

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5656626号
(P5656626)

(45) 発行日 平成27年1月21日(2015. 1. 21)

(24) 登録日 平成26年12月5日(2014.12.5)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 1 O 1 B

C 2 3 C 16/455 (2006.01)

H O 1 L 21/302 1 O 1 H

H O 1 L 21/205 (2006.01)

C 2 3 C 16/455

H O 1 L 21/31 (2006.01)

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/31

C

請求項の数 24 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-500976 (P2010-500976)
 (86) (22) 出願日 平成20年3月27日(2008. 3. 27)
 (65) 公表番号 特表2010-524205 (P2010-524205A)
 (43) 公表日 平成22年7月15日(2010. 7. 15)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/003970
 (87) 国際公開番号 W02008/121288
 (87) 国際公開日 平成20年10月9日(2008. 10. 9)
 審査請求日 平成23年3月16日(2011. 3. 16)
 審判番号 不服2013-18064 (P2013-18064/J1)
 審判請求日 平成25年9月18日(2013. 9. 18)
 (31) 優先権主張番号 11/730, 298
 (32) 優先日 平成19年3月30日(2007. 3. 30)
 (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 フィッシャー, アンドレアス
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 552, カストロ バレー, マウント
 ラッセン ドライブ 18989

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体材料処理装置用の低粒子性能を有するシャワーヘッド電極及びシャワーヘッド電極アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体材料処理装置用のシャワーヘッド電極であって、

上面と、前記上面に設置された1つのガス注入口と、前記ガス注入口と流体連結し中央に位置する第1の環状プレナム及び前記ガス注入口と前記第1の環状プレナムを介して流体連結し前記第1の環状プレナムを取り囲む第2の環状プレナムであって、前記第1の環状プレナムから半径方向外側に間隔をあけて設置され、放射状の複数の第1ガス流路を介して前記第1の環状プレナムと流体連結しする第2の環状プレナムを備える底面と、を備える半導体材料の上部電極と、

前記上部電極の前記底面に結合された上面と、プラズマに曝される底面と、前記第1の環状プレナム及び前記第2の環状プレナムと流体連結する複数のガス孔と、を備える半導体材料の底部電極と、

を備える、ことを特徴とするシャワーヘッド電極。

【請求項 2】

前記上部電極及び前記底部電極は、単結晶シリコン、多結晶シリコン、SiC又はSiNを含む、ことを特徴とする請求項1に記載のシャワーヘッド電極。

【請求項 3】

前記上部電極及び前記底部電極はそれぞれ単結晶シリコンを含み、前記底部電極の前記上面は、前記上部電極の前記底面に拡散接合され、シリコン又は酸化ケイ素のみが、前記上部電極の前記底面と前記底部電極の前記上面との間にある、ことを特徴とする請求項1

10

20

に記載のシャワーヘッド電極。

【請求項 4】

前記底部電極は、前記第 1 の環状プレナムと流体連結する第 1 ガス孔と前記第 2 の環状プレナムと流体連結する第 2 ガス孔とを含み、

前記第 2 の環状プレナムは、前記上部電極の前記底面内の環状流路である、ことを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極。

【請求項 5】

前記第 2 の環状プレナムから半径方向外側に間隔をあけて設置され、放射状の複数の第 2 ガス流路を介して前記第 2 の環状プレナムと流体連結し、かつ、前記第 1 の環状プレナムとも流体連結する第 3 の環状プレナムと、

前記第 3 の環状プレナムと流体連結する、前記底部電極内の第 3 ガス孔と、
をさらに備え、

前記第 3 の環状プレナムは、前記上部電極の前記底面内の環状流路であり、前記第 2 の環状プレナムは、前記第 1 の環状プレナムよりも大きな容積を有し、前記第 3 の環状プレナムは、前記第 2 の環状プレナムよりも大きな容積を有する、ことを特徴とする請求項 4 に記載のシャワーヘッド電極。

【請求項 6】

半導体材料処理装置用のシャワーヘッド電極アセンブリであって、

底面と、処理ガス供給部及び加熱ガス供給部と流体連結するように構成された第 1 ガス流路と、熱伝達ガス供給部と流体連結するように構成された第 2 ガス流路と、を含む上部プレートと、

前記上部プレートから弾力的に吊り下げられている請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極と、

を備え、

前記シャワーヘッド電極の前記上面は、前記第 2 流路と流体連結するが前記第 1 流路とは流体連結しない間隙により前記上部プレートの前記底面から間隔をあけて設置され、ガスマニホールドは、前記第 1 ガス流路及び前記ガス孔と流体連結するが前記第 2 ガス流路とは流体連結しない、ことを特徴とするシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 7】

前記上部プレートの前記底面と前記シャワーヘッド電極の前記上面との間に配置された少なくとも 2 つの半径方向に間隔をあけて設置されたシールをさらに備え、

前記上部プレートの前記底面と前記シャワーヘッド電極の前記上面と前記シールとは、前記第 1 ガス流路及び前記ガス注入口との流れを遮断する前記間隙を画定する、ことを特徴とする請求項 6 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 8】

前記間隙は、当該間隙全体にわたって放射状に約 25 μm から約 150 μm の範囲の一定の高さを有する、ことを特徴とする請求項 6 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 9】

前記間隙内に配置された少なくとも 3 つのローラをさらに備え、

前記少なくとも 3 つのローラは、前記間隙の前記一定の高さを維持し、前記シャワーヘッド電極アセンブリの熱膨張時に前記上部プレートの前記底面と前記シャワーヘッド電極の前記上面との摩擦接触を最小限に抑える、ことを特徴とする請求項 7 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 10】

