 H F 洗浄

室温

(8) 超純水洗浄

室温

(9) 36 % HCl / 30 % H_2O_2 / H_2O (組成比 1 : 1 : 6)

温度 80 ~ 90

(10) 超純水洗浄

室温

(11) 希 H F 洗浄

室温

(12) 超純水洗浄

室温

50

【 0 0 0 5 】

しかし、この洗浄法は工程数が多いため、生産性の向上を妨げる原因ともなっており、また工程全体で使用する薬品の量は膨大な量となる。さらに、薬品洗浄後のリンスに用いる超純水も莫大な量が必要となる。

【 0 0 0 6 】

さらには、薬品を高温で使用するため薬品蒸気が大量に発生する。従って、この蒸気がクリーンルーム内に侵入するのを防止するため洗浄装置を通じて多量のクリーンエアを排出する必要がある。そのためには、排気ダクトでの圧損を考慮し、大径ダクトを用いたり、またできる限り短くする必要がある。その結果、洗浄装置のクリーンルームでの設置場所は自由に定めることはできず、排ガス処理装置等との関係で制約を受けることになる。また、大量の排気エア中の薬品蒸気を除去するために、大型の排ガス処理装置（スクラバ）が必要となると共に、排出されるクリーンエアを補うために、大容量の新鮮空気取り込みのための空調設備が必要となっていた。

10

【 0 0 0 7 】

以上述べたように、従来の洗浄装置は、多数の薬品、超純水を大量に使用し、しかも大量の排気エア、排水を排出するため、また洗浄装置全体が大型化するため、クリーンルームの設備費及び維持費を押し上げ、しかもクリーンルーム内での設置場所は限られることになる。その結果、個々の半導体製造装置をプロセス上最適な位置関係に配置することはできず、洗浄後の次工程の処理装置までの搬送距離は大きくなり、搬送中の半導体基板のクリーンエアからの汚染等が高性能高集積デバイスを製造する上で問題となっている。16 Mビットあるいは64 MビットDRAMを月産300万個程度生産するクリーンルーム工場のスペースは80 × 200 m²程度と極めて大型化し、トータルのプロセスステップ数500工程程度のうち20%程度が洗浄工程である。結果として、全工程を通しての半導体基板の搬送距離は10 km近くに及ぶ。また、窒素トンネル。窒素ボックスを通して搬送するクロードシステムによる場合は表面汚染の抑制はできるものの、搬送経路が長く複雑となり、そのための経費は莫大なものとなるため、實際上実現不可能であった。

20

【 0 0 0 8 】

さらに、現在の排気エア処理装置は、いわゆるスクラバーが広く用いられているが、薬品の種類によっては、微量ではあるが処理しきれず大気に放出されることがある。従って、スクラバーから放出されるガスがクリーンルーム内に取り込まれないように、通常、スクラバーはクリーンルームの新鮮空気取り入れ口に対して風下側に設置される。しかし、風向きによっては、新鮮空気取り入れ口の風上になる場合もあり、この時は、クリーンルーム内に薬品蒸気が取り込まれ、クリーンルーム内を汚染してしまうことになるため、排気エアは高い排気口を用意して流速を十分速くして空高く排出されているのである。また、前述したように、排気エアの効率を上げるために排気ダクトの経路を考慮すると、クリーンルーム内での洗浄装置の設置場所とスクラバーの設置場所の位置関係も制約を受けることになる。

30

【 0 0 0 9 】

さらに、最近、より高い集積度を達成すべく、化学増感型のレジストが検討され始めているが、このレジストは数10 ppbと極微量のアンモニアにも敏感に反応してレジスト形状の変化を生じるため、RCA洗浄等アンモニアを用いる場合には、アンモニア蒸気とレジストが接触しないように、細心の注意を払わねばならず、洗浄装置とフォトリソグラフィ装置とを完全に分断して配置する必要があるが生ずる。

