

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5475467号
(P5475467)

(45) 発行日 平成26年4月16日 (2014. 4. 16)

(24) 登録日 平成26年2月14日 (2014. 2. 14)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006. 01)

H O 1 L 21/302 1 O 6

H O 1 L 21/304 (2006. 01)

H O 1 L 21/302 1 O 2

H O 1 L 21/304 6 4 5 C

請求項の数 18 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-549208 (P2009-549208)
 (86) (22) 出願日 平成20年2月5日 (2008. 2. 5)
 (65) 公表番号 特表2010-518635 (P2010-518635A)
 (43) 公表日 平成22年5月27日 (2010. 5. 27)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/053081
 (87) 国際公開番号 W02008/097996
 (87) 国際公開日 平成20年8月14日 (2008. 8. 14)
 審査請求日 平成23年2月2日 (2011. 2. 2)
 審査番号 不服2013-762 (P2013-762/J1)
 審査請求日 平成25年1月16日 (2013. 1. 16)
 (31) 優先権主張番号 11/672, 922
 (32) 優先日 平成19年2月8日 (2007. 2. 8)
 (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 キム・ユンサン
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州950
 30 モンテ・セレノ, クララ・ストリー
 ト, 17280

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ベベル洗浄装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直径を有するウエハのベベル上の材料を除去するための装置であって、

前記ウエハの前記直径よりも小さい直径を有するウエハ支持体であって、前記ウエハが前記ウエハ支持体によって支持された時に、前記ウエハ支持体は前記ウエハの第1の側に位置し、前記ウエハの外周エッジは前記ウエハの周囲において前記ウエハ支持体を越えて広がる、ウエハ支持体と、

前記ウエハに対して電氣的に接続されるRF電源と、

前記ウエハ支持体から離間した中央カバーであって、前記ウエハが前記ウエハ支持体上に配置された時に、前記ウエハは前記中央カバーと前記ウエハ支持体との間に配置され、前記中央カバーは前記ウエハの第2の側に位置する、中央カバーと、

前記ウエハから離間して前記ウエハの前記第1の側に位置する第1の導電リングと、

前記ウエハから離間して前記ウエハの前記第2の側に位置する第2の導電リングであって、前記ウエハの前記外周エッジは前記第1の導電リングと前記第2の導電リングとの間に位置する、第2の導電リングと、

前記ウエハの前記外周エッジを囲む導電ライナと、

前記導電ライナと前記第1の導電リングとに接続されているとともに、前記導電ライナと接地との間に配置され、前記導電ライナを接地状態から浮遊状態に切り替えることを可能にするスイッチと、
 を備える装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置であって、前記中央カバーは、前記ウエハの上面から 1 mm 未満離間している、装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の装置であって、前記中央カバーは、誘電材料から形成され、絶縁体を形成する、装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の装置であって、前記ウエハの前記外周エッジは、前記ウエハの周囲全体にわたって、前記第 1 の導電リングと前記第 2 の導電リングとの間に位置する、装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の装置であって、前記導電ライナは、前記第 1 および第 2 の導電リングの少なくとも一方に対して電氣的に接続されている、装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の装置であって、前記第 1 の導電リングは、前記ウエハ支持体から離間して前記ウエハ支持体を囲んでおり、前記第 2 の導電リングは、前記中央カバーから離間して前記中央カバーを囲んでいる、装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の装置であって、前記第 1 および第 2 の導電リングの一方が、前記導電ライナに対して電氣的に接続されておらず、接地されている、装置。

20

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の装置であって、前記スイッチは、少なくとも 1 オームから 1 0 0 メガオーム以下までの可変抵抗を提供する可変抵抗器を備える、装置。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の装置であって、前記ウエハ支持体は、導電性の電極であり、前記 R F 電源と前記ウエハとの間の電気接続を提供する、装置。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の装置であって、前記スイッチは、前記導電ライナを浮遊させる開状態と、前記導電ライナを接地させる閉状態とを有する、装置。

【請求項 11】

30

請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の装置であって、前記第 1 の導電リングは、前記ウエハ支持体から電氣的に絶縁されている、装置。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の装置であって、さらに、
前記ウエハ支持体、前記第 1 の導電リング、前記第 2 の導電リング、前記中央カバー、および、前記導電ライナを囲むチャンバと、
前記チャンバと流体連通するベベル洗浄ガス源と、を備える装置。

【請求項 13】

ウエハのベベル部を洗浄するための方法であって、
前記ウエハが R F 電源に対して電氣的に接続されると共に前記ウエハの上面が中央カバーから 1 mm 未満離間されるように、前記ウエハをウエハ支持体上に配置する工程であって、前記ウエハは、前記ウエハ支持体を越えて広がる外周エッジを有しており、前記ウエハの前記外周エッジは、第 1 の導電リングと第 2 の導電リングとの間に位置し、前記第 1 の導電リングに電氣的に接続された導電ライナによって囲まれる、工程と、

40

前記中央カバーを通してベベル洗浄ガスを供給する工程と、
前記 R F 電源から前記ウエハに R F 電力を供給する工程と、
前記導電ライナと接地との間の抵抗を設定する工程と、
を備える、方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の方法であって、前記導電ライナと接地との間の前記抵抗を変更する