前記シャワーヘッド電極は、前記シャワーヘッド電極アセンブリの熱膨張及び収縮の少なくともいずれかに適応するように半径方向に弾力的な少なくとも 2 つの支持ブラケットによって前記上部プレートから弾力的に吊り下げられる、ことを特徴とする請求項 6 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 11】

前記支持ブラケットは、プラズマに曝される少なくとも 1 つの表面と、前記プラズマに

10

20

30

40

50

曝される表面上のコーティングとを備え、

前記コーティングは、耐食性、耐摩耗性かつ汚染をもたらさない材料を含む、ことを特徴とする請求項 10 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 12】

前記シャワーヘッド電極は、前記底部電極に接合された前記上部電極を備える、ことを特徴とする請求項 6 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 13】

前記上部電極及び前記底部電極は、互いに拡散接合され、シリコン及び随意の酸化ケイ素からなる、ことを特徴とする請求項 12 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 14】

プラズマ処理チャンバであって、

請求項 6 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリと、

前記第 1 ガス流路と流体連結する前記処理ガス供給部と、

前記第 1 ガス流路と流体連結し、前記第 1 ガス流路に加熱ガスを供給し、前記第 1 ガス流路から前記加熱ガスを排出するように構成されている前記加熱ガス供給部と、

前記第 2 ガス流路と流体連結し、熱伝達ガスを前記間隙へ供給し、随意に前記熱伝達ガスを前記間隙から排出するように構成されている前記熱伝達ガス供給部と、
を備える、ことを特徴とするプラズマ処理チャンバ。

【請求項 15】

前記加熱ガス供給部は、前記第 1 ガス流路と流体連結する第 1 ガス管路と流体連結する加熱ガス供給源と、前記加熱ガスを予熱するために前記第 1 ガス管路に沿って設置されているヒータと、前記第 1 ガス管路に沿って設置され、前記第 1 ガス流路から前記加熱ガスを排出するように動作可能な第 1 ポンプと流体連結する随意の第 1 弁とを備え、

前記熱伝達ガス供給部は、前記第 2 ガス流路と流体連結する第 2 ガス管路と流体連結する熱伝達ガス供給源と、前記第 2 ガス管路に沿って設置され、前記間隙から前記熱伝達ガスを排出するように動作可能な第 2 ポンプと流体連結する第 2 弁とを備える、ことを特徴とする請求項 14 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 16】

前記シャワーヘッド電極から間隔をあけて設置され、基板を支持するように構成された支持表面を含む基板支持アセンブリと、

前記シャワーヘッド電極の前記底面と前記支持表面との間でプラズマ閉じ込めゾーンを画定するように設けられた閉じ込めリングアセンブリと、
をさらに備える、ことを特徴とする請求項 14 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 17】

請求項 6 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリを備えるプラズマ処理チャンバ内で半導体基板を処理する方法であって、

前記加熱ガス供給部から前記第 1 ガス流路を介して前記シャワーヘッド電極に予熱された加熱ガスを供給して前記シャワーヘッド電極を加熱する工程と、

前記加熱ガスを前記第 1 ガス流路に供給することを終了する工程と、

前記処理ガス供給部から前記第 1 ガス流路を介して前記シャワーヘッド電極に前記処理ガスを供給する工程と、

前記処理ガスを活性化して前記プラズマ処理チャンバ内でプラズマを生成させて、前記プラズマ処理チャンバ内の基板支持部材上に配置されている基板をプラズマ処理する工程と、

前記プラズマの生成の間、前記熱伝達ガス供給部から前記第 2 ガス流路を介して前記間隙に前記熱伝達ガスを供給して前記シャワーヘッド電極から熱を伝達する工程と、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 18】

前記予熱された加熱ガスは、約 100 から約 500 までの温度を有し、

前記シャワーヘッド電極は、前記基板の直径より少なくとも約 50 mm 大きい直径を有

10

20

30

40

50

する、ことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

請求項 6 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリを備えるプラズマ処理チャンバ内で半導体基板を処理する方法であって、

加熱ガス供給部から前記シャワーヘッド電極アセンブリ内の前記第 1 ガス流路を介して前記シャワーヘッド電極に予熱された加熱ガスを供給して前記シャワーヘッド電極を加熱する工程と、

前記加熱ガスを前記シャワーヘッド電極に供給することを終了する工程と、

処理ガス供給部から前記第 1 ガス流路を介して前記シャワーヘッド電極に処理ガスを供給する工程と、

前記処理ガスを活性化して前記プラズマ処理チャンバ内でプラズマを生成させて、前記プラズマ処理チャンバ内の基板支持部材上に配置されている基板をプラズマ処理する工程と、

前記プラズマの生成の間、熱伝達ガス供給部から前記シャワーヘッド電極アセンブリ内の前記第 2 ガス流路を介して前記シャワーヘッド電極アセンブリに熱伝達ガスを供給して前記シャワーヘッド電極から熱を伝達する工程と、

を含み、

前記第 1 ガス流路は前記第 2 ガス流路から流れが遮断されている、ことを特徴とする方法。

【請求項 20】

前記予熱された加熱ガスは、約 100 から約 500 までの温度を有し、

前記シャワーヘッド電極は、前記基板の直径より少なくとも約 50 mm 大きい直径を有する、ことを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記底部電極は、前記第 1 の環状プレナムと流体連結する 1 列の円周方向に間隔を置いて配置されたガス孔と、前記第 2 の環状プレナムと流体連結する 2 列の円周方向に間隔を置いて配置されたガス孔と、を含む、ことを特徴とする請求項 4 に記載のシャワーヘッド電極。