40

【 0 0 1 0 】

以上述べたように、従来の洗浄装置は大量の超純水、薬液を必要とし、しかも多量の薬液蒸気含む排気エアや排水・廃液を排出するため、クリーンルーム内での設置場所は限られたものとなる。さらに、洗浄装置で使用する薬品が他工程に及ぼす影響並びに排気エア処理装置との関係で、その設置場所はさらに制約を受ける。その結果、製造プロセスに最適な位置関係、すなわち製造プロセスの順に従うように個々の製造処理装置を配置することはできず、結果として半導体基板の搬送距離が極端に長くなって半導体デバイス生産の

50

高い生産性、高い歩留まりが妨げられるという問題がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

以上の状況に鑑み、本発明は、薬品及び超純水の使用量、排出量を低減するとともに、薬品蒸気の発生を抑えることが可能な全工程室温の洗浄方法確立し、これにより半導体製造装置を略々プロセス順に配置することにより高集積・高性能半導体デバイス生産に適した半導体基板の全工程を通しての搬送距離が最短となる（ウエハフローパスマニマム）半導体製造システムを提供することを目的とする。

【0012】

さらに、かかる半導体製造システムを設置することにより半導体製造の生産性を極めて高くし、工場のランニングコストを大幅に削減でき、且つ設計の自由度が大幅に向上したクリーンルームを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の半導体製造システムは、半導体基板の室温洗浄装置並びに洗浄後の半導体基板を処理する半導体製造装置を、隣接するように配置し、基板搬送距離を最短にしたことを特徴とする。また、前記半導体基板の室温洗浄装置並びに洗浄後の半導体基板を処理する半導体製造装置は、略々プロセス順に配置されていることを特徴とする。

【0014】

さらに、フォトリソグラフィ装置及び室温洗浄装置を分散配置することにより、半導体基板の搬送距離を略々最短ならしめたことを特徴とする。

【0015】

さらにまた、前記フォトリソグラフィ装置、前記室温洗浄装置及び前記処理装置の間をクリーン N_2 あるいはクリーン N_2/O_2 雰囲気搬送装置で接続したことを特徴とする。

【0016】

前記半導体製造装置は、不純物導入装置、酸化・拡散装置、CVD装置、プラズマCVD装置、スパッタ装置、リアクティブイオンエッチング装置（RIE）のいずれかであることを特徴とする。

【0017】

前記室温洗浄装置は、オゾンを含む純水により洗浄を行う第1工程、メガソニックの周波数の超音波振動を与えながら、HFと、 H_2O_2 及び/又は O_3 と、界面活性剤と H_2O とを含む洗浄液により洗浄を行う第2工程、純水及び/又はオゾンを含む純水により洗浄を行う第3工程、酸化膜を除去し半導体表面を水素終端する第4工程、及び超純水を用いたパラレルダウンフローリンスの第5工程を順に行うものであることを特徴とする。

【0018】

前記第1工程のオゾンの濃度は2ppm以上10ppm以下、前記第2工程の洗浄液中のHF濃度は0.1～10wt%、 H_2O_2 濃度は0.1～10wt%、界面活性剤濃度は30ppm～400ppm、及びメガソニックの周波数は0.5～3MHzとするのが好ましい。

【0019】

また、前記第3工程は0.5MHz～5MHzの超音波振動を与えながら洗浄するのが好ましく、前記第4工程では、希HF溶液による洗浄を行い、前記第5工程では超純水によるパラレルダウンフローリンス洗浄からなることを特徴とする。第5工程において0.5～5MHzのメガソニックを印加するとリンス効果が増し、超純水使用量はさらに減少する。

【0020】

さらに、前記第2工程の洗浄に用いる洗浄用容器は、金属からなる容器の少なくとも洗浄液収納部の内面にフッ化ニッケル層さらにその上にフッ化カーボン層が形成されており

10

20

30

40

50

、該容器の外面に超音波振動子を取り付けられたものを用いることが重要である。従来、フッ酸溶液はテフロン（登録商標）、P F A等のフッ素樹脂で取り扱われてきたが、フッ素樹脂ではメガソニックが減衰する。フッ酸過水に対して完全な耐腐食性を有する金属容器が必須なのである。前記フッ化ニッケル層とフロロカーボン層の間にカーボン層を挿入すればさらに耐腐食性は万全となる。