50

工程をさらに備える、方法。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の方法であって、前記抵抗を変更する工程は、可変抵抗器を用いて実現される、方法。

【請求項 16】

請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の装置であって、

前記導電ライナは、前記第 1 及び第 2 の導電リングから離間している、装置。

【請求項 17】

請求項 1 ~ 12 , 16 のいずれかに記載の装置であって、

前記導電ライナと前記ウェハの前記外周エッジとの間の空間、及び、前記導電ライナと前記第 1 及び第 2 の導電リングとの間の空間は、プラズマが、前記導電ライナと前記第 1 の導電リングとの間の空間、及び、前記導電ライナと前記第 2 の導電リングとの間の空間を通過し得るように形成されている、装置。

10

【請求項 18】

請求項 1 ~ 12 , 16 , 17 のいずれかに記載の装置であって、

前記スイッチは、前記導電ライナを、電源に接続されない浮遊状態に切り換える、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、半導体デバイスの形成に関し、特に、半導体デバイスの形成中にベベルエッジからエッチング副生成物を選択的に除去することに関する。

【背景技術】

【0002】

基板（例えば、半導体基板、または、平面ディスプレイの製造に用いるようなガラスパネルなど）の処理では、しばしば、プラズマが利用される。基板の処理中に、基板は複数のダイすなわち長方形の領域に分割される。複数のダイの各々が、集積回路になる。次いで、基板は、材料の選択的な除去（エッチング）と蒸着とを行う一連の工程で処理される。目標のゲート長から 1 ナノメートルずれるごとにデバイスの動作速度および/または動作性に直接影響しうるため、トランジスタゲートのクリティカルディメンション（CD）を数ナノメートルのオーダーで制御することが、最優先事項である。

30

【0003】

通例、基板は、エッチングの前に、硬化エマルジョン（フォトレジストマスクなど）の薄膜で被覆される。次いで、硬化エマルジョンの複数領域を選択的に除去して、下層の複数部分を露出させる。基板は、次に、プラズマ処理チャンバ内の基板支持構造上に配置される。次いで、適切な一組のプラズマガスが、チャンバ内に導入され、プラズマが生成されることで、基板の露出領域がエッチングされる。

【0004】

エッチング処理の際に、エッチング副生成物（例えば、炭素（C）、酸素（O）、窒素（N）、フッ素（F）などから成るポリマ）が、しばしば、基板エッジ（またはベベルエッジ）付近の上面および下面に形成される。エッチングプラズマ密度は、通常、基板のエッジ付近で比較的低く、その結果、基板のベベルエッジの上面および下面にポリマ副生成物が蓄積する。通例、基板のエッジ付近（例えば基板エッジから約 5 mm ないし約 15 mm の間）にはダイが存在しない。しかし、数回の異なるエッチング処理の結果として、副生成ポリマ層が、連続的に、ベベルエッジの上面および下面に蒸着されるにつれ、通常は強固で結合性の強い有機結合が、最終的には、後の処理工程中に弱くなる。基板エッジの上面および下面付近に形成されるポリマ層は、その後、剥離すなわち薄片となって剥がれ、基板表面の湿式洗浄などの後処理中に、しばしば別の基板上に落ちて、デバイスの歩留まりに影響する可能性がある。

40

【0005】

50

超微小なフィーチャサイズおよび高い性能要件により、半導体ウエハに対する低誘電体の一体性が、以前の世代の材料よりも機械的に弱くなっている。低誘電率材料の本質的に弱い性質が、下流の電子部品パッケージングの処理および材料に対して重大な問題をもたらす場合がある。

【0006】

低誘電率材料は、定義によれば、誘電率（「 k 」）が2.9より低い半導体グレード絶縁材料である。集積回路上のデバイスのサイズをさらに縮小するためには、抵抗率の低い導電材料と低誘電率の絶縁体とを用いて、隣接する金属線間の容量結合を低減することが必要になっている。デバイスの性能を向上しつつデバイススケールを可能にするために、低誘電体、炭素、または、フッ素ドーパされた膜が、バックエンドプロセス（BEOL）のスタック内に導入されている。

10

【0007】

しかしながら、低誘電率材料は多孔質であり、処理の統合および材料の適合性について多くの困難を生じる。膜の完全性を維持して適切に一体化させることと、必要な剥離、洗浄、および、コンディショニングを実行することとの間のバランスを取ることが、ますます難しくなっている。パターニング処理（エッチング、剥離、および、洗浄）も、多孔質の低誘電体の完全性に劇的な影響を与えうる。現在用いられている洗浄プラズマガスは、 O_2 および CF_4 、または、 N_2 および CF_4 であり、結果として、窒素、酸素、または、フッ素のラジカルが基板内に移動する。この移動により誘電率の値が増大し、材料の組成を変化させ、材料を劣化させる。