【請求項 22】

前記底部電極は、前記第 3 の環状プレナムと流体連結する 2 列の円周方向に間隔を置いて配置されたガス孔、を含む、ことを特徴とする請求項 5 に記載のシャワーヘッド電極。

【請求項 23】

前記上部電極は、1 つのガス注入口のみを含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極。

【請求項 24】

前記複数のガス孔は、前記底部電極を完全に貫通するように延びている、ことを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体材料処理装置用の低粒子性能を有するシャワーヘッド電極及びシャワーヘッド電極アセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体材料処理の分野では、例えば、基板上の様々な材料のエッチング及び化学気相成長 (CVD) のために、またレジスト剥離のために、真空処理チャンバを備える半導体材料処理装置が使用される。これらの処理のいくつかは、このような処理チャンバ内で腐食性及び浸食性の処理ガスならびにプラズマを利用する。これらのチャンバ内で処理される基板の粒子及び/又は金属汚染を最小限度に抑えることが望ましい。したがって、このような装置の処理に曝されるコンポーネントは、低粒子性能を有していることが望ましい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第5,534,751号

【特許文献2】米国特許第5,998,932号

【特許文献3】米国特許第6,019,060号

【特許文献4】米国特許第6,178,919号

【特許文献5】米国特許第6,527,911号

【特許文献6】米国特許出願第2006/0207502号

【発明の概要】

10

【0004】

半導体材料処理装置用のシャワーヘッド電極の例示的な一実施形態は、上面、上面に設けられたガス注入口、及び、ガス注入口と流体連結する少なくとも1つのプレナムを含む底面を備える半導体材料の上部電極と、上部電極の底面に結合された上面、プラズマに曝される底面、及び、プレナムと流体連結する貫通する複数のガス孔を備える半導体材料の底部電極と、を具備する。

【0005】

半導体材料処理装置用のシャワーヘッド電極アセンブリの例示的な一実施形態は、底面、処理ガス供給部(process gas supply section)及び加熱ガス供給部(heating gas supply section)と流体連結するように構成された第1ガス流路、並びに、熱伝達ガス供給部(heat transfer gas supply section)と流体連結するように構成された第2ガス流路を備える上部プレートと、上部プレートから弾力的に吊り下げられたシャワーヘッド電極であって、第2ガス流路と流体連結するが第1ガス流路とは流体連結しない間隙により上部プレートの底面から間隔をあけて並ぶ上面、ガス孔を備えるプラズマに曝される底面、及び、第1ガス流路及びガス孔と流体連結するが第2ガス流路とは流体連結しないガスマニホールドを備えるシャワーヘッド電極と、を具備する。

20

【0006】

シャワーヘッド電極を含むシャワーヘッド電極アセンブリを備えるプラズマ処理チャンバ内で半導体基板を処理する方法の例示的な一実施形態は、予熱された加熱ガスを加熱ガス供給部からシャワーヘッド電極アセンブリ内の第1ガス流路を介してシャワーヘッド電極へ供給してシャワーヘッド電極を加熱する工程と、シャワーヘッド電極への加熱ガスの供給を終了する工程と、処理ガスを処理ガス供給部から第1ガス流路を介してシャワーヘッド電極へ供給する工程と、処理ガスを活性化してプラズマ処理チャンバ内にプラズマを生成し、プラズマ処理チャンバ内の基板支持部材上に配置されている基板をプラズマ処理する工程と、熱伝達ガスを熱伝達ガス供給部からシャワーヘッド電極アセンブリ内の第2ガス流路を介してシャワーヘッド電極アセンブリへ供給し、プラズマ生成中にシャワーヘッド電極から熱を伝える工程とを含み、第1ガス流路は、第2ガス流路から流れが遮断されている(flow isolated)。

30

【図面の簡単な説明】

【0007】

40

【図1】プラズマ処理チャンバの例示的な一実施形態を示す図である。

【図2】図1に示されているシャワーヘッド電極アセンブリの上部電極の底面図である。

【図3】図1に示されているシャワーヘッド電極アセンブリの底部電極の底面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

半導体材料プラズマ処理装置用のシャワーヘッド電極及びシャワーヘッド電極アセンブリ、並びに、シャワーヘッド電極アセンブリの実施形態を含むプラズマ処理チャンバ内の半導体材料を処理する方法について説明する。シャワーヘッド電極アセンブリは、電極温度制御機能に加え低粒子性能を提供する。シャワーヘッド電極アセンブリは、モジュール設計を採用している。シャワーヘッド電極アセンブリのいくつかの実施形態は、マルチゾ