【 0 0 2 1 】

さらに、前記洗浄用容器の洗浄液面の上方に水平方向に気流を形成するための手段を設けるのが好ましく、前記気流の相対湿度を70%以上にするのがより好ましい。洗浄液からの水分の蒸発をもおさえて洗浄液の薬液組成を長時間に亘って一定に保つことができる。

10

本発明のクリーンルームは、上記半導体製造システムを配設したことを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

本発明の半導体製造プロセスにより、薬品、超純水の使用量を従来に比べ1/20程度以下に大幅に削減できるため、しかも工程数を大きく削減できるため、半導体製造コストの低減を図ることが可能となる。

【 0 0 2 3 】

また、薬品蒸気の発生量が大幅に抑制できた結果、洗浄装置をクリーンルーム内のどこにでも設置することが可能となるため、各プロセス装置を略々プロセス順に配置することが可能となり、全生産工程を通しての基板の搬送距離を従来の1/10以下で殆ど最短にすることが可能であり、より高性能並びに高集積な半導体デバイスの生産性を倍増することが可能となる。また、クリーンルームの設計の自由度が大幅に増加することになる。

20

【 0 0 2 4 】

さらには、スクラバー等の排ガス処理装置の負担が軽減されるとともに、排ガス処理装置を含めたクリーンルームの設計の自由度が増加する。

また、洗浄装置からの排ガスを大幅に減少できることから、空調設備のランニングコストのみならず設備のコストを大幅に低減することができる。

【 0 0 2 5 】

洗浄装置とともに、一カ所に集中的に設置されるものにフォトリソグラフィ装置のステッパがある。ステッパはシリコン基板上に超微細なパターンを描画する半導体集積回路製造のまさに心臓部に位置する装置である。8インチウエハ月産20、000枚の工場ではステッパは通常50台以上設置される。ステッパがクリーンルーム工場内で一カ所に集中して設置される主たる理由は、i)最高級のクリーン度が要求される。現状では、0.1μm以上のダストでクリーン度1である。ii)ぎりぎりの微細化寸法(i線ステッパでは、0.3~0.4μmデザインルール)描画では、各ステッパに個性があり、それぞれのステッパが少しずつ描画特性が異なるため同一のレチクルの描画は同一ステッパで行う必要がある。iii)微細パターン描画には微振動の少ないことが必須のため、建物の重心に近い場所が選ばれる。等々である。

30

【 0 0 2 6 】

しかし、新たな技術の進歩によりこの3つの課題は克服された。ファンフィルタ方式とPTFEメンブレンULPAによりスーパークリーン環境(0.01μm粒径以上のダストがゼロの空間が実現されている)が可能である。また、ステッパ用光学レンズ系の評価装置の開発により、ほとんどまったく同一の描画特性を持つステッパが開発され、全てのレチクルに互換性を持つことが可能となった。磁気浮上方式のアクティブダンパの開発により、建物に由来する微振動波ほとんど完全に除去されるようになっている。こうしたことから、ステッパ、フォトリソグラフィ装置のクリーンルーム工場内で分散配置が可能である。

40

【 0 0 2 7 】

フォトリソグラフィ装置と室温洗浄装置を分散配置することにより、半導体基板搬送距離を略々最短にすることが今や可能となったのである。

50

その結果、コストパフォーマンスに優れたクリーンルームを提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

本発明の実施の形態を図1を参照して説明する。

図1において、101は半導体基板に所定のパターンを形成するためフォトリソグラフィ装置であって、例えば、半導体基板にレジスト塗布、露光、現像を行い所定のレジストパターンを半導体基板上に形成する装置である。

【0029】

102は、次工程の処理前に半導体基板表面を洗浄するための装置である。本発明において、まずオゾンを含む超純水による洗浄を行う第1工程と、 $\text{HF} / \text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$ / 界面活性剤溶液を用い500kHz以上5MHz以下の周波数の超音波振動を与えながらの洗浄する第2工程と、超純水による洗浄（リンス）を行い界面活性剤を含む薬液を基板表面から除去する第3工程と、第3工程で形成される酸化膜を除去し、基板表面を水素終端する希フッ酸処理を行う第4工程と、超純水によるリンス工程、より望ましくはパラレルダウンスローリンス工程からなる室温洗浄装置である。これらの洗浄はいずれの工程も室温で行われるため薬液蒸気の発生は殆どない。また、従来のRCA洗浄に比べて、工程数は大きく削減され、薬品・超純水の使用量も1/20以下と極くわずかですませることができる。