20

【0008】

このように、低誘電体への損傷が、デバイス性能の劣化、信頼性の低下、歩留まりの低下、および、その他の関連する問題を引き起こす。

【発明の概要】

【0009】

上述の課題を解決するために、本発明の目的に従って、直径を有するウエハのベベル上の材料を除去するための装置が提供されている。ウエハの直径よりも小さい直径を有するウエハ支持体が設けられており、ウエハがウエハ支持体によって支持された時に、ウエハ支持体はウエハの第1の側に位置し、ウエハの外周エッジはウエハの周囲においてウエハ支持体を越えて広がる。RF電源が、ウエハに対して電氣的に接続される。中央カバーが、ウエハ支持体から離間して配置されており、ウエハがウエハ支持体上に配置された時に、ウエハは中央カバーとウエハ支持体との間に配置され、中央カバーはウエハの第2の側に位置する。第1の導電リングが、ウエハから離間してウエハの第1の側に配置される。第2の導電リングが、ウエハから離間してウエハの第2の側に配置されており、ウエハの外周エッジは、第1の導電リングと第2の導電リングとの間に位置する。導電ライナが、ウエハの外周エッジを囲んでいる。スイッチが、ライナと接地との間に配置され、ライナを接地状態から浮遊状態に切り替えることを可能にする。

30

【0010】

本発明の別の態様では、ウエハのベベル部を洗浄するための方法が提供されている。ウエハがRF電源に対して電氣的に接続されると共にウエハの上面が中央カバーから1mm未満離間されるように、ウエハがウエハ支持体上に配置され、ウエハは、ウエハ支持体を越えて広がる外周エッジを有しており、ウエハの外周エッジは、第1の導電リングと第2の導電リングとの間に位置し、導電ライナによって囲まれる。ベベル洗浄ガスが、中央カバーを通して供給される。RF電力が、RF電源からウエハに供給される。ライナと接地との間の抵抗値が設定される。

40

【0011】

本発明による第1の形態の装置は、直径を有するウエハのベベル上の材料を除去するための装置であって、

前記ウエハの前記直径よりも小さい直径を有するウエハ支持体であって、前記ウエハが前記ウエハ支持体によって支持された時に、前記ウエハ支持体は前記ウエハの第1の側に

50

位置し、前記ウエハの外周エッジは前記ウエハの周囲において前記ウエハ支持体を越えて広がる、ウエハ支持体と、

前記ウエハに対して電氣的に接続される R F 電源と、

前記ウエハ支持体から離間した中央カバーであって、前記ウエハが前記ウエハ支持体上に配置された時に、前記ウエハは前記中央カバーと前記ウエハ支持体との間に配置され、前記中央カバーは前記ウエハの第 2 の側に位置する、中央カバーと、

前記ウエハから離間して前記ウエハの前記第 1 の側に位置する第 1 の導電リングと、

前記ウエハから離間して前記ウエハの前記第 2 の側に位置する第 2 の導電リングであって、前記ウエハの前記外周エッジは前記第 1 の導電リングと前記第 2 の導電リングとの間に位置する、第 2 の導電リングと、

前記第 1 の導電リングと、前記第 2 の導電リングと、前記ウエハの前記外周エッジとを囲むように配置された導電ライナと、

前記導電ライナと前記第 1 の導電リングとに接続されているとともに、前記導電ライナと接地との間に配置され、前記導電ライナを接地状態から浮遊状態に切り替えることを可能にするスイッチと、
を備える。

なお、本発明は、以下の適用例としても実現可能である。

[適用例 1]

直径を有するウエハのベベル上の材料を除去するための装置であって、

前記ウエハの前記直径よりも小さい直径を有するウエハ支持体であって、前記ウエハが前記ウエハ支持体によって支持された時に、前記ウエハ支持体は前記ウエハの第 1 の側に位置し、前記ウエハの外周エッジは前記ウエハの周囲において前記ウエハ支持体を越えて広がる、ウエハ支持体と、

前記ウエハに対して電氣的に接続される R F 電源と、

前記ウエハ支持体から離間した中央カバーであって、前記ウエハが前記ウエハ支持体上に配置された時に、前記ウエハは前記中央カバーと前記ウエハ支持体との間に配置され、前記中央カバーは前記ウエハの第 2 の側に位置する、中央カバーと、

前記ウエハから離間して前記ウエハの前記第 1 の側に位置する第 1 の導電リングと、

前記ウエハから離間して前記ウエハの前記第 2 の側に位置する第 2 の導電リングであって、前記ウエハの前記外周エッジは前記第 1 の導電リングと前記第 2 の導電リングとの間に位置する、第 2 の導電リングと、

前記ウエハの前記外周エッジを囲む導電ライナと、

前記ライナと接地との間に配置され、前記ライナを接地状態から浮遊状態に切り替えることを可能にするスイッチと、
を備える装置。

[適用例 2]

適用例 1 に記載の装置であって、前記中央カバーは、前記ウエハの上面から 1 mm 未満離間している、装置。

[適用例 3]

適用例 1 または 2 に記載の装置であって、前記中央カバーは、誘電材料から形成され、絶縁体を形成する、装置。

[適用例 4]

適用例 1 ないし 3 のいずれかに記載の装置であって、前記ウエハの前記外周エッジは、前記ウエハの周囲全体にわたって、前記第 1 の導電リングと前記第 2 の導電リングとの間に位置する、装置。

[適用例 5]

適用例 1 ないし 4 のいずれかに記載の装置であって、前記導電ライナは、前記第 1 および第 2 の導電リングの少なくとも一方に対して電氣的に接続されている、装置。