50

ーンガス注入機能を有する。

【 0 0 0 9 】

図 1 は、例えば直径 2 0 0 m m 又は 3 0 0 m m の半導体ウエハなどの半導体材料基板を処理するためのプラズマ処理装置の容量結合プラズマ処理チャンバ 1 0 の例示的な一実施形態を示している。図に示されているように、シャワーヘッド電極アセンブリ 2 0 は、基板支持アセンブリ 2 2 の上に設けられる。シャワーヘッド電極アセンブリ 2 0 は、上部プレート 2 1 及びシャワーヘッド電極 2 4 を備え、基板支持アセンブリ 2 2 は、下側電極 2 6 を備える。プラズマ処理チャンバ 1 0 は、上部プレート 2 1 内のガス流路 3 0 を介してシャワーヘッド電極 2 4 に処理ガスを供給するように構成された処理ガス供給源 (process gas supply) 2 8 を有する処理ガス供給部を備える。プラズマ処理の間、下側電極 2 6 に電力が供給され、これにより、プラズマ処理チャンバ 1 0 内に導入される処理ガスが活性化され、さらにプラズマが発生して基板支持アセンブリ 2 2 の表面 3 4 上で支持されている基板 3 2 が処理される。図に示されているように、プラズマ処理チャンバの実施形態は、シャワーヘッド電極 2 4 と基板支持アセンブリ 2 2 との間に画定されたプラズマ閉じ込めゾーン 3 8 内にプラズマを閉じ込めるように構成されたプラズマ閉じ込めリングアセンブリ 3 6 を備える。

10

【 0 0 1 0 】

この実施形態では、シャワーヘッド電極 2 4 は、底部電極 4 2 に取り付けられた上部電極 4 0 を備える。上部電極 4 0 及び底部電極 4 2 は、典型的には円板である。シャワーヘッド電極 2 4 は、ブラケット 4 6 によって上部プレート 2 1 から吊り下げられ、上部電極 4 0 の上面 4 8 は、上部プレート 2 1 の底面 5 0 から離されている。ブラケット 4 6 は、上部プレート 2 1 及びシャワーヘッド電極 2 4 に留めることができる。他の実施形態では、ブラケット 4 6 は、上部プレート 2 1 に留めることができるが、シャワーヘッド電極 2 4 には取り付けることができず、シャワーヘッド電極 2 4 はブラケット 4 6 の上に載る。

20

【 0 0 1 1 】

この実施形態では、上部電極 4 0 は、シャワーヘッド電極 2 4 内に形成されたガスマニホールドと流体連結する単一のガス注入口 5 2 を備える。ガスマニホールドは、上部電極 4 0 の底面 5 4 内に形成された少なくとも 1 つのプレナムを備える。複数のプレナムを備える実施形態では、プレナムは、互いに流体連結している。実施形態では、ガスマニホールドは、3 つのプレナムを備える、つまり、好ましくは底面 5 4 の中心部に配置されている第 1 プレナム 5 6、並びに、第 1 プレナム 5 6 から半径方向に間隔をあけて並ぶ第 2 プレナム 5 8 及び第 3 プレナム 6 0 を備える。他の実施形態では、上部電極 4 0 は、第 1 のプレナム 5 6 を囲む、単一のプレナムのみ、又は、2 つよりも多いプレナムを含み得る。図 2 に示されているように、第 1 プレナム 5 6 は、円形であり、第 2 プレナム 5 8 及び第 3 プレナム 6 0 は、同心環状流路である。上部電極 4 0 は、第 1 プレナム 5 6 と第 2 プレナム 5 8 との間を流体連結するための周上に間隔をあけて並ぶ放射状ガス流路 6 2 と、第 2 プレナム 5 8 と第 3 プレナム 6 0 との間を流体連結するための周上に間隔をあけて並ぶ放射状ガス流路 6 4 を備える。この実施形態では、放射状ガス流路 6 2、6 4 は、位置が揃えられている。ガス注入口 5 2、プレナム 5 6、5 8、6 0、及び放射状ガス流路 6 2、6 4 は、上部電極 4 0 内で機械加工される。

30

40

【 0 0 1 2 】

第 1 プレナム 5 6、第 2 プレナム 5 8 及び第 3 プレナム 6 0 は、所望のガス圧力状態を作り出すのに好適な容積を有する。例えば、第 2 プレナム 5 8 は、第 1 プレナム 5 6 の容積よりも大きな容積を持つことができ、第 3 プレナム 6 0 は、第 2 プレナム 5 8 の容積よりも大きな容積を持つことができる。上部電極 4 0 及び底部電極 4 2 は、ほぼ同じ厚さ又は異なる厚さを持つことができる。

【 0 0 1 3 】

ガスマニホールドは、底部電極 4 2 内のガス孔にガスを同時に供給するように構成されている。図 1 及び 3 に示されているように、底部電極 4 2 は、その中を貫通し、同心円状に配列されたガス孔 6 6、6 8、7 0 を備え、ガス孔 6 6、6 8、7 0 のそれぞれのグル

50

ープは複数の周上に間隔をあけて並ぶガス孔を備える。ガス孔 66 は、第 1 プレナム 56 と流体連結し、ガス孔 68 の 2 つのグループは、第 2 プレナム 58 と流体連結し、ガス孔 70 の 2 つのグループは、第 3 プレナム 60 と流体連結する。他の実施形態では、底部電極 42 は、第 2 プレナム 58 及び/又は第 3 のプレナム 60 とそれぞれ流体連結しているガス孔 68、70 の単一のグループ、又は 2 つよりも多いグループを備えることができる。この実施形態では、プレナム 56、58、60 は、ガス流ゾーンを形成する。他の実施形態では、シャワーヘッド電極アセンブリ 20 は、複数のガス流ゾーン、例えば、少なくとも 1 つの内側ガス流ゾーン及び内側ガス流ゾーンを囲む外側ガス流ゾーンを備えることができる。例えば、内側ガス流ゾーンは、シャワーヘッド電極の特定の半径に制限され、また外側ガス流ゾーンは、シャワーヘッド電極の隣接する放射状部分の内側ガス流ゾーンを繰り返すことができる。複数のガス流ゾーンにより、基板 32 の中心部分と周縁（又は中間範囲）部分との間のガス流制御を独立に行うことができる。