【0030】

103は、次工程の処理装置であって、例えば不純物導入装置、拡散装置、酸化膜形成炉、CVD装置、スパッタ装置等の不純物拡散や成膜等を行う処理装置である。図1の例では、フォトリソグラフィ装置101と洗浄装置102との間、洗浄装置102と次工程の処理装置103との間で半導体基板は自動搬送され、洗浄装置と次工程の処理装置との間では窒素雰囲気中の搬送を用いれば、クリーンエアからの水分、ハイドロカーボン、シロキサン、自然酸化膜等の表面汚染を抑制できる。クリーンルームエアに半導体基板表面を曝すと、1秒以内に略々 3×10^{16} 分子/cm²の水分が吸着し、1時間以内に略々 1×10^{15} /cm²が吸着し、数時間以内で一原子層自然酸化膜が成長する。

【0031】

図1が示すように、フォトリソグラフィ、洗浄、酸化、拡散、イオン注入等の不純物導入、成膜等の各装置がプロセス順に配置されているため、基板の搬送距離は短く、又搬送装置を小型化、簡略化することができる。また、以上のようにクローズドシステムとしない場合でも、洗浄後次工程の処理装置への搬送が速やかに行え、クリーンルームの大気に接触する時間は短縮されるため、半導体基板表面の汚染を大幅に低減することができる。このような半導体製造システムは、薬品蒸気発生を殆ど無くした本発明の洗浄方法によって初めて達成できるものである。

【実施例】

【0032】

次に、図2の半導体製造システムを用いて、MOSFETの製造プロセスを説明する。

まず、ウエハを洗浄装置202に設置し、上記5工程の洗浄方法に従いウエハを洗浄した後、 N_2 トンネル、 N_2 ボックス等の搬送路中を通して酸化炉203に搬入し、パッド酸化膜10~20nmを形成する。さらに、クリーン N_2 トンネル、クリーン N_2 ボックス等の搬送路を介してチタ化膜形成炉204に挿入され0.1~0.2μm厚の Si_3N_4 膜を形成する。

【0033】

次に、フォトリソグラフィ装置201に設置し、レジスト塗布・乾燥、露光、現像して、アクティブエリア用のレジストパターンを形成した後、リアクティブイオンエッチング装置205を用いて窒化膜のエッチングを行う。その後、レジストを剥離し（206）、洗浄した後（202'）、チャンネルストップ用イオン注入（207）及び素子間分離酸化を酸化炉203'で行う。イオン注入時に金属汚染を伴わないイオン注入装置の場合は、

10

20

30

40

50

引き続いて酸化工程に移れるが、金属汚染を伴う通常のイオン注入では洗浄工程が必要である。チャンネルストップ用不純物原子の拡散は素子分離用酸化時に行われる。

【0034】

次に、半導体基板は窒化膜エッチング用RIE装置205'を経て、パッド酸化膜除去洗浄工程にまわる。この洗浄工程は、超LSIの信頼性のキーとなるゲート酸化膜形成前の洗浄となるが、汚染物除去、原子オーダ平坦性及び水素終端を完全に行う必要がある。洗浄からゲート酸化炉への搬送がクリーンN₂雰囲気で行われる場合には、ベアSi表面の水素終端処理が望ましいが、搬送が現状の生産方式のように大気中で行われる場合には、洗浄工程の最後に数ppm程度のオゾン添加超純水処理などによる1nm程度の酸化膜を形成することが望ましい。こうした薄い保護用酸化膜形成は洗浄装置202''の中に簡単に組み込める。水素終端された表面の場合には、そのままAr, N₂の中で600以上に温度を上げると表面マイクロラフネスが増加するため、300程度の温度でO₂雰囲気下20分程度のプレ酸化が必要である。この処理により一原子層のSiO₂膜が形成される。この状態であれば、Ar, N₂中で酸化温度まで昇温しても表面の平坦度は維持される。