[適用例 6]

適用例 1 ないし 5 のいずれかに記載の装置であって、前記第 1 の導電リングは、前記ウ

10

20

30

40

50

エハ支持体から離間して前記ウエハ支持体を囲んでおり、前記第 2 の導電リングは、前記中央カバーから離間して前記中央カバーを囲んでいる、装置。

[適用例 7]

適用例 1 ないし 6 のいずれかに記載の装置であって、前記第 1 および第 2 の導電リングの一方が、前記導電ライナに対して電氣的に接続されておらず、接地されている、装置。

[適用例 8]

適用例 1 ないし 7 のいずれかに記載の装置であって、前記スイッチは、少なくとも 1 オームから 1 0 0 メガオーム以下までの可変抵抗を提供する可変抵抗器を備える、装置。

[適用例 9]

適用例 1 ないし 8 のいずれかに記載の装置であって、前記ウエハ支持体は、導電性の電極であり、前記 R F 電源と前記ウエハとの間の電気接続を提供する、装置。

10

[適用例 1 0]

適用例 1 ないし 9 のいずれかに記載の装置であって、前記スイッチは、前記ライナを浮遊させる開状態と、前記ライナを接地させる閉状態とを有する、装置。

[適用例 1 1]

適用例 1 ないし 1 0 のいずれかに記載の装置であって、前記第 1 の導電リングは、前記ウエハ支持体から電氣的に絶縁されている、装置。

[適用例 1 2]

適用例 1 ないし 1 1 のいずれかに記載の装置であって、さらに、
前記ウエハ支持体、前記第 1 の導電リング、前記第 2 の導電リング、前記中央カバー、
および、前記導電ライナを囲むチャンバと、

20

前記チャンバと流体連通するベベル洗浄ガス源と、を備える装置。

[適用例 1 3]

ウエハのベベル部を洗浄するための方法であって、

前記ウエハが R F 電源に対して電氣的に接続されると共に前記ウエハの上面が中央カバーから 1 mm 未満離間されるように、前記ウエハをウエハ支持体上に配置する工程であって、前記ウエハは、前記ウエハ支持体を越えて広がる外周エッジを有しており、前記ウエハの前記外周エッジは、第 1 の導電リングと第 2 の導電リングとの間に位置し、導電ライナによって囲まれる、工程と、

前記中央カバーを通してベベル洗浄ガスを供給する工程と、

30

前記 R F 電源から前記ウエハに R F 電力を供給する工程と、

前記ライナと接地との間の抵抗値を設定する工程と、

を備える、方法。

[適用例 1 4]

適用例 1 3 に記載の方法であって、前記ライナと接地との間の前記抵抗値を変更する工程をさらに備える、方法。

[適用例 1 5]

適用例 1 4 に記載の方法であって、前記抵抗値を変更する工程は、スイッチを開閉する工程を備える、方法。

[適用例 1 6]

40

適用例 1 4 に記載の方法であって、前記抵抗値を変更する工程は、可変抵抗器を用いて実現される、方法。

添付の図面を参照しつつ行う本発明の詳細な説明において、本発明の上述の特徴およびその他の特徴を詳述する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1 A】 本発明の実施に利用できるベベル洗浄処理チャンバを示す概略図。

【図 1 B】 本発明の実施に利用できるベベル洗浄処理チャンバを示す概略図。

【図 2】 本発明の一実施形態で利用可能な処理を示す概略フローチャート。

【図 3】 ベベルエッジを洗浄する工程の詳細なフローチャート。

50

【図４Ａ】一工程中のプラズマ処理チャンバの一実施形態を示す概略図。

【図４Ｂ】別の工程中のプラズマ処理チャンバの一実施形態を示す概略図。

【図５Ａ】本発明の実施形態で用いられる制御部の実施に適したコンピュータシステムを示す図。

【図５Ｂ】本発明の実施形態で用いられる制御部の実施に適したコンピュータシステムを示す図。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下では、添付図面に例示されたいくつかの好ましい実施形態を参照しつつ、本発明の詳細な説明を行う。以下の説明では、本発明の完全な理解を促すために、数多くの具体的な詳細事項が示されている。しかしながら、当業者にとって明らかなように、本発明は、これらの具体的な詳細事項の一部または全てがなくとも実施することが可能である。また、本発明が不必要に不明瞭となるのを避けるため、周知の処理工程および／または構造については、詳細な説明を省略した。