10

【0014】

上部電極 40 及び底部電極 42 は、単結晶シリコン、多結晶シリコン、SiC、SiN、及び同様のものなどの好適な半導体材料から構成されうる。上部電極 40 及び底部電極は、異なる材料で構成されうる。高純度単結晶シリコンは、プラズマ処理中に、基板の汚染を最小限に抑え、さらに、磨耗を滑らかにし、したがって粒子が最小限に抑えられる。好ましくは、上部電極 40 及び底部電極 42 は、互いに接合された単結晶シリコンからなり、互いに拡散接合される。好ましくは、上部電極 40 と底部電極 42 との間に、シリコン又は酸化ケイ素以外の異種接合材料は使用されない。したがって、拡散接合シャワーヘッド電極は、そのような他の異種接合材料を使用することに比べウエハ汚染の低減に関して有利である。

20

【0015】

この実施形態では、上部プレート 21 は、その温度を制御するために好ましくは液冷される。例えば、上部プレート 21 は、図 1 に示されているように、温度制御液体供給源 (temperature-controlled liquid supply) 72 と液体流路 73 を介して流体連結する 1 つ又は複数の液体流路を備えることができる。冷却液、例えば、水は、通常約 17 から約 20 までの温度を有することができる。上部プレート 21 は、好ましくは、内蔵ヒータを備えていない。

【0016】

図 1 に示されているように、間隙 76（つまり、開放空間）は、上部プレート 21 の底面 50 と上部電極 40 の上面 48 との間に画定される。シャワーヘッド電極 24 に到達したプラズマからの RF エネルギーは、上部プレート 21 への間隙 76 に互ってシャワーヘッド電極 24 に容量結合されようことができ、これは RF 接地となる。Oリング又は同様のものなどのシール 78、80 は、底面 50 と上面 48 との間に配置され、圧密ガスシールを形成する。シール 78 は、処理ガス注入口 52 から間隙を隔離し、シール 80 は、プラズマ処理チャンバ 10 の外側部分から間隙 76 を隔離する。上部プレート 21 と上部電極 40 との間に、追加のシールを設けて、シャワーヘッド電極 24 の複数処理ガスゾーン注入又は複数ゾーン温度制御を行うようにできる。処理ガスゾーン毎に 1 つの追加シールを配置することができる。

30

40

【0017】

シャワーヘッド電極アセンブリ 20 は、上部プレート 21 の底面 50 と上部電極 40 の上面 48 との間に配置されるローラ 82 を備える。ローラ 82 は、間隙 76 の予めセットされた高さを維持し、シャワーヘッド電極アセンブリ 20 の熱膨張に適應するために備えられている。ローラ 82 は、上部プレート 21 の底面 50 内に形成された凹部内に据え付けられる。例えば、それぞれの凹部内に受け入れられる 3 つ以上のローラ 82 は、円状に配列されうる。ローラ 82 は、好ましくは、球形であり、これは、シャワーヘッド電極アセンブリ 20 の熱膨張の間、上部プレート 21 及び上部電極 40 との摩擦接触が最小になるように回転しうる。

【0018】

50

ローラ 8 2 は、ステンレススチールなどの金属、セラミック、及びポリテトラフルオロエチレンなどのポリマーを含む任意の好適な材料を含むことができる。金属ローラ 8 2 を備える実施形態では、上部プレート 2 1 と金属ローラとの間の電氣的接触を防ぐために電気絶縁体を凹部に設けることがいくつかの用途では望ましいことがある。

【 0 0 1 9 】

上部プレート 2 1 の底面 5 0 と上部電極 4 0 の上面 4 8 との間隙 7 6 は、好ましくは、約 5 0 μm から約 1 0 0 μm など、約 2 5 μm から約 1 5 0 μm までの高さを有する。底面 5 0 及び上面 4 8 は、好ましくは非常に滑らかかつ平らであって、間隙全体にわたって放射状に間隙 7 6 の一定の高さを維持する。

【 0 0 2 0 】

この実施形態では、シャワーヘッド電極 2 4 は、ブラケット 4 6 によって上部プレート 2 1 から弾力的に吊り下げられている。図 1 に示されている例示的な L 字型支持ブラケット 4 6 は、シャワーヘッド電極 2 4 の底部電極 4 2 が載る底部 8 4 を備える。好ましくは、支持ブラケット 4 6 の底部 8 4 のみが、シャワーヘッド電極 2 4 に接触する。支持ブラケット 4 6 は、支持ブラケット 4 6 と上部プレート 2 1 との間の摩擦作用を最小限に抑えつつシャワーヘッド電極アセンブリ 2 0 の熱膨張及び/又は収縮に適應する十分な薄さと弾力性を有する材料を含む。このような熱膨張及び/又は収縮の間、ブラケット 4 6 は横方向(つまり、半径方向)に曲がりうる。例えば、支持ブラケット 4 6 は、上部プレート 2 1 とシャワーヘッド電極 2 4 との間の直流伝導をもたらす、金属材料を含むことができる。ブラケットによるチャンバの汚染の可能性を最小限に抑えるために、ブラケットの(1つ又は複数の)プラズマに曝される表面を、石英、イットリア、シリコン、炭化ケイ素、アルミナ、又はポリマー材料などの耐食性及び耐摩耗性を有し、さらには汚染をもたらさない(contamination-neutral)材料でコーティングすることができる。