【0035】

ゲート酸化炉203''は、ロードロック機能を持った装置で基板表面からのクリーンエアからの汚染を抑え、ArあるいはN₂雰囲気中で半導体基板を750～900程度の所定の温度に上昇させた後、酸化性雰囲気に替えて酸化する。こうすることにより、たとえ50～200枚のバッチ処理でも、すべての基板表面にまったく同じ厚さの酸化膜(ゆらぎ0.1nm以下)を形成できる。酸化終了後は、ArあるいはN₂雰囲気に替えて所定のアニール時間後ローディングチャンバに基板を引き出す。H₂/O₂, H₂/H₂O, H₂O/O₂雰囲気酸化の場合はアニール時のAr, N₂中に1%弱のO₂を含ませると酸化膜中のH₂, Hがよく除去されて膜質は向上する。

【0036】

酸化膜形成後は連続してドーブド・ポリシリコンをCVD装置あるいはプラズマCVD装置(2周波励起型装置)、バイアススパッタ装置(2周波励起型装置)208で所定の厚さに成膜する。ゲート電極の抵抗を下げる必要のある時は、引き続いてAl, W, Ta, Ti等の金属をCVD、あるいはバイアススパッタ装置209で成膜する。次いで、フォトリソグラフィ工程でゲート電極配線部にレジストを形成し(201')、次のRIE装置205''により、ゲート電極配線部を残して金属薄膜、ドーブド・ポリシリコンをエッチングし、レジストを剥離し、洗浄後(202''')、ソース・ドレイン領域のイオン注入を行い(207')、再び洗浄して(202''')、N₂雰囲気中で熱処理(210)を行って、イオン注入領域を活性化する。

【0037】

引き続いてSiO₂膜をCVD装置あるいはバイアススパッタ装置(2周波励起)211で成膜後、ソース・ドレイン領域上にSiO₂膜の穴開け(201'')をRIE装置205'''で行う。レジストを剥離し(206'')、洗浄工程(202''')を経てTiN(209')、Al合金(209'')成膜を連続して行い、ソース・ドレイン金属配線のパターニングを行うフォトリソグラフィ工程(201''')に入る。この後は、層間絶縁膜(BPSG膜等)形成とAl合金配線成膜とそのパターニングの繰り返しとなる。

【0038】

いずれにしても、洗浄装置を含めても略々プロセス工程順に装置が配置されるため、半導体基板の搬送距離は従来の1/10以下に短縮され、生産性は倍増する。

【0039】

以上の製造工程では、ウエハ洗浄後、N₂トンネル、N₂ボックスを用いれば、不純物拡散、酸化膜形成、Al電極成膜等の処理を行うまでの間、ウエハ表面は常に清浄な状態に保たれることになる。

【0040】

また、以上の製造システムは、洗浄工程で薬品蒸気をほとんどまったく発生しないため

、クリーンルームの空気の排出量を大幅に削減でき、これに伴い空調設備、排ガス処理装置の負担も大きく軽減される。薬品や超純水の使用量が1/20以下になることも含めると、例えば8インチ基板月産20000枚の工場のランニングコストは70億円以上軽減される。また、室温洗浄装置はクリーンルームのどこにでも設置できるためクリーンルームの有効利用を図ることができる。

【0041】

以下に本発明の洗浄及び洗浄装置についてより詳細に説明する。なお、本発明の洗浄装置は、基本的には、以下の5工程の洗浄を行うものである。

【0042】

(第1工程)

第1工程は、オゾンを含む超純水により半導体基板を洗浄する工程である。この第1工程において、金属及び有機物の大部分が除去される。そしてこの第1工程を行うことにより全洗浄工程後における表面粗度や洗浄のバラツキを小さくすることができる。この第1工程は、500kHz～5MHzのメガソニックを加えるとさらに有効である。

【0043】

第1工程後は超純水洗浄を行うことなく、第2工程に入ることができる。第1工程後基板表面に残存するのはオゾン含有超純水であり、それが残存したまま第2工程に入っても悪影響を与えるものではないからである。