【００１４】

理解を促すために、本発明の一実施形態に従ったベベル洗浄処理チャンバ１００を示す概略図を図１に示す。ウエハのベベルとは、ウエハのエッジであり、ウエハのエッジ付近におけるウエハの上面および下面の一部である。ベベル洗浄処理チャンバ１００は、チャンバ壁１０２に囲まれている。チャンバ１００は、ウエハ支持体１０４を有しており、その上にウエハ１１０が配置される。一実施形態において、ウエハ支持体１０４は、静電チャックであり、ＲＦ（高周波）電源１１２から電力を供給される。ウエハ１１０の外周エッジが、ウエハ１１０の外周全体にわたってウエハ支持体１０４を越えて広がるように、ウエハ支持体１０４は、ウエハ１１０の直径よりも小さい直径を有する。ウエハ支持体１０４およびウエハ１１０の上面から離間して、中央カバー１０３が配置されており、ガス源１２０と接続するガス流入口１０８を備えたガス分配プレートとして機能する。中央カバー１０３は、誘電材料であることが好ましい。本発明の別の実施形態では、中央カバーは、導電性であり、接地されている。中央カバー１０３は、ウエハ支持体１０４上のウエハ１１０の上面から１ｍｍ未満の距離だけ離間されていることが好ましい。中央カバー１０３は、ウエハ１１０の上面から０．６ｍｍ未満の距離だけ離間されていることがより好ましい。中央カバー１０３は、ウエハ１１０の上面から０．３ｍｍないし０．４ｍｍだけ離間されていることが最も好ましい。第１の導電リング１２４が、ウエハ支持体１０４を囲んでいる。第１の導電リング１２４は、導電材料で形成される。絶縁体リング１２８が、第１の導電リングの内側に配置されており、第１の導電リング１２４をウエハ支持体１０４から離間させて絶縁する。第２の導電リング１３２が、中央カバー１０３を囲んでいる。第２の導電リング１３２は、導電材料で形成される。絶縁体リング１３６が、第２の導電リング１３２と中央カバー１０３との間に配置されており、第２の導電リング１３２を中央カバー１０３から離間させている。図に示すように、ウエハの外周エッジは、ウエハの外周全体にわたって第１の導電リング１２４と第２の導電リング１３２との間に配置される。

【００１５】

導電ライナ１４４が、ウエハ１１０の外周エッジを囲んでいる。この実施形態において、ライナ１４４は、第１の導電リング１２４と電気的に接続されている。導電ライナ１４４および第１の導電リング１２４は、スイッチ１４８を介して接地されている。スイッチは、開閉式スイッチまたは可変抵抗器であることが好ましい。スイッチが可変抵抗器である場合、可変抵抗器は、１オームから１００メガオームの間の抵抗値を提供することが好ましい。可変抵抗器は、１０キロオームから１００キロオームの間の可変抵抗値を提供することがより好ましい。第２の導電リングは、接地されている。制御部１５６は、ＲＦ電源１１２、洗浄ガス源１２０、および、スイッチ１４８に対して制御可能に接続されている。

【００１６】

図 5 A および 5 B は、本発明の実施形態で用いられる制御部 1 5 6 の実施に適したコンピュータシステム 5 0 0 を示す図である。図 5 A は、コンピュータシステムの物理的形態の一例を示している。もちろん、コンピュータシステムは、集積回路、プリント基板、および、小型携帯デバイスから大型スーパーコンピュータまで、多くの物理的形態を有してよい。コンピュータシステム 5 0 0 は、モニタ 5 0 2、ディスプレイ 5 0 4、筐体 5 0 6、ディスクドライブ 5 0 8、キーボード 5 1 0、および、マウス 5 1 2 を備える。ディスク 5 1 4 は、コンピュータシステム 5 0 0 とデータをやり取りするために用いられるコンピュータ読み取り可能な媒体である。

【 0 0 1 7 】

図 5 B は、コンピュータシステム 5 0 0 のブロック図の一例である。システムバス 5 2 0 には、様々なサブシステムが取り付けられている。1 または複数のプロセッサ 5 2 2 (中央処理装置すなわち C P U と呼ぶ) が、メモリ 5 2 4 などの記憶装置に接続されている。メモリ 5 2 4 は、ランダムアクセスメモリ (R A M) および読み出し専用メモリ (R O M) を含む。当技術分野で周知のように、R O M は、C P U に対して単方向的にデータおよび命令を転送するよう機能し、R A M は、通例、双方向的にデータおよび命令を転送するために用いられる。これらの種類のメモリは両方とも、後に示す任意の適切なコンピュータ読み取り可能な媒体を含んでよい。C P U 5 2 2 には、さらに、固定ディスク 5 2 6 が、双方向的に接続されており、さらなるデータ記憶容量を提供している。固定ディスク 5 2 6 は、後に示すコンピュータ読み取り可能な媒体のいずれを含んでもよい。固定ディスク 5 2 6 は、プログラムやデータなどを格納するために用いられてよく、通例は、一次記憶装置よりも遅い二次記憶媒体 (ハードディスクなど) である。固定ディスク 5 2 6 内に保持された情報は、必要に応じて、メモリ 5 2 4 内の仮想メモリとして標準的な方法で組み込まれてよいことを理解されたい。リムーバブルディスク 5 1 4 は、後に示すコンピュータ読み取り可能な媒体のいずれの形態を取ってもよい。