【 0 0 2 1 】

この実施形態では、シャワーヘッド電極アセンブリ 2 0 は、プラズマが OFF 状態のとき(例えば、ツールが働いていない(idle)状態でウエハが輸送されている期間)及びウエハ処理中のプラズマが ON 状態のときにシャワーヘッド電極 2 4 の温度を制御するためにシャワーヘッド電極 2 4 を加熱したり、又は冷却したりするための要素と組み合わせて使用されるように適合される。加熱及び冷却要素は、シャワーヘッド電極 2 4 から空間的に隔てられ、これらの機能とシャワーヘッド電極 2 4 とが物理的に接触しないようにしている。シャワーヘッド電極アセンブリ 2 0 は、シャワーヘッド電極 2 4 と物理的に接触する熱制御デバイス(例えば、抵抗加熱装置又は高温冷却装置)を備えない。加熱及び冷却要素をシャワーヘッド電極アセンブリ 2 0 内のシャワーヘッド電極 2 4 から空間的に隔てることで、加熱及び冷却要素とシャワーヘッド電極 2 4 との間の、滑り接触などの物理的接触により粒子汚染が引き起こされる可能性がなくなる。

【 0 0 2 2 】

この実施形態では、熱伝達ガス供給源(heat transfer gas supply) 8 6 を備える熱伝達ガス供給部は、ガス管路 8 8 及び上部プレート 2 1 内のガス流路 9 0 を介して上部プレート 2 1 と上部電極 4 0 との間に画定される間隙 7 6 と流体連結するように設けられる。シャワーヘッド電極 2 4 は、プラズマを生成するために高い電力レベルが使用されたときにプラズマ処理中に約 1 6 0 から約 1 7 0 までの高い温度に達しうる。熱伝達ガス供給部は、熱伝達ガスを熱伝達ガス供給源 8 6 から供給して間隙 7 6 を満たすように動作可能である。熱伝達ガスは、上部プレート 2 1 の底面 5 0、上部電極 4 0 の上面 4 8 及びシール 7 8、8 0 の間に画定された領域内の間隙 7 6 内に閉じ込められる。熱伝達ガスは、好ましくはヘリウムであり、ヘリウムは、熱を伝達する高い移動度を有する。熱は、底部電極 4 2 から上部電極 4 0 に、そして熱伝達ガスに伝導され、底部電極 4 2 の温度を制御する。好ましくは、熱伝達ガスは、プラズマ処理チャンバ 1 0 内でプラズマが ON 状態にあるときのみ間隙 7 6 内に供給され、シャワーヘッド電極 2 4 から熱を伝達してプラズマの加熱効果を相殺し、プラズマが OFF 状態のときに間隙 7 6 から熱伝達ガスが排出される。

【 0 0 2 3 】

間隙 7 6 から熱伝達ガスを排出するために、熱伝達ガス供給部は、ガス管路 9 0 及びガス管路 8 8 を介して間隙 7 6 から熱伝達ガスを排出するようにガス管路 8 8 に沿って設けられた弁 9 2 及び真空ポンプ 9 4 を備える。

【 0 0 2 4 】

図 1 に示されているように、この実施形態では、加熱ガス供給源(heating gassupply) 9 6 を備える加熱ガス供給部は、さらに、ガス管路 9 8 及び上部プレート 2 1 内のガス流路 3 0 を介してシャワーヘッド電極 2 4 と流体連結するように設けられる。加熱ガス供給部は、シャワーヘッド電極 2 4 に供給される前に加熱ガスを所望の温度に予熱するようにガス管路 9 8 に沿って設けられているヒータ 1 0 0 を備える。ヒータ 1 0 0 は、プラズマ処理チャンバ 1 0 の真空及び R F リターン経路の外に配置される。加熱ガスは、十分に高い温度、例えば、約 1 0 0 から約 5 0 0 に予熱され、十分に高い流量、例えば、少なくとも約 2 0 0 0 s c c m で供給され、シャワーヘッド電極を所望の温度に加熱する。加熱ガスは、好ましくは、高い比熱を有し、 C_4F_8 、窒素、又は同様の物質とすることができる。加熱ガスは、加熱ガス供給源 9 6 からガス管路 9 8 及びガス流路 3 0 を介して第 1 プレナム 5 6 に供給され、放射状ガス流路 6 2、6 4 を介して第 2 プレナム 5 8 及び第 3 プレナム 6 0 に分配され、そこから底部電極 4 2 内のガス孔 6 6、6 8、7 0 に分配される。加熱ガスは、シャワーヘッド電極 2 4 を加熱してその温度を制御する効果を持つ。

【 0 0 2 5 】

好ましくは、加熱ガスは、プラズマが O F F 状態のときのみシャワーヘッド電極 2 4 を加熱するように供給される。加熱ガスの供給は、生産ウエハが処理される前に停止される。加熱ガス供給部は、適宜、さらに、処理ガス供給源 2 8 からシャワーヘッド電極 2 4 に処理ガスを供給する前にガス流路 3 0 から加熱ガスを排出するようにガス管路 9 8 に沿って設けられている弁 1 0 2 及び真空ポンプ 1 0 4 を備える。他の実施形態では、プラズマ処理チャンバ 1 0 内の真空ポンプは、処理の開始前に加熱ガスを排出するように動作することが可能である。