【0044】

なお、第1工程では、オゾンを含む超純水による洗浄を行うが、オゾン濃度としては2ppm以上10ppm以下が好ましい。2ppmを境としてそれ以上の濃度では洗浄後の残留金属、有機物が極めて少なく、10ppm程度以下であれば表面荒れが生じない。また、超純水としては、比抵抗18.2M以上、金属濃度1ppt以下、他の不純物1ppb以下のものが好ましい。

【0045】

(第2工程)

第2工程は(HF/H₂O₂/H₂O/界面活性剤)溶液を用い、500kHz～5MHzの周波数の振動を与えながら基板を洗浄する工程であり、この洗浄により、パーティクル、金属、有機物を除去でき、また表面荒れも生じないとすることができる。ここで、H₂O₂に替え、O₃あるいはH₂O₂と共にO₃を使用することができる。

【0046】

第2工程において用いる洗浄液中のHFの濃度は、0.1～10wt%が好ましい。0.1wt%以上とした場合には酸化物のエッチングレートが速くなる。H₂O₂の濃度は、0.1～10wt%が好ましい。0.1wt%以上の場合、Si表面の酸化が進み金属の除去をより効率的に行うことができる。一方、10wt%を超えても酸化速度は殆ど変わらず、薬品使用量が増えるだけで経済的に損である。

【0047】

界面活性剤としては、アニオン系、カチオン系、非イオン系のいずれでも利用可能である。希フッ酸過水溶液中ですべての材料のゼータ電位を同極性にして互いに電氣的に反発させる機能、即ちごみと基板表面が電氣的に反発する機能を持ち、液の濡れ性を向上させるものであればよい。さらに、ハイドロカーボン系、フロロカーボン系等なんでもよい。濃度は30ppm～400ppm程度である。

【0048】

第2工程において与える超音波振動の周波数は500kHz～5MHzである。この範囲においては特に洗浄効果が顕著となる。水溶液中の500kHz、5MHzの超音波の波長は1.6mm及び0.16mmであり、基板間隔4mmの中に十分にメガソニックは入り込む。

【0049】

第2工程での洗浄には、例えば図3(a)に示す構造のものが用いられる。図3において、301は容器、302は超音波振動子、303は洗浄液である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

容器 3 0 1 は金属製で、内表面にフッ化ニッケル層更にその上にフロロカーボン層が形成されたものである。また、超音波振動子は容器の底部又はノ及び側面部に取り付けられ、その取り付け部の容器の板厚は、使用する超音波の周波数に対する共振板厚とされる。なお、容器は、後述するパラレルダウフロー構造としても良い。また、図 3 (b) のように、容器 3 0 1 には超純水 3 0 5 を満たし、その内部に薬液の入った容器 3 0 4 を設けて、その中に半導体基板が入るようにしてもよい。容器 3 0 4 の底部厚さはメガソニックの共振板厚、即ちメガソニックの半波長の整数倍に設定する。容器 3 0 1 と 3 0 4 の間の超純水の厚さも共振厚にする。

【 0 0 5 1 】

10

容器の構成材は以下の通りとすれば第 2 工程で用いる洗浄液に対する耐食性に優れ、且つ高い振動伝播特性が得られる。なお、詳細は前述した特願平 6 - 2 8 8 8 0 5 号に記載された通りである。

【 0 0 5 2 】

容器の構成材である金属の表面にニッケル - リンのメッキ層を形成し、次いで該ニッケル - リン層をフッ素でフッ素化を行い、更に不活性ガス (例えば窒素ガス) 雰囲気下で熱処理を行ってフッ化ニッケル層を形成する。フッ化ニッケル層上に 3 0 ~ 1 0 0 μm 程度のフロロカーボン層を塗布する。純 Ni 表面を電解研磨で平坦化した後、 F_2 ガスと直接反応させて 4 0 0 ~ 5 0 0 の温度で 4 0 ~ 1 0 0 nm の NiF_2 を作ることもできる。

【 0 0 5 3 】

20

なお、金属としてはステンレス、ニッケル、アルミニウムあるいはこれ等と他の金属との合金であり、これらの表面上にニッケル - リンめっきを施したのも用いられる。

【 0 0 5 4 】

フッ化ニッケル層の厚みは 5 0 nm ~ 2 0 0 nm が好ましく、1 0 0 ~ 2 0 0 nm がより好ましい。Al 合金表面に 3 0 ~ 1 0 0 μm 程度の硬質アルマイト膜を形成し、フロロカーボン膜を形成した容器も有効である。