【 0 0 1 8 】

C P U 5 2 2 は、さらに、ディスプレイ 5 0 4、キーボード 5 1 0、マウス 5 1 2、および、スピーカ 5 3 0 など、様々な入力 / 出力装置に接続されている。一般に、入力 / 出力装置は、ビデオディスプレイ、トラックボール、マウス、キーボード、マイク、タッチセンサ式ディスプレイ、トランスデューサ式カードリーダー、磁気または紙テープリーダー、タブレット、スタイラス、音声または手書き認識装置、バイオメトリクスリーダー、または、他のコンピュータ、のいずれであってもよい。C P U 5 2 2 は、必要に応じて、ネットワークインターフェース 5 4 0 を用いて、他のコンピュータや電気通信ネットワークに接続されてもよい。かかるネットワークインターフェースを用いて、C P U は、上述の方法の工程を実行する際に、ネットワークから情報を受信、または、ネットワークに情報を出力してよい。さらに、本発明の方法の実施形態は、C P U 5 2 2 単体で実行されてもよいし、インターネットなどのネットワークを介して、処理の一部を分担する遠隔 C P U と協働で実行されてもよい。

【 0 0 1 9 】

さらに、本発明の実施形態は、コンピュータによって実現される様々な動作を実行するためのコンピュータコードを有するコンピュータ読み取り可能な媒体を備えたコンピュータストレージ製品に関する。媒体およびコンピュータコードは、本発明のために、特別に設計および構成されてもよいし、コンピュータソフトウェア分野における当業者にとって周知および利用可能なものであってもよい。コンピュータ読み取り可能な媒体の例としては、ハードディスク、フレキシブルディスク、磁気テープなどの磁気媒体 ; C D - R O M、ホログラフィック素子などの光学媒体 ; フロプティカルディスクなどの光磁気媒体 ; 特定用途向け集積回路 (A S I C)、プログラム可能論理回路 (P L D)、R O M および R A M など、プログラムコードを格納および実行するよう特別に構成されたハードウェア装置、が挙げられるが、それらに限定されない。コンピュータコードの例としては、コンパイラによって生成されたコードなどのマシンコードや、インタープリタを用いてコンピュータによって実行される高級言語コードを含むファイルが挙げられる。コンピュータ読み

取り可能な媒体は、搬送波で具現化されたコンピュータデータ信号によって転送されると共にプロセッサが実行可能な一連の命令を表すコンピュータコードであってもよい。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、上述のデバイスを用いる処理のフローチャートである。フォトレジストマスクが、ウエハの上に提供される（工程 2 0 0）。ウエハは、ベベル洗浄チャンバ 1 0 0 に搬送される（工程 2 0 2）。ベベル洗浄チャンバ内で、ベベルエッジ洗浄が実行される（工程 2 0 4）。図 3 は、ベベルエッジを洗浄する工程の詳細なフローチャートである。ベベル洗浄ガスが、供給される（工程 3 0 4）。ベベル洗浄ガスが、プラズマ化される（工程 3 0 8）。スイッチの設定が、変更される（工程 3 1 2）。別の処理においては、スイッチの設定は、洗浄処理中に変更されずに、別の時に変更される。

10

【 0 0 2 1 】

ベベル洗浄のためのレシピの一例を以下に示す。チャンバ圧力は、1 5 0 0 m T o r r に設定される。ベベル洗浄ガスとして、5 0 0 s c c m の O_2 が供給される。R F 電源は、1 3 . 5 6 M H z で 6 0 0 W を供給する。スイッチの設定が、1 から 1 0 0 M に変更される。

【 0 0 2 2 】

この例において、ベベル洗浄は、ベベルエッジから、別の誘電体（酸化シリコンなど）に対して選択的または非選択的にポリマを除去する。図 1 B は、図 1 A に示した部分 B の拡大図であり、おそらく別の誘電体 1 1 7 と共にウエハ 1 1 0 のエッジ上に存在するポリマの膜が、洗浄処理によって除去される前の状態を示している。

20

【 0 0 2 3 】

ウエハは、ベベルエッチングチャンバからプラズマエッチングチャンバに搬送される（工程 2 0 6）。プラズマエッチングチャンバ内で、エッチング層にフィーチャがエッチングされる（工程 2 0 8）。マスクは、剥離すなわちアッシング処理を用いて除去される（工程 2 1 0）。ウエハは、ベベルエッチングチャンバに搬送される（工程 2 1 2）。ウエハは、もう一度ベベル洗浄を受ける（工程 2 1 4）。別の実施形態では、別の時点で、1 または複数のベベル洗浄処理が実行されてもよい。

【 0 0 2 4 】

理論に縛られることなく、ライナおよびスイッチを追加することで、予想以上に洗浄処理の改善が可能になり、それにより、洗浄率および洗浄の選択性の制御が可能になる。

30

【 0 0 2 5 】

図 4 A は、ベベル洗浄処理中のベベルエッチングチャンバ 4 0 0 の概略図であり、スイッチ 4 4 8 は開閉位置を有するスイッチである。制御部 4 5 6 は、洗浄ガス源 4 2 0 によって洗浄ガスを供給させ、R F 電源 4 1 2 によって洗浄ガスをプラズマ励起させる。中央カバー 4 0 3 は、ウエハ支持体上のウエハ 4 1 0 の上面から 1 m m 未満に位置するため、プラズマは、中央カバー 4 0 3 とウエハ支持体 4 0 4 との間に維持されずに、第 1 の導電リング 4 2 4 と第 2 の導電リング 4 3 2 との間に維持される。この例におけるベベル洗浄ガスは、 CO_2 または O_2 の内の少なくとも一方と、フッ素などのハロゲンとを含んでいてよい。スイッチ 4 4 8 は、第 1 の導電リング 4 2 4 およびライナ 4 4 4 を浮遊させるよう開かれており、第 2 の導電リング 4 3 2 は接地されている。これにより、第 1 の導電リング 4 2 4 と第 2 の導電リング 4 3 2 との間の領域でプラズマ 4 8 4 の閉じ込め性が高くなる。この高くなったプラズマ閉じ込め性により、ベベル洗浄が高速になると共に、フォトレジストへの選択性が低くなる。ハロゲンの存在は、フォトレジストによって形成された皮膜の除去を支援し、また、ハロゲンガスが他の材料を洗浄することから、選択性を低くする。