【 0 0 2 6 】

プラズマ処理動作の前及びプラズマ処理動作中の処理ガス供給源 2 8、加熱ガス供給源 9 6、ヒータ 1 0 0、弁 1 0 2、真空ポンプ 1 0 4、熱伝達ガス供給源 8 6、弁 9 2、及び真空ポンプ 9 4 の動作はこれらの要素に接続されている制御部によって制御され、シャワーヘッド電極 2 4 との間の処理ガス、加熱ガス、及び熱伝達ガスの供給及び除去を効率的に行うことができる。

【 0 0 2 7 】

シャワーヘッド電極アセンブリ 1 0 は、適宜、シャワーヘッド電極 2 4 の温度を監視するための温度感知機能を備えることができる。例えば、非接触フォトルミネッセンスに基づく温度フィードバックを使用することができる。このような温度感知機能は、Oリングなどの追加のシールに収納されうる。

【 0 0 2 8 】

この実施形態では、閉じ込めリングアセンブリ 3 6 は、同心円状配列で、取り付けリング 1 0 6 と、吊り金物 1 1 0 によって取り付けリング 1 0 6 から吊り下げられているプラズマ閉じ込めリング 1 0 8 とを備える。取り付けリング 1 0 6 及びプラズマ閉じ込めリング 1 0 8 は、閉じ込めリングのうち隣接するもの同士の間隙のガス流路のサイズの調整を行えるように垂直方向に移動可能なものとして行うことができる。アセンブリのプラズマ閉じ込めリングの個数は、図に示されている 4 つには限定されず、それとは別に、4 つより少ないリング、例えば 3 つのリング、又は、4 つより多いリング、例えば、5、6、もしくはそれ以上の個数のリングを使用できる。取り付けリング 1 0 6 及びプラズマ閉じ込めリング 1 0 8 は、好適な誘電体で構成される。絶縁体は、例えば、石英、溶融シリカ、窒化ケイ素、アルミナ、又はプラスチック材料とすることができる。

【 0 0 2 9 】

プラズマ処理チャンバ 1 0 内で使用されうる例示的なプラズマ閉じ込めリングアセンブ

りは、本願の出願人が所有する米国特許第 5, 534, 751 号、米国特許第 5, 998, 932 号、米国特許第 6, 019, 060 号、米国特許第 6, 178, 919 号、米国特許第 6, 527, 911 号、及び米国特許出願第 2006/0207502 号において開示されており、それらは参照により本明細書に組み込まれている。

【0030】

図 1 に示されている実施形態では、シャワーヘッド電極 24 は、ブラケット 46 と底部電極 42 との間の接触面から脱離しうるポリマー薄片又は粒子が基板 32 上に載らず、基板 32 の領域の外部に落ちて基板 32 の汚染を回避できるように基板 32 の直径よりもかなり大きい外径を有する。好ましくは、シャワーヘッド電極 24 の直径は、基板 32 の直径を、約 3 インチ（約 75 mm）など、少なくとも約 2 インチ（約 50 mm）だけ超える。例示的な一実施形態では、シャワーヘッド電極 24 は、直径 300 mm（約 12 インチ）の基板を処理するために約 15 インチ（約 380 mm）の外径を有する。しかし、シャワーヘッド電極 24 のサイズは、他のウエハサイズ、又は非円形の形状を有する様々なサイズの基板を処理するように変えることができる。

10

【0031】

図 1 に示されているように、シャワーヘッド電極アセンブリ 20 は、基板支持アセンブリ 22 の下側電極 26 によって供給される電力用のリターン経路を形成するように電氣的に接地することができる。下側電極 26 は、静電クランプ力によって上面 34 上に基板 32 を固定するように動作可能な静電チャックとすることができる。一実施形態では、シャワーヘッド電極 24 は接地され、1 つ、2 つ、又はそれ以上の周波数の電力が、下側電極 26 に印加され、プラズマ処理チャンバ 10 内でプラズマを生成する。例えば、下側電極 26 は、2 つの独立して制御される RF 電源 114、116 によって 2 MHz 及び 27 MHz の周波数の電力を供給されうる。基板 32 が処理された後、下側電極 26 への電力の供給は、遮断され、プラズマの生成は停止される。

20

【0032】

例示的な一実施形態では、プラズマは、第 1 の基板 32 を（例えば、エッチングによって）処理するためにプラズマ処理チャンバ 10 内で生成される。基板 32 のプラズマ処理中に、処理ガスが処理ガス供給源 28 からガス管路 118 及び上部プレート 21 内のガス流路 30 を介してシャワーヘッド電極 24 に供給される。弁及びポンプの設置は、プラズマが OFF 状態のときにガス流路 30 からポンプで処理ガスを送り出すようにガス管路 118 に沿って行うことができる。処理ガスは、シャワーヘッド電極 24 内のガスマニホールドによってガス孔 66、68、70 に分配され、プラズマ処理チャンバ 10 のプラズマ閉じ込めゾーン 38 内に注入される。

30

【0033】

プラズマ処理中に、熱伝達ガスは、さらに、熱伝達ガス供給部 86 からガス管路 88 及び上部プレート 21 内のガス流路 90 を介して間隙 76 内に供給され、これにより、シャワーヘッド電極 24 を冷却する。