【 0 0 5 5 】

なお、例えば図 4 に示すように、上記 HF 溶液 4 0 3 の液面に水平に流れる気流 4 0 9 によりエアーカーテンを形成し、この気流一部を排気し、残りをフィルタ 4 0 5、加湿器 4 0 6 を介してポンプ 4 0 4 により循環させる。水分の蒸発による薬液組成の変化を防止するため、気流の相対湿度を 7 0 % 以上、望ましくは 8 0 % 以上とするのが好ましい。室温工程で薬品蒸気の発生は殆どまったくなく、上部の湿度を 7 0 % 以上、望ましくは 8 0 % 以上により水分の蒸発も抑制できる。即ち、薬液の組成を極めて正確に維持することができ、完全に再現性を有する洗浄が行える。半導体基板に付着することにより、薬液は減少するが (8 インチウエハ 1 枚当たり平均 0 . 8 g)、全く同一組成の薬液をもとの液面にまで補充すればよい。

30

【 0 0 5 6 】

(第 3 工程)

第 2 工程では界面活性剤を含有する洗浄液を用いているため、8 インチウエハで平均 0 . 8 g の薬液が付着する。第 3 工程では超純水によるシャワー洗浄を行い付着した薬液を基板表面から除去する。除去された薬液はフッ素回収装置に導かれる。

40

【 0 0 5 7 】

なお、超純水によっては界面活性剤が除去しきれない場合には、1 ppm 程度のオゾン含有超純水による洗浄工程 (さらには超音波を印加することにより) を適宜行えば界面活性剤の完全除去が可能である。使用する薬品種は第 1 工程の薬品と同じであるため薬品の種類が増えることはない。オゾン添加はウェットステーションあるいはその付近で行われる。

【 0 0 5 8 】

(第 4 工程)

第 3 工程では O_3 を含有する洗浄液を用いているため洗浄後、シリコン表面に酸化膜が

50

形成される。第4工程ではその酸化膜の除去を行い、シリコン表面を水素で終端する。例えば、0.1～0.5%程度の希HF溶液による洗浄である。

【0059】

(第5工程)

次に、希フッ酸を基板表面から除去するパラレルダウンフロータイプのリンスを行う。パラレルダウンフローリンスシステムの一例を図5に示す。このシステムを用いることにより、超純水の使用量は現状のオーバーフローリンスと比べて1/2以下になる。メガソニックを印加するとさらにリンスに用する超純水量は1/3～1/4に減少する。