40

【 0 0 2 6 】

図 4 B は、ベベルエッチングチャンバ 4 0 0 の概略図であり、スイッチ 4 4 8 は、第 1 の導電リング 4 2 4 およびライナ 4 4 4 が接地されるように閉じられており、第 2 の導電リング 4 3 2 も接地されている。これにより、プラズマが、より大きい体積にわたって拡散されるため、第 1 の導電リング 4 2 4 と第 2 の導電リング 4 3 2 との間の領域でプラズ

50

マ 4 8 4 の閉じこめ性が低下し、プラズマの密度が低くなる。この低下したプラズマ閉じ込め性により、ベベル洗浄が低速になると共に、フォトレジストへの選択性が高くなる。プラズマの密度が低いと、フッ素の密度が低くなり、その結果、エッチングされる酸化シリコンが少なくなると考えられる。フォトレジスト洗浄が有意なほど低減されず、予想以上により選択的な洗浄が実現されることがわかった。

【 0 0 2 7 】

他の実施形態において、ベベル洗浄ガスは、 CO_2 、 CO 、 C_xH_y 、 H_2 、 NH_3 、 $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$ 、または、それらの組み合わせ、の内の少なくとも1つであってよい。圧力は、500 mTorr から 10 Torr に維持されてよい。ベベルエッジの洗浄のための圧力は、100 mT から 10 T の間であることがより好ましい。100 ~ 2000 ワットの電力が、約 2 ~ 27 MHz でプラズマ処理チャンバに供給される。レシピの一実施形態では、5 ~ 3000 sccm の洗浄ガスが、20 の温度で5秒間より長く用いられてよい。

10

【 0 0 2 8 】

他の実施形態において、ライナは、チャンバ壁の一部である。別の実施形態において、ライナは、第2の導電リングと電氣的に接続されているが、第1の導電リングとは接続されておらず、第1の導電リングは接地されている。別の実施形態において、ライナは、第1および第2の導電リング両方と電氣的に接続されている。別の実施形態において、ライナは、導電リングのいずれとも接続されていない。別の実施形態において、ライナは、チャンバ壁と平行に配置されている。

【 0 0 2 9 】

20

別の実施形態において、ウエハ支持体は、誘電材料から形成されており、RF電源は、電源とウエハとの間の直接的な電気接続など、別の方法でウエハに対して電氣的に接続される。ウエハは、電極として機能する。

【 0 0 3 0 】

一部の処理においては、ポリマと、酸化シリコン、窒化シリコン、または、低誘電体などの別の誘電体との両方を、1 : 1 の選択比で除去することが望ましい。他の処理においては、100 : 1 程度の高さの選択比で、酸化シリコンを除去せずに、ポリマを選択的に除去することが望ましい。それ以外の処理で、中間の選択比を用いてもよい。かかる処理において、洗浄の選択比または洗浄率を調整するものとしてもよい。本明細書に記載の装置では、かかる選択が可能である。スイッチ 148 に可変抵抗器を用いることで、開閉位置だけを有するスイッチよりも連続的な選択が可能になる。開閉のデューティサイクルを可変とすることで、より多様な開閉スイッチの設定を可能にしてもよい。

30

【 0 0 3 1 】

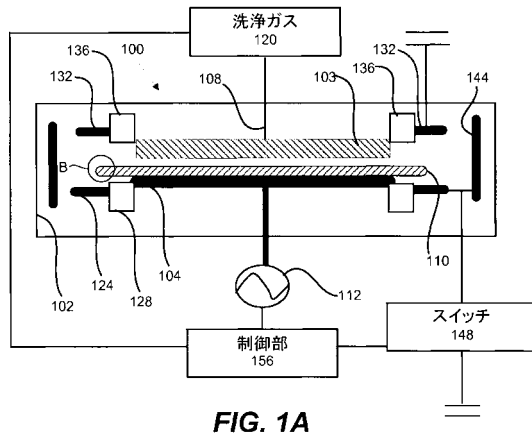
別の実施形態において、中央カバーは、導電材料から形成されており、ウエハの表面と中央カバーとの間の間隔を増大させるように移動可能になっている。かかる実施形態において、その間隔は、中央カバーとウエハとの間にプラズマを維持できるように増大され、そうすれば、フィーチャをエッチングするためのエッチングチャンバとして、ベベルエッチングチャンバを利用できる。

【 0 0 3 2 】

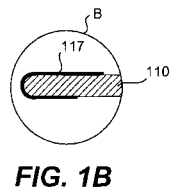
以上、いくつかの好ましい実施形態を参照しつつ本発明について説明したが、本発明の範囲内で、様々な代替物、置換物、および等価物が存在する。また、本発明の方法および装置を実施する他の態様が数多く存在することにも注意されたい。したがって、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の趣旨および範囲内に含まれる代替物、置換物、および等価物の全てを網羅するものとして解釈される。

40

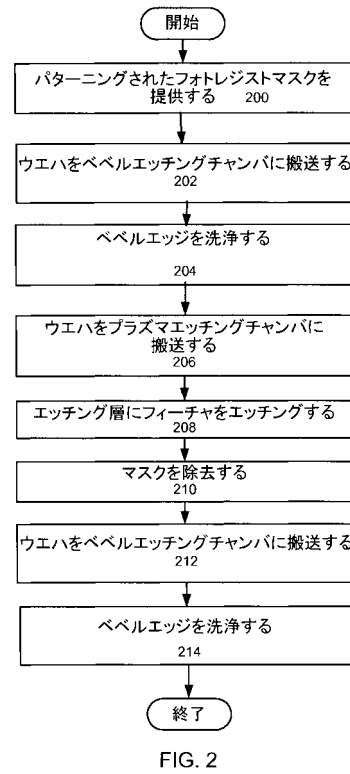
【図 1 A】



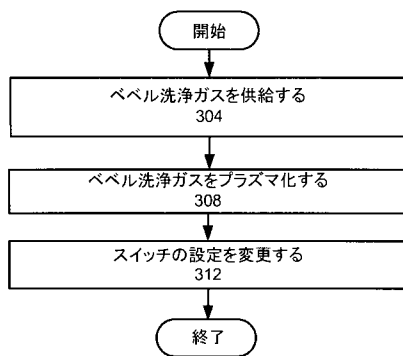
【図 1 B】



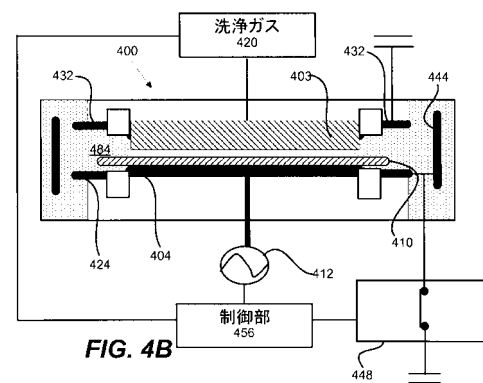
【図 2】



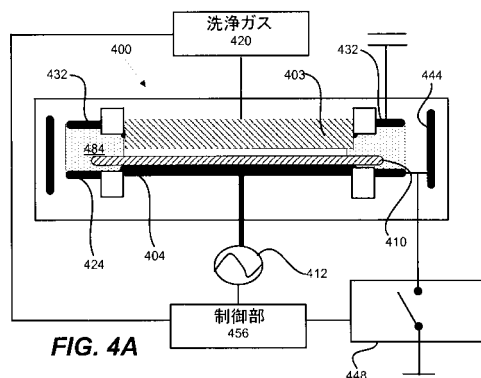
【図 3】



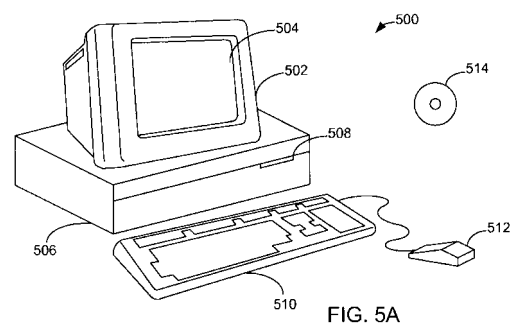
【図 4 B】



【図 4 A】



【図 5 A】



【図 5 B】

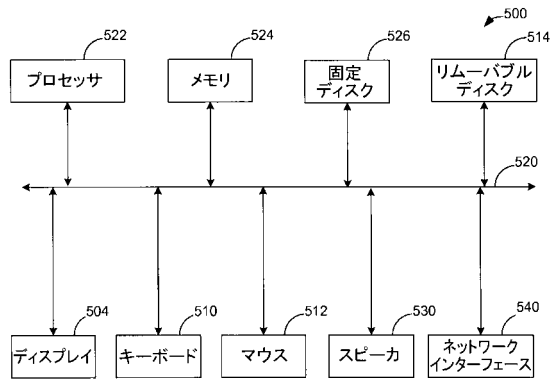


FIG. 5B

フロントページの続き

- (72)発明者 ベイリー・アンドリュー・ザ サード
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 6 6 プレザントン, ノースウェイ・ロード, 5 1 6 7
- (72)発明者 セクストン・グレッグ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 8 フレモント, ブラックウ・ロード, 3 9 6 0 8
- (72)発明者 キム・キーチャン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 6 8 ダブリン, ヘブン・プレイス, 5 0 0 0, # 1 0 2
- (72)発明者 クシ・アンドラス
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 1 3 2 0 サウザンド・オークス, パメラ・ウッド・ストリート, 7 1 7

合議体

審判長 鈴木 正紀

審判官 井上 茂夫

審判官 豊永 茂弘

- (56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 5 7 0 1 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 3 9 5 2 9 (J P , A)