【0034】

第 1 の基板 32 が処理された後、下側電極 26 への電力の供給は、遮断され、プラズマの生成は停止される。処理された基板は、プラズマ処理チャンバ 10 から取り出される。プラズマが OFF 状態のときに、ポンプ 94 を作動させることにより熱伝達ガスが間隙 76 から排出される。次いで、加熱ガスが、加熱ガス供給源 96 からガス管路 98 及び上部プレート 21 内のガス流路 30 を介してシャワーヘッド電極 24 に供給される。加熱ガスは、プラズマが OFF 状態のときシャワーヘッド電極 24 を最低温度よりも高い温度に維持する効果を有する。シャワーヘッド電極 24 の温度は、好ましくは、生産ウエハ処理中に「第 1 のウエハ効果」が最低限に抑えられ、基板がより一様に処理されるように連続基板処理工程の間、ほぼ一定温度に維持され、これにより歩留まりが改善される。

40

【0035】

次に、第 2 の基板 32 が、プラズマ処理のため基板支持アセンブリ 22 上に配置される。加熱ガス供給源 96 からの加熱ガスの供給は、基板 32 が処理される前に停止される。

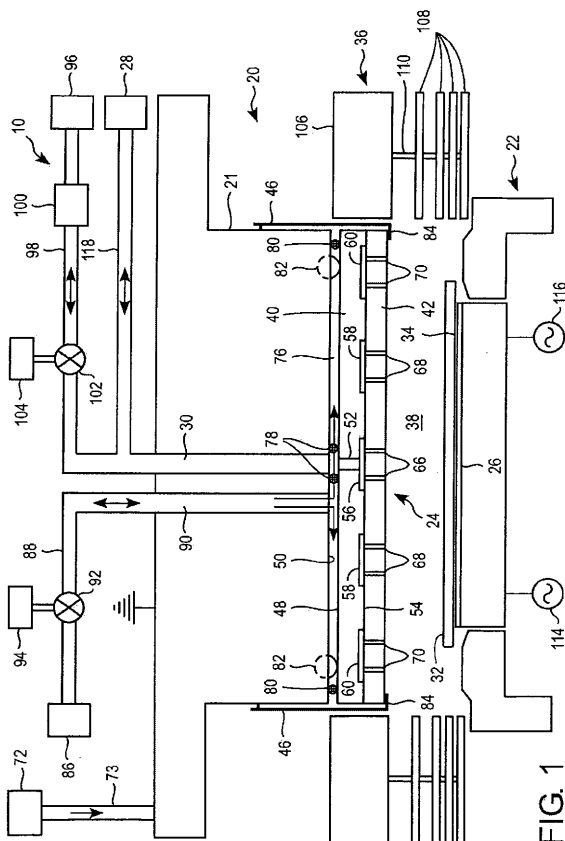
50

処理ガスを処理ガス供給源 28 からシャワーヘッド電極 24 に供給する前に、ガス流路 30 から加熱ガスを排出するために、ポンプ 104 が作動される。再び電力が下側電極 26 に供給され、プラズマ処理チャンバ 10 内でプラズマを生成する。プラズマの生成が再始動された後、熱伝達ガスが再び熱伝達ガス供給源 86 から間隙 76 に供給される。

【 0 0 3 6 】

本発明は、特定の実施形態に関して詳述されているが、添付の特許請求の範囲から逸脱することなく、様々な変更及び修正を加え、また均等物を使用できることは当業者には明らかであろう。

【 図 1 】



【 図 2 】

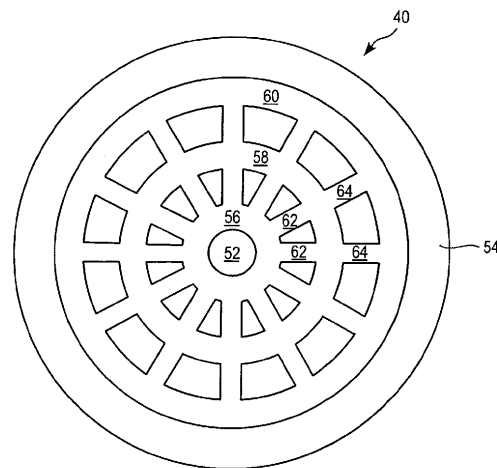


FIG. 2

【図 3】

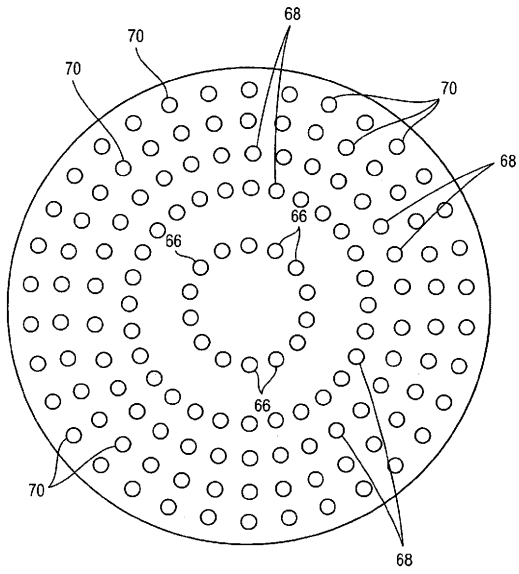


FIG. 3

フロントページの続き

(72)発明者 ディーンドサ, ラージンダー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95148, サンノゼ, ローリングサイド ドライブ
3670

合議体

審判長 小野田 誠

審判官 松本 貢

審判官 加藤 浩一

(56)参考文献 特開2005-196994(JP,A)
特開平9-67685(JP,A)
特開2005-303329(JP,A)
国際公開第2005/65186(WO,A1)
特開2001-284271(JP,A)
特開2001-68538(JP,A)
特開2002-519860(JP,A)
特開平7-78775(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L21/3065