【図面の簡単な説明】

【0060】

10

【図1】本発明の半導体製造システムの一例を示す概念図である。

【図2】本発明の半導体製造システムの他の例を示す概念図である。

【図3】洗浄装置の第2工程に用いる装置の一例を示す概念図である。

【図4】水平カーテンを説明する概念図である。

【図5】パラレルダウンフローリンスシステムの一例をしめす概念図である。

【符号の説明】

【0061】

101 フォトリソグラフィ装置、

102 洗浄装置、

103 半導体処理装置、

20

104 N₂クリーントンネル、

201, 201' フォトリソグラフィ装置、

202, 202' 洗浄装置

203, 203' 酸化炉、

204 チッ化膜形成炉、

205, 205' リアクティブイオンエッチング装置、

206, 206' レジスト剥離装置、

207, 207' イオン注入装置、

208 ポリシリコン成膜装置、

209, 209' 金属膜成膜装置、

30

210 熱処理装置、

301、304 容器、

302 超音波振動子、

303 洗浄液、

305 超純水、

401 容器、

402 超音波振動子、

403 洗浄液、

404 ポンプ、

405 フィルタ、

40

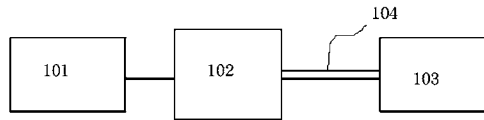
406 加湿器、

407 気流噴出口、

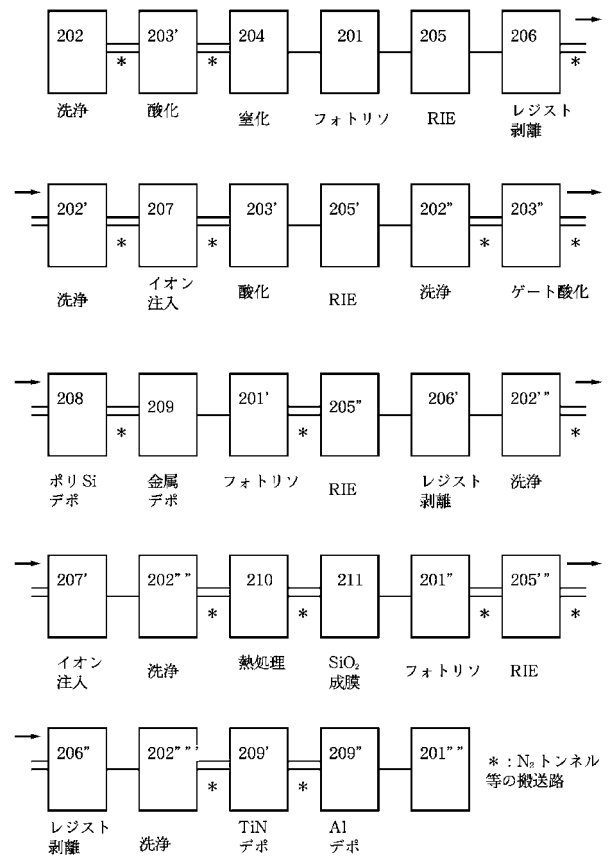
408 気流吸引口、

409 気流。

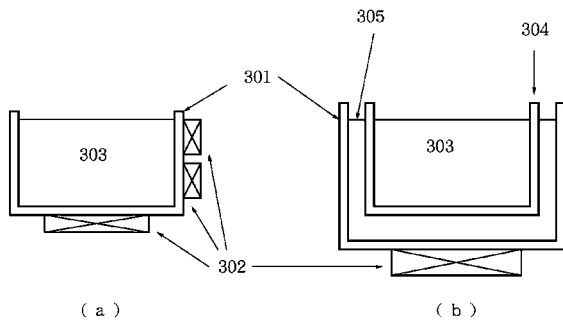
【 図 1 】



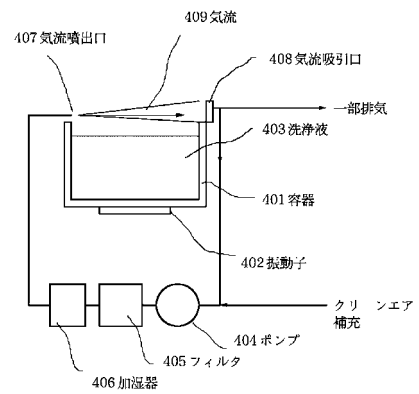
【 図 2 】



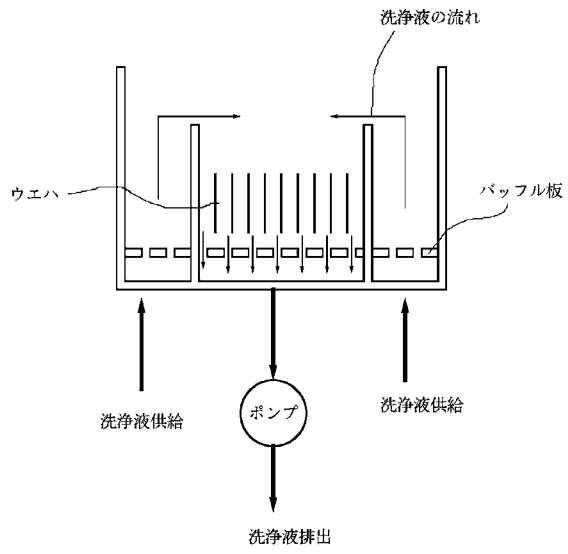
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/02

D

H 0 1 L 21/68

A

H 0 1 L 21/68